การคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์

น๊อต เอี่ยมโหมด

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

การคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

.....

นายน๊อต เอี่ยมโหมด

ผู้วิจัย

.....	.....
ภูมิพร ธรรมสถิตเดช,	รองศาตราจารย์ณัฐสิทธิ์ เกิดศรี,
D.B.A.	Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์
.....	.....
ดวงพร อาภาศิลป์,	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาสน์ ทีฑทรัพย์,
Ph.D.	D.B.A.
คณบดี	กรรมการสอบสารนิพนธ์
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล	

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยด้วยความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้พื้นที่กิตติกรรมประกาศนี้ในการแสดงความขอบคุณทุกท่าน

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ภูมิพร ธรรมสถิตเดช อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ฉบับนี้ สำหรับความกรุณาและคำชี้แนะตั้งแต่เริ่มต้น ตลอดจนข้อปรับปรุง จนทำให้สารนิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความรู้และคำชี้แนะ โดยเป็นส่วนหนึ่งในการนำองค์ความรู้ที่ได้รับ มาใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาวิจัยชิ้นนี้ รวมถึงขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่ประจำวิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวกทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จได้

ขอขอบคุณผู้บริหารและนักวิชาการในอุตสาหกรรมรถยนต์ทั้ง 6 กลุ่ม ที่ได้สละเวลาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และเป็นองค์ประกอบสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้

ขอขอบคุณครอบครัว ในความเชื่อมั่น กำลังใจ และเป็นแรงสนับสนุนอย่างดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาและการทำงานวิจัยชิ้นนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ หลักสูตรการจัดการและกลยุทธ์ และกัลยาณมิตรร่วมรุ่น MS 20C วิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกคน ในมิตรภาพ คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ที่มีให้กันเสมอมา

น๊อต เอี่ยมโหมด

การศึกษาแนวโน้มพฤติกรรมนักท่องเที่ยวในอนาคต
FORESIGHT VEHICLE

น๊อต เอี่ยมโหมด 6050477

กจ.ม.

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์: ภูมิพร ธรรมสถิตเดช, D.B.A., รองศาสตราจารย์ณัฐสิทธิ์ เกิดศรี, Ph.D.,ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พาสน์ ทีฑทรัพย์, D.B.A.

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาหาทิศทางของยานยนต์ในอนาคต และนำผลการศึกษาที่ได้มาเป็นเครื่องมือในการทำแผนที่นำทาง สนับสนุนทิศทางการวางแผนกลยุทธ์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยได้ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มผู้บริหาร นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่อยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยตรง ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ และเทคโนโลยียานยนต์ในอนาคตนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างแน่นอน โดยได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอก กล่าวคือ ปัจจัยด้านสังคมวัฒนธรรม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมือง ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยานยนต์ ส่งผลโดยตรงให้วิศวกรรมยานยนต์ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระบบควบคุมการทำงานของรถยนต์ เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งหมายถึงการแข่งขันของค่ายผู้ผลิตยายนต์ในการวิจัยและพัฒนางานด้านวิศวกรรมยานยนต์ ปัจจุบันทั่วโลกมีการตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้ผลิตต้องพิจารณาด้านมลพิษ และผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้กับงานพัฒนายานยนต์ เพื่อหานโยบาย กลยุธ ที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมยานยนต์กระตุ้นปัจจัยขับเคลื่อนอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ: ยานยนต์/ยานยนต์อัตโนมัติ/แบตเตอรี่/ยานยนต์ไฟฟ้า

43 หน้า

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
สารบัญ	**ค**
สารบัญตาราง	**จ**
สารบัญรูปภาพ	**ฉ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**5**
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 ความหมายของการคาดการณ์อนาคต	6
2.1.2 วิธีและกระบวนการคาดการณ์อนาคต	8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	**19**
3.1 ศึกษาวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์	19
3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง	19
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	21
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	21
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ	21

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย		**23**
4.1	การวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์ ของอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่	23
	4.1.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาเอกสารตีพิมพ์	27
4.2	การสำรวจความคิดเห็นผู้ที่เกี่ยวข้อง	28
	4.2.1 ข้อมูลเทรนด์ของโลก ประหยัดพลังงานมากขึ้น และปล่อยมลภาวะลดลง	28
	4.2.2 ข้อมูลเทรนด์ของโลก ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์และการเชื่อมต่อ	29
	4.2.3 ภาพอนาคตในระยะสั้น (5ปี)	30
	4.2.4 ภาพอนาคตในระยะกลาง (10ปี)	31
	4.2.5 ภาพอนาคตในระยะยาว (20ปี)	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ		**32**
5.1	สรุปผลการศึกษาเอกสารตีพิมพ์	32
5.2	สรุปผลจากการสัมภาษณ์	33
	5.2.1 แนวโน้มของยานยนต์อนาคต	33
	5.2.2 ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์	33
	5.2.3 อภิปรายภาพอนาคตยานยนต์	34
บรรณานุกรม		**37**
ภาคผนวก		**41**
ประวัติผู้วิจัย		**43**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความแตกต่างของการมองอนาคต	6

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	23
4.2	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	24
4.3	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามหมวดหมู่ตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	24
4.4	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามหมวดหมู่ตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	25
4.5	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามภูมิภาคตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	25
4.6	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามภูมิภาคตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	26
4.7	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามองค์กรตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	26
4.8	จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่ ในประเทศไทย (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)	27
5.1	พยากรณ์จำนวนรถที่จำหน่ายได้ในอนาคต	34
5.2	แผนที่นำทางเทคโนโลยีการขับขี่อัตโนมัติ	35

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการกิจกรรมของมนุษย์ในหลายๆด้าน เช่น สังคมความเป็นอยู่ การปกครอง เศรษฐกิจ แม้แต่ด้านการเมืองการปกครอง การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วได้ส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อระบบเศรษฐกิจ ภาคการผลิต ภาคการบริการและคุณภาพชีวิตของประชาชน

133 ปีแห่งการกำเนิดยานยนต์ เมื่อวันที่ 29 มกราคม ค.ศ. 1886 คาร์ล เบนซ์ยื่นจดสิทธิบัตรรถเบนซินที่เขาคิดค้นขึ้นอย่าง 1886 Benz Patent-Motorwagen ต่อสำนักงานสิทธิบัตรอาณาจักรเยอรมัน (German Imperial Patent Office) ในกรุงเบอร์ลินหลังจากการทบทวนและพิจารณาเอกสารอยู่นานหลายเดือน สำนักงานสิทธิบัตรเยอรมันได้อนุมัติสิทธิบัตรดังกล่าวในวันที่ 2 พฤศจิกายน 1886 Patent-Motorwagen ของเบนซ์ เป็นรถแบบสามล้อ ใช้น้ำมันเบนซิน สามารถเลี้ยวไปมาได้อย่างปลอดภัย และยังมีระยะทางขับเคลื่อนที่ไกลพอสมควร ถือเป็นทางเลือกใหม่แทนที่รถเทียมม้า นั่นจึงเป็นเหตุผลว่า สิทธิบัตรหมายเลข DRP 37435 ของ Patent-Motorwagen กลายเป็นต้นกำเนิดของรถยนต์คันแรกในโลกที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

นับตั้งแต่ยานยนต์ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาครั้งแรกจนถึงในยุคปัจจุบัน งานด้านวิศวกรรมยานยนต์ได้มีการเปลี่ยนแปลงมาโดยตลอด อีกทั้งความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเทคโนโลยีด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีด้านการออกแบบเป็นต้น ส่งผลโดยตรงให้วิศวกรรมยานยนต์ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระบบควบคุมการทำงานของรถยนต์ เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งหมายถึงการแข่งขันของค่ายผู้ผลิตยายนต์ในการวิจัยและพัฒนางานด้านวิศวกรรมยานยนต์ ปัจจุบันทั่วโลกมีการตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้ผลิตต้องพิจารณาด้านมลพิษ และผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้กับงานพัฒนายานยนต์ด้วย ยกตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีด้านเครื่องยนต์ดีเซล ได้นำระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแรงดันสูง เข้ามาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และลดมลพิษทางอากาศ หรือแต่มีการพัฒนานำระบบควบคุมการทำงานของยานยนต์โดยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรถยนต์ หรือการนำระบบดาวเทียมใส่ในรถยนต์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเดินทางของผู้ขับรถ

การเกิดขึ้นของหลายๆ สิ่ง นับตั้งแต่เครือข่ายการเชื่อมต่อระหว่างกันของวัตถุ อุปกรณ์และสิ่งต่างๆ ไปจนถึงรถยนต์ที่ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติ รวมไปถึงความกังวลเรื่องสภาพภูมิอากาศและแนวคิดใหม่เรื่องยานพาหนะ เป็นความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและความต้องการด้านสังคมและการเมือง ที่นำไปสู่อนาคตของรถยนต์ว่าควรจะเป็นอย่างไร การผลิตรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและมีความยั่งยืน ชาญฉลาดและสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและขับเคลื่อนได้แบบดิจิทัล รถยนต์จะสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวของมันเองในโหมดขับขี่อัตโนมัติเพื่อนำผู้โดยสารไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ ซึ่งจะกลายเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยและสะดวกสบาย ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน และราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประเภทของรถยนต์ที่ใช้ในการขนส่ง รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลน้อยลงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประเทศต่างๆ ในยุโรปได้เริ่มกำหนดมาตรฐานการปล่อยก๊าซ CO2 ของรถยนต์ที่เข้มงวดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น EU ได้กำหนดค่าสูงสุดของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์ใน EU ในปี 2012 ไว้ที่ 130 กรัม/กม. ในขณะที่ค่าเฉลี่ยในปัจจุบันคือ 158 กรัม/กม. ข้อกำหนดเช่นนี้มีส่วนผลักดันให้บริษัทรถยนต์ต้องพัฒนารถไฮบริดและรถยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEVs) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนหลัก ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุในยานยนต์และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกำลังของยานยนต์ให้เคลื่อนที่ ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่ายานยนต์ปกติ กำลังที่ผลิตจากเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อัตราเร่งของยานยนต์สูงกว่ายานยนต์ที่มีเครื่องยนต์ลูกสูบขนาดเดียวกัน รวมทั้งยังสามารถนำพลังงานกลที่เหลือหรือไม่ใช้ประโยชน์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บในแบตเตอรี่
2. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาต่อมาจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งภายนอก (Plug-in) ทำให้ยานยนต์สามารถใช้พลังงาน พร้อมกันจาก 2 แหล่ง จึงสามารถวิ่งในระยะทางและความเร็วที่เพิ่มขึ้นด้วยพลังงานจากไฟฟ้าโดยตรง ยานยนต์ไฟฟ้า แบบ PHEV มีการออกแบบอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Extended range EV (EREV) และแบบ Blended PHEV โดย แบบ EREV จะเน้นการทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักก่อน แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า ดังนั้น ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ EREV สามารถวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวมากกว่าแบบ Blended PHEV

3. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่งของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ดีในปัจจุบันบริษัทรถยนต์ได้มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ขึ้น ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทำให้เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีความเป็นไปได้มากขึ้น
4. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีข้อดีหลายๆ ประการ ข้อดีที่สำคัญที่สุดคือ ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าสูงถึง 60% และความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงจึงเป็นเทคโนโลยีที่บริษัทรถยนต์เชื่อว่าเป็นคำตอบที่แท้จริงของพลังงานสะอาดในอนาคต อย่างไรก็ดียังมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เกี่ยวกับการคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษามารวบรวมเพื่อนำไปสู่แนวทางการวางแผนสำหรับการทำธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ ผู้บริหารบริษัทในกลุ่มผู้ผลิตรถยนต์ ผู้บริหารในกลุ่มผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยานยนต์ และผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้รถยนต์ ซึ่งมีอายุการทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์มากกว่า 10 ปี มีระยะเวลาในการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2562

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงแนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2. เพื่อเป็นแนวทางการวางกลยุทธ์สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมยานยนต์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

Foresight การมองภาพอนาคต เป็นกระบวนการคาดการณ์ภาพอนาคตร่วมกันของคนหลากหลายกลุ่ม ที่มีความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน โดยร่วมพิจารณาความเป็นไปได้ถึงสิ่งที่จะเกิด และไม่เกิดขึ้นในอนาคต

Scenario เป็นวิธีหนึ่งของการมองอนาคต สถานการณ์นั้นสร้างขึ้นมาโดยอาศัยโครงเรื่อง (plot) ที่มาจากแนวโน้ม (trends) ที่เห็นอยู่ในปัจจุบันและความไม่แน่นอน (uncertainties) ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต สถานการณ์จึงมีได้หลายสถานการณ์ขึ้นอยู่กับชุดแนวโน้มและความไม่แน่นอนที่เลือกมาประกอบกัน

ยานยนต์ไฟฟ้า คือรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานไฟฟ้าจะเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรือ อุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานขับเคลื่อนทางกลโดยใช้กลไกของแม่เหล็กไฟฟ้า

แบตเตอรี่ อุปกรณ์ที่ใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้าในการเก็บพลังงาน

รถยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง self-driving cars

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์” มุ่งเน้นศึกษาเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการวิจัยบนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีบนพื้นฐาน การมองอนาคต (Foresight) โดยในการวิจัยนี้ได้มีการนำแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

MEGA TREND ยานยนต์ยุคใหม่แห่งอนาคตจากข้อมูลของ International Council on Clean Transportation พบว่าแนวโน้มยานยนต์ยุคใหม่แห่งอนาคตในระดับโลกโดยสรุปมี 2 กระแสหลัก ดังนี้

