



สถาบัน **THE BEST CENTER**

2145/7 ซ.รามคำแหง 43/1 ถ.รามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

โทร.0-2318-6868, 0-2314-1492 โทรสาร 0-2718-6274

www.thebestcenter.com facebook.com/bestcentergroup

คุณภาพทางวิชาการต้องมาที่ 1

คู่มือเตรียมสอบ

นายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน

กรมทางหลวง

เนื้อหา+ ข้อสอบ



ความรู้ความสามารถที่ใช้เฉพาะตำแหน่ง
ประกอบด้วย

1. ไฟฟ้ารถยนต์
2. ระบบส่งกำลังและเครื่องล่างรถยนต์
3. นิวเมติกและไฮดรอลิกส์
4. การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลและยานพาหนะ
5. เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine)
6. เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

สนใจสั่งซื้อ หรือสอบถามเพิ่มเติม โทร.081-496-9907



LINE: @thebestcenter

290.-

**คู่มือเตรียมสอบ
นายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน
กรมทางหลวง**

ราคา 290.-

คำนำ

ชุดคู่มือเตรียมสอบสำหรับการสอบตำแหน่งนายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน
กรมทางหลวง โดยทางสถาบัน THE BEST CENTER และฝ่ายวิชาการสถาบัน ได้เรียบ
เรียงขึ้น เพื่อให้ผู้สมัครสอบใช้สำหรับเตรียมตัวสอบในการสอบแข่งขันฯ ในครั้งนี้

ทางสถาบัน THE BEST CENTER ได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้จัดทำ
หนังสือเล่มนี้ขึ้นมา เป็นการทั้งเนื้อหาและข้อสอบ พ.ร.บ. ทุกเรื่องที่กำหนดในการสอบ
พร้อมคำอธิบาย โดยได้รวบรวมขึ้นจากประสบการณ์ตรงของคณะที่มของสถาบัน
THE BEST CENTER ที่มีประสบการณ์ มาจัดทำเป็นหนังสือชุดนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้ที่สอบได้
เตรียมตัวอ่านล่วงหน้า มีความพร้อมในการทำข้อสอบ

ท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทางสถาบัน THE BEST CENTER ที่ได้ให้
การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการจัดทำต้นฉบับนี้ ทำให้หนังสือเล่มนี้สามารถสำเร็จขึ้นมา
เป็นเล่มได้ พร้อมกันนี้คณะผู้จัดทำขออ้อมรับข้อบกพร่องใด ๆ อันเกิดขึ้นและยินดีรับฟัง
ความคิดเห็นจากทุก ๆ ท่าน เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

ขอให้โชคดีในการสอบทุกท่าน
ฝ่ายวิชาการสถาบัน
สถาบัน The Best Center
www.thebestcenter.com

สารบัญ

➤ ความรู้เกี่ยวกับกรมทางหลวง	1
➤ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	10
➤ ความรู้ด้านเครื่องกล	23
➤ ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้ารถยนต์	28
➤ ระบบรองรับน้ำหนักและการส่งกำลังเครื่องล่างรถยนต์	60
➤ ความรู้เกี่ยวกับระบบนิวเมติกและไฮดรอลิกส์	78
➤ ความรู้เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและยานพาหนะ	97
➤ ความรู้เกี่ยวกับเครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal combustion engine)	118
➤ ความปลอดภัยการใช้เครื่องจักร	143
➤ การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design)	159
➤ ความรู้เบื้องต้นของการเขียนแบบ	170
➤ ความรู้ด้านไฟฟ้าเบื้องต้น	185
✦ แนวข้อสอบความรู้ด้านไฟฟ้าเบื้องต้น	216
✦ แนวข้อสอบนายช่างเครื่องกล ชุดที่ 1.	242
✦ แนวข้อสอบนายช่างเครื่องกล ชุดที่ 2.	253
✦ แนวข้อสอบนายช่างเครื่องกล ชุดที่ 3.	265
✦ แนวข้อสอบนายช่างเครื่องกล ชุดที่ 4.	271
✦ แนวข้อสอบนายช่างเครื่องกลปฏิบัติงานรวมทุกเรื่อง	282
➤ เทคนิคการสอบสัมภาษณ์	293

ความรู้เกี่ยวกับกรมทางหลวง

ประวัติกรมทางหลวง

กรมทางหลวงได้รับการสถาปนาขึ้นเป็นกรมเมื่อวันที่ 1 เมษายน ร.ศ. 131 ตรงกับ พ.ศ. 2455 แต่เดิมนั้นจะมีแต่กรมคลอง ซึ่งอยู่ในกระทรวงเกษตราธิการ ล่วงมาจนถึงรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ยุบกรมคลองมาขึ้นกับกระทรวงโยธาธิการและใช้ชื่อว่า “กรมทาง” ให้เปลี่ยนชื่อกระทรวงโยธาธิการเป็นกระทรวงคมนาคมตามประกาศจักราชากรัตนโกสินทร์ศก 131

วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2457

ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้โอนแผนกทางน้ำของกรมทางไปให้กรมท่อน้ำ คือกรมชลประทานขึ้นในกระทรวงเกษตราธิการกรมทางจึงเหลืออยู่แต่กองทางบกเพียงอย่างเดียว โดยมีเจ้ากรมเป็นหัวหน้า

วันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2460

ภายหลังที่ประเทศไทยได้ประกาศสงครามกับประเทศเยอรมัน ออสเตรีย – ฮังการี ก็ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้กรมทางไปอยู่กับกรมรถไฟหลวง สังกัดกระทรวงพาณิชย์และคมนาคมขึ้นอยู่กับผู้บัญชาการรถไฟหลวง เพื่อสะดวกแก่กรมรถไฟหลวงและกรมทางที่จะได้ใช้วิศวกรที่มีเป็นชนชาติศัตรูที่ต้องถูกควบคุม เป็นเชลยศึกและปลดออกจากประจำการหลายคน ในสมัยนั้นมีนายช่างทางเอกเป็นหัวหน้ากรมทาง

วันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2475

พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้รวมกระทรวงพาณิชย์และคมนาคม กับกระทรวงเกษตราธิการเข้าเป็นกระทรวงเดียวกันเรียกว่า "กระทรวงเกษตรและพาณิชย์การ" กรมรถไฟหลวง ซึ่งมีกรมทางรวมอยู่ จึงเปลี่ยนเป็นสังกัดกระทรวงเกษตรและพาณิชย์การ

วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2476

พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว ให้ตราพระราชบัญญัติ จัดตั้งกระทรวง ทบวงกรม พุทธศักราช 2475 ยุบเลิกกระทรวงเกษตรและพาณิชย์การ กรมรถไฟหลวง ซึ่งมีกรมทางหลวงรวมอยู่ด้วย ไปสังกัดกระทรวงเศรษฐกิจการ

วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2477

พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว โปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติโอนอำนาจหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างทาง และบำรุงรักษาทางหลวงพุทธศักราช 2477 ของกรมทางให้เป็นอำนาจหน้าที่ของกรมโยธาเทศบาล สังกัดกระทรวงมหาดไทย

วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2484

ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอานันทมหิดล กองทางก็ได้ยกฐานะขึ้นเป็นกรมทาง โอนสังกัดจาก กรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทย มาสังกัดกระทรวงคมนาคม ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พุทธศักราช 2484 แม้จะได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นกรมสังกัดกระทรวงคมนาคมแล้วก็ตามก็ยังไม่มีการเป็นของตนเอง ยังคงอาศัยอยู่ในกรมโยธาเทศบาลที่เชิงสะพานผ่านฟ้าลีลาศ จนถึงวันที่ 12 พฤศจิกายน 2491 จึงได้ย้ายไปอยู่ที่ถนนพระราม 6 ซึ่งเป็นที่ตั้งของกรมทางหลวงในปัจจุบัน และได้ทำพิธีเปิดอาคารที่ทำการของกรมด้านถนนศรีอยุธยา เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2498

วันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2495

กรมทางหลวงได้เปลี่ยนชื่อเป็นกรมทางหลวงแผ่นดิน ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2495 สังกัดกระทรวงคมนาคม

วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2506

กรมทางหลวงแผ่นดินได้เปลี่ยนชื่อเป็นกรมทางหลวง สังกัดกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวงทบวง กรม พ.ศ. 2506

วันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2515 จนถึงปัจจุบัน

กรมทางหลวงได้โอนไปสังกัดกระทรวงคมนาคม ตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยลำดับดังนี้

- ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 216
- พระราชบัญญัติปรับปรุง กระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2534
- พระราชบัญญัติปรับปรุง กระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545

วิสัยทัศน์

"มุ่งพัฒนาและดูแลบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงที่สะดวก เชื่อมโยง เข้าถึง ปลอดภัย ตามมาตรฐานลำดับขั้นทางหลวง ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม"

กรอบกลุ่มประเด็น ดังนี้

- 1) ประเด็นเชิงกระบวนการ มุ่งพัฒนาและดูแลบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวง ตามมาตรฐานลำดับขั้นทางหลวง
- 2) ประเด็นเชิงผลผลิตและผลลัพธ์ สนับสนุนการพัฒนาประเทศโดยการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงที่ "สะดวก เชื่อมโยง เข้าถึง ปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มโอกาสทางสังคมแก่คนทุกกลุ่ม"

พันธกิจ

- พัฒนาโครงข่ายทางหลวง (Highway Network) ที่เชื่อมโยง (Connectivity) เข้าถึง (Accessibility) ที่สมบูรณ์ และคล่องตัว (Mobility) เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ
- บำรุงรักษา ยกระดับความปลอดภัย และบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพ เพื่อความพร้อมของการให้บริการอย่างต่อเนื่อง
- บริหารจัดการองค์กรที่มุ่งสู่การเป็นองค์กรดิจิทัล สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

