การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

สรุจเทพ เผื่อนงูเหลือม

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2561

……..……..……

สรุจเทพ เผื่อนงูเหลือม

ผู้วิจัย

……	……
รองศาสตราจารย์ณัฐสิทธิ์ เกิดศรี,	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนินทร์ อยู่เพชร,
Ph.D.	Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์
……	……
ดวงพร อาภาศิลป์,	บุญเกียรติ เอี้ยววงษ์เจริญ,
Ph.D.	Ph.D.
คณบดี	กรรมการสอบสารนิพนธ์
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล	

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและการช่วยเหลือจาก รศ. ดร. ณัฐสิทธิ์ เกิดศรี อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ โดยท่านได้ให้ความรู้ ข้อชี้แนะ แนวทาง และคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ และนอกจากนั้นยังได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจทาน ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องงานวิจัยให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ส่งผลให้การค้นคว้าอิสระสำเร็จไปด้วยดี ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมาไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ชนินทร์ อยู่เพชร โดยท่านได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ผลลัพธ์ของงานวิจัย และได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการทำงานวิจัย และขอขอบพระคุณครอบครัว เผื่อนงูเหลือม ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา รวมถึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและแสดงความห่วงใยเสมอมา

สรุจเทพ เผื่อนงูเหลือม

การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

A STUDY OF TECHNOLOGY ADOPTION ON ELECTRIC VEHICLE IN THAILAND

สรุจเทพ เผื่อนงูเหลือม 5950326

กจ.ม.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ณัฐสิทธิ์ เกิดศรี, Ph.D., ชนินทร์ อยู่เพชร, Ph.D.,
บุญเกียรติ เอี้ยววงษ์เจริญ, Ph.D.

บทคัดย่อ

ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก อย่างไรก็ตามรถยนต์ไฟฟ้ายังไม่ได้รับความนิยมในประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และเพื่อต้องการเผยแพร่ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปยังผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าและระบบที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐและเอกชน ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 446 คน และได้ใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) และปัจจัยอื่นๆ (การรับรู้คุณค่า, การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง, การรับรู้ความเสี่ยง, การรับรู้ต้นทุน, ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน และระยะที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้) เป็นกรอบในการศึกษาวิจัย โดยได้ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักในแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ความง่ายไม่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ได้แก่ การรับรู้ต้นทุน ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ และทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าได้แก่ การรับรู้คุณค่าและการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง

คำสำคัญ: แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี/ การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง/ รถยนต์ไฟฟ้า
116 หน้า

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ข**
บทคัดย่อ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญรูปภาพ		**ฌ**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.1.1 สถานการณ์รถยนต์ไฟฟ้าของโลก	1
	1.1.2 ปัจจัยขับเคลื่อนตลาดรถยนต์ไฟฟ้า	2
	1.1.3 สถานการณ์ของสถานีอัดประจุไฟฟ้า	5
	1.1.4 สถานการณ์ของแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า	10
	1.1.5 สถานการณ์ของตลาดรถยนต์ในประเทศไทย	12
	1.1.6 บริบททางด้านเศรษฐกิจ	16
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	18
	1.3 ขอบเขตงานวิจัย	18
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19
	1.5 นิยามคำศัพท์	19
บทที่ 2	**ผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**21**
	2.1 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	21
	2.1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี	21
	2.1.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า	26
	2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3	**วิธีดำเนินวิจัย**	**43**
	3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย	43
	3.2 สมมติฐานการวิจัย	45

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	46
	3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	46
	3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	47
	3.6 การทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ	48
	3.7 วิธีการเก็บรวมข้อมูล	49
	3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล	50
	3.8.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic)	50
	3.8.2 การวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Statistic)	50
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**51**
	4.1 ผลของการศึกษาลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	51
	4.2 ผลของการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย	54
	4.2.1 ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา	54
	4.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน	65
	4.2.3 การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยสมการโครงสร้าง	70
บทที่ 5	**สรุปผลการวิจัย**	**73**
	5.1 อภิปรายผลการวิจัย	73
	5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย	76
	5.3 ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย	77
	5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	78
บรรณานุกรม		**79**
ภาคผนวก ก		**83**
ภาคผนวก ข		**105**
ภาคผนวก ค		**106**
ประวัติผู้วิจัย		**116**

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ระยะทางขั้นต่ำที่ เครดิตของยานพาหนะใหม่ (NEV Credit) กำหนด	3
1.2	แสดงการเปรียบเทียบนโยบายที่ส่งผลต่อการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า	5
3.1	ตัวแปรและมาตรวัดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	46
3.2	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ของแบบสอบถาม	49
4.1	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	51
4.2	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ ประโยชน์ (Perceived Usefulness)	54
4.3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness)	55
4.4	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)	55
4.5	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)	56
4.6	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้คุณค่า (Perceived Value)	56
4.7	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้คุณค่า (Perceived Value)	57
4.8	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms)	57
4.9	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms)	58
4.10	คำถามที่ใช้ในปัจจัยทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using)	58
4.11	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using)	59
4.12	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk)	59
4.13	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk)	60
4.14	คำถามที่ใช้ในปัจจัยความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness)	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.15	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness)	61
4.16	คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost)	62
4.17	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost)	62
4.18	คำถามที่ใช้ในปัจจัยระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range)	63
4.19	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range)	63
4.20	คำถามที่ใช้ในปัจจัยความต้องการใช้งาน (Intention to use)	64
4.21	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของความต้องการใช้งาน (Intention to use)	64
4.22	ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ Correlation	66
4.23	ตารางแสดงค่า Maximum Shared Variance (MSV)	67
4.24	การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ การทดสอบความถูกต้องและการทดสอบความเที่ยงตรง	68
4.25	ผลการวิเคราะห์ด้วยการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง	70
4.26	ผลของความสอดคล้องของแบบจำลอง 71	
ค.1	แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัยต่างๆ จำแนกตามรายได้	106
ค.2	แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัยต่างๆ จำแนกตามระยะทางที่ขับรถต่อวัน	107
ค.3	แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัย ATT5 จำแนกตามประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า	107
ค. 4	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย IR1 จำแนกตามรายได้ (บาท)	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ค.5	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย PC4 จำแนกตามรายได้ (บาท)	109
ค.6	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT1 จำแนกตามรายได้ (บาท)	110
ค.7	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT5 จำแนกตามรายได้ (บาท)	111
ค.8	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT6 จำแนกตามรายได้ (บาท)	112
ค.9	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT7 จำแนกตามรายได้ (บาท)	113
ค.10	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย CR3 จำแนกตามระยะทางในการขับรถต่อวัน (กิโลเมตร)	114
ค.11	แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT4 จำแนกตามระยะทางในการขับรถต่อวัน (กิโลเมตร)	115

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ยอดขายและส่วนแบ่งการตลาดของรถยนต์ไฟฟ้า	2
1.2	แผนภาพแสดงสัดส่วนจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุที่ตั้งในสถานที่สาธารณะ	6
1.3	แผนภาพแสดงอัตราส่วนสถานีอัดประจุที่ตั้งในสถานที่สาธารณะต่อจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า	6
1.4	แผนภาพแสดงจำนวนสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก	7
1.5	แผนภาพแสดงจำนวนสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าตามแนวเส้นทางหลักของประเทศจีน สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา	8
1.6	ภาพรวมคุณลักษณะของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าในภูมิภาคหลัก	9
1.7	การประกาศเงินลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าในแต่ละประเทศ	9
1.8	แผนภาพแสดงราคาแบตเตอร์รี่ Li-ion	10
1.9	แผนภาพแสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในแบตเตอร์รี่เทียบกับต้นทุน	11
1.10	แผนภาพแสดงราคาแบตเตอร์รี่ต่อความจุและปริมาณการผลิตต่อปี	12
1.11	จำนวนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง	14
1.12	สถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าโดย การไฟฟ้านครหลวง	15
1.13	สถานีอัดประจุโดย บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)	15
1.14	แผนภาพผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี	16
1.15	แผนภาพผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศจีนและสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 10 ปี	17
1.16	แผนภาพเปรียบเทียบรายได้ต่อหัวของประเทศไทยและประเทศจีนย้อนหลัง 10 ปี	17
1.17	แผนภาพเปรียบเทียบรายได้ต่อหัวของสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 10 ปี	18
2.1	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีที่ถูกนำเสนอครั้งแรก	22
2.2	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีที่ถูกปรับปรุงแล้ว	22
2.3	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2)	23
2.4	กรอบทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3)	25

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.5	แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3)	25
2.6	รถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Nissan Leaf	26
2.7	รถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Tesla รุ่น Model S	27
2.8	สถานีอัดประจุแบบซุปเปอร์ชาร์จเจอร์ (Supercharger)	27
2.9	ระยะทางสูงสุดของรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถขับได้ในการอัดประจุหนึ่งครั้ง ในตลาดรถยนต์ไฟฟ้าของสหรัฐอเมริกา	28
2.10	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Park, Lim, & Cho	29
2.11	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Wang, Zhao, Yin, & Zhang	30
2.12	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Schmalfuß, Mühl, & Krems	31
2.13	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Thakur & Srivastava	32
2.14	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Martins, Oliveira, & Popovic	32
2.15	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Yang, Liu, Li, & Yu	33
2.16	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Hsu & Lin	34
2.17	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Yang, Yu, Zo, & Choi	34
2.18	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Degirmenci & Breitner	35
2.19	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Han, Wang, Zhao, & Li	37
2.20	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Kim, Park, Kwon, Ohm, & Chang	38
2.21	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Kim & Shin	38
2.22	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Li, Long, Chen, & Geng	39
2.23	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Ayeh, Au, & Law	40
2.24	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Wang, Tang, & Pan	41
2.25	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Lin & Wu	41
2.26	แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Thananusak, Rakthin, Tavewatanaphan,	42
3.1	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา (Conceptual Framework)	44
4.1	เส้นทางความสัมพันธ์ของแบบจำลองสมการโครงสร้าง	72
ข.1	เอกสารรับรองด้านจริยธรรมการวิจัย	105

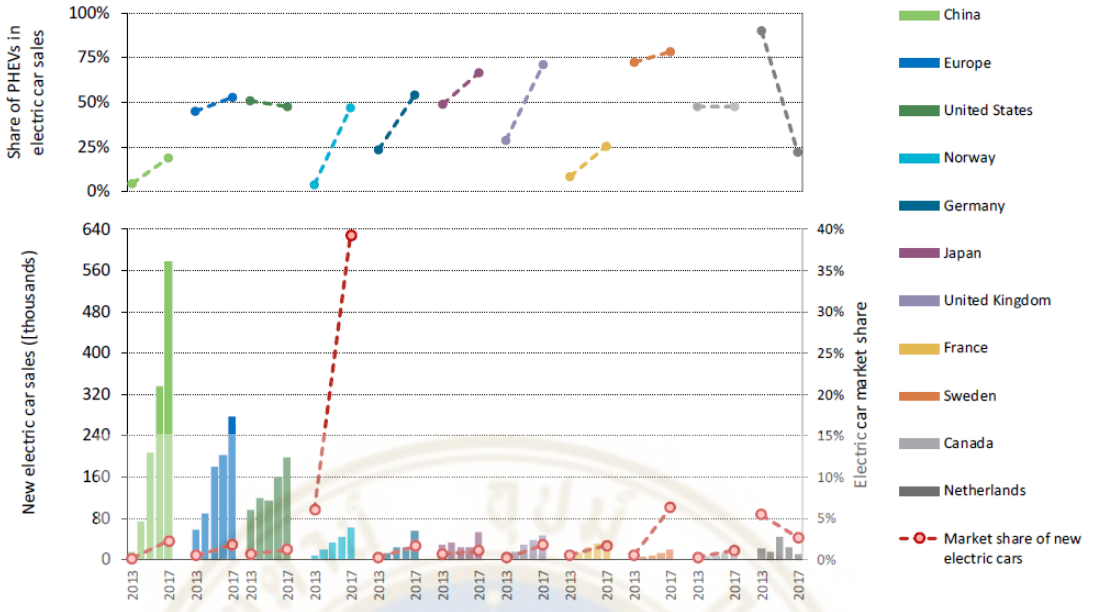
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 สถานการณ์รถยนต์ไฟฟ้าของโลก

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา จำนวนของรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในปี ค.ศ. 2017 มีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าประมาณ 3 ล้านคัน (รถยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริดจ์ 2 ล้านคัน และแบบแบตเตอรี่ 1 ล้านคัน) ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2016 ประมาณ 1 ล้านคันหรือมีการเติบโตขึ้นกว่า 57 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับอัตราการเติบโตของปี ค.ศ. 2015 และ 2016 ที่มีการเติบโต 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประเทศนอร์เวย์ที่มีอัตราการเติบโตของสัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนใหม่มากที่สุด โดยในปี ค.ศ. 2017 มีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่เป็นสัดส่วน 39 % ของรถยนต์จดทะเบียนใหม่ทั้งหมด หรือคิดเป็นจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้นประมาณ 62,000 คัน เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2013 ที่มีสัดส่วนการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าใหม่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศที่สัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด คือ 6.4 เปอร์เซ็นต์ (รถยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริดจ์ 29,000 คัน และแบบแบตเตอรี่ 33,000 คัน) อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 2017 ประเทศที่มียอดขายรถยนต์ไฟฟ้าเติบโตสูงสุด ได้แก่ ประเทศเยอรมันและประเทศญี่ปุ่น โดยมียอดขายเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่าเมื่อเทียบกับยอดของปี ค.ศ. 2016

ประเทศที่มีจำนวนของรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดได้แก่ ประเทศจีนโดยมีสัดส่วนกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดทั่วโลก และประเทศจีนเป็นประเทศที่มียอดขายของรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดในโลกโดยในปี ค.ศ. 2017 รถยนต์ไฟฟ้าถูกขายไปกว่า 580,000 คัน หรือคิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกที่ถูกขายในปี ค.ศ. 2017 และมียอดขายเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2016 จำนวน 72 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนของรถยนต์ไฟฟ้าประเทศจีน มีส่วนแบ่งทางการตลาดอยู่ที่ 2.2 % ในปี ค.ศ. 2017 สำหรับสถานการณ์รถยนต์ไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกาผู้ซึ่งมีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศจีน สหรัฐอเมริกามีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าน้อยกว่าประเทศจีนอยู่ประมาณสองเท่า (International Energy Agency, 2018)



ภาพที่ 1.1 ยอดขายและส่วนแบ่งการตลาดของรถยนต์ไฟฟ้า

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

1.1.2 ปัจจัยขับเคลื่อนตลาดรถยนต์ไฟฟ้า

ในปัจจุบันนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนตลาดรถยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามสิบประเทศที่มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้าสูงสุดมีนโยบายที่หลากหลายเพื่อที่จะส่งเสริมให้มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้า โดยนโยบายที่มีประสิทธิภาพจะสามารถทำให้ดึงดูดความสนใจจากลูกค้า ลดความเสี่ยงของผู้ลงทุนและเป็นการกระตุ้นให้ผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มกำลังการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า โดยทั้งส่วนท้องถิ่นและรัฐบาลได้มีการสนับสนุนนโยบายต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น นโยบายด้านแรงจูงใจทางการเงินในการจัดหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้งานและการช่วยลดค่าใช้จ่ายบางประการ เช่น ที่จอดรถฟรี นอกจากนั้นยังมีนโยบายอื่นๆ เช่น ข้อกำหนดด้านการปล่อยมลภาวะของรถยนต์

ในประเทศที่รถยนต์ไฟฟ้ามีสัดส่วนมากที่สุดอย่างนอร์เวย์ได้แสดงให้เห็นว่า การใช้นโยบายด้านแรงจูงใจด้านการเงิน เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่ม งดเว้นภาษีการจดทะเบียนรถ และสามารถใช้ทางพิเศษโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างมาก นอกจากนี้กระบวนการจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐก็เป็นนโยบายที่มีความสำคัญเช่นกัน โดยสามรถทำให้มีการพบเจอรถยนต์ไฟฟ้าตามที่สาธารณะได้มากขึ้น มีการส่งเสริมให้มีการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าและการสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังมีการลดต้นทุนและการกระตุ้นให้มีการเกิดความเชี่ยวชาญและธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

รัฐบาลจีนได้ออกคำสั่งที่เกี่ยวกับเครดิตของยาพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ (NEV Credit) ที่ประกอบไปด้วยยานพาหนะชนิดปลั๊กอินไฮบริดจ์ ยานพาหนะที่ใช้แบตเตอรี่ และยานพาหนะเซลล์เชื้อเพลิง ในเดือนกันยายน ค.ศ. 2017 กำหนดให้มีผลในปี ค.ศ. 2018 ซึ่งคำสั่งนี้เป็นการกำหนดความต้องการขั้นพื้นฐานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตของยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ (New Energy Vehicle: NEV) โดยยานพาหนะที่ได้รับเครดิตของยานพาหนะใหม่ ต้องผ่านเกณฑ์ในเรื่องของ ระยะทางที่ยานพาหนะสามารถวิ่งได้ (International Energy Agency, 2018)

ตารางที่ 1.1 ระยะทางขั้นต่ำที่ เครดิตของยานพาหนะใหม่ (NEV Credit) กำหนด

ประเภทของยานพาหนะ	แบตเตอรี่	ปลั๊กอินไฮบริดจ์	เซลล์เชื้อเพลิง
ระยะทางขั้นต่ำที่วิ่งได้โดยใช้ไฟฟ้า (กม.)	100	50	300

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

ในเดือนเมษายน ค.ศ. 2018 สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ได้ประกาศการเปลี่ยนแปลงของ มาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับยานพาหนะเบาที่ขายในสหรัฐอเมริกาในช่วงปี ค.ศ. 2022 ถึง 2025 โดยการตัดสินใจเป็นผลมาจากการประเมินมาตรฐานดังกล่าวในระยะกลาง คือ ช่วงปี ค.ศ. 2017 ถึง 2025 โดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมได้ตรวจสอบปัจจัยด้านระยะทาง เช่น ความสามารถของเทคโนโลยีเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพ ราคาของเชื้อเพลิง การปล่อยกระแสไฟฟ้าของยานพาหนะและการยอมรับเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพของผู้บริโภค โดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมเชื่อว่ามาตรฐานดังกล่าวมีความเข้มงวดมากเกินไป

นอกจากนั้น รัฐแคลิฟอร์เนีย ที่ได้รับการยกเว้นการบังคับใช้มาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ปี ค.ศ. 2009 ได้ให้คำมั่นสัญญาว่าจะปฏิบัติตามกฎระเบียบแม้ว่ามาตรฐานดังกล่าวได้ถูกยกเลิกไปแล้วก็ตาม นี่จึงเป็นการแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เนื่องจากสามารถทำให้เกิดการสร้างกฎใหม่สำหรับรถยนต์ที่ขายในแคลิฟอร์เนียและรัฐที่ทำตามมาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยโปรแกรมยานพาหนะปลอดมลภาวะของรัฐแคลิฟอร์เนีย (ZEV) จะเป็นนโยบายที่ช่วยสนับสนุนการเปิดตัวของรถยนต์ไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกา ซึ่งโปรแกรมยานพาหนะปลอดมลพิษของรัฐแคลิฟอร์เนียจะมีความคล้ายคลึงกับเครดิตของยานพาหนะพลังงานใหม่ (NEV Credit) ของประเทศจีน โดยมีการจัดทำเครดิตของยานพาหนะปลอดมลภาวะ(ZEV Credit) เพื่อมอบให้กับผู้ผลิต (OEM) เพื่อให้ผู้ผลิตมียอดขาย

ยานพาหนะปลอดมลภาวะเป็นไปตามที่กำหนด ซึ่งในปี ค.ศ. 2016 ผู้ว่าการมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ได้ตั้งเป้าหมายให้มีการใช้ยานพาหนะปลอดมลภาวะเป็นจำนวน 1.5 ล้านคัน ภายในปี ค.ศ. 2025 และเมื่อเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 2018 ผู้ว่ามลรัฐแคลิฟอร์เนียคนใหม่ได้มีการตั้งเป้าหมายให้มีการใช้ยานพาหนะปลอดมลพิษเป็นจำนวน 5 ล้านคัน ภายในปี ค.ศ. 2030 โดยจะมีการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น (International Energy Agency, 2018)

เมื่อเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2017 คณะกรรมาธิการยุโรปได้เสนอให้มีการปรับปรุงมาตรฐานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับรถโดยสารและยานพาหนะเพื่อการพาณิชย์ขนาดเล็กสำหรับกรอบเวลาปี ค.ศ. 2030 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Clean Mobility โดยได้มีการตั้งเป้าให้มีการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลเมตรลง 15 เปอร์เซ็นต์ สำหรับยานพาหนะใหม่ในปี ค.ศ. 2025 และลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งข้อเสนอนี้ได้กำหนดเป้าหมายการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ที่ 95 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลเมตร (gCO_2/km) สำหรับยานพาหนะทั่วไป และ 147 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลเมตร (gCO_2/km) สำหรับยานพาหนะเพื่อการพาณิชย์ขนาดเล็ก โดยเป้าหมายดังกล่าวนำมาจาก New European Driving Cycle (NEDC) อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. 2021 จะใช้เกณฑ์การวัดตาม Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (WLTP) โดยข้อเสนอได้รวมถึงการจัดสรรเป้าของการปล่อยมลภาวะของผู้ผลิตแต่ละรายโดยมีการปรับเงินเป็นจำนวนเงิน 95 ยูโร ต่อกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลเมตร (gCO_2/km)

ข้อกำหนดดังกล่าวได้สะท้อนให้เห็นถึงโครงการต่างๆที่จูงใจให้มีการใช้ยานพาหนะที่ปล่อยมลภาวะต่ำ โดยผู้ผลิตที่มีจำนวนของยานพาหนะที่ปล่อยมลภาวะที่ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนดจะได้รับรางวัลในรูปแบบของเกณฑ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้มงวดน้อยลง (ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์) อาจส่งผลให้ผู้ผลิตมีการผลิตและจำหน่ายรถยนต์ที่มีการปล่อยมลภาวะสูงกว่า เช่น รถยนต์ประเภท SUVs และแม้ว่าข้อเสนอนี้ได้มาพร้อมกับข้อจำกัดและบทลงโทษที่มีผลผูกพันในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่แรงจูงใจมีความแตกต่างอย่างสิ้นเชิงจากคำสั่งเนื่องจากการไม่บรรลุเป้าหมายของการปล่อยมลภาวะต่ำไม่เกี่ยวข้องกับการลงโทษ

ในแผนงาน low-carbon economy คณะกรรมาธิการยุโรประบุว่า มีเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกลง 80% ในปี ค.ศ.2050 เทียบกับปี ค.ศ. 1990 โดยการที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าว แผนงาน low-carbon economy ได้เสนอว่ามลภาวะจากขนส่งในปี ค.ศ. 2050 ควรจะลดลงต่ำกว่าค่าในปี ค.ศ. 1990 มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เป็นไปตามคำมั่นสัญญานี้ จะต้องมีการเพิ่มจำนวนของยานพาหนะที่ปล่อยมลภาวะต่ำและเพิ่มความเข้มงวดในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังจากปี ค.ศ. 2030 (International Energy Agency, 2018)

จะเห็นได้ว่าแต่ละประเทศนั้นมีนโยบายเพื่อให้มีการหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.2

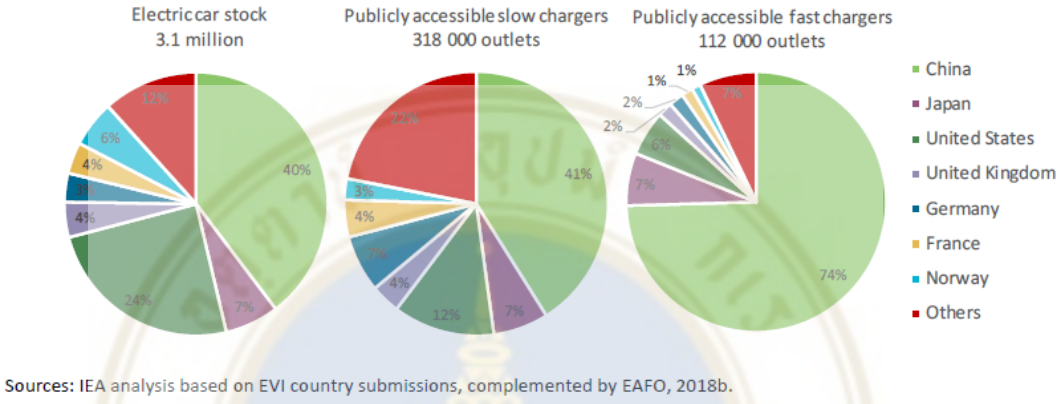
ตารางที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบนโยบายที่ส่งผลต่อการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า

ประเทศ/ภูมิภาค	นโยบายที่ใช้	ส่วนแบ่งทางการตลาดของรถยนต์ไฟฟ้า ค.ศ. 2017
นอร์เวย์	นโยบายด้านแรงจูงใจด้านการเงิน	39.2%
จีน	เครดิตของยาพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ (NEV Credit)	2.2%
สหรัฐอเมริกา	1. มาตรฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับยานพาหนะเบา 2. เครดิตของยานพาหนะปลอดมลภาวะ (ZEV Credit)	1.2%
สหภาพยุโรป	มาตรฐานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับรถโดยสารและยานพาหนะเพื่อการพาณิชย์	1.12%

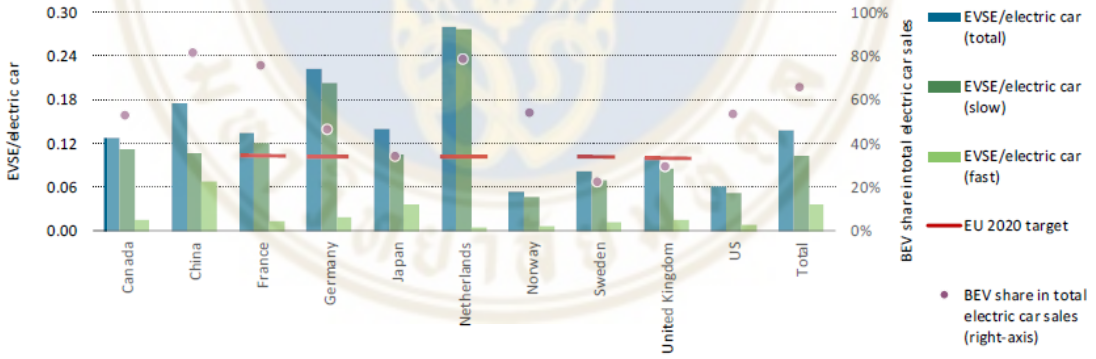
1.1.3 สถานการณ์ของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ปัจจุบันจำนวนของสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีการเติบโตขึ้นตามจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า โดยคาดว่าปัจจุบันมีจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วโลกประมาณ 3 ล้านสถานี โดยสถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่ถูกตั้งอยู่ตามบ้านเรือนและอาคารสำนักงาน สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ตามสถานที่สาธารณะส่วนใหญ่เป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้เวลาในการอัดประจุค่อนข้างนาน ซึ่ง ในปี ค.ศ. 2017 มีจำนวนประมาณ 320,000 สถานีทั่วโลก โดยภาคเอกชนได้มีการเพิ่มสถานีอัดประจุที่ใช้เวลาในการอัดประจุเร็วมากกว่า 110,000 สถานีโดยมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ตั้งอยู่ในประเทศจีน ซึ่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้เวลาในการอัดประจุเร็วเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากสำหรับสภาพแวดล้อมในเมือง เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ นอกจากนั้นสถานีอัดประจุที่ใช้เวลาในการอัดประจุเร็วยังเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยถ้าหากมีจำนวนสถานีอัดประจุที่ใช้เวลาในการอัดประจุเร็วมากขึ้น จะทำให้ลดข้อจำกัดในเรื่องของระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ ซึ่งในปัจจุบันนับว่าเป็นปัญหาหลักของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศต่างๆที่มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย

เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้านับได้ว่าเป็นสินค้าที่เข้ามาสู่ตลาดได้ไม่นานนัก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ตามสถานที่สาธารณะยังมีจำนวนไม่มากนัก เมื่อเทียบกับจำนวนของรถยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว ที่สถานีอัดประจุที่ตั้งอยู่ตามสถานที่สาธารณะกว่า 80 เปอร์เซ็นต์อยู่ในประเทศจีนและญี่ปุ่น ส่วนประเทศที่มีอัตราการเติบโตของจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าสูงอย่างประเทศนอร์เวย์ มีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนทั้งหมดเท่านั้น