MEGA TREND I: ยานยนต์ยุคใหม่แห่งอนาคตจะต้องประหยัดพลังงานมากขึ้น และปล่อยมลภาวะลดลง เห็นได้ชัดเจนจากแนวโน้มการใช้มาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงานที่มีความเข้มงวดมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยมาตรการที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไปคือมาตรการ CAFE (Corporate Average Fuel Efficiency) ซึ่งเป็นเกณฑ์สำหรับควบคุมการนำเข้ารถยนต์โดยดูจากค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์จากบริษัทรถยนต์แต่ละราย จากสถิติที่ผ่านมาพบว่าแต่ละประเทศได้กำหนดค่ามาตรการ CAFE สูงขึ้นทุกปี และมีข้อมูลบ่งชี้ว่าในปี 2020-2050 หลายประเทศได้กำหนดค่ามาตรการ CAFE สูงขึ้นไปอีก ทั้งนี้ มีแนวโน้มว่าจะมีการใช้มาตรการ CAFE อย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะในตลาดส่งออกรถยนต์ของไทย ซึ่งหากประเทศไทยยังไม่มีการปรับตัวที่ถูกต้องและเหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไทยในปัจจุบันอย่างแน่นอน ตัวอย่างกรณีอื้อฉาวของค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่ หลายรายซึ่งประสบปัญหาในการปฏิบัติตามมาตรฐานเรื่องสิ่งแวดล้อม เช่น บริษัท VOLKSWAGEN ยอมรับว่าบิดเบือนผลการทดสอบการปล่อยมลภาวะในรถยนต์ดีเซลบางรุ่นตั้งแต่ปี 2009 หรือบริษัท MITSUBISHI ได้รายงานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของรถยนต์ที่สูงกว่าความเป็นจริงเป็นเวลายาวนานกว่า 10 ปี ดังนั้นคุณสมบัติของยานยนต์ที่จะผลิตในอนาคตจะต้องลดการปล่อยไอเสียลง ซึ่งทำได้โดยการพัฒนา

เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นหรือเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนแทน

MEGA TREND II : ซอฟต์แวร์และเซ็นเซอร์จะเป็นชิ้นส่วนใหม่ในทุกเทคโนโลยีการขับเคลื่อนนอกเหนือจากประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว แนวโน้มหลักสำคัญอีกประการของยานยนต์ยุคใหม่คือ ยานยนต์ที่มีการพัฒนาจนเป็นยานยนต์ที่เชื่อมต่อและสามารถสนับสนุนการขับให้มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งชิ้นส่วนที่จะมีบทบาทสำคัญในการช่วยเชื่อมต่อและสนับสนุนการขับดังกล่าวก็คือซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ พบว่า กว่าร้อยละ 90 ของนวัตกรรมด้านยานยนต์และชิ้นส่วนในปี 2012 เกี่ยวข้องกับ information technology (IT) ซอฟต์แวร์ และอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้าน active safety และ infotainment ดังนั้น จึงมีความชัดเจนว่า ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นมูลค่าเพิ่มใหม่ในการผลิตรถยนต์

2.1.1 ความหมายของการคาดการณ์อนาคต

การมองอนาคต เกี่ยวข้องกับความพยายามอย่างเป็นระบบในการมองไปสู่อนาคตของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม เศรษฐกิจ และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติเหล่านี้ เพื่อที่จะกระตุ้นให้เกิดผลประโยชน์ต่อสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการคาดการณ์แตกต่างจากการทำนาย

ตารางที่ 2 . 1 ความแตกต่างของการมองอนาคต

การคาดการณ์	การทำนาย
ยอมรับความไม่แน่นอน	เน้นความแน่นอน
ทำความเสี่ยงให้ชัดเจน	ปิดบังความเสี่ยง
มีอนาคตได้หลากหลาย	มีเพียงอนาคตเดียว

ความหมายของการคาดการณ์ มีคำสำคัญคือ “การคาดการณ์” และ “อนาคต” ซึ่งคาว่า “อนาคต” บ่งบอกถึงสภาวะที่ยังไม่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ส่วนคำว่า “การคาดการณ์” เป็นคำที่เกิดจากคำ 2 คำ คือ “การ” และ “คาดการณ์” อันมีความหมายตามที่พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 (ราชบัณฑิตยสถาน 2556: 116, 255) ได้อธิบายไว้ดังนี้

“การ” เป็นคำนาม หมายถึง งาน สิ่งหรือเรื่องที่ทำ เมื่ออยู่หน้าคำกริยาจะเป็นการทำคำกริยาให้เป็นคำนาม ส่วน “คาดการณ์” เป็นคำกริยา หมายถึง นึกคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้า ซึ่งคำว่า “เหตุการณ์” นั้น ราชบัณฑิตยสถาน (2556: 1343) ได้อธิบายว่า มีความหมายถึงเรื่องที่เกิดขึ้น

หากพิจารณาจากความหมายของแต่ละคำที่มาประกอบกันคือ คำ “คาด” และ “การณ์” ที่ราชบัณฑิตยสถาน (2556: 255, 118) ได้อธิบายไว้ว่า “คาด” เป็นคำกริยา หมายถึง นึกไว้ หมายไว้ มักใช้คู่กับคาว่า คะเน หรือหมาย เป็นคาดคะเน คาดหมาย ส่วน“การณ์” เป็นคำนาม หมายถึง เหตุ เค้า มูล โดยที่คำว่า “เค้า” หมายถึง สิ่งที่เป็นเครื่องกำหนดหมายบอกให้รู้ และคำว่า “เค้ามูล” หมายถึง เหตุเดิม (ราชบัณฑิตยสถาน 2556: 274) คำเหล่านี้จึงมีนัยอันหมายถึงสิ่งที่เป็นจุดเริ่มต้นของเรื่องที่จะเกิดขึ้นตามมา

ดังนั้น เมื่อรวมความหมายของคาทั้งหมดเข้าด้วยกัน “การคาดการณ์” จึงมีความหมายเกี่ยวกับการทำนาย หรือคาดคะเนสภาพของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่ยังมิได้เกิดขึ้น โดยอาศัยเค้าเงื่อนจากสิ่งที่บอกเหตุให้รู้ ซึ่งแสดงว่าการคาดการณ์มิได้เป็นการนึกคิดภาพอนาคตเองอย่างเลื่อนลอย แต่เป็นการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจากเบาะแสต่างๆ ที่บ่งชี้ว่าภาพอนาคตน่าจะเป็นเช่นนั้น

ในภาษาอังกฤษ มีคำว่า foresight ที่ Agnes, Michael (2010: 554) อธิบายไว้ 3 ความหมาย โดยความหมายที่ 3 มีนิยามที่ใกล้เคียงกับการคาดการณ์อนาคตมากที่สุด คือ thoughtful regard or provision for the future ซึ่งหมายถึงการพินิจพิเคราะห์หรือการมีวิสัยทัศน์เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

การสร้างภาพอนาคตเป็นการเขียนเรื่องราว (Story) เกี่ยวกับโลกอนาคตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้หรือมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น (Plausible) โดยผสมผสานความจริงร่วมกับจินตนาการเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ๆ ที่มีเค้าโครงเรื่อง (Plot) มาจากแนวโน้ม (Trends) ของเหตุการณ์ในปัจจุบันและความไม่แน่นอน (Uncertainties) ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งจะส่งผลให้ภาพอนาคตเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจึงสามารถเกิดผลลัพธ์ขึ้นได้หลายภาพอนาคต ขึ้นอยู่กับชุดของแนวโน้มและความไม่แน่นอนที่เลือกมาประกอบการวิเคราะห์

ภาพอนาคตจึงไม่ใช่เหตุการณ์ที่คาดหวังตามความรู้สึกว่าจะเกิดขึ้น (Expected) หรืออยากให้เกิดขึ้น (Preferred) รวมถึงไม่ใช่การคาดการณ์อนาคต (Forecast) จากแนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Extrapolation) แต่เป็นชุดของภาพ (Images) จากการมองอนาคต (Foresight) หรือทางเลือก (Alternatives) ที่อธิบายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่อยู่ในความสนใจ และมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตภายใต้ความไม่แน่นอนต่างๆ ในลักษณะของลำดับและความสัมพันธ์ของชุดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นมากกว่าระยะเวลาที่เหตุการณ์หนึ่งๆ จะเกิดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจง (Gallopı´n etal., 1997; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Coordination Centre for Community-based Research, 2012)

ภาพอนาคตแต่ละภาพจะเป็นการดำเนินเรื่องเล่าที่ไม่มีการขัดแย้งภายใน และประกอบด้วยทั้งเหตุการณ์ที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้น (Damrongchai et al., 2008; Knowledge Network Institute of Thailand, 2010) จึงทำให้ภาพอนาคตแตกต่างจากวิสัยทัศน์ซึ่งเป็นภาพอนาคตที่คาดหวังจะให้เป็น และยังแตกต่างจากการทำนายสถานการณ์จำลองด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Modeling and Simulation) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ประมวลผลค่าของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ จนได้ผลลัพธ์เพียงภาพเดียว (Thailand Environment Institute, 2012) แต่เป็นเรื่องราวที่อาจนำไปสู่การจัดทำกลยุทธ์ที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และนำไปสู่นโยบายเพื่อที่จะนำไปลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างอนาคตที่พึงปรารถนาขึ้นได้จริง (Damrongchai et al., 2008)

2.1.2 วิธีและกระบวนการคาดการณ์อนาคต

วิธีคาดการณ์อนาคต วิธีการแบ่งที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายคือ การแบ่งด้วยลักษณะเฉพาะของการนำวิธีการนั้น ๆ ไปใช้ ได้แก่

2.1.2.1 เทคนิคการคาดการณ์สภาพแวดล้อมในอนาคตด้วยรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ

การคาดการณ์สภาพแวดล้อมในอนาคตด้วยรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ มีพื้นฐานมาจากตัวแบบ (Models) ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นหนักไปในการคำนวณตัวเลขและสมการต่างๆ ผลลัพธ์จึงมีความเป็นปรนัยสูง เนื่องจากเทคนิคการฉายภาพและเทคนิคการพยากรณ์ต่างใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งผู้วิเคราะห์ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์มากพอควร ประกอบกับวิธีการเหล่านี้มีรายละเอียดมาก

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time-series analysis) เป็นการศึกษาที่ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เพื่อนำมาพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต โดย ไฮน์ดแมน และ อธานาโซเพาลอส (Hyndman and Athanasopoulos, 2012) กู๊ดแมน (2011: 5) และ ลินเดก (Lindeke, 2014) อธิบายว่ามีวิธีการที่นิยมนำมาใช้ คือ

1.1.1 การหาค่าเฉลี่ย ซึ่งมีพื้นฐานแนวคิดว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตทุกค่าในแต่ละช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน เท่ากับค่าการทำนายอนาคต เมื่อกำหนดให้ข้อมูลจากอดีตในแต่ละช่วงเวลาเป็น y1 + …. + yr สมการของการทำนายจะเป็นดังนี้

$$\hat{Y}T + h\ T = Y = (y1 + \ldots. + yT)/T$$

เมื่อ $\hat{Y}_{T+h\ T}$ เป็นการเขียนอย่างย่อสำหรับการประมาณค่าอนาคตของ YT + hที่มีฐานมาจากข้อมูล y1, ……, yT เมื่อ

T แทนอนุกรมเวลา (time series)

และ h แทนขอบเขตของการทำนาย (forecast horizon)

วิธีการนี้สามารถใช้ได้กับข้อมูลภาคตัดขวาง (cross-sectional data) เมื่อต้องการทำนายค่าที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของข้อมูลนั้น ดังนั้น ค่าที่ทำนายได้ (ซึ่งไม่ใช่ค่าที่สังเกต) จึงเป็นค่าเฉลี่ยของค่าต่างๆ ที่ผ่านการสังเกต

การใช้ค่าที่ได้จากการสังเกตครั้งสุดท้ายเป็นการทำนายอนาคต วิธีนี้เรียกว่า Naïve method ซึ่งมีแนวคิดง่ายๆ ว่าการทำนายอนาคตทุกค่า (YT) จะถูกตั้งให้เป็นค่าที่ได้จากการสังเกตครั้งสุดท้าย วิธีนี้ใช้กันแพร่หลายในการพยากรณ์ทางเศรษฐกิจและการเงิน

การใช้ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันของรอบปีเป็นการทำนายค่าอนาคต วิธีนี้เรียกว่า Seasonal Naïve method หรือ Seasonal Indexes โดยมีแนวคิดว่าค่าของการทำนายอนาคตเท่ากับค่าที่ปรับแล้วของข้อมูลจากการสังเกตในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี เช่น ในไตรมาสเดียวกันกับปีก่อน โดยทั่วไปสูตรการทำนายอนาคต (T+h) จะเขียนเป็นสมการดังนี้

$$T+h = YT + + h - km$$

เมื่อ m คือ ช่วงเวลา

h คือ ขอบเขตของการทำนาย และ

$$k = [(h - 1)/ m] + 1$$

การใช้ค่าความแปรปรวนของข้อมูลในอดีตมาทำนายค่าอนาคต วิธีนี้เรียกว่า Drift method โดยมีแนวคิดว่าค่าการทำนายอนาคตอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามเวลาที่เปลี่ยนไป เมื่อความแปรปรวนของข้อมูลในอดีตถูกทำให้เป็นค่าเฉลี่ย

การประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด (least-squares regression estimation) เป็นเทคนิคการทำนายแนวโน้มอนาคตโดยใช้สมการถดถอยเพื่อประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดที่เหมาะสมกับข้อมูลเส้นตรงมาเป็นค่าของอนาคต จากการสังเกตและเก็บข้อมูลหลายครั้งโดยมีตัวแบบคือ

$$Dt = a + bt + \Sigma t$$

เมื่อ t คือเวลาในแกนตั้งมีค่าเป็นระดับ 1, 2, 3,……., i

a แทนค่า ณ จุดที่เส้นตรงตัดกับแกนนอน

b แทนค่าของเส้นที่แสดงแนวโน้มของอนาคต Dt ณ จุดที่ทำนาย

ดังนั้น การประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุด สำหรับ a และ b จึงสามารถคำนวณได้จากข้อมูลจำนวนครั้งที่สังเกต โดยอาศัยการวิเคราะห์การถดถอย

2.1.2.2 เทคนิคการคาดการณ์สภาพแวดล้อมในอนาคตด้วยรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ

การคาดการณ์สภาพแวดล้อมในอนาคตด้วยรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ มีพื้นฐานมาจากการตัดสินใจ ความคิดเห็น การหยั่งรู้ ความรู้สึก หรือประสบการณ์ส่วนตน ซึ่งมีความเป็นอัตนัยโดยธรรมชาติ วิธีการวิเคราะห์จึงมิได้อาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างเข้มงวด แต่อาจมีการแจงนับความถี่หรือคำนวณค่าร้อยละได้บ้าง ในที่นี้จะเสนอวิธีการที่นิยมใช้และสามารถดำเนินการได้ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ได้แก่

เดลไฟเทคนิค (Delphi technique) เป็นวิธีการในการรวบรวมความเห็นพ้องร่วมกันของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (Goodman, 2011: 3) วิธีการนี้พัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยของบรรษัทแรนด์ (Rand Corporation) คือ โอลาฟ เฮลเมอร์ และนอร์แมน ดอลคีย์ (Olaf Helmer and Norman Dalky) ในปี ค.ศ. 1948 เพื่อใช้สำหรับการทำนายอนาคตด้านเทคโนโลยีทางการทหารของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยชื่อเดลไฟนั้น เป็นชื่อของเมืองหนึ่งในประเทศกรีกที่มีวิหารอพอลโลตั้งอยู่ วิหารนี้เป็นสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ที่ผู้แสวงโชคมักจะดั้นด้นมาเพื่อขอคำทำนายเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ ในอนาคต นักวิจัยของบรรษัทแรนด์จึงนำมาตั้งเป็นชื่อของเทคนิคที่คิดค้นขึ้น ซึ่งต่อมาวิธีการนี้ได้ถูกนำมาใช้ศึกษาแนวโน้มของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการสาธารณสุข แนวคิดหลักของวิธีการนี้คือกระบวนการรวบรวมความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ต่างสถานที่กันในขณะให้ความเห็น ทำให้สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และไม่ถูกชี้นำโดยความคิดเห็นของใครคนใดคนหนึ่ง ความเห็นที่ได้จากการสำรวจจะนำไปใช้ในการถามซ้ำเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทบทวนคำตอบของตนโดยพิจารณาคำตอบของผู้เชี่ยวชาญท่านอื่น (สุรชัย สถิตคุณารัตน์ 2010)

หลักการพื้นฐานของเดลไฟเทคนิค มี 5 ประการ คือ (ศุภชัย ยาวะประภาษ 2551: 369-370)

1. ความเป็นนิรนาม (anonymity) ผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับเชิญให้แสดงความเห็น จะต้องได้รับการปกปิดชื่ออย่างมิดชิด ไม่ให้ทราบว่ามีใครร่วมอยู่ในกลุ่ม และไม่เปิดโอกาสให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้พบปะกัน ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นได้โดยอิสระ

2. การกระทำซ้ำ (iteration) ผู้เชี่ยวชาญจะต้องให้ความเห็นซ้ำในเรื่องเดิม เนื่องจากอาจมีการเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มขึ้นและปรับเปลี่ยนความเห็นได้เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ผู้ดำเนินการจะรวบรวมความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรอบแรกทุกคน และส่งกลับไปสู่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอีกครั้ง

หนึ่งเพื่อเป็นการเสนอข้อมูลเพิ่มเติม ผู้เชี่ยวชาญสามารถปรับเปลี่ยนความเห็นของตนได้ การกระทำซ้ำนี้โดยทั่วไปมักทำประมาณ 3 ครั้ง

3. การควบคุมการป้อนกลับของข้อมูล (controlled feedback) ข้อมูลที่ป้อนกลับสู่ผู้เชี่ยวชาญจะต้องเป็นข้อมูลในภาพรวมที่ไม่ระบุว่าส่วนใดเป็นความเห็นของใคร เพื่อให้ข้อมูลที่ป้อนกลับมีความเป็นกลาง และเพื่อป้องกันมิให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้รับอิทธิพลทางความคิดจากผู้เชี่ยวชาญท่านอื่น

4. การวิเคราะห์ความเห็นโดยใช้วิธีการทางสถิติ (statistical group response) การทำให้ข้อมูลที่ป้อนกลับมีความเป็นกลางทำได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ ซึ่งมักนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยมัธยฐาน และวัดการกระจายของข้อมูลด้วยพิสัยระหว่างควอไทล์ ส่วนการแจกแจงความถี่มักแสดงในรูปของกราฟเส้นโค้งและโพลีกอน ซึ่งวิธีการเหล่านี้เน้นการแสดงให้เห็นภาพรวมเป็นสำคัญ

5. ความเห็นพ้องร่วมกันของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert consensus) การดำเนินการของเดลไฟเทคนิคคือการทำให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นพ้องร่วมกันในเรื่องที่แสดงความคิดเห็น

หลักการทั้ง 5 ประการนี้ สามารถจำแนกเป็นขั้นตอนการดำเนินการเพื่อนำเดลไฟเทคนิคไปใช้ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุประเด็นที่ต้องการศึกษาหรือคาดการณ์ให้ชัดเจน โดยการศึกษาสภาพแวดล้อมอย่างรอบคอบและรอบด้าน

ขั้นที่ 2 การเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ผู้ดำเนินการอาจกำหนดเอง หรือกำหนดโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญให้เสนอชื่อคนอื่นๆ วิธีการคือ เลือกผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 3-5 คนก่อน แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเสนอชื่อผู้เชี่ยวชาญคนอื่น เมื่อรวบรวมรายชื่อทั้งหมดได้แล้วก็นำรายชื่อเหล่านั้นมาสุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10-30 คน เพื่อใช้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการขอความเห็นต่อไป ปัญหาคือบางเรื่องมีผู้รู้อย่างแท้จริงเพียงไม่กี่คน แต่บางเรื่องอาจมีผู้เชี่ยวชาญอยู่มากมาย ดังนั้นจึงไม่ควรกำหนดจำนวนที่แน่นอนเอาไว้ก่อนล่วงหน้า

ขั้นที่ 3 การสร้างแบบสอบถามรอบแรก จำนวนแบบสอบถามจะขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่ทำการสอบถาม และไม่สามารถสร้างแบบสอบถามทั้งหมดได้ในคราวเดียว เนื่องจากแบบสอบถามรอบถัดไปต้องรอผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบสอบถามรอบก่อนหน้า ดังนั้นผู้ดำเนินการจะต้องสร้างแบบสอบถามรอบแรกก่อน เมื่อได้รับคำตอบแล้วจึงจะร่างแบบสอบถามรอบต่อไปได้ การเขียนข้อคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลตรงตามที่ต้องการนั้น ผู้ดำเนินการต้องมีทักษะในการตั้งคำถามและมีความรอบรู้ในเรื่องที่จะคาดการณ์เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามรอบแรก หลังจากได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จะต้องนำคำตอบมาวิเคราะห์โดยวิธีการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและการวัดการกระจาย นิยมใช้ค่ามัธยฐาน (median) และพิสัย (range) ผลที่ได้จะเป็นภาพรวมความเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นในแบบสอบถามรอบถัดไป

ขั้นที่ 5 การสร้างแบบสอบถามสำหรับรอบถัดไป ซึ่งจะเป็นไปตามหลักการข้อที่ 2 คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญได้สำรวจและทบทวนความเห็นของตนภายหลังจากทราบความเห็นในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญคนอื่นแล้ว ผู้ดำเนินการจะต้องสร้างแบบสอบถามใหม่ตามประเด็นที่ค้นพบจากการวิเคราะห์ และแนบแบบสอบถามไปพร้อมกับผลการวิเคราะห์ในรอบก่อนหน้า โดยทั่วไปการส่งแบบสอบถามจะกระทำ 3 ครั้ง แต่บางเรื่องบางประเด็นอาจจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญทบทวนความเห็นมากครั้งกว่านั้นได้

การสำรวจด้วยเดลไฟเทคนิคเหมาะสมกับการพยากรณ์หรือมองอนาคตในกรณีที่เรื่องดังกล่าวยังไม่ค่อยมีผู้ศึกษาหรือยังไม่ค่อยมีข้อมูล ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งสามารถเสนอความคิดเห็นได้โดยอิสระ อย่างไรก็ดี วิธีการนี้มีจุดอ่อนเกี่ยวกับการกระตุ้นให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญกระตือรือร้นที่จะตอบแบบสอบถามซ้ำหลายๆ ครั้ง รวมถึงต้องใช้ทรัพยากรและเวลามากในการดำเนินการ

การเขียนภาพอนาคต (Scenario technique) เป็นวิธีการที่นิยมใช้เพื่อการคาดการณ์อนาคตระยะยาว โดยเน้นการพิจารณาสถานการณ์จริงในปัจจุบัน แล้วตั้งข้อสมมติฐานถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ในอนาคต (possible) มิใช่เรื่องที่คาดว่าน่าจะเป็น (expected) หรือเรื่องที่ควรจะเป็น (preferred) แล้วจึงเขียนภาพอนาคตด้วยการเล่าเรื่อง จากการพิจารณาและวิเคราะห์สมมติฐานต่างๆ นี้จะช่วยให้ผู้วิเคราะห์มีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของแรงผลักหรือปัจจัยต่างๆ ที่นำไปสู่ภาพอนาคตซึ่งอาจมีได้หลายภาพหรือหลายทางเลือก ศุภชัย ยาวะประภาษ (2551: 355) ระบุว่าผู้วิเคราะห์จะต้องประเมินความสมเหตุสมผลของข้อสมมติฐานเหล่านี้เพื่อตัดสินใจว่าภาพอนาคตภาพใดมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด การตัดสินใจเลือกภาพอนาคตภาพใดภาพหนึ่ง จะมีผลต่อการเลือกภาพอนาคตภาพต่อไป และผลที่ตามมาคือทำให้เกิดการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับความเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอน (uncertainties) ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงการคุกคามและความเสี่ยงให้กลายเป็นข้อได้เปรียบ

นอกจากนี้ ในการเขียนภาพอนาคตนั้น สุรชัย สถิตคุณารัตน์ (2010) ยังได้อธิบายว่าจะต้องมีการศึกษาแนวโน้ม (Trends) ที่เป็นทิศทางของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ต่อเนื่อง และแรงผลัก (Drivers) ซึ่งเป็นปัจจัยผลักดันที่มีผลต่ออนาคตทั้งด้านลบและด้านบวก ปฏิสัมพันธ์ของ

แนวโน้มและแรงผลักเป็นกลไกสำคัญที่ผู้คาดการณ์ใช้ในการเขียนภาพอนาคต นอกจากนี้ ศุภชัย ยาวะประภาษ (2551: 357) ยังระบุว่าปัจจัยสำคัญในการเขียนภาพอนาคตอีกปัจจัยหนึ่งคือความสามารถในการสร้างจินตนาการของผู้เขียนภาพอนาคต และความถูกต้องแม่นยำของการวิเคราะห์ภาพอนาคตขึ้นอยู่กับความถูกต้องสมเหตุสมผลของข้อสมมติฐานเป็นสำคัญ

ขั้นตอนการเขียนภาพอนาคต(Scenario Building)

1. กำหนดขอบเขตของภาพอนาคต ว่าจะเป็นการสร้างภาพอนาคตในระดับโลก ภูมิภาค ประเทศหรือองค์กร และจะมองอนาคตในระยะกี่ปี หรือจะเจาะเฉพาะประเด็นใด

2. ระบุแนวโน้ม (Trends) ที่เป็นแรงผลักดัน (Driving forces) ของประเด็นที่กำลังพิจารณาอยู่ ในด้านสังคม (Social) เทคโนโลยี (Technology) เศรษฐกิจ (Economics) สิ่งแวดล้อม (Environment) และการเมือง (Politics) หรือใช้ชื่อย่อว่า STEEP

3. ระบุความไม่แน่นอน (Uncertainties) ของปัจจัยหรือเหตุการณ์ที่ไม่แน่ใจว่าจะเกิดหรือไม่เกิดในอนาคต อาจเป็นปัจจัยด้านบวกหรือลบก็ได้

4. กำหนดประเด็นหลัก (Scenario logics) ของโครงเรื่องภาพอนาคต

5. เขียนภาพอนาคตในลักษณะเรื่องเล่า (Narrative) เหตุการณ์ในอนาคต

6. เชื่อมโยงภาพอนาคตกับการวางแผนเชิงกลยุทธ์โดยพิจารณาเหตุปัจจัยทุกอย่างได้ครบถ้วน ภายใต้ ทรัพยากรจำกัด เพื่อขยายผลสิ่งที่พึงประสงค์ และป้องกันสิ่งที่ไม่พึงประสงค์มิให้เกิดขึ้น

การสร้างแผนที่นำทางเทคโนโลยี (Technology road-mapping) เป็นวิธีการคาดการณ์อนาคตเพื่อการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสำหรับอนาคต สุรชัย สถิตคุณารัตน์ (2010) อธิบายว่าการสร้างแผนที่นำทางเทคโนโลยีเป็นกระบวนการจัดทำในลักษณะของการมองภาพอนาคตจากระดับบนลงสู่ระดับล่าง (Top-down projection) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. มองภาพรวมของอนาคตที่ต้องการศึกษาว่าจะเปลี่ยนไปในทิศทางใด และจะมีเทคโนโลยีใดที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

2. มองในระดับเทคโนโลยีและงานวิจัยว่าจะต้องมีงานวิจัยในลักษณะใดเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการในอนาคต

3. การประมาณการเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน เช่น นักวิจัย ทุนสนับสนุนการวิจัย อุปกรณ์และสถานที่เพื่อการวิจัยเป็นต้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านเทคโนโลยีต่อไป

การประชุมแบบกลุ่มในนาม (Nominal group technique) เป็นวิธีการประชุมกลุ่มย่อยที่ประกอบด้วยผู้เข้าร่วมกลุ่มประมาณกลุ่มละ 5-9 คนที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องที่เป็นประเด็น