วัฒนธรรม (Our Culture) : "DOH"

Deliver Good Service to People : มุ่งให้เกิดการให้บริการที่ดีแก่ประชาชน

Obligate Governance and Sustainability : ยึดมั่นในหลักธรรมาภิบาลและความยั่งยืน

Hold Accountability for Interests of Nation and People : คงไว้ซึ่งความรับผิดชอบในผลประโยชน์ของชาติและประชาชน

คำนิยาม : "HIGHWAYS"

“สร้างสรรค์ผลงาน ผสานเทคโนโลยี ด้วยความรู้ที่เหมาะสม ซื่อสัตย์ ปฏิบัติงานอย่างรู้รอบ รับผิดชอบต่อพันธกิจ เกษะติดการให้บริการ ทำงานร่วมกันเป็นหนึ่งเดียว”

HIGH PERFORMANCE : สร้างสรรค์ผลงาน

INTELLIGENT TECHNOLOGY : ผสานเทคโนโลยี

GOOD KNOWLEDGE : ด้วยความรู้ที่เหมาะสม

HONESTY : ซื่อสัตย์

WORK SMART : ปฏิบัติงานอย่างรู้รอบ

ACCOUNTABILITY : รับผิดชอบต่อพันธกิจ

YEAR-ROUND COMMITMENT : เกษะติดการให้บริการ

SYNERGY : ทำงานร่วมกันเป็นหนึ่งเดียว

ประเด็นยุทธศาสตร์ เป้าหมายยุทธศาสตร์ เป้าประสงค์ และกลยุทธ์

ยุทธศาสตร์ที่ 1 : ด้านการพัฒนาโครงข่ายทางหลวง

เป้าหมายยุทธศาสตร์ : การพัฒนาโครงข่ายทางหลวงที่เชื่อมโยง (Connectivity) เข้าถึง (Accessibility) และคล่องตัว (Mobility) ตามมาตรฐานลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy)

เป้าประสงค์

1. มีโครงข่ายทางหลวงที่สามารถเชื่อมโยงและเข้าถึงพื้นที่เศรษฐกิจและจุดเชื่อมต่อ
2. การขนส่งรูปแบบอื่นได้อย่างสมบูรณ์และต่อเนื่อง รวมถึงสนับสนุนการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งไปสู่การขนส่งทางรางและน้ำ เพื่อให้การเดินทางและขนส่งสินค้ามีความสะดวก รองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและชุมชนเมือง และลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์
3. มีการพัฒนาและปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงให้เกิดความคล่องตัวสามารถสนับสนุน
4. การเดินทางและขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและลดความสูญเสียจากความล่าช้าบนโครงข่ายทางหลวง
5. มีการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงและสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อรองรับกิจกรรมการเดินทาง การข้ามถนน และการสัญจรอื่นๆ ของผู้ใช้ถนนกลุ่มเปราะบางได้อย่างสะดวกและปลอดภัย
6. มีการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงให้มีความคล่องตัว (Mobility) และเข้าถึง (Accessibility) สอดคล้องกับมาตรฐานลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy)

กลยุทธ์

กลยุทธ์ที่ 1.1 พัฒนาโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองรองรับพื้นที่เศรษฐกิจ แหล่งท่องเที่ยว และด่านชายแดน

กลยุทธ์ที่ 1.2 พัฒนาและปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงที่ขาดช่วง (Missing Links) เชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจ สถานีขนส่ง สถานีรถไฟ ท่าเรือ ท่าเรือบก ท่าอากาศยาน และจุดรวบรวมและกระจายสินค้า รวมถึงปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินให้รองรับการเชื่อมต่อบริเวณจุดเข้าออกของระบบโครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

กลยุทธ์ที่ 1.3 พัฒนาและปรับปรุงทางหลวง สะพาน ทางลอด อุโมงค์ ทางแยก ทางเลี่ยงเมือง จุดตัดทางรถไฟ และบริหารจัดการความต้องการในการเดินทางและขนส่งสินค้า เพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดหรือมีสภาพเป็นคอขวด

กลยุทธ์ที่ 1.4 ปรับปรุงลักษณะกายภาพและองค์ประกอบของทางหลวงบริเวณที่ผ่านพื้นที่ชุมชน พื้นที่การเกษตร แหล่งท่องเที่ยว และสถานที่สำคัญ เพื่ออำนวยความสะดวกและปลอดภัยแก่ผู้ใช้รถใช้ถนนทุกกลุ่ม

กลยุทธ์ที่ 1.5 จัดทำมาตรฐาน โครงข่ายทางหลวงตามมาตรฐานลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy) และนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดรูปแบบการพัฒนาทางหลวงบนทางหลวงสายหลักและสายรอง รวมถึงบริเวณจุดตัดทางแยกและการจัดการทางเข้าออกต่าง ๆ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 : ด้านบำรุงรักษาและบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวง

เป้าหมายยุทธศาสตร์ : การบำรุงรักษาและบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงที่ทันต่อสถานการณ์ เพื่อความพร้อมของการให้บริการอย่างต่อเนื่องและมีคุณภาพ

เป้าประสงค์

1. มีการบำรุงรักษาทางและสะพานในแต่ละลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy) เพื่อให้ได้เป้าหมายตามเกณฑ์คุณภาพและความปลอดภัยที่กำหนด
2. มีการบริหารจัดการจราจรและเส้นทาง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ทางได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อทุกสถานการณ์ ทั้งในสภาวะปกติ พื้นที่งานก่อสร้างและบำรุงทาง ตลอดจนเหตุการณ์ไม่ปกติและภัยพิบัติต่างๆ
3. มีการบูรณาการการแก้ไขปัญหาภัยพิบัติอย่างยั่งยืน โดยอาศัยเทคโนโลยี นวัตกรรมและระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ
4. มีการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุกให้เป็นไปตามกฎหมายและมาตรฐานสากลเพื่อยืดอายุการใช้งานและลดภาระงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวง

กลยุทธ์

กลยุทธ์ที่ 2.1 บริหารจัดการงานบำรุงรักษาทางและสะพานในแต่ละลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy) โดยใช้ข้อมูลการตรวจสอบและประเมินสภาพทางวิศวกรรม

กลยุทธ์ที่ 2.2 จัดให้มีศูนย์บริหารจัดการจราจร อุบัติการณ์และภัยพิบัติ โดยมีการบูรณาการข้อมูลและการทำงานร่วมกัน ตั้งแต่การเฝ้าระวัง การรับรู้เหตุ การติดตามเหตุ การแก้ไขเหตุ และการป้องกันเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

กลยุทธ์ที่ 2.3 จัดให้มีกลไกเพื่อการบูรณาการข้อมูล การปฏิบัติงาน งบประมาณ บุคลากร เครื่องมือ เครื่องจักร และเทคโนโลยีที่ทันสมัย สำหรับการบริหารจัดการด้านจราจร รวมถึงการแก้ไขเหตุการณ์ไม่ปกติและภัยพิบัติ

กลยุทธ์ที่ 2.4 มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากอุบัติเหตุและภัยพิบัติที่เกิดขึ้นซ้ำซาก และโครงข่ายที่เปราะบาง (Vulnerability) อย่างยั่งยืน ด้วยอาศัยข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และแบบจำลองทางวิศวกรรม

กลยุทธ์ที่ 2.5 เพิ่มศักยภาพและพัฒนาระบบควบคุมน้ำหนักรถบรรทุก โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยให้ครอบคลุมโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ และปรับปรุงและแก้ไขกฎหมายที่เป็นปัญหาและอุปสรรค

ยุทธศาสตร์ที่ 3 : ด้านความปลอดภัย

เป้าหมายยุทธศาสตร์ : เพิ่มประสิทธิภาพและยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงและพื้นที่งานก่อสร้างและบำรุงทาง

เป้าประสงค์

1. มีการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงในแต่ละลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy) และดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
2. มีการดำเนินการเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวง โดยเน้นการทำงานในเชิงรุก (Proactive)
3. มีการจัดการปัญหาและลดความรุนแรงของอุบัติเหตุการชนในลักษณะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บบนทางหลวงอย่างเป็นรูปธรรม
4. มีกลไกขับเคลื่อนและสนับสนุนการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในพื้นที่งานก่อสร้างและบำรุงทาง

กลยุทธ์

กลยุทธ์ที่ 3.1 ปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบทางและการติดตั้งอุปกรณ์ อำนวยความปลอดภัย สำหรับมาตรฐานความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงที่กำหนดไว้ในแต่ละลำดับชั้นทางหลวง

กลยุทธ์ที่ 3.2 ดำเนินมาตรการด้านวิศวกรรมที่มุ่งเน้นการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุที่มีความรุนแรงในแต่ละประเภทเป็นการเฉพาะ ได้แก่ อุบัติเหตุจากการใช้ความเร็ว อุบัติเหตุอันตรายข้างทาง อุบัติเหตุบริเวณทางแยก อุบัติเหตุการชนประสานงา อุบัติเหตุถนนลื่น อุบัติเหตุชนท้ายรถจอดข้างทาง อุบัติเหตุชนคนเดินเท้า และอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์

กลยุทธ์ที่ 3.3 ดำเนินการแก้ไขจุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวง โดยเน้นการใช้ข้อมูลสถิติรูปแบบการชน (Collision Diagram) เพื่อกำหนดรูปแบบหรือวิธีการแก้ไขปรับปรุงสภาพความไม่ปลอดภัยบนทางหลวง