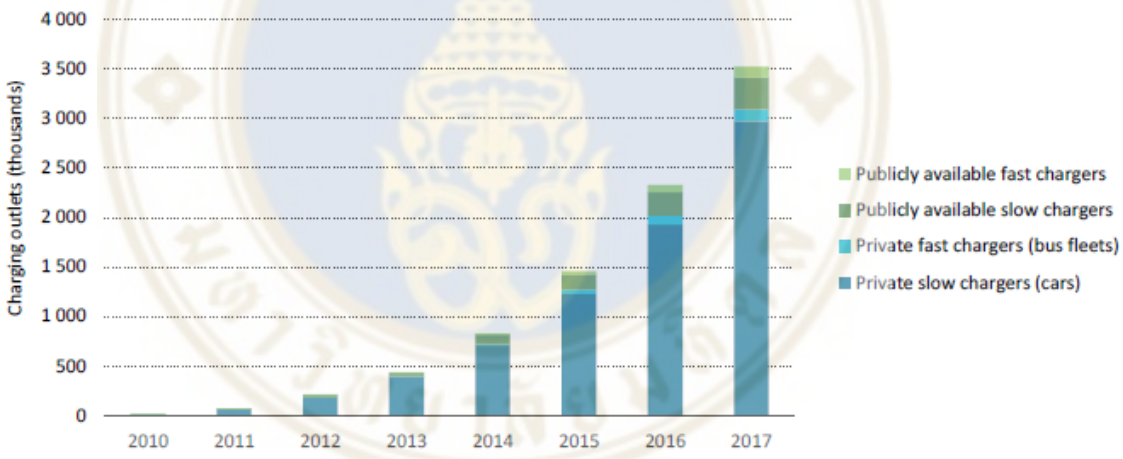
ภาพที่ 1.2 แผนภาพแสดงสัดส่วนจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุที่ตั้งในสถานที่สาธารณะ
ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018



ภาพที่ 1.3 แผนภาพแสดงอัตราส่วนสถานีอัดประจุที่ตั้งในสถานที่สาธารณะต่อจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า
ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

โดยการประมาณการสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกถูกประมาณการว่ามีอัตราส่วนรถยนต์ไฟฟ้าต่อสถานอัดประจุตามบ้านเรือนและอาคารสำนักงานประมาณ 1 : 1.1 เท่า อย่างไรก็ตามในประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่น มีการประมาณการอัตราส่วนของรถยนต์ไฟฟ้าต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าว่ามีค่าประมาณ 1 : 0.8 โดยประเทศจีนมีเป้าหมายการเพิ่มอัตราส่วนของสถานีอัดประจุตามบ้านเรือนและอาคารสำนักงานให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็น 1 : 0.93 หรือคิด

เป็นจำนวน 4.3 ล้านสถานี นอกจากนั้นประเทศจีนยังได้กำหนดเป้าหมายให้มีจำนวนสถานีอัดประจุที่ตั้งในสถานที่สาธารณะจำนวน 500,000 สถานี และมีสถานีสำหรับเปลี่ยนแบตเตอร์รี่ จำนวน 12000 สถานี ในปี ค.ศ. 2020 สำหรับคณะกรรมาธิการยุโรปได้กำหนดให้แต่ละประเทศสมาชิกกำหนดเป้าหมายของจำนวนสถานีอัดประจุสำหรับปี ค.ศ. 2020, 2025 และ 2030 เพื่อให้มีความเหมาะสม อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 2017 มีประเทศสมาชิกจำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ที่เสนอตัวเลขเป้าหมาย คือ สถานีอัดประจุในพื้นที่สาธารณะจำนวน 35 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2020 แต่เนื่องจากจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าไม่ได้เพิ่มขึ้นตามแผนที่กำหนดไว้และประเทศสมาชิกได้ตั้งเป้าหมายการติดตั้งสถานีอัดประจุไว้ค่อนข้างสูง น่าจะส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างรถยนต์ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุในพื้นที่สาธารณะมีค่าเป็น 1:10 ในปี ค.ศ. 2020 สำหรับมลรัฐแคลิฟอร์เนียได้มีการแก้ไขเป้าหมายของจำนวนสถานีอัดประจุในปี ค.ศ. 2025 โดยได้มีการเสนอเงินลงทุนเป็นจำนวนกว่า 900 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพื่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า 250,000 สถานี ซึ่งรวมถึงสถานีอัดประจุแบบเร็วจำนวน 10,000 สถานีด้วย (International Energy Agency, 2018)

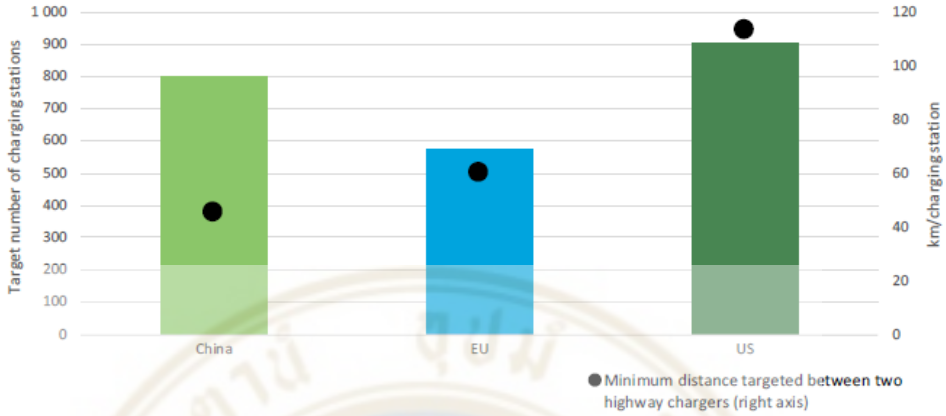


ภาพที่ 1.4 แผนภาพแสดงจำนวนสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

สำหรับความเป็นไปได้ในการติดตั้งสถานีอัดประจุในเขตถนนเส้นหลักเพื่อให้รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับระยะทางไกลขึ้น ประเทศที่มีจำนวนของรถยนต์ไฟฟ้าสูง เช่น ประเทศจีน สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา ได้มีความตั้งใจที่จะเพิ่มจำนวนการติดตั้งสถานีอัดประจุแบบเร็ว โดยประเทศจีนและสหภาพยุโรปตั้งเป้าหมายให้มีจำนวนสถานีอัดประจุแบบเร็วไว้ที่ 800 สถานี และประมาณ 600 สถานี ในปี ค.ศ. 2020 สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาได้ตั้งเป้าหมายให้มีจำนวนสถานีอัดประจุแบบเร็ว 900 สถานีในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งเป้าหมายระยะทางต่อสถานีอัดประจุของประเทศจีน

สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกาอยู่ที่ 45 กิโลเมตรต่อสถานี 60 กิโลเมตรต่อสถานี และ 115 กิโลเมตรต่อสถานี ตามลำดับ (International Energy Agency, 2018)



ภาพที่ 1.5 แผนภาพแสดงจำนวนสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าตามแนวเส้นทางหลักของประเทศจีน สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

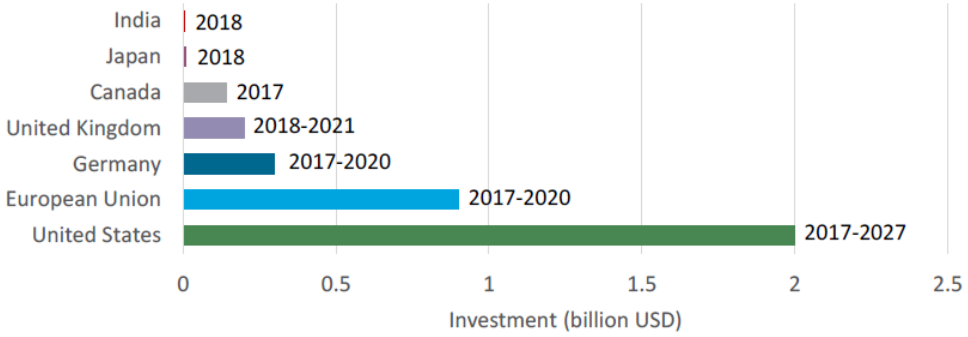
สำหรับสถานีอัดประจุแต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน 3 อย่าง คือ ระดับของกำลังไฟฟ้าที่สถานีอัดประจุสามารถจ่ายออกมาได้ซึ่งประกอบไปด้วย ระดับที่ 1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.7 กิโลวัตต์ ระดับที่ 2 มากกว่า 3.7 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 22 กิโลวัตต์ และระดับที่ 3 มากกว่า 22 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 43.5 กิโลวัตต์สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ หรือไม่เกิน 200 กิโลวัตต์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง คุณสมบัติต่อมา คือ ประเภทของเต้ารับและขั้วต่อสายไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุ ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละประเทศและแต่ละระดับของกำลังไฟฟ้า เช่น ประเทศจีนมีการใช้งานเต้ารับแบบ Type I ในระดับที่ 1 ใช้เต้ารับแบบ GB/T 20234 AC ในระดับที่ 2 และใช้เต้ารับแบบ GB/T 20234 DC ในระดับที่ 3 และคุณสมบัติท้ายสุด คือ โปรโตคอลการสื่อสารระหว่างรถยนต์ไฟฟ้ากับสถานอัดประจุ เช่น power line communication (PLC) protocol ซึ่งในแต่ละภูมิภาคมีรายละเอียดคุณสมบัติดังตารางที่ 1.2 สำหรับการพัฒนาที่มีความสำคัญในช่วงเวลาที่ผ่านมาของมาตรฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2017 คือ การออกมาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้าเร็ว ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 200 กิโลวัตต์ อย่างไรก็ตาม การอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงมีข้อจำกัดคือในปัจจุบันยังมีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าไม่มากที่สามารถรองรับเทคโนโลยีการอัดประจุดังกล่าวได้

		Conventional plugs	Slow chargers		Fast chargers		
Level		Level 1	Level 2		Level 3		
Current		AC	AC		AC, triphase	DC	
Power		≤ 3.7 kW	> 3.7 kW and ≤ 22 kW	≤ 22 kW	> 22 kW and ≤ 43.5 kW	Currently < 200 kW	
Type	China	Type I	GB/T 20234 AC			GB/T 20234 DC	
	Japan	Type B	SAE J1772 Type 1	Tesla		Accepts all IEC 62196-3 standards	Tesla and CHAdeMO (IEC 62196-3 Type 4)
	Europe	Type C/F/G	IEC 62196-2 Type 2		IEC 62196-2 Type 2	CCS Combo 2 (IEC 62196-3)	
	North America	Type B; SAE J1772 Type 1	SAE J1772 Type 1	Tesla	(Under development) SAE J3068	CCS Combo 1 (SAE J1772 & IEC 62196-3)	
	Australia	Type 1	IEC 62196-2 Type 2			Accepts all IEC 62196-3 standards	
	Korea	Type A/C	IEC 62196-2 Type 2			CCS Combo 1 (IEC 62196-3)	
	India	Type C/D/M	(Draft) IEC 60309 industrial socket (two wheelers) and IEC 62196-2 Type 2 (other vehicles)		(Draft) IEC 62196-2 Type 2	(Draft) GB/T 20234 DC (< 20 kW) and CCS Combo 2 (IEC 62196-3) (≥ 20 kW)	(Draft) CHAdeMO allowed

ภาพที่ 1.6 ภาพรวมคุณลักษณะของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าในภูมิภาคหลัก

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

ในแต่ละประเทศมีนโยบายด้านคลังสำหรับการสนับสนุนการเพิ่มจำนวนของสถานีอัดประจุ โดยนโยบายการสนับสนุนดังกล่าวมาในรูปแบบของ สิ่งจูงใจทางด้านการเงิน การผ่อนคลายภาษี และการลงทุนเองโดยรัฐบาล ซึ่งที่ผ่านมา สหรัฐอเมริกาได้ประกาศลงทุนด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าที่รวมถึงสถานีอัดประจุมากที่สุด โดยประกาศการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นเงิน 2 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในช่วงปี ค.ศ. 2017 ถึง ค.ศ. 2027



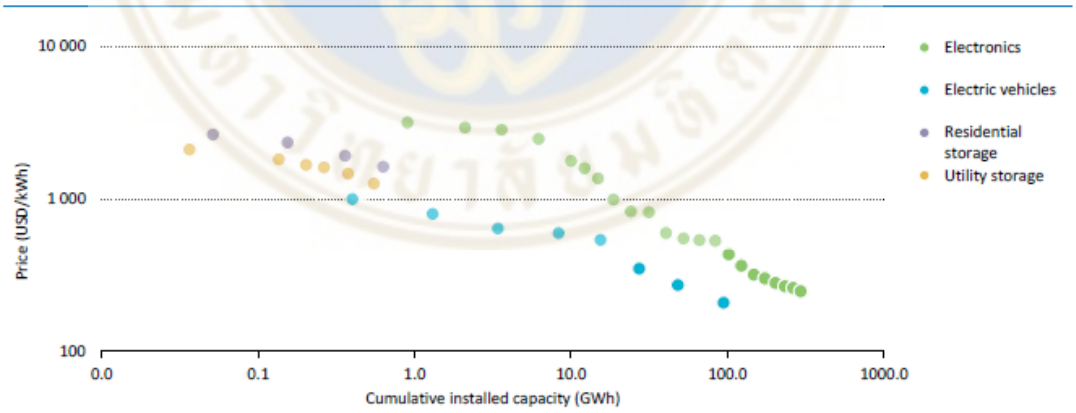
ภาพที่ 1.7 การประกาศเงินลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าในแต่ละประเทศ

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

1.1.4 สถานการณ์ของแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า

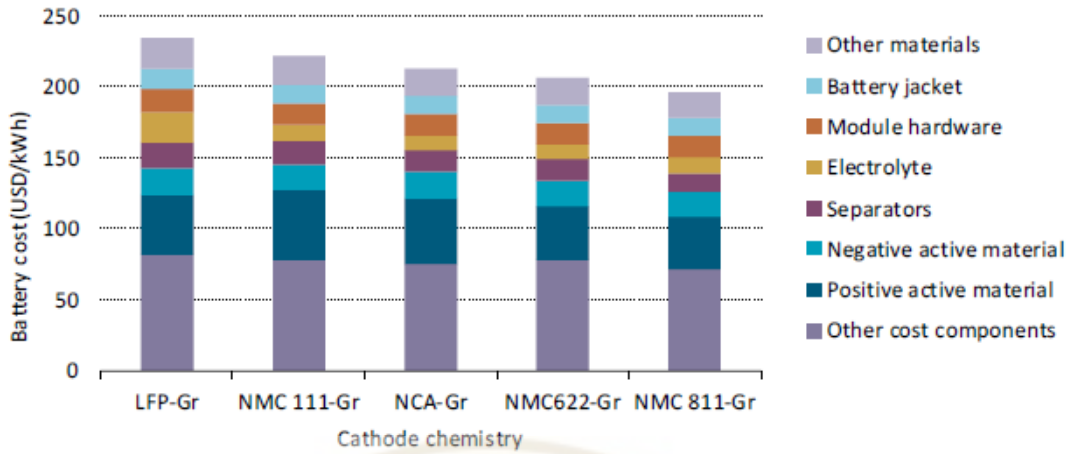
ปัจจุบันมีการผลิตแบตเตอร์รี่ lithium-ion (Li-ion) เพื่อใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมการจัดเก็บพลังงานภาคครัวเรือน และในอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า โดยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมามีการผลิตแบตเตอร์รี่ lithium-ion (Li-ion) ออกมาเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นทุนของแบตเตอร์รี่ lithium-ion (Li-ion) ลดลงอย่างมาก ซึ่งปัจจุบันแบตเตอร์รี่ที่ใช้กับรถยนต์ไฟฟ้ามีต้นทุนอยู่ระหว่าง 155 – 360 ดอลลาร์สหรัฐฯขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต โดยปัจจัยด้านต้นทุนและประสิทธิภาพของแบตเตอร์รี่ที่มีการพัฒนาขึ้น กลายเป็นตัวขับเคลื่อนหลักในด้านขีดความสามารถในการแข่งขันของระบบจัดเก็บพลังงานของ Li-ion โดยปัจจัยขับเคลื่อนด้านต้นทุนและประสิทธิภาพของแบตเตอร์รี่ lithium-ion (Li-ion) ประกอบไปด้วย สารเคมี ความจุของแบตเตอร์รี่ กำลังการผลิตของโรงงาน และระยะเวลาในการอัดประจุ

เซลล์แบตเตอร์รี่ซึ่งประกอบไปด้วยขั้วบวกและขั้วลบทำมาจากสารเคมีที่แตกต่างกัน โดยขั้วบวกสามารถเลือกใช้สารเคมี lithium nickel manganese cobalt (NMC), lithium nickel cobalt aluminium oxide (NCA), lithium manganese oxide (LMO) and lithium iron phosphate (LFP) ในการทำขั้วบวกได้ สำหรับวัสดุที่ใช้ทำขั้วลบในปัจจุบัน คือ กราไฟต์ (graphite) อย่างไรก็ตาม lithium-titanate (LTO) ก็ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตขั้วลบเช่นเดียวกันเนื่องจากมีข้อดีคือสามารถทำให้แบตเตอร์รี่มีจำนวนรอบการอัดประจุเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1.8 แผนภาพแสดงราคาแบตเตอร์รี่ Li-ion

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

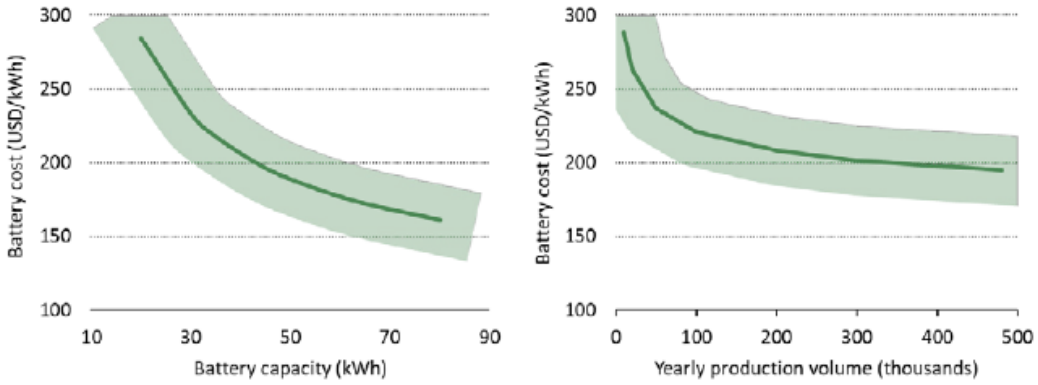


ภาพที่ 1.9 แผนภาพแสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในแบตเตอร์รี่เทียบกับต้นทุน

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

ปัจจุบันโรงงานที่สามารถผลิตแบตเตอร์รี่ได้มีการขยายกำลังการผลิต เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ราคาของแบตเตอร์รี่ลดลงเนื่องจากการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) โดยโรงงานผลิตแบตเตอร์รี่มีความสามารถในการผลิตอยู่ที่ 0.5 กิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี ถึง 8 กิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปีซึ่งคิดเป็นจำนวนแบตเตอร์รี่ได้ประมาณ 6,000 – 400,000 ลูก โดยแบตเตอร์รี่หนึ่งลูกมีความจุอยู่ที่ 20 – 75 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยมีรายงานว่าในอนาคตจะมีโรงงานผลิตแบตเตอร์รี่ที่มีกำลังการผลิตกว่า 35 กิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือประมาณ

สำหรับขนาดของแบตเตอร์รี่ที่ใช้กับรถยนต์ไฟฟ้าเทียบกับน้ำหนักมีค่าประมาณ 200 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (Wh/kg) หรือเมื่อเทียบเป็นปริมาตรมีค่าเท่ากับ 200 – 300 วัตต์-ชั่วโมงต่อลิตร (Wh/l) โดยปัจจุบันพบว่าแบตเตอร์รี่ที่ใช้กับรถยนต์ไฟฟ้ามีขนาดความจุอยู่ในช่วง 20 กิโลวัตต์ชั่วโมง ถึง 100 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งแบตเตอร์รี่ขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะมีต้นทุนถูกกว่าแบตเตอร์รี่ขนาดเล็ก โดยแบตเตอร์รี่ทั่วไปมีอายุการใช้งานอยู่ที่การอัดประจุ 1000 รอบ โดยแบตเตอร์รี่ความจุดังกล่าวสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้าได้เป็นระยะทางประมาณ 175,000 กิโลเมตร



ภาพที่ 1.10 แผนภาพแสดงราคาแบตเตอร์รี่ต่อความจุและปริมาณการผลิตต่อปี

ที่มา : Global EV Outlook 2018, 2018

สำหรับระยะเวลาในการอัดประจุของแบตเตอร์รี่ที่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าจะต้องใช้เวลาประมาณ 40 – 60 นาที ด้วยสถานีอัดประจุแบบเร็วในการอัดประจุดให้ได้ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยเวลาในการชาร์จดังกล่าวไม่นับว่าเป็นความท้าทายในการออกแบบแบตเตอร์รี่ปัจจุบัน ขณะที่สถานีอัดประจุได้เพิ่มความเร็วสูงสุดในการอัดประจุ ซึ่งประเด็นเรื่องระยะเวลาในการอัดประจุ เป็นปัญหาที่รถไฟฟ้าต้องจัดการหากต้องการลดช่องว่างระหว่างรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในด้านประสิทธิภาพ ซึ่งการออกแบบแบตเตอร์รี่ให้สามารถรองรับสถานีอัดประจุที่ได้เพิ่มความเร็วในการอัดประจุขึ้นมาแล้วนั้น เป็นการเพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบและทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอร์รี่สั้นลงและยังทำให้ต้นทุนของแบตเตอร์รี่เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเท่าตัว อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีแบตเตอร์รี่ได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อที่จะทำให้แบตเตอร์รี่มีความจุเพิ่มขึ้น เช่น การลดส่วนประกอบของสารโคบอลต์ (Cobalt) โดยคาดว่าจะมีการผลิตแบตเตอร์รี่ชนิดดังกล่าวออกมาในช่วงปี ค.ศ. 2025 อย่างไรก็ตามมีการคาดการว่าแบตเตอร์รี่ lithium-ion (Li-ion) จะถูกพัฒนาไปจนถึงช่วง ปี ค.ศ. 2030 และหลังจากนั้นจะมีเทคโนโลยีอื่นๆมาทดแทน

1.1.5 สถานการณ์ของตลาดรถยนต์ในประเทศไทย

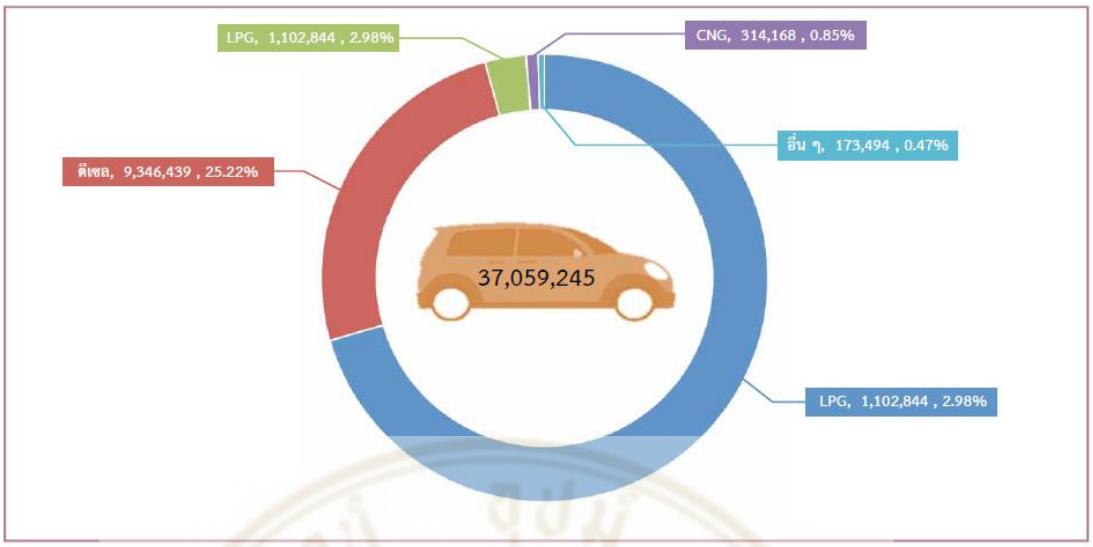
จุดเริ่มต้นของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยมีจุดเริ่มต้นมาตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ. 1905 (พ.ศ. 2448) โดยมีรถยนต์ไฟฟ้าของบริษัทจากประเทศอังกฤษ คือ Carl Oppermann Electric Carriage จำกัด ที่เข้ามาในประเทศไทย นอกจากนั้นยังมีรถยนต์ไฟฟ้าจากบริษัท Baker Electric Car จำกัด บริษัทผู้พัฒนาและผลิตรถยนต์ไฟฟ้าสหรัฐอเมริกา ที่เข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยในช่วงรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว หลังจากนั้นปรากฏข้อมูลการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอีกครั้งในปี พ.ศ. 2552 บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ได้ผลิตและว่างจำหน่ายรถยนต์ รุ่น

Camry Hybrid หนึ่งปีถัดจากนั้น บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ได้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริด เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งรุ่น คือ โตโยต้า Prius 3rd Generation ซึ่งนับเป็นประเทศที่สามของโลกที่ผลิตรถยนต์รุ่นนี้อีกด้วย หลังจากนั้นได้มีผู้ผลิตรถยนต์อีกหลายรายที่จำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ยกตัวอย่างเช่น บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด เป็นต้น (สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย, 2560)

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องรถยนต์ไฟฟ้าขึ้นมาเป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยรถยนต์ไฟฟ้า (รถเก๋ง) ที่มีน้ำหนักรถน้อยกว่า 450 กิโลกรัม ไม่รวมแบตเตอรี่ หรือรถกะบะขนาดเล็กที่มีขนาดน้อยกว่า 600 กิโลกรัม ไม่รวมแบตเตอรี่ ต้องมีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า (Rated Power) ตั้งแต่ 4 กิโลวัตต์ขึ้นไป และมีความเร็วสูงสุดตั้งแต่ 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่มีน้ำหนักมากกว่าที่กล่าวมาข้างต้น ต้องมีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 15 กิโลวัตต์ มีความเร็วสูงสุดตั้งแต่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นไป และต้องสามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงสุดได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 30 นาที (กรมการขนส่งทางบก, 2560)

จากสถิติจำนวนรถจำแนกตามเชื้อเพลิงของประเทศไทย พบว่าเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีจำนวนยานยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 1,396 คัน อย่างไรก็ตามในจำนวนดังกล่าวเป็นรถจักรยานยนต์ส่วนบุคลถึง 1,223 คัน แต่จำนวนรถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคล มีเพียง 85 คันเท่านั้น ซึ่งประเทศไทยมีจำนวนยานยนต์ ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ทั้งสิ้น 38,308,763 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2560)

จะเห็นได้ว่าส่วนแบ่งการตลาดของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยมีค่าไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเมื่อเรียบเทียบกับประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่าประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปบางประเทศ เช่น นอร์เวย์ แล้วนั้นถือว่ามีค่าน้อยมาก อย่างไรก็ตาม รัฐบาลได้กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้า 1.2 ล้านคัน (รวมทั้งรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่และแบบปลั๊กอินไฮบริดจ์) ภายในปี พ.ศ. 2579 (VoiceTV, 2561)



ภาพที่ 1.11 จำนวนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง
ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2560

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ยังมีรถยนต์ไฟฟ้าใช้งานไม่มาก เช่นเดียวกันกับ สถานีอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทยที่ยังมีจำนวนไม่มากเมื่อเทียบกับประเทศจีน หรือสหรัฐอเมริกา โดยข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2017 ประเทศไทยมีจำนวนสถานีอัดประจุในพื้นที่สาธารณะทั้งสิ้น 96 สถานี ซึ่งแบ่งเป็นสถานีอัดประจุแบบช้า 88 สถานี และสถานีอัดประจุแบบเร็ว 8 สถานี(International Energy Agency, 2018) อย่างไรก็ตามในช่วงปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2561 มีรายงานว่าผู้ประกอบการธุรกิจและหน่วยงานภาครัฐในประเทศไทย เริ่มให้ความสนใจในการก่อสร้างสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า โดยในปี พ.ศ. 2560 บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) ได้เตรียมขยายสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าให้มีจำนวน 1,000 สถานี ทั่วกรุงเทพมหานคร ภายในปี พ.ศ. 2561 โดยใช้ชื่อว่า “EA Anywhere” (Brandinside, 2560)นอกจากนั้นการไฟฟ้านครหลวงและบริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) ได้ร่วมกันตั้งโครงการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นการตั้งสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าไว้ที่บริเวณร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven โดยในช่วงแรกจะมีการตั้งเครื่องอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจำนวน 4 เครื่องใน 7-Eleven 2 สาขา ได้แก่ สาขาบ้านสวนลาซาล (ศรีนครินทร์) และสาขาจรัญสนิทวงศ์ 11 (ไทยรัฐ, 2561)

ภาพที่ 1.12 สถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าโดย การไฟฟ้านครหลวง

ที่มา: ไทยรัฐ, 2561

ภาพที่ 1.13 สถานีอัดประจุโดย บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)

