



รายงานฉบับสมบูรณ์  
(Final Report)

โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนา  
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

โดย

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิงหาคม 2565

## สารบัญ

บทที่ 1 แนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์.....	1
1.1 ภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์ .....	1
1.2 การเปลี่ยนแปลงในห่วงโซ่อุปทานยานยนต์และแนวโน้มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ .....	5
1.3 สถานภาพของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย .....	10
1.4 นโยบายด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศไทย.....	12
บทที่ 2 เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่.....	15
2.1 แนวโน้มเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า.....	18
2.2 แนวโน้มเทคโนโลยีเชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	24
บทที่ 3 ระบบนิเวศของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	32
3.1 ปัจจัยด้านนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง.....	33
3.2 ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม .....	34
3.3 ปัจจัยโครงสร้างพื้นฐาน .....	35
3.4 ปัจจัยด้านการยอมรับของผู้บริโภค .....	36
บทที่ 4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์สมัยใหม่.....	38
4.1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา.....	38
4.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งาน .....	44
บทที่ 5 ความรู้และทักษะสำหรับบุคลากร ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ .....	51
5.1 ความท้าทายด้านทรัพยากรบุคคลของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย.....	51
5.2 ความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่.....	55
5.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย.....	65
บทที่ 6 กฎหมายเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ .....	68
6.1 คุณสมบัติและการใช้งานยานยนต์ .....	69
6.2 ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ.....	78
6.3 การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ .....	82
6.4 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ .....	87
6.5 ความรับผิดชอบต่อความเสียหายอันเกิดจากยานยนต์อัตโนมัติ .....	91
บทที่ 7 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะทางนโยบาย.....	96
7.1 แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่.....	96

7.2 ระบบนิเวศน์และช่องว่างการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่ .....	98
7.3 กรอบยุทธศาสตร์เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่.....	101
7.4 ประเด็นวิจัยเชิงยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่.....	110
ภาคผนวก สรุปผลการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ.....	116

## สารบัญญรูปภาพ

รูปที่ 1-1 ปัจจัยขับเคลื่อนโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต.....	2
รูปที่ 1-2 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญและความไม่แน่นอนของปัจจัยต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์.....	3
รูปที่ 1-3 ภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี 2025 .....	4
รูปที่ 1-4 โครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่.....	6
รูปที่ 1-5 คาดการณ์มูลค่าชิ้นส่วนยานยนต์ในปี ค.ศ 2015 .....	7
รูปที่ 1-6 แนวโน้มส่วนแบ่งยานยนต์สมัยใหม่ในปี 2030 .....	8
รูปที่ 1-7 การคาดการณ์สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าจากปี ค.ศ. 2020 ถึง ค.ศ. 2035.....	9
รูปที่ 1-8 การคาดการณ์ส่วนแบ่งทางการตลาดของรถยนต์แบบแบ่งปันในปีค.ศ. 2030 .....	10
รูปที่ 1-9 ส่วนแบ่งปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า.....	11
รูปที่ 1-10 โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยในปี ค.ศ. 2020 .....	12
รูปที่ 2-1 แนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี ค.ศ. 2030 .....	15
รูปที่ 2-2 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า .....	16
รูปที่ 2-3 ระดับความสามารถในการขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	16
รูปที่ 2-4 ประเภทของการเชื่อมต่อยานยนต์.....	17
รูปที่ 2-5 ประเภทของการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน .....	17
รูปที่ 2-6 รูปแบบของยานยนต์สมัยใหม่.....	18
รูปที่ 2-7 ส่วนประกอบสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า.....	19
รูปที่ 2-8 NEDO Battery Development Roadmap.....	20
รูปที่ 2-9 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน และแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบ Solid-state .....	20
รูปที่ 2-10 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน และแบตเตอรี่ลิเทียม-แอร์ .....	20
รูปที่ 2-11 ขดลวดมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ .....	21
รูปที่ 2-12 Semiconductor ที่ผลิตด้วยซิลิกอน และซิลิกอนคาร์ไบด์.....	22
รูปที่ 2-13 ประเภทของสถานีประจุไฟฟ้า.....	23
รูปที่ 2-14 การเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Grid (V2G) .....	23
รูปที่ 2-15 ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid).....	24
รูปที่ 2-16 ความสามารถของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ .....	25
รูปที่ 2-17 Conventional Lidar .....	26
รูปที่ 2-18 Solid State Lidar.....	26

รูปที่ 2-19 การใช้แบบจำลองโครงข่ายระบบประสาทสำหรับตรวจจับวัตถุ.....	27
รูปที่ 2-20 การระบุตำแหน่งของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ .....	28
รูปที่ 2-21 Inertial Measurement Unit.....	28
รูปที่ 2-22 ความสามารถในการวางแผนเส้นทาง (Path Planning).....	29
รูปที่ 2-23 ระบบควบคุมรถยนต์ที่ใช้การเชื่อมต่อทางกล.....	30
รูปที่ 2-24 ระบบควบคุมรถยนต์แบบ By-wire System.....	30
รูปที่ 2-25 ขนาดของข้อมูลที่ใช้ในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	31
รูปที่ 3-1 ระดับของรถยนต์อัตโนมัติ .....	32
รูปที่ 3-2 ระบบนิเวศน์การใช้งานยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ .....	33
รูปที่ 4-1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า .....	46
รูปที่ 4-2 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสาร .....	47
รูปที่ 4-3 ตัวอย่างมาตรฐานช่องทางจราจร.....	48
รูปที่ 4-4 ตัวอย่างช่องทางเฉพาะสำหรับยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ .....	48
รูปที่ 4-5 แผนที่ความละเอียดสูง (High-Definition Map).....	50
รูปที่ 5-1 ความท้าทายของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย .....	55
รูปที่ 5-2 ห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ .....	55
รูปที่ 5-3 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการวิจัยและพัฒนา .....	57
รูปที่ 5-4 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการผลิตชิ้นส่วน .....	58
รูปที่ 5-5 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการควบคุมระบบ .....	59
รูปที่ 5-6 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการควบคุมประกอบรถยนต์ .....	60
รูปที่ 5-7 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการตลาดและการขาย.....	61
รูปที่ 5-8 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการใช้งาน กรณีนำไปใช้ให้บริการการใช้งานยานยนต์ ร่วมกัน .....	62
รูปที่ 5-9 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการบริการหลังการขาย.....	63
รูปที่ 5-10 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการจัดการซากยานยนต์เมื่อสิ้นอายุ.....	65

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติ ข้อดี และข้อเสีย ของเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ.....	25
ตารางที่ 4-1 สารสำคัญของ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า.....	39
ตารางที่ 4-2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์ไฟฟ้า.....	41
ตารางที่ 4-3 สารสำคัญของ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	41
ตารางที่ 4-4 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ.....	44
ตารางที่ 5-1 หลักสูตรอบรมระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่.....	53
ตารางที่ 6-1 นิยามของยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบีย.....	74
ตารางที่ 6-2 ระดับความอัตโนมัติของยานยนต์ตามมาตรฐาน SAE J3016.....	75
ตารางที่ 6-3 ต้นแบบกฎหมายสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ.....	77
ตารางที่ 6-4 สภาพแวดล้อมในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ.....	87
ตารางที่ 6-5 แนวทางการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพเพื่อรองรับยานยนต์อัตโนมัติ.....	89

## บทที่ 1 แนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์

### 1.1 ภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์

การวิเคราะห์ภาพอนาคต (Scenario analysis) เป็นหนึ่งในเครื่องมือการมองภาพอนาคต (Foresight) ที่ช่วยให้เห็นภาพความเป็นไปได้ (Plausible) ของประเด็นที่เราสนใจในอนาคต โดยทั่วไปภาพอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญซึ่งอาจจะแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม หรือเรียกว่า “STEEP analysis” ได้แก่

- ปัจจัยด้านสังคม (Social): ปัจจัยแวดล้อมอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงด้านสังคม เช่น การเปลี่ยนแปลงด้านประชากร พฤติกรรมและรูปแบบการดำเนินชีวิต และอื่นๆ
- ปัจจัยด้านเทคโนโลยี (Technology): ปัจจัยแวดล้อมอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี เช่น แนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมใหม่
- ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (Economic): ปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เช่น การเติบโตของเศรษฐกิจโดยรวม รายได้ ดอกเบี้ย ตลาด คู่แข่งขันและอื่นๆ
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment): ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ทั้งด้านกายภาพและชีวภาพจากผลิตภัณฑ์หรือการบริการ
- ปัจจัยด้านการเมือง (Politics): สภาพแวดล้อมด้านการเมือง กฎหมาย กฎระเบียบ นโยบาย สนับสนุน เช่น เป้าหมายการพัฒนา การสร้างแรงจูงใจ หรือนโยบายที่เป็นอุปสรรค

รูปที่ 1-1 แสดงปัจจัยขับเคลื่อนทั้งหมดที่มีต่อโครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี 2025 (Deloitte, 2017) ซึ่งแบ่งตาม 5 ปัจจัยตามกรอบแนวคิด STEEP ปัจจัยขับเคลื่อนดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์ระดับความสำคัญ (Importance) และประเมินระดับความเสี่ยง หรือ ความไม่แน่นอนในอนาคต (Uncertainty) เพื่อค้นหาปัจจัยวิกฤติ (Critical uncertainty) ซึ่งถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดภาพอนาคตที่แตกต่างกันในแต่ละรูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-1 ปัจจัยขับเคลื่อนโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต

ที่มา: *The future of the automotive value chain: 2025 and beyond* (Deloitte, 2017)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงภาพอนาคตของโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์อยู่ในพื้นที่ด้านขวาบนของรูป ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีระดับของผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสูง และมีความไม่แน่นอนสูง ตัวอย่างของปัจจัยนี้คือระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ที่เป็นทางเลือกใหม่ (Alternative powertrains) เช่น ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric) หรือเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ซึ่งจะมีผลต่อความต้องการด้านแรงงาน การขนส่งชิ้นส่วน (Logistics) และกระบวนการผลิตรถยนต์ หรือปัจจัยเรื่องการเชื่อมต่อของรถยนต์ (Connectedness of Cars) ซึ่งจะทำให้เกิดรูปแบบของธุรกิจใหม่ ด้วยปัจจัยที่สำคัญเหล่านี้จะสามารถนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของภาพอนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยด้านบทบาทและอำนาจของผู้ผลิตชิ้นส่วน (Role and Power of Suppliers) ที่จะส่งผลต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วย รวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น เทคโนโลยีวัสดุ 3D Printing เป็นต้น

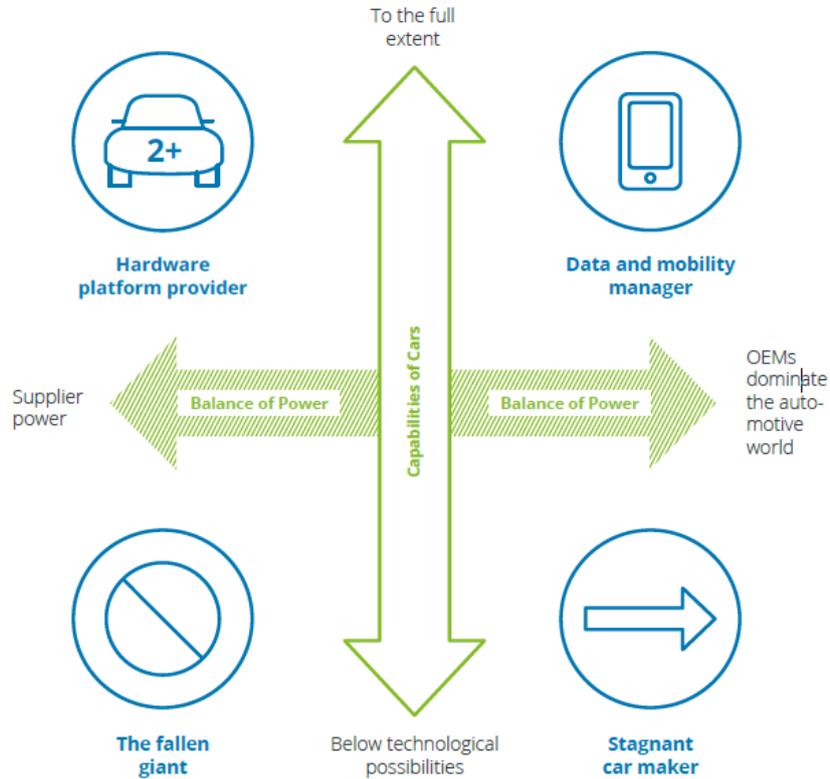


รูปที่ 1-2 การวิเคราะห์ระดับความสำคัญและความไม่แน่นอนของปัจจัยต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์

ที่มา: The future of the automotive value chain: 2025 and beyond (Deloitte, 2017)

จากปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญดังกล่าว นำมาวิเคราะห์ภาพอนาคตที่เป็นไปได้ของอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยพบว่ามีปัจจัยสำคัญ 2 ประเด็นที่จะส่งผลกระทบต่อภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์คือศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีของรถยนต์ (Capabilities of Cars) ว่าจะสามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้ได้เต็มศักยภาพของเทคโนโลยีที่คาดหวังไว้หรือไม่ และดุลอำนาจในอุตสาหกรรม (Balance of Power) ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วน (Supplier) และบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ (OEM) ปัจจัยทั้ง 2 ประเด็นทำให้เกิดภาพอนาคตที่เป็นไปได้ของ

โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์เป็น 4 ภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1-3 และมีรายละเอียดของแต่ละภาพอนาคตมีดังนี้



รูปที่ 1-3 ภาพอนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี 2025

ที่มา: *The future of the automotive value chain: 2025 and beyond* (Deloitte, 2017)

- ภาพอนาคตที่ 1 Data and mobility manager

อุตสาหกรรมยานยนต์ในภาพอนาคตนี้ การเชื่อมต่อได้กลายเป็นตัวสร้างความแตกต่างกับยานยนต์ ในอุตสาหกรรมแบบปัจจุบัน E-mobility (แบตเตอรี่ รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด และเซลล์เชื้อเพลิง) การขับขี่อัตโนมัติ และการเชื่อมต่อในการเดินทางเกิดขึ้นโดยทั่วไป บริษัทผู้ผลิตรถยนต์สามารถ กำหนดมาตรฐานและเป็นผู้เล่นที่โดดเด่นในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยนำเสนอผลิตภัณฑ์และบริการ ที่หลากหลาย ผู้เล่นภายนอกในอุตสาหกรรมที่มีนวัตกรรมต้องปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ และมาตรฐาน ที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ โดยเฉพาะแบรนด์และสถานะระดับพรีเมียมมีบทบาทสำคัญในการ กำหนดพฤติกรรมกรรมการซื้อของผู้บริโภค

- ภาพอนาคตที่ 2 Stagnant car maker

ในภาพอนาคตนี้ อุตสาหกรรมยานยนต์ยังคงถูกควบคุมโดยผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ ทำให้เทคโนโลยีใหม่ของผู้เล่นอื่นนอกอุตสาหกรรมยานยนต์ไม่สามารถเข้าสู่ตลาดได้ นอกจากนั้น กฎระเบียบและกฎหมายยังเป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งเสริมให้เกิดการใช้เทคโนโลยีใหม่ในยานยนต์สมัยใหม่ด้วย รวมทั้งการเกิดจากอุบัติเหตุจากการใช้เทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติทำให้ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นในเทคโนโลยีดังกล่าว

- **ภาพอนาคตที่ 3 The fallen giant**

ในอนาคตรถยนต์มีความสำคัญเพียงแค่นำพาหนะในการเดินทาง ความน่าดึงดูดใจของยี่ห้อรถยนต์ลดลง ยิ่งกว่านั้น ผู้คนทั่วไปมองว่าการเดินทางเป็นเพียงแค่บริการหรือความต้องการพื้นฐานเหมือนสินค้าอุปโภคทั่วไป ผู้เล่นนอกอุตสาหกรรมยานยนต์มีโอกาสเข้าสู่อุตสาหกรรมได้มากขึ้นในลักษณะของการให้บริการในการเดินทาง (Mobility-as-a-service) เช่น Uber Grab ทำให้กำไรที่จากการขายรถยนต์ลดลง และยอดจำหน่ายรถยนต์ลดลง บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงมุ่งที่จะลดต้นทุนโดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต รวมทั้งมองตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์ไปที่กลุ่มผู้ใช้รถจำนวนมาก เช่น บริษัทขนส่ง

- **ภาพอนาคตที่ 4 Hardware platform provider**

ผู้เล่นในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและดิจิทัลเข้ามาเปลี่ยนห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์ บริษัทผู้ผลิตรถยนต์มีบทบาทเพียงเป็นผู้ผลิตรถยนต์ตามคำสั่งซื้อโดยไม่ติดยี่ห้อ (White-label cars) นอกจากนั้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จะต้องพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับระบบ infotainment และ mobility service เพื่อให้ยังคงบทบาทอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์

## 1.2 การเปลี่ยนแปลงในห่วงโซ่อุปทานยานยนต์และแนวโน้มอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

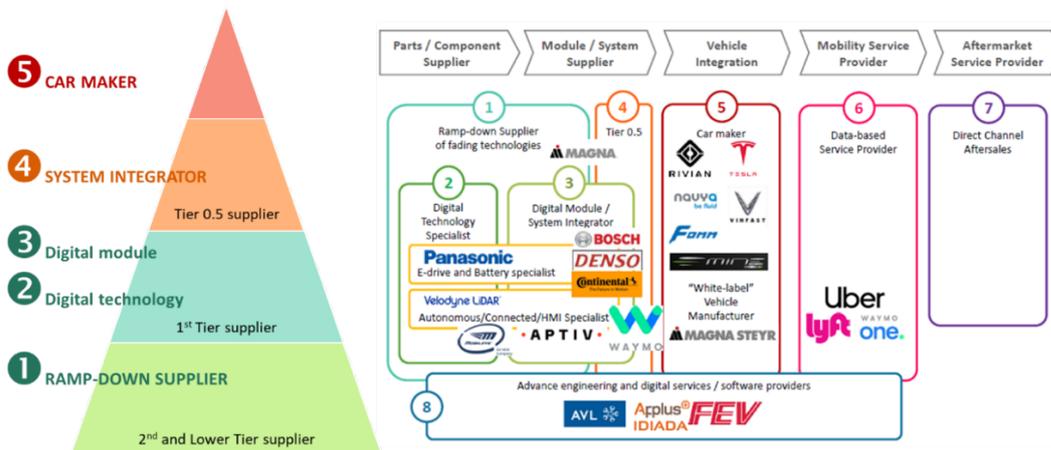
การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยียานยนต์ไปสู่ยานยนต์สมัยใหม่สร้างผลกระทบต่อโครงสร้างและห่วงโซ่มูลค่าในอุตสาหกรรมยานยนต์ดังแสดงใน **รูปที่ 1-4** จากเดิมที่ผู้ผลิตรถยนต์จะรับขึ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในระดับต่าง ๆ (Tier) และมีอำนาจต่อรองสูงที่สุดในห่วงโซ่อุปทานจะเปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีผู้เล่นรายใหม่จากธุรกิจอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การผลิตอุปกรณ์ของยานยนต์สมัยใหม่ (Device manufacturers) ผู้ผลิตสินค้าไอที (IT suppliers) ผู้ให้บริการออนไลน์ (Online players) และผู้ให้บริการด้านสื่อสาร (Telecom Companies) ซึ่งอุตสาหกรรมที่กล่าวมาข้างต้นในอนาคตจะเข้ามามีส่วนแบ่งมูลค่าจากอุตสาหกรรมยานยนต์มากยิ่งขึ้น ในขณะที่มูลค่าอุตสาหกรรมเดิมรวมทั้งผู้ผลิตรถยนต์ (OEM) อาจลดลง

อย่างไรก็ดี คาดว่าในระยะเวลาอีกประมาณ 5 ปี ห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์ยังจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างมากนัก กล่าวคือยังมีรูปแบบการจัดหาชิ้นส่วนเหมือนเดิม (ส่งมอบตาม Tier) แต่

จะมีผู้ผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่เกิดขึ้น อาทิ ยานยนต์ไฟฟ้าและอัตโนมัติ ได้แก่ ผู้ผลิตแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้า และระบบตรวจจับต่าง ๆ (Sensor) [หมายเลข 2 และ 3]

นอกจากนี้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีหลากหลายและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมากขึ้น การผลิตรถยนต์จะมีช่วงเวลาพัฒนารุ่นรถสั้นลง (Model life) ทำให้ OEM ต้องแบ่งหน้าที่การออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนบางรายการให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนเป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการจัดซื้อของผู้ผลิตรถยนต์ จากการซื้อแบบชิ้นส่วนหรือกลุ่มชิ้นส่วน เป็นการซื้อแบบ Module หรือระบบย่อย ๆ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังส่งผลให้เกิดผู้เล่นรายใหม่ในห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะอยู่ระหว่างผู้ผลิตรถยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่หนึ่ง (1<sup>st</sup> Tier) ที่เรียกว่า ผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับที่ 0.5 (Tier 0.5) [หมายเลข 4] ซึ่งเป็นผู้ผลิตที่มีความสามารถออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนร่วมกับผู้ผลิตรถยนต์ในระดับ Module ได้ รวมทั้งมีความสามารถรวม Module หรือระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อส่งมอบให้ผู้ผลิตรถยนต์ได้ และด้วยทิศทางการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วน ที่ต้องการองค์ความรู้ด้านการออกแบบ และวิจัยพัฒนามากยิ่งขึ้น จะทำให้เกิดกลุ่มบริษัทที่ให้คำปรึกษาด้านวิศวกรรม [หมายเลข 8] ซึ่งจะมีบทบาทในห่วงโซ่มูลค่ามากยิ่งขึ้นด้วย

ในระยะกลาง (5 ปีขึ้นไป) จะเกิดธุรกิจการให้บริการเดินทางขนส่ง (Service provider) และการดูแลรักษาซ่อมบำรุงที่ดำเนินธุรกิจใช้ข้อมูล (Data) เป็นปัจจัยสำคัญ [หมายเลข 6 และ 7] รวมทั้งจะมีผู้ผลิตรถยนต์รายใหม่ [หมายเลข 5] ที่จะรับพัฒนาและผลิตรถยนต์ให้กับ Service provider หรือแม้กระทั่งให้กับผู้ผลิตรถยนต์รายปัจจุบัน



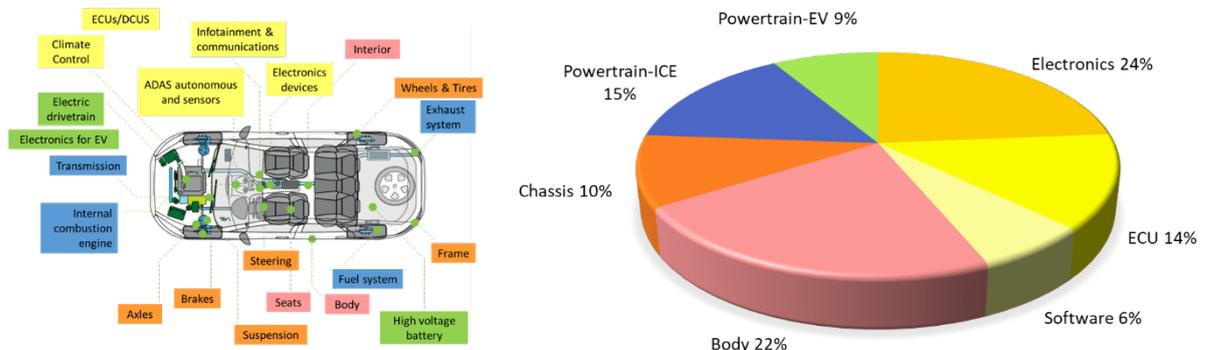
Source: Oliver Wyman (2018), Future automotive industry structure until 2030

รูปที่ 1-4 โครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oliver Wyman (2018), Future automotive industry structure until 2030 และ สถาบันยานยนต์ (2019) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศไทย

นอกจากการเปลี่ยนแปลงด้านผู้เล่นในห่วงโซ่มูลค้ายานยนต์แล้ว ยังพบการเปลี่ยนแปลงในด้านผลิตภัณฑ์ ที่ขึ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถยนต์จะมีระบบซอฟต์แวร์เข้ามาเกี่ยวข้องมากยิ่งขึ้น โดยมีการคาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2030 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในยานยนต์สมัยใหม่จะมีมากถึง 300 ล้านบรรทัด ซึ่งมากกว่ารถยนต์ระดับเรือธงในปัจจุบันที่มี 100-150 ล้านบรรทัด และมากกว่าในเครื่องบินโบอิง 787 ปัจจุบันที่มี 18 ล้านบรรทัด สะท้อนให้เห็นว่ามูลค่าของซอฟต์แวร์ในอุตสาหกรรมยานยนต์จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งนี้ระบบซอฟต์แวร์ที่มีมากขึ้น เนื่องมาจากการทำงานของระบบในยานยนต์สมัยใหม่ต้องการความอัจฉริยะมากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย ต้องการความสะดวกสบายและความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในส่วนของ รูปแบบทางธุรกิจของอุตสาหกรรมยานยนต์ และการออกแบบยานยนต์สมัยใหม่ ที่มีความเป็นโมดูล่า (Modular) มากขึ้นและผู้ผลิตชิ้นส่วนจะรับภาระในการออกแบบพัฒนามากขึ้นกว่าก่อน และการออกแบบซอฟต์แวร์ของยานยนต์จะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น

## AUTOPARTS VALUE IN 2025



Source: Deloitte (2017), The Future of the Automotive Value Chain: Supplier industry outlook 2025  
McKinsey (2019), Automotive software and electronics 2030

### รูปที่ 1-5 คาดการณ์มูลค่าชิ้นส่วนยานยนต์ในปี ค.ศ 2015

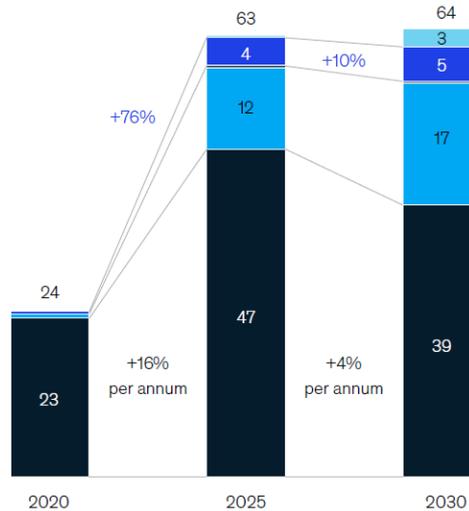
ที่มา: McKinsey (2019), Automotive Software and Electronics 2019 และ Deloitte (2017),

The Future of the Automotive Value Chain: Suppliers Industry Outlook 2025

จากรายงานการศึกษาของบริษัทผู้ทำวิจัย McKinsey (2017) ที่ศึกษาการเติบโตของเทคโนโลยีและตลาดยานยนต์สมัยใหม่และคาดการณ์ตลาดโดยรวมของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี ค.ศ. 2030 โดยการสัมภาษณ์ความเห็นจากผู้บริหารในอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วโลก พบว่ารถยนต์ในกลุ่ม C.A.S.E. มีอัตราการเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Connected and Automated Vehicle) จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยบริษัท McKinsey คาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2030 รถยนต์ที่ขายใหม่ร้อยละ 64 จะมีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติอย่างน้อยที่ระดับ 2 และความสามารถขับเคลื่อนอัตโนมัติระดับ 4 ร้อยละ 3 (รูปที่ 1-6)

Vehicles by autonomous-driving (AD) features, % of total vehicle sales



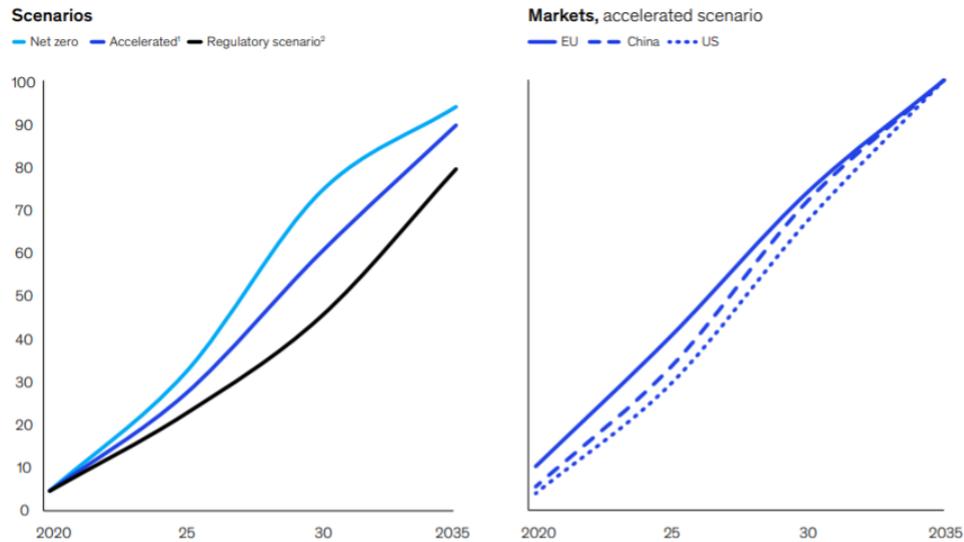
Note: The base case assumes medium levels of technological disruption and customer adoption.

### รูปที่ 1-6 แนวโน้มส่วนแบ่งยานยนต์สมัยใหม่ในปี 2030

ที่มา: McKinsey and Company, Private autonomous vehicles: The other side of the robo-taxi story

ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) คาดการณ์ว่าหากประเทศต่าง ๆ ผลักดันนโยบายด้านยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเข้มข้นจะทำให้สัดส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า (เฉพาะรถยนต์นั่ง) มีสัดส่วนร้อยละ 80 ของปริมาณจำหน่ายรถยนต์ใหม่ในปี ค.ศ. 2035 แต่อย่างไรก็ตาม สัดส่วนนี้ยังไม่มากพอที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายการปล่อยคาร์บอนเป็นศูนย์ (Net Zero) ที่ต้องการส่วนแบ่งการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้า ร้อยละ 90 ของปริมาณจำหน่ายรถยนต์ใหม่ในปี ค.ศ. 2035 (

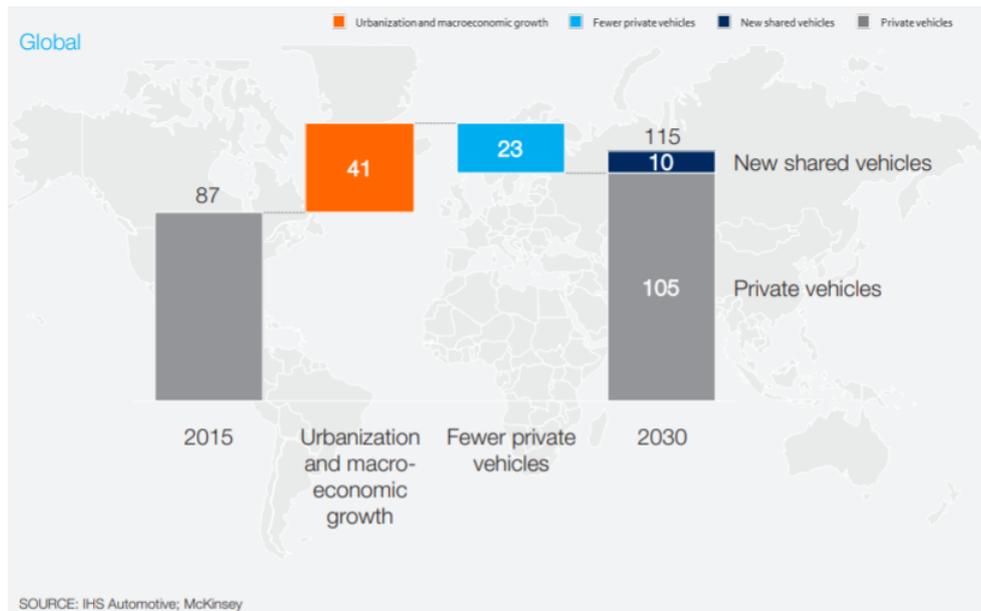
รูปที่ 1-7 Error! Reference source not found.)



รูปที่ 1-7 การคาดการณ์สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าจากปี ค.ศ. 2020 ถึง ค.ศ. 2035

ที่มา: McKinsey & Company: Why the automotive future is electric (2021)

**บริการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน (Shared mobility service)** McKinsey คาดการณ์ถึงสัดส่วนทางการตลาดของบริการใช้งานยานยนต์ร่วมกันไว้ในการศึกษาเมื่อปี ค.ศ. 2016 โดยคาดการณ์ว่าปริมาณการซื้อขายรถยนต์ของตลาดโลกจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง แต่ในขณะเดียวกัน การครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลจะลดลงในอัตราที่เร็วไม่แพ้กัน ด้วยความพร้อมของทั้งเทคโนโลยีการขับเคลื่อนอัตโนมัติที่จะทำให้บริการต่าง ๆ ทั้งบริการเช่ารถทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะการใช้บริการขนส่ง เช่น Robo-Taxi มีความพร้อมมากขึ้น โดยคาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2030 ปริมาณการขายรถยนต์เพื่อการใช้งานยานยนต์ร่วมกันจะสูงถึงร้อยละ 10 ของปริมาณการขายรถยนต์ทั้งหมดทั่วโลก (รูปที่ 1-8)



รูปที่ 1-8 การคาดการณ์ส่วนแบ่งทางการตลาดของรถยนต์แบบแบ่งปันในปีค.ศ. 2030

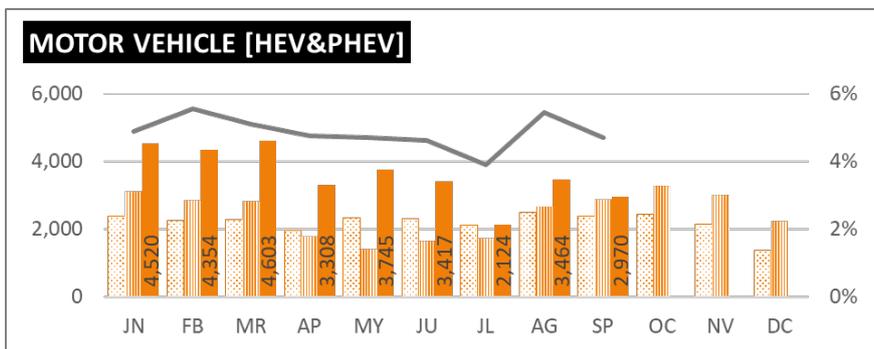
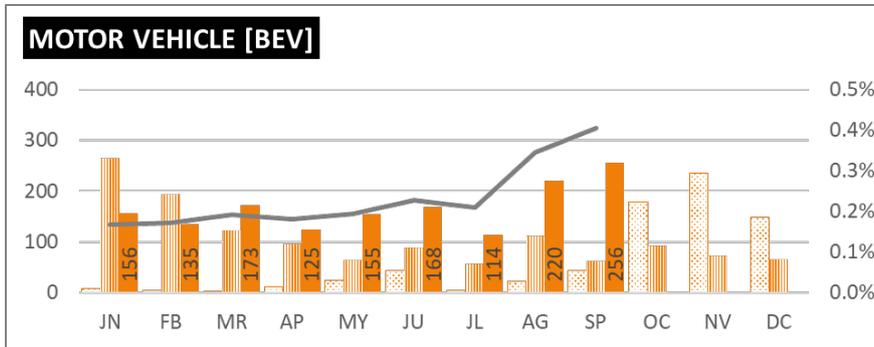
ที่มา: McKinsey & Company: Automotive revolution – perspective towards 2030 (2016)

### 1.3 สถานภาพของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

ตั้งแต่ช่วงไตรมาส 1 ของปี ค.ศ. 2020 กระทั่งปัจจุบัน อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยยังคงได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้ยอดขายรถยนต์โดยรวมในประเทศไทย ลดลงอย่างต่อเนื่องทุกครั้งที่มีการแพร่ระบาดครั้งใหม่ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ทั้งหมดจะลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ปริมาณจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า (xEV) ยังมีอัตราเติบโตที่ดีอยู่ กล่าวคือ ในปี ค.ศ. 2019 ประเทศไทยมีจำนวนการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าแบบ BEV ทั้งสิ้น 724 คัน และแบบ HEV รวมกับ PHEV 26,447 คัน ต่อมาในปี ค.ศ. 2020 มีปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าแบบ BEV เพิ่มขึ้นเป็น 1,290 คัน และแบบ HEV รวมกับ PHEV 29,460 คัน คิดเป็นอัตราเติบโต ร้อยละ 78 และ 11 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราเติบโตของรถยนต์สันดาปภายในลดลงร้อยละ 20

ในปี ค.ศ. 2021 (มกราคม – กันยายน) พบว่า ปริมาณจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริดและปลั๊กอินไฮบริด มีสัดส่วนปริมาณจดทะเบียนค่อนข้างทรงตัว ในช่วงร้อยละ 4-6 ของปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ทั้งหมด ในขณะที่รถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่มีส่วนแบ่งที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา (กรกฎาคม ถึง กันยายน 2021) ปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึงเท่าตัว จากร้อยละ 0.2 ของปริมาณการจดทะเบียนทั้งหมด เป็นร้อยละ 0.4 ทำให้เมื่อนับรวมยอดการจดทะเบียนทั้งหมดถึงเดือนกันยายนปี ค.ศ. 2021 มีปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ทั้งสิ้น 1,502 คัน และแบบไฮบริด 32,505 คัน ซึ่งสูงกว่าปีที่ผ่านมาในทั้ง 2 ประเภท แม้ว่าจะยังไม่หมดปี แสดงให้เห็นถึงความนิยมที่เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องของการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า และแสดงให้เห็นถึงการยอมรับของ

ผู้บริโภคที่มีสูงขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งการที่มีรถยนต์หลายยี่ห้อเริ่มเปิดตัวรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ที่มีราคาเริ่มต้นไม่ถึง 1 ล้านบาท ทำให้การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม



รูปที่ 1-9 ส่วนแบ่งปริมาณการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า

(ภาพบน) ส่วนแบ่งรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (ภาพกลาง) ส่วนแบ่งรถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด

จากข้อมูลที่ศูนย์วิจัยอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ สถาบันยานยนต์ได้รวบรวมเอาไว้ในปี ค.ศ. 2020 สามารถแบ่งผู้ประกอบการที่มีส่วนสำคัญในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม (รูปที่ 2-6) ดังนี้

**กลุ่มบริษัทผู้ประกอบยานยนต์ (OEMs)** คือบริษัทที่ยี่ห้อต่าง ๆ ลงทุนเพื่อประกอบรถยนต์ภายใต้ยี่ห้อของตนเอง แบ่งออกเป็น ผู้ประกอบรถยนต์ 21 ราย และผู้ประกอบรถจักรยานยนต์ 12 ราย โดยแทบทั้งหมดเป็นบริษัทจากต่างชาติ ที่ถือครองโดยต่างชาติทั้งหมด ดังที่เห็นจากยี่ห้อรถต่าง ๆ ในท้องตลาดที่มีสัดส่วนยี่ห้อของไทยน้อย เมื่อรวมทุกบริษัทที่เข้าข่าย ผู้ประกอบการในกลุ่มนี้จะมีรายได้รวม 1.6 ล้านล้านบาท และแทบทั้งหมดเป็นรายได้จากบริษัทต่างชาติ เนื่องจากบริษัทรถยนต์ยี่ห้อต่างชาติมีส่วนแบ่งการตลาดสูงรวมทั้งยังมีขนาดกิจการที่ต่างกับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไทยมาก และยังเป็นเจ้าขององค์ความรู้และเทคโนโลยีขั้นนำต่าง ๆ ที่แต่ละบริษัทได้รับการแลกเปลี่ยนระหว่างกัน ทั้งจากสำนักงานใหญ่และจากสาขาในแต่ละประเทศ

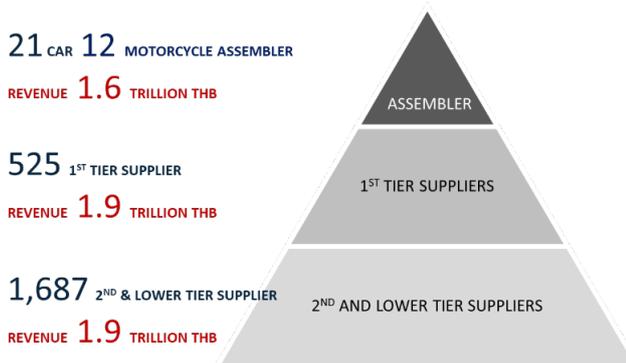
**กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 (1<sup>st</sup> Tier Supplier)** คือ ผู้จัดหาหรือผู้ผลิตชิ้นส่วน และจัดส่งให้แก่โรงงานประกอบยานยนต์โดยตรง เช่น เครื่องยนต์ เบรก ล้อรถยนต์ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งต้องมี

ความสามารถทางเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานตามที่ผู้ประกอบการรถยนต์กำหนด มีทั้งสิ้น 525 ราย และรายได้รวม 1.9 ล้านล้านบาท มีสัดส่วนบริษัทต่างชาติประมาณกึ่งหนึ่ง และที่เหลือเป็นบริษัทร่วมทุน ทั้งแบบต่างชาติถือหุ้นส่วนใหญ่ แบบ Joint Venture แบบคนไทยถือหุ้นส่วนใหญ่ รวมถึงบริษัทคนไทย โดยมีอัตราส่วนรายได้ใกล้เคียงกับอัตราส่วนของโครงสร้างบริษัท

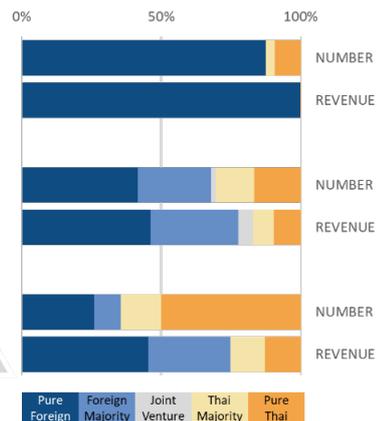
**ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 และต่ำกว่า (2<sup>nd</sup> & Lower Tier Supplier)** ผู้จัดหาหรือผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย (Individual part) เพื่อจัดส่งให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องจักรกลและโลหะ การ พลาสติก ยาง เหล็ก อิเล็กทรอนิกส์ แก้ว และกระจก เป็นต้น ซึ่งอาจได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับที่ 1 มีทั้งสิ้น 1,687 ราย โดยเป็นบริษัทคนไทยถึงกึ่งหนึ่งของกิจการทั้งหมดในกลุ่มนี้ แต่กลับมีสัดส่วนรายได้เพียงร้อยละ 13 จากรายได้รวมทั้งหมด 1.9 ล้านล้านบาท

อย่างไรก็ดี ในการเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จะเป็นการสร้างความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยอีกครั้ง ซึ่งจะมีทั้งโอกาสและความท้าทายใหม่ ๆ ให้กับผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง เช่น ชิ้นส่วนใหม่ ๆ ที่จะมีเพิ่มขึ้นจากความต้องการใหม่ของตลาด แต่ในขณะเดียวกัน ชิ้นส่วนเดิมบางส่วนอาจจะหายไปจากยานยนต์สมัยใหม่เช่น ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงที่บริษัทผู้ประกอบการการผลิตรถยนต์อาจจะไม่ได้แบ่งปันความรู้และเทคโนโลยีออกมาเร็วนัก

### NUMBER AND REVENUE



### OWNERSHIP



รูปที่ 1-10 โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยในปี ค.ศ. 2020

ที่มา: ศูนย์วิจัยอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ สถาบันยานยนต์

## 1.4 นโยบายด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศไทย

คณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ หรือ บอร์ดอีวี ได้นำเสนอแผนนโยบายด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าไว้ในช่วงเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 2021 โดยกำหนดเป้าหมายการผลิตยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ หรือ Zero Emission Vehicle: ZEV ให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 30 ของปริมาณการผลิต

รถยนต์ในประเทศทั้งหมดภายในปี ค.ศ. 2030 และใช้ชื่อเรียกอย่างง่ายว่านโยบาย 30@30 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**เป้าหมายการผลิตยานยนต์** โดยกำหนดเป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสะสม ในแต่ละประเทศดังนี้ รถยนต์นั่งและรถกระบะ 725,000 คัน จักรยานยนต์ไฟฟ้า 675,000 คัน รถโดยสารและรถบรรทุก 34,000 คัน และส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าอื่น ๆ ทั้งรถสามล้อ เรือโดยสาร และรถไฟระบบราง และ**เป้าหมายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ** โดยเป็นเป้าหมายสำหรับการใช้งานสะสมในประเทศ แบ่งเป็น รถยนต์นั่งและรถกระบะ 440,000 คัน รถจักรยานยนต์ 650,000 คัน รถโดยสารและรถบรรทุก 33,000 คัน

ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ได้กำหนดมาตรการเพื่อสนับสนุนการผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ดังนี้ **มาตรการส่งเสริมสถานีประจุไฟฟ้า** ที่กำหนดเป้าหมายการส่งเสริมสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charge) 12,000 หัวจ่าย และสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery swapping) สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 1,450 สถานี **มาตรการการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า** ทั้งมาตรการทางภาษีและไม่ใช้ภาษี โดยมีมาตรการเร่งด่วนด้านการส่งเสริมการใช้งานรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของธุรกิจขนส่งเชิงพาณิชย์และการใช้งานในหน่วยงานของภาครัฐ นอกจากนี้ ยังมีมาตรการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน เพื่อให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญ ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานเพื่อครอบคลุม พร้อมทั้งมีแผนส่งเสริมผู้ประกอบการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า และแผนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากร และสุดท้าย **การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า** ทั้งการส่งเสริมสถานีประจุยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ข้างต้น รวมถึงการพัฒนากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง การส่งเสริมเทคโนโลยีสมาร์ตกริด ไปจนถึงการผลิตและใช้งานแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ตลอดจนการกำจัดแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วและการพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับความต้องการที่เกิดขึ้นใหม่

ทั้งนี้ ในปัจจุบันภาครัฐของประเทศไทยยังไม่มีนโยบายหรือการสนับสนุนต่ออุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากยานยนต์ไฟฟ้า

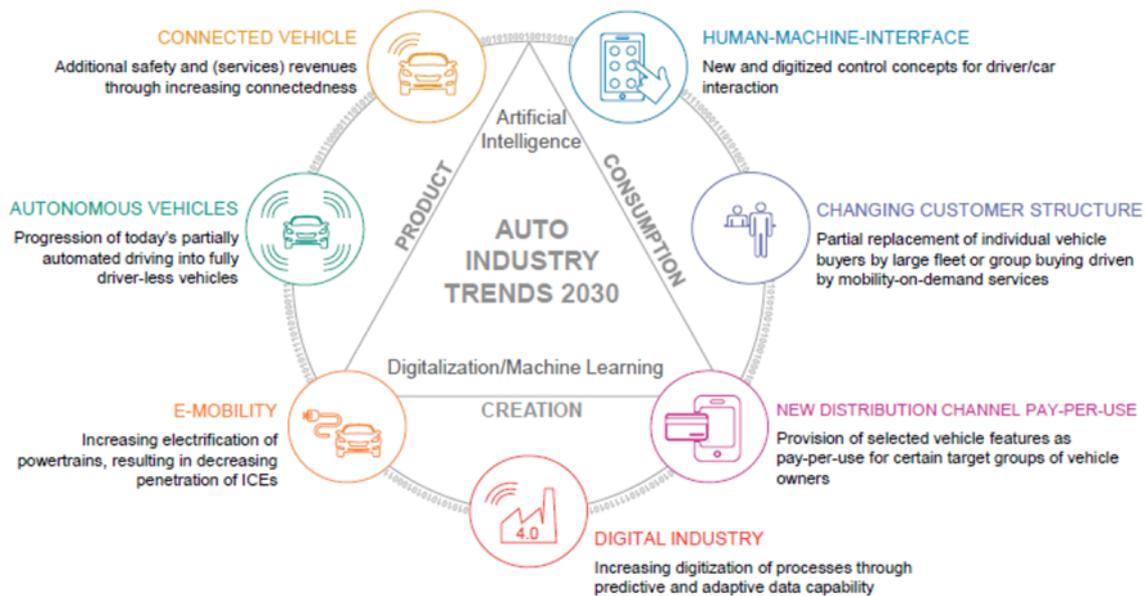


ภาพที่ 1 แนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าตามนโยบาย 30@30

ที่มา: กระทรวงพลังงาน

## บทที่ 2 เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

จากปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และอุบัติเหตุทางท้องถนนที่เกิดขึ้นสะสมมาจากการใช้งานรถยนต์มากกว่า 140 ปี ประกอบกับการพัฒนาเทคโนโลยีโดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศ และความต้องการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เทคโนโลยียานยนต์พัฒนาเปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ที่เกิดขึ้นจากการใช้ยานยนต์ จากยานยนต์ในรูปแบบเดิมเป็นยานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยี 4 เทคโนโลยีหลัก คือ ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) ยานยนต์อัตโนมัติ (Autonomous Vehicle) การเชื่อมต่อยานยนต์ (Connected Vehicle) และการใช้ยานยนต์ร่วมกัน (Shared Mobility) หรือเรียกสั้นๆ ว่า CASE



รูปที่ 2-1 แนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี ค.ศ. 2030

ที่มา : Oliver Wyman (2018), Future automotive industry structure until 2030

เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) เป็นเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงระบบขับเคลื่อนของรถยนต์จากเดิมที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และอัตราการปล่อยมลพิษจากการใช้รถยนต์ ทั้งนี้ การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนอาจใช้ร่วมกับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ โดยจะเรียกรถยนต์เหล่านี้ว่า รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle) โดย ยานยนต์ไฟฟ้า มีหลากหลายประเภท แตกต่างกันไปตามรูปแบบของระบบขับเคลื่อน และมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 2-2

	HEV	PHEV	EREV	BEV	FCEV
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Higher energy efficiency compared to ICE</li> <li>Flexible charging options</li> <li>Long driving range</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High energy efficiency</li> <li>Home/Workplace recharge</li> <li>Developed fuel station network</li> <li>Buying and use incentives applicable in specific countries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High energy efficiency</li> <li>Home/Workplace recharge</li> <li>Developed fuel station network</li> <li>Low exhaust emissions</li> <li>Buying and use incentives applicable in specific countries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High energy efficiency</li> <li>Home/Workplace recharge</li> <li>Low engine noise</li> <li>Zero exhaust emissions</li> <li>Buying and use incentives applicable in specific countries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High energy efficiency</li> <li>Low engine noise</li> <li>Zero exhaust emissions</li> <li>Buying and use incentives applicable in specific countries</li> </ul>
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologically complex</li> <li>High exhaust emissions</li> <li>Fossil fuel dependency</li> <li>High engine noise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologically complex</li> <li>Higher price compared to ICE</li> <li>High engine noise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologically complex</li> <li>Higher price compared to ICE and PHEV</li> <li>Shorter driving ranges than HEV and PHEV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technological uncertainty (esp. battery performance)</li> <li>Higher price compared to ICE</li> <li>Few charging stations</li> <li>Long charging times</li> <li>Short driving ranges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologically complex and uncertain</li> <li>Highest price of all options</li> <li>Limited commercial availability</li> <li>No developed refueling network</li> </ul>

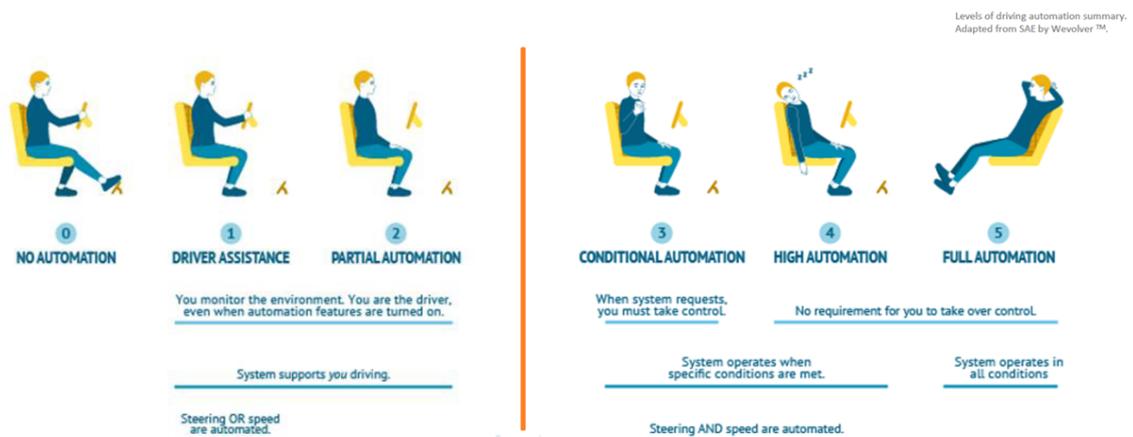
Fuel tank   
 Battery   
 H<sub>2</sub> Hydrogen tank   
 FC Fuel Cell   
 ICE   
 Electric motor   
 Electrified ancillary components

ICE = Internal Combustion Engine; HEV = Hybrid Electric Vehicle; PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle; EREV = Range-Extended Electric Vehicle; BEV = Battery Electric Vehicle; FCEV = Fuel-Cell Electric Vehicle; Source: Oliver Wyman "E-Mobility 2035" study

## รูปที่ 2-2 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

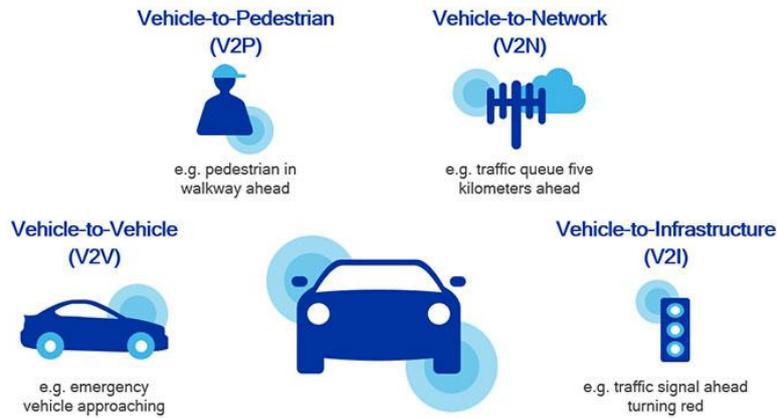
ที่มา : Oliver Wyman (2018), Future automotive industry structure until 2030

ด้านเทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติ (Autonomous Vehicle) มีจุดเริ่มต้นจากการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (Advance Driver Assistance System) ซึ่งระบบจะทำหน้าที่ควบคุมรถยนต์เพื่อช่วยเหลือผู้ขับขี่ในกรณีที่มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุขึ้น เพื่อลดความผิดพลาดในการตัดสินใจ หรือควบคุมรถยนต์ของผู้ขับขี่ (Driver Error) ก่อนที่จะพัฒนาเป็นระบบขับขี่อัตโนมัติ ที่ระบบสามารถควบคุมรถยนต์เองได้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้ ความสามารถในการขับขี่อัตโนมัติของรถยนต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่ 0 ถึง ระดับที่ 5 ดังแสดงในรูปที่ 2-3



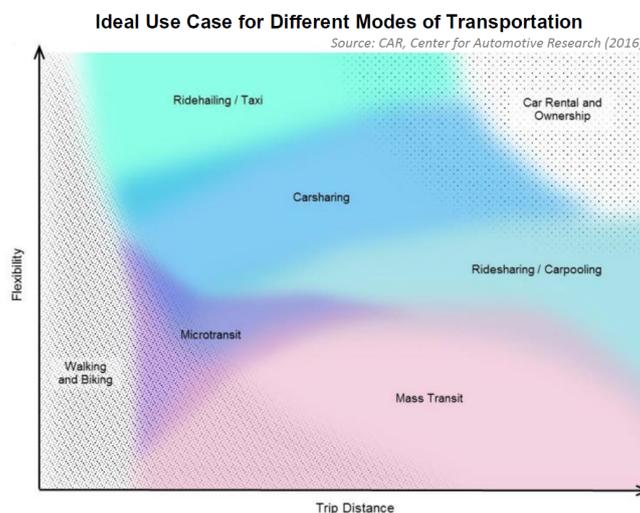
รูปที่ 2-3 ระดับความสามารถในการขับขี่อัตโนมัติ

การเชื่อมต่อยานยนต์ (Connected Vehicle) มีจุดเริ่มต้นจากการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้เปิดโอกาสให้สามารถส่งผ่านข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้เกิดแนวทางการเชื่อมต่อระหว่างรถยนต์กับสิ่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-4 ทั้งนี้ ยังมีแนวทางการนำเทคโนโลยีเชื่อมต่อยานยนต์ใช้ร่วมกับยานยนต์อัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของรถยนต์อัตโนมัติด้วย



รูปที่ 2-4 ประเภทของการเชื่อมต่อยานยนต์

การใช้งานยานยนต์ร่วมกัน (Shared Mobility) เดิมเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคใช้งานอยู่แล้วแต่อาจจะไม่คำนึงถึงว่าเป็น Shared Mobility อาทิ ระบบขนส่งมวลชน (Mass Transit) หรือรถแท็กซี่ (Taxi) ซึ่งถือเป็นการใช้งานยานยนต์ร่วมกันทั้งสิ้น เนื่องรถยนต์ 1 คันถูกใช้งานโดยผู้บริโภคหลายคน แต่การใช้งานยานยนต์ร่วมกันในปัจจุบัน มักจะถูกพูดถึงในรูปแบบใหม่ ที่จะมาเติมเต็มช่องว่างที่การใช้งานยานยนต์ร่วมกันรูปแบบเดิมไม่ครอบคลุม ดังแสดงในรูปที่ 2-5

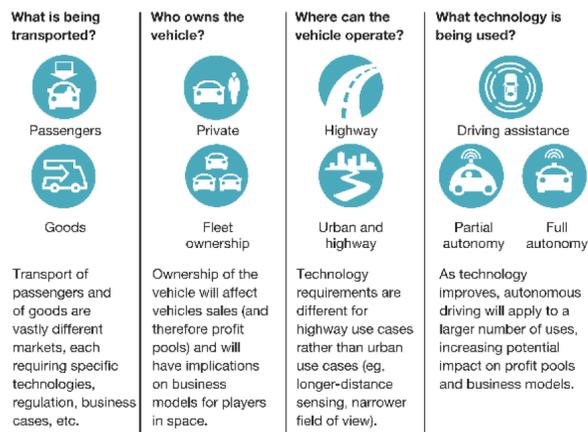


รูปที่ 2-5 ประเภทของการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน

ที่มา : Oliver Wyman (2018), Future automotive industry structure until 2030

ทั้งนี้ จากเทคโนโลยียานยนต์ทั้งหมด ส่งผลให้ในอนาคต ลักษณะของรถยนต์อาจมีความแตกต่างกัน ออกไปตามปัจจัยต่าง ๆ หลาย ปัจจัย อาทิ สิ่งที่ต้องการขนส่ง ความเป็นเจ้าของรถยนต์ สถานที่ที่ใช้งาน และระดับความสามารถในการขับขี่อัตโนมัติ จะส่งผลให้รถยนต์มีรูปร่าง และเทคโนโลยีที่ติดตั้งภายในแตกต่างกัน ออกไป ดังแสดงในรูปที่ 2-6

The use-case framework for autonomous driving provides ecosystem-related insights.