กลยุทธ์ที่ 3.4 กำหนดขั้นตอนการทำงานและจัดให้มีกลไกด้านงบประมาณและบุคลากรที่ชัดเจนสำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audits) ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง ก่อนเปิดใช้งาน และถนนที่เปิดใช้งานแล้ว

กลยุทธ์ที่ 3.5 ดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการบังคับใช้กฎหมายในการจัดการปัญหาอุบัติเหตุบนทางหลวง

กลยุทธ์ที่ 3.6 พัฒนาทักษะและปลูกฝังค่านิยมด้านการจัดการความปลอดภัยในพื้นที่ก่อสร้างและบำรุงทางให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องในทุกระดับ

กลยุทธ์ที่ 3.7 กำหนดขั้นตอนการทำงานและจัดให้มีกลไกด้านงบประมาณ และบุคลากรที่ชัดเจนในการจัดการความปลอดภัยบริเวณพื้นที่งานก่อสร้างและบำรุงทางให้เป็นมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 4 : ด้านบริหารจัดการองค์กร

เป้าหมายยุทธศาสตร์ : สร้างบุคลากรยุคใหม่ เน้นการทำงานเชิงรุกและบูรณาการกับทุกภาคส่วน และมุ่งสู่การเป็นองค์กรดิจิทัล

เป้าประสงค์

1. เป็นองค์กรที่มีบุคลากรสำหรับโลกยุคใหม่ ที่สามารถปรับตัวต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก
2. เป็นองค์กรที่มีความรับผิดชอบต่อคนทุกกลุ่ม บนพื้นฐานของความเข้าใจและหลักธรรมาภิบาล
3. เป็นองค์กรที่นำวัฒนธรรมองค์กรดิจิทัล (Digital Culture) สู่ทุกกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร (Value Chain)
4. เป็นองค์กรที่มีวัฒนธรรมการทำงานเชิงรุกและสามารถบูรณาการกับทุกภาคส่วน

กลยุทธ์

กลยุทธ์ที่ 4.1 พัฒนาบุคลากรสำหรับโลกยุคใหม่ทางด้านความคิด ทักษะและทัศนคติ

ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) และยกระดับคุณภาพชีวิตของบุคลากรภายในองค์กร

กลยุทธ์ที่ 4.2 พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะแก่บุคลากรทางด้านดิจิทัล (Digital Literacy) รองรับการสร้างวัฒนธรรมองค์กรดิจิทัล (Digital Culture) สู่การปฏิบัติงาน

กลยุทธ์ที่ 4.3 แปลงโฉมองค์กร โดยใช้เครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Transformation) ในกระบวนการทำงานและการจัดเก็บข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์และใช้ประโยชน์

กลยุทธ์ที่ 4.4 พัฒนาระบบให้บริการอิเล็กทรอนิกส์ (e-Services) สำหรับการให้บริการประชาชน

กลยุทธ์ที่ 4.5 ยกระดับการประชาสัมพันธ์เชิงรุก ด้านการปฏิบัติภารกิจและผลการดำเนินงาน โดยเน้นการสื่อสารให้ประชาชนเข้าใจในเรื่องการใช้ถนน และหน้าที่ของประชาชนตามกฎหมาย

กลยุทธ์ที่ 4.6 ยกระดับการติดตามการดำเนินงานและใช้จ่ายงบประมาณ โดยใช้ระบบสารสนเทศ

กลยุทธ์ที่ 4.7 กำหนดขั้นตอนการทำงานและจัดให้มีกลไกด้านงบประมาณและบุคลากร เพื่อการจัดการบริหารความเสี่ยง (Risk Management)

กลยุทธ์ที่ 4.8 ทบทวน ปรับปรุง แก้ไขกฎหมาย กฎระเบียบ มาตรฐานที่จำเป็นในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน และรองรับการเปลี่ยนแปลง

ยุทธศาสตร์ที่ 5 : ด้านงานวิจัย สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าหมายยุทธศาสตร์ : ขับเคลื่อนงานวิจัยและนวัตกรรม มุ่งพัฒนาทางหลวงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม และส่งเสริมการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าประสงค์

1. มีผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกิจตามห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) อย่างเป็นรูปธรรม
2. มีกลไกการทำงานที่มุ่งเน้นการพัฒนาทางหลวงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่มให้มากยิ่งขึ้น
3. มีการนำเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) มาใช้กำหนดเป็นเป้าหมายในการดำเนินภารกิจที่เกี่ยวข้อง

กลยุทธ์

กลยุทธ์ที่ 5.1 สนับสนุนและขับเคลื่อนงานวิจัยและนวัตกรรม ทั้งในส่วนของงานวิจัยที่มุ่งเป้าตามภารกิจ งานวิจัยที่สร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อต่อยอด และนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นจากผู้ปฏิบัติงานให้เกิดความต่อเนื่องและชัดเจน รวมถึงส่งเสริมการนำผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์และขยายผลในวงกว้าง

กลยุทธ์ที่ 5.2 นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ในการกิจการดำเนินงาน เช่น การใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในภารกิจสำรวจและออกแบบ การบริหารจราจร การใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในภารกิจสำรวจและออกแบบ งานบำรุงรักษา และงานอำนวยความสะดวก เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 5.3 สร้างเครือข่ายและความร่วมมือ (MOU) ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา หน่วยงานระหว่างประเทศและองค์กรนานาชาติ เพื่อการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรม

กลยุทธ์ที่ 5.4 พัฒนา ปรับปรุง และดูแลโครงข่ายทางหลวง รวมถึงการบริหารจัดการพื้นที่ก่อสร้างและบำรุงทาง เพื่อให้คนทุกกลุ่มสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่และเท่าเทียมกัน

กลยุทธ์ที่ 5.5 พัฒนาสายทางต้นแบบโดยนำแนวระเบียบโครงข่ายทางหลวงสีเขียว (Green Highway Corridor Development) ตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง เปิดใช้งานและการบำรุงรักษาให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด มีการใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่า และมีการประหยัดพลังงาน

กลยุทธ์ที่ 5.6 : ส่งเสริมการใช้วัสดุทางเลือก วัสดุเหลือทิ้ง และวัสดุนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงกระบวนการทำงานที่ช่วยการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยคาร์บอนและก๊าซเรือนกระจก ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางและงานสะพาน

กลยุทธ์ที่ 5.7 ปลูกฝังค่านิยมด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องในทุกระดับ





รูปที่ 1-1 ทิศทางการพัฒนาของกรมทางหลวงในระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566–2570)



รูปที่ 1 เป้าหมายและทิศทางในระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566 - 2570) ของกรมทางหลวง



ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า

ความเป็นมาของยานยนต์ไฟฟ้า

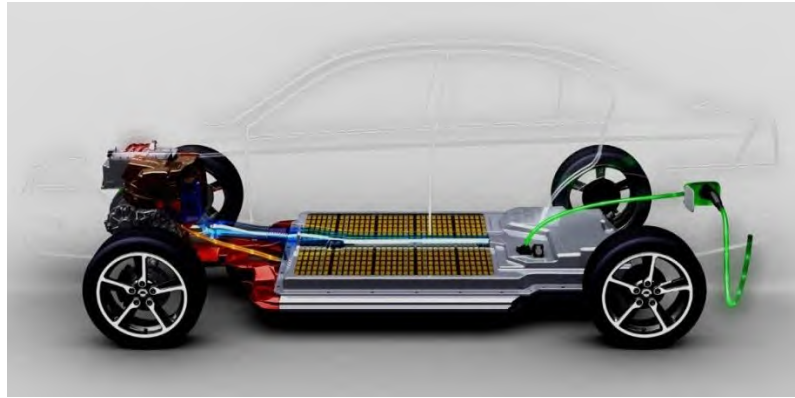
การคิดค้นเริ่มจากแบตเตอรี่ที่สามารถประจุไฟใหม่ได้ ในรถไฟฟ้า คิดค้นได้หลังปี 1859 ค้นคิดโดยนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส Gaston Plante ได้คิดค้นแบตเตอรี่ชนิด ตะกั่ว-กรด ต่อมาปี 1884 นาย Thomas Parker ได้คิดค้นรถไฟฟ้าครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เขาได้ออกแบบ แบตเตอรี่ที่มีความจุไฟฟ้าสูง สำหรับใช้ในรถไฟฟ้าของเขา นอกจากนั้นเขาได้สนใจในการสร้างรถที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง เพื่อลดควันและมลพิษในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ นอกจากนี้ในปี 1888 ก็ยังมีผู้คิดค้นชาวเยอรมัน Flocken Elektrowagen ได้คิดค้นรถไฟฟ้า ในยุครุ่งเรือง รถไฟฟ้าได้รับความนิยมในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ในสมัยนั้นยานพาหนะที่มีต้นกำลังเป็นไฟฟ้าได้รับความนิยมเร็วกว่าต้นกำลังอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นรถลากและรถรางไฟฟ้ากันมากรวมไปถึงยานพาหนะส่วนตัวด้วย มีผู้ผลิตรถไฟฟ้ายุคใหม่เกิดขึ้นมากมาย เพราะรถไฟฟ้าได้รับความนิยมอย่างสูง โดยเฉพาะในแวดวงไฮโซ ขณะที่มีการห้ามน้ำมันในเชิงธุรกิจของผู้ผลิตรถไฟฟ้ายุคนั้น