ปัญหา แต่ละกลุ่มจะมีพิธีกรเป็นผู้ดำเนินการประชุมกลุ่มเพื่อรวบรวมข้อมูลและข้อสรุปจากผู้เข้าร่วมกลุ่ม โดยผู้เข้าร่วมกลุ่มไม่ได้รับอนุญาตให้พูดคุยโดยตรงกับผู้เข้าร่วมกลุ่มคนอื่นๆ เพื่อป้องกันมิให้มีการชี้นำความคิด หรือเกิดความได้เปรียบเสียเปรียบในประเด็นที่เสนอให้พิจารณา ดังนั้น การร่วมกลุ่มจึงเป็นกลุ่มแต่เพียงในนามเท่านั้น (Department of Health and Human Services, 2006: กระบวนการประชุมแบบกลุ่มในนามแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างแนวความคิด (Generating Ideas) ผู้ดำเนินการประชุมแจกกระดาษคำตอบให้กลุ่ม และอ่านข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้กลุ่มฟัง ผู้ร่วมกลุ่มแต่ละคนต้องเขียนคำตอบที่เป็นแนวความคิดของตนเป็นวลีหรือข้อความสั้นๆ โดยไม่มีการพูดคุยปรึกษาหารือกับคนในกลุ่ม

2. การบันทึกแนวความคิด (Recording Ideas) ผู้ดำเนินการประชุมนำคำตอบของผู้ร่วมกลุ่มคนหนึ่งเขียนลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ที่ทุกคนในกลุ่มสามารถมองเห็นได้อย่างทั่วถึง แล้วถามผู้ร่วมกลุ่มคนถัดไปว่ามีแนวความคิดเพิ่มเติมหรือไม่ หากมีก็เขียนเพิ่มลงบนกระดาษและดำเนินการถามต่อไปเรื่อยๆ จนบนกระดาษมีแนวความคิดของผู้ร่วมกลุ่มครบทุกคน ทั้งนี้ ในขั้นตอนนี้จะไม่มีการพูดทวนแนวความคิด หรือการอภิปรายโต้ตอบใดๆ

3. การอภิปรายแนวความคิด (Discussing Ideas) ในขั้นตอนนี้ ผู้ดำเนินการประชุมจะเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายแต่ละแนวความคิดโดยตั้งคำถามผู้ร่วมกลุ่มว่ามีข้อคำถามหรือความเห็นเกี่ยวกับแนวความคิดนั้นๆ หรือไม่ โดยเจ้าของแนวความคิดไม่จำเป็นต้องชี้แจงหรืออธิบายแนวความคิดของตน

4. การเลือกแนวความคิด (Voting Ideas) ผู้ดำเนินการประชุมชี้แจงเกณฑ์ให้ผู้เข้าร่วมกลุ่มแต่ละคนลงคะแนนจัดลำดับความสำคัญหรือความเป็นไปได้ 5 ลำดับแรกจากรายการแนวความคิดที่มีอยู่โดยอิสระ และเขียนแนวความคิดที่เลือก 1 ข้อลงในกระดาษ 1 ใบ โดยให้ 5 คะแนนสำหรับแนวความคิดที่มีความสำคัญหรือมีความเป็นไปได้มากที่สุด ส่วนแนวความคิดที่มีความสำคัญหรือมีความเป็นไปได้น้อยที่สุดจะให้ 1 คะแนน ผู้ดำเนินการประชุมจะแจงนับคะแนนของแต่ละแนวความคิดลงบนกระดาษที่เขียนรายการไว้ ทำให้ในขั้นนี้ที่ประชุมจะได้แนวความคิดที่สำคัญที่สุด 5 ลำดับแรกของกลุ่ม

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ค้นหางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงและสนับสนุนผลวิจัย ดังนี้

Giaoutzi, Stratigea et al. (2012) กล่าวว่า ความซับซ้อนและความไม่แน่นอนเป็นประเด็นสำคัญในการสำรวจอนาคต แม้ว่าอนาคตไม่สามารถคาดการณ์ได้ แต่การกระทำบางอย่างสามารถมีอิทธิพลต่ออนาคตในทิศทางที่ต้องการ ในแง่ของนักวางแผนการพัฒนาสิ่งต่างๆเพื่อจัดการกับความซับซ้อนและความไม่แน่นอนเป็นความท้าทายเพื่อให้สิ่งที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถสนับสนุนผู้กำหนดนโยบายในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุผลลัพธ์ในอนาคตที่พึงประสงค์ โดยในงานวิจัยใช้วิธีการ Backcasting เพื่อศึกษาอนาคตในการทำการเกษตรของยุโรปในปี 2020 พบว่า เครื่องมือดังกล่าวสามารถทำให้เห็นถึงโอกาส และความเสี่ยงในภาคการเกษตรที่หลากหลาย และปัจจัยต่างๆเช่น ความใส่ใจในสิ่งแวดล้อม การรีไซเคิล และ การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม เป็นต้น สามารถนำไปใช้ประกอบในการพิจารณาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเรื่องต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมองเห็นถึงผลลัพธ์ที่ประเมินไว้ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี (2558) กล่าวว่า การวางแผนภาพวาดแห่งอนาคตเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้องค์กรบริหารกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยจะมีการพัฒนาแผนแม่บทอุตสาหกรรมทุก 5 ปี แต่ไม่ได้นำเครื่องมือเรื่องการวางแผนแห่งอนาคตมาใช้ ดังนั้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการวางแผนภาพวาดแห่งอนาคตและศึกษาความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือและมุ่งเน้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญ ประโยชน์ การนำการวางแผนภาพวาดแห่งอนาคตไปใช้ในธุรกิจและเพื่อศึกษาความเหมาะสมของการนำเอาเครื่องมือนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยต่อไป ซึ่งผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมชี้ให้เห็นว่าเครื่องมือนี้มีความสำคัญและเหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำวิจัยเพื่อวิเคราะห์และประเมินอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยต่อไปโดยได้ให้ข้อเสนอแนะพร้อมยกตัวอย่างขั้นตอนในการนำเอาการวางแผนภาพวาดแห่งอนาคตไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ได้จริง

รายงานทีดีอาร์ไอ (2560) ยานยนต์และชิ้นส่วนเป็นหนึ่งในสินค้าแชมเปี้ยนของไทยมาโดยตลอดทั้งในด้านการผลิตและการส่งออกแต่แนวโน้มในอนาคตมีความชัดเจนมากขึ้นว่ารถยนต์แบบที่ไทยผลิตอยู่นั้นจะได้รับความนิยมลดลงเรื่อยๆในตลาดโลก อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

ยานยนต์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากเชื้อเพลิงสู่พลังงานไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (BEV) รถยนต์ประเภทไฮบริด (Hybrid) และรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิง (FCV) ภาพรวมทิศทางยานยนต์ในอนาคตของประเทศไทยได้ว่าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับแนวโน้มยานยนต์โลกซึ่งเน้นประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยจะต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดและแข่งขันได้ในตลาดโลก อย่างไรก็ดี ประเทศไทยจะเป็น

แหล่งผลิตแหล่งใช้รถยนต์รุ่นใหม่ได้เมื่อใดจะขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีว่าจะช้าหรือเร็วอย่างไร และเนื่องจากเทคโนโลยียังไม่นิ่ง ดังนั้น นโยบายที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยน่าจะเป็นนโยบายความเป็นกลางทางเทคโนโลยี โดยดำเนินการในลักษณะค่อยเป็นค่อยไปและปรับตัวตามสถานการณ์ โดยภาครัฐจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบายมาตรการ และวิธีการสนับสนุนที่เหมาะสม รวมทั้งชี้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อให้ประเทศไทยทั้งอุตสาหกรรมและผู้ใช้ได้รับประโยชน์จากอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต

วรมน (2552) กล่าวว่าการพัฒนายานยนต์ต้องคำนึงถึงเรื่องมลภาวะเป็นสำคัญรถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้ามี ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน และยังสามารถลดปริมาณ การใช้ก๊าซโซลีน รถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้าขับเคลื่อนโดยพลังงานจากก๊าซโซลีนและไฟฟ้า การแทรกแซงของรถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้าในตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์มีผลกระทบต่อระบบ ไฟฟ้าในงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลจากการแทรกแซงของรถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้า ต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงสูงสุดและช่วงปกติและปริมาณการซื้อรถยนต์ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยวิธีการ ถดถอยแบบเชิงเส้นและแบบไม่เป็นเชิงเส้น ตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์ได้แก่สภาพอากาศ ประชากร และเศรษฐกิจ จากการศึกษาพบว่าในปลาย พ.ศ.2568 ซึ่งมีจำนวนรถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้าทั้งสิ้น 890,362 คันปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ในจังหวัดออนตาริโอสูงกว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงสูงสุดประมาณ 7,778 เมกะวัตต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ในจังหวัดออนตาริโอ ประเทศแคนนาดา นั้นเพียงพอต่อการชาร์ตรถยนต์ไฮบริดแบบชาร์ตไฟฟ้าในกรณีศึกษา ดังกล่าวตั้งแต่ พ.ศ. 2553 ถึงพ.ศ. 2568

พีรวัฒน์ และคณะ (2555) ได้วิเคราะห์สถานการณ์จำลองจากการขยายตัวของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า กรณีศึกษาสำหรับภาคขนส่งทางถนนในกรุงเทพมหานคร โดยปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานครเป็นปัญหาสำคัญในการเดินทางในเขตเมือง (Urban travelling) และข้อจำกัดจากระบบสาธารณูปโภคเพื่อการเดินทางสาธารณะด้วยรถยนต์ส่วนตัวจึงเป็นทางเลือกหลักของคนกรุงเทพมหานคร อย่างไรก็ตามจากแนวโน้มราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลและปัญหามลพิษในเขตการจราจรคับคั่ง ส่งผลให้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าได้รับความสนใจด้วยความเป็นเทคโนโลยีสะอาดและมีประสิทธิภาพสำหรับการเดินทางในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้น หากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเกิดการขยายตัวในกรุงเทพมหานคร จากการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง (Scenario analysis) โดยผลกระทบที่ต้องการศึกษาได้แก่ ความเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Electric energy demand) และปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิล ผลการศึกษาพบว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในภาคขนส่งบนท้องถนนได้อย่างมีนัยสำคัญและยังศึกษาพบอีกว่าเทคโนโลยียาน

ยนต์ไฟฟ้าสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 2.2 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบภายในปี 2030 โดยรถยนต์ทั้งสองประเภทที่ได้ศึกษาได้แก่ รถจักรยานยนต์ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ (2555) “การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย” การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงนโยบายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบจากการขยายตัวของเทคโนโลยีดังกล่าวในภาคขนส่งของประเทศไทย โดยเน้นในภาคส่วนของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนบุคคลที่จะเกิดขึ้นกับประเทศไทยใน ปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) โดยวิธีการวิจัยแบ่งออกเป็นสามส่วนดังนี้

ส่วนแรกทำการประเมินภาพรวมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด ตลอดจนนำเสนอแนวทางและทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ พบว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถเติบโตได้ในอนาคตต้องมีระยะทางวิ่งต่อการชาร์จไฟฟ้า 1 ครั้ง ใกล้เคียงกับระยะทางของการเติมเชื้อเพลิงในเทคโนโลยียานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน รวมทั้งมีต้นทุนในการครอบครองยานยนต์ไฟฟ้าไม่แตกต่างกันดังนั้นเทคโนโลยีแบตเตอรี่จะเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญซึ่งราคา ขนาดและน้ำหนัก อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยังเป็นข้อจำกัด

ส่วนที่สองทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวโน้มของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในระดับโลก ภูมิภาค ASEAN และประเทศไทยซึ่งทั้งภาครัฐและเอกชนเห็นตรงกันในเรื่องของการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้ช้าเนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไทย ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่มองเห็นตรงกันว่าผลกระทบต่อผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยจะไม่มากนักในช่วงประมาณ 20 ปีต่อจากนี้ ทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างช้าๆ และการเพิ่มขึ้นจะเห็นได้จากรถเฉพาะกลุ่มเท่านั้น คือ รถยนต์นั่งเป็นหลัก

ส่วนที่สาม ได้ทำการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและระบบการผลิตไฟฟ้า โดยสร้างแบบจำลองทำนายความต้องการพลังงานสำหรับภาคการขนส่งทางถนน เพื่อประเมินความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากรถยนต์ในกลุ่มเป้าหมาย และได้กำหนดสถานการณ์การขยายตัวของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเป็น 3 กรณี คือ กรณีปกติตามความพร้อมของภาคอุตสาหกรรม(Business as Usual-BAU) กรณีบนพื้นฐานที่มีความเป็นไปได้ของประเทศไทยหรือมีความเป็นไปได้จริง (Probable case) และกรณีที่เกินคาดหมายหรือสูงสุด (Extreme case) สามารถสรุปโดยสังเขปได้ว่า ในกรณีที่มีการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุด (Extreme case) พบว่า ความต้องการไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) จะเพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 2.3 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และภาระทางไฟฟ้าสูงสุดที่เพิ่มขึ้นในปี ค.ศ. 2030 คิดเป็นร้อยละ

17.2 เมื่อเทียบกับศักยภาพการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะไม่มีผลกระทบต่อแผนการจัดหาไฟฟ้าของประเทศ

สำหรับในกรณีที่มีความเป็นไปได้จริง (Probable case) พบว่าการส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้สูงสุดถึง 2,090 ktoe หรือคิดเป็นร้อยละ 12.9 ของศักยภาพการประหยัดพลังงานในภาคขนส่งตามแผน EEDP และสามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6.13 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ12.1 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งของประเทศไทยในปี ค.ศ.2008 นอกจากนี้จากการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์และการเงินสามารถสรุปได้ว่าการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2573 จะช่วยให้ประเทศชาติลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้เฉลี่ย 12,893 ล้านบาท/ปี และช่วยลดมลพิษทางอากาศซึ่งคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้เฉลี่ย 67,437 ล้านบาท/ปี

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์ กำหนดระเบียบวิธีการวิจัยและกระบวนการวิจัย Methodology โดยกระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) มีขั้นตอนรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางและระเบียบวิธีวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์ เช่น บทความ รายงานการวิจัย สิทธิบัตร เป็นต้น
2. ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยและการเก็บข้อมูล
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ

3.1 ศึกษาวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์

ศึกษาบทความ งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของยานยนต์ที่มีการใช้งานในปัจจุบัน โดยพิจารณา คุณลักษณะของการใช้งาน รสนิยมของผู้บริโภค สถานภาพทางเศรษฐกิจและลักษณะของสังคม เป็นต้น ศึกษา บทความ งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของยานยนต์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต สืบค้นรวบรวมข้อมูลสิทธิบัตร บทความและงานวิจัย จากฐานข้อมูลทั้งในและต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและลักษณะที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน โดยให้ความสำคัญไปที่อุตสาหกรรมในกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์ ซอฟต์แวร์ยานยนต์ และอุปกรณ์สนับสนุนยานยนต์เป็นหลัก

3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้บริหารบริษัทในกลุ่มผู้ผลิตรถยนต์ ผู้บริหารในกลุ่มผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยานยนต์ และผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้รถยนต์ ซึ่งมีอายุการทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์มากกว่า 10 ปี

การสุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) แบบบังเอิญหรือตามความสะดวก (Convenience Sampling) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญหรือตามความสะดวกเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ขึ้นกับความสะดวกโดยไม่มีหลักเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างจะเป็นใครก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลได้ ข้อดีของการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก คือ สามารถประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณรวมถึงความพยายามในการรวบรวมข้อมูลของผู้วิจัย อย่างไรก็ตามการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกอาจทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เพราะผู้วิจัยต้องการเข้าถึงข้อมูลที่ง่ายแทนที่จะเลือกแบบเจาะจงและสมเหตุสมผล (ประไพพิมพ์ สุธีวสินนนท์ และ ประสพชัย พสุนนท์, 2559) ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างจากผู้บริหารบริษัทในกลุ่มผู้ผลิตรถยนต์ ผู้บริหารในกลุ่มผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยานยนต์ และผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้รถยนต์ ซึ่งมีอายุการทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์มากกว่า 10 ปี จำนวน 6 คน ซึ่งเป็นจำนวนตามที่ต้องการ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล (Interview) โดยเลือกใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) มีการกำหนดคำถามไว้แบบปลายเปิด (Open-Ended Questions) ทำให้คำถามมีความยืดหยุ่นเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลหลากหลายแง่มุม โดยใช้เวลาสัมภาษณ์ประมาณ 30 นาทีต่อคน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

- เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อายุงานหรือประสบการณ์ในอุตสาหกรรมยานยนต์

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับการคาดการณ์อนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์

- จากข้อมูลเทรนด์ของโลก (Mega Trend) ที่เกิดขึ้นท่านคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ไม่สอดคล้องกับเทรนด์ของโลก เพราะเหตุใด
- จากข้อมูลเรื่องปัจจัยเร่งการเปลี่ยนแปลงที่ผู้วิจัยได้อธิบาย ท่านคิดว่าในบริบทของประเทศไทยปัจจัยแต่ละเรื่องจะเกิดขึ้นในระยะเวลาใด เพราะเหตุใด

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับภาพอนาคตที่จะเกิดขึ้นใน ด้านบวก ด้านลบและด้านที่จะเป็นไปได้มากที่สุดในอุตสาหกรรมยานยนต์

- ในระยะสั้น การคาดการณ์อนาคตจะเกิดขึ้นใน ด้านบวก ด้านลบและด้านที่จะเป็นไปได้มากที่สุด (ภายใน 5ปี)
- ในระยะกลาง การคาดการณ์อนาคตจะเกิดขึ้นใน ด้านบวก ด้านลบและด้านที่จะเป็นไปได้มากที่สุด (ภายใน 10ปี)
- ในระยะยาว การคาดการณ์อนาคตจะเกิดขึ้นใน ด้านบวก ด้านลบและด้านที่จะเป็นไปได้มากที่สุด (ภายใน 20ปี)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์จาก Qualitative Data และวิเคราะห์เนื้อหา(Content Analysis) เพื่อจำแนกประเด็นที่ได้ จากการสัมภาษณ์และสรุปความคิดเห็นเพื่อนำเสนอตามจุดประสงค์

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง โดยมีทั้งการบันทึกเสียงหรือในบางกรณีที่ผู้ให้สัมภาษณ์ไม่สะดวกให้พบเพื่อให้ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ผ่านทางโทรศัพท์และจดบันทึกขณะดำเนินการสัมภาษณ์ หรือกรณีที่ผู้ให้สัมภาษณ์ไม่สะดวกให้บันทึกเสียงผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์และจดบันทึกขณะดำเนินการสัมภาษณ์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์รายบุคคล (Interview) จากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) ของข้อความที่ถูกจดบันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างตัวข้อมูลและบริบท โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ (อมาวสี อัมพันศิริรัตน์, 2557)

1. วางแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยและคำถามในการวิจัย

2. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ (Interview) มาบันทึกให้อยู่ในรูปแบบเอกสาร ทำการอ่าน จัดเรียงข้อมูล และเปรียบเทียบข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ค้นหาคำตอบสำคัญของงานวิจัย

3. นำข้อมูลที่ได้ทำการจัดเรียงและเปรียบเทียบ มาจับประเด็นสำคัญสำหรับการตอบคำถามวิจัย หรือประเด็นอื่นเพิ่มเติมที่พบจากการสัมภาษณ์

4. จัดกลุ่มของคำตอบที่มีประเด็นไปในทิศทางเดียวกัน และกำหนดประเด็นหลัก (Theme) เพื่อค้นหาแบบแผน (Pattern) ของข้อมูลในแต่ละประเด็นหรือระหว่างประเด็น พร้อมสร้างคำอธิบาย

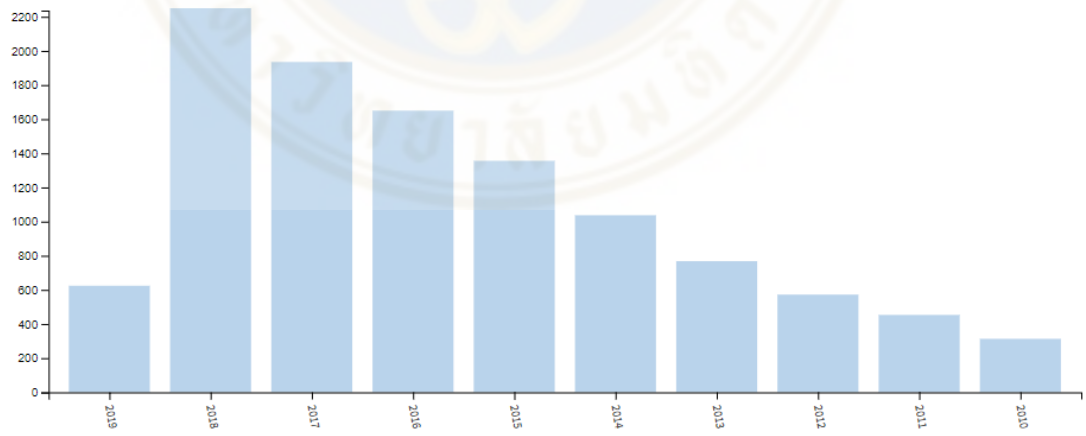
5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มเพื่อหาความพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างตัวข้อมูลและบริบทกับความหมาย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์ ของอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่

การผลิตยานยนต์แบบเดิมเป็นการผลิตตามต้นแบบที่บริษัทรายใหญ่ด้านยานยนต์ของโลกเป็นผู้กำหนดทิศทางของเทคโนโลยี ดังนั้นการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ด้านรูปแบบเอกสารตีพิมพ์ ของอุตสาหกรรมยานยนต์ในช่วงแรกจึงเลือกกลุ่มของแบตเตอรี่ และรถยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตนเองเป็นหลัก ในเบื้องต้นได้สำรวจข้อมูลระดับโลกเกี่ยวกับเอกสารตีพิมพ์ โดยใช้เครื่องมือ คือ ฐานข้อมูล ISI Web of Sciences ของ Clarivate Analytics ในการวิเคราะห์ภาพรวมของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในระดับโลกเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและลักษณะเอกสารตีพิมพ์ ที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน

ผลที่ได้จากการสืบค้นฐานข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562 พบว่า จำนวนเอกสารตีพิมพ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ทั่วโลกมีจำนวน 12,114 ฉบับ ในช่วงระยะเวลา 20 ปี เริ่มตั้งแต่ปี 2542 ถึงวันที่ดำเนินการสืบค้น

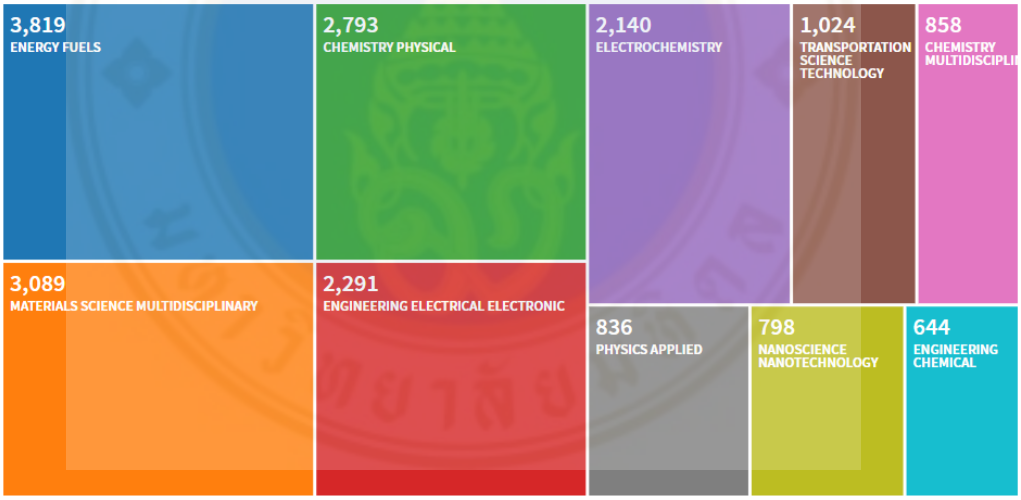


ภาพที่ 4.1 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

Select	Field: Publication Years	Record Count	% of 12,114	Bar Chart
☐	2019	610	5.035 %	
☐	2018	2,236	18.458 %	
☐	2017	1,921	15.858 %	
☐	2016	1,636	13.505 %	
☐	2015	1,342	11.078 %	
☐	2014	1,023	8.445 %	
☐	2013	754	6.224 %	
☐	2012	558	4.606 %	
☐	2011	439	3.624 %	
☐	2010	299	2.468 %	

(11 Publication Years value(s) outside display options.)

ภาพที่ 4.2 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

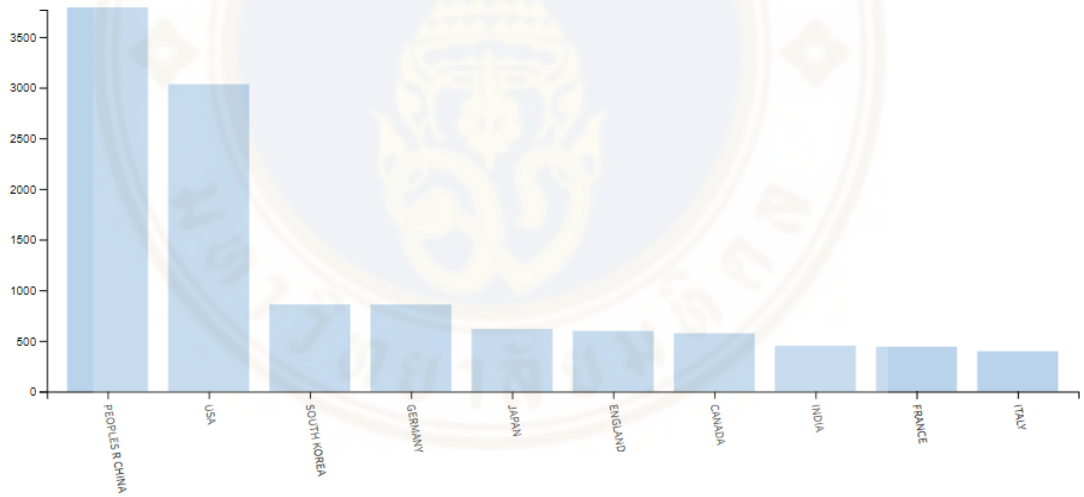


ภาพที่ 4.3 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามหมวดหมู่ตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

Select	Field: Web of Science Categories	Record Count	% of 12,114	Bar Chart
☐	ENERGY FUELS	3,819	31.526 %	
☐	MATERIALS SCIENCE MULTIDISCIPLINARY	3,089	25.499 %	
☐	CHEMISTRY PHYSICAL	2,793	23.056 %	
☐	ENGINEERING ELECTRICAL ELECTRONIC	2,291	18.912 %	
☐	ELECTROCHEMISTRY	2,140	17.666 %	
☐	TRANSPORTATION SCIENCE TECHNOLOGY	1,024	8.453 %	
☐	CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY	858	7.083 %	
☐	PHYSICS APPLIED	836	6.901 %	
☐	NANOSCIENCE NANOTECHNOLOGY	798	6.587 %	
☐	ENGINEERING CHEMICAL	644	5.316 %	

(153 Web of Science Categories value(s) outside display options.)
(9 records(0.074%) do not contain data in the field being analyzed.)

ภาพที่ 4.4 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามหมวดหมู่ตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)



ภาพที่ 4.5 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามภูมิภาคตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

Select	Field: Countries/Regions	Record Count	% of 12,114	Bar Chart
☐	PEOPLES R CHINA	3,768	31.105 %	
☐	USA	3,010	24.847 %	
☐	SOUTH KOREA	836	6.901 %	
☐	GERMANY	835	6.893 %	
☐	JAPAN	594	4.903 %	
☐	ENGLAND	574	4.738 %	
☐	CANADA	551	4.548 %	
☐	INDIA	428	3.533 %	
☐	FRANCE	419	3.459 %	
☐	ITALY	374	3.087 %	

(96 Countries/Regions value(s) outside display options.)
(63 records(0.520%) do not contain data in the field being analyzed.)