McKinsey&Company | Source: McKinsey Center for Future Mobility

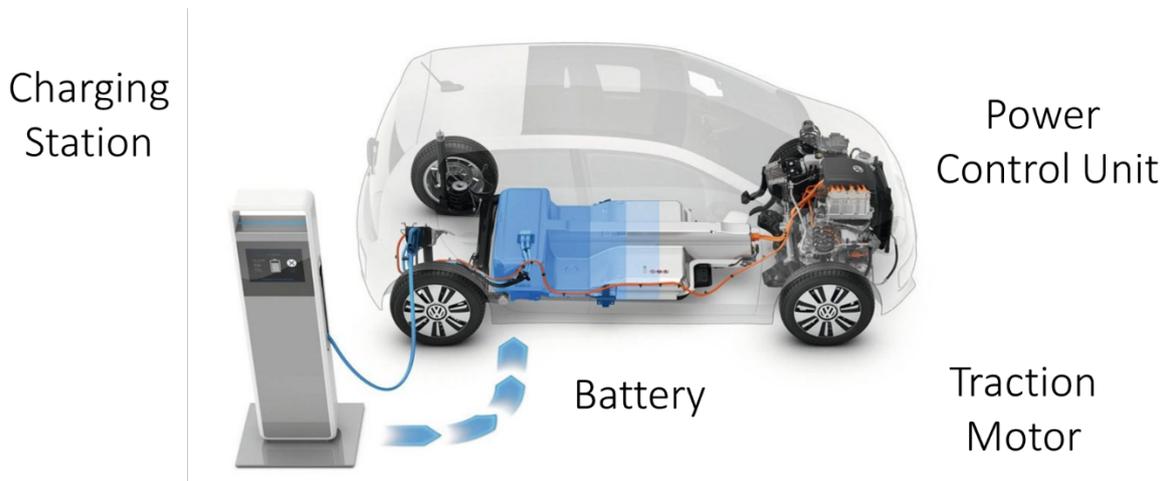


รูปที่ 2-6 รูปแบบของยานยนต์สมัยใหม่

ที่มา : McKinsey Center for Future Mobility

## 2.1 แนวโน้มเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มตั้งพัฒนาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1832 แต่ในเวลานั้นเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานยังไม่ถูกพัฒนาให้เหมาะสมต่อการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า จนกระทั่งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนถูกพัฒนาขึ้นจนสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ กอปรกับ ปัญหามลพิษจากการใช้งานยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ทำให้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความสนใจอีกครั้ง โดย ยานยนต์ไฟฟ้ามีส่วนประกอบประกอบที่สำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 2-7



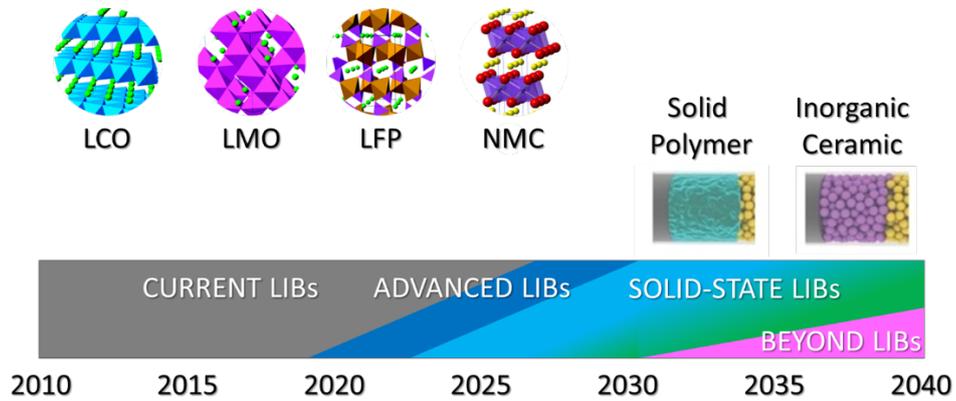
รูปที่ 2-7 ส่วนประกอบสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า

### 2.1.1 แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า

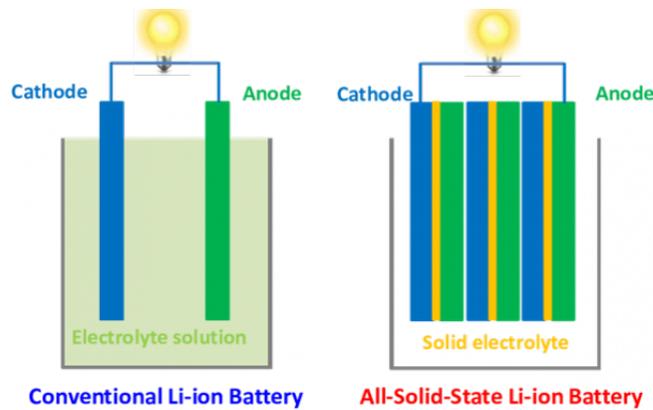
ยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันนิยมใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน เนื่องจากมีความจุพลังงานจำเพาะสูงทำให้สามารถบรรจุกพลังงานได้มากกว่าแบตเตอรี่ประเภทอื่นที่มีน้ำหนักเท่ากัน แต่อย่างไรก็ดีผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันยังประสบปัญหา ความกังวลต่อระยะทางการประจุไฟฟ้า (Range anxiety) กอปรกับระยะเวลาในการประจุไฟฟ้ายังใช้เวลานานกว่าการเติมน้ำมันในรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ส่งผลให้แนวทางในการพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าให้สามารถกักเก็บพลังงานได้มากขึ้น โดย New Energy and Industrial Technology Development Organization ประเทศญี่ปุ่น ตั้งเป้าหมายการพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2-8 โดยการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้

- ช่วงที่ 1 ระหว่างปี ค.ศ. 2010 – ค.ศ. 2020 เป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ เน้นการพัฒนาแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนให้เหมาะสมกับการใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้า
- ช่วงที่ 2 ระหว่างปี ค.ศ. 2020 – 2023 พัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ขั้นสูง โดย การปรับเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมีบนพื้นฐานแบตเตอรี่ลิเทียมชนิดเดิม เพื่อเพิ่มสมรรถนะให้แบตเตอรี่มีความเหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น
- ช่วงที่ 3 ระหว่างปี ค.ศ. 2023 - ค.ศ. 2030 การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่เน้นการพัฒนาแบตเตอรี่ Solid State ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสถานะของส่วนประกอบในแบตเตอรี่ให้เป็นของแข็งให้ได้มากที่สุด เพื่อเพิ่มความจุพลังงานจำเพาะ และเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน
- ช่วงที่ 4 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2030 เป็นต้นไป การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่จะมีทิศทางในการใช้แร่ธาตุชนิดอื่นๆ เพื่อทดแทนการใช้ลิเทียมในการผลิตแบตเตอรี่ เพื่อแก้ปัญหาคาขาดแคลนวัตถุดิบสำหรับ

ผลิตแบตเตอรี่ และพัฒนาคุณสมบัติของแบตเตอรี่ให้มีความจุพลังงานจำเพาะมากขึ้น โดย แบตเตอรี่  
ในกลุ่มนี้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนาไปแล้ว อาทิ แบตเตอรี่ซิงค์-แอร์ และแบตเตอรี่ลิเทียม-แอร์

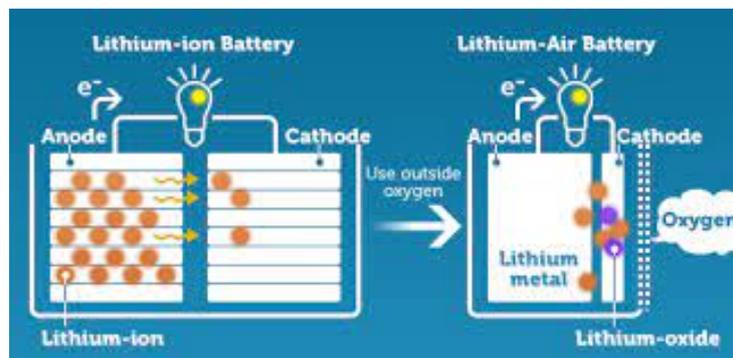


รูปที่ 2-8 NEDO Battery Development Roadmap



รูปที่ 2-9 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน และแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบ Solid-state

ที่มา : C. Yu (2017), Probing Li-ion transport in Sulfide-based solid-state batteries



รูปที่ 2-10 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน และแบตเตอรี่ลิเทียม-แอร์

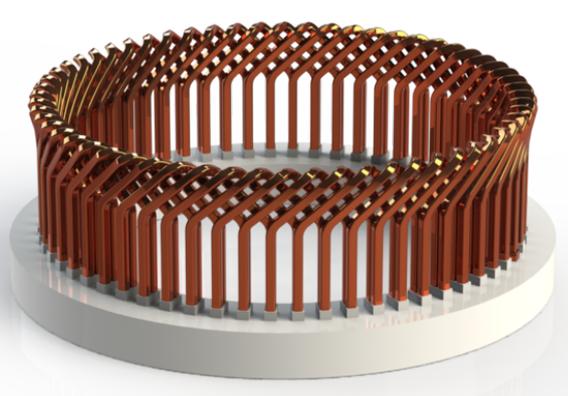
ที่มา : <http://blog.latrivenetacavi.com/>

### 2.1.2 มอเตอร์ขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า

มอเตอร์ขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นแหล่งกำลังหลักของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมาแทนเครื่องยนต์ในรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน เทคโนโลยีของมอเตอร์ถูกพัฒนามาเป็นเวลานานแล้ว และมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ มอเตอร์ยังเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยในปัจจุบันมอเตอร์ที่นิยมใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้า คือ มอเตอร์แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Motor) แต่อย่างไรก็ดี มอเตอร์แม่เหล็กถาวร มีต้นทุนที่สูงเนื่องจากแม่เหล็กถาวรจำเป็นต้องใช้แร่หายาก (Rare Earth Material) เป็นวัตถุดิบในการผลิต ผู้ผลิตรถยนต์จึงมีแนวคิดที่จะปรับเปลี่ยนมอเตอร์แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Motor) เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) แต่อย่างไรก็ดีมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ให้กำลังเท่ากับมอเตอร์แม่เหล็กถาวร จึงทำให้การวิจัยและพัฒนาของมอเตอร์ของยานยนต์ไฟฟ้า มุ่งเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพ และลดขนาดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ และทำให้เหมาะสมกับการใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น โดยกระบวนการที่นิยมในปัจจุบัน คือ เปลี่ยนแปลงรูปทรงหน้าตัดของขดลวดในมอเตอร์จากหน้าตัดวงกลมเป็นหน้าตัดสี่เหลี่ยม เนื่องจากหน้าตัดวงกลมจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างขดลวดแต่ละเส้น ในขณะที่ขดลวดที่มีหน้าตัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจะช่วงลดช่องว่างระหว่างขดลวดแต่ละเส้น ซึ่งจะช่วยให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น



(a) Round Wire



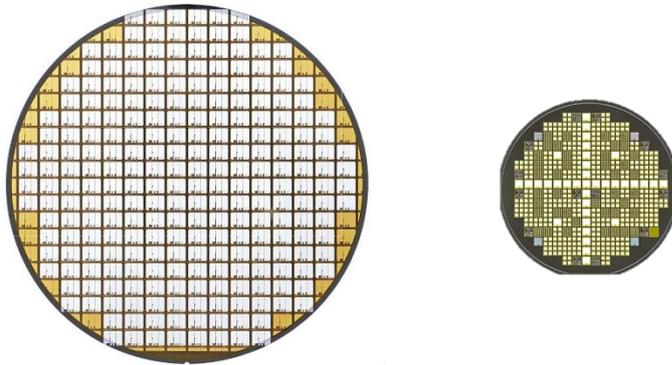
(b) Hair-Pin

รูปที่ 2-11 ขดลวดมอเตอร์ชนิดต่าง ๆ

### 2.1.3 ระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ขับเคลื่อน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีชิ้นส่วนสำคัญ คือ Semiconductor ทั้งนี้ การใช้งานมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความเร็ว หรือความถี่ในการแปลงกำลังไฟฟ้าเร็วขึ้น โดยอาศัยการใช้ Semiconductor ที่ผลิตจาก

ซิลิกอนคาร์ไบด์ ซึ่งทำให้ความต้านทานภายในอุปกรณ์ลดลง สามารถลดขนาดของ Semiconductor ลงได้ รวมถึงยังช่วยให้การบริหารจัดการอุณหภูมิในระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



(a) Silicon Semiconductor

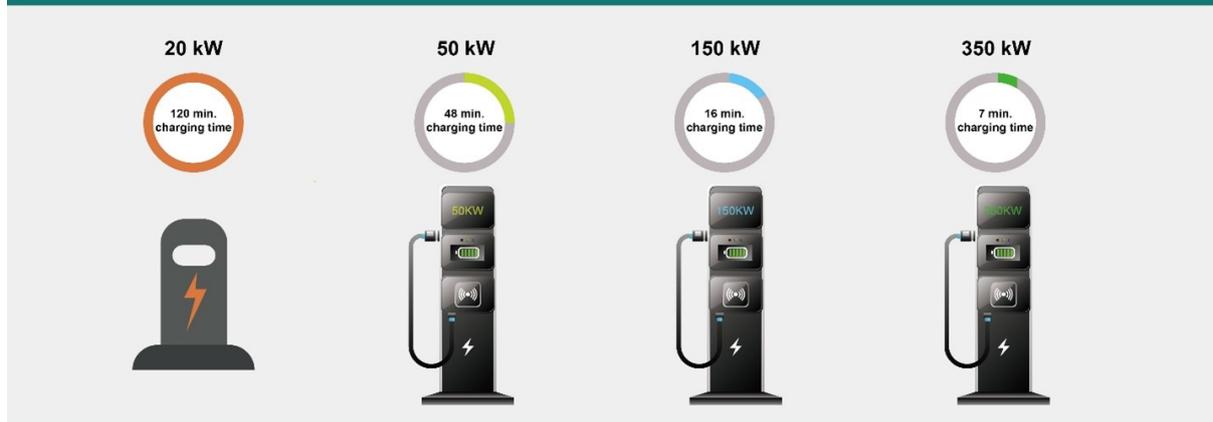
(b) Silicon Carbide Semiconductor

รูปที่ 2-12 Semiconductor ที่ผลิตด้วยซิลิกอน และซิลิกอนคาร์ไบด์

#### 2.1.4 ระบบประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

ระบบประจุไฟฟ้า เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยปัจจุบันมีการพัฒนาระบบประจุไฟฟ้าให้มีกำลังการประจุไฟฟ้าสูงขึ้นเพื่อเพื่อให้อาจสามารถประจุไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ดี แบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าก็ต้องถูกออกแบบให้สามารถรับกำลังไฟฟ้าสูงได้ โดยปัจจุบันมีการพัฒนาระบบประจุไฟฟ้าที่มีกำลังประจุไฟฟ้าถึง 350 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าได้ภายใน 10 นาที การเพิ่มกำลังประจุไฟฟ้าของสถานีประจุไฟฟ้าสามารถกระทำได้ 2 คือ ใช้ระบบไฟฟ้ากำลังต่ำหลายระบบรวมกัน อาทิ ใช้ระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับ 50 กิโลวัตต์ พร้อมกัน 7 ระบบ สำหรับการประจุไฟฟ้า 350 กิโลวัตต์ หรือ พัฒนาระบบไฟฟ้ากำลังให้สามารถใช้งานในกำลังที่สูงขึ้น โดยการใช้งาน Semiconductor ที่ผลิตขึ้นจากซิลิกอนคาร์ไบด์ ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อก่อนหน้า

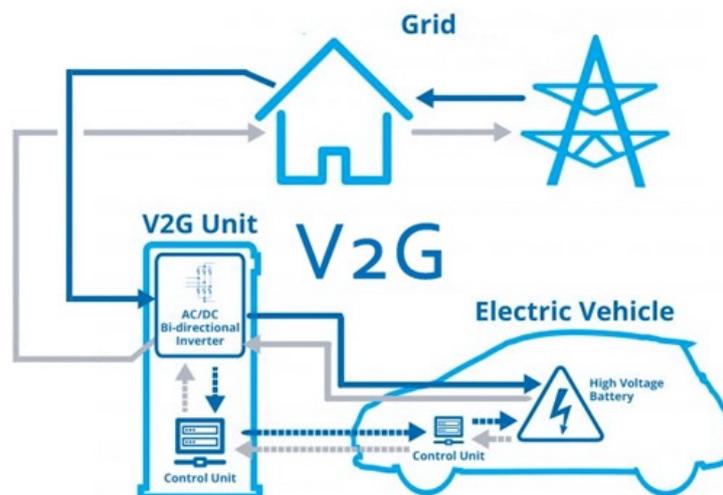
### Shorten charging times by fast direct current electric vehicle charging for 200 km



รูปที่ 2-13 ประเภทของสถานีประจุไฟฟ้า

ที่มา : <https://www.powerelectronicsnews.com/>

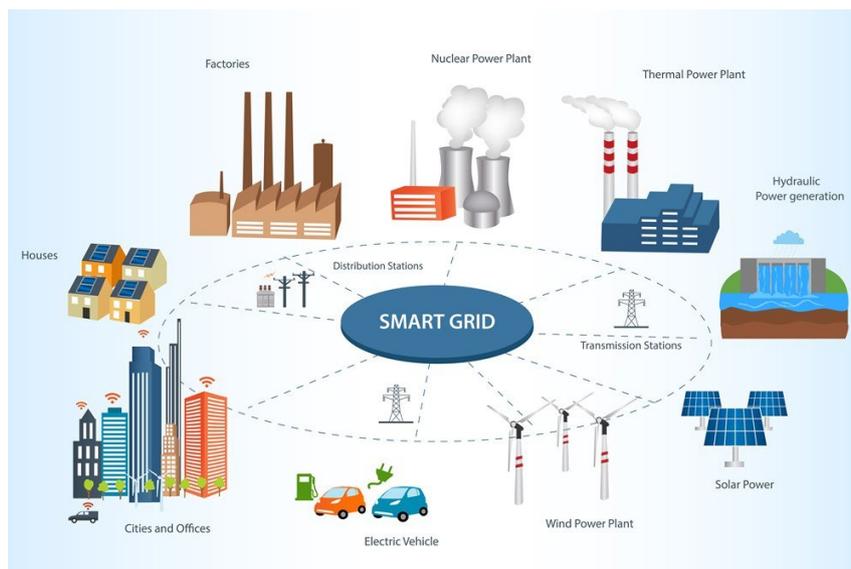
นอกจากการพัฒนาาระบบประจุไฟฟ้าให้มีกำลังการประจุไฟฟ้าสูงขึ้นแล้ว ผู้ผลิตรถยนต์ และผู้ผลิตสถานีประจุไฟฟ้ายังมีแนวคิดที่จะใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นระบบกักเก็บพลังงานสำรอง และสามารถปล่อยพลังงานกลับคืนสู่โครงข่ายไฟฟ้าได้ โดยเรียกการเชื่อมต่อแบบนี้ว่า Vehicle-to-Grid (V2G) แต่อย่างไรก็ดี เถ้ารีบ เถ้าเสียบ ของระบบประจุไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Grid ได้ ต้องเป็นเถ้ารีบ เถ้าเสียบ ที่เป็นมาตรฐาน CHAdeMO ที่นิยมใช้งานในรถยนต์ที่ผลิตโดยผู้ผลิตรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่นเท่านั้น โดย เถ้ารีบ เถ้าเสียบ มาตรฐานอื่น อย่าง CCS Combo ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา



รูปที่ 2-14 การเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Grid (V2G)

ที่มา : <https://www.powerelectronicsnews.com/>

นอกจากนี้การพัฒนาาระบบประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และการเชื่อมต่อแบบ V2G จำเป็นที่จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าด้วย ด้วยเหตุนี้เอง ระบบโครงข่ายไฟฟ้าเองก็มีแนวคิดที่จะพัฒนาเป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่นำเทคโนโลยีมาทำงานร่วมกันในระบบไฟฟ้าสามารถตอบสนองการทำงานได้อย่างชาญฉลาด ทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ระบบเซ็นเซอร์ ระบบเก็บข้อมูล และระบบควบคุมอัตโนมัติ ทำให้โครงข่ายไฟฟ้าสามารถรับรู้ข้อมูลทุกส่วนที่ติดตั้งอยู่กับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ทำให้การบริหารโครงข่ายไฟฟ้าเป็นไปได้อย่างอัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพ

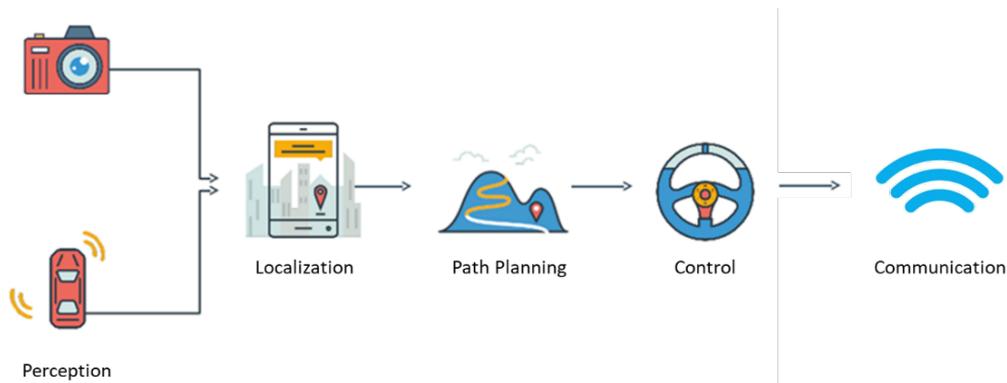


รูปที่ 2-15 ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid)

ที่มา : <https://brandinside.asia/>

## 2.2 แนวโน้มเทคโนโลยีเชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ใช้ระบบควบคุมภายในรถยนต์เป็นผู้ขับขี่แทนการควบคุมรถยนต์โดยผู้ขับขี่ที่เป็นมนุษย์ ดังนั้น ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำเป็นต้องมีความสามารถต่าง 5 ความสามารถ เพื่อให้ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถควบคุมรถยนต์ได้ ดังเช่น ผู้ขับขี่ที่เป็นมนุษย์ โดยความสามารถต่าง ๆ มีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 2-16 ความสามารถของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ที่มา : <https://www.quora.com/What-is-the-most-important-component-of-a-self-driving-car>

### 2.2.1 ความสามารถในการรับรู้ (Sensing)

ความสามารถในการรับรู้ช่วยให้ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมภายนอกยานยนต์ได้ ผ่านการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ รอบตัวรถยนต์ โดยเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้งานในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ แสดงในตารางที่ 2-1 หลังจากนั้น ระบบประมวลผลในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จะนำข้อมูลที่รับจากเซ็นเซอร์มาประมวลผลเพื่อตรวจจับวัตถุต่าง ๆ รอบตัวรถ รวมไปถึงการคำนวณหาทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุในอนาคตด้วย

ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติ ข้อดี และข้อเสีย ของเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ

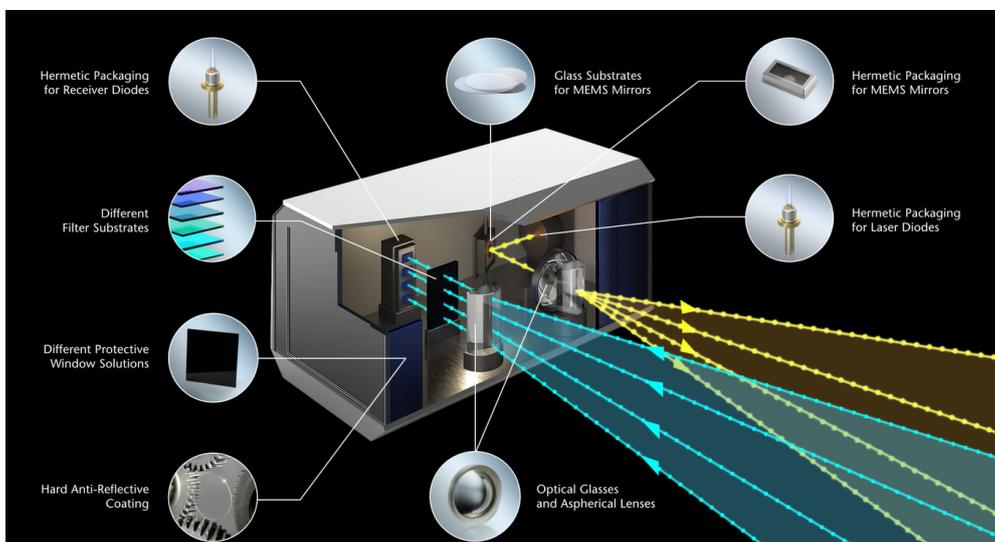
Sensor Type	Specific Sensor	Distance	Cost	Advantages	Disadvantages
Acoustic	SONY ECM-77B	Depends on sound waves amplitude and mic sensitivity	≈ 350 USD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omni-directional microphone</li> <li>• An economical solution</li> <li>• Real time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interference problem</li> <li>• Noise sensitive</li> <li>• Short range</li> </ul>
Radar	Delphi Adaptive Cruise Control	175 m	2,000 USD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Measure distance directly with less computing resources</li> <li>• Longer detection range than acoustic and optical sensor</li> <li>• Robust in foggy or rainy day, and during night time.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interference problem</li> <li>• Higher cost than Acoustic</li> <li>• Classification issue</li> <li>• More Power consumption than acoustic and optical sensor</li> </ul>
Laser/Lidar	Velodyne HDL-64E Laser Rangefinder (3D LIDAR)	120 m	75,000 USD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longer detection range than acoustic and optical sensor</li> <li>• Independent of weather conditions</li> <li>• Modern lidar/laser scanners acquire high resolution and 3D information</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Road infrastructure dependency</li> <li>• More Power consumption than other sensors</li> <li>• High speed 3D scanners are expensive</li> </ul>
	SICK LMS511-10100 (2D)	80 m	7,000 USD		
Optical (camera)	SV-625B	100m for day 12m for night (Depth of focus)	160 USD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low cost, easier to install and maintain</li> <li>• Higher resolution and wider view angle</li> <li>• Extensive information in images</li> <li>• Independent of any modifications to the road infrastructure.</li> <li>• Accumulate data in nonintrusive way</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Image quality depends on lighting and weather conditions</li> <li>• Requires more computing resources to process the images</li> </ul>
Fusion of Sensors	Not Applicable	Depends on sensors fused	Depends on sensors fused	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increases system robustness and reliability</li> <li>• Broadens the sensing capabilities</li> <li>• Collect maximum information of surroundings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separate algorithms for each sensor</li> <li>• Expensive</li> </ul>

ที่มา : A. Mukhtar, L. Xia, T.B. Tang (2015).

ทั้งนี้ในปัจจุบัน การพัฒนาเซ็นเซอร์ที่ใช้ในงานในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ถูกจับตามองที่สุดคือ Lidar ซึ่งเริ่มได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน จากคุณสมบัติด้านระยะทาง และมุมมองในการตรวจจับที่กว้าง และได้รับข้อมูลที่มีความละเอียดสูง แต่อย่างไรก็ดี Lidar เป็นเซ็นเซอร์ที่มีราคาสูงเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ และต้องมีส่วนประกอบทางกลภายในเซ็นเซอร์ที่ช่วยให้ Lidar สามารถตรวจจับวัตถุได้กว้างมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันมีการพัฒนา Lidar ให้มีชิ้นส่วนทางกลลดลง และลดมุมมองในการตรวจจับวัตถุลง ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย และลดต้นทุนในการผลิตลงได้ โดย Lidar ดังกล่าวเรียกว่า Solid State Lidar ซึ่งใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก (Micro Electro-Mechanical Systems: MEMS) ในการสะท้อนเลเซอร์เพื่อให้ Solid State Lidar สามารถตรวจจับวัตถุในมุมกว้างได้



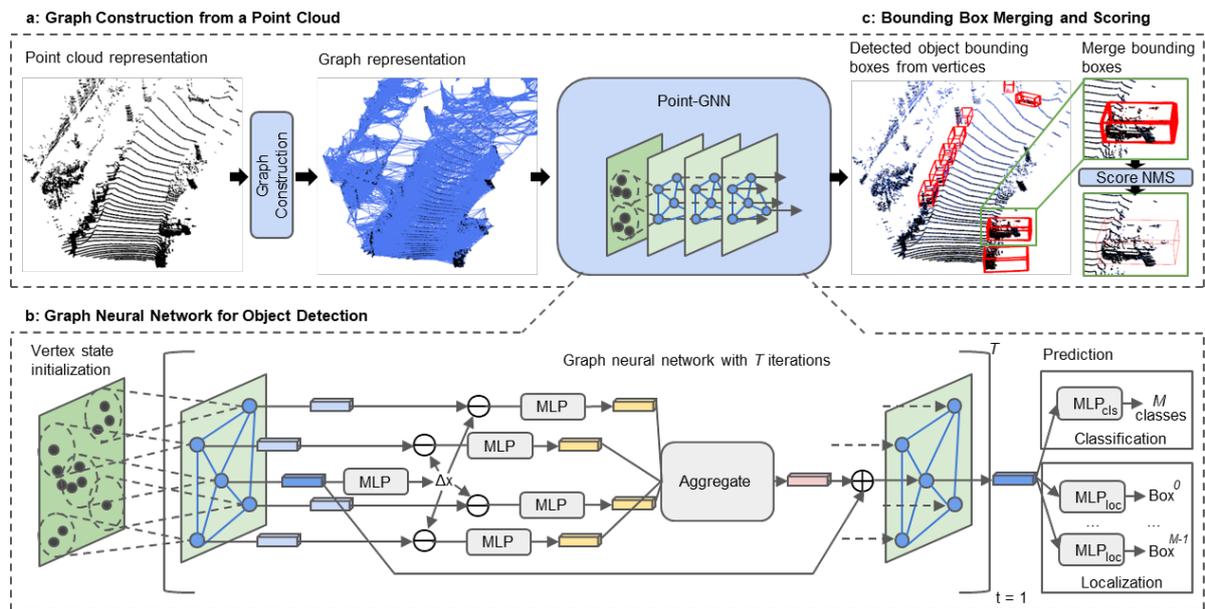
รูปที่ 2-17 Conventional Lidar



รูปที่ 2-18 Solid State Lidar

ที่มา : SCHOTT North America, Inc.

นอกจากชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์แล้ว ทางด้านซอฟต์แวร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการรับรู้ของรถยนต์ก็มีการพัฒนาอยู่ในปัจจุบันด้วยเช่นกัน โดย ปัจจุบันเริ่มนิยมประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์หลายประเภทร่วมกัน เพื่อชดเชยข้อเสียของเซ็นเซอร์แต่ละประเภทลง นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ด้านการรับรู้ของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในปัจจุบัน เริ่มนิยมใช้ แบบจำลองโครงข่ายระบบประสาท (Neural Network) ในการตรวจจับและจำแนกประเภทวัตถุ โดย การใช้แบบจำลองโครงข่ายระบบประสาท เริ่มนิยมได้ไม่นาน เนื่องจากสมรรถนะในการประมวลผลของอุปกรณ์ประมวลผลสูงขึ้น

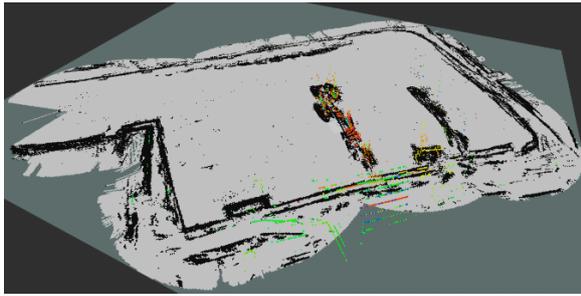


รูปที่ 2-19 การใช้แบบจำลองโครงข่ายระบบประสาทสำหรับตรวจจับวัตถุ

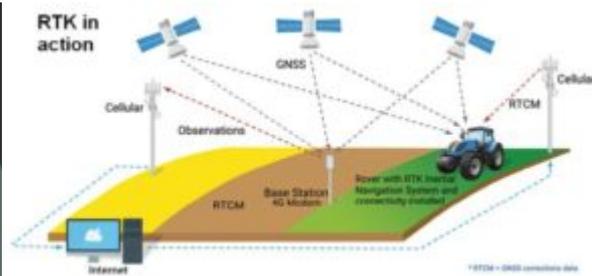
ที่มา : N. Madali (2020), Graph Neural Network for 3D Object Detection in a Point Cloud

### 2.2.2 ความสามารถในการระบุตำแหน่ง (Localization)

ความสามารถในการระบุตำแหน่งทำใหยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถระบุตำแหน่ง ณ เวลาปัจจุบัน มีความจำเป็นต่อยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยปัจจุบันการระบุตำแหน่งยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ นิยมใช้อยู่ 2 ประเภท คือ Lidar Localization และ GNSS Localization โดย Lidar Localization เป็นการระบุตำแหน่งโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับจาก Lidar มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแผนที่ความละเอียดสูง หรือ HD Map ทำให้ได้ตำแหน่งของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่มีความคลาดเคลื่อนในระดับเซนติเมตร ในส่วนของ GNSS Localization เป็นการระบุตำแหน่งโดยใช้ระบบดาวเทียมนำทาง (Global Navigation Satellite System: GNSS) ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรม แต่อย่างไรก็ดีการใช้ ระบบดาวเทียมนำทาง ในรูปแบบปกติยังมีความแม่นยำไม่เพียงพอต่อการใช้งานในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จึงมีแนวคิดการนำค่าแก้ไขความผิดพลาดจากสถานีภาคพื้น (Base Station) มาช่วยให้การระบุตำแหน่งจากดาวเทียมนำทางมีความผิดพลาดอยู่ในระดับเซนติเมตร



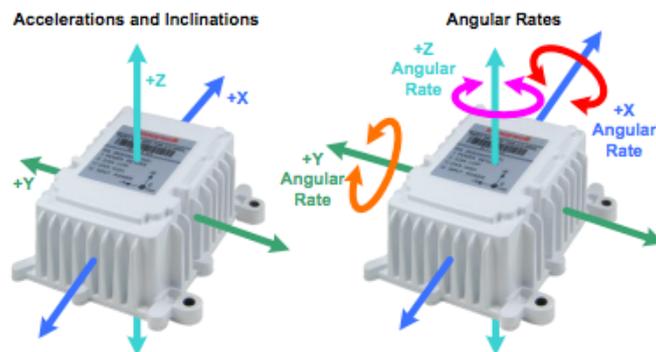
(a) Lidar Localization



(b) GNSS Localization

รูปที่ 2-20 การระบุตำแหน่งของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

แต่อย่างไรก็ดี ทั้งการระบุตำแหน่งด้วย Lidar Localization และ GNSS Localization ยังมีข้อผิดพลาดที่ทำให้การระบุตำแหน่งไม่สามารถทำงานได้ในบางช่วงเวลา จึงมีแนวความคิดการใช้เซ็นเซอร์ชนิดอื่นมาประยุกต์เข้ากับการระบุตำแหน่งเพื่อชดเชยตำแหน่งของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ที่เกิดข้อผิดพลาดได้ โดยเซ็นเซอร์ที่นิยมนำมาใช้คือ Inertial Measurement Unit หรือ IMU



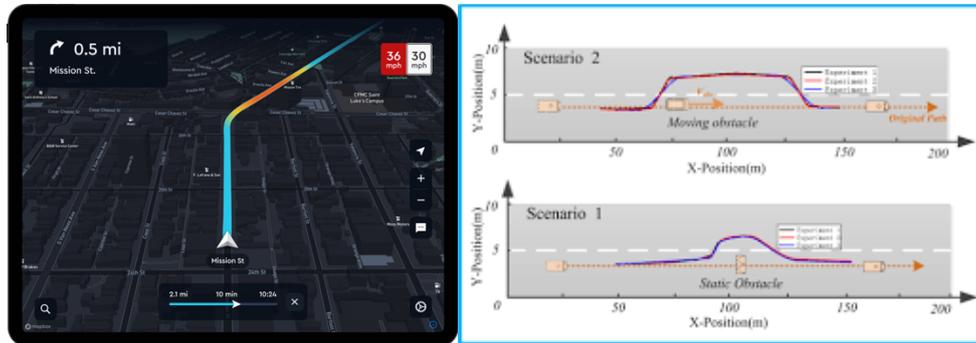
รูปที่ 2-21 Inertial Measurement Unit

2.2.3 ความสามารถในการวางแผนเส้นทาง (Path Planning)

หลังจากที่ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ได้รับข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกจากความสามารถในการรับรู้ และตำแหน่งของตนเองจากความสามารถในการระบุตำแหน่งแล้ว ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติจะต้องวางแผนเส้นทางที่จะเดินทาง สำหรับเดินทางไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยความสามารถในการระบุตำแหน่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

Global Planning เป็นการวางแผนเส้นทางการเดินทางของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ในภาพรวมของของการเดินทางในภาพรวมจากจุดเริ่มต้นการเดินทางไปสู่จุดหมายของการเดินทาง

Local Planning เป็นการวางแผนการเคลื่อนที่ของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในระยะใกล้ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ให้หลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง หรือขับซึ่ให้สอดคล้องกับกฎจราจร โดยส่วนใหญ่จะเป็นการวางแผนทิศทางเคลื่อนที่ หรือความเร็วของรถยนต์



(a) Global Planning

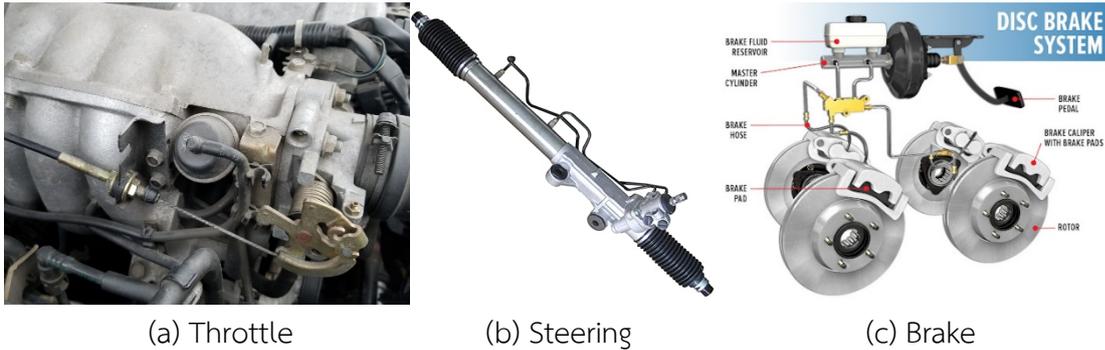
(b) Local Planning

## รูปที่ 2-22 ความสามารถในการวางแผนเส้นทาง (Path Planning)

แนวทางการวางแผนเส้นทางของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในปัจจุบันใช้แนวทางเดียวกับการวางแผนเส้นทางของหุ่นยนต์ แต่ยังคงมีการพัฒนาโดยใช้ AI ในการวางแผนเส้นทางเดินทางในรูปแบบของการหาเส้นทางที่เหมาะสม รวมไปถึงการใช้ AI เพื่อคำนวณการเคลื่อนที่ของรถยนต์แทนการใช้แบบจำลองทางพลศาสตร์ของรถยนต์ โดย การวางแผนเส้นทางของรถยนต์ต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถวางแผนเส้นทางของรถยนต์ให้ครอบคลุมกับสถานะการใช้งานในการจราจรจริงได้ในทุกรูปแบบ

### 2.2.4 ความสามารถในการควบคุม (Control)

ทำให้อานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติเคลื่อนที่ไปตามทิศทางตามการวางแผนเส้นทางได้ โดยการควบคุมรถยนต์ที่สำคัญ 2 ส่วน คือ การควบคุมความเร็วด้วยระบบ Drive-by-wire และ Brake-by-wire และการควบคุมทิศทางด้วยระบบ Steer-by-wire โดยเรียกรวมว่าระบบ By-wire system ซึ่งเป็นการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้สัญญาณทางไฟฟ้า ทั้งนี้ ระบบคันเร่งรถยนต์ในปัจจุบันเป็นระบบ Drive-by-wire อยู่แล้ว โดย รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในจะใช้ คันเร่งไฟฟ้า (E-Throttle) และรถยนต์ไฟฟ้าจะใช้ระบบควบคุมกำลังของรถยนต์ (Power Control Unit)



(a) Throttle

(b) Steering

(c) Brake

รูปที่ 2-23 ระบบควบคุมรถยนต์ที่ใช้การเชื่อมต่อทางกล

แต่อย่างไรก็ดีระบบ Steer-by-wire และ Brake-by-wire ในปัจจุบันยังคงมีการเชื่อมต่อทางกลอยู่ ซึ่งระบบ By-wire system จะถูกใช้งานในระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (Advanced Driver Assistance System: ADAS) เท่านั้น ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาเทคโนโลยี By-wire ให้ปราศจากการเชื่อมต่อทางกล เพื่อให้ผู้ขับขี่มีความสะดวกสบายในการขับขี่มากขึ้น รวมถึงลดปริมาณชิ้นส่วนในผลิตรถยนต์ลง แต่อย่างไรก็ดี การพัฒนา By-wire system ที่ไม่มีการเชื่อมต่อทางกลยังคงมีความท้าทาย โดยผู้พัฒนาเทคโนโลยีจะต้องจำลองความรู้สึกการตอบสนองจากพื้นถนนมาสู่ผู้ขับขี่ได้เหมือนกับระบบที่มีการเชื่อมต่อทางกลทำได้ รวมไปถึงระบบ By-wire system จะต้องมีความปลอดภัย สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกสภาพแวดล้อม



(a) Drive-by-wire

(b) Steer-by-wire

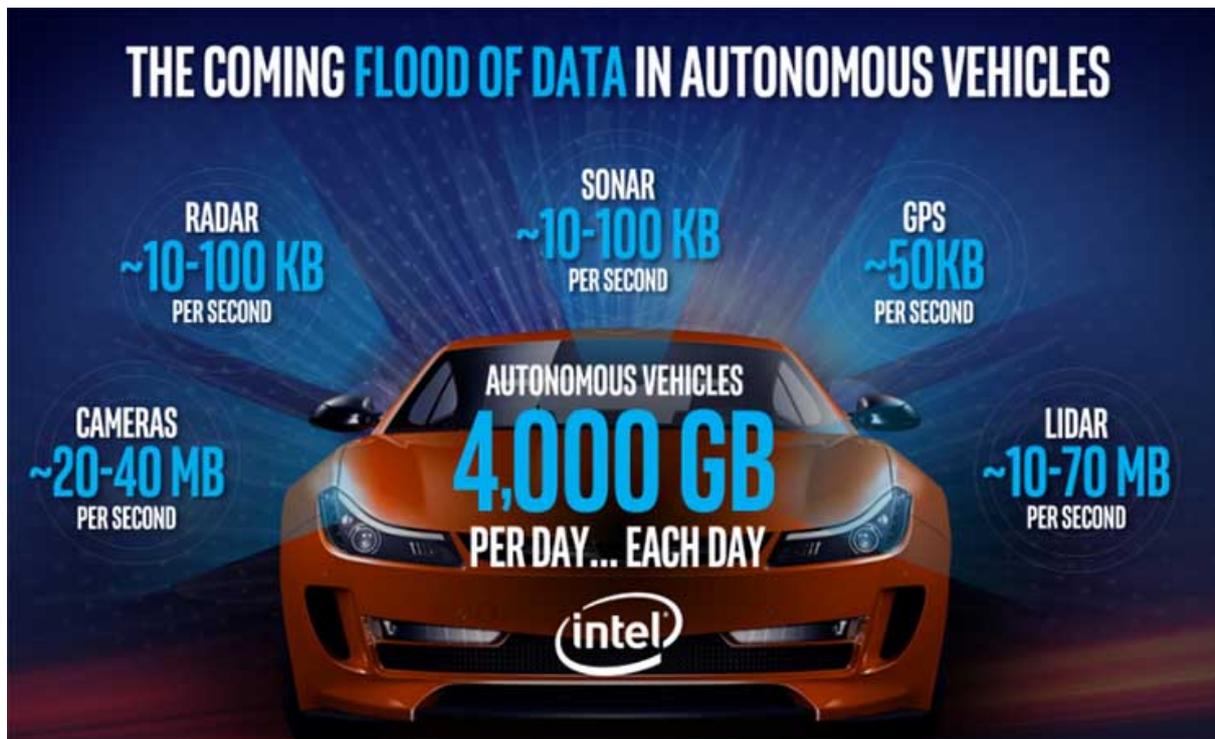
(c) Brake-by-wire

รูปที่ 2-24 ระบบควบคุมรถยนต์แบบ By-wire System

### 2.2.5 ความสามารถในการสื่อสาร (Communication)

รถยนต์ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสารแล้ว แต่โดยส่วนใหญ่จะใช้งานกับระบบนำทาง หรือ สื่อบันเทิงภายในรถยนต์เท่านั้น โดย ความสามารถในการสื่อสารของรถยนต์ในปัจจุบันอาศัยเครือข่ายสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular Communication) ซึ่งในประเทศไทยใช้เทคโนโลยี 4G อย่างแพร่หลาย แต่

อย่างไรก็ดี มีงานวิจัยระบุไว้ว่าการใช้งานด้านการสื่อสารในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จะเป็นการสื่อสารที่มีการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งประจวบเหมาะกับการใช้งานในปัจจุบันที่เทคโนโลยีเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มพัฒนาเทคโนโลยี 5G ซึ่งมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูง และมีความล่าช้าในการส่งข้อมูลต่ำกว่าเทคโนโลยี 4G ทำให้เหมาะสมต่อการใช้งานในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ที่จำเป็นต้องส่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ อยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 2-25 ขนาดของข้อมูลที่ใช้ในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ที่มา : Intel Corporation

นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดการใช้ อุปกรณ์ เชื่อมต่อระยะสั้น (Dedicated short-range communication : DSRC) เพื่อการสื่อสารระหว่างยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติกับสิ่งที่อยู่รอบตัวรถ ซึ่งจากข้อจำกัดด้านระยะในการสื่อสารจึงมีแนวคิดที่จะใช้ DSRC กับการเชื่อมต่อระหว่างรถยนต์กับสิ่งต่างๆ รอบตัวในวงจำกัด อาทิ การเชื่อมต่อสื่อสารกับโครงสร้างพื้นฐานอย่างไร้พรมแดนทางแยก แต่อย่างไรก็ดี แนวคิดการส่งข้อมูลของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ยังอยู่ในขั้นตอนของการวิจัยว่าจะส่งข้อมูลอะไร และประมวลผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมต่อการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

### บทที่ 3 ระบบนิเวศน์ของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

สมาคมวิศวกรยานยนต์นานาชาติ (Society of Automotive Engineer International) แบ่งระดับความสามารถของยานยนต์อัตโนมัติเป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่ 0 คือ รถยนต์ที่ไม่มีความสามารถในการขับเคลื่อนอัตโนมัติเลย ถึง ระดับที่ 5 รถยนต์ที่มีความสามารถในการขับเคลื่อนอัตโนมัติในทุกสภาพแวดล้อม โดยยานยนต์อัตโนมัติในระดับ 3 ขึ้นไป จำเป็นต้องมีระบบนิเวศน์ที่รองรับการใช้งานจึงจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ทางบริษัท KPMG ได้จัดทำรายงาน Autonomous Readiness Index ซึ่งเป็นการประเมินความพร้อมการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติของแต่ละประเทศ โดยพิจารณาจากระบบนิเวศน์การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติซึ่งครอบคลุมปัจจัยต่าง ๆ 4 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



#### SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION™

Learn more here: [sae.org/standards/content/j3016\\_202104](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104)

Copyright © 2021 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed AS-IS provided that SAE International is acknowledged as the source of the content.

	SAE LEVEL 0™	SAE LEVEL 1™	SAE LEVEL 2™	SAE LEVEL 3™	SAE LEVEL 4™	SAE LEVEL 5™
What does the human in the driver's seat have to do?	You <b>are</b> driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You <b>are not</b> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver's seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	

Copyright © 2021 SAE International.

	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering OR</li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering AND</li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

รูปที่ 3-1 ระดับของรถยนต์อัตโนมัติ

ที่มา : Society of Automotive Engineer International (2021)



**1. POLICY AND LEGISLATION**

- 1.1 AV Regulations
- 1.2 Government-funded AV Pilots
- 1.3 AV-focused agency
- 1.4 Future orientation of government
- 1.5 Efficiency of legal system in challenging regulations
- 1.6 Government readiness for change
- 1.7 Data-sharing environment



**2. TECHNOLOGY & INNOVATION**

- 2.1 Industry partnerships
- 2.2 AV technology firm headquarters
- 2.3 AV-related patents
- 2.4 Industry Investments in AV
- 2.5 Availability of the latest technologies
- 2.6 Innovation capability
- 2.7 Cybersecurity
- 2.8 Assessment of cloud computing, AI and IoT
- 2.9 Market share of electric cars



**3. INFRA STRUCTURE**

- 3.1 EV charging stations
- 3.2 4G coverage
- 3.3 Quality of roads
- 3.4 Technology infrastructure change readiness
- 3.5 Mobile connection speed
- 3.6 Broadband



**4. CONSUMER ACCEPTANCE**

- 4.1 Population living near test areas
- 4.2 Civil society technology use
- 4.3 Consumer ICT adoption
- 4.4 Digital skills
- 4.5 Individual readiness
- 4.6 Online ride-hailing market penetration

**รูปที่ 3-2 ระบบนิเวศการใช้งานยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ**

ที่มา : ข้อมูลจาก KPMG (2020), 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index รวบรวมโดย สถาบันยานยนต์

**3.1 ปัจจัยด้านนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง**

- 3.1.1 กฎระเบียบด้านยานยนต์อัตโนมัติ ที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานและการทดสอบ** – การใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติทำให้ผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารมีบทบาทที่เปลี่ยนแปลงไป การออกข้อกำหนดหรือกฎหมายให้ครอบคลุมการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ต่อการทดสอบและการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ
- 3.1.2 พื้นที่นำร่องการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติที่ดำเนินการโดยรัฐ** - เนื่องจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติต้องถูกทดสอบการใช้งานก่อนที่จะให้บริการแก่ผู้บริโภคนวงกว้าง พื้นที่ทดสอบจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทดสอบยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ แต่อย่างไรก็ดีการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานในบริเวณทดสอบมีมูลค่าสูง ซึ่งหากรัฐบาลช่วยสนับสนุนในการสร้างพื้นที่ทดสอบก็จะเป็นผลดีต่ออุตสาหกรรม
- 3.1.3 หน่วยงานที่รับผิดชอบเฉพาะด้านยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ** - เนื่องจากอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติมีความเกี่ยวข้องกับหลายภาคส่วน หน่วยงานที่รับผิดชอบเฉพาะด้านยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การดำเนินงานของหน่วยงานในประเทศเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
- 3.1.4 ความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของภาครัฐ** - สามารถสะท้อนให้เห็นความสามารถในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมไปถึงความมีเสถียรภาพของการบริหารจัดการ และสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ลงทุน
- 3.1.5 วิสัยทัศน์การมองไปในอนาคตของภาครัฐ** – รัฐบาลต้องมีนโยบายและวิสัยทัศน์กว้างไกล เนื่องจากในปัจจุบัน เทคโนโลยีและสังคม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา รัฐบาลจึงต้องพร้อมที่จะรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน

- 3.1.6 ประสิทธิภาพของระบบกฎหมาย - เนื่องจากกฎหมายในปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมการกระทำที่เกิดขึ้นจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ แต่อย่างไรก็ดี ฝ่ายตุลาการจำเป็นต้องหาผู้ที่ต้องรับผิดชอบในกรณีที่เกิดเหตุไม่คาดคิดขึ้น ดังนั้นการบังคับใช้กฎหมายอย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้กระบวนการไต่สวนมีความโปร่งใส ซึ่งรวมไปถึงในกรณีที่ข้อกฎหมายมีช่องโหว่หรือไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ผู้ที่เกี่ยวข้องก็สามารถให้ความเห็นแย้ง หรือผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้
- 3.1.7 การแบ่งปันและเปิดเผยข้อมูล - นโยบายแบ่งปันหรือเปิดเผยข้อมูล (Shared and Open Data) ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก

## 3.2 ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม

- 3.2.1 ระดับความร่วมมือด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ระหว่างผู้ผลิตรถยนต์และผู้ผลิตเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ - ปริมาณความร่วมมือพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติระหว่างผู้ผลิตรถยนต์ กับผู้ผลิตชิ้นส่วน หรือผู้พัฒนาเทคโนโลยี
- 3.2.2 จำนวนสำนักงานใหญ่ของบริษัทด้านเทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติ - ปริมาณสำนักงานใหญ่ของบริษัทผู้พัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในประเทศ
- 3.2.3 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์อัตโนมัติ - ปริมาณสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ถูกขึ้นทะเบียนภายในประเทศ
- 3.2.4 สัดส่วนมูลค่าเงินลงทุนในอุตสาหกรรมยานยนต์อัตโนมัติ - มูลค่าการลงทุนในอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ทั้งที่ลงทุนในประเทศ และต่างประเทศ ของบริษัทที่อยู่ในประเทศ
- 3.2.5 ความพร้อมใช้งานของเทคโนโลยีใหม่ - พิจารณาจากการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งรวมไปถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ในรูปแบบของ Content หรือ Application ซึ่งจะสร้างบริการใหม่ๆ แนวทางการใช้งานใหม่ แก่ประชาชนในประเทศ
- 3.2.6 ขีดความสามารถด้านนวัตกรรม - ความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมของประเทศ ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการทำวิจัยและพัฒนา การพัฒนางานวิจัยไปสู่การผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนให้เกิดการวิจัยและพัฒนา
- 3.2.7 ความปลอดภัยทางไซเบอร์ - เนื่องจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ต้องมีการเชื่อมต่อสู่สิ่งต่าง ๆ ภายนอก รถยนต์ ปัจจัยด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์จึงมีความจำเป็นที่จะต้อง

คำนึงถึง โดยพิจารณาจาก กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยไซเบอร์ หน่วยงานที่รับผิดชอบ และผลงานการแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ที่ผ่านมาในอดีต

**3.2.8 การประเมินการใช้งานและผู้พัฒนาด้าน Cloud computing AI และ IoT** - เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ซึ่งรวมไปถึงเทคโนโลยีสารสนเทศรูปแบบใหม่ที่เพิ่งถูกพัฒนามาช่วงเวลาไม่กี่ปีมานี้ อย่าง Cloud computing AI และ IoT ดังนั้น ความสามารถในการพัฒนาและใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าว จึงจำเป็นต่อการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วย

**3.2.9 สัดส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า** - เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีใหม่ของอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งหากประเทศใดมีสัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้ามาก จะแสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคในประเทศนั้นๆ มีการยอมรับในเทคโนโลยีใหม่ได้มาก นอกจากนั้น ยังมีแนวคิดว่าการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติบนพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถดำเนินการได้ง่ายกว่า ดังนั้น สัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาความพร้อมในการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

### 3.3 ปัจจัยโครงสร้างพื้นฐาน

**3.3.1 สัดส่วนสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ต่อประชาชน** - ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับ สัดส่วนของรถยนต์ไฟฟ้า ดังที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ นอกจากนั้น การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าต้องการโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้ประเทศที่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้ดี สามารถกล่าวได้ว่าเป็นประเทศที่พร้อมจะพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ได้

**3.3.2 คุณภาพของถนน** - เนื่องจากรถยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมได้จากเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่รอบตัวรถ ผ่านการประมวลผลโดยระบบประมวลผลภายในรถยนต์ ซึ่งการที่ถนนมีคุณภาพ และมาตรฐาน จะทำให้การใช้งานรถยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และช่วยลดความผิดพลาดในการประมวลผลได้

**3.3.3 ความครอบคลุมของสัญญาณ 4G** - สัญญาณ 4G มีความสำคัญในสำหรับการเชื่อมต่อของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ดังนั้น หากสัญญาณ 4G มีความครอบคลุมในบริเวณกว้าง ก็จะช่วยให้การยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางด้วย

**3.3.4 ความเร็วของการเชื่อมต่อสัญญาณโทรศัพท์** - มีการศึกษาวิจัย พบว่าข้อมูลที่ถูส่งโดยรถยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จะเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ หากความเร็วของการเชื่อมต่อสัญญาณ

โทรศัพท์มีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้การส่งผ่านข้อมูลของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

**3.3.5 เทคโนโลยีในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง** – นอกจากความเร็วในการเชื่อมต่อสัญญาณโทรศัพท์แล้ว เทคโนโลยีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ซึ่งถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตภายในประเทศก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกัน

**3.3.6 ความพร้อมในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี** – โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี จะช่วยส่งเสริมให้การพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ในปัจจุบันได้

### 3.4 ปัจจัยด้านการยอมรับของผู้บริโภค

**3.4.1 สัดส่วนประชากรที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ทดสอบ/ทดลองยานยนต์อัตโนมัติ** – เทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ถือเป็นเทคโนโลยีใหม่ซึ่งผู้บริโภคยังขาดความคุ้นเคย ดังนั้น หากมีการทดสอบ หรือทดลองยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น จะช่วยสร้างความคุ้นเคย รวมไปถึงสามารถให้ความรู้ด้านยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ แก่ประชากรได้

**3.4.2 การใช้เทคโนโลยีในภาคประชาสังคม** – ความสามารถในการรับเทคโนโลยีใหม่ ของภาคประชาสังคมซึ่งรวมถึงการใช้งาน Social media และการใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

**3.4.3 การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ของประชาชน** – การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ โทรศัพท์เคลื่อนที่ และอินเทอร์เน็ตของประชาชน ซึ่งหากประชาชนสามารถใช้เทคโนโลยีดังกล่าวได้อย่างคุ้นเคย ก็มีแนวโน้มที่จะสามารถใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้อย่างคุ้นเคย เนื่องจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนา

**3.4.4 ทักษะทางดิจิทัลของประชาชน** – ความสามารถทางดิจิทัลของประชาชนมีเหตุผลคล้ายคลึงกับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร แต่มีขอบเขตที่กว้างขึ้นกว่าการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ โดย ระดับทักษะทางดิจิทัลของประชาชนที่สูงสะท้อนให้เห็นถึงความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีใหม่ และการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ได้ง่ายกว่าประชาชนที่มีทักษะทางดิจิทัลต่ำ

- 3.4.5 ความพร้อมส่วนบุคคลในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ – เป็นปัจจัยความพร้อมเฉพาะตัวบุคคลต่อการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ว่าประชาชนแต่ละประเทศมีความพร้อมสำหรับการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มากเพียงใด
- 3.4.6 สัดส่วนของการให้บริการขนส่งสาธารณะบนดิจิทัลแพลตฟอร์ม – มีแนวคิดว่ายานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติจะถูกนำมาใช้งานให้บริการขนส่งสาธารณะบนดิจิทัลแพลตฟอร์มได้ก่อนการใช้งานในรูปแบบของยานยนต์ส่วนบุคคล ดังนั้น ประเทศที่มีการให้บริการขนส่งสาธารณะบนดิจิทัลแพลตฟอร์มมาก จึงมีแนวโน้มที่จะมีผู้ใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติมากด้วย
- จากปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมด เห็นได้กว่า บริษัท KPMG พิจารณาความพร้อมในการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติครอบคลุมในทุกภาคส่วน ซึ่งสามารถใช้ปัจจัยจากการศึกษาของ บริษัท KPMG เป็นกรอบในการพิจารณาระบบนิเวศน์ของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้

## บทที่ 4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์สมัยใหม่

ยานยนต์สมัยใหม่ติดตั้งได้ติดตั้งเทคโนโลยีและชิ้นส่วนใหม่ๆ ที่แตกต่างยานยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่งผลให้มีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการวิจัยและพัฒนา รวมไปถึงการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ที่แตกต่างกันไปจากยานยนต์ในปัจจุบัน โดย โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ที่ต้องการเพิ่มเติม มีรายละเอียด ดังนี้

### 4.1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา

กระบวนการทำวิจัยและพัฒนา เป็นกิจกรรมสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีหรือแนวความคิดใหม่ เพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ หรือบริการ และต่อยอดมาผลิตในเชิงพาณิชย์ โดย สามารถแบ่งกระบวนการวิจัยและพัฒนา ไปจนถึงการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. กระบวนการทำวิจัยและพัฒนา (Research & Development) เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาแนวความคิด ทฤษฎี หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ สำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ หรือบริการใหม่ ที่จะวางจำหน่ายหรือให้บริการในอนาคต
2. กระบวนการทดสอบและยืนยัน (Testing & Validation) เป็นกิจกรรมที่มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบและยืนยัน คุณสมบัติ ของผลิตภัณฑ์ ที่ใช้เทคโนโลยี หรือแนวความคิดใหม่ที่ได้จากกิจกรรมการทำวิจัยและพัฒนา ว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามที่ผู้ผลิตต้องการหรือไม่
3. กระบวนการก่อนการผลิตในเชิงพาณิชย์ (Pre-Manufacturing) หลังจากที่เทคโนโลยี หรือแนวความคิดใหม่ได้รับการยืนยันแล้วว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามต้องการพร้อมที่จะผลิตเพื่อวางจำหน่ายในตลาด ผู้ผลิตจะต้องเตรียมกระบวนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตออกไปมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่ได้ทำการวิจัยไว้ รวมไปถึงออกแบบกระบวนการผลิตให้มีต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ก่อนที่จะนำแนวความคิดในการผลิตภัณฑ์ไปออกแบบสายการผลิตจริงเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

ทั้งนี้ กระบวนการทั้ง 3 กระบวนการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะถูกผลิตในเชิงพาณิชย์ ซึ่งในยานยนต์สมัยใหม่ กิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ มีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานที่แตกต่างกันออกไปตามเทคโนโลยี หรือชิ้นส่วนที่ใช้ในยานยนต์สมัยใหม่ โดย คณะผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มเทคโนโลยีของยานยนต์สมัยใหม่ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ คือ ยานยนต์ไฟฟ้า และยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยแต่ละเทคโนโลยีมีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนาต่างกัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 4.1.1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์ไฟฟ้า

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีของยานยนต์ไฟฟ้าได้ถูกกล่าวไปก่อนหน้านี้ในบทที่ 2 ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 สาระสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

Battery	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดการใช้วัตถุดิบที่เป็นแร่หายาก และมีอยู่อย่างจำกัด</li> <li>- เพิ่ม Energy Density ของแบตเตอรี่</li> </ul>
Traction Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลดการใช้วัตถุดิบหายาก (Rear Earth Material)</li> <li>- เพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์</li> <li>- เพิ่ม Power Density ของมอเตอร์</li> </ul>
Power Control Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พัฒนา Semiconductor ให้รองรับการทำงานที่มีความถี่สูงสำหรับอุปกรณ์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูง</li> <li>- ลดขนาดของอุปกรณ์ เพื่อประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง</li> </ul>
Charging Station	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พัฒนา Semiconductor ให้รองรับการทำงานที่มีความถี่สูงสำหรับอุปกรณ์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูง</li> <li>- พัฒนาการประจุไฟฟ้าแบบ Bidirectional เพื่อรองรับการใช้งานแบบ V2G</li> </ul>

ทั้งนี้ หากอ้างอิงถึงกิจกรรมการวิจัยและพัฒนา ก่อนถึงการผลิตในเชิงพาณิชย์ สามารถแบ่งโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าได้ ตามชิ้นส่วนสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า ดังแสดงใน

ตารางที่ 4-2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการทำวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ทุกชิ้นส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า ต้องการห้องปฏิบัติการสำหรับสร้างชิ้นส่วนต้นแบบ (Prototyping Lab) เนื่องจากเป็นสร้างชิ้นส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์โดยใช้เทคโนโลยีและแนวความคิดใหม่ แต่อย่างไรก็ดี Prototyping Lab ของชิ้นส่วนแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันออกไป เนื่องจากความรู้พื้นฐานที่ต้องการในการวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ
  - a. แบตเตอรี่ ต้องการ Prototyping Lab ที่มีเครื่องมือทางเคมี ในการวิจัยและพัฒนาเซลล์แบตเตอรี่ รวมไปถึงเครื่องมือสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ต้นแบบ สำหรับสร้างระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ต้นแบบในระพับแบตเตอรี่แพ็ค รวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับทำ Model Based Simulation เพื่อการวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์
  - b. มอเตอร์ขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า ต้องการเครื่องมือด้านเครื่องกลสำหรับสร้างมอเตอร์ต้นแบบ โดย เครื่องมือดังกล่าวต้องมีความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายสูง (High Mix Low Volume) มีความยืดหยุ่นในการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตอบสนองต่อความต้องการผลิตฮาร์ดแวร์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

- c. ระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า มีความต้องการเครื่องมือสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ต้นแบบ และเครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation เพื่อการวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์เช่นเดียวกับแบตเตอรี่ เนื่องจาก ระบบไฟฟ้ากำลังส่วนใหญ่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการบรรจุซอฟต์แวร์ฝังตัว (Embedded Software) สำหรับควบคุมการทำงานลงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ดี เครื่องมือสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติมคือ อุปกรณ์สร้างอุปกรณ์ Semiconductor ต้นแบบ เนื่องจากระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า มีทิศทางการพัฒนา Semiconductor ที่ติดตั้งภายในวงจร เพื่อให้สามารถทำงานในความถี่สูง และมีขนาดเล็กลงด้วยเช่นกัน
  - d. ระบบประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า มีแนวทางการพัฒนาหลัก คือการเพิ่มกำลังในการประจุไฟฟ้า และการประจุไฟฟ้าแบบ Bidirectional โดย การวิจัยและพัฒนาจำเป็นต้องกระทำในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ คล้ายคลึงกับระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น เครื่องมือที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนาระบบประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีความคล้ายคลึงกับการวิจัยและพัฒนาระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า กล่าวคือ ต้องการเครื่องมือสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ต้นแบบ และเครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation เพื่อการวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์สร้างอุปกรณ์ Semiconductor ต้นแบบเพื่อพัฒนา Semiconductor ที่ติดตั้งภายในวงจร
2. กระบวนการทดสอบและยืนยัน (Testing & Validation) เนื่องจากชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนที่ทำงานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์ เครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation จึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจาก เครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation นอกจากจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยและพัฒนาได้แล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการทดสอบและยืนยัน การทำงานของชิ้นส่วนยานยนต์ร่วมกับ ชิ้นส่วน หรือซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย นอกจากนั้น ชิ้นส่วนที่มีซอฟต์แวร์เป็นส่วนประกอบ อาทิ แบตเตอรี่ ระบบไฟฟ้ากำลังของยานยนต์ไฟฟ้า และระบบประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testbench) เพื่อทดสอบซอฟต์แวร์ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ก่อนที่จะนำไปทดสอบกับชิ้นส่วนอื่น หรือทดสอบในเครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation
  3. กระบวนการก่อนการผลิตในเชิงพาณิชย์ (Pre-Manufacturing) ชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้ามีส่วนประกอบที่เป็นฮาร์ดแวร์ด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบสายการผลิตเพื่อให้หลังจากมีการผลิตในเชิงพาณิชย์แล้ว ชิ้นส่วนต่างๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า ยังคงมีคุณสมบัติ ดังเช่นที่ออกแบบไว้ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการผลิตให้มีต้นทุนที่สอดคล้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องการ โดยเฉพาะเซลล์แบตเตอรี่ และ Semiconductor ที่จำเป็นต้องอาศัยการประหยัดต่อขนาด (Economy of Scale) ในการลด

ต้นทุนการผลิต ดังนั้น โรงงานต้นแบบ (Pilot Plant) ที่สามารถปรับเปลี่ยนสายการผลิตเพื่อให้  
กระบวนการผลิตเป็นไปตามที่ผู้ผลิตออกแบบจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ตารางที่ 4-2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์ไฟฟ้า

	Research & Development	Testing & Validation	Pre-Manufacturing
<b>Battery</b>	Battery Prototyping Lab PCB Prototyping Lab Model Based Simulator	Model Based Simulator Software Testbench	Pilot Plant
<b>Traction Motor</b>	Motor Prototyping Lab	Model Based Simulator	Pilot Plant
<b>Power Control Unit</b>	PCB Prototyping Lab Semiconductor Prototyping Lab Model Based Simulator	Model Based Simulator Software Testbench	Pilot Plant
<b>Charging Station</b>	PCB Prototyping Lab Semiconductor Prototyping Lab Model Based Simulator	Model Based Simulator Software Testbench	Pilot Plant

#### 4.1.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้ถูกกล่าวไปก่อนหน้านี้ในบทที่  
2 ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้ ดังแสดง  
ในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 สาระสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

<b>Perception</b>	- พัฒนาซอฟต์แวร์ ที่ทำให้เซนเซอร์แต่ละชนิดสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ - พัฒนาซอฟต์แวร์ ที่สามารถตรวจจับ และทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุได้แม่นยำ ในทุกสภาพแวดล้อม
<b>Localization</b>	- พัฒนาซอฟต์แวร์ ที่ทำให้เซนเซอร์แต่ละชนิดสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ - พัฒนาซอฟต์แวร์ ที่สามารถระบุตำแหน่งยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้อย่างแม่นยำ
<b>Planning</b>	- พัฒนาซอฟต์แวร์ วางแผนเส้นทางและการเคลื่อนที่ของรถยนต์ให้ตอบโจทย์การใช้งาน สภาพแวดล้อม และกฎจราจรในแต่ละพื้นที่
<b>Control</b>	- พัฒนาให้อุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อการขับเคลื่อนอัตโนมัติ - พัฒนาให้อุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกับการควบคุมของผู้ขับขี่ที่เป็นมนุษย์ได้
<b>Connectivity</b>	- หาแนวทางการส่งข้อมูลที่ได้จากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ - หาแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ทั้งนี้ การพัฒนาความสามารถของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถแบ่งออกได้เป็นการพัฒนา 3 รูปแบบ คือ

1. กลุ่มระบบควบคุมระดับสูง (High Level Control) ประกอบด้วยการพัฒนาความสามารถในการรับรู้ความสามารถในการระบุตำแหน่ง และความสามารถในการวางแผนเส้นทาง
2. กลุ่มระบบควบคุมระดับต่ำ (Low Level Control) ประกอบด้วยการพัฒนาความสามารถในการควบคุม
3. กลุ่มการเชื่อมต่อสื่อสาร (Connectivity) ประกอบด้วยความสามารถในการสื่อสาร

หากอ้างอิงถึงกิจกรรมการวิจัยและพัฒนา ก่อนถึงการผลิตในเชิงพาณิชย์ สามารถแบ่งโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนายานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติได้ ตามกลุ่มการพัฒนาได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการทำวิจัยและพัฒนา (Research & Development) โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีความแตกต่างการออกไปรูปแบบของการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - a. กลุ่มระบบควบคุมระดับสูง (High Level Control) โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อให้มีความแม่นยำสูง และสามารถใช้งานได้ในทุกสภาพแวดล้อม ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานที่จะเป็นต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ในกลุ่มนี้คือ ชุดข้อมูลอ้างอิง อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล และ Cloud Server ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์จัดเก็บข้อมูลอ้างอิง เพื่อให้ให้นักวิจัยใช้ข้อมูลอ้างอิงดังกล่าว ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีทิศทางตามสาระสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ แต่อย่างไรก็ดี ความสามารถในการระบุตำแหน่งต้องการต้องการโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มเติม เนื่องจากระบบดาวเทียมระบุตำแหน่ง โดยโครงสร้างพื้นฐานที่ต้องการเพิ่มเติมสำหรับระบบดาวเทียมระบุตำแหน่งคือ สถานีภาคพื้นของดาวเทียมระบุตำแหน่ง เพื่อให้ระบบดาวเทียมระบุตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อนของการระบุตำแหน่งลดลง
  - b. กลุ่มระบบควบคุมระดับต่ำ (Low Level Control) เป็นระบบที่ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ จึงต้องการ Prototyping Lab สำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ใช้ในการควบคุมรถยนต์ และแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ เนื่องจากระบบควบคุมระดับต่ำ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์สำหรับทำ Model Based Simulation จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำวิจัยและพัฒนาร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์
  - c. กลุ่มการเชื่อมต่อสื่อสาร (Connectivity) แนวทางการวิจัยและพัฒนาในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับข้อมูล โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกลุ่มการเชื่อมต่อสื่อสารคือ โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ทั้งการเชื่อมต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ (4GLTE

และ 5G) รวมไปถึงการสื่อสารผ่านระบบสื่อสารระยะสั้น (Dedicated Short Range Communication Device: DSRC) สำหรับการส่งข้อมูลจากตัวยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ไปยัง Cloud Server หรือ ศูนย์ข้อมูล เพื่อค้นหาแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

2. กระบวนการทดสอบและยืนยัน (Testing & Validation) กระบวนการที่จำเป็นสำหรับการทดสอบและยืนยันยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่สำคัญ และจำเป็นต่อทุกกลุ่มระบบคือ การทดสอบว่ายานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่ออกแบบไว้ และมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะนำไปใช้งาน โดยสามารถทดสอบและยืนยันได้ใน 2 รูปแบบ คือ การทดสอบและยืนยันใน Simulator หลังจากนั้นจึงจะต้องนำไปทดสอบและยืนยันในสนามทดสอบ แต่อย่างไรก็ดี เนื่องจากกลุ่มระบบต่างๆ มีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานบางอย่างที่แตกต่างกันออกไป การทดสอบและยืนยันยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างพื้นฐานที่ตอบโจทย์แต่ละกลุ่มระบบด้วย
  - a. กลุ่มระบบควบคุมระดับสูง (High Level Control) ในการวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์ และใช้ข้อมูลอ้างอิงเป็นหลัง ดังการ กระบวนการทดสอบและยืนยันกลุ่มระบบนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบซอฟต์แวร์ผ่าน Software Testbench รวมไปถึงต้องมีข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ในการระบุตำแหน่งที่ต้องใช้ระบบดาวเทียมระบุตำแหน่งก็จำเป็นที่จะต้องมีการมีสถานีภาคพื้นสำหรับดาวเทียมระบุตำแหน่งด้วย
  - b. กลุ่มระบบควบคุมระดับต่ำ (Low Level Control) เป็นระบบที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการมี Software Testbench และเครื่องมือสำหรับทำ Model Based Simulation สำหรับการทดสอบซอฟต์แวร์ และการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์
  - c. กลุ่มการเชื่อมต่อสื่อสาร (Connectivity) โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทดสอบและยืนยันของกลุ่มการเชื่อมต่อสื่อสารคือ โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ทั้งการเชื่อมต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ (4GLTE และ 5G) รวมไปถึงการสื่อสารผ่านระบบสื่อสารระยะสั้น (Dedicated Short Range Communication Device: DSRC) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติกับสิ่งต่างๆ
3. กระบวนการก่อนการผลิตในเชิงพาณิชย์ (Pre-Manufacturing) จำเป็นต่อระบบควบคุมระดับต่ำของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ต้องพัฒนาฮาร์ดแวร์ เพื่อให้หลังจากมีการผลิตในเชิงพาณิชย์แล้วยังคงมีคุณสมบัติ ดังเช่นที่ออกแบบไว้ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการผลิตให้มีต้นทุนที่

สอดคล้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องการ ดังนั้น โรงงานต้นแบบ จึงจำเป็นต้องการออกแบบ  
สายการผลิตของระบบควบคุมระดับต่ำของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ตารางที่ 4-4 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

	Research & Development	Testing & Validation	Pre-Manufacturing
<b>Perception</b>	Data Collector Data Set Cloud server	Data Set SW Testbench Simulator CAV Test Track Cloud server	-
<b>Localization</b>	GNSS Base Station Data Collector Data Set Cloud server	SW Testbench Simulator CAV Test Track GNSS Base Station	-
<b>Planning</b>	Data Collector Data Set Cloud server	Data Set SW Testbench Simulator CAV Test Track Cloud server	-
<b>Control</b>	Prototyping Lab PCB Prototyping Lab Model Based Simulator	SW Testbench Model Base Simulator Simulator. CAV Test Track	Pilot Plant
<b>Connectivity</b>	Communication Infrastructure Cloud server	SW Testbench Simulator CAV Test Track Communication Infrastructure	-

#### 4.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งาน

นอกจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้การใช้งาน  
ยานยนต์สมัยใหม่ต้องการโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดย สามารถแบ่งกลุ่ม  
โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานตามเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ดังนี้

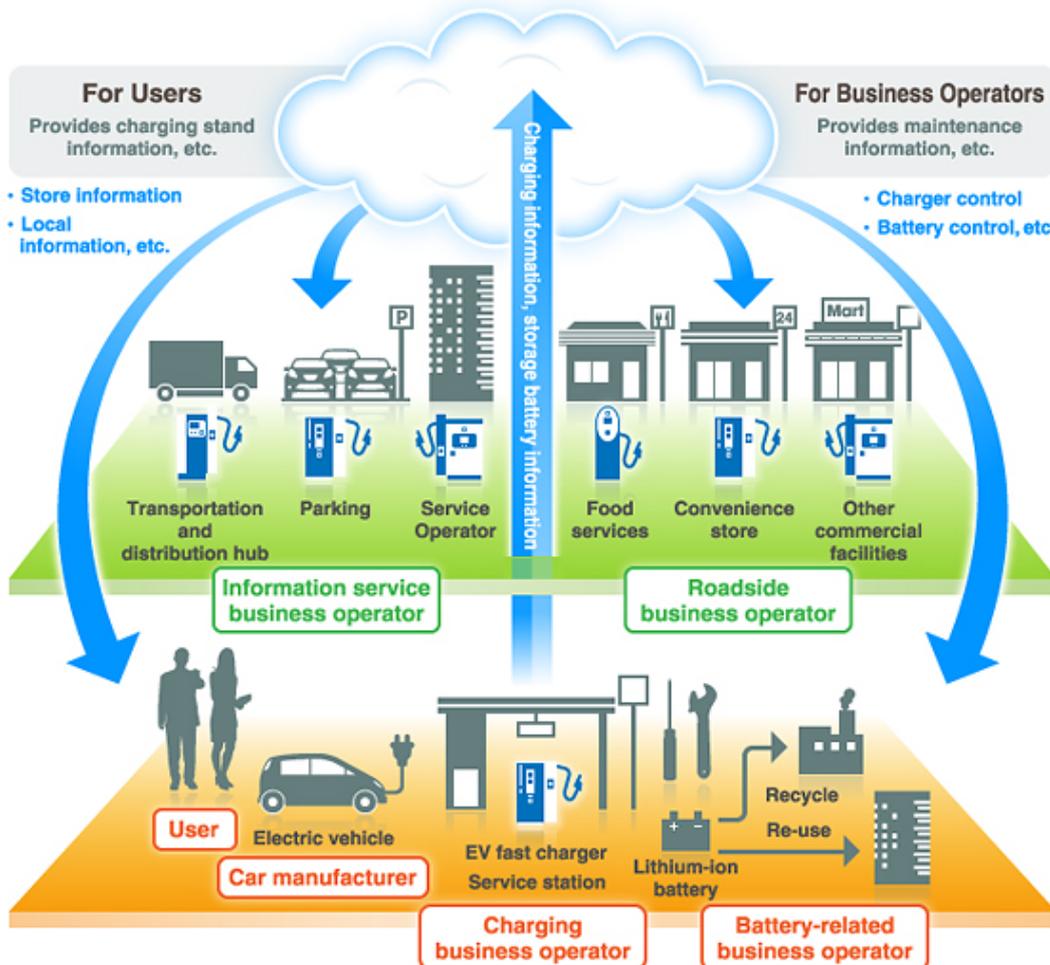
##### 4.2.1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

สิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า คือ แหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิง  
ฟอสซิล เป็นพลังงานไฟฟ้า จึงทำให้สถานีประจุไฟฟ้าที่เปรียบเสมือนแหล่งพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้า  
กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานที่สำคัญ แต่อย่างไรก็ดี นอกจากสถานีประจุไฟฟ้าแล้ว โครงข่ายทาง

ไฟฟ้า (Power Grid) ก็มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเพื่อรองรับปริมาณการประจุไฟฟ้าที่จะเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเติบโตขึ้นในอนาคต อีกด้วย นอกจากนี้ โครงสร้างพื้นฐานด้านโครงข่ายไฟฟ้า อาจจำเป็นที่จะต้องพัฒนาให้รองรับการประจุไฟฟ้าแบบ Bidirectional สำหรับการเชื่อมต่อแบบ V2G ที่อาจจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในอนาคต

ทั้งนี้ การประจุไฟฟ้า ไม่เพียงมีแค่การส่งผ่านพลังงานเท่านั้น การส่งผ่านข้อมูล เพื่อนำไปใช้งานในรูปแบบต่างๆ เป็นสิ่งจำเป็น อาทิ การคาดการณ์ปริมาณการประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า การคิดค่าบริการสถานีประจุไฟฟ้า ดังนั้น มาตรฐานการสื่อสารและการส่งข้อมูลของสถานีประจุไฟฟ้า รวมถึงศูนย์ข้อมูลจึงจำเป็นต่อการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากผู้ที่ใช้งานสถานีประจุไฟฟ้า นอกจากนี้ ศูนย์การการจัดการจัดการค่าใช้จ่าย (Clearing House) ก็จำเป็นสำหรับการคิดค่าบริการสำหรับสถานีประจุไฟฟ้าด้วยเช่นกัน

นอกจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานสำหรับการประจุไฟฟ้า โครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการบริหารจัดการแบตเตอรี่ใช้แล้ว ก็เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากในอนาคต แบตเตอรี่ที่ใช้แล้วจากยานยนต์ไฟฟ้าจะมีจำนวนมากขึ้น การกำจัดซากแบตเตอรี่อย่างถูกวิธีจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้จากการจัดเก็บแบตเตอรี่ใช้แล้วอย่างไม่ถูกวิธี โดย การบริหารจัดการแบตเตอรี่ใช้แล้ว จำเป็นต้องการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่กระบวนการเรียกคืนแบตเตอรี่แยกชิ้นส่วนแบตเตอรี่ ไปจนถึงการทำลาย หรือการนำแบตเตอรี่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 4-1 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

ที่มา : NEC Eastern Europe.

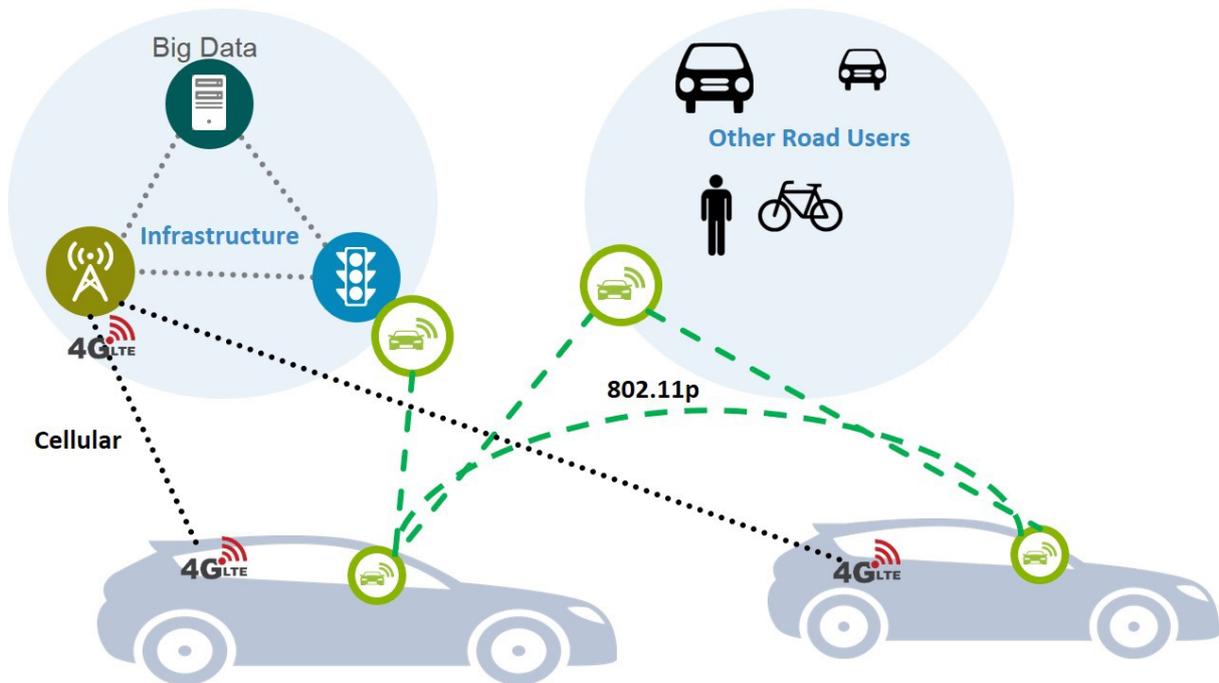
#### 4.2.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย เนื่องจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีการทำงานเพิ่มเติมขึ้นมาจากยานยนต์ในปัจจุบัน โดย ความต้องการโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

โครงสร้างพื้นฐานสำหรับความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสาร เช่นเดียวกับโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัย และพัฒนา การเชื่อมต่อสื่อสารของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ทั้งการเชื่อมต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ (4GLTE และ 5G) สำหรับการสื่อสารระยะไกล อาทิ การรับส่งข้อมูลต่างๆ ไปยังศูนย์ข้อมูล รวมไปถึงการสื่อสารผ่านระบบสื่อสารระยะสั้น (Dedicated Short Range Communication Device: DSRC) สำหรับการส่งข้อมูลจากตัวยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติในระยะใกล้

ทั้งนี้ การสื่อสารของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ไม่เพียงแต่เป็นการส่งข้อมูลไปจัดเก็บในศูนย์ข้อมูลเท่านั้น แต่ข้อมูลที่ได้จากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติยังสามารถนำมาประมวลผลเพื่อใช้งานกับระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) เพื่อการบริหารจัดการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพได้อีกด้วย

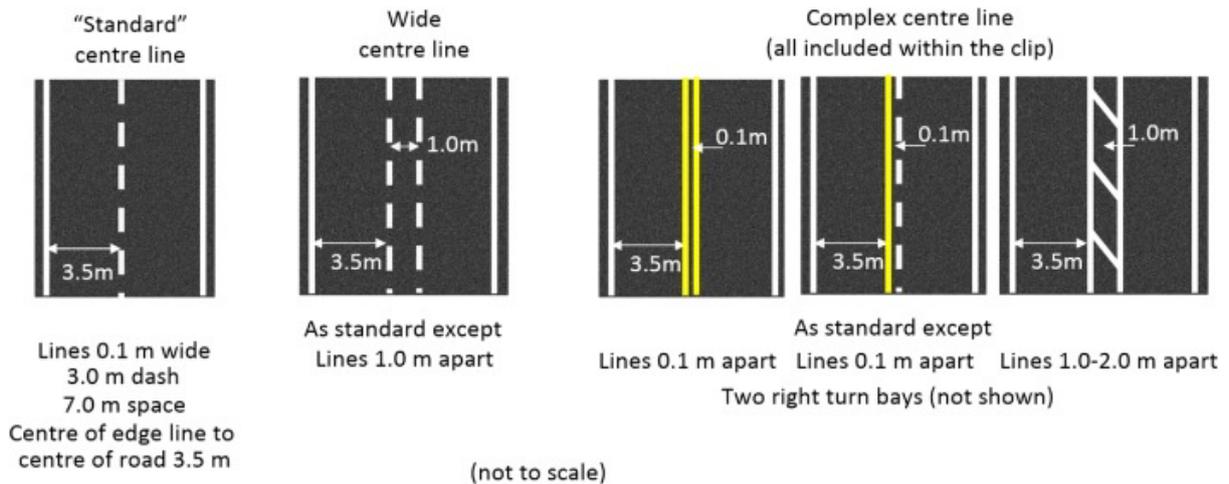
Cellular and IEEE 802.11p for C-ITS



รูปที่ 4-2 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสาร

ที่มา : A. Knight (2018), Hitchhiker's Guide to Hacking Connected Cars: V2X Networks Demystified.

โครงสร้างพื้นฐานสำหรับความสามารถขับเคลื่อนอัตโนมัติ เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ทำให้ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย โดย โครงสร้างพื้นฐานแรกที่จะกล่าวถึงคือ ถนน ช่องทางจราจร และเครื่องหมายหรือสัญญาณจราจร โดย โครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ รับรู้ได้เช่นเดียวกันว่า สัญญาณ หรือสัญลักษณ์แต่ละชนิดๆ หมายความว่าอย่างไร ไม่เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับซึ่งอาจนำไปสู่อุบัติเหตุทางท้องถนนได้ แต่อย่างไรก็ดี เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างช่องทางจราจรเฉพาะสำหรับยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติขึ้น ซึ่งจะช่วงลดความซับซ้อนในการขับขี่ของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติลง และสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างมาตรฐานช่องทางจราจร

ที่มา : S. G. Charlton, N. Starkey (2018), *Transitions within a safe road system*



รูปที่ 4-4 ตัวอย่างช่องทางเฉพาะสำหรับยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

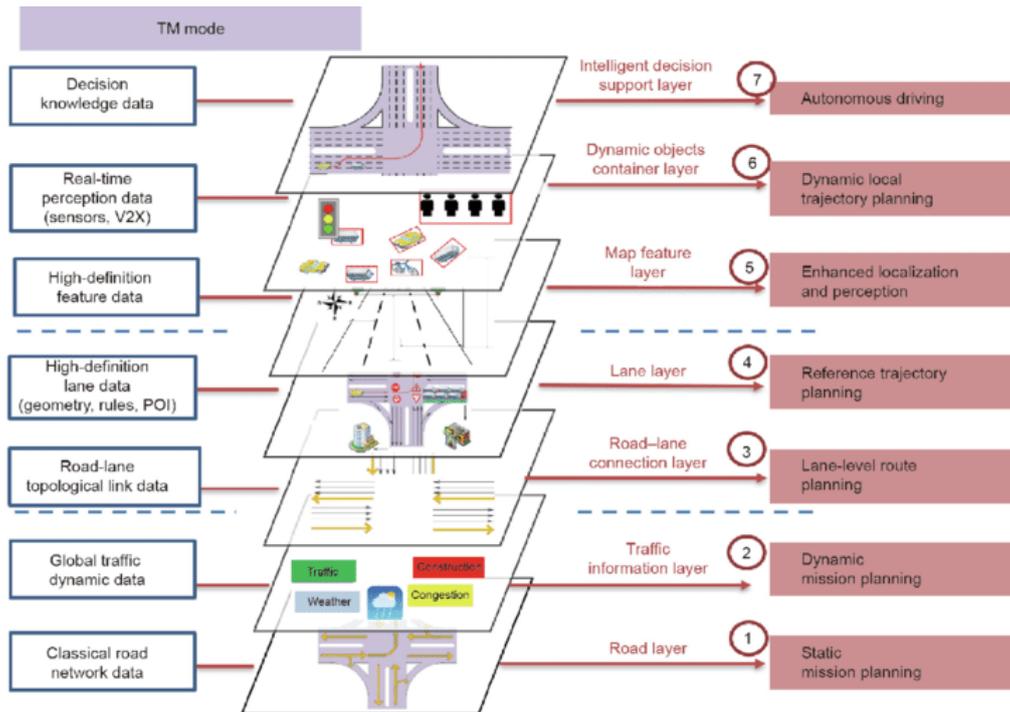
ที่มา : City Science (2018), *Roads for the Future, Dedicated Driverless Spaces.*

นอกจากโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ ดังที่กล่าวไปก่อนหน้านี้แล้ว ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติต้องการโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลด้วย เช่นกัน โดยโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลที่จำเป็นต่อการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ คือ แผนที่ความละเอียดสูง (High-definition Map) ซึ่งเป็นแผนที่ที่บรรจุข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยแผนที่ความละเอียดสูงอาจประกอบ

ไปด้วยข้อมูลหลายชั้น โดยเรียงจากข้อมูลที่มีความถี่ในการเปลี่ยนแปลงสูงที่สุดอยู่ในชั้นบนสุด จนไปถึงข้อมูลที่มีความถี่ในการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุดในชั้นล่างสุด โดยแผนที่ความละเอียดสูงสามารถแบ่งชั้นข้อมูลออกเป็น 7 ชั้น ดังนี้

1. ข้อมูลถนน (Road Layer) บรรจุข้อมูลโครงข่ายถนนในภาพรวมยังไม่แบ่งช่องทางจราจรเพื่อใช้ในการวางแผนเส้นทาง
2. ข้อมูลสภาพจราจร (Traffic Information Layer) บรรจุสภาพการจราจรรวมถึงสภาพอากาศเพื่อใช้ในการวางแผนเส้นทาง
3. ข้อมูลช่องทางจราจร (Road-Lane Connection Layer) บรรจุข้อมูลช่องทางจราจร รวมถึงถึงการเชื่อมต่อช่องทางจราจรแต่ละช่องทาง อาทิ ช่องจราจรสำหรับเลี้ยวบริเวณสี่แยกเป็นต้น
4. ข้อมูลช่องทางจราจรความละเอียดสูง (Lane Layer) บรรจุข้อมูลขนาด และกฎจราจรของช่องทางจราจรแต่ละช่องทาง
5. ข้อมูลลักษณะของวัตถุในแผนที่ (Map Feature Layer) บรรจุข้อมูลลักษณะของวัตถุในแผนที่ โดยจะเป็นวัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนที่ อาทิ ถนน อาคาร
6. ข้อมูลวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ (Dynamic Object Container Layer) บรรจุข้อมูลวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ อยู่ โดยอาจรับข้อมูลมาจากโครงสร้างพื้นฐาน หรือตรวจจับได้จากยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติก็ได้
7. ข้อมูลการตัดสินใจในการขับขี่ (Intelligent Decision Support Layer) เป็นข้อมูลคาดการณ์การเคลื่อนที่ หรือ การตัดสินใจของวัตถุรวมถึงตัวยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ทั้งนี้ ข้อมูลเรื่องแผนที่มักจะมีขนาดใหญ่เนื่องจากการบรรจุข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้น ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ สามารถอาศัยการส่งข้อมูลจากโครงสร้างพื้นฐานสำหรับความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสาร ในการส่งข้อมูลที่ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติต้องการใช้ในการขับขี่ได้



รูปที่ 4-5 แผนที่ความละเอียดสูง (High-Definition Map)

ที่มา : K.Jiang, Et. Al. (2019) A Flexible Multi-Layer Map Model Designed for Lane-Level Route Planning in Autonomous Vehicles.

## บทที่ 5 ความรู้และทักษะสำหรับบุคลากร ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

### 5.1 ความท้าทายด้านทรัพยากรบุคคลของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่แล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อเตรียม/พัฒนาทรัพยากรบุคคลในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยเพื่อไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อีก 5 ประการ ดังนี้ **ประการแรก กระแสโลกาภิวัตน์ (Globalization) และการค้าเสรี (Free trade)** ที่ทำให้การซื้อขายสินค้าและการดำเนินธุรกิจทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ข้อจำกัดของการผลิต ณ แหล่งจำหน่ายอาจไม่จำเป็นอีกต่อไป ในด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ พบว่า มีการจัดหาชิ้นส่วนแบบ Global Sourcing มากยิ่งขึ้น กล่าวคือ บริษัทรถยนต์ในประเทศแม่จะเป็นผู้จัดหาชิ้นส่วนยานยนต์จากแหล่งต่าง ๆ มารวมศูนย์ที่บริษัทแม่ และกระจายออกไปยังโรงงานประกอบรถยนต์ทั่วโลก ซึ่งการทำเช่นนี้เพื่อลดต้นทุนการจัดหาชิ้นส่วนและการันตีคุณภาพชิ้นส่วน ผลดังกล่าว ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป ประเทศหนึ่ง ๆ อาจไม่จำเป็นต้องมีผู้ผลิตชิ้นส่วนครบทุกรายการเพื่อประกอบยานยนต์ ดังนั้น การเตรียมบุคลากรเพื่อรองรับการผลิตในกระแสดังกล่าวจึงเป็นเรื่องหลีกเลี่ยงไม่ได้ **ประการที่สอง Sustainable Development Goals (SDGs)** หรือเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ได้รับการนิยามจากสหประชาชาติเพื่อให้โลกดีขึ้นภายในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งมีทั้งหมด 17 หัวข้อย่อย โดยหัวข้อที่ส่งผลกระทบโดยตรงกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมยานยนต์ คือเรื่อง การรับรองแผนการบริโภค รวมถึงการผลิตที่ยั่งยืน และเรื่อง Climate action ที่จะกระทบต่อนโยบายการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิตยานยนต์ทั้งด้านการวางแผนผลิตภัณฑ์และการผลิต ที่จะต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการต้องเตรียมรับมือปรับตัวกับกฎระเบียบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลโดยตรงกับผลิตภัณฑ์และกรรมวิธีการผลิตยานยนต์ **ประการที่สาม การชะลอตัวทางเศรษฐกิจ** จากผลของสงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีน และความขัดแย้งทางการเมือง ส่งผลให้เกิดการแข่งขันภายในอุตสาหกรรมสูงขึ้นกว่าเดิม ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องเร่งปรับตัว ประเทศต่าง ๆ ต้องช่วงชิงส่วนแบ่งทางการตลาดในอุตสาหกรรม/ธุรกิจต่าง ๆ **ประการที่สี่ โรคระบาดอุบัติใหม่** อาทิ Covid-19 ที่ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับรูปแบบการทำงานให้มีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรคลดลง เนื่องจากหากผู้ผลิตชิ้นส่วนเป็นแหล่งของการแพร่ระบาด หรือมีการติดเชื้อภายในสถานประกอบการ ผู้ผลิตรายดังกล่าวก็จำเป็นต้องหยุดกิจการเพื่อควบคุมโรคตามมาตรการของรัฐ และ**ประการสุดท้าย ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัล** ที่เป็นเสมือนตัวเร่งให้ปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ เร็วขึ้นกว่าเดิม ทั้งด้านการพัฒนาที่เร็วขึ้น และความต้องการของลูกค้าที่จะเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น ซึ่งแม้ว่าเทคโนโลยีสมัยใหม่จะสามารถช่วยเหลือการทำงานด้านต่าง ๆ เช่นการขายและการซ่อมบำรุง แต่ในขณะเดียวกันก็จะสร้างช่องว่างให้

ผู้ประกอบการต้องเร่งปรับตัวเพื่อให้พนักงานในองค์กรสามารถมีความรู้เท่าทันตามเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วได้

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 14 ของการผลิตภาคอุตสาหกรรมของไทย และมีแรงงานอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย 800,000 – 900,000 คน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนกว่า 600,000 คน โดย แรงงานในกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยส่วนใหญ่เป็นแรงงานที่ทำงานอยู่ในสายการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหากเกิดเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมแล้ว แรงงานในกลุ่มนี้มักจะได้รับผลกระทบ เนื่องจากมีช่องว่างด้านทักษะหลายด้าน อาทิ ทักษะดิจิทัล และภาษาอังกฤษ แรงงานกลุ่มนี้จึงจำเป็นต้องได้รับการยกระดับฝีมือ และทักษะ เพื่อให้ตอบโจทย์กับอุตสาหกรรมที่จะเปลี่ยนแปลงไป

โดยปกติแล้ว ทรัพยากรบุคคลในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยจะได้รับการพัฒนาฝีมือทั้งการ Up-skill และ Re-skill อยู่เสมอเพื่อให้มีความสามารถตรงตามที่บริษัทต้องการเพื่อการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ แรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ

- (1) สายงานการผลิต ที่เป็นทั้งกลุ่มแรงงานและแรงงานมีฝีมือที่มีส่วนสำคัญในการผลิต
- (2) สายงานวิศวกรรม ที่มีส่วนสนับสนุนการพัฒนาค่าความรู้และเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต

อย่างไรก็ดี ทั้งสองสายงานของอุตสาหกรรมยานยนต์ล้วนได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ เนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งมีความซับซ้อนและเป็นการผสมผสานศาสตร์หลายแขนงทั้งวิศวกรรมยานยนต์และเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงศาสตร์การพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ และยังจำเป็นต้องมีทักษะด้านการควบคุมระบบเข้าด้วยกัน (System Integration) โดยในปัจจุบัน ทั้งสถาบันการศึกษาที่เริ่มมีหลักสูตรปริญญาบัตรในหัวข้อยานยนต์สมัยใหม่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะสถาบันยานยนต์ที่มีหลักสูตรอบรมระยะสั้นเกี่ยวกับยานยนต์สมัยใหม่ โดยเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อช่วยเหลือด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้ผู้ประกอบการได้เรียนรู้ถึงกระบวนการผลิตและการซ่อมบำรุงใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น โดยมีตัวอย่างหลักสูตรดังนี้

(1) หลักสูตรภาคการศึกษา ระดับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
- วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

(2) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล และสาขาเทคนิคยานยนต์ไฟฟ้า

- วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
- วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
- วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
- วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
- วิทยาลัยเทคนิคกันทรลักษณ์
- วิทยาลัยเทคนิคภาคตะวันออกเฉียง (อี.เทค)

หลักสูตรอบรมระยะสั้น ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5-1

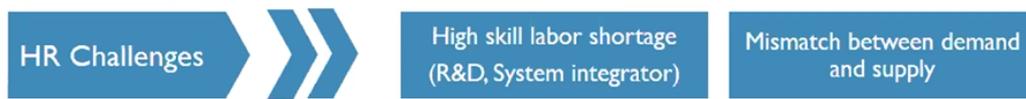
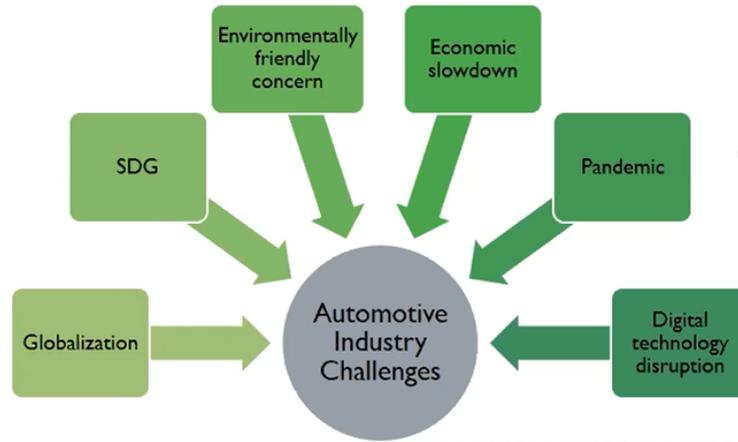
ตารางที่ 5-1 หลักสูตรอบรมระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่

ชื่อหลักสูตร	ผู้จัด
<b>หลักสูตรพื้นฐานด้านยานยนต์ไฟฟ้า</b>	
รู้จริงทุกเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	สถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต สวทช.
ระบบขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Drive System)	สถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต สวทช.
เสริมสร้างความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้า	วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน รัตนโกสินทร์ มทร.รัตนโกสินทร์
ระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	สถาบันยานยนต์
ยานยนต์ไฟฟ้าและพลศาสตร์ยานยนต์ไฟฟ้า	สถาบันยานยนต์
หลักสูตรระบบไฟฟ้าและความปลอดภัยในการทำงาน ระบบแรงดันไฟฟ้าสูงในยานยนต์ไฟฟ้า	สถาบันยานยนต์
หลักสูตรระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังในยานยนต์ไฟฟ้าและ มาตรฐานการทดสอบระบบไฟฟ้า	สถาบันยานยนต์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Technology & Innovation in Next Generation Mobility)	คณะอนุกรรมการพลังงาน ในคณะกรรมการสาขา วิศวกรรมเครื่องกล โดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
(ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”

ชื่อหลักสูตร	ผู้จัด
<b>หลักสูตรเกี่ยวกับแบตเตอรี่และการประจุไฟฟ้า</b>	
ความรู้เพื่อให้บริการสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	สถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต สวทช.
แพ็คเกจแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สวทช.
นวัตกรรมแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า(Electric Vehicle Battery Current and Future Perspective )	คณะกรรมการพลังงาน ในคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล โดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ระบบจัดการแบตเตอรี่	สถาบันยานยนต์
สถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่อโครงข่ายไฟฟ้า	สถาบันยานยนต์
<b>หลักสูตรเกี่ยวกับยานยนต์สมัยใหม่อื่น ๆ</b>	
เทคโนโลยีน้ำหนักรถเบาและการบูรณาการในยานพาหนะสมัยใหม่	สถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต สวทช.
โลหะน้ำหนักรถเบาและวัสดุคอมโพสิตสำหรับยานยนต์สมัยใหม่	สถาบันยานยนต์
ยานยนต์และขนส่งสมัยใหม่ สอดคล้องกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายในเขตพื้นที่ EEC	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

ดังนั้น ในเบื้องต้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยยังขาดแรงงานทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือ ในอนาคตที่ประเทศไทยต้องการเป็นฐานการผลิตยานยนต์ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มสูงในประเทศให้ได้ จำเป็นต้องดำเนินกิจกรรมการทำวิจัยและพัฒนา การเป็นผู้ควบรวมระบบ (System integration) ควบคู่กับการสร้างแบรนด์ และทำการตลาด ซึ่งปัจจุบันยังขาดบุคลากรในด้านเหล่านี้ นอกจากนี้ยังมีความไม่สมดุลระหว่างแรงงานที่ผลิตออกจากภาคการศึกษากับความต้องการแรงงานในภาคอุตสาหกรรมและการผลิต ที่ปัจจุบันนักเรียน/นักศึกษาในวัยเรียนในระดับอาชีวศึกษาน้อยลง ทำให้ขาดแรงงานทักษะ อีกทั้งยังไม่นิยมเลือกเรียนในสาขาด้านการผลิตหรืออุตสาหกรรมมากนัก

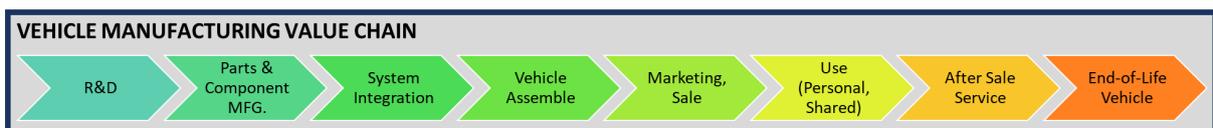


รูปที่ 5-1 ความท้าทายของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

## 5.2 ความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

การศึกษาความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จะพิจารณาตามลำดับของกิจกรรมในห่วงโซ่มูลค่าการผลิตยานยนต์ ตั้งแต่กิจกรรมการวิจัยพัฒนา การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ การควบคุมระบบ (System integration) การประกอบรถยนต์ การตลาดและบริการหลังการขาย การใช้งานกรณีนำไปใช้ให้บริการการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน การบริการหลังการขาย และการจัดการซากยานยนต์เมื่อสิ้นอายุ (รูปที่ 5-2) โดยในแต่ละกิจกรรมจะพิจารณาใน 3 ประเด็น คือ กระบวนการที่ดำเนินการในปัจจุบัน (Existing technology) กระบวนการที่จะเกิดขึ้นใหม่จากเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E Technology) และ กระบวนการที่มีแนวโน้มเกิดขึ้นในระยะสั้น โดยสามารถใช้ได้กับทั้งยานยนต์ปัจจุบันและยานยนต์สมัยใหม่ (Future Technology) จากนั้น จะวิเคราะห์หาช่องว่างขององค์ความรู้ และทักษะที่ต้องนำไปพัฒนาบุคลากร เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ต่อไป



รูปที่ 5-2 ห่วงโซ่ผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

### 5.2.1 กิจกรรมการวิจัยและพัฒนา (R&D)

**กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology)** การออกแบบรถยนต์ในปัจจุบัน ใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม ที่เริ่มจากการสร้างแนวความคิด (Concept) เพื่อกำหนดรูปแบบและรายละเอียดของรถยนต์ที่ต้องการ ดังนั้น ทีมงานออกแบบ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจที่รอบด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านวิศวกรรมยานยนต์ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมวัสดุ ไปจนถึงด้านการออกแบบในอุตสาหกรรมและการตลาด เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า พร้อมกันนั้น บุคลากรควรมีทักษะและความถนัดในด้านการคำนวณและการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ควรมีทักษะด้านการบริหารโครงการ รวมถึงทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการออกแบบชิ้นส่วน เช่นการใช้โปรแกรม CAD/CAM/CAE และการทดสอบชิ้นงาน

**กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E Technology)** จะมีทั้งความเหมือนและความแตกต่างกับเทคโนโลยีปัจจุบัน ทางด้านหลักการการออกแบบอาจจะคล้ายเดิม เพราะแม้ว่ายานยนต์สมัยใหม่โดยมากจะมีระบบต่าง ๆ ที่ซับซ้อน แต่อย่างไรก็ดี หลักการของวิศวกรรมยานยนต์จะยังคงอยู่เช่นเดิม คือ ระบบเบรก ระบบเลี้ยว รวมถึงอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในห้องโดยสาร ทั้งนี้ สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาจากการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ซับซ้อนขึ้นและการพัฒนาเทคโนโลยีขับเคลื่อนอัตโนมัติแล้ว ยังมีเรื่องการพัฒนา Software อีกด้วย เนื่องจากจะมีส่วนสำคัญในแทบทุกระบบของยานยนต์สมัยใหม่ ตั้งแต่การอำนวยความสะดวกในห้องโดยสาร ระบบ Infotainment ไปจนถึงระบบที่มีความซับซ้อนสูงเช่นระบบบริหารการใช้งานแบตเตอรี่ และระบบรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) ด้วยเหตุนี้ นอกจากความรู้ด้านวัสดุศาสตร์สมัยใหม่ที่จะเข้ามามีส่วนกับการผลิตยานยนต์มากขึ้นแล้ว บุคลากรจึงควรได้รับการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับด้านไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์มากขึ้นกว่าเดิม รวมถึงการฝึกทักษะเกี่ยวกับการพัฒนา Software และการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยเหลือด้านการออกแบบอีกด้วย

**กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology)** นอกจากเทคโนโลยีที่เรื่อนำมาปรับใช้ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้นแล้ว ในภาคการศึกษาก็มีแนวโน้มของการนำ AI เข้ามาช่วยในขั้นตอนการออกแบบมากขึ้น รวมถึงการทำฝาแฝดดิจิทัล (Digital Twin) ที่เป็นการจำลองหรือทำสำเนาของวัตถุทางกายภาพ รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เชื่อมต่อกับวัตถุนั้น ๆ ให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบและคาดการณ์สถานะของวัตถุดังกล่าวได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับตัวชิ้นงานจริง ๆ

Process	Knowledge	Skill
<b>Existing Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conception</li> <li>Product development</li> <li>Prototyping</li> <li>Line production planning</li> <li>Process development</li> <li>Product and process validation</li> <li>X in the loop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automotive Eng.</li> <li>Mechanical Eng.</li> <li>Production Eng.</li> <li>Electrical Eng.</li> <li>Industrial design</li> <li>Marketing</li> <li>Materials Sci.</li> <li>System Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAD / CAM / CAE</li> <li>Analytical</li> <li>Calculating</li> <li>Digital skill</li> <li>Project management</li> <li>Automotive design</li> <li>Testing/Validation</li> <li>Market analysis</li> <li>Product development</li> <li>Simulation</li> <li>Mechanic skill (Mech, E&amp;E, Auto)</li> </ul>
<b>CASE Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>EV system development &amp; design</li> <li>CAV package development &amp; design</li> <li>Software development</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Electrical Eng.</li> <li>Mechatronic Eng.</li> <li>Telecommunication Eng.</li> <li>Advanced materials Sci.</li> <li>Cybersecurity</li> <li>Computer Sci./ Eng.</li> <li>Electrical Safety Procedure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data analytics</li> <li>Mechanic skill (E&amp;E)</li> <li>Software development</li> <li>CASE Testing/ Validation</li> <li>ML/AI development &amp; implementation</li> <li>Simulation</li> </ul>
<b>Trend</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI aided design</li> <li>Digital twin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emerging digital technology</li> <li>Computer Sci./ Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ML/AI development &amp; implementation</li> </ul>

### รูปที่ 5-3 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการวิจัยและพัฒนา

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาศูนย์คลัสเตอร์ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

#### 5.2.2 กิจกรรมการผลิตชิ้นส่วน (Parts and component manufacturing)

**กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology)** การผลิตชิ้นส่วนในปัจจุบัน จะครอบคลุมทั้งชิ้นส่วนในระบบขับเคลื่อน ยางรถยนต์ ไปจนถึงอุปกรณ์ภายในห้องโดยสารทั้งหมด จึงมีทั้งขั้นตอนของการจัดการชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก หรือโลหะผสมต่าง ๆ ขั้นตอนการขึ้นรูปร่าง ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก และขั้นตอนการทำเบาะ ซึ่งความรู้ที่จำเป็นสำหรับขั้นตอนนี้ จะเป็นกลุ่มความรู้ด้านการออกแบบการผลิตชิ้นส่วนให้ได้ตามแบบและการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของชิ้นงาน และอีกส่วนสำคัญของขั้นตอนนี้คือบุคลากรที่อยู่ในขั้นตอนการผลิต โดยทักษะที่จำเป็น จะเป็นการใช้งานเครื่องจักร และหุ่นยนต์ช่วยเหลือด้านการผลิตเพื่อทั้งการหุ่นแรงและเพื่อเพิ่มมาตรฐานการผลิตให้คงที่มากขึ้น

**กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E Technology)** มีความต้องการใช้ชิ้นส่วนประเภทไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างมาก ก่อให้เกิดขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างออกไปไม่ว่าจะเป็นการผลิตเซนเซอร์สำหรับรถอัตโนมัติ การผลิตมอเตอร์ การผลิตเซลล์แบตเตอรี่ และการบรรจุเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องการความรู้ด้านไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าในปัจจุบัน รวมถึงความรู้ด้านเคมีเพื่อการผลิตสารเคมีที่อยู่ในแบตเตอรี่ ส่วนด้านทักษะที่จำเป็น จะเป็นทักษะด้านการประกอบและตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ไฟฟ้า ทั้งด้านคุณภาพการผลิตและความปลอดภัย

**กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology)** การผลิตชิ้นส่วนในอนาคตนั้น คาดว่ามีแนวโน้มที่จะนำการผลิตด้วยเทคโนโลยี Additive Manufacturing หรือ 3D printing มากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าว มีความพร้อมสำหรับใช้งานในภาคอุตสาหกรรมสูงขึ้นกว่าเดิม ทั้งในแง่ของวัสดุที่จะนำมาใช้ ไปจนถึง

ความแข็งแรง และความซับซ้อนของโครงสร้างชิ้นงานที่ต้องการผลิต ดังนั้น บุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่จึงควรมีทักษะด้านการออกแบบและใช้งานเครื่อง 3D printer ไปควบคู่กัน



Process	Knowledge	Skill
<b>Existing Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casting</li> <li>• Forging</li> <li>• Heat treatment</li> <li>• Machining</li> <li>• Part assembly</li> <li>• Plastic process</li> <li>• Rubber process</li> <li>• Surface treatment</li> <li>• Textile process</li> <li>• Welding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material Sci.</li> <li>• Metallurgy</li> <li>• Mechanical Eng.</li> <li>• Electrical Eng.</li> <li>• Manufacturing automation</li> <li>• Industrial Eng.</li> <li>• Production Eng.</li> <li>• Logistic Eng.</li> <li>• QC/QA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material handling</li> <li>• Mechanical assemble</li> <li>• Mechanic skill (Mech, E&amp;E, Auto)</li> <li>• Machine operation</li> <li>• Human-robot collaboration</li> <li>• Electronic parts assemble</li> <li>• Electronic parts inspection</li> <li>• Electronic parts testing/ validation</li> <li>• Inspection</li> <li>• Testing/Validation</li> </ul>
<b>CASE Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronic assembly</li> <li>• Motor manufacturing</li> <li>• Battery cell manufacturing</li> <li>• Battery packing</li> <li>• Optical sensor manufacturing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrical safety procedure</li> <li>• Chemistry/Chemical Eng.</li> <li>• Electrical Eng.</li> <li>• Advanced materials Sci.</li> <li>• Production Eng.</li> <li>• Industrial Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electronic parts assemble</li> <li>• Electronic parts inspection</li> <li>• Electronic parts testing/ validation</li> <li>• Battery spot welding</li> <li>• Mechanic skill (E&amp;E plus)</li> </ul>
<b>Trend</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Additive manufacturing (3D printing)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D printing machine/software operation</li> </ul>