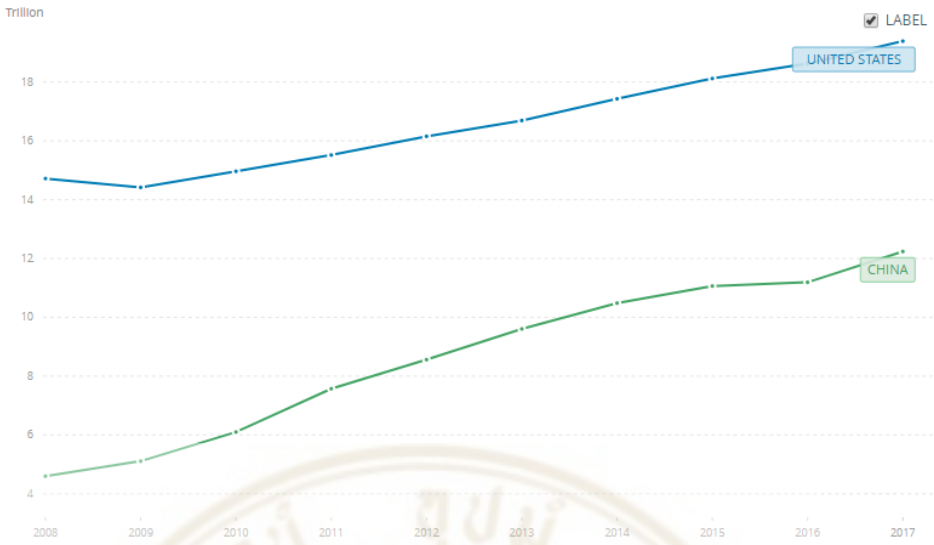
ที่มา: Brandinside, 2560

1.1.6 บริบททางด้านเศรษฐกิจ

ในประเทศที่มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย อย่างประเทศจีนและสหรัฐอเมริกา มีขนาดเศรษฐกิจที่ใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับประเทศไทยซึ่งมีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ประมาณ 455,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ คิดเป็นอัตราเติบโตเฉลี่ยสะสมต่อปี (CAGR) ประมาณ 4.56 เปอร์เซ็นต์ (The World Bank, 2018) ในขณะที่ประเทศจีนซึ่งเป็นประเทศที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดในโลก มีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ประมาณ 12.34 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ คิดเป็นอัตราเติบโตเฉลี่ยสะสมต่อปี (CAGR) ประมาณ 10.37 เปอร์เซ็นต์ (The World Bank, 2018) และสหรัฐอเมริกามีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ประมาณ 19.4 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ คิดเป็นอัตราเติบโตเฉลี่ยสะสมต่อปี (CAGR) ประมาณ 2.8 เปอร์เซ็นต์

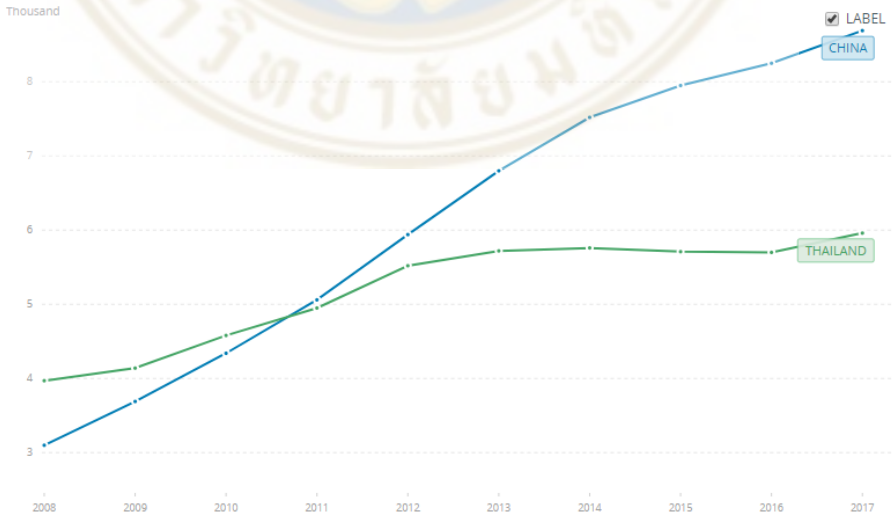
ภาพที่ 1.14 แผนภาพผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี

ที่มา: The World Bank, 2018

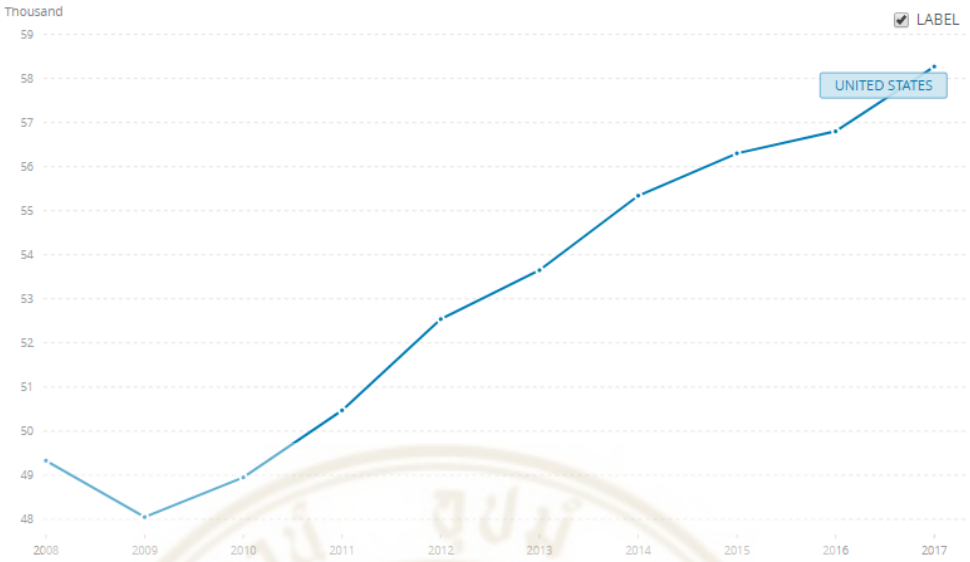


ภาพที่ 1.15 แผนภาพผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศจีนและสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 10 ปี
ที่มา: The World Bank, 2018

เมื่อเปรียบเทียบรายได้ต่อหัว (GNI per capita, Atlas method) ของประเทศไทยกับประเทศจีน พบว่าประเทศไทยมีรายได้ต่อหัวต่ำกว่าประเทศจีน โดยประเทศจีนมีรายได้ต่อหัวเท่ากับ 8,690 ดอลลาร์สหรัฐ ในขณะที่ประเทศไทยมีรายได้ต่อหัวเท่ากับ 5,960 ดอลลาร์สหรัฐฯ (The World Bank, 2018) ในขณะที่สหรัฐอเมริกามีรายได้ต่อหัว (GNI per capita, Atlas method) เท่ากับ 58,270 ดอลลาร์สหรัฐฯ (The World Bank, 2018)



ภาพที่ 1.16 แผนภาพเปรียบเทียบรายได้ต่อหัวของประเทศไทยและประเทศจีนย้อนหลัง 10 ปี
ที่มา: The World Bank, 2018



ภาพที่ 1.17 แผนภาพเปรียบเทียบรายได้ต่อหัวของสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 10 ปี
ที่มา: Worldbank, 2018

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้าดังกล่าว พบว่าทั่วโลกมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ในประเทศไทยยังมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจำนวนน้อย เพื่อทราบปัจจัยในการเอื้อต่อความสนใจต่อประชาชนในประเทศไทยเกี่ยวกับการใช้รถยนต์ไฟฟ้า จึงมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้า การยอมรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลให้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นที่ยอมรับในประเทศไทย

1.2.3 เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการวางกลยุทธ์ที่เกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” มีขอบเขตงานวิจัย คือ การสำรวจบุคคลที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร ที่มีความสนใจและไม่สนใจเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า และมีประสบการณ์หรือไม่มีประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยได้

1.4.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากผลการวิจัยไปวางแผนกลยุทธ์ เช่น กลยุทธ์ด้านนโยบาย กลยุทธ์ด้านการเงิน เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนของรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

1.5 นิยามคำศัพท์

1.5.1 รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) หมายถึง รถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกำลังขับเคลื่อน

1.5.2 การยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance) หมายถึง กระบวนการการที่สำคัญสำหรับกระบวนการพัฒนาระบบหรือเทคโนโลยีใหม่ โดยระบบหรือเทคโนโลยีใหม่จะได้รับการยอมรับหาก คุณลักษณะและความสามารถของระบบสอดคล้องกับความสนใจของผู้ใช้ เช่น การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use) และความพึงพอใจของผู้ใช้ (User satisfaction) เป็นต้น (Venkatesh & Bala, 2008)

1.5.3 การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) หมายถึง ระดับที่ผู้ใช้เชื่อว่า ระบบหรือเทคโนโลยีจะช่วยยกระดับประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้ให้ดีขึ้น (Venkatesh และ Bala, 2008)

1.5.4 การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use) หมายถึง ระดับที่ผู้ใช้เชื่อว่า ระบบหรือเทคโนโลยีจะไม่ต้องใช้ความพยายามในการใช้งาน (Venkatesh และ Bala, 2008)

1.5.5 การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) หมายถึง การวัดประสบการณ์ในการในการใช้ระบบ ประกอบไปด้วย ความชอบ (Hedonic value) และ ประโยชน์ (Utilitarian value) (Hsu & Lin, 2016)

1.5.6 การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms) หมายถึง ระดับที่ผู้ใช้เห็นว่าคนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้คิดว่าเขาควรหรือไม่ควรใช้ระบบหรือเทคโนโลยี (Venkatesh และ Bala, 2008)

1.5.7 ทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using) หมายถึง ความเชื่อของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบหรือเทคโนโลยี

1.5.8 การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) หมายถึง โอกาสในการเกิดความสูญเสียผลลัพธ์ที่ต้องการจากการใช้ระบบหรือเทคโนโลยี โดยมีความเสี่ยงประเภทต่างๆ เช่น ความเสี่ยง

ด้านประสิทธิภาพ (Performance risk) ความเสี่ยงด้านการเงิน (Financial risk) และความเสี่ยงด้านเวลา (Time risk) เป็นต้น (Martins, Oliveira, & Popovic, 2014)

1.5.9 ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness) หมายถึง ความพร้อมของอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นหรือมีความเกี่ยวข้องกับระบบหรือเทคโนโลยี

1.5.10 การรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost) หมายถึง ระดับที่ผู้ใช้เชื่อว่าการใช้งานระบบหรือเทคโนโลยีมีความคุ้มค่าและสามารถลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ได้

1.5.11 ระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range) หมายถึง ระยะทางที่ไกลที่สุดที่ยานพาหนะซึ่งในงานวิจัยนี้ คือ รถยนต์ไฟฟ้า สามารถเดินทางได้โดยไม่มีการอัดประจุไฟฟ้าเพิ่ม

1.5.12 ความต้องการใช้งาน (Intention to use) หมายถึง ระดับความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการใช้งานระบบหรือเทคโนโลยี

บทที่ 2
ผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

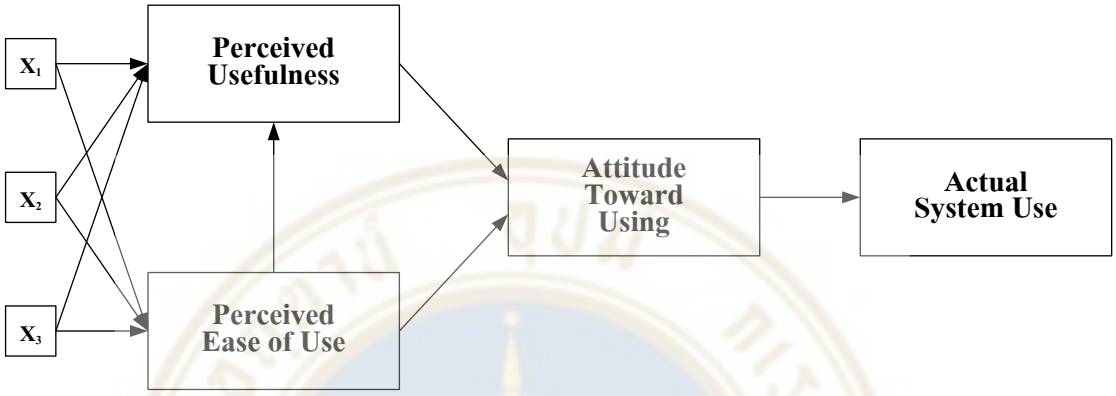
2.1 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model หรือ TAM) เป็นทฤษฎีด้านระบบสารสนเทศ ซึ่งปรับแต่งเพิ่มเติมจากทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (A Theory of Reasoned Action) ที่จำลองว่า ผู้ใช้งานจะยอมรับและใช้เทคโนโลยีได้อย่างไร ซึ่งมีการนำเสนอครั้งแรกโดย Fred D. Davis ในการใช้พยากรณ์การยอมรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองได้เสนอว่า เมื่อเทคโนโลยีใหม่ถูกนำเสนอ ซึ่งจุดประสงค์หลักของแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี คือ การจัดเตรียมพื้นฐานสำหรับการติดตามผลกระทบจากปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความเชื่อ ทัศนคติ และความต้องการใช้งาน โดยสิ่งที่ส่งผลต่อทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived usefulness) คือ ระดับที่คนเชื่อว่าระบบนั้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของคนเหล่านั้นดีขึ้น ซึ่งในระบบที่มีระดับการรับรู้ประโยชน์สูงเป็นระบบที่ผู้ใช้เชื่อว่ามีประสิทธิภาพการใช้งานในเชิงบวก และ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use) คือ ระดับที่คนเชื่อว่าการใช้เทคโนโลยีนั้นปราศจากความพยายามในการใช้งาน ซึ่งความพยายามนับเป็นทรัพยากรที่คนจะต้องจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งในระบบที่มีระดับการรับรู้ความง่ายในการใช้งานสูงกว่าระบบอื่น จะมีแนวโน้มที่จะถูกยอมรับจากผู้ใช้มากกว่า ซึ่งการรับรู้ความง่ายในการใช้งานจะส่งผลต่อการรับรู้ประโยชน์ เนื่องจากระบบที่ง่ายต่อการใช้งานจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานดียิ่งขึ้น (Davis, 1989; Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989)

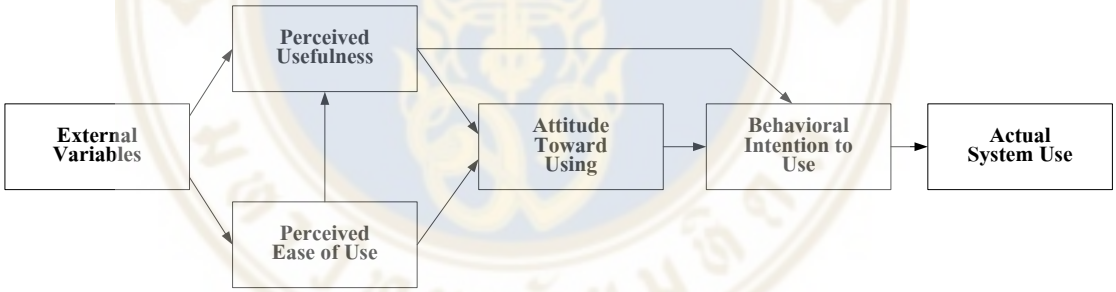
อย่างไรก็ตามได้มีการปรับปรุงแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี จนกระทั่งได้แบบจำลองที่มีการปรับปรุงครั้งสุดท้าย โดยได้มีการเพิ่มตัวแปร คือ เจตนาเชิงพฤติกรรม (Behavioral Intention) ซึ่งเจตนาเชิงพฤติกรรมนี้มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ประโยชน์และทัศนคติต่อการใช้งาน ดังภาพที่ 2.2 (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989)

นอกจากนั้นยังมีการเพิ่มเติมส่วนขยาย แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model) ดั้งเดิมคือ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2), แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3) และ (Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh & Bala, 2008)



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีที่ถูกนำเสนอครั้งแรก

ที่มา: Davis, 1985



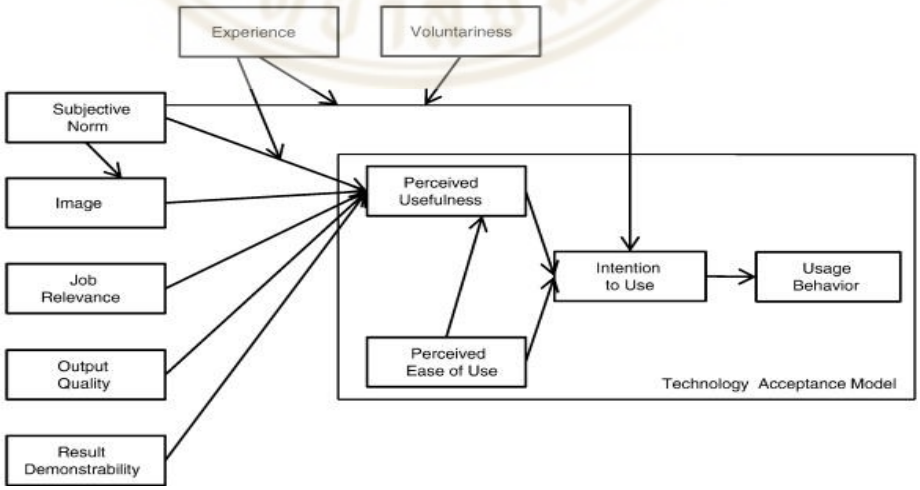
ภาพที่ 2.2 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีที่ถูกปรับปรุงแล้ว

ที่มา: Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989

โดยในส่วนของ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2) นั้นถูกทดสอบโดยใช้ข้อมูลตามยาว (Longitudinal data) ที่เก็บจากองค์กร 4 องค์กรที่มีระบบแตกต่างกัน โดยสององค์กรเป็นการใช้งานระบบใหม่แบบสมัครใจ และอีกสององค์กรเป็นการใช้งานระบบใหม่แบบภาคบังคับ โดยได้มีการวัดผลสามช่วงเวลา คือ ก่อนการนำระบบใหม่มาใช้ หนึ่งเดือนหลังนำระบบใหม่มาใช้ และสามเดือนหลังนำระบบใหม่มาใช้ เนื่องจากการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) เป็นปัจจัยขับเคลื่อนความต้องการใช้งาน (Intention Usage) ความเข้าใจลักษณะชี้เฉพาะและอิทธิพลที่เปลี่ยนไปตามกาลเวลาของการรับรู้ประโยชน์ (Perceived

Usefulness) จึงเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2) จึงได้มีการเพิ่มลักษณะชี้เฉพาะของการรับรู้ประโยชน์และความต้องการใช้งาน ได้แก่ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm) คือ มุมมองของบุคคลที่สำคัญของผู้ใช้คิดว่าควรแสดงพฤติกรรมในคำถามหรือไม่ โดยในแบบจำลองนี้ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงส่งผลต่อการรับรู้ประโยชน์และความต้องการใช้งาน ลักษณะชี้เฉพาะต่อมา ได้แก่ ภาพลักษณ์ (Image) คือ ระดับการใช้นวัตกรรมที่ส่งผลให้สถานะในสังคมพัฒนาขึ้น โดยการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อภาพลักษณ์เนื่องจากถ้าหากบุคลสำคัญในสังคมเชื่อว่าผู้ใช้ควรใช้งานระบบหรือเทคโนโลยีแล้วการใช้งานระบบหรือเทคโนโลยีจะช่วยยกระดับผู้ใช้งานคนดังกล่าวภายในกลุ่มหรือสังคม ลักษณะชี้เฉพาะต่อมา ได้แก่ ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับงาน (Job Relevance) คือ ระดับที่ระบบหรือเทคโนโลยีสามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานของผู้ใช้ ลักษณะชี้เฉพาะต่อมา ได้แก่ คุณภาพของผลลัพธ์ (Output Quality) คือ สิ่งที่ผู้ใช้ระบบหรือเทคโนโลยีทำการพิจารณาว่า ระบบทำงานได้ดีเพียงใด และลักษณะชี้เฉพาะสุดท้าย ได้แก่ ผลลัพธ์ที่สามารถแสดงให้เห็นก่อนได้ (Result Demonstrability) คือ ผลลัพธ์ที่ชัดเจนสามารถจับต้องได้ของการใช้นวัตกรรม นอกจากนั้นยังมีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจว่าผลกระทบของลักษณะเฉพาะที่ได้เพิ่มเข้ามาเปลี่ยนแปลงไปตามประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลาของผู้ใช้ระบบได้อย่างไร(Venkatesh & Davis, 2000)

เพื่อเป็นการจำแนกระว่างการใช้งานระบบอย่างสมัครใจกับการใช้งานระบบโดยถูกบังคับ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2) จึงได้จัดวางตัวแปล ความสมัครใจ (Voluntariness) ให้เป็นตัวแปรรอง ซึ่งความสมัครใจ หมายถึงระดับที่ผู้ใช้ระบบรับรู้ถึงการตัดสินใจยอมรับระบบหรือเทคโนโลยีโดยไม่ถูกบังคับ

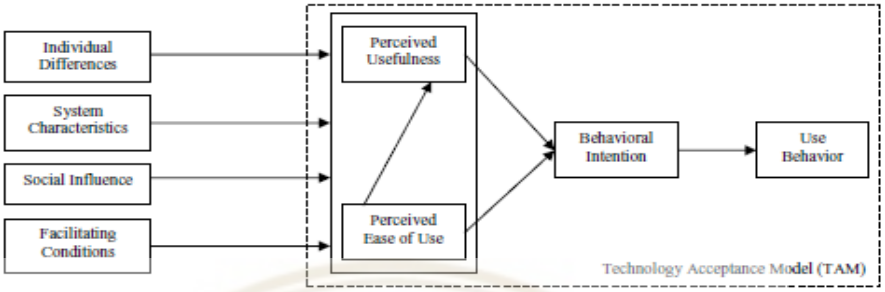


ภาพที่ 2.3 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2)

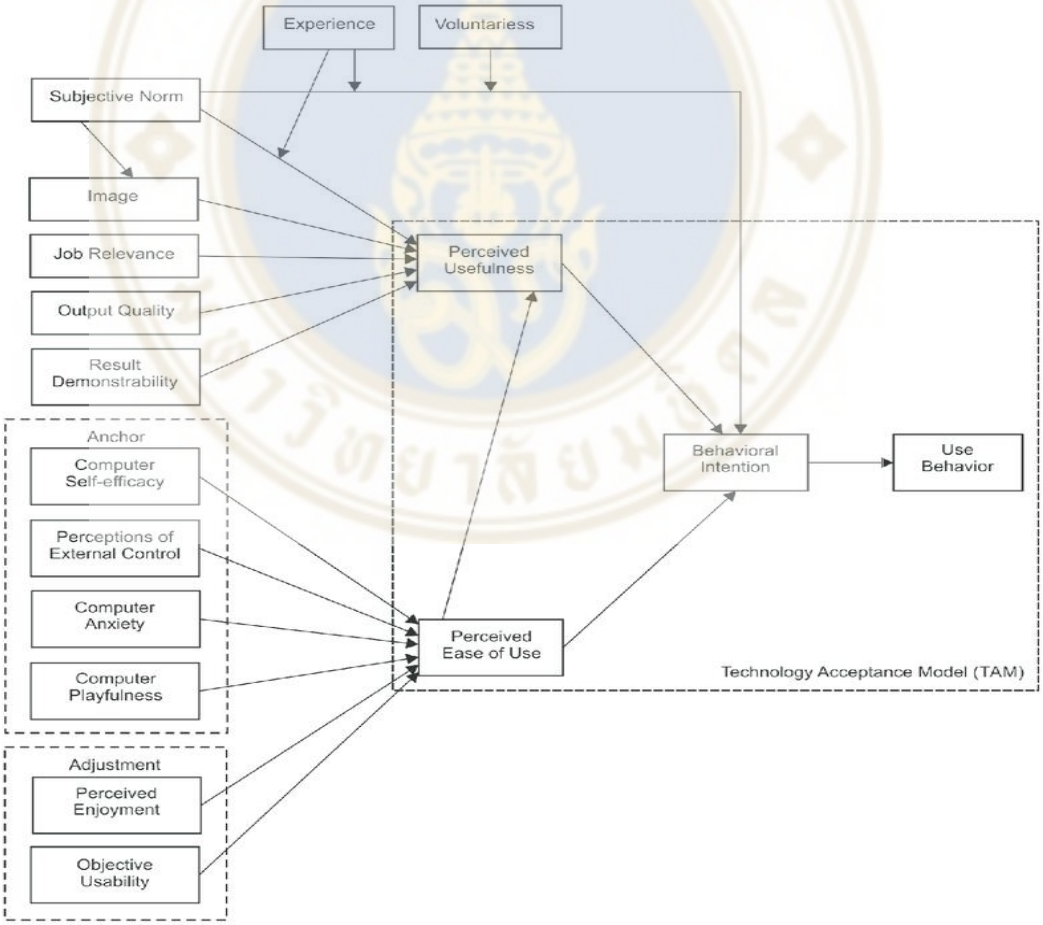
ที่มา: Venkatesh & Davis, 2000

สำหรับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3) นั้นถูกทดสอบโดยใช้ข้อมูลตามยาว (Longitudinal data) ที่เก็บจากองค์กร 4 องค์กรที่นำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่มาใช้งานภายในบริษัทซึ่งทั้งสี่องกรณ์นี้ได้เป็นตัวแทนขององค์กรณ์ที่อยู่ในอุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน บริบทขององค์กรแตกต่างกัน โดยสองในสี่องค์กรนี้เป็นการทดสอบจากการใช้ระบบสารสนเทศใหม่ด้วยความสมัครใจ โดยทั้งสี่องค์กรได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 5 เดือน ซึ่งแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3) โดยกรอบทฤษฎีของแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3) ถูกพัฒนามาจากปัจจัยที่แตกต่างกันสี่ด้าน คือ ความแตกต่างส่วนบุคคล (Individual Difference) โดยรวมถึง ลักษณะความแตกต่างเฉพาะตัวหรือความแตกต่างด้านประชากร ซึ่งสามารถทำให้มีอิทธิพลต่อ การรับรู้ประโยชน์ และ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้เทคโนโลยี เช่น ลักษะพิเศษส่วนบุคคล เพศ อายุ เป็นต้น ลักษณะของระบบ (System Characteristic) คือ ส่วนประกอบของระบบที่สำคัญ ซึ่งช่วยให้แต่ละบุคคล พัฒนามุมมองที่เกี่ยวกับ ประโยชน์และความง่ายในการใช้งานของระบบ อิทธิพลจากสังคม (Social Influence) ซึ่งรวมถึง แนวทางและกลไกของสังคมที่ชี้นำแต่ละบุคคลให้สร้าง มุมมองของลักษณะต่างๆของระบบสารสนเทศ และปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวก (Facilitate Conditions) ซึ่งแสดงถึงการรองรับสิ่งที่เกี่ยวกับระบบที่สามารถอำนวยความสะดวกในการใช้งานระบบสารสนเทศ ซึ่งได้มีการนำแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (Technology Acceptance Model 2: TAM2) มารวมกับลักษณะชี้เฉพาะของการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ได้แก่ สมรรถนะของตนเองด้านคอมพิวเตอร์ (Computer Self-efficacy) คือ ระดับที่แต่ละบุคคลเชื่อว่าเขามีความสามารถทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์ ลักษณะชี้เฉพาะต่อมา ได้แก่ การรับรู้ของการควบคุมจากภายนอก (Perception of External Control) คือ ระดับที่แต่ละบุคคลเชื่อว่าองค์กรและทรัพยากรทางเทคนิคมีไว้เพื่อรองรับการใช้งานระบบ ลักษณะชี้เฉพาะต่อมา ได้แก่ ความวิตกที่มีต่อคอมพิวเตอร์ (Computer Anxiety) คือ ระดับความเข้าใจหรือความกลัวของแต่ละบุคคลเมื่อต้องใช้งานคอมพิวเตอร์ ลักษณะชี้เฉพาะอีกอย่างหนึ่ง ได้แก่ ความสนุกในการใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Playfulness) คือ ระดับของความคล่องแคล่วในการใช้งานคอมพิวเตอร์ ลักษณะชี้เฉพาะถัดมา ได้แก่ การรับรู้ถึงความเพลิดเพลิน (Perceived Enjoyment) คือ ระดับของการใช้ระบบใดระบบหนึ่งที่เจาะจงแล้วรับรู้ถึงความเพลิดเพลิน และลักษณะชี้เฉพาะสุดท้าย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ (Objective Usability) คือ การเปรียบเทียบของระบบที่ตั้งอยู่บนระดับที่แท้จริงของความพยายามที่จะต้องการให้งานสำเร็จ (Venkatesh & Bala, 2008)

จากภาพ 2.5 แม้ว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานจะมีอิทธิพลต่อการรับรู้ประโยชน์ แต่ลักษณะเฉพาะของการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ไม่ได้มีอิทธิพลต่อลักษณะเฉพาะของการรับรู้ประโยชน์



ภาพที่ 2.4 กรอบทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3)
ที่มา: Venkatesh & Bala, 2008



ภาพที่ 2.5 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 3 (Technology Acceptance Model 3: TAM3)
ที่มา: Venkatesh & Bala, 2008

2.1.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า

รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) เป็นยานพาหนะที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า มิได้ใช้การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล โดยรถยนต์ไฟฟ้าจะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานแทนที่น้ำมันหรือเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ เช่น ก๊าซซีเอ็นจี (Compressed Natural Gas: CNG) โดยมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้มาจากแบตเตอรี่ให้เป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนล้อต่อไป โดยรถยนต์ไฟฟ้าจะมีชุดควบคุมมอเตอร์ (Motor controller) ซึ่งทำหน้าที่กำหนดการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์ (EV Thai, 2561)