ที่ประเทศเยอรมนี นาย Karl Benz ได้สร้างรถสามล้อ เครื่องยนต์เบนซินขึ้นมาอย่างเรียบง่ายในปี ค.ศ. 1885 และเป็นคลื่นใต้น้ำที่กำลังจะออกเดินทางไปกระแทก ให้ รถไฟฟ้าที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ให้หมดไป จึงทำให้การใช้ยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าน้อยลง วิกฤตพลังงานในคริสต์ทศวรรษ 1970 และ 1980 ทำให้เกิดความสนใจในรถพลังงานไฟฟ้าในช่วงสั้น ๆ ช่วงหนึ่ง แม้ว่า รถยนต์เหล่านั้นจะไม่สามารถแตะขั้นตลาดหลัก แต่สามารถทำได้ในศตวรรษที่ 21 ตั้งแต่ ค.ศ. 2008 การฟื้นฟูการผลิตรถยนต์พลังงานไฟฟ้าได้เกิดขึ้น เนื่องจากแบตเตอรี่และการจัดการพลังงานมีความเจริญก้าวหน้าขึ้นมาก การขึ้นราคาของน้ำมัน และความต้องการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก รัฐบาลในหลายประเทศได้ออกเครดิตภาษี เงินสนับสนุน และสิ่งจูงใจอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนการเปิดตัวและประยุกต์ใช้ในตลาดหลักของยานพาหนะพลังงานไฟฟ้ารุ่นใหม่ โดยขึ้นกับขนาดของแบตเตอรี่ และพิสัยของการใช้ไฟฟ้าล้วนของตัวรถยนต์

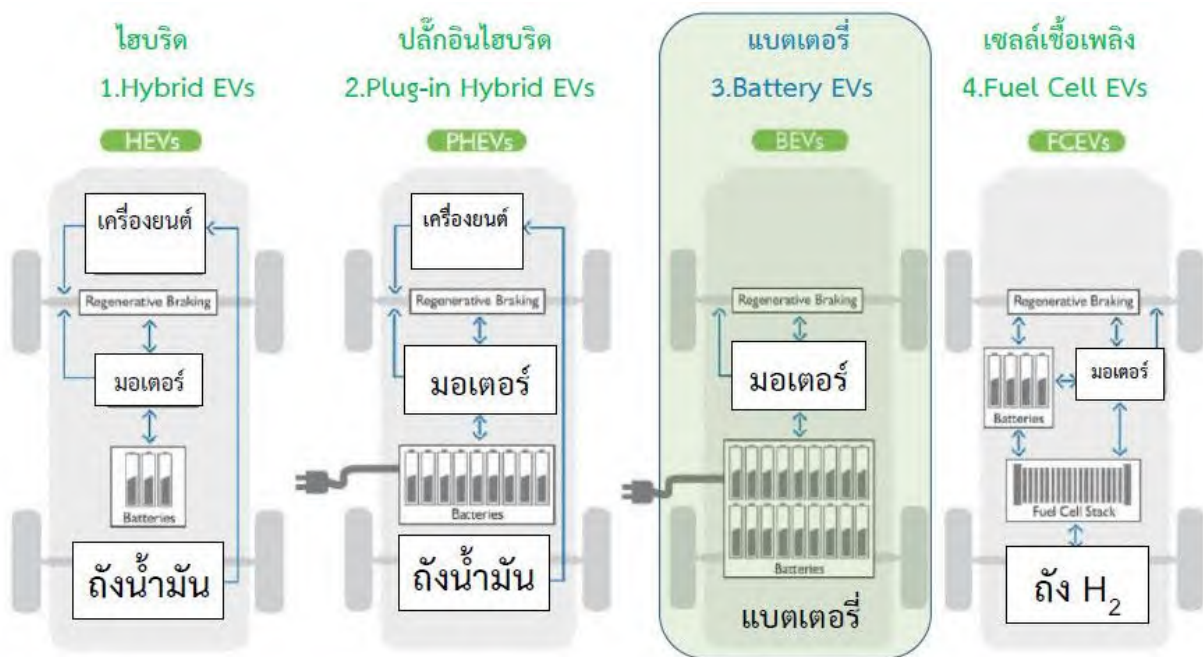
ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Car)

คือ รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานไฟฟ้าจะเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรือ อุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้ามี อัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว โดยจะมีชุดอุปกรณ์หลักคือ ตัวแบตเตอรี่ที่มีความจุพลังงานไฟฟ้าสูงซึ่งเก็บไว้ในรถ และตัวมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อน โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ส่วนมากเรื่องของระยะเวลาและระยะทางของรถไฟฟ้าจะมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่เป็นสำคัญ





ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า



อ้างอิงรูปภาพ: Periyaswamy, P. and Vollet, P. "The Electric Vehicle: Plugging in to smarter energy management". Schneider Electric. February 2011.

สามารถแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท คือ

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

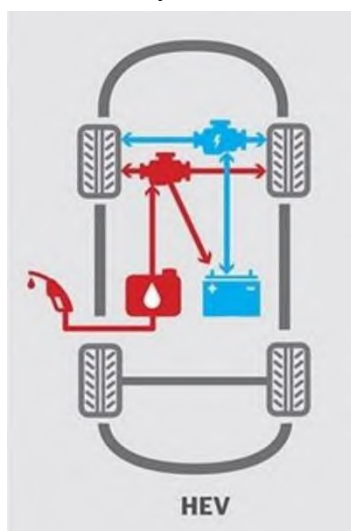
หลักก่อน แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า ดังนั้น ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ EREV สามารถวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวนานกว่าแบบ Blended PHEV

- **ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEVs)** เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่งของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัทรถยนต์ได้มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ขึ้นในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทำให้เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีความเป็นไปได้มากขึ้น
- **ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEVs)** เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีข้อดีหลายๆ ประการ ข้อดีที่สำคัญที่สุดคือ ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าสูงถึง 60% และความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงจึงเป็นเทคโนโลยีที่บริษัทรถยนต์เชื่อว่าเป็นคำตอบที่แท้จริงของพลังงานสะอาดในอนาคต อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน

→ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (HEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด(HEV) เป็นยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อน และสามารถแบ่งตามฟังก์ชันการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ 3 ประเภท ดังนี้

- Micro Hybrid (Start & Stop, S&S)
- Mild Hybrid (MHEV)
- Full Hybrid (FHEV)



Toyota Camry Hybrid



Honda Accord Hybrid

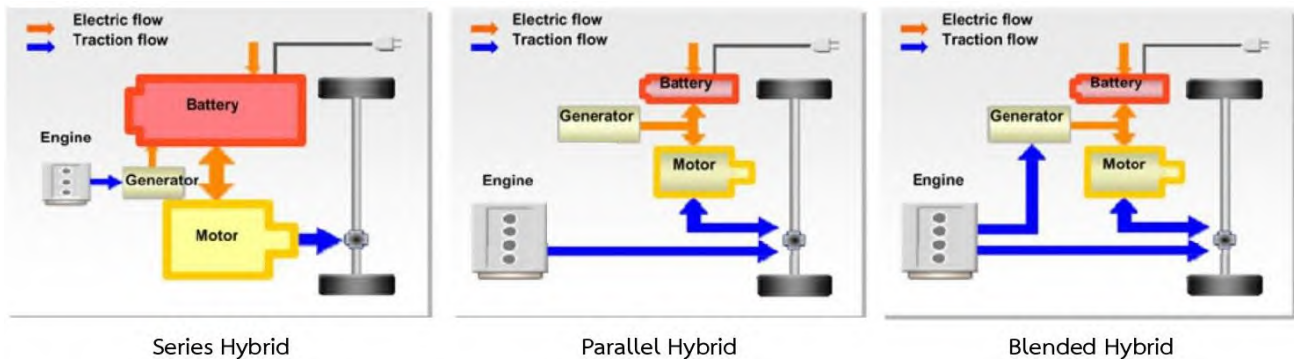
ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด

การทำงาน	ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด		
	Micro Hybrid (S&S)	Mild Hybrid (MHEV)	Full Hybrid (FHEV)
ดับเครื่องยนต์เมื่อยานยนต์ไม่เคลื่อนที่ และติดเครื่องเมื่อผู้ขับขี่เหยียบคันเร่งเพื่อให้ยานยนต์เคลื่อนที่ (Idle Start/ Stop)	✓	✓	✓
เปลี่ยนพลังงานที่สูญเสียจากการเบรกกลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้า (Regenerative Braking)	✓	✓	✓
ช่วงเสริมแรงบิดให้แก่เครื่องยนต์ (Electric Torque Assistance)	-	✓	✓
ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อน (Electric driving)	-	-	✓
แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (Battery Voltage)	12	48/160	200-300
ประเภทของแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ (Types of Battery)	Lead-acid	Li-ion/NiMH	Li-ion/NiMH



6

ประเภทของยานยนต์ Full Hybrid



Source: Yamamoto, M., Development of a Toyota Plug-in Hybrid Vehicle, SAE paper 2010-01-0839, 2010

ยานยนต์ Full Hybrid สามารถจำแนกตามการทำงานของมอเตอร์ร่วมกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ได้ดังนี้