ภาพที่ 4.6 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามภูมิภาคตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

จากข้อมูลผลการสืบค้นข้างต้น รูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 แสดงความหนาแน่นและจำนวนเอกสารตีพิมพ์ จำแนกตามอาณาเขตต่างๆ พบว่า ประเทศที่มีจำนวนเอกสารตีพิมพ์สะสมมากที่สุด คือ ประเทศจีน รองลงมาคือ ประเทศสหรัฐอเมริกา ตามด้วยประเทศเกาหลี และประเทศเยอรมนี ตามลำดับ และแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2542

Select	Field: Organizations	Record Count	% of 12,114	Bar Chart
☐	BEIJING INST TECHNOL	516	4.260 %	
☐	TSINGHUA UNIV	388	3.203 %	
☐	CHINESE ACAD SCI	316	2.609 %	
☐	ARGONNE NATL LAB	260	2.146 %	
☐	COLLABORAT INNOVAT CTR ELECT VEHICLES BEIJING	215	1.775 %	
☐	UNIV MICHIGAN	202	1.667 %	
☐	UNIV CALIF BERKELEY	137	1.131 %	
☐	SHANGHAI JIAO TONG UNIV	131	1.081 %	
☐	HARBIN INST TECHNOL	128	1.057 %	
☐	BEIJING JIAOTONG UNIV	119	0.982 %	

(5,785 Organizations value(s) outside display options.)
(67 records(0.553%) do not contain data in the field being analyzed.)

ภาพที่ 4.7 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ ในภาพรวมระดับโลกแบ่งตามองค์กรตั้งแต่ปี 2542 (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

จากข้อมูลผลการสืบค้นข้างต้น รูปที่ 4.7 แสดง จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์สมัยใหม่ จำแนกตามองค์กร พบว่าองค์กรณ์ที่มีจำนวนเอกสารตีพิมพ์สะสมมากที่สุด คือ Beijing Institute of Technology เป็นอันดับ 1 รองลงมาอีกสามอันดับเป็นองค์กรของจีนและใน 10 อันดับแรกมีเพียงเอกสารตีพิมพ์ขององค์กรในจีนและสหรัฐอเมริกาเพียงสองชาติเท่านั้น

Select	Field: Publication Years	Record Count	% of 11	Bar Chart
☐	2018	4	36.364 %	
☐	2017	2	18.182 %	
☐	2016	1	9.091 %	
☐	2012	1	9.091 %	
☐	2010	1	9.091 %	
☐	2004	1	9.091 %	
☐	2000	1	9.091 %	

ภาพที่ 4.8 จำนวนเอกสารตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่ ในประเทศไทย (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2562)

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าไทยได้มีเอกสารตีพิมพ์เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า เพิ่มขึ้นในปี2561 แต่เริ่มมีการอ้างอิงถึงเอกสารตีพิมพ์เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นมากตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 และต่อเนื่องมาจนถึงปี 2561 แต่ถึงอย่างไรก็มีเอกสารตีพิมพ์ออกมาเพียง 11 ฉบับในรอบ 20ปีเท่านั้นเอง

4.1.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาเอกสารตีพิมพ์

จากการวิเคราะห์ผลการสืบค้นข้อมูลพบว่า เทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เป็นการสะท้อนว่าเทคโนโลยีของคนไทยในอุตสาหกรรมนี้ยังมีข้อจำกัด และส่วนมากเป็นการพัฒนาโดยภาคเอกชนและบุคคลธรรมดา การผลิตชิ้นส่วนพลังงานทางเลือก ทางรัฐบาลหรือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ยังไม่มีการส่งเสริมและพัฒนาแบบชัดเจน ประเทศไทยยังขาดการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ ได้แก่ การวิจัยยานยนต์ไฟฟ้า คุณลักษณะยานยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างพื้นฐานในการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า และสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า และการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ต้องใช้เงินลงทุนสูง แต่ในปัจจุบัน รัฐบาลเริ่มให้การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาคเอกชน มหาวิทยาลัย และส่วนงานที่เกี่ยวข้องอย่างเข้มแข็งและต่อเนื่อง

และยังมีการสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ เช่น โครงการ Smart City เพื่อรองรับการใช้งานของรถ Plug-in Hybrid และสถานีอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น

4.2 การสำรวจความคิดเห็นผู้ที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 ข้อมูลเทรนด์ของโลก ประหยัดพลังงานมากขึ้น และปล่อยมลภาวะลดลง

ความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวโน้มของยานยนต์อนาคต

แนวโน้มทิศทางของอุตสาหกรรมรถยนต์ต่อไปในอนาคตนั้น จะมีการคำนึงถึงเกี่ยวกับเรื่องมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือ CO2 เนื่องจากจะมีการใช้อัตราการปลดปล่อย CO2 เป็นค่าอ้างอิงในการจัดเก็บภาษีสรรพสามิต ซึ่งจะประเมินจากการปล่อยจากปลายท่อ (Tank-to-Wheel: TTW) ตัวอย่างที่ผ่านมา เช่น โครงการอีโคคาร์ของรัฐบาลไทย ที่เกิดจากการเชิญผู้ประกอบการรถยนต์เข้ามาพูดคุยและปรึกษากันเกี่ยวกับเรื่องการสนับสนุนรถยนต์ที่ประหยัดพลังงานและลดการปลดปล่อย CO2 ลง ซึ่งรถ Eco-car ก็ถือว่าเป็นรถที่ตอบโจทย์ทางด้านการลด CO2 เป็นอย่างดี นอกจากนั้น มองว่าการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ในอนาคตหลังจากรถ Eco car แล้วคงจะเป็นรถที่มีไฟฟ้าเข้ามาช่วย (Motor assisted or motor driven vehicles) เช่น ในปัจจุบันที่เริ่มจากมีรถ Hybrid เข้ามา แล้วหลังจากนั้นคงเป็น Plug-in Hybrid (PHEV), รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว (BEV) และรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามคงใช้ระยะเวลาอีกนานกว่ารถในกลุ่มหลังๆจะเริ่มแพร่หลาย เพราะเทคโนโลยียังไม่ก้าวหน้าถึงระดับที่สามารถผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ แนวโน้มการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าคงไม่ต่ำกว่า 5 ปีข้างหน้า ยิ่งกว่านั้นคือ ในระดับโลกเองยานยนต์ไฟฟ้าคงเกิดการขยายตัวหลังปี ค.ศ. 2025 ซึ่งประเทศไทยเองคาดว่าคงเกิดขึ้นช้ากว่า โดยภาครัฐมีเป้าหมายในการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริดปลั๊กอิน และรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่รวมทั้งสิ้น 1.2 ล้านคันในปี พ.ศ. 2579

ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์

การขยายตัวของ ยานยนต์ไฟฟ้าน่าจะขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเชื่อมั่นของผู้บริโภค และราคาที่จูงใจมากกว่าเรื่องอัตราภาษี นอกจากนั้นได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบังคับใช้มาตรการทางภาษี โดยปกติเมื่อมีการเสนออัตราภาษีใหม่เข้าสู่ ครม. ให้อนุมัติแล้ว จะมีช่วงระยะเวลาให้ผู้ประกอบการปรับตัว (Lead time) ประมาณ 3 ปี(2563) ผลกระทบจึงจะไม่รุนแรงฉับพลันแต่จะค่อยเป็นค่อยไปในอนาคต หากการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าแพร่หลายมากขึ้น ก็คงส่งผล

กระทบกับผู้ผลิตชิ้นส่วนของไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเนื่องจากรูปแบบรถยนต์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามหลักวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งคงไม่ใช้เพียงแค่ชิ้นส่วนเครื่องยนต์เท่านั้น แต่น่าจะกระทบต่อชิ้นส่วนอื่นๆอีกมากของรถยนต์ด้วย ดังนั้นเมื่อมีการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย คาดว่านอกจากผู้ผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์แล้ว ผู้ผลิตชิ้นส่วนอื่นๆคงจะได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน และต้องมีการปรับตัวกันค่อนข้างมาก แต่ก็ยังไม่ใช่ในอนาคตอันใกล้นี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากไทยยังนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้า และชิ้นส่วนส่วนหนึ่งจากต่างประเทศ และนำเข้าเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้า ปัจจัยดังกล่าวอาจจะเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเช่นกัน

4.2.2 ข้อมูลเทรนด์ของโลก ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์และการเชื่อมต่อ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวโน้มของยานยนต์อนาคต

อุบัติเหตุบนท้องถนนที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อทั้งผู้ขับขี่รถยนต์ ผู้โดยสาร ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ และผู้ที่สัญจรไปมาบนทางเท้ายังคงมีอัตราเพิ่มขึ้น แม้มีมาตรการและความพยายามในการลดอุบัติเหตุ จึงก่อให้เกิดการตื่นตัวในการสร้างระบบการขับขี่ซึ่งสามารถขับขี่ไปโดยไม่ต้องอาศัยคนในการบังคับพวงมาลัยและคันเร่ง (Driverless หรือ self-driving cars) เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ต่าง ๆ มีความเห็นตรงกันว่า รถยนต์ไร้คนขับจะเป็นที่ต้องการของตลาดในระดับโลก หากแบ่งระดับการขับเคลื่อนอัตโนมัติมีหกระดับ โดยตั้งแต่ระดับที่ 3 ขึ้นไปถือว่าเป็นการขับเคลื่อนอัตโนมัติ ในปัจจุบันรถยนต์ส่วนมากในท้องถนนจะอยู่ระดับที่ 1 และ 2 อย่างไรก็ตาม คาดกันว่าระบบขับเคลื่อนกึ่งอัตโนมัติ (semi-autonomous driving system) จะพร้อมใช้ในรถยนต์ที่ออกขายในช่วงปี 2563-2568 และระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (full system)จะเริ่มออกสู่ตลาดรถเชิงพาณิชย์ในปี 2573 เทคโนโลยีของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หลากหลายไม่ว่าจะเป็นเซ็นเซอร์อัจฉริยะ (advance sensor) ซอฟต์แวร์ (software) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การเชื่อมต่อและสื่อสารผ่านอินเตอร์เน็ต (connectivity and communication) และอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย (security) นอกจากนี้ การใช้งานรถในลักษณะ ride-sharing หรือการแบ่งปันการใช้รถ ก็กำลังจะเป็นทางเลือกใหม่ในระบบขนส่ง ทั้งนี้ หากใครยังอยากเป็นเจ้าของรถ รถในโปรแกรมแบ่งปันที่ล้วนเป็นรถยนต์ที่ติดตั้งระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ นอกจากเจ้าของจะใช้งานส่วนตัวแล้ว ยังสามารถให้มันออกไปวิ่งรับจ้างแบบรถแท็กซี่ได้ด้วย ซึ่งภาพที่จะได้เห็นเป็นประจำในอนาคตก็คือ หลังจากที่ตัวรถพาเจ้าของออกไปส่งที่ทำงานจนเรียบร้อย ตัวรถก็จะออกวิ่งรับผู้โดยสารที่เรียกใช้บริการได้ด้วย ความกลัวอาจจะทำให้เป็นไปได้ว่าเหล่ารถยนต์อัตโนมัติเหล่านี้จะเริ่มจากกลุ่มผู้ใช้รถที่ต้องใช้

รถทีละมากๆ เช่น GRAB, KERRY บริษัทรับส่งพัสดุภัณฑ์, ไปรษณีย์, หรือ บริษัทสาธารณูปโภคต่างๆ, เจ้าของเวบไซต์ซื้อขายออนไลน์ เป็นต้น

ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์

อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์กำลังอยู่บนเส้นแบ่งของจุดเปลี่ยน ความหมายก็คือ การผลิตรถยนต์แบบปัจจุบันจะเปลี่ยนไปเป็นรถแบบใหม่ที่จะผลิตเป็นโมดูล คือจะไม่ผลิตเป็นคันๆ แต่จะผลิตเฉพาะส่วนที่เป็นโครงรถกับระบบพื้นฐานที่ช่วยในการขับ จากนั้นผู้ซื้อสามารถนำไปเพิ่มเติมอย่างไรก็ได้ตามใจชอบ ซึ่งรวมทั้งระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ดังนั้นรถยุคใหม่นอกจากจะเป็นรถยนต์พลังงานไฟฟ้าแล้ว ยังจะเป็นรถไร้คนขับ โดยระยะแรกๆ การเปลี่ยนผ่านยุคนั้นจะเกิดขึ้นในหมู่ชุมชนคนเมือง และในหมู่คนอายุน้อย จากการขับขี่อัตโนมัติ และการสื่อสารแบบเรียลไทม์ แบบ IoT จะทำให้ท้องถนนปลอดอุบัติเหต ทั้งยังไม่ต้องมีใบขับขี่ หรือประกันภัยรถยนต์อีกด้วย เหล่านี้อาจจะทำให้องค์กรที่เป็นตัวแทนผู้ใช้รถและควบคุมการใช้รถยนต์ หมดความสำคัญจนถึงขั้นปิดตัวเองลง สถานีบริการน้ำมันจะค่อยๆลดลงและหายไป ปรากฏโฉมของสถานีเติมประจุไฟฟ้าที่จะเป็นสถานที่ขนาดใหญ่ เพราะการเติมประจุไฟฟ้าไปยังแบตเตอรี่ยังคงต้องใช้เวลาอยู่บ้าง ดังนั้นจึงถือโอกาสในช่วงนี้พักผ่อนในสถานี ส่วนอายุใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่มีระบบอัตโนมัติครบถ้วน มีการคาดกันว่า จะต้องสั้นกว่ายานยนต์ที่ใช้น้ำมัน เนื่องจากการใช้แบบแบ่งปันที่กำลังจะกลายเป็นหลัก จะทำให้ตัวรถเองมีผู้ใช้หลากหลายและถูกใช้งานตลอดทั้งวัน อีกทั้งรถยังจะต้องมีการเปลี่ยนอะไหล่และชิ้นส่วนเป็นประจำ การแบ่งปันจะทำให้จำนวนรถยนต์ลดลง ลดพื้นที่การจอดรถลงไปได้อีกมาโดยเฉพาะตามอาคารต่างๆ หรือศูนย์การค้า

4.2.3 ภาพอนาคตในระยะสั้น (5ปี)