สำหรับระบบการอัดประจุนั้น เครื่องอัดประจุหรือสถานีอัดประจุจะทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง จากนั้นจึงป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ สำหรับระยะเวลาในการอัดประจุของแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้านั้น จะใช้เวลาในการอัดประจุแตกต่างกันไปตามความจุของแบตเตอรี่และคุณลักษณะเฉพาะของสถานีอัดประจุ ซึ่งรถยนต์ไฟฟ้าแต่ละยี่ห้อและสถานีอัดประจุแต่ละประเภทมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น Nissan Leaf ซึ่งมีขนาดของแบตเตอรี่ 40 กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่ออัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุกำลังไฟฟ้า 7 กิโลวัตต์ จะใช้เวลาในการอัดประจุประมาณ 7.5 ชั่วโมง หรือใช้เวลาอัดประจุแบตเตอรี่จาก 20 เปอร์เซ็นต์ไปสู่ 80 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่ออัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุมาตรฐาน CHAdeMO (Nissan, 2018) หรือในกรณีของ Tesla Model S ที่มีขนาดของแบตเตอรี่ 100 กิโลวัตต์ชั่วโมง ใช้เวลาในการอัดประจุประมาณ 30 นาที หากอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุชนิด ซุปเปอร์ชาร์จเจอร์ (Supercharger) ซึ่งมีกำลังไฟฟ้า 120 กิโลวัตต์ หรือใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมงในสำหรับการอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุกำลังไฟฟ้า 17.2 กิโลวัตต์ (Tesla, 2018)

ภาพที่ 2.6 รถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Nissan Leaf

ที่มา: Nissan, 2018

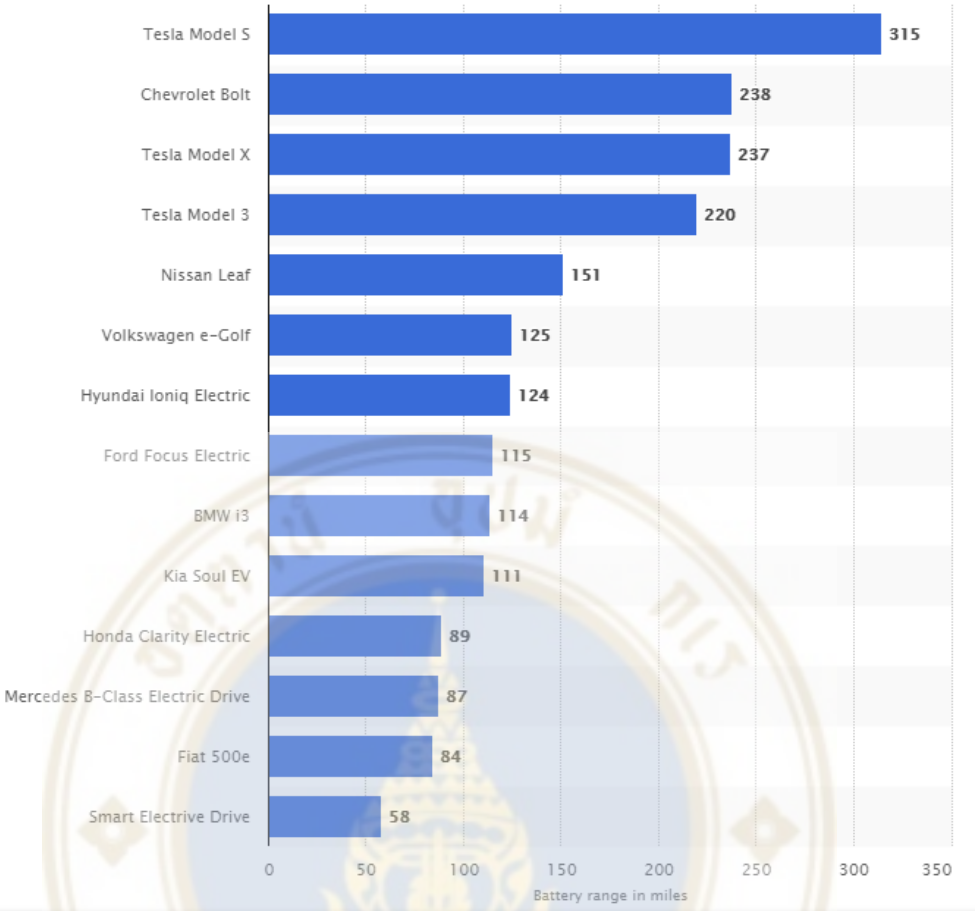
ภาพที่ 2.7 รถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Tesla รุ่น Model S

ที่มา: Tesla, 2018

ภาพที่ 2.8 สถานีอัดประจุแบบซุปเปอร์ชาร์จเจอร์ (Supercharger)

ที่มา: Tesla, 2018

สำหรับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้นั้น รถยนต์ไฟฟ้าแต่ละรุ่นมีระยะทางที่สามารถขับได้สูงสุดแตกต่างกัน โดยช่วงของระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้สูงสุดมีตั้งแต่ 90 กิโลเมตร (58 ไมล์) ถึง 500 กิโลเมตร (315 ไมล์) (The Statista Portal, 2018)

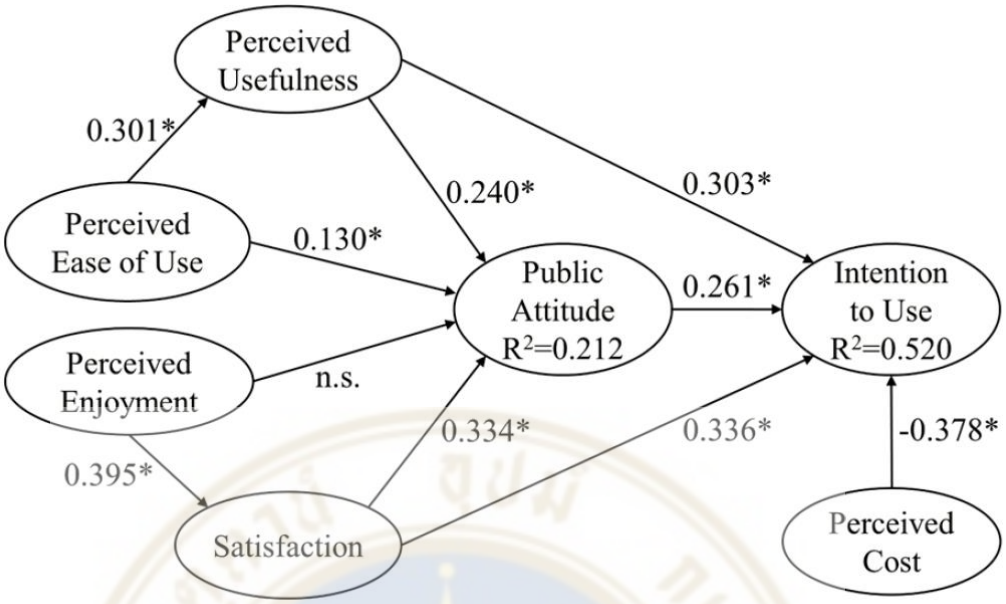


ภาพที่ 2.9 ระยะทางสูงสุดของรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถขับได้ในการอัดประจุหนึ่งครั้งในตลาดรถยนต์ไฟฟ้าของสหรัฐอเมริกา

ที่มา: The Statista Portal, 2018

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

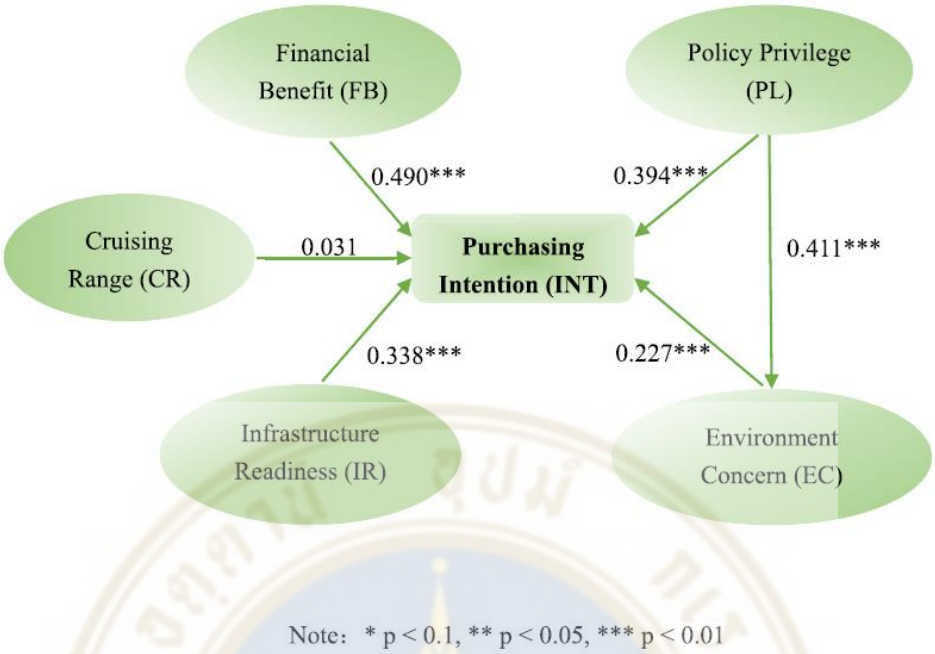
Park, Lim และ Cho (2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยของความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าของประเทศเกาหลีใต้ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีร่วมกับปัจจัยอื่นๆ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 988 คน ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำนายได้จาก ปัจจัยด้านลบคือต้นทุน และปัจจัยด้านบวกคือ ความพึงพอใจ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ ซึ่งทัศนคติสามารถทำนายได้จาก การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และความพึงพอใจ (Satisfaction)



ภาพที่ 2.10 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Park, Lim, & Cho

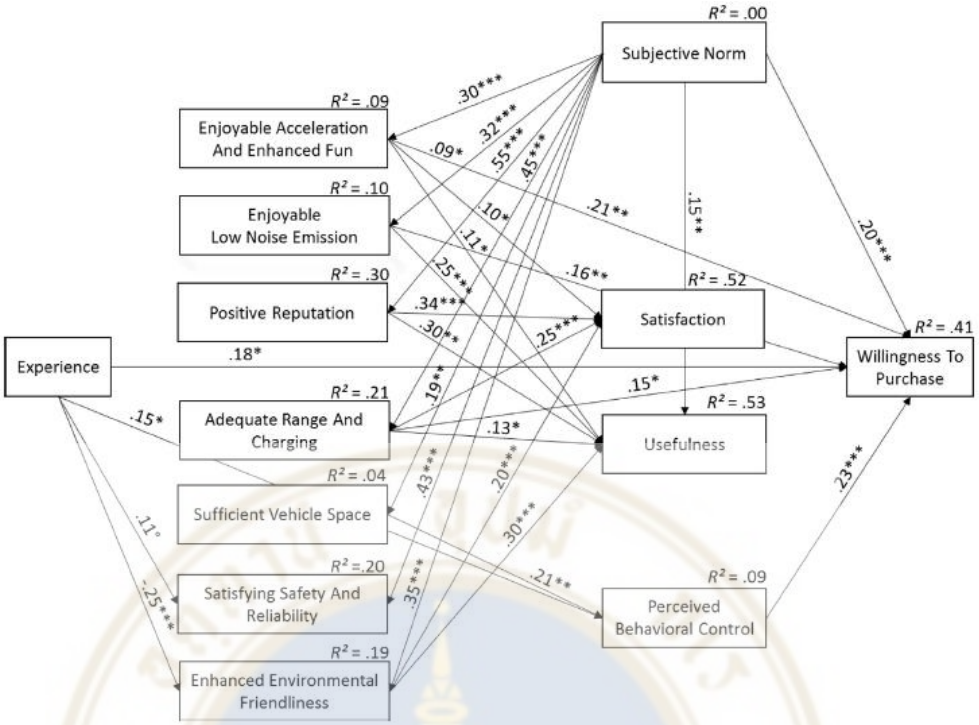
ที่มา: Park, Lim, และ Cho, 2018

Wang, Zhao, Yin และ Zhang (2017) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ (New Energy Vehicle: NEV) โดยได้ทำการศึกษาใน 7 มณฑลของประเทศจีน ซึ่งประประกอบไปด้วย 22 จังหวัดด้วยส่วนขยายของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory Planned Behavior: TPB) ซึ่งผลที่ออกมาคือ ผลประโยชน์ด้านการเงิน (Financial Benefits) ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness) ความกังวลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Environment Concerns) และนโยบายสิทธิพิเศษ (Policy Privileges) สามารถบอกความต้องการซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ได้ อย่างไรก็ตามระยะที่ยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ไม่สามารถทำนายความต้องการซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่



ภาพที่ 2.11 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Wang, Zhao, Yin, & Zhang
ที่มา: Wang, Zhao, Yin, & Zhang, 2017

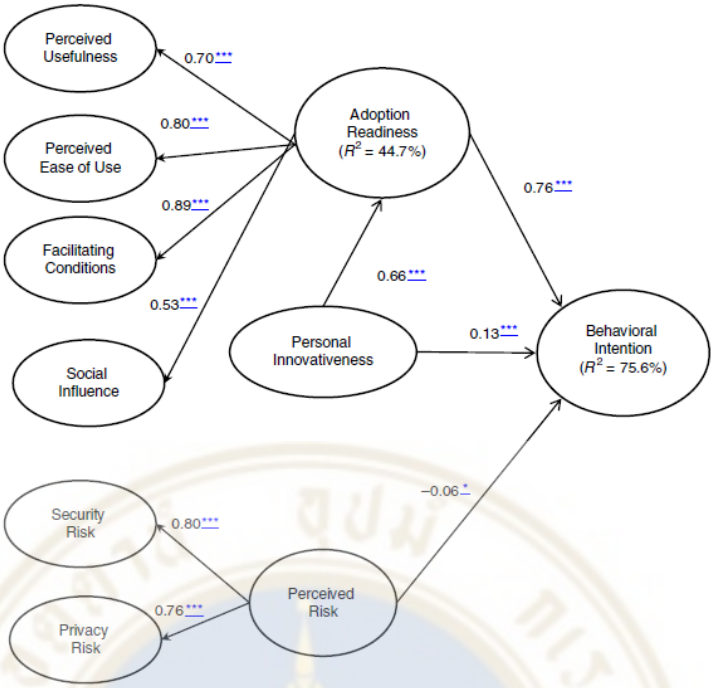
Schmalfuß, Mühl และ Krems (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนี โดยงานวิจัยนี้ได้มีส่วนช่วยในการกำหนดบทบาทของประสบการณ์ตรงในการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โดยได้แบ่งเป็นสองกรณีศึกษา คือ การทำแบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 286 คน และการให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองขับรถยนต์ไฟฟ้าจริงๆ เป็นจำนวน 30 คน ซึ่งทั้งสองกรณีศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในการประเมินความสามารถของรถยนต์ไฟฟ้า ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้าและความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยทั้ง 3 ปัจจัยถูกประเมินไปในเชิงบวกมากขึ้น เมื่อคนมีประสบการณ์ที่เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น จากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่าประสบการณ์ตรงมีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า และในกลุ่มที่ได้ทำการทดลองขับขี่รถยนต์ไฟฟ้าจริงๆ พบว่าการมีประสบการณ์การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อการประเมินความสามารถของรถยนต์ไฟฟ้าและทัศนคติ อย่างไรก็ตามพบว่าการไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการในการซื้อ จากผลของทั้งสองกรณีศึกษา จึงสามารถสรุปได้ว่า การมีประสบการณ์จริงในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำให้เปลี่ยนแปลงการประเมินรถยนต์ไฟฟ้าและปัจจัยด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการกำหนดเจตนาเชิงพฤติกรรม



ภาพที่ 2.12 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Schmalfuß, Mühl, & Krems

ที่มา: Schmalfuß, Mühl, และ Krems, 2017

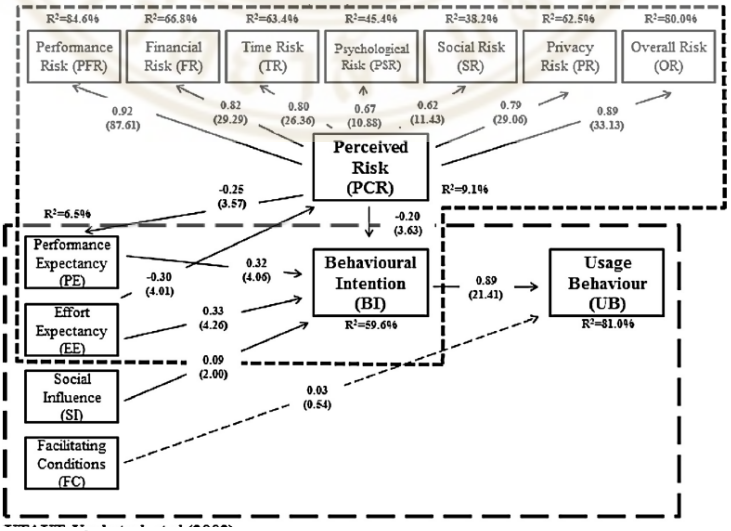
Thakur และ Srivastava (2014) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความพร้อมในการยอมรับการใช้งานระบบการชำระเงินผ่านโทรศัพท์มือถือ (Mobile Payment) การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) และความต้องการใช้งานระบบการชำระเงินผ่านโทรศัพท์มือถือ (Usage Intention) ในประเทศอินเดีย นอกจากนั้นยังได้ทำการตรวจสอบความมั่นคงของความสัมพันธ์โครงสร้างที่เสนอในกลุ่มลูกค้าที่แตกต่างกัน ซึ่งผลปรากฏว่า การรับรู้ความเสี่ยงมีผลกับความต้องการใช้งานระบบการชำระเงินผ่านโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 2.13 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Thakur & Srivastava

ที่มา: Thakur & Srivastava, 2014

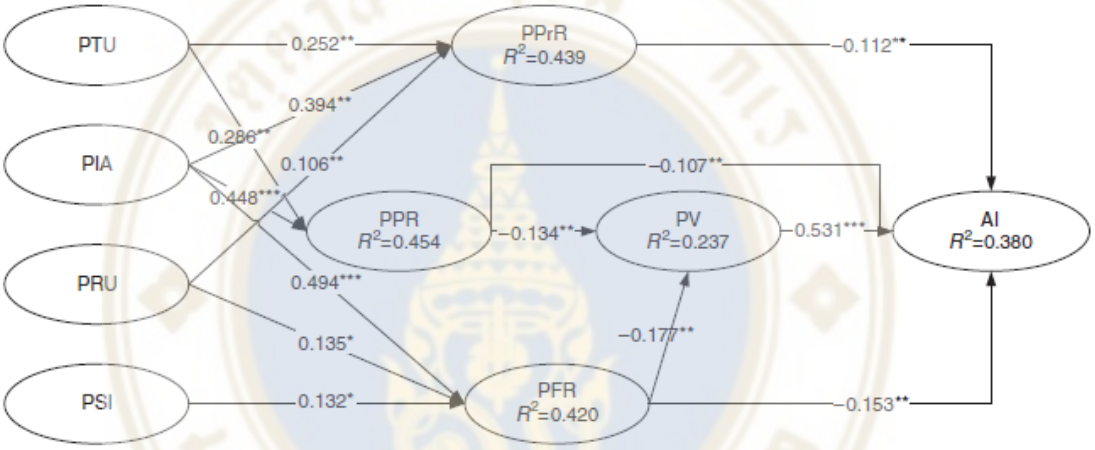
Martins, Oliveira และ Popovic (2014) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นการผสมกันของทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT) กับการรับรู้ความเสี่ยง เพื่อใช้อธิบายความต้องการใช้งานระบบอินเตอร์เน็ตแบงค์กิ้ง พบว่าการรับรู้ความเสี่ยง สามารถทำนายความต้องการการใช้งานได้



ภาพที่ 2.14 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Martins, Oliveira, & Popovic

ที่มา: Martins, Oliveira, & Popovic, 2014

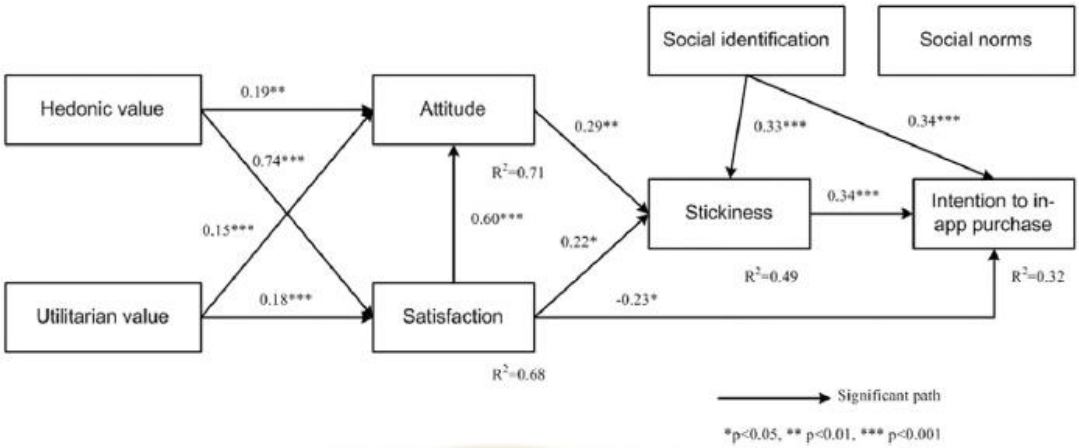
Yang, Liu, Li และ Yu (2014) ได้ทำการตรวจสอบและหาจำนวนความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในมิติการรับรู้ความเสี่ยงที่แตกต่างกันซึ่งขัดขวางการยอมรับการชำระเงินผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยกรอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอน ความเสี่ยง และคุณค่าถูกนำเสนอผ่าน ทฤษฎีการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk Theory) ทฤษฎีความคาดหวัง (Prospect Theory) และทฤษฎีการรับรู้คุณค่า (Perceived Value Theory) พบว่าการรับรู้ความเสี่ยงด้านประสิทธิภาพ (Perceived Performance Risk) การรับรู้ความเสี่ยงด้านการเงิน (Perceived Financial Risk) และการรับรู้ความเสี่ยงด้านความเป็นส่วนตัว (Perceived Privacy Risk) มีผลต่อการรับรู้คุณค่าและความต้องการการใช้งานระบบการชำระเงินผ่านโทรศัพท์มือถือในทางลบ



ภาพที่ 2.15 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Yang, Liu, Li, & Yu

ที่มา: Yang, Liu, Li, & Yu, 2014

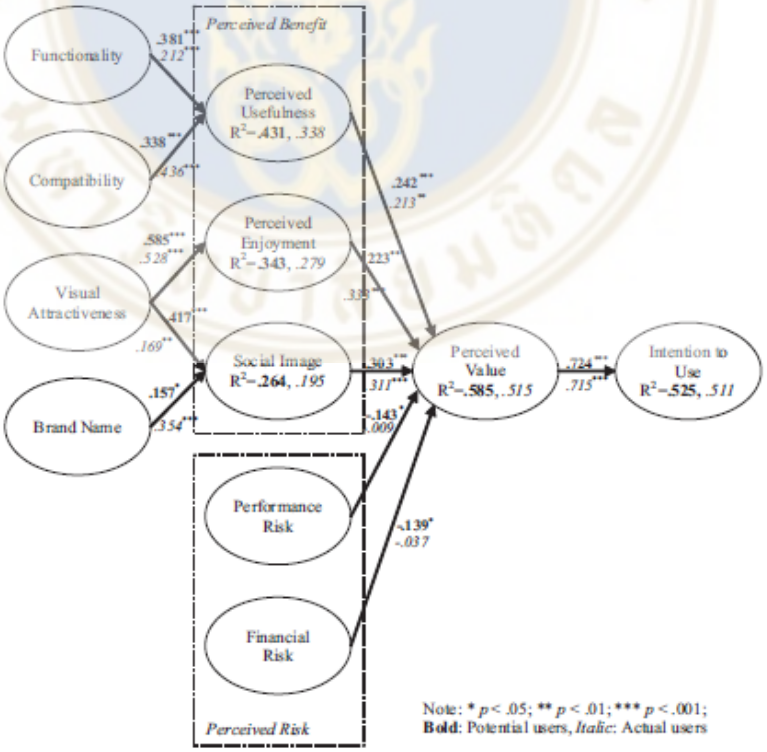
Hsu และ Lin (2016) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้คุณค่า (Perceived Value) และอิทธิพลจากสังคม (Social Influence) ที่มีต่อแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้จำนวน 485 คน พบว่าการรับรู้คุณค่าซึ่งประกอบด้วย คุณค่าด้านความเพลิดเพลินและคุณค่าประโยชน์มีอิทธิพลต่อทัศนคติที่มีต่อแอพพลิเคชั่นโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 2.16 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Hsu & Lin

ที่มา: Hsu & Lin, 2016

Yang, Yu, Zo และ Choi (2016) ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) ของลูกค้าต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสวมใส่ได้ (Wearable devices) โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 375 ชุด ซึ่งผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การรับรู้คุณค่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนความต้องการใช้งาน

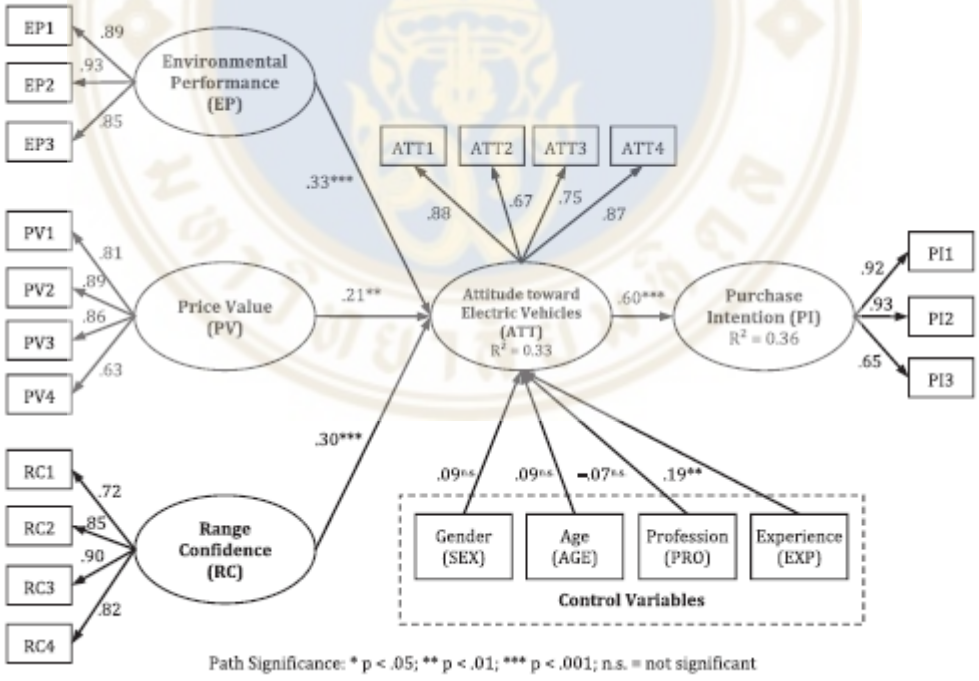


ภาพที่ 2.17 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Yang, Yu, Zo, & Choi

ที่มา: Yang, Yu, Zo, & Choi, 2016

Wu, Wu, Lee และ Lee (2015) ได้ทำการศึกษาสาเหตุของความต้องการซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ากับภาพลักษณ์ (Image) การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) และการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) ในไต้หวัน โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 305 ชุดเพื่อนำมาวิเคราะห์ ซึ่งผลของการศึกษานี้ได้สนับสนุนข้อโต้แย้งที่ ภาพลักษณ์ การรับรู้ความเสี่ยง การับรู้คุณค่า และการรับรู้ประโยชน์ เป็นคุณลักษณะสำคัญของความต้องการในการซื้อจักยานยนต์ไฟฟ้าในไต้หวัน

Degirmenci และ Breitner (2017) ได้ศึกษาปัจจัยด้านบทบาทของประสิทธิภาพด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฟฟ้า (Environmental Performace) ราคา (Price Value) และความมั่นใจเกี่ยวกับระยะทาง (Range Confidence) ที่มีผลต่อความต้องการในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า พบว่าประสิทธิภาพด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฟฟ้า ราคาและความมั่นใจเกี่ยวกับระยะทางมีผลต่อทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward Electric Vehicle) และทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า