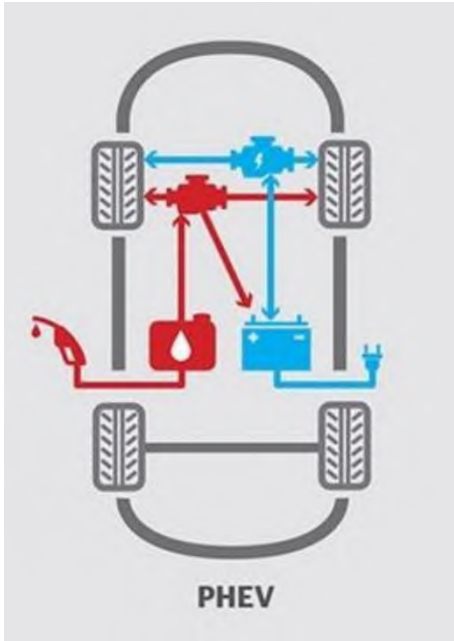
- Series Hybrid เครื่องยนต์ทำหน้าที่ปั่นไฟเพื่อประจุไฟฟ้าไปที่แบตเตอรี่ โดยมอเตอร์มีหน้าที่ขับเคลื่อนกำลังของยานยนต์

- Parallel Hybrid มอเตอร์และเครื่องยนต์ร่วมกันทำหน้าที่ขับเคลื่อนกำลังของยานยนต์เพียงอย่างเดียว

- Blend Hybrid เป็นการรวมการทำงานของ Series และ Parallel Hybrid เข้าด้วยกัน โดยเครื่องยนต์ทำหน้าที่ขับเคลื่อนกำลัง พร้อมกับปั่นไฟเพื่อประจุไฟฟ้าไปที่แบตเตอรี่

→ ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด(PHEV) เป็นยานยนต์มีลักษณะการทำงานและชิ้นส่วนต่างๆ คล้ายกับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด แต่มีระบบประจุไฟฟ้าจากภายนอกเพิ่มเติมเข้ามา เนื่องจากยานยนต์ประเภทนี้สามารถประจุไฟฟ้าจากภายนอกได้ จึงทำให้ยานยนต์ประเภทนี้มีความสามารถขับสนองโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวได้ระยะทางมากกว่ารถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด แต่เนื่องจากแบตเตอรี่มีขนาดใหญ่ ทำให้มีราคาสูงกว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด



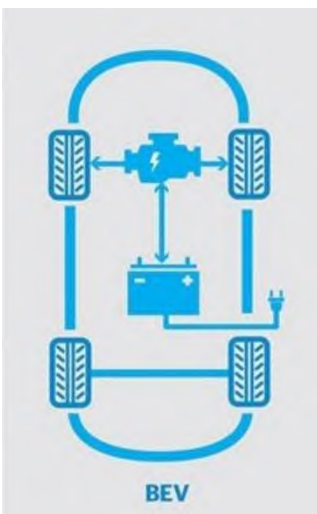
Mercedes Benz C350e



BMW 330e

→ ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (BEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (BEV) เป็นยานยนต์ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว ทำให้ส่วนมากมีแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่กว่ายานยนต์ไฟฟ้าชนิดอื่น และเนื่องจากมีความกังวลถึงระยะทางใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้าต่อการประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ทำให้ผู้ผลิตรถยนต์บางรายคิดตั้งรถยนต์ขนาดเล็กเพื่อเพิ่มระยะทางในการใช้งาน โดยรถยนต์ดังกล่าวมีหน้าที่ปั่นไฟเพื่อประจุไฟฟ้าสู่แบตเตอรี่เพียงเท่านั้น โดยมีชื่อเรียกรถยนต์ไฟฟ้าประเภทนี้ว่า Range Extender Battery Electric Vehicle



Nissan LEAF



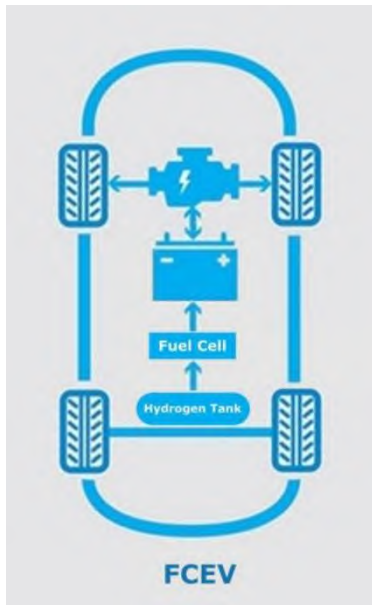
BMW i3



Tesla Model S

➔ ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) ยานยนต์ชนิดนี้ใช้มอเตอร์เป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อน เช่นเดียวกับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ แต่แหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้านั้นต่างกัน เนื่องจากยานยนต์ชนิดนี้กักเก็บพลังงานอยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจน และเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้า ก๊าซไฮโดรเจนจะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับ ก๊าซออกซิเจนในอากาศ ที่เซลล์เชื้อเพลิง โดยยานยนต์ชนิดนี้จะไม่ก่อมลพิษทางอากาศเนื่องจากเมื่อยานยนต์ใช้พลังงานจะปล่อยน้ำออกสู่บรรยากาศเท่านั้น โดยยานยนต์ประเภทนี้อยู่ในขั้นการวิจัย ยังไม่ถูกผลิตออกมาจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

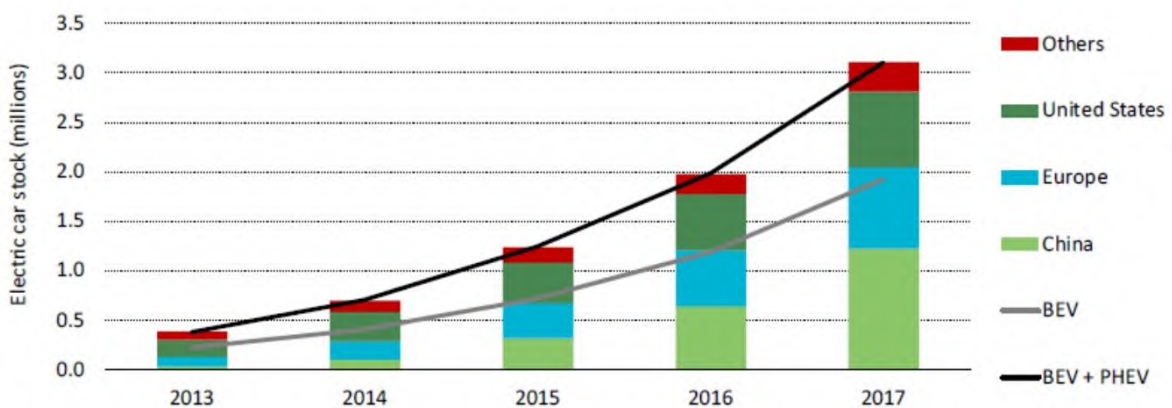


Toyota Mirai



Honda Clarity

📊 จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าสะสม



Notes: The electric car stock shown is primarily estimated on the basis of cumulative sales since 2005. Where available, stock numbers from official national statistics have been used (provided that the data can be shown to be consistent with sales evolutions).

Sources: IEA analysis based on country submissions, complemented by ACEA (2018); EAFO (2018a).

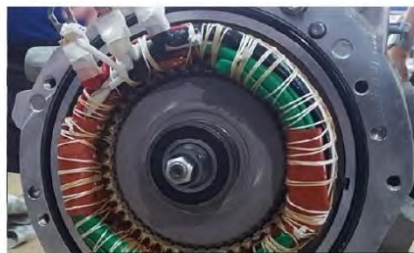
ในปี 2017 ทั่วโลกมีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าสะสมมากกว่า 3 ล้านคันเติบโต 56% จากปี 2016 โดยจีนเป็นประเทศที่มีส่วนแบ่งรถยนต์ไฟฟ้าสะสมสูงที่สุดในโลกถึง 40% ของจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าสะสมทั้งหมด

จำนวนรถโดยสารไฟฟ้าสะสมมีจำนวน 370,000 คัน

รถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีจำนวนสะสม 250 ล้านคัน

99% ของตลาดรถโดยสารไฟฟ้า และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เป็นของประเทศจีนทั้งสิ้น

📖 **ชิ้นส่วนหลักของรถยนต์ไฟฟ้า**



1.ชุดต้นกำลัง (Powertrain)



2.ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System)



3.ระบบควบคุม (Controller)



4.ระบบประจุพลังงาน (Charging System)

📖 **ประเภทของมอเตอร์**

มอเตอร์กระแสตรง
DC Motor

Brushed Motor

Brushless Motor

- ราคาถูก
- ควบคุมได้ง่าย
- มีประสิทธิภาพต่ำ

มอเตอร์กระแสสลับ
AC Motor

Permanent Magnet Motor

Induction Motor

- ราคาสูง
- ควบคุมยากกว่า
- มีประสิทธิภาพสูงกว่า

๕.1 แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า

แบตเตอรี่ทำหน้าที่ป้อนกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่างๆของเครื่องยนต์เพื่อให้ทำงานได้ เช่น มอเตอร์สตาร์ท ระบบจุดระเบิด ในขณะที่สตาร์ทเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้อนพลังงานให้กับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกหลายๆอย่าง ด้วย เช่น ระบบไฟส่องสว่าง วิทยุ เป็นต้น

