

เทคโนโลยีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและ แบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

นาย ธนิษฐ์ เมณะเนตร วิศวกรไฟฟ้า 10
ฝ่ายธุรกิจบริการและคุณภาพไฟฟ้า
การไฟฟ้านครหลวง



Topics

ELECTRIC
VEHICLE
PARKING



Session 1: นโยบายและมาตรการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้า

Session 2: เทคโนโลยีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และการอัดประจุ

Session 3: เทคโนโลยีสำหรับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

Topics

ELECTRIC
VEHICLE
PARKING

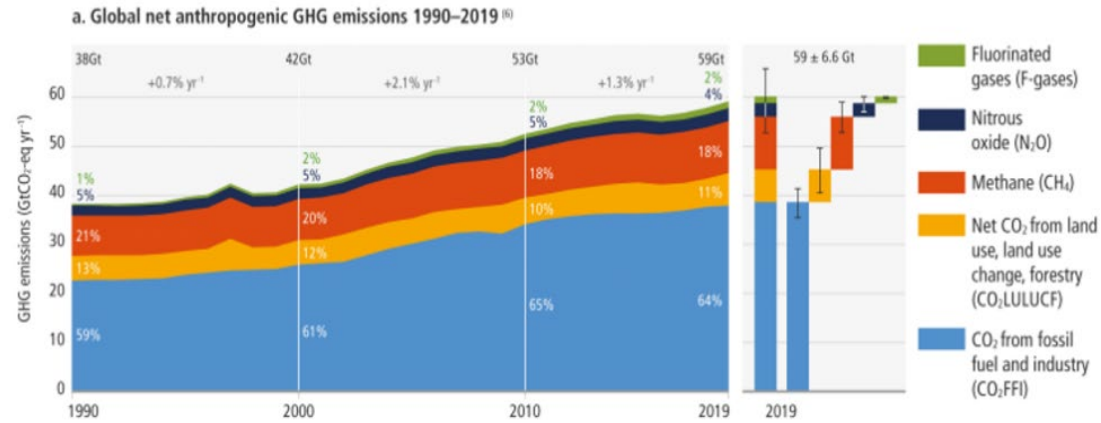


Session 1: นโยบายและมาตรการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้า

Council of Engineers

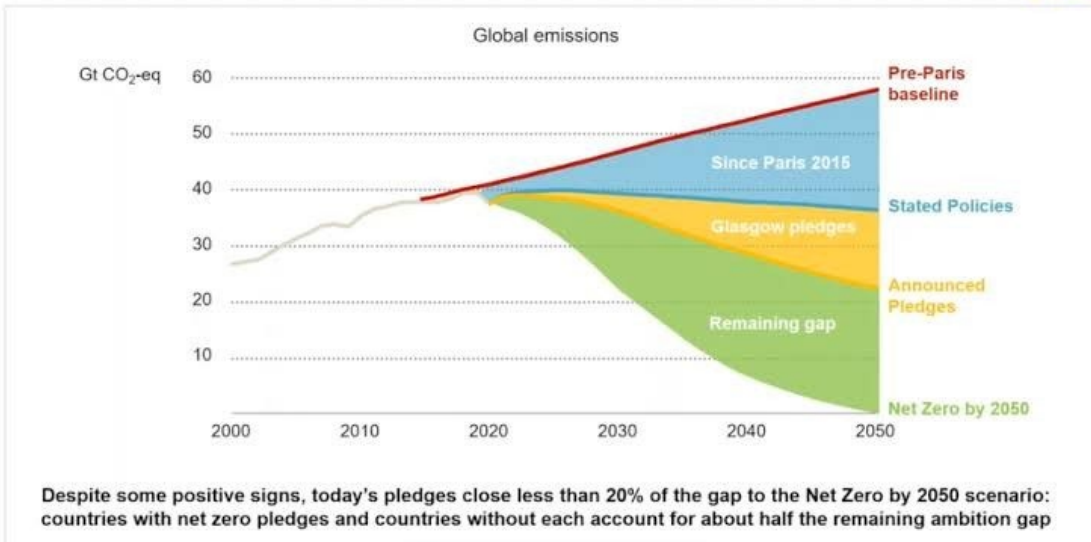
ที่มา: International Panel on Climate Change (IPCC)

Global net anthropogenic emissions have continued to rise across all major groups of greenhouse gases.

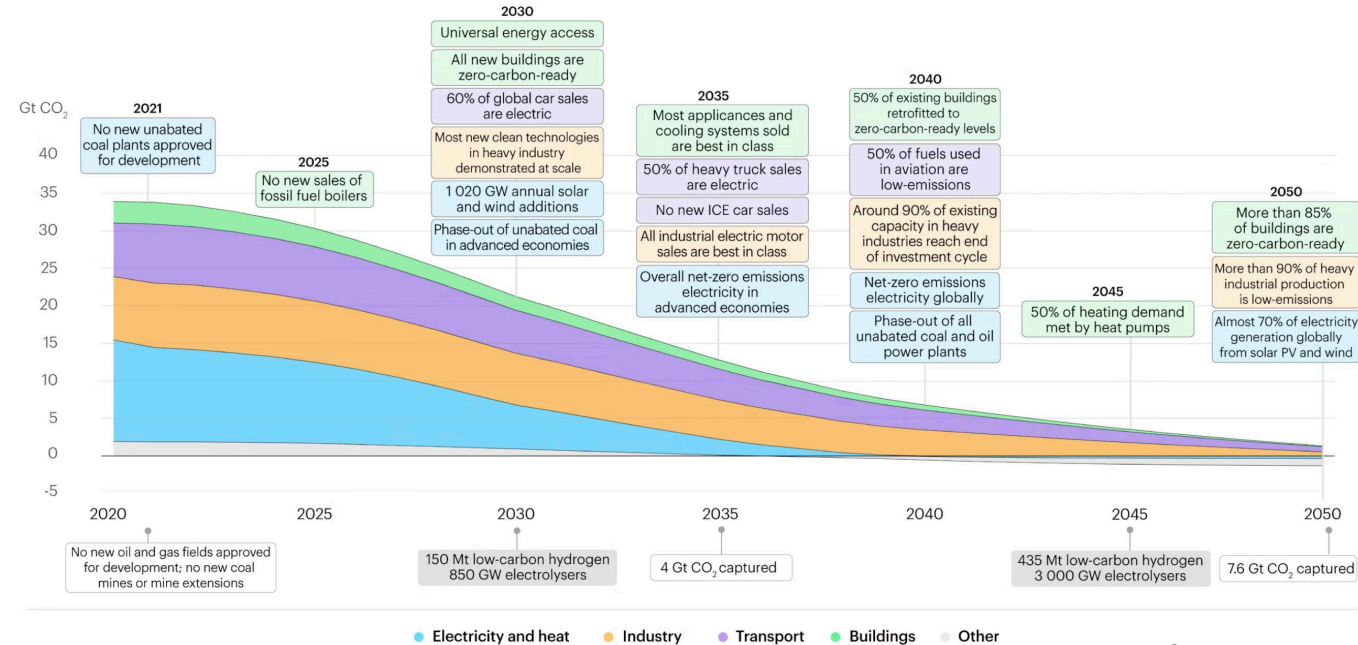
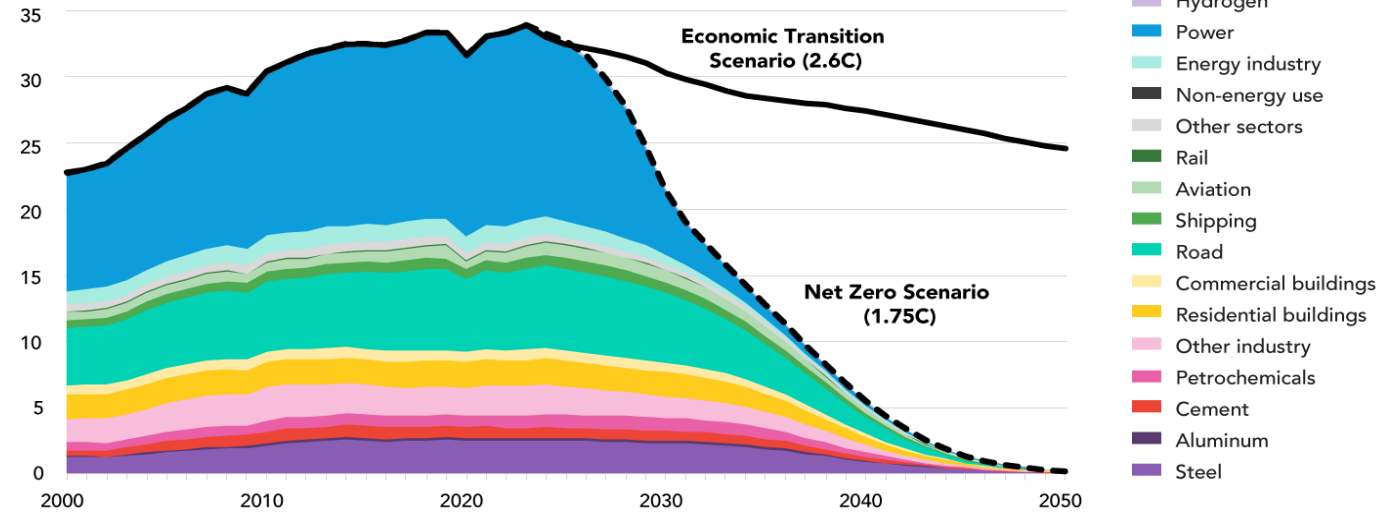


A large ambition gap remains in 2030

iea



Gigatons of CO₂



สถานการณ์การปล่อย GHGs ของไทย

ภาคพลังงานถือเป็นภาคส่วนที่มีการปล่อย GHGs มากที่สุด
หรือ**กว่า 70% โดยมาจากการผลิตไฟฟ้า**และการขนส่งเป็นหลัก

ประเทศที่ปล่อย GHGs มากที่สุด

(ข้อมูล ณ ปี พ.ศ. 2566)

1st 29.1%



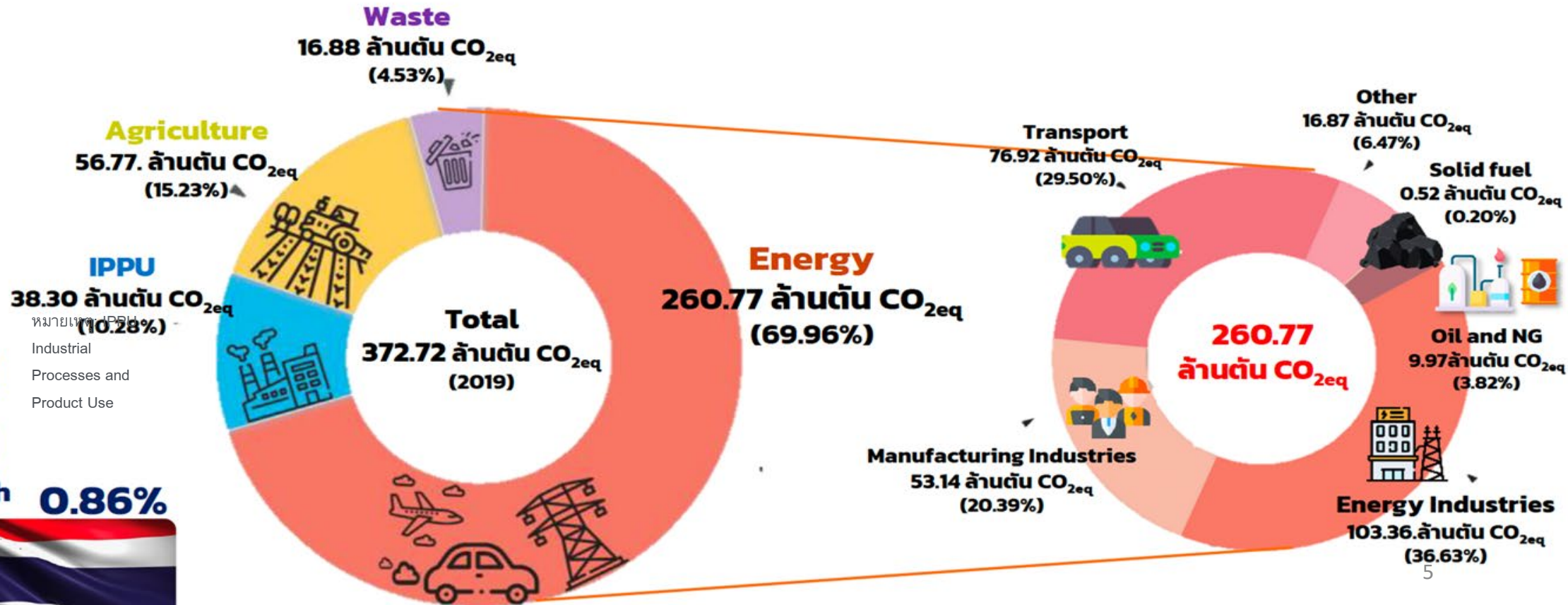
2nd 11.2%



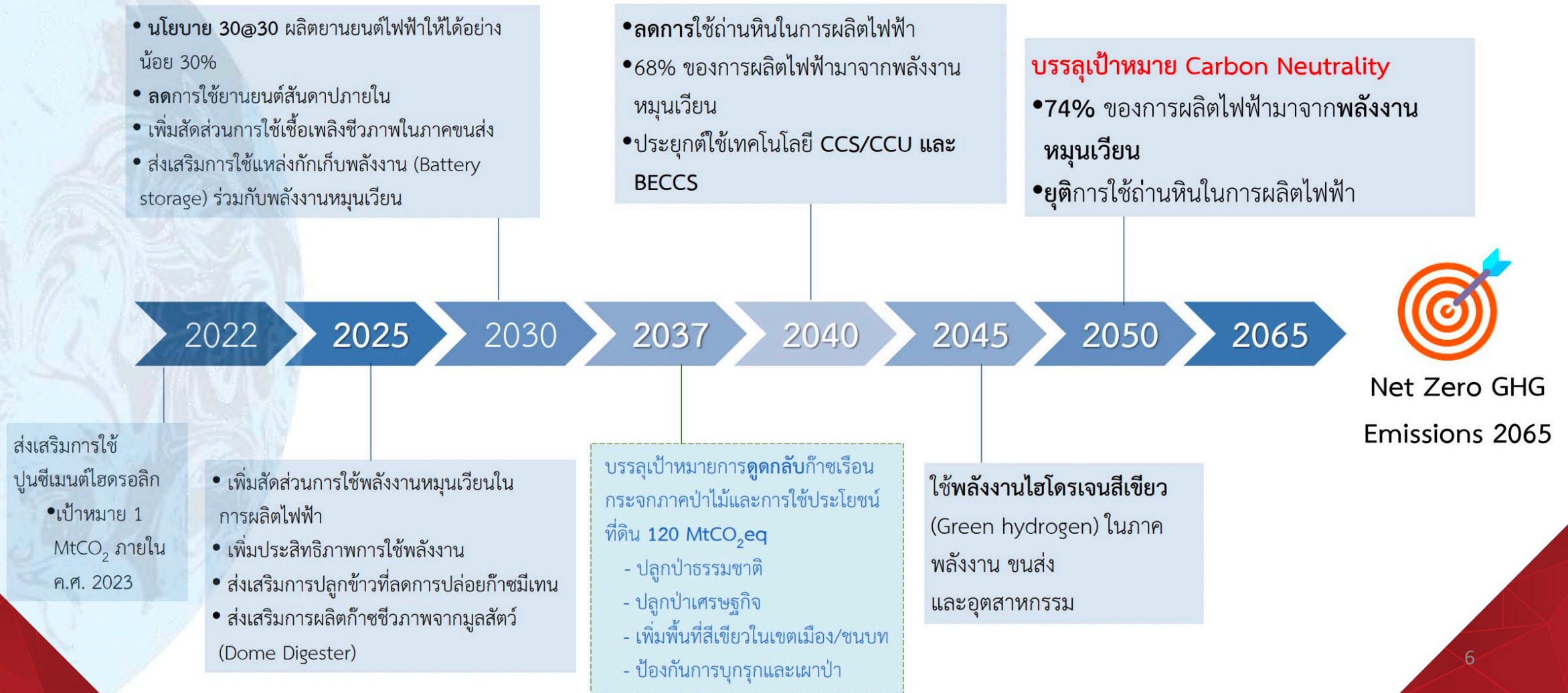
3rd 7.3%



19th 0.86%



แผนที่นำทางเทคโนโลยี/มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่ Net Zero 2065





แผนพลังงานชาติ National Energy Plan

เราสร้างสรรค์
เพื่อทุกคน

สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

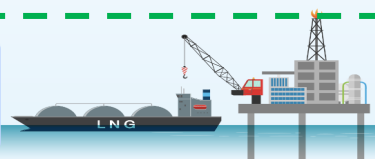
กระทรวงพลังงาน โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน หรือ สนพ. อยู่ระหว่างการจัดทำรายละเอียดแผนพลังงานชาติ ที่สอดคล้องกับแนวทางการมุ่งสู่เป้าหมายลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Neutrality) ภายในปี ค.ศ. 2065 – 2070 ซึ่งจะมีผลต่อทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ ประกอบด้วย

ด้านไฟฟ้า

- เพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนและพลังงานสะอาดจากโรงไฟฟ้าใหม่ โดยมีสัดส่วน RE ไม่น้อยกว่า 50%
- ส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า
- พัฒนาและยกระดับเทคโนโลยีระบบไฟฟ้า (Grid Modernization) รองรับการผลิตไฟฟ้าแบบกระจายศูนย์ระบบไมโครกริด
- มุ่งปลดล็อกกฎระเบียบการซื้อขายไฟฟ้า รองรับการผลิตเองใช้เอง (Prosumer) ที่มากขึ้น

ด้านก๊าซธรรมชาติ

- เน้นการเปิดเสรีและการจัดหา สร้างความมั่นคงให้กับระบบพลังงานประเทศ
- วางแผนสร้างสมดุลระหว่างการจัดหาในประเทศและการนำเข้า LNG มุ่งสู่การเป็นศูนย์กลางการซื้อขาย หรือ LNG Hub



ด้านน้ำมัน

- ปรับแผนพลังงานภาคขนส่ง
- สร้างสมดุลระหว่างผู้ใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio Fuel) และ EV



ด้านพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

- ส่งเสริมการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนทุกภาคส่วนให้มากขึ้น
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากทุกภาคส่วนให้เพิ่มขึ้น



ทั้งนี้ การดำเนินการทั้งหมดได้รับการสนับสนุนด้านข้อมูลจากศูนย์สารสนเทศพลังงานแห่งชาติ หรือ NEIC ใต้รองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยจะนำแผนพลังงานชาติไปปรับพิจารณาทุกภาคส่วนในขั้นตอนต่อไป



“แผนพลังงานชาติ” จึงเปรียบเสมือนแผนที่ ที่จะช่วยกำหนดทิศทางให้นโยบายด้านพลังงานของประเทศไทยขับเคลื่อนไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดการพัฒนาพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน

ติดตามแบบฉบับฟรี
เรื่อง แผนพลังงานชาติ ได้ที่



“พลังงาน” สร้างความมั่นคงสู่เป้าหมายสังคมคาร์บอนต่ำ

จัดทำแผนพลังงานชาติและ
พลังงานรายสาขาใหม่ (พ.ศ. 2561-2580)
เพื่อขับเคลื่อนไทยสู่เป้าหมาย
Carbon Neutrality



นโยบายพลังงาน 4D1E รองรับ Energy Disruption



01 Digitalization

การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ร่วมกันกับเทคโนโลยีด้านพลังงาน

02 Decarbonization

การลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

03 Decentralization

การผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวและความยืดหยุ่นของระบบไฟฟ้า

04 De-Regulation

การเปิดเสรีภาคพลังงาน เพื่อกระตุ้นให้เกิดนวัตกรรมและการแข่งขันอย่างเป็นธรรม

05 Electrification

การใช้พลังงานไฟฟ้าสีเขียว ลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

EPPO UPDATE

www.eppo.go.th EPPO Thailand

นโยบายสำคัญของกระทรวงพลังงาน แรงขับเคลื่อนสู่การเปลี่ยนผ่านพลังงานไทย นโยบายและแผนส่งเสริม EV

เป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญของโลก

คณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ

Thailand's Vision



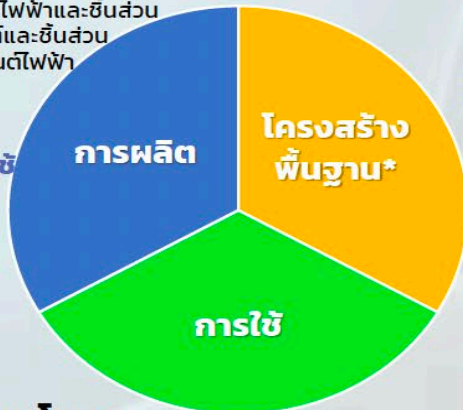
การส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน

- เป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน
- กำหนดมาตรฐานยานยนต์และชิ้นส่วน
- การเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้า



การส่งเสริมด้านการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

- มาตรการทางภาษี
- มาตรการที่ไม่ใช่ภาษี



การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า*

- ส่งเสริมการพัฒนาโครงข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้าอย่างเพียงพอ
- สร้างกฎระเบียบ มาตรฐาน และแนวทาง
- ส่งเสริมเทคโนโลยีด้านสมาร์ทกริดเพื่อเชื่อมโยงและบริหารจัดการ



การส่งเสริมแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า

- ส่งเสริมด้านการใช้งาน
- ส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิต
- นโยบายและมาตรการด้านแบตเตอรี่ใช้แล้ว
- การพัฒนากำลังคนและพัฒนาความสามารถด้านการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี



ความคืบหน้าการดำเนินนโยบาย

- BOI อนุมัติให้การส่งเสริมในกิจการผลิต EV รวม 26 โครงการ (จาก 17 บริษัท) **มูลค่าเงินลงทุน 80,208 ล้านบาท** จำนวนกำลังการผลิตเป็นจำนวน 838,775 คัน โดยได้ออกบัตรส่งเสริมแล้วจำนวน 16 โครงการ และแบรนด์ที่ผลิตเชิงพาณิชย์แล้ว 11 แบรนด์
- จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศไทยข้อมูลจากสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2566 มีจำนวนทั้งสิ้น **2,658 สถานี จำนวน 9,339 หัวชาร์จ**

CONFIDENTIAL & PROPRIETARY

เป้าหมายภายในปี 2573 (จำนวนคันต่อปี)



รถยนต์นั่ง/รถกระบะ

การใช้ 440,000 คัน

การผลิต 725,000 คัน



รถจักรยานยนต์

การใช้ 650,000 คัน

การผลิต 675,000 คัน



รถบัส/รถบรรทุก

การใช้ 33,000 คัน

การผลิต 34,000 คัน

บอร์ด EV ในการประชุมครั้งที่ 3/2565 เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2565 รับทราบความคืบหน้าในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในด้านต่างๆ ดังนี้

ความคืบหน้าการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน

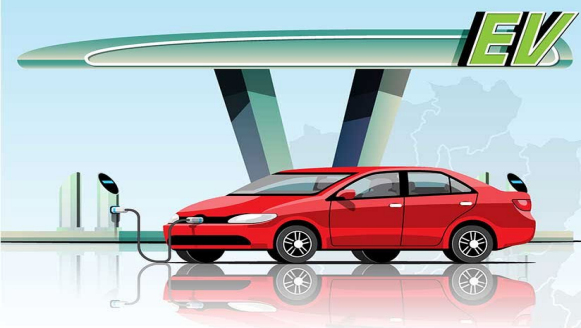
- ก.อุตสาหกรรมได้จัดทำมาตรฐานด้านยานยนต์ไฟฟ้าแล้วเสร็จ รวม 123 มาตรฐาน
- ก.อุตสาหกรรม ได้หารือเรื่องมาตรฐานอาคารที่จอดรถยนต์ไฟฟ้ากับสมาคมสถาปนิกสยาม ซึ่งอยู่ระหว่างทำการศึกษารูปแบบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ความคืบหน้าการส่งเสริมด้านการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

กรมสรรพสามิตสรุปจำนวนผู้ประกอบการเข้าที่ลงนามข้อตกลงเข้าร่วมมาตรการ และยอดจองรถยนต์/รถจักรยานยนต์ที่ขอรับสิทธิ์ ณ วันที่ 10 มกราคม 2566 รวม **ทั้งสิ้น 36,993 คัน**

ความคืบหน้าการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า

- กพ. ขยายอัตราค่าไฟฟ้า Low Priority โดยให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนเมษายน 2564 เป็นต้นไป เป็นระยะเวลา 2 ปี
- กพ. อยู่ระหว่างออกประกาศเรื่องขั้นตอนการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า สำหรับโครงการสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- การจัดทำแพลตฟอร์มกลางสำหรับอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการสถานีอัดประจุ



— แนวทางการส่งเสริม —
ยานยนต์ไฟฟ้า (EV)
ของประเทศ
ตามนโยบาย 30@30

ตั้งเป้าผลิต ZEV (Zero Emission Vehicle)
รถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30%
ของการผลิตรถยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030

เป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

รถยนต์นั่งและรถกระบะ
725,000 คัน

รถจักรยานยนต์
675,000 คัน

รถบัสและรถบรรทุก
34,000 คัน

ส่งเสริมการผลิต
รถสามล้อ
รถไฟ
ระบบราง
เรือ
โดยสาร

เป้าหมายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

รถยนต์นั่งและรถกระบะ
440,000 คัน

รถจักรยานยนต์
650,000 คัน

รถบัสและรถบรรทุก
33,000 คัน

การส่งเสริมสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า

IIUU Fast charge
12,000
หัวจ่าย



สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่
สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
1,450 สถานี



มาตรการส่งเสริม ZEV

การส่งเสริมอุตสาหกรรม
ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน
เพื่อให้ไทยเป็นฐานการผลิต
ยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน
ที่สำคัญ

การส่งเสริม
การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า
ทั้งมาตรการทางภาษี
และที่ไปใช้ภาษี

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน
รองรับยานยนต์ไฟฟ้า
เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า การพัฒนา
กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องและ
ส่งเสริมเทคโนโลยีการกริด
รวมทั้งการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า
และการใช้แบตเตอรี่ที่ผลิตในประเทศ



มาตรการสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2567 - 2570)

ประเภทรถ	ราคา	ขนาดแบตเตอรี่	เงินอุดหนุน	สิทธิประโยชน์	
 รถยนต์ไฟฟ้า	ไม่เกิน 2 ล้านบาท	- ต่ำกว่า 50 KWh - ตั้งแต่ 50 KWh ขึ้นไป	- 20,000 - 50,000 บาท/คัน - 50,000 - 100,000 บาท/คัน	ลดภาษ้นำเข้า CBU ไม่เกิน 40% ในช่วง 2 ปีแรก (พ.ศ. 2567-2568)	ลดภาษี สรรพสามิต จาก 8% เหลือ 2%
	ตั้งแต่ 2 ล้านบาท แต่ไม่เกิน 7 ล้านบาท	- ตั้งแต่ 50 KWh ขึ้นไป	—	—	—
 รถกระบะไฟฟ้า	ไม่เกิน 2 ล้านบาท	- ตั้งแต่ 50 KWh ขึ้นไป	- 50,000 - 100,000 บาท/คัน	—	—
 รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า	ไม่เกิน 150,000 บาท	- ตั้งแต่ 3 KWh ขึ้นไป	- 5,000 - 10,000 บาท/คัน	—	—

* ให้เงินอุดหนุนตามประเภทของรถ และขนาดของแบตเตอรี่ ทั้งนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะหารือร่วมกันเพื่อกำหนดอัตราเงินอุดหนุนที่เหมาะสม และจะนำเสนอคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาต่อไป

คุณสมบัติผู้เข้าร่วม

- ผู้เข้าร่วม EV 3 สามารถเข้าร่วม EV 3.5 ได้
- อ้างอิงคุณสมบัติผู้เข้าร่วมโครงการตามมาตรการ EV 3

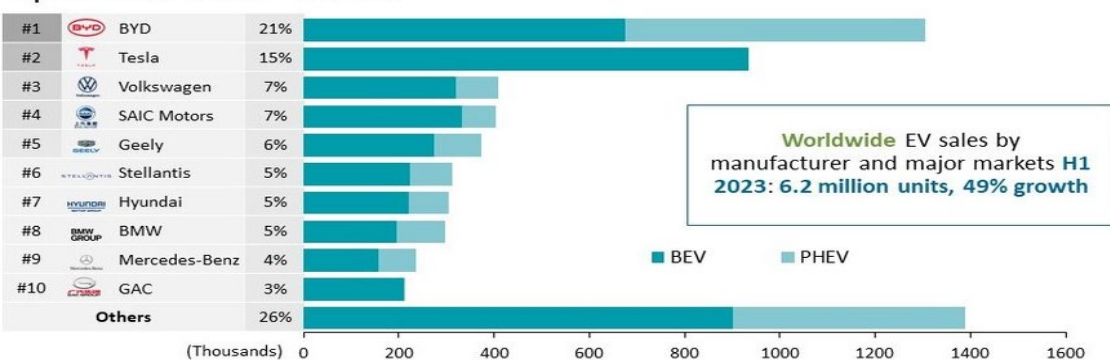


เงื่อนไขมาตรการ

- ต้องผลิตรถยนต์ไฟฟ้าขดเคียวการนำเข้าอัตราส่วน 1 : 2 ภายในปี 2569 (นำเข้า 1 คัน ผลิตขดเคียว 2 คัน) หรืออัตราส่วน 1 : 3 ภายในปี 2570 (นำเข้า 1 คัน ผลิตขดเคียว 3 คัน)
- รถยนต์ไฟฟ้าสำเร็จรูป (CBU) ที่นำเข้าและที่ผลิตในประเทศไทย จะต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) และต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานตามมาตรฐานสากลจากศูนย์ทดสอบยานยนต์และยางล้อแห่งชาติ (ATTRIC)
- เงื่อนไขการใช้แบตเตอรี่และชิ้นส่วนเป็นไปตามมาตรการ EV 3

China continues its strong EV momentum into H1 2023

Top ten EV market shares in H1 2023



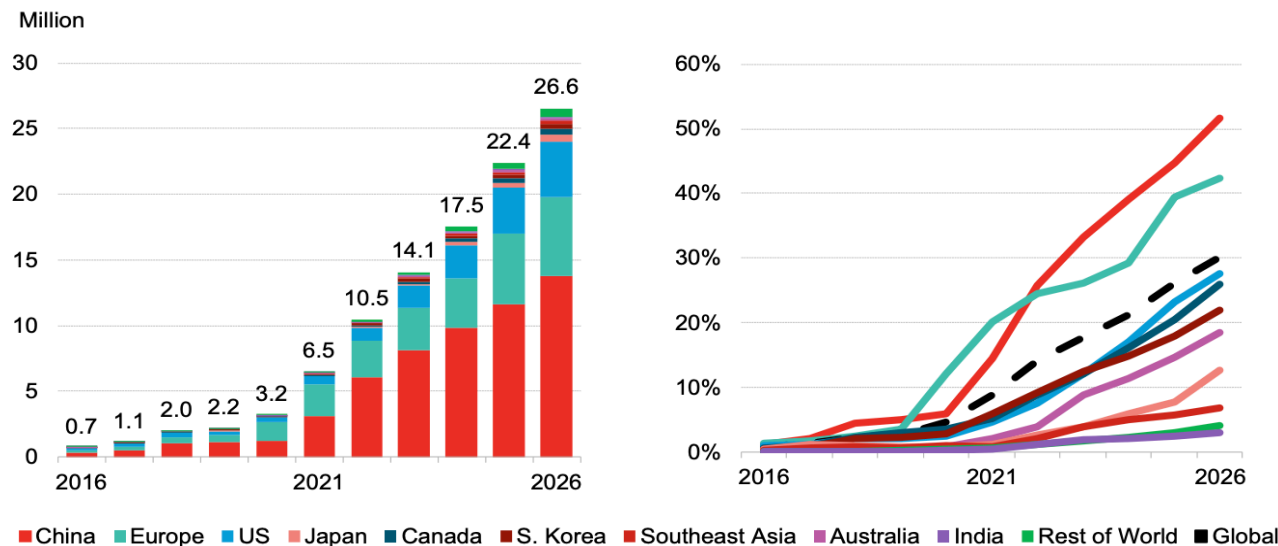
Source: Canalis estimates, Intelligent Vehicle Analysis, August 2023
*Row = Rest of the world

canalis

BEVs sales share in ASEAN (% , 1Q2023)



Source: Counterpoint, Krungsri Research



Source: BloombergNEF. Note: Europe includes the EU, the UK and EFTA countries. EV includes BEVs and PHEVs.

อันดับ 1 RANK BYD Atto 3
819 คัน (14.2%)

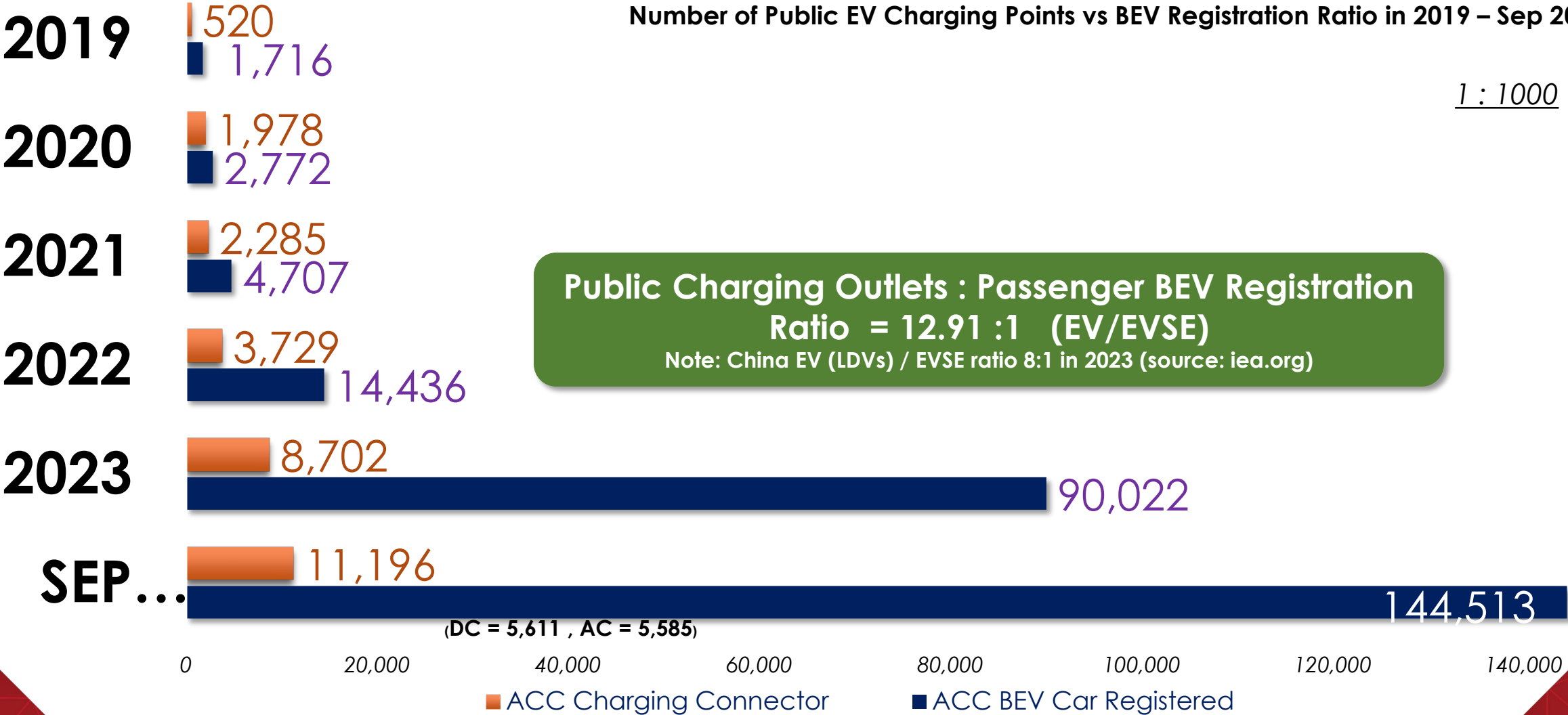
ยอดจดทะเบียน รถไฟฟ้า 100% มิถุนายน 67 : 5,773 คัน

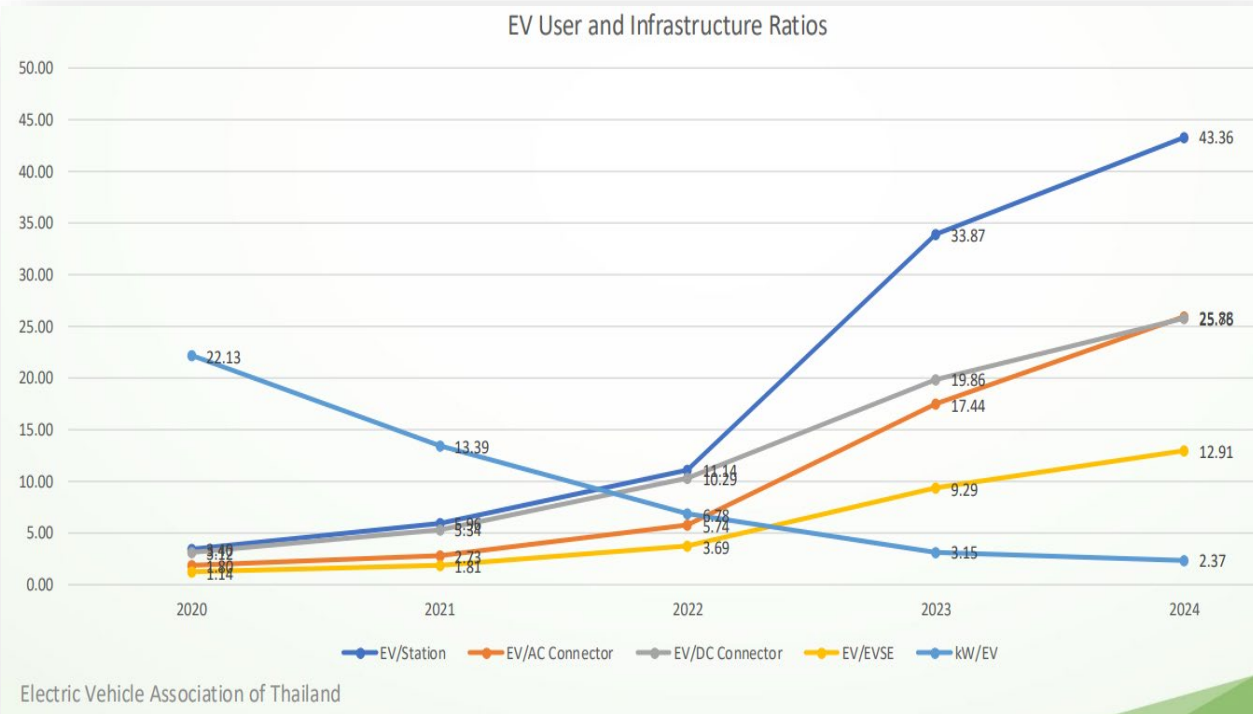
www.autolifethailand.tv

Model	Sales (Units)
BYD Dolphin	754 คัน
Deepal S07	703 คัน
Aion Y Plus	587 คัน
Tesla Model 3	457 คัน
NETA V	437 คัน
MG 4 Electric	425 คัน
BYD Seal	249 คัน
ORA Good Cat	238 คัน
Volvo EX30	120 คัน
Volvo EC40	111 คัน
MG EP	105 คัน
GWM ORA 07	103 คัน
Tesla Model Y	97 คัน
Aion ES	90 คัน

Number of Public EV Charging Points vs BEV Registration Ratio in 2019 – Sep 2024

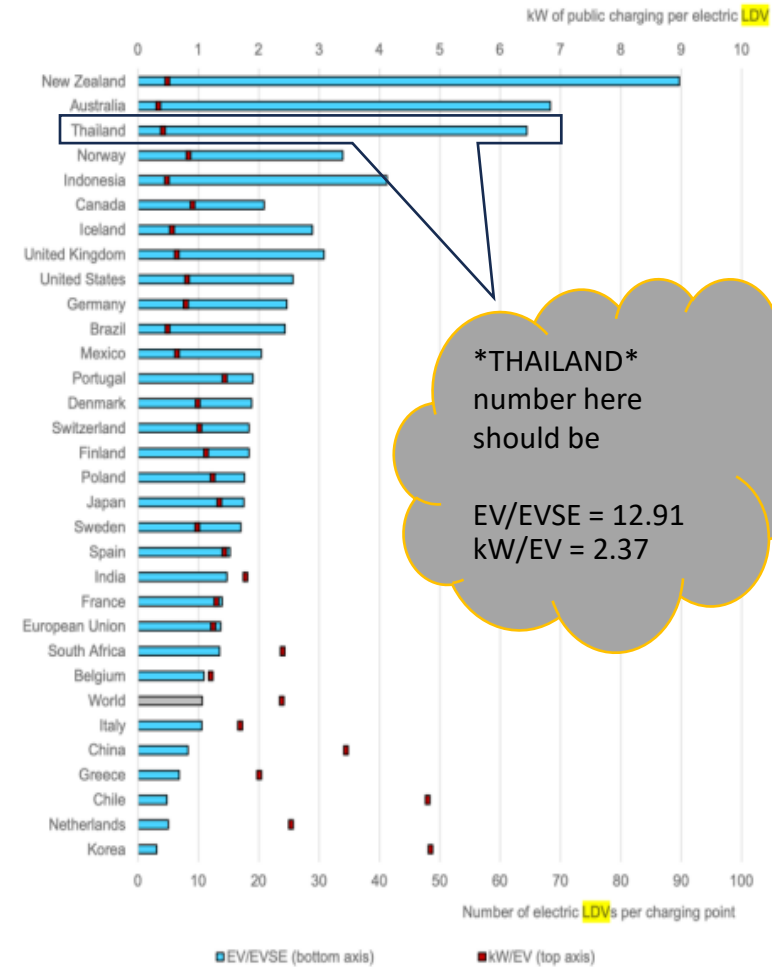
1 : 1000





EV User and Infrastructure Ratio in Thailand @Sep 2024

Number of electric light-duty vehicles per public charging point and kilowatt per electric light-duty vehicle, 2023



Source: IEA Global EV Outlook 2024

Kilowatts per EV are estimated assuming 11 kW for slow and 50 kW for fast chargers.

THAILAND ELECTRIC VEHICLE CURRENT STATUS

AS OF August 2024

สรุปสถานการณ์ ยานยนต์ไฟฟ้าไทย สิงหาคม 2567

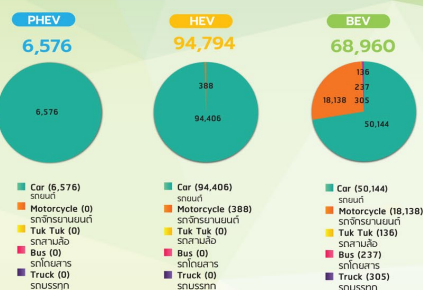
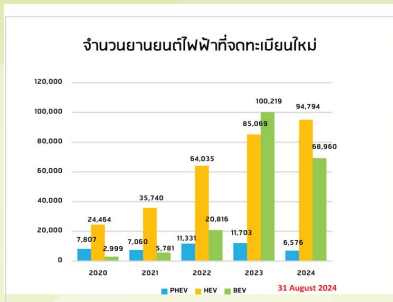
โดย สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย
by Electric Vehicle Association of Thailand

New Number of xEV Registration
จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนใหม่

Between 2020-2024
ระหว่างปี 2563 - 2567

New Number of xEV Registration in 2024

1 January - 31 August 2024
1 ม.ค. - 31 ส.ค. 2567

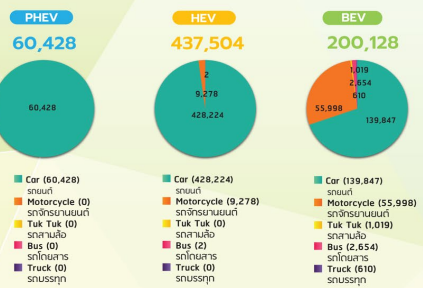
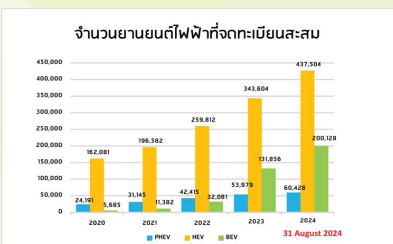


Accumulated Number of xEV Registration
จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม

Between 2020-2024
ระหว่างปี 2563 - 2567

Accumulated Number of xEV Registration in 2024

As of 31 August 2024
ถึง 31 ส.ค. 2567



Source: Department of Land Transport
ที่มา: กรมการขนส่งทางบก

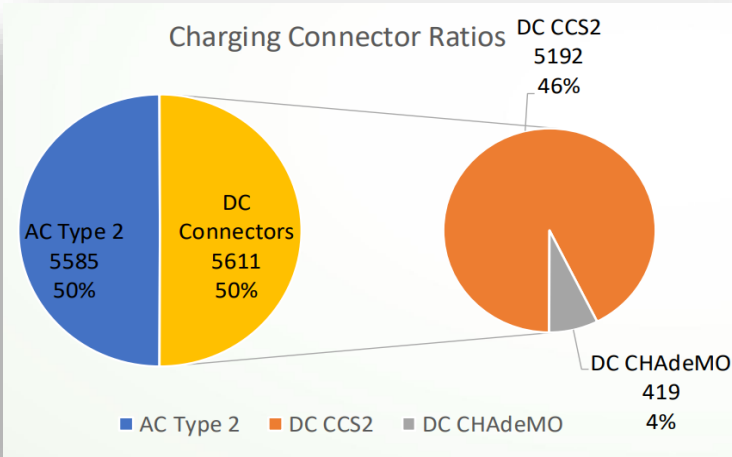


Approximately 3,175 Stations
ประมาณ 3,175 แห่ง (as of 30 June 2024)
(ณ 30 มิถุนายน 2567)

Number of public EV charging stations in Thailand
จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะทั่วประเทศ



Public EV Charging Points in Thailand @Sep 2024



ปี	รถยนต์/รถกระบะ	
เป้าหมาย	การใช้สะสม (ล้านคัน)	เป้าหมายหัวจ่าย Fast Charge
2025	0.4	2,200** - 4,400*
2030	2.0	12,000**
2035	6.4	36,500**

Q3/2024					
	Station	DC CCS2	DC CHAdeMO	AC Type 2	Total
EV Station PluZ	960	1,817	1	849	2,667
EA Anywhere	538	1,515	0	1,824	3,339
PEA Volta	423	694	316	171	1,181
Sharge	412	404	60	673	1,137
Evolt	279	94	15	653	762
EleX by EGAT	142	174	7	144	325
Altervim	118	240	0	102	342
Espro Noodoe	97	3	3	253	259
Onion	79	39	1	482	522
MEA EV	72	87	9	127	223
Pithan Green	67	5	0	107	112
Haup	45	4	4	63	71
Galvanic	36	28	1	54	83
GWM	28	60	0	0	60
Chosen	19	2	2	49	53
AION	8	18	0	16	34
PumpCharge	6	0	0	18	18
Charge24	4	8	0	0	8
TOTAL	3,333	5,192	419	5,585	11,196

แนวคิดการดำเนินการ EV Integration



เป้าหมาย ณ ปี 2023

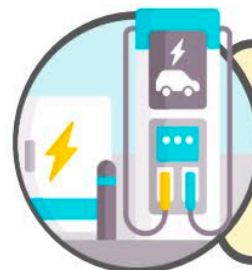
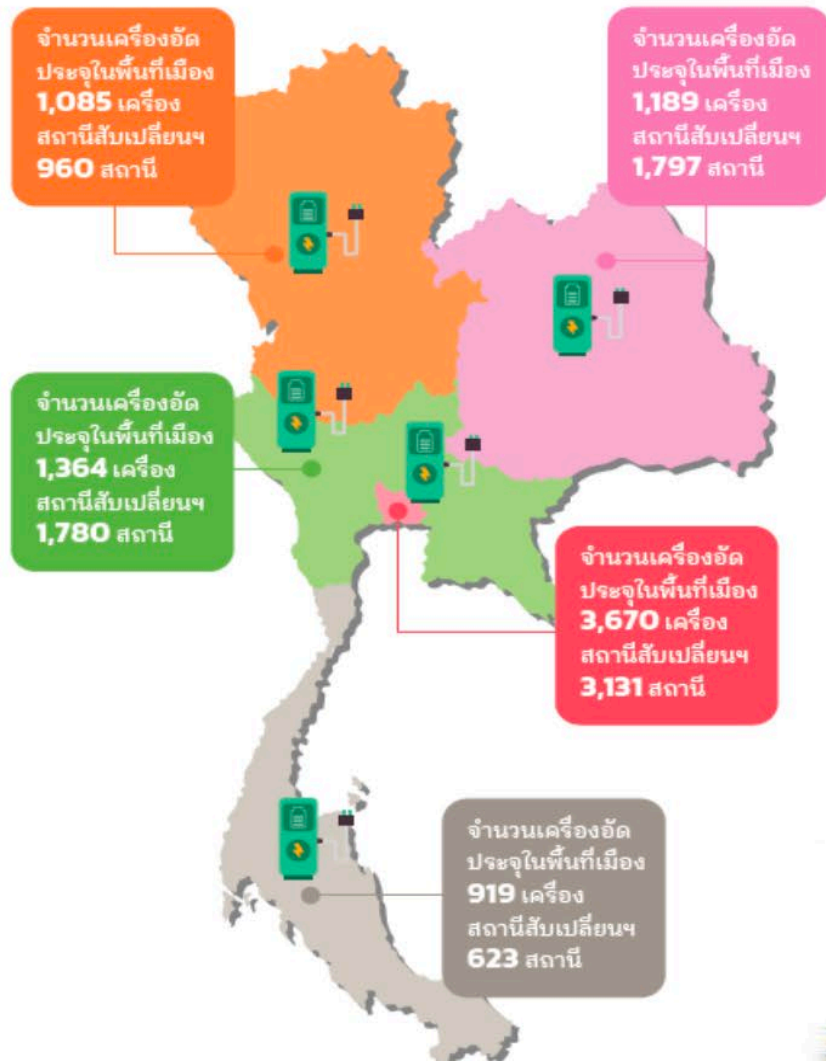
เป้าหมายการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้า
และการส่งเสริมการผลิตแบตเตอรี่สำหรับ EV



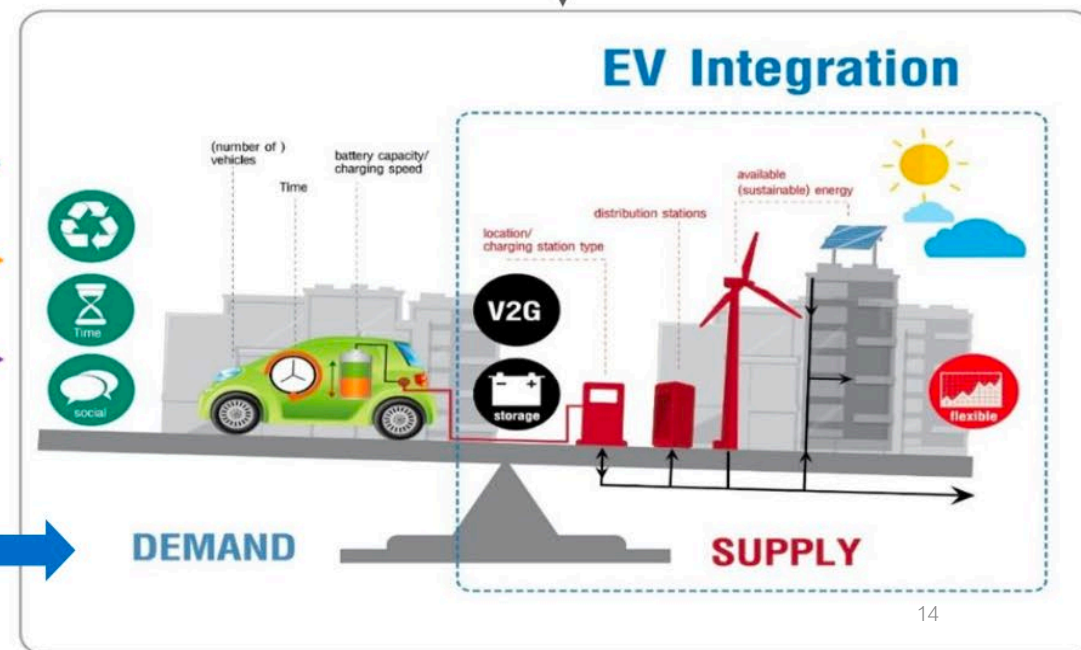
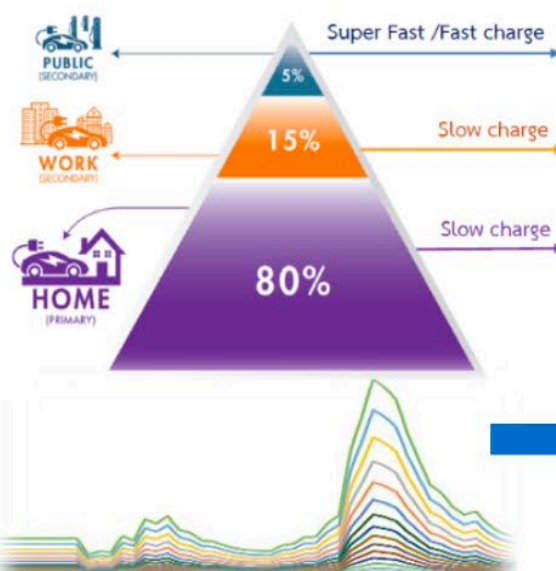
Fast Charge
12,000 หัวจ่าย



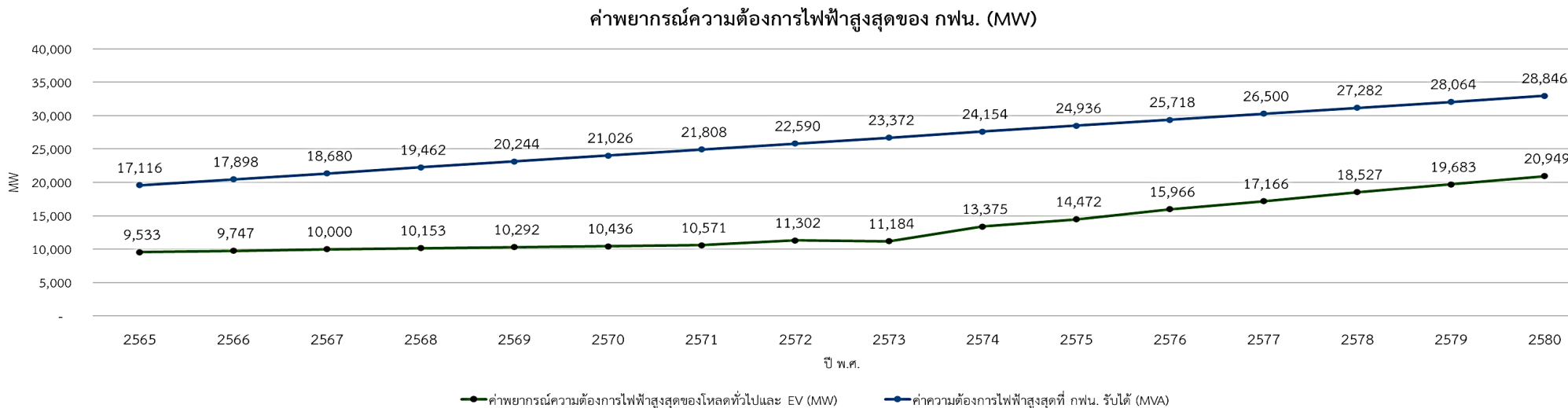
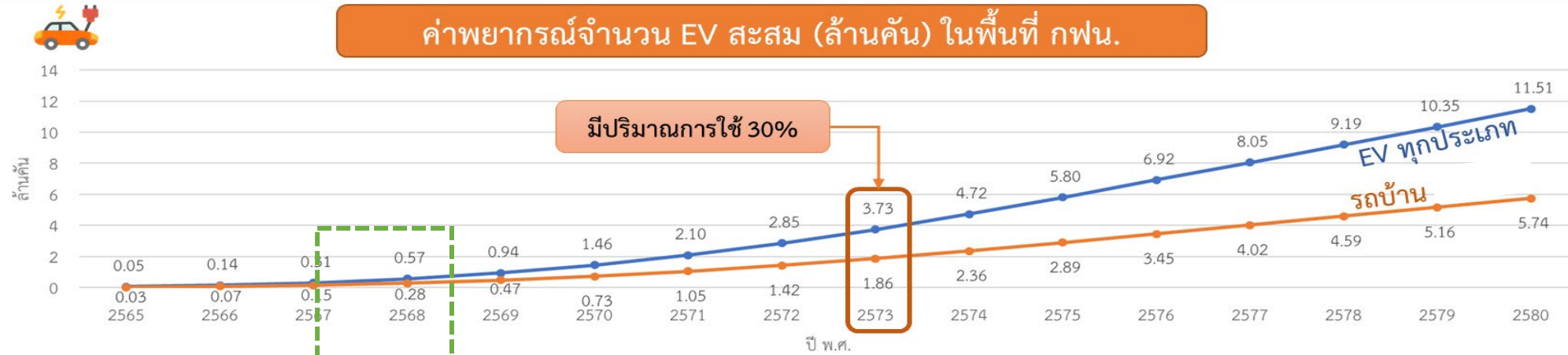
Battery Swapping
1,450 สถานี



ลงทุนสถานีอัดประจุสาธารณะ
ที่เพียงพอและไม่เป็นภาระกับผู้ใช้ไฟฟ้า



คาดการณ์การเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้าตามนโยบาย 30@30



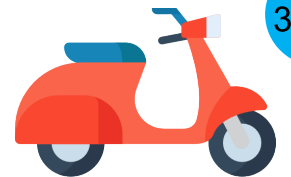
คาดการณ์จำนวนรถ
ในพื้นที่ กฟน. ณ ปัจจุบัน

12.8 ล้านคัน



44.9%

รถบ้าน



37.8%

รถจักรยานยนต์



17.3%

รถอื่นๆ



International Testing Standards

- **Develop and Collaboration** for International Testing Standards to enhance testing standards to international levels, aiming for domestic institutions to certify standards for locally produced cars

UN Regulation

- ✓ **UNR94** : UN Regulation No. 94
Occupant Protection in Frontal Collisions
- ✓ **UNR95** : UN Regulation No. 95
Occupant Protection in Lateral Collisions
- ✓ **UNR100** : UN Regulation No. 100
Construction and Safety of Electric Powertrains
- ✓ **UNR136** : UN Regulation No. 136
Electric Motorcycle Power Train Safety

International Organization for Standardization (ISO)

- ✓ **ISO 17409**: Safety requirements for EV charging
- ✓ **ISO 6469-3**: Specifies safety requirements for high-voltage electrical systems in EV
- ✓ **ISO 19453-6**: Defines environmental conditions and testing for EV traction battery packs

Underwriters Laboratories (UL)

- ✓ **UL 1642**: standard requirements cover both primary and secondary lithium battery cells used in the application of electronic products
- ✓ **UL 2580**: safety standard for reducing the risk of fire, explosion, and electrical hazards.