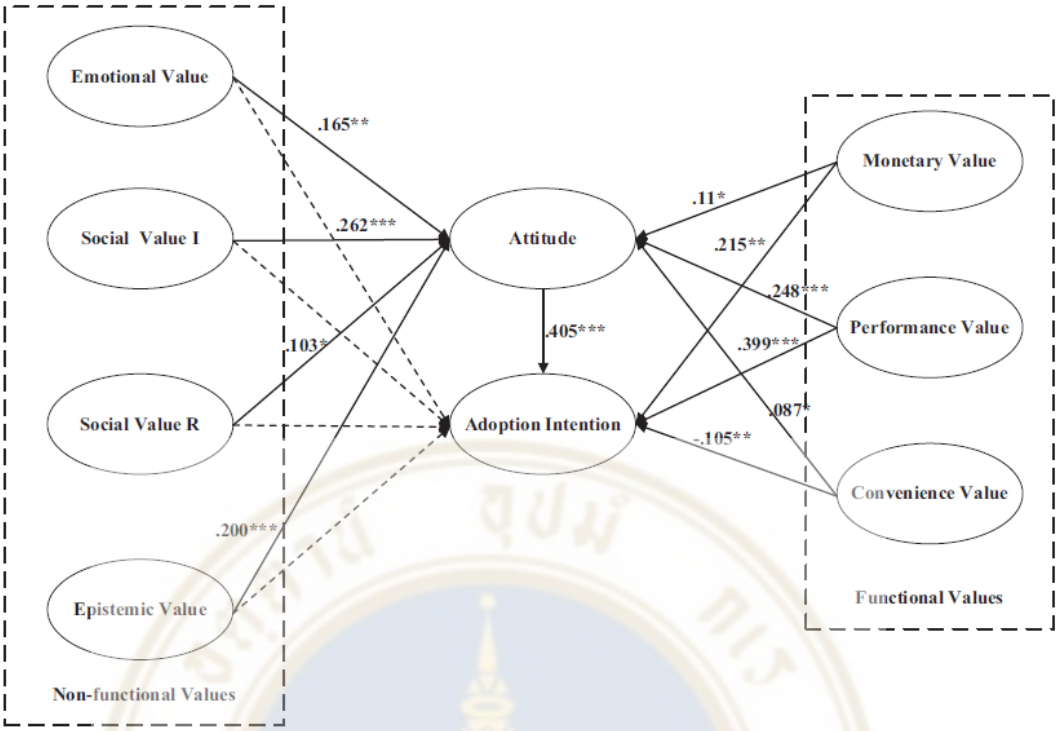


ภาพที่ 2.18 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Degirmenci & Breitner

ที่มา: (Degirmenci & Breitner, 2017)

Bennett และ Vijaygopal (2018) ได้มีการศึกษาผลกระทบของแบบจำลองความเชื่อมโยงกันระหว่างภาพลักษณะที่เหมาะสมของลูกค้าที่ซึ่งสัมพันธ์กับการเป็นผู้ซื้อรถยนต์ไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมกับทัศนคติทั่วไปของการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งสวนกระแส รวมทั้งทิศนคติของพวกเขาต่อรถยนต์ไฟฟ้า อันเนื่องมาจากระดับของการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและความรู้เดิมเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าของพวกเขา นอกจากนั้นยังได้ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างทัศคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude Towards)และความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (Willingness to purchase) โดยได้จัดให้มีการทำแบบสอบถามในช่วงก่อนและหลังการเล่นเกมที่ให้ผู้ร่วมทำแบบสอบถามเป็นผู้ขับรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งผลของการศึกษาครั้งนี้คือ การได้เล่นเกมที่ผู้ร่วมทำแบบสอบถามเป็นผู้ขับรถยนต์ไฟฟ้าได้เพิ่มคตินิยมที่ดีต่อเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า และทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนั้นความสอดคล้องกันของภาพพจน์ต่อเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้ามีการเพิ่มขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตามความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าและกับทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ

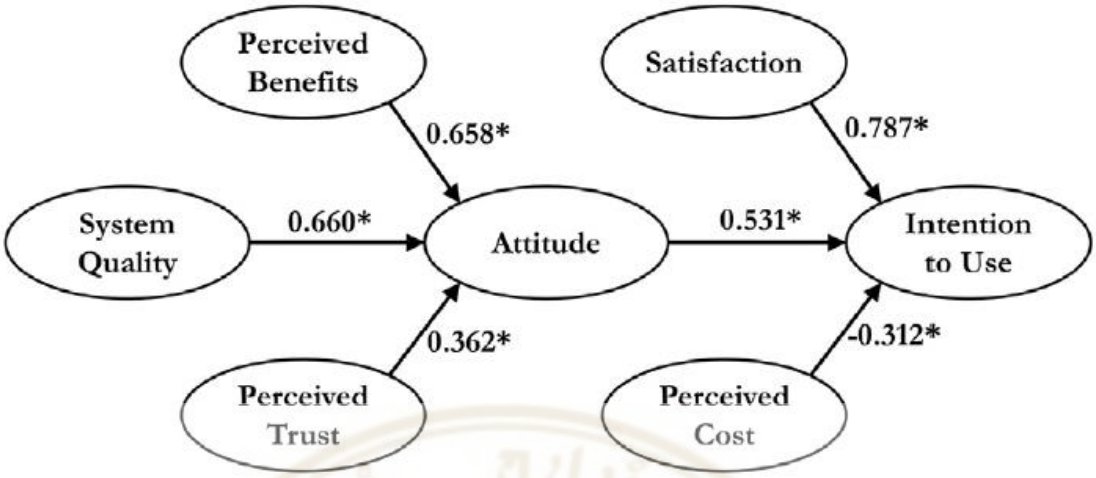
(Han, Wang, Zhao, & Li, 2017) ได้ศึกษาความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นจากมุมมองด้านคุณค่าและยังได้ศึกษาว่ามุมมองด้านคุณค่าส่งผลอย่างไรต่อทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าด้วยการให้ผู้ขับขี่รถยนต์ในเหอเฝย (Heifei) ประเทศจีนจำนวน 607 คนทำแบบสอบถาม โดยผลของการศึกษาพบว่าการรับรู้คุณค่าในสิ่งที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำได้ (Perceived Functional Value) ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่การรับรู้คุณค่าที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำได้ (Perceived non-Functional Value) ส่งผลทางอ้อมต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น นั่นคือทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ 2.19 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Han, Wang, Zhao, & Li

ที่มา: Han, Wang, Zhao, & Li, 2017

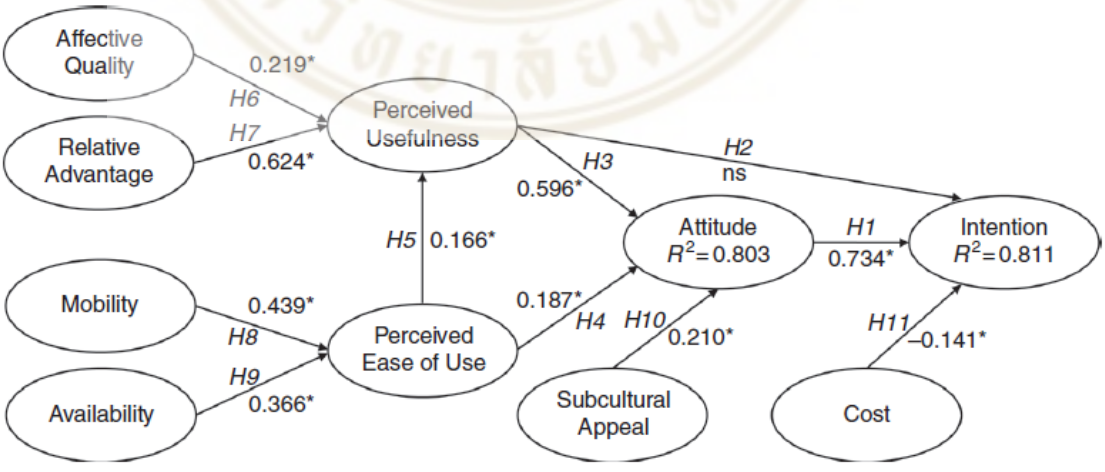
Kim, Park, Kwon, Ohm และ Chang (2014) ได้ทำการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของประชาชนในประเทศเกาหลีใต้ในการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าความต้องการใช้งานเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มีผลมาจากทัศนคติของประชาชนที่มีต่อพลังงานแสงอาทิตย์ ความพึงพอใจและการรับรู้ต้นทุนของพลังงานแสงอาทิตย์ (Perceived Cost) โดยในส่วนของการรับรู้ต้นทุนของพลังงานแสงอาทิตย์มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ไปในทิศทางตรงข้ามกัน



ภาพที่ 2.20 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Kim, Park, Kwon, Ohm, & Chang

ที่มา: Kim, Park, Kwon, Ohm, & Chang, 2014

Kim และ Shin (2015) ได้ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะที่มีผลต่อความต้องการใช้งานนาฬิกาสมาร์ทวอช ซึ่งทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทั้งสิ้น 363 คน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้งานนาฬิกาสมาร์ทวอชคือ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) ทัศนคติที่มีต่อนาฬิกาสมาร์ทวอช (Attitude) และการรับรู้ต้นทุน (Perceived Cost) โดยการรับรู้ต้นทุนมีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานนาฬิกาสมาร์ทวอชในทิศทางตรงข้ามกัน

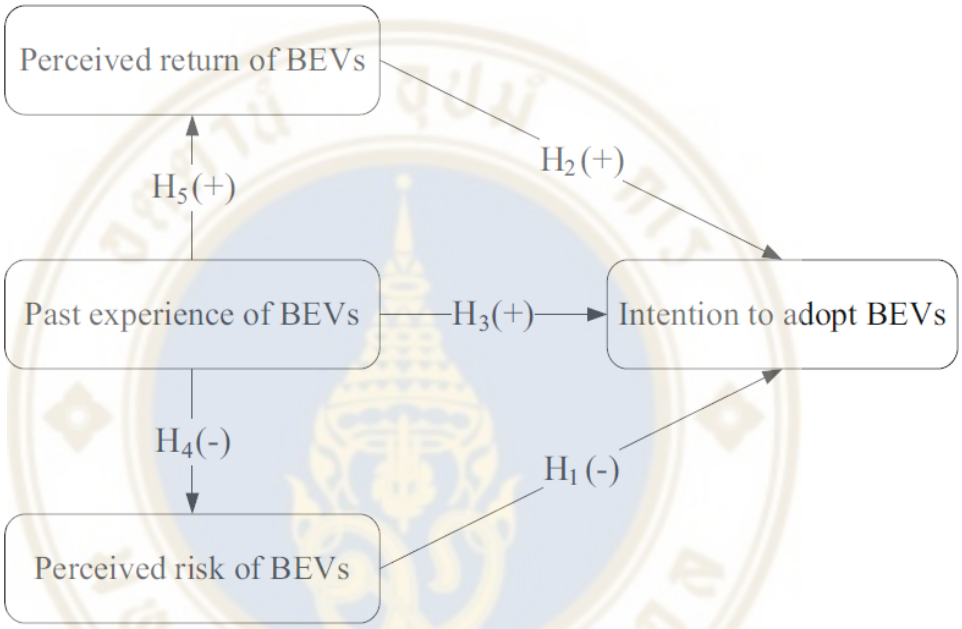


Note: *p<0.001

ภาพที่ 2.21 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Kim & Shin

ที่มา: Kim & Shin, 2015

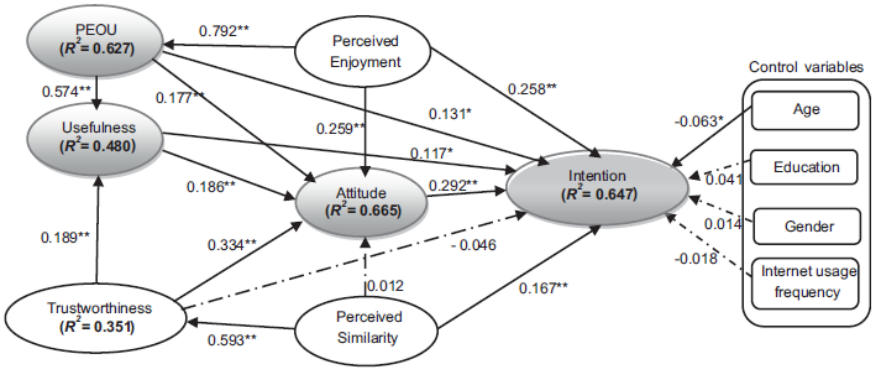
Li, Long, Chen และ Geng (2017) ได้วิเคราะห์ว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ประสบการณ์ที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าในอดีต (Past Experience) การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) การรับรู้ผลตอบแทน (Perceived Return) และความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to Use) โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์จำนวน 940 ชุด ในจังหวัดเจียงซู (Jiangsu) ประเทศจีน พบว่าประสบการณ์ที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าในอดีต การรับรู้ผลตอบแทนและการรับรู้ความเสี่ยงมีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยการรับรู้ความเสี่ยงของรถยนต์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในทิศทางตรงข้ามกัน



ภาพที่ 2.22 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Li, Long, Chen, & Geng

ที่มา: Li, Long, Chen, & Geng, 2017

Ayeh, Au และ Law (2013) ได้ศึกษาความต้องการใช้งานสื่อที่ผู้บริโภคเป็นผู้สร้างขึ้นเอง (Consumer-generated media: CGM) สำหรับการวางแผนท่องเที่ยวด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี พบว่าทัศนคติต่อสื่อที่ผู้บริโภคเป็นผู้สร้างขึ้นเอง (Consumer-generated media: CGM) มีผลต่อการใช้งานสื่อที่ผู้บริโภคเป็นผู้สร้างขึ้นเอง (Consumer-generated media: CGM)

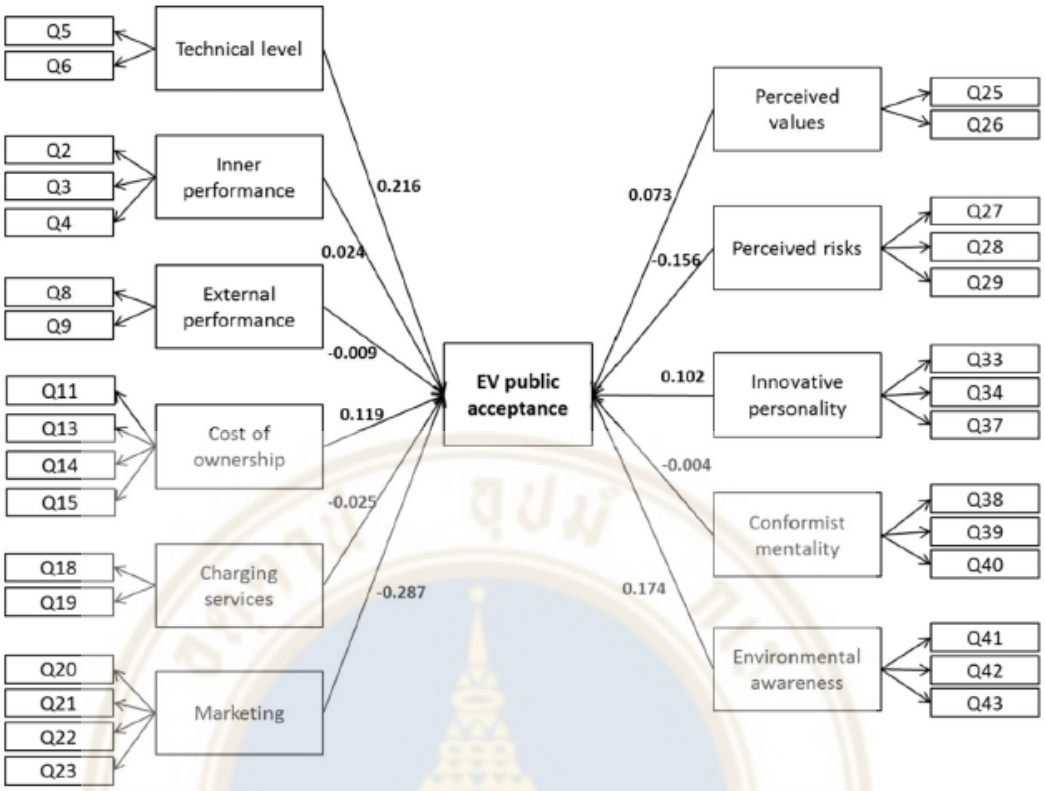


ภาพที่ 2.23 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Ayeh, Au, & Law

ที่มา: Ayeh, Au, & Law, 2013

Bockarjova และ Steg (2014) ได้ใช้ทฤษฎีแรงจูงใจในการป้องกันโรค (Protection Motivation Theory) ในการอธิบายทางเลือกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยได้ทำการทำนายจากปัจจัยด้านต้นทุน ประโยชน์ของพฤติกรรมในปัจจุบัน และพฤติกรรมการปรับตัวที่คาดหวัง (prospective adaptive behavior) พบว่าปัจจัยด้านต้นทุนของรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน

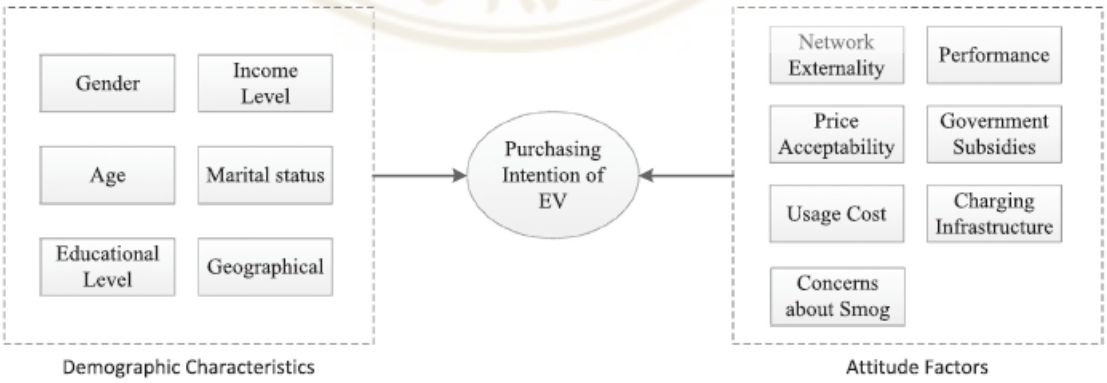
Wang, Tang และ Pan (2018) ได้ทำการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในเซี่ยงไฮ้ โดยปัจจัยด้านความสามารถทางเทคนิคของรถยนต์ไฟฟ้า (Technical Level) การตลาด การรับรู้ความเสี่ยงและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ 2.24 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Wang, Tang, & Pan

ที่มา: Wang, Tang, & Pan, 2018

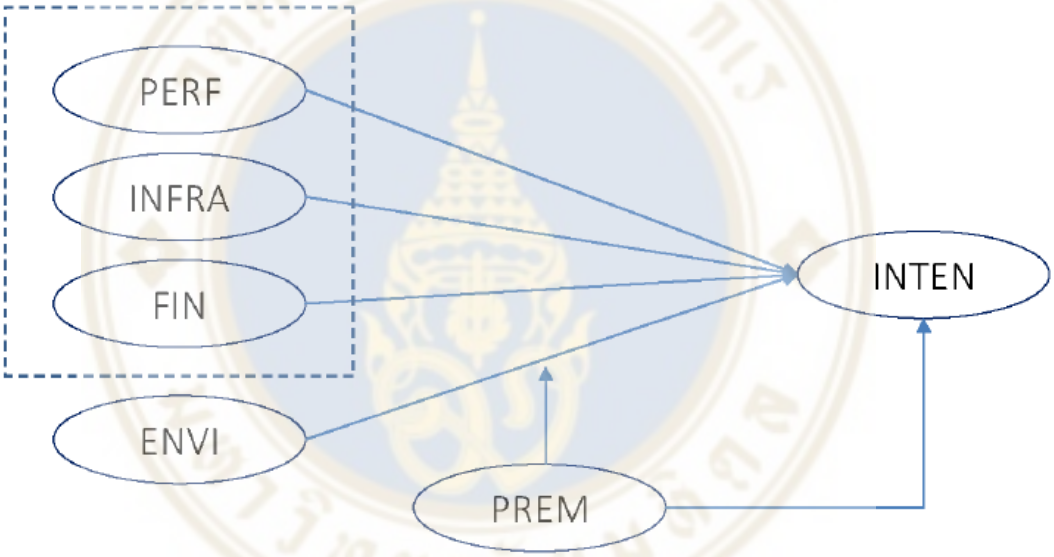
Lin และ Wu (2018) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในเมืองหลักของประเทศจีน ได้แก่ ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ กวางโจง และเซินเจิ้น โดยการใช้แบบสอบถาม พบว่าปัจจัยด้านทัศนคติ เช่น ต้นทุน โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการอัดประจุ และปัจจัยด้านประชากรศาสตร์มีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ 2.25 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Lin & Wu

ที่มา: Lin & Wu, 2018

Thananusak, Rakthin, Tavewatanaphan และ Punnakitikashem (2017) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านการเงิน (Financial Factors) ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Factor) ปัจจัยด้านประสิทธิภาพ (Performance Factors) ปัจจัยด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Concern Factors) และปัจจัยด้านราคา (Price-Premium Factors) พบว่าผู้ซื้อรถยนต์ในประเทศไทยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านประสิทธิภาพ เช่น ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้สูงสุด ความเร็ว และความปลอดภัยซึ่งได้รวมถึงการขับรถในภาวะน้ำท่วมขัง ปัจจัยด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและปัจจัยด้านราคา โดยปัจจัยด้านราคาสามารถทำให้เกิดความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามระหว่างปัจจัยด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ 2.26 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยของ Thananusak, Rakthin, Tavewatanaphan, & Punnakitikashem

ที่มา: Thananusak, Rakthin, Tavewatanaphan, & Punnakitikashem, 2017

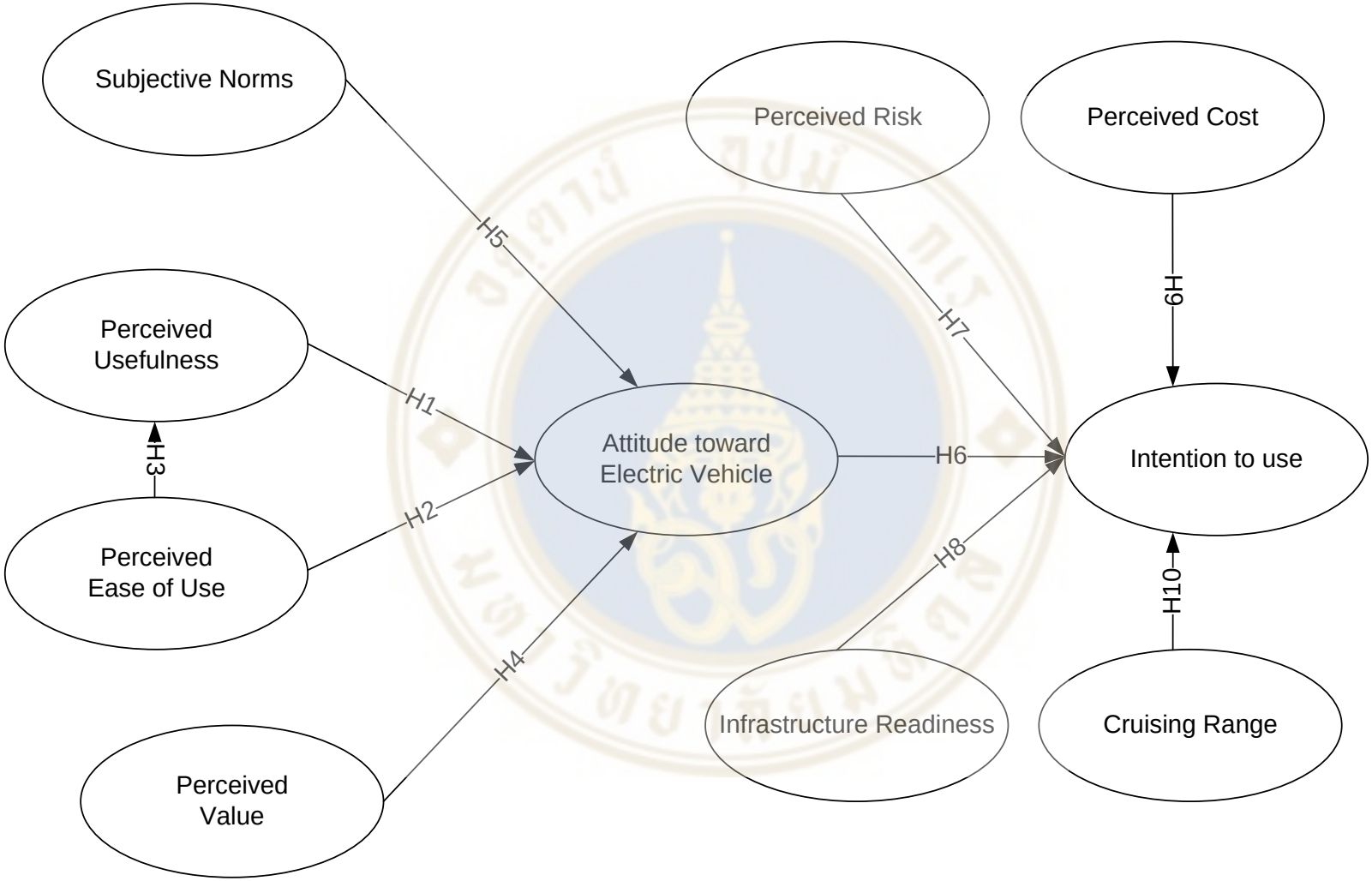
บทที่ 3
วิธีดำเนินวิจัย

การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จากเอกสารงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินวิจัย ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย
3.2 สมมติฐานการวิจัย
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3.6 การทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ
3.7 วิธีการเก็บรวมข้อมูล
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการศึกษาเรื่อง การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา (Conceptual Framework) ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา (Conceptual Framework)

3.2 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 (H1): การรับรู้ประโยชน์ของรถยนต์ไฟฟ้า (Perceived Usefulness) มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV)

สมมติฐานที่ 2 (H2): การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV)

สมมติฐานที่ 3 (H3): การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ประโยชน์ของรถยนต์ไฟฟ้า (Perceived Usefulness)

สมมติฐานที่ 4 (H4): การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV)

สมมติฐานที่ 5 (H5): การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms) มีความสัมพันธ์ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV)

สมมติฐานที่ 6 (H6): ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV)

สมมติฐานที่ 7 (H7): การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV)

สมมติฐานที่ 8 (H8): ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน เช่น สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า (Infrastructure Readiness) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV)

สมมติฐานที่ 9 (H9): การรับรู้ถึงต้นทุนของรถยนต์ไฟฟ้า (Perceived Cost) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV)

สมมติฐานที่ 10 (H10): ระยะที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ (Cruising Range) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV)

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากผู้วิจัยมีความเห็นว่ากรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ที่มีเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่เข้ามาในประเทศไทยเป็นที่แรกเสมอ ซึ่งวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ทราบความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) ในการเก็บข้อมูล โดยใช้วิธีการเลือกแบบบังเอิญ (Accidental sampling) โดยผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามออนไลน์ไปยังกลุ่มประชากร เนื่องจากประชากรในกรุงเทพมหานครมีจำนวน 8.28 ล้านคน เมื่อคำนวณจากสูตรของ ทาโร่ ยามาเน่ โดยยอมให้เกิดความคลาเคลื่อนได้ 5% จะต้องมีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 400 คน โดยในการเก็บมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 764 คน อย่างไรก็ตามมีแบบสอบถามที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้จำนวน 446 ชุด โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า

3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรและมาตรวัดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาซึ่งได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรและมาตรวัดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	มาตรวัด
เพศ	นามบัญญัติ
อายุ	จัดลำดับ
อาชีพ	นามบัญญัติ
ระดับการศึกษา	จัดลำดับ
ประสบการณ์การขับรถ	จัดลำดับ
ประสบการณ์การขับรถยนต์ไฟฟ้า	จัดลำดับ
ระยะทางในการขับรถต่อวัน	จัดลำดับ
การรับรู้ประโยชน์	อันตรภาคชั้น

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรและมาตรวัดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ตัวแปร	มาตรวัด
การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	อันตรภาคชั้น
การรับรู้คุณค่า	อันตรภาคชั้น
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	อันตรภาคชั้น
ทัศนคติที่มีต่อการใช้	อันตรภาคชั้น
การรับรู้ความเสี่ยง	อันตรภาคชั้น
ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	อันตรภาคชั้น
การรับรู้ถึงต้นทุน	อันตรภาคชั้น
ระยะที่สามารถขับได้	อันตรภาคชั้น
ความต้องการใช้งาน	อันตรภาคชั้น

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยอ้างอิงมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบสอบถามที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 13 ข้อ โดยคำถามที่เกี่ยวกับเพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการขับรถ ประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า ระยะทางในการขับรถต่อวันและการพูดถึงรถยนต์ไฟฟ้าของบุคคลรอบข้างของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นตัวเลือก และคำถามเกี่ยวกับประสบการณ์และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้ามีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ได้แก่ รุ่นของรถยนต์ไฟฟ้าที่เคยขับ ยี่ห้อของรถยนต์ไฟฟ้าที่รู้จัก ระยะทางเฉลี่ยที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ในการอัดประจุหนึ่งครั้ง ระยะเวลาในการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า

ส่วนที่ 2 คือ ความคิดเห็นต่อปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยจำนวน 52 ข้อ โดยแต่ละข้อมีลักษณะการตอบเป็นแบบประเมินค่าของลิเคอร์ท 5 ตัวเลือก

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ต้องการหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถาม เมื่อรวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามทุกฉบับแล้ว ได้นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดระเบียบและใช้โปรแกรมสำหรับสถิติขั้นสูง (AMOS Graphic)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และเสนอเป็นผลของการวิจัย ซึ่งแบบสอบถามส่วนที่ 2 มีการให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)