- **แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (lead-acid battery)** แบตเตอรี่ชนิดนี้จะบรรจุในภาชนะที่ไม่ได้ปิดผนึก (unsealed container) ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตลอดเวลาและต้องเป็นพื้นที่ที่ระบายอากาศได้เป็นอย่างดี เพื่อระบายก๊าซ ไฮโดรเจน ที่เกิดจากปฏิกิริยาและแบตเตอรี่ชนิดจะมีน้ำหนักมาก รูปแบบสามัญของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด คือแบตเตอรี่ รถยนต์ ซึ่งสามารถจะให้พลังงานไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 10,000 วัตต์ ในช่วงเวลาสั้นๆ และมีกระแสตั้งแต่ 450 ถึง 1100 แอมแปร์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่คือ กรดซัลฟิวริกซึ่งสามารถเป็นอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดที่มีราคาแพงมากเรียกว่า แบตเตอรี่เจล (หรือ "เจลเซลล์") ภายในจะบรรจุอิเล็กโทรไลต์ประเภทเคมี-โซลิด (semi-solid electrolyte) ที่ป้องกันการหกได้ดี
- **แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน** จุดเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียม ไอออนคือความจุพลังงานและกำลังไฟฟ้าที่สูงกว่า แบตเตอรี่ตะกั่วกรดและกรดตะกั่ว นอกจากนี้ ยังมีค่าศักย์ไฟฟ้าสูง มีอัตราการสูญเสียประจุระหว่างไม่ใช้งาน (self-discharge rate) ที่ต่ำ ไม่มีปรากฏการณ์ ความจำและมีความปลอดภัยสูงกว่าแบตเตอรี่ที่ใช้โลหะลิเทียมเป็นขั้ว แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ที่ใช้ในปัจจุบันมี 6 ประเภทหลัก โดยทั่วไปจะแบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำขั้วบวก ส่วน ขั้วลบทำจากแกรไฟต์เป็นหลัก แต่จะมีประเภท LTO (Lithium Titanate) ที่แตกต่างออกไปคือ มีขั้วลบเป็น ลิเทียมไททาเนต ทั้งนี้ เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเทียม ไอออนแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน จึงเหมาะสมต่อ การใช้งานที่แตกต่างกันไปด้วย

ตารางแสดงแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนประเภทต่างๆ วัสดุขั้วลบและขั้วบวก และการใช้งาน

ประเภทที่	วัสดุขั้วบวก	วัสดุขั้วลบ	การใช้งาน
1	Lithium Cobalt Oxide (LiCoO ₂ , LCO)	แกรไฟต์	โทรศัพท์มือถือ แห็บเล็ต แล็บท็อป กล้องดิจิทัล
2	Lithium Manganese Oxide (LiMn ₂ O ₄ , LMO)	แกรไฟต์	เครื่องมือไฟฟ้า (Power tools) อุปกรณ์การแพทย์ ระบบส่งกำลังในยาน พาหนะไฟฟ้า
3	Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (Li(Ni,Mn,Co)O ₂ , NMC,NCM)	แกรไฟต์	จักรยานไฟฟ้า อุปกรณ์การแพทย์ ระบบส่งกำลังในยานพาหนะไฟฟ้า (มักใช้ ในรถไฮบริด) ระบบสำรองไฟฟ้า
4	Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (Li(Ni,Co,Al)O ₂ , NCA)	แกรไฟต์	อุปกรณ์การแพทย์ ระบบส่งกำลังใน ยานพาหนะไฟฟ้า (เช่นที่พบใน Tesla Model S) ระบบสำรองไฟฟ้า
5	Lithium Iron Phosphate (LiFePO ₄ ,LFP)	แกรไฟต์	ระบบส่งกำลังในยานพาหนะไฟฟ้า หรือแทนแบตเตอรี่กรดตะกั่วใน รถยนต์ (Start-Lighting-Ignition battery) ระบบที่ต้องการกระแส และความทนทานสูง
6	แกรไฟต์ หรือ LMO	แกรไฟต์	ระบบสำรองไฟฟ้า ระบบส่งกำลังใน ยานพาหนะไฟฟ้า (Mitsubishi i-MiEV, Honda Fit EV)

ตารางเปรียบเทียบสมบัติของแบตเตอรี่แต่ละประเภท

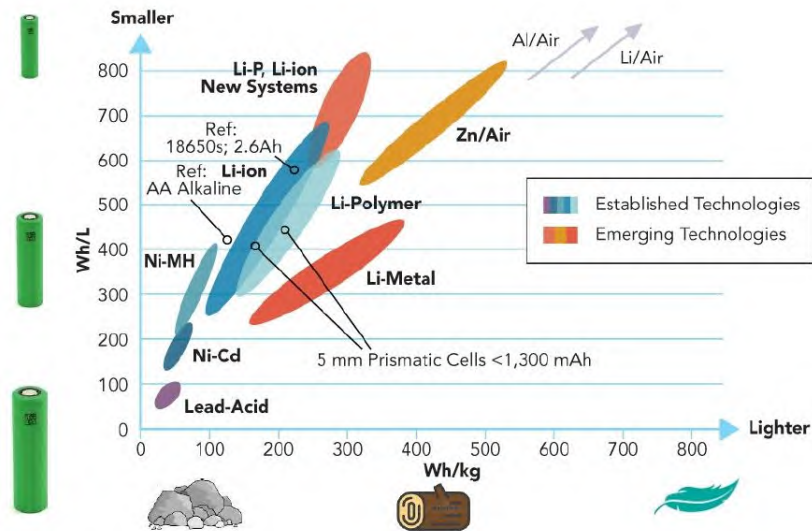
วัสดุขั้วบวก	หน่วย	LCO หรือ NCA	NMC	LMO		LFP
วัสดุขั้วลบ		แกรไฟต์	แกรไฟต์	แกรไฟต์	LTO	แกรไฟต์
ออกแบบโดยเน้น		ความจุพลังงาน	ความจุพลังงานหรือกำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า	จำนวนรอบในการใช้งาน	กำลังไฟฟ้า
ช่วงแรงดันในการใช้งาน (Operating voltage range)	V	2.5-4.2	2.5-4.2	2.5-4.2	1.5-2.8	2.0-3.6
แรงดันเฉลี่ย (Nominal cell voltage)	V	3.6-3.7	3.6-3.7	3.7-3.8	2.3	3.3
ความจุพลังงานต่อน้ำหนัก	Wh/kg	175-240 (cylindrical) 130-450 (pouch)	100-240	100-150	70	60-110
ความจุพลังงานต่อปริมาตร	Wh/L	400-640 (cylindrical) 250-450 (pouch)	250-640	250-350	120	125-250
อัตราการคายประจุอย่างต่อเนื่อง (Continuous discharge rate)	C ²	2-3	2-3 สำหรับ แบตเตอรี่ความจุพลังงานสูง >30 สำหรับ แบตเตอรี่กำลังไฟฟ้าสูง	>30	10	10-125
อายุการใช้งาน	รอบ	500+	500+	500+	4000+	1000+
ช่วงอุณหภูมิที่สามารถอัด ประจุได้	°C	0-45	0-45	0-45	-20-45	0-45
ช่วงอุณหภูมิที่สามารถคาย ประจุได้	°C	-20-60	-20-60	-30-60	-30-60	-30-60
ความปลอดภัย	1-4 (4 = ปลอดภัยที่สุด)	2	3	3	4	4
ราคา	1-4 (4 = ราคา ต่ำที่สุด)	3 (LCO) 2 (NCA)	3	3	1	3

ชนิดของแบตเตอรี่ Lithium Ion

แบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในรถยนต์มีทั้งสิ้น 3 ประเภท คือ แบตเตอรี่ตะกั่ว แบตเตอรี่นิกเกิล และแบตเตอรี่ลิเทียม โดยแบตเตอรี่ลิเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติด้านความหนาแน่นพลังงานที่สูง ซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียมมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วและแบตเตอรี่นิกเกิลที่มีความจุเท่ากัน

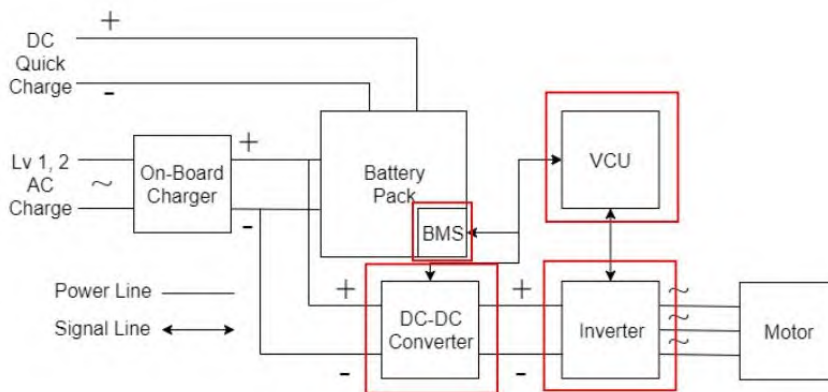
แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออนที่ได้รับความนิยมอยู่ทั้งสิ้น 4 ประเภทดังนี้

- Lithium Iron Phosphate (LFP)
- Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC)
- Lithium Titanate (LTO)
- Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (NCA)



แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแต่ละประเภทมีคุณสมบัติและความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกันไป โดยพิจารณาคุณสมบัติในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าความจุพลังงานจำเพาะ (Specific Energy) หมายถึง ปริมาณความจุแบตเตอรี่ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก มีหน่วยเป็น Wh/kg
- ค่ากำลังจำเพาะ (Specific Power) หมายถึง กำลังที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายได้ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก มีหน่วยเป็น W/kg
- ความปลอดภัย (Safety) หมายถึง ความสามารถในการระบายความร้อน ถ้าแบตเตอรี่สามารถระบายความร้อนได้ดีจะมีความปลอดภัยสูงกว่า
- สมรรถนะ (Performance) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแบตเตอรี่ขณะใช้งาน
- อายุในการใช้งาน (Life Span) หมายถึง จำนวนครั้งในการประจุไฟ
- ต้นทุน(Cost) หมายถึง ต้นทุนในการผลิตแบตเตอรี่ต่อ 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง



ชุดควบคุมของยานยนต์ไฟฟ้าประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ

- Vehicle Control Unit (VCU) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า เช่นเดียวกับ ECU ในยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน
- Motor Control Unit (MCU) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อให้เป็นไปตามที่ VCU สั่งงาน ประกอบด้วย Inverter