International Electrotechnical Commission (IEC)

- ✓ **IEC 60664-1**: Relates to the evaluation of electrical insulation materials in high-voltage systems.
- ✓ **IEC 61851-1**: Specifies requirements for electric vehicle charging equipment.
- ✓ **IEC 62619** : testing the safety of energy storage batteries
- ✓ **IEC 62660-2**: Reliability and abuse tests for automotive lithium-ion batteries

	On-Peak (บาท/หน่วย)	Off-Peak (บาท/หน่วย)	AC
Altermim	7.5	7.5	–
EA Anywhere	7.29	7.29	80/hr
Elex by EGAT	7.5	7.5	–
EV Station PluZ	7.7	6.0	เหมือน DC
Evolt		8-10	
G-Charge	7.7	7.7	–
HAUP	–	–	70/hr
MEA EV	7.5	7.5	เหมือน DC
MG Supercharge	7.5	6.5	–
onion	9.5	9.5	60/hr
PEA Volta	6.9 – 8.8	5.3 – 6.6	–
Photon	7.4	5.9	–
Rever Sharger	7.5 – 9	7.5 – 9	50-60/hr
Tesla	10.1	10.1	–
บ้าน (มิเตอร์ TOU)	5.7983	2.6369	–
บ้าน (มิเตอร์ปกติ)	4.43 – 5.68		–

BUYER GUIDE

12 มกราคม 2024



ค่าชาร์จ EV

ผู้ให้บริการสถานีชาร์จ



หมายเหตุ

- 1.ราคาของบ้านพักอาศัยเป็นราคาที่ยังไม่รวมค่า FT และภาษีมูลค่าเพิ่ม
- 2.ทั้งนี้ในวันที่ 15 มกราคม 2567 เป็นต้นไปทาง ปตท. จะขยับราคาขึ้นเป็น On-Peak : 7.7 บาท และ Off-Peak 6.0 บาท
- 3.ราคาบางผู้ให้บริการยังไม่รวมค่าจอดรถรายชั่วโมงเช่น ReverSharger, Evolt เป็นต้น
- 4.On-Peak : 9.00 – 22.00 น. จันทร์ – ศุกร์, Off-Peak: 22.00 – 9.00 จันทร์-ศุกร์รวมเสาร์ อาทิตย์และวันหยุดตาม [ปฏิทิน TOU](#)

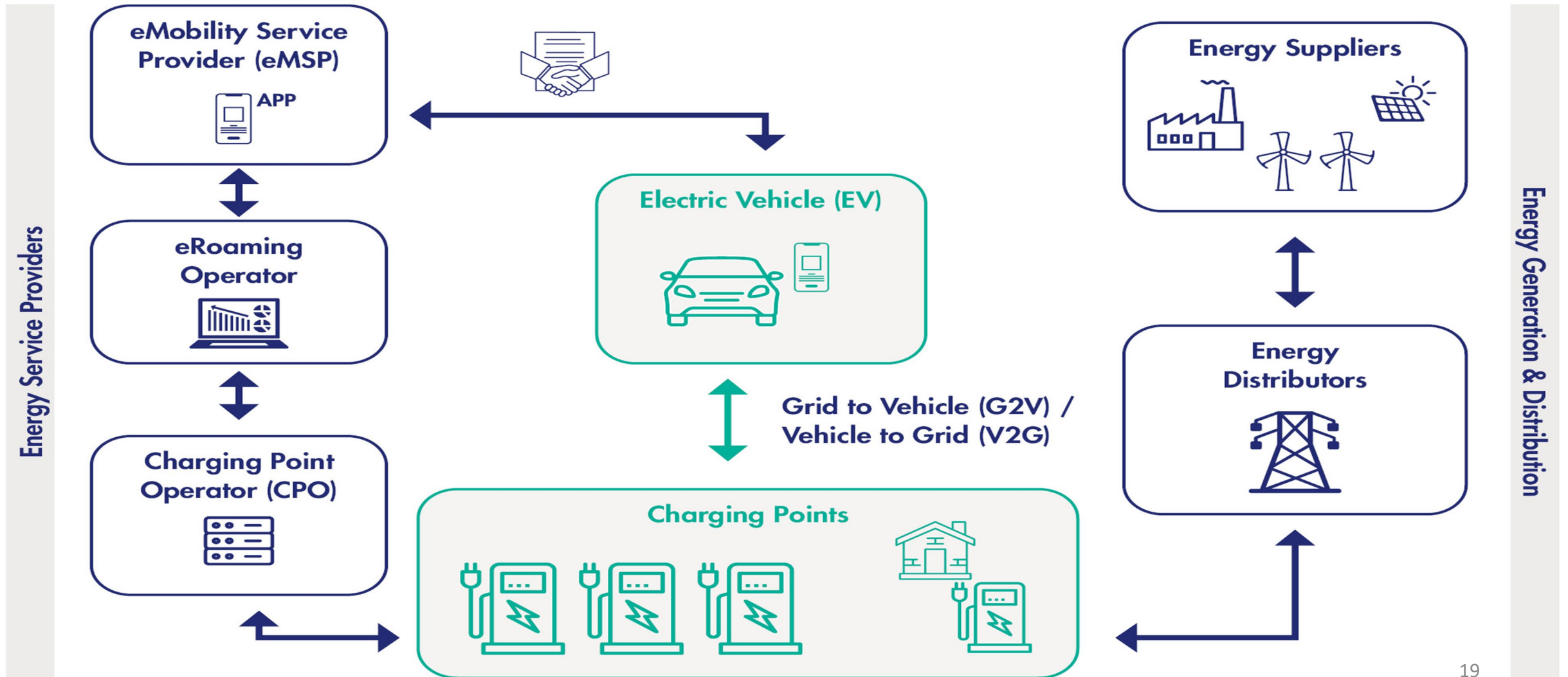
Topics

ELECTRIC
VEHICLE
PARKING

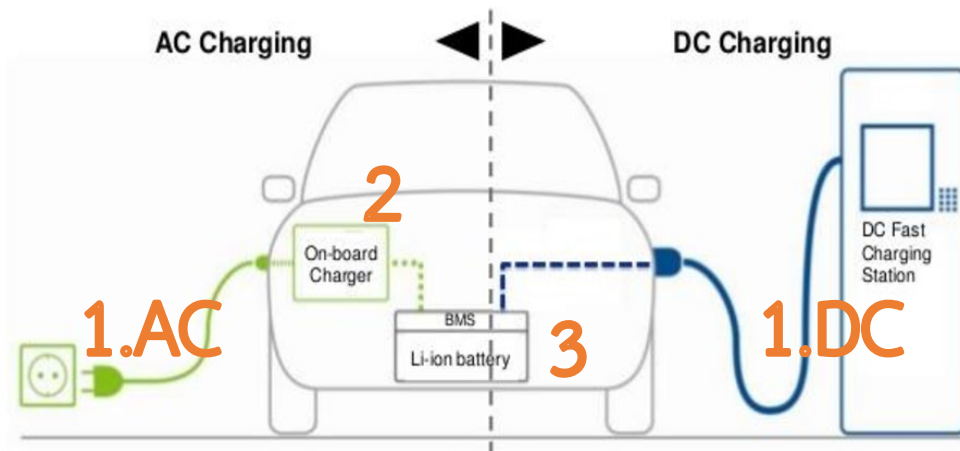


Session 2: เทคโนโลยีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และ
การอัดประจุ

Electric Vehicle Ecosystem



- การประจุแบตเตอรี่แบบอาศัยตัวนำ (Conductive Charging)
 - On-board Charger (Slow or Normal Charging)
 - Off-board Charger (Fast Charging)



1. Charging modes

AC	Mode 2	1.8 – 3.7 kW
	Mode 3	7.4 – 22 kW
DC	Mode 4	25 – 350 kW

2. Onboard charger capacity

AC to DC	3.7 – 22 kW
----------	-------------

3. Battery capacity

30 – 90 kWh

AC Charging (IEC 62196-2)

AC Charging



มอก. 2749 เล่ม 2



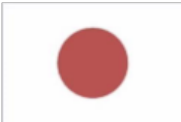
	Type 1	Type 2
Used in	 	
Connector		
Vehicle inlet		
Max. current & voltage	1 phase : 32 A , 250 V	1 phase : 70 A , 250 V 3 phase : 63 A , 480 V

ชนิด vehicle connectors & inlets

DC Charging (IEC 62196-3)

DC Charging



	AA (CHAdeMO)	BB (GB/T)	Combined Charging System (CCS)	
			EE	FF
Originated				
Connector				
Vehicle inlet				
Max. current & voltage	200 A , 600 V	250 A , 750 V	200 A , 600 V	200 A , 1000 V



2023  Electric Vehicle Association of Thailand
สรุปรถยนต์ไฟฟ้า BEV ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย
Summary of Battery Electric Vehicle Models in Thailand
จำนวนรวม 21 ยี่ห้อ 38 รุ่นหลัก

BEV 2023																				
	EQS 500	EP PLUS	ZS EV	MG4 Electric	ES	Mexus 9	MINI Cooper SE	LEAF	NETA V	Peugeot e-2008	TAYCAN	TTE 500	Model 3	Model Y	TOYOTA bZ4X	FOR-TWO	FOR-FOUR	XC40 Recharge	C40 Recharge	
	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS 2	AC Type 2 & CCS 2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 1 & DC CHAdeMO	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS 2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2	AC Type 2	AC Type 2 & CCS2	AC Type 2 & CCS2	
	702 (WLTP)	380 (NEDC)	403 (D) (NEDC) 403 (X) (NEDC)	425 (D) (NEDC) 425 (X) (NEDC)	412 (NEDC)	540 (X) (NEDC) 540 (V) (NEDC)	215 (WLTP)	311 (NEDC)	304 (NEDC)	310 (WLTP)	444 (base) (WLTP) 454 (45) 504 (GT) 507 (Turbo) 468 (Turbo S) 490 (4 Cross Turismo & 45 Cross Turismo) 465 (Turbo Cross Turismo)	120 (WLTP)	559 (S) (NEDC) 601 (LR) (NEDC) 608 (P) (NEDC)	510 (S) (NEDC) 623 (LR) (NEDC) 582 (P) (NEDC)	480 (WLTP)	165 (N/A)	200 (N/A)	438 (WLTP) 500 (NEDC)	430 (WLTP) 530 (NEDC)	
	108.4	50.3	50.3 (D) 50.3 (X)	51 (D) 51 (X)	51	90 (X) 90 (V)	32.6	40	38.5	50	79.2 (base & 45) 93.4 (GT S & Turbo & Turbo S & 4 Cross Turismo & 45 Cross Turismo & Turbo Cross Turismo)	11	57.5 (S) 75 (LR) 82 (P)	57.5 (S) 75 (LR-P)	71.4	11.8	16.5	78	78	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	80%	20%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	
2%	2%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	
7,200,000	771,000*	949,000 (D) 1,023,000 (X)	959,000 (D) 959,000 (X)	959,000	2,499,000 (X) 2,699,000 (V)	2,469,000	1,990,000	549,000*	2,490,000	6,510,000 (base) 7,550,000 (45) 9,050,000 (GT) 10,200,000 (Turbo) 12,000,000 (Turbo S) 6,950,000 (4 Cross Turismo) 7,850,000 (45 Cross Turismo) 10,400,000 (Turbo Cross Turismo)	490,000	1,759,000 (S) 1,999,999 (LR) 2,309,000 (P)	1,959,000 (S) 2,259,000 (LR) 2,509,000 (P)	1,836,000	325,000 (Classic) 355,000 (Top)	385,000 (Classic) 415,000 (Top)	2,690,000	2,790,000		
More info																				

AC type 2 &
CCS2

AC type 2

<http://www.evta.or.th/15708256/current-status>

New BEV in
Thailand
May 2023

Charger at Home

11 kW 3Ph.

< 23%

7 kW 1Ph.

> 77%



Phase Unbalance Problem

AUTOLIFE THAILAND TV		ยอดขายจดทะเบียน รถยนต์ไฟฟ้า100% ในไทย (JAN-DEC 2023)															
Rank	Model		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL	%	
1	BYD Atto3	1P	1,040	2,068	2,434	1,743	2,025	 Type 2	 CCS2						9,310	38.6	
2	NETA V	1P	555	1,254	693	564	686									3,752	15.6
3	Tesla Model Y	3P	25	534	1,034	391	840									2,824	11.7
4	MG 4 Electric	1P	107	318	447	271	407									1,550	6.4
5	ORA Good Cat	1P	494	282	214	92	430									1,512	6.0
6	MG EP	1P	175	356	306	275	346									1,458	0.5
7	Tesla Model 3	3P	7	175	488	143	232									1,045	6.3
8	MG ZS EV	1P	372	241	155	105	145									1,018	4.2
9	Volvo XC40 EV		78	76	121	66	98							439	4.3		
10	Volvo C40		46	39	115	59	75							334	1.8		
11	BMW iX3		31	42	64	37	42							216	1.4		
12	BMW iX		3	20	47	21	38							129	0.9		
13	MG ES		0	0	0	3	119							122	0.5		
14	MINI Electric Cooper SE		32	23	26	11	20							112	0.5		
15	Porsche Taycan		14	22	20	19	26							101	0.4		
16	BYD M3 / T3		23	8	2	1	2							36	0.1		
17	BMW i7		0	11	9	5	8							33	0.1		
18	Nissan Leaf		5	6	6	0	3							20	0.1		
19	Mercedes EQS		3	0	10	3	6							22	0.1		
20	Audi e-tron		2	1	6	3	0							12	0.0		
21	Toyota bZ4X		0	5	2	4	1							12	0.05		
22	BMW i4		3	1	3	3	1							11	0.05		
23	Audi e-tron GT		1	4	2	0	2							9	0.03		
24	DFSK EC36		0	7	0	0	0							7	0.04		
25	Ford Mustang Mach-e		0	2	1	2	0							5	0.02		
26	BYD e6		1	1	2	0	0							4	0.02		
27	ChangAn Lumin		0	1	1	0	0							2	0.01		
28	Takano TTE-500		0	0	1	0	2							3	0.00		
29	Mercedes EQE		0	0	1	0	1							2	0.01		
30	DFSK EVO-P3		0	0	0	1	1							2	0.00		
31	Tesla Model X		0	0	1	0	0							1	0.01		
32	Homida Pickman		0	0	1	0	0							1	0.00		
33	BYD Dolphin		0	1	0	0	0							1	0.01		
34	Honda e-Advance		0	0	0	0	1							1	0.00		
35	Hyundai Ioniq ev		0	0	0	0	1							1	0.00		
36	Lexus UX300e		0	0	0	0	1							1	0.00		
TOTAL			3,017	5,497	6,212	3,822	5,559								24,106	100.0	
www.autolifethailand.tv																	



Type 2



CCS2

เครื่องนำระบบอัดประจุไฟฟ้า

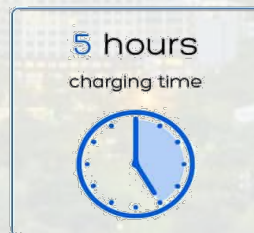


battery size ÷ charging speed = time to charge

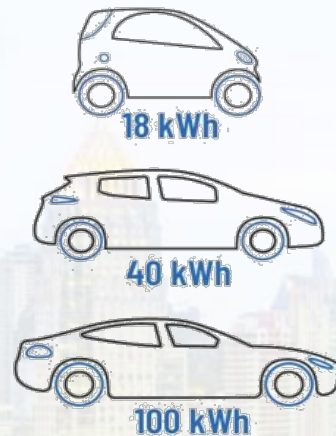


0.16 kWh/km

Max Distance: 241 km



CHARGING TIME



		
3 kW	11 kW	50 kW
6 h	1 h 38 min	22 min
13 h 20 min	3 h 38 min	48 min
33 h 20 min	5 h 5 min	2 h

*Estimated time on guaranteed formula from 0% to 80% recharge

8.29 kWh (20% Batt. Capacity)

1 hr for 22 kW AC Normal Charge

10 min for 50 kW DC fast charge

50 km

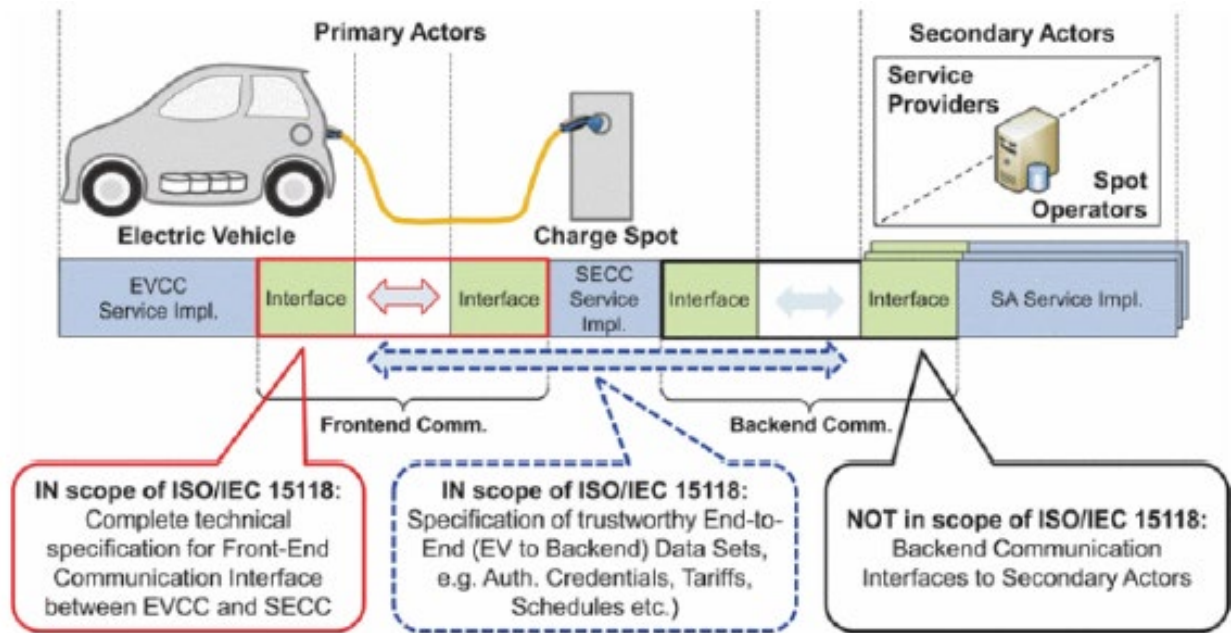
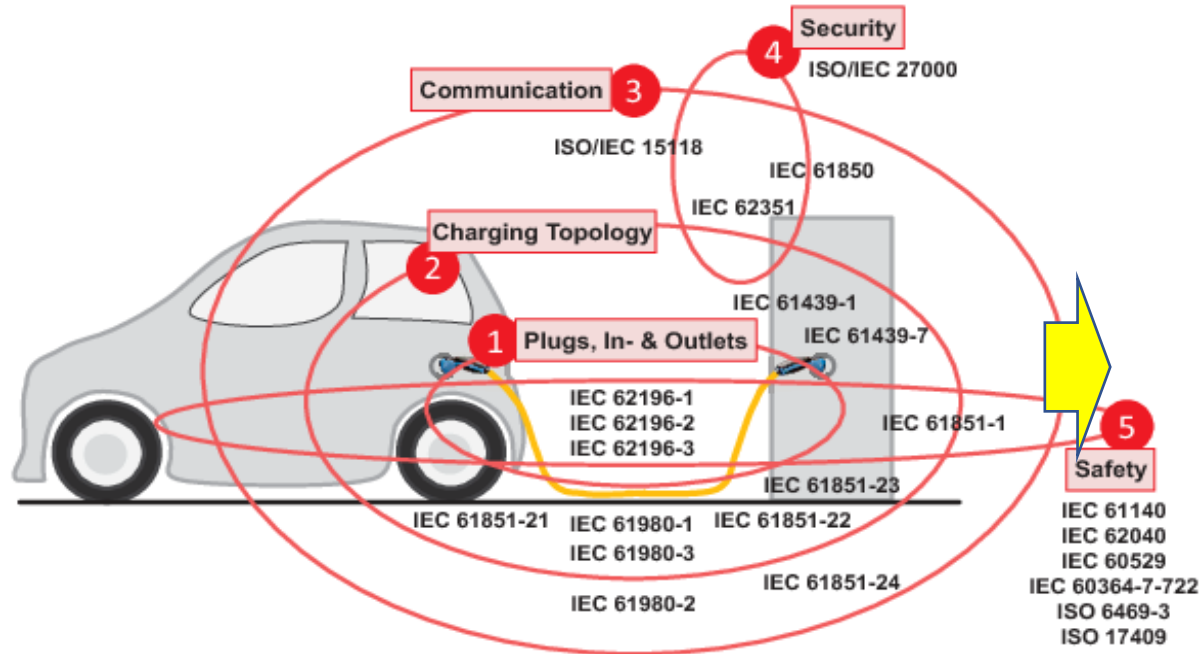


Illustration of charging sequence with a simplified architecture on system level

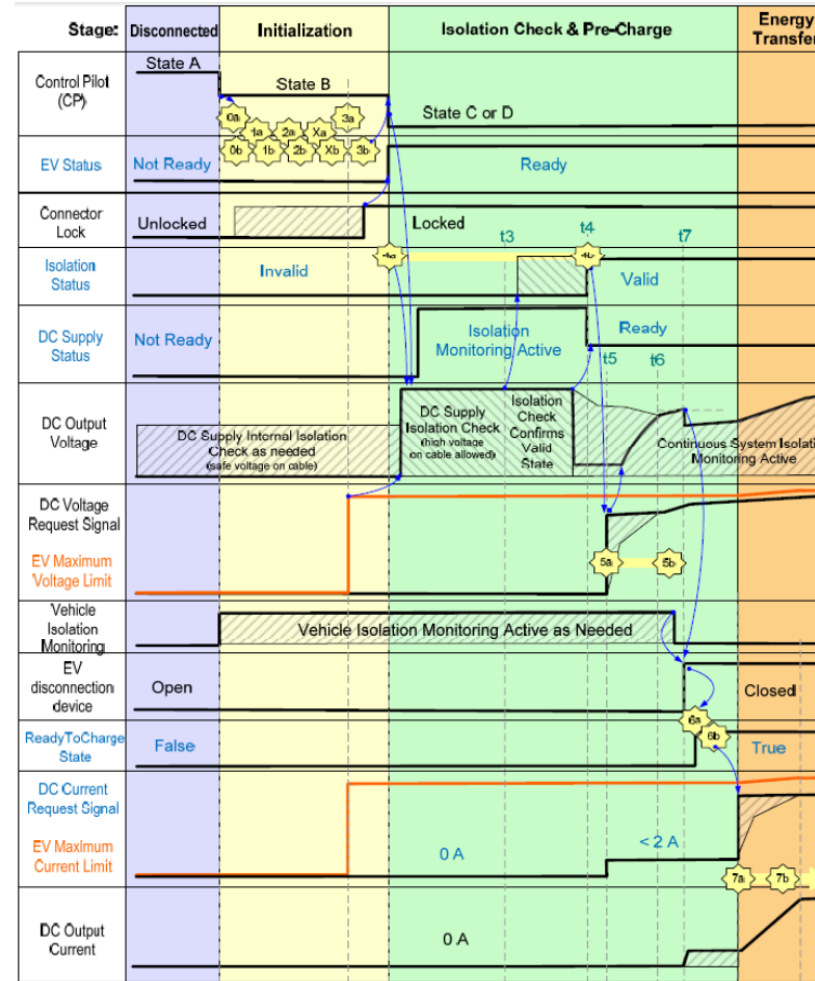


DAIMLER



The charging sequence and its related system activities are specified in a detailed but highly compressed manner in IEC 61851-23, Annex CC.

Ref: Design Guide for Combined Charging
System Combined Charging System Edited by
Matthias Kübel



61851-23 © IEC:201X

- 62 -

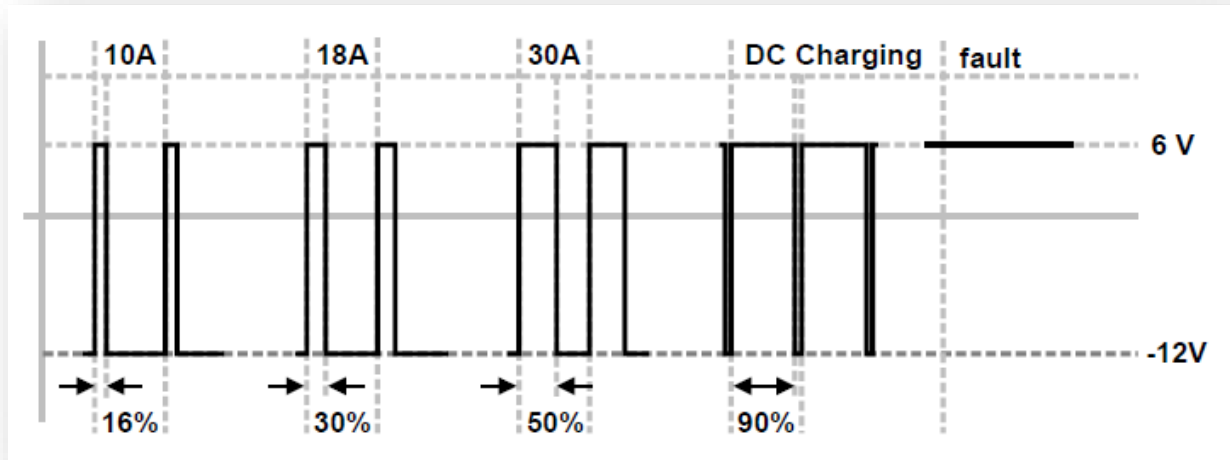
61851-23 © CEI:201X

Table CC.3 - Sequence description for Normal Start Up

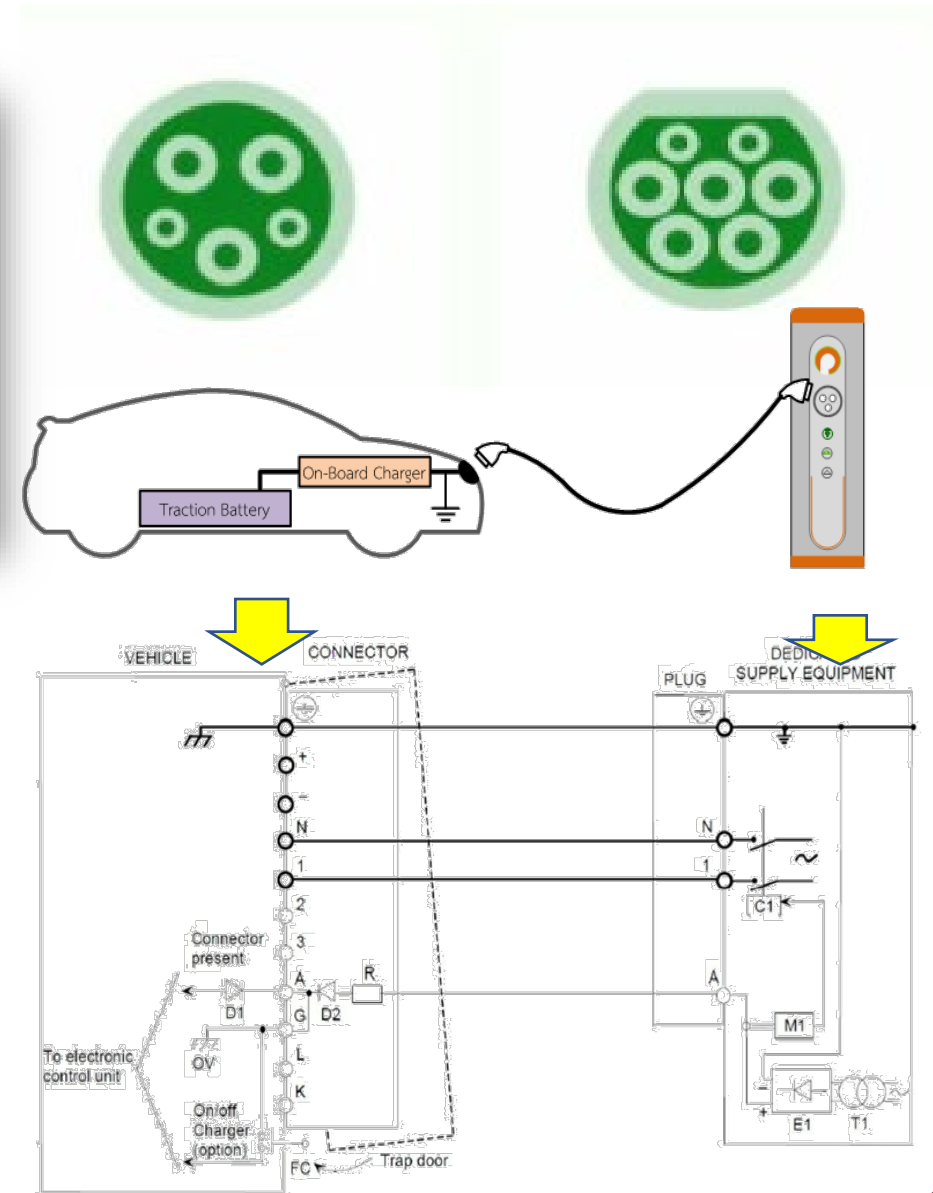
	Description
(t0)	Vehicle connector is plugged into vehicle inlet which changes CP state from A to B.
(t0 → t1)	- High level communication (PLC) starts and handshaking with exchange of charging parameters takes place. - D.C. supply checks if d.c. output voltage is less than 60 V and terminates supply session if 60 V is exceeded.
(t1)	EV sends its maximum limits (amongst other parameters) for d.c. supply output current and voltage with <3a>.
(t1 → t2)	- EV locks vehicle connector in its inlet. - Maximum values of the d.c. supply are responded to the EV with <3b>. - D.C. supply can check internal isolation as long as no voltage is applied to the connector. - If EV and d.c. supply are not compatible, then the vehicle will not go to Ready, and will transition to step t16 in the normal shutdown sequence.
(t2)	EV changes CP state from B to C/D by closing S2 and sets EV status "Ready", which ends initialization phase.
(t2 → t3)	- EV requests cable and isolation check by <4a> after connector lock has been confirmed. - D.C. supply starts checking HV system isolation and continuously reports isolation state by <4b>.
(t3)	D.C. supply determines that isolation resistance of system is above 100 kΩ (cf. CC.5.1).
(t3 → t4)	After having successfully finished the isolation check, d.c. supply indicates status "Valid" with subsequent message <4b>
(t4)	D.C. supply status changes to "Ready" with Cable Check Response <4b>
(t5)	Start of pre-charge phase with EV sending Pre-Charge Request <5a>, which contains both requested DC current <2A (maximum inrush current acc. to CC.6.2) and requested DC voltage.
(t5 → t6)	D.C. supply adapts d.c. output voltage to requested value in <5a> while limiting current to maximum value of 2 A (maximum inrush current according to CC.6.2)

➤ To make the IEC 61851-23 standard description easier to understand, the following pages provide a step-by-step insight into the charging sequences by applying a simplified system architecture.

EV Standard Connector



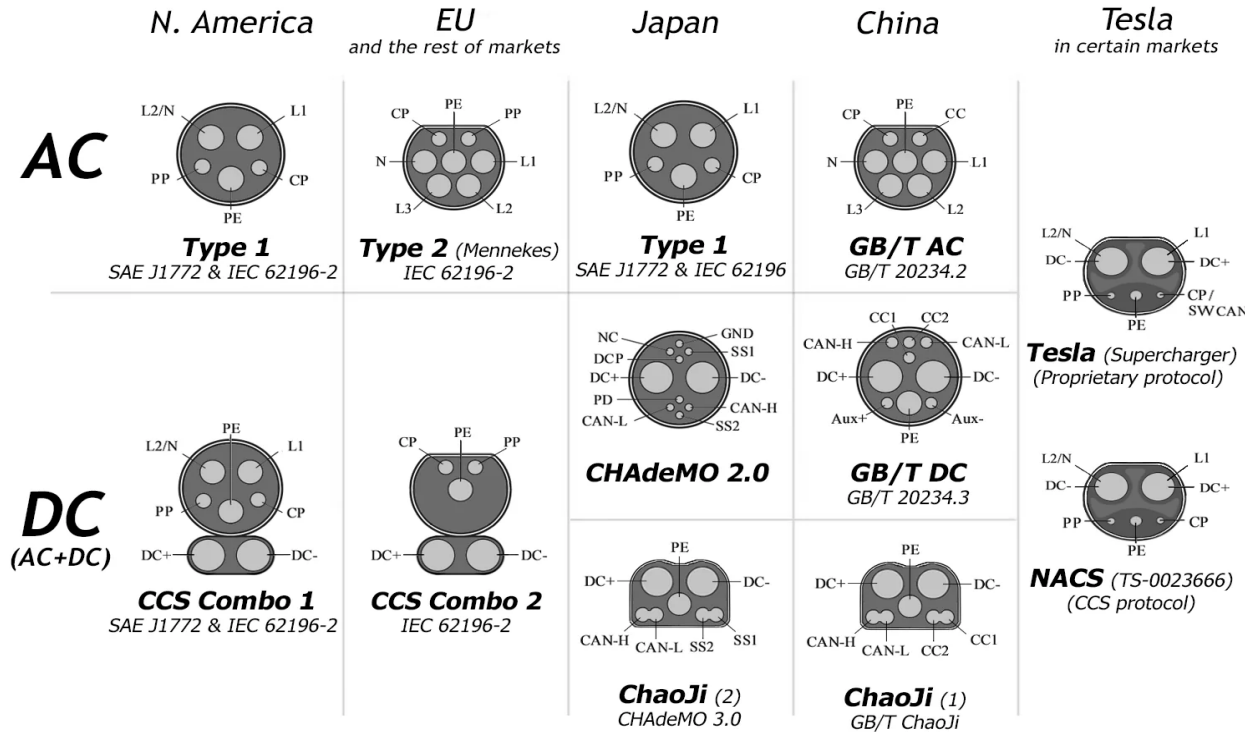
ตำแหน่ง	หน้าที่
⊕	จุดต่อสายดินระหว่างรถยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
N	จุดต่อนิวทรัลระหว่างรถยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
1	จุดต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (L) ระหว่างรถยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
A	จุดรับสัญญาณการสื่อสาร (Pilot Circuit)
G	จุดต่อร่วมสายดิน เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในสัญญาณสื่อสาร (Earth for Pilot Circuit)
FC	เป็นสวิทช์ที่ใช้ตรวจสอบว่า มีการต่อคอนเนคเตอร์เพื่อการชาร์จประจุแล้ว
D1	วงจรโอโอด ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลเข้าสู่วงจรการสื่อสาร
D2	วงจรโอโอด ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับมาจากตัวจอร์แหล่งจ่าย
R	ตัวต้านทานภายในตัวปลั๊ก มีค่า 1 กิโลโห์ม 2 วัตต์
T1	หม้อแปลงไฟฟ้าที่ลดระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อใช้ในสัญญาณการสื่อสาร
E1	วงจรแปลงแรงดันเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อใช้ในสัญญาณการสื่อสาร
M1	วงจรตรวจวัด เพื่อควบคุมหรือตรวจสอบการเกิดความคิดปกติ ในขณะชาร์จประจุ
C1	คอนแทรกเตอร์ ที่จะใช้ตัดหรือต่อแหล่งจ่าย เมื่อได้รับคำสั่งจาก M1



	Level 1	Level 2	DC Fast Charging
Connector Type²	J1772 connector 	J1772 connector 	CCS connector  CHAdeMO connector  Tesla connector 
Typical Power Output	1 kW	7 kW - 19 kW	50 - 350 kW
Estimated PHEV Charge Time from Empty³	5 - 6 hours	1 - 2 hours	N/A
Estimated BEV Charge Time from Empty⁴	40 - 50 hours	4 - 10 hours	20 minutes - 1 hour ⁵
Estimated Electric Range per Hour of Charging	2 - 5 miles	10 - 20 miles	180 - 240 miles
Typical Locations	Home	Home, Workplace, and Public	Public

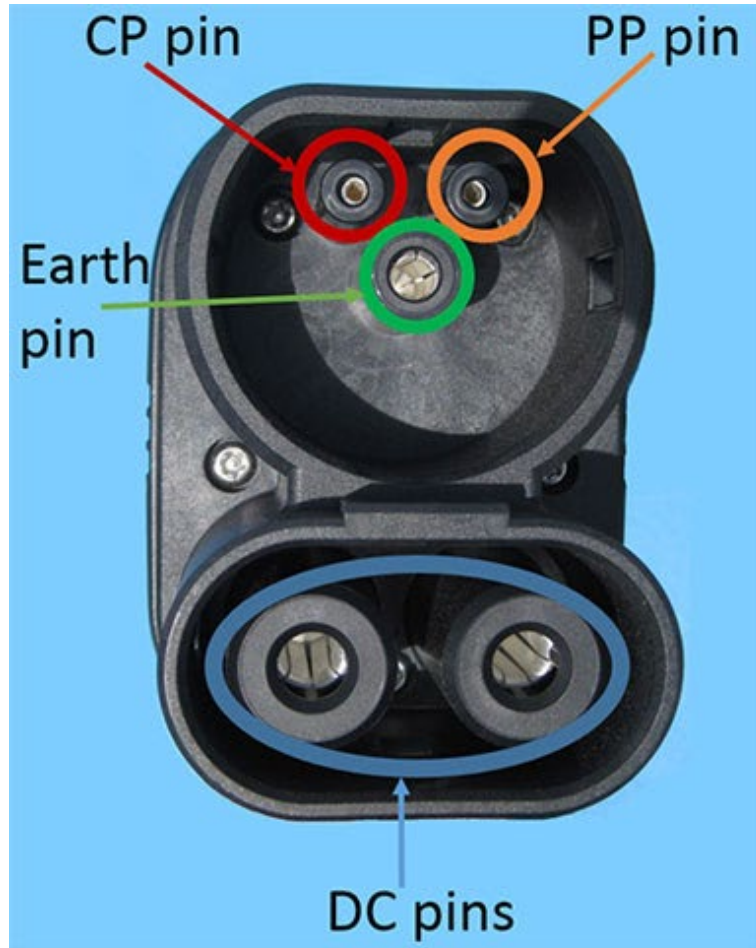
Overview of EV charging plugs 2023

	Level 1	Level 2	DC Fast Charging
Connector Type²	J1772 connector 	J1772 connector 	CCS connector  CHAdeMO connector  Tesla connector 
Typical Power Output	1 kW	7 kW - 19 kW	50 - 350 kW
Estimated PHEV Charge Time from Empty³	5 - 6 hours	1 - 2 hours	N/A
Estimated BEV Charge Time from Empty³	40 - 50 hours	4 - 10 hours	20 minutes - 1 hour ⁵
Estimated Electric Range per Hour of Charging	2 - 5 miles	10 - 20 miles	180 - 240 miles
Typical Locations	Home	Home, Workplace, and Public	Public

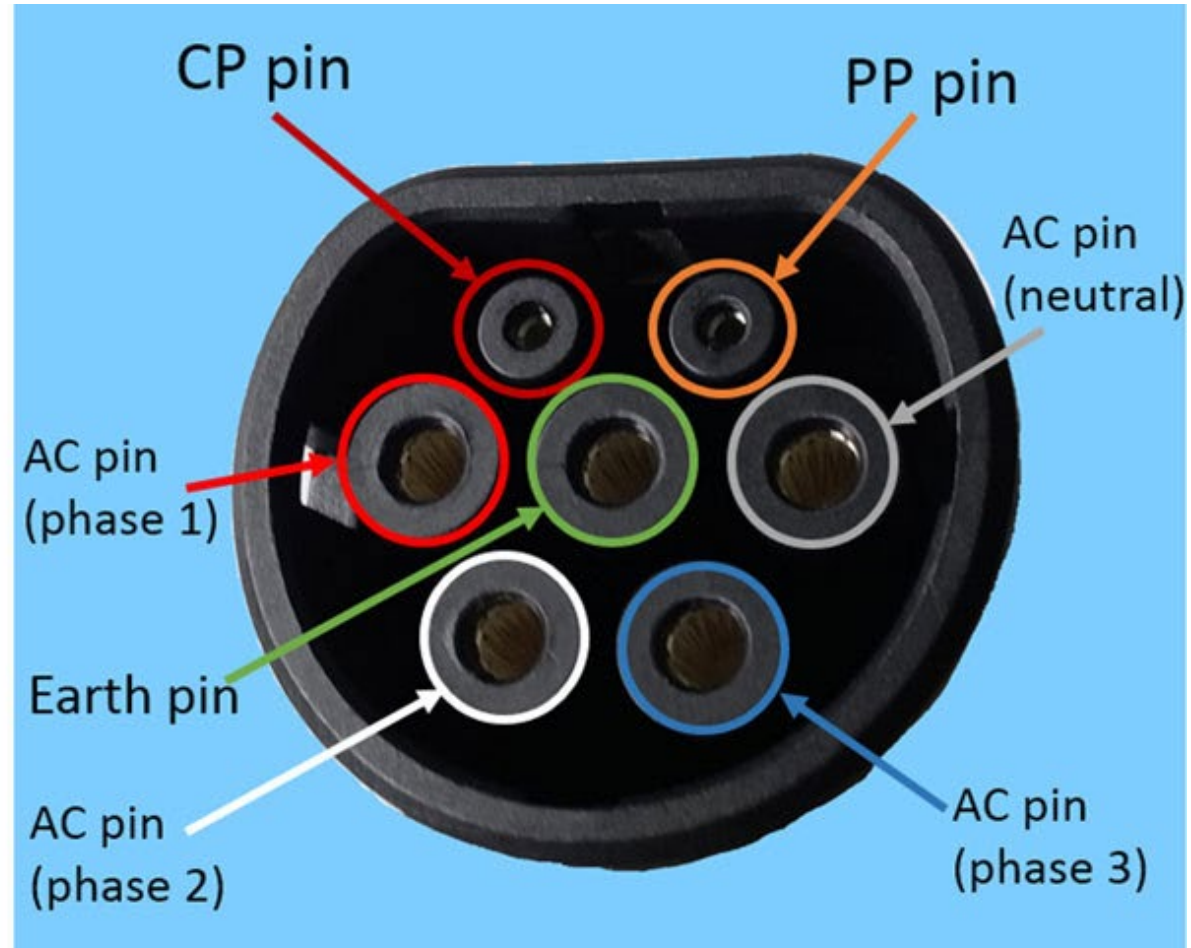


Aux± - Auxiliary Power Supply Positive and Negative
CAN-H/L - Controller Area Network High and Low
CC1, CC2 - Connection Confirmation
CP - Control Pilot
CS - Connection Switch
DC± - DC Positive and Negative Inputs
DCP - Charging Enable or Disable
GND - Ground

L1, L2, L3 - AC Phase Lines 1,2,3
N - Neutral
NC - Not Connected
PD - Proximity Detection
PE - Protected Earth
PP - Proximity Pilot
SS1, SS2 - Start / Stop
SWCAN - Single Wire Controller Area Network