เห็นด้วย (4)

ไม่แน่ใจ (3)

ไม่เห็นด้วย (2)

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)

เพื่อให้สามารถแยกระดับความคิดเห็นได้ ผู้วิจัยได้คำนวณช่วงความกว้างของคะแนนแต่ละระดับอัตรภาคชั้นด้วยสูตร

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{5-1}{5}$$

$$\text{อันตรภาคชั้น} = 0.80$$

คะแนน 4.21 - 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

คะแนน 3.41 - 4.20 หมายถึง เห็นด้วย

คะแนน 2.61 - 3.40 หมายถึง ไม่แน่ใจ

คะแนน 1.81 - 2.60 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

คะแนน 1.00 - 1.80 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.6 การทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปทำการทดสอบความเที่ยง (Reliability) เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเข้าใจตรงกันและคำถามมีความเที่ยงตรงทางสถิติ โดยทดสอบด้วยการนำผลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบถามโดยพิจารณาจาก ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) ของคำถามในแต่ละด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ของแบบสอบถาม

ตัวแปร	จำนวนข้อคำถาม	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
การรับรู้ประโยชน์	5	0.831
การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	5	0.755
การรับรู้คุณค่า	5	0.916
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	5	0.925
ทัศนคติที่มีต่อการใช้	5	0.925
การรับรู้ความเสี่ยง	5	0.845
ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	5	0.667
การรับรู้ถึงต้นทุน	5	0.851
ระยะที่สามารถขับได้	5	0.820
ความต้องการใช้งาน	7	0.932

จากตารางพบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของแต่ละตัวแปรมีค่าระหว่าง 0.667 – 0.932 และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของคำถามโดยรวมมีค่าเท่ากับ 0.919

3.7 วิธีการเก็บรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยหัวข้อ "การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย" ได้เก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร จำนวน 446 ชุด และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อ การยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาวิจัย หัวข้อ “การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” จะถูกนำมาวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ โดยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.8.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic)

การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา เป็นการนำเสนอตัวแปรของการศึกษาวิจัยมาอธิบายรายละเอียดของข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย

- ค่าร้อยละ (Percentage)
- ความถี่ (Frequency)
- ค่าเฉลี่ย (Mean)
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.8.2 การวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Statistic)

การวิเคราะห์เชิงอนุมาน เป็นการวิเคราะห์ในการหาความสัมพันธ์ของ ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) โดยเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางตรงและตัวแปรทางอ้อมของตัวแปรแฝง (Latent Variables) โดยการวิเคราะห์เชิงอนุมานแบ่งเป็นการวิเคราะห์ 2 รูปแบบ คือ

- การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factory Analysis: CFA) คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยทฤษฎีหรืองานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังเป็นการทดสอบคุณภาพและความสอดคล้องของปัจจัยต่างๆในแบบจำลองก่อนจะนำไปวิเคราะห์โมเดลด้วยสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM)
- การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) คือ วิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบและประเมินค่าความสัมพันธ์ของปัจจัย ของแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลการศึกษาเรื่อง การศึกษาการยอมรับรถยนต์ฟ้าในประเทศไทย ซึ่งวิเคราะห์จากข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ คนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 446 คน โดยได้ดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) จากนั้นจึงทดลองความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) โดยผลของการศึกษาวิจัยประกอบด้วย

4.1 ผลของการศึกษาลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ผลของการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

4.1 ผลของการศึกษาลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยจากข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร ได้ผลสรุปโดยรวมดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	242	54.3%
	หญิง	204	45.7%
		446	100.0%
อายุ	18-30 ปี	144	32.3%
	31-40 ปี	93	20.9%
	41-50 ปี	70	15.7%
	51-60 ปี	88	19.7%
	60 ปีขึ้นไป	51	11.4%
		446	100.0%

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

		จำนวน	**ร้อยละ**
อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	18	4.0%
	พนักงานบริษัท	111	24.9%
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	226	50.7%
	ประกอบธุรกิจส่วนตัว	44	9.9%
	อื่นๆ	47	10.5%
		446	100.0%
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยม	2	0.4%
	มัธยม	9	2.0%
	ปวช./ปวส.	16	3.6%
	ปริญญาตรี	218	48.9%
	ปริญญาโท	182	40.8%
	ปริญญาเอก	19	4.3%
		446	100.0%
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 15,000 บาท	39	8.7%
	15,001 - 30,000 บาท	120	26.9%
	30,001 - 50,000 บาท	142	31.8%
	50,001 - 75,000 บาท	89	20.0%
	75,001 - 100,000 บาท	24	5.4%
	มากกว่า 100,000 บาท	32	7.2%
		446	100.0%
ประสบการณ์การขับรถ	ไม่เคยขับ	32	7.2%
	0-5 ปี	97	21.7%
	5-10 ปี	93	20.9%
	10-15 ปี	43	9.6%
	15-20 ปี	35	7.8%
	20 ปีขึ้นไป	146	32.7%
		446	100.0%

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

		จำนวน	**ร้อยละ**
ระยะทางในการขับรถต่อวัน	น้อยกว่า 10 กม.	111	24.9%
	10-20 กม.	110	24.7%
	20-50 กม.	119	26.7%
	50-80 กม.	54	12.1%
	80-100 กม.	31	7.0%
	100 กม. ขึ้นไป	21	4.7%
		446	100.0%
ประสบการณ์ขับรถยนต์ไฟฟ้า	ไม่เคยขับ	423	94.8%
	น้อยกว่า 3 ครั้ง	8	1.8%
	3-5 ครั้ง	5	1.1%
	มากกว่า 5 ครั้ง	10	2.2%
		446	100.0%
ความเข้าใจว่ารถยนต์ไฟฟ้าสามารถชาร์จที่บ้านได้	ได้	363	81.4%
	ไม่ได้	83	18.6%
		446	100.0%
การพูดถึงหรือใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจากคนรอบตัว	มี	257	57.6%
	ไม่มี	189	42.4%
		446	100.0%

จากตารางที่ 4.1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 242 คน คิดเป็นร้อยละ 54.3 ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คือ ระหว่าง 18-30 ปี จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 32.3 อาชีพส่วนใหญ่ คือ ข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ จำนวน 226 คน คิดเป็นร้อยละ 50.7 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 218 คน คิดเป็นร้อยละ 48.9 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 30,001-50000 บาท จำนวน 142 คน คิดเป็นร้อยละ 31.8 มีประสบการณ์การขับรถมากกว่า 20 ปี จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7 ระยะทางที่ขับรถต่อวันส่วนใหญ่ คือ 20-50 กิโลเมตร จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7 ไม่มีประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า 423 คน คิดเป็นร้อยละ 94.8 โดยกลุ่ม

ตัวอย่างที่เคยขับรถยนต์ไฟฟ้า เคยขับรถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ BMW Nissan Leaf และTesla นอกจากนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใจว่ารถยนต์ไฟฟ้าสามารถชาร์จที่บ้านได้มีทั้งสิ้น 363 คน คิดเป็นร้อยละ 81.4 คนรอบข้างของกลุ่มตัวอย่างมีการพูดถึงรถยนต์ไฟฟ้า 257 คน คิดเป็นร้อยละ 57.6 และยี่ห้อของรถยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คือ Tesla

สำหรับความเข้าใจของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับระยะทางที่รถไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ตั้งแต่ช่วงระยะทาง 100-500 กิโลเมตร มีจำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 44 และระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เวลาชาร์จในช่วง 2-8 ชั่วโมง มีจำนวน 225 คน คิดเป็นร้อยละ 50.4

4.2 ผลของการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

4.2.1 ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา

ผลของการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เมื่อนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use) การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms) ทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using) การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk) ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness) การรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost) ระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range) และความต้องการใช้งาน (Intention to use) พบว่าสามารถแสดงข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ ประโยชน์ (Perceived Usefulness)

ตัวย่อ	คำถาม
PU1	ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
PU2	ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าสามารถพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของท่าน
PU3	ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าจะส่งผลให้ท่านทำงานได้มากขึ้น
PU4	ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าช่วยให้ไปถึงที่หมายได้เร็วขึ้น
PU5	ท่านคาดหวังว่า รถยนต์ไฟฟ้าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวท่าน

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
PU1	4.33	0.842	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
PU2	3.30	1.157	ไม่แน่ใจ
PU3	2.98	1.119	ไม่แน่ใจ
PU4	2.73	1.040	ไม่แน่ใจ
PU5	3.85	0.948	เห็นด้วย
รวม	**3.44**	**1.02**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นของการการรับรู้ประโยชน์ด้วยค่าเฉลี่ย พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการรับรู้ประโยชน์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.44 อย่างไรก็ตามเมื่อดูในรายละเอียดแต่ละข้อคำถามพบว่าข้อคำถาม 3 จาก 5 ข้อมีความเห็นคิดไม่แน่ใจ ซึ่งสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ PU1-ท่านคิดว่าการขับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 PU5-ท่านคาดหวังว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 PU2-การขับรถยนต์ไฟฟ้าสามารถพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 PU3-การขับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ผลิตภาพการทางานของท่านดีขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.98 และPU4-การขับรถยนต์ไฟฟ้าช่วยให้ไปถึงที่หมายได้เร็วขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.73

ตารางที่ 4.4 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)

ตัวย่อ	คำถาม
PEOU1	ท่านคิดว่า รถยนต์ไฟฟ้านั้นง่ายต่อการใช้งานโดยไม่ต้องออกแรงมากกว่าปกติ เช่น การเหยียบคันเร่ง การใช้พวงมาลัย
PEOU2	ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างจากรถยนต์ปกติ
PEOU3	ท่านคิดว่า ท่านจะมีความชำนาญในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างง่ายดาย
PEOU4	ท่านคาดหวังว่า การทำงานของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถเข้าใจได้ง่าย
PEOU5	ท่านคิดว่า ท่านสามารถเรียนรู้การขับรถยนต์ไฟฟ้าได้ไม่ยาก

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
PEOU1	3.47	1.053	เห็นด้วย
PEOU2	3.38	1.117	ไม่แน่ใจ
PEOU3	3.89	0.946	เห็นด้วย
PEOU4	3.98	0.876	เห็นด้วย
PEOU5	4.26	0.753	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
รวม	**3.80**	**0.95**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความง่ายในการใช้งานด้วยค่าเฉลี่ย พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.80 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ PEOU5-การขับรถยนต์ไฟฟ้าช่วยให้ไปถึงที่หมายได้เร็วขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 PEOU4-ท่านคาดหวังว่าการทำงานของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 PEOU3-ท่านคิดว่าท่านจะมีความชำนาญในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างง่ายดาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 PEOU1-ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้านั้นง่ายต่อการใช้งาน โดยไม่ต้องออกแรงมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 และ PEOU2-ท่านคิดว่าการขับรถยนต์ไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างจากรถยนต์ปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38

ตารางที่ 4.6 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้คุณค่า (Perceived Value)

ตัวย่อ	คำถาม
PV1	ท่านจะรู้สึกสนุกเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า
PV2	ท่านจะรู้สึกพอใจที่ได้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า
PV3	ท่านคิดว่า ประโยชน์ที่จะได้จากการใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะคุ้มค่ากับความพยายามในการจัดหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้
PV4	ท่านคิดว่า ท่านจะรู้สึกสะดวกสบายเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า
PV5	ท่านคิดว่า การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีความคุ้มค่า กับเงินที่เสียไป

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้คุณค่า (Perceived Value)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
PV1	3.83	0.894	เห็นด้วย
PV2	3.91	0.885	เห็นด้วย
PV3	3.83	0.941	เห็นด้วย
PV4	3.64	0.947	เห็นด้วย
PV5	3.74	0.983	เห็นด้วย
รวม	**3.79**	**0.93**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นของการรับรู้คุณค่าด้วยค่าเฉลี่ย พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการรับรู้คุณค่า ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.79 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ PV2-ท่านรู้สึกยินดีที่ได้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 PV1-ท่านจะรู้สึกสนุกเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 ซึ่งเท่ากับ PV3-การใช้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นประโยชน์ต่อท่าน เมื่อเทียบกับความพยายามของท่านที่จะใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 PV5-การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีความคุ้มค่า กับเงินที่เสียไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 และPV4-ท่านรู้สึกสบายใจเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64

ตารางที่ 4.8 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms)

ตัวย่อ	คำถาม
SN1	คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว,เพื่อนร่วมงาน,เพื่อน) จะเห็นด้วยว่าคุณควรเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า
SN2	ท่านคิดว่า คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว,เพื่อนร่วมงาน,เพื่อน) ต้องการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า
SN3	บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดเห็น จะเห็นด้วยกับการที่ท่านซื้อรถยนต์ไฟฟ้า
SN4	บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า
SN5	ท่านคิดว่า คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่านจะยินดีที่ท่านได้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
SN1	3.26	1.048	ไม่แน่ใจ
SN2	3.25	1.071	ไม่แน่ใจ
SN3	3.44	1.093	เห็นด้วย
SN4	3.42	1.042	เห็นด้วย
SN5	3.59	1.065	เห็นด้วย
รวม	**3.39**	**1.06**	**ไม่แน่ใจ**

จากตารางที่ 4.9 เมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นของการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่แน่ใจกับการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.39 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ SN5-คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่านจะยินดีที่ท่านได้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 SN3-บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดเห็นด้วยกับการที่ท่านซื้อรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 SN4-บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.42 SN1-คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว,เพื่อนร่วมงาน,เพื่อน) จะเห็นด้วยว่าคุณควรเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.26 และSN2-คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว,เพื่อนร่วมงาน,เพื่อน) ต้องการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.26

ตารางที่ 4.10 คำถามที่ใช้ในปัจจัยทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using)

ตัวย่อ	คำถาม
ATT1	ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อรถยนต์ไฟฟ้า
ATT2	ท่านเชื่อว่า รถยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ดี มีประโยชน์และน่าดึงดูด
ATT3	ท่านรู้สึกสนใจในรถยนต์ไฟฟ้า
ATT4	ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในตัวเลือกของท่าน
ATT5	รถยนต์ไฟฟ้าทำให้ท่านรู้สึกดีที่จะใช้

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของทัศนคติที่มีต่อการใช้ (Attitude toward using)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
ATT1	4.19	0.783	เห็นด้วย
ATT2	4.15	0.822	เห็นด้วย
ATT3	4.16	0.858	เห็นด้วย
ATT4	4.00	0.953	เห็นด้วย
ATT5	3.72	0.970	เห็นด้วย
รวม	**4.04**	**0.88**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของทัศนคติที่มีต่อการใช้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับทัศนคติที่มีต่อการใช้ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 4.04 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ATT1-ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ATT3-ท่านรู้สึกสนใจในรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ATT2-ท่านเชื่อว่ารถยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ดี มีประโยชน์และน่าดึงดูด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ATT4-ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในตัวเลือกของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และATT5-รถยนต์ไฟฟ้าทำให้ท่านรู้สึกดีที่จะใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72

ตารางที่ 4.12 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk)

ตัวย่อ	คำถาม
PR1	ท่านวิตกกังวลเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะมีปัญหาในบางสถานการณ์ เช่น น้ำรอระบายจากการฝนตกหนัก
PR2	ท่านวิตกกังวลว่า ระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าไม่เพียงพอ
PR3	ท่านคิดว่า รถยนต์ไฟฟ้าจะไม่เหมาะสมกับภาพลักษณ์และแนวคิดของท่าน
PR4	ท่านวิตกกังวลว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดสิ่งผิดพลาดกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น ระบบไฟฟ้า, ระบบชาร์จ
PR5	ท่านวิตกกังวลว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะไม่ทำงานตามที่ท่านคาดหวังเอาไว้

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
PR1	3.69	1.058	เห็นด้วย
PR2	3.35	1.093	ไม่แน่ใจ
PR3	2.48	1.105	ไม่เห็นด้วย
PR4	3.31	1.102	ไม่แน่ใจ
PR5	3.24	1.068	ไม่แน่ใจ
รวม	**3.21**	**1.09**	**ไม่แน่ใจ**

จากตารางที่ 4.13 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของการรับรู้ความเสี่ยง พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่แน่ใจกับการรับรู้ความเสี่ยง ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.21 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ PR1-ท่านวิตกกังวลเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะมีปัญหาในบางสถานการณ์ เช่น น้ำรอระบายจากการฝนตกหนัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 PR2-ท่านวิตกกังวลว่าระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าไม่เพียงพอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 PR4-ท่านวิตกกังวลว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดสิ่งผิดพลาดกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบชาร์จ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 PR5-ท่านวิตกกังวลว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะไม่ทำงานตามที่ท่านคาดหวังเอาไว้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.24 และPR3-ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะไม่เหมาะสมกับภาพลักษณ์และแนวคิดของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48

ตารางที่ 4.14 คำถามที่ใช้ในปัจจัยความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness)

ตัวย่อ	คำถาม
IR1	ท่านคิดว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างถนน
IR2	ท่านคิดว่า มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าใกล้ที่พักอาศัยหรือที่ทำงานของท่าน
IR3	ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่ที่พักอาศัยใช้เวลาไม่นาน (6 ชม.)
IR4	ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในสถานที่สาธารณะใช้เวลาค่อนข้างนาน (0.5-2 ชม.)
IR5	ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีความสะดวกสบายอย่างมาก

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
IR1	2.49	1.176	ไม่เห็นด้วย
IR2	2.64	1.239	ไม่แน่ใจ
IR3	3.20	1.073	ไม่แน่ใจ
IR4	3.56	1.062	เห็นด้วย
IR5	2.95	1.050	ไม่แน่ใจ
รวม	**2.97**	**1.12**	**ไม่แน่ใจ**

จากตารางที่ 4.15 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่แน่ใจกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 2.97 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ IR4-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในสถานที่สาธารณะใช้เวลาค่อนข้างนาน (0.5-2 ชม.) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 IR3-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่ที่พักอาศัยใช้เวลาไม่นาน (6 ชม.) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 IR5-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีความสะดวกสบายอย่างมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 IR2-มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าใกล้ที่พักอาศัยหรือที่

ทำงานของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และIR1-ความสมบูรณ์ของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างถนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.49

ตารางที่ 4.16 คำถามที่ใช้ในปัจจัยการรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost)

ตัวย่อ	คำถาม
PC1	ท่านคิดว่า ต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า
PC2	ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง
PC3	ท่านคิดว่าค่าบำรุงรักษารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง
PC4	ท่านมีอุปสรรคด้านการเงินที่จะใช้รถยนต์ไฟฟ้า
PC5	ท่านคิดว่า การซื้อรถยนต์ไฟฟ้าจะเป็นภาระต่อท่าน

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของการรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
PC1	3.51	0.978	เห็นด้วย
PC2	3.89	1.021	เห็นด้วย
PC3	3.54	1.133	เห็นด้วย
PC4	3.51	1.078	เห็นด้วย
PC5	3.38	1.087	ไม่แน่ใจ
รวม	**3.57**	**1.06**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของการรับรู้ถึงต้นทุน พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการรับรู้ถึงต้นทุน ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.57 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ PC2-ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 PC3-ท่านคิดว่าค่าบำรุงรักษารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 PC1-ท่านคิดว่าต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ซึ่งเท่ากันกับ PC4-ท่านมีอุปสรรคด้านการเงินที่จะใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 และPC5-การซื้อรถยนต์ไฟฟ้าจะเป็นภาระต่อท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38

ตารางที่ 4.18 คำถามที่ใช้ในปัจจัยระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range)

ตัวย่อ	คำถาม
CR1	ท่านคิดว่า ท่านทราบเกี่ยวกับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้
CR2	ท่านคิดว่า ท่านสามารถยอมรับต่อระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ (ประมาณ 200 กิโลเมตร)
CR3	ท่านคิดว่า ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้เพียงพอต่อการเดินทางในแต่ละวันของท่าน ได้ (ประมาณ 200 กิโลเมตร)
CR4	ท่านคิดว่า ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ตรงกับความคาดหวังของท่าน
CR5	ท่านคิดว่า ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าที่ระบุว่าสามารถวิ่งได้มีความน่าเชื่อถือ

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของระยะที่สามารถขับได้ (Cruising Range)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
CR1	3.01	1.133	ไม่แน่ใจ
CR2	3.43	1.081	เห็นด้วย
CR3	3.79	1.092	เห็นด้วย
CR4	3.50	1.064	เห็นด้วย
CR5	3.53	0.883	เห็นด้วย
รวม	**3.45**	**1.05**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.19 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของระยะที่สามารถขับได้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับระยะที่สามารถขับได้ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.45 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ CR3-ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้เพียงพอต่อการเดินทางในแต่ละวันของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 CR5-ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถเชื่อถือได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 CR4-ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ตรงกับความคาดหวังของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 CR2-ท่านสามารถยอมรับต่อระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43 และCR1-ท่านทราบเกี่ยวกับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.01

ตารางที่ 4.20 คำถามที่ใช้ในปัจจัยความต้องการใช้งาน (Intention to use)

ตัวย่อ	คำถาม
INT1	ท่านหวังว่าในเร็วๆนี้จะมีรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น
INT2	ท่านคิดว่า ท่านจะแนะนำเพื่อนของท่านให้หันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า
INT3	ท่านคิดว่า ท่านไม่ลังเลที่จะไปโชว์รูมที่มีการจัดแสดงรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อที่จะขอข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า
INT4	ท่านวางแผนที่จะหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้งาน
INT5	ท่านคาดหวังว่าจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในชีวิตประจำวัน
INT6	มีความเป็นไปได้ที่ท่านจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าในการเดินทางในชีวิตประจำวัน
INT7	ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นตัวเลือกเมื่อท่านจะซื้อรถยนต์คันถัดไป

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของความต้องการใช้งาน (Intention to use)

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
INT1	4.06	0.868	เห็นด้วย
INT2	3.63	0.975	เห็นด้วย
INT3	3.78	1.014	เห็นด้วย
INT4	3.37	1.075	ไม่แน่ใจ
INT5	3.65	1.005	เห็นด้วย
INT6	3.67	1.020	เห็นด้วย
INT7	3.58	1.059	เห็นด้วย
รวม	**3.61**	**1.03**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4.21 เมื่อพิจารณาจากระดับความคิดเห็นของความต้องการใช้งาน พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับความต้องการใช้งาน ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.61 โดยสามารถเรียงลำดับข้อคำถามจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ INT1-ท่านหวังว่าในเร็วๆนี้จะมีรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 INT3-คุณไม่ลังเลที่จะไปโชว์รูมที่มีการจัดแสดงรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อที่จะขอข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 INT6-คุณมี

แนวโน้มที่จะใช้รถยนต์ไฟฟ้าในการเดินทางในชีวิตประจำวันของคุณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 INT5-คุณคาดหวังว่าจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 INT2-ท่านจะแนะนำเพื่อนของท่านให้หันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.63 INT7-ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นตัวเลือกเมื่อท่านจะซื้อรถยนต์คันถัดไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 และINT4-คุณวางแผนที่จะหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.37

4.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นวิธีการทดสอบความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลกับแบบจำลอง โดยผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบในการพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบควรมีค่ามากกว่า 0.5 นอกจากนั้นยังได้ทดสอบความถูกต้อง (Reliability Test) ที่พิจารณาจากค่า Composite Reliability (CR) โดยค่า Composite Reliability ต้องมีค่ามากกว่า 0.7 และความเที่ยงตรง (Validity Test) ซึ่งประกอบด้วย Convergent Validity โดยค่า Average Variance Extracted (AVE) ต้องมีค่ามากกว่า 0.5 และ Discriminant Validity โดยค่า Average Variance Extracted (AVE) ต้องมากกว่าค่า Maximum Shared Variance (MSV) ซึ่งได้มาจากการยกกำลังสองของสัมประสิทธิ์ของ Correlation ของแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 4.22 และตารางที่ 4.23 เพื่อใช้ในการตัดข้อคำถามบางคำถามออกไปก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์โมเดลด้วยสมการโครงสร้าง โดยตารางที่ 4.24 ได้แสดงปัจจัยที่สามารถนำไปวิเคราะห์โมเดลด้วยสมการโครงสร้างได้

ตารางที่ 4.22 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ Correlation

Construct	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Subjective Norms										
2. Perceived Usefulness	0.476									
3. Perceived Ease of Use	0.471	0.22								
4. Perceived Value	0.635	0.494	0.715							
5. Attitude Towards EV	0.655	0.445	0.581	0.824						
6. Perceived Risk	-0.268	-0.199	-0.329	-0.308	-0.286					
7. Perceived Cost	-0.169	-0.174	-0.065	-0.179	-0.171	0.337				
8. Infrastructure Readiness	0.304	0.366	0.075	0.264	0.251	-0.058	-0.153			
9. Cruising Range	0.282	0.299	0.382	0.484	0.401	-0.382	-0.086	0.218		
10. Intention to Use	0.663	0.399	0.545	0.732	0.811	-0.334	-0.238	0.228	0.504	

ตารางที่ 4.23 ตารางแสดงค่า Maximum Shared Variance (MSV)

Construct	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Subjective Norms										
2. Perceived Usefulness	0.227									
3. Perceived Ease of Use	0.222	0.048								
4. Perceived Value	0.403	0.244	0.511							
5. Attitude Towards EV	0.429	0.198	0.338	0.679						
6. Perceived Risk	0.072	0.040	0.108	-0.308	-0.286					
7. Perceived Cost	0.029	0.030	0.004	0.032	0.029	0.114				
8. Infrastructure Readiness	0.092	0.134	0.006	0.070	0.063	0.003	0.023			
9. Cruising Range	0.080	0.089	0.146	0.234	0.161	0.146	0.007	0.048		
10. Intention to Use	0.440	0.159	0.297	0.536	0.658	0.112	0.057	0.052	0.254	

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ การทดสอบความถูกต้องและการทดสอบความเที่ยงตรง

Construct	Item	Factor Loading	Cronbach's Alpha	Composite Reliability (CR)	Average Variance Extracted (AVE)	Maximum Shared Variance (MSV)
Perceived Usefulness	PU2	0.876	0.873	0.881	0.714	0.244
	PU3	0.942				
	PU4	0.699				
Perceived Ease of Use	PEOU3	0.817	0.858	0.863	0.677	0.511
	PEOU4	0.857				
	PEOU5	0.793				
Perceived Value	PV1	0.849	0.903	0.905	0.705	0.679
	PV2	0.901				
	PV3	0.804				
	PV4	0.801				
Subjective Norms	SN1	0.838	0.925	0.925	0.711	0.44
	SN2	0.808				
	SN3	0.863				
	SN4	0.869				
	SN5	0.838				
Attitude Toward Using	ATT1	0.836	0.925	0.929	0.724	0.679
	ATT2	0.853				
	ATT3	0.893				
	ATT4	0.881				
	ATT5	0.786				

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ การทดสอบความถูกต้องและการทดสอบความเที่ยงตรง (ต่อ)

Construct	Item	Factor Loading	Cronbach's Alpha	Composite Reliability (CR)	Average Variance Extracted (AVE)	Maximum Shared Variance (MSV)
Perceived Risk	PR2	0.693	0.866	0.874	0.701	0.146
	PR4	0.865				
	PR5	0.935				
Perceived Cost	PC2	0.670	0.829	0.836	0.633	0.114
	PC4	0.885				
	PC5	0.816				
Infrastructure Readiness	IR1	0.885	0.834	0.837	0.72	0.134
	IR2	0.810				
Cruising Range	CR2	0.794	0.874	0.877	0.642	0.254
	CR3	0.797				
	CR4	0.877				
	CR5	0.730				
Intention To Use	INT1	0.710	0.932	0.933	0.932	0.658
	INT2	0.806				
	INT3	0.780				
	INT4	0.823				
	INT5	0.874				

จากตารางที่ 4.24 พบว่าได้มีการตัดคำถามที่เกี่ยวกับการรับรู้ประโยชน์ 2 ข้อ ได้แก่ PU1-ท่านคิดว่าการขับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และPU5-ท่านคาดหวังว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวท่าน คำถามที่เกี่ยวกับการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน 2 ข้อ ได้แก่ PEOU1-ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้านั้นง่ายต่อการใช้งานโดยไม่ต้องออกแรงมาก และPEOU2-ท่านคิดว่าการขับรถยนต์ไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างจากรถยนต์ปกติ คำถามที่เกี่ยวกับการรับรู้คุณค่า 1 ข้อ ได้แก่ PV5-การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีความคุ้มค่า กับเงินที่เสียไป คำถามเกี่ยวกับการรับรู้ความเสี่ยง 2 ข้อ ได้แก่ PR1-ท่านวิตกกังวลเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะมีปัญหาในบาง

สถานการณ์ เช่น น้ำรอระบายจากการฝนตกหนัก และPR3-ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะไม่เหมาะสมกับภาพลักษณ์และแนวคิดของท่าน คำถามที่เกี่ยวกับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน 3 ข้อ ได้แก่ IR3-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่ที่พักอาศัยใช้เวลาไม่นาน (6 ชม.) IR4-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในสถานที่สาธารณะใช้เวลาค่อนข้างนาน (0.5-2 ชม.) และIR5-ท่านคิดว่าการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีความสะดวกสบายอย่างมาก และคำถามที่เกี่ยวกับระยะทางที่สามารถขับได้ 1 คำถาม ได้แก่ CR1-ท่านทราบเกี่ยวกับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้