รูปที่ 5-4 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการผลิตชิ้นส่วน

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

### 5.2.3 การควบรวมระบบ (System integration)

กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology) การควบรวมระบบ (System integration) คือ การนำระบบย่อย (Module) ต่าง ๆ ในรถยนต์เข้ามารวมด้วยกัน ซึ่งรวมถึงการรวมกันของชิ้นส่วนที่เป็นอุปกรณ์ทางกล และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Hardware-software integration ด้วย ดังนั้น บุคลากรในงานส่วนนี้ จึงจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะในด้านวิศวกรรมแขนงต่าง ๆ ทั้งด้านการออกแบบยานยนต์และด้านการผลิต เพื่อที่นอกจากจะได้ชิ้นงานที่มีมาตรฐานคงที่ เช่นเดียวกันกับในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนก่อนหน้า

กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E Technology) เมื่อใช้ระบบที่ซับซ้อนมากขึ้นเช่นเทคโนโลยีรถไฟฟ้า หรือการใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ การทำ System integration ก็ซับซ้อนมากขึ้นเช่นกัน รวมถึงจำเป็นต้องมีการทดสอบที่แม่นยำและครบถ้วนขึ้นด้วย โดยวิธีที่นิยมแพร่หลายจะใช้ชื่อว่าการทดสอบแบบ X-

in-the-loop<sup>2</sup> ที่จะช่วยให้ นักพัฒนาสามารถทดสอบการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในระบบได้ตั้งแต่ก่อนนำเข้ามา  
มารวมเป็นระบบที่สมบูรณ์ ซึ่งทั้งการรวมระบบ และการทดสอบแบบ X-in-the-loop นั้น จำเป็นต้องมี  
บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ ไฟฟ้า และด้านการสื่อสาร รวมถึงควรมีทักษะด้าน  
การทดสอบระบบ EV และ CASE ทั้งของจริงและแบบจำลอง



Process	Knowledge	Skill
<b>Existing Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Module Assembly</li> <li>Hardware-software integration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automotive Eng.</li> <li>Manufacturing automation</li> <li>Mechatronic Eng.</li> <li>Mechanical Eng.</li> <li>Manufacturing automation</li> <li>QC/QA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection</li> <li>Testing/Validation</li> <li>Human-robot collaboration</li> <li>Simulation</li> <li>Mechanic skill (Mech, E&amp;E, Auto)</li> <li>Machine operation</li> <li>Mechanical assemble</li> <li>Material handling</li> </ul>
<b>CASE Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>EV platform integration</li> <li>CAV stack integration</li> <li>X in the loop simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software Eng.</li> <li>Electrical Eng.</li> <li>Telecommunication Eng.</li> <li>Electrical Safety Procedure</li> <li>System Eng.</li> <li>QC/QA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CASE related System Testing/Validation (Sensor testing &amp; calibration, E&amp;E testing, Un-external communication, Cyber-physical system testing and validation)</li> <li>Simulation</li> </ul>
<b>Trend</b>		

### รูปที่ 5-5 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการควบรวมระบบ

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

#### 5.2.4 การประกอบรถยนต์ (Vehicle assemble)

กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology) ในขั้นตอนการผลิตรถยนต์ในปัจจุบัน ส่วนมากจะ  
เริ่มนับจากการขึ้นรูปตัวถังหรือ Stamping จากนั้นก็จะเริ่มเข้าสู่สายการผลิต โดยนำชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วน  
รวมถึงจากส่วนโรงงานอื่น ๆ เช่น เครื่องยนต์ เบาะนั่ง และส่วนประกอบต่าง ๆ เข้ามาประกอบขึ้นเป็นตัวรถ  
ดังนั้น ความรู้และทักษะที่บุคลากรที่เกี่ยวข้องควรมี จะเกี่ยวกับการทำงานที่สายการผลิตเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็น  
เป็นทักษะการทำงานกับเครื่องจักรต่าง ๆ การใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือในการผลิต ไปจนถึงทักษะด้านการ  
ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพหลังการผลิต

กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E Technology) สิ่งที่ต่างไปจากการผลิตรถยนต์ดั้งเดิม เป็นเรื่อง  
ของระบบที่มีชิ้นส่วนมากขึ้น ซับซ้อนมากขึ้น และการทดสอบระบบที่จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น อุปกรณ์

<sup>2</sup> การทดสอบแบบ X-in-the-loop ได้แก่ การสร้างโมเดลและทดสอบ (MIL: Model-in-the Loop Test) การสร้างโค้ดและทดสอบ (SIL: Software-in the-Loop Test) การนำโค้ด (Software code) ไปทดสอบในโปรเซสเซอร์จริง (PIL: Processor-in-the-Loop Test) หรือ ECU  
จริง (SimHIL: Simulated Hardware-in-the-Loop Test) การนำ Code ไปทดสอบกับฮาร์ดแวร์จริง (HIL: Hardware-in-the-Loop Test)

ของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ดังนั้นการทำงานร่วมกันกับระบบช่วยเหลือ หรือหุ่นยนต์จะมากขึ้น และต้องใช้ความระมัดระวังมากขึ้นด้วยเช่นกัน เช่น ในรถยนต์ไฟฟ้าจะต้องเพิ่มความระมัดระวังกับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นกว่ารถยนต์ทั่วไป

กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology) สายการประกอบรถยนต์จะมีความเป็นอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น จนถึงจุดที่เรียกว่าเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมยุค 4 (Industry Revolution 4.0) ซึ่งสายการผลิตแทบจะไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์อีกต่อไป ระบบหุ่นยนต์ต่าง ๆ จะสามารถทำงานได้เองโดยเป็นระบบอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ มนุษย์จะมีหน้าที่เพียงแค่สั่งการ และควบคุมการทำงานของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบควรมีทักษะด้านการจัดการระบบอัตโนมัติโดยตรง ไปจนถึงการควบคุมคุณภาพการผลิต ที่อาจนำหลักการของวิทยาการข้อมูล (Data science) เข้ามาช่วยเหลือในการออกแบบระบบไปด้วย



Process	Knowledge		Skill	
<b>Existing Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stamping</li> <li>Welding</li> <li>Painting</li> <li>Powertrain assembly</li> <li>Electronics parts assembly</li> <li>Interior assembly</li> <li>Inspection and quality control (EOL testing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manufacturing automation</li> <li>Mechatronic Eng.</li> <li>Automotive Eng.</li> <li>Mechanical Eng.</li> <li>Electrical Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial Eng.</li> <li>Production Eng.</li> <li>Logistic Eng.</li> <li>QC/QA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanical assemble</li> <li>Machine operation</li> <li>Human-robot collaboration</li> <li>Inspection</li> <li>Testing/Validation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Test driving skill</li> <li>Material handling</li> <li>Mechanic skill (mech, E&amp;E, auto)</li> <li>Digital skill</li> </ul>
<b>CASE Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>EV platform assembly</li> <li>CAV package assembly</li> <li>Infotainment assembly</li> <li>CAV end of line testing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manufacturing automation</li> <li>Electrical Safety Procedure</li> <li>QC/QA</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Electronics assembly</li> <li>CASE Inspection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CASE Testing/Validation</li> <li>Mechanic skill (E&amp;E)</li> </ul>
<b>Trend</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fully Automation (4.0IR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manufacturing automation</li> <li>Industrial Eng.</li> <li>Production Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data Sci.</li> <li>Computer Sci./ Eng.</li> <li>Logistic Eng.</li> <li>QC/QA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data Analytics</li> <li>Software Development</li> <li>ML/AI Development</li> </ul>	

### รูปที่ 5-6 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการควบประกอบรถยนต์

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

#### 5.2.5 การตลาดและการขาย (Marketing and sale)

กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology) รูปแบบการขายจะเป็นการขายผ่านเครือข่ายของตัวแทนจำหน่ายแต่ละยี่ห้อ มีการแบ่งเขตพื้นที่ และจำกัดจำนวนศูนย์บริการในแต่ละพื้นที่ เพื่อไม่ให้มีความแออัดและเกิดการแข่งขันสูงเกินไป ดังนั้น ความรู้และทักษะที่จะต้องใช้ในการตลาดและการขาย จึงเน้นใช้ทักษะของที่ปรึกษาการขายเป็นหลัก ส่วนงานโฆษณาจะใช้การวางแผนและกลยุทธ์ทางการตลาดจากสำนักงานใหญ่

กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E. Technology) สิ่งสำคัญของการขายยานยนต์สมัยใหม่คือการสร้างความยอมรับจากผู้บริโภค เพื่อให้เกิดความกล้าที่จะใช้ยานยนต์สมัยใหม่ ดังนั้น บุคลากรที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการใช้ยานยนต์สมัยใหม่ และต้องสามารถอธิบายโน้มน้าวให้ผู้ฟังสนใจมากขึ้นอีกด้วย

กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology) การตลาด การขาย รวมถึงการโฆษณา จะมุ่งสู่การทำกิจกรรมทางการตลาดที่ออกแบบเฉพาะแต่ละบุคคลมากขึ้นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งจากลูกค้าเก่าและผลตอบรับของลูกค้าใหม่ จึงจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ทั้งด้านสถิติ การจัดการข้อมูล การทำการตลาดแบบออนไลน์ รวมถึงทักษะด้านการใช้งานแพลตฟอร์มการโฆษณาผ่านช่องทางโซเชียลมีเดียต่าง ๆ ที่ครอบคลุมตามกลุ่มเป้าหมายของสินค้า

### Vehicle Manufacturing Value Chain



Process	Knowledge	Skill
<b>Existing Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales</li> <li>• Dealer distribution</li> <li>• Marketing</li> <li>• Logistics</li> <li>• Advertising</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marketing</li> <li>• Logistics</li> <li>• Financial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Network management</li> <li>• Traditional sales</li> <li>• Market analysis</li> <li>• Customer relation management</li> <li>• Advertising</li> <li>• Social network ads</li> <li>• Digital skill</li> <li>• Search Engine Optimization</li> </ul>
<b>CASE Technology</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EV / CAV Transition advertising</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CASE benefits knowledge</li> <li>• CASE functional knowledge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital skill</li> <li>• CASE demonstration</li> </ul>
<b>Trend</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalized marketing</li> <li>• Data driven marketing</li> <li>• Digital marketing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistics</li> <li>• Digital marketing</li> <li>• Cybersecurity</li> <li>• IOT &amp; Cloud</li> <li>• Computer Sci./ Eng.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datamining</li> <li>• Data Analytics</li> <li>• Software Development</li> <li>• ML/AI Development</li> <li>• Digital skill</li> </ul>

### รูปที่ 5-7 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการตลาดและการขาย

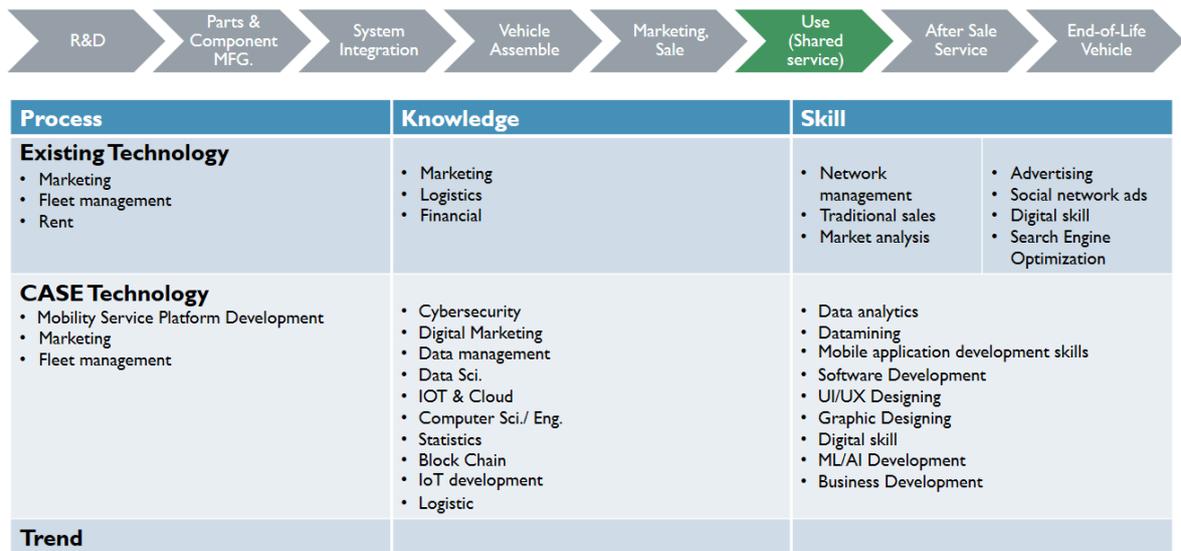
ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาศักยภาพบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

#### 5.2.6 การใช้งานกรณีนำไปใช้ให้บริการการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน (Use for shared mobility platform)

กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology) การใช้งานรถยนต์แบบร่วมกันในปัจจุบัน โดยมากจะเป็นรูปแบบการให้เช่ารถยนต์ ที่อำนวยความสะดวกต่อผู้เช่ามากขึ้น หรืออีกรูปแบบคือการเรียกใช้บริการรับ-ส่งผู้โดยสารผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ โดยที่รถดังกล่าว อาจจะไม่ใช่อะไรโดยสาธารณะ ความรู้ที่จำเป็นจึงเป็นเรื่องการพัฒนากระบวนการและติดตามตำแหน่งยานพาหนะ (Fleet management) ซึ่งมีส่วนสำคัญในการจัดการและติดตามยานพาหนะในเครือข่ายของบริษัทเพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารให้เกิด

ประโยชน์ต่อทั้งผู้ให้และผู้รับบริการรับ-ส่ง นอกจากนี้ ผู้ให้บริการ Platform ควรมีทักษะด้านการสร้างความน่าเชื่อถือให้ระบบของตน รวมถึงทักษะด้านการตลาดอื่น ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณผู้ใช้งานในระบบเช่นกัน

กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E. Technology) รูปแบบการให้บริการการใช้รถยนต์ร่วมกันจะไม่ใช้แค่เพียงบริการรับ-ส่ง แต่มีหลายบริษัทเริ่มศึกษาการให้บริการเช่ารถแบบ Peer-to-peer (P2P) โดยเจ้าของรถสามารถจอดรถทิ้งไว้ และเมื่อมีผู้สนใจเช่า ก็สามารถเข้าไปขับรถได้โดยตรงผ่านทางระบบของผู้ให้บริการนั้น ๆ ความรู้และทักษะที่จำเป็น จึงมีเรื่อง Internet of things หรือ IoT เข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น เพื่อพัฒนาระบบอำนวยความสะดวกให้ทั้งเจ้าของรถยนต์ และผู้มาเช่า รวมถึงจำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลของลูกค้า และการจัดการข้อมูลจำนวนมาก ที่จะช่วยให้พัฒนาบริการต่อไป



### รูปที่ 5-8 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการใช้งาน

#### กรณีนำไปใช้ให้บริการการใช้งานยานยนต์ร่วมกัน

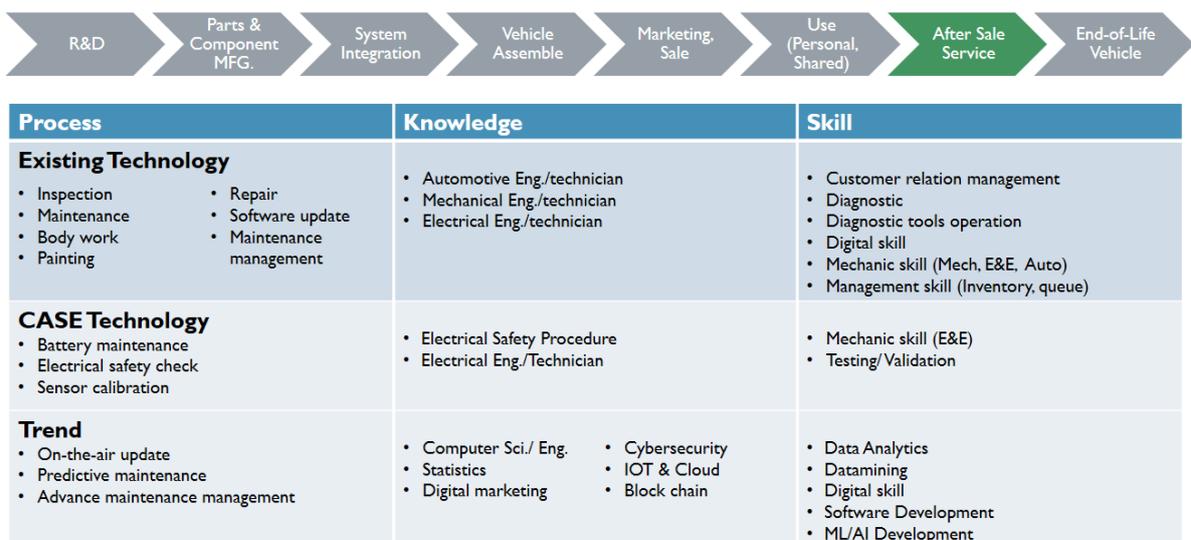
ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

#### 5.2.7 การบริการหลังการขาย (After sale service)

กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology) การบริการหลังการขายในปัจจุบันจะมี 2 รูปแบบหลัก คือการตรวจเช็คตามรอบ กับ การซ่อมแซมเมื่อมีส่วนใดก็ตามทำงานไม่ปกติ ซึ่งต้องความชำนาญ โดยเฉพาะกับชิ้นส่วนที่เป็นเครื่องกล และต้องมีความรู้ความสามารถในการระบุปัญหา รวมถึงสามารถแก้ไขได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ความรู้ด้านไฟฟ้าก็มีความจำเป็นเช่นกัน แม้ว่าอาจจะไม่มากเท่า เนื่องจากระบบไฟฟ้ายังไม่มี ความซับซ้อนมากนักเมื่อเทียบกับยานยนต์สมัยใหม่

กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E. Technology) เมื่อรถยนต์สมัยใหม่มีระบบเกี่ยวกับไฟฟ้าที่ซับซ้อนมากขึ้น บุคลากรที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นด้านการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทั้งด้านการใช้งานและความปลอดภัย การปรับตั้งเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติต่าง ๆ รวมถึงขั้นตอนการตรวจสอบสถานะการใช้งานของระบบ

กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology) หนึ่งในสิ่ง que การบริการหลังการขายต้องการมุ่งไปสู่คือการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance) ที่จะไม่ใช่แค่การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive maintenance) ที่ใช้กันมาตลอด โดยมีความแตกต่างกันที่การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน ผู้ผลิตรถยนต์ หรือ ชิ้นส่วนจะเสนอระยะเวลาซ่อมบำรุงชิ้นส่วนต่าง ๆ จากข้อมูลในการออกแบบ และทดสอบ ในขณะที่ การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ จะอาศัยข้อมูลพฤติกรรมการใช้ของผู้บริโภค เพื่อกำหนดระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมแก่ผู้บริโภคแต่ละราย โดยอาศัยการเก็บข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ในรถ และพยากรณ์โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ เข้ามามีส่วนสำคัญในการพยากรณ์ช่วงเวลาในการบำรุงรักษารถยนต์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการซ่อมบำรุง จะสามารถสร้างแผนการซ่อมบำรุงที่ดีและแม่นยำขึ้นได้ รวมไปถึงผู้บริโภคได้รับการบำรุงรักษาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ของตน นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการอัปเดตซอฟต์แวร์ในรถผ่านทางเครือข่ายโดยไม่ต้องเข้ามารับบริการที่ศูนย์ก่อนเพื่อทำการอัปเดตดังกล่าว ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกสบายของลูกค้า และการจัดการที่ดีขึ้นของผู้ให้บริการ บุคลากรที่เกี่ยวข้อง จึงจำเป็นต้องมีความด้าน IoT และการวิเคราะห์ทางสถิติ รวมถึงการใช้ ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) เข้ามาช่วยด้านการวิเคราะห์ให้การพยากรณ์แม่นยำขึ้น



รูปที่ 5-9 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการบริการหลังการขาย

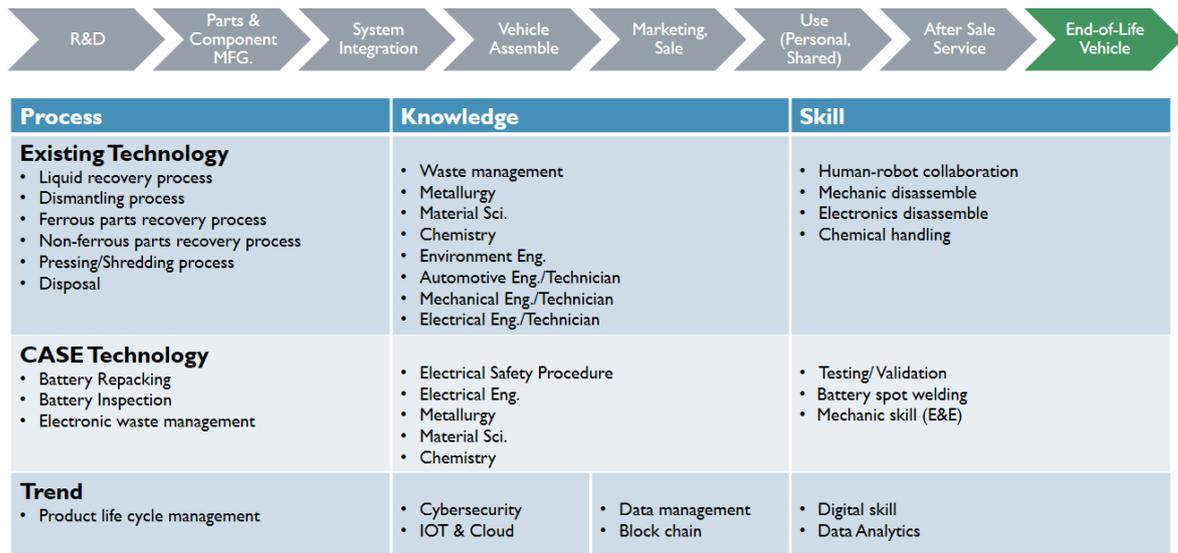
ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

### 5.2.8 การจัดการซากยานยนต์เมื่อสิ้นอายุ (End-of-life Vehicle Management)

**กลุ่มเทคโนโลยีปัจจุบัน (Existing Technology)** ขั้นตอนการบริหารจัดการซากรถยนต์นั้น แม้ว่าจะยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในประเทศไทย แต่ในต่างประเทศมีการศึกษา และดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยการบริหารจัดการซากรถยนต์ที่ดำเนินการอยู่ต่างประเทศ ณ เวลาคู่ปัจจุบันจะมีขั้นตอนหลัก ๆ คือ การจัดการของเหลว การแยกชิ้นส่วน การจัดการชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก การจัดการชิ้นส่วนโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น ตะกั่ว ทองแดง และอลูมิเนียม ไปจนถึงการบีบอัด และการกำจัดซาก ดังนั้นบุคลากรที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีความรู้ด้านการกำจัดขยะ ด้านโลหะวิทยา รวมถึงด้านเคมี เพื่อที่จะได้ทำการกำจัดสารต่าง ๆ ให้ถูกต้อง นอกจากนี้ ช่วงที่อยู่หน้างานควรมีทักษะด้านการแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด เนื่องจากหลาย ๆ ชิ้นส่วนสามารถนำไปรีไซเคิลเพื่อเพิ่มมูลค่าต่อได้

**กลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (C.A.S.E. Technology)** นอกจากการจัดการซากรถยนต์แบบเดิมที่ต้องดำเนินการกับชิ้นส่วนยานยนต์เดิม เช่น ตัวถังรถยนต์ และชิ้นส่วนภายในห้องโดยสาร เมื่อรถยนต์เปลี่ยนระบบส่งกำลังจากเครื่องสันดาปภายในไปเป็นการใช้ไฟฟ้า การจัดการชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเข้ามาเป็นส่วนที่สำคัญมากขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะกับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่สำคัญเช่นแบตเตอรี่ ที่มีขั้นตอนเฉพาะ ทั้งการทดสอบก่อนทิ้ง และการจัดการสารเคมีภายใน ดังนั้น บุคลากรที่เกี่ยวข้องจึงควรต้องมีความรู้ทั้งด้านเคมี ด้านโลหะวิทยา ไปจนถึงทักษะด้านการตรวจสอบสถานะของแบตเตอรี่

**กลุ่มแนวโน้มของอนาคต (Future Technology)** มีแนวทางการศึกษาวิธีการจัดการอายุของสินค้าด้วยการทำ Product life cycle management เพื่อศึกษาสินค้าตั้งแต่เริ่มแรก การออกแบบ การผลิต การใช้งาน ไปจนถึงการยืดอายุการใช้งานออกไปให้นานที่สุด ทั้งนี้ เมื่อบริษัทสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้าได้ดียิ่งขึ้น ก็จะสามารถจัดการกับสินค้าได้ดีขึ้นเช่นกัน ซึ่งการจะนำมาประยุกต์ใช้ ก็จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้าน Block chain และ Cybersecurity ประกอบกันกับทักษะด้านการวิเคราะห์ข้อมูล



### รูปที่ 5-10 สรุปความรู้และทักษะที่จำเป็นในกิจกรรมการจัดการซากยานยนต์เมื่อสิ้นอายุ

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2564) “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์  
เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

### 5.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากรายงานการศึกษาการพัฒนาทักษะแรงงานและทรัพยากรบุคคลสำหรับสำหรับรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ข้างต้น จะพบว่าการพัฒนาบุคลากรเพียงอย่างเดียวนั้นจะไม่สามารถทำได้โดยสมบูรณ์หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน มีความจำเป็นโดยเร่งด่วนที่จะต้องพัฒนาขีดความสามารถ อย่างไรก็ตาม ในท้องตลาดรถยนต์นั่งในปัจจุบันจะพบว่าเริ่มมีสัดส่วนของยานยนต์สมัยใหม่เข้ามามีส่วนแบ่งมากขึ้นเรื่อย ๆ แล้ว ไม่ว่าจะเป็นยานยนต์ไฟฟ้า หรือ ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติในระดับ 1-2 ที่มีระบบช่วยเหลือการขับขี่เช่น Adaptive Cruise Control หรือ Lane keeping assist ซึ่งภาคอุตสาหกรรมเองก็เริ่มปรับตัวไปบ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ดี การที่จะเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเพิ่มมากขึ้นและมีมูลค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่นในปัจจุบัน ทางคณะผู้วิจัยขอเสนอแนวทางเชิงยุทธศาสตร์ทั้งสิ้น 4 แนวทางที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน ดังนี้

**ประการแรก จัดทำแผนที่นำทางการพัฒนาบุคลากร** เพื่อให้ให้การดำเนินการเพื่อพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จำเป็นต้องมีการจัดทำแผนที่นำทาง (Roadmap) อย่างชัดเจน ทั้งนี้ จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทั้งภาคการศึกษา ภาครัฐ และภาคเอกชน เพื่อให้สามารถกำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์และผลการดำเนินงานที่คาดหวังได้อย่างครบถ้วน และเพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องรู้ถึงหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย และสามารถดำเนินงานไปสู่จุดหมายเดียวกัน

โดยต้องทำงานร่วมกันระหว่างกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงแรงงาน

**ประการที่สอง การพัฒนาบุคลากร ต้องทำควบคู่กับการยกระดับสถานประกอบการ** เดิมทีการพัฒนาบุคลากรในสถานประกอบการจำเริญดำเนินการเมื่อผู้ประกอบการเริ่มเห็นความจำเป็นของทักษะใหม่ของบุคลากรแล้ว กล่าวคือ ผู้ประกอบการได้รับคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการบุคลากรที่มีทักษะใหม่แล้ว ซึ่งหากผู้ประกอบการรอความให้เกิดความต้องการทักษะใหม่ของบุคลากรแล้ว การพัฒนาบุคลากรในสถานประกอบการอาจทำได้ไม่ทันต่อความต้องการที่เกิดขึ้นจากคำสั่งซื้อส่งผลให้ เกิดการใช้งบประมาณจำนวนมากเพื่อสรรหาและจัดจ้างบุคลากรใหม่ที่มีความพร้อมเข้ามาเพิ่มในองค์กร ดังนั้น สถานประกอบการจึงมีความเร่งด่วนที่ต้องพัฒนาบุคลากรที่มีอยู่เดิมพร้อมทั้งต้องยกระดับของสถานประกอบการให้เป็นผู้ผลิตที่มีความสำคัญมากขึ้นไปอีกขั้น เพื่อสร้างความพร้อมที่จะรองรับตลาด ผลิตภัณฑ์ หรือบริการใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างทันทั่วทั้งที่

**ประการที่สาม การปรับหลักสูตรในสถาบันการศึกษาให้เป็นแบบสหสาขาวิชาชีพ (Multidisciplinary)** เช่นเดียวกันกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ต้องการบุคลากรที่มีความสามารถรอบด้านมากขึ้น เพื่อให้การทำงานสามารถเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่เองก็เช่นกัน ดังที่เห็นได้จากรายการทักษะและวิชาชีพต่าง ๆ ที่ต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถรอบด้านมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม เพื่อที่จะสามารถประสานงานและทำงานร่วมกันกับส่วนอื่น ๆ ในบริษัท ดังนั้นสถานศึกษาจึงไม่สามารถใช้หลักสูตรเดิมที่ส่วนใหญ่มีจุดประสงค์เพื่อสร้างผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะเพื่อป้อนแรงงานทักษะเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม เช่นวิศวกรรมศาสตร์สาขาเครื่องกล ที่สามารถสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันมาโดยตลอด แต่สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่นั้น หากวิศวกรไม่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ความสามารถในการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น หรือแม้กระทั่งใช้งานคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน การที่จะต้องทำงานเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่เป็นการผสมผสานระหว่างศาสตร์ของเครื่องกลและอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะมีอุปสรรคมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการออกแบบ หรือแม้กระทั่งการซ่อมบำรุง ดังนั้น สถาบันการศึกษาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมพัฒนาบุคลากรที่มีความพร้อมต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อส่งต่อสู่ภาคอุตสาหกรรม

**ประการที่สี่ การสร้างความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการและสถานศึกษา** เนื่องจากเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นนับว่าเป็นสิ่งใหม่ ที่ประกอบขึ้นจากความรู้ใหม่ที่ได้รับการวิจัยและพัฒนาตลอดเวลา และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้อย่างรวดเร็วเมื่อถึงเวลาปรับใช้ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ยากที่เพียงแค่สถาบันการศึกษาจะสามารถเตรียมความพร้อมให้ทันต่อความต้องการได้อยู่ตลอด เช่นเดียวกันกับภาคอุตสาหกรรม ที่ไม่อาจสอนทุกอย่างใหม่ทั้งหมดตั้งแต่ต้นให้พนักงานใหม่ได้ทุกคน จึงจำเป็นต้องเกิดความร่วมมือระหว่างผู้เกี่ยวข้องหลัก ทั้ง 2 ฝ่ายนี้ โดยที่รูปแบบของความร่วมมือนั้นอาจเป็นไปได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทำงานโดยการเรียนแบบสหกิจศึกษาที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม หรือการให้ทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุน

การเข้าเรียน ไปจนถึงการรับเข้าทำงานทันทีที่จบการศึกษาจากสถาบันฯ ซึ่งความร่วมมือต่าง ๆ เหล่านี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้เข้าใจภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น จะสามารถช่วยจูงใจให้มีผู้สนใจเข้ามาเรียนหลักสูตรเหล่านี้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

## บทที่ 6 กฎหมายเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่นั้นให้ความสำคัญกับ “ความอัตโนมัติ (autonomous)” และ “ความเชื่อมโยง (connected)” ของยานยนต์ ซึ่งขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า (electric vehicle) เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ สามารถยกตัวอย่างได้เช่น (1) การพัฒนาของเทคโนโลยีอัตโนมัติในยานยนต์ (2) เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับ (self-driving) (3) การสื่อสารเพื่อเชื่อมโยงระหว่างยานยนต์ (V2V) และระหว่างยานยนต์กับโครงสร้างพื้นฐาน (V2I) และ (4) การใช้งานยานยนต์เพื่อเดินทางร่วมกัน (ridesharing)<sup>3</sup>

กฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องจะสามารถช่วยพัฒนากฎหมายเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ดังกล่าวได้ก็ต่อเมื่อกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาและใช้งานเทคโนโลยีมากเกินไปจนสมควร ในขณะที่ยังคงสามารถรักษาความสมดุลกับประโยชน์สาธารณะอื่น ซึ่งคณะผู้วิจัยขอเสนอกรอบในการวิเคราะห์และพัฒนากฎหมายในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่

ลำดับ	ประเด็น	กฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง	ข้อพิจารณา
1.	คุณสมบัติและการใช้งานยานยนต์	- พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522	- การจดทะเบียนยานยนต์อัตโนมัติทำได้หรือไม่ - คุณสมบัติของรถยนต์ที่จะนำมาจดทะเบียนรองรับยานยนต์อัตโนมัติได้หรือไม่
2.	ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ	- พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. 2562 - พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562	- การรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ - การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลที่ถูกประมวลผลเพื่อสนับสนุนการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ
3.	การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ	- พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522	- การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในช่วงการทดสอบ - การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติจริง

<sup>3</sup> Daniel A. Crane Kyle D. Logue and Bryce C. Pilz, ‘A Survey of Legal Issues Arising from the Development of Autonomous and Connected Vehicles’ (2017) Michigan Telecommunications and Technology Law Review 23 191 หน้า 197.

ลำดับ	ประเด็น	กฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง	ข้อพิจารณา
		- พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522	
4.	โครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ	- กฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมทางหลวงกระทรวงคมนาคม พ.ศ. 2558 - พระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 - พระราชบัญญัติการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน พ.ศ. 2562 - ประกาศคณะกรรมการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ	- บทบาทของหน่วยงานรัฐการก่อสร้าง พัฒนา และจัดระเบียบการใช้ถนนและโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ - บทบาทของภาคเอกชนในการก่อสร้าง พัฒนา และจัดระเบียบการใช้ถนนและโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ
5.	ความรับผิดชอบต่อความเสียหายอันเกิดจากยานยนต์อัตโนมัติ	- ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ - พระราชบัญญัติความรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย พ.ศ. 2551	- การพิจารณาลักษณะของผู้ครอบครอง/ควบคุมยานยนต์แบบดั้งเดิมและผู้ใช้ยานยนต์อัตโนมัติ - การพิจารณาระดับของการใช้ความระมัดระวังในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

### 6.1 คุณสมบัติและการใช้งานยานยนต์

ตามพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522 “รถ” หมายความว่า ยานพาหนะทุกชนิดที่ใช้ในการขนส่งทางบกซึ่งเดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น และหมายความรวมถึงรถพ่วงของรถนั้นด้วย ทั้งนี้ เว้นแต่รถไฟ<sup>4</sup> การใช้รถเพื่อขนส่งคน สัตว์ หรือสิ่งของโดยทางบกด้วยรถนั้นจะต้องเป็นรถที่มีสภาพมั่นคงแข็งแรง มีเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวงกับได้จดทะเบียนตามมาตรา 73 ของพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522 และเสียภาษีตามมาตรา 85 ของพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ.

<sup>4</sup> พระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522, มาตรา 4 และ กฎกระทรวงกำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถ พ.ศ. 2551.

2522 แล้ว<sup>5</sup> เมื่อจะพิจารณากรอบทางกฎหมายข้างต้นแล้ว ย่อมสามารถตั้งคำถามได้ว่าหากจะมีการนำยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์อัตโนมัติมาใช้เพื่อการขนส่งในประเทศไทยแล้ว การจดทะเบียนและการเสียภาษียานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์อัตโนมัติในประเทศไทยสามารถทำได้หรือไม่และยังมีข้อจำกัดประการใดหรือไม่หากเปรียบเทียบกับกรอบทางกฎหมายเกี่ยวกับการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์อัตโนมัติในต่างประเทศ

โดยหลักแล้ว รถที่จะถูกนำมาใช้นั้นจะต้องถูกขึ้นทะเบียนแล้วตามมาตรา 6(1) ของพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 อย่างไรก็ตาม การขึ้นทะเบียนตามมาตรา 6(1) ได้รับการยกเว้นตามมาตรา 6/1 พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 ในกรณีเช่น รถที่มีผู้นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อใช้ในกิจการใด โดยเฉพาะเป็นการชั่วคราว<sup>6</sup> และรถที่ใช้เพื่อการทดสอบ<sup>7</sup>

### 6.1.1 ข้อจำกัดและแนวทางในการพัฒนากฎหมาย

ระบบกฎหมายไทยมีพัฒนาการในส่วนของกรจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้ามากกว่ายานยนต์อัตโนมัติ จะเห็นได้ว่ากฎหมายกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. 2563 อย่างไรก็ตาม ไม่ปรากฏกฎเกณฑ์การจดทะเบียนสำหรับยานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติดำเนินการขับเคลื่อนบนถนนสาธารณะอย่างชัดเจน<sup>8</sup>

จากการศึกษาข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นทะเบียนรถยนต์ การขึ้นทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นยานยนต์อัตโนมัติจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ในกรณีของการขึ้นทะเบียนยานยนต์ทั่วไป กล่าวคือใช้เครื่องยนต์สันดาปและไม่มีการใช้เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับกฎหมายที่เกี่ยวข้องย่อมได้แก่กฎเกณฑ์ทั่วไปตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 และกฎหมายลำดับรองที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม หากเป็นรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้า (EV) และใช้เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับ (AV) แล้ว การขึ้นทะเบียนย่อมจะต้องเป็นไปโดยสอดคล้องกับกฎหมายเกี่ยวกับกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่ได้มีการพัฒนาหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการขึ้นทะเบียน และการทดสอบยานยนต์อัตโนมัติเอาไว้

<sup>5</sup> พระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522, มาตรา 71 วรรคหนึ่ง.

<sup>6</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 6/1(2).

<sup>7</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 6/1(3).

<sup>8</sup> ณิชกานต์ รัตนเดช, ‘ปัญหากฎหมายเกี่ยวกับการทดสอบและใช้งานยานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติบนถนนสาธารณะ’ วารสารกฎหมายขนส่งและพาณิชยการ ปีที่ 15 ฉบับที่ 20 หน้า 3.

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่ายานยนต์อัตโนมัติสามารถถูกขออนุญาตในฐานะรถที่ใช้ในการทดสอบตามมาตรา 6/1 ของพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 ประกอบประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการขออนุญาต การอนุญาตและระยะเวลาในการใช้รถและเครื่องหมายแสดงการใช้รถที่ใช้เพื่อการทดสอบ พ.ศ. 2560 ซึ่งได้รับการยกเว้นให้ไม่ต้องจดทะเบียนตามมาตรา 6 ของพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522

ในต่างประเทศ “ความปลอดภัย (safety)” เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในการนำยานยนต์อัตโนมัติมาใช้งานในทางปฏิบัติ<sup>9</sup> รัฐสามารถกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยดังกล่าวในรูปแบบของการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของยานยนต์อัตโนมัติและการใช้อำนาจในการอนุมัติยานยนต์อัตโนมัติที่มีมาตรฐานความปลอดภัยที่ดีเพียงพอ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนากฎหมายเพื่อควบคุมกำกับ (regulate) ความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงแนวทางในการควบคุมกำกับความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในระดับสากลและแนวทางที่ถูกใช้ในต่างประเทศ ในส่วนของแนวทางในระดับสากลนั้น การประเมินความปลอดภัยในการใช้งาน (operational safety) ประกอบด้วย ความปลอดภัยของตัวรถ (vehicle safety) ความปลอดภัยในการใช้งาน (functional safety) และความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ (cybersecurity)<sup>10</sup> ซึ่งในหัวข้อนี้จะได้อธิบายถึงความปลอดภัยของตัวรถและความปลอดภัยในการใช้งาน

#### 6.1.1.1 มาตรฐานด้านความปลอดภัยของตัวยานยนต์ในสหภาพยุโรป

ยานยนต์ที่จะถูกนำมาใช้งานในสหภาพยุโรป (เช่นเดียวกับกรณีของประเทศไทย)จะต้องได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานรัฐ โดยยานยนต์ ส่วนควบ ระบบ และอุปกรณ์ใด ๆ ที่ผู้ผลิตจะสามารถนำมาขออนุมัติได้นั้นจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด<sup>11</sup> โดยหน่วยงานรัฐนั้นต้องทำการตรวจสอบโดยอิสระและปราศจากความลำเอียง<sup>12</sup> เพื่อให้หน่วยงานของรัฐสามารถอนุมัติยานยนต์อัตโนมัติได้ กฎหมายของสหภาพยุโรปจึงได้ถูกพัฒนาให้ครอบคลุมถึงมาตรฐานความปลอดภัยของยานยนต์อัตโนมัติโดยมีการตรา Regulation (EU) 2019/2144 ขึ้นเมื่อเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2019

<sup>9</sup> Kareem Othman, ‘Public acceptance and perception of autonomous vehicles: a comprehensive review’ (2021) AI and Ethics 1 355, p. 356.

<sup>10</sup> TÜV SÜD, ‘ใบอนุญาตใช้งานยานยนต์ไร้คนขับบนถนนสาธารณะ’ (TÜV SÜD, 2021) <<https://www.tuvsud.com/th/th/industries/mobility-and-automotive/automotive-and-oem/autonomous-driving/permit-for-operating-autonomous-vehicles>> accessed 1 November 2021.

<sup>11</sup> EU Regulation 2018/858, Article 7 para 1.

<sup>12</sup> Ibid, Article 7 para 2.

Regulation (EU) 2019/2144 ใช้บังคับกับรถยนต์สามประเภท M N และ O ตาม EU Regulation 2018/858<sup>13</sup> โดยยานยนต์ “ประเภท M” ซึ่งได้แก่ ยานยนต์ที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อการขนส่งผู้โดยสารและสัมภาระของผู้โดยสาร<sup>14</sup> ยานยนต์ “ประเภท N” ซึ่งได้แก่ยานยนต์ที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อการขนส่งสินค้า<sup>15</sup> และ ยานยนต์ “ประเภท O” ซึ่งได้แก่รถพ่วง<sup>16</sup> ยานยนต์ทั้งสามประเภทสามารถใช้ระบบอัตโนมัติได้ก็ต่อเมื่อผ่านมาตรฐานตามที่ Regulation (EU) 2019/2144 กำหนดขึ้น

ตาม Regulation (EU) 2019/2144 ยานยนต์อัตโนมัติ (automated vehicle) หมายความว่า “ยานยนต์ที่ถูกออกแบบและสร้างให้เคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติในช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยปราศจากการควบคุมของผู้ขับ แต่ผู้ขับยังคงมีหน้าที่ต้องเข้าแทรกแซงการทำงานของระบบ”<sup>17</sup> ซึ่งยานยนต์อัตโนมัตินี้จะต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

- (1) ระบบที่ใช้แทนที่การควบคุมยานยนต์โดยคนขับ (เช่น การให้สัญญาณ การควบคุมรถ การเร่งความเร็ว และการหยุดรถ)
- (2) ระบบที่ทำให้ข้อมูลแก่ยานยนต์อัตโนมัติในเวลาปัจจุบัน (real-time) เกี่ยวกับตัวยานยนต์และสภาพแวดล้อมรอบข้าง
- (3) ระบบเฝ้าระวังความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์สำหรับคนขับ (driver availability monitoring systems) (อย่างไรก็ตาม เงื่อนไขข้อนี้ไม่จำเป็นในกรณีที่เป็นยานยนต์อัตโนมัติเต็มรูปแบบ)<sup>18</sup>
- (4) ระบบการเก็บข้อมูลของเหตุการณ์
- (5) การจัดรูปแบบเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลของยานยนต์อัตโนมัติยี่ห้ออื่น
- (6) ระบบให้ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้นคนอื่น<sup>19</sup>

เพื่อสนับสนุนการพิจารณาอนุมัติ คณะกรรมาธิการสหภาพยุโรปได้ประกาศ แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับขั้นตอนการอนุมัติยานยนต์อัตโนมัติ ฉบับที่ 4.1 โดยได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการด้านเทคนิคเกี่ยวกับยานยนต์ (Technical Committee on Motor Vehicles)<sup>20</sup> ได้วางแนวทางในเรื่องเงื่อนไขความปลอดภัยใน

<sup>13</sup> Regulation (EU) 2019/2144, Article 2.

<sup>14</sup> Regulation 2018/858 (EU), Article 4 para 1(a).

<sup>15</sup> เฝ้าระวัง, Article 4 para 1(b).

<sup>16</sup> เฝ้าระวัง, Article 4 para 1(c).

<sup>17</sup> เฝ้าระวัง, Article 3 (21).

<sup>18</sup> เฝ้าระวัง, Article 11

<sup>19</sup> เฝ้าระวัง.

<sup>20</sup> Guideline on the exemption procedure for the EU approval of automated vehicle, Version 4.1. The guidelines hereafter have been supported by the Technical Committee on Motor Vehicles of 12 February 2019.

การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมไว้ โดยการชี้แจงถึงเรื่องดังกล่าวนี้เป็นหน้าที่ของผู้ผลิตรายานยนต์

“ผู้ผลิตจะต้องชี้แจงขอบเขตของโหมดการขับขี่อัตโนมัติ(operational domain(s) (OD) แก่หน่วยงานอนุมัติประเภท(the type-approval authority) ถึงสถานที่ และ ช่วงเวลาที่ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติถูกออกแบบให้ทำงาน ซึ่งอย่างน้อยต้องระบุถึงประเด็นดังนี้:

- สภาพถนน (มอเตอร์เวย์/ทางด่วน ถนนทั่วไป จำนวนช่องจราจร เครื่องหมายช่องจราจร ถนนสำหรับรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ฯลฯ)
- พื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (เขตเมืองและภูเขา การตั้งค่า Geofence ฯลฯ)
- สภาพแวดล้อม (สภาพอากาศ ข้อจำกัดด้านเวลากลางคืน ฯลฯ)
- ความเร็ว
- เงื่อนไขอื่นๆ ที่ต้องปฏิบัติตามเพื่อการทำงานที่ปลอดภัยในโหมดการขับขี่”<sup>21</sup>

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการวางแนวทางกำหนดหน้าที่ของผู้ผลิตในการผลิตรายานยนต์อัตโนมัติเป็นไปตามมาตรฐานและมีระบบการใช้งานที่ปลอดภัย โดยกำหนดให้ต้องชี้แจงรายละเอียดอันเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติถูกออกแบบให้ทำงาน แต่ทั้งนี้ยังไม่ปรากฏแนวทางเงื่อนไขด้านความปลอดภัยในโครงสร้าง หรือ สภาพแวดล้อมเพื่อการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ เช่น สภาพถนน โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง<sup>22</sup>

#### 6.1.1.2 กฎหมายเกี่ยวกับยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบีย (Code of the District of Columbia: Autonomous Vehicles)

กฎหมายเกี่ยวกับยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบีย ประเทศสหรัฐอเมริกา นั้นได้รองรับการใช้งานของยานยนต์อัตโนมัติบนถนนสาธารณะ โดยได้บัญญัตินิยามของยานยนต์อัตโนมัติและผู้ขับขี่เอาไว้ในกฎหมายอย่างชัดเจน ตามตารางที่ 1-2: นิยามของยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบีย

<sup>21</sup> Ibid, Clause 5. Page 3.

<sup>22</sup> ERTRAC, “Connected Automated Driving Roadmap” Version: 8 Date: 08.03.2019. Page 9-11

<https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf> , accessed 16 November 2021

See also: GEAR 2030 DISCUSSION PAPER (REV1.1-11-06-2016) “Roadmap on Highly Automated vehicles”

<https://circabc.europa.eu/sd/a/3e06f7bf-2719-4be1-9f24-ba6b2975d7eb/Discussion%20Paper%20-%20rev.1%2004-05-2015.pdf>

accessed 16 November 2021.

ตารางที่ 6-1 นิยามของยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบีย

ยานยนต์อัตโนมัติ	ผู้ขับขี่
หมายถึง ยานยนต์ที่สามารถแล่นบนถนนและสามารถแปลความสัญญาณจราจรได้ โดยปราศจากผู้ขับขี่ที่ควบคุมระบบใด ๆ ของยานยนต์นั้น แต่ไม่หมายความรวมถึงยานยนต์ที่มีระบบรักษาความปลอดภัยหรือระบบช่วยเหลือคนขับ ซึ่งหมายรวมถึงระบบช่วยเตือนเมื่อมีรถในจุดอับสายตาอิเล็กทรอนิกส์ ระบบป้องกันการชน ระบบเบรกในยามฉุกเฉิน ระบบการช่วยจอดรถ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติแบบแปรผัน ระบบการช่วยรักษาช่องทางจราจร ระบบแจ้งเตือนการเปลี่ยนช่องทางจราจร ระบบช่วยเหลือขณะรถติดหรือระหว่างการรอ เว้นแต่ว่า ระบบดังกล่าวเพียงระบบเดียวหรือรวมกับระบบอื่น ๆ แล้วจะทำให้ยานยนต์ที่ถูกติดตั้งระบบนั้นสามารถขับได้โดยปราศจากการควบคุมหรือตรวจตราโดยมนุษย์ <sup>23</sup>	หมายถึง บุคคลธรรมดาที่ควบคุมยานยนต์โดยได้รับใบอนุญาตขับ <sup>24</sup>

ตามกฎหมายของเขตโคลัมเบีย<sup>23</sup> ยานยนต์อัตโนมัติจะสามารถนำมาใช้บนถนนสาธารณะได้ก็ต่อเมื่อยานยนต์นั้นมีระบบที่ทำให้ผู้ขับขี่สามารถควบคุมยานยนต์ได้ตลอดเวลา มีผู้ขับขี่นั่งอยู่ในเบาะนั่งคนขับขณะที่มีการใช้งานยานยนต์และมีความพร้อมที่จะเข้าควบคุมยานยนต์ได้ตลอดเวลา และเป็นยานยนต์ที่มีศักยภาพในการปฏิบัติตามกฎหมายจราจร กฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และกฎหมายว่าด้วยสัญญาณจราจร<sup>25</sup>

ผู้ผลิตยานยนต์ซึ่งถูกแปลงให้กลายเป็นยานยนต์อัตโนมัติ (ในภายหลัง) โดยบุคคลอื่น ไม่ต้องรับผิดชอบซึ่งกันและกันเป็นผลจากความชำรุดบกพร่องอันผลจากการแปลงหรือโดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งโดยผู้แปลง เว้นแต่ ความชำรุดบกพร่องนั้นจะเป็นความชำรุดที่มีมาแต่เดิม<sup>26</sup> อย่างไรก็ตาม ยานยนต์ที่จะถูกแปลงให้กลายเป็นยานยนต์อัตโนมัตินั้นจะต้องไม่เก่าไปกว่ารุ่นปี ค.ศ. 2009 หรือที่ถูกผลิตภายใน 4 ปี (ทั้งนี้ ยึดถืออันที่ใหม่กว่า)<sup>27</sup>

มีข้อกำหนดให้มีการทดสอบยานยนต์อัตโนมัติก่อนที่จะถึงรอบการต่อใบอนุญาต (การใช้รถ) และค่าธรรมเนียมที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบโครงการทดสอบยานยนต์อัตโนมัตินี้ถูกจัดขึ้นและบริหารจัดการโดย The department<sup>28</sup> โดยหน่วยงานรัฐจะกำหนดขั้นตอนการยื่นขออนุญาตทดสอบ ตลอดจนไปถึง

<sup>23</sup> Code of the District of Columbia (Chapter 23A. Autonomous Vehicles, มาตรา 50-2351 (1).

<sup>24</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-(2).

<sup>25</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.

<sup>26</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-235(a).

<sup>27</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2353(b).

<sup>28</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.01 (a).

เอกสาร หรือ ข้อมูลต่างๆที่ต้องใช้ หรือ ดำเนินการเพื่อการทดสอบยานยนต์<sup>29</sup> การทดสอบยานยนต์อัตโนมัติสามารถทำได้ทั้งในกรณีที่มีผู้ควบคุมนั่งประจำอยู่ในรถ หรือ กรณีที่ควบคุมโดย Remote โดยที่เงื่อนไข และวิธีการต้องเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด<sup>30</sup>

กฎหมายของเขตโคลัมเบียได้กำหนดคุณสมบัติของหน่วยงานทดสอบยานยนต์อัตโนมัติ ตลอดจนไปถึงการระบุหน้าที่ในการทำประกันภัยของหน่วยงานทดสอบรถ (The AV testing entity) ในความเสียหาย การบาดเจ็บ การเสียชีวิต หรือความเสียหายต่อทรัพย์สินจากการทำงานของยานยนต์อัตโนมัติบนถนนสาธารณะในวงเงิน 5 ล้านดอลลาร์<sup>31</sup> ทั้งนี้ หากเกิดกรณีที่มีข้อกังวลเรื่องความปลอดภัย หรือ เหตุการณ์อื่นใดที่สมควรแก่เหตุ The department อาจระงับการทดสอบยานยนต์ดังกล่าวได้<sup>32</sup>

### 6.1.1.3 กฎหมายยานยนต์อัตโนมัติของมลรัฐเนวาดา (NRS: Chapter 482A)

ตามกฎหมายของมลรัฐเนวาดา “ยานยนต์อัตโนมัติ” หมายถึง ยานพาหนะที่ใช้มอเตอร์ซึ่งมีระบบการขับเคลื่อนอัตโนมัติซึ่งถูกออกแบบมาให้ทำงานแบบอัตโนมัติในระดับที่ 3 ที่ 4 หรือระดับที่ 5 ของระดับความอัตโนมัติของยานยนต์ตามมาตรฐาน SAE J3016<sup>33</sup> ซึ่งได้อธิบายถึงระดับของความอัตโนมัติเอาไว้ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-2 ระดับความอัตโนมัติของยานยนต์ตามมาตรฐาน SAE J3016

J3016 “Levels of Driving Automation” standard for consumers <sup>34</sup>			
	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
สิ่งที่คนขับต้อง	คนที่นั่งอยู่เบาะคนขับไม่ได้ขับรถ		
ทำขณะนั่งที่เบาะคนขับ	แต่หากว่าระบบร้องขอคนที่นั่งอยู่เบาะคนขับจะต้องขับรถ	ระบบจะไม่ร้องขอให้คนที่นั่งอยู่เบาะคนขับขับรถเลยตลอดการขับขี่	

<sup>29</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.01 (b), (c).

<sup>30</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.01 (D), (E), (F).

<sup>31</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.01 (G), (H).

<sup>32</sup> เพิ่งอ้าง, มาตรา 50-2352.02.

<sup>33</sup> NRS: Chapter 482A025.

<sup>34</sup> SAE, ‘SAE Standards News: J3016 automated-driving graphic update’ (SAE, January, 2019) <<https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>>.

J3016 “Levels of Driving Automation” standard for consumers <sup>34</sup>			
	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
ระบบการขับขี่อัตโนมัติทำงานอะไร	ระบบการขับขี่อัตโนมัติสามารถทำงานได้เมื่อสถานการณ์เอื้ออำนวย กล่าวคือระบบอัตโนมัติจะไม่ทำงานถ้าหากว่าสถานการณ์ไม่เอื้ออำนวย		ระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ในทุกสถานการณ์
ตัวอย่าง	ระบบอัตโนมัติในช่วงรถติด	บริการรถแท็กซี่ในท้องถิ่นโดยไร้คนขับ	เหมือนกับระดับที่ 4 แต่สามารถทำงานในทุกสถานการณ์

ยานยนต์อัตโนมัติจะต้องไม่ถูกทดสอบหรือใช้งานบนถนนภายในมลรัฐเนวาดา (แม้ว่าจะมีผู้ขับขี่ด้วย) เว้นแต่ยานยนต์ดังกล่าวจะมีศักยภาพที่จะปฏิบัติตามกฎหมายยานยนต์ (เว้นแต่กรณีที่มีข้อยกเว้น) และในกรณีที่ยานยนต์นั้นไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบ ยานยนต์ดังกล่าวจะต้อง (1) มีระบบที่เริ่มหรือหยุดการทำงานของระบบอัตโนมัติซึ่งผู้ขับขี่สามารถเข้าถึงได้ง่าย (2) มีระบบที่ติดตั้งอยู่ภายในรถบ่งชี้ว่าระบบอัตโนมัตินั้นทำงานอยู่ และ (3) มีระบบที่คอยแจ้งเตือนผู้ขับขี่ว่าระบบอัตโนมัตินั้นเกิดล้มเหลว<sup>35</sup> ส่วนกรณีที่เป็นยานยนต์อัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบ ระบบจะต้องสามารถทำให้เกิดสภาวะที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด (achieving a minimal risk condition) ในกรณีที่ระบบอัตโนมัติเกิดล้มเหลว<sup>36</sup>

เช่นเดียวกับกฎหมายเกี่ยวกับยานยนต์อัตโนมัติของเขตโคลัมเบียผู้ผลิตยานยนต์ (เดิมไม่ได้เป็นยานยนต์อัตโนมัติ) ที่ถูกแปลงให้กลายเป็นยานยนต์อัตโนมัติโดยบุคคลอื่นจะไม่ต้องรับผิดชอบในความเสียหายอันเกิดจากการแปลงสภาพนั้น เว้นแต่เป็นกรณีที่เกิดจากความชำรุดบกพร่องที่มีอยู่แต่เดิม<sup>37</sup> และผู้ผลิตหรือผู้พัฒนา ยานยนต์อัตโนมัติซึ่งยานยนต์ถูกดัดแปลงโดยบุคคลอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาตจะไม่ต้องรับผิดชอบในความเสียหายอันเกิดจากการแปลงสภาพนั้น เว้นแต่เป็นกรณีที่เกิดจากความชำรุดบกพร่องที่มีอยู่แต่เดิม<sup>38</sup>

กฎหมายของมลรัฐเนวาดาได้ระบุไปถึงหน้าที่ในการทำประกันภัยในกรณีที่จะมีการทดสอบยานยนต์อัตโนมัติบนถนน โดยกำหนดว่า บุคคลผู้ประสงค์จะทดสอบจะต้องยื่นหลักฐานยืนยันว่าได้ทำประกันภัยที่มี

<sup>35</sup> NRS: Chapter 482A.080 2.(a).

<sup>36</sup> เพิ่งอ้าง, 482A.080 2.(b).

<sup>37</sup> เพิ่งอ้าง 482A.090 1.

<sup>38</sup> เพิ่งอ้าง 482A.090 2.