CCS2 pin layout



Type 2 plug pin layout

CHAdeMO DC Charger

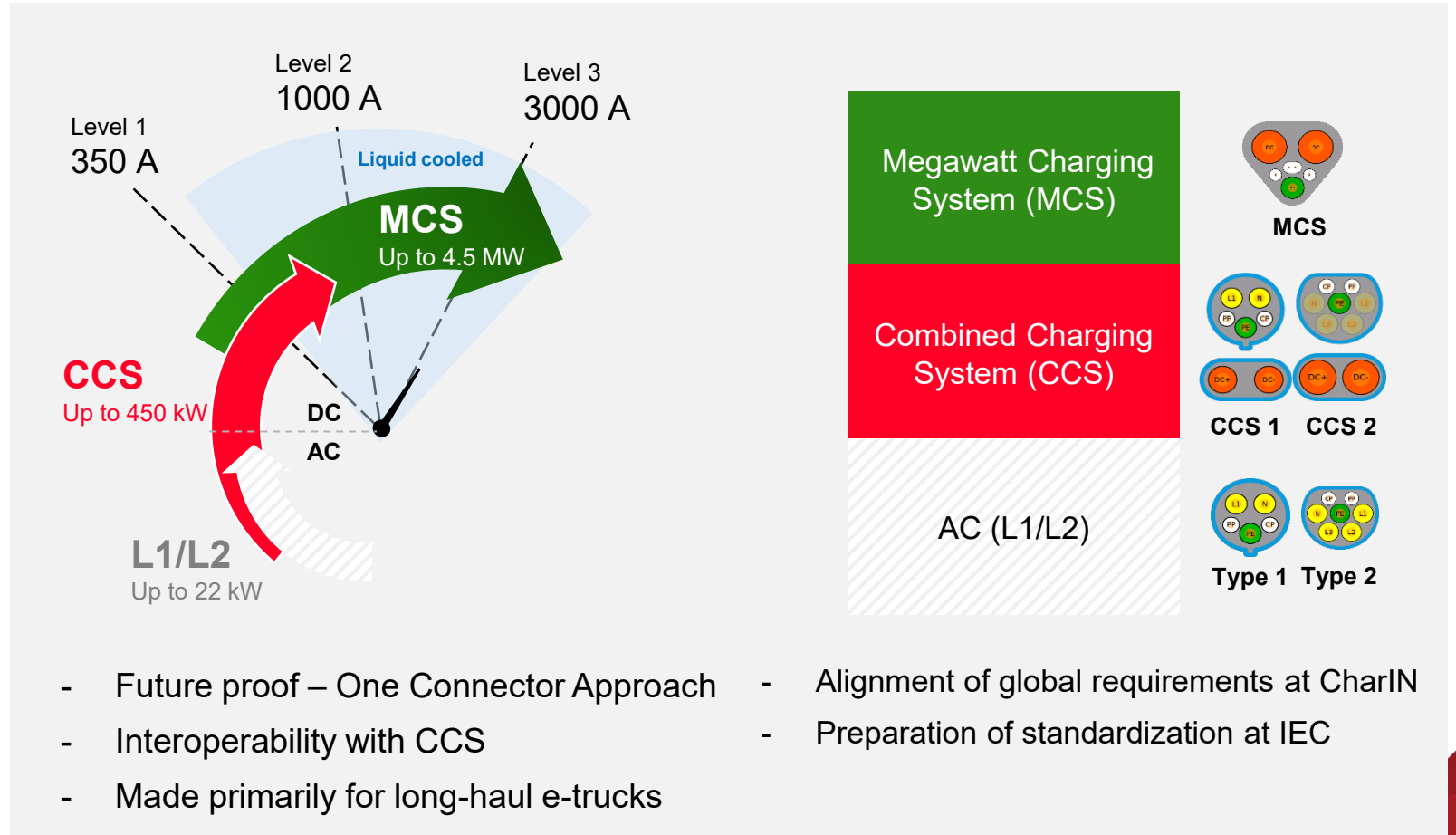


CHAdeMO DC Charger Inlet



Council of Engineers Tomorrow's Generation of EV Technology's Charging Solution

MCS launch at EVS35 event, June '22



Use cases



Single home
residential charging



Apartment, hotel &
workplace destination
charging



Commercial fleet



Public commercial
parking



Fast-charging
roadside stations



Bus charging



Industrial fleet



Heavy-duty
truck charging

Charging products



Terra
AC wallbox
3-22 kW



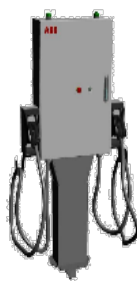
Terra Nova 11J
(bi-directional)
11 kW



Terra
DC wallbox
20-25 kW



Terra 124
60-120 kW



Terra HVC
50-180 kW



Terra 184
90-180 kW



Terra High
Power
(liquid cooled)
175-350 kW



Terra 360
(liquid cooled)
180-360 kW



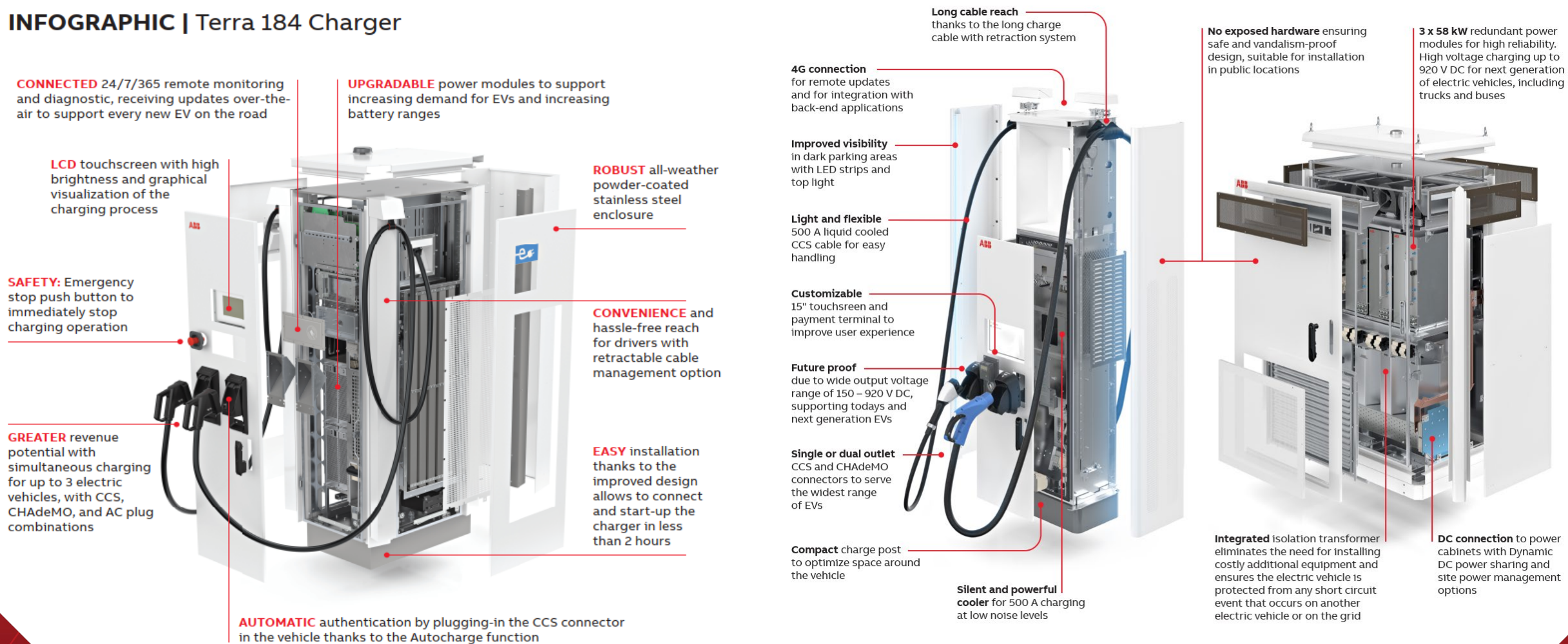
Pantograph
(panto up,
panto down,
connectors)
150-600 kW



To come in 2024

charger
up to 3 MW

INFOGRAPHIC | Terra 184 Charger



> 200 kW



Modular design of the charging system increases the availability of the system and decreases the overall downtime



STANDARD FEATURES

Two output voltage options:

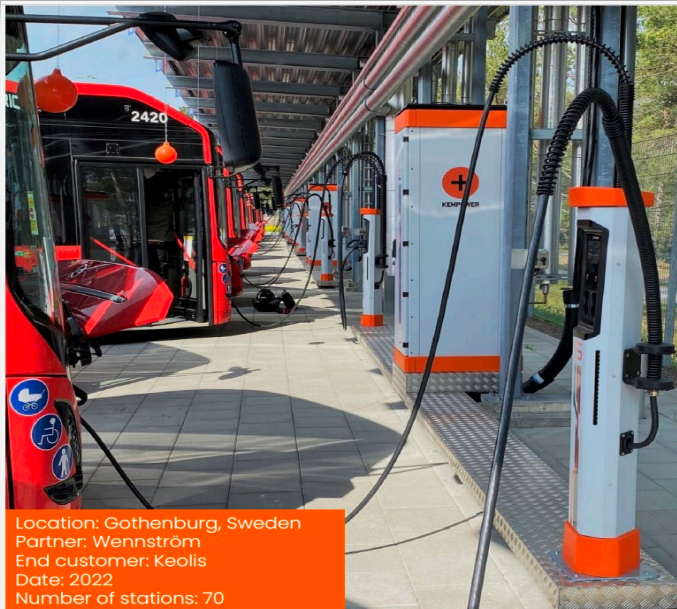
- 500 VDC
- 800 VDC

Output power options:

- 40 kW from 1 charging connector
- 20 kW from 2 charging connectors

- ✓ Input connection from 32A or 63A socket
- ✓ 1 or 2 charging connectors
- ✓ Support for CCS2 and CCS1 standards
- ✓ Option for simultaneous dual charging
- ✓ 7" touchscreen

- ✓ Wireless software updates
- ✓ Cloud connectivity
- ✓ 5 or 7 meter DC charging cable
- ✓ Environmental protection for harsh outdoor conditions
- ✓ Robust wheels and chassis



Location: Gothenburg, Sweden
Partner: Wennström
End customer: Keolis
Date: 2022
Number of stations: 70

Technical specification

	Terra 184	Terra 124
Product information		
Charging type	DC fast charging and AC type-2 charging	DC fast charging and AC type-2 charging
Outlet options	C: CCS cable, J: CHAdeMO cable, T: AC Type-2 socket	C: CCS cable, J: CHAdeMO cable, T: AC Type-2 socket
Input AC power rating	C,CC, CJ: 280 A, 192 kVA @ 50Hz CCT/CJT: 310 A, 214 kVA @ 50Hz	C,CC, CJ: 187 A, 128 kVA @ 50Hz CCT/CJT: 217 A, 150 kVA @ 50Hz
Input voltage range	400 VAC +/- 10% (50 Hz or 60 Hz) - CE Version, 480 VAC or 270 VAC +/- 10% (50 Hz or 60 Hz) - UL Version	
DC output power rating (max)	180 kW	120 kW
AC output power rating (optional)	22 kW	22 kW
DC output voltage	150-920 Vdc	150-920 Vdc
Number of EV served	Up to 3 (CCT, CJT models) Up to 2 (CC, CJ, JJ models) Up to 1 (C models)	Up to 3 (CCT, CJT models) Up to 2 (CC, CJ, JJ models) Up to 1 (C models)
Cable length	3.9 m Optional: 6.0 m / 8.0 m	3.9 m Optional: 6.0 m / 8.0 m
CCS cables maximum current	Standard: 200 A High current: 400 A (peak), 300 A (nominal)	Standard: 200 A High current: 400 A (peak), 300 A (nominal)
CHAdeMO cables maximum current	200 A, 125 A (Optional)	200 A, 125 A (Optional)
Electro-Magnetic Compatibility	Class A (optional Class B) conducted and Class A (optional Class B) radiated emissions according to EN 61000-6-3:2007	
Network type	TN-S, TN-C, TN-C-S, TT (Requires external RCD)	TN-S, TN-C, TN-C-S, TT (Requires external RCD)
Connector types	3P + N + PE	3P + N + PE
Protection	Overcurrent, overvoltage, undervoltage, ground fault including DC leakage protection, integrated surge protection	
Overvoltage category	Type II	Type II
Power factor (full load)	> 0.96	> 0.96
THDi	< 4.5%	< 4.5%
Efficiency	> 95% (peak)	> 95% (peak)
Standby power	80 W	80 W
Short circuit current	10 kA	10 kA
Pre- charge current	< 1 A	< 1 A
Inrush current	< 100 A	< 100 A
Leakage current	0.8 mA	0.8 mA
Energy metering	Optional: MID metering for AC and DC outlets Optional: Eichrecht/PTB compliant metering solution for AC and DC outlets	
Cellular communication	GSM / 4G / LTE	GSM / 4G / LTE
User interface		
Connectivity	Internet access via 4G / 3G / Ethernet (RJ45)	Internet access via 4G / 3G / Ethernet (RJ45)
User authentication	App, ISO 15118 Plug'n'Charge, RFID, PIN code	App, ISO 15118 Plug'n'Charge, RFID, PIN code
User interface	7" LCD high-contrast touchscreen	7" LCD high-contrast touchscreen
Communication protocols	OCPP 1.5 / 1.6 / 2.0 and OPC-UA	OCPP 1.5 / 1.6 / 2.0 and OPC-UA
RFID Reader	ISO 14443 A + B to part 4 and ISO/IEC 15693, Mifare, NFC, Calypso, Ultralight, PayPass, HID; and more	
Emergency button	Yes. The button can be removed with a retrofit kit.	
Configuration		
Software update	over-the-air updates via ABB web portal, OCPP 1.6	
Control and configuration	ABB web portal, on-board Service Portal, OCPP 1.6, OPC-UA	

Technical specification

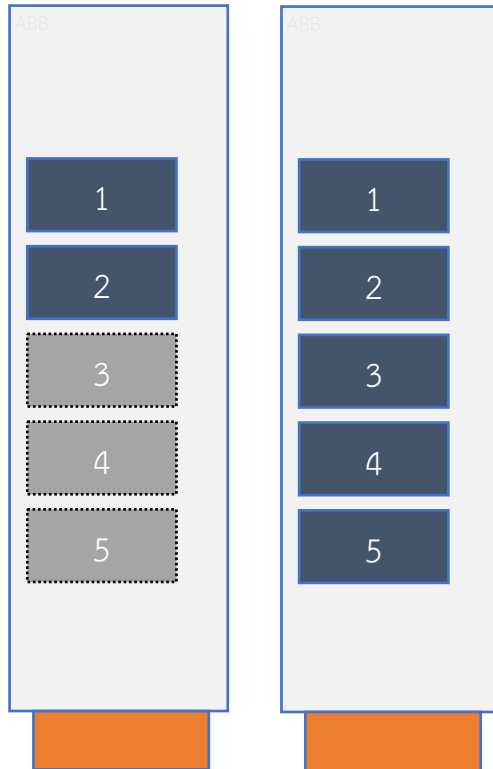
	Terra 184	Terra 124
Multilanguage system	English, Italian, Spanish, Germany and more than 50 languages available and new languages configurable via ABB Web Tool	
General characteristics		
IP and IK rating	IP-54 and IK-10 (cabinet) / IK-8 (touchscreen)	
Enclosure type	Stainless steel 430 and Aluminium	
Operational altitude	Up to 2000 m	Up to 2000 m
Operating temperature range	-35 °C to +55 °C	-35 °C to +55 °C
Storage temperature range	-40 °C to +70 °C	-40 °C to +70 °C
Humidity	20-95 % Rh non-condensing	20-95 % Rh non-condensing
Mounting	Free-standing cabinet	Free-standing cabinet
Dimensions (H x W x D)	1900 x 565 x 880 mm	1900 x 565 x 880 mm
Mass	395 kg	365 kg
Certification and standards		
Charging system	IEC 61851-1 ed 3, IEC 61851-21-2 ed 1, IEC 61851-23 ed 1, IEC 61851-24 ed 1, IEC 62196-2, IEC 62196-3, IEC 61000	
Communication to the EV	DIN 70121, ISO/IEC 15118 series ed 1 with PnC and EIM, CHAdeMO 1.2	
Communication to the backend	OCPP 1.6 JSON	
Safety	Risk assessment, Fire analysis	
Warranty	Base warranty 24 months after Site Acceptance Test or 30 months after factory delivery. Warranty extensions available	

Power Modules and Dynamic Charge

Installed power module

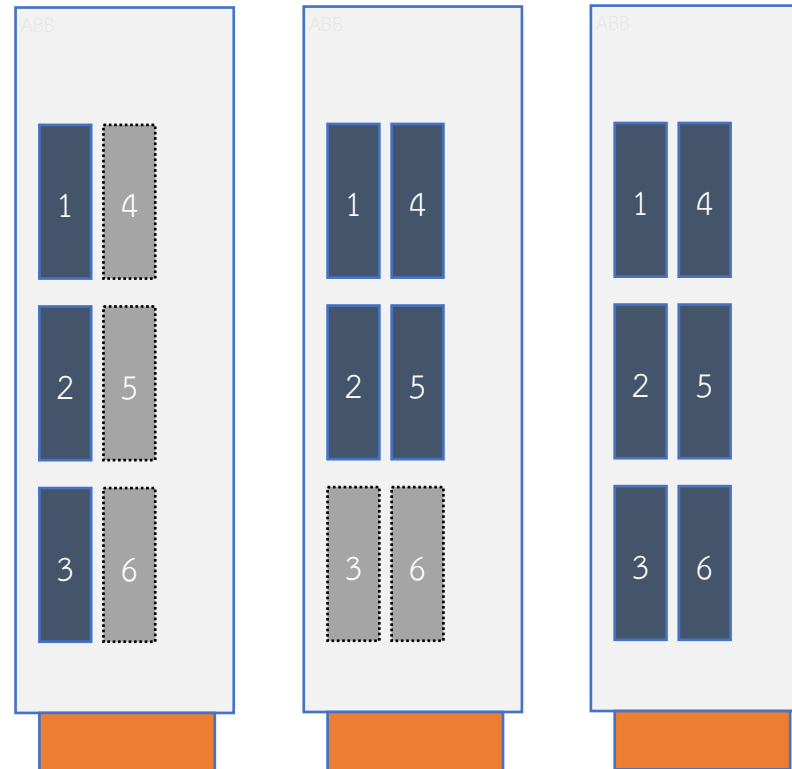
Slot available for upgrade

$10 \times 5 = 50 \text{ kW}$



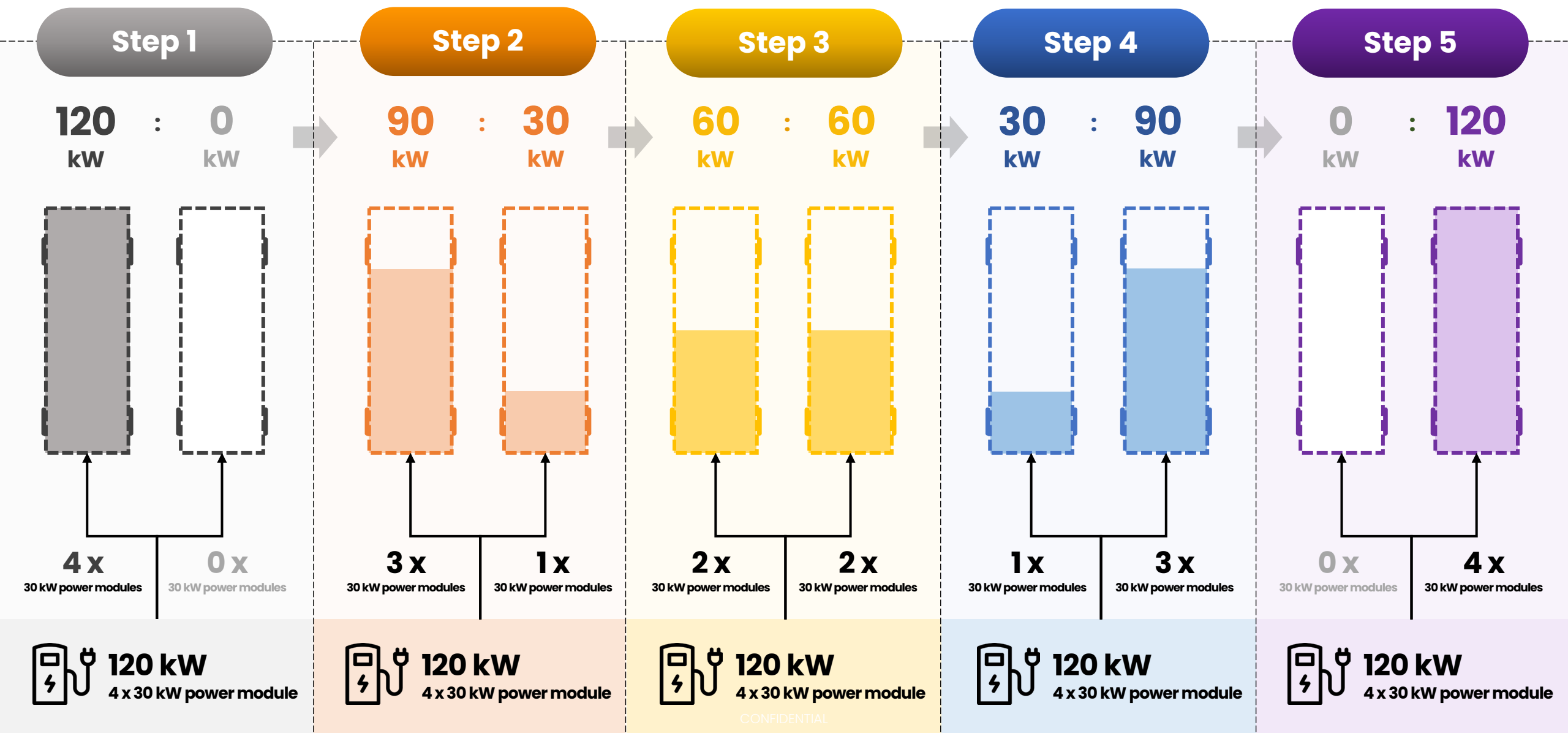
- Based on 10 kW power modules

$30 \times 6 = 180 \text{ kW}$

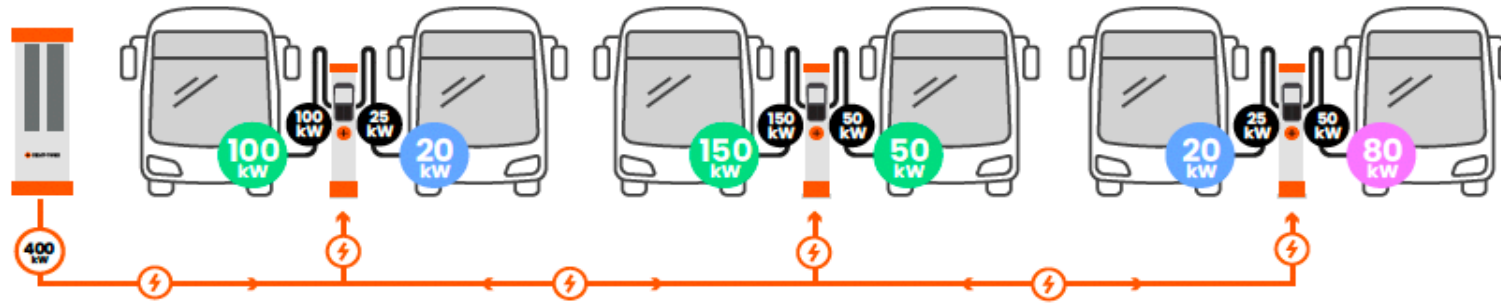


- Based on new 30 kW power modules

ที่มา: <https://abb.com>



Kempower's fast charging solution



→ 400 kW power module delivers 390 kW of charging power, 10 kW of unused power

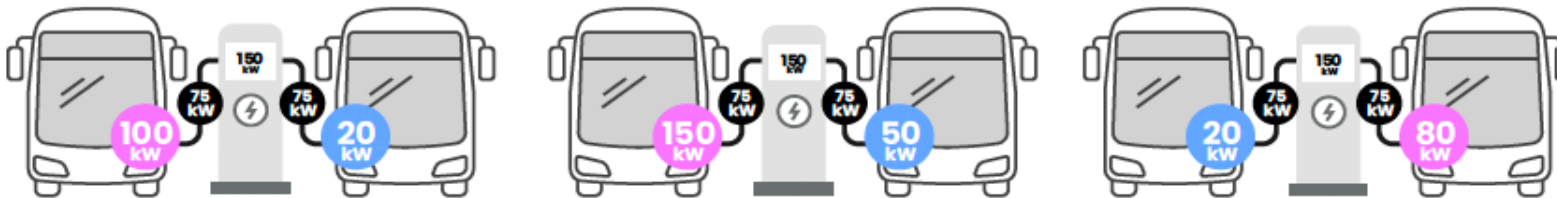
Chargers distribute power dynamically, allowing multiple vehicles to be charged at optimum power, **maximizing power utilization**

● EV getting the max capacity of kW

● EV getting less kW than max capacity

● EV's reserve more power than they are able to use

Traditional fast charging solution



→ 315 kW of charging power delivered from three 150 kW power modules (450 kW total), 135 kW of unused power

Charging capacity is low. Buses do not get the power they want and there is **low utilization** of grid power.

Large Scale Charging EV Infrastructure



Source: Hitachi Energy

Large Scale Charging EV Infrastructure

Centralized Charging System

Footprint (chargers, distribution, wiring, etc.)

Time, cost and risks (Civil work, project management, managing different vendors & contractors)

Future expandability & power upgrades

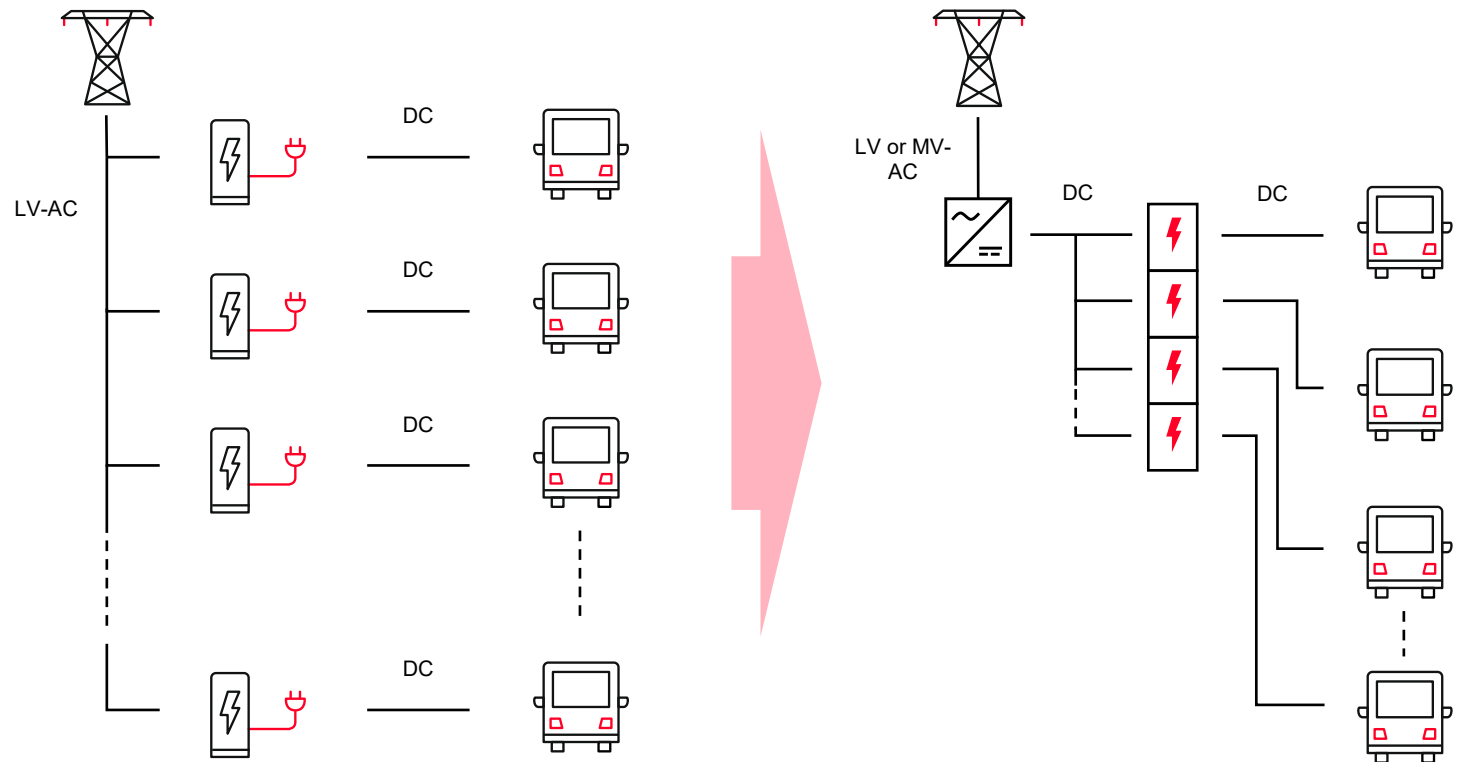
Reliability

Maintainability

Interoperability

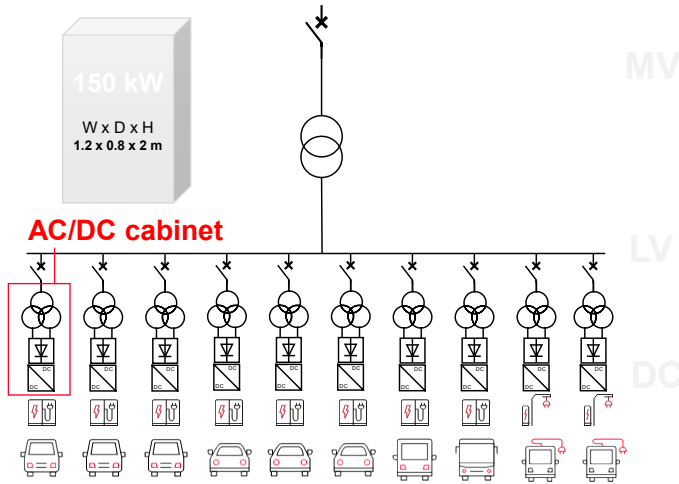
Integration with the grid & DER

A paradigm shift is required...



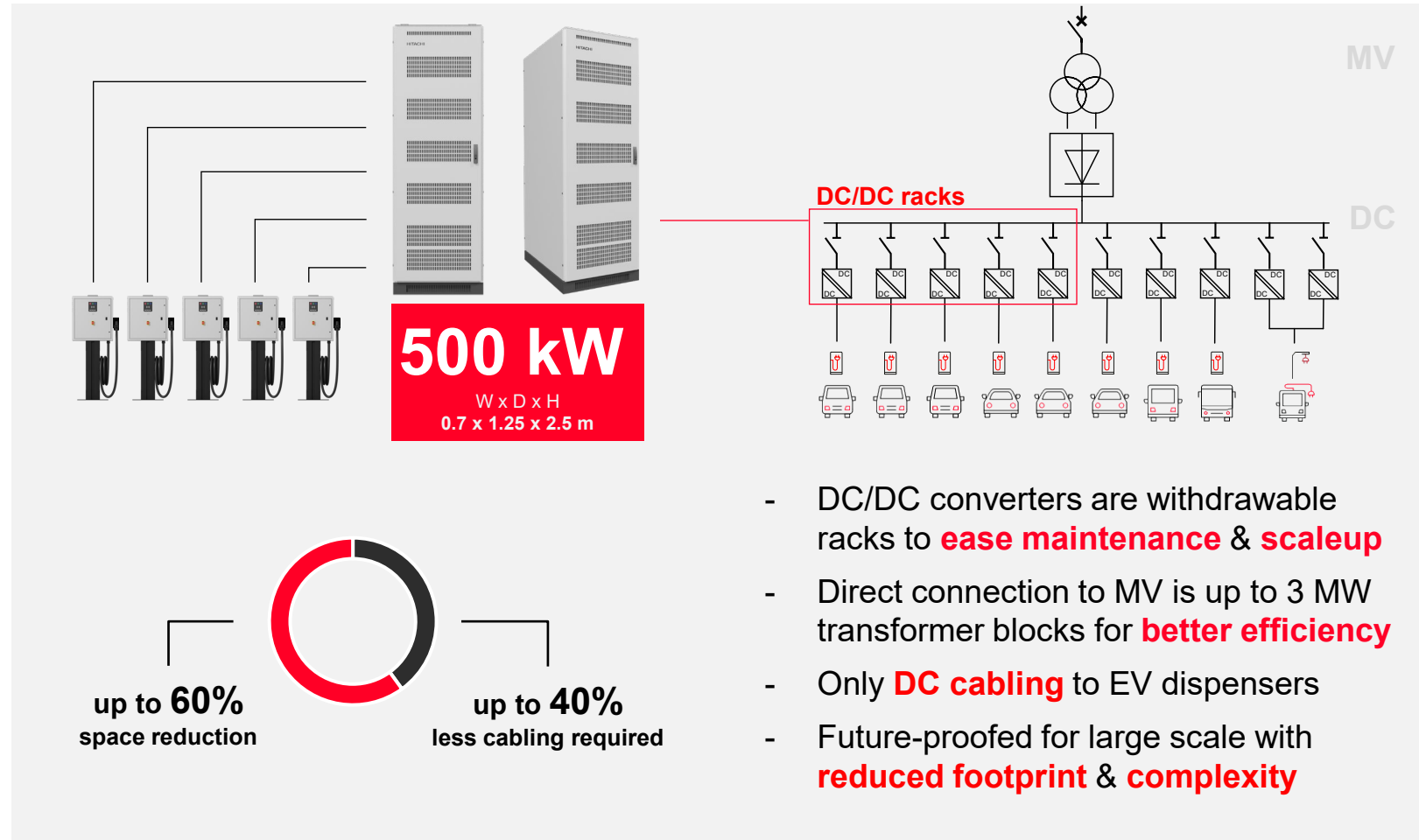
Conceptual Design Topology

Single AC/DC units

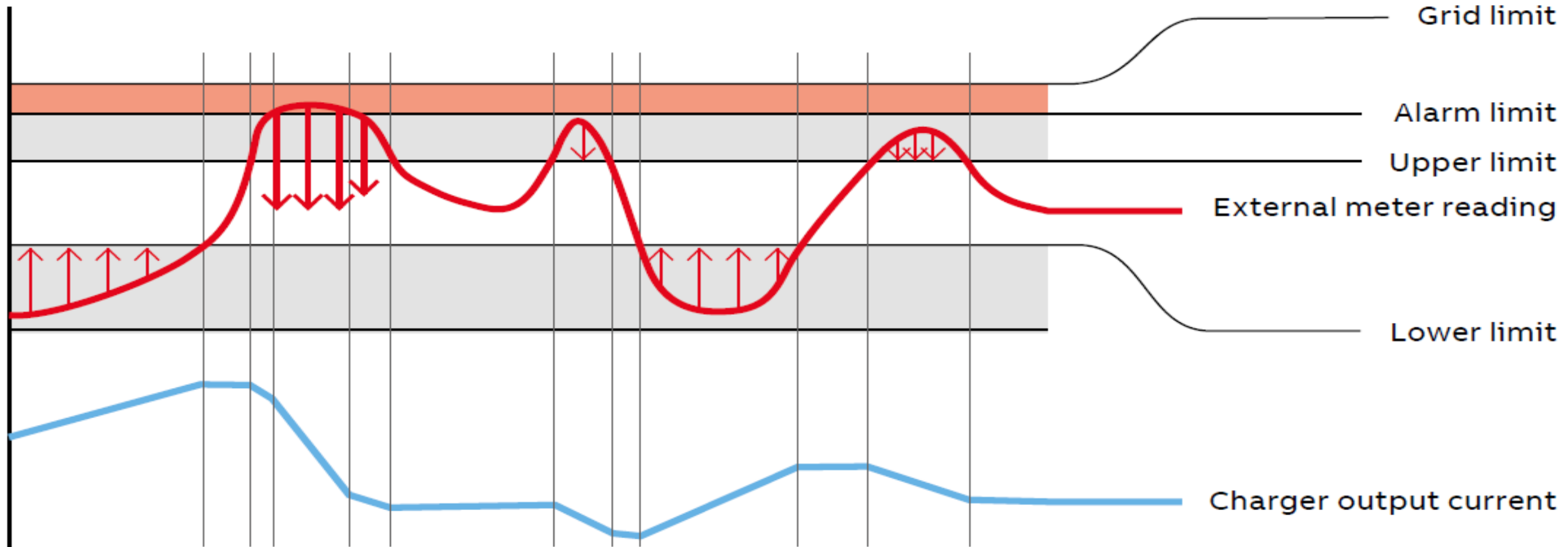


- Each charger has its own **AC/DC power converter** cabinet fed from LV
- For EV fleets requiring MV connection, **voltage needs to step down in LV**
- Large **AC distribution board** required
- Good approach for projects requiring few fast chargers (pilot project)

AC/DC bulk conversion

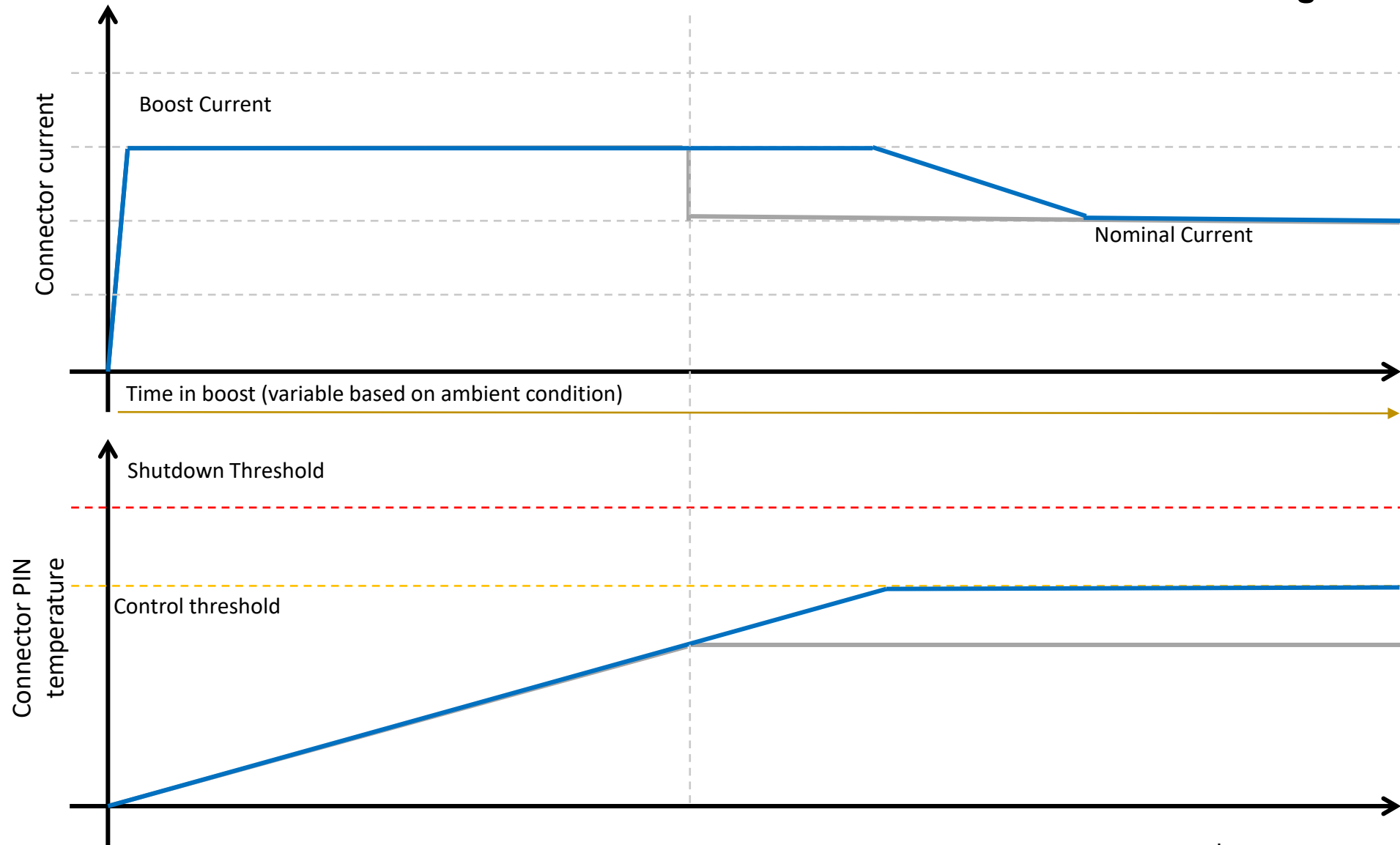


- DC/DC converters are withdrawable racks to **ease maintenance & scaleup**
- Direct connection to MV is up to 3 MW transformer blocks for **better efficiency**
- Only **DC cabling** to EV dispensers
- Future-proofed for large scale with **reduced footprint & complexity**



ที่มา: <https://abb.com>

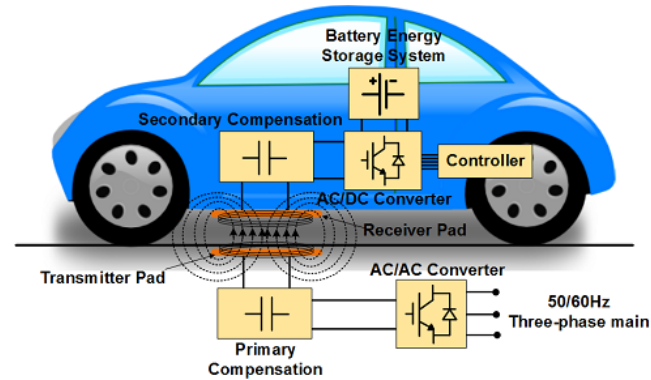
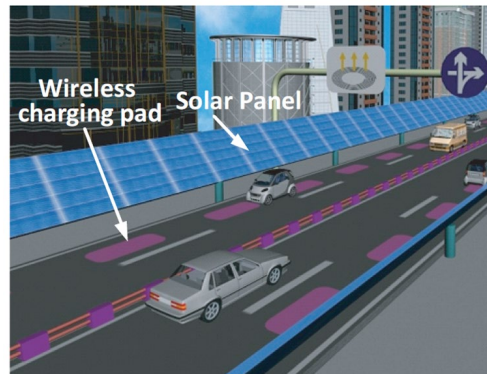
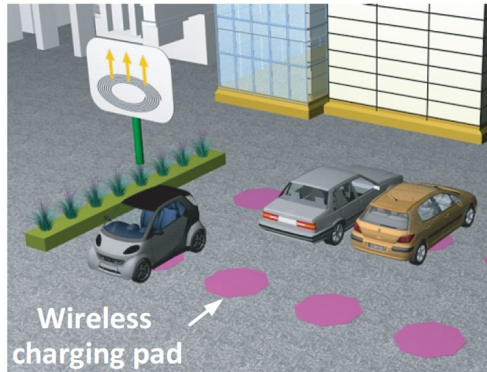
Derating Power



CCS high power charging

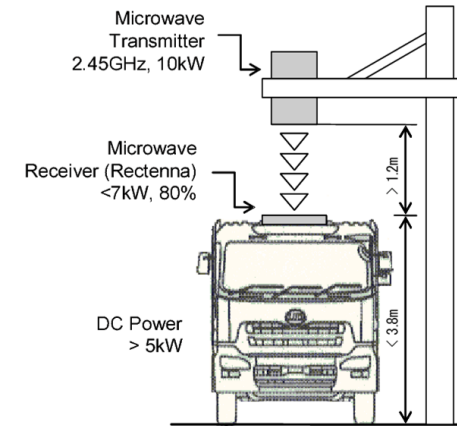
ที่มา: <https://abb.com>

เทคโนโลยีอุปกรณ์การอัดประจุในอนาคต - การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบไร้สาย



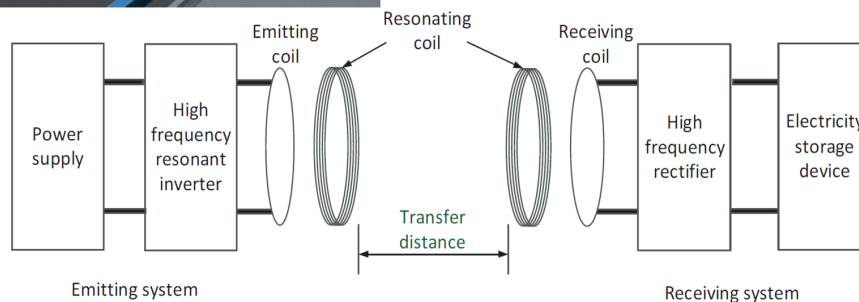
Inductive Power Transfer

- High Power & Efficiency
- Very Short Range
- Heavy & Large



Microwave Power Transfer

- Long Range (Far-Field)
- Lower Efficiency
- Uncertain Radiation Risk

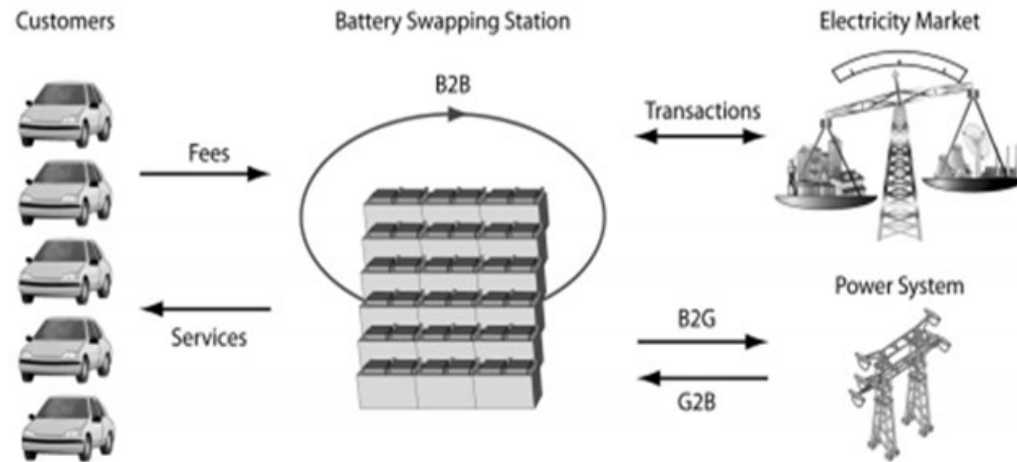


Magnetic Resonance Coupling

- High Power & Efficiency
- Short Range
- Lighter Weight
- More Complexity

ที่มา: สนพ.

เทคโนโลยีอุปกรณ์การอัดประจุในอนาคต - สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่



EV battery-swap station



ขั้นตอนการทำงาน

1. ใช้บัตรสมาชิกเพื่อยืนยันตัวตนกับระบบข้อมูล
2. นำรถไปยังบริเวณสับเปลี่ยน
3. สับเปลี่ยนแบตเตอรี่พร้อมตรวจสอบค่าสถานะต่าง ๆ
4. แจ้งให้เจ้าของยานยนต์ทราบเมื่อเสร็จสิ้น

ข้อดี

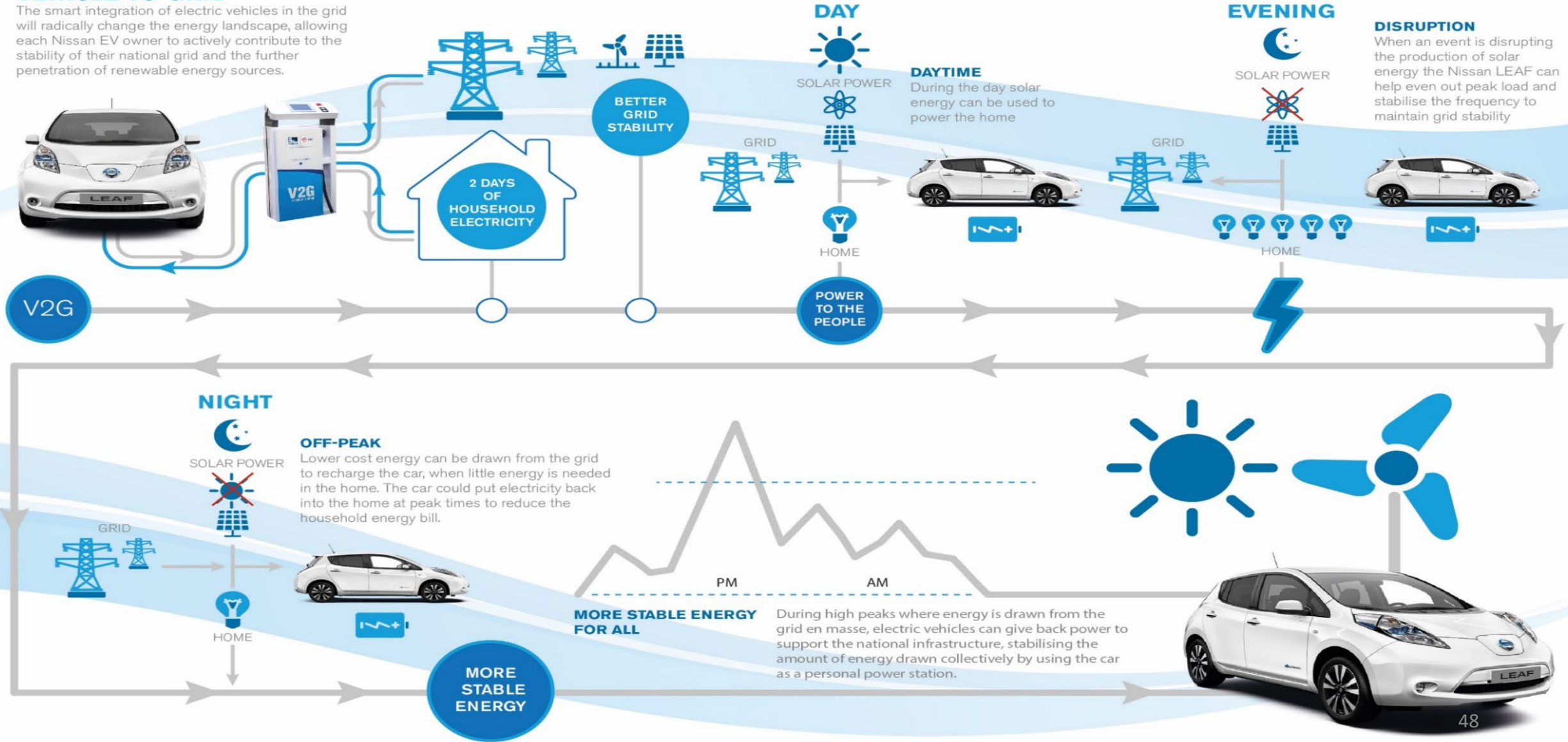
1. มีความรวดเร็วกว่าการอัดประจุ
2. นิยมใช้กับจักรยานยนต์และยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใหญ่
3. แบตเตอรี่ภายในสถานีสามารถใช้ในการตอบสนองด้านโหลดได้

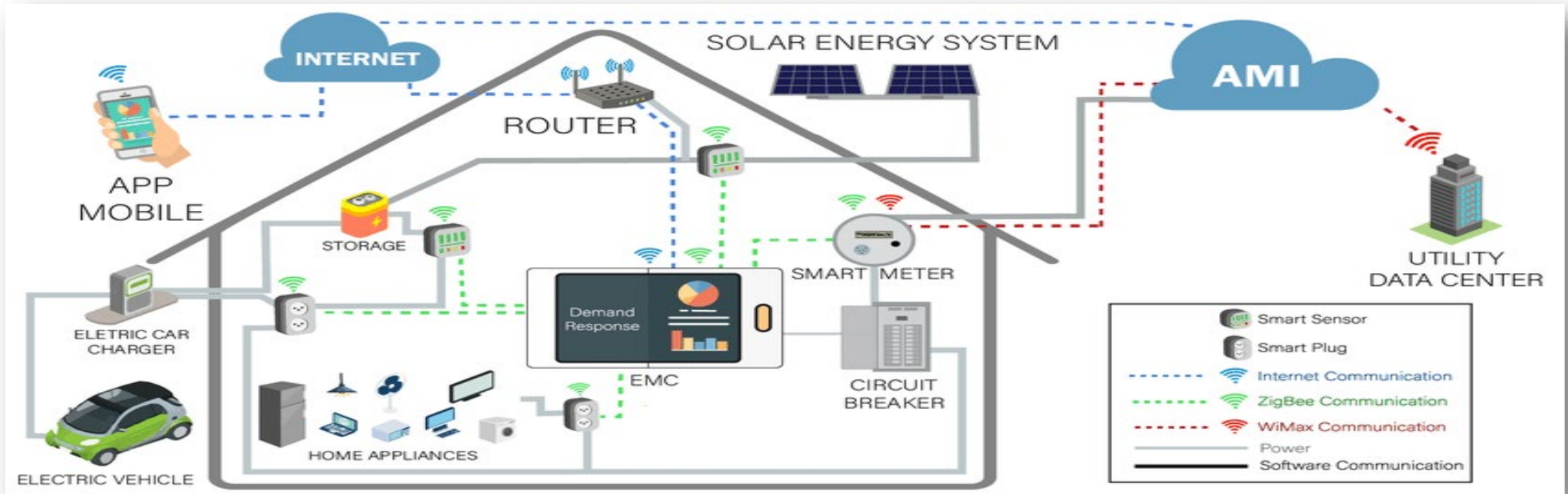


ที่มา: สนพ.

VEHICLE-TO-GRID

The smart integration of electric vehicles in the grid will radically change the energy landscape, allowing each Nissan EV owner to actively contribute to the stability of their national grid and the further penetration of renewable energy sources.