4.2.3 การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยสมการโครงสร้าง

เมื่อนำผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันที่ได้ทำการตัดข้อคำถามบางข้อออกไปแล้วมาสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structure Equation Modeling: SEM) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ด้วยการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง

สมมติฐาน		สัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน	S.E.	C.R. (t-Value)	P-value	นัยสำคัญทางสถิติ
H1:	PU ---> ATT	0.034	0.019	1.096	0.273	ไม่มี
H2:	PEOU ---> ATT	-0.044	0.068	-0.512	0.609	ไม่มี
H3:	PEOU ---> PU	0.281	0.068	5.384	***	มี
H4:	PV ---> ATT	0.732	0.121	5.075	***	มี
H5:	SN ---> ATT	0.222	0.048	3.377	***	มี
H6:	ATT ---> INT	0.728	0.059	12.636	***	มี
H7:	PR ---> INT	-0.024	0.03	-0.689	0.491	ไม่มี
H8:	IR ---> INT	-0.013	0.022	-0.374	0.708	ไม่มี
H9:	PC ---> INT	-0.102	0.041	-2.86	**	มี
H10:	CR ---> INT	0.179	0.039	4.556	***	มี

**=p<0.01 ***=p<0.0001

จากตารางที่ 4.25 พบว่าแบบจำลองนี้เป็นไปตามสมมติฐานทั้งสิ้น 6 สมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานที่มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.001 (p<0.001) ได้แก่ สมมติฐานที่ 3 (H3): การรับรู้ความง่ายใน

การใช้งาน (Perceived Ease of Use) มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ประโยชน์ของรถยนต์ไฟฟ้า (Perceived Usefulness) ซึ่งมีค่า 0.281 สมมติฐานที่ 4 (H4): การรับรู้คุณค่า (Perceived Value) มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV) ซึ่งมีค่า 0.732 สมมติฐานที่ 5 (H5): การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms) มีความสัมพันธ์ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV) ซึ่งมีค่า 0.222 สมมติฐานที่ 6 (H6): ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV) ซึ่งมีค่า 0.728 และสมมติฐานที่ 10 (H10): ระยะที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ (Cruising Range) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV) ซึ่งมีค่า 0.179 นอกจากนั้นมีสมมติฐานที่มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p<0.05$) ได้แก่ สมมติฐานที่ 9 (H9): การรับรู้ถึงต้นทุนของรถยนต์ไฟฟ้า (Perceived Cost) มีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to use EV) ซึ่งมีค่า -0.102

เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่าแบบจำลองมีค่าความสอดคล้องดังตารางที่ 4.26

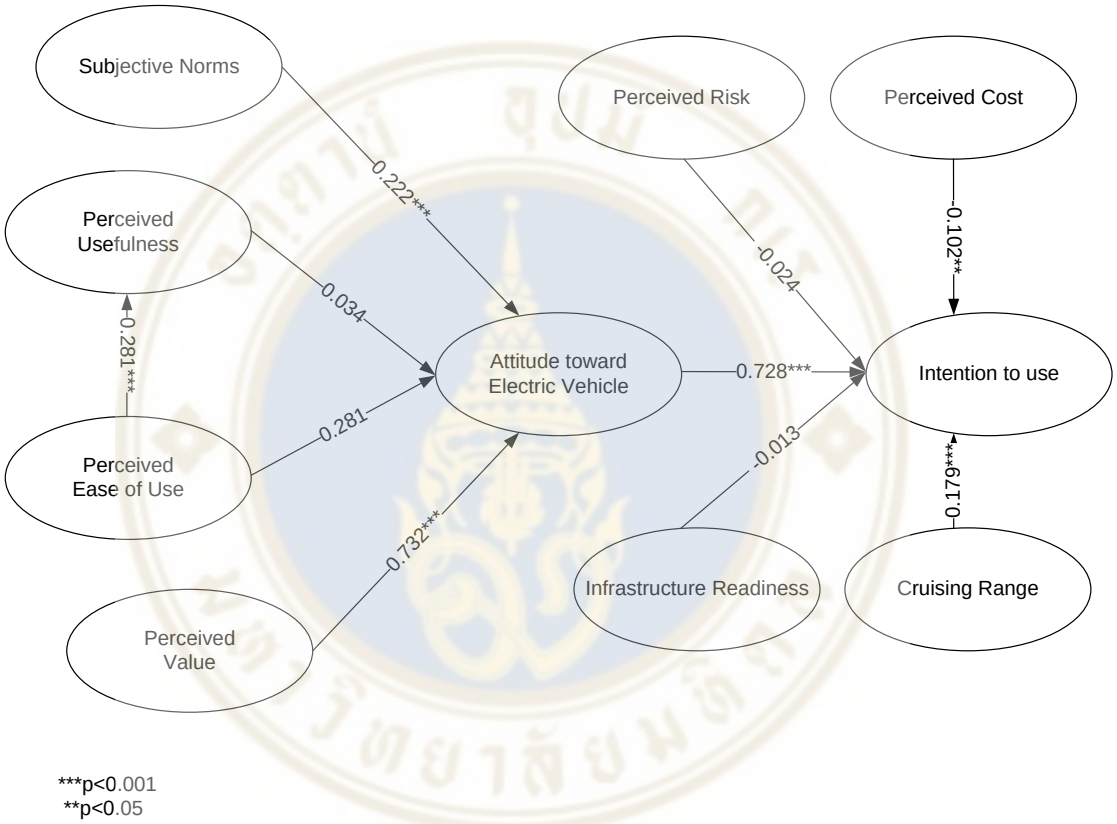
ตารางที่ 4.26 ผลของความสอดคล้องของแบบจำลอง

ค่าดัชนี	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์	เกณฑ์การพิจารณา
Chi-square	1386.46	
Degrees of freedom	631	
CMIN/DF	2.197	< 5.000
CFI	0.943	> 0.900
TLI	0.933	> 0.900
NFI	0.902	< 0.900
RMSEA	0.052	< 0.080

จากตารางที่ 4.26 พบว่าค่า CMIN/DF คือ ค่าดัชนีที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสอดคล้องของแบบจำลองกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถคำนวณได้จากค่า Chi-square หารด้วย Degrees of freedom มีค่าเท่ากับ 2.197 ซึ่งผ่านเกณฑ์การพิจารณา คือค่า CMIN/DF ควรมีค่าน้อยกว่า 5 จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่า CFI TLI และ NFI คือ ค่าดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความกลมกลืนของแบบจำลองกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าเท่ากับ 0.943 0.933 และ 0.902 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์การพิจารณา จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่า RMSEA คือ ค่าที่บ่งบอกถึงความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า โดยค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 0.052 ซึ่งผ่านเกณฑ์การพิจารณา คือ 0.080 จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดี



ภาพที่ 4.1 เส้นทางความสัมพันธ์ของแบบจำลองสมการโครงสร้าง

จากภาพที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ การรับรู้ต้นทุน ทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า และระยะที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ และปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติได้แก่ การับรู้คุณค่าและการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลให้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นที่ยอมรับในประเทศไทยและเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการวงกลยุทธ์ที่เกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าอีกด้วย โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ คนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครจำนวน 446 คน โดยวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป AMOS ซึ่งจากผลการศึกษาด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีและส่วนขยายสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยของ Park, Lim และ Cho (2018) ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำนายได้จาก ปัจจัยด้านลบคือต้นทุน และปัจจัยด้านบวกคือ ความพึงพอใจ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ ซึ่งทัศนคติสามารถทำนายได้จาก การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และความพึงพอใจ (Satisfaction)ระบุว่า Original TAM สามารถนำมาใช้ศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าได้ โดยทั้งการรับรู้ประโยชน์ (PU) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (PEOU) ล้วนส่งผลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้น อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า PU และ PEOU ไม่ส่งผลต่อทัศยคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นเพราะว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนมากยังไม่เคยมีประสบการณ์ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจริงๆ ทำให้ยังไม่สามารถจินตนาการได้ว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีประโยชน์และความง่ายในการใช้งานอย่างไร ดังนั้นสำหรับในประเทศไทย Original TAM อาจไม่ใช่เครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้หาความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า

สำหรับปัจจัยอื่นๆที่เข้ามาเป็นส่วนขยายของ TAM นั้นมีรายละเอียดดังนี้

1. การรับรู้คุณค่า (PV) มีอิทธิพลต่อทัศนคติที่มีต่อการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (ATT) สำหรับการรับรู้คุณค่า โดยการรับรู้คุณค่าเป็นการกล่าวถึงความชอบ ความสนุกและประโยชน์ที่กลุ่มเป้าหมายมีต่อรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งสอดคล้องกับ (Han, Wang, Zhao, & Li, 2017) ผลของการศึกษาพบว่าการรับรู้คุณค่าในสิ่งที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำได้ (Perceived Functional Value) ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่การรับรู้คุณค่าที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำได้ (Perceived non-Functional Value) ส่งผลทางอ้อมต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น นั่นคือทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจากผลของความสัมพันธ์นี้แสดงให้เห็นว่าหากกลุ่มตัวอย่างมีมากการรับรู้เกี่ยวกับคุณค่าของรถยนต์ไฟฟ้ามากเท่าไร ยิ่งจะส่งผลให้มีทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น และจากผลของงานวิจัยพบว่าการรับรู้คุณค่ามีอิทธิพลมากที่สุดต่อ ทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Standard Coefficient = 0.732) โดยพบว่าระดับของการรับรู้คุณค่าของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.88)

2. การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (SN) ซึ่งการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเป็นการกล่าวถึงอิทธิพลจากคนรอบข้าง มีอิทธิพลต่อทัศนคติที่มีต่อการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (ATT) ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Schmalfuß, Mühl, และ Krems, 2017) พบว่าการมีประสบการณ์การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อการประเมินความสามารถของรถยนต์ไฟฟ้าและทัศนคติ อย่างไรก็ตามพบว่าการไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการในการซื้อ จากผลของทั้งสองกรณีศึกษา จึงสามารถสรุปได้ว่า การมีประสบการณ์จริงในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำให้เปลี่ยนแปลงการประเมินรถยนต์ไฟฟ้าและปัจจัยด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการกำหนดเจตนาเชิงพฤติกรรม อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่า Standard Coefficient ซึ่งเท่ากับ 0.222 พบว่าในงานวิจัยนี้ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงมีอิทธิพลมากกว่างานวิจัยก่อนหน้าที่มีค่า Standard Coefficient ระหว่างความสัมพันธ์นี้เท่ากับ 0.15 โดยคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากบริบทในสังคมไทยที่มักจะเชื่อฟังหรือฟังความคิดเห็นของคนใกล้ชิดเนื่องจากจะทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่ถูกหลอก

3. ทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (ATT) ซึ่งเป็นการกล่าวถึงความเชื่อของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (INT) โดยผลของงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาทั้งในประเทศจีน เกาหลีใต้และเยอรมัน (Lin และ Wu, 2018; Park, Lim, และ Cho, 2018; Degirmenci และ Breitner, 2017) โดยผลของการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลอย่างมากต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (พิจารณาจากค่า Standard Coefficient = 0.728) นอกจากนั้นยังพบว่าในกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ในการขับรถยนต์

ไฟฟ้ามีความเห็นว่ารถยนต์ไฟฟ้าทำให้รู้สึกดีที่จะใช้ (ค่าเฉลี่ย ATT5 เท่ากับ 4.13) มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์ (ค่าเฉลี่ย ATT5 เท่ากับ 3.69)

4. การรับรู้ความเสี่ยง (PR) ซึ่งเป็นการกล่าวถึงโอกาสในการสูญเสียผลลัพธ์ที่ต้องการจากการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในกรณีต่างๆ โดยได้รวมความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายต่อรถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากการใช้งานในสภาพน้ำท่วมขังและความเสี่ยงด้านระบบไฟฟ้า พบว่าในการศึกษานี้การรับรู้ความเสี่ยงนั้นไม่มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยก่อนหน้า (Li, Long, Chen, และ Geng, 2017) พบว่า ประสบการณ์ที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้าในอดีต การรับรู้ผลตอบแทนและการรับรู้ความเสี่ยงมีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยการรับรู้ความเสี่ยงของรถยนต์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในทิศทางตรงข้ามกัน เมื่อพิจารณาจากการตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับไม่แน่ใจ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.30) ซึ่งน่าจะเป็นเหตุมาจากที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังไม่เคยมีประสบการณ์การขับรถยนต์ไฟฟ้ามาก่อน

5. ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน (IR) เช่น สถานีอัดประจุแบตเตอร์รี่รถยนต์ไฟฟ้าไม่มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (INT) โดยผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน (Wang, Zhao, Yin, และ Zhang, 2017) ซึ่งผลที่ออกมาคือ ผลประโยชน์ด้านการเงิน (Financial Benefits) ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness) ความกังวลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Environment Concerns) และนโยบายสิทธิพิเศษ (Policy Privileges) สามารถบอกความต้องการซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ได้ เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยนี้พบว่า กลุ่มตัวอย่างไม่เห็นด้วยกับปัจจัยด้านความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.57)

6. การรับรู้ต้นทุน (PC) หรือระดับความเชื่อว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีความคุ้มค่าและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานโดยมีความสัมพันธ์ในทางลบ กล่าวคือ หากมีการรับรู้ต้นทุนมากจะส่งผลให้มีความต้องการการใช้งานน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศเกาหลีใต้ (Park, Lim, และ Cho, 2018) ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำนายได้จาก ปัจจัยด้านลบคือต้นทุน และปัจจัยด้านบวกคือ ความพึงพอใจ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ ซึ่งทัศนคติสามารถทำนายได้จาก การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และความพึงพอใจ (Satisfaction) โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาที่สูง เมื่อพิจารณาจากรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่า 100,000 บาท มีอุปสรรคทางด้าน

การเงินน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ (ค่าเฉลี่ย PC4 เท่ากับ 2.75) อย่างไรก็ตามก็ว่าการรับรู้ต้นทุน มีอิทธิพลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าน้อยที่สุด (Standard Coefficient = -0.102)

7. สำหรับความคิดเห็นเรื่องระยะที่ไกลที่สุดที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ (CR) มีอิทธิพลต่อความต้องการการใช้งาน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในประเทศจีน (Wang, Zhao, Yin, และ Zhang, 2017) ซึ่งระบุว่าระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ไม่ได้ส่งอิทธิพลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากมีการพัฒนาระบบการจัดเก็บพลังงาน ส่งผลทำให้รถยนต์ไฟฟ้ามีระยะทางที่สามารถวิ่งได้ในระดับที่ยอมรับได้ สำหรับในงานวิจัยนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ขับรถมากกว่า 100 กิโลเมตรต่อวัน คิดว่าระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามรถใช้งานได้เพียงพอน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ (ค่าเฉลี่ย CR3 เท่ากับ 2.90)

สำหรับปัจจัยด้านความต้องการ การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (INT) พบว่าระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับเห็นด้วย (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.61) นอกจากนั้นยังพบว่าในกลุ่มที่มีรายได้ระหว่าง 50,001 ถึง 75,000 บาท หวังว่าจะมีรถยนต์ไฟฟ้าให้ใช้งาน (ค่าเฉลี่ย INT1 เท่ากับ 3.82) น้อยกว่ากลุ่มอื่น (ค่าเฉลี่ย INT1 เท่ากับ 4.11) และในกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่า 100,000 บาท คาดหวังว่าจะได้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต (ค่าเฉลี่ย INT5 เท่ากับ 4.09) นอกจากนั้นยังคิดว่าจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นตัวเลือกในการซื้อรถยนต์คันต่อไป (ค่าเฉลี่ย INT7 เท่ากับ 4.03) มากกว่ากลุ่มอื่นๆ (ค่าเฉลี่ย INT5 เท่ากับ 3.62 และ ค่าเฉลี่ย INT7 เท่ากับ 3.54)

5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยพบว่ามีข้อจำกัดในการทำวิจัยต่างๆดังนี้

5.2.1 เนื่องจากแบบสอบถามได้ถูกส่งผ่านทางช่องทางออนไลน์ ไม่ว่าจะเป็นการเผยแพร่แบบสอบถามลงในสื่อสังคมออนไลน์ เช่น กลุ่มต่างๆในFacebook ที่ผู้วิจัยคิดว่ามีความเกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนั้นยังได้ทำการเผยแพร่แบบสอบถามในแอปพลิเคชัน Line และการส่ง E-mail โดยพบว่าช่องทางที่ได้รับการตอบแบบสอบถามกลับมามากที่สุด คือ จากแอพลิเคชัน Line ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคนที่ทำงานในหน่วยงานรัฐวิสาหกิจและราชการ เช่นเดียวกับผู้วิจัย จึงส่งผลทำให้สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นผู้ที่มีอาชีพรับราชการหรือพนักงานรัฐวิสาหกิจ

5.2.2 เนื่องจากในประเทศไทยพบว่ายังมีคนจำนวนน้อยมากที่เคยใช้รถยนต์ไฟฟ้า ส่งผลให้คำถามที่ใช้ในงานวิจัยบางข้อมีความไม่สอดคล้องกับบริบทในประเทศไทย โดยคำถามบาง

ข้อกลุ่มตัวอย่างต้องจินตนาการถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นหาได้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งคำถามที่ใช้ได้อ้างอิงมาจากงานวิจัยในประเทศอื่นๆที่เริ่มมีการใช้รถยนต์ไฟฟ้าแล้ว

5.2.3 คำถามที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการอ้างอิงคำถามจากงานวิจัยในต่างประเทศ เมื่อคำถามถูกแปลเป็นภาษาไทย อาจทำให้คำถามคลุมเครือ ส่งผลให้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่เข้าใจคำถาม

5.3 ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย

ในบริบทของประเทศไทยพบว่าปัจจัยหลักของ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีไม่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้า แต่พบว่าปัจจัยอื่นๆที่เป็นส่วนขยาย คือ การรับรู้ต้นทุน ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้า และระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ ส่งผลต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่นๆอีกหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม นโยบาย และกฎหมาย เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อรถยนต์ไฟฟ้ายังมีโอกาสในการพัฒนางานวิจัยในหัวข้อนี้อยู่

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในงานวิจัยนี้จะสามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถวางแผน นโยบายต่างๆ เช่น กลยุทธ์ทางการตลาด การพัฒนาเทคโนโลยี หรือการแก้กฎหมายเพื่อเอื้อต่อกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค

โดยผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทัศนคติส่งผลอย่างมากต่อความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงและการรับรู้คุณค่าส่งผลต่อทัศนคติ จากผลดังกล่าวนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ารถยนต์ไฟฟ้ามาขายในประเทศไทย ควรจะทำการประชาสัมพันธ์ข้อมูลของรถยนต์ไฟฟ้าให้คนได้รับรู้ เช่น การโฆษณาให้เห็นถึงความสนุกในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า หรือการโฆษณาให้เห็นถึงประโยชน์ของประโยชน์ของรถยนต์ไฟฟ้า เมื่อพิจารณากลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีการรับรู้คุณค่าอยู่ในระดับที่สูง

สำหรับปัจจัยด้านการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง จะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้มีระดับของการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น หลังจากที่ได้ออกนโยบายที่ตรงต่อความต้องการต่อกลุ่มเป้าหมายกลุ่มแรก หลังจากนั้นกลุ่มเป้าหมายจะบอกต่อไปยังคนใกล้ชิด ส่งผลให้ทัศคติต่อรถยนต์ไฟฟ้าของคนไทยดีขึ้น นอกจากนั้นการประชาสัมพันธ์จากใช้ผู้ที่มีอิทธิพลในสื่อสังคมออนไลน์ (Social Influencer) จะส่งผลให้มีการคล้อยตามจากกลุ่มผู้ติดตาม ซึ่งส่งผลต่อให้เกิดการแชร์ข้อมูลลงในสื่อสังคมออนไลน์ ทำให้คนรอบข้างของคนเหล่านี้มีการรับรู้ข้อมูลรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

สำหรับปัจจัยด้านการรับรู้ต้นทุน ยังส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจากการศึกษาพบว่าคนที่มีรายได้สูง จะมีความกังวลด้านค่าใช้จ่ายน้อยกว่าคนที่มีรายได้ต่ำ ดังนั้นหากต้องการให้กลุ่มที่รายได้น้อยลดความกังวลในด้านค่าใช้จ่ายลง ภาครัฐต้องมีการส่งเสริมทางด้านนโยบายทางด้านการเงิน เช่น การละเว้นภาษีที่เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้รถยนต์ไฟฟ้ามีราคาถูกลงและการอุดหนุนค่าทางพิเศษสำหรับผู้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า และเพื่อให้คนกลุ่มนี้มีอุปสรรคทางด้านการเงินลดลง การทำให้ผู้ซื้อรถยนต์ไฟฟ้า สามารถผ่อนค่างวดรถยนต์ไฟฟ้าได้นานขึ้นน่าจะส่งผลให้มีความต้องการการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ในส่วนของระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ ก็ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าเช่นเดียวกัน โดยจากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ขับรถน้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อวัน มีแนวโน้มที่จะยอมรับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้มากกว่า ดังนั้น ผู้ผลิตหรือผู้ขายรถยนต์ไฟฟ้าควรกำหนดคนกลุ่มนี้ให้เป็นกลุ่มเป้าหมายกลุ่มแรก และการสื่อสารถึงระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันสามารถขับได้ระยะทางไกลเกือบจะเทียบเท่ารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง ก็จะส่งผลให้มีความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ผลของการศึกษานี้เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2561 ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป ปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าอาจมีการเปลี่ยนแปลง

5.4.2 ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาจากการเก็บข้อมูลจากคนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งทางผู้วิจัยมีความเห็นว่าน่าจะเป็นคนกลุ่มแรกที่จะใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า อาจทำให้มุมมองต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้ามีความแตกต่างจากคนที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคอื่นๆ

5.4.3 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนมากไม่มีประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า อาจจะส่งผลให้การพิจารณาผลของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการยมรับรถยนต์ไฟฟ้ามีความแตกต่างจากการศึกษาในพื้นที่ที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายแล้ว ซึ่งทำให้สามารถศึกษาหาความแตกต่างของปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าระหว่างผู้ที่มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์ได้

บรรณานุกรม

Ayeh, J. K., Au, N., & Law, R. (2013). Predicting the intention to use consumer-generated media for travel planning. Tourism Management 35, 132-143.

Bennett, R., & Vijaygopal, R. (2018). Consumer attitudes towards electric vehicles Effects of product user stereotypes and self-image congruence. European Journal of Marketing, Vol. 52 Issue:3/4, 499-527.

Bockarjova, M., & Steg, L. (2014). Can Protection Motivation Theory predict pro-environmental behavior? Explaining the adoption of electric vehicles in the Netherlands. Global Environmental Change 28, 276-288.

Brandinside. (2560, สิงหาคม 29). เสริขายไฟฟ้าเติมรถ “กฟน.” เปิดช่อง และ EA คือเอกชนรายแรกที่ขยายสถานีจ่ายไฟทั่วประเทศพันแห่ง. Retrieved from Brandinside: https://brandinside.asia/ea-and-ev-chargers/

Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Massachusetts Institute of Technology.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS quarterly, 319-340.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. Management science, 982-1003.

Degirmenci, K., & Breitner, M. H. (2017). Consumer purchase intentions for electric vehicles: Is green more important than price and range? Transportation Research Part D 51, 250-260.

EV Thai. (2561, สิงหาคม 22). รถไฟฟ้าคืออะไร? Retrieved from EVThai: http://www.evthai.com/th/faq

Han, L., Wang, S., Zhao, D., & Li, J. (2017). The intention to adopt electric vehicles: Driven by functional and non-functional values. Transportation Research Part A 103, 185-197.

Hsu, C.-L., & Lin, J. C.-C. (2016). Effect of perceived value and social influences on mobile app stickiness and in-app purchase intention. Technological Forecasting and Social Change, 42-53.

International Energy Agency. (2018). Global Energy Outlook 2018 Towards cross-modal electrification. France: IEA.

Kim, H., Park, E., Kwon, S. J., Ohm, J. Y., & Chang, H. J. (2014). An integrated adoption model of solar energy technologies in South Korea. Renewable Energy 66, 523-531.

Kim, K. J., & Shin, D.-H. (2015). An acceptance model for smart watches Implications for the adoption of future wearable technology. Internet Research, Vol. 25 Issue: 4, 527-541.

Li, W., Long, R., Chen, H., & Geng, J. (2017). Household factors and adopting intention of battery electric vehicles: a multi-group structural equation model analysis among consumers in Jiangsu Province, China. Natural Hazards, 87(2), 945-960.

Lin, B., & Wu, W. (2018). Why people want to buy electric vehicle: An empirical study in first-tier cities of China. Energy Policy 112, 233-241.

Martins, C., Oliveira, T., & Popovic, A. (2014). Understanding the Internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. International Journal of Information Management, 1-13.

Nissan. (2018, August 22). New Nissan Leaf Range & Charging. Retrieved from Nissan: https://www.nissan.co.uk/vehicles/new-vehicles/leaf/range-charging.html

Park, E., Lim, J., & Cho, Y. (2018). Understanding the Emergence and Social Acceptance of Electric Vehicles as Next-Generation Models for the Automobile Industry. Sustainability, 662.

Schmalfuß, F., Mühl, K., & Krems, J. F. (2017). Direct experience with battery electric vehicles (BEVs) matters when evaluating vehicle attributes, attitude and purchase intention. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 47-69.

Tesla. (2018, August 22). Charge Your Tesla Where You Park. Retrieved from Tesla: https://www.tesla.com/where-you-park

Tesla. (2018, August 22). Model S Tesla. Retrieved from Tesla: https://www.tesla.com/models

Tesla. (2018, August 22). Supercharger Tesla. Retrieved from Tesla: https://www.tesla.com/supercharger

Thakur, R., & Srivastava, M. (2014). Adoption readiness, personal innovativeness, perceived risk and usage intention across customer groups for mobile payment services in India. . Internet Research, 24(3), 369-392.

Thananusak, T., Rakthin, S., Tavewatanaphan, T., & Punnakitikashem, P. (2017). Factors affecting the intention to buy electric vehicles: empirical evidence from Thailand. International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 9(4), 361-381.

The Statista Portal. (2018, August 22). Range of selected EV models in the U.S. market as of 2018. Retrieved from The Statista Portal: https://www.statista.com/statistics/797331/electric-vehicle-battery-range/

The World Bank. (2018, สิงหาคม 7). GDP (current US$). Retrieved from The World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2017&locations=CN&start=2008

The World Bank. (2018, สิงหาคม 7). GDP (current US$). Retrieved from The World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2017&locations=TH&start=2008

The World Bank. (2018, สิงหาคม 7). GNI per capita, Atlas method (current US$). Retrieved from The World Bank: https://data.worldbank.org/indicator /NY.GNP.PCAP.CD?end=2017&locations=CN-TH&start=2008

The World Bank. (2018, สิงหาคม 7). GNI per capita, Atlas method (current US$). Retrieved from The World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. Decision Sciences, 273-315.

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. Decision Sciences, 273-315.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. Management science 46.2, 186-204.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, D. F. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS quarterly, 425-478.

VoiceTV. (2561, มกราคม 31). รัฐตั้งเป้ามีสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าครบ 150 จุดปีนี้. Retrieved from VoiceTV: https://voicetv.co.th/read/r1aOc4JLz

Wang, N., Tang, L., & Pan, H. (2018). Analysis of public acceptance of electric vehicles: An empirical study in Shanghai. Technological Forecasting & Social Change 126, 284-291.

Wang, Z., Zhao, C., Yin, J., & Zhang, B. (2017). Purchasing intentions of Chinese citizens on new energy vehicles: How should one respond to current preferential policy? Journal of Cleaner Production, 1000-1010.

Wu, J.-H., Wu, C.-W., Lee, C.-T., & Lee, H.-J. (2015). Green purchase intentions: An exploratory study of the Taiwanese electric motorcycle market. Journal of Business Research 68, 829-833.

Yang, H., Yu, J., Zo, H., & Choi, M. (2016). User acceptance of wearable devices: An extended perspective of perceived value. Telematics and Informatics 33, 256-269.

Yang, Y., Liu, Y., Li, H., & Yu, B. (2014). Understanding perceived risks in mobile payment acceptance. Industrial Management & Data Systems, 115(2), 253-269.

กรมการขนส่งทางบก. (2560). รายงานประจำปี 2560. กรุงเทพมหานคร.