วงเงิน 5 ล้านบาท และยื่นต่อหน่วยงานรัฐแล้ว หรือ ได้วางเงินประกัน หนังสือค้ำประกัน หรือหลักประกันอื่นจำนวน 5 ล้านบาทต่อหน่วยงานรัฐแล้ว<sup>39</sup>

#### 6.1.1.4 ต้นแบบกฎหมายสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ (Model Legislation for Autonomous Vehicles (2018))

องค์การความร่วมมือที่เกิดขึ้นโดยผู้ผลิตรถยนต์ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มกันของผู้ประกอบการเช่น Ford Lyft Volvo Cars Uber และ Waymo ได้จัดทำข้อเสนอในการออกกฎหมายสำหรับยานยนต์อัตโนมัติโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างปลอดภัยบนท้องถนนตามตารางที่ 6-3<sup>40</sup>

ตารางที่ 6-3 ต้นแบบกฎหมายสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ

ประเด็น	ข้อกำหนด
นิยามของยานยนต์อัตโนมัติ	หมายถึง ระบบ (ทั้ง Hardware และ Software) ซึ่งร่วมกันทำงานจนทำให้เกิด Dynamic Driving Task (DDT) อย่างมั่นคง
เงื่อนไขในการใช้ระบบอัตโนมัติ	บุคคลอาจใช้ระบบอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบบนถนนสาธารณะโดยไม่ต้องมีคนขับรถเลยก็ได้ หากสามารถบรรลุเงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านี้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ในกรณีที่ระบบเกิดการล้มเหลว ระบบอัตโนมัติสามารถทำให้เกิดสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด</li> <li>- ยานยนต์อัตโนมัติมีศักยภาพที่จะปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง</li> <li>- ยานยนต์นั้นมีการรับรองในเวลาผลิตว่าเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยของ Federal Motor Vehicle Safety Standards.</li> </ul>
การอนุญาต	ถือว่าระบบการขับขี่อัตโนมัติเป็นผู้ขับขี่ในการพิจารณาความสอดคล้องกับกฎหมายจราจร และถือว่าระบบการขับขี่ดังกล่าวได้รับอนุญาตให้ขับขี่ยานยนต์ได้
ประกันภัย	ก่อนที่จะใช้ยานยนต์อัตโนมัติบนถนนโดยปราศจากคนขับ จะต้องมีการทำประกันภัยที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

<sup>39</sup> เฟิ่งอ่าง 482A.060.

<sup>40</sup> Model Legislation for Autonomous Vehicles (2018).

ประเด็น	ข้อกำหนด
หน้าที่ในกรณีที่มีการชน	ยานยนต์อัตโนมัติที่ไม่มีคนขับจะต้องยังคงอยู่ในสภาพการชน ทั้งนี้ ตามที่กฎหมายกำหนด และเจ้าของยานยนต์อัตโนมัติมีหน้าที่ต้องรายงานเหตุการณ์ชนตามที่กฎหมายกำหนด

## 6.2 ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ

ยานยนต์อัตโนมัติอาศัยระบบปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ในการทำงาน กล่าวคือ อาศัยเทคนิคในด้านการทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (machine-learning techniques) เพื่อทำการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และโอนข้อมูลเพื่อให้การตัดสินใจต่าง ๆ ซึ่งรถยนต์โดยปกติต้องทำเพื่อการขับขี่ทั่วไป อย่างไรก็ตามระบบเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าว ตกอยู่ในภาวะที่เสี่ยงต่อการถูกโจมตีทางด้านไซเบอร์ เช่นเดียวกับระบบสารสนเทศอื่น ๆ<sup>41</sup> ด้วยเหตุนี้ หากกฎหมายจะมีส่วนสนับสนุนการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ กฎหมายจะต้องมีศักยภาพในการคุ้มครองความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์และข้อมูลของผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

### 6.2.1 ข้อกำหนดและแนวทางในการพัฒนากฎหมาย

พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 สามารถรองรับการเก็บรวบรวม ใช้ และเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลเกี่ยวกับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติได้ เช่น ผู้ให้บริการยานยนต์อัตโนมัติซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติสามารถแจ้งวัตถุประสงค์การประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคล อ้างอิงฐานทางกฎหมายที่เหมาะสม รักษาความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล ตลอดจนส่งหรือโอนข้อมูลส่วนบุคคลไปยังต่างประเทศได้ อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยพบข้อจำกัดในส่วนของ การรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์เนื่องจากกฎหมายในปัจจุบันนั้นยังไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับการป้องกันและจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวกับภัยไซเบอร์ในบริบทของยานยนต์อัตโนมัติโดยเฉพาะ

แม้ว่าจะได้บัญญัติถึงนิยามของภัยคุกคามทางไซเบอร์ อย่างไรก็ตาม พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. 2562 นั้นกำหนดหน้าที่ตามกฎหมายให้กับ “หน่วยงานของรัฐ หน่วยงานควบคุมหรือกำกับดูแล และหน่วยงานโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ” ผู้ผลิตยานยนต์หรือผู้ให้บริการยานยนต์ (ซึ่งทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานยานยนต์) นั้นอาจไม่ได้เป็นบุคคลที่มีหน้าที่ตาม

<sup>41</sup> ENISA and JRC, ‘Cybersecurity Challenges in the Uptake of Artificial Intelligence in Autonomous Driving’ (ENISA, February 2021) <<https://www.enisa.europa.eu/news/enisa-news/cybersecurity-challenges-in-the-uptake-of-artificial-intelligence-in-autonomous-driving>> accessed 1 November 2021.

พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. 2562 เนื่องจากมิได้มีสถานะเป็นหน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานควบคุมหรือกำกับดูแล และแม้จะเป็นผู้ให้บริการประมวลผลข้อมูลเพื่อสนับสนุนการใช้งาน ยานยนต์อัตโนมัติ ผู้ผลิตยานยนต์หรือผู้ให้บริการยานยนต์ก็มิได้เป็นผู้ให้มีภารกิจหรือให้บริการโครงสร้าง พื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ

นอกจากนี้ มาตรฐานด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติสมควรถูกตรวจสอบ และอนุมัติก่อนการใช้งานยานยนต์ ในทำนองเดียวกับการตรวจสอบความปลอดภัยของตัวยานยนต์ตามที่ได้ กล่าวในหัวข้อที่ 2 และหัวข้อที่ 3 การมีเพียงบทบัญญัติเรื่องการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ในภาพรวม โดยมิได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการมาตรฐานความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติจึงไม่เพียงพอต่อ การรักษาความปลอดภัยสำหรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

## 6.2.2 แนวทางในการพัฒนากฎหมาย

การพัฒนากฎหมายไทยในส่วนที่เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติโดยเฉพาะซึ่งอยู่นอกเหนือจากขอบเขตของพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. 2562 สามารถเป็นไปตามแนวทางของระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับยานยนต์ของสหประชาชาติและระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติซอฟต์แวร์สำหรับยานยนต์ของสหประชาชาติ

### 6.2.2.1 ระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับยานยนต์ของสหประชาชาติ

ระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติยานยนต์ในด้านความปลอดภัยไซเบอร์ของสหประชาชาติ (UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to cyber security and of their cybersecurity management systems: UN Cybersecurity Regulation)<sup>42</sup> ได้ให้นิยามของคำว่า “ความปลอดภัยไซเบอร์ (Cyber security)” ในบริบทของยานยนต์เอาไว้ว่า

“สภาพ/เงื่อนไขที่ยานยนต์และการทำงานของยานยนต์คันนั้นได้รับความปกป้องจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ซึ่งเป็นภัยที่เกิดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์”<sup>43</sup>

<sup>42</sup> UN, ‘Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to cyber security and cyber security management system’ (UNECE, June 2020) <<https://unece.org/DAM/trans/doc/2020/wp29grva/ECE-TRANS-WP29-2020-079-Revised.pdf>> accessed 23 December 2021.

<sup>43</sup> Ibid, Clause 2.2.

นอกจากนี้ ยังได้ให้นิยามของ “ระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยไซเบอร์ (Cyber security Management System (CSMS))”เอาไว้ว่า

“แนวทางการบริหารจัดการความเสี่ยง (โอกาสที่ภัยจะสร้างอันตรายต่อยานยนต์ และก่อให้เกิดอันตรายต่อองค์กรหรือบุคคล) ซึ่งกำหนดกระบวนการในเชิงองค์กร ความรับผิดชอบ ธรรมชาติของความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับภัยทางไซเบอร์ซึ่งเกิดต่อยานยนต์และปกป้องยานยนต์จากโจมตีของภัยนั้น”<sup>44</sup>

เพื่อประโยชน์ในการสร้างความปลอดภัยทางไซเบอร์ของยานยนต์อัตโนมัติ UN Cybersecurity Regulation กำหนดให้ “ผู้ผลิตยานยนต์” มีหน้าที่ยื่นรายละเอียดเกี่ยวกับความปลอดภัยทางไซเบอร์ให้กับหน่วยงานรัฐเพื่ออนุมัติ<sup>45</sup> โดยการยื่นขออนุมัตินั้นจะต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับความปลอดภัยทางไซเบอร์ได้แก่

- รายละเอียดทั่วไปของยานยนต์ ซึ่งรวมถึง (ก) ระบบของยานยนต์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางไซเบอร์ (ข) ส่วนควบของระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางไซเบอร์ (ค) การทำงานร่วมกันของระบบภายในและการทำงานร่วมกันของระบบกับระบบภายนอกอื่น
- รายละเอียดเกี่ยวกับผังของประเภทของยานยนต์
- หมายเลขของเอกสารยืนยันการผ่านเกณฑ์ระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยไซเบอร์ (CSMS)
- เอกสารแสดงผลการประเมินความเสี่ยงและการระบุถึงความเสี่ยงของยานยนต์ที่ขอรับการอนุมัติ
- เอกสารแสดงแนวทางการบริหารจัดการความเสี่ยงของยานยนต์ที่ขอรับการอนุมัติ
- เอกสารแสดงการคุ้มครองสภาพแวดล้อมสำหรับซอฟต์แวร์ การบริการ การใช้งาน และข้อมูลหลังการขายของยานยนต์ที่ขอรับการอนุมัติ
- เอกสารแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบความปลอดภัยทางไซเบอร์ของยานยนต์และผลของการทดสอบของยานยนต์ที่ขอรับการอนุมัติ
- รายละเอียดเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานของความปลอดภัยทางไซเบอร์<sup>46</sup>

หน่วยงานรัฐจะอนุมัติเกี่ยวกับความปลอดภัยทางไซเบอร์ของยานยนต์ได้ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลที่แสดงได้ว่ายานยนต์นั้นมีความปลอดภัยทางไซเบอร์อย่างเพียงพอ การปฏิเสธอาจเกิดขึ้นได้ในกรณี เช่น การประเมิน

<sup>44</sup> Ibid, para 2.3 และ para 2.9.

<sup>45</sup> Ibid, para 3.

<sup>46</sup> Ibid, Annex 1 (para 9).

ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยไซเบอร์นั้นไม่เพียงพอ<sup>47</sup> ผู้ผลิตรถยนต์ไม่ได้คุ้มครองยานยนต์จากความเสี่ยงหรือไม่ได้มีการคุ้มครองอย่างได้สัดส่วน (proportionate)<sup>48</sup> และผู้ผลิตรถยนต์นั้นไม่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของมาตรการด้านความปลอดภัย<sup>49</sup>

นอกจากนี้ ควรมีการจัดตั้งหน่วยงานรัฐทำหน้าที่ประเมินการดำเนินการของผู้ผลิตรถยนต์เกี่ยวกับระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยไซเบอร์ (CSMS) โดยผู้ผลิตรถยนต์มีหน้าที่ต้องนำส่งข้อมูลเกี่ยวกับ CSMS เพื่อขอรับหนังสือยืนยันการเป็นไปตามมาตรฐาน CSMS ที่ออกให้กับผู้ผลิตรถยนต์นั้นควรมีระยะเวลาจำกัด (เช่น ไม่เกิน 3 ปีนับแต่วันที่ออก)<sup>50</sup>

### 6.2.2.2 ระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติซอฟต์แวร์สำหรับยานยนต์ของสหประชาชาติ

ระเบียบเกี่ยวกับการอนุมัติซอฟต์แวร์สำหรับยานยนต์ของสหประชาชาติ (UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to software update and software updates management system)<sup>51</sup> กำหนดให้ผู้ผลิตรถยนต์มีหน้าที่ต้องยื่นขออนุมัติกระบวนการปรับให้เป็นปัจจุบันของซอฟต์แวร์ของยานยนต์อัตโนมัติ<sup>52</sup> โดยการยื่นคำขอเพื่อรับการอนุมัตินั้นจะต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับการปรับซอฟต์แวร์ให้เป็นปัจจุบันต้องมีรายละเอียดดังนี้

- รายละเอียดทั่วไปของยานยนต์
- รายละเอียดเกี่ยวกับหมายเลขระบุตัวลักษณะซึ่งกำหนดขึ้นโดยผู้ผลิตรถยนต์แสดงข้อมูลประเภทการอนุมัติของซอฟต์แวร์สำหรับระบบการควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (RXSWIN)
- การปรับระบบให้เป็นปัจจุบันในอากาศ (software updates over the air)
- รายละเอียดแสดงว่ากระบวนการปรับให้ซอฟต์แวร์เป็นปัจจุบันนั้นจะเป็นไปโดยปลอดภัย
- ผู้ใช้ยานยนต์จะได้รับการแจ้งเกี่ยวกับการปรับซอฟต์แวร์ให้เป็นปัจจุบันได้อย่างไรทั้งก่อนและหลังการใช้งาน<sup>53</sup>

<sup>47</sup> Ibid, 5.1.3 (a).

<sup>48</sup> Ibid, 5.1.3 (b).

<sup>49</sup> Ibid, 5.1.3 (c).

<sup>50</sup> Ibid, 6.7.

<sup>51</sup> UN, ‘Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to software update and software updates management system’ (UNECE, March 2020) < <https://undocs.org/ECE/TRANS/WP.29/2020/80> > accessed 23 December 2021.

<sup>52</sup> Ibid, 3.1.

<sup>53</sup> Ibid, Annex 1 (para 9.).

หน่วยงานรัฐจะอนุมัติเกี่ยวกับการปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้เป็นปัจจุบันของยานยนต์ได้ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลที่แสดงได้ว่ากระบวนการปรับปรุงนั้นผ่านมาตรฐานตามกฎหมาย<sup>54</sup> นอกจากนี้ ยังควรมีการจัดตั้งหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่ในการประเมินและออกใบรับรองการทำงานของระบบการปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้เป็นปัจจุบัน<sup>55</sup>

### 6.3 การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

นอกเหนือจากองค์ประกอบเกี่ยวกับความปลอดภัยของตัวยานยนต์แล้ว แนวทางการประเมินความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในระดับสากล (Universal Approach for the Assessment of AV's Operational Safety) นั้นยังให้ความสำคัญกับ “ความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์” อีกด้วย ในมิติของรัฐซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบถึงความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนนจะทำการควบคุมพฤติกรรมที่ซับซ้อนผ่านการกำหนดมาตรฐานในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติทั้งในช่วงการทดสอบและการใช้งานจริง ดังนั้นในหัวข้อนี้จะอธิบายและวิเคราะห์ถึงกรอบทางกฎหมาย เงื่อนไข และข้อจำกัดในการใช้งานยานยนต์ซึ่งสามารถขับเคลื่อนได้โดยอัตโนมัติ โดยมีประเด็นสำคัญว่ากฎหมายจะสามารถอนุญาตให้มีการใช้งานยานยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนได้โดยอัตโนมัติหรือไม่และเพียงใด

#### 6.3.1 ข้อจำกัดและแนวทางในการพัฒนากฎหมาย

ระบบกฎหมายจะสามารถส่งเสริมการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ (ในขณะเดียวกันก็ช่วยคุ้มครองความปลอดภัยบนท้องถนน) โดยการยกเลิกข้อกำหนดการจราจรทางบกที่บังคับให้ผู้ขับขี่ซึ่งเป็นมนุษย์มีหน้าที่ต้องควบคุมยานยนต์ตลอดเวลาของการใช้งานตัวยานยนต์นั้น เช่น การควบคุมพวงมาลัย การเร่งความเร็ว และการกดห้ามล้อโดยเท้า<sup>56</sup> งานวิจัยนี้พบว่าพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ยังมีข้อจำกัดที่ส่งผลเป็นการจำกัดการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ และสามารถถูกพัฒนาได้ตามแนวทางของต่างประเทศ เช่น กฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบกของประเทศเยอรมนี สิงคโปร์ และญี่ปุ่น นอกจากนี้ กฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบกยังควรถูกพัฒนาให้ยอมรับการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับ (driverless vehicles) โดยไม่ได้จำกัดเฉพาะการทดสอบรถเท่านั้น (beyond testing purpose)<sup>57</sup>

<sup>54</sup> Ibid, Para 4.

<sup>55</sup> Ibid, Para 5.

<sup>56</sup> U.S. Department of Transportation, ‘Automated Vehicles Comprehensive Plan’ (U.S. DOT, January 2021) <[https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2021-01/USDOT\\_AVCP.pdf](https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2021-01/USDOT_AVCP.pdf)> accessed 1 December 2021 p. 11.

<sup>57</sup> EU Commission, ‘Communication from the Commission - TRIS(2021) 00508 (Directive (EU) 2015/1535) (EU, February 2021) <[https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/index.cfm/en/search/?trisaction=search\\_detail&year=2021&num=81&mLang=EN](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/index.cfm/en/search/?trisaction=search_detail&year=2021&num=81&mLang=EN)> accessed 1 December 2021.

แม้ว่าพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 (และประกาศ การใช้รถเพื่อการทดสอบฯ) จะไม่ได้บัญญัติ “ห้าม” การใช้ยานยนต์อัตโนมัติโดยชัดแจ้ง อย่างไรก็ตาม พบว่ากฎหมายดังกล่าวอาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติได้ ทั้งในช่วงการทดสอบรถและการใช้งานจริง

ประกาศการใช้รถเพื่อการทดสอบฯ กำหนดนายทะเบียนพิจารณาความครบถ้วนถูกต้องของเอกสารที่ผู้ขออนุญาตยื่น และอาจอนุญาตได้ในกรณีที่หลักฐานครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่รถที่จะถูกใช้เพื่อการทดสอบนั้นเป็นยานยนต์อัตโนมัติ นายทะเบียนอาจต้องพิจารณารายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของระบบอัตโนมัติเพิ่มเติมจากยานยนต์ที่ไม่ได้ใช้งานระบบอัตโนมัติ เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี ระดับของความอัตโนมัติ และหลักฐานการยืนยันว่าการใช้งานนั้นจะมีความปลอดภัย

นอกจากนี้ แม้ว่าเอกสารหลักฐานจะครบถ้วนก็ตาม นายทะเบียนอาจเห็นว่าการที่จะถูกใช้เพื่อการทดสอบนั้นสามารถก่อความไม่ปลอดภัยบนท้องถนนได้จึงปฏิเสธคำขอ ในกรณีนี้ ประกาศ การใช้รถเพื่อการทดสอบฯ ยังขาดข้อกำหนดที่ให้อำนาจแก่นายทะเบียนในการปฏิเสธขอเอาไว้

บทบัญญัติเกี่ยวกับข้อปฏิบัติและข้อห้ามการปฏิบัติในการขับขี่รถยนต์ตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ในปัจจุบันยังคงตั้งอยู่บนพื้นฐานของลักษณะการขับขี่ซึ่งผู้ขับขี่ต้องควบคุมรถยนต์และต้องมีความพร้อมที่จะควบคุมรถยนต์ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่มีความรับผิดชอบตามกฎหมายเมื่อไม่อาจควบคุมรถยนต์ได้หรือไม่อยู่ในสถานะที่ควบคุมรถยนต์ได้ ซึ่งส่งผลให้การใช้นานยนต์อัตโนมัติในระดับที่ 3 ระดับที่ 4 และระดับที่ 5 ตาม มาตรฐาน SAE J3016 ก่อความรับผิดชอบตามกฎหมาย

ยกตัวอย่างเช่น ในช่วงการจราจรหนาแน่นและมีการหยุดรถเป็นระยะ ๆ และผู้ขับขี่ประสงค์จะต้องทำการประชุมออนไลน์โดยจะต้องมีการเปิดกล้องและนำเสนองานโดยไม่ใช้อุปกรณ์เสริมการสนทนาใด ๆ ในช่วงเวลาดังกล่าว หากยานยนต์เป็นยานยนต์อัตโนมัติซึ่งสามารถควบคุมให้รถยนต์เดินทางและหยุดรถเป็นระยะ ๆ ในช่วงเวลาดังกล่าว กรณีนี้ย่อมเกิดประเด็นว่าหากผู้ขับขี่เปิดใช้งานระบบอัตโนมัติและทำการประชุมตลอดจนนำเสนองานผ่านระบบออนไลน์แล้ว ผู้ขับขี่จะมีความรับผิดชอบตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 หรือไม่

ในกรณีตามตัวอย่างนี้ จะต้องพิจารณาขอกฎหมายที่บัญญัติ ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เว้นแต่การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์เสริมสำหรับการสนทนาโดยผู้ขับขี่ไม่ต้องถือหรือจับโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นในขณะที่ขับรถตามมาตรา 43(9) ของพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 การที่ผู้ขับขี่ปล่อยให้ระบบอัตโนมัติไม่ว่าจะเป็นระดับที่ 3 ระดับที่ 4 และระดับที่ 5 ตามมาตรฐาน SAE J3016 ย่อมก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ผู้ขับขี่จะต้องรับผิดชอบตามกฎหมาย เนื่องจากการขับขี่โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์เสริม อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา 43(9) และต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สี่ร้อยบาทถึงหนึ่งพันบาทตามมาตรา 157 ของพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

### 6.3.2 แนวทางการพัฒนากฎหมายในต่างประเทศ

กฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบกในต่างประเทศซึ่งถูกตราขึ้นบนพื้นฐานของการขับขี่ในลักษณะที่มนุษย์เป็นผู้ควบคุมยานยนต์นั้นย่อมประสบความสำเร็จเช่นเดียวกับพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ของประเทศไทย กล่าวคือ การใช้ยานยนต์อัตโนมัติที่อาจก่อให้เกิดความรับผิดชอบตามกฎหมายได้ ซึ่งการพัฒนากฎหมายสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่การ “ทดสอบ” ยานยนต์อัตโนมัติ และในช่วง “การใช้งาน” ซึ่งพ้นจากช่วงของการทดสอบยานยนต์แล้ว นอกจากนี้ กฎหมายยังอาจถูกพัฒนาครอบคลุมไปถึงข้อกำหนดเรื่องสภาพแวดล้อมในการใช้งานยานยนต์อีกด้วย

#### 6.3.2.1 การควบคุมการใช้งานในระหว่างทดสอบ

กฎหมายของประเทศสิงคโปร์ได้กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับยานยนต์อัตโนมัติเพิ่มเติมใน Road Traffic Act โดยใช้ชื่อว่า “Road Traffic (Autonomous Motor Vehicle) Rules 2017” โดยกำหนดห้ามมีการทดสอบ<sup>58</sup>และการใช้งานยานยนต์<sup>59</sup> อัตโนมัติบนถนนใด ๆ รวมไปถึงถนนสาธารณะ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตโดยสำนักงานขนส่งทางบก<sup>60</sup> บุคคลที่ประสงค์จะขออนุญาตใช้งาน หรือ ทดสอบยานยนต์จะต้องมีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด<sup>61</sup> และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์อันเกี่ยวกับยานยนต์และใบอนุญาตในการขับขี่อย่างเคร่งครัด<sup>62</sup> เมื่อเกิดกรณีใด ๆ ที่ระบบยานยนต์อัตโนมัติมีปัญหาต้องแจ้งให้สำนักงานขนส่งทางบกทราบ<sup>63</sup> และต้องมีการทำประกัน หรือวางเงินมัดจำตามที่กำหนด<sup>64</sup> นอกจากนี้ยังกำหนดให้ผู้ขับขี่ที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามเกณฑ์ที่กำหนดนั้นอยู่ภายในยานยนต์อัตโนมัติด้วย<sup>65</sup> อีกทั้งกำหนดให้ผู้ควบคุม (Operator) คอยสังเกตการณ์การทำงานของยานยนต์อัตโนมัติ<sup>66</sup>

ในส่วนของเอกสารและหลักฐานประกอบคำขออนุญาตใช้ยานยนต์อัตโนมัติเพื่อการทดสอบนั้น ผู้ขออนุญาตมีหน้าที่ต้องนำส่งเอกสารหลักฐานดังต่อไปนี้

- วัตถุประสงค์ของการทดสอบ และเค้าโครงโดยย่อว่าการทดสอบจะเกิดขึ้นอย่างไรบ้าง

<sup>58</sup> Article 4 (1) of the Road Traffic (Autonomous Motor Vehicles) Rules 2017.

<sup>59</sup> Article 4 (2) of the Road Traffic (Autonomous Motor Vehicles) Rules 2017.

<sup>60</sup> Ibid, Article 2 and 4.

<sup>61</sup> Ibid, Article 9.

<sup>62</sup> Ibid, Article 9 (a) and 9 (b).

<sup>63</sup> Ibid, Article 19.

<sup>64</sup> Ibid, Article 14 and Article 15.

<sup>65</sup> Ibid, Article 9 (b).

<sup>66</sup> Ibid, Article 9 (c).

- ประเภทของยานยนต์อัตโนมัติหรือเทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติที่จะถูกใช้ในการทดสอบ
- จำนวนของยานยนต์อัตโนมัติในแต่ละประเภทและรายละเอียดของยานยนต์อัตโนมัติ
- ระบบของยานยนต์อัตโนมัติซึ่งจะถูกใช้ในการทดสอบ
- ในกรณีที่ยานยนต์จะถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพื่อการทดสอบ จะต้องมียละเอียดของการแก้ไขดังกล่าว

เอกสารใด ๆ เกี่ยวกับตัวยานยนต์อัตโนมัติซึ่งจะถูกใช้ในการทดสอบ ซึ่งแสดงว่าระบบของยานยนต์อัตโนมัตินั้นมีความปลอดภัยในการใช้งานเพื่อการทดสอบ<sup>67</sup>

เจ้าหน้าที่ผู้ทำการพิจารณาคำขอและหลักฐานที่ถูกต้องนั้นสามารถให้อนุญาตทดสอบได้หากการยื่นคำขอเป็นไปโดยชอบด้วยกฎหมายและมีรายละเอียดครบถ้วน<sup>68</sup> อย่างไรก็ตาม เจ้าหน้าที่อาจปฏิบัติคำขอก็ได้<sup>69</sup>

รัฐบาลของสหราชอาณาจักรตระหนักถึงและยอมรับการเติบโตของการทดสอบยานยนต์อัตโนมัติ<sup>70</sup> ได้กำหนดหลักเกณฑ์ตลอดจนคำแนะนำและแนวปฏิบัติ สำหรับทดสอบยานยนต์อัตโนมัติทุกระดับในที่สาธารณะใน สหราชอาณาจักร โดยต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมายได้แก่ (1) ในการทดสอบจะต้องปรากฏผู้ควบคุมรถ (ผู้ขับขี่) โดยที่ผู้ควบคุมอยู่ในหรือนอกตัวยานยนต์ ซึ่งพร้อม มีความสามารถ และเต็มใจที่จะควบคุมรถต่อไปได้ (2) ยานยนต์เหมาะแก่การใช้งานบนถนน ได้จัดทำประกันภัยตามสมควร<sup>71</sup> ทั้งนี้ เป็นความรับผิดชอบของผู้ดำเนินการทดสอบยานยนต์ว่าการดำเนินการทดสอบดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด<sup>72</sup>

### 6.3.2.2 การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติจริง

กฎหมายจราจรบางบทของประเทศเยอรมนีซึ่งถูกแก้ไขเมื่อวันที่ 16 มิถุนายน ค.ศ. 2017 (Road Traffic Act: Federal Law Gazette I) บัญญัติถึงรายละเอียดของยานยนต์อัตโนมัติเอาไว้ว่า เป็นยานยนต์ซึ่งมีเทคโนโลยีที่

<sup>67</sup> Ibid, Rule 5(2).

<sup>68</sup> Ibid, Rule 7(1)(a)(i).

<sup>69</sup> Ibid, Rule 7(1)(a)(ii).

<sup>70</sup> UK Government, ‘Guidance: Code of Practice: Automated vehicle trialling’ (UK Government, February 2019) <<https://www.gov.uk/government/publications/trialling-automated-vehicle-technologies-in-public/code-of-practice-automated-vehicle-trialling>> accessed 1 November 2021.

<sup>71</sup> Ibid.

<sup>72</sup> Ibid.

- เมื่อถูกเปิดใช้งานแล้วสามารถควบคุมรถได้ ซึ่งรวมถึงการควบคุมในแนวยาว (longitudinal control) และการควบคุมด้านข้าง (lateral control) (ซึ่งเรียกว่าการควบคุมยานยนต์)
- สามารถที่ปฏิบัติกฎหมายได้ แม้ว่าจะอยู่ในระบบการขับเคลื่อนอัตโนมัติหรือใช้ระบบอัตโนมัติในระดับสูง
- สามารถหยุดยุดการทำงานเพื่อคนขับสามารถกลับไปควบคุมรถได้เองตลอดเวลา
- สามารถแจ้งแก่คนขับว่ามีความจำเป็นที่จะต้องกลับไปควบคุมรถ โดยมีระยะเวลาพอสมควรก่อนที่จะระบบจะคืนความสามารถในการควบคุมรถให้กับผู้ขับขี่
- ระบุว่าระบบกำลังทำงานผิดปกติ<sup>73</sup>

กฎหมายของประเทศเยอรมนีอนุญาตให้ผู้ขับขี่สามารถละความสนใจจากการจราจรและการควบคุมยานยนต์ได้ก็ต่อเมื่อยานยนต์นั้นถูกควบคุมโดยระบบอัตโนมัติโดยสมบูรณ์หรือในระดับสูงตามนิยามที่ได้กล่าวข้างต้น<sup>74</sup> อย่างไรก็ตาม กฎหมายกำหนดให้ผู้ขับขี่มีหน้าที่ต้องกลับไปควบคุมยานยนต์โดยไม่ชักช้าหากระบบอัตโนมัติแจ้งให้มีการกลับไปควบคุมยานยนต์ หรือตัวผู้ขับขี่ตระหนักว่าระบบอัตโนมัตินั้นไม่อาจใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้<sup>75</sup>

### 6.3.2.3 ข้อกำหนดเรื่องสภาพแวดล้อมในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

กฎหมายว่าด้วยรถยนต์ (Road Transport Vehicle Act: Vehicle Act) ของประเทศญี่ปุ่นกำหนดว่ายานยนต์อัตโนมัติจะสามารถถูกใช้งานบนท้องถนนได้ก็ต่อเมื่อเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยที่กฎหมายกำหนด<sup>76</sup> โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน การขนส่ง และการท่องเที่ยว (MLIT) มีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดเงื่อนไขการใช้งาน (conditions of use) ซึ่งจะเป็นไปตามศักยภาพของยานยนต์อัตโนมัติแต่ละประเภท<sup>77</sup> โดยรัฐบาลญี่ปุ่นมุ่งที่จะสนับสนุนการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในระดับที่ 3 (เช่น ระบบการขับขี่อัตโนมัติสามารถทำงานได้เมื่อสถานการณ์เอื้ออำนวย กล่าวคือระบบอัตโนมัติจะไม่ทำงานถ้าหากว่าสถานการณ์ไม่เอื้ออำนวย) โดยจำกัดการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในระดับดังกล่าวในสภาพแวดล้อม

<sup>73</sup> Ibid, Section 1a.

<sup>74</sup> Ibid, Section 1b(1).

<sup>75</sup> Section 1b(2).

<sup>76</sup> Road Transport Vehicle Act (Vehicle Act), Section 41 Clause 1, 20-2).

<sup>77</sup> Road Transport Vehicle Act (Vehicle Act), Section 41 Clause 2.

บางอย่างเท่านั้น<sup>78</sup> ซึ่งมีการกำหนดสภาพแวดล้อมในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในประเด็นตามตารางที่ 6-4  
ดังนี้

ตารางที่ 6-4 สภาพแวดล้อมในการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ<sup>79</sup>

ประเด็น	รายละเอียด
สภาพแวดล้อมในการขับขี่ (driving environment condition)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สภาพของถนน (ถนนทั่วไป ทางด่วนที่เชื่อมระหว่างเมืองหรือจังหวัด (motorway))</li> <li>● ถนนเฉพาะสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ ถนนที่มีการกำหนดเลนหรือไม่กำหนดเลน</li> </ul>
สภาพทางภูมิศาสตร์ (geographic conditions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● เขตเมือง เขตภูเขา ภูมิประเทศอื่น ๆ</li> <li>● ภูมิภาคที่ถนนตั้งอยู่</li> </ul>
สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (natural environment conditions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ความแตกต่างของการทำงานในเวลากลางวันและกลางคืน</li> <li>● ความสามารถในการรักษาความปลอดภัยหากมีการเปลี่ยนแปลงของอากาศ</li> </ul>
เงื่อนไขอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การจำกัดความเร็ว (การคงความเร็วในการขับขี่)</li> <li>● การรักษาความปลอดภัย เช่น การตอบสนองต่อสัญญาณจราจรและการทำงานร่วมกับโครงสร้างพื้นฐาน (โดยพิจารณาว่าจำเป็นต้องมีคนขับนั่งอยู่ในยานยนต์หรือไม่)</li> </ul>

#### 6.4 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ

การใช้งานยานยนต์ที่มีการเชื่อมโยงและขับเคลื่อนโดยอัตโนมัติ (connected and autonomous vehicle: CAV) จำเป็นที่ต้องอาศัย “โครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure)” ที่มีความเหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการใช้งาน ลักษณะทางกายภาพของถนน (physical infrastructure) นั้นจะต้องมีความเหมาะสมต่อการใช้งานยานยนต์ อีกทั้งการใช้งานยานยนต์นั้นควรถูกสนับสนุนด้วยโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลซึ่งสามารถรองรับการแลกเปลี่ยนและเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ

<sup>78</sup> Takeyoshi Imai, ‘Legal regulation of autonomous driving technology: Current conditions and issues in Japan’ (2019) IATSS Research 43 263, 264.

<sup>79</sup> เพิ่งอ้าง.

กฎหมายไทยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพและดิจิทัลนั้นไม่ได้ระบุถึง “ยานยนต์อัตโนมัติ” โดยเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ไม่ได้หมายความว่า การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินั้นไม่อาจทำได้ตามกฎหมาย

หน่วยงานซึ่งมีหน้าที่ในการประกอบการ (Operator) เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และบริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) นั้นสามารถดำเนินเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์อัตโนมัติได้ เช่น กรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทย่อมสามารถพัฒนาถนนซึ่งรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติได้ ในขณะที่ บริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ก็สามารถให้บริการโทรคมนาคมและกระจายเสียงเพื่อรองรับและสนับสนุนการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติได้

นอกจากนี้ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และบริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ยังสามารถดำเนินการร่วมลงทุนกับเอกชน โดยกำหนดหน้าที่ให้เอกชนเป็นผู้รับภาระในการลงทุนและรับความเสี่ยงในการประกอบการได้ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการตามอำนาจและขอบวัตถุประสงค์ หรือการเสนอโครงการร่วมลงทุน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบถึงรายละเอียดและแนวทางที่จะมีการดำเนินการซึ่งสามารถศึกษาได้จากแนวทางของต่างประเทศ

#### 6.4.1 แนวทางการพัฒนากฎหมายในต่างประเทศ

หน่วยงานที่มีภารกิจด้านการก่อสร้างและพัฒนาถนนจะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างด้านกายภาพที่จำเป็นต่อการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ (Physical Infrastructure) ในขณะที่หน่วยงานและผู้ประกอบการซึ่งให้บริการด้านดิจิทัล (Digital Infrastructure) และการสื่อสาร (Communication Technologies) จะมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงและสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อสนับสนุนการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ

##### 6.4.1.1 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพ (Physical Infrastructure)

การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติในระดับ 3 และที่มีระดับความอัตโนมัติสูงกว่านั้นมีความจำเป็นที่เทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัตินั้นมีความสามารถในการ “อ่าน (read)” สภาพแวดล้อมบนท้องถนนได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ คาดหมายได้ และมีความปลอดภัย<sup>80</sup> ยกตัวอย่างเช่น การอ่านความกว้างของถนน ความโค้งแนวตั้งและแนวนอน (vertical and horizontal curves) ทางแยก การกำหนดเส้นทาง และป้าย<sup>81</sup> โดยมี

<sup>80</sup> Rosie Huggins et al., Assessment of Key Road Operator Actions to Support Automated Vehicles (Sydney, Austroads Ltd. 2017) p. 26.

<sup>81</sup> เพิ่งอ้าง.

ข้อสังเกตว่าอาจต้องมีการออกแบบให้ถนนและโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องนั้นสามารถรองรับการทำงานของยานยนต์อัตโนมัติโดยเฉพาะ เช่น การออกแบบทางเท้า สิ่งกีดขวาง สะพาน และท่อระบายน้ำ<sup>82</sup>

เพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นด้านโครงสร้างพื้นฐานข้างต้น “ถนน” นั้นจะต้องถูกพัฒนาให้สามารถรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ (ในระดับต่าง ๆ) โดยสามารถยกตัวอย่างประเด็นที่ควรมีการพัฒนาได้ตามตารางที่ 6-5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-5 แนวทางการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพเพื่อรองรับยานยนต์อัตโนมัติ<sup>83</sup>

ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน	รายละเอียด
เส้น เครื่องหมายจราจรทางเท้า และฝั้ถนน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ผลิตยานยนต์ตระหนักว่าความสามารถของยานยนต์อัตโนมัติในการ “อ่าน” เส้น เครื่องหมายจราจร ทางเท้า และฝั้ถนนนั้นมีความจำเป็น</li> <li>- อย่างไรก็ตาม หากผู้ผลิตจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการผลิต รัฐควรสร้างความชัดเจนเกี่ยวกับเส้น เครื่องหมายจราจร ทางเท้า และฝั้ถนนสำหรับยานยนต์อัตโนมัติเสียก่อน</li> </ul>
การออกแบบที่รองรับการใช้งานของชุมชน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Context Sensitive Design Approach (CSD) เป็นแนวคิดที่ว่าถนนนั้นมีภารกิจมากกว่าการถูกใช้เพื่อการขนส่งเท่านั้น หากแต่ยังส่งผล (ทั้งด้านดีและไม่ดี) ต่อชุมชนอีกด้วย<sup>84</sup></li> <li>- เพื่อให้การออกแบบตามแนวทาง CSD ผู้ก่อสร้างและพัฒนาถนนนั้นจะต้องพิจารณาถึงลักษณะการใช้งานของยานยนต์อัตโนมัติ โดยอาจจะต้องทำงานร่วมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเกี่ยวกับลักษณะการใช้ถนน</li> </ul>
การจอดและจุดรับ/ส่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้งานยานยนต์ในลักษณะของการร่วมกันใช้รถ (car sharing) นั้นอาจส่งผลให้ความจำเป็นในการจอดรถลดลง</li> <li>- อย่างไรก็ตาม อาจมีความจำเป็นต้องพัฒนาจุดรับ/ส่งสำหรับยานยนต์อัตโนมัติมากขึ้น การมีจุดรับ/ส่งที่ไม่เพียงพออาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดได้</li> </ul>

<sup>82</sup> เพิ่งอ้าง.

<sup>83</sup> เพิ่งอ้าง, หน้า 32.

<sup>84</sup> U.S. Department of Transportation, ‘Context Sensitive Design/Context Sensitive Solutions (CSD/CSS)’ (DOT) <[https://www.fhwa.dot.gov/resourcecenter/teams/safety/saf\\_1CSD.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/resourcecenter/teams/safety/saf_1CSD.pdf)> accessed 20 December 2021, p.1.

ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน	รายละเอียด
การออกแบบทางแยก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินี้อาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทาง</li> <li>- ด้วยเหตุนี้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอาจต้องปรับที่ตั้งสัญญาณของจราจรและระยะเวลาของสัญญาณจราจร</li> </ul>
การเชื่อมโยงยานยนต์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเชื่อมโยงยานยนต์ (Platooning) สามารถนำมาใช้กับยานยนต์อัตโนมัติได้</li> <li>- อย่างไรก็ตาม โครงสร้างกายภาพของถนนในปัจจุบันอาจไม่ได้ถูกออกแบบมารองรับการเชื่อมโยงของยานยนต์ เช่น วงเวียน สะพาน และทางลาด</li> </ul>
การใช้งานทางหลวงพิเศษ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทางหลวงพิเศษคือถนนที่อนุญาตให้ยานยนต์บางประเภทใช้งาน (ไม่ใช่ถนนสำหรับการใช้งานยานยนต์ทุกประเภท)</li> <li>- อาจมีการพัฒนาทางหลวงพิเศษสำหรับยานยนต์อัตโนมัติ</li> </ul>

อย่างไรก็ตาม การสร้างหรือพัฒนาถนนใหม่ทั้งหมดอาจก่อให้เกิดภาระทางการเงินที่มากเกินไป ดังนั้นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการก่อสร้างและพัฒนาถนนนั้นอาจทำหน้าที่ในการ “รับรอง” ถนนที่สามารถรองรับการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ (โดยแบ่งตามระดับของความอัตโนมัติ) การรับรองดังกล่าวสามารถเทียบเคียงได้กับการกำหนดน้ำหนักที่อนุญาตให้ยานยนต์สามารถใช้ถนนได้<sup>85</sup>

#### 6.4.1.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล (Digital Infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลเกี่ยวข้องกับข้อมูลและความสามารถในการเก็บ บริหารจัดการ และแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) การใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินี้อาศัยโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลเพื่อให้การใช้งานยานยนต์เป็นไปได้ และเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน<sup>86</sup>

การใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินี้ต้องอาศัยทั้งระบบที่สามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมอย่างทันทีทัน่วงที และการใช้ข้อมูลที่ได้รับจากภายนอกอีกด้วย ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ถนนนั้นจะต้องสามารถส่งข้อมูล

<sup>85</sup> Rosie Huggins, หน้า 28.

<sup>86</sup> เฟิงอ่าง, หน้า 44.

ให้กับยานยนต์ได้ เช่น ข้อมูลอาจถูกส่งจากผู้ดูแลถนน (Road Operator) เกี่ยวกับสัญญาณจราจร ข้อมูลเกี่ยวกับการปิดถนน การวัดความลาดชัน ข้อจำกัดการใช้ถนนจากการก่อสร้างบนถนน<sup>87</sup> นอกจากนี้ ข้อมูลที่ ยานยนต์อัตโนมัติเก็บรวบรวมได้นั้นยังอาจถูกใช้โดยหน่วยงานรัฐด้านการจราจรเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรม การ ขับขี่และเพิ่มความปลอดภัยในการใช้ถนนได้<sup>88</sup>

การรู้ถึงตำแหน่งของยานยนต์อัตโนมัติที่ถูกใช้งานนั้นมีความสำคัญต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์ ด้วยเหตุนี้ จึงควรมีการพัฒนาฐานข้อมูลแผนที่ดิจิทัลซึ่งจะช่วยให้ยานยนต์อัตโนมัติสามารถค้นหาเส้นทางได้ เช่น การมีข้อมูลเกี่ยวกับขอยที่แม่นยำ ยานยนต์อัตโนมัติซึ่งใช้งานแผนที่ดิจิทัลนั้นอาจเชื่อมต่อระบบเข้ากับระบบคลาวด์เพื่อเข้าถึงข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบัน โดยหน่วยงานที่เป็นผู้ดูแลถนน (Road Operator) สามารถทำหน้าที่เป็นผู้สร้างฐานข้อมูลนี้<sup>89</sup>

#### 6.4.1.3 เทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technologies)

เทคโนโลยีการสื่อสารหมายถึงการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย เช่น เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสัญญาณวิทยุ (cellular service) wi-fi และระบบดาวเทียม การใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้จะมีส่วนช่วยสนับสนุนการรับและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นต่อการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ<sup>90</sup> อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่า โดยปกติแล้วผู้ดูแลถนน (Road Operator) นั้นจะไม่ได้เป็นผู้ให้บริการเกี่ยวกับการสื่อสารนี้<sup>91</sup>

### 6.5 ความรับผิดชอบต่อความเสียหายอันเกิดจากยานยนต์อัตโนมัติ

มาตรา 32 ของพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 กำหนดให้ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้รถชนหรือโดนคนเดินเท้าไม่ว่าจะอยู่ ณ ส่วนใดของทาง และต้องให้สัญญาณเตือนคนเดินเท้าให้รู้ตัวเมื่อจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เด็ก คนชราหรือคนพิการที่กำลังใช้ทาง ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในการควบคุมรถของตน หรือมาตรา 43(9) ซึ่งบัญญัติห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถในขณะที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เว้นแต่การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้อุปกรณ์เสริมสำหรับการสนทนาโดยผู้ขับขี่ไม่ต้องถือหรือจับโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติที่อาจถูกพัฒนาไปจนถึงระดับที่รถนั้นสามารถถูกขับขี่โดยอัตโนมัติ

<sup>87</sup> เฟ็งอ้าง, หน้า 45.

<sup>88</sup> เฟ็งอ้าง, หน้า 45.

<sup>89</sup> เฟ็งอ้าง, หน้า 46.

<sup>90</sup> หน้า 48.

<sup>91</sup> หน้า 53.

ได้ทุกแห่ง โดยไม่ต้องมีคนอยู่ในรถโดยสามารถแสดงได้เช่น ยานยนต์ไร้คนขับในระดับที่ 3 ระดับที่ 4 และระดับที่ 5

### 6.5.1 ข้อจำกัดและแนวทางในการพัฒนากฎหมาย

ฐานความรับผิดชอบทางแพ่งอันได้แก่ความรับผิดฐานละเมิดตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์นั้น ไม่ได้แยกการครอบครองและควบคุมยานยนต์และการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ ส่งผลให้บุคคลที่อยู่ในยานยนต์หรือเพียงโดยสารในยานยนต์นั้นมีความรับผิดชอบทางแพ่งอยู่ และขณะเดียวกันผู้ผลิตและผู้นำเข้ายานยนต์อัตโนมัติยังมีความรับผิดโดยเคร่งครัดโดยอาศัยฐานคือความรับผิดในสินค้าที่ไม่ปลอดภัย

นอกจากนี้ “หน้าที่ในการใช้ความระมัดระวัง” ในบริบทของการใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินั้นควรจะถูกกำหนดและพิจารณาอย่างไร การขับขี่ยานยนต์แบบดั้งเดิมนั้นสามารถพิจารณาความประมาทเลินเล่อในการขับขี่ เช่น การปฏิบัติตามกฎจราจร และการมีสมาธิในการควบคุมยานยนต์อยู่ตลอดเวลาการขับขี่ แต่ในกรณีของผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติซึ่งได้เปิดใช้ระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบแล้ว ผู้ใช้งานอาจไม่ได้ต้องจดจ่อในการควบคุมยานยนต์อยู่ตลอดเวลาที่ใช้งาน

ความท้าทายของกฎหมายซึ่งเป็นฐานของความรับผิดทางแพ่ง (เช่น ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ของประเทศไทย) ได้แก่การกำหนดสถานะและหน้าที่ตามกฎหมายของ “ผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ” เนื่องจากบุคคลดังกล่าวอาจไม่ได้มีการบังคับบัญชากายภาพยานยนต์เหมือนยานยนต์แบบดั้งเดิมซึ่งการใช้งานนั้นจะต้องอาศัยการควบคุมของผู้ขับขี่เป็นสำคัญ

นอกจากนี้ “หน้าที่ในการใช้ความระมัดระวัง” ในบริบทของการใช้งานยานยนต์อัตโนมัตินั้นควรจะถูกกำหนดและพิจารณาอย่างไร การขับขี่ยานยนต์แบบดั้งเดิมนั้นสามารถพิจารณาความประมาทเลินเล่อในการขับขี่ เช่น การปฏิบัติตามกฎจราจร และการมีสมาธิในการควบคุมยานยนต์อยู่ตลอดเวลาการขับขี่ แต่ในกรณีของผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติซึ่งได้เปิดใช้ระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบแล้ว ผู้ใช้งานอาจไม่ได้ต้องจดจ่อในการควบคุมยานยนต์อยู่ตลอดเวลาที่ใช้งาน

### 6.5.2 แนวทางในการพัฒนากฎหมายในต่างประเทศ

การใช้งานยานยนต์อัตโนมัติสามารถช่วยลดอุบัติเหตุอันเกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ได้ และมีแนวโน้มที่จะลดค่าเบี้ยประกันอุบัติเหตุของรถยนต์ลงได้<sup>92</sup> เช่น บริษัทประกันภัยอาจลดค่าเบี้ยประกันให้กับผู้เอาประกันภัยที่ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติที่มีระบบการขับขี่ที่เหมาะสม<sup>93</sup> ในส่วนของ “ความรับผิด”

<sup>92</sup> James M. Anderson et al., *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers* (RAND Corporation 2014) หน้า 114.

<sup>93</sup> เพิ่งอ้าง.

ของผู้ใช้งานนั้น ความรับผิดชอบอันเกิดจากยานยนต์ไร้คนขับนั้นอาจถูกพัฒนาให้ต้องมีการแยกแยะความรับผิดชอบของ “ตัวคนขับ” ซึ่งขับเคลื่อนด้วยความประมาทเลินเล่อ (มีความผิด จึงต้องรับผิดชอบ) กับการผิดในการออกแบบ โดยในกรณีของอุบัติเหตุอันเกิดจากยานยนต์ไร้คนขับนั้น ความผิดของคนขับซึ่งอาจถูกเจือจางลง (dilute) ความผิดในการออกแบบ<sup>94</sup>

#### 6.5.2.1 ความรับผิดชอบของเจ้าของหรือผู้ใช้งานตามกฎหมายของประเทศเยอรมนี

ความรับผิดชอบในการจราจรทางบกของเยอรมันจากยานยนต์อัตโนมัติถูกกำหนดขึ้นเพิ่มเติมจากหลักเกณฑ์ของยานยนต์ทั่วไปที่มีผู้ขับขี่ควบคุมรถ โดยกำหนดความรับผิดชอบเฉพาะจากหลักเกณฑ์ทั่วไป กล่าวคือ เมื่อเกิดความเสียหายจากยานยนต์อัตโนมัติ ความรับผิดชอบจะถูกพิจารณาตามหลักกฎหมายทั่วไปที่กำหนดในประมวลกฎหมายแพ่งเยอรมัน (§ 823 BGB) และ ความรับผิดชอบพิเศษที่กำหนดในพระราชบัญญัติจราจรทางบก (the Road Traffic Act) ดังนั้นภายใต้การบังคับใช้กฎหมายข้างต้นไม่เพียงแต่ผู้ขับขี่<sup>95</sup>เท่านั้น แต่ยังรวมถึงผู้ครอบครอง<sup>96</sup> ตลอดจนไปถึงเจ้าของยานยนต์ด้วย ไม่ว่าจะทำงานอัตโนมัติหรือไม่ก็ตาม จะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ ที่เกิดจากการทำงาน (Betrieb) ของยานยนต์<sup>97</sup>

(ผู้ขับขี่: ผู้ควบคุม) ความรับผิดชอบของผู้ขับขี่ถูกกำหนดไว้ทั้งภายใต้ (1) ประมวลกฎหมายแพ่งเยอรมัน (the Central norm, § 823 BGB) (2) หลักกฎหมายละเมิดทั่วไป (3) Road Traffic Act (2017) - StVG<sup>98</sup> ตามหลักกฎหมายละเมิดทั่วไปผู้ขับขี่เท่านั้นที่จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในความเสียหาย ในขณะที่ภายใต้พระราชบัญญัติจราจรทางบกผู้ครอบครองยานยนต์คือบุคคลแรกที่ต้องรับผิดชอบในความเสียหาย<sup>99</sup> เว้นแต่ความ

<sup>94</sup> เพิ่งอ้าง, หน้า 115.

<sup>95</sup> “ผู้ขับขี่” คือ ผู้ที่ขับขี่ยานยนต์จริงในขณะที่เกิดอุบัติเหตุ - § 18 (1) sent. 2 StVG.

<sup>96</sup> “ผู้ครอบครอง” คือ ผู้ที่ใชยานยนต์โดยทั่วไปเพื่อประโยชน์ส่วนตน และสามารถกำหนดได้ว่าจ้างให้ใช้งานโดยใคร เมื่อไหร่ และ อย่างไร ทั้งนี้โดยทั่วไปผู้ครอบครองมักจะเป็นเจ้าของยานยนต์ด้วยแต่เจ้าของไม่จำเป็นต้องครอบครองรถเสมอไป - See, e.g., BGH NJW 1997, 660.

<sup>97</sup> Ulrich Magnus, “autonomously driving cars and the law in Germany” accessed 30 October 2021, from <https://doi.org/10.33995/wu2019.4.2>, หน้า 19 และ § 7 (1), 18 StVG.

<sup>98</sup> Road Traffic Act (2017), Section 7(1) และ Section 18.

<sup>99</sup> Road Traffic Act amended by the publication of 5 March 2003 (Federal Law Gazette I, pp. 310, 919), last amended by Article 6 of 17 August 2017 (Federal Law Gazette I, p. 3202), Section 7(1).

เสียหายนั้นจะเกิดจากเหตุสุดวิสัย<sup>100</sup> โดยกำหนดค่าชดเชยความเสียหายสูงสุดถึง 10 ล้านยูโรในความเสียหายต่อร่างกาย และ เสียชีวิต<sup>101</sup>

(ผู้ครอบครอง: เจ้าของ) รับผิดชอบตามความรับผิดชอบพิเศษที่กำหนดในพระราชบัญญัติจราจรทางบก (the Road Traffic Act) ในกรณีที่คู่กรณีทั้งสองฝ่ายเป็นยานยนต์อัตโนมัติที่ต้องรับผิดชอบภายใต้ § 7 (1) StVG โดยผู้ครอบครองอาจอ้างได้ว่าเป็น “เหตุการณ์อันหลีกเลี่ยงไม่ได้”<sup>102</sup>

(ผู้ผลิต) ผู้ผลิตยานยนต์อัตโนมัติอาจต้องรับผิดชอบภายใต้เงื่อนไขความรับผิดทางละเมิด (กฎหมายละเมิด) หรือพระราชบัญญัติความรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย<sup>103</sup> อย่างไรก็ตาม แม้ความเสียหายเกิดจากความชำรุดบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ผู้เสียหายกลับเรียกร้องเอาจากผู้ครอบครองหรือเจ้าของรถเนื่องจากกฎหมายกำหนดให้เจ้าของต้องรับผิดชอบอย่างเคร่งครัดในความเสียหายอันเกิดแต่ความชำรุดบกพร่องภายในยานยนต์<sup>104</sup> ในขณะที่ผู้ผลิตอาจอ้างได้ว่าความชำรุดบกพร่องดังกล่าวไม่ปรากฏในช่วงเวลาที่จำหน่าย<sup>105</sup>

#### 6.5.2.2 การประกันภัยในสหราชอาณาจักร

**ผู้รับประกันภัย (บริษัทประกัน)** ภายใต้ข้อยกเว้นบางประการที่กำหนดไว้ใน AEVA 2018 ซึ่งอุบัติเหตุเกิดจากยานยนต์อัตโนมัติบนถนนหรือสถานที่สาธารณะอื่นในสหราชอาณาจักร และยานยนต์ดังกล่าวมีประกันคุ้มครองอยู่ในขณะที่เกิดอุบัติเหตุ ผู้รับประกันภัยจะต้องรับผิดชอบในการเสียชีวิตหรือการบาดเจ็บหรือความเสียหายอื่นใดที่ผู้ทำประกันภัยหรือบุคคลอื่นได้รับจากอุบัติเหตุ นอกเหนือจากความเสียหายต่อยานยนต์อัตโนมัติ

<sup>100</sup> Ibid, Section 7(1) and General tort law (§ 823 BGB), § 7 (2) StVG.

See also: Ulrich Magnus, “autonomously driving cars and the law in Germany” accessed 30 October 2021, from <https://doi.org/10.33995/wu2019.4.2>, หน้า 20.

“เหตุสุดวิสัย” หมายถึง สาเหตุภายนอกที่คาดเดาไม่ได้และหลีกเลี่ยงไม่ได้ - See, e.g., BGHZ 105, 135 (a third party deliberately cuts the brake line); further C. Grüneberg, in: U.Berz/M.Burmann (eds.), Handbuch des Straßenverkehrsrechts (40th del. Oct. 2019) A. n. 41 et seq.; U. Walter, in: Beck-online.Großkommentar (BeckOGK) § 7 StVG (2018) n. 150.1 et seq.

<sup>101</sup> Road Traffic Act amended by the publication of 5 March 2003 (Federal Law Gazette I, pp. 310, 919), last amended by Article 6 of 17 August 2017 (Federal Law Gazette I, p. 3202), Section 12a(1).

<sup>102</sup> Road Traffic Act (2017), Section 9 and 17/18 StVG.

<sup>103</sup> เพิ่งอ้าง, หน้า 22 และ The Act implemented the Product Liability Directive.

<sup>104</sup> § 1 (2) No. 1 Produkthaftungsgesetz (Product Liability Act, ProdHG).

<sup>105</sup> § 1 (2) No. 5 ProdHG. Partly, the European regulation of product liability as implemented in the German ProdHG is regarded as a special kind of fault-based liability; with respect to automated systems see, e.g., G. Borges, Rechtliche Rahmenbedingungen für autonome Systeme, “Neue Juristische Wochenschrift”(NJW) 14, 2018, 977 (980 et seq.).

**เจ้าของ** เจ้าของยานยนต์อัตโนมัติจะต้องรับผิดชอบหากยานยนต์ดังกล่าวไม่ได้รับการประกัน โดยที่ความรับผิดทั้งหมดในความเสียหายต่อทรัพย์สินที่เกิดขึ้น หรือเกิดจากอุบัติเหตุใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ดังกล่าว จำกัดไว้เพียง 1.2 ล้านปอนด์<sup>106</sup> หลักการนี้อยู่ภายใต้ข้อยกเว้นการประมาทร่วม<sup>107</sup> (Section 3 (2) AEVA 2018)

**ผู้ใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ** ผู้ขับขี่ยานยนต์อัตโนมัติจะต้องรับผิดชอบหากอุบัติเหตุที่นั่นเกิดจากความประมาทของผู้ขับขี่ในการให้ยานยนต์อัตโนมัติทำงานต่อไปโดยที่พฤติกรรมไม่เหมาะสมให้กระทำเช่นนั้น (Article 3 (2) AEVA 2018)

**ผู้ผลิต** AEVA 2018 ไม่ได้ระบุถึงความรับผิดของผู้ผลิตโดยชัดแจ้ง แม้ว่าจะให้สิทธิ์แก่ผู้ประกันตน (และเจ้าของยานยนต์อัตโนมัติที่ไม่มีประกัน) ในการเรียกร้องต่อบุคคลอื่นที่ต้องรับผิดชอบต่อผู้บาดเจ็บในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ (Article 5 (1) AEVA 2018) ความรับผิดของผู้ผลิตอาจเกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนที่บกพร่องและ/หรือซอฟต์แวร์ภายใต้พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2530 กฎหมายความรับผิดต่อผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในสหราชอาณาจักร กฎหมายละเมิด (ความประมาทเลินเล่อ) และ/หรือเป็นผลมาจากการผิดสัญญา

<sup>106</sup> Limited to the amount stated in section 145(4)(b) Road Traffic Act 1988 (currently £1.2m) (section 2(4) AEVA 2018).