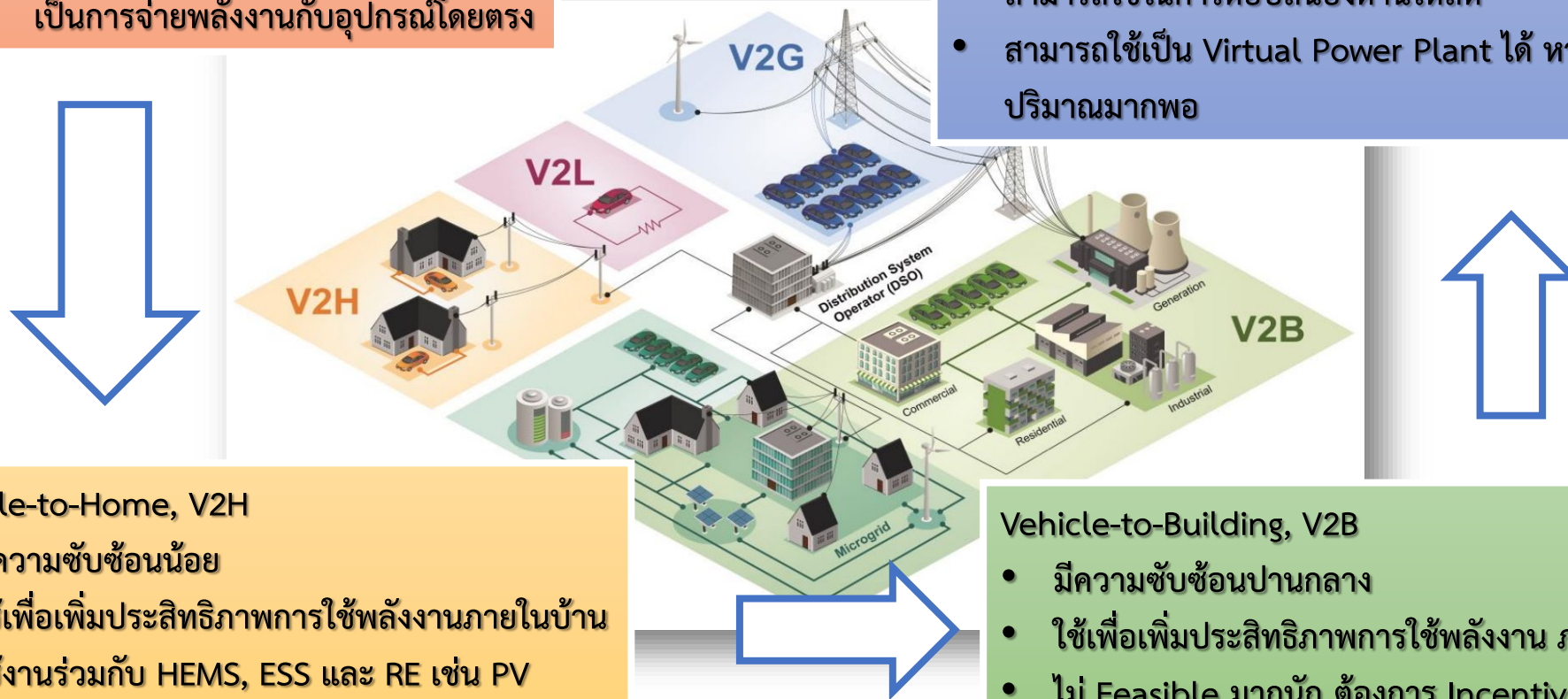
บูรณาการร่วมกับ Home Energy Management System, HEMS ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานเสริม อาจใช้ทั้งในกรณีที่มีการใช้โหลดปริมาณมากและในกรณีฉุกเฉิน ในขณะเดียวกัน ระบบ HEMS สามารถช่วยให้ช่วงเวลาการอัดประจุเหมาะสมที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

Vehicle-to-Load, V2L

- มีความซับซ้อนน้อยที่สุด
- ใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรอง
- เป็นการจ่ายพลังงานกับอุปกรณ์โดยตรง

Vehicle-to-Grid, V2G

- มีความซับซ้อนสูง
- ต้องการระบบการสื่อสารและควบคุม
- สามารถใช้ในการตอบสนองด้านโหลด
- สามารถใช้เป็น Virtual Power Plant ได้ หากมีการรวบรวมในปริมาณมากพอ



Vehicle-to-Home, V2H

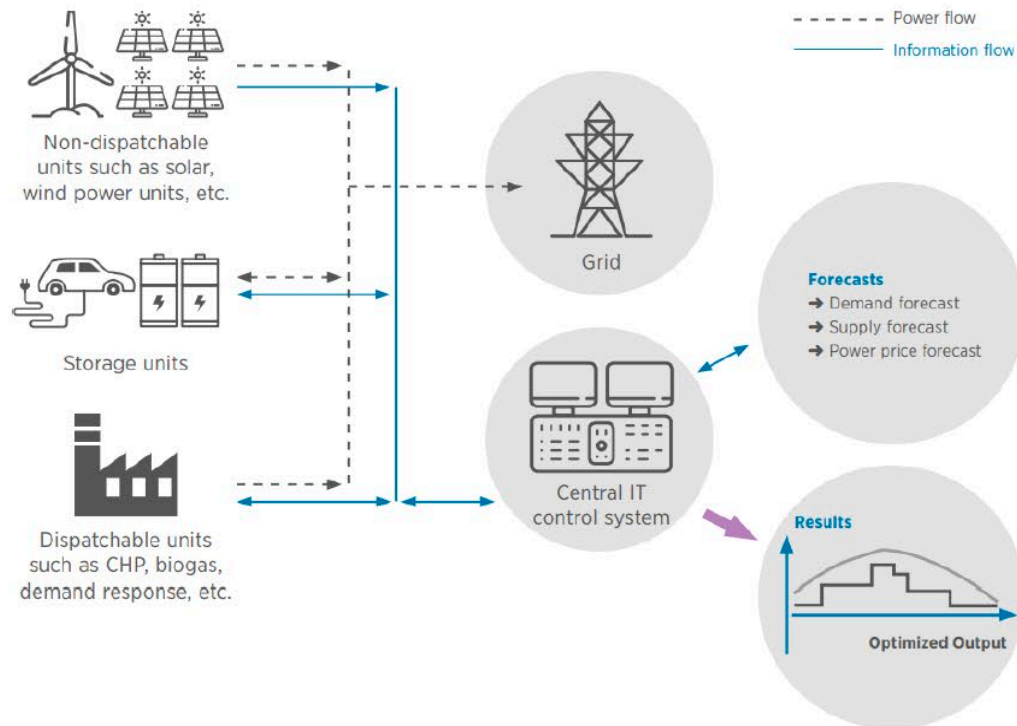
- มีความซับซ้อนน้อย
- ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในบ้าน
- ใช้งานร่วมกับ HEMS, ESS และ RE เช่น PV

Vehicle-to-Building, V2B

- มีความซับซ้อนปานกลาง
- ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ภายในอาคารหรือโรงงาน
- ไม่ Feasible มากนัก ต้องการ Incentive

● Council of Engineers

● แนวทางการใช้ EV ในฐานะ DERs ในต่างประเทศ



การใชยานยนต์ไฟฟ้าในฐานะแหล่งพลังงานกระจายศูนย์
การรวมโหนดของกลุ่ม EV ประมาณ 500 คัน รองรับการซื้อขาย 1-2 MW

1 PLUG IN YOUR CAR to any charger



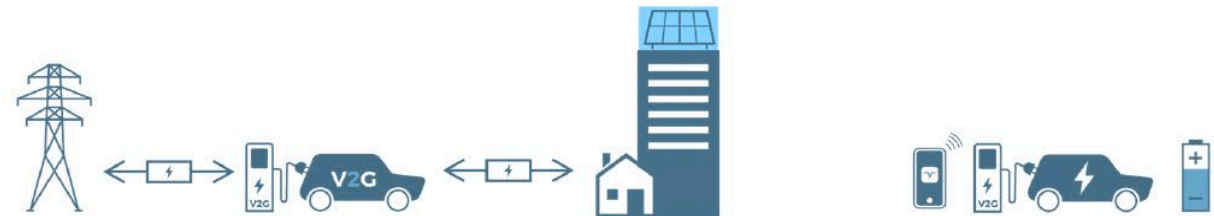
2 CHARGE BATTERY safely and efficiently in V2G Mode



3 MAKE MONEY by providing power capacity and sending energy back and forth to regulate the Grid

OR SAVE COSTS by using stored energy from EV batteries to reduce building energy peak consumption

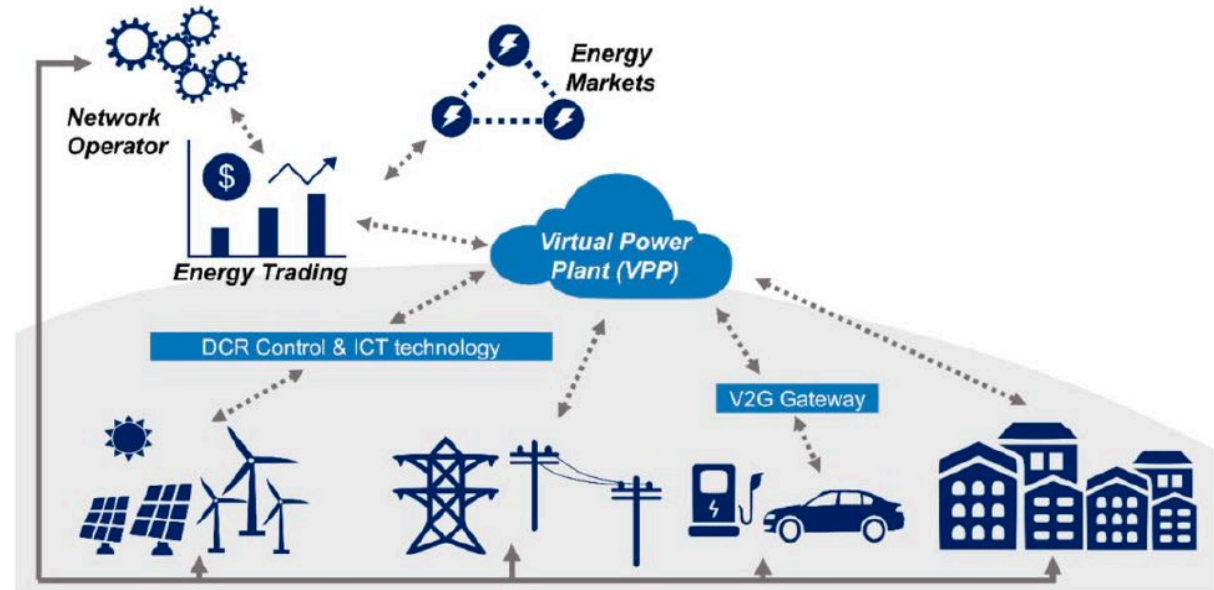
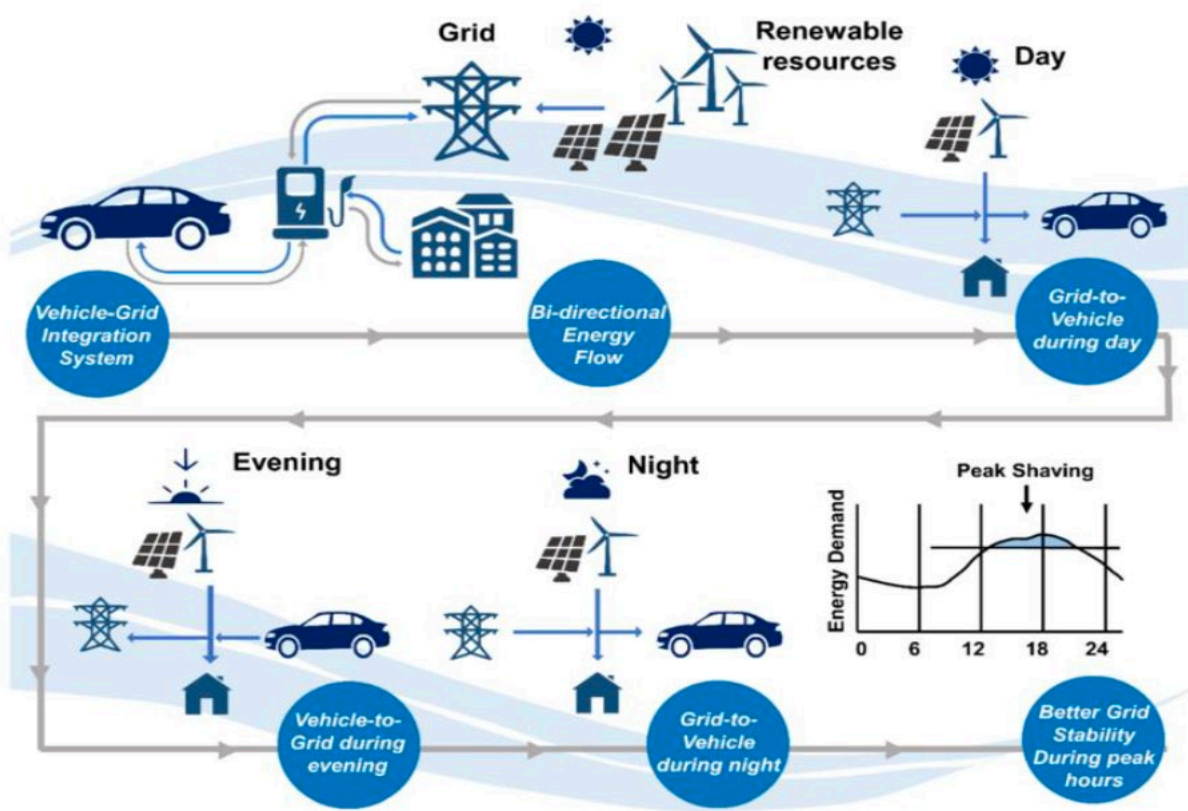
4 YOU'RE READY TO DRIVE with the charge you set for the day with advance trip planning using a mobile fleet management app



แนวทางการใช้ EV ในฐานะ DERs ในต่างประเทศ ของบริษัท Nuvve

ที่มา: สนพ.

แนวทางประยุกต์ใช้ V1G และ V2G บูรณาการกับโครงข่ายไฟฟ้า และโรงไฟฟ้าเสมือนในการบริหารจัดการพลังงาน



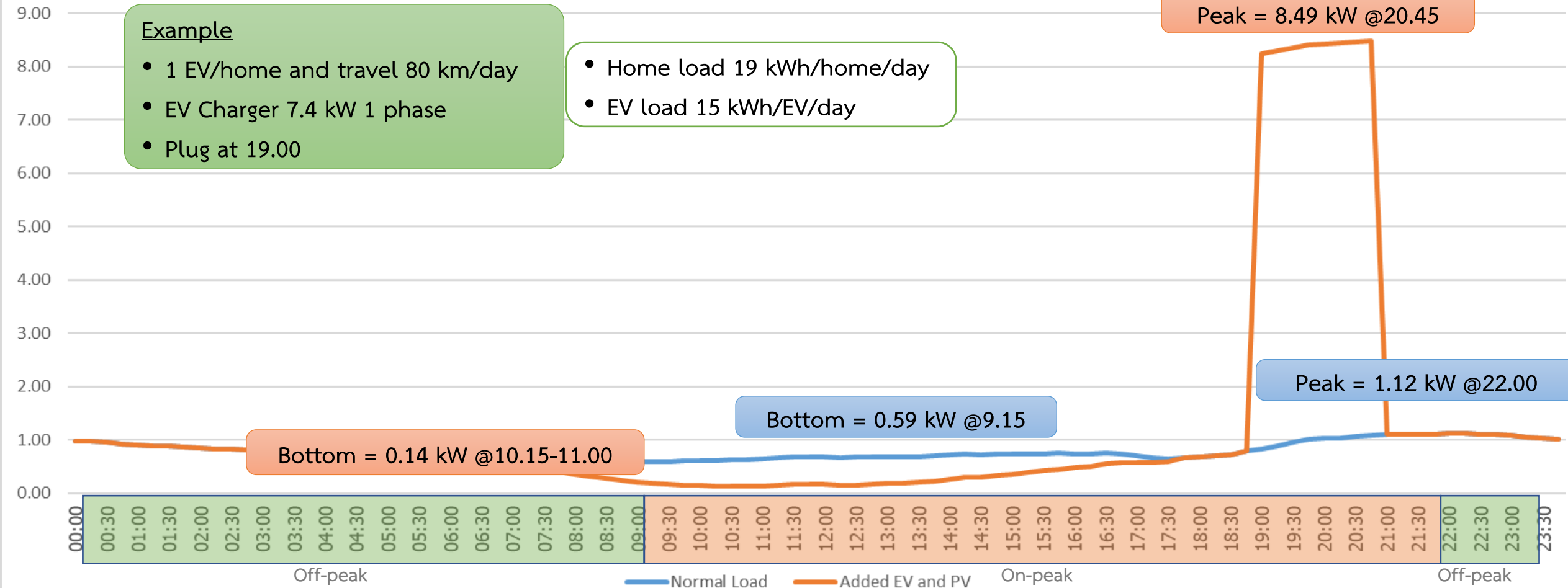
Why we need “Smart Charging” ?

A home's demand (kW) with PV and EV

Example

- 1 EV/home and travel 80 km/day
- EV Charger 7.4 kW 1 phase
- Plug at 19.00

- Home load 19 kWh/home/day
- EV load 15 kWh/EV/day



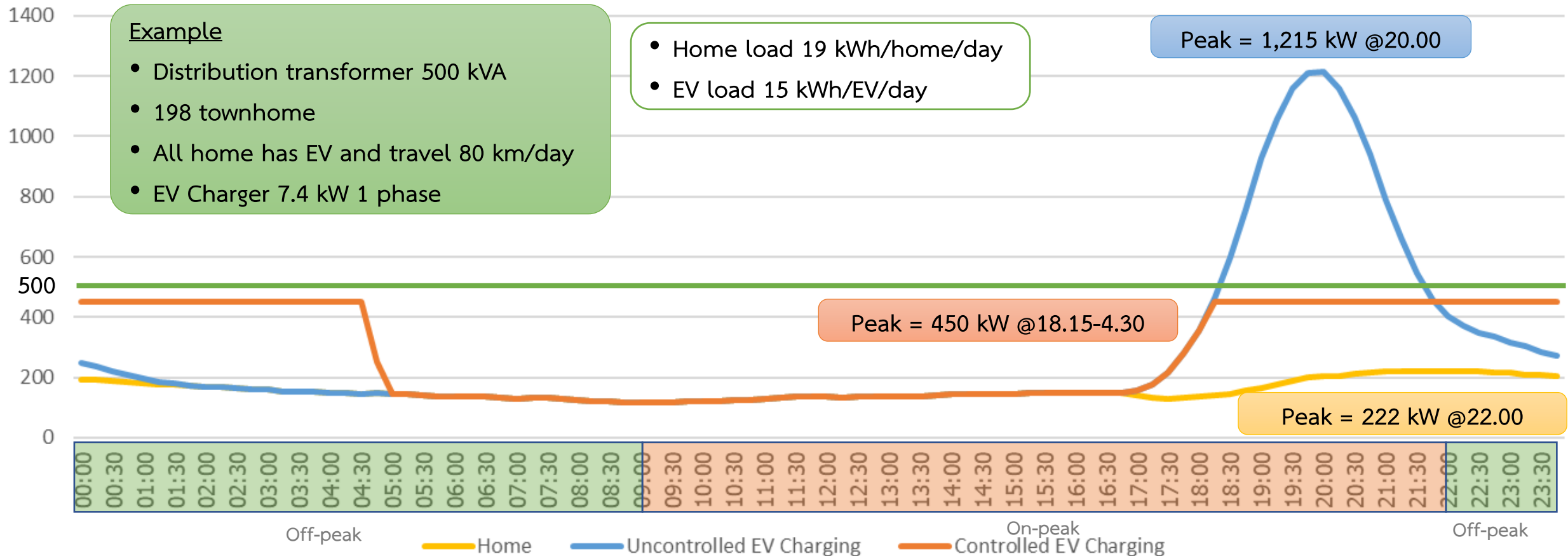
Why we need “Smart Charging” ?

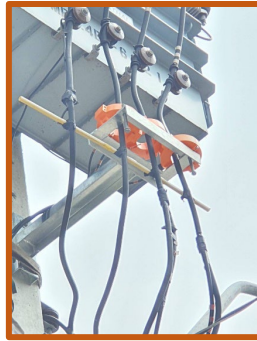
Distribution transformer demand (kW) for a village had EV in all home.

Example

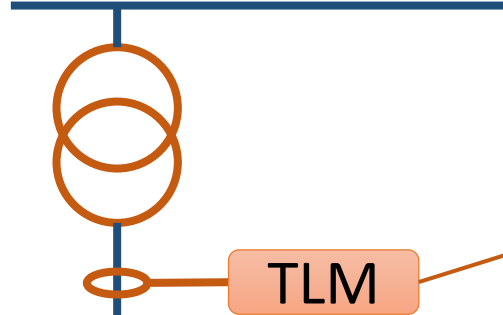
- Distribution transformer 500 kVA
- 198 townhome
- All home has EV and travel 80 km/day
- EV Charger 7.4 kW 1 phase

- Home load 19 kWh/home/day
- EV load 15 kWh/EV/day





MV

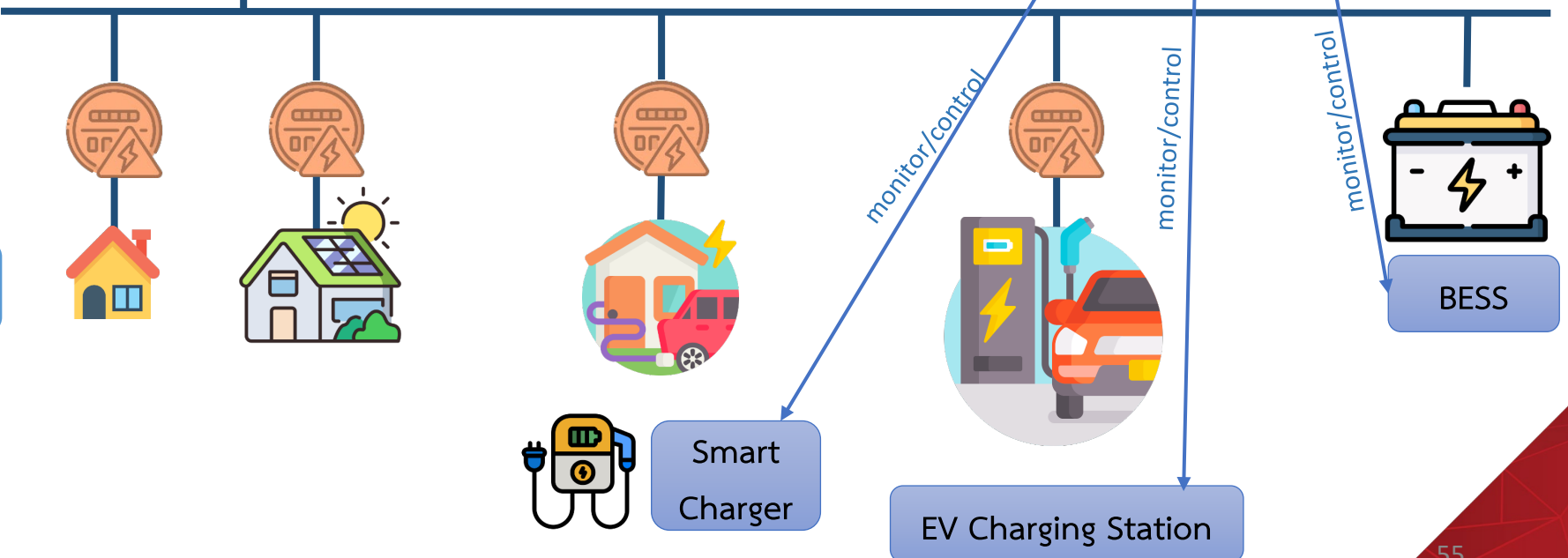


TLM

monitor

MEA CCC
(Charging
Control Center)

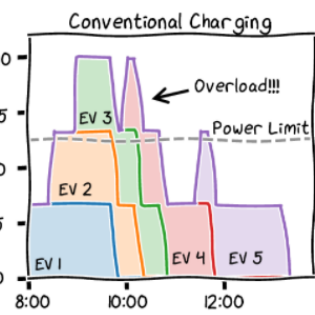
LV



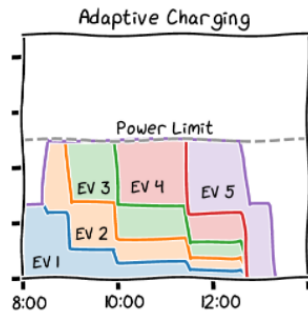
BESS

Smart
Charger

EV Charging Station

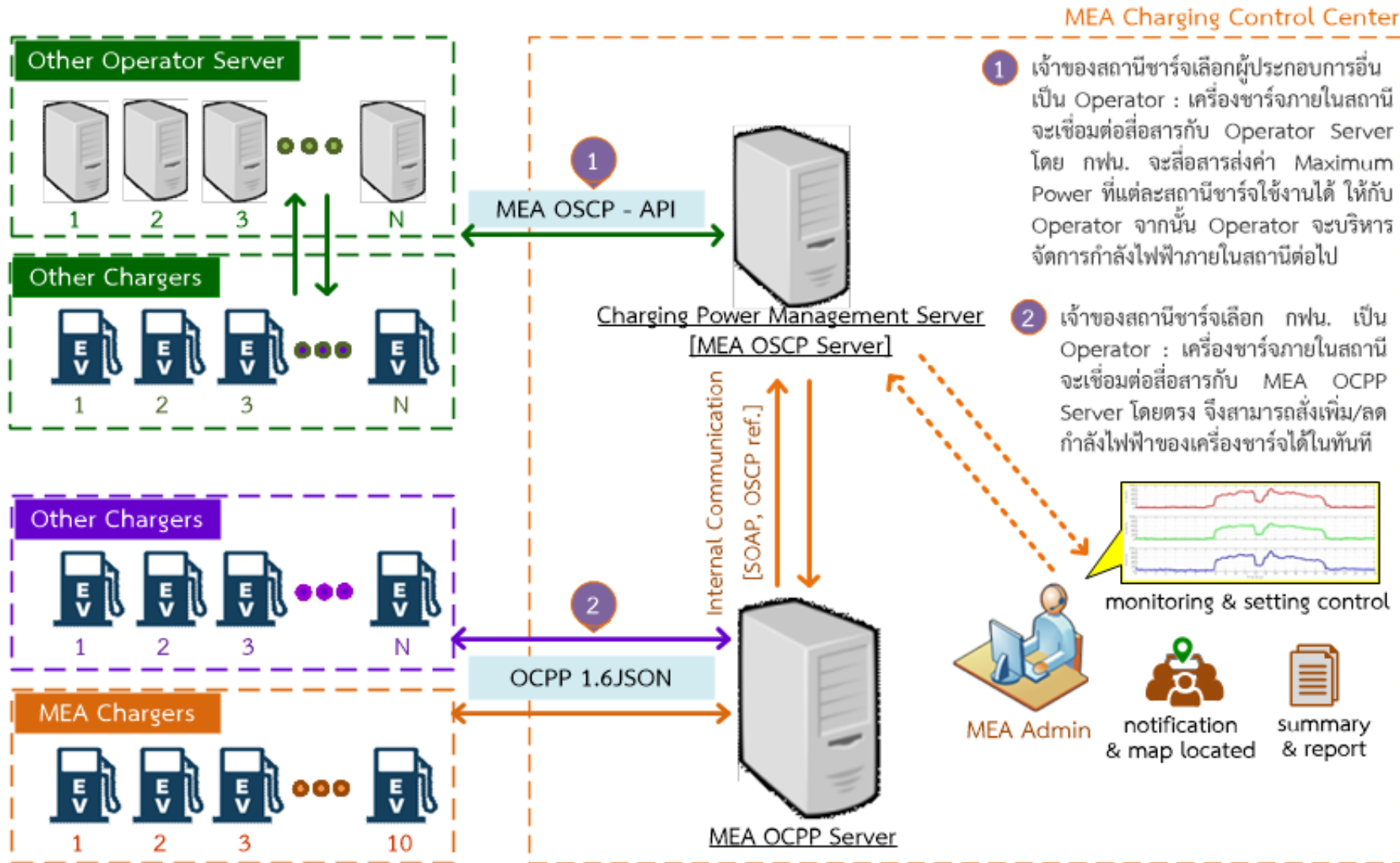


Uncontrolled



Controlled

<https://ev.caltech.edu/index>



การจัดการโหลด
เมื่อมีข้อจำกัดทางเทคนิค



Transformer Load Monitoring (TLM)



ติดตั้งกับหม้อแปลงทั้งหมดในปี 2570

Data Display and Config

Last TLM updated
2020-08-29 22:19:45

Last API resp. : **state: true ,schedule_id: 521**

Station Budget : **80.85 kW or 115.85 A**

Active: 2020-08-29 22:20:22 - 2020-08-29 22:25:22

Tr. Power Limit

Tr. Current Limit



Power Setting *

SUBMIT

CANCEL

Current Setting *

SUBMIT

CANCEL

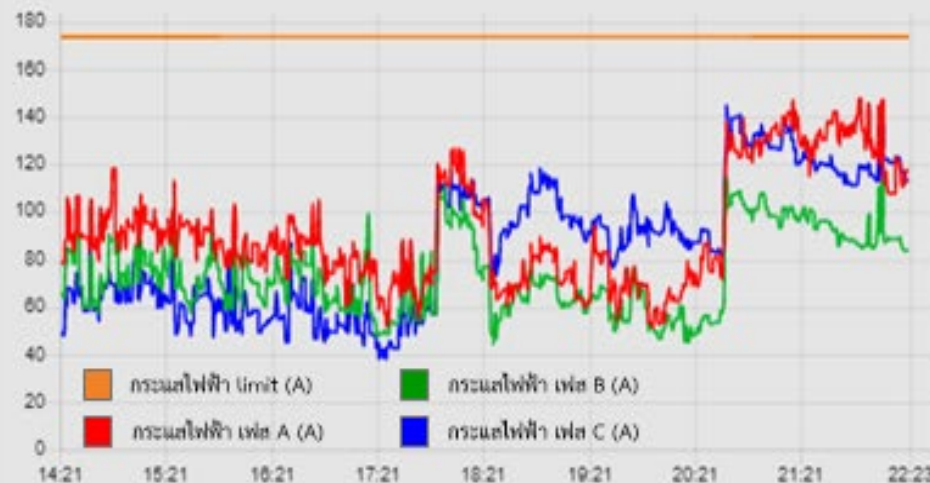
Transformer Real-time Power (kW)



Station Real-time Power (kW)

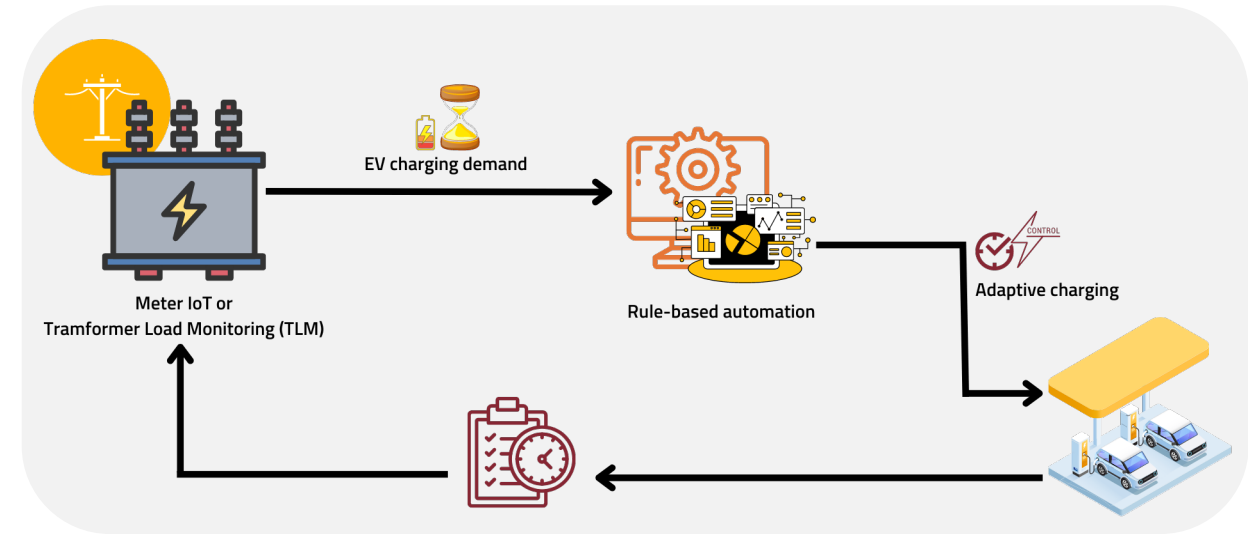
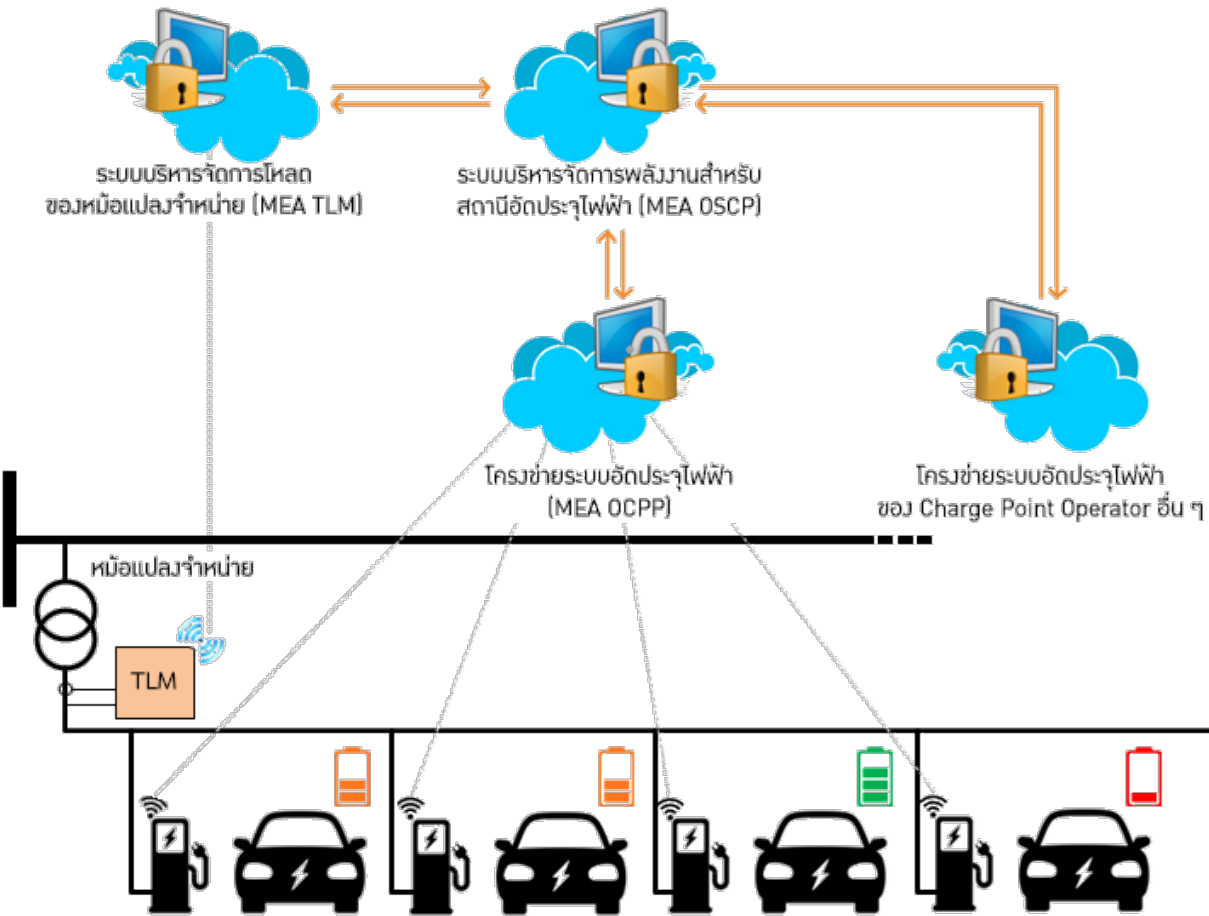


Transformer Real-time Current (A)



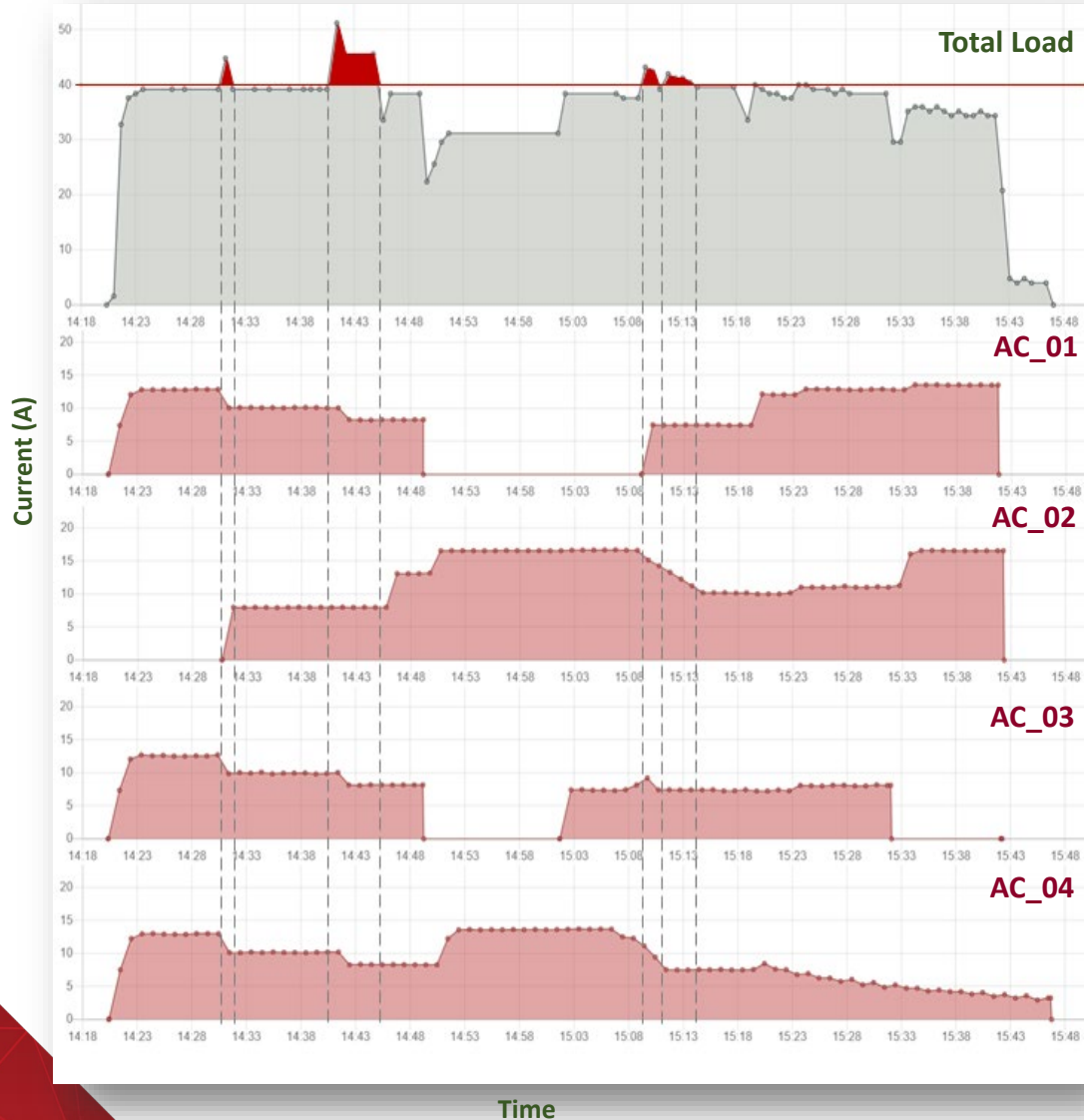
Station Real-time Current (A)





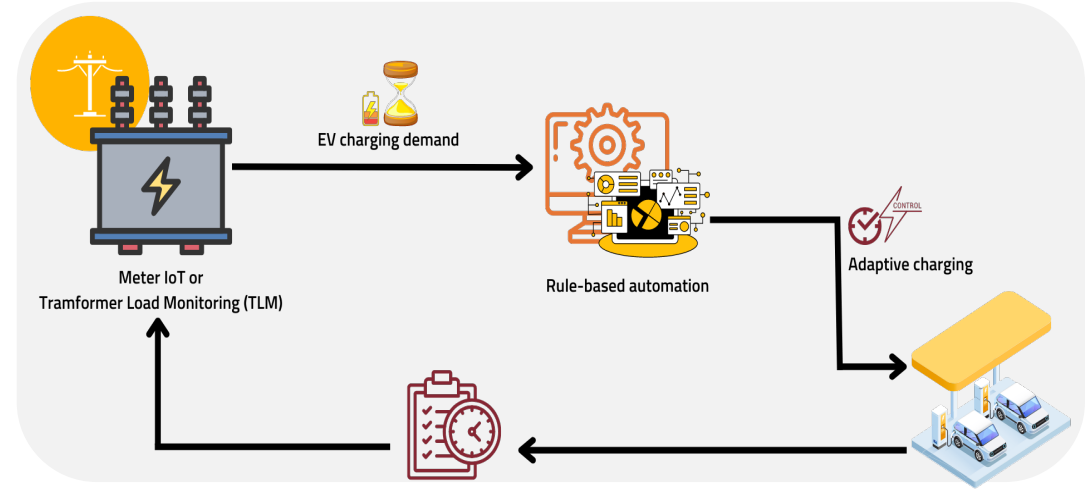
TLM : Transformer Load Monitoring
OSCP : Open Smart Charging Protocol

First smart charging station @MEA Ploenchit station

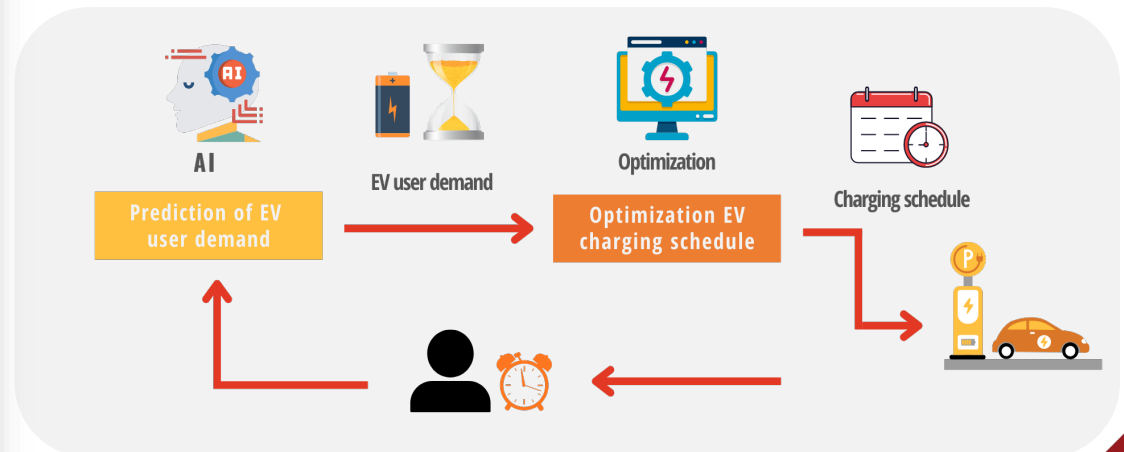


MEA OSCP

MEA Adaptive Charging



MEA Adaptive Smart Charging



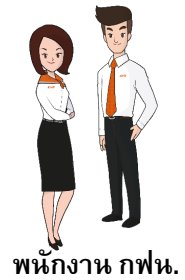
PILOT PROJECT



อาคารจอดรถ ชั้น 1B สำนักงานเพลินจิต

PROJECT BEGIN

TARGET CUSTOMER



PAIN POINT



ไม่มีระบบชาร์จเงิน



เงินลงทุน



ข้อกำหนดระบบไฟฟ้า



กฎระเบียบ

SYSTEM



อยู่ระหว่างพัฒนา
(Payment , Process)

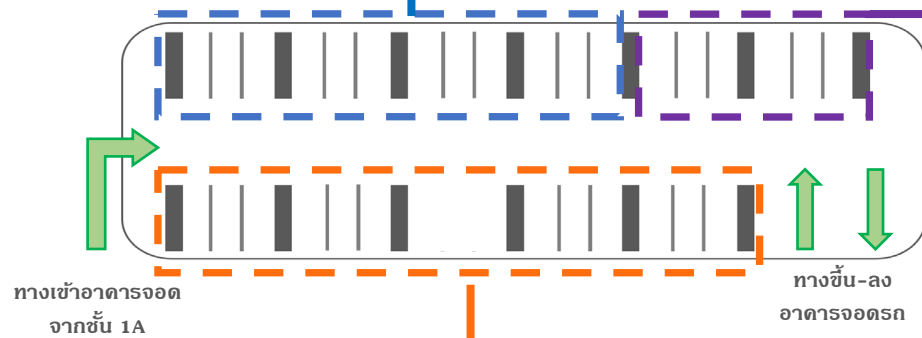
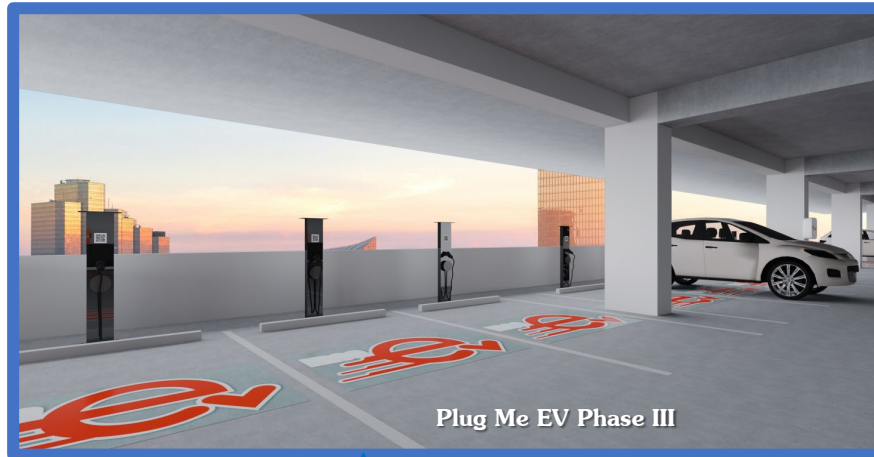


MEA EV Platform

SOLUTION



OVERVIEW



Plug ME EV

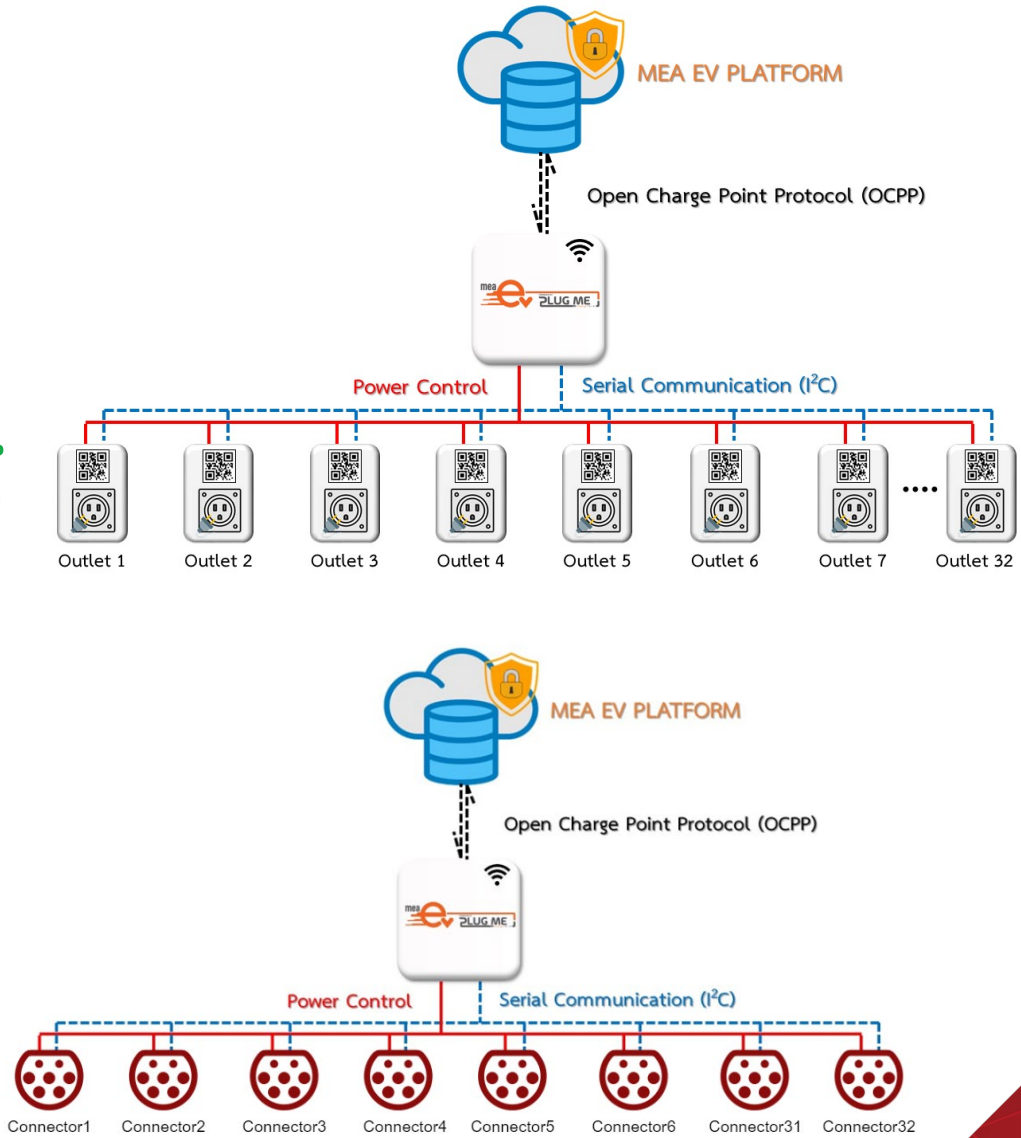
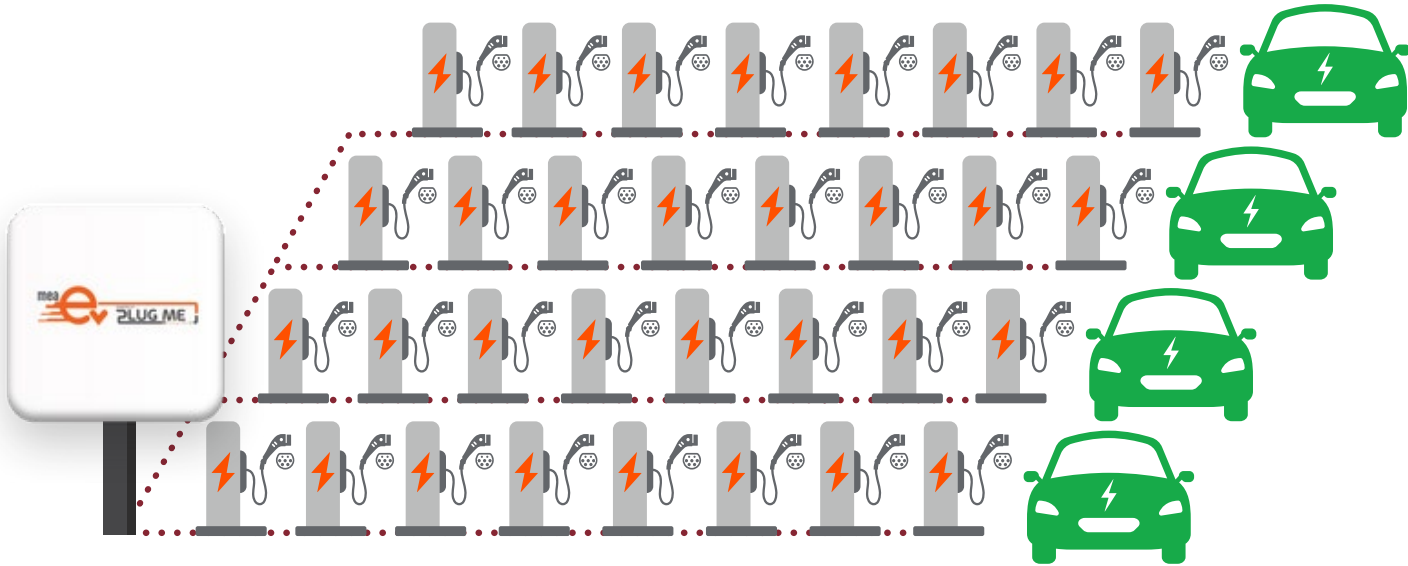


Installation at Condominium in Feb 2024



EV Charging Solution

- ☐ เครื่องควบคุมการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแบบหลายช่องใช้งาน
- ☐ ใช้อุปกรณ์ประมวลผลเพียงชุดเดียว ควบคุมการทำงานของจุดจ่ายไฟประจำช่องจอดรถยนต์ไฟฟ้าได้สูงสุด 32 ช่องใช้งาน
- ☐ สามารถเชื่อมต่อกับระบบโครงข่าย EV ของ กฟน. ตามมาตรฐานการสื่อสาร Open Charge Point Protocol (OCPP)
- ☐ ใช้งานผ่าน Application MEA EV โดยสแกน QR Code ที่จุดจ่ายไฟที่ต้องการใช้งาน
- ☐ เหมาะสำหรับการติดตั้งในพื้นที่ลานจอดรถอาคารสำนักงานและคอนโดมิเนียม






FREE DOWNLOAD

NEW VERSION

App อัจฉริยะ

เพื่อรถยนต์ไฟฟ้าของคุณ



ทราบตำแหน่งสถานีชาร์จ
รถยนต์ไฟฟ้าทุกค่าย

จองคิวชาร์จล่วงหน้า

มีระบบนำทาง
ไปสถานีชาร์จบนแผนที่

ชำระเงินด้วย MEA Wallet
แบบ Energy Based
พิเศษ ชาร์จฟรี ถึง 30 มิ.ย. 65

ร่วมรักษาสีสิ่งแวดล้อม
ทราบปริมาณการปล่อย
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สั่ง Start/Stop
การชาร์จ พร้อมทั้ง
แสดงข้อมูลการชาร์จ

ตรวจสอบประวัติ
การชาร์จได้




การไฟฟ้าภหลวง
Metropolitan Electricity Authority

ประหยัดเวลาในการเติมพลังงานให้รถของคุณ
แค่จอง เสียบ ชาร์จ!!!!