ไทยรัฐ. (2561, กรกฎาคม 26). กฟน.จับมือซีพี ออลล์ นำร่องให้บริการสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าตลอด 24 ชม. ณ ร้านเซเว่น อีเลฟเว่น. Retrieved from Thairath: https://www.thairath.co.th/content/1342318

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย. (2560, ธันวาคม 26). EV History. Retrieved from http://www.evat.or.th/15708247/ev-history

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามงานวิจัย

เรื่อง การศึกษาการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศเพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการวางแผนนโยบายและกลยุทธ์ที่เกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย **X** ลงใน ☐ ในข้อที่ตรงความจริงของท่าน

1.	เพศ (Gender)	ชาย (Male)		หญิง (Female)		
2.	อายุ (Age)	18-30 ปี (18-30 Y.)	31-40 ปี (31-40 Y.)	41-50 ปี (41-50 Y.)	51-60 ปี (51-60 Y.)	60 ปีขึ้นไป (60 Y. above)
3.	อาชีพ (Occupation)	นักเรียน/นักศึกษา (Student)	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (Government Officer)	พนักงานบริษัท (Employee)	ประกอบธุรกิจส่วนตัว (Business Owner)	อื่นๆ (Others)

4. ระดับการศึกษา (Education Level)	ต่ำกว่ามัธยม (Below High school)	มัธยม (High School)	ปวช./ปวส. (Diploma)	ปริญญาตรี (Bachelor)	ปริญญาโท (Master)	ปริญญาเอก (Ph.D)
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (Income)	ต่ำกว่า 15,000 บาท (Less than 15,000 baht)	15,001 - 30,000 บาท (15,001 - 30,000 baht)	30,001 - 50,000 บาท (30,001 - 50,000 baht)	50,001 - 75,000 บาท (50,001 - 75,000 baht)	75,001 - 100,000 บาท (75,001 - 100,000 baht)	มากกว่า 100,000 (Higher than 100,000 baht)
6. ประสบการณ์การขับรถ (Driving experience)	0-5 ปี (0-5 Y.)a	5-10 ปี (5-10 Y.)	10-15 ปี (10-15 Y.)	15-20 ปี (15-20 Y.)	20 ปีขึ้นไป (20 Y. above)	
7. ระยะทางในการขับรถต่อวัน (Driving Range per day)	น้อยกว่า 10 กม. (Less than 10 km.)	10-20 กม. (10-20 km.)	20-50 กม. (20-50 km.)	50-80 กม. (50-80 km.)	80-100 กม. (80-100 km.)	100 กม. ขึ้นไป (Higher than 100 km.)

8. ประสบการณ์ขับรถยนต์ไฟฟ้า (EV driving experience)	ไม่เคยขับ (Never)	น้อยกว่า 3 ครั้ง (Less than 3 times)	3-5 ครั้ง (3-5) times	มากกว่า 5 ครั้ง (Higher than 5 times)
9. รุ่นของรถยนต์ไฟฟ้าที่เคยขับ (Experienced EV model)				
10. ท่านรู้จักรถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อใดบ้าง (Which EV brand do you know?)				
11. ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้เฉลี่ยประมาณกี่กิโลเมตร (Do you think how many km electric cars can go on a single charge?)				

12. รถยนต์ไฟฟ้าใช้เวลาชาร์จเฉลี่ยประมาณเท่าใด (How long does it take in average to charge an EV?)		
13. รถยนต์ไฟฟ้าสามารถชาร์จที่บ้านได้หรือไม่ (Can EV be charge at home?)	ได้ (Yes)	ไม่ได้ (No)
14. คนรอบตัวท่านมีการพูดถึงหรือใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าหรือไม่ (Have people around you talked about EV?)	มี (Yes)	ไม่มี (No)

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นต่อปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
คำชี้แจง กรุณาเลือกคำตอบในช่องที่ตรงกับท่านมากที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น					ที่มา
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1)	
14. การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norms)						(Schmalfuß, Mühl, & Krems, 2017)(3)
14.1.คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว, เพื่อนร่วมงาน,เพื่อน) จะเห็นด้วยว่าคุณควรเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า (Most people who are important to you would agree that you should own an EV.)						(Schmalfuß et al., 2017)

14.2.ท่านคิดว่า คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่าน (ครอบครัว,เพื่อนร่วมงาน ,เพื่อน) ต้องการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฟฟ้า (Most people who are important to you would like to own an EV themselves.)						(Schmalfuß et al., 2017)
14.3.บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดเห็น จะเห็นด้วยกับการที่ท่านซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (The people whose opinion you value would approve of you buying myself an EV.)						(Schmalfuß et al., 2017)
14.4.บุคคลที่ท่านเชื่อหรือรับฟังความคิดต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (The people whose opinion you value would like to buy an EV.)						(Schmalfuß et al., 2017)

14.5.ท่านคิดว่า คนส่วนใหญ่ที่ใกล้ชิดกับท่านจะยินดีที่ท่านได้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Most people who are important to you would be glad to see you in an EV.)						(Schmalfuß et al., 2017)

15. การรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับ (Perceived Usefulness)						
15.1.ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Driving EV may lead to better and new ways to significantly contribute to our environment.)						(Park et al., 2018)
15.2.ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าสามารถพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของท่าน						(Park et al., 2018)

(Driving EV can improve your work efficiency and performance.)						
15.3.ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าจะส่งผลให้ท่านทำงานได้มากขึ้น (Using EV can increase your productivity.)						(Park et al., 2018)
15.4.ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าช่วยให้ไปถึงที่หมายได้เร็วขึ้น (Using EV will take me to destination more quickly.)						(Thakur & Srivastava, 2014)
15.5.ท่านคาดหวังว่า รถยนต์ไฟฟ้าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวท่าน (You expect EV will be useful in your life.)						(Thakur & Srivastava, 2014)

16. การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use)						
16.1. ท่านคิดว่า รถยนต์ไฟฟ้านั้นง่ายต่อการใช้งานโดยไม่ต้องออกแรงมากกว่าปกติ เช่น การเหยียบคันเร่ง การใช้พวงมาลัย (You find an EV easy to drive without a lot of physical efforts required.)						(Park et al., 2018)
16.2. ท่านคิดว่า การขับรถยนต์ไฟฟ้าไม่มีความแตกต่างจากรถยนต์ปกติ (There is no difference between driving an EV and a conventional car.)						(Park et al., 2018)
16.3. ท่านคิดว่า ท่านจะมีความชำนาญในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างง่ายดาย (You expect it would be easy for you to become skillful at EV.)						(Thakur & Srivastava, 2014)

16.4. ท่านคาดหวังว่า การทำงานของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถเข้าใจได้ง่าย (You expect that EV would be clear and understandable.)						(Thakur & Srivastava, 2014)
16.5. ท่านคิดว่า ท่านสามารถเรียนรู้การขับรถยนต์ไฟฟ้าได้ไม่ยาก (Learning to drive EV is easy for you.)						(Thakur & Srivastava, 2014)

17. การรับรู้ด้านคุณค่า (Perceived Value)						
17.1. ท่านจะรู้สึกสนุกเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า (You will enjoy using EV.)						(Hsu & Lin, 2016)
17.2. ท่านจะรู้สึกพอใจที่ได้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า (Using EV gives you pleasure.)						(Hsu & Lin, 2016)

17.3.ท่านคิดว่า ประโยชน์ที่จะได้จากการใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะคุ้มค่ากับความพยายามในการจัดหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้ (Compared to the effort to put, using EV is beneficial to you.)						(H. Yang, Yu, Zo, & Choi, 2016)
17.4.ท่านคิดว่า ท่านจะรู้สึกสะดวกสบายเมื่อใช้รถยนต์ไฟฟ้า (You feel comfortable using EV)						(Wu, Wu, Lee, & Lee, 2015)
17.5.ท่านคิดว่า การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีความคุ้มค่า กับเงินที่เสียไป (Using EV offers value for money.)						(Hsu & Lin, 2016)

18. ทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward EV)						
18.1. ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Your attitude toward EV is favorable.)						(Degirmenci & Breitner, 2017)
18.2. ท่านเชื่อว่า รถยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ดี มีประโยชน์และน่าดึงดูด (I believe that EVs are: a good thing, beneficial, attractive.)						(Bennett & Vijaygopal, 2018)
18.3. ท่านรู้สึกสนใจในรถยนต์ไฟฟ้า (You are interested in EV.)						(Han, Wang, Zhao, & Li, 2017)
18.4. ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในตัวเลือกของท่าน (You would like to treat EV as one of your choices.)						(Han et al., 2017)
18.5. รถยนต์ไฟฟ้าทำให้ท่านรู้สึกดีที่จะใช้ (It gives you positive feeling to use EV.)						(Han et al., 2017)

19. การรับรู้ด้านความเสี่ยง (Perceived Risk)						
19.1. ท่านวิตกกังวลเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะมีปัญหาในบางสถานการณ์ เช่น น้ำรอระบายจากการฝนตกหนัก (You worry about EV engine might not perform well in some situation such as flashflood.)						(Martins, Oliveira, & Popovič, 2014)
19.2. ท่านวิตกกังวลว่า ระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าไม่เพียงพอ (You worry that EV safety system are not strong enough.)						(Martins et al., 2014)
19.3. ท่านคิดว่า รถยนต์ไฟฟ้าจะไม่เหมาะสมกับภาพลักษณ์และแนวคิดของท่าน (You think that EV will not fit in well with your self-image or self-concept.)						(Martins et al., 2014)

19.4.ท่านวิตกกังวลว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดสิ่งผิดพลาดกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น ระบบไฟฟ้า, ระบบชาร์จ (You worry that the probability that something's wrong with the performance of EV.)							(Martins et al., 2014)
19.5.ท่านวิตกกังวลว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะไม่ทำงานตามที่ท่านคาดหวังเอาไว้ (You worry that EV will not work as expected.)							(Y. Yang, Liu, Li, & Yu, 2015)

20. ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness)						
20.1.ท่านคิดว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างถนน (The perfection of EV infrastructure (such as charging stations, road).)						(Z. Wang et al., 2017)

20.2.ท่านคิดว่า มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าใกล้ที่พักอาศัยหรือที่ทำงานของท่าน (There are charging infrastructures for EV near where you live or work.)						(Z. Wang et al., 2017)
20.3.ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่ที่พักอาศัยใช้เวลาไม่นาน (6 ชม.) (You think EV charging time at home is not too long (6h).)						(N. Wang, Tang, & Pan, 2018)
20.4.ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในสถานที่สาธารณะใช้เวลาค่อนข้างนาน (0.5-2 ชม.) (You think charging time in public places is rather long (0.5-2h).)						(N. Wang et al., 2018)
20.5.ท่านคิดว่า การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีความสะดวกสบายอย่างมาก (You think EV charging is very convenient.)						(N. Wang et al., 2018)

21. การรับรู้ถึงต้นทุน (Perceived Cost)						
21.1. ท่านคิดว่า ต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า (It takes a considerable amount of effort and cost to use EV.)						(Park et al., 2018)
21.2. ท่านคิดว่ารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง (You think the purchasing cost of driving EV is expensive.)						(Park et al., 2018)
21.3. ท่านคิดว่าค่าบำรุงรักษารถยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง (You think the maintenance cost of driving EV is expensive.)						(Park et al., 2018)
21.4. ท่านมีอุปสรรคด้านการเงินที่จะใช้รถยนต์ไฟฟ้า (There are financial barriers to employing EV.)						(H. Kim, Park, Kwon, Ohm, & Chang, 2014)

21.5.ท่านคิดว่า การซื้อรถยนต์ไฟฟ้าจะเป็นภาระต่อท่าน (Purchasing EV will be burden to you.)						(K. J. Kim & Shin, 2015)

22. ระยะที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับได้ (Cruising Range)						
22.1.ท่านคิดว่า ท่านทราบเกี่ยวกับระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ (You know the cruising range of the EV.)						(Z. Wang et al., 2017)
22.2.ท่านคิดว่า ท่านสามารถยอมรับต่อระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ (ประมาณ 200 กิโลเมตร) (You can accept the cruising range of EV (approx. 200 km.))						(Z. Wang et al., 2017)

22.3.ท่านคิดว่า ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้เพียงพอต่อการเดินทางในแต่ละวันของท่าน ได้ (ประมาณ 200 กิโลเมตร) (The mileage of EV can meet your daily travel (approx. 200 km.).)						(Z. Wang et al., 2017)
22.4.ท่านคิดว่า ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ตรงกับความคาดหวังของท่าน (The cruising range of EV meets your expectation.)						(Degirmenci & Breitner, 2017)
22.5.ท่านคิดว่า ระยะทางของรถยนต์ไฟฟ้าที่ระบุว่าสามารถวิ่งได้มีความน่าเชื่อถือ (The range of EV is reliable.)						(Degirmenci & Breitner, 2017)
23. ความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Intention to Use)						
23.1.ท่านหวังว่าในเร็วๆนี้จะมีรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น						(Li, Long, Chen, &

(You hope that more EVs are coming soon.)						Geng, 2017)
23.2.ท่านคิดว่า ท่านจะแนะนำเพื่อนของท่านให้หันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า (You would recommend your friends to use an EV.)						(Li et al., 2017)
23.3.ท่านคิดว่า ท่านไม่ลังเลที่จะไปโชว์รูมที่มีการจัดแสดงรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อที่จะขอข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า (You will not hesitate to visit EV showroom for EV information.)						(Ayeh, Au, & Law, 2013)
23.4.ท่านวางแผนที่จะหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้งาน (You plan to seek an EV.)						(Ayeh et al., 2013)
23.5.ท่านคาดหวังว่าจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในชีวิตประจำวัน (You would expect to use an EV to travel in daily life.)						(Ayeh et al., 2013)

23.6. มีความเป็นไปได้ที่ท่านจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าในการเดินทางในชีวิตประจำวัน (You are very likely to use an EV for your travel in daily life.)						(Ayeh et al., 2013)
23.7.ท่านจะพิจารณารถยนต์ไฟฟ้าเป็นตัวเลือกเมื่อท่านจะซื้อรถยนต์คันถัดไป (You would consider an EV when purchasing next car.)						(Bockarjova & Steg, 2014)

ที่มา:

Ayeh, J. K., Au, N., & Law, R. (2013). Predicting the intention to use consumer-generated media for travel planning. *Tourism Management, 35*, 132-143.

Bennett, R., & Vijaygopal, R. (2018). Consumer attitudes towards electric vehicles: Effects of product user stereotypes and self-image congruence. *European Journal of Marketing, 52*(3/4), 499-527.

Bockarjova, M., & Steg, L. (2014). Can Protection Motivation Theory predict pro-environmental behavior? Explaining the adoption of electric vehicles in the Netherlands. *Global environmental change, 28*, 276-288.

Degirmenci, K., & Breitner, M. H. (2017). Consumer purchase intentions for electric vehicles: Is green more important than price and range? *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 51*, 250-260.

Han, L., Wang, S., Zhao, D., & Li, J. (2017). The intention to adopt electric vehicles: Driven by functional and non-functional values. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 103*, 185-197.

Hsu, C.-L., & Lin, J. C.-C. (2016). Effect of perceived value and social influences on mobile app stickiness and in-app purchase intention. *Technological Forecasting and Social Change, 108*, 42-53.

Kim, H., Park, E., Kwon, S. J., Ohm, J. Y., & Chang, H. J. (2014). An integrated adoption model of solar energy technologies in South Korea. *Renewable Energy, 66*, 523-531.

Kim, K. J., & Shin, D.-H. (2015). An acceptance model for smart watches: Implications for the adoption of future wearable technology. *Internet Research, 25*(4), 527-541.

Li, W., Long, R., Chen, H., & Geng, J. (2017). Household factors and adopting intention of battery electric vehicles: a multi-group structural equation model analysis among consumers in Jiangsu Province, China. *Natural Hazards, 87*(2), 945-960.

Martins, C., Oliveira, T., & PopoviČ, A. (2014). Understanding the Internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. *International Journal of Information Management, 34*(1), 1-13.

Park, E., Lim, J., & Cho, Y. (2018). Understanding the Emergence and Social Acceptance of Electric Vehicles as Next-Generation Models for the Automobile Industry. *Sustainability, 10*(3), 662.

Schmalfuß, F., Mühl, K., & Krems, J. F. (2017). Direct experience with battery electric vehicles (BEVs) matters when evaluating vehicle attributes, attitude and purchase intention. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 46*, 47-69.

Thakur, R., & Srivastava, M. (2014). Adoption readiness, personal innovativeness, perceived risk and usage intention across customer groups for mobile payment services in India. *Internet Research, 24*(3), 369-392.

Wang, N., Tang, L., & Pan, H. (2018). Analysis of public acceptance of electric vehicles: An empirical study in Shanghai. *Technological Forecasting and Social Change, 126*, 284-291.

Wang, Z., Zhao, C., Yin, J., & Zhang, B. (2017). Purchasing intentions of Chinese citizens on new energy vehicles: How should one respond to current preferential policy? *Journal of Cleaner Production, 161*, 1000-1010.

Wu, J.-H., Wu, C.-W., Lee, C.-T., & Lee, H.-J. (2015). Green purchase intentions: An exploratory study of the Taiwanese electric motorcycle market. *Journal of Business Research, 68*(4), 829-833.

Yang, H., Yu, J., Zo, H., & Choi, M. (2016). User acceptance of wearable devices: An extended perspective of perceived value. *Telematics and Informatics, 33*(2), 256-269.

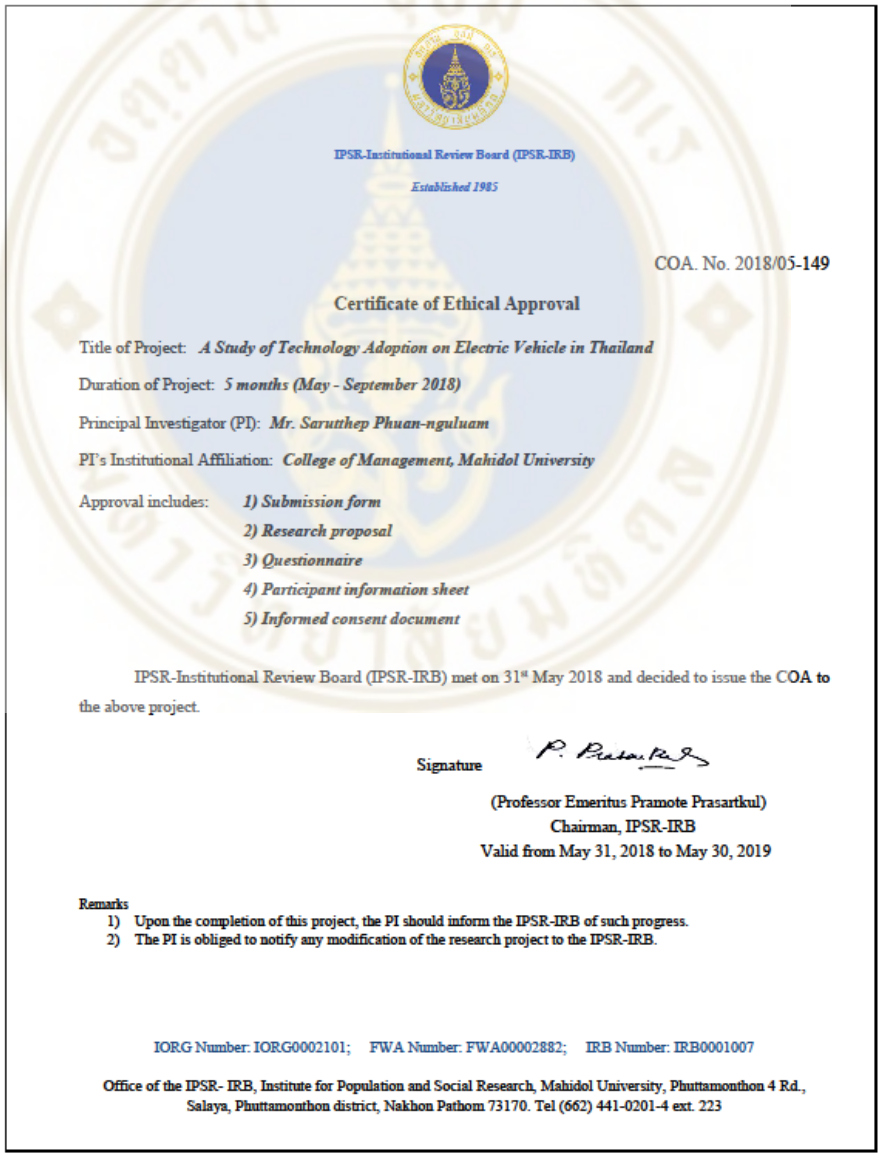
Yang, Y., Liu, Y., Li, H., & Yu, B. (2015). Understanding perceived risks in mobile payment acceptance. *Industrial Management & Data Systems, 115*(2), 253-269.

ภาคผนวก ข

สรุปผลดำเนินการการขออนุญาตด้านจริยธรรมการวิจัย (MI-IRB)

งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจาก คณะกรรมการด้านจริยธรรมของมหาวิทยาลัยมหิดล แล้ว เมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561

ภาพที่ ข.1 เอกสารรับรองด้านจริยธรรมการวิจัย



IPSR-Institutional Review Board (IPSR-IRB)

Established 1985

COA. No. 2018/05-**149**

Certificate of Ethical Approval

Title of Project: ***A Study of Technology Adoption on Electric Vehicle in Thailand***

Duration of Project: ***5 months (May - September 2018)***

Principal Investigator (PI): ***Mr. Saruthep Phuan-nguluam***

PI's Institutional Affiliation: ***College of Management, Mahidol University***

Approval includes: ***1) Submission form***
2) Research proposal
3) Questionnaire
4) Participant information sheet
5) Informed consent document

IPSR-Institutional Review Board (IPSR-IRB) met on 31st May 2018 and decided to issue the COA to the above project.

Signature

(Professor Emeritus Pramote Prasartkul)
Chairman, IPSR-IRB
Valid from May 31, 2018 to May 30, 2019

Remarks
1) **Upon the completion of this project, the PI should inform the IPSR-IRB of such progress.**
2) **The PI is obliged to notify any modification of the research project to the IPSR-IRB.**

IORG Number: IORG0002101; FWA Number: FWA00002882; IRB Number: IRB0001007

Office of the IPSR- IRB, Institute for Population and Social Research, Mahidol University, Phuttamonthon 4 Rd., Salaya, Phuttamonthon district, Nakhon Pathom 73170. Tel (662) 441-0201-4 ext. 223

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัยต่างๆ จำแนกตามรายได้

คำถาม		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
IR1	ระหว่างกลุ่ม	21.574	5	4.315	3.197	.008*
	ภายในกลุ่ม	593.906	440	1.350		
	รวม	615.480	445			
PC4	ระหว่างกลุ่ม	29.374	5	5.875	5.296	.000*
	ภายในกลุ่ม	488.090	440	1.109		
	รวม	517.464	445			
INT1	ระหว่างกลุ่ม	10.908	5	2.182	2.956	.012*
	ภายในกลุ่ม	324.691	440	.738		
	รวม	335.599	445			
INT5	ระหว่างกลุ่ม	11.742	5	2.348	2.361	.039*
	ภายในกลุ่ม	437.693	440	.995		
	รวม	449.435	445			
INT6	ระหว่างกลุ่ม	12.460	5	2.492	2.434	.034*
	ภายในกลุ่ม	450.428	440	1.024		
	รวม	462.888	445			
INT7	ระหว่างกลุ่ม	13.738	5	2.748	2.493	.031*
	ภายในกลุ่ม	485.015	440	1.102		
	รวม	498.753	445			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.2 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัยต่างๆ จำแนกตามระยะทางที่ขับรถต่อวัน

คำถาม		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CR3	ระหว่างกลุ่ม	18.820	5	3.764	3.233	.007*
	ภายในกลุ่ม	512.202	440	1.164		
	รวม	531.022	445			
INT4	ระหว่างกลุ่ม	13.298	5	2.660	2.335	.041*
	ภายในกลุ่ม	501.170	440	1.139		
	รวม	514.469	445			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.3 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของปัจจัย ATT5 จำแนกตามประสบการณ์ในการขับรถยนต์ไฟฟ้า

ประสบการณ์การขับรถยนต์ไฟฟ้า	N	Mean	S.D.	t	p
ATT5					
ไม่มี	423	3.69	0.971		
มี	23	4.13	0.869	-2.116*	0.035

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค. 4 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย IR1 จำแนกตามรายได้ (บาท)

IR1	< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 2.59)	15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 2.23)	30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 2.56)	50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 2.79)	75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.08)	> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.59)
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 2.59)		0.365	0.033	-0.197	0.506	-0.004
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 2.23)	-0.365		-.331*	-0.562*	0.142	-0.369
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 2.56)	-0.033	0.331*		-0.230	0.473	-0.037
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 2.79)	0.197	0.562*	0.230		0.703*	0.193
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.08)	-0.506	-0.142	-0.473	-0.703*		-0.510
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.59)	0.004	0.369	0.037	-0.193	0.510	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.5 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย PC4 จำแนกตามรายได้ (บาท)

PC4	< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.79)	15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.73)	30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.50)	50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.37)	75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.50.)	> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.75)
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.79)		0.062	0.295	0.424*	0.295	1.045*
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.73)	-0.062		0.233	0.363*	0.233	0.983*
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.50)	-0.295	-0.233		0.129	0.000	0.750*
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.37)	-0.424*	0-.363*	-0.129		-0.129	0.621*
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.50.)	-0.295	-0.233	0.000	0.129		0.750*
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 2.75)	-1.045*	-0.983*	-.750*	-0.621*	-0.750*	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.6 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT1 จำแนกตามรายได้ (บาท)

INT1	**< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.97)**	**15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 4.12)**	**30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 4.06)**	**50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.82)**	**75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.29)**	**> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.41)**
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.97)		-0.142	-0.082	0.154	-0.317	-0.432*
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 4.12)	0.142		0.060	0.296*	-0.175	-0.290
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 4.06)	0.082	-0.060		0.236*	-0.235	-0.350*
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.82)	-0.154	-0.296*	-0.236*		-0.471*	-0.586*
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.29)	0.317	0.175	0.235	0.471*		-0.115
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.41)	0.432*	0.290	0.350*	0.586*	0.115	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.7 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT5 จำแนกตามรายได้ (บาท)

INT5	**< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.41)**	**15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.64)**	**30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.69)**	**50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.49)**	**75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)**	**> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.09)**
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.41)		-0.231	-0.280	-0.084	-0.423	-0.683*
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.64)	0.231		-0.048	0.147	-0.192	-0.452*
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.69)	0.280	0.048		0.196	-0.143	-0.404*
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.49)	0.084	-0.147	-0.196		-0.339	-0.599*
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)	0.423	0.192	0.143	0.339		-0.260
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.09)	0.683*	0.452*	0.404*	0.599*	0.260	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.8 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT6 จำแนกตามรายได้ (บาท)

INT6	**< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.44)**	**15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.68)**	**30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.65)**	**50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.56)**	**75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)**	**> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.19)**
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.44)		-0.239	-0.212	-0.126	-0.397	-0.752*
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.68)	0.239		0.027	0.113	-0.158	-0.513*
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.65)	0.212	-0.027		0.086	-0.185	-0.540*
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.56)	0.126	-0.113	-0.086		-0.272	-0.626*
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)	0.397	0.158	0.185	0.272		-0.354
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.19)	0.752*	0.513*	0.540*	0.626*	0.354	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.9 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT7 จำแนกตามรายได้ (บาท)

INT7	**< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.26)**	**15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.55)**	**30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.62)**	**50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.46)**	**75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)**	**> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.03)**
< 15,000 บาท (ค่าเฉลี่ย 3.26)		-0.294	-0.363	-0.204	-0.577*	-0.775*
15,000-30,000 (ค่าเฉลี่ย 3.55)	0.294		-0.070	0.089	-0.283	-0.481*
30,001-50,000 (ค่าเฉลี่ย 3.62)	0.363	0.070		0.159	-0.214	-0.412*
50,001-75,000 (ค่าเฉลี่ย 3.46)	0.204	-0.089	-0.159		-0.373	-0.571*
75,001-100,000 (ค่าเฉลี่ย 3.83)	0.577*	0.283	0.214	0.373		-0.198
> 100,000 (ค่าเฉลี่ย 4.03)	0.775*	0.481*	0.412*	0.571*	0.198	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.10 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย CR3 จำแนกตามระยะทางในการขับรถต่อวัน (กิโลเมตร)

CR3	< 10 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.86)	10-20 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.90)	20-50 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.78)	50-80 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.87)	80-100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.71)	> 100 กม. (ค่าเฉลี่ย 2.90)
< 10 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.86)		-0.044	0.074	-0.015	0.146	0.951*
10-20 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.90)	0.044		0.118	0.030	0.190	0.995*
20-50 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.78)	-0.074	-0.118		-0.089	0.072	0.877*
50-80 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.87)	0.015	-0.030	0.089		0.161	0.966*
80-100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.71)	-0.146	-0.190	-0.072	-0.161		0.805*
> 100 กม. (ค่าเฉลี่ย 2.90)	-0.951*	-0.995*	-0.877*	-0.966*	-0.805*	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ ค.11 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ปัจจัย INT4 จำแนกตามระยะทางในการขับรถต่อวัน (กิโลเมตร)

INT4	**< 10 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.23)**	**10-20 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.37)**	**20-50 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.43)**	**50-80 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.30)**	**80-100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.97)**	**> 100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.24)**
< 10 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.23)		-0.044	0.074	-0.015	0.146	0.951*
10-20 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.37)	0.044		0.118	0.030	0.190	0.995*
20-50 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.43)	-0.074	-0.118		-0.089	0.072	0.877*
50-80 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.30)	0.015	-0.030	0.089		0.161	0.966*
80-100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.97)	-0.146	-0.190	-0.072	-0.161		0.805*
> 100 กม. (ค่าเฉลี่ย 3.24)	-0.951*	-0.995*	-0.877*	-0.966*	-0.805*	