<sup>107</sup> The exception is such that the owner will not be liable to the person in charge of the AV where the accident that it caused was wholly due to the person’s negligence in allowing the AV to begin driving itself when it was not appropriate to do so. (Section 3(2) AEVA 2018).

## บทที่ 7 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะทางนโยบาย

### 7.1 แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นแรงขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญประการหนึ่งของประเทศไทยมานานกว่า 60 ปี ด้วยยุทธศาสตร์การเป็นฐานการผลิตที่สำคัญของภูมิภาค แต่อย่างไรก็ดี ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยียานยนต์โลกรวมทั้งอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย โดยเทคโนโลยียานยนต์กำลังมุ่งไปสู่เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive Technology) ที่ประกอบด้วยยานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle: EV) และ ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Connected and Autonomous Vehicle: CAV) รวมทั้งแนวโน้มการใช้งานยานยนต์ของผู้คนจะเปลี่ยนไปสู่การใช้อุปกรณ์ร่วมกัน (Shared mobility) มากยิ่งขึ้น หรือรวมเรียกว่า C-A-S-E Technology

ปัจจัยที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงภาพอนาคตของโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีระดับของผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสูงและมีความไม่แน่นอนสูง ได้แก่ ระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ที่เป็นทางเลือกใหม่ (Alternative powertrains) เช่น ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric) หรือเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ซึ่งจะมีผลต่อความต้องการด้านแรงงาน การขนส่งชิ้นส่วน (Logistics) และกระบวนการผลิตรถยนต์ หรือปัจจัยเรื่องการเชื่อมต่อของรถยนต์ (Connectedness of Cars) ซึ่งจะทำให้เกิดรูปแบบของธุรกิจใหม่ด้วยปัจจัยที่สำคัญเหล่านี้ได้จะสามารถนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของภาพอนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยด้านบทบาทและอำนาจของผู้ผลิตชิ้นส่วนที่จะส่งผลต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น เทคโนโลยีวัสดุ 3D Printing เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยียานยนต์ไปสู่ยานยนต์สมัยใหม่สร้างผลกระทบต่อโครงสร้างและห่วงโซ่มูลค่าในอุตสาหกรรมยานยนต์ จากเดิมที่ผู้ผลิตยานยนต์จะรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในระดับต่าง ๆ (Tier) และมีอำนาจต่อรองสูงที่สุดในห่วงโซ่อุปทานจะเปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีผู้เล่นรายใหม่จากธุรกิจอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้น ได้แก่ การผลิตอุปกรณ์ของยานยนต์สมัยใหม่ (Device manufacturers) ผู้ผลิตสินค้าไอที (IT suppliers) ผู้ให้บริการออนไลน์ (Online players) และผู้ให้บริการด้านสื่อสาร (Telecom Companies) ซึ่งอุตสาหกรรมที่กำลังมาข้างหน้าในอนาคตจะเข้ามามีส่วนแบ่งมูลค่าจากอุตสาหกรรมยานยนต์มากขึ้น ในขณะที่มูลค่าอุตสาหกรรมเดิมรวมทั้งผู้ผลิตรถยนต์ (OEM) อาจลดลง อย่างไรก็ตาม คาดว่าในระยะเวลาอีกประมาณ 5 ปี ห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์ยังจะไม่มีเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างมากนัก กล่าวคือยังมีรูปแบบการจัดการชิ้นส่วนเหมือนเดิม (ส่งมอบตาม Tier) แต่จะมีผู้ผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่เกิดขึ้น อาทิ ยานยนต์ไฟฟ้าและอัตโนมัติ ได้แก่ ผู้ผลิตแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้า และระบบตรวจจับต่าง ๆ (Sensor)

นอกจากการเปลี่ยนแปลงด้านผู้เล่นในห่วงโซ่มูลค่ายานยนต์แล้ว ยังพบการเปลี่ยนแปลงในด้านผลิตภัณฑ์ ที่ขึ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถยนต์จะมีระบบซอฟต์แวร์เข้ามาเกี่ยวข้องมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ระบบซอฟต์แวร์ที่มีมากขึ้น เนื่องมาจากการทำงานของระบบในยานยนต์สมัยใหม่ต้องการความอัจฉริยะมากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย ต้องการความสะดวกสบายและความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในส่วนของ รูปแบบทางธุรกิจของอุตสาหกรรมยานยนต์ และการออกแบบยานยนต์สมัยใหม่ ที่มีความเป็นโมดูล่า (Modular) มากขึ้นและผู้ผลิตขึ้นส่วนจะรับภาระในการออกแบบพัฒนามากขึ้นกว่าก่อน และการออกแบบซอฟต์แวร์ของยานยนต์จะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น

ในอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยมีผู้ประกอบการที่มีส่วนสำคัญในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้ทั้งหมด 3 กลุ่มคือ

- **กลุ่มบริษัทผู้ประกอบยานยนต์ (OEMs)** คือบริษัทที่ยี่ห้อต่าง ๆ ลงทุนเพื่อประกอบรถยนต์ ภายใต้ยี่ห้อของตนเอง แบ่งออกเป็น ผู้ประกอบรถยนต์ 21 ราย และผู้ประกอบรถจักรยานยนต์ 12 ราย โดยแทบทั้งหมดเป็นบริษัทจากต่างชาติ ที่ถือครองโดยต่างชาติทั้งหมด ดังที่เห็นจากยี่ห้อรถต่าง ๆ ในท้องตลาดที่มีสัดส่วนยี่ห้อของไทยน้อย
- **กลุ่มผู้ผลิตขึ้นส่วนลำดับที่ 1 ( 1<sup>st</sup> Tier Supplier)** คือ ผู้จัดหาหรือผู้ผลิตขึ้นส่วน และจัดส่งให้แก่โรงงานประกอบยานยนต์โดยตรง เช่น เครื่องยนต์ เบรก ล้อรถยนต์ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งต้องมีความสามารถทางเทคโนโลยีการผลิตขึ้นส่วนที่ได้มาตรฐานตามที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนด ซึ่งกลุ่มนี้มีสัดส่วนบริษัทต่างชาติประมาณกึ่งหนึ่ง และที่เหลือเป็นบริษัทร่วมทุนทั้งแบบต่างชาติถือหุ้นส่วนใหญ่ แบบ Joint Venture แบบคนไทยถือหุ้นส่วนใหญ่ รวมถึงบริษัทคนไทย โดยมีอัตราส่วนรายได้ใกล้เคียงกับอัตราส่วนของโครงสร้างบริษัท
- **ผู้ผลิตขึ้นส่วนลำดับที่ 2 และต่ำกว่า (2<sup>nd</sup> & Lower Tier Supplier)** ผู้จัดหาหรือผู้ผลิตขึ้นส่วนย่อย (Individual part) เพื่อจัดส่งให้แก่ผู้ผลิตขึ้นส่วนลำดับที่ 1 เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องจักรกลและโลหะการ พลาสติก ยาง เหล็ก อิเล็กทรอนิกส์ แก้ว และกระจก เป็นต้น ซึ่งอาจได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้ผลิตขึ้นส่วนในลำดับที่ 1 โดยเป็นบริษัทคนไทยถึงกึ่งหนึ่งของกิจการทั้งหมดในกลุ่มนี้

ในการเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จะเป็นการสร้างความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยอีกครั้ง ซึ่งจะมีทั้งโอกาสและความท้าทายใหม่ ๆ ให้กับผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้อง เช่น ขึ้นส่วนใหม่ ๆ ที่จะมีเพิ่มขึ้นจากความต้องการใหม่ของตลาด แต่ในขณะเดียวกัน ขึ้นส่วนเดิมบางส่วนอาจจะหายไปจากการเปลี่ยนไปสู่ยานยนต์สมัยใหม่ เช่น ขึ้นส่วนเครื่องยนต์ต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงที่บริษัทผู้ประกอบการการผลิตรถยนต์อาจจะไม่ได้แบ่งปันความรู้และเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการในช่วงเริ่มต้น

ในทางนโยบายของประเทศไทย คณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ หรือ บอร์ดอีวี ได้ นำเสนอแนวนโยบายด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าไว้ในช่วงเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 2021 โดยกำหนด เป้าหมายการผลิตยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ หรือ Zero Emission Vehicle: ZEV ให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 30 ของปริมาณการผลิตรถยนต์ในประเทศทั้งหมดภายในปี ค.ศ. 2030 และใช้ชื่อเรียกอย่างง่ายว่านโยบาย 30@30 โดยมีรายละเอียดดังนี้

**เป้าหมายการผลิตยานยนต์** โดยกำหนดเป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสะสม ในแต่ละประเภทดังนี้ รถยนต์นั่งและรถกระบะ 725,000 คัน จักรยานยนต์ไฟฟ้า 675,000 คัน รถโดยสารและรถบรรทุก 34,000 คัน และส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าอื่น ๆ ทั้งรถสามล้อ เรือโดยสาร และรถไฟระบบราง และ**เป้าหมาย การส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ** โดยเป็นเป้าหมายสำหรับการใช้งานสะสมในประเทศ แบ่งเป็น รถยนต์นั่งและรถกระบะ 440,000 คัน รถจักรยานยนต์ 650,000 คัน รถโดยสารและรถบรรทุก 33,000 คัน

ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ได้กำหนดมาตรการเพื่อสนับสนุนการผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ดังนี้ **มาตรการส่งเสริมสถานีประจุไฟฟ้า** ที่กำหนดเป้าหมายการส่งเสริมสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charge) 12,000 หัวจ่าย และสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery swapping) สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 1,450 สถานี **มาตรการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า** ทั้งมาตรการทางภาษีและไม่ใช้ภาษี โดยมีมาตรการเร่งด่วนด้านการส่งเสริมการใช้งานรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของธุรกิจขนส่งเชิงพาณิชย์และการใช้งานในหน่วยงานของภาครัฐ นอกจากนี้ ยังมีมาตรการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและ **ชิ้นส่วน** เพื่อให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญ ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานเพื่อครอบคลุม พร้อมทั้งมีแผนส่งเสริมผู้ประกอบการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า และแผนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากร และสุดท้าย **การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า** ทั้งการส่งเสริมสถานีประจุนานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ข้างต้น รวมถึงการพัฒนากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง การส่งเสริมเทคโนโลยีสมาร์ตกริด ไปจนถึงการผลิตและใช้งานแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ตลอดจนการกำจัดแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้วและการพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับความต้องการที่เกิดขึ้นใหม่

ทั้งนี้ ในปัจจุบันภาครัฐของประเทศไทยยังไม่มีนโยบายหรือการสนับสนุนต่ออุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากยานยนต์ไฟฟ้า

## 7.2 ระบบนิเวศน์และช่องว่างการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ระบบนิเวศน์ (Eco system) เพื่อทำให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ นโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง (Policy and legislation) การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Technology and innovation) โครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน (Infrastructure) และการรับรู้ของผู้บริโภค (Consumer acceptance)

- ปัจจัยด้านนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยสำคัญในด้านการวางกรอบการสนับสนุนและการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งประกอบด้วยวิสัยทัศน์และความพร้อมในการสนับสนุนของภาครัฐในการกำหนดนโยบายที่ชัดเจนและพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรม การกำหนดให้มีหน่วยงานที่จะเข้ามารับผิดชอบโดยตรงทั้งในเรื่องการออกนโยบายการกำกับดูแลและมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนกฎระเบียบและกฎหมายเพื่อเอื้อให้เกิดการลงทุน การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ รวมทั้งการจัดการแบ่งปันและแชร์ข้อมูลด้านการพัฒนาเทคโนโลยีด้วย
- ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมหมายถึงรวมถึงการสร้างกลไกความร่วมมือด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ระหว่างผู้ผลิตรถยนต์ ผู้ผลิตเทคโนโลยียานยนต์และนักวิจัย การส่งเสริมให้เกิดการวิจัยและพัฒนา การจดสิทธิบัตร และการถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ทั้งในและต่างประเทศ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเอื้ออำนวยในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม
- นอกจากปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาแล้ว ควรมีการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ร่วมไปด้วย เช่น การพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้า เทคโนโลยีการประจุไฟฟ้า ความครอบคลุมและคุณภาพของระบบเทคโนโลยีและสารสนเทศ โดยเฉพาะระบบ 5G
- ปัจจัยด้านการยอมรับของผู้บริโภคเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างตลาดผู้ใช้ยานยนต์สมัยใหม่ในประเทศ จึงต้องสร้างความรู้ความเข้าใจและความคุ้นเคยและความมั่นใจของผู้บริโภคในการใช้งานเทคโนโลยียานยนต์ในยุคใหม่
- นอกจากนั้น ในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่จำเป็นต้องมีการพัฒนาความสามารถของแรงงานที่อยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และแรงงานใหม่ที่เข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ทั้งทางด้านการวิจัยและพัฒนาและแรงงานในอุตสาหกรรมเอง เพื่อให้รองรับการเปลี่ยนผ่านอุตสาหกรรมในปัจจุบันสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในระยะยาว

จากการวิเคราะห์ห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ พบว่าประกอบด้วย **อุตสาหกรรมต้นน้ำ** ได้แก่ การออกแบบผลิตภัณฑ์และการวิจัยและพัฒนา (R&D) **อุตสาหกรรมกลางน้ำ** เป็นการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ ตั้งแต่การผลิตชิ้นส่วนไปจนถึงการประกอบเป็นรถยนต์สำเร็จรูป และ**อุตสาหกรรมปลายน้ำ** ที่เป็นกิจกรรมด้านการบริการ หลังจากการผลิตเสร็จสมบูรณ์ การใช้งานทั้งในส่วนที่เป็นการใช้งานส่วนบุคคลและใช้ร่วมกันในสาธารณะ การให้บริการหลังการขายและบำรุงรักษา

อย่างไรก็ตาม ในห่วงโซ่มูลค่าการผลิตยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีความแตกต่างบางประการกับการผลิตยานยนต์ในปัจจุบัน 4 ประการ กล่าวคือ

- 1) การผลิตยานยนต์สมัยใหม่ต้องมีชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Package) เพิ่มเติม
- 2) ผู้ควรวมระบบ (System integrator: SI) ที่เกี่ยวข้องกับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติเข้ากับรถยนต์และส่วนประกอบอื่นๆ ของรถยนต์จะมีบทบาทสำคัญ โดยผู้ประกอบการกลุ่มนี้ อาจเป็นผู้ผลิตระดับ 1st Tier หรือ Tier 0.5 ก็ได้
- 3) โครงสร้างพื้นฐานและการเชื่อมต่อ (Connectivity Infrastructure) เป็นอีกส่วนหนึ่งสำคัญของระบบนิเวศของยานยนต์เชื่อมต่อและอัตโนมัตินี้ เพราะหาก ปราศจากส่วนนี้ไป ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยเต็มที่
- 4) กฎหมายและข้อบังคับ (Law and legislation) เพิ่มเติมที่แตกต่างจากการทดสอบและการใช้ยานยนต์ทั่วไป ซึ่งเป็นส่วนที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานและทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

จากการประเมินห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยในปัจจุบันและโครงสร้างของห่วงโซ่มูลค่าของอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติแล้วสามารถวิเคราะห์ช่องว่างของอุตสาหกรรมในแต่ละส่วนของห่วงโซ่อุปทานได้ ดังนี้

**อุตสาหกรรมต้นน้ำ**ของห่วงโซ่มูลค่าอุตสาหกรรมซึ่งเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์และการวิจัยและพัฒนาที่สำคัญยังคงดำเนินการโดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่เป็นบริษัทแม่ (Headquarter) แล้วจึงส่งต่อมายังศูนย์วิจัยและพัฒนาในประเทศไทย (ซึ่งบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไม่ได้มีศูนย์วิจัยและพัฒนาในประเทศไทยทุกราย) ยิ่งกว่านั้น กรณียานยนต์สมัยใหม่นั้น ยังไม่มีกิจกรรมต้นน้ำโดยบริษัทผู้ผลิตยานยนต์ในไทยเลย แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า มีภาคการศึกษาและศูนย์วิจัยของรัฐในประเทศทำวิจัยและพัฒนาในระดับต้นน้ำอยู่บ้าง แต่ยังอยู่ในระดับความพร้อมทางเทคโนโลยีระดับกลาง ที่ยังไม่สามารถนำไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้

**อุตสาหกรรมกลางน้ำ**ของห่วงโซ่มูลค่าอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อส่งให้โรงงานประกอบรถยนต์ ที่มีอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือเครื่องจักรและแม่พิมพ์เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุน รวมทั้งมีงานบริการด้านการออกแบบและพัฒนาทางวิศวกรรมนั้น ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่ได้ผลิตชิ้นส่วนในยานยนต์ในกลุ่มยานยนต์สมัยใหม่ (ทั้งยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์อัตโนมัติ) มากนัก ส่วนใหญ่การผลิตยังเป็นยานยนต์ในแบบเดิมและอยู่ในระดับชิ้นส่วน และยังไม่มีการผลิตในระดับกลุ่มชิ้นส่วน (Module) และระดับการควรวมระบบ (System integrator) ทั้งนี้ เหตุผลสำคัญที่ทำให้ผู้ประกอบการไทยยังไม่สามารถเข้าสู่ตลาดได้ มีสองประเด็นสำคัญที่เป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (Valley of death) คือ ในช่วงการทำให้ต้นแบบพัฒนาจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถขายได้ และช่วงที่สองคือ การเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทานของผู้ผลิตเจ้าใหญ่ หรือการทำตลาดเพื่อขายผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัท

นอกจากนี้ ยังพบว่ายังมีกิจกรรมสนับสนุนในห่วงโซ่มูลค่าของยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์เชื่อมต่อและอัตโนมัติอีกจำนวนมากที่ต้องเตรียมการ เพื่อให้เกิดอุตสาหกรรมและระบบนิเวศของยานยนต์เชื่อมต่อและ

อัตโนมัติในประเทศไทย อาทิ การเตรียมการเพื่อรองรับและสนับสนุนกิจกรรมด้านวิจัยพัฒนาและการทดสอบ การเตรียมการด้านโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งในระดับกายภาพ เช่น ถนน ระบบสื่อสาร และในระดับดิจิทัล เช่น ระบบแผนที่ความละเอียดสูง (HD Map) การเตรียมการด้านกฎ ระเบียบ มาตรฐาน และข้อกำหนด ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ซึ่งต้องได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วนในการทำงานร่วมกัน เช่น กระทรวงคมนาคม กระทรวงดิจิทัลฯ และกระทรวงอุตสาหกรรม ด้านการลงทุนจากภาครัฐและเอกชนจะมีส่วนสำคัญมากในการพัฒนา ห่วงโซ่มูลค่านี้ให้เกิดขึ้นในประเทศไทย และด้านการเตรียมความพร้อมของบุคลากรก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะ ประเทศไทยยังขาดบุคลากรด้านยานยนต์สมัยใหม่อีกเป็นจำนวนมาก

กฎหมายและข้อบังคับเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ถึงแม้ว่ากฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการผลิต CAV ในระดับ 1-2 จะคล้ายคลึงกันกับรูปแบบการผลิตรถยนต์ในปัจจุบัน เนื่องจาก ระบบอัตโนมัติในระดับนี้จะทำงานเป็นระบบช่วยเหลือการขับขี่ขั้นสูง (Advanced driver-assistance systems: ADAS) ที่ผู้ขับขี่ยังเป็นผู้ควบคุมรถยนต์เป็นหลัก และระบบ ADAS จะทำหน้าที่ช่วยเหลือในด้านความสะดวกสบายและความปลอดภัยในบางด้านเท่านั้น แต่สำหรับ CAV ในระดับที่ 3-5 นั้น ระบบไม่เพียงแต่จะช่วยเหลือผู้ขับขี่ในด้านความปลอดภัยหรืออำนวยความสะดวกสบายเท่านั้น แต่จะครอบคลุมถึงการใช้งานที่รอบด้านมากขึ้นตามลำดับความอัตโนมัติของระบบ โดยเฉพาะในระบบ CAV ในระดับที่ 5 ที่ยานยนต์สามารถขับเคลื่อนไปได้อย่างอิสระในทุกสถานการณ์ที่เป็นไปได้บนท้องถนน ดังนั้น การทดสอบทั้งในพื้นที่ปิด เช่น สนามทดสอบ และการทดสอบในพื้นที่ใช้งานจริง เช่น ถนนสาธารณะ จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติระดับ 3 ขึ้นไป ได้อย่างแพร่หลาย ซึ่ง ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องกฎระเบียบและพื้นที่ทดสอบยานยนต์อัตโนมัติ

### 7.3 กรอบยุทธศาสตร์เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

จากการทบทวนวรรณกรรมและการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านที่สำคัญ ทั้งการพัฒนาไปสู่เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ตามทิศทางโลก และโครงสร้างการผลิตที่ต้องมุ่งไปสู่กิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ซึ่งเป็นวาระแห่งชาติของประเทศไทยที่ต้องการก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลาง โดยการเปลี่ยนผ่านนี้ ต้องใช้จุดแข็งเดิมที่มีคือการเป็นฐานการผลิตยานยนต์มาอย่างยาวนานและมีห่วงโซ่อุปทานที่เข้มแข็ง ควบคู่กับการปรับปรุงจุดอ่อนในองค์ความรู้ด้านยานยนต์สมัยใหม่ โดยเฉพาะการส่งผ่านงานวิจัยไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ และสร้างองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการเพื่อยกระดับจากการเป็นผู้รับจ้างผลิตเป็นผู้พัฒนา ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าจากการผลิตได้

ดังนั้น ประเทศไทยควรใช้โอกาสที่อุตสาหกรรมยานยนต์กำลังมุ่งไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่เป็นการยกระดับไปสู่อุตสาหกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูง โดยการพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.)

จะต้องเข้าไปมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยควรมีกรอบของแนวทาง  
เชิงนโยบายที่มีตัวอย่างยุทธศาสตร์และมาตรการ ดังนี้

### ยุทธศาสตร์ที่ 1: การเพิ่มความสามารถในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม

การพัฒนาและแพร่่องค์ความรู้เป็นหัวใจสำคัญของระบบนวัตกรรมเพราะถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญใน  
การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยระบบนวัตกรรมที่ดีจะต้องมีพื้นฐานองค์ความรู้ที่ชัดเจนและมี  
ประสิทธิภาพในการแพร่่องค์ความรู้ได้ดี โดยประเภทขององค์ความรู้ เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทาง  
เทคโนโลยี ความรู้ทางการผลิต ความรู้ด้านการตลาด การประยุกต์ใช้งาน การออกแบบ เป็นต้น โดยแหล่งของ  
องค์ความรู้อาจจะได้มาจากการวิจัยและพัฒนา การเรียนรู้จากการประยุกต์ใช้ใหม่ ๆ การเลียนแบบ และการ  
นำเข้าเทคโนโลยี ในการพัฒนาและแพร่่องค์ความรู้นี้หมายถึงรวมถึงความรู้ทั้งทางด้านต้นน้ำ (Upstream) ได้แก่  
การพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การผลิตในระดับอุตสาหกรรม และความรู้ทางด้าน  
ปลายน้ำ (Downstream) คือความรู้ด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และความต้องการของตลาด ซึ่ง  
จุดประสงค์สำคัญของยุทธศาสตร์นี้คือการสนับสนุนเพื่อให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานและยกระดับการ  
วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและอัตโนมัติ รวมถึงผลักดันในสามารถ  
ผลิตและจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์

#### มาตรการที่ 1.1 กำหนดกรอบประเด็นวิจัยระยะยาวและสนับสนุนเงินทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อต่อยอดใน การผลิตเชิงพาณิชย์

ปัจจุบันการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย  
ยังคงเน้นการวิจัยและพัฒนาในระดับพื้นฐานจึงทำให้ความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness) ที่  
พัฒนาได้ยังอยู่ในระดับเริ่มต้น นอกจากนี้ การวิจัยและพัฒนาของอุตสาหกรรมยานยนต์ในระดับต้นน้ำโดย  
ส่วนใหญ่จะดำเนินการโดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่เป็นบริษัทแม่ (Headquarter) ส่วนการวิจัยในระดับกลางน้ำ  
ประเทศไทยยังไม่ได้ผลิตชิ้นส่วนในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติมากนัก ส่วนใหญ่การผลิตยังเป็นยาน  
ยนต์ในแบบเดิมและอยู่ในระดับชิ้นส่วน และยังมีผู้ผลิตในระดับกลุ่มชิ้นส่วน (Module) และระดับการควบ  
รวมระบบ (System integration) ทั้งนี้ เหตุผลสำคัญที่ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยเฉพาะผู้ประกอบการไทย ยังไม่  
สามารถเข้าสู่ตลาดได้ มีสองประเด็นสำคัญที่เป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (Valley of death) คือ ในช่วงการทำให้  
ต้นแบบพัฒนาจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถขายได้ และช่วงที่สองคือ การเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทานของผู้ผลิตเจ้าใหญ่  
หรือการทำการตลาดเพื่อขายผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัท ดังนั้น ต้องมีกลไกการสนับสนุนทุนการวิจัยและ  
พัฒนาเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการที่มีความพร้อมของเทคโนโลยีในระดับสูงเพื่อพัฒนาต่อยอดไปสู่  
มาตรฐานที่จะจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งการสนับสนุนในการหาตลาดให้กับผู้ประกอบการด้วย

มาตรการสนับสนุนทุนสำหรับภาคเอกชนเพื่อการพัฒนาผลงานวิจัยและนวัตกรรมเป็นกลไกการจัดสรรเงินทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่จะช่วยสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมโดยเฉพาะกลุ่ม SME ทุนวิจัยนี้จะให้กับผู้ประกอบการที่มีความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นความต้องการของบริษัทขนาดใหญ่หรือของภาครัฐ ซึ่งงานวิจัยและพัฒนาอาจดำเนินการเองโดยเอกชนหรือมีความร่วมมือกับหน่วยงานวิจัยภาครัฐ เช่น สถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา

ดังนั้นเพื่อให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการในประเทศ จึงควรมีการจัดตั้งกองทุนและโปรแกรมวิจัยเพื่อสนับสนุนด้านวิจัยและพัฒนาในเทคโนโลยีเป้าหมายตามความต้องการของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม โดยการให้ทุนสนับสนุนผ่านโปรแกรมวิจัยระยะยาวที่ดำเนินการโดยนักวิจัยภายในประเทศหรือมีความร่วมมือกับหน่วยงานวิจัยในระดับนานาชาติที่มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีนั้น และกำหนดมาตรฐานของผลการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีให้อยู่ในระดับที่เป็นมาตรฐานสากลและให้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับผู้ประกอบการในประเทศนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปได้

## มาตรการที่ 1.2 การสร้างแรงจูงใจในการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีต้องการการลงทุนที่สูงและต่อเนื่อง ในปัจจุบันการให้ทุนเพื่อสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศยังมีมูลค่าต่ำและไม่มีความต่อเนื่อง และโดยส่วนใหญ่การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาจะเป็นการดำเนินงานในหน่วยงานภาครัฐหรือบริษัทขนาดใหญ่ เนื่องด้วยการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาเป็นต้นทุนที่มีมูลค่าสูงสำหรับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะกลุ่ม SME จึงทำให้เกิดการวิจัยและพัฒนาในวงจำกัด รวมทั้งผลจากการวิจัยและพัฒนาไม่สามารถต่อยอดไปจนถึงการพัฒนาเป็นต้นแบบหรือแม้กระทั่งได้มาตรฐานถึงระดับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดแรงจูงใจแก่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมโดยเฉพาะกลุ่ม SME หรือบริษัทเกิดใหม่ (Start-up) มีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในระยะยาวจึงต้องมีมาตรการด้านมาตรการด้านภาษีสนับสนุน ได้แก่

- 1) การหักภาษีค่าใช้จ่ายที่ใช้เพื่อการวิจัยและพัฒนา (Tax allowances) ซึ่งจะหักจากฐานภาษี โดยอนุญาตให้หักได้มากกว่าที่จ่ายจริง
- 2) การเครดิตภาษี (Tax credits) ซึ่งหักจากยอดภาษีที่ต้องจ่ายจริงที่ไม่ได้ขึ้นกับอัตราภาษี โดยสามารถหักเป็นสัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาหรือเป็นสัดส่วนจากค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาที่เพิ่มขึ้น หรือทั้งสองอย่าง
- 3) การหักค่าเสื่อมราคาในอัตราเร่ง (Accelerated depreciation) ของอุปกรณ์ เครื่องมือ และสิ่งก่อสร้างที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งการหักค่าเสื่อมในอัตราเร่งจะทำให้เสียภาษีน้อยกว่าปกติ

### มาตรการที่ 1.3 การพัฒนาศูนย์แห่งความเป็นเลิศ (Center of excellence)

การนำความรู้ไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจต้องอาศัยกระบวนการแพร่กระจายองค์ความรู้จากหน่วยที่สร้างความรู้ไปสู่หน่วยการผลิตและสังคมเป็นผู้ใช้ความรู้ ในงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี องค์ความรู้ส่วนใหญ่มาจากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย ส่วนผู้ใช้ความรู้คือภาคอุตสาหกรรม ปัญหาสำคัญในปัจจุบันคือไม่สามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะขาดความเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตความรู้และผู้ใช้ความรู้ ดังนั้น จึงควรพัฒนาระดับหน่วยผลิตองค์ความรู้ที่มีอยู่ให้มีความสามารถที่เป็นเลิศในการผลิตองค์ความรู้ และเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ใช้ความรู้

ศูนย์แห่งความเป็นเลิศที่จัดตั้งขึ้นนอกจากจะต้องมีความสามารถด้านวิชาการในการสร้างความรู้แล้วยังต้องทำหน้าที่แพร่กระจายความรู้โดยการผลิตบุคลากร และที่สำคัญที่สุดต้องสนับสนุนการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์โดยการเชื่อมโยงความรู้จากงานวิจัยสู่ภาคอุตสาหกรรม และต้องมีศักยภาพในการเชื่อมโยงกับเอกชนผ่านปฏิสัมพันธ์ในด้านต่าง ๆ เช่น การร่วมวิจัย การรับจ้างวิจัย การบริการวิเคราะห์ทดสอบ การให้คำปรึกษา และการอนุญาตใช้สิทธิ เป็นต้น

### ยุทธศาสตร์ที่ 2: การยกระดับและสร้างผู้ประกอบการเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

การยกระดับผู้ประกอบการให้มีความสามารถผลิตยานยนต์สมัยใหม่โดยการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมจะต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายประการ ทั้งด้านเทคโนโลยี ด้านการประยุกต์ใช้งาน และด้านการตลาด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นธรรมชาติของการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม โดยเฉพาะช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาเท่านั้น แต่นับรวมไปถึงช่วงท้ายของการพัฒนาเทคโนโลยีด้วย ในการจัดการกับความไม่แน่นอนนี้จะต้องสร้างความมั่นใจได้ว่าจะมีผู้ประกอบการที่เข้ามาพัฒนาเทคโนโลยีนี้มากพอในการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ โดยปกติแล้วเป็นธรรมชาติของการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะต้องมีทั้งผู้สำเร็จและผู้ล้มเหลวผู้ประกอบการสามารถเรียนรู้ได้ทั้งจากความสำเร็จและความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ดังนั้น ควรมีนโยบายและมาตรการสนับสนุนให้มีผู้ประกอบการใหม่เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาเทคโนโลยีให้มากขึ้น โดยอาจจะสนับสนุนทั้งภาคเอกชนและหน่วยงานวิจัยภาครัฐ เช่น การให้ทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่มุ่งเป้า มีโครงการสนับสนุนให้เกิดพื้นที่ทดลองการพัฒนาเทคโนโลยีรวมถึงรูปแบบธุรกิจ (Sandbox) รวมถึงการสนับสนุนการ Spin-off จากหน่วยงานวิจัยเพื่อจัดตั้งบริษัทในอุตสาหกรรม

### มาตรการที่ 2.1 สร้างความร่วมมือทางด้านเทคโนโลยีระหว่างหน่วยงานวิจัยและผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม

การจัดตั้งภาคีเครือข่าย (Business alliance) เป็นแนวทางความร่วมมือระหว่างองค์กรในการระดมทรัพยากร ทั้งแรงงาน การลงทุน และองค์ความรู้ในงานวิจัยและพัฒนาที่มีอยู่ในแต่ละองค์กร เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ภายใต้กรอบการทำงานของภาคีเครือข่ายฯ ได้กำหนดให้มีการดำเนินกิจกรรมแบบ

ครบวงจร เริ่มจากการวิจัยและพัฒนา การออกแบบทางวิศวกรรม การผลิตเชิงพาณิชย์ การทดสอบและรับรอง การนำไปใช้งานในเชิงธุรกิจ การบริการหลังการขาย ฯลฯ โดยสมาชิกของภาคีเครือข่ายฯ จะมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกัน แต่ทำงานเกื้อหนุนกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายในการพัฒนาเทคโนโลยี พร้อมกับการสร้างรูปแบบธุรกิจต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ยังส่งเสริมการนำประสบการณ์และความรู้ไปต่อยอดเป็นธุรกิจได้

การจัดตั้งหน่วยบ่มเพาะธุรกิจ (Business incubators) เป็นกลไกอย่างหนึ่งในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการต่อยอดเทคโนโลยีจากงานวิจัยและพัฒนาไปสู่การใช้ในเชิงพาณิชย์ หน่วยบ่มเพาะธุรกิจเป็นการเชื่อมโยงกระบวนการพัฒนาธุรกิจ โครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรบุคคลเข้าได้ด้วยกัน ระบบการบ่มเพาะธุรกิจ (Business incubation system) เป็นระบบที่มีความหลากหลายทั้งด้านจุดประสงค์การดำเนินการโดยอาจจะมีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงในบางสาขา มีความหลากหลายของความเชื่อมโยงระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมทั้งแหล่งเงินทุนสนับสนุนหน่วยบ่มเพาะธุรกิจที่ขึ้นกับวัตถุประสงค์และประเภทของหน่วยบ่มเพาะ ตัวอย่างแหล่งเงินทุนอาจจะมาจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานไม่แสวงผลกำไร จุดประสงค์โดยทั่วไปของหน่วยบ่มเพาะธุรกิจ (Business Incubator) คือเพื่อทำหน้าที่สนับสนุน ให้คำปรึกษา และให้ข้อมูลกับธุรกิจใหม่และผู้ประกอบการรายใหม่ในการเริ่มต้นดำเนินธุรกิจ ซึ่งอาจจะให้ความสำคัญในบางประเด็นเป็นพิเศษ เช่น หน่วยบ่มเพาะธุรกิจที่เน้นการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยการทำงานร่วมกับมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่สู่ตลาด หน่วยบ่มเพาะธุรกิจที่ช่วยด้านการพัฒนาส่วนภูมิภาคเพื่อการกระจายกิจกรรมทางธุรกิจและทรัพยากรไปสู่ระดับภูมิภาคเพื่อยกระดับให้กลุ่มธุรกิจในภูมิภาคมีความเข้มแข็งมากขึ้น หน่วยบ่มเพาะธุรกิจที่สนับสนุนบริษัทผู้ลงทุนจากต่างประเทศให้สามารถเข้าสู่ตลาดภายในประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

## มาตรการที่ 2.2 การสนับสนุนการจัดตั้งบริษัทใหม่ที่แยกตัวออกจากห้องปฏิบัติการวิจัย (Spin-off company)

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาผลงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐไม่ได้ถูกนำไปต่อยอดไปสู่เชิงพาณิชย์ หรือเรียกทั่วไปว่า “งานวิจัยชิ้นทิ้ง” สาเหตุสำคัญประการหนึ่งอาจจะเห็นเพราะงานวิจัยและพัฒนาบางชิ้นเป็นการวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูงเกินกว่าที่ผู้ประกอบการทั่วไปจะเข้าใจและนำไปใช้ประโยชน์ได้ในเชิงพาณิชย์ หรืออาจจะเห็นเทคโนโลยีใหม่ที่ยังไม่มีตลาดชัดเจนในปัจจุบัน รวมทั้งยังไม่มีเอกชนรายใดที่มีความสามารถรับเอาเทคโนโลยีระดับสูงเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

การจัดตั้งบริษัทใหม่โดยการแยกตัวออกจากห้องปฏิบัติการวิจัยออกจากสถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัย (Spin-off company) เพื่อนำเอาเทคโนโลยีที่เกิดจากการวิจัยไปสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ในอุตสาหกรรม โดยบริษัทใหม่ที่แยกตัวออกไปอาจได้รับการโอนเทคโนโลยีและบุคลากรจากหน่วยปฏิบัติการเดิม ซึ่งถือว่าเป็นการนำทรัพย์สินทางปัญญาที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยหรือมหาวิทยาลัยไป

ใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ในการผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการนำผลการวิจัยจากเทคโนโลยีขั้นสูงไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้

### กลยุทธ์ที่ 3: การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนกิจกรรมหลักตลอดห่วงโซ่มูลค่าอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา การทดสอบเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ และการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ ระดับ 3 ขึ้นไป ในพื้นที่ที่กำหนด

ศูนย์ทดสอบยานยนต์เป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการควบคู่กับการกำหนดมาตรฐาน เพื่อเป็นสิ่งที่ทำให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด แต่อย่างไรก็ตาม ธรรมชาติของการจัดตั้งศูนย์ทดสอบมีค่าใช้จ่ายที่สูง ในมุมมองของผู้ผลิตย่อมต้องการลงทุนเฉพาะในส่วนที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจมากพอให้คุ้มค่ากับการลงทุน และสามารถคืนทุนได้ไวที่สุด ส่วนในมุมมองของภาครัฐ เนื่องด้วยงบประมาณที่มีจำกัด ทำให้รัฐไม่สามารถลงทุนการทดสอบได้ทุกประเภท ดังนั้นก่อนที่ภาครัฐจะจัดตั้งศูนย์ทดสอบ จึงควรสื่อสารกับเอกชนให้ชัดเจนว่ากิจกรรมใดเป็นของเอกชน กิจกรรมทดสอบใดรัฐจะทำเอง ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาความซ้ำซ้อนและเสี่ยงที่จะทำให้เอกชนที่ลงทุนอยู่ขาดทุน ทั้งนี้ โดยทั่วไปศูนย์ทดสอบที่ดำเนินการโดยภาครัฐ ควรมีหน้าที่ในการทดสอบและรับรองว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ มีลักษณะและคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้น ในขณะเดียวกัน ศูนย์ทดสอบที่ดำเนินการโดยภาคเอกชน จะมีบทบาทในการทดสอบเชิงพาณิชย์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเรื่องความลับทางการค้า

นอกจากนี้ การจัดตั้งศูนย์ทดสอบนับเป็นหัวใจของการยกระดับความสามารถในการผลิตที่ควบคู่กับการทำ R&D หากขาดอย่างใด ๆ อย่างหนึ่งย่อมทำให้การทำอีกอย่างไม่สมบูรณ์ หากมุ่งแต่ทำ R&D แต่ไม่ทดสอบจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าการทำ R&D นั้น ๆ มีข้อผิดพลาดอะไรบ้าง และสามารถตอบโจทย์ที่ตั้งไว้ได้หรือไม่ ประโยชน์ของการทำ R&D ไม่ใช่เพียงการทดสอบให้ได้คุณลักษณะที่ต้องการเท่านั้น แต่สิ่งสำคัญไม่น้อยกว่ากันคือ การเรียนรู้จากผลการทดสอบไม่ได้เป็นไปตามเป้าหมายที่คาดไว้ ความผิดพลาดดังกล่าวเป็นข้อมูลที่สำคัญที่นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดความเข้าใจสาเหตุอันนำไปสู่การหาแนวทางแก้ไขและการบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาและยกระดับศักยภาพการผลิตในที่สุด

#### มาตรการที่ 3.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านทดสอบควบคู่กับการทำวิจัยและพัฒนา

ปัจจุบันประเทศไทย โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม อยู่ระหว่างการก่อสร้างศูนย์ทดสอบแห่งชาติ ภายใต้ชื่อ ศูนย์ทดสอบยานยนต์และยางล้อแห่งชาติ (Automotive and Tyre Testing, Research and Innovation Center: ATTRIC) ที่ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการทดสอบ (Laboratory testing) และสนามทดสอบ (Proving ground) ที่ครอบคลุมการทดสอบยานยนต์ทั้งด้านสมรรถนะและความปลอดภัยหลายรายการ แต่ยังไม่มีแผนที่จะสร้างสนามทดสอบสำหรับ

ยานยนต์อัตโนมัติ โดยเฉพาะ ดังนั้น จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะพิจารณาผนวกการสร้างสนามทดสอบยานยนต์อัตโนมัติ เข้าไว้ที่ ATTRIC ด้วยกัน เนื่องด้วยจะเกิดประโยชน์ทั้งต่อภาครัฐและภาคเอกชน กล่าวคือ เกิดประโยชน์ต่อภาครัฐและผู้รับผิดชอบบริหารงานศูนย์ทดสอบในอนาคต เพราะสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือและสนามทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการใช้ประโยชน์ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างคุ้มค่า เนื่องจากสามารถทดสอบได้ครอบคลุมหลายรายการ และตอบสนองทั้งกิจกรรมการทำวิจัยพัฒนาและกิจกรรมการผลิตในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งเกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการ เนื่องจากช่วยลดต้นทุนการทดสอบ เพราะสามารถใช้บริการได้ครบวงจรภายในแห่งเดียว นอกจากนี้ สนามทดสอบ CAV ยังจะเป็นพื้นที่ให้การรับรองยานยนต์ CAV ระดับ 3 ขึ้นไป ก่อนที่จะไปทดสอบในพื้นที่สาธารณะจริงอีกด้วย

นอกจากการเตรียมสถานที่ทดสอบในพื้นที่ปิดแล้ว จำเป็นต้องเตรียมโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทดสอบในพื้นที่สาธารณะด้วย ซึ่งอาจพิจารณาควบคู่กับการกำหนดพื้นที่นำร่องการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติระดับ 3 ขึ้นไป โดยอาจเป็นพื้นที่เดียวกัน เนื่องจากสามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานทางถนน การสื่อสาร และแผนที่ความละเอียดสูง (HD Map) ร่วมกันได้ ในเบื้องต้น ควรมีการจัดตั้งภาคีเครือข่ายด้านโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์อัตโนมัติ (CAV Infrastructure consortium) ขึ้นเพื่อเป็นเวทีให้ภาครัฐและเอกชน ได้เกิดการทำงานร่วมกันในการตรวจสอบและประเมินโครงสร้างพื้นฐานในปัจจุบัน พัฒนาและจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งด้าน ถนน โครงข่ายสื่อสาร แผนที่ความละเอียดสูง ระบบเฝ้าระวังและเก็บข้อมูล ที่เป็นมาตรฐานและเหมาะสมเพื่อการใช้งาน CAV ในพื้นที่ที่กำหนด และภาครัฐและเอกชนมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อสนับสนุนการพัฒนา เป็นต้น

#### ยุทธศาสตร์ที่ 4 การปรับปรุงระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์และยานยนต์ในขั้นตอนการวิจัยพัฒนารวมถึงขั้นตอนก่อนวางจำหน่าย นอกจากจะต้องทดสอบยานยนต์ในพื้นที่ปิด เช่น สนามทดสอบ แล้ว ยังจำเป็นต้องทดสอบในพื้นที่จริงด้วย เพื่อสอบทวนการออกแบบและปรับปรุงสมรรถนะให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมจริง โดยเฉพาะการทดสอบยานยนต์อัตโนมัติในระดับ 3 ขึ้นไปคือ ระบบจะเข้ามาควบคุมยานพาหนะแทนมนุษย์ ในขณะที่กฎหมายการขับขี่ยานพาหนะบนถนนสาธารณะของไทยกำหนดว่าต้องมีมนุษย์เป็นผู้ขับขี่และควบคุมยานพาหนะตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงระเบียบในส่วนนี้ให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี และในขณะเดียวกันไม่เป็นการปิดกั้นทำให้ไม่เกิดการพัฒนาและนำเทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติมาใช้งาน

#### มาตรการที่ 4.1 ปรับปรุงกฎหมายเพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและการทดสอบ CAV ในประเทศ

ปรับปรุงระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนให้เกิดการทำวิจัยพัฒนา และทดสอบยานยนต์อัตโนมัติในประเทศ เช่น

- การกำหนดพื้นที่การทดสอบ CAV ระดับ 3 ขึ้นไปบนถนนสาธารณะ โดยอาจจะเริ่มดำเนินการในพื้นที่กำกับดูแลเฉพาะ (Sandbox) สำหรับการทดสอบเทคโนโลยี ซึ่งจะพื้นที่เพื่อการพัฒนา ทดสอบ และปรับปรุงเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์อัตโนมัติ ทั้งโครงสร้างพื้นฐานถนน ระบบสื่อสาร และตัวยานยนต์ โดยอยู่ภายใต้ระบบนิเวศที่ถูกระเบียบต่างๆ ไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา แต่ยังคงอยู่ภายใต้ความควบคุมกำกับดูแลในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายให้ผู้บริโภคในวงกว้าง
- ปรับปรุงกฎหมาย เรื่องการนำเข้ารถยนต์เพื่อการทดสอบและวิจัยพัฒนา โดยยกเว้นการจัดเก็บภาษี เงื่อนไขการทำลายรถ และเงื่อนไขการผลิตในประเทศ แต่อาจปรับเป็นเงื่อนไขที่สะท้อนถึงการทำให้วิจัยและพัฒนาในประเทศ เช่น ผลงานที่สร้างขึ้นใหม่ จำนวนนักวิจัยที่สร้างขึ้นใหม่ เป็นต้น
- ทุกระเบียบที่เอื้อให้ Start-up และ SMEs พัฒนาเทคโนโลยีได้ เช่น การทำให้วิจัยและพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี การส่งเสริมให้บุคลากรวิจัยในสถาบันอุดมศึกษาไปปฏิบัติงานเพื่อแก้ไขปัญหา และเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้กับภาคอุตสาหกรรม (Talent mobility) การจับคู่ทางธุรกิจด้านเทคโนโลยี (Technology matching)

#### มาตรการที่ 4.2 ปรับปรุงกฎหมายเพื่อส่งเสริมการใช้รถยนต์อัตโนมัติระดับสูง

กำหนดพื้นที่การใช้งานและปรับปรุงกฎหมายเพื่อการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติระดับ 3 ขึ้นไปในพื้นที่สาธารณะ โดยพื้นที่ที่เป็นไปได้ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรม เช่น ทางด่วนพิเศษระหว่างเมือง เพื่อใช้งานรถบรรทุกทุกทางไกล (Long-haul logistics) และรถโดยสารระหว่างเมือง (Intercity bus) พื้นที่ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เพื่อใช้งาน Robo-Taxi การขนส่งสินค้าระยะไม่เกิน 2 กิโลเมตร ที่มีความสามารถขับอัตโนมัติระดับ 4 และรถโดยสารระยะใกล้ (City bus)

#### กลยุทธ์ที่ 5: การพัฒนาบุคลากร

เนื่องด้วยการเปลี่ยนทางเทคโนโลยียานยนต์ ที่มีความซับซ้อนและเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีทางด้าน วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมยานยนต์และเครื่องกล ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ และศาสตร์อื่น ๆ ร่วมกัน ทำให้ผลิตภัณท์และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการสร้างและพัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งบุคลากรปัจจุบันในอุตสาหกรรมและบุคลากรใหม่จากภาคการศึกษาที่จะเข้าสู่อุตสาหกรรม

ปัจจุบันกิจการ/สถานประกอบการหลายแห่งในอุตสาหกรรมยานยนต์ยังไม่พร้อมปรับตัวไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ เนื่องจากยังไม่มีการผลิตและคำสั่งซื้อในประเทศ ดังนั้นความท้าทายของการ

พัฒนาบุคลากรปัจจุบันที่อยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์จำเป็นต้องดำเนินการควบคู่และให้สอดคล้องกับการพัฒนากิจการ/สถานประกอบการด้วย เพราะหากสถานประกอบการยังไม่พร้อมจะเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่จะมีความเป็นไปได้ว่า จะไม่อนุญาตหรือสนับสนุนให้พัฒนาบุคลากรในประเด็นยานยนต์สมัยใหม่ หรือแม้ว่าบุคลากรจะพัฒนาตนเองเพื่อเตรียมพร้อมสู่ยานยนต์สมัยใหม่ก็ตาม แต่อาจยังไม่มีกิจการ/สถานประกอบการรองรับการทำงานได้ สำหรับกรณีการเตรียมบุคลากรใหม่จากภาคการศึกษาพบว่า ต้องใช้เวลาเตรียมการนานกว่าการพัฒนาคนที่อยู่ในอุตสาหกรรมแล้ว อีกทั้งหลักสูตรการศึกษาของไทยที่ไม่เป็นลักษณะสหสาขาวิชาชีพ (Multidisciplinary) ทำให้ไม่เหมาะกับการทำงานของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

การเปลี่ยนแปลงเพื่อไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ นอกจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งองค์ความรู้และทักษะในกระบวนการผลิตและการซ่อมบำรุงแล้ว ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมในห่วงโซ่มูลค่าด้วย โดยจะมุ่งเน้นกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ดังนั้นกิจกรรมการทำวิจัยพัฒนาและการผลิตในเชิงการรวบรวมระบบ (System Integrator) จะมีบทบาทมากขึ้นด้วย

#### มาตรการที่ 5.1 Upskill/Reskill ให้กับบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องให้สามารถผลิตและซ่อมบำรุงยานยนต์สมัยใหม่ได้

เทคโนโลยีในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่มีความซับซ้อนและเป็นการผสมผสานหลายศาสตร์ทั้งเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมยานยนต์และเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ และที่สำคัญต้องมีทักษะในการรวบรวมระบบเข้าด้วยกัน (System integration) การพัฒนาบุคลากรโดยการ Reskill และ Upskill จะช่วยยกระดับความสามารถของบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ให้สามารถทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ในการยกระดับองค์ความรู้นั้นต้องทำในหลายส่วน ทั้งเรื่อง การวิจัยและพัฒนา กระบวนการผลิต และการซ่อมบำรุง โดยดำเนินงานผ่านกระบวนการจัดฝึกอบรมระยะสั้น (Non-degree course) ที่มีทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติโดยความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานด้านด้านการศึกษาและผู้ประกอบการ

#### มาตรการที่ 5.2 สร้างหลักสูตรเพื่อพัฒนาบุคลากรในระดับอาชีวะและอุดมศึกษาเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ทั้งการผลิตและการซ่อมบำรุง

ปรับหลักสูตรการเรียนการสอนให้เป็นลักษณะสหสาขาวิชาชีพ (Multidisciplinary) และต้องเน้นสร้างบุคลากรในเรื่องแม็กคาทรอนิกส์ (Mechatronics) และระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation) พลศาสตร์และการควบคุมยานยนต์ (Vehicle dynamics and control) การเขียนซอฟต์แวร์ และ Deep Technology อาทิเช่น การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เทคโนโลยีการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับหลายชนิดร่วมกัน (Sensor Fusion) เป็นต้น และในด้านการพัฒนายาน

ยนต์สมัยใหม่นั้น ยังต้องการความรู้ด้าน Model based development (MBD) ซึ่งเป็นการพัฒนาและออกแบบซอฟต์แวร์ฝังตัวในระบบยานยนต์ ในรูปแบบโมเดลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วจึงทำการทดสอบในรูปแบบ Model in the Loop test (MIL) Software-in-the-Loop test (SIL) และ Hardware-in-the-Loop test (HIL) ตามลำดับ ก่อนจะเป็นการทดสอบจริงในรถยนต์ต่อไป

นอกจากนี้ การเตรียมบุคลากรในภาคการศึกษาทั้งด้านปริมาณและคุณลักษณะ ต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรม และกิจกรรมในห่วงโซ่อุปทานด้วย

#### 7.4 ประเด็นวิจัยเชิงยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยานยนต์ยานยนต์สมัยใหม่

เนื่องจากยานยนต์สมัยใหม่ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างหลากหลาย ทั้ง พลังงานทางเลือก และเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้รูปแบบของยานยนต์สมัยใหม่รวมถึงรูปแบบการใช้งานมีแนวโน้มที่จะแตกต่างไปจากยานยนต์ในปัจจุบัน ทั้งนี้ การดำเนินการวิจัยเทคโนโลยียานยนต์ใหม่ใหม่ ในรูปแบบของการจัดตั้งโปรแกรมวิจัยเชิงกลยุทธ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีทุกด้าน และยังสามารถพัฒนาออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานเชิงพาณิชย์ได้ ซึ่งหน่วยงานภาคเอกชนสามารถนำเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัย หรือเทคโนโลยีของตน มาต่อยอดให้เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่มีการพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต โดยสามารถแบ่งเป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะสั้น 1 – 3 ปี มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ วิจัยพัฒนาเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ รวมถึงการหากระบวนการใหม่ (State-of-the-art) เพื่อนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ
2. ระยะกลาง 3 – 5 ปี มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ประกอบการมีความสามารถเป็น System Integrator โดยการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากผลการวิจัยในระยะสั้น
3. ระยะยาว มากกว่า 5 ปี มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในปริมาณมากและสามารถเข้าสู่ตลาดได้ โดยการพัฒนาระบบการผลิตให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ทั้งนี้ โปรแกรมวิจัยเชิงกลยุทธ์ยานยนต์สมัยใหม่สามารถแบ่งออกเป็น 3 โปรแกรมวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### 7.4.1 โปรแกรมวิจัยแพลตฟอร์มยานยนต์สมัยใหม่ (Smart Mobility Platform)

แพลตฟอร์มเป็นพื้นฐานสำคัญของยานยนต์สมัยใหม่ซึ่งมีสถาปัตยกรรมการออกแบบที่เป็นการรวบรวมของระบบขับเคลื่อนและส่งกำลัง ระบบกักเก็บพลังงาน ระบบช่วงล่าง และระบบควบคุมทิศทางการขับขี่ ได้แก่ ระบบเบรก เลี้ยว และควบคุมความเร็ว การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มของยานยนต์สมัยใหม่มีแนวโน้มสำคัญ ได้แก่ มีรูปแบบการใช้สถาปัตยกรรมแพลตฟอร์มร่วมกัน (Common platform architecture) มีน้ำหนักเบาและใช้ชิ้นส่วนทางกลลดลง มีการมุ่งเน้นไปที่การใช้พลังงานไฟฟ้าแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขับเคลื่อน โดยอาจเป็นรูปแบบของรถไฟฟ้าล้วน (BEV: Battery Electric Vehicle) หรือรถไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV: Fuel cell Electric Vehicle) ซึ่งต่างใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน และใช้

สัญญาณทางไฟฟ้าในการควบคุมการขับเคลื่อนและทิศทางของยานยนต์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของยานยนต์สมัยใหม่ที่จะสามารถใช้งานระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติได้ โปรแกรมวิจัยแพลตฟอร์มยานยนต์สมัยใหม่ (Smart Mobility Platform) นี้มุ่งเน้นให้เกิดการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสำคัญของแพลตฟอร์มนี้ได้แก่

### (1) โครงการวิจัยระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (eAxle)

ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (eAxle) เป็นระบบสำคัญของหนึ่งในกลุ่มเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ กล่าวคือ ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) โดย eAxle จะเข้ามาเป็นชิ้นส่วนหลักของระบบส่งกำลังของยานยนต์ไฟฟ้าแทนที่ เครื่องยนต์ในยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน โดย eAxle ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก ๆ ดังนี้

- แบตเตอรี่ขับเคลื่อน (Traction Battery) ทำหน้าที่กักเก็บพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ โดย ทิศทางในการพัฒนาเทคโนโลยี เน้นการลดการใช้งานแร่หายาก (Rear Earth Material) และพัฒนาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ให้มีความจุต่อน้ำหนักมากขึ้น รวมไปถึงรองรับการประจุไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงขึ้น
- มอเตอร์ขับเคลื่อน (Traction Motor) เป็นต้นกำลังของยานยนต์ไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่กักเก็บในแบตเตอรี่เป็นพลังงานกล เพื่อนำมาใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีมอเตอร์ขับเคลื่อนเน้น การลดการใช้งานแร่หายาก (Rear Earth Material) เพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ขับเคลื่อนให้มีความจุสูงขึ้นในขณะที่น้ำหนัก และขนาดลดลง
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Control Unit) เป็นชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับเคลื่อน การประจุไฟฟ้า รวมไปถึงการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากชิ้นส่วนของ Power Control Unit โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การพัฒนาส่วนใหญ่จึงเน้นการพัฒนา Semiconductor ให้รองรับการทำงานที่มีความถี่สูง สามารถรองรับการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ที่มีกำลังไฟฟ้าสูงได้ รวมไปถึงการพัฒนาให้มีขนาดและน้ำหนักที่ลดลง

### (2) โครงการวิจัยระบบควบคุมยานพาหนะด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า (By-Wire System)

ระบบควบคุมยานพาหนะด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า (By-Wire System) ทำใหยานพาหนะสามารถถูกควบคุมผ่าน สัญญาณทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมาจากระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยการควบคุมยานพาหนะที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมความเร็วด้วยระบบ Drive-by-wire และ Brake-by-wire และการควบคุมทิศทางด้วยระบบ Steer-by-wire ทั้งนี้ ชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วยานพาหนะ เป็นส่วนหนึ่งของระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (eAxle) แต่อย่างไรก็ดีในส่วนของระบบควบคุม

ทั้ง 3 ระบบ ยังมีทิศทางในการพัฒนาเทคโนโลยีในทางเดียวกัน คือ สามารถตอบสนองต่อการควบคุมของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ในกรณีที่ยังมีความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้ขับขี่ที่เป็นมนุษย์อยู่ ระบบต้องสามารถทำงานร่วมกับผู้ขับขี่ได้