จัดการการชำระเงินอย่างง่ายดาย
ผ่าน **MEA Wallet**

Downloaded 78,000++

สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ:



iOS 13.3 or later



Android 8.0 or later



Huawei* supported by google mobile
service

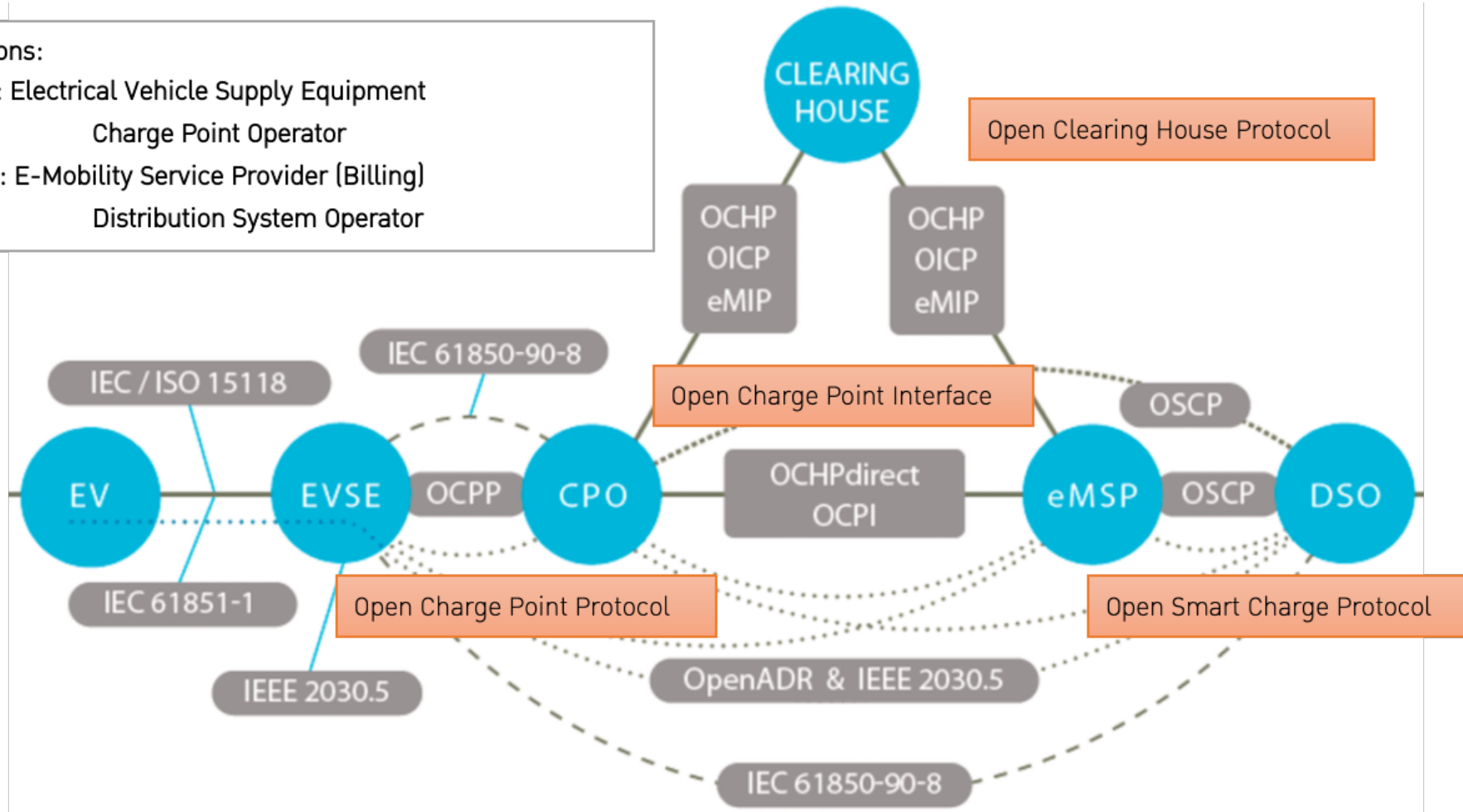
Definitions:

EVSE: Electrical Vehicle Supply Equipment

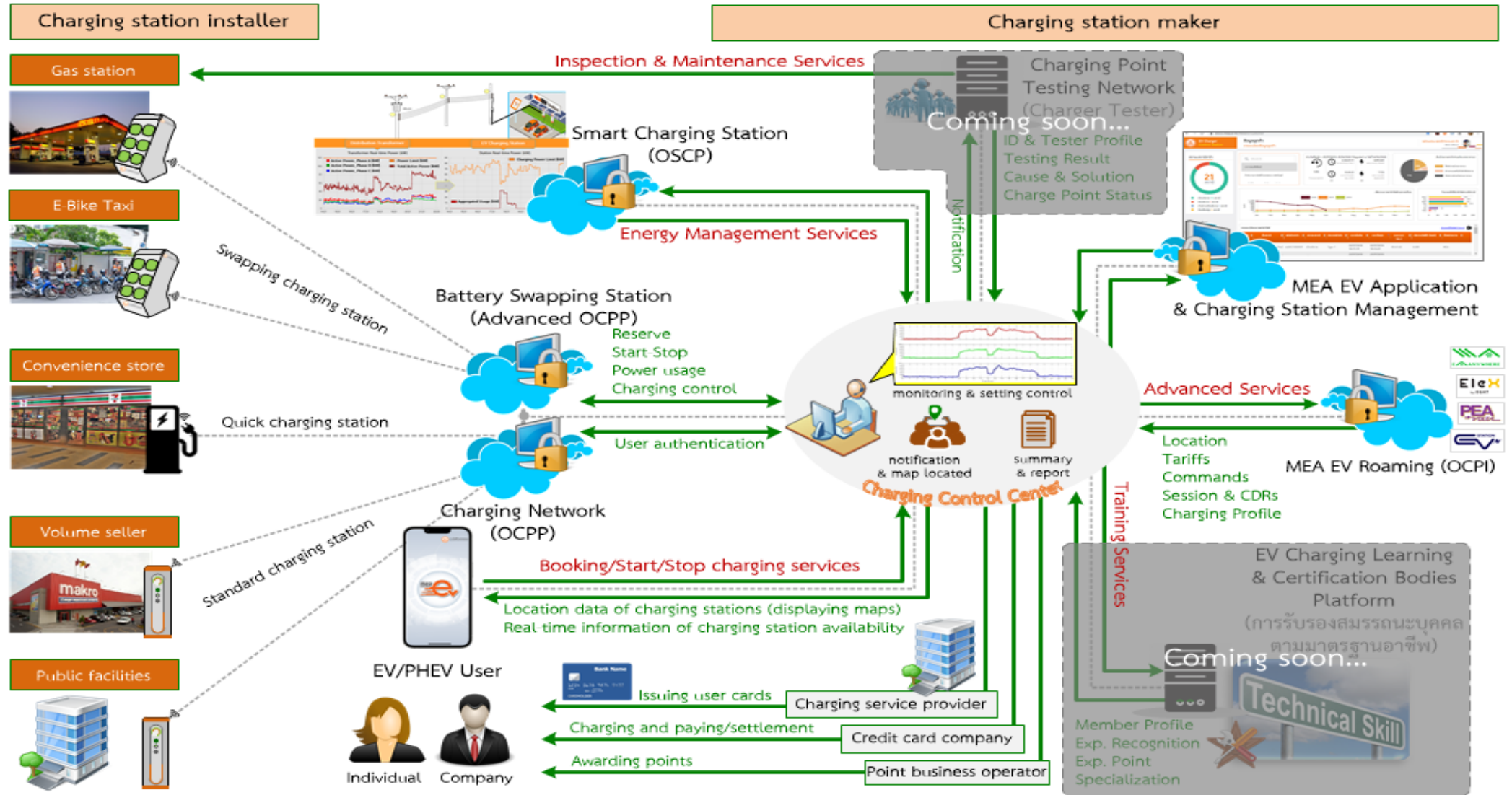
CPO: Charge Point Operator

eMSP: E-Mobility Service Provider (Billing)

DSO: Distribution System Operator



หมายเหตุ: เป็นเพียงตัวอย่างของมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น



MEA EV Roaming



Open Charge Point Interface (OCPI)

ข้อกำหนดรูปแบบโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบข้ามโครงข่าย

Open Charge Point Interface (OCPI)

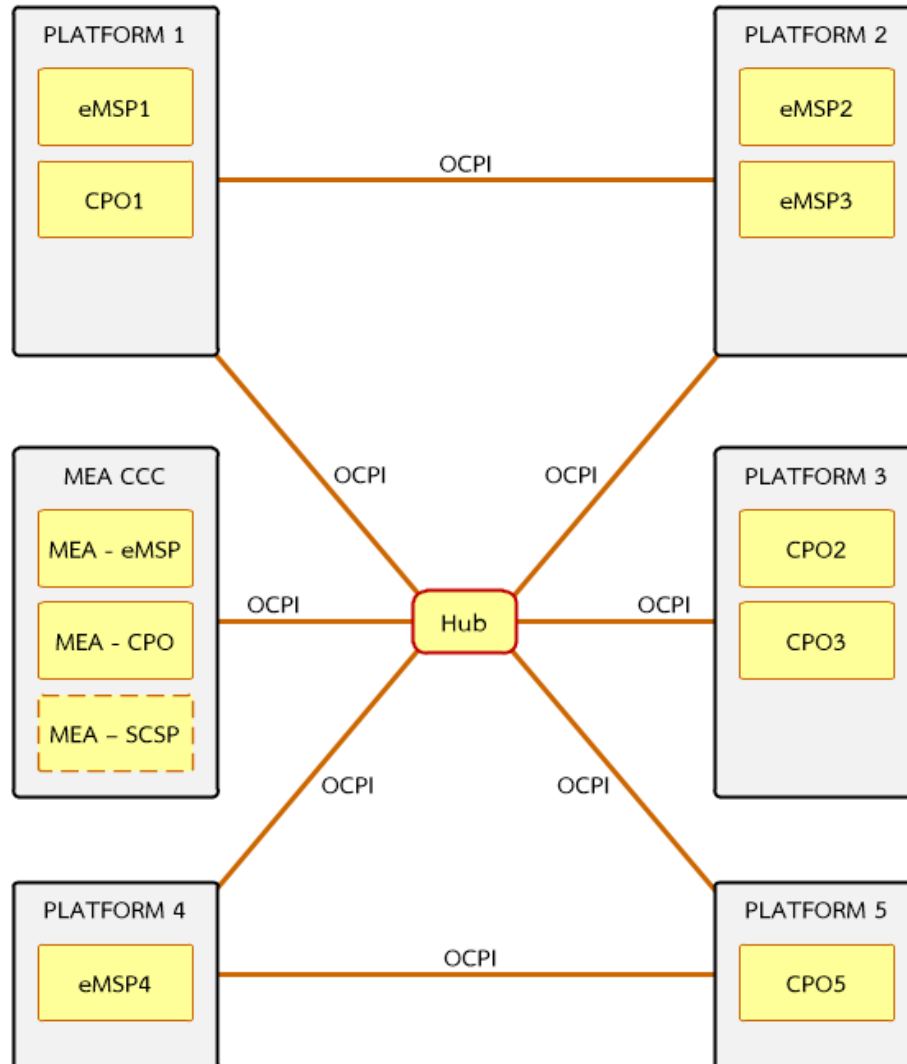
เป็นหนึ่งใน “โพรโทคอลมาตรฐานกลาง” ที่ระบุรายละเอียดและโครงสร้าง สำหรับสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างศูนย์ควบคุมกลาง ของ Charge Point Operator (CPO) แต่ละราย ที่มีการทำข้อตกลงแลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้งานทรัพยากรในโครงข่ายระบบอัดประจุไฟฟ้าร่วมกัน เช่น ข้อมูลของสถานี ข้อมูลสถานะของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า อัตราค่าบริการ การใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและชำระค่าบริการแบบข้ามโครงข่าย เป็นต้น

<https://evroaming.org/>

ปัจจุบัน มีเวอร์ชันล่าสุด คือ OCPI 3.0

EV Roaming ที่นำร่องใช้งานในประเทศไทย คือ OCPI 2.1, OCPI 2.2, OCPI 2.2.1

MEA EV Roaming (Thailand-2024)



CPO : Charge Point Operator

(ผู้ให้บริการโครงข่ายเครื่องอัดประจุไฟฟ้า)

eMSP : e-Mobility Service Provider

(ผู้ให้บริการ Application สำหรับการอัดประจุไฟฟ้า)

Hub : Hub Client Info

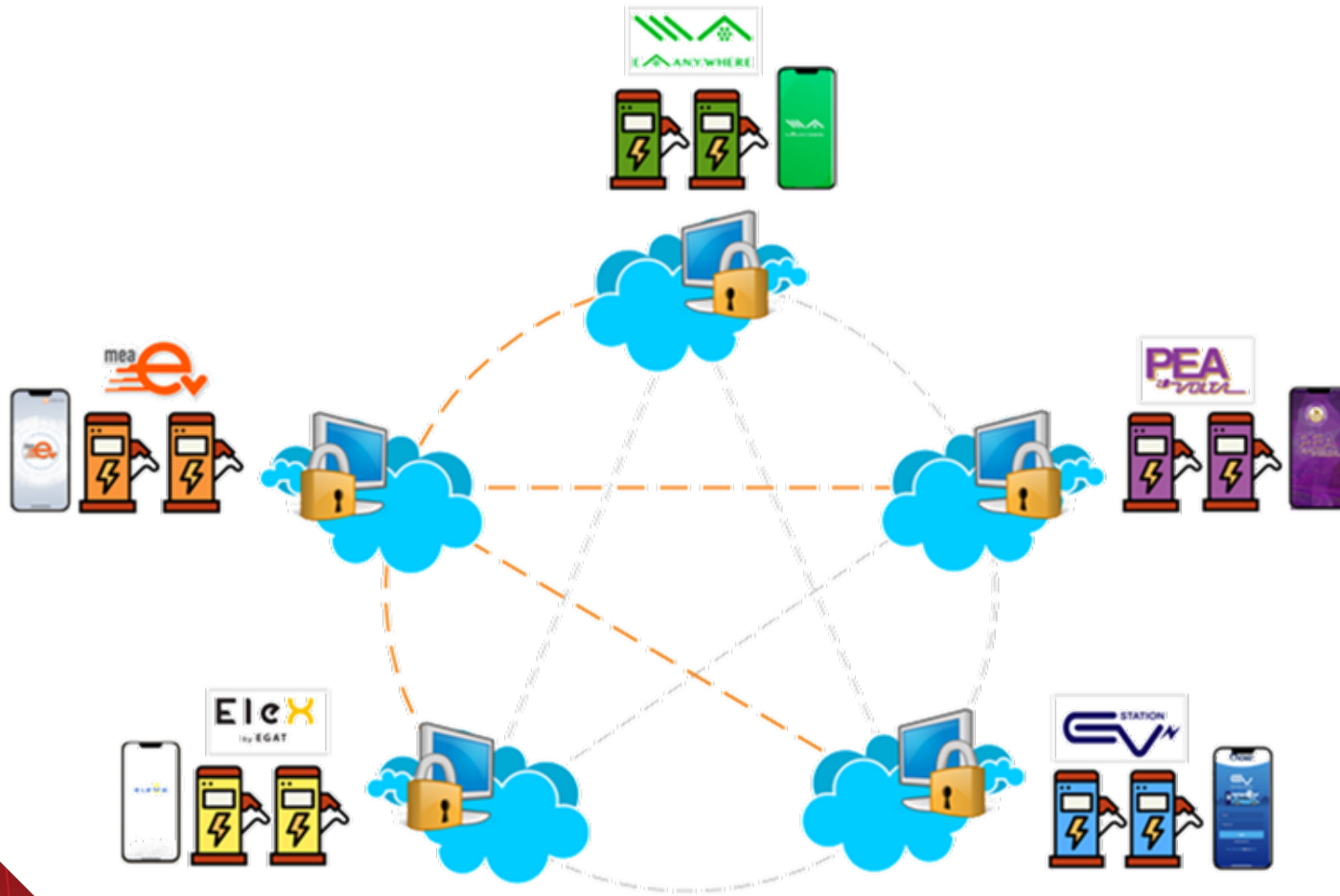
NAP : National Access Point

NSP : Navigation Service Provider

SCSP : Smart Charging Service Provider

CDR : Charge Detail Record

Example EV Roaming (OCPI)



Summary

การให้บริการชาร์จ สำนักงานใหญ่ | MEA Head Office

MG [1๒๘-2217]

kWh	3.861 kWh
Reduce CO ₂	1,9233 kgCO ₂
Charging price	29.27 baht
EleXA Point	0 point
Extra points	0 point
Total	29.27 baht

Please choose the payment method

☐ Credit card VISA ****5039 >

☐ QR Code

☐ SCB Easy SCB

13:19 Summary

Completed

Charging Details

Connector	CCS2 • DC
Time Spent	4m
Energy	4.2300 kWh

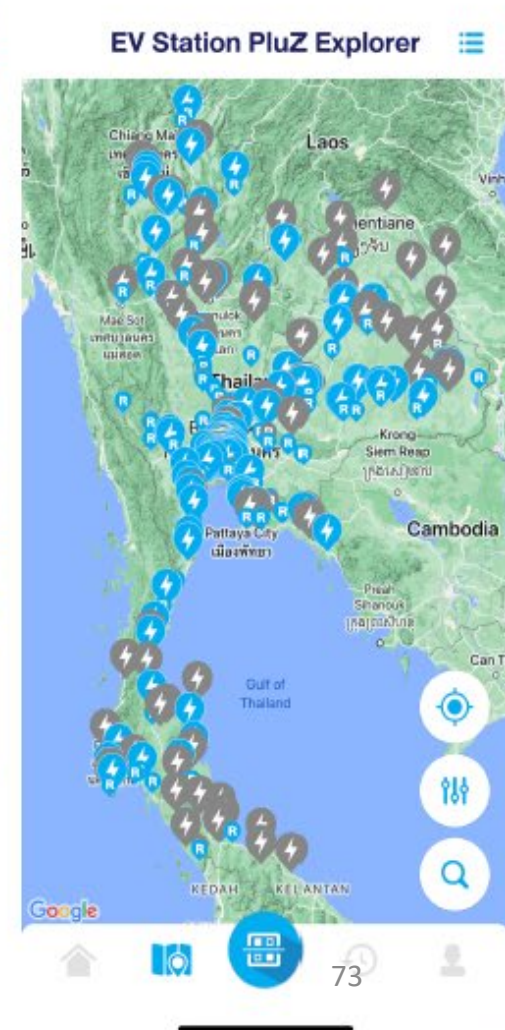
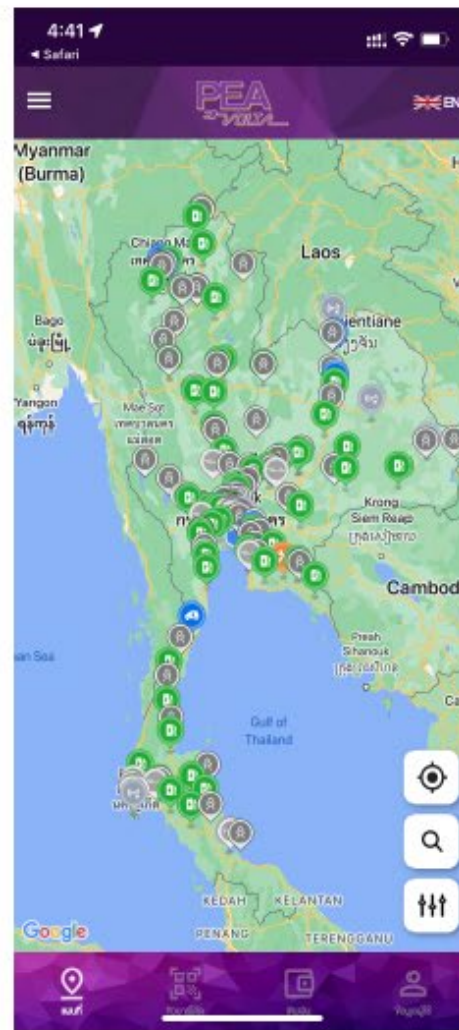
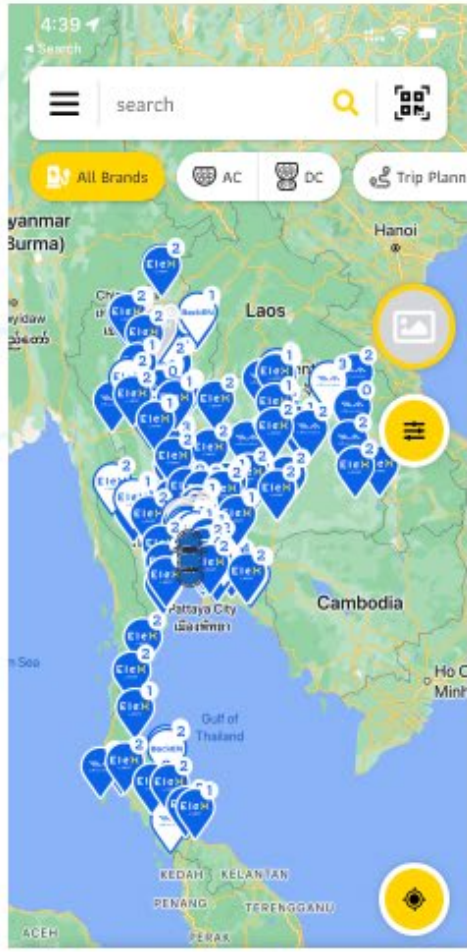
Service

Charging Fee (Unit)	
Total energy • 4.2300 kWh	฿27.79
Parking Fee (For Charging)	
DC Charging • 4 mins	฿0.00
Total	฿27.79
Vat [7%]	฿1.82
Total without VAT 7%	฿25.97

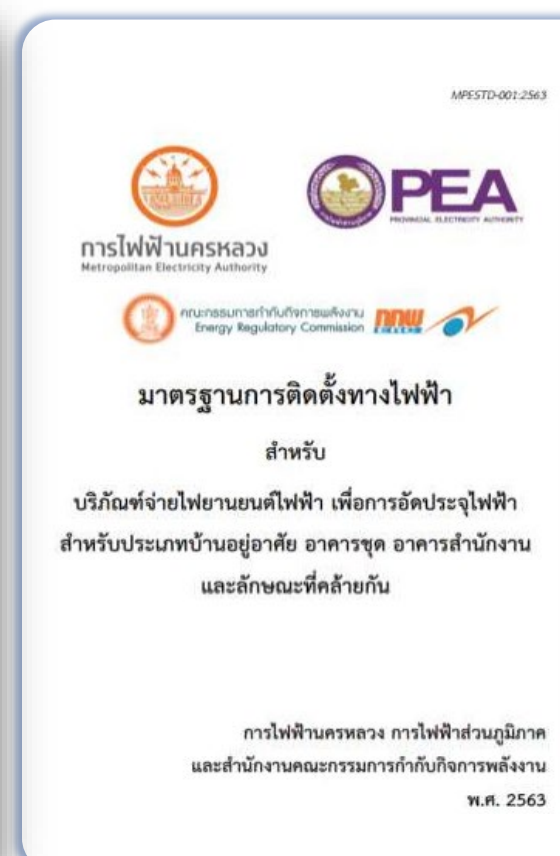
Receipt >

Done

EV Roaming

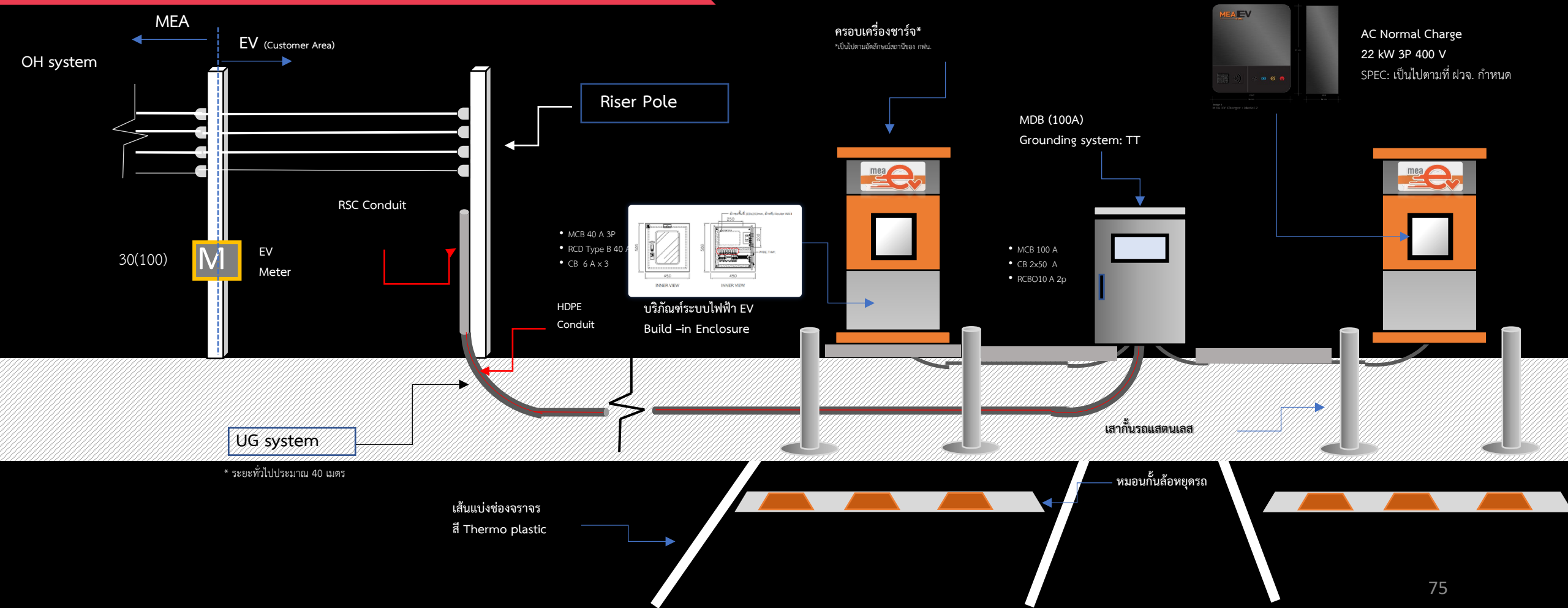


มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ



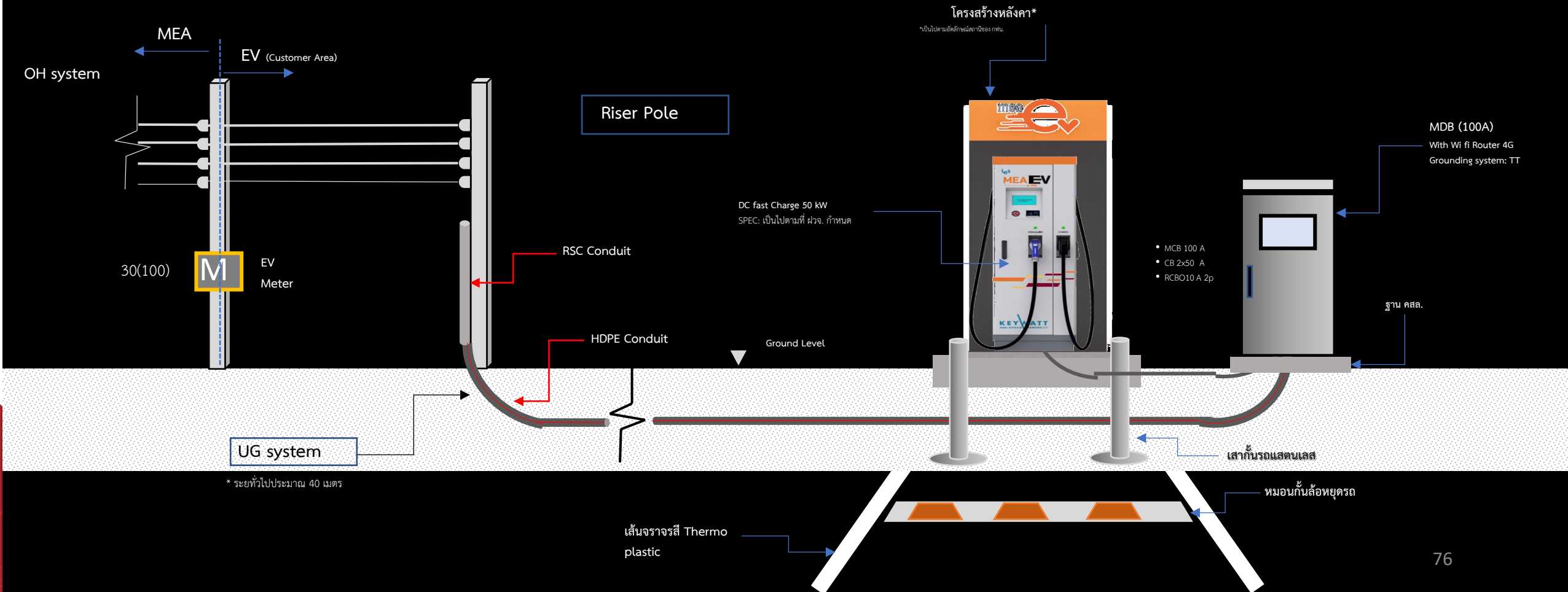
โครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

รูปแบบทั่วไป (Typical) สถานีอัดประจุไฟฟ้าชนิด AC



โครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

รูปแบบทั่วไป (Typical) สถานีอัดประจุไฟฟ้าชนิด DC



3. ข้อกำหนดทั่วไป

3.1 วงจรย่อยที่จ่ายไฟให้ EVSE จะต้องมียระบบป้องกันอันตรายต่อบุคคลดังต่อไปนี้ทุกข้อ

ก) สายดิน (เป็นไปตามข้อ 4.) และ

ข) เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ต้องเป็น type B พิกัด $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ชนิดตัดกระแสไฟฟ้าสายที่มีกระแสไฟฟ้าทุกเส้นรวมถึงนิวทรัลออกพร้อมกัน และมีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

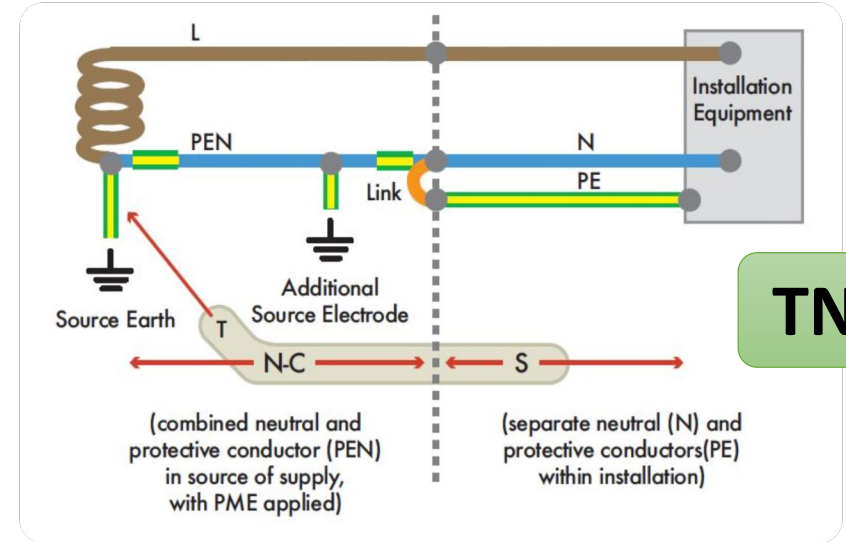
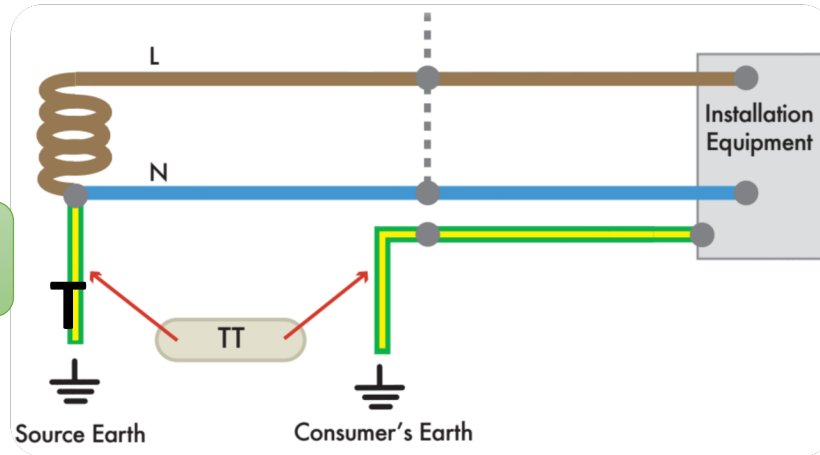


- หมายเหตุ
1. สามารถใช้ RCD type A หรือ F ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถตัดวงจรจ่ายไฟหากมีกระแสลัดวงจรลงดินแบบกระแสตรง (d.c. fault current) เกิน 6 mA (RDC-DD) แทน RCD type B ได้
 2. ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วสามารถติดตั้งได้ที่แผงวงจร ตำแหน่งก่อนเข้า EVSE หรือภายใน EVSE ได้ ทั้งนี้กรณีโหมด 2 แนะนำให้ติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่บริเวณแผงวงจร หรือก่อนเข้าเต้ารับ หากไม่มั่นใจว่า IC-CPD มีเครื่องตัดไฟรั่วที่เหมาะสมแล้วหรือไม่
 3. RCD type B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD type อื่นอยู่ที่เมนของวงจรนั้น ๆ
- ข้อยกเว้น สามารถละเว้นการติดตั้ง RCD ได้ในกรณีที่ EVSE มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า (Electrical separation) เช่น ใช้หม้อแปลงแยกวงจรหรือหม้อแปลงแยกขดลวด (Isolating transformer)

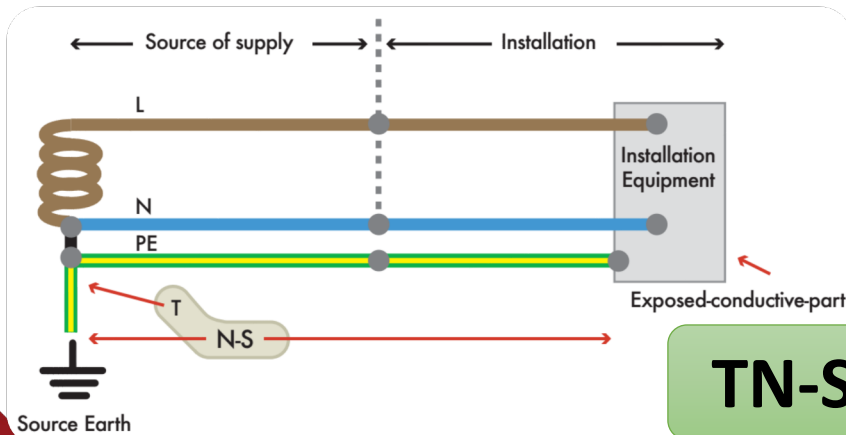
ความปลอดภัยต่อบุคคล

การต่อลงดิน

T



TN-C-S



TN-S

RCD



RCD type B หรือ type A + DC 6 mA (RDC-DD)

การต่อลงดิน



TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT

T = Earth (from the French word *Terre*)

N = Neutral

S = Separate

C = Combined

I = Isolate

2 nd letter 1 st letter	T (earth)	N (neutral)
T (earth)	TT	TN
I (isolated)	IT	

อักษรตัวแรก หมายถึง รูปแบบการต่อลงดินของแหล่งจ่ายหรือ หม้อแปลงของการไฟฟ้า

“T” (Terra = ดิน) หมายถึง ต่อลงดินโดยตรง 1 จุดที่แหล่งจ่าย

“I” (Isolated) หมายถึง ต่อลงดินผ่านอิมพีแดนซ์
อักษรตัวที่สอง หมายถึง รูปแบบการต่อโครงอุปกรณ์ลงดินด้านผู้ใช้ไฟฟ้า

“T” หมายถึง ต่อโครงอุปกรณ์ลงดินโดยตรง

“N” หมายถึง ต่อฝากโครงอุปกรณ์ลงดินกับสายนิวทรัล
อักษรตัวถัดมา หมายถึง การเดินสายนิวทรัล (N) และสายดิน (PE)

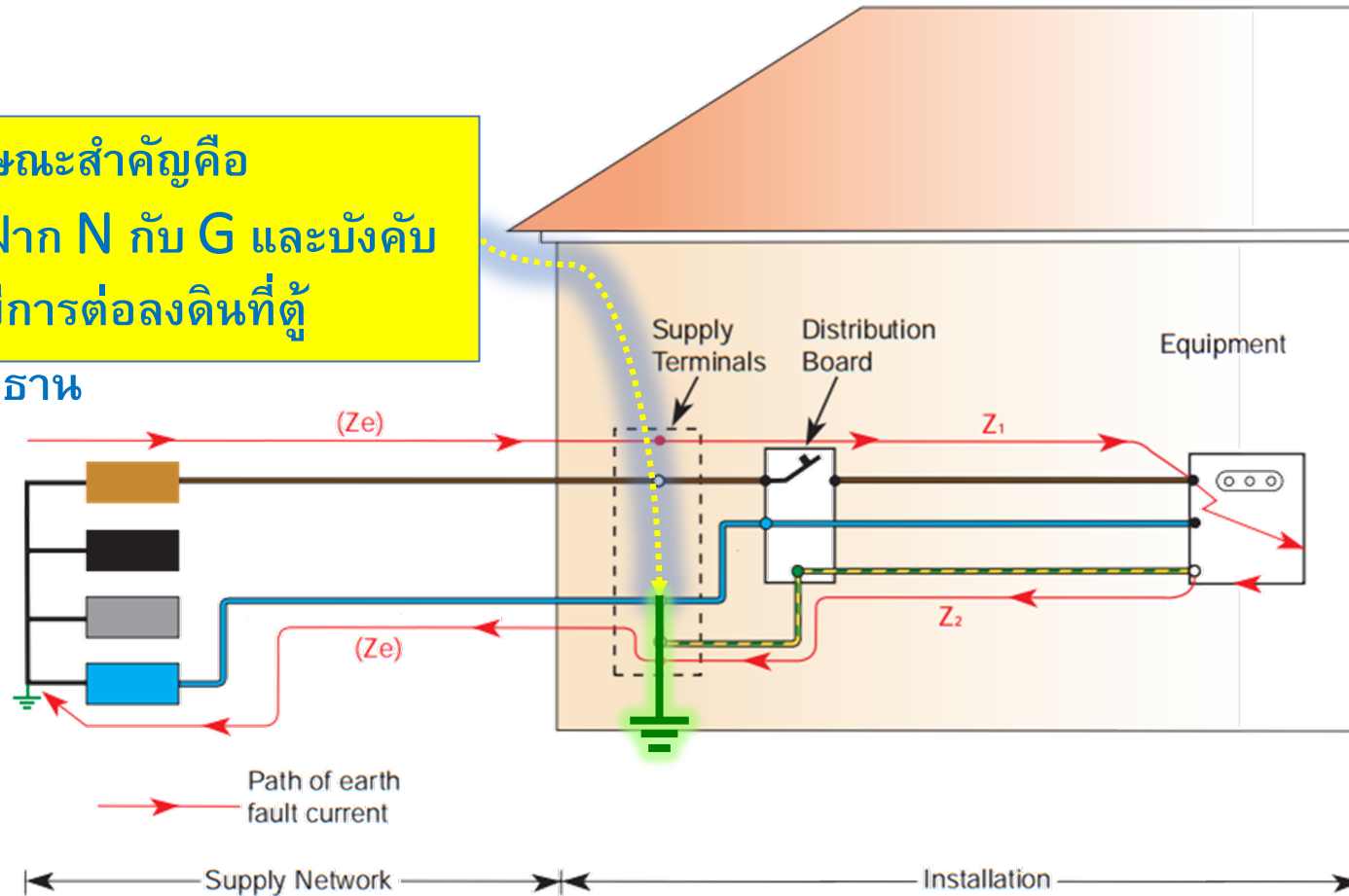
“S” หมายถึง N และ PE เดินแยกกัน

“C” หมายถึง N และ PE รวมกัน (ตัวนำเดียวกัน: PEN)

มาตรฐานการต่อลงดินของประเทศไทย (วสท.)

ลักษณะสำคัญคือ
ต่อฝาก N กับ G และบังคับ
ให้มีการต่อลงดินที่ตู้

ประธาน

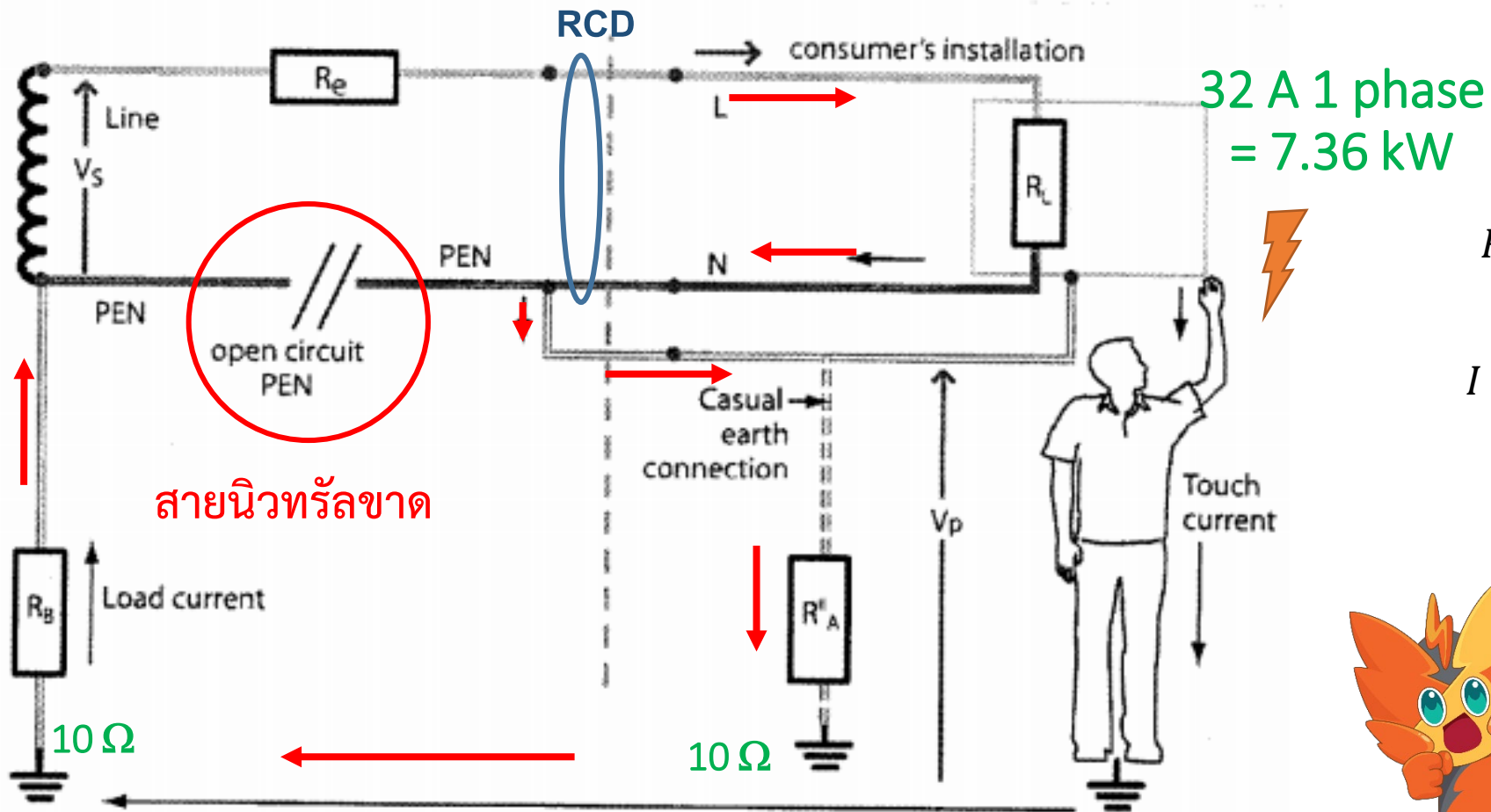


TN-C-S (PNB) :
Protective Neutral Bonding

ข้อดี-ข้อเสีย

หัวข้อ	TT	TN-C-S	TN-S
Ground fault loop impedance	สูง	ต่ำ	ต่ำ
Electromagnetic interference	ต่ำมาก	ต่ำ	ต่ำ
ต้นทุนค่าสายดิน	ต่ำ	สูง	สูงมาก
ความเสี่ยงหากสายนิวทรัลขาด	ไม่มี	สูง	น้อย
ต้องติด RCD?	ต้องติด	ขึ้นอยู่กับสถานที่และ เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขึ้นอยู่กับสถานที่และ เครื่องใช้ไฟฟ้า
ข้อดี	ปลอดภัย และต้นทุนต่ำ	ปลอดภัย และต้นทุนต่ำ	ปลอดภัยสูง

ทำไมต้องทำ R ดินต่ำ เมื่อต่อลงดินแบบ TN-C-S



$$R_L = \frac{(230 \times 230)V}{7360 W} = 7.19 \Omega$$

$$I = \frac{230 \text{ V}}{(7.19 + 10 + 10) \Omega} = 8.46 \text{ A}$$

$$V = 8.46 \text{ A} \times 10 \text{ } \Omega = 84.6 \text{ V}$$



สรุปการต่อลงดิน

รูปแบบ	รับไฟฟ้าระบบแรงต่ำ	รับไฟฟ้าระบบแรงสูง
TT ¹⁾	1. ห่างจาก TN-C-S เดิมเป็นระยะอย่างน้อย 2.5 m 2. มีป้ายเตือน กรณีต่อลงดินแบบ TT ที่รับไฟจากระบบที่ต่อลงดินแบบ TN-C-S 3. ทำทั้งระบบ (กรณีสถานีชาร์จ)	
TN-C-S ²⁾	1. ความต้านทานดินต่ำ เช่น มิเตอร์ 30(100) A: $R \leq 2.5 \Omega$ 2. มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสัมผัสเกิน 70 V	1. ทำ Load balance 2. มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสัมผัสเกิน 70 V 3. มีมาตรการป้องกันสาย N ขาด
TN-S	-	ทำได้

- 1) เฉพาะ PEA ที่ต้องติด OV/UV Relay หาก R ดินสูง ทุกกรณี
- 2) เฉพาะ PEA ที่ให้ติด OV/UV Relay ได้ เป็นมาตรการเพิ่มเติม

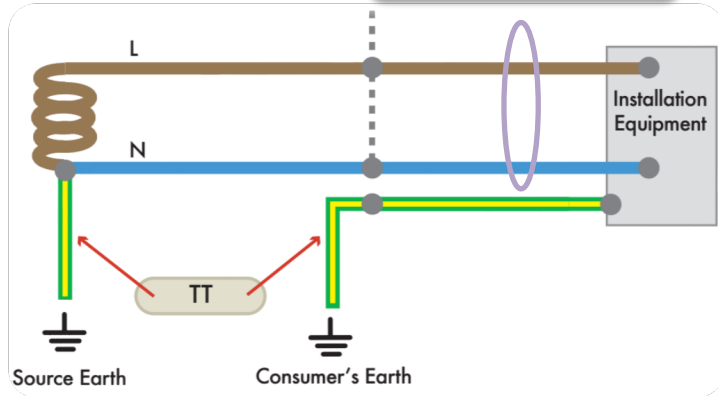
ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรรย่อย

ขนาดสายเฟส (ตร.มม.)	ขนาดสายดินต่ำสุด (ตร.มม.)
ไม่เกิน 10	เท่ากับขนาดสายเฟส
16 – 35	16
เกิน 35	เท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดสายเฟส

TT

ติดตั้ง OV/UV Relay
หรือทำ R ดินต่ำ

P



M

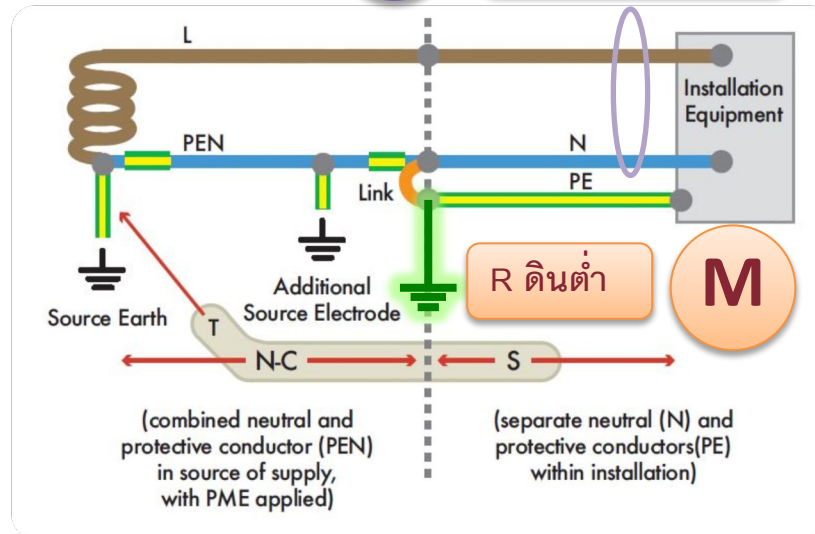
กฟน. และ กฟภ. เห็น
ตรงกันว่า R ดินต้องต่ำ

P

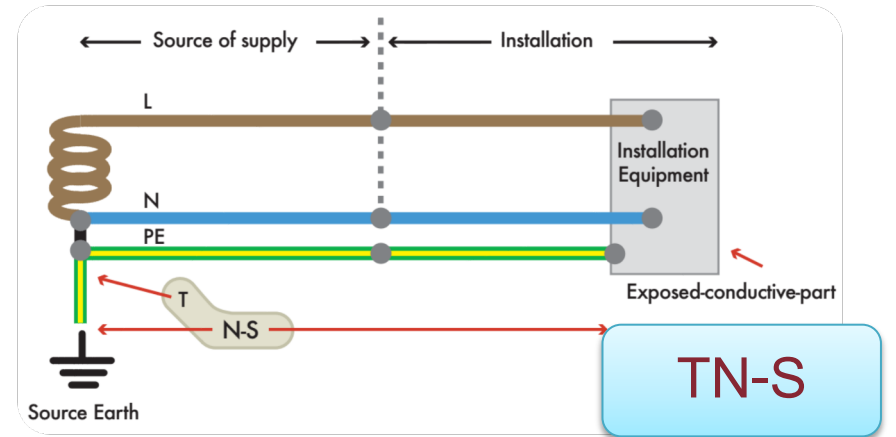
เฉพาะ กฟภ. ที่เห็นว่า
สามารถติด OV/UV Relay
ได้ หาก R ดินสูง

P

ติดตั้ง OV/UV Relay
หรือทำ R ดินต่ำ



TN-C-S

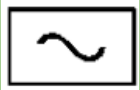


ขนาดสายต่อหลักดินและสายดินของวงจรย่อย

ขนาดสายเฟส (ตร.มม.)	ขนาดสายดินต่ำสุด (ตร.มม.)
ไม่เกิน 10	เท่ากับขนาดสายเฟส
16 - 35	16
เกิน 35	เท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดสายเฟส

ชนิดเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD)