DC-DC Converter ทำหน้าที่แปลงความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อไปใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ประจุเข้าแบตเตอรี่ และเลี้ยงระบบไฟฟ้า 12 V ภายในรถยนต์

Battery Management System (BMS) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณ และทิศทางกระแสไฟฟ้า เพื่อให้มีประสิทธิภาพ มีความคงทน นอกจากนั้นยังคอยควบคุมอุณหภูมิการทำงานของแบตเตอรี่ให้เหมาะสม

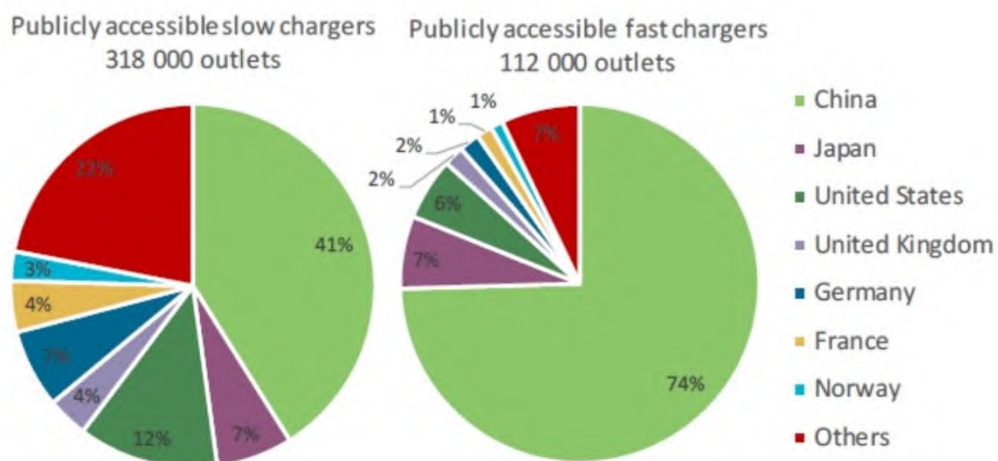
☞ ชุดประจูลังงาน

Level	Level 1 AC (Slow Charge)		Level 2 AC (Normal Charge)		DC (Quick Charge)		
Type	Type 1	Type 2	GB/T	CHAdeMO	CCS Combo1	CCS Combo2	GB/T
Mode	Control Area Network (CAN)				Power Line Communication (PLC)		
Countries							

คุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการประจุไฟฟ้า

- Level หมายถึง ช่วงกำลังการประจุไฟฟ้าของอุปกรณ์
- Type หมายถึง รูปร่างของเต้ารับ (Socket) และเต้าเสียบ (Plug)
- Mode หมายถึง วิธีการสื่อสาร (Protocol) ระหว่างรถยนต์และอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า

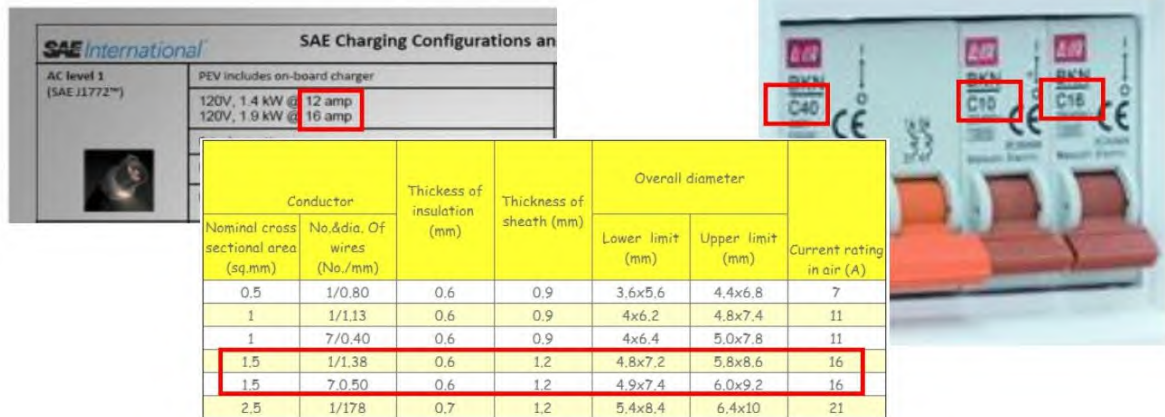
☞ จำนวนสถานีประจูลังงาน



- ในปี 2017 จำนวนหัวประจุไฟฟ้าสาธารณะในโลกรวมมีจำนวน 430,000 หัว
- หัวประจุไฟฟ้ากระแสสลับ 318,000 หัว และหัวประจุไฟฟ้ากระแสตรง 112,000 หัว
- จีนเป็นประเทศที่มีสัดส่วนหัวประจุไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงมากที่สุดในโลก ด้วยสัดส่วน

41%และ 74% ตามลำดับ

EV Buyer guide



Conductor		Thickness of insulation (mm)	Thickness of sheath (mm)	Overall diameter		Current rating in air (A)
Nominal cross sectional area (sq.mm)	No. & dia. Of wires (No./mm)			Lower limit (mm)	Upper limit (mm)	
0.5	1/0.80	0.6	0.9	3.6x5.6	4.4x6.8	7
1	1/1.13	0.6	0.9	4x6.2	4.8x7.4	11
1	7/0.40	0.6	0.9	4x6.4	5.0x7.8	11
1.5	1/1.38	0.6	1.2	4.8x7.2	5.8x8.6	16
1.5	7/0.50	0.6	1.2	4.9x7.4	6.0x9.2	16
2.5	1/1.78	0.7	1.2	5.4x8.4	6.4x10	21

การเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้าในบ้าน

เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้ามีความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงขณะประจุไฟฟ้า ดังนั้นผู้ที่ต้องการจะซื้อรถยนต์ไฟฟ้า ต้องตรวจสอบระบบไฟฟ้าในบริเวณที่ต้องการประจุไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมต่อปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้า

1. สะพานไฟของอาคารนั้น
2. ขนาดของสายไฟฟ้าภายในอาคาร

ว่าสามารถรองรับปริมาณกระแสที่มากได้หรือไม่ ถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการใช้ที่มีกระแสสูง อาจจะทำให้เกิดความร้อนสูงที่สายไฟจนลุกไหม้ได้ ถ้าระบบความปลอดภัยไม่ดีพอ ฝนตกน้ำท่วมสามารถใช้รถยนต์ไฟฟ้าได้หรือไม่

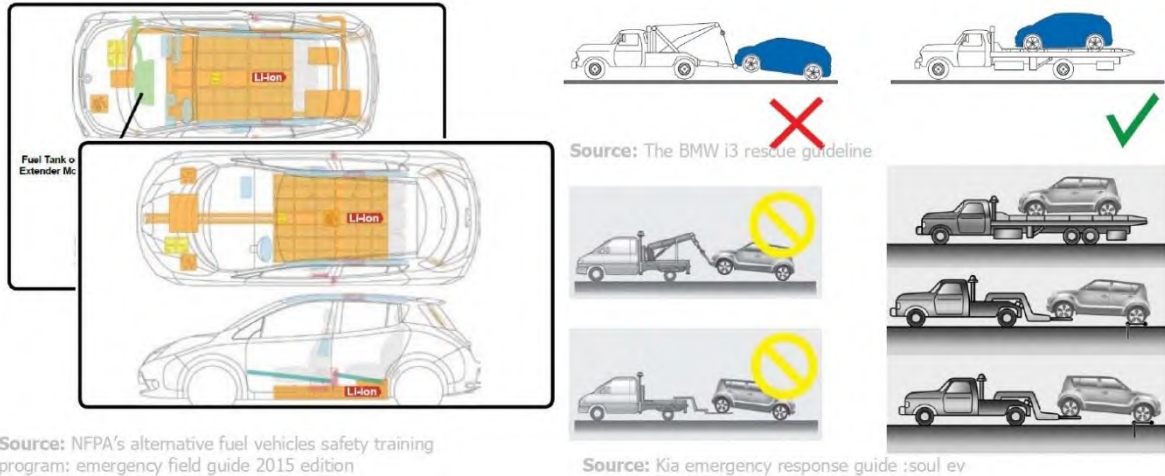
รถยนต์ไฟฟ้า ใช้หลักการออกแบบเช่นเดียวกับรถยนต์ทั่วไป ซึ่งถ้าน้ำท่วมสูงในระดับที่รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในยังปลอดภัย ไม่เกิดความเสียหาย รถยนต์ไฟฟ้าก็ปลอดภัยเช่นกัน

ผู้ขับขี่บางท่านอาจจะกังวลเรื่องตำแหน่งติดตั้งของแบตเตอรี่ ที่ติดตั้งไว้บริเวณใต้รถ จะเกิดความเสียหายเมื่อน้ำท่วมแต่อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบรถยนต์ไฟฟ้าได้ออกแบบให้ระบบแบตเตอรี่นั้นแยกออกจากสภาพแวดล้อมภายนอก ถูกปิดอย่างมิดชิด รวมถึงผู้ผลิตบางรายได้ทดสอบ โดยนารถยนต์ไฟฟ้าลุยน้ำท่วมขังที่มีระดับน้ำสูง โดยไม่เกิดอันตรายต่อตัวรถยนต์และผู้ขับขี่