#### เป้าหมายของโปรแกรมวิจัยแพลตฟอร์มยานยนต์สมัยใหม่

	เป้าหมายระยะสั้น 1-3 ปี	เป้าหมายระยะกลาง 3-5 ปี	เป้าหมายระยะยาว 5 ปี ขึ้นไป
Battery Pack	แบบชุดแบตเตอรี่ (Battery pack design) ต้นแบบ แบบวงจรต้นแบบ โครงสร้างและรูปแบบการทำงานของระบบควบคุมแบตเตอรี่	ชุดแบตเตอรี่ต้นแบบ พร้อมระบบควบคุมแบตเตอรี่	รูปแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงพาณิชย์
Power Control Unit	- แบบและวงจรต้นแบบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง - โครงสร้างและรูปแบบการทำงานของซอฟต์แวร์แบบฝังตัวของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง	โมดูลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังต้นแบบ	รูปแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงพาณิชย์
By-wire system	แบบ วงจรต้นแบบ โครงสร้างและรูปแบบการทำงานของระบบควบคุมยานพาหนะด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า	โมดูลระบบควบคุมยานพาหนะด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าต้นแบบ ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ฝังตัว วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์กระตุ้นทางกล	รูปแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงพาณิชย์

#### 7.4.2 โปรแกรมวิจัยระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Stack)

ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Stack) ประกอบไปด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Hardware and Software Stack) ของระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบการรับรู้ (Perception system) ระบบระบุตำแหน่ง (Localization system) ระบบวางแผนการวิ่ง (Planning system) ระบบควบคุม (Control

system) ระบบสื่อสาร (Communication system) และระบบอินเทอร์เฟซผู้ใช้งาน (HMI: Human-Machine-Interface system) ระบบต่างๆเหล่านี้มีอยู่หลายระบบ ได้แก่ ระบบการรับรู้ ระบบระบุตำแหน่ง และระบบวางแผนการวิ่ง ที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของสถานที่ใช้งานระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนาให้ระบบเหล่านี้มีความเหมาะสมในการใช้งานในสภาพแวดล้อมและบริบทของประเทศไทย โปรแกรมวิจัยระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Stack) นี้มุ่งเน้นให้เกิดโครงการการวิจัยพัฒนา ได้แก่

### (1) โครงการวิจัยระบบตรวจจับของยานยนต์สมัยใหม่ (Sensing)

ระบบตรวจจับช่วยให้อานพาหนะ สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมภายนอกยานยนต์ได้ ผ่านการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ รอบตัวรถยนต์ หลังจากนั้น ระบบประมวลผล จะนำข้อมูลที่รับจากเซ็นเซอร์มาประมวลผลเพื่อตรวจจับวัตถุต่าง ๆ รอบตัวรถ รวมไปถึงการคำนวณหาทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุในอนาคต โดย ทิศทางในการพัฒนาเทคโนโลยีมุ่งเน้นการใช้งานร่วมกันระหว่างเซ็นเซอร์หลายประเภท รวมไปถึงพัฒนาความสามารถในการตรวจจับ และทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุได้อย่างแม่นยำในทุกสภาพแวดล้อม

### (2) โครงการวิจัยระบบระบุตำแหน่ง และวางแผนการเดินทาง (Localization and Planning)

ความสามารถในการระบุตำแหน่งทำให้อานพาหนะสามารถระบุตำแหน่ง ณ เวลาปัจจุบัน โดยปัจจุบันการระบุตำแหน่งยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ นิยมใช้อยู่ 2 ประเภท คือ Lidar Localization และ GNSS Localization โดย Lidar Localization เป็นการระบุตำแหน่งโดยใช้ข้อมูลที่รับจาก Lidar มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแผนที่ความละเอียดสูง หรือ HD Map ทำให้ได้ตำแหน่งของยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติที่มีความคลาดเคลื่อนในระดับเซนติเมตร ในส่วนของ GNSS Localization เป็นการระบุตำแหน่งโดยใช้ระบบดาวเทียมนำทาง (Global Navigation Satellite System: GNSS) ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรม แต่อย่างไรก็ดีการใช้ ระบบดาวเทียมนำทาง ในรูปแบบปกติยังมีความแม่นยำไม่เพียงพอต่อการใช้งานในยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ จึงมีแนวคิดการนำค่าแก้ไขความผิดพลาดจากสถานีภาคพื้น (Base Station) มาช่วยให้การระบุตำแหน่งจากดาวเทียมนำทางมีความผิดพลาดอยู่ในระดับเซนติเมตร โดย ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีเน้นการทำงานร่วมกันระหว่างเซ็นเซอร์หลายประเภท และการระบุตำแหน่งที่แม่นยำ

หลังจากที่ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ ได้รับข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกจากความสามารถในการรับรู้ และตำแหน่งของตนเองจากความสามารถในการระบุตำแหน่งแล้ว ยานยนต์เชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติจะต้องวางแผนเส้นทางที่จะเดินทาง สำหรับเดินทางไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย โดย ความสามารถในการระบุตำแหน่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ Global และ Local

Planning โดย การวางแผนการเดินทางเน้นการวางแผนให้ยานพาหนะตอบโจทย์การใช้งาน สภาพแวดล้อม และกฎจราจรในแต่ละพื้นที่

### เป้าหมายของโปรแกรมวิจัยระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

	เป้าหมายระยะสั้น 1-3 ปี	เป้าหมายระยะกลาง 3-5 ปี	เป้าหมายระยะยาว 5 ปี ขึ้นไป
Autonomous Stack	วิจัย State-of-the-art สำหรับระบบ Autonomous Stack อาทิ กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ รวมแบบการใช้งานร่วมกันของ เซนเซอร์ การพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับสถานะของประเทศไทย	โมดูล Autonomous Stack ต้นแบบ ซึ่งประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ และเซนเซอร์ชนิดต่างๆ	รูปแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงพาณิชย์

#### 7.4.3 โปรแกรมวิจัยกรณีใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ (Use cases)

เพื่อให้การวิจัยพัฒนาระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Stack) มีความสมบูรณ์และสามารถถูกนำไปใช้ได้จริงในสภาพแวดล้อมและบริบทของประเทศไทย และสามารถสร้างโอกาสทางธุรกิจและสังคมได้อย่างกว้างขวาง การวิจัยกรณีการใช้งาน (Use cases) จึงมีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมในการใช้งานยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติและพัฒนาให้เกิดประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่ดี โดยการทดลองการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ที่มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่ สภาพแวดล้อม และรูปแบบการใช้งานแบบต่างๆ เพื่อเป็นการพัฒนาระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (TRL) ให้พร้อมกับการใช้งานในประเทศไทย จากนั้นจึงนำร่องการใช้งาน เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลและเตรียมความพร้อมของระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องต่อไป โปรแกรมวิจัยกรณีใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ (Use cases) นี้มุ่งเน้นให้เกิดการวิจัยพัฒนา ดังนี้

##### (1) การพัฒนาระบบ UX/ UI/ HMI

ระบบ UX/ UI/ HMI เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ ที่สามารถทำให้ผู้ควบคุมผู้โดยสารหรือผู้ใช้งาน และบุคคลภายนอกสามารถสื่อสารกับยานยนต์สมัยใหม่ได้ แต่อย่างไรก็ดีระบบ UX/ UI/ HMI นอกจากการออกแบบในเชิงเทคนิคแล้ว ยังต้องคำนึงถึงรูปลักษณ์ความสวยงาม และพฤติกรรมของผู้ใช้งานด้วย

##### (2) กรณีใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิด

การใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิด สามารถเริ่มต้นได้รวดเร็วการใช้งานบนถนนสาธารณะ ดังนั้น การเริ่มต้นพัฒนารูปแบบการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิด จะช่วยให้ผู้พัฒนามีประสบการณ์ และเห็นถึงความเป็นไปได้ของการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่ ได้ดียิ่งขึ้น และอยู่บนพื้นฐานความเสี่ยงที่ต่ำ และต้นทุนที่ต่ำกว่าการทดสอบบนถนนสาธารณะ พื้นที่ปิดที่ได้รับความนิยมในการทดสอบการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่มีหลายรูปแบบ อาทิ มหาวิทยาลัย ท่าเรือ นิคมอุตสาหกรรม สวนสัตว์หรือสวนสนุก พื้นที่ที่อยู่อาศัยหรือหมู่บ้าน

### (3) กรณีใช้งานยานยนต์สมัยใหม่บนถนนสาธารณะ

ถึงแม้ว่าการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่บนพื้นที่สาธารณะจะมีความเสี่ยง และต้นทุน สูงกว่าทดสอบยานยนต์สมัยใหม่ใช้งานในพื้นที่ปิด แต่อย่างไรก็ดี การทดสอบยานยนต์สมัยใหม่บนถนนสาธารณะ จำเป็นต้องมีความรัดกุมในการออกแบบรูปแบบการทดสอบ และต้องมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการทดสอบที่ซับซ้อนกว่า การทดสอบยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิด ดังนั้น ถึงแม้ว่าการทดสอบยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิดจะยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จ แต่ผู้วิจัยสามารถนำความรู้ที่ได้ขณะทดสอบยานยนต์สมัยใหม่ในพื้นที่ปิด มาใช้สำหรับการออกแบบการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่บนถนนสาธารณะ และการเตรียมพร้อมสำหรับการทดสอบการใช้งานบนถนนสาธารณะได้

### เป้าหมายของโปรแกรมวิจัยกรณีใช้งานยานยนต์สมัยใหม่

	เป้าหมายระยะสั้น 1-3 ปี	เป้าหมายระยะกลาง 3-5 ปี	เป้าหมายระยะยาว 5 ปี ขึ้นไป
UX/ UI/ HMI	แบบ UX/ UI/ HMI ทั้งในเชิงเทคนิค รูปลักษณ์ และพฤติกรรมการใช้งาน	โมดูลระบบ UX/ UI/ HMI ต้นแบบ ประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และรูปลักษณ์ขณะใช้งาน	รูปแบบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบในเชิงพาณิชย์
Confined Area Application	ทดสอบการใช้งานในลักษณะ Scenario Based Test	ทดสอบการใช้งานในพื้นที่ปิดที่มีสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น	เปิดการใช้งานนำร่องในพื้นที่ปิด
Public Area Application	ออกแบบรูปแบบการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่บนถนนสาธารณะ ประกอบด้วยรูปแบบการใช้งาน สถานที่ใช้งาน รูปแบบข้อมูลที่ต้องเตรียม หรือจัดเก็บในระหว่างการทดสอบ	เตรียมพร้อมสำหรับการทดสอบการใช้งานบนถนนสาธารณะ อาทิ การใช้เก็บ Data Set การจัดทำแผนที่ HD Map การสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งาน	ทดสอบการใช้งานบนถนนสาธารณะ

## ภาคผนวก สรุปผลการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ

### สรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง “โอกาสและความท้าทายของ ววน. เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การเป็นศูนย์กลาง  
การผลิตเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของอาเซียนในปี 2025”

ภายใต้ “โครงการการจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)  
สาขายานยนต์สมัยใหม่”

วันที่ 25 สิงหาคม 2564 เวลา 8.30 – 12.00 น.

ผ่านทางระบบ VDO conference-Zoom Cloud Meeting

### 1. สรุปผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ

ในการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ มีผู้เข้าร่วม 119 คน ดังแสดงในตารางที่ 1 ประกอบด้วยผู้แทนจาก  
หน่วยภาครัฐ 26 คน หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ 8 คน หน่วยงานภาคเอกชน 50 คน และสถาบันศึกษา 35 คน โดย  
มีรายชื่อผู้เข้าร่วมตามหัวข้อที่ 6

#### ตารางที่ 1 สรุปจำนวนผู้เข้าร่วม

หน่วยภาครัฐ	26 คน
หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ	8 คน
หน่วยงานภาคเอกชน	50 คน
สถาบันศึกษา	35 คน
รวม	119 คน

### 2. การเสวนา “โอกาสและความท้าทายของ ววน. เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การเป็นศูนย์กลางการผลิตเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของอาเซียน”

ในช่วงการเสวนาได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากวิทยากรโดยมีประเด็นคำถามแลกเปลี่ยน  
ความคิดเห็นในการเสวนาประกอบไปด้วย

1. แนวทางการดำเนินการของบริษัท (การผลิตเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา ตลาดในประเทศไทยและ  
อาเซียน) เช่น แบตเตอรี่ และยานยนต์ไฟฟ้า
2. ความท้าทายด้านเทคโนโลยีในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองตลาดอาเซียน

3. กลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่การเป็นผู้นำใน ASEAN

โดยวิทยากรแต่ละท่านได้นำเสนอรายละเอียดดังนี้

**คุณชาญยุทธ ฉายาวัดนะ**

**บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)**

- พลังงานหมุนเวียนที่ EA ทำอยู่นั้นมีประเด็นเรื่องของความไม่สิ้นไหล ทั้งเรื่องของไฟฟ้าที่ได้จาก Solar cell หรือกังหันลม ซึ่งเมื่อจ่ายไฟเข้าสายส่งจะมีปัญหา จึงหาสิ่งที่จะมาช่วยในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้านั้นคือ ตัวแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ซึ่งเป็นธุรกิจที่ช่วยเติมเต็มพลังงานหมุนเวียน
- EA ได้ลงทุนกับบริษัท อมิตา เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ของไต้หวัน ซึ่งเป็นบริษัทผลิตแบตเตอรี่ Lithium-Ion ในปี 2016 และพัฒนาโครงการสร้างโรงแบตเตอรี่ในประเทศไทย ในปัจจุบันโรงงานได้เริ่มทดลองการผลิตแล้ว
- EA เน้นการวิจัยแบตเตอรี่เพื่อให้ตอบโจทย์ในหลายๆด้าน เช่น Higher Energy density & power อายุการใช้งานที่ยาวนาน ราคาต้นทุนต่ำ และความปลอดภัยในการใช้งาน
- AMITA มีการพัฒนา cell แบตเตอรี่ที่ตอบโจทย์เรื่องความจุ ความปลอดภัย อายุการใช้งาน และราคา
- เรื่องกระบวนการผลิต AMITA มีงานออกแบบที่สามารถออกแบบโรงงานได้ทั้งโรงงาน รวมทั้งโรงงานที่กำลังก่อสร้างในประเทศไทยด้วย
- EV หลายโครงการ ได้แก่ โครงการ EV charger station ต่อมาได้พัฒนาโครงการรถ EV ซึ่งกำลังอยู่ในช่วงทดสอบ โครงการ E-Ferry ที่กำลังทดสอบในแม่เจ้าพระยา โครงการ E-Bus และโครงการ ESS
- องค์ประกอบหลักของยานยนต์ไฟฟ้าจะเห็นได้ว่า เมื่อยานยนต์ไม่ต้องใช้เครื่องยนต์แล้ว โอกาสการพัฒนาและการผลิตในประเทศก็จะมีมากขึ้นทั้งเรื่องแบตเตอรี่ เรื่อง drive train เรือว. System Integration เรื่อง Safety และเรื่อง Power Grid Intetration

**คุณรศยา เขียววรรณ**

**บริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี จำกัด**

- GPSC มีปณิธานเรื่องแบตเตอรี่ว่า ต้องการมี battery plant 5-10 GWh ในปี 2030 มี 3 application ได้แก่ ESS (มีการลงทุนในประเทศอินเดีย) non-EV mobility (เน้นการลงทุนในประเทศไทย) และEV (มีการลงทุนในประเทศจีน)
- GPSC ได้รับมอบหมายจาก PTT ให้ดำเนินการเรื่องเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและตอบโจทย์อนาคต ซึ่ง GPSC เลือกลงทุนในเทคโนโลยี 24M ในปี 2013 และดูพัฒนาการมาเรื่อยๆจนตัดสินใจเริ่มทำ pitot scale หรือ pilot plant ที่ระยอง ขนาด 30 MWh
- 24 M มีการพัฒนา 2 แบบ ได้แก่ product development และprocess development

- partner ของบริษัทซึ่งเป็น Pre player ที่อยู่ในประเทศจีนสนใจเทคโนโลยี 24M จึงร่วมกันลงทุนทำ scale-up plant ที่เรียกว่า AXXIVA ที่ประเทศจีน ปัจจุบันอยู่ระหว่างการก่อสร้าง หลังจากนั้นจะทำ commercial scale ในประเทศไทยต่อไป
- GPSC ได้เปิด Semi-solid battery plant เมื่อเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมา ที่จังหวัดระยอง มี G-Cell Experience Center สำหรับผู้มาเยี่ยมชม และ Inspire คนรุ่นใหม่
- มีการร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ เช่น MTEC และ PTT ในการพัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยี 24M เช่น รถตุ๊กตุ๊กที่ใช้เซลล์ 24M รถ chery ที่ใช้แบตเตอรี่ของ 24M
- เมื่อรัฐบาลประกาศนโยบาย 30@30 กลุ่ม PTT พยายาม reach เป้าหมายของรัฐบาลที่จะทำให้ประเทศไทยเป็น EV community กลุ่ม PTT จึงพยายามลงไปเป็น player ด้านรถยนต์โดยการประกาศร่วมมือกับ falcon และจะสร้างโรงผลิต EV ในประเทศไทย ส่วน GPSC ก็ต้องเร่งสร้างโรงผลิตแบตเตอรี่เพื่อไป test ใน platform ของ EV เพื่อให้สามารถเติบโตไปได้ทั้ง chain

#### ดร.วิกรม อาสุยา

##### บริษัท เอดิสัน มอเตอร์ จำกัด

- เทคโนโลยี 4+1 ที่เอดิสันทำเพื่อตอบโจทย์ความท้าทายและปัญหาของมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า ได้แก่ 1) ทำระบบมอเตอร์ขึ้นมาเองชื่อว่า PANZER DRIVE เนื่องจากไม่สามารถหาชุดมอเตอร์ที่ตรงกับความต้องการได้ จุดขายของ PANZER คือ แข็งแกร่ง ทนทาน มีระบบระบายความร้อน สามารถลงน้ำได้ 2) ชุดแบตเตอรี่ ซึ่งร่วมมือกับ partner โดยการออกแบบชุด pack และ Module ออกแบบ layout ในการจัดวาง battery pack ออกแบบชุด BMS จุดเด่นอีกข้อหนึ่งคือ มีระบบระบายความร้อน 3) IOT Connectivity ได้แรงบันดาลใจจาก TESLA ออกแบบให้มอเตอร์ไซค์เป็น Smart มอเตอร์ไซค์ มีหลาย feature มีการเก็บข้อมูล 2 กลุ่ม คือ ข้อมูล behavior และข้อมูล censor 4) ออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนได้ ตอบโจทย์ด้าน business model โดยสามารถออกรุ่นใหม่ได้ เปลี่ยนแคสติไซค์ ไม่ต้องออกแบบทั้งคัน โดยใช้เวลาแค่ 6 เดือน 5) Swapping and charging station โดยเอดิสันร่วมมือกับบริษัท partner ที่สิงคโปร์
- เดือนพฤศจิกายน 2021 เอดิสัน จะเปิดตัวรถโมเดลใหม่ซึ่งทำร่วมกับ partner อีกหลายบริษัท

#### ดร.พิมพา ลิ้มทองกุล

##### สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA)

- ความท้าทายและโอกาส: Key skill set ในส่วนของการทำ cell raw materials คือ การทำ Mining&Exploration Engineering ในส่วนของการที่จะไปอยู่ใน value chain ของ electrode materials ต้องมี Inorganic Materials Science&Chem Engineering รวมถึง Organic Materials

Science&Chem Engineering ต้องมี Metallurgical Science and Engineering ต้องมี Production and industrial Engineer

- ความท้าทายและโอกาส: Key skill set ในส่วนของการทำ cell manufacturing ต้องมี Production and industrial Engineer
- ความท้าทายและโอกาส: Key skill set ในส่วนของการทำแบตเตอรี่ ต้องมี Electronic design&Engineering และProduct engineering ในการดีไซน์
- ความท้าทายและโอกาส: Key skill set ในส่วนของ Product ของ Vehicle ในการทำ EV ต้องมี automotive mechanical engineer กับ designer ที่เข้าใจ behavior ของผู้ใช้ และเรื่องของ structure ของ vehicle ที่จะต้องมี customer demand มี electrical engineer ต้องเข้ามาเพิ่มขึ้นในส่วนของการ control system มี computational system/Data software engineering ที่จะดูในส่วนของการใช้งานในโลกปัจจุบัน

#### ดร.เอกรัตน์ ไวยนิตย

##### สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

- RMT เน้นที่เรื่อง future mobility ซึ่งจะกล่าวถึง CAST ประกอบด้วย Connectivity Autonomous driving Shared mobility และ Electrification งานของ RMT คือต้องการนำ EV มาพัฒนาต่อยอดเป็น CAV
- RMT ทำงานภายใต้ 4 keywords ได้แก่ 1) เน้นสร้างเทคโนโลยีที่ไปส่งเสริม last-mile connectivity 2) มุ่งเน้นตลาดniche market 3) เน้นเทคโนโลยีที่ตอบสนองด้าน Mobility as a service 4) Technology localization
- การทำงานที่เกี่ยวข้อง future mobility เริ่มต้นขึ้นเมื่อปี 2019 โดยร่วมมือกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ และบริษัทSiriventuer พัฒนารถกอล์ฟขับเคลื่อนอัตโนมัติ ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ต่อมาได้รับทุนสนับสนุนจากบพข. มาพัฒนารถ Shuttle pod ขับขี่อัตโนมัติ บรรทุกผู้โดยสารได้ 15 คน ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับของหน่วยงานต่างๆ เช่น สวทช. จุฬาฯ และมีบริษัท พันธ์แอสเซมบลีย์ เป็นบริษัทเอกชนผู้ให้ทุนสนับสนุน
- งานวิจัยที่กำลังศึกษา คือ การพัฒนา EV platform หรือ E-skateboard platform และนำไปต่อยอดระบบควบคุมเพื่อสั่งการ เพื่อการขับขี่อัตโนมัติ
- โครงการพัฒนายานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติและการจัดการเดินรถระบบขนส่งมวลชนแบบอัตโนมัติสำหรับใช้งานในพื้นที่เมืองอัจฉริยะ (Smart City) สถานีกลางบางซื่อ เป็นการนำยานพาหนะไฟฟ้ามาทำให้เป็นยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ไปทดลองในพื้นที่สถานีกลางบางซื่อ
- การพัฒนา multi-purpose electric 3 wheel vehicle เพื่อประสบการณ์ใหม่ของลูกค้า

- การพัฒนา Zero-Turn EV Platform (Micro-mobility) เพื่อใช้ขนส่งในพื้นที่หมู่บ้านจัดสรร หรือโรงงานอุตสาหกรรม

#### ดร.นงศ์ ชลคุป

#### ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

- ในประเทศไทยคณะกรรมการนโยบายไฟฟ้าแห่งชาติ ได้มีการจัดตั้งเมื่อปี 2020 ซึ่งในคณะจะมีทั้งหน่วยงานราชการ ภาคสมาคมยานยนต์ไฟฟ้า สมาคม TESTA โดยได้มีการตั้งเป้าหมายส่วนของการที่จะการใช้และการผลิตในระยะสั้น ระยะยาว โดยยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยค่อนข้างมาเร็วกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้
- เป้าหมายของกระทรวงพลังงาน จัดเป็น ระยะเร่งด่วน ในระยะที่ 2 และ 3
- แผนที่นำทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่โดยจะมองไป 3 แบบ 1) Auto parts changing 2) Automotive Design 3) New player in supply chain โดยทางคณะวิจัยได้มีการจัดประชุมปฏิบัติและระดมสมองร่วมกับทั้งในภาครัฐและเอกชน ซึ่งค่อนข้างมีความเข้มแข็งในการให้ความร่วมมือ

### 3. กลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่การเป็นผู้นำใน ASEAN

สำหรับประเด็นกลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่การเป็นผู้นำใน ASEAN วิทยากรแต่ละท่านได้ให้มุมมองและความเห็นในการเสวนาดังนี้

#### คุณชาญยุทธ ฉายาวีฒนะ

#### บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)

- การทำให้ประเทศไทยให้เป็น Hub ด้านยานยนต์ไฟฟ้ามีความท้าทายมาก เมื่อรถยนต์ไม่มีเครื่องยนต์แล้ว โอกาสที่จะเปลี่ยนจากเครื่องยนต์มาเป็น motor drive มีมาก จุดนี้น่าจะเป็นจุดปฏิวัติอุตสาหกรรมอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีหลายเรื่องเข้ามาเสริม ทั้งเรื่อง software ในการออกแบบรถยนต์ที่จะช่วยให้การออกแบบเร็วขึ้น รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อที่จะทำให้ผลิตได้จำนวนมาก
- ในปัจจุบัน โรงแบตเตอรี่ลิเทียมทั่วโลกมี capacity อยู่ประมาณ 455 GWh แต่มีแนวโน้มจะขึ้นไปถึง 1,447 GWh ในปี 2025 demand ของ raw material จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งเป็นอีกหนึ่งความท้าทายของเทคโนโลยีการผลิตที่จะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถ recycle กลับมาได้ในสัดส่วนมากขึ้น และการลดการใช้สารวัตถุดิบต่างๆ เช่น Cobalt ที่มีราคาสูง เพราะฉะนั้นนวัตกรรมหนึ่งของแบตเตอรี่ที่กำลังพัฒนากันอยู่ คือ การลด Cobalt

- ความพร้อมของบุคลากร ด้าน R&D ด้านกระบวนการผลิตทั้งสายการผลิต ยังขาดคนอีกมาก

#### ดร.เอกรัตน์ ไวยน์นิตย์

##### สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

- ในอนาคต เรื่องของไฟฟ้าจะต้องพึ่งพา software engineering มากขึ้น ดังนั้นเราจะหาคนที่มาพัฒนา software พัฒนาอัลกอริทึม เพื่อจะคุมรถได้ดีได้อย่างไร
- การทำงานในอนาคตจะต้องทำงานร่วมกับคนหลากหลายสาขามากขึ้น ไม่ใช่เฉพาะเจาะจงที่สาขาใดสาขาหนึ่ง
- การทำงานจะต้องบูรณาการกับหน่วยงานอื่นมากขึ้น โดยเฉพาะหน่วยงานที่ดูแลด้านนโยบาย เช่น หน่วยงานภายใต้กระทรวงคมนาคม หน่วยงานภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรม ที่มีบทบาทในการนำงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์
- จะทำงานวิจัยอย่างไรเพื่อจะรองรับการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีในอนาคต เพราะการวิจัยจะใช้เวลาเป็นปี ดังนั้นต้องวางแผนร่วมกันและวางเป้าหมายในอนาคตให้ได้

#### คุณรศยา เจริญวรรณ

##### บริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี จำกัด

- ด้านเทคโนโลยี มีการพัฒนามากมาย ทำอย่างไรจึงจะจับเทคโนโลยีให้ได้เร็วที่สุดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ออกมาดีที่สุดสำหรับลูกค้า
- การพัฒนาบุคลากร บุคลากรยังไม่มีความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีใหม่ๆ ต้องสร้าง research center เพื่อสร้างบุคลากรขึ้นมา
- หากต้องการสร้างโรงแบตเตอรี่ในประเทศไทย ทำอย่างไรให้นำเข้า raw material ที่ใช้สำหรับแบตเตอรี่ แล้วสามารถแข่งขันกับการนำเข้าแบตเตอรี่ได้
- ทำอย่างไรให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิต EV ภาครัฐต้องสนับสนุนให้เกิดการผลิตในประเทศมากกว่าการนำเข้า

#### ดร.วิกรม อาสุยา

##### บริษัท เอดิสัน มอเตอร์ จำกัด

- ปัญหาแรกของ EV Start-up คือ ทุนในการพัฒนา และทำ R&D ประเทศไทยไม่มี database ของนักลงทุน ยังไม่มีนักลงทุนที่เข้าใจ nature ของ EV Start-up อย่างลึกซึ้ง

- ยังไม่มีการสนับสนุนของภาครัฐที่สนับสนุนเอกชนโดยตรง ยังไม่มีการสนับสนุนที่แยกออกจากการศึกษาอย่างชัดเจน
- มาตรฐาน EV ของไทยยังไม่ชัดเจน และซ้ำมาก ซึ่งเทียบกับสากล หากต้องการผลักดันเรื่อง EV จำเป็นที่ต้องคุยเรื่องฐานให้เร็วที่สุด เพื่อให้เอกชนทุกรายมีมาตรฐานชุดเดียวกันในการปฏิบัติตาม
- ทำอย่างไรให้เข้าถึง EV ง่ายและถูก ให้เหมาะสมพฤติกรรมของมนุษย์ เพื่อผลักดัน EV เช่น charging infrastructure การลดภาษี

#### ดร.พิมพา ลิมทองกุล

##### สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA)

- กระบวนการวิจัยและพัฒนาต้องมีการปรับเปลี่ยน การเข้าถึงเงินทุนและการใช้เงินทุนยังต้องมีการปรับปรุง
- การบวนการใช้เงินของภาครัฐ ต้องมี flexibility มากขึ้น เนื่องจากค่อนข้างยุ่งยากและเสียเวลา
- กระบวนการจัดการ IP ควรมีแบบแผนการดำเนินการที่ชัดเจน
- การให้คำแนะนำเรื่องคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา ควรมีหน่วยงานที่ให้ความช่วยเหลือดูแล

#### ดร.นงศ์ ชลคุป

##### ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

- การให้มูลค่าเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแทนเทคโนโลยีปกติ
- การร่วมมือกับ ASEAN ยังเป็นเรื่องที่ยาก ประเทศไทยได้เปรียบทางด้านโครงสร้างพื้นฐานการผลิตยานยนต์ที่เป็นน้ำมัน ทำอย่างไรจึงจะรักษาฐานการผลิตนี้ไว้ได้อย่างไร

#### 4. คำถามแลข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุม

Q: การทำ energy storage system ในประเทศไทย เพื่อป้อนพลังงานเข้า energy grid มีข้อจำกัดทางกฎหมาย หรือ ข้อที่ต้องคำนึงถึงอย่างไรบ้างเพื่อไม่ให้กระทบหรือส่งผลต่อการผลิตไฟฟ้าจากภาครัฐอยู่แล้ว และในปัจจุบันภาคเอกชนหรือประชาชนสามารถเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าและส่งเข้า grid ได้มากน้อยอย่างไรบ้าง

A: ยังไม่ชัดเจน ต้องรอเรื่องของการ regulation ที่จะเข้ามาตอบโจทย์เรื่องนี้

Q: ในแง่ของนโยบายการพัฒนาบุคลากรระดับปฏิบัติการ ต้องมีนโยบายการพัฒนาหรือให้ความรู้พนักงานอย่างไร เพราะเทคโนโลยีใหม่และบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะทางอาจจะมีจำนวนน้อย

A: พนักงานปฏิบัติการมีหลาย layer มีพนักงาน R&D ที่เก่งๆมาร่วมงานอยู่ด้วยจำนวนมาก ส่วนพนักงานปฏิบัติการส่วน engineer จะเป็นคนของ GPSC เอง บริษัทจะส่งไปเรียน และมีอีกกลุ่มหนึ่งที่ส่งไปเรียนรู้งานที่ประเทศจีน บริษัทพยายาม engage บุคลากรในธุรกิจที่ใกล้เคียง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะไม่ค่อยมีประสบการณ์มาก่อนเพราะเป็นเรื่องใหม่

Q: แนวโน้มการให้ทุนวิจัยกับภาครัฐหรือเอกชนทำงานวิจัยพื้นฐานวัสดุเพื่อด้านพลังงาน รวมแบตเตอรี่เป็นอย่างไรบ้างเมื่อเทียบกับงบประมาณพัฒนาอุตสาหกรรมในระดับกลางน้ำหรือปลายน้ำอื่นๆ

A: จากการเป็น reviewer มาคิดว่าการขอทุนไม่ได้ยากมากนัก หากมีไอเดียที่ดีแหล่งทุนก็พร้อมที่จะสนับสนุน เรื่องที่เป็นอุปสรรคคือกระบวนการการให้ทุน

Q: เป็นไปได้ไหมครับที่ทาง EA หรือทาง เอ็ดดิสันมอเตอร์ส์ จะเปิด EV academic เพื่อเสริมสร้างบุคลากรทางยานยนต์ไฟฟ้าและถือเป็นการสนับสนุนภาครัฐบาลอีกทางหนึ่ง

A: EA ถือเป็นเรื่องใหม่ในวงการ EV ใน EA group มีบริษัทที่ทำเรื่องวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า คือ Mine Mobility Research โดยที่ผ่านมามีการพัฒนาบุคลากรที่จะมาช่วยในการเดินเครื่องโรงงานแบตเตอรี่ ที่บริษัทได้ไปทำ MOU ไว้กับสถาบันต่างๆ อีกส่วนหนึ่ง คือ EV ที่บริษัทเริ่มเข้าไปร่วมกับสถาบันการศึกษา เช่น วิทยาลัยเทคนิค และมหาวิทยาลัย ในการพัฒนาหลักสูตรยานยนต์ไฟฟ้า แต่การจะเปิดเป็นสถาบันคาดว่าจะรออีกสักพักกว่า trend เป็นอย่างไร

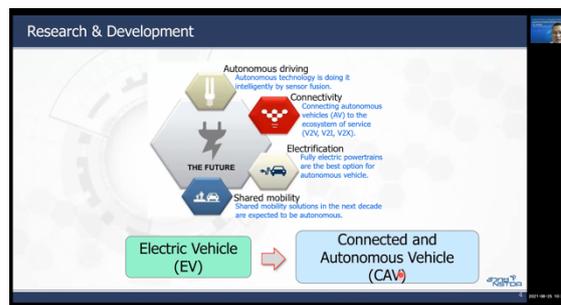
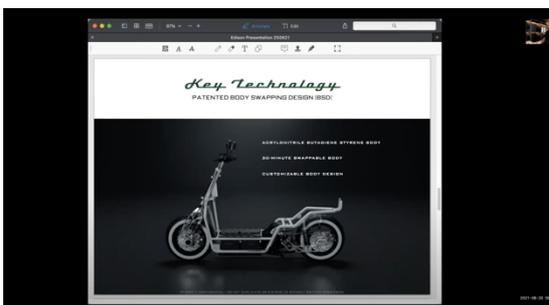
A: EDISON การเปิดเป็นสถาบันอาจจะมีอุปสรรคและต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้ล่าช้า ปัจจุบัน เอ็ดดิสัน ร่วมมือกับสถาบันการศึกษาต่างๆหลายที่ ซึ่งที่จุฬาฯ เกิดขึ้นแล้ว และอีกส่วนหนึ่งที่พยายามผลักดันให้เกิดขึ้นคือโครงการฝึกอบรมในการ upskill และ reskill สำหรับช่างที่ซ่อมรถยนต์น้ำมันให้สามารถซ่อมรถยนต์ไฟฟ้าได้

# โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”

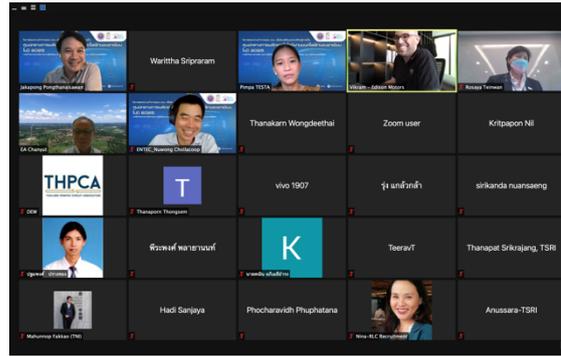
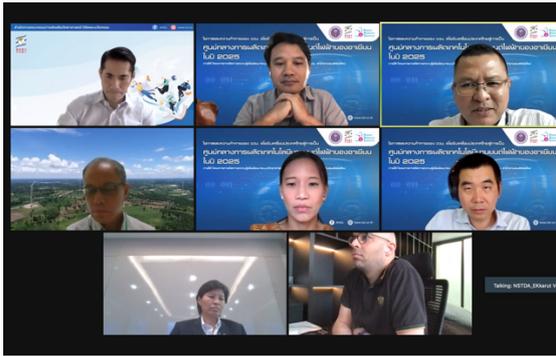
Q: ในเวลานี้มีหน่วยงานหรือองค์กรใดในประเทศไทยที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมกำลังนักวิจัย ภาครัฐและภาคเอกชนและคนที่ทำงานในด้านพลังงานทางเลือกเพื่อที่จะผนึกกำลังกันทำงานด้านนี้ต่อไปบ้างครับ?

A: มีหลายหน่วยงานที่ทำเรื่องพลังงานและเชื่อมโยงกัน แต่เรื่องที่สำคัญคือ database สำหรับทำงานวิจัย

## 5. ภาพการประชุม



โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
(ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”



## 6. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

### คณะทำงาน

1. ดร.จักรพงศ์ พงศ์ธโนศวรรย์ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผศ.ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงษ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ดร.กัญญภัทร ชื่นวงศ์ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายเสกฐฎุฒิ ลาภวิสุทธิศาโรจน์ สถาบันยานยนต์
5. นางสาววริษฐา ศรีพระราม สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### รายชื่อวิทยากร

1. คุณชาญยุทธ ฉายาวัฒน์ บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)
2. คุณรศยา เขียววรรณ บริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี จำกัด (มหาชน)
3. ดร.วิกรม อาสุยา บริษัท เอดีสัน มอเตอร์ จำกัด
4. ดร.พิมพ์ ลิ้มทองกุล สมาคมเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานไทย (TESTA)
5. ดร.เอกรัตน์ ไวย์นิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
6. ดร.นรงค์ ชลคุป ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ

### ผู้เข้าร่วมประชุม

#### หน่วยงานภาครัฐ

1. คุณอิสริย์ จิตรปฏิมา GIZ
2. คุณภาณุ มโนธรรม Government public affairs
3. คุณวัฒน์ชัย กสิบรัง กรมโรงงานอุตสาหกรรม
4. ดร.นพ.ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 5. คุณสุพิชชา โมณะตระกูล              | กระทรวงพาณิชย์   |
| 6. คุณทินกร หาญชนะ                    | เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EECI)                                   |
| 7. ดร.พิทักษ์ เหล่ารัตนกุล            | ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ   |
| 8. คุณนิวัฒน์ พันธุศิลปาคม            | สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์   |
| 9. คุณเฉลิมชัย จีระพันธุ์             | สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย                                |
| 10. คุณณัฐธัน สাত্রจันทพงษ์           | สภาอุตสาหกรรม จังหวัดชลบุรี  |
| 11. คุณปกครอง ชาญโลหะ                 | สภาอุตสาหกรรม จังหวัดระยอง   |
| 12. คุณธนภัทร ศรีกระจำง<br>(สกสว.)    | สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม                         |
| 13. คุณอนุสรรา ฤทธิวีชัย<br>(สกสว.)   | สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม                         |
| 14. คุณนุจรินทร์ กลิ่นหอม<br>(สกสว.)  | สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม                         |
| 15. รศ.ดร.พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์       | สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)                 |
| 16. ดร.เอก จินดาพล                    | สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)                 |
| 17. คุณนิมิต นิพัทธ์ธรรมกุล           | สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ   |
| 18. ดร.อดิสร เตื่อนตรานนท์            | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 19. คุณจตุวัฒน์ ราชเรืองระบิน         | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 20. คุณอุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ          | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 21. คุณวิภาวี ลิ้มสกุล                | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 22. ดร.รวีภัทร์ ผุดผ่อง               | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 23. คุณทินกร หาญชนะ                   | สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)                           |
| 24. ดร.ธนาкар วงษ์ดีไทย               | สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม<br>แห่งชาติ (สอวช.) |
| 25. คุณมัทธอน พฤทธิจักรชัย<br>(สอวช.) | สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ             |
| 26. คุณณัฐธัน สাত্রจันทพงษ์           | หอการค้า จังหวัดชลบุรี   |

หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 27. คุณพันธ์ศักดิ์ สายเสียง | การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค |
|-----------------------------|---------------------|

28. คุณรุ่ง แก้วกล้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
29. คุณคັນสนะ รัตนแสงสกุลไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
30. คุณศักดิ์ชัย รัชตะพงศ์ธร ปตท.
31. คุณคนธพร พุกษ์แก้วกาญจนา ปตท.
32. คุณภูธนา ดาวเรือง สมาคมแผ่นวงจรพิมพ์ไทย
33. คุณคณิน คิวเกษมสวัสดิ์ บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด
34. คุณชุมพล กิตติฐนิสพงษ์ SCG

#### หน่วยงานเอกชน

35. คุณChakrawur Raisaeng Amita Technology Thailand
36. คุณสรณ์ภูฏี สารสมบัติ B. I. Ag. Development Co., Ltd.
37. คุณพีธี ตันติเวสส BASF (Thai) Ltd.
38. คุณจิตติกาล ธีระเวชโรกุล BASF (Thai) Ltd.
39. คุณชัยญาธิดา อารีสงเคราะห์กุล Biznex Motor Co.,Ltd.
40. คุณWanchai Chutimavutikul Buhler Thailand
41. คุณศราวิชญ์ พานิช Business operation
42. คุณNapat Khomsiri Continental Automotive
43. คุณภณิตา อทินวงศ์ Continental Automotive
44. คุณSiampol Ramking Continental Automotive Bangkok
45. คุณKittisak Ngoengkokngam Delta Electronics (Thailand) PCL.
46. คุณพลิชฐ์ สายเพ็ชร Electron valley
47. คุณTananan Kanjanakuha Fommunity Co.,Ltd.
48. คุณรศยา เขียววรรณ GPSC
49. คุณภัทรวิทย์ แซ่อ่อง GPSC
50. คุณชรวินัย ผู้พัฒน์ GPSC
51. คุณTEE VIKITSRETH GPSC
52. คุณเจียรภัทร เลิศวัฒน์วิมล GPSC
53. คุณปาพจน์ บุขราคม GWM
54. คุณพวงผกา ภาระก้านตง HCOD
55. คุณเดชา สุบรรณศิริกุล HELMUT FISCHER (THAILAND) CO., LTD.
56. คุณสมิชนันท์ จันทร์คง HIOKI

57. คุณธัญญาชาติ เกียรติศักดิ์โสภณ Hitachi ABB
58. คุณพรพรชธร เล็กบุญญาสิน Innovation
59. คุณสุदारัตน์ คงมี Instron (Thailand) Limited
60. คุณTareerat Sapsrithong Jacob Jensen Design
61. คุณChaiyuth Lommetta Summit Electronic Components Co., Ltd.
62. คุณภัทรภณ จิตรภักดี เจร่า พาวเวอร์
63. คุณวิรัช โกมลเศรษฐ์ นักลงทุน
64. คุณชนะภัย จารุงษ์ บจก. เอ็มเอ เพาเวอร์ โซลูชั่น
65. คุณพีระพงศ์ พลายานนท์ บมจ. ยูเอซี โกลบอล
66. คุณกัลยาภรณ์ อึ้งสมรรถโกษา บริษัท Bosch Automotive (Thailand) จำกัด
67. คุณณัฐวรกานต์ ภารญัฐนันท์ บริษัท ซินเซียร์ เน็ตเวิร์ค จำกัด
68. คุณสุปรียา ชาติรุ่ง บริษัท ไทย-เอ็มซี จำกัด
69. คุณกิตติ อออุตสาหกิจ บริษัท ฮอนด้า เทรตติ้ง เอเชีย จำกัด
70. คุณสุภมิตร สุทธาโรจน์ บริษัทเอกชน
71. คุณเอกวัสส์ สิริบุญพาณิชย์ หจก.สาเกตเมคคาทรอนิกส์
72. คุณสุพจน์ สุขพิศาล บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด
73. คุณHadi Sanjaya TUV SUD (Thailand) Limited
74. คุณฐิติภัทร ดอกไม้เทศ สถาบันยานยนต์
75. ดร.รุจิโรจน์ ลีลารุจิ BCPG
76. คุณกฤติรัตน์ ตามสมบัติ Great Wall Motors Thailand
77. คุณกมล จิระธนะพรพงศ์ ธนาคารกสิกรไทย จำกัด
78. คุณPhookpat Virakul Keysight Technologies
79. คุณนรสิงห์ พุ่มแย้ม NPEV01ยานยนต์สมัยใหม่
80. คุณพินนิภา สุริยงค์ RLC Recruitment
81. คุณThammasorn Rungtiwakornkit Rockwell
82. คุณศุภยภพ วัฒนานนท์ SPF
83. คุณSathit Trawanichakul Thai Meiwa Trading
84. คุณสรรเพชญ ตั้งเสาวภาคย์ Nissan

#### สถาบันการศึกษา

85. คุณคณิน อภิเมธีอารัง มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 86. คุณนำพล มหายศนันท์          | มหาวิทยาลัยขอนแก่น                             |
| 87. คุณณัฐริกา เหล็กไม้         | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 88. คุณธัญรัตน์ คงคาเจริญกุล    | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 89. คุณธนภรณ์ ทองเสม            | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 90. ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒน์เมธา     | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 91. คุณณัฐชา วิริยะพงษ์         | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี          |
| 92. ดร.คณิต หาญตนศิริสกุล       | VISTEC   |
| 93. ผศ.ดร.ไชยพร หล่อทองคำ       | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร                     |
| 94. รศ.ดร.รัชชัย เตชัสอนันต์    | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                          |
| 95. ผศ.ดร.อุเทน สุปัติ          | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศรีราชา                 |
| 96. คุณปฐมพงศ์ ปรากฏทอง         | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร                     |
| 97. ดร.อนันต์ พงศ์ธรรกุลพานิช   | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก            |
| 98. คุณสะคราญ สีชมรังษี         | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร              |
| 99. ว่าที่ ร.อ.ปพน งามประเสริฐ  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร              |
| 100. คุณWattana Markam          | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา              |
| 101. คุณทวีป ศรีชาติ            | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 102. คุณกนต์ธร ธรรมกุล          | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 103. คุณพัชรวัฒน์ เจริญอมรกิจดี | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 104. ดร.วิวัฒน์ นวลสิงห์        | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 105. คุณน้ำฝน ทีโคกรวด          | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 106. คุณกนต์ธร ธรรมกุล          | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 107. ดร.ธีทัต ดลวิชัย           | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 108. ผศ.ดร.เศรษฐวิทย์ ภูฉายา    | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี                    |
| 109. คุณมาลินี แก้วปัญหา        | มหาวิทยาลัยนเรศวร                              |
| 110. คุณภัทรพงษ์ แต่งเนตร       | มหาวิทยาลัยนเรศวร                              |
| 111. ดร.พัชรินทร์ เขาวรัตน์     | มหาวิทยาลัยนเรศวร                              |
| 112. คุณวาทิ พิพิธธีรฤการ       | มหาวิทยาลัยบูรพา                               |
| 113. ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี | มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี                      |
| 114. ดร.สมฤกษ์ การวิวัฒน์       | มหาวิทยาลัยชินวัตร                             |
| 115. ดร.ไพศาล สุคติวัลย์        | สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น                     |
| 116. คุณภาณุวงศ์ แยม่นวล        | สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น                     |

117. ดร.มรรณพ พักขาว สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น  
118. คุณตะวัน ศรีรัมย์ สถาบันไทย-เยอรมัน  
119. คุณอนุพงศ์ สิงหะ สถาบันไทย-เยอรมัน

### สรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง “โอกาสและความท้าทายของ ววน. เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์  
อัจฉริยะ”

ภายใต้ “โครงการการจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)  
สาขายานยนต์สมัยใหม่”

วันที่ 8 กันยายน 2564 เวลา 13.00 – 16.30 น.

ผ่านทางระบบ VDO conference-Zoom Cloud Meeting

#### 1. สรุปผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ

ในการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ มีผู้เข้าร่วม 89 คน ดังแสดงในตารางที่ 1 ประกอบด้วยผู้แทนจากหน่วย  
ภาครัฐ 27 คน หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ 3 คน หน่วยงานภาคเอกชน 41 คน และสถาบันศึกษา 18 คน โดยมี  
รายชื่อผู้เข้าร่วมตามหัวข้อที่ 6

#### ตารางที่ 1 สรุปจำนวนผู้เข้าร่วม

หน่วยภาครัฐ	27 คน
หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ	3 คน
หน่วยงานภาคเอกชน	41 คน
สถาบันศึกษา	18 คน
รวม	89 คน

2. แนวทางการดำเนินการของบริษัท (การผลิตเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา ตลาดในประเทศไทย  
และอาเซียน) เช่น Sharing economy เทคโนโลยียานยนต์อัจฉริยะ โครงสร้างพื้นฐาน และความท้าทาย  
ด้านเทคโนโลยีในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองตลาดในอนาคต

**ดร.กฤษดา กฤตยาภิรม - กรรมการผู้จัดการ บริษัท เออร์เบิน โมบิลิตี้ จำกัด**

- สิ่งที่บริษัทสนใจ คือ การเดินทางระยะสั้น (On-demand microtransit) เป็นหลัก มีการเชื่อมต่อกับขนส่งมวลชน หรือการเดินทางในพื้นที่ของตัวเองในระยะทางสั้นๆ
- MUVMI คือ ridesharing service ในระยะทางสั้นๆ โดยเปิดให้บริการตั้งแต่ปี 2019 มีผู้ใช้บริการมากกว่า 1.3 ล้านเที่ยว รถ EV ที่ให้บริการมีมากกว่า 100 คัน ใน 6 พื้นที่
- จุดขายของ MUVMI คือ ราคาที่เข้าถึงได้ โดยการเรียกผ่าน application เริ่มต้นที่ 20 บาท ยานพาหนะที่ให้บริการเป็น EV 100%
- ด้านเทคโนโลยีที่บริษัททำมีอยู่ 2 ส่วน คือ 1. software (เน้น EV Fleet Management) สิ่งที่เป็น core คือ มีระบบที่สามารถ monitor ทุกอย่างได้ ทั้งผู้ใช้ และรถ ซึ่งจะรู้ว่าจะรถมีแบตเตอรี่เหลืออยู่เท่าไร มีอุณหภูมิเท่าไร แบบ real time รวมทั้งสามารถ monitor พฤติกรรมการใช้พลังงานของพนักงานขับรถได้ ซึ่งได้นำ data ทั้งหมดมาพัฒนาประสิทธิภาพของระบบ และ 2. hardware เน้นการเดินทางแบบ sharing ใช้ไฟฟ้า 100% มีการออกแบบให้นั่งได้หลายคน
- MUVMI วิ่งไปแล้วกว่า 2.5 ล้านกิโลเมตร เมื่อเทียบกับรถแท็กซี่ เท่ากับว่าได้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปแล้วมากกว่า 180 ตัน
- มี partner เช่น PANPUNEXT ที่ช่วยสนับสนุนด้านพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัย และบริษัทเอกชนต่างๆ
- ความท้าทายในการพัฒนาเทคโนโลยีของบริษัท คือ ทำบริษัทเริ่มพัฒนาสิ่งใหม่ๆ เป็นเจ้าแรกๆ สภาพแวดล้อมต่างๆยังไม่มีความพร้อม บริษัทริเริ่มโครงการรถไฟฟ้าสามล้อมาตั้งแต่ 3-4 ก่อน ได้มีการหารือกับทางขนส่ง พยายามทำความเข้าใจกันทั้ง 2 ฝ่าย ซึ่งคิดว่าเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลา และเป็นหน้าที่ส่วนหนึ่งของผู้ประกอบการที่จะทำให้ทุกคนเดินไปในทางเดียวกันด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ

4.