RCD ต้องเป็น type B พิกัด $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$



type AC – AC Sinusoidal

Resistive loads



type A – type AC + pulsating DC

Loads with rectifiers



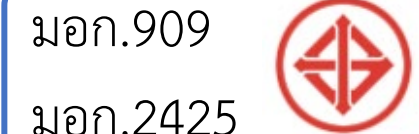
type F – type A + multi-frequency

Electronic loads, 1P speed drivers



type B – type F + smooth DC

Generating DC earth leakage current,
3P speed drivers



มอก.909

มอก.2425

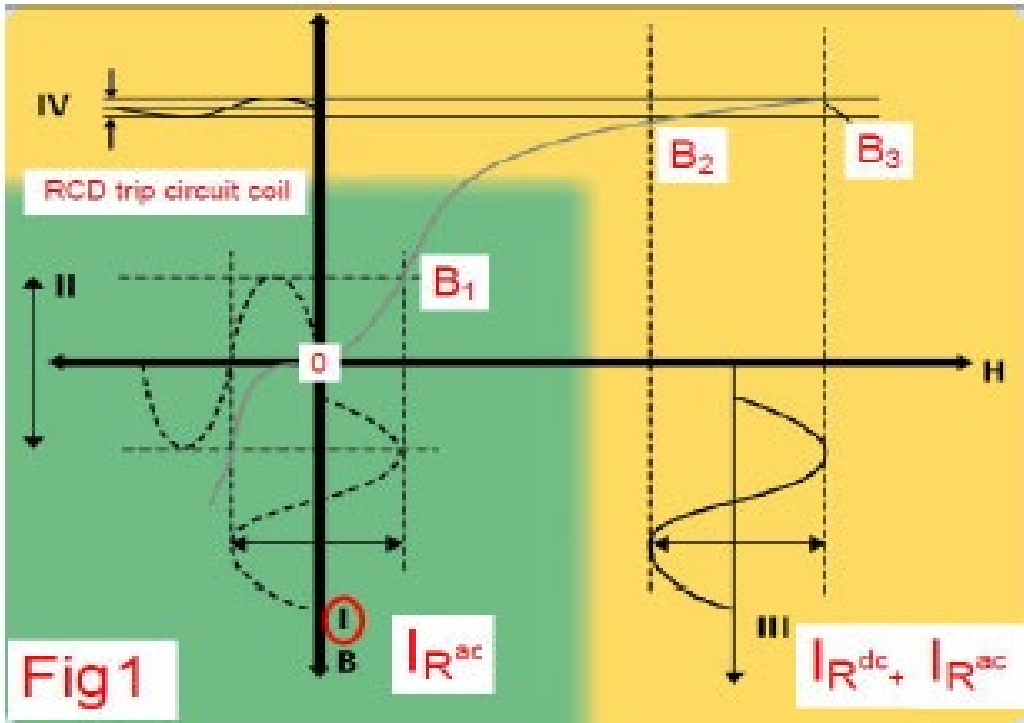
IEC 60647-2

annex B

RCD type B & F: มอก.2955, IEC 62423



RCD type A

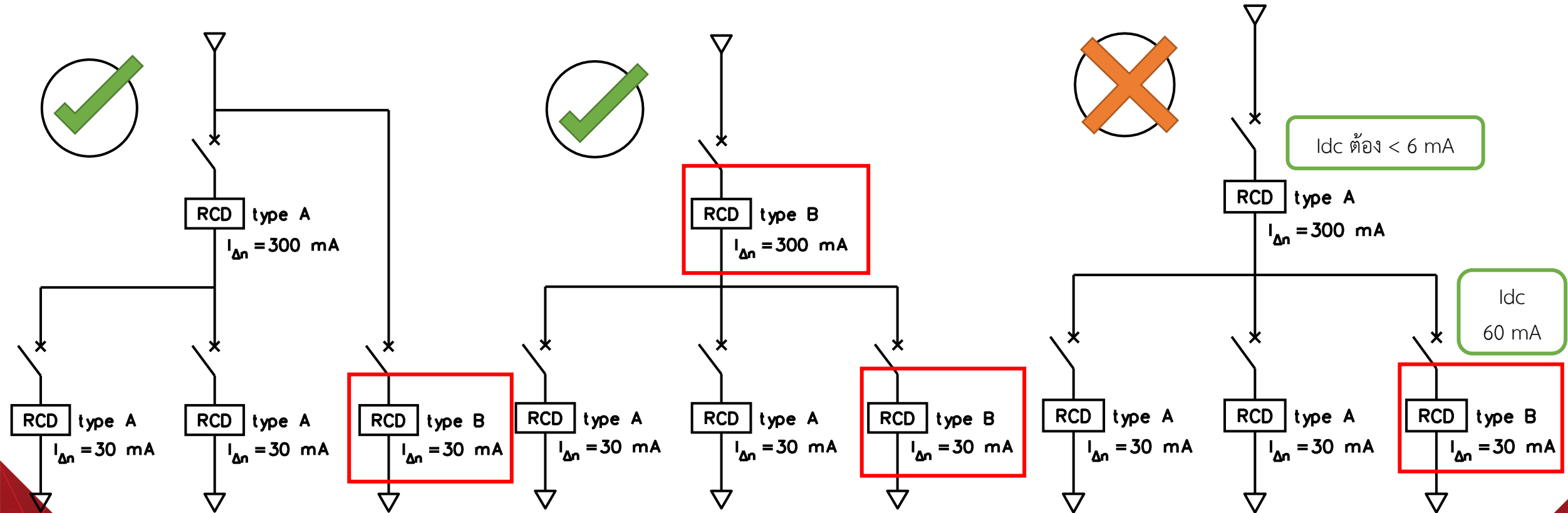


ด้วย Hysteresis curve จากจุด 0 ถึง B3 แสดงให้เห็นว่า

1. กรณีไฟรั่ว I_R^{ac} (I) 50 Hz สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำจาก 0 ถึง B_1 ซึ่งจะได้ค่าเท่าเดิม (II) จนทำให้ RCD trip ได้ปกติ
2. กรณีไฟรั่ว $I_R^{dc} > 6mA$ จุดทำงานของแม่เหล็กจะถูกเลื่อนไปทางขวา ซึ่งหากเกิดไฟรั่วเท่าเดิมคือ I_R^{ac} (I) แต่มีไฟรั่ว DC ผสมด้วยเป็น $I_R^{dc} + I_R^{ac}$ (III) สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำจาก B_2 ถึง B_3 ได้ค่าเป็น (IV) ซึ่งไม่เพียงพอที่จะทำให้ RCD trip อันเนื่องมาจากผลของไฟรั่ว DC (Smooth DC) ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “Blinding”

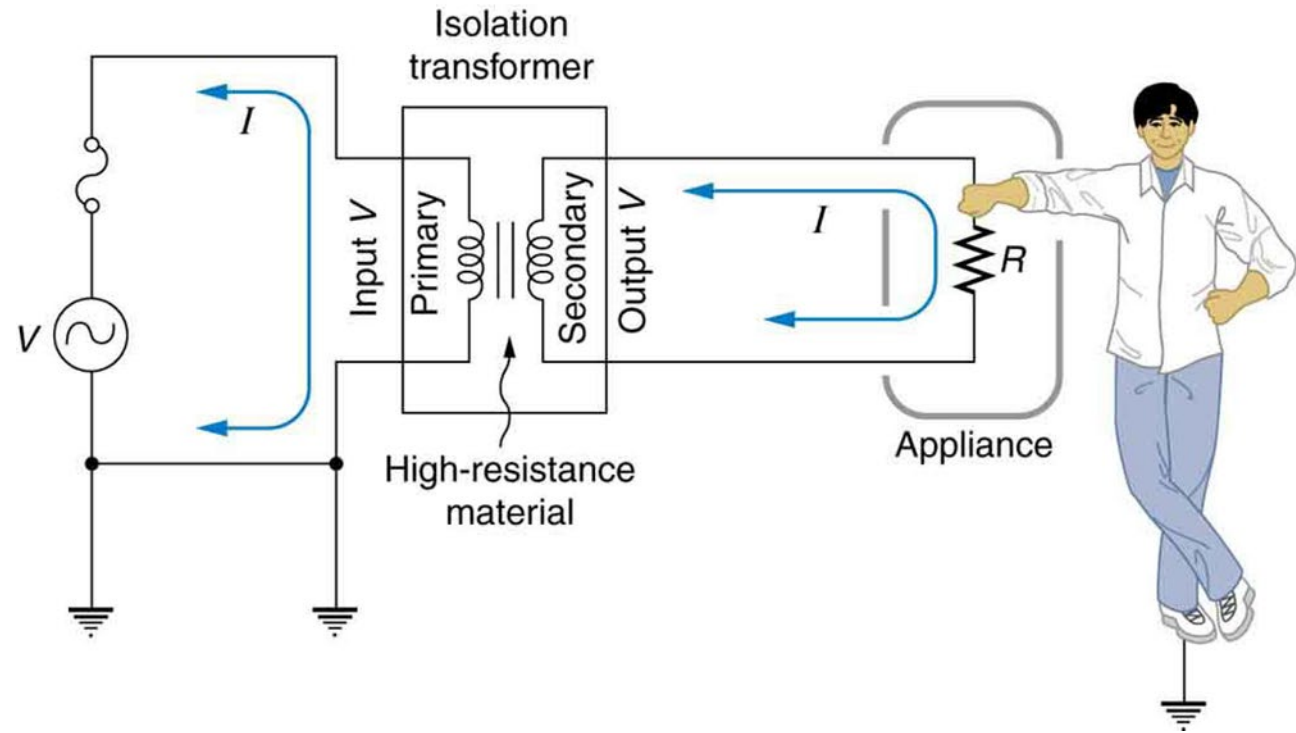
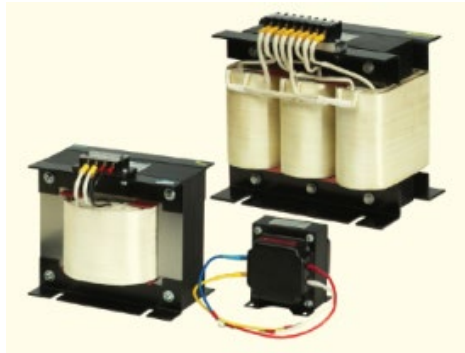
การประสาน RCD type B

RCD type B ต้องไม่ติดตั้งภายใต้วงจรที่มี RCD type อื่นอยู่ที่เมนของวงจรนั้น



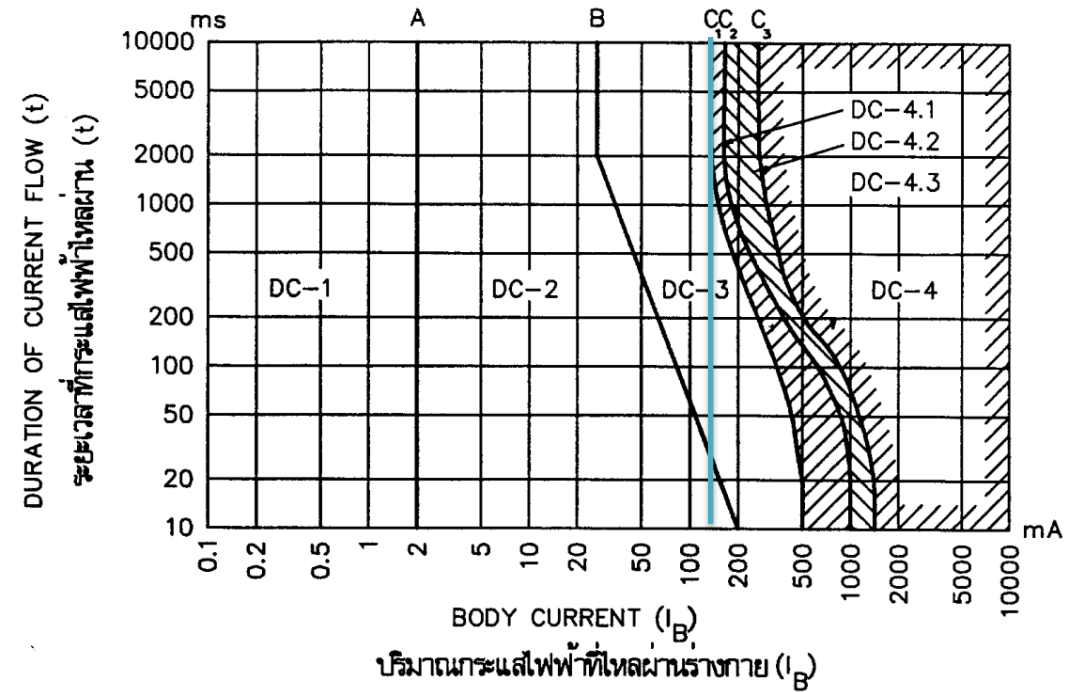
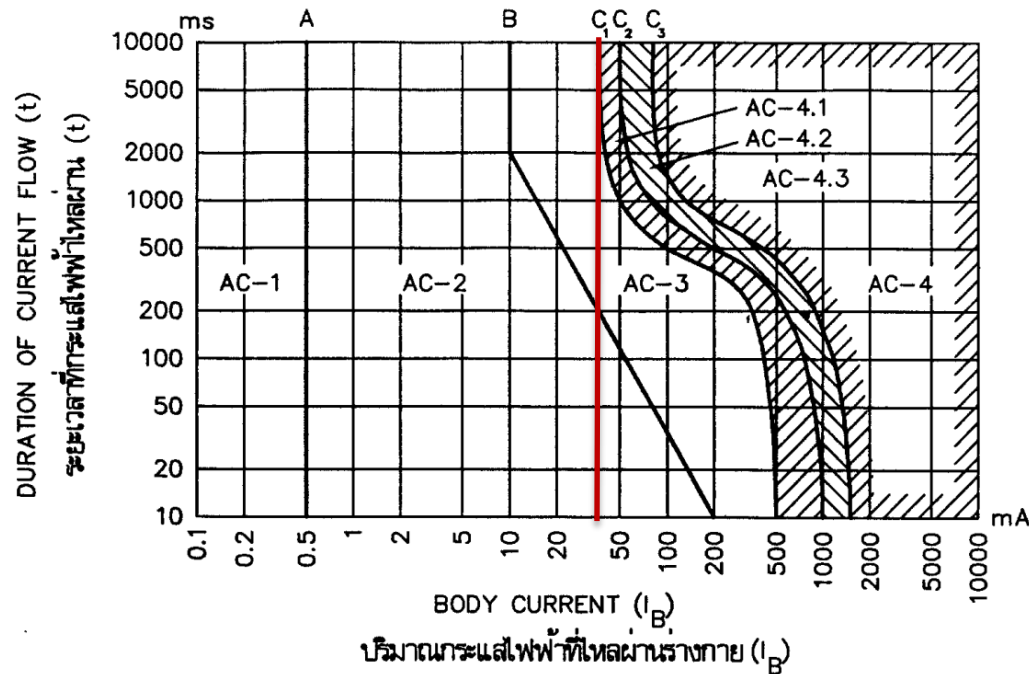
ใช้หม้อแปลงแยกขดลวด

ข้อยกเว้น สามารถละเว้นการติดตั้ง RCD ได้ในกรณีที่ EVSE มีการแยกจากกันทางไฟฟ้า (Electrical separation) เช่น ใช้หม้อแปลงแยกวงจรหรือหม้อแปลงแยกขดลวด (Isolating transformer)



กระแสไฟฟ้ารั่วแค่ไหนอันตราย ?

AC



DC

EV

การจำหน่ายไฟฟ้าโดยการจัดประจุไฟฟ้าให้รถยนต์ และการขอรับใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง

ใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าให้บุคคลอื่น



จดแจ้งรายวันไม่ต้องขอรับ
ใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า



✓ ขอรับใบอนุญาต
จำหน่ายไฟฟ้า

เพื่อใช้ไฟฟ้าภายในกิจการเองหรือส่วนบุคคล



✗ ไม่เข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงาน

ใบอนุญาตก่อสร้าง ติดแปลง
หรือรื้อถอนอาคาร (อ.1)

กรณีเจ้าของอาคาร
ไม่ใช่ ผู้ประกอบกิจการ EV

กรณีเจ้าของอาคาร
เป็นผู้ประกอบกิจการ EV

(ให้เจ้าของอาคารยื่นขอต่อ
ราชการส่วนท้องถิ่น)

(ให้เจ้าของอาคารยื่นขอต่อ
สำนักงาน กกพ.)

ให้ปฏิบัติตามกฎหมาย
ว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายอื่น
ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขั้นตอนการจดแจ้งรายวัน (กรณี < 1,000 kVA*)

1

ลงทะเบียน
Online

2

ระบบส่ง Email
แจ้ง
User / Password

3

ผู้ประกอบการเข้าระบบ
กรอกข้อมูลแบบแจ้งและ
แบบเอกสารเพิ่มเติม

4

ผู้ประกอบการ
ส่งเอกสารตัวจริงต่อ
สำนักงาน กกพ.

5

สำนักงาน
ออกหนังสือ
รับแจ้งรายวัน

ข้อควรพิจารณาเบื้องต้นก่อนการประกอบ กิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

01

เลือกพื้นที่ที่สามารถก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า
หรือติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้โดยไม่ขัดต่อ
กฎหมายหรือข้อบังคับใดๆ เช่น กฎกระทรวงบังคับ
ใช้ผังเมืองรวมของแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

02

เลือกพื้นที่ ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใน
บริเวณที่มีจุดเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
เนื่องจากการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าใกล้กับ
บริเวณจุดเชื่อมจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการ
เดินสายไฟและประหยัดเวลาในการติดตั้ง และควร
หลีกเลี่ยงการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าใน
บริเวณที่เสี่ยงต่อน้ำท่วม หรือน้ำขัง

03

ติดต่อการไฟฟ้าในพื้นที่เพื่อพิจารณาด้านเทคนิค
ในการเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า

04

หากมีการก่อสร้างหรือติดแปลงอาคาร ควรติดต่อ
เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นเพื่อดำเนินการขออนุญาตก่อสร้าง
หรือติดแปลงอาคาร และดำเนินการก่อสร้าง
หรือติดแปลง ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
ฉบับล่าสุด

05

ก่อสร้างสถานีและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวม
ทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามมาตรฐาน
ความปลอดภัยในการก่อสร้าง และข้อกำหนด
ในการขออนุญาตประกอบกิจการสถานี
อัดประจุไฟฟ้า

06

ดำเนินการขออนุญาตในการประกอบกิจการ
สถานีอัดประจุไฟฟ้า ตามที่สำนักงานคณะกรรมการ
กำกับกิจการพลังงานกำหนด

*หมายเหตุ: kVA หมายถึง ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือขนาดรวมของเครื่องประจุไฟฟ้า



- ระยะเวลาในการดำเนินการตามกระบวนการนี้ไม่รวมการขยายเขตระบบไฟฟ้า

Electricity Tariffs For EV Station	Voltage Level	Energy Charge (Baht/kWh)		Demand Charge (Baht/kW)		Service Charge (Baht/month)	Power Factor Charge (Baht/kVAR) ¹	Fuel Adjustment (Ft) Charge (Baht/kWh)	VAT 7%	Minimum Charge ²
		On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak					
EV Station : General (General Area)	Type 3 - HV	4.1025	2.5849	74.14	0	312.24	56.07	Announcement every 4 months	✓	✓
	Type 3 - MV	4.1839	2.6037	132.93	0	312.24	56.07		✓	✓
	Type 3 - LV	4.3297	2.6369	210	0	312.24	56.07		✓	✓
EV Station : Low Priority (Public Area) ³ (1st July 2023 to the present)	Type 3 - ALL (HV, MV, LV)	2.9162		0		312.24	0	Announcement every 4 months	✓	✗
EV Home	Type 1.2 - LV	progressive rate 3.2484 / 4.2218 / 4.4217		-	-	33.29	-	Announcement every 4 months	✓	✗
	Type 1.3 - MV	5.1135	2.6037	-	-	312.24	-		✓	✗
	Type 1.3 - LV	5.7982	2.6369	-	-	33.29	-		✓	✗

On Peak : Monday – Friday from 09.00 AM to 10.00 PM

Off Peak : Monday – Friday from 10.00 PM to 09.00 AM

: Saturday – Sunday , National Labor Day and normal public holiday

(excluding substitution holiday, Royal Ploughing Day and Government holidays are increased as a special case according to the Cabinet's resolution.) from 00.00 AM to 12.00 PM

¹Power Factor Charge

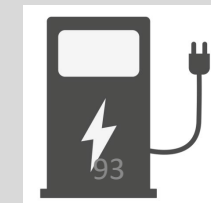
For a customer with a lagging power factor, if in any monthly billing period during which the customer's maximum 15-minute reactive power demand (kVAR demand) exceeds 61.97% of his maximum 15-minute active power demand (kW demand), a power factor charge of Baht 56.07 will be made on each kVAR in excess, determined to the nearest whole kVAR, discarding the fraction of 0.5 kVAR and adjusting it to 1 kVAR.

²Minimum Charge

A minimum charge in any monthly billing period shall not be less than 70% of the maximum billing demand charge of the previous 12 months up until the present month.

³Consideration of changing type and electric tariffs of EV station from EV General to EV Low Priority in accordance with the conditions

- 1) Public EV station (not exclusively available to any Particular group or individual). This is in accordance with the MEA's regulations.
- 2) Installation of a main power meter that receives electricity directly from the MEA.
- 3) MEA is allowed to control, reduce, or cut the electricity supply to the electric charging station when there are limitations in the power distribution system, in order to prevent any adverse effects on other electricity consumers and to maintain the stability of the overall electrical system.



หลักการสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบ Low priority

เป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะเพื่อบริการประชาชนทั่วไป โดยมีได้มีวัตถุประสงค์เพื่อกลุ่มบุคคลใดบุคคลหนึ่งโดยเฉพาะ

ต้องขอใช้ไฟฟ้าใหม่และขอติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าหลักที่รับไฟฟ้าโดยตรงจากระบบจำหน่ายของ กฟน. เพื่อใช้ในการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

กฟน. ต้องสามารถจัดการโหลดได้เมื่อมีข้อจำกัดทางเทคนิคของระบบจำหน่าย รวมถึงกรณีการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนสูง



Smart Charging: (V1G)
Unidirectional
Controlled

Topics

ELECTRIC
VEHICLE
PARKING



Session 3: เทคโนโลยีสำหรับแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

มาดูกัน ! ข้อแตกต่างของ รถยนต์ไฟฟ้า และรถยนต์เครื่องยนต์สันดาป ต่างกันอย่างไร



	รถยนต์ไฟฟ้า	รถยนต์เครื่องยนต์สันดาป
แหล่งพลังงาน	เดิมได้จากที่บ้าน หรือสถานีชาร์จ	เดิมได้ที่สถานีบริการน้ำมันทั่วไป
การซ่อมบำรุง	ชิ้นส่วนทั้งคันน้อย ซ่อมบำรุงได้รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย	ใช้อะไหล่มากกว่า และเครื่องยนต์ซับซ้อนกว่า
การใช้งาน ทั่วไป	เครื่องยนต์เงียบกว่า และมีอัตราเร่งกว่า	มีการกระชากจากเครื่องยนต์ และเสียงดัง
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่ปล่อยมลพิษกับสิ่งแวดล้อม	ปล่อยมลพิษหากเป็นรถยนต์รุ่นเก่า หรือได้รับการดูแลที่ไม่ถูกต้อง

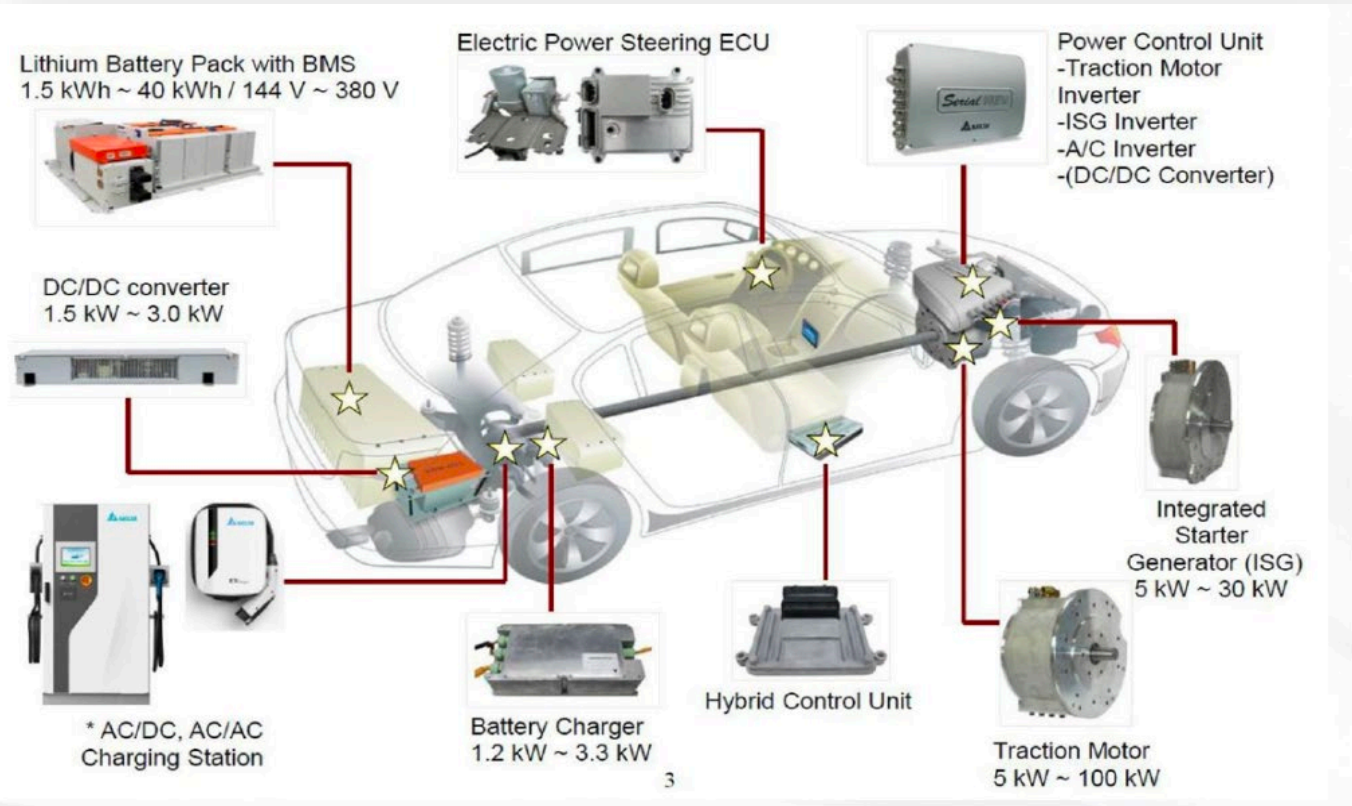


กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY

รถยนต์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

HEV	PHEV	BEV	FCEV
Hybrid Electric Vehicle	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	Battery Electric Vehicle	Fuel Cell Electric Vehicle
มีการใช้เครื่องยนต์และ/หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนร่วมกัน โดยไม่สามารถชาร์จไฟจากภายนอกได้ และสามารถเปลี่ยนพลังงานจากการเบรคมาเป็นกระแสไฟฟ้าได้ จำเป็นต้องใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน	มีการใช้เครื่องยนต์และ/หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนร่วมกัน สามารถชาร์จไฟจากภายนอกได้ สามารถเก็บไว้ใช้แบบเตอร์ได้ ทำให้มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่า HEV และอาจจะไม่ใช้เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน	ไม่มีเครื่องยนต์ ใช้การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ซึ่งต้องมีการชาร์จไฟฟ้าจากภายนอกเท่านั้น มลพิษจากไอเสียเป็น 0	ใช้การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ซึ่งได้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) โดยการเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากภายนอก ไอเสียเป็น 0

อุปกรณ์หลักสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า



Nissan Leaf :EV Component

ตัวอย่างความจุแบตเตอรี่กับรถยนต์ไฟฟ้า

Vehicle Model	Battery Supplier	Battery Type	Total Battery Capacity (kWh)	Battery weight (kg)	Battery Energy density (Wh/kg)	Number of Cell
BMW i3 94 Ah	Samsung SDI	NMC 333	33.77	256	132	96 (96s1p)
Nissan LEAF 62 kWh	Envision AESC	NMC 523	62	410	151	288 (96s3p)
Chevrolet Bolt EV (New 2020)	LG Chem	NMC 712	68	430	158	288 (96s3p)
Kia e-Soul	SK Innovation	NMC 622	67.5	457	148	294 (98s3p)

ที่มา: PushEVs. 2020. Comparison of different EV batteries in 2020 (update).



ที่มา: โครงการวิจัย **Recondition Battery** ระหว่าง กฟน. และ มจร.

Model	Battery	Max charging power	Fastcharge Power (10-80%)
BYD Dolphin	62 kWh	88kW	65kW DC (acc* around 160A)
BYD Atto3	62 kWh	89kW	73kW (acc around 155A)
BYD Seal	82.50 kWh	150kW	95kW (acc around 120A)
MG ZS EVX	72.6 kWh	94kW	82 kW (acc around 200A)
MG ES	51.00 kWh	-	87 kW (acc around 200A)
AION Y Plus	63.20 kWh	-	80kW
Good Cat 500 ultra	63.139 kWh	-	80 kW
Changan Deepal SL03	58.10 kWh	-	87 kW
Deelpal S7	58.10 kWh	-	87 kW
Neta	40.70 kWh	-	50kW (acc around 125A)
Telsa model Y	60kWh	170kW	100kW
Telsa model 3	60kWh	170kW	100kW
Audi e-tron GT	93.4kWh	268kW	216kW

- For these EV model, due to average charging current while charging EV from 10-80% is mostly $\leq 200A$, therefore 120kW-200A charger is enough and most economical.
- For EV that support high charging power Tesla/ BMW/Audi/Volvo.. Its recommended to use DC charger $\geq 180kW$ that support at list 300A and 400A boost

*acc : average charging current
<https://ev-database.org/>

eBus Information



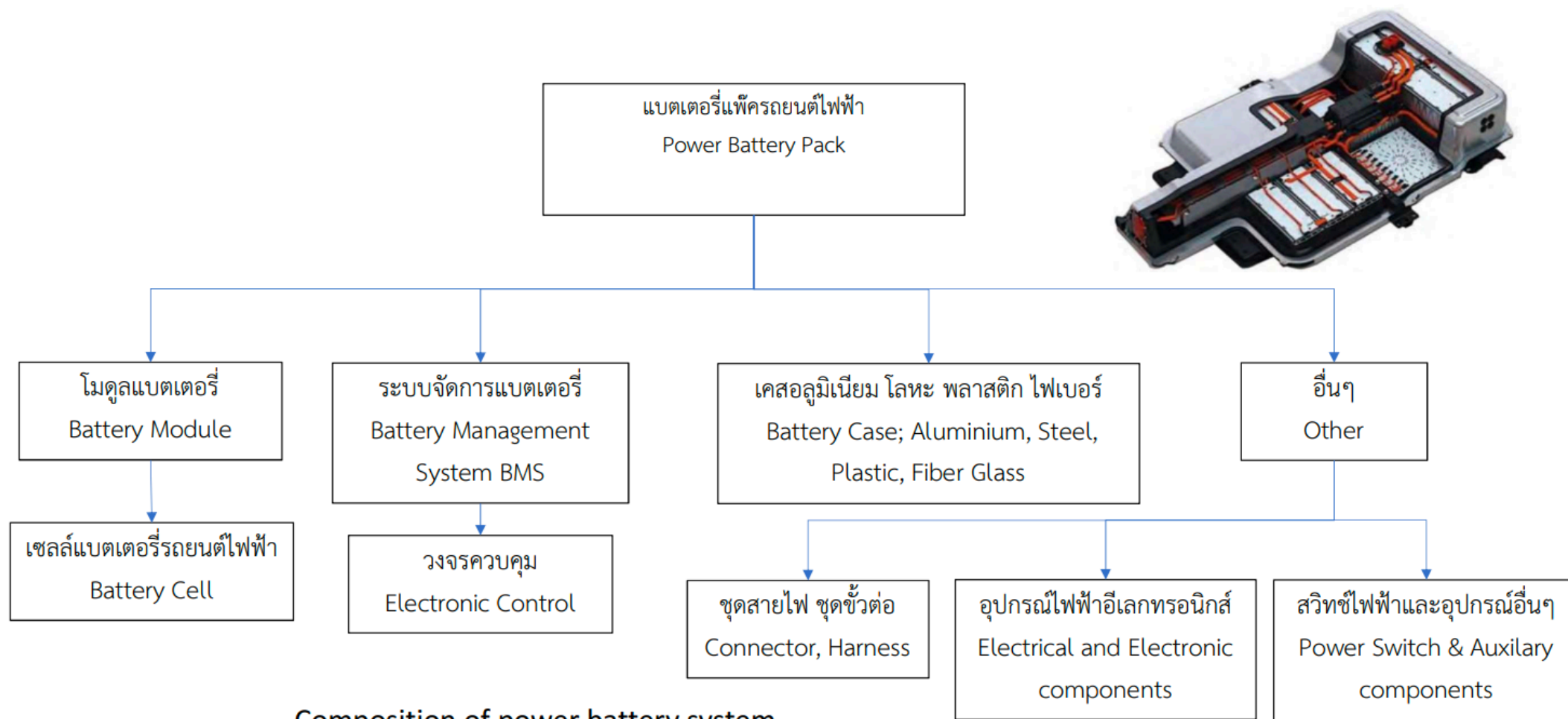
Dimensions and weights

Model	12.0 m	18.0 m	18.7 m
Length (m)	12	17.8	18.5
Width (m)	2.5	2.5	2.5
Height (m)	3.3	3.3	3.3
Permitted GVW (kg)	19 500	30 000	30 000
Roof charging: OppCharge and panto up (roof-mounted pantograph), max charge power (kW)	300	400	450

CCS max charge power (kW)	150	150	150
Model	12.0 m	18.0 m	18.7 m
Capacity (kWh)	up to 470	up to 470	up to 565
Traction battery	Lithium-ion battery. Automatically temperature controlled.		

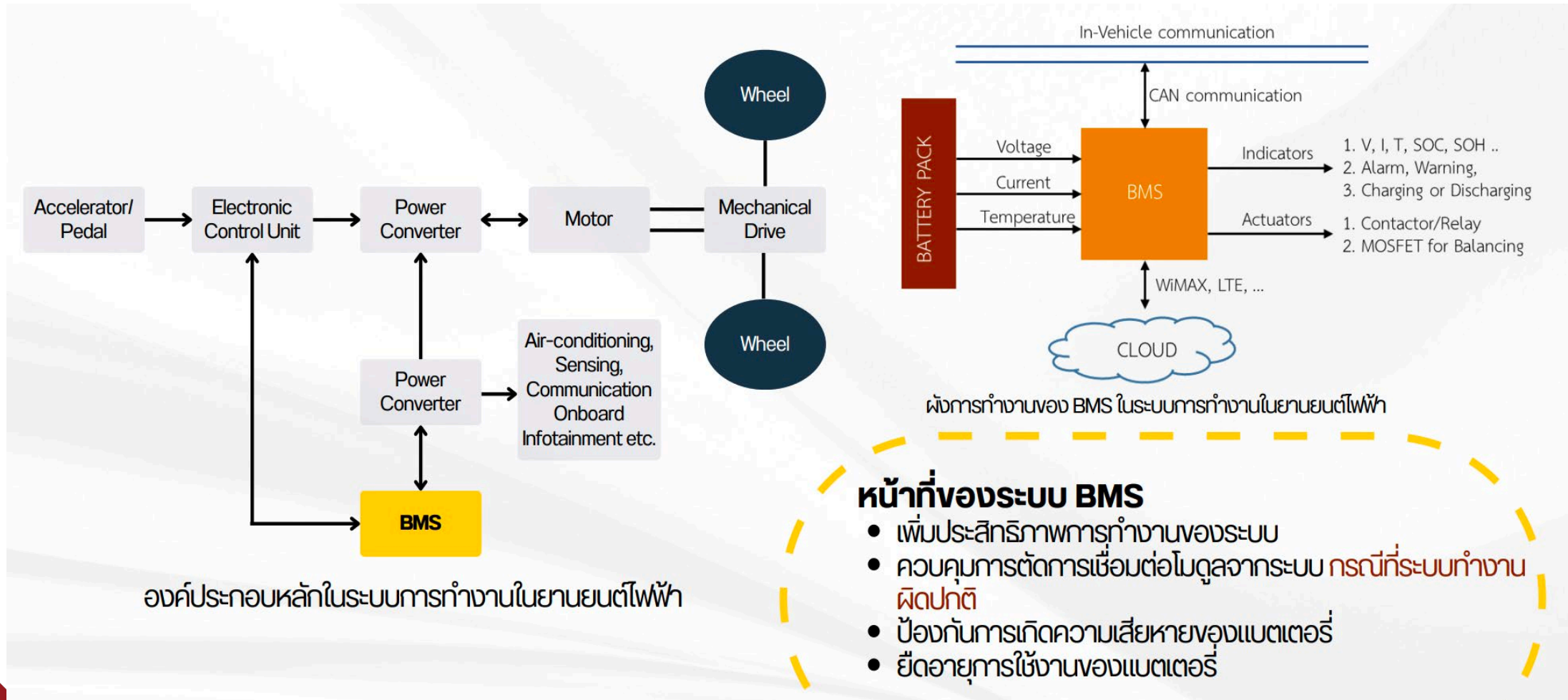
* Max charge power depending on configuration of the energy storage system.

องค์ประกอบและหน้าที่ของระบบแบตเตอรี่พลังงาน



Composition of power battery system

Battery Management System (BMS)



ความจุของแบตเตอรี่ และระดับแรงดันใช้

TABLE 1. Charging specifications of the manufactured EVs in current market.

EV Model	Battery Capacity (kWh)	Battery Voltage (V)	Energy Consumption (Wh/mile)	Distance Range (miles)	Charging Time for 50kW (minutes)	Connector Type	Charging Power: AC 1-Phase (kW) / AC 3-phase (kW) / DC Fast (kW)
Honda e 2020	35.5	-	275	138	40	CCS, Type 2	6.6 / 6.6 / 56
Volkswagen e- Golf	35.8	323	245	144	60	CCS, Type 2	6.6 / 6.6 / 100
Nissan Leaf	40	350	330	168	60	CHAdeMO, Type 2	3.6 / 3.6 / 50
BMW i3	42.2	352	245	191	50	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 155
Renault Zoe R110 ZE50	52	400	280	245	50	CCS, Type 2	7.4 / 22 / 46
Lexus UX 300e	54.3	-	270	196	40	CHAdeMO, Type 2	6.6 / 6.6 / 50
Tesla Model 3	55-82	350	225-265	278-360	40-60	Supercharger	7.4 / 11 / 250
SKODA Enyaq iV	62	-	252	256	50	CCS, Type 2	7.2 / 11 / 100
Kia Niro EV	64	327	255	283	75	CCS, Type 2	7.2 / 7.2 / 77
Nissan Leaf Plus	64	350	285	239	45	CHAdeMO, Type 2	6.6 / 6.6 / 100
Mercedes EQA	66.5	405	355	263	50	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 100
Tesla Model S	75-100	350	305-310	283-388	60	Supercharger	7.4 / 16.5 / 100-200
Ford Mustang Mach-E	75.7	450	275	273	60	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 115
Volvo XC40 Recharger	78	-	380	257	60	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 150
Polestar 2	78	400	305	292	60	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 150
Porsche Taycan	79.2	800	335	254	60	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 225
Volkswagen ID.4	82	365	290	310	60	CCS, Type 2	7.2 / 11 / 125
Jaguar I-PACE	90	390	354	292	55	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 100
Audi E-Tron	95	400	426	249	60	CCS, Type 2	7.4 / 11 / 155
Tesla Model X	100	350	360-365	233-315	60	Supercharger	7.4 / 16.5 / 100-200

TABLE 2. Charging station classification based on charging power level.

Charging Station Type	Charger Location	Power Supply	Charger Power Level	Protection Type	Charging Time
Level-1 (AC)	On-board (Residential charging)	120/230V _{ac} ; 12A to 16A (Single Phase)	From 1.44kW to 1.92kW	Breaker in cable	11-36 hours for EVs (16-50kWh)
Level-2 (AC)	On-board (Charging at home or workplace)	208/240V _{ac} ; 15A to 80A (Single/split phase)	From 3.1kW to 19.2kW	Pilot function and breaker in cable	2-6 hours for EVs (16-30kWh)
Level-3 (DC Fast)	Off-board (Charging at public places similar to gas stations)	300-600V _{dc} (maximum current 400 A) (Three phase)	From 50kW to 350kW	Monitoring and communication between charging station and EV	Less than 30 minutes for EVs (20-50kWh)
Next generation: DC Ultra-Fast Charging	Off-board (Charging at public places similar to gas stations)	800V _{dc} and higher; 400A and higher (Polyphase)	400kW and higher	Monitoring and communication between charging station and EV, liquid cooling	Approximately 10 minutes for EVs (20-50kWh)

Received March 20, 2022, accepted April 2, 2022, date of publication April 12, 2022, date of current version April 20, 2022.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2022.3166935

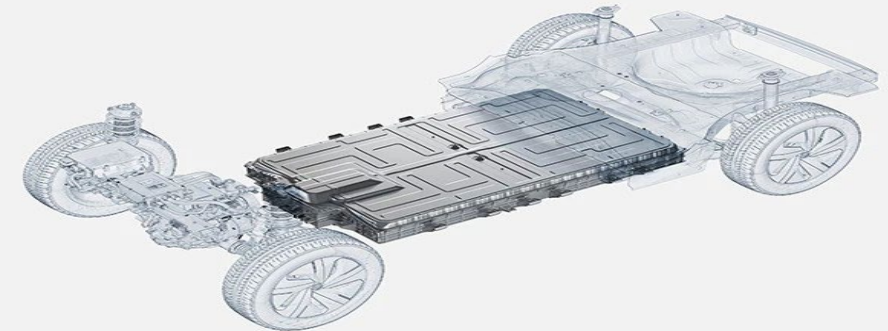
A Comprehensive Review of Power Converter Topologies and Control Methods for Electric Vehicle Fast Charging Applications

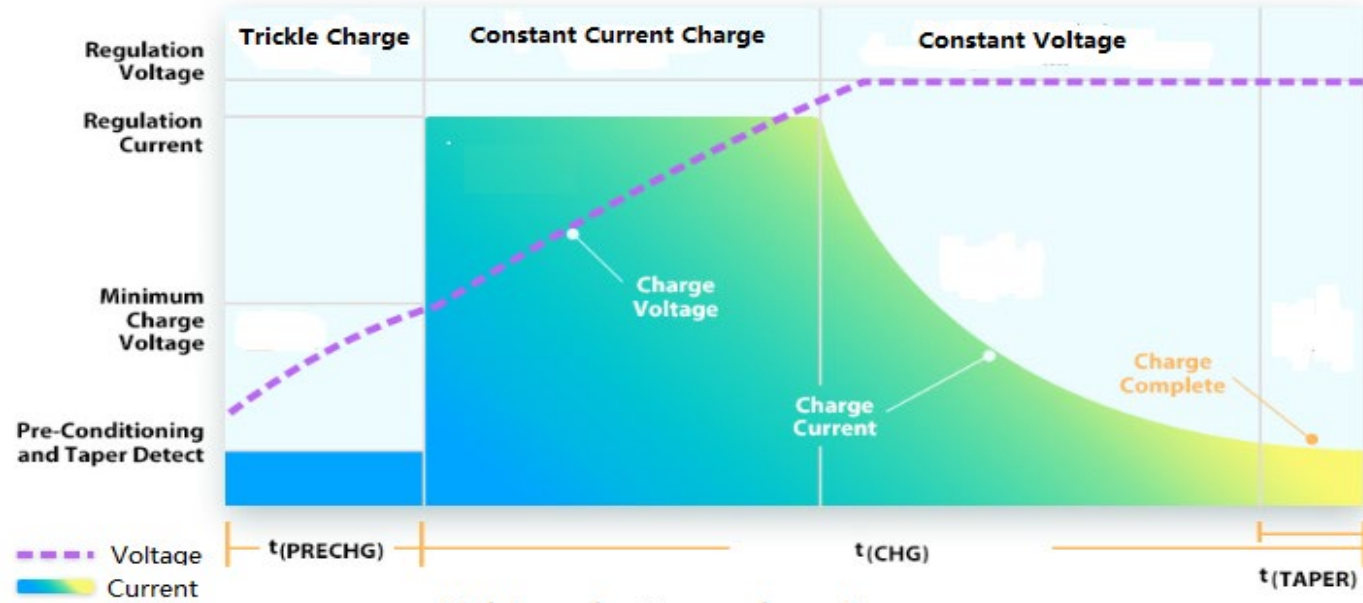
MD SAFAYATULLAH^{1b}, (Graduate Student Member, IEEE),
MOHAMED TAMASAS ELRAIS^{1b}, (Graduate Student Member, IEEE),
SUMANA GHOSH^{1b}, (Graduate Student Member, IEEE),
REZA REZAI^{1b}, (Graduate Student Member, IEEE), AND ISSA BATARSEH^{1b}, (Fellow, IEEE)

Department of Electrical and Computer Engineering, University of Central Florida, Orlando, FL 32816, USA

Corresponding author: Md Safayatullah (safayatullah@knights.ucf.edu)

This work was supported in part by NSF-Electrical, Communications and Cyber Systems (ECCS) under Grant 2103442, and in part by the University of Central Florida (UCF) College of Graduate Studies Open Access Publishing Fund.