การกั๊กยรถยนต์ไฟฟ้าขณะเกิดอุบัติเหตุ

เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้ามีระบบไฟฟ้าความต่างศักย์สูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย แก่ผู้ประสพภัย และเจ้าหน้าที่ได้ ถ้าหากการกั๊กยดำเนินอย่างไม่ถูกต้อง ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน่วยงานรับผิดชอบด้านสาธารณะ ภัยได้จัดทำคู่มือสำหรับจำแนกประเภทรถยนต์ไฟฟ้า ให้ข้อมูลความรู้ และลำดับการปฏิบัติการกั๊กยจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น การให้ข้อมูลด้านตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าความต่างศักย์สูงเพื่อให้เจ้าหน้าที่หลีกเลี่ยงบริเวณเหล่านั้นในการตัดค่า

เมื่อรถยนต์ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้ จำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้าย ต้องเคลื่อนย้ายโดยวิธียก หรือหากจำเป็นต้องลากจูง จำเป็นต้องมีอุปกรณ์รองใต้ล้อทั้งสิ้น เนื่องจากเป็นระบบเกียร์ที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันถูกนำมาใช้ในรถยนต์เครื่องสันดาปภายในบางรุ่นแล้ว



การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

- บนหน้าจอของยานยนต์ไฟฟ้าจะมีการแสดงอัตราการใช้พลังงาน ในตัวอย่างคือ 5 mi/kWh หรือ 0.2 kWh/mi
 - สมมติอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย อัตราปกติการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน คือ 1.8632 บาท/kWh (อัตราของ 15 หน่วยแรก)
 - ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง = อัตราการใช้พลังงาน (kWh/mi) X อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/kWh)
- = 0.2 (kWh/mi) X 1.8632 (บาท/kWh)
- = 0.37264 บาท/ไมล์ (เป็นตัวอย่างการคำนวณเท่านั้น ไม่ใช่ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจริง)



1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน	
อัตรารายเดือน	
ค่าพลังงานไฟฟ้า	ราคาต่อหน่วย
15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 - 15)	1.8632 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 - 25)	2.5026 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 - 35)	2.7549 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 - 100)	3.1381 บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 - 150)	3.2315 บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	3.7362 บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361 บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	8.19

ความรู้ด้านเครื่องกล

เครื่องกล (Machines) คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น ช่วยผ่อนแรง ช่วยเปลี่ยนทิศทางการออกแรง ช่วยถ่ายทอดพลังงานจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง เครื่องกลพื้นฐาน หรือเครื่องกลอย่างง่าย มี 6 ประเภท คือ

1. คาน (Lever)
2. ล้อและเพลา (Wheel and Axle)
3. พื้นเอียง (Inclined plane)
4. รอก (Pulley)
5. ลิ่ม (Wedge)
6. สกรู (Screw)

ในเครื่องกลทุกชนิด จะพิจารณาเกี่ยวกับแรง 2 ชนิด คือ

1. แรงพยายาม คือ แรงที่ให้กับเครื่องกล
2. แรงต้านทาน คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่เราต้องการกระทำให้เป็นไปตามต้องการถ้าเครื่องกล

ไม่มีความฝืด จะได้ว่า

$$\text{งานที่ให้แก่เครื่องกล} = \text{งานที่ได้รับจากเครื่องกล}$$

การได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage หรือ M.A) คืออัตราส่วนระหว่างแรงต้านทานกับแรงพยายาม ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงว่า เครื่องกลนั้นผ่อนแรงได้มากหรือน้อยเพียงไร

$$\text{การได้เปรียบเชิงกล} = \frac{\text{แรงต้านทาน}}{\text{แรงพยายาม}}$$

หรือ

$$M.A = \frac{W}{E}$$

เมื่อ W แทนแรงต้านทาน มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

E แทนแรงพยายาม มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

ถ้า $M.A = 1$ แสดงว่าไม่ผ่อนแรง เพราะว่า $W = E$

ถ้า $M.A. >$ แสดงว่าได้เปรียบเชิงกล เพราะว่า $W > E$

ถ้า $M.A. <$ แสดงว่าเสียเปรียบเชิงกล เพราะว่า $W < E$

การได้เปรียบเชิงกล แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

1. การได้เปรียบเชิงกลในทางปฏิบัติหรือโดยแท้จริง (Actual Mechanical Advantage หรือ A.M.A)

$$\text{การได้เปรียบเชิงกลในทางปฏิบัติ} = \frac{\text{แรงต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ}}{\text{แรงพยายามเมื่อเครื่องกลมีความฝืด}}$$

2. การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎีหรือในทางอุดมคติ (Ideal mechanical Advantage หรือ I.M.A)

$$A.M.A = \frac{W}{E_A}$$

การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี = $\frac{\text{แรงต้านทานหรือน้ำหนักของวัตถุ}}{\text{แรงพยายามเมื่อเครื่องกลไม่มีความฝืด}}$

หรือ

$$I.M.A = \frac{W}{E_I}$$

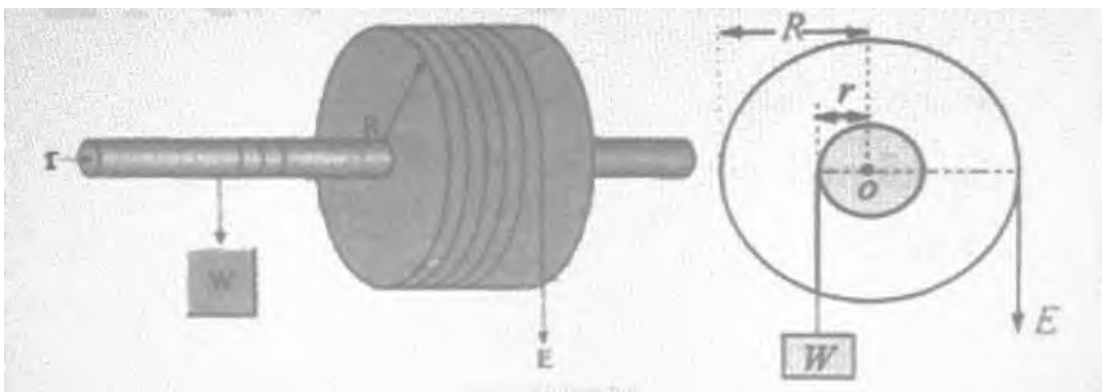
การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี = $\frac{\text{ระยะทางของแรงพยายาม}}{\text{ระยะทางของแรงต้านทาน}}$

$$I.M.A = \frac{D_E}{D_W}$$

- เมื่อ I.M.A แทน การได้เปรียบเชิงกลในทางทฤษฎี
- D_E แทน ระยะทางของแรงพยายามจากตำแหน่งที่ออกแรงพยายามจนถึงตำแหน่งที่คานอยู่ในแนวระดับ
- D_W แทน ระยะทางของแรงต้านทานจากตำแหน่งที่วัตถุออกแรงต้านทานจนถึงตำแหน่งที่คานเคลื่อนตัวสู่แนวระดับ

ล้อและเฟลา

ล้อและเฟลา เป็นเครื่องมือกลประเภทหนึ่งประกอบด้วยวัตถุรูปทรงกระบอกขนาดต่างกันสองอันติดกัน ทรงกระบอกอันใหญ่ เรียกว่า ล้อ อันเล็กเรียกว่า เฟลา



ภาพประกอบที่ 1 ล้อและเฟลา

จากภาพ ให้ R = รัศมีของล้อ วัดจากศูนย์กลางของเพลาถึงขอบของเพลา

r = รัศมีของเพลา วัดจากจุดศูนย์กลางของเพลาถึงขอบของเพลา

E = แรงพยายาม

W = แรงแดันทาน

เมื่อล้อและเพลาอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่า

$$E \times R = W \times r$$

เมื่อพิจารณาจากหลักของงาน

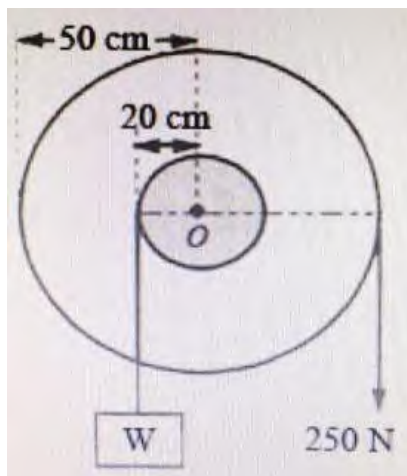
งานมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามทิศทางของแนวแรง มีหน่วยเป็นนิวตันเมตร (N.m) หรือ จูล (J)

เมื่อเครื่องกลไม่มีความฝืด

$$M.A = \frac{W}{E} = \frac{R}{r}$$

เนื่องจาก R ยาวกว่า r ดังนั้น $M.A$ มากกว่า 1 นั่นคือ เครื่องกลประเภทล้อและเพลาจะ ได้เปรียบเชิงกลเสมอเมื่อไม่มีความฝืด

ตัวอย่างที่ 1. ในการตักน้ำขึ้นจากบ่อโดยใช้ล้อ – เพลา ถ้าล้อมีรัศมี 50 เซนติเมตร และเพลา มีรัศมี 20 เซนติเมตร ถ้าออกแรงในการหมุนวงล้อ 100 นิวตัน อยากทราบว่าน้ำที่ตักขึ้นลงมาจากบ่อจะมีน้ำหนักเท่าไร



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $E = 100$ นิวตัน , $R = 50$ เซนติเมตร , $r = 20$ เซนติเมตร ต้องการทราบค่า

W

จากสูตร $E \times R = W \times r$

แทนค่าจะได้ $100 \times 50 = W \times 20$

$$W = 250 \text{ นิวตัน}$$

ดังนั้น น้ำที่ตักขึ้นมาจากบ่อจะมีน้ำหนัก 250 นิวตัน