**คุณวริมน ปุรพาดิ - กรรมการผู้จัดการ บริษัท เจ็นเซฟ จำกัด**

- Gensurv เป็น Start-up สัญชาติไทย ทำหน้าที่เป็นผู้ออกแบบและผลิต robot และทำหน้าที่เป็น system integrator ก่อนหน้านี้บริษัทมีการวิจัยพัฒนา robot มาอย่างยาวนาน จนมองเห็นโอกาสทางด้านหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่มีความต้องการที่สูงมาก ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน เช่น สกสว. depa สถาบันไทย-เยอรมัน ฯลฯ
- ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่เป็น mobile robots คือ ฟลาย เอจีวี ซึ่งได้รับทุนวิจัยและพัฒนา ร่วมกับ สกสว. เป็นรถฟอร์คลิฟท์ไร้คนขับที่ใช้ในอุตสาหกรรมและคลังสินค้า นำทางด้วยระบบเลเซอร์โค้ด มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล มีโปรแกรม software การจัดการ AGV Fleet Management & Control ที่วางแผนการทำงานให้กับกลุ่ม AGV ที่วางและไถ่ที่สุด ประหยัดที่สุด

- มีการร่วมมือกับสวทช. ในการพัฒนารถกอล์ฟไร้คนขับ มีการพัฒนารถหุ่นยนต์ที่ใช้ขนส่งของในอาคาร เช่น ในโรงพยาบาล และในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น
- ความท้าทายในการพัฒนาเทคโนโลยีของบริษัท ได้แก่ reliability ความทนทาน Price: ROI ความเข้าใจของผู้ใช้ว่าเทคโนโลยีที่ใช้มีความเหมาะสมหรือจะทำให้ชีวิตดีขึ้นอย่างไร

#### รศ.ดร.สรวิศ นฤปิติ - นายกสมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย

- สมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทยมีบทบาทในการประสาน ส่งเสริมเทคโนโลยี โดยการพยายามนำทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะมาทำให้เกิดประโยชน์กับประเทศไทย
- เมื่อมีการวิจัยและพัฒนาทางสมาคมจะช่วยสนับสนุน นอกจากนี้สมาคมได้มีส่วนร่วมในระดับนโยบาย และแผนของประเทศ เช่น แผน ITS ของประเทศ แผน digital transport การทำระบบสื่อสาร 5G เป็นต้น
- C.A.S.E เป็นสิ่งที่มีความท้าทายของโลก มีความคิดเห็นตรงกันว่าเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนการเดินทางคือ IT และถ้าเกี่ยวข้องกับยานยนต์ คือ C.A.S.E นอกจากนี้ยังมีเรื่องเทคโนโลยีที่สนับสนุนผู้เดินทาง เช่น mobility assort service เป็นต้น ซึ่งจะเป็ trend ต่อไป หลายภาคส่วนจะมองว่าเป็นโอกาสในการสร้างธุรกิจ และโอกาสในการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้แก้ปัญหา
- ความท้าทายของไทยคือ ยังไม่มีความมั่นใจว่าทำได้ ความท้าทายด้านวิถีชีวิตการเดินทางที่เปลี่ยนไปเมื่อเทคโนโลยีได้เข้ามา

#### ผศ.ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงษ์ - ศูนย์วิจัยยานยนต์และระบบขนส่งอัจฉริยะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ในปี 2012-2016 ศูนย์วิจัยฯได้ focus ที่ driver behavior และ ADAS มีการทำวิจัยเป็น model in the loop
- ในปี 2016-2018 มีการเริ่มงานด้าน autonomous มีการพัฒนา ADAS และจัดการรถที่นำมาเป็นรถต้นแบบ โดยได้รถ ไฟฟ้า 1 ที่นั่ง จาก Toyota นำมาดัดแปลงให้ขับเคลื่อนด้วยสัญญาณไฟฟ้า และได้มีการร่วมกับมหาวิทยาลัยนาโงยาการอบรมสัมมนาเรื่อง automate vehicle และมีการสาธิตการใช้โปรแกรม autoware กับรถที่ทำการพัฒนา
- ในปี 2019 ได้ทำงานด้าน 5G Connected Car มีการร่วมกับบริษัทญี่ปุ่นพัฒนา autonomous อัลกอริทึมขึ้น โดยอาศัยการระบุตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียมนำร่อง มีการพัฒนา CU Toyota Ha:mo
- ในปี 2020 มีการพัฒนารถกอล์ฟร่วมกับสวทช. ให้สามารถควบคุมจากระยะไกลโดยการสื่อสารผ่าน 5G และพัฒนามาเป็น Autonomous Shuttle ที่ใช้ระบบ GNSS/3D LiDAR Localization และมีการพัฒนา CU Toyota Ha:mo โดยการเพิ่ม function ส่งของ-รับของ โดยใช้ application

- ใน phase ถัดไปจะเริ่มให้เป็น pilot ให้ใช้ในสถานการณ์จริงมากขึ้น pilot จุดที่ 1 คือ จุฬาฯ โดยการ  
ใช้ autonomous shuttle และ autonomous ส่งของซึ่งใช้ CU Toyota Ha:mo pilot จุดที่ 2  
ได้รับการสนับสนุนจากสทช. ในการทดสอบ autonomous และโครงข่าย 5G
- การนำเทคโนโลยีไปสู่การใช้งานจริงนั้นมีความท้าทายมาก เพราะมีความซับซ้อนและเชื่อมโยงกับ  
หลายศาสตร์ ทั้ง technology และ business
- 4 เสาหลักในการดูว่าประเทศมีความในการใช้ยานยนต์สมัยใหม่แล้วหรือยัง ได้แก่ 1. ด้านนโยบาย  
และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง 2. ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน 3. ด้านการพัฒนา  
เทคโนโลยีและนวัตกรรม และ 4. ด้านการยอมรับจากผู้บริโภค

#### คุณฐิติภัทร ดอกไม้เทศ - ผู้จัดการแผนกวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันยานยนต์

- สถาบันยานยนต์ มีหลักสูตรสำหรับฝึกอบรมให้กับบุคลากร เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องยานยนต์  
ไฟฟ้า หลักสูตรอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์สมัยใหม่จะเปิดในอนาคต
- สถาบันยานยนต์มีการทำ “ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของ  
ไทย” ในปี 2019 ซึ่งได้ร่วมมือกับสทช. และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเสนอวิสัยทัศน์  
ประเทศไทย 2030 ว่า “ประเทศไทยจะเป็นฐานการผลิตยานยนต์สมัยใหม่ ที่มีห่วงโซ่อุปทานที่มี  
มูลค่าเพิ่มสูง โดยการทำวิจัยและพัฒนา ควบคู่กับการเป็นฐานการผลิต” แผนงานที่เสนอแบ่งเป็น  
แผนงานเร่งด่วน แผนงานระยะสั้น และแผนงานระยะกลาง มีทั้งหมด 14 มาตรการย่อย แผนงาน  
เร่งด่วนได้เสนอไป ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่อง EV แผนงานระยะสั้นที่ได้เสนอไปจะเป็นเรื่องของ CAV ควร  
จะมีการทำแผนที่นำทาง จัดตั้ง R&D Consortiums เพื่อพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ต้นแบบ
- จากแนวคิดข้างต้นนำมาสู่ “โครงการจัดทำแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยสู่  
อุตสาหกรรมยานยนต์อัตโนมัติ” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานเศรษฐกิจ  
อุตสาหกรรม ในปัจจุบันอยู่ระหว่างการดำเนินการ โดยความร่วมมือกับหลายหน่วยงาน ได้แก่ สมาคม  
ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย ศูนย์วิจัยยานยนต์และระบบขนส่งอัจฉริยะ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สทช. และกรมวิทยาศาสตร์บริการ  
กิจกรรมหลัก คือ 1. จัดทำกรอบนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมฯ 2. จัดตั้งภาคีเครือข่ายธุรกิจและ  
พัฒนาผู้ประกอบการ
- ความท้าทายด้านเทคโนโลยี คือ ที่ผ่านมามีประเทศไทยเป็นฐานการผลิตโดยการรับจ้างผลิตจากบริษัท  
ต่างชาติ ซึ่งจะมีกรอบที่กำหนดไว้ให้ เมื่อถึงจุดที่อุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลง ผู้ประกอบการ  
อาจจะต้องมีการปรับตัว ซึ่งจะมีแค่ผู้ประกอบการบางส่วนที่สามารถทำได้

### 3. กลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์อัจฉริยะ

**ดร.กฤษดา กฤตยาภิรม - กรรมการผู้จัดการ บริษัท เออร์เบิน โมบิลิตี้ จำกัด**

- จุดอ่อนด้านกฎระเบียบของภาครัฐในการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี
- ทำอย่างไรให้ภาคเอกชนและสถาบันการศึกษาทำงานร่วมกันได้

**คุณวรัณน ปุรพาติ - กรรมการผู้จัดการ บริษัท เจ็นเซฟ จำกัด**

- ภาครัฐต้องเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิด use case เมื่อมีตัวอย่างก็จะเกิดความเชื่อมั่น
- ภาครัฐควรมีกลไกทดสอบมาตรฐาน

**รศ.ดร.สรวิศ นฤปิติ - นายกสมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย**

- ยานยนต์อัจฉริยะเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหลายฝ่าย ทำอย่างไรให้ทุกฝ่ายสามารถประสานกันได้

**ผศ.ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงษ์ - ศูนย์วิจัยยานยนต์และระบบขนส่งอัจฉริยะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

- ภาครัฐยังไม่มีความรู้เรื่อง Autonomous ทำให้เกิดความยากในการขอทุนวิจัย
- ประเทศไทยยังไม่มี roadmap ยานยนต์สมัยใหม่ที่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถรู้เป้าหมายว่าต้องพัฒนาอะไร

**คุณฐิติภัทร ดอกไม้เทศ - ผู้จัดการแผนกวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันยานยนต์**

- การวิจัยและพัฒนาให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ต้องใช้เวลาหลายปีและใช้เงินทุนจำนวนมาก ซึ่งรูปแบบการให้ทุนจากภาครัฐยังไม่ส่งเสริมให้การวิจัยและพัฒนาเกิดขึ้นได้สมบูรณ์

### 4. Q&A / แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

**ดร.เอก จินดาพล ผู้อำนวยการกลุ่มภารกิจการพัฒนา ววน.**

- การที่จะไปถึงยานยนต์อัจฉริยะได้นั้น ต้องมี Infrastructure ที่พร้อม ต้องมีการพัฒนามาตรฐานต่างๆ กฎระเบียบการให้ทุนจากภาครัฐเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างหนึ่ง
- การพัฒนาคน

- การไม่มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่ไม่สามารถผลักดันให้ประเทศเป็นผู้นำในระดับภูมิภาคได้
- ควรจะต้องรับลงทุนเรื่องการพัฒนาคน เนื่องจากต้องใช้เวลาช้านาน
- ควรมีแผนในอนาคต เพื่อที่จะสามารถตั้งเป้าหมายของการพัฒนาคนได้

คุณPariphat Buranasin บริษัท เกวินน์ คอนซัลติ้ง จำกัด

- Strategic position ของประเทศไทยไม่ชัดเจน และยังไม่มีความหน่วยงานใดที่ทำการวิจัยหรือชี้ประเด็นให้ชัดเจน
- ทิศทาง R&D ของประเทศไทยไม่ชัดเจน
- จุดอ่อนที่ไม่สามารถปรับตัวได้ คือ ภาครัฐไม่ช่วยแบ่งภาระความเสี่ยงของภาคเอกชนในช่วงตอนต้นของการพัฒนา

คุณวรภาน ลิขิตเดชาศักดิ์ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

- ควรแบ่งงานให้เป็น modular เพื่อจะได้เห็นภาพชัดมากขึ้น
- ควรมี infrastructure เรื่อง connected policy และ power policy

ดร.ภาสรี เล้ากิจเจริญ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

- ในอนาคตรัฐบาลจะสนับสนุนให้ใช้รูปแบบไร้คนขับ การพัฒนา software / application เป็นเรื่องที่สำคัญและมีประโยชน์มากต่อหลายๆอุตสาหกรรม เช่นอุตสาหกรรมกรรมการท่องเที่ยว

Q: สอบถาม MUVMI ในระบบ sharing ในสถานการณ์ COVID-19 ที่จะเปลี่ยนใช้ชีวิตแบบ Sharing นั้นทางบริษัทมีการรับมืออย่างไร และมี Technology ใดที่เข้ามาช่วย Comply ทั้งทางกฎระเบียบ และ Traceability ในกรณีมีผู้ติดเชื้อเข้าใช้งาน

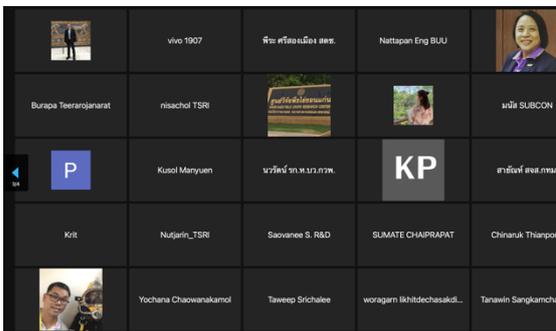
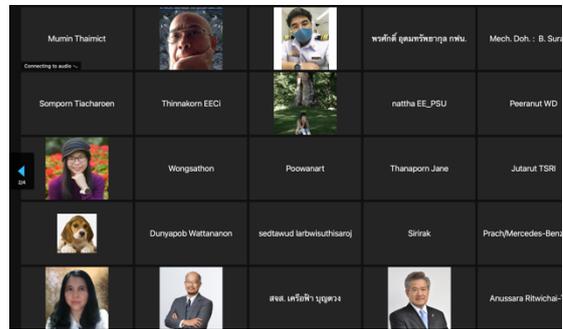
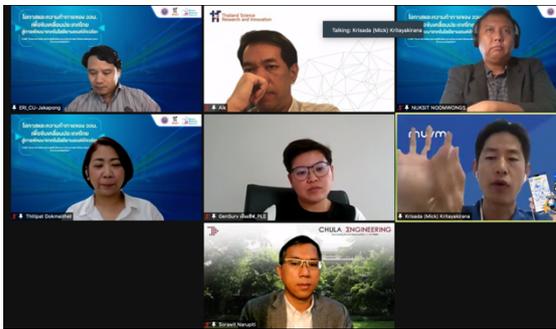
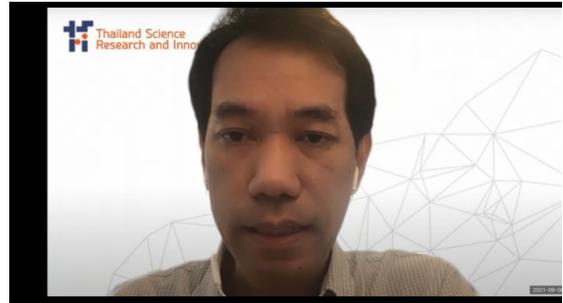
A: ช่วง COVID-19 โหมตการเดินทางของบริษัทน่าจะเหมาะสมมากที่สุด เพราะมันรถที่เปิดโล่ง ทำแผนกกันระหว่างผู้โดยสารและพนักงานขับรถ เรื่อง track and trace หากพนักงานขับรถติด COVID-19 จะมีการแจ้งไปยังลูกค้า

Q: เนื่องจากสมาชิกของทางสมาคมส่วนใหญ่เป็น SME รับจ้างผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ICE เป็นหลัก ศักยภาพมีส่วนร่วมในช่วงวิจัยเริ่มต้นยังต่ำ หากแต่เมื่อเข้าสู่ช่วง Commercialize แล้วนั้น ทางสมาชิกจะสามารถเข้าเป็นส่วนร่วมเพื่อกระจายงานสู่ SME ได้ด้วยวิธีใดบ้าง

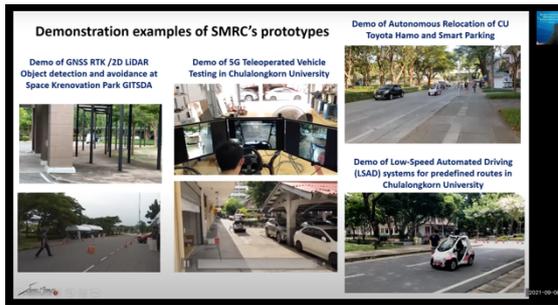
# โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”

A: SME มีทรัพยากรด้านคน เทคโนโลยี และทุนน้อย ต้องมีช่วยเหลือจากภาครัฐหรือเอกชนที่มีกำลังสูงกว่า เช่น เรื่องการสร้างเครือข่าย SME ควรมี mindset และตั้ง policy ให้ชัดเจน สิ่งที่สามารถทำได้ คือ การสนับสนุนด้าน facility infrastructure และสร้างเครือข่ายนักวิจัยให้ตอบโจทย์กับกลุ่มนี้

## 5. ภาพการประชุม



โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”



6. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

คณะทำงาน

6. ดร.จักรพงษ์ พงศ์ไฉนสุวรรณ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. ผศ.ดร.นภสิทธิ์ นุ่มวงษ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. ดร.กัญญภัทร ชื่นวงศ์ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. นายเสกฐฎุฒิ ลาภวิสุทธิสารโรจน์ สถาบันยานยนต์
10. นางสาววิรัชฐา ศรีพระราม สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อวิทยากร

1. ดร.กฤษดา กฤตยาภิรม กรรมการผู้จัดการ บริษัท เออร์เบิน โมบิลิตี้ จำกัด
2. คุณวรัณ ปุรพาติ กรรมการผู้จัดการ บริษัท เงินเชิฟ จำกัด
3. รศ.ดร.สรวิศ นฤปิติ นายกสมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย
4. ผศ.ดร.นภสิทธิ์ นุ่มวงษ์ ศูนย์วิจัยยานยนต์และระบบขนส่งอัจฉริยะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. คุณฐิติภัทร ดอกไม้เทศ ผู้จัดการแผนกวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันยานยนต์

ผู้เข้าร่วมประชุม

หน่วยงานภาครัฐ

1. คุณเสกสรร แสงดาว กรมควบคุมมลพิษ
2. คุณจักรพงษ์ แก้วกล้า กรมทางหลวง
3. คุณนายสุรชิต บุญทน กรมทางหลวง
4. คุณณัฐพัทธ์ วงศ์ผั่น กรมทางหลวงชนบท
5. คุณภู นิลปักษ์ กรมทางหลวงชนบท

รายงานฉบับสมบูรณ์

6. ดร.นพ.ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
7. คุณกนิษฐ์ ตะปะสา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
8. ดร.กรธรรม สติรกุล กรมวิทยาศาสตร์บริการ
9. ดร.ปาชาณ กุลวานิช กรมวิทยาศาสตร์บริการ
10. คุณกมลวรรณ พรหมพิทักษ์ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
11. คุณชญุตม์ กลุ่มระนง การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
12. คุณเทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
13. คุณปิยภัค มหาโพธิ์ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
14. คุณเสาวณี ศรีสุวรรณ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
15. คุณชญุตม์ กลุ่มระนง การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
16. คุณนงศ์ ชลคุป ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
17. ดร.ภาสรี เล้ากิจเจริญ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
18. คุณมงคล ทิพย์รอด ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
19. คุณเฉลิมชัย จีระพันธุ์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
20. คุณศุภรัตน์ ศิริสุวรรณางกูร สภาอุตสาหกรรม
21. คุณเครือฟ้า บุญดวง สำนักงานจรรยาและขนส่ง
22. คุณศิริรักษ์ กุณธิรนนท์ สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
23. คุณพีระ ศรีสองเมือง สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
24. คุณมุมนิ มณวิจิตร สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.)
25. ดร.จุฑารัตน์ ชาวไร่เงิน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
26. คุณอนุสรรา ฤทธิวิชัย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
27. คุณทินกร หาญชนะ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
28. ดร.ศุภกร สิทธิไชย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล

#### หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ

29. คุณพรศักดิ์ อุดมทรัพย์ากุล การไฟฟ้านครหลวง
30. คุณธนวินท์ แสงขำเจริญ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
31. คุณชุมพล กิตติฐานิสพงษ์ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด

#### หน่วยงานเอกชน

32. นางสาวพวงผกา ภาระก้านตงHCOD

33. ดร.ณรงค์ศักดิ์ รัตนสุวรรณชาติ Key Account Management ASEAN
34. คุณNatchanit Chotpandecha Key Account Management ASEAN
35. คุณสรารัฐ รุ่งแจ้ง KPF
36. คุณดุลยภพ วัฒนานนท์ SPF
37. Dr.Krisada K UMT
38. คุณสิริลักษณ์ ภูมิรัตน์ Valeo Siemens eAutomotive Germany
39. รศ.ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์ บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
40. คุณPariphat Buranasin บริษัท เกวินน์ คอนซัลติ้ง จำกัด
41. คุณพิรณัฐ วิทยาโกมล บริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี จำกัด (มหาชน)
42. คุณสยามพล hrá กิ่ง บริษัท คอนติเนนทอล ออโตโมทีฟ แบงคอก จำกัด
43. Dr.Phookpat Virakul บริษัท คีย์ไซท์ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด
44. คุณเกียรติศักดิ์ ศชายุทธ์ บริษัท เจนิทรอน เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
45. ดร.ยศศิริ อาริยะกุล บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด
46. คุณอัษฎายุทธ รุธิรโก บริษัท ชาร์จ ดี จำกัด
47. คุณปกรณ์ สวณศรี บริษัท ชาร์จ ดี จำกัด
48. คุณภาณุ มโนธรรม บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
49. คุณกิตติ สุขุตมตันติ บริษัท ไตรีคชั่น แพลน
50. คุณJim Chen บริษัท ไทยเว็ททรอนอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
51. คุณจรรย์วดี บุบผา บริษัท โนวา กรีน เพาเวอร์ ซิสเต็ม จำกัด
52. ดร.สิริกานดา นवलแสง บริษัท เบต้า เอ็นเนอร์ยี โซลูชั่น จำกัด
53. คุณTalhapol Luphaiboon บริษัท เมตริก วิศวกรที่ปรึกษาและสถาปนิก จำกัด
54. คุณปรัชญ์ แจ่มแจ้ง บริษัท เมอร์เซเดส-เบนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
55. คุณธนาพร อติรักษ์สถิตกุล บริษัท แม็คนิก้า ไฮเทค (ประเทศไทย) จำกัด
56. คุณกุศล มั่นยืน บริษัท โยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด
57. คุณกฤศ โภษานันตชัย บริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
58. คุณกัลยภรณ์ อั้งสมรรถโกษา บริษัท โรเบิร์ต บ็อบ (ประเทศไทย) จำกัด
59. คุณพิรณัฐ พุฒตาล บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ ประเทศไทย จำกัด
60. คุณบุรพา ธีระโรจนารัตน์ บริษัท สมบูรณ์ แอ็ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
61. คุณพัชรินทร์ โพธิ์ศิริสุข บริษัท สามมิตร สมาร์ท โมบิลิตี้ จำกัด
62. คุณวรกาน ลิขิตศาสตร์ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
63. คุณอชฌา เจียง บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

64. คุณขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์ บริษัทคอนซัลแทนท์ออฟเทคโนโลยี จำกัด
65. คุณประพิณ อภินรเศรษฐ์ สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย
66. คุณคุณทิตพงศ์ พงษ์เกตราตรีสมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
67. คุณภูธนา ดาวเรือง สมาคมแผ่นวงจรพิมพ์ไทย
68. คุณมนัส ศรีวานิชภูมิ สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
69. คุณปยุตนาสา ม่วงเขย สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
70. คุณวรารกร กติกาวงศ์ สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
71. คุณสมภพ เกลียวสัมพันธ์ สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย

#### สถาบันการศึกษา

72. คุณธิดารัตน์ ธนาคำ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
73. ดร.ภูวนาถ ปรมหาจน มหาวิทยาลัทยเกษตรศาสตร์
74. คุณลาภิศา เนื่องรอด มหาวิทยาลัทยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
75. คุณชนกฤต อรุณชัย มหาวิทยาลัทยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
76. ผศ.ดร.เศรษฐวิทย์ ภูฉายา มหาวิทยาลัทยเทคโนโลยีสุรนารี
77. คุณกนต์ธร ธรรมกุล มหาวิทยาลัทยเทคโนโลยีสุรนารี
78. คุณณัฐพันธ์ ถนอมสตัย มหาวิทยาลัทยบูรพา
79. ผศ.อนุวัตร ประเสริฐสิทธิ์ มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
80. รศ.ดร.ณัฐา จินดาเพ็ชร มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
81. ผศ.ดร.วชรินทร์ แก้วอภิชัย มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
82. รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
83. รศ.ดร.เจริญยุต เดชวายุกุล มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
84. ดร.สุรียา จิรสถิตสิน มหาวิทยาลัทยสงขลานครินทร์
85. พ.ท.ดร.ต้องการ แก้วเฉลิมทอง โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
86. ดร.สมพร เตียเจริญ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม
87. คุณปกรณ์ การุณวงษ์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
88. คุณตะวัน ศรีรัมย์ สถาบันไทย-เยอรมัน
89. คุณวรเชษฐ์ แสงอรุณ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

สรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ  
เรื่อง “การพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรมยานยนต์  
สมัยใหม่”  
ภายใต้โครงการ “การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)  
สาขายานยนต์สมัยใหม่”  
วันพุธที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2564 เวลา 13:00 – 16:30 น.  
ผ่านระบบ VDO conference-Zoom Cloud Meeting

1. สรุปผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ

ในการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ มีผู้เข้าร่วม 78 คน ดังแสดงในตารางที่ 1 ประกอบด้วยผู้แทนจากหน่วย  
ภาครัฐ 11 คน หน่วยงานภาคเอกชน 48 คน และสถาบันศึกษา 19 คน โดยมีรายชื่อผู้เข้าร่วมตามหัวข้อที่ 6

ตารางที่ 1 สรุปจำนวนผู้เข้าร่วม

หน่วยภาครัฐ	11 คน
หน่วยงานภาคเอกชน	48 คน
สถาบันศึกษา	19 คน
รวม	78 คน

2. ผลการศึกษาเบื้องต้น เรื่อง การพัฒนาทรัพยากรบุคคลเพื่อการเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์  
สมัยใหม่

คุณฐิติภัทร ดอกไม้เทศ

ผู้จัดการแผนกวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันยานยนต์

- แนวโน้มเทคโนโลยียานยนต์โลก ได้แก่ 1) Electric Vehicle 2) Shared Mobility Service 3) Connected Vehicle และ 4) Autonomous Vehicle
- ความท้าทายด้านทรัพยากรมนุษย์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย ได้แก่ 1) globalization 2) SDG 3) environmentally friendly concern 4) economic slowdown 5) pandemic และ 6) digitl technology disruption
- ความรู้และทักษะสำหรับยานยนต์สมัยใหม่ที่จะเกิดขึ้นใหม่ สามารถแบ่งได้ 9 กลุ่ม ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับยานยนต์สมัยใหม่ นำไปสู่ทักษะ operation การทดสอบต่างๆ 2) ความรู้ด้านไฟฟ้า 3) ความรู้ด้านวัสดุศาสตร์ 4) Advance digital technology 5) Data Science 6) computer

software 7) การผลิตแบบมีเครื่องจักรอัตโนมัติทั้งหมด 8) Fleet management และ 9) ความรู้ใน  
หลายๆวิทยาการ

- อาชีพที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอุตสาหกรรมนี้ แบ่งได้เป็น 7 องค์กรความรู้ ได้แก่ 1) Advanced Engineering (กลุ่มการทำ R&D) 2) CASE technology เช่น วิศวกรแบตเตอรี่ 3) Automotive Programming (โปรแกรมเมอร์) 4) Data Science 5) AI 6) Advanced Manufacturing เช่น ผู้ประกอบชิ้นส่วน ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และ 7) Vehicle End-of-life (จัดการซากรถ)

### 3.1 เสวนา เรื่อง “ความต้องการแรงงานในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่” (ภาคเอกชน)

Q1: สถานการณ์ปัจจุบัน หาคณยากง่ายอย่างไร ทั้งปริมาณและคุณภาพ

Q2: แผนงานในอนาคต ต้องการคนแบบไหน (จากสถานศึกษา) ทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งในเรื่อง R&D  
ผลิต ซ่อมบำรุง

Q3: บริษัทมีแนวทางพัฒนาคนอย่างไร ทั้งปัจจุบันและอนาคต

ดร.วิกรม อาสุยา

กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอตีสัน มอเตอร์ จำกัด

- บุคลากรที่บริษัทเปิดรับ คือ วิศวกร 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม vehicle engineer และกลุ่ม electrical engineer ส่วนที่มองหาเป็นพิเศษ คือ 1) Advanced Manufacturing ที่มีความรู้ความเข้าใจในด้าน 3D printing, Advanced Analysis, Sencor tecnologies และ Internet of Things 2) บุคลากรที่สามารถเข้าใจ Digitalization of value chain (Digital for Experience, Digital for Analysis และ Digital for Safety & Maintainance) 3) Frontier Research บุคลากรที่เข้าใจทิศทางของอุตสาหกรรม การที่กำลังดำเนินไป (ICE Vehicles > Electric Vehicles > Automated Vehivles > New Materials) 4) บุคลากรที่เข้าใจการทำงานแบบ Globalization ทันโลก มีมุมมองที่ diversify และ 5) บุคลากรที่คำนึงถึง Circular Economy
- Skill ที่บริษัทมองหาโดยเรียงตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ 1) Engineering and Technology 2) design - ต้องดึงดูดความสนใจ 3) Mathematics - คนที่คิดเร็วทำเร็ว 4) Physics 5) English language 6) Mechanical 7) Production and Processing 8) Administration and Management 9) Computers and Electronocs และ 10) Customers and Personal Service
- Soft skill และ mindset ที่บริษัทมองหา ได้แก่ 1) Flexible and agile - สามารถพัฒนาตัวเองได้ตลอดเวลาและพร้อมที่จะปรับตัวเข้าหาทีม 2) Digital-minded – พร้อมที่จะใช้ digital tool ในการทำงาน 3) ถึงแม้จะเป็นเด็กจบใหม่แต่ต้องมีประสบการณ์ทำงานมาแล้วบ้าง 4) พูดภาษาอังกฤษได้ 5)

live long learner – ต้องเป็นคนที่เรียนรู้ทักษะใหม่ๆตลอดเวลา 6) คนที่ไม่ได้มองว่าการเงินเป็นสิ่งสำคัญที่สุด 7) ชยัน 8) ทำงานเข้ากับผู้อื่นได้ 9) สามารถทำงานแบบ remote working ได้ และ 10) diversify worker

### คุณครรชิต ไชยสุโพธิ์

รองประธานกิจการองค์กรและรัฐกิจสัมพันธ์ บริษัท เกรท วอลล์ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

- ปัจจุบัน บริษัทมีบุคลากร 1,100 คน และมีแผนที่จะเพิ่มบุคลากรในส่วนต่างๆ เช่น ส่วน R&D ส่วน marketing และส่วน production
- บริษัทมีระบบพัฒนาบุคลากรทุกระดับ ได้แก่ 1) New staff training - Freshman plan สำหรับบุคลากรใหม่ โดยฝึกความรู้และทักษะพื้นฐานให้เข้ากับบริษัท 2) Cultivation of new strength – Core staff plan สำหรับ Excellent employee โดยการพัฒนา professional knowledge การสร้าง teamwork 3) Training of core personel and jinior managers – Crucial plan โดยการเรียนรู้เรื่อง management business problem และ improve professional and management capacities และ 4) Senior management training – Leadership plan สำหรับ middle และ senior management talents

## 5. คุณกัลยภรณ์ อึ้งสมรรถโกษา

ผู้จัดการอาวุโสรัฐกิจสัมพันธ์ บริษัท โรเบิร์ต บ็อบ ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

- ในปัจจุบัน ปัญหาที่บริษัทพบ คือ shortage talent เด็กที่จบมาใหม่ส่วนใหญ่ไม่ชอบการทำงานในโรงงาน มักจะไปทำบริษัท start-up เนื่องจากคล่องตัวและมีอิสระในการทำงานมากกว่า จึงเป็นโจทย์สำหรับฝ่าย HR ว่าทำอย่างไรให้คนรุ่นใหม่มองว่าทำงานในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จะมีอนาคต
- การพัฒนาบุคลากรของบริษัทใช้หลักการ Mission to Move คือ พนักงานต้องรู้ว่าต้องปรับตัวสู่การเปลี่ยนผ่านด้านเทคโนโลยี
- บริษัทต้องการบุคลากรจากสถาบันการศึกษาที่มีการศึกษาที่เทียบเท่ากับต่างประเทศ (International Benchmark) การศึกษาที่จบมานั้นต้องมีการทำ workshop เพื่อจะได้ foster ความคิดเห็นของเด็กหรือพนักงาน บริษัทต้องการพนักงานที่ independent working เนื่องจากการทำงานชิ้นส่วนเป็นงานที่ multi-part ต้องสามารถแสดงความคิดเห็นเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ ต้องมี critical thinking และต้อง focus ที่ software skills

- แนวทางในการพัฒนาบุคลากร บริษัทต้องการพนักงานที่มี 1) Entrepreneurial Mindset 2) Leadership Competence 3) Interpersonal Competence และ 4) Professional Competence

### 3.2 เสวนา เรื่อง “ความต้องการแรงงานในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่” (ภาคการศึกษา)

Q1: ปัจจุบันภาคการศึกษากำลังทำอะไรอยู่บ้าง

Q2: ปัญหา อุปสรรค ข้อจำกัด ที่ไม่สามารถทำให้ตอบโจทย์อุตสาหกรรม ที่จะไปยานยนต์สมัยใหม่ ได้

รศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและระบบการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- สมรรถนะหลักของผู้จบการศึกษาด้านยานยนต์สมัยใหม่ ได้แก่ 1) ผู้เรียนสามารถทำงานได้อย่างอิงกับมาตรฐานด้านยานยนต์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2) ผู้เรียนสามารถถอดประกอบและติดตั้งอุปกรณ์หลักที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าได้ 3) ผู้เรียนสามารถทดสอบการทำงานของระบบและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบยานยนต์ไฟฟ้าได้ 4) ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบยานยนต์ไฟฟ้าและระบบประจุไฟฟ้าเบื้องต้นได้ และ 5) ผู้เรียนสามารถออกแบบและติดตั้งระบบอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้
- ประเด็นท้าทาย ได้แก่ 1) แนวโน้มการเติบโตของ EV จะกระตุ้นให้เกิดความต้องการกำลังคนเฉพาะทาง (Transdisciplinary) เมื่อใด 2) เป้าหมายหลักของการพัฒนากำลังคนอยู่ที่ใด 3) การถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างจริงจังจะเกิดขึ้นได้อย่างไร และ 4) ปัจจัยการสร้างความพร้อมของการพัฒนากำลังคน
- สิ่งที่ต้องดำเนินการเร่งด่วน ได้แก่ 1) การกำหนด Master trainer และพัฒนาความสามารถผ่านกลไกการให้ประสบการณ์จริง 2) การพัฒนา New skill ให้แรงงานกลุ่มเฉพาะทาง (In-service manpower preparation) และ 3) การพัฒนาระบบ WiL ด้าน EV ที่เข้มข้นและจริงจัง (Pre-service manpower preparation)

ดร.ศุภชัย หลักคำ

อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

- ในปัจจุบัน สิ่งที่ภาคการศึกษาทำ ได้แก่ 1) การสอน 2) การวิจัย 3) การบริการวิชาการ และ 4) ศิลปะวัฒนธรรม

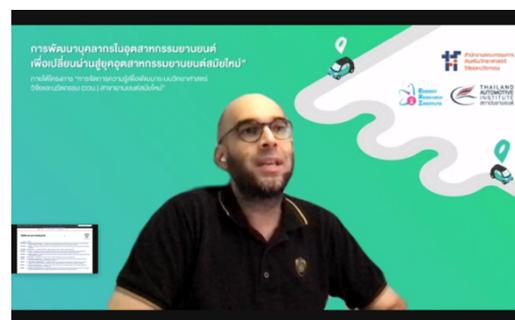
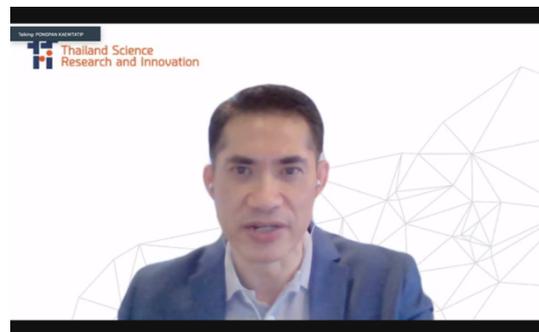
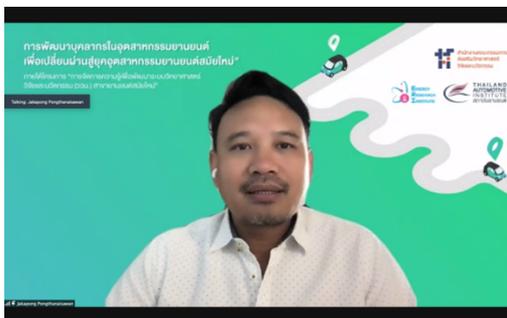
## โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”

- ปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดที่ไม่สามารถตอบโจทย์อุตสาหกรรมได้ ได้แก่ 1) การไม่มีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นของตนเอง 2) อิทธิพลของมาตรฐานสากล และ 3) ค่านิยมของคนในชาติด้านวัตถุ

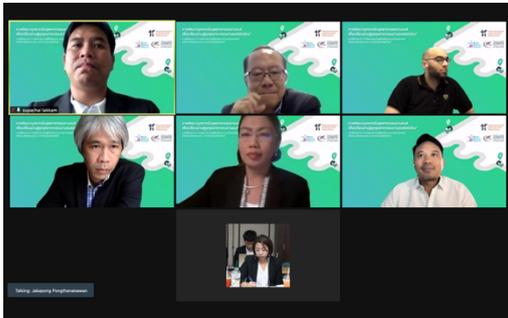
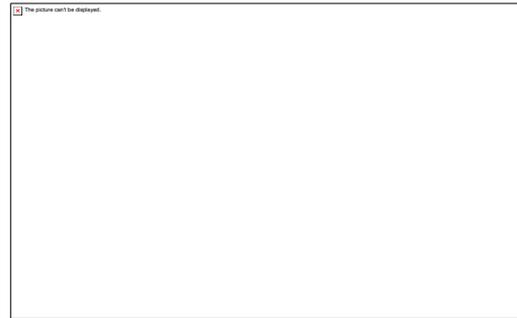
### 4. Q&A / แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

- การวิจัยไม่ได้ถูกนำมาใช้งานได้จริง แต่ยังมีมุ่งเน้นเป็นวิชาการเพื่อใช้ทางด้านการศึกษา เพื่อเป็นคุณวุฒิ ควรจะเป็นการวิจัยเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม
- รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีการเปลี่ยนแปลง
- เราสามารถส่งเสริมผู้ประกอบการในประเทศให้สามารถผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไร ข้อเสนอแนะคือ ด้านภาษี
- การสร้างความรู้ความเข้าใจด้านยานยนต์สมัยใหม่ให้แก่กลุ่มสหภาพแรงงาน (ลูกจ้าง) ควบคู่ไปด้วยจะมีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรม

### 5. ภาพการประชุม



โครงการ “การจัดการความรู้และบูรณาการประเด็นเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
(ววน.) ด้านยานยนต์สมัยใหม่”



6. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

คณะทำงาน

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 11. ดร.จักรพงศ์ พงศ์ไฉนสุวรรณย์    | สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 12. ผศ.ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงษ์       | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  |
| 13. ดร.กัญญภัทร ชื่นวงศ์           | สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 14. นายเสฏฐวุฒิ ลาภวิสุทธิสารโรจน์ | สถาบันยานยนต์                            |
| 15. น.ส.วิรัชฐา ศรีพระราม          | สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

วิทยากร

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. ดร.วิกรม อาสุยา      | บริษัท เอติสัน มอเตอร์ จำกัด                                |
| 2. นายครรชิต ไชยสุโพธิ์ | บริษัท เกรท วอลล์ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด |

3. นางกัลยาภรณ์ อึ้งสมรรถโกษา บริษัท โรเบิร์ต บ็อกซ์ ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด
4. รศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ดร.ศุภชัย หลักคำ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### ผู้เข้าร่วมประชุม

#### หน่วยงานภาครัฐ

1. นายสุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์ กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
2. น.ส.รังสิมา ศรสวัสดิ์ ธนาคารแห่งประเทศไทย
3. ดร.กิตติ ปัญญารัตน์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
4. น.ส.นุจรินทร์ กลิ่นหอม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
5. น.ส.อนุสรรา ฤทธิวิชัย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
6. นายอุษิณ วิโรจน์เตชะ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
7. ดร.ธนาคาร วงษ์ดีไทย สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ
8. น.ส.นัยนา เปลี่ยนผัน สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ
9. นายพีระ เชาวน์เฉลิมพงศ์ สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ
10. นายศุภวัฒน์ โชคสวัสดิ์ไพศาล สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ
11. นายณัฐชนน พิชัย หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

#### หน่วยงานเอกชน

12. นายสิทธิ ลิมปนวงศ์แสน บริษัท เกรท วอลล์ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
13. นายปริพัตร บุณณสิน บริษัท เกวินน์ คอนซัลติ้ง จำกัด
14. นายผูกพัทธ์ วีรกุล บริษัท คีย์ไซท์ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด
15. นายไชยวัฒน์ เพชรโลหะกุล บริษัท ตั้งเซี่ยะปิงโลหะกิจ จำกัด
16. นายธราธิป เสนีวงศ์ ณ อยุธยา บริษัท เทรคอน จำกัด
17. นายอดิศักดิ์ มั่นคง บริษัท ไทย - นีฮอนซิลส์ จำกัด

#### รายงานฉบับสมบูรณ์

18. นายภาวีน แสงคำชู บริษัท ไทย นิปปอน เซอิกิ จำกัด
19. ดร.ฉัตรแก้ว ฮาตระกูล บริษัท ไทยซัมมิท โอโตโมทีฟ จำกัด
20. น.ส.ศรัณญา ปิตินรเศรษฐ์ บริษัท ไทยรุ่งยูเนี่ยนคาร์ จำกัด (มหาชน)
21. Mr. Jim Chen บริษัท ไทยเว็ททรอนอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
22. นายกัรพงษ์ กิรติจินดา บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด
23. Ms.Prapaporn Thephinlup บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
24. Mr.Surapol Kokoed บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
25. นายโอภาส นพพรพิทักษ์ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
26. นายสมโภชน์ อาหุนี บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)
27. นายชยุตม์ ศรีเพียร บริษัท เพาเวอร์อัฟ (ประเทศไทย) จำกัด
28. นายพงษ์ศิกรณ์ นพนาศิพงษ์ บริษัท เมอร์เซเดส-เบนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
29. นายกฤศ โภษานันตชัย บริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
30. นายกิตติพล วิชญวิเชียร บริษัท ศิริวัฒนา พลาสติก (1989) จำกัด
31. นายเสรี เนตรหัสสัย บริษัท สมบูรณ์ แอ็ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
32. ดร.อโณทัย เหมะเจาะ บริษัท สมบูรณ์ แอ็ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
33. นาง พัชรินทร์ เจริญเขต บริษัท สมบูรณ์แอ็ดวานซ์เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
34. นายจตุพร หอยสังข์ บริษัท สามมิตรมอเตอร์ส์แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด (มหาชน)
35. นายพีระศักดิ์ โสสกุล บริษัท เสรีวัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด
36. นายวรกาน ลิขิตชาศักดิ์ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
37. Mr. Nicole Wu บริษัท อีวีโลโม เทคโนโลยีส์ จำกัด
38. นายมานะ พบคูทอง บริษัท เอเชีย้อโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด
39. นาง เกยุวัลย์ อุษณกรกุล บริษัท เอ็น.เอช.เค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด
40. นายณัฐพล ธิวงษา บริษัท เอสพีซีจี จำกัด (มหาชน)
41. นาง ยุวบุษ ทองดี บริษัท เฮลตี้ เอจจิ้ง โปรดักส์ จำกัด
42. นายณัฐ วินิจธรรมกุล สถาบันยานยนต์
43. นายทศนัศว์ มงคลเกียรติชัย สถาบันยานยนต์
44. นายนราธร ไปบน สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
45. น.ส.วรรณคณิต นินทะวงษ์ สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
46. นายสุพจน์ สุขพิศาล สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย

47. นายอริยะ ทวนทอง สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
48. Mr. Phutana Daoruang สมาคมแผ่นวงจรพิมพ์ไทย
49. นายเกียรติศักดิ์ จิระขจรวงศ์ สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
50. น.ส.ปทุมณาสา ม่วงเขย สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
51. นายมนัส ศรีวานิชภูมิ สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย
52. Mr.Thanawat Koomsin
53. Ms.Vitita Boonsangsom
54. นายกิตติ ลีลาวัฒนานันท์
55. นายนะที อยู่วิเชียร
56. น.ส.ยุวรินทร์ สุนทรสารทูล
57. น.ส.ศิริพร พงศ์อัจฉริย์
58. นายสถิตพงศ์ พิษณุพันธ์
59. นายวีรพงษ์ จินวงศ์

#### สถาบันการศึกษา

60. น.ส.ยุวลักษณ์ เศรษฐบุณยสร้าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
61. นายอุเทน สุปัดติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
62. นายศราวุธ ป้องหา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
63. รศ.ดร.สุรศักดิ์ สุรนันทชัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
64. นายประเสริฐ หาซานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
65. นายปณณธร ศลิษฏ์ธนะวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
66. ดร.วินัย จันทรเพ็ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
67. ว่าที่ร้อยโทณัฐกิตติ์ ฤทธิ์ทอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
68. นายพลรัตน์ บุญมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
69. นายพีรภัทร โอวาทชัยพงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
70. อ.ดร.จารุพงษ์ บรรเทา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
71. ผศ.ดร.ธงชัย คล้ายคลึง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
72. นายพัชรวัฒน์ เจริญอมรกิจดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
73. ดร.ฝนทิพย์ จินันทุยา มหาวิทยาลัยพะเยา
74. รศ.ดร.ธนิต เฉลิมยานนท์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
75. ผศ.ดร.มนตรี เลื่องชวนนท์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

76. น.ส.สุธิดา หมาดโต๊ะซ๊ะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
77. นายสาริกพงศ์ ชีตตะสังคะ โรงเรียนปัญญาประทีป  
78. นายวัฒนา โรจน์บุญถึง วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี

### สรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง “โครงสร้างพื้นฐานและกฎระเบียบเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”  
ภายใต้โครงการ “การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาระบบวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)  
สาขายานยนต์สมัยใหม่”

วันที่ 24 พฤศจิกายน 2564 เวลา 13.00 – 16.30 น.

ผ่านทางระบบ VDO conference-Zoom Cloud Meeting

#### 1. สรุปผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ

ในการประชุมเชิงปฏิบัติการฯ มีผู้เข้าร่วม 59 คน ดังแสดงในตารางที่ 1 ประกอบด้วยผู้แทนจากหน่วย  
ภาครัฐ 15 คน หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ 2 คน หน่วยงานภาคเอกชน 25 คน สถาบันศึกษาและองค์กรอิสระ 9  
คน และไม่ทราบหน่วยงาน 8 คน โดยมีรายชื่อผู้เข้าร่วมตามหัวข้อที่ 6

#### ตารางที่ 1 สรุปจำนวนผู้เข้าร่วม

หน่วยภาครัฐ	15 คน
หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ	2 คน
หน่วยงานภาคเอกชน	25 คน
สถาบันศึกษาและองค์กรอิสระ	9 คน
ไม่ทราบหน่วยงาน	8 คน
รวม	59 คน

#### 2. การเสวนา “โครงสร้างพื้นฐานและกฎระเบียบเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่”

Q1: การดำเนินการของหน่วยงานด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัยและพัฒนาและการทำงาน  
ยานยนต์สมัยใหม่

Q2: ความท้าทายด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (และกฎระเบียบ) เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์  
สมัยใหม่ในอนาคต

**ดร.ปาชาณ กุลวานิช - งานนวัตกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ**

- การดำเนินงานของหน่วยงานจะอยู่ในส่วนของการรับรองระบบงาน การตรวจสอบและรับรอง และการกำกับดูแลตลาด
- Target products ได้แก่ EV (whole vehicle), Motor & Battery system, Low speed AV, AV SAE level 3-4 และ ADAS system
- Ambitious project ของหน่วยงาน คือ การสร้างสนามทดสอบ CAV proving ground สิ่งที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ 1) ADAS EURO NCAP 2021-2023 directive 2) UNECE R13, R79, R10 (PTEC) 3) ZOOX, WAYMO method และ 4) ISO ทางด้าน low speed autonomous driving
- ความท้าทายด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (และกฎระเบียบ) เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในอนาคต ได้แก่ 1) ตลาด VS infra 2) ความเข้าใจในเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ และ 3) การปรับใช้งานตามบริบทของสังคม/วัฒนธรรม

**ดร.ภาสกร ประถมบุตร - สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล**

- การดำเนินการของหน่วยงานจะอยู่ในด้านของ Smart city ซึ่งมีเป้าหมาย คือ 1) ความพึงพอใจต่อขนส่งสาธารณะหรือระบบขนส่งจราจรที่สะดวก มากกว่าหรือเท่ากับ 60% และ 2) ผู้เสียชีวิตจากการเดินทางบนถนน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 คน ต่อ ประชากร 1 แสนคน (หรือลดลง 50% ต่อปี)
- Key success of CAV
  - o Legal/Regulatory - sandbox
  - o Strategy/Policy - gov incentive, testing facility
  - o Data: privacy, security, open, big data
  - o Standardization
  - o Supported Digital and Physical Infrastructure - dedicated lane
  - o Align with smart city goals (environment, mobility, energy)
  - o Supplement other modes (walk, bike, public transport)

**ผศ.ดร.วิทยากร อัครวิเศษ - คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

- การดำเนินการของหน่วยงานจะอยู่ในด้านของ Autonomous and Connected Vehicles at the 5G Network Edge

**ดร.โกเมน พิบูลย์โรจน์ - บริษัท ที-เน็ต จำกัด**

- การดำเนินการของหน่วยงานจะอยู่ในด้านของการพัฒนา data security และ cyber security เพื่อตอบรับกับเทคโนโลยีที่กำลังจะเข้ามาในอนาคต

Q1: กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาและการทำงานของยานยนต์สมัยใหม่

Q2: ความท้าทายด้านการพัฒนากฎระเบียบเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในอนาคต

#### ดร.ปิติ เอี่ยมจำรูญลาภ - คณะนิติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ภาพรวมของกฎหมายจะครอบคลุมเรื่องของการของยานยนต์สมัยใหม่ในด้าน 1) คุณสมบัติและการใช้งานยานยนต์ 2) การควบคุมการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติ 3) ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์และข้อมูลส่วนบุคคล และ 4) ความรับผิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานยานยนต์
- การใช้อำนาจรัฐเพื่อควบคุมให้ยานยนต์ที่นำมาใช้นั้นมีความปลอดภัย
  - การขอตระเบียนรถยนต์ที่ใช้ในการขนส่งจะต้องมีส่วนควบและมีเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถครบถ้วนถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ลักษณะ ขนาด หรือกำลังของเครื่องยนต์และของรถ ส่วนควบ และอุปกรณ์อื่นๆ (เช่น)
  - กำลังของเครื่องยนต์ (กรณีของยานยนต์ไฟฟ้าพิจารณาตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. 2563)
  - ความแข็งแรงของตัวถัง
  - แตรสัญญาณ
  - กระงกกันลมหน้าและส่วนประกอบของตัวถังรถ
- กฎหมายควบคุมการใช้งานยานยนต์ (ให้มีความปลอดภัย)
  - หากยานยนต์อัตโนมัติอาจไม่สามารถนำไปจดทะเบียนเพื่อใช้งานได้เนื่องจากมีข้อจำกัดในมีข้อจำกัดในการทดสอบและรับรองสภาพเพื่อใช้งานซึ่งเป็นเงื่อนไขในคุณสมบัติอันเป็นสาระสำคัญในการจดทะเบียนรถ
  - เมื่อยานยนต์อัตโนมัติยังไม่ถูกรับรองโดยกฎหมายว่ามีสภาพและคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำออกใช้งานบนถนนสาธารณะจึงไม่สามารถใช้งานบนถนนสาธารณะได้
- ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ - ความท้าทาย
  - ยานยนต์อัตโนมัติอาศัยระบบปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ในการทำงาน กล่าวคือ อาศัยเทคนิคในการทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (machine-

learning techniques) เพื่อทำการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และโอนข้อมูลเพื่อให้การตัดสินใจ  
ต่างๆ ซึ่ง รถยนต์โดยปกติต้องทำเพื่อการขับเคลื่อน

- อย่างไรก็ตาม ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศดังกล่าวอาจตกอยู่ในภาวะที่เสี่ยงต่อการถูกโจมตี  
ทางด้านไซเบอร์เช่นเดียวกับระบบสารสนเทศอื่นๆ
- พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์พ.ศ.2562
  - หน่วยงานของรัฐ หน่วยงานควบคุมหรือกำกับดูแล (ซึ่งรวมถึงหน่วยงานเอกชน) และ  
หน่วยงานโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ มีหน้าที่ป้องกัน รับมือ และลดความเสี่ยง  
จากภัยคุกคามทางไซเบอร์ ตามประมวลแนวทางปฏิบัติและกรอบมาตรฐานด้านการรักษา  
ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ของแต่ละหน่วยงาน และจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตาม  
ประมวลแนวทางปฏิบัติและกรอบมาตรฐานด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
  - "การรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์" เอาไว้ว่า มาตรการหรือการดำเนินการที่กำหนดขึ้น  
เพื่อป้องกัน รับมือ และลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ทั้งจากภายในและภายนอก  
ประเทศอันกระทบต่อความมั่นคงของรัฐ ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ความมั่นคงทางทหาร  
และความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ
- พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลพ.ศ.2562
  - ผู้ให้บริการซึ่งมีอำนาจในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเก็บรวบรวม ใช้หรือเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับ  
ข้อเท็จจริงระบุถึงพฤติกรรมการใช้งานยานยนต์อัตโนมัติของบุคคลธรรมดา จะมีสถานะเป็นผู้  
ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคลตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562
  - ในฐานะผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ให้บริการมีหน้าที่ตามกฎหมายในการแจ้งรายละเอียด  
การประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคล อาศัยฐานทางกฎหมาย (lawful basis) ที่เหมาะสมในการ  
ประมวลผลข้อมูล
  - รักษาความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล
  - ลบทำลายข้อมูลส่วนบุคคลที่หมดความจำเป็นในการประมวลผลอีก
- ความรับผิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานยานยนต์
  - พระราชบัญญัติความรับผิดต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย พ.ศ. 2551
  - 6. "ผู้ประกอบการทุกคนต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อผู้เสียหายในความเสียหายที่เกิดจากสินค้าที่ไม่  
ปลอดภัย และสินค้านั้นได้มีการขายให้แก่ผู้บริโภคแล้ว ไม่ว่าความเสียหายนั้นจะเกิดจากการ  
กระทำโดยจงใจหรือประมาทเลินเล่อของผู้ประกอบการหรือไม่ก็ตาม"
  - ความรับผิดทางแพ่งตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์  
โดยทั่วไปแล้ว การที่บุคคลคนหนึ่งก่อความเสียหายให้กับบุคคลอื่น บุคคลผู้ก่อความ  
เสียหายนั้นย่อมมีหน้าที่ต้องชดเชยค่าเสียหายแก่บุคคลที่ได้รับความเสียหาย ฐานทางความรับผิด

ผิดทางแพ่งดังกล่าวได้แก่ความรับผิดชอบตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์และ  
ความรับผิดในความเสียหายอันเกิดจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย

Q3: กลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (และกฎระเบียบ) ของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่  
การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์อัจฉริยะ

**ดร.ปาชาณ กุลวานิช - งานนวัตกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ**

- ภาคประชาชน
  - o นำเสนอความต้องการ เสนอรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสม
  - o ให้ข้อมูลด้านการใช้งานเทคโนโลยีแก่ ผู้ประกอบการ/ภาครัฐ
- ผู้ประกอบการ
  - o สร้างตลาด/ธุรกิจ
  - o (สร้างเทคโนโลยี)
  - o (นำเสนอ/นำเข้าเทคโนโลยี)
- ภาครัฐ
  - o สร้างนโยบายสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี (Sandbox, Smart City)
  - o เตรียมโครงสร้างพื้นฐาน (NQI, คลื่นความถี่, งานโยธา)
  - o สร้าง กฎ ระเบียบ เพื่อความเรียบร้อยและเพื่อความปลอดภัยของสังคม
- Academic (ภาคการศึกษา)
  - o ศึกษาและให้คำแนะนำด้าน เทคโนโลยี
  - o ศึกษาและให้คำแนะนำด้านกฎ ระเบียบ

**ดร.ภาสกร ประถมบุตร - สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล**

- ต้องมีแผนแม่บทและ roadmap
- ต้องมีงบประมาณสำหรับพัฒนาบุคลากรในด้านนี้

**ผศ.ดร.วิทย์กร อัครวิเศษ - คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

- ต้องมีบุคลากรที่จะเข้ามาพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้

**ดร.โกเมน พิบูลย์โรจน์ - บริษัท ที-เน็ต จำกัด**

- ระบบความปลอดภัยต้องมีการทดสอบและได้รับการยืนยัน

**ดร.ปิติ เอี่ยมจำรูญลาภ - คณะนิติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

- กฎหมายควรมีบทบาทในการสร้างความชัดเจน ควรสร้างความยืดหยุ่น และลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางกฎระเบียบ

**4. Q&A**

Q: Machine learning/AI ของประเทศไทยมีการพัฒนาหรือไม่

A: ในประเทศไทยมีการพัฒนาค่อนข้างมาก เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีการพัฒนา face recognition / national language แต่สำหรับยานยนต์อัตโนมัติยังไม่ได้ทดลองใช้จริง ในทางทฤษฎีไม่มีปัญหา แต่ในทางปฏิบัติยังต้องทำการทดสอบอย่างแท้จริง

A: มหาวิทยาลัยหลายแห่งได้มีการพัฒนา Machine learning แต่ยังไม่ได้ focus ที่ autonomous มากนัก

Q: ประเด็นความรับผิดทางกฎหมาย ถ้าในปัจจุบันผู้รับผิดชอบยังเป็นคนที่อยู่หลังพวงมาลัยอยู่ จะเป็นไปได้หรือไม่ที่จะทำให้คนไม่จำเป็นต้องใช้ยานยนต์อัตโนมัติใน level สูงก็ได้ ซึ่งจะทำให้สุดท้ายแล้วอุตสาหกรรมนี้ จะไม่ได้รับความนิยม ในทางกลับกัน หากผู้รับผิดชอบเป็นผู้ประกอบการ ผู้ประกอบการก็จะไม่ปล่อยผลิตภัณฑ์ จนกว่าจะมั่นใจ 100% ซึ่งสุดท้ายแล้วไม่ว่าทางใดก็ไม่สามารถทำให้อุตสาหกรรมอัตโนมัติระดับสูงเกิดขึ้นได้

A: ในต่างประเทศกฎหมายแบ่งให้ผู้ที่ครอบครองรถเป็นผู้รับผิดชอบ (รถก่อให้เกิดความเสียหาย) อีกอย่างหนึ่งคือความรับผิดในคนผลิตรถ (ตัวรถก่อให้เกิดอันตราย) ผู้รับผิดชอบคงเป็นทั้ง 2 กรณี แต่จะมีเรื่องของการประกันภัยเข้ามามีส่วนถ้าหากต้องการใช้รถ

Q: ภายใต้อกฎหมายไทยในปัจจุบันได้ discuss ในเรื่องของ hand free หรือไม่ / ประเด็นด้านกฎหมายควรทำไปพร้อมกับ innovative

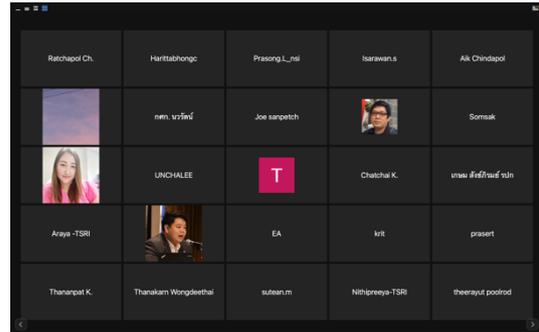
A: ความคิดเห็นส่วนตัวคือ ยังไม่มีการ debate เรื่อง hand free เหมือนในยุโรป ในทางกฎหมายการควบคุมรถยังเป็นการที่ผู้ขับเอามือไม่จับพวงมาลัยอยู่

**แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น**

- ค่าयरถญี่ปุ่นมีการทำ R&D ในประเทศไทย แต่เนื่องจากมีถนนประมาณ 20-30% ที่ยังมีปัญหา ซึ่งยังไม่สามารถรับประกันความปลอดภัยได้ 100% จึงยังไม่ให้ใช้ในประเทศไทย

### 5. ภาพการประชุม





## 6. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

### คณะทำงาน

16. ดร.จักรพงษ์ พงศ์ไฉนสุวรรณ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
17. ผศ.ดร.นภัสสิทธิ์ นุ่มวงษ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
18. ดร.กัญณภัทร ชื่นวงค์ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
19. นายเสถียรวุฒิ ลาภวิสุทธิสารโจน์ สถาบันยานยนต์
20. นางสาววริษฐา ศรีพระราม สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### รายชื่อวิทยากร

6. ดร.ปาชาณ กุลวานิช งานนวัตกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ กรมวิทยาศาสตร์  
บริการ
7. ดร.ภาสกร ประถมบุตร สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล
8. ผศ.ดร.วิทยากร อัครวิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. ดร.โกเมน พิบูลย์โรจน์ บริษัท ที-เน็ต จำกัด
10. ดร.ปิติ เอี่ยมจำรูญลาภ คณะนิติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.

### ผู้เข้าร่วมประชุม

#### หน่วยงานภาครัฐ

1. คุณทินกร หาญชนะ EECi/สวทช.
2. ดร.ภาสกรี เล้ากิจเจริญ MTEC สวทช.
3. คุณเสกสรร แสงดาว กรมควบคุมมลพิษ
4. ดร.กนิษฐ์ ตะปะสา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
5. ดร.จงกล คำไต้ กรมศุลกากร
6. คุณณัฐ ทาแก้ง กรมศุลกากร
7. คุณธนากร จึงสง่าสม กรมศุลกากร

#### รายงานฉบับสมบูรณ์

8. คุณนวรรตน์ วัชรโรทยางกูร กรมศุลกากร
9. คุณสุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์ กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
10. ดร.นงนุช ชลคูป ศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ
11. คุณประเวช กล้วยป่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
12. คุณจตุวัฒน์ ราชเรืองระบิน สวทช
13. ดร.ธนาการ วงษ์ดีไทย สอวช.
14. คุณฉัตรชัย กองอรุณ กสทช.
15. คุณพีระ ศรีสองเมือง สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.)
- 8.

#### หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ

16. คุณสรพรเพชญ์ ตั้งเสาวภาคย์ EVAT
17. คุณธนุต์ม์ กล่อมระนง การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

#### หน่วยงานเอกชน

18. คุณชาญยุทธ ฉายาวัดนะ Energy Absolute PCL
19. คุณสมโภชน์ อาหุนัย Energy Absolute PCL.
20. คุณกฤต โกษานันตชัย EVT
21. คุณพิรณชวีทยาโกมล GPSC
22. คุณธนาพร อติรักษ์สถิตกุล Macnica Cytech (Thailand) Co., Ltd.
23. Mr.Hideaki Miura Macnica Cytech (Thailand) Co., Ltd.
24. คุณสรศักดิ์ จิตนาวสาร RLC Recruitment Co., Ltd.
25. คุณบุรพา ธีระโรจนารัตน์ Somboon Advance Technology PCL.
26. Mr.Phutana Daoruang THPCA
27. คุณอัญชลี เกิดปฐม กรุงไทยพานิชประกันภัย
28. คุณเกษม สังข์ภิรมย์ คณะกรรมการประกันภัยยานยนต์
29. คุณเฉลิมรัฐ รัชนีกร ณ อยุธยา บมจ.ทิพยประกันภัย
30. คุณสุภาช เหลืองศิริมิชัย บมจ.กรุงเทพประกันภัย
31. คุณพีรพัฒน์ โพธิ์ชนะพันธุ์ บมจ.โทรคมนาคมแห่งชาติ
32. คุณประสงค์ ลิฬกาญจนากุล บริษัท นำสินประกันภัย จำกัด (มหาชน)
33. คุณสุภาสินี บุญใจใหญ่ บริษัท นำสินประกันภัย จำกัด (มหาชน)
34. คุณวติกร อินสว่าง บริษัท นำสินประกันภัย จำกัด (มหาชน)

35. คุณสุเทียน มั่งคั่ง บริษัท ยู.เอ็ม.ซี.ไดคาสติ้ง จำกัด
36. นาง กัลยภรณ์ อึ้งสมรรถโกษา บริษัท โรเบิร์ต บ็อบ (ประเทศไทย) จำกัด
37. คุณวรกาน ลิขิตเดชาศักดิ์ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
38. คุณอิศรารวรรณ สุขสมกิจ ประกันภัยรถยนต์
39. คุณประเสริฐ ดุลยพงศ์พันธ์ สมาคมประกันวินาศภัย
40. คุณนราธร ไปบน สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
41. คุณกิตติ ลีลาพัฒนานันท์ สายงานผลิต
42. คุณณัฐธัน สাত্র์เงินพงษ์ หอการค้าจังหวัดชลบุรี

#### สถาบันการศึกษา

43. คุณราชพล ไชยพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
44. คุณสุภโชค หวานเหลือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
45. คุณมานพ ดอนหมื่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
46. คุณกนต์ธร ธรรมกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
47. คุณสมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
48. ดร.ฝนทิพย์ จินันทุยา มหาวิทยาลัยพะเยา
49. คุณณัฐ วินิจธรรมกุล สถาบันยานยนต์
50. คุณทศน์ศวี มงคลเกียรติชัย สถาบันยานยนต์
51. คุณ จิตติภัทร ดอกไม้เทศ สถาบันยานยนต์

#### ไม่ทราบหน่วยงาน

52. Dr.Pan
53. Dr.Chirat Keawchaum
54. คุณPattira
55. คุณThananpat K.
56. คุณtheeravut poolrod
57. คุณTippa
58. คุณThinnakorn Hanchana
59. คุณWongsathon Angkhem