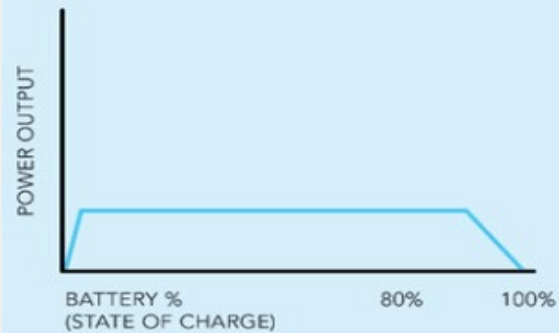




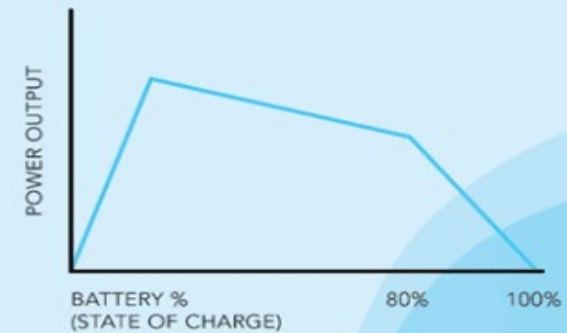
Lithium battery charging curve

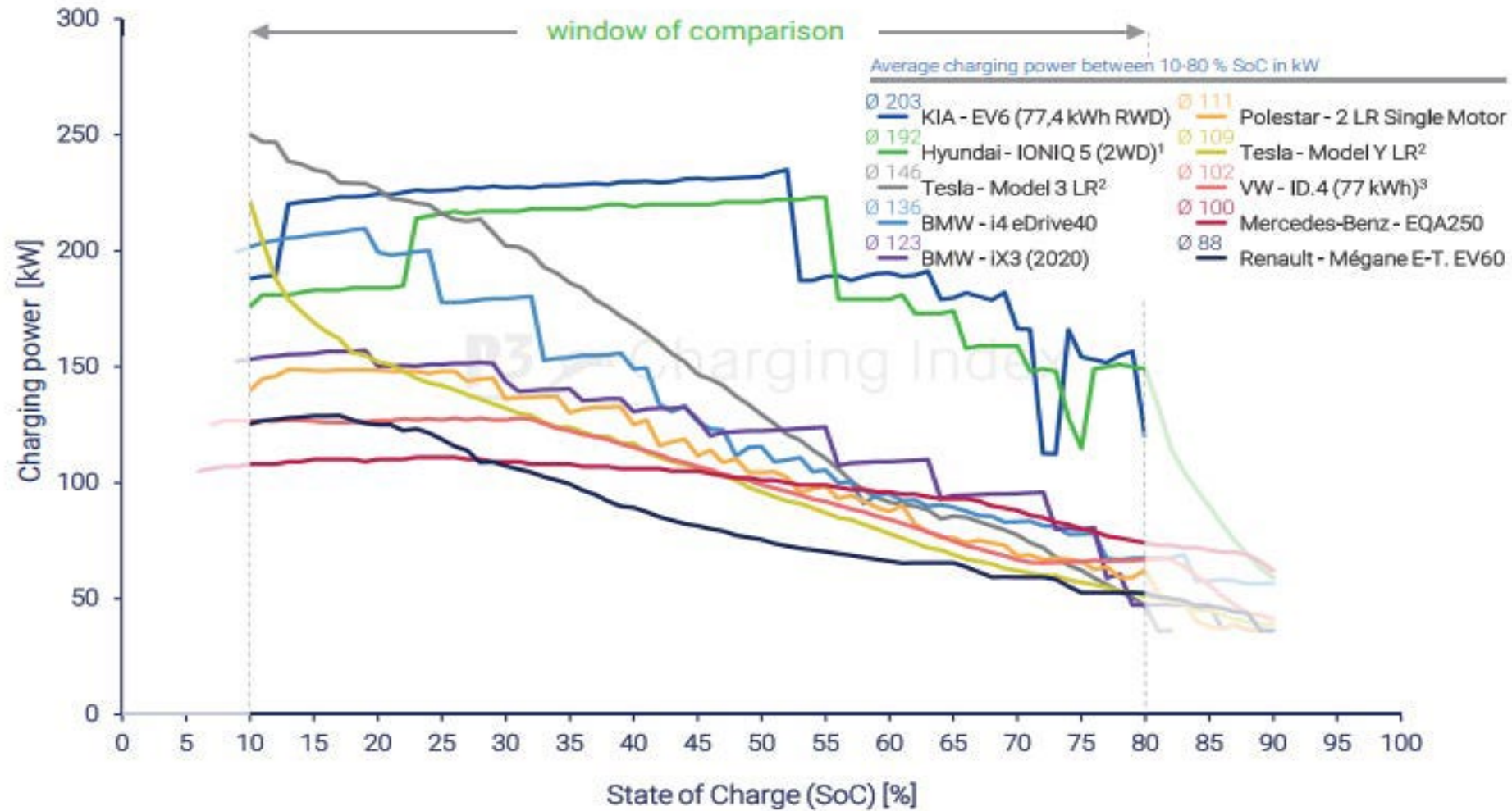


AC charging station

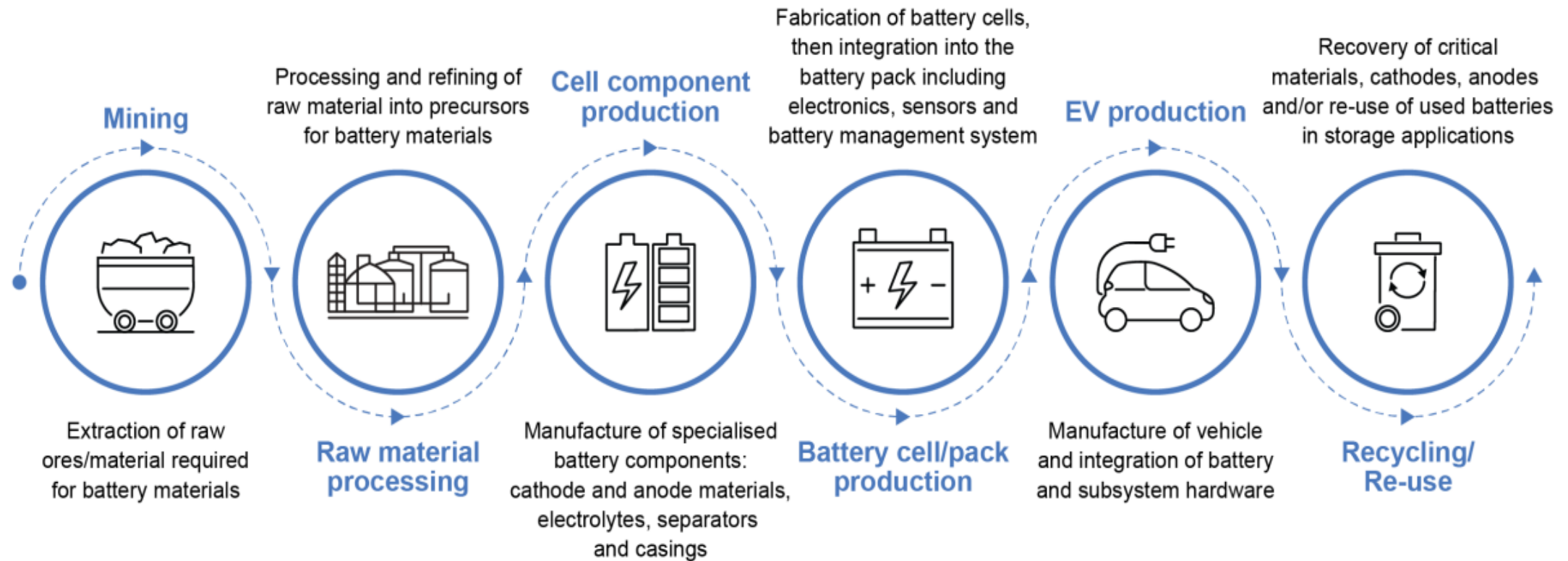


DC charging station

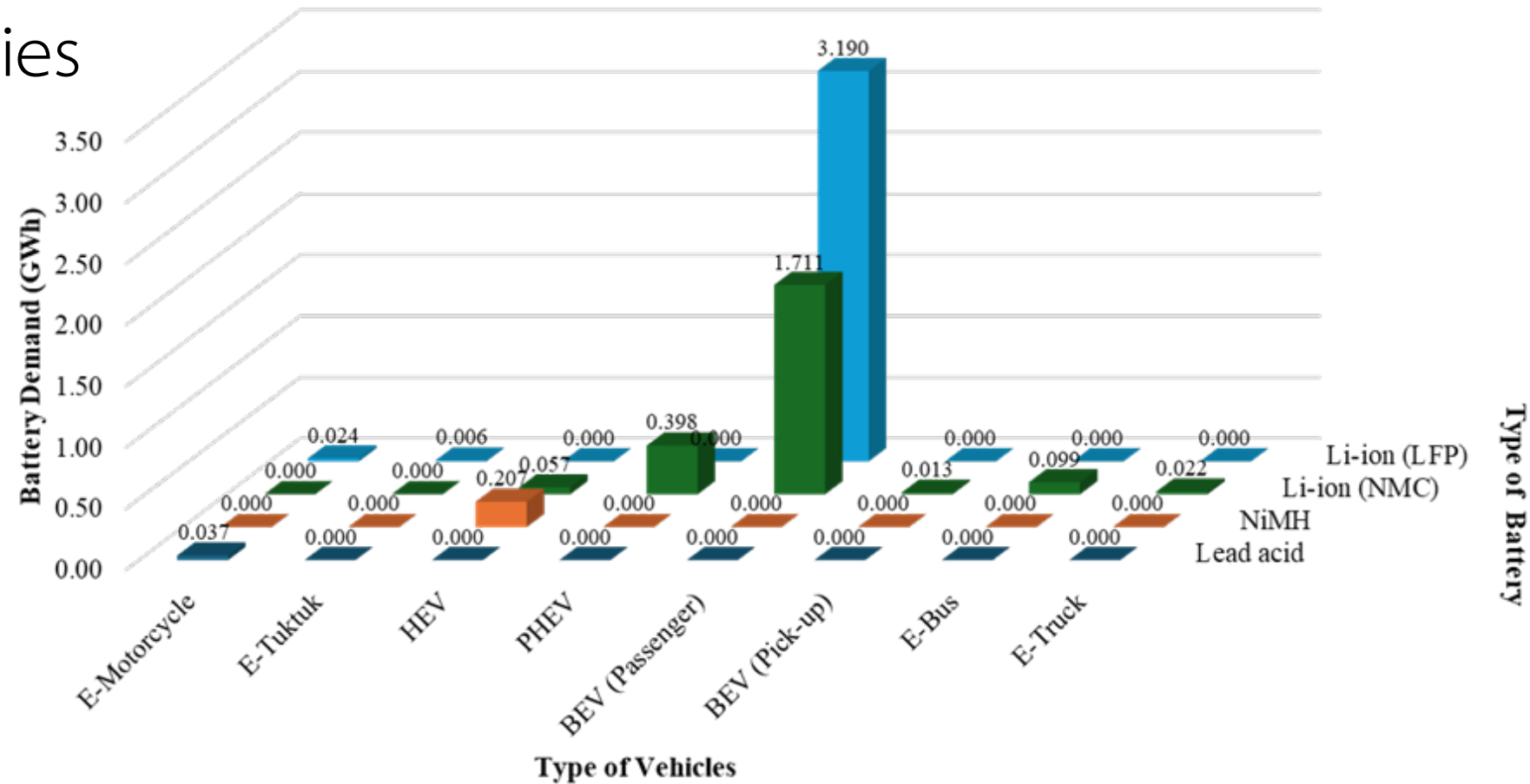




Life Cycle of Battery

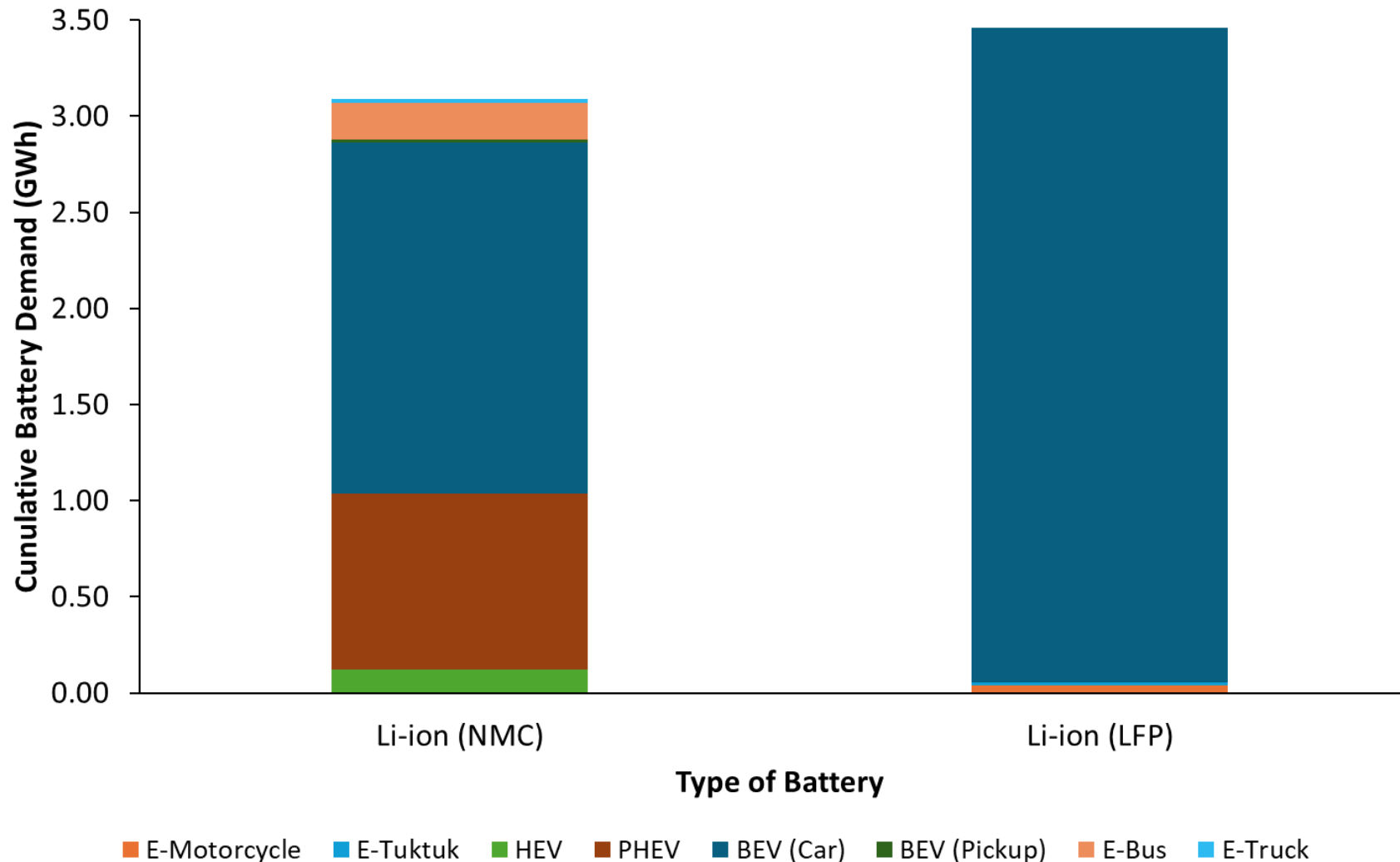


EV Batteries



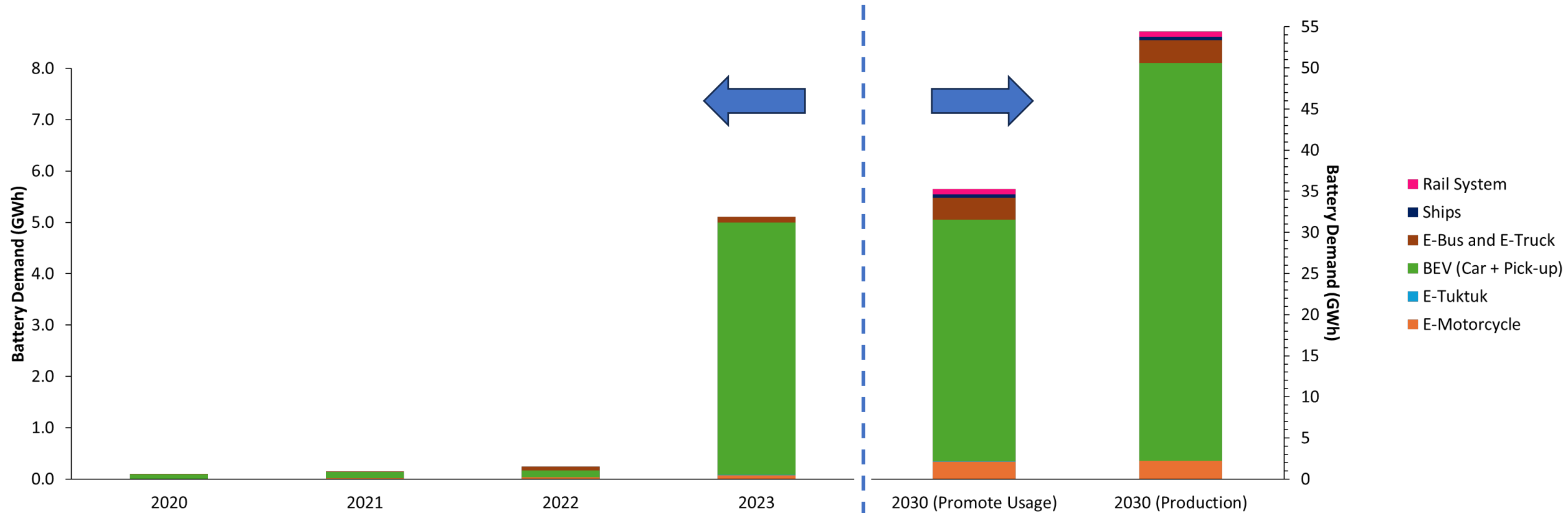
- The battery type demand has 3 types of battery technology such as lead acid, NiMH, Li-ion NMC & LFP.
- The largest battery technology type for xEV is Li-ion LFP. The highest demand in 2023 is ~3.2 GWh.
- The other demand for battery capacity is highest for Li-ion NMC, followed by NiMH, and then Lead-acid batteries.

Only Li-ion Battery Type Demand for xEV from 2020 to 2023



- The battery type demand has 3 types of battery technology such as lead acid, NiMH, Li-ion NMC & LFP.
- The largest battery technology type for xEV is Li-ion LFP. The highest demand in 2023 is ~3.2 GWh.
- The other demand for battery capacity is highest for Li-ion NMC, followed by NiMH, and then Lead-acid batteries.
- LFP batteries dominate the xEV market with the highest demand of 3.2 GWh, establishing their position as the industry's preferred power solution.

Battery Demand Projection for All Zero Emission Vehicle (ZEV) in 2030

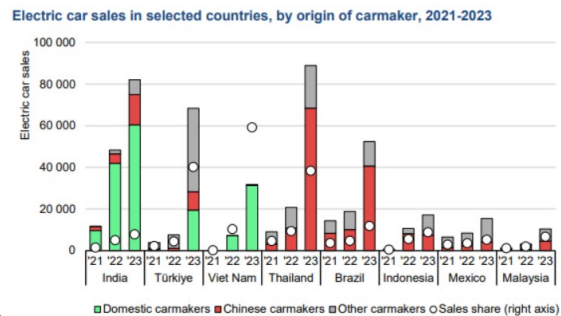


- Battery demand for BEVs, including passenger cars and pickups, is projected to reach 29.3 GWh.
- Battery capacity required for BEV production may increase to 48.3 GWh, 1.6 times higher than current levels.
- Thailand's surging EV demand has catalyzed major investments in battery production, cementing its position as Southeast Asia's electric vehicle assembling hub.

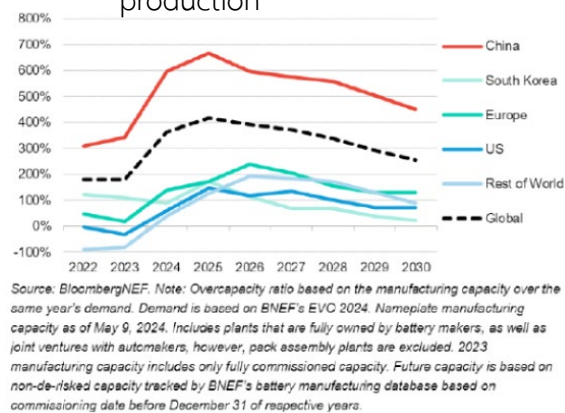
EV Battery Technology – Cell and Pack

- Increasing penetration of EVs in the global automotive market as well as in Thailand.
- Overcapacity of battery production especially in China --> increasing market competition.
- Battery technology is changing rapidly, particularly Lithium-Iron-Phosphate (LFP) batteries, which are becoming increasingly popular

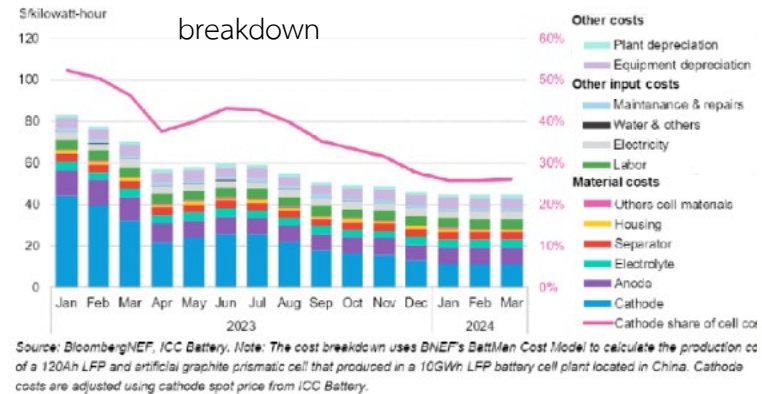
Volume of EV sales



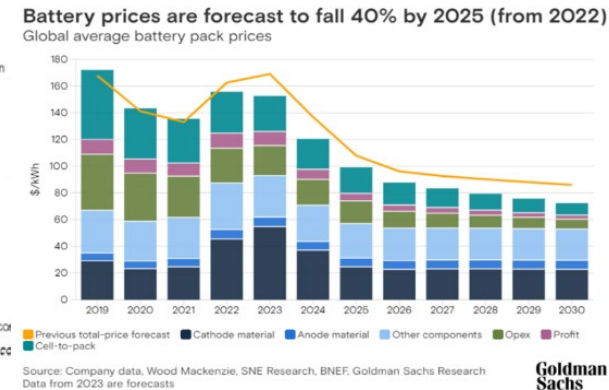
Overcapacity ratio of batt. production



Production cost breakdown



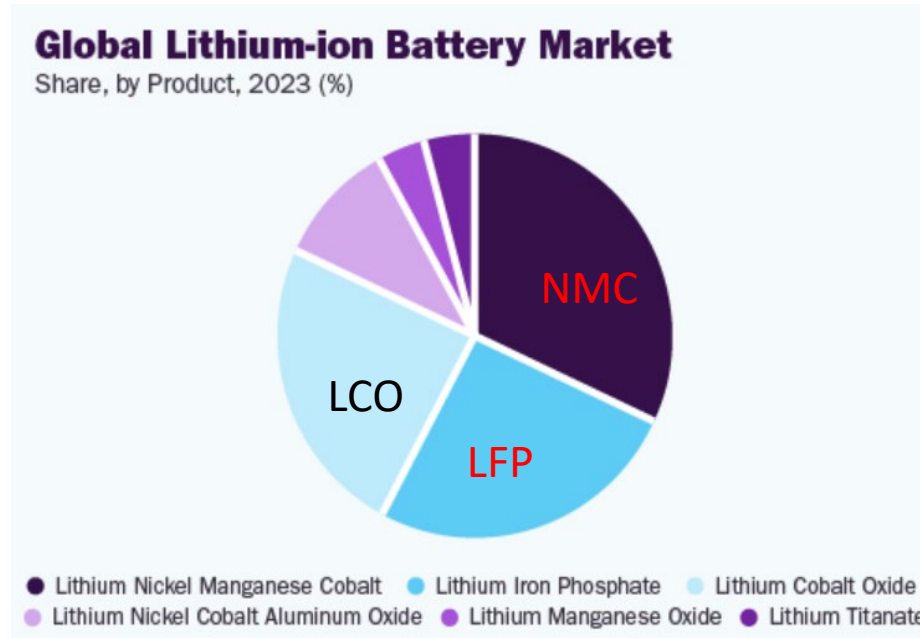
Forecasting price of batt.



EV Battery Technology – Cell and Pack

ผู้ผลิตรายใหญ่ที่มีการจดทะเบียนมากในประเทศไทยคือจีน และ สหรัฐอเมริกา ซึ่งแบรนด์ที่มีความนิยมสูงสุดห้าอันดับแรกคือ

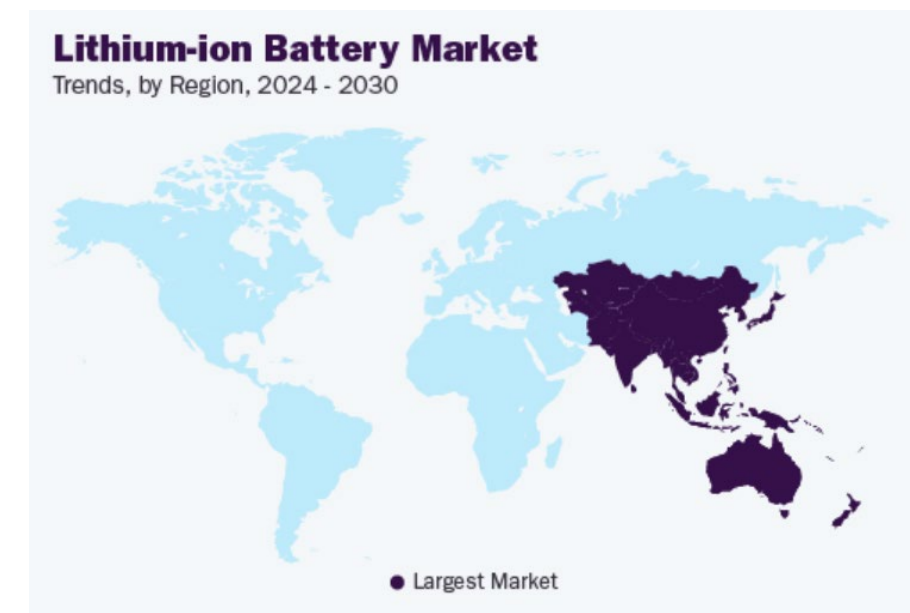
1. BYD (จีน)
2. NETA (จีน)
3. MG (จีน)
4. TESLA (สหรัฐอเมริกา)
5. ORA (จีน)



Global registration of electric vehicles (EVs) is anticipated to increase significantly over the forecast period.

The U.S. emerged as the largest market in North America in 2023.

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/lithium-ion-battery-market>



Asia Pacific held the largest market share of over 47.0% in 2023.

The market in Europe is expected to witness steady growth over the forecast period owing to the increasing use of li-ion batteries in various sectors

EV Battery Technology – Cell and Pack

- Main Composition of Lithium-Ion Battery:

Liquid electrolyte:

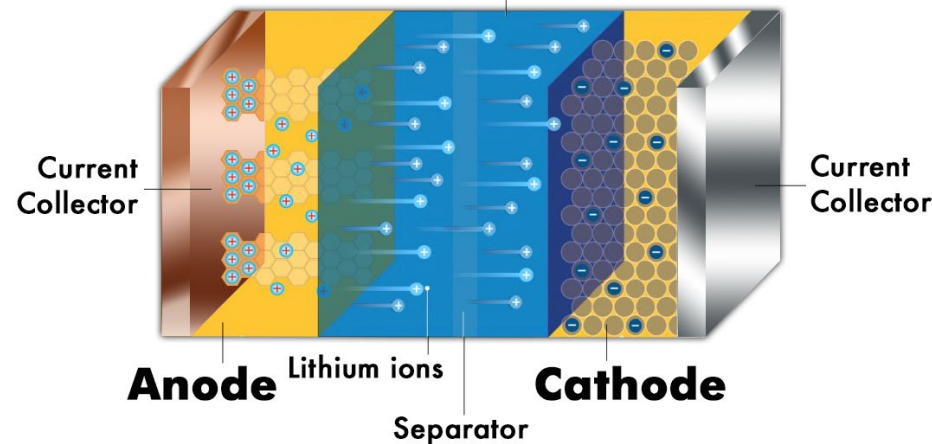
Liquid medium enables lithium-ion movement

Electrolyte

Anode (negative electrode):

Carbon-based material that lithium-ion intercalates into and de-intercalates out of anode material

Copper sheet as current collector at the anode



Cathode (positive electrode):

Active material – source of lithium-ions is the most important and expensive component

Aluminum sheet as current collector at the cathode

Separator:

Chemically and electrically insulator, but ionic conductors prevent all transports except the ions

EV Battery Technology

• Cell and Pack

Innovations in the battery industry affect all cell components.

Common battery chemistries and form factor available

	2010s		2020s		2030s	
1 Cathode	LCO ¹	LMO ² LFP ³ NMC ⁴ /NCA ⁵	LFP ³ NMC ⁴ /NCA ⁵	LFP ³ NMC ⁴ /NCA ⁵ LMFP ⁶ /LMNO ⁷	NMC ⁴ /NCA ⁵ LMFP ⁶ /LMNO ⁷ Sulphur	LMFP ⁶ /LMNO ⁷ Sulphur
2 Separator/ electrolyte	Polymer/liquid	Polymer/liquid	Polymer/liquid	Polymer/liquid	Polymer/liquid Advanced liquid Semi-solid	Advanced liquid Semi-solid Solid
3 Anode	Graphite	Graphite	Graphite	Graphite Graphite and silicon	Graphite and silicon Lithium metal Silicon anode	Lithium metal Silicon anode
4 Casing	Cylindrical	Cylindrical Pouch	Prismatic Cylindrical Pouch	Prismatic Cylindrical Pouch	Cylindrical Pouch Prismatic	Cylindrical Pouch

¹Lithium cobalt.

²Lithium manganese oxide.

³Lithium, iron, phosphate.

⁴Lithium, manganese cobalt.

⁵Lithium, nickel, cobalt, aluminum oxide.

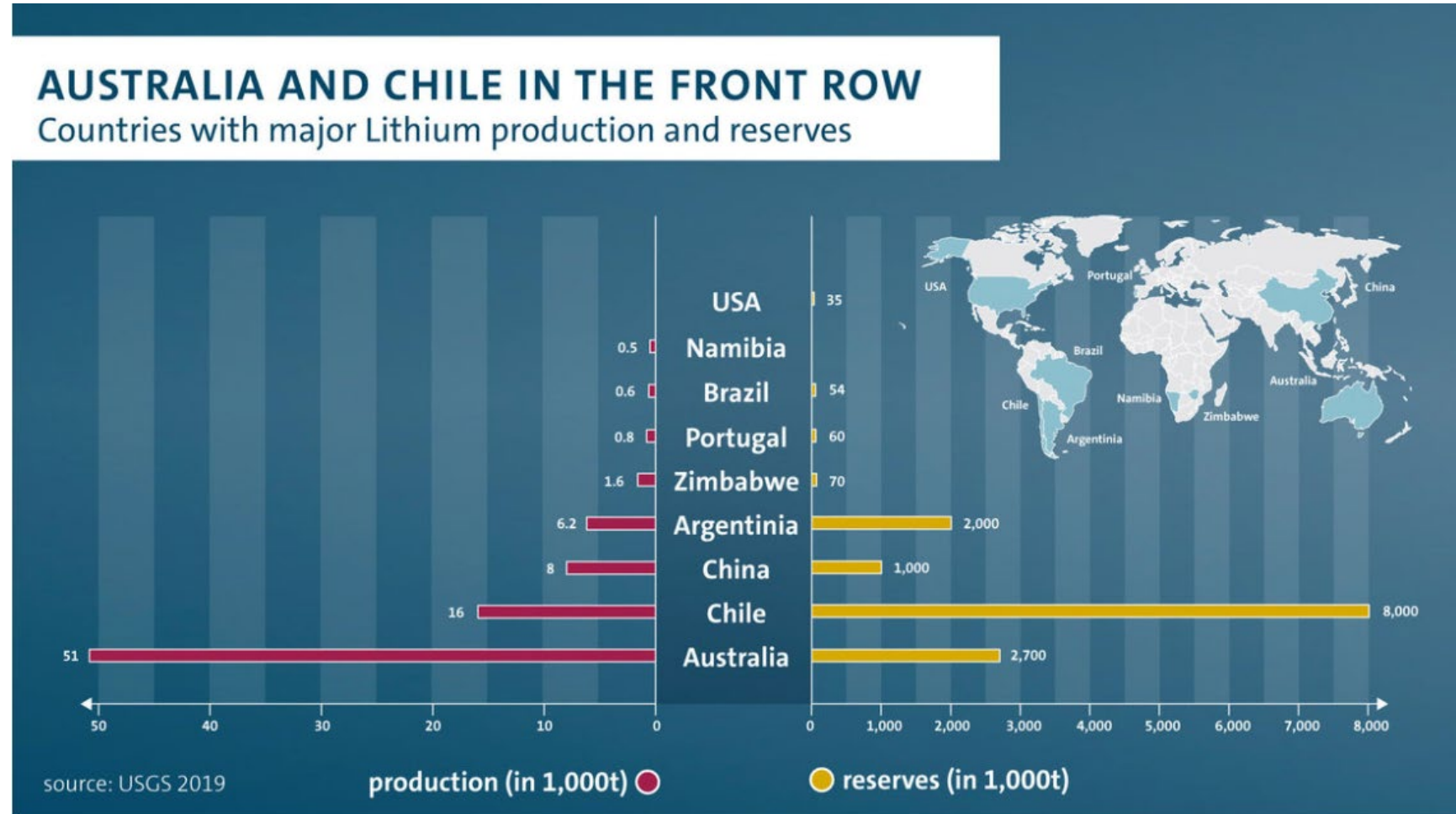
⁶Lithium manganese iron phosphate.

⁷Lithium, manganese nickel oxide.

Source: McKinsey Battery Insights, 2022

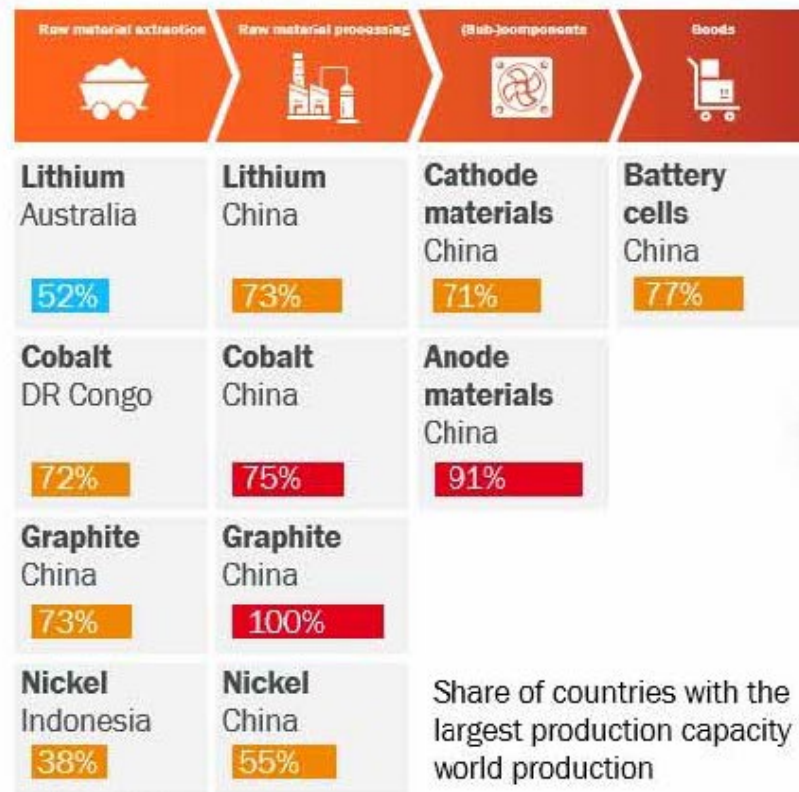
EV Battery Technology – Cell and Pack

Lithium material from
Australia comes from ore
mining, while in Chile and
Argentina lithium comes from
salt deserts



EV Battery Technology – Cell and Pack

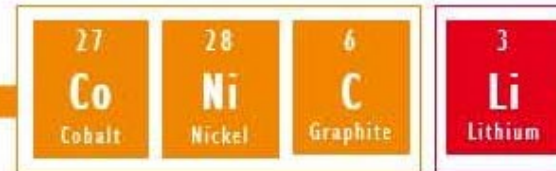
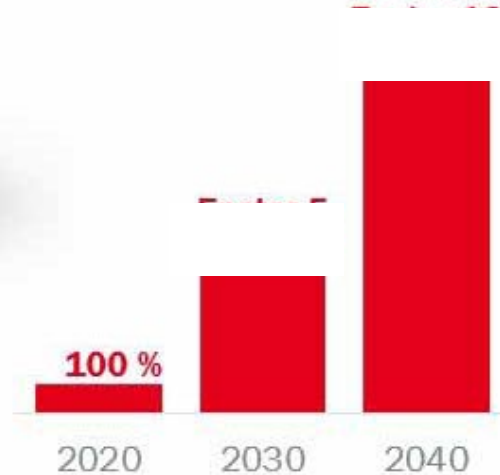
High market power of China



Picture: Volkswagen



Lithium bottleneck: world demand to increase fivefold by 2030

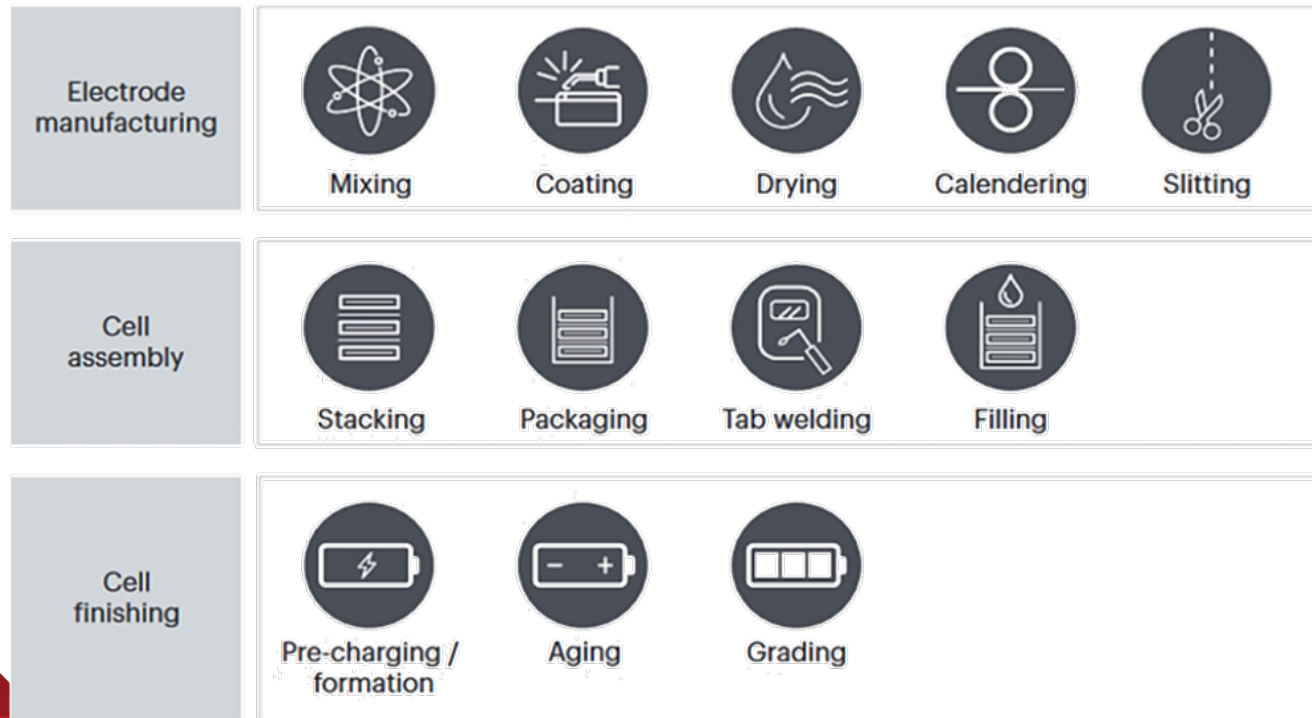


Share of countries with the largest production capacity in world production

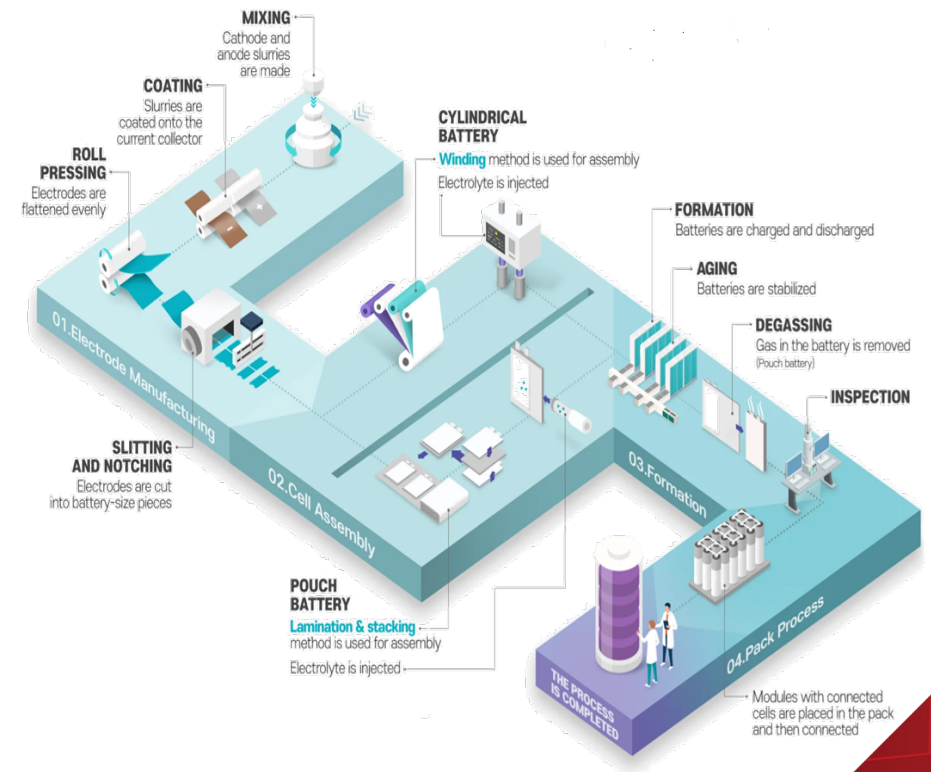
Increase in demand for lithium due to electromobility compared to 2020

EV Battery Technology – Cell and Pack

- Lithium-Ion Battery Manufacturing: Industrial View on
- Processing Challenges, Possible Solutions and Recent Advances



Standard flow of EV Li-ion battery cell production | Image Source: Keystone



EV Battery Technology – Cell and Pack

- Lithium-Ion Battery Manufacturing:

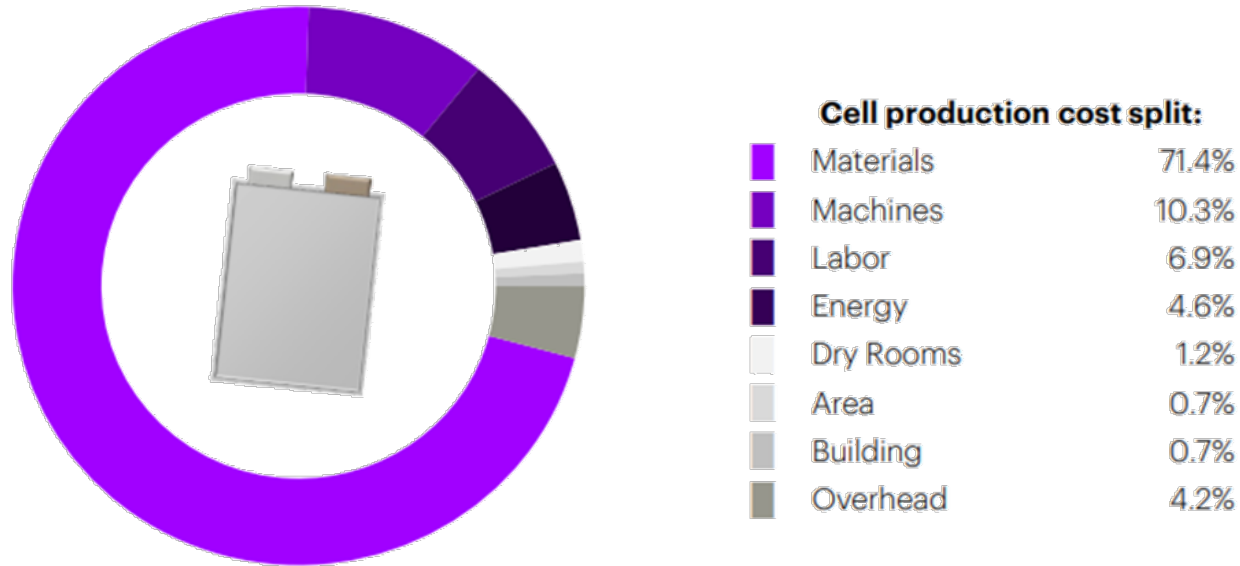
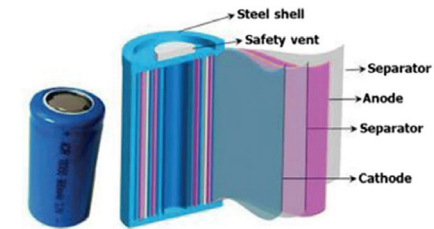
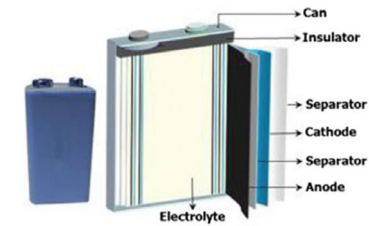


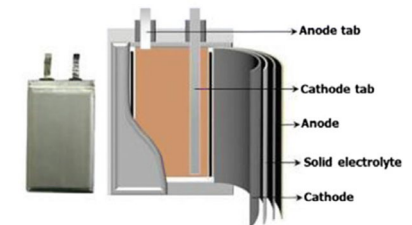
Figure 2: Cost breakdown of a battery cell, Fraunhofer FFB calculation based on a NMC811-graphite 52 Ah pouch cell in a 40 GWh/a production plant.



Cylindrical cell



Prismatic cell



Pouch cell

EV Battery Technology – Cell and Pack

- Lithium-Ion Battery Manufacturing:
- Battery material system

Cathode Materials	Pros.	Cons.	Example of Adaptation
Lithium nickel-manganese-cobalt, NMC (LiNiMnCoO ₂) NMC = NMC333 NMC532 NMC622 NMC811	• High energy density (up to 250 Wh/kg) – more driving range • Good charging performance	• Expensive, limited, and non-environment-friendly materials (cobalt, nickel, and manganese) • Short lifespan ~1,000 – 2,000 full recharging cycles (capacity drops to 40% after 1,000 cycles) • Recommended 80% daily charging limit • High risk of thermal runaway events	• Tesla Model Y and Model 3 (long-range and performance) • Polestar 2 • Volvo EX30 • BMW iX3
Lithium-ferrous-phosphate, LFP (LiFePO ₄)	• Longer-lasting life cycle (~3,000 – 5,000 charge cycle) DOUBLE TO NMC! • No recommended daily charging limit – can be regularly charged to 100% • Cheaper to produce, enable more affordable EVs • Lower thermal runaway risk during short circuit or severe crash events	• Lower energy density (150 Wh/kg) • Heavier • More low temperature-sensitive charging – DC charging speed throttling during colder climate • Still relies on lithium • Overall, has less recyclable content	• BYD Atto 3, Seal, and Dolphin • GWM Ora (Standard Range) • MG 4 (Excite 51) • Tesla Model 3 (RWD), and Model Y (RWD)

EV Battery Technology – Cell and Pack

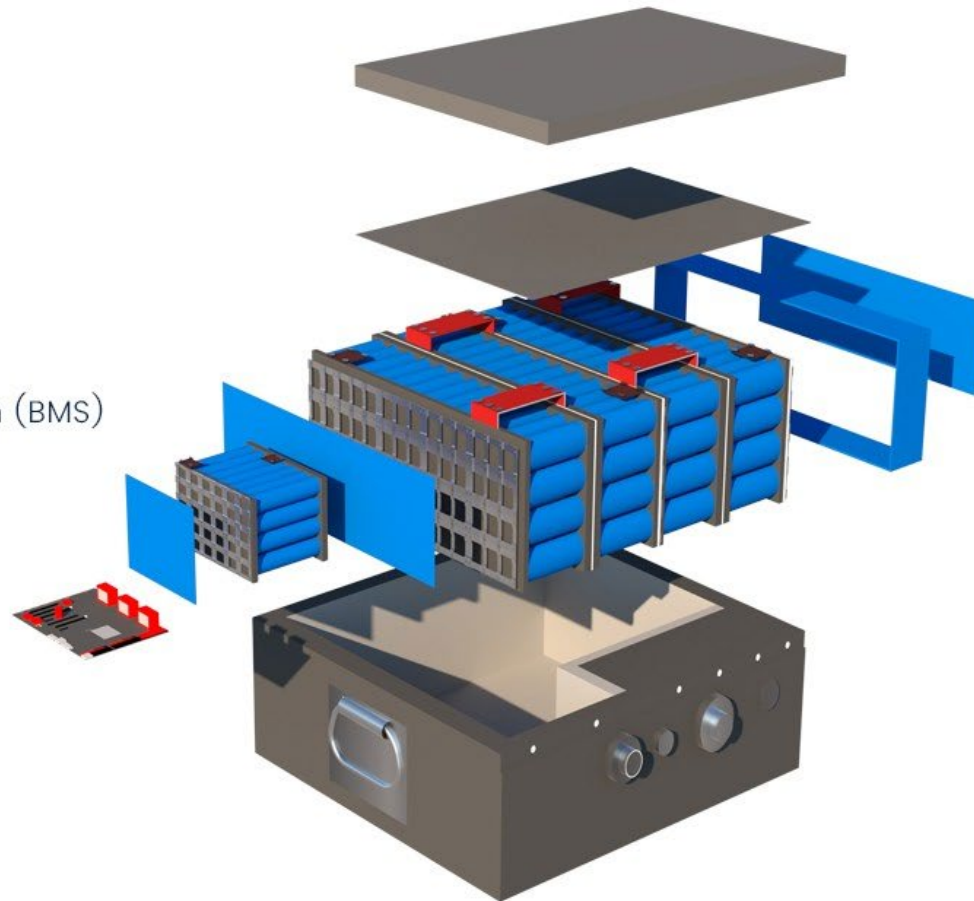
Battery Pack Manufacturing Process!

Step 1: Connecting Battery Cells

Step 2: Modularization

Step 3: Component Assembly

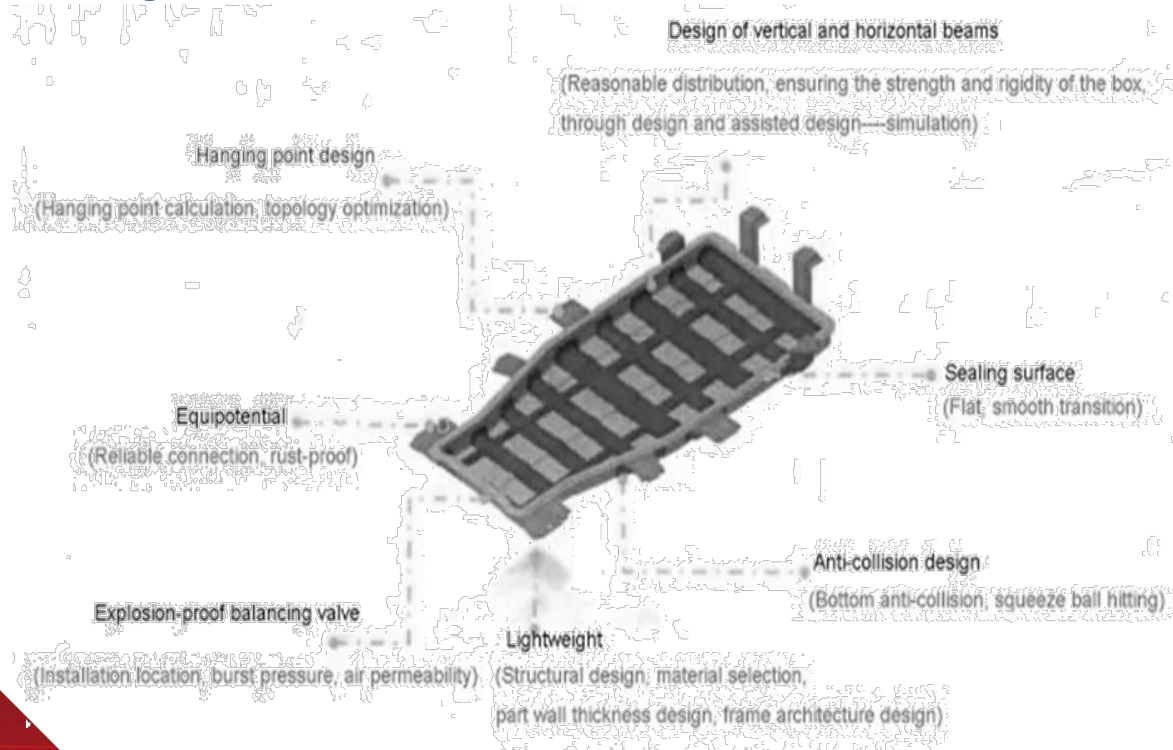
Step 4: Applying the Battery Management System (BMS)



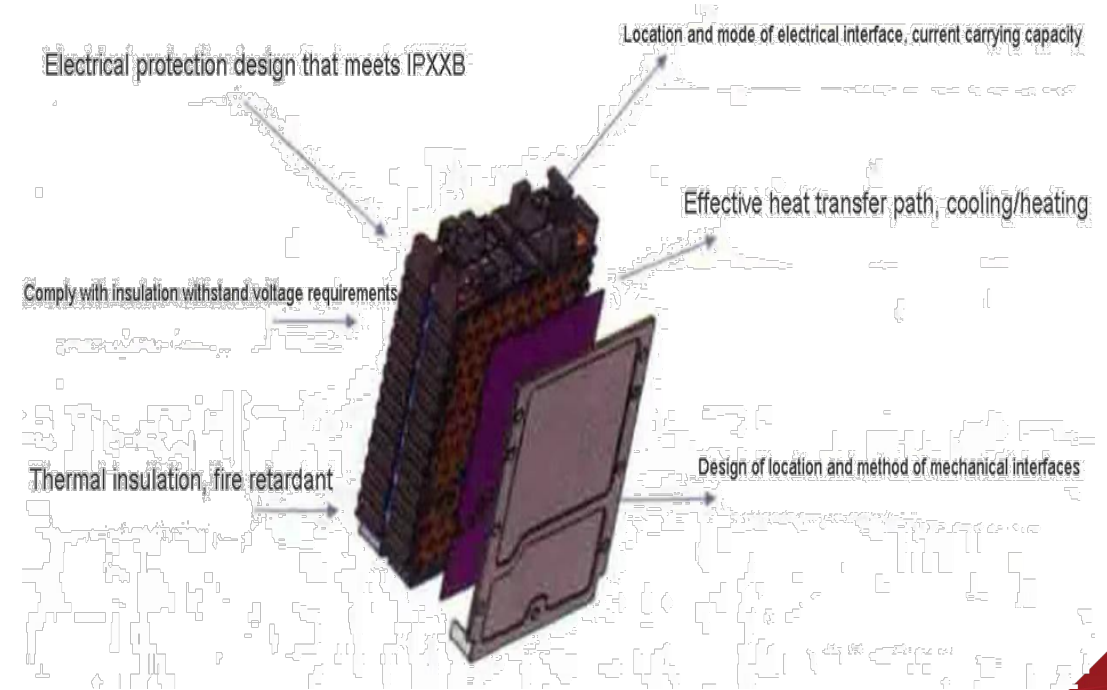
EV Battery Technology – Cell and Pack

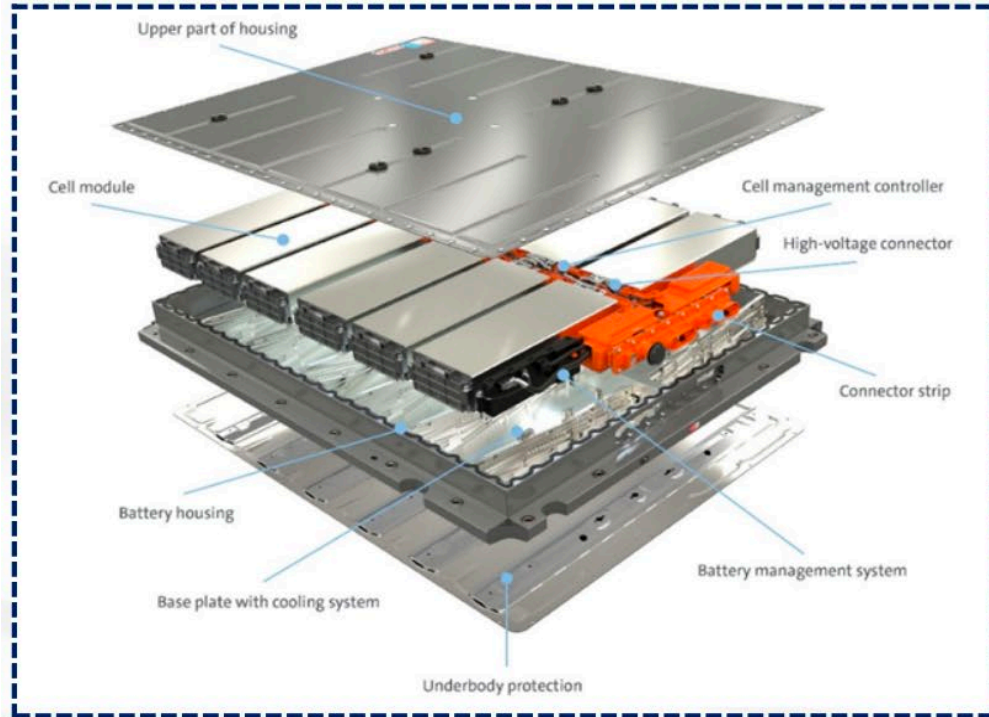
PACK structural design

Key points in battery enclosure housing design

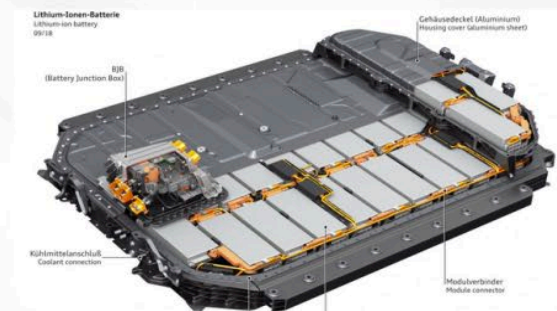
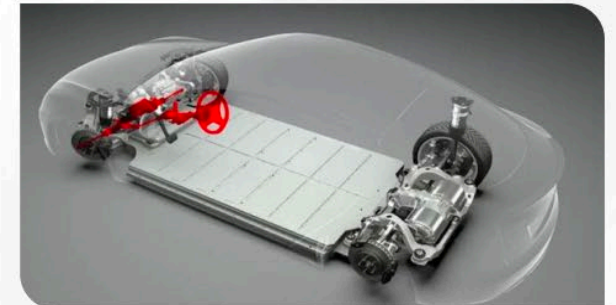


Key points of structural design



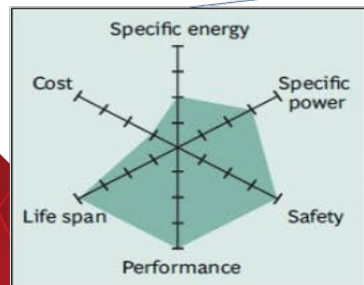
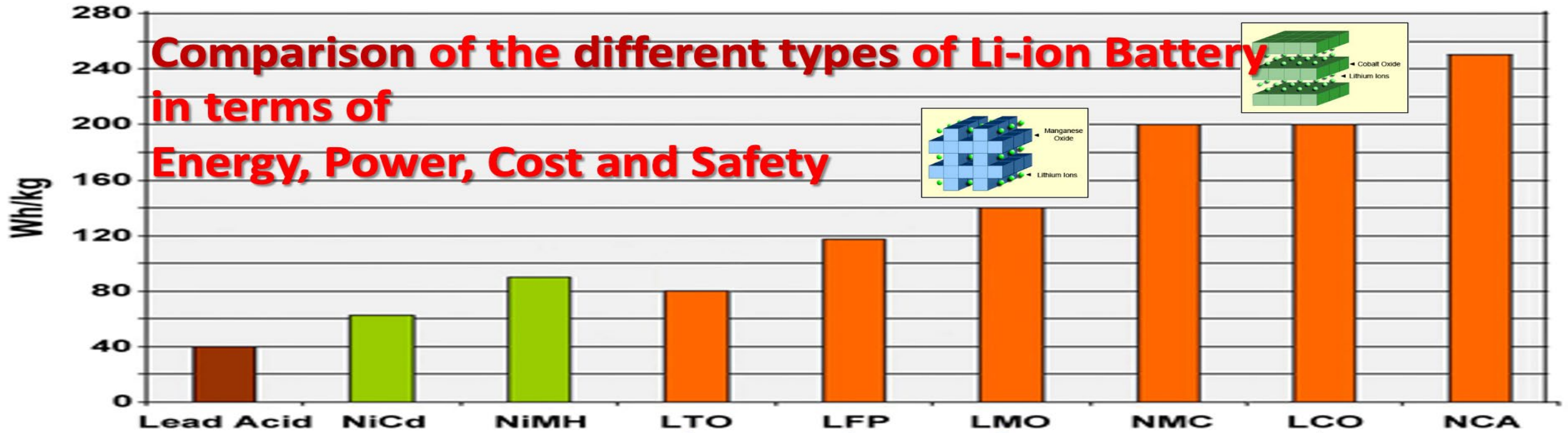


EV Battery Pack

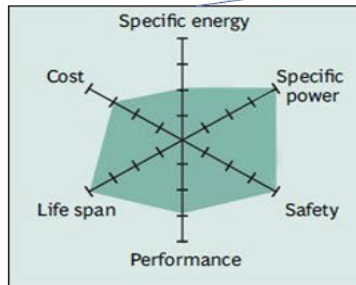


ตัวอย่างแพ็คแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า

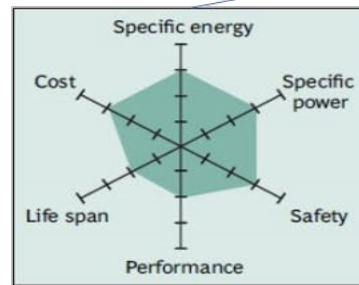
ที่มา: โครงการวิจัย Recondition Battery ระหว่าง กฟน. และ มจร.