คาดการณ์ว่าในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี 2019 ถึงปี 2024 อุปสรรคต่างๆ ที่ส่งผลต่อความต้องการเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้านั้นจะค่อยๆถูกจัดการไป ซึ่งจะทำให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้ามีโอกาสมากยิ่งขึ้น โดยภายในปี 2024 รถยนต์ไฟฟ้าจะพัฒนาขึ้นจนกลายเป็นตลาดที่สำคัญ หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องจะต้องทำงานกันอย่างหนักเพื่อให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้ามีความสามารถในการแข่งขันยิ่งขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อความก้าวหน้าและประสบความสำเร็จ การสนับสนุนและช่วยเหลือของภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในเบื้องต้น ผู้ผลิตและซัพพลายเออร์จะต้องทำให้ราคาของรถยนต์ไฟฟ้าลดลง การพัฒนาประสิทธิภาพแบตเตอรี่ทั้งด้านระยะเวลาในการชาร์จและระยะเวลาใช้งาน การประกาศใช้กฎหมายควบคุมพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เคร่งครัดขึ้นผ่านนโยบายของภาครัฐ เป็นแนวทางหลักที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนทั้งอุปสงค์และอุปทานของรถยนต์ไฟฟ้า

4.2.4 ภาพอนาคตในระยะกลาง (10ปี)

สัดส่วนของยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 20-30 เปอร์เซ็นต์ ผู้ผลิตรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในและผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ไม่สามารถปรับตัวได้จะได้รับผลกระทบเป็นอย่างสูง จะเปิดโอกาสให้มีผู้เล่นหน้าใหม่เข้ามาในธุรกิจโดยเฉพาะบริษัทเทคโนโลยี เนื่องจากการพัฒนาระบบไฟฟ้าของอุตสาหกรรมรถยนต์ ทำให้รถยนต์จำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ใหม่ๆ เช่น แบตเตอรี่มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตที่มีความเชี่ยวชาญเข้ามาในอุตสาหกรรมนอกจากนี้ รถยนต์รุ่นใหม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากขึ้น และระบบต่างๆ ของรถจะทำงานใกล้ชิดกันกว่าเดิม ทำให้ระบบควบคุมรถมีความสำคัญมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ระบบสื่อสารไร้สายและระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติในรถยนต์ยุคใหม่ ทำให้มีความต้องการเซ็นเซอร์อัจฉริยะและอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ ส่งผลให้บริษัทเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาในอุตสาหกรรมรถยนต์มากขึ้น เริ่มมีการใช้งานรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ และความต้องการระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติจะเพิ่มขึ้น เทคโนโลยีที่ล้ำสมัย และการลงทุนมูลค่ามหาศาลด้านเทคโนโลยี

4.2.5 ภาพอนาคตในระยะยาว (20ปี)

ในอีก 20 ปีข้างหน้ารถพลังงานไฟฟ้าจะมีสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 50ของตลาดรถยนต์รวมของไทย โดยกว่าร้อยละ 20 เป็นรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ ส่งผลให้ผู้ประกอบการ SMEs ไทยที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์จำเป็นที่จะต้องเตรียมตัวรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของตลาด และการผลิตรถยนต์ในประเทศของไทย ในอนาคตมีการคาดการณ์ว่าจีนจะเป็นประเทศที่ใช้รถไฟฟ้ามากที่สุดในโลก วันนี้ทั่วโลกมีรถไฟฟ้า 1.2 ล้านคัน แต่ในปี 2583 คาดว่าจะเพิ่มเป็น 65 ล้านคัน ราคาที่ถูกลงของรถยนต์ไฟฟ้าจะทำให้ในปี 2583 รถยนต์ที่ผลิตและส่งออกไปสู่ตลาดจะเป็นรถยนต์ไฟฟ้าถึงครึ่งหนึ่งของสัดส่วนทั้งหมด และในตอนนั้นยุโรปจะเหลือเพียงรถยนต์ไฟฟ้าให้เลือกซื้อเท่านั้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การมองภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์เอกสารตีพิมพ์ และการทำแบบวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ด้วยการสัมภาษณ์แบบ EFR (Ethnographic Futures Research) (Robert B.Textor, 1995) กับกลุ่มตัวอย่าง 6 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในภาคอุตสาหกรรมยานยนต์, เพื่อทราบถึงแนวโน้มยานยนต์ในอนาคตและ เพื่อทราบแนวทางการปรับตัวของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดำเนินธุรกิจในอนาคต

5.1 สรุปผลการศึกษาเอกสารตีพิมพ์

เทคโนโลยีเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระดับโลก โดยเฉพาะที่ประเทศจีน รองลงมาคือ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งในอนาคตจะเป็นผู้นำในด้านรถยนต์สมัยใหม่แทนปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เป็นการสะท้อนว่าเทคโนโลยีของคนไทยในอุตสาหกรรมนี้ยังมีข้อจำกัด และส่วนมากเป็นการพัฒนาโดยภาคเอกชนและบุคคลธรรมดา ประเทศไทยยังขาดการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่ ได้แก่ การวิจัยยานยนต์ไฟฟ้า คุณลักษณะยานยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างพื้นฐานในการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า และสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า ประเมินศักยภาพและความเป็นไปได้ทางด้านเทคโนโลยี และการตลาด ทำการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี หาผู้ประกอบการมาพัฒนาต่อยอดโดยมีระบบการส่งเสริม ได้แก่ การให้คำปรึกษา การให้ความรู้ การสนับสนุนทางด้านการเงิน และหาพันธมิตรด้านการวิจัยและพัฒนาทางด้านยานยนต์ในประเทศต่างๆ ที่มีความเชี่ยวชาญในการผลิตยานยนต์ เพื่อให้ไทยมีเทคโนโลยีที่สามารถรองรับการผลิตรถยนต์สมัยใหม่ทั้งที่เป็นแหล่งผลิตให้ภาคส่วนต่างๆ และสามารถผลิตใช้ได้เอง

5.2 สรุปผลจากการสัมภาษณ์

5.2.1 แนวโน้มของยานยนต์อนาคต

การประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 (United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of Parties 21) เป็นการเจรจาข้อตกลง (Paris Agreement) เกี่ยวกับการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างประเทศสมาชิกจากทั่วโลก จานวน 196 ประเทศ ประเทศไทยซึ่งเป็นสมาชิกได้กำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก ภายในปี 2573 ที่ร้อยละ 20-25 คือ การพยายามลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลงจาก 555 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าให้ได้ 111-139 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าภายในปี 2573 (สิตาวีร์, 2558) ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยมาจากการคมนาคมขนส่งในปี 2548 มีร้อยละ 55.9

การขยายตัวที่ชัดเจนของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยคาดว่าอีกไม่ต่ำกว่า 10 ปี เนื่องจากต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีตามลำดับดังนี้ Hybrid, PHEV, BEV, Fuel Cell ทำให้ต้องใช้เวลาในการพัฒนาค่อนข้างนาน และการนำยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาทำตลาดหรือผลิตในประเทศ ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้อง โครงสร้างราคา และโครงสร้างพื้นฐานสาหรับการชาร์จไฟฟ้า ซึ่งต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยรวมแล้วภาครัฐมีส่วนสำคัญมากที่สุดในการผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต นโยบายที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยน่าจะเป็นนโยบายความเป็นกลางทางเทคโนโลยี โดยดำเนินการในลักษณะค่อยเป็นค่อยไปและปรับตัวตามสถานการณ์ โดยภาครัฐจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบายมาตรการและวิธีการสนับสนุนที่เหมาะสม รวมทั้งชี้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อให้ประเทศไทยทั้งอุตสาหกรรมและผู้ใช้ได้รับประโยชน์จากอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต

5.2.2 ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์

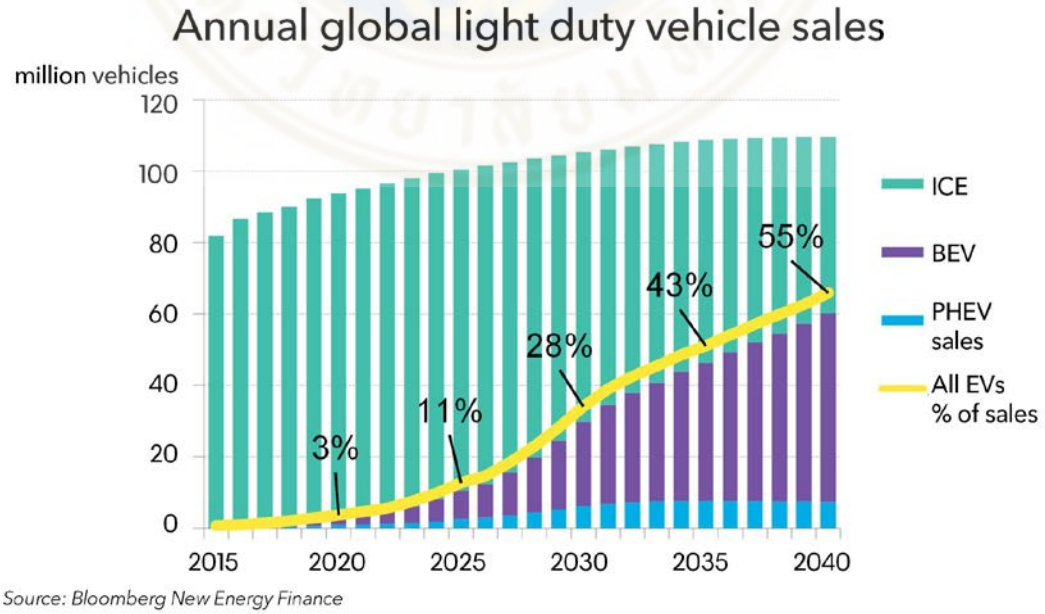
ยานยนต์ในอนาคตมีแนวโน้มเป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติและมีอุปกรณ์เสริมหลากหลาย ส่งผลให้ชิ้นส่วนรถใหม่ๆเช่น ระบบส่งกำลัง ระบบไฟฟ้า แบตเตอรี่และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในอุตสาหกรรม ดังนั้น หากรถยนต์หันมาใช้ระบบไฟฟ้ามากขึ้น คาดว่า 23% ของชิ้นส่วนของรถยนต์เครื่องสันดาปในปัจจุบันจะเลิกใช้หรืออาจจะต้องมีการออกแบบใหม่ นอกจากนี้ รถยนต์รุ่นใหม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากขึ้น และระบบต่างๆ ของรถจะทำงานใกล้ชิดกันกว่าเดิม ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตหน้าใหม่ที่มีความเชี่ยวชาญเข้ามาในอุตสาหกรรมทำให้มีการแข่งขันสูงขึ้น ขบวนการผลิตในอนาคตจำเป็นต้อง

พึ่งพาหุ่นยนต์และระบบการทำงานอัตโนมัติมากขึ้น ดังนั้น อุตสาหกรรมรถยนต์ในอนาคตจะต้องการแรงงานที่ไร้ฝีมือ (Unskilled labor) และแรงงานกึ่งฝีมือ (semi-skilled labor) ลดลง แต่ยังต้องการแรงงานฝีมือ (skilled labor) เช่นเดิม

สำหรับธุรกิจที่เกี่ยวข้องซึ่งคาดว่าจะมีโอกาสเปิดตลาดควบคู่ไปกับการเกิดของรถพลังงานไฟฟ้า คือ สถานีชาร์จไฟฟ้า เนื่องจากเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญหากต้องการให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในวงกว้างต่อไปในอนาคต และยังรวมไปถึง อุปกรณ์ชาร์จไฟฟ้าแบบพกพาเพื่อความสะดวกหากเกิดเหตุพลังงานหมดในที่ที่ไม่มีสถานีชาร์จไฟฟ้า นอกจากนี้ธุรกิจเพื่อการพักผ่อนหรือทำกิจกรรมเพื่อความบันเทิงแบบใช้เวลาไม่นานที่อยู่ภายในสถานีชาร์จไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้รถสามารถมีกิจกรรมทำระหว่างช่วงเวลารอชาร์จไฟฟ้า ยังเป็นอีกประเภทธุรกิจที่มีโอกาสเติบโตได้ดี

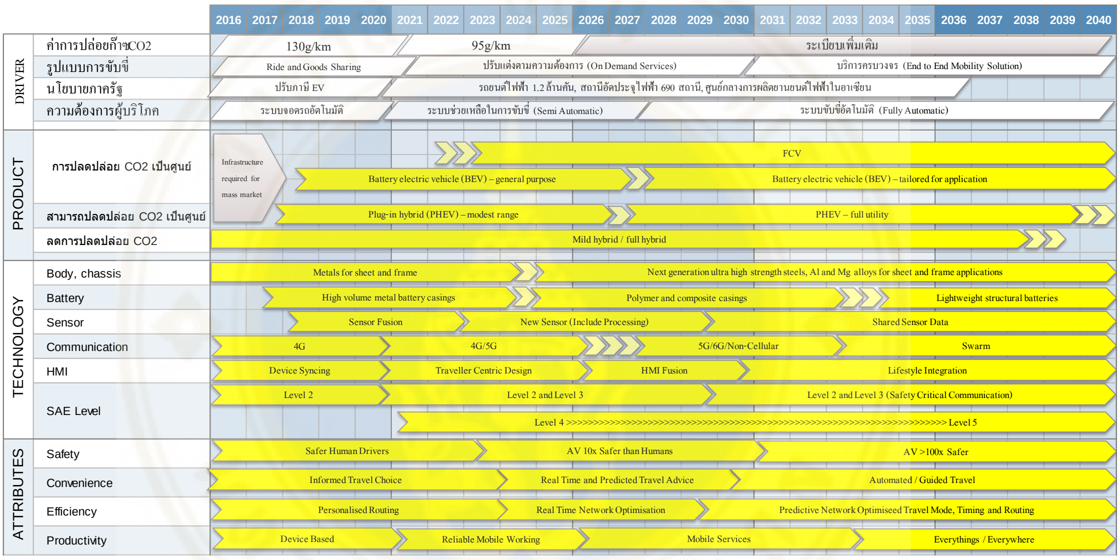
5.2.3 อภิปรายภาพอนาคตยานยนต์

จากแนวโน้มในอนาคตที่โลกจะหันไปใช้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ และรถยนต์ใช้น้ำมันจะค่อยๆ ลดลง ในระยะสั้นและระยะกลางแนวโน้มตลาดยานยนต์ HEVs และPHEVs จะขยายตัวก่อน ตามด้วย ตลาดรถยนต์ BEVs, FCVs ในระยะยาว โดยประเทศที่มีการใช้รถไฟฟ้ามากที่สุดคือ นอร์เวย์ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ญี่ปุ่น และจีน แต่ในอนาคตมีการคาดการณ์ว่าจีนจะเป็นประเทศที่ใช้รถไฟฟ้ามากที่สุดในโลก วันนี้ทั่วโลกมีรถไฟฟ้า 1.2 ล้านคัน แต่ในปี 2583 คาดว่าจะเพิ่มเป็น 65 ล้านคัน



ภาพที่ 5.1 พยากรณ์จำนวนรถที่จำหน่ายได้ในอนาคต

ระบบช่วยเหลือการขับขี่มีหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ระบบเตือนการออกนอกช่องทางเดินรถ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ ระบบเบรกอัตโนมัติ จนถึงรถยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยในช่วงหกปีที่ผ่านมา การขอจดทะเบียนสิทธิบัตรของระบบการขับเคลื่อนอัตโนมัติมีจำนวนกว่า 3,000 ครั้งทั่วโลก คาดว่าในช่วงปี 2558-2568 ความต้องการระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติจะเพิ่มขึ้น 4 เท่า รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ช่วยให้ผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีความบกพร่องทางร่างกายมีอิสระในการเดินทางมากขึ้น ช่วยให้ประหยัดเวลา จากการสำรวจของสำนักสำมะโนประชากรของสหรัฐอเมริกา พบว่า คนขับรถยนต์อัตโนมัติสามารถลดเวลาที่ใช้ในการขับขี่เองได้ถึง 35 นาทีต่อวัน หรือ 9 วันต่อปี และที่สำคัญช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนน จากการสำรวจสาเหตุของอุบัติเหตุในท้องถนนของสหรัฐฯ ในปี 2551 พบว่า 93% ของอุบัติเหตุมาจากความผิดพลาดของมนุษย์



ภาพที่ 5.2 แผนที่นำทางเทคโนโลยีการขับขี่อัตโนมัติ

รถไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีล้ำสมัย จะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ เพราะจะทำให้รูปแบบของธุรกิจที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างเช่น

- ธุรกิจสถานีบริการน้ำมัน จากเดิมที่มีเพียงน้ำมันอย่างเดียว จะมีบริการแท่นชาร์จไฟฟ้าเพิ่มเติมขึ้นมา ห้างสรรพสินค้า หรือ สำนักงานออฟฟิศ ก็สามารถให้บริการแท่นชาร์จไฟฟ้าได้เช่นกัน
- ผังเมือง จะเปลี่ยนไป ถนนจะมีการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงให้เหมาะสม จะทำให้รถชนกันน้อยลง รถไฟฟ้าไร้คนขับ จะทำให้คนย้ายไปอยู่ชานเมืองที่สภาพแวดล้อมดีกว่า จะทำให้ความเจริญขยายออกไปนอกเมือง
- ธุรกิจให้บริการที่จอดรถจะได้รับผลกระทบ เพราะสังคม เช่า แชร์ ใช้รถจะมากขึ้น ทำให้ไม่ต้องสร้างที่จอดรถจำนวนมาก

- ธุรกิจประกันภัยจะหายไปมาก รถไฟฟ้าไร้คนขับ ทำให้เกิดอุบัติเหตุลดลงมาก ไม่จำเป็นต้องทำประกันภัยเหมือนเดิม เพราะปัจจุบัน 90% ของอุบัติเหตุเกิดจากพฤติกรรมผู้ขับขี่
- ศูนย์ซ่อม ช่างซ่อมจะหายไป เพราะรถไฟฟ้ามีอุปกรณ์ลดลง ไม่ต้องซ่อมเหมือนเดิม
- คนขับรถบรรทุกจะตกงาน เพราะต่อไปจะมีรถบรรทุกไร้คนขับ

จะเห็นได้ว่า จุดประสงค์ของการขนส่งก็คือ พาผู้โดยสารจากจุด A ไปจุด B ให้เร็วที่สุด ปลอดภัยที่สุด สบายที่สุด ด้วยราคาถูกที่สุด และการขนส่งนี้ไม่ส่งผลต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นมิติใหม่ของยานต์ในอนาคต

บรรณานุกรม

Advanced Propulsion Centre UK. (2018). *THE ROADMAP REPORT TOWARDS 2040: A GUIDE TO AUTOMOTIVE PROPULSION TECHNOLOGIES.* Coventry: Advanced Propulsion Centre. เข้าถึงได้จาก www.apcuk.co.uk

BloombergNEF. (2018). *Electric Vehicle Outlook 2018*. เข้าถึงได้จาก Bloomberg the Company & Its Products: https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook

International Energy Agency (IEA). (2011). *Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles.* Paris: OECD/IEA. เข้าถึงได้จาก www.iea.org

Napatarachai Reethasri. (19 Febuary 2019). *เมื่อไหร่ 'รถยนต์ไฟฟ้า' จะวิ่งทั่วถนนไทย? ส่องนโยบาย Electric Vehicle ในประเทศอื่น*. เข้าถึงได้จาก Thematter: https://thematter.co/byte/ev-policies/70558

Research, Krungsri; เลียงจันทร์, รชฎ;. (2561). *อุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต*. ธนาคาร กรุงศรีอยุธยา จำกัด.

Thongchai Cholsiripong. (14 July 2017). *ในปี 2040 ครึ่งของตลาดรถยนต์ใหม่คือ "รถยนต์ไฟฟ้า" และคนยุโรปจะเหลือแค่รถยนต์ไฟฟ้าให้ซื้อเท่านั้น*. เข้าถึงได้จาก Brandinside: https://brandinside.asia/ev-2040-half-world-market-europe/

Thongchai Cholsiripong. (11 July 2018). *หรือ Toyota จะมาถูกทาง? Shell ประเทศไทย ลั่น รถยนต์ไฮโดรเจนดีกว่าแบตเตอรี่ไฟฟ้า*. เข้าถึงได้จาก Brandinside: https://brandinside.asia/shell-on-ev-with-biofuel/

UK, Automotive Council. (2018). *The International Competitiveness of the UK Automotive Industry: 2018 report.* United Kingdom: The Automotive Council. เข้าถึงได้จาก https://www.automotivecouncil.co.uk/

บรรณานุกรม (ต่อ)

จีราพร ทิพย์เคลือบ. (March 2018). *Automation กระดูกสันหลังอุตสาหกรรมยานยนต์*. เข้าถึงได้จาก Modern manufacturing: https://www.mmthailand.com/automation%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B9%8C/

ฐิติภัทร ดอกไม้เทศ. (22 July 2016). *เจจู: เกาะฟ้าใสไร้คาร์บอน*. เข้าถึงได้จาก ศูนย์วิจัยนโยบายด้านเศรษฐกิจสีเขียว: https://progreencenter.org/tag/electric-vehicle/

ดร. วิชสิณี วิบุลผลประเสริฐ, สุนทร ตันมันทอง, และ ภวินทร์ เตวียนันท์. (2559). ทิศทางยานยนต์ยุคใหม่ในประเทศไทย. *สัมมนาสาธารณะ "ขับเคลื่อนสู่ยานยนต์ยุคใหม่:ประเทศไทยจะไปทางไหน"*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ).

ดร.จักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์. (18 Febuary 2019). *อนาคตของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย*. เข้าถึงได้จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: https://www.chula.ac.th/cuinside/17139/

นเรศ ดำรงชัย, และ สุชาต อุดมโสภกิจ. (ธันวาคม 2553). Research Mapping และ Foresight study สำหรับการตั้งโจทย์วิจัย. *คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่*. หาดใหญ่: การประชุมวิชาการเรื่อง การจัดการงานวิจัยเชิงระบบและเชิงนโยบายด้านสุขภาพ.

นางภาวิณี ธนกิจไพบูลย์. (2561). *Training of Trainers on Foresight Management for Strategic Planning Specialists.* กรุงเทพ.

ผศ.ดร.นักสิทธ์ นุ่มวงษ์. (2018). นวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่กับ Automotive Intel Automotive Intelligent. *Automotive Summit 2018.* Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

ผศ.ดร.ยศพงษ์ ลออนวล. (2556). *การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร.

ฝ่ายวิจัยนโยบาย สวทช. (2560). *อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า*. กรุงเทพมหานคร: สานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

พิสน ลีละหุต. (ธันวาคม 2560). *รถยนต์ไฟฟ้า คือเรื่องของอนาคต? เปลี่ยนแปลงโลกได้จริงหรือไม่?* เข้าถึงได้จาก autodeft: https://www.autodeft.com/deftscoop/how-electric-vehicle-change-the-world--part-1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2545). *อนาคตภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ กระบวนทัศน์และยุทธศาสตร์เพื่อการเปลี่ยนแปลงจากฐานราก.* ศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนุบรี; ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ;. (2556). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสาหรับประเทศไทย. *โปรแกรมร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.* คลัสเตอร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช).

วิทยาอนุมาส, สายใจ;. (2560). *ทิศทางยานยนต์ยุคใหม่ในประเทศไทย.* สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย(ทีดีอาร์ไอ).

ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า. (2560). *การศึกษาการใช้พลังงานในรถยนต์ไฟฟ้าพร้อมข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค, และ สานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2559). *โครงการศึกษาเทคโนโลยียุทธศาสตร์แห่งชาติด้วยเครื่องมือคาดการณ์อนาคต.* กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ศูนย์วิจัย กสิกรไทย. (2560). *ยุคยานยนต์ไฟฟ้ามาแรง หนุน SME ไทยรุ่ง.* ธนาคารกสิกรไทย. เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornbank.com

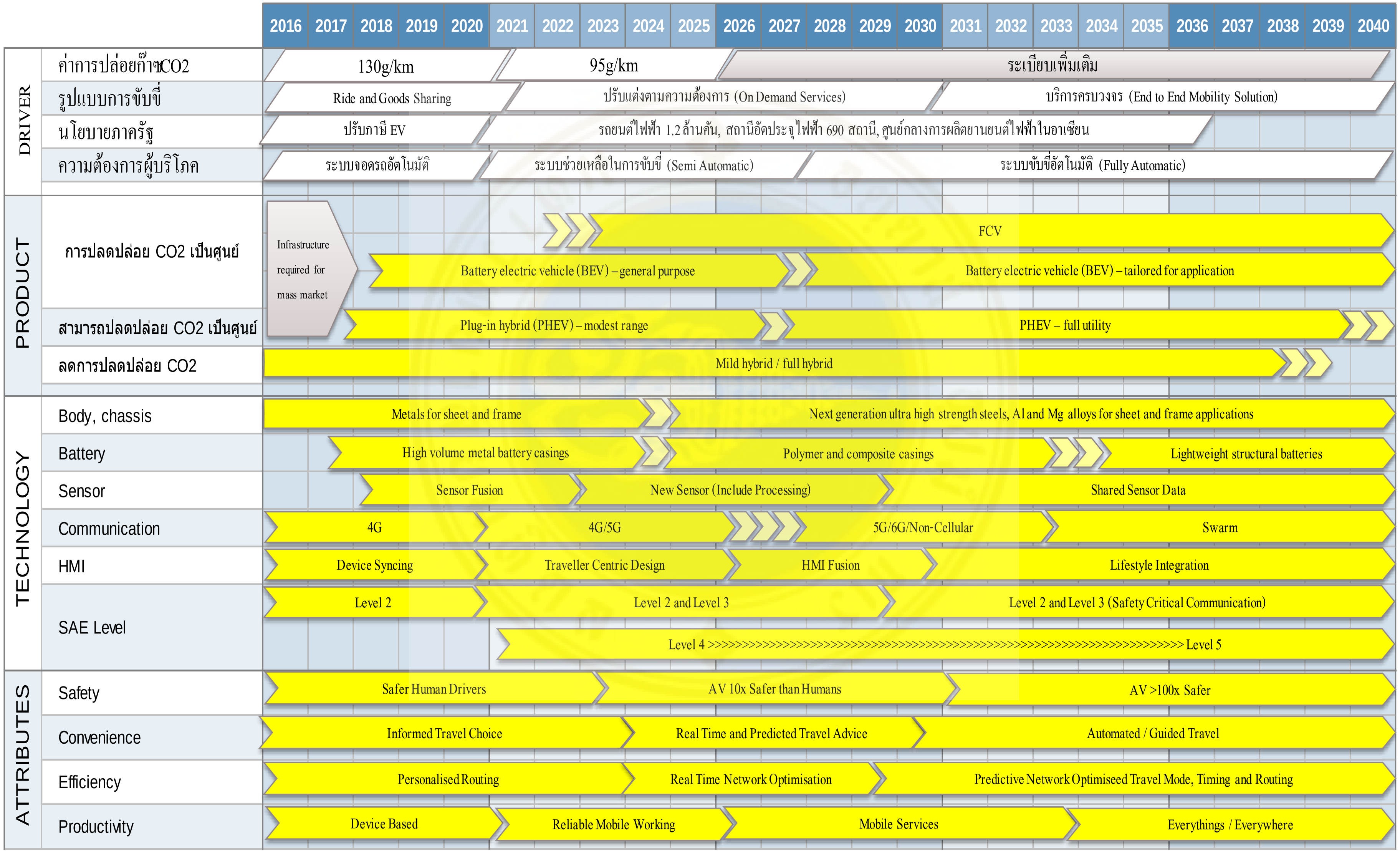
สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). *รายงานการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่.* สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กรุงเฮก ประเทศเนเธอร์แลนด์. (2016). *รถยนต์พลังงานไฟฟ้า*. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ.

อธิวัฒน์ ศรีวิไล. (2558). *การศึกษาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ต่อการใช้พลังงานของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมเคมีคณะวิศวกรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ภาคผนวก



แผนที่นำทางเทคโนโลยีการขับขี่อัตโนมัติ