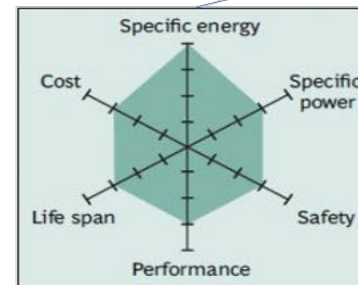
Lithium Titanate
($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)



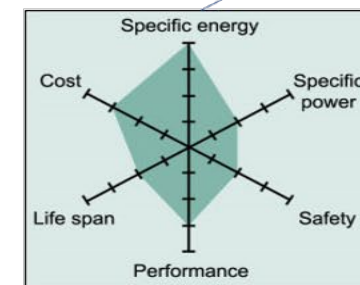
Lithium Iron Phosphate
(LiFePO_4)



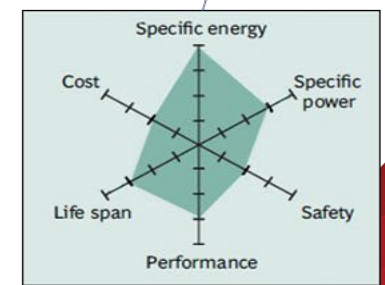
Lithium Manganese Oxide
(LiMn_2O_4)



Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide
(LiNiMnCoO_2)



Lithium Cobalt Oxide
(LiCoO_2)



Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide
(LiNiCoAlO_2)

Li-ion Battery and its Applications

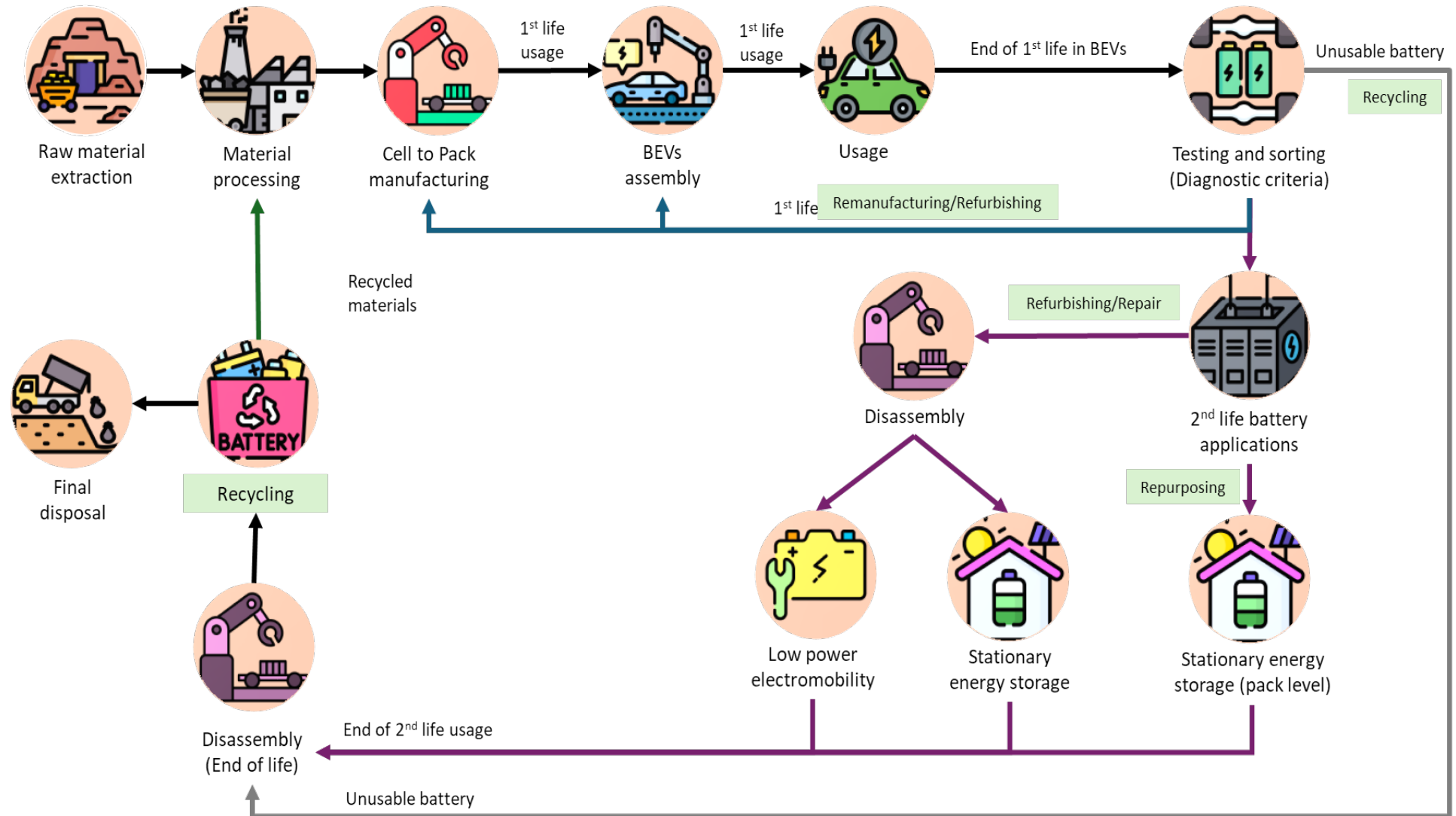
Chemical Name	Material	Abbreviation	Applications
Lithium cobalt oxide	LiCoO_2	LCO	Cell phones, laptops, cameras
Lithium manganese oxide	LiMn_2O_4	LMO	Power tools, EVs, medical, hobbyist
Lithium iron phosphate	LiFePO_4	LFP	Power tools, EVs, medical, hobbyist
Lithium nickel manganese cobalt oxide	LiNiMnCoO_2	NMC	Power tools, EVs, medical, hobbyist
Lithium nickel cobalt aluminum oxide	LiNiCoAlO_2	NCA	EVs, grid storage
Lithium titanate	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	LTO	EVs, grid storage

Source: batteryuniversity.com

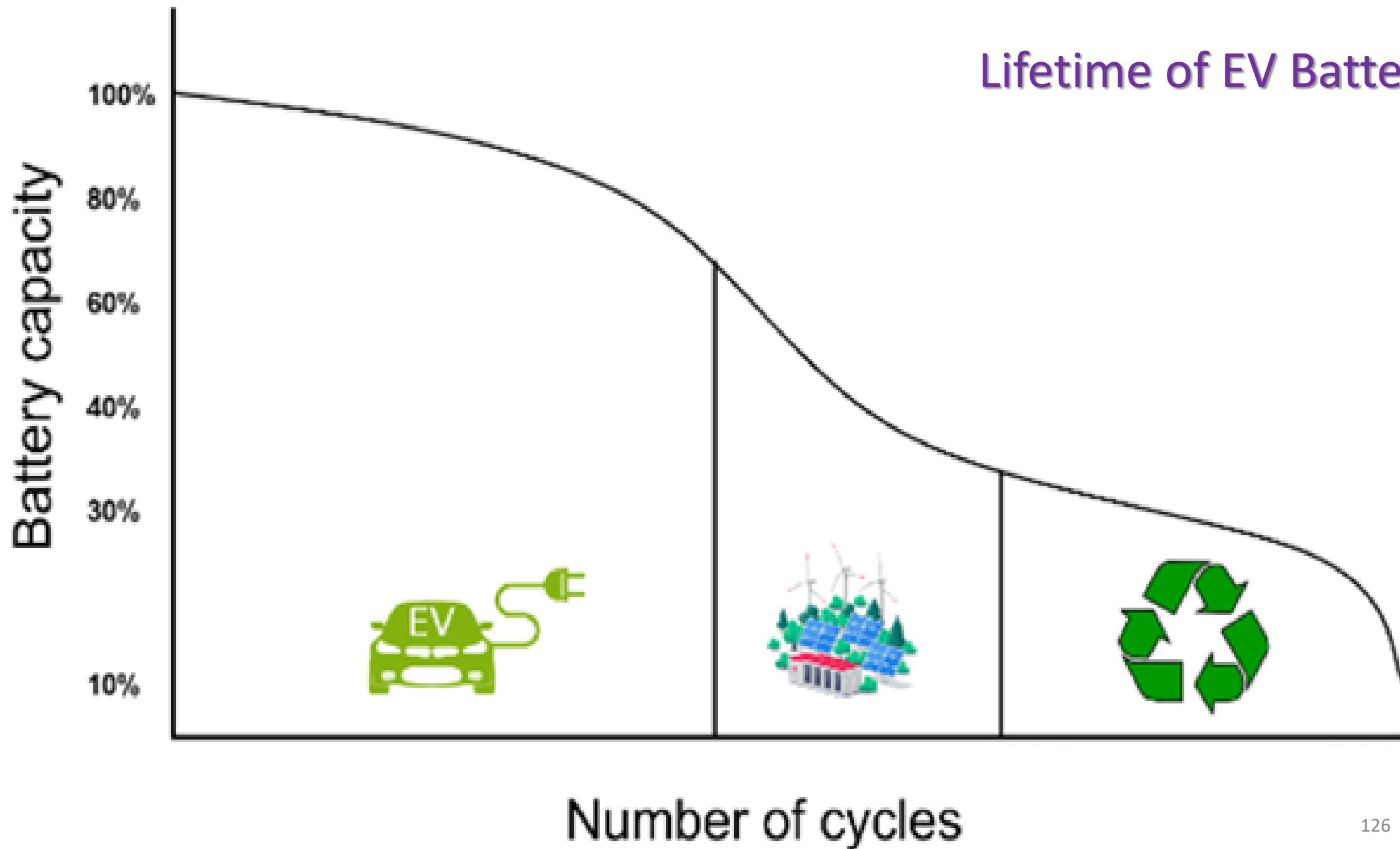
TH Battery value chain for EVs

- Scenario of value chain & lifetime
- Battery inspection for 2nd life
- 2nd life battery repurpose scenario

Battery life cycle value chain for EVs



Lifetime of EV Battery



Received
Pack battery

Physical observation

- No distorted pack body
- No fire
- No explosion
- No electrolyte leakage

Isolation / equipments

- Isolation resistance at least 100 Ω /Volt
- Switch on-off (still in good operation)
- Battery management system (BMS) (still in good operation)

Pack properties

- Open circuit voltage of pack battery (not lower than 70% of nominal pack voltage)
- No Hot sport (cell battery)

All Pass

If not

No damage

Damage

- fire
- explosion
- electrolyte leakage

Battery Diagnostic
OCV, SOC, IR, Cap.

Repair

Refurbish, Remanufacture

Recycle

Disposal

127

**Criteria of
2nd life battery**

Reuse

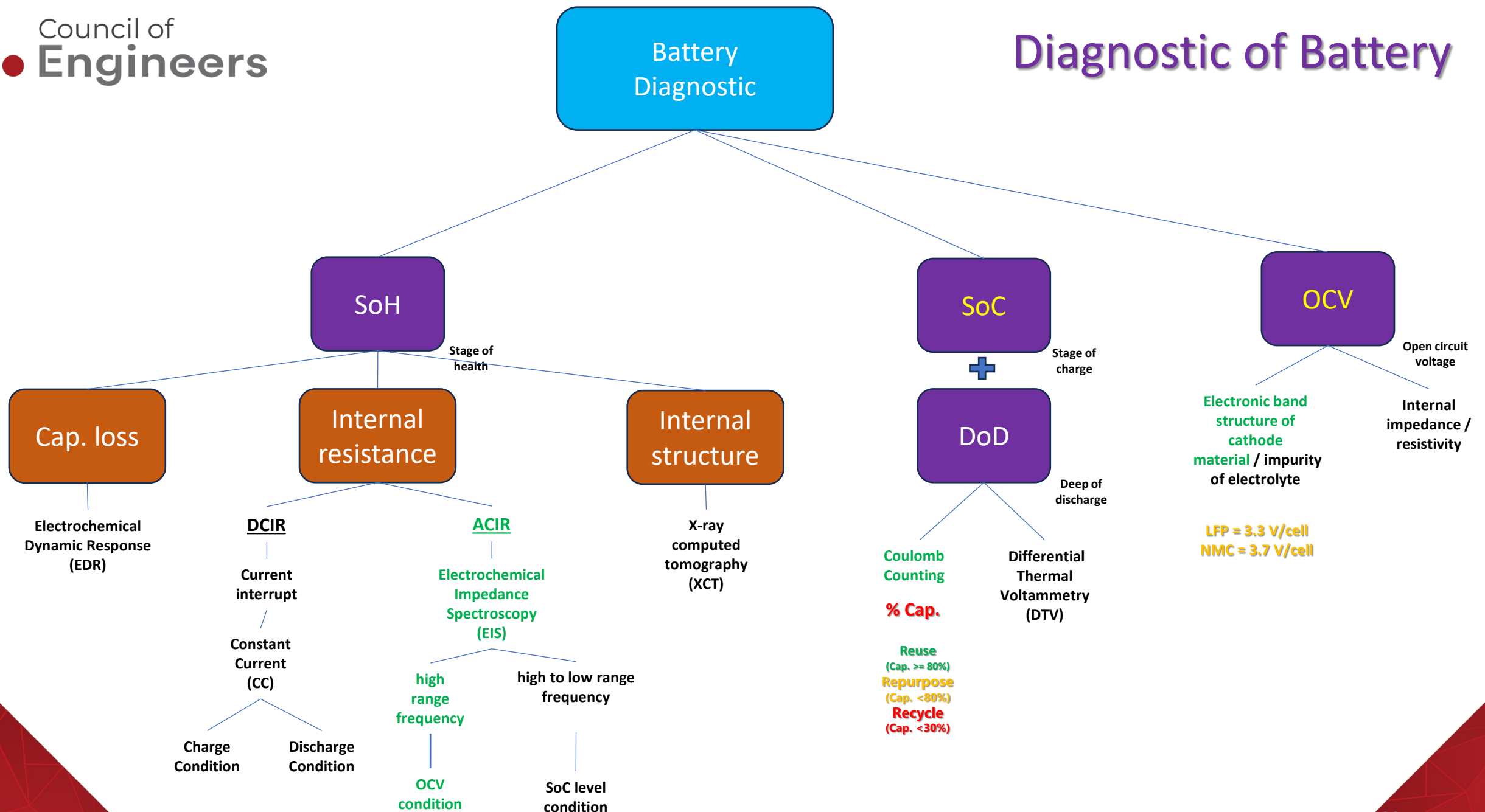
(Cap. > 80%)

Repurpose

(Cap. < 80%)

Recycle

(Cap. < 30%)



Criteria check	Issue	DC measurement (pure resistive values)	AC measurement (reactive components)
State of Health (SoH)	Voltage	Measuring	-
	Capacity	- Charge-Discharge test - Coulomb counting - Parser (precise SoC with a proprietary algorithm)	-
	Internal Resistance (related with cell temperature)	DCIR - Electrochemical Dynamic Response (EDR)	ACIR - Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)
Visual Inspection	Physical damage	-	-
	Swelling	-	-
	Leaks	-	-
	Fire / Explosion	-	-
History and Usage (BMS)	Charge/Discharge Rate & Efficiency	Stage of Charge (SoC) Deep of Discharge (DoD)	-
	Voltage Profile	Monitoring	-
	Temperature Profile / Thermo-scan	Monitoring	-
	No. of Cycle / Operating time	Counting / Measuring	-

Normal case

Capacity Value Checked	Reuse	Repurpose	Recycle
Cap. >= 80%			-
30% < Cap, <80%	-		-
Cap. <= 30%	-	-	

Abnormal case

Visual Inspection	1st step			2nd step	
	Repair	Refurbish/ Remanufacture	Recycle	Reuse	Repurpose
Physical damage			-		
Swelling	-		-	-	
(Air) Leaks	pack/module	pack/module	cell	-	
Fire / Explosion / (Liquid) leaks	-	-		-	-

No.	Application of Repurpose Li-ion Battery	Explanation
1	Energy Storage Systems (ESS)	To store excess energy generated from renewable sources.
2	Grid Balancing and Peak Shaving	To help utilities manage grid stability and reduce the need for expensive peak power plants.
3	Backup Power Supplies	To provide uninterrupted power during outages or emergencies.
4	Electric Vehicle (EV) Charging Stations	To store energy and provide fast charging capabilities, reducing strain on the grid during peak charging times.
5	Off-Grid Power Solutions	To store energy from solar panels or generators for use when grid power is unavailable.
6	Mobile Power Banks	To create portable power banks for charging smartphones, tablets, or other small electronic devices.
7	Energy-Efficient Lighting Systems	To power energy-efficient LED lighting systems for outdoor lighting, streetlights, or emergency lighting applications.
8	Home Energy Management Systems	To optimize energy usage, store excess energy from rooftop solar panels, and reduce electricity costs.
9	Community Energy Projects	To provide backup power or support local microgrids, enhancing energy resilience and sustainability.
10	Research and Development (for old battery)	To ensure proper safety measures and recycling plans are in place to manage end-of-life issues responsibly.

Battery characteristic & damage

- UL Standard test & limit on battery
- Risk & Safety on thermal runaway
- Extinguishing fire

**ปัจจัยที่ส่งผลให้
แบตเตอรี่
เสื่อมสภาพ**

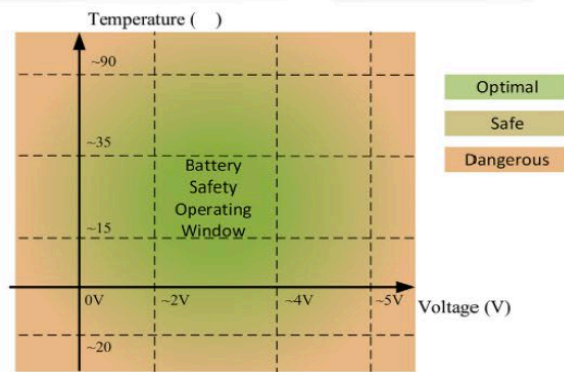
● อุณหภูมิ

● อัตราการจ่ายกระแส

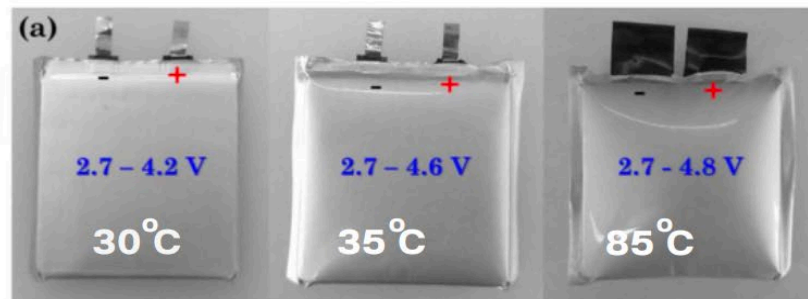
● ระดับการเก็บประจุ

1. อุณหภูมิ

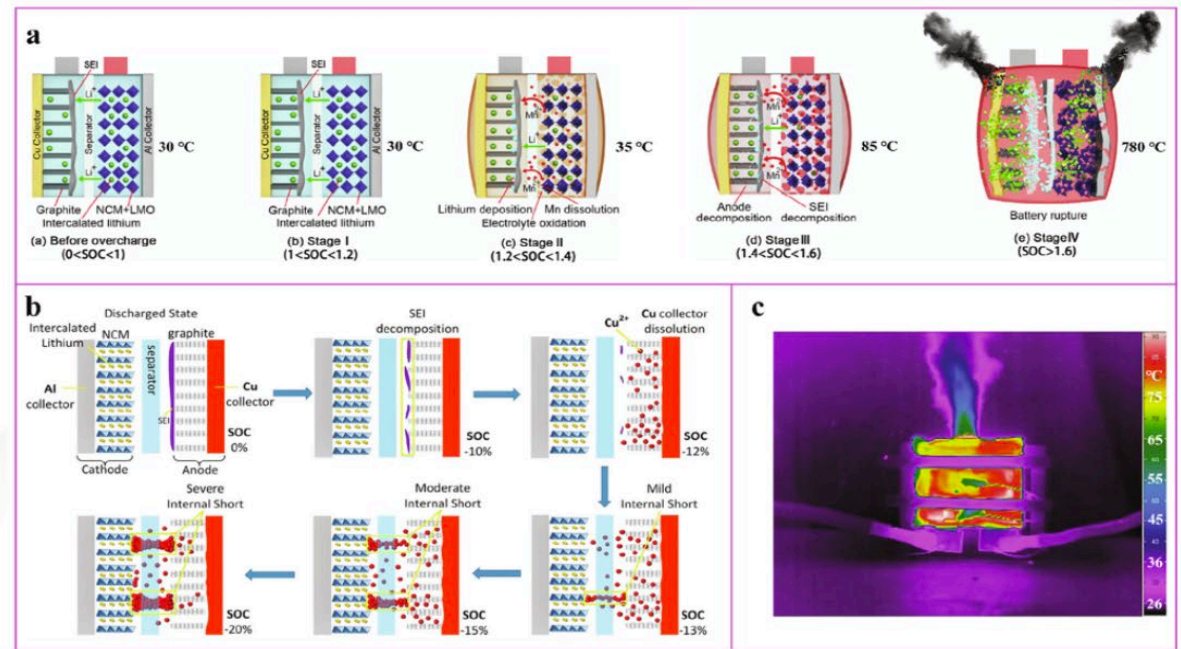
1. อุณหภูมิ



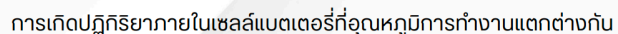
ช่วงอุณหภูมิการทำงานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน



ที่มา: โครงการวิจัย Recondition Battery ระหว่าง กฟน. และ มจร.

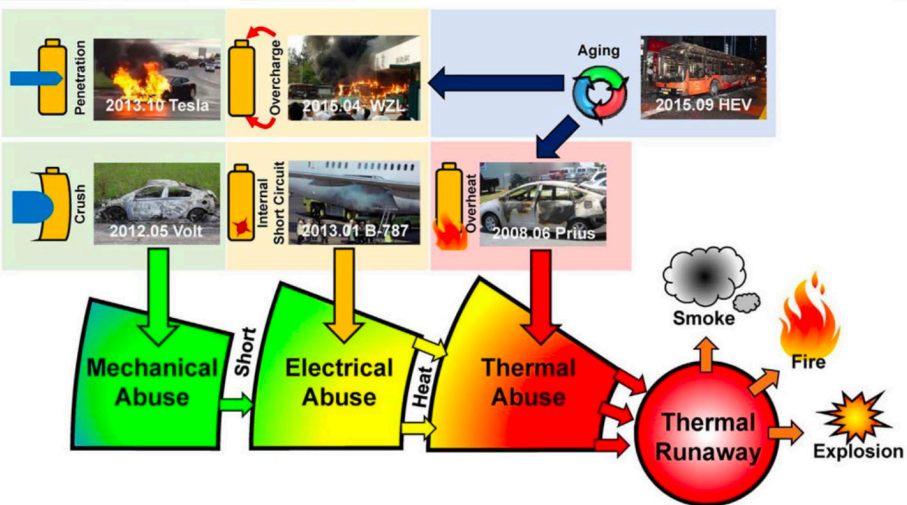
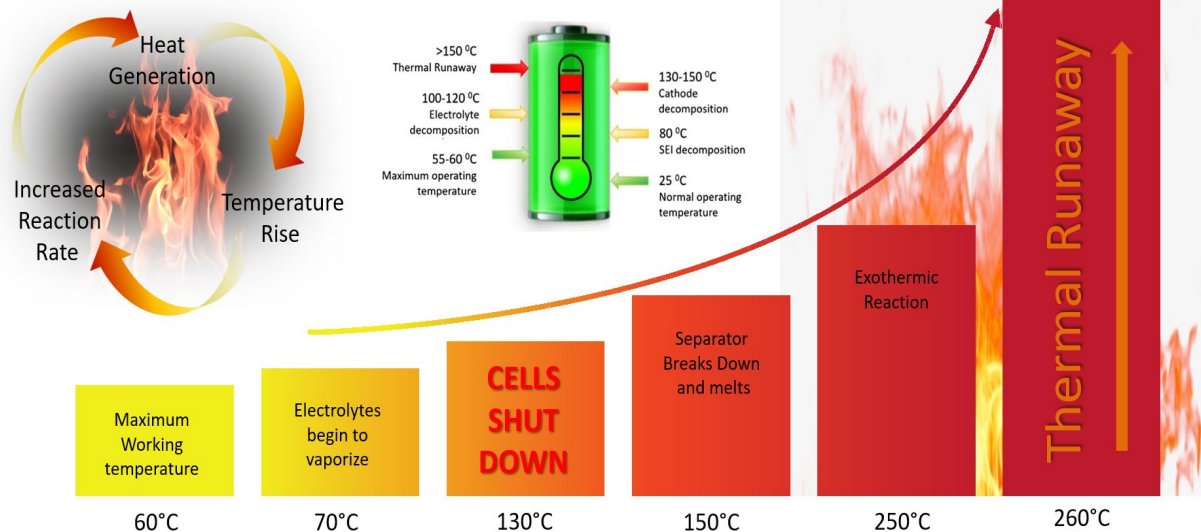


อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะกระตุ้นปฏิกิริยาความร้อนของการสลายตัวทางเคมี ที่เกิดขึ้นที่ส่วนประกอบภายในเซลล์แบตเตอรี่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างควบคุมไม่ได้ ความดันในเซลล์จะเพิ่มขึ้นจนกว่าจะมีการระบายออก ดังนั้นเซลล์จะเปิดออกเพื่อปล่อยอิเล็กโทรไลต์ออกมาในรูปของก๊าซไอไฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะนำไปสู่ไฟและควันพิษอันเป็นผลมาจากการมีอยู่ของสารประกอบฟลูออไรด์



ในแง่ของความปลอดภัย แบตเตอรี่ลิเธียม
ไอออนมีความเสี่ยงมากกว่าแบตเตอรี่
กรดตะกั่ว คือ

- อิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยเสื้อผ้าอุปกรณ์ที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยง่ายและไวไฟ
- วัสดุที่ใช้งานอยู่ในอิเล็กทรอนิกส์สามารถเกิดปฏิกิริยาสูงเมื่อทำงานในสภาวะอุณหภูมิสูง



สาเหตุที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

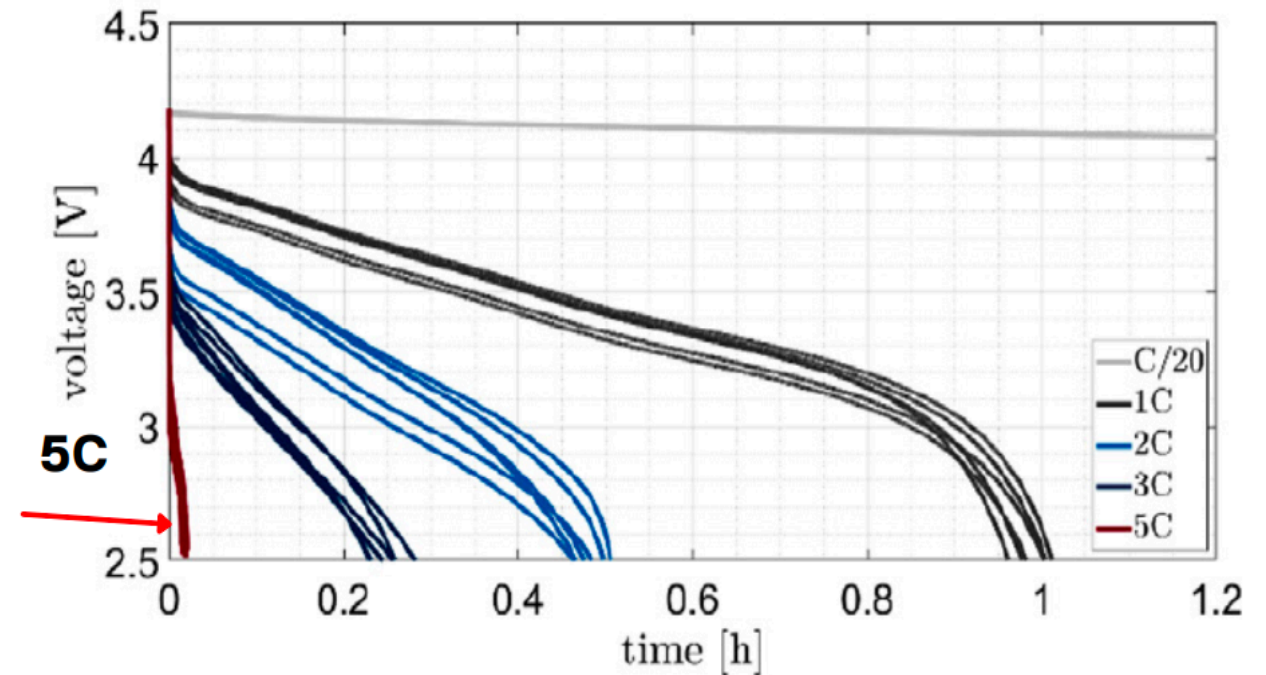
- เกิดการลัดวงจรภายใน
- การชาร์จไฟที่กระแสสูงเกินไป
- การคายประจุมากเกินไป
- ข้อบกพร่องจากการผลิตอุปกรณ์ภายในเซลล์

2. อัตราการจ่ายกระแส

กระแสไฟที่ไหลผ่านแบตเตอรี่จะทำให้เกิดความร้อน ซึ่งเป็นผลต่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่โดยเฉพาะ**อัตราการชาร์จและคายประจุที่สูง จะส่งผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น** เป็นผลต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่โดยตรง และในทางกลับกันกระแสนี้ยังมีผลต่อแรงดันและศักย์ไฟฟ้าภายในของแบตเตอรี่

เมื่อ C-rate เพิ่มขึ้น

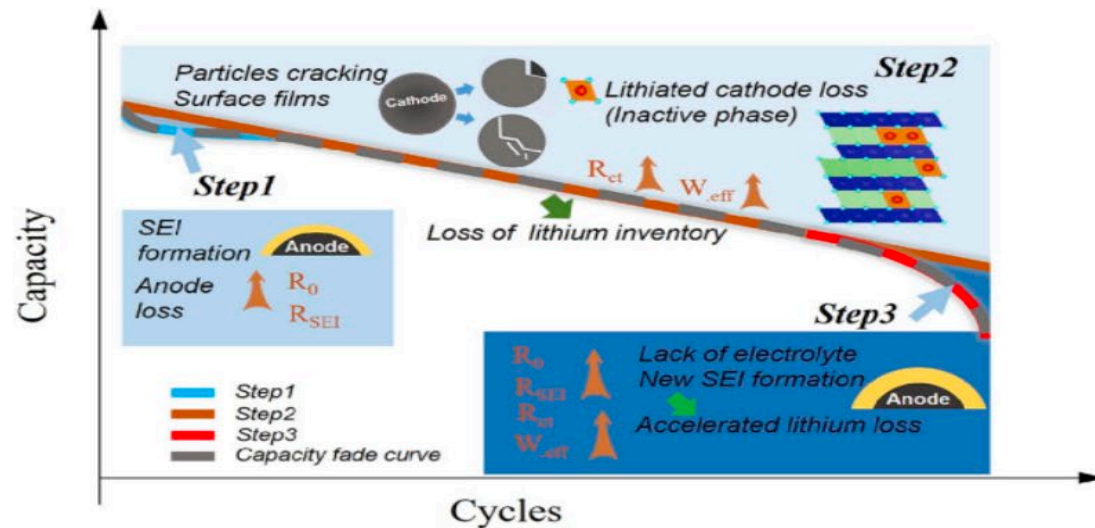
- อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง
- ลิเทียมไอออนเกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็วส่งผลให้โครงสร้างของอิเล็กโทรดเกิดการเสียหาย
- เกิดชั้นฟิล์มเคลือบบริเวณพื้นผิวของแอโนดและลิเทียมที่ตะกอนมีการสะสมมากขึ้น
- ทำลายโครงสร้างของแอโนด



การตอบสนองแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ NCA ที่ C-rate ต่างกัน การคายประจุที่ 5C แรงดันของแบตเตอรี่จะตกลงอย่างรวดเร็ว แตกต่างจากการคายประจุที่ 1C แรงดันของแบตเตอรี่จะค่อยๆ ลดลง

3. ระดับการเก็บประจุ

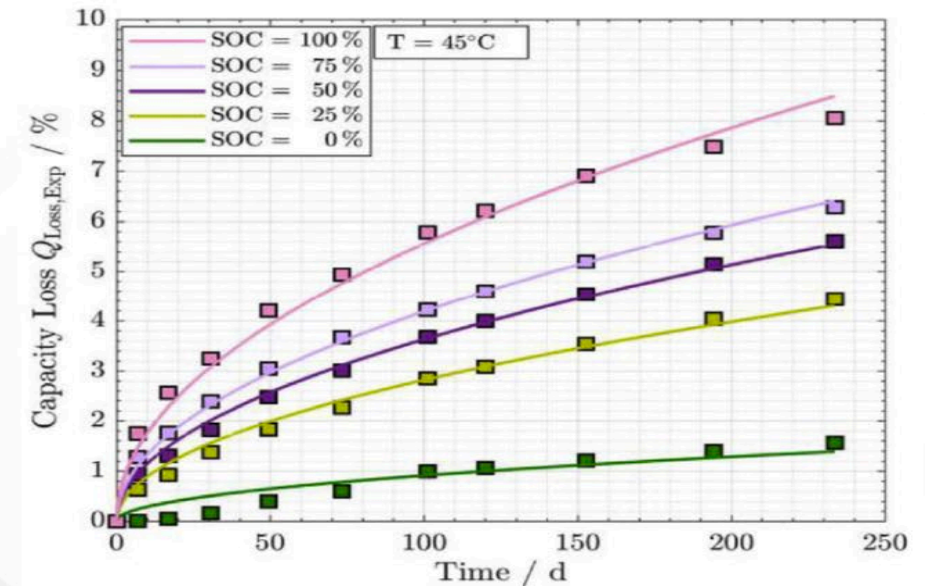
- ระดับการเก็บประจุสูงแรงดันที่ขั้วจะสูงขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ **แคโทดมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าแอโนด** เมื่ออิเล็กโทรดมีศักย์ไฟฟ้าต่ำจะทำให้เกิดชั้นฟิล์มเคลือบบริเวณผิวของอิเล็กโทรดหนาขึ้น
- ระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ต่ำมาก ๆ ส่งผลให้ **เกิดการกัดกร่อนของตัวรับกระแสที่ขั้วแอโนดและโครงสร้างของวัสดุที่ขั้วแคโทดจะเกิดการสลายตัว**
- การอัดประจุไฟมากเกินไปจะทำให้ **ลิเทียมเกิดการสลายตัวเร็วขึ้น**



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อความจุของแบตเตอรี่ลดลงและรอบการใช้งานเพิ่มขึ้น

ที่มา: โครงการวิจัย Recondition Battery ระหว่าง กฟน. และ มจร.

ความสัมพันธ์ของอายุการใช้งานและการสูญเสียความจุของแบตเตอรี่ ที่ระดับการเก็บประจุแตกต่าง



การใช้งานแบตเตอรี่ที่มี SOC ต่ำ

- มีประสิทธิภาพ
- ความปลอดภัย
- อายุการใช้งานที่นานกว่า

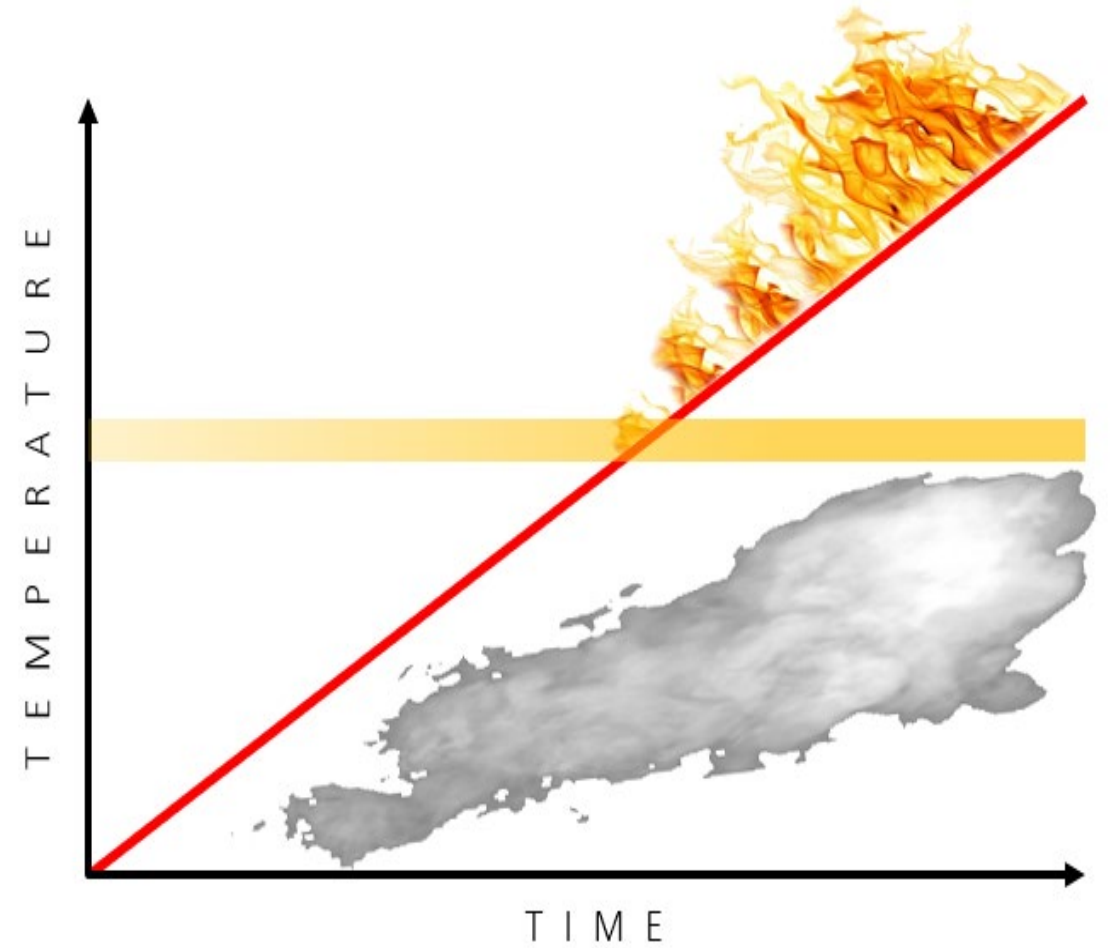
มากกว่า
แบตเตอรี่ที่มี
SOC สูง

Vent gas & ignition temperature

Value	Autoignition Temperature (°C)
CO ₂	-
CO	609
NO ₂	-
H ₂	536
CH ₄ (Methane)	580
C ₂ H ₆ (Ethane)	515
C ₂ H ₄ (Ehylene)	450
C ₃ H ₈ (Propane)	455
HCL	-
HF	-

Explosion limits

Compound	Explosive Limit LEL - UEL
Hydrogen	4% - 74%
CO	12% - 75%
Methane	4.4% - 16%



Extinguishing Fire from battery & New chemicals (AVD)

Main breaker

ตัดไฟ

Junction box

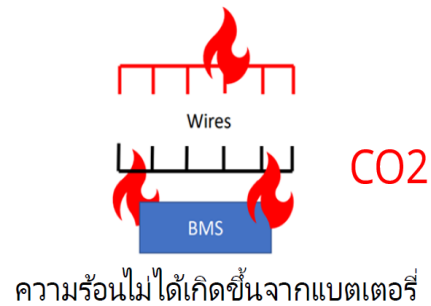
ตัดสายไฟ (กั้นการลุกลามของเปลวไฟที่ฉนวน)

Ceramic cloth

คลุม ขณะเกิดเห็นควันที่รั่วออกจากแบตเตอรี่
(ควบคุมการลามของไฟ)

Water (+CO2)

ลดอุณหภูมิ เจือจางสารเคมี
(ลดความรุนแรงตอนคายพลังงาน(ระเบิด))



What is AVD and how is it effective?



AQUEOUS VERMICULITE DISPERSION

AVD is a pioneering fire extinguishing agent that is specifically designed to tackle the particular threat posed by Lithium battery fires. It is the only agent that cools, extinguishes & contains Lithium battery fires

- **AVD** is a stable suspension of approx. 17% Vermiculite / 83% water
- **AVD** is water based, it extinguishes the fire and cools the cells
- **AVD** is nearly twice as effective as water on a class A fires
- **AVD** can be applied as a fire break to prevent the propagation of fire
- **AVD** creates a non-flammable oxygen barrier to prevent re-ignition
- **AVD** reduces thermal propagation
- **AVD** is environmentally friendly, non-toxic & Reach compliant

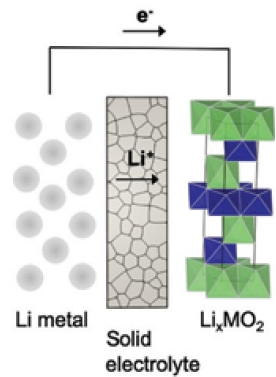
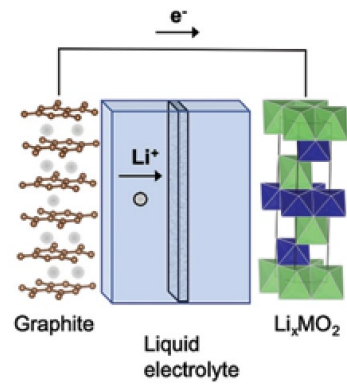


www.avdfire.com

Recent battery technology

- Li-ion vs. Na-ion vs. Solid stage
- Future perspective on solid stage battery

Comparison of battery technologies for EVs



Parameter	Li-ion (NMC)	Li-ion (LFP)	Na-ion	Solid-State
Materials	Nickel, Manganese, Cobalt	Lithium, Iron, Phosphate	Sodium, Manganese, Cobalt	Lithium metal or other solid electrolytes
Process	Well-established; complex	Well-established; less complex	Similar to Li-ion, but uses Na	Complex and evolving; requires special solid electrolytes
Energy Density	High (~250-300 Wh/kg)	Moderate (~150-200 Wh/kg)	Moderate (~120-160 Wh/kg)	Potentially very high (~350-500 Wh/kg)
Power Density	High	Moderate	Moderate	High, depending on materials
Lifetime	Moderate to high	High	High, but less commercial data	High due to less reactivity
Cost	High (expensive metals)	Lower (abundant materials)	Potentially lower than Li-ion	Currently very high, but decreasing with R&D
Safety	Moderate risk of thermal runaway	Very safe	Relatively safe	Very safe due to solid electrolyte
Future Perspectives	Well-established, mature, facing resource issues	Growing interest, especially for EVs	Emerging for stationary storage	High potential in EVs and portable electronics, but challenges in scaling

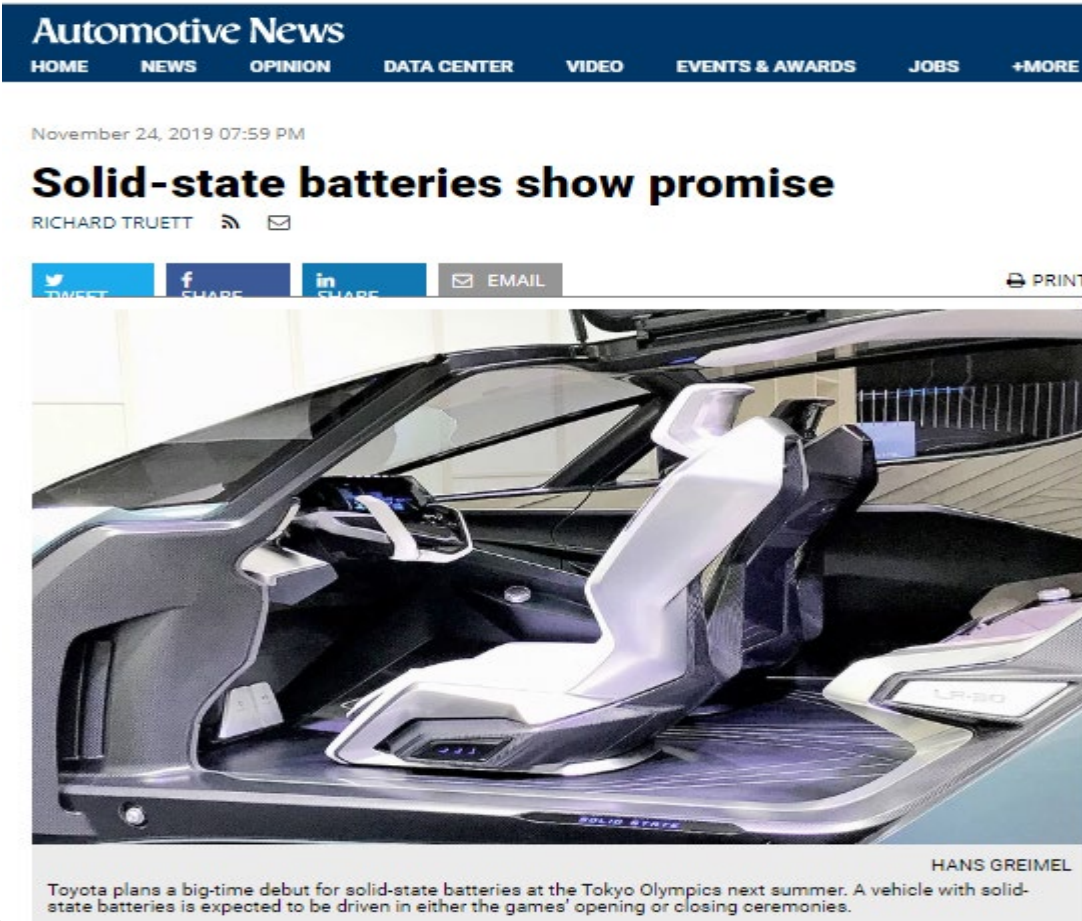
Comparison of the most popular Li-ion technologies

in terms of
Cell voltage and Energy density (2020)

Cell type		Voltage [V]	Gravimetric energy density [Wh kg ⁻¹]	Volumetric energy density [Wh L ⁻¹]
Lithium-ion				
LFP	LiFePO ₄ /graphite	3.3	80–150	120–300
LCO	LiCoO ₂ /graphite	3.7	160–210	340–580
NCA	LiNi _{0.8} Co _{0.15} Al _{0.05} O ₂ /graphite	3.7	150–300	680–760
LMO	LiMn ₂ O ₄ /graphite	3.8	100–130	220–400
NMC	LiNi _{1/3} Mn _{1/3} Co _{1/3} O ₂ /graphite	3.7	150–220	580–750
Sodium-ion				
	Na _x V ₂ (PO ₄)F _y /hard carbon	3.4	≈100	≈175
	Na _x TMO ₂ /hard carbon	3.0	≈115	≈250

Same energy density

“Year of 2019”



swoopy Lexus LF-30 Electrified concept car

<https://www.autonews.com/shift/solid-state-batteries-show-promise>

The future electric car battery

- Have immense power and density
- Be capable of ultrafast recharging
- Dramatically reduce the danger of fires
- Last the life of the vehicle
- Cost far less than lithium ion does today
- Affordably scale up to high-volume production

Shigeki Terashi,
chief technology officer TOYOTA

“Expects solid-state batteries to begin mass production around 2025”

Joe LoGrasso,
director at the United States Advanced Battery Consortium

"Certainly, the game has changed now, The Koreans and Japanese have a lot of development that looks promising. It's now a global race to get to the best solution."

Toyota's 745-Mile Solid-State Battery: a Game-Changer for the Auto Industry

"Year of 2024"

Story by Martha A. Lavallie
5 Nov 2024



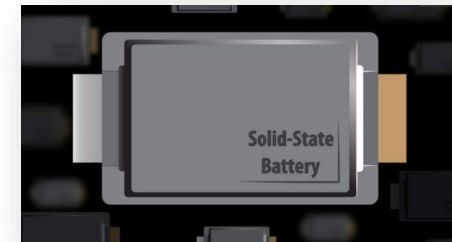
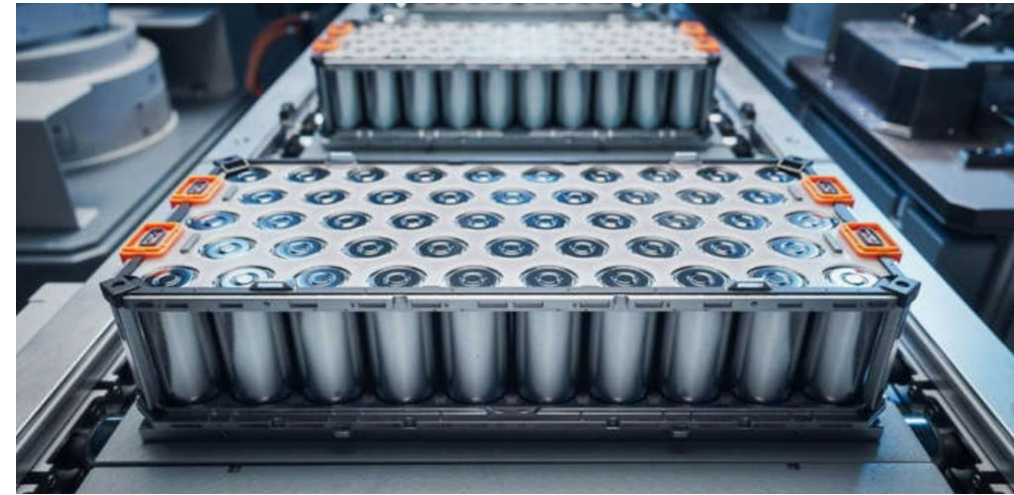
Manufacturing Challenges

Despite the immense promise of solid-state batteries, Toyota has faced manufacturing challenges during development. One of the main hurdles has been ensuring the stability and reliability of the solid electrolyte, which is crucial for the battery's performance and safety.

Overcoming these manufacturing challenges will require continued research and development and collaboration with industry partners and suppliers.

Toyota's experience and expertise in manufacturing will be invaluable in addressing these challenges and bringing solid-state batteries to market.

<https://www.msn.com/en-us/autos/news/toyota-s-745-mile-solid-state-battery-a-game-changer-for-the-auto-industry/ss-AA1tuHcx?ocid=msedgdp&pc=U531&cvid=45e9e6f49eaa49fda6c88fa84148f89a&ei=16#image=6>





“

ขอบคุณครับ

”

ประวัติผู้บรรยาย:



วิศวกรไฟฟ้า 10
ฝ่ายธุรกิจบริการและคุณภาพไฟฟ้า
วัน เดือน ปีเกิด: 3 พ.ค. 2526
อายุ: 41 ปี



การศึกษา

- 2544-2548 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
- 2548-2552 ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา ไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ



ประวัติการทำงาน

- 2557-2561 วิศวกรไฟฟ้า 8
กองธุรกิจต่างประเทศ ฝ่ายธุรกิจบริการและคุณภาพไฟฟ้า
- 2561-2564 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกอง
กองธุรกิจต่างประเทศ ฝ่ายธุรกิจบริการและคุณภาพไฟฟ้า
- ปัจจุบัน วิศวกรไฟฟ้า 10



ประวัติการอบรม

- 2560 JICA-TICA Scholarship “TCTP – Power Distribution system Engineering, Management, Technology
- 2561 RENAC renewables academy “Participated Online Training - Green Energy Finance Specialist programme and Certified Flexible Power System Specialist (CFPSS)”
- 2562 JICA Scholarship – Smart grid technology at Japan ILC, สถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ RE technology and financial modelling, Germany Microgrid Certification Training, Microgrid Certificate Tonex, Plano, Texas, USA
- 2564 หลักสูตรด้านวิทยาการพลังงานสำหรับนักบริหารรุ่นใหม่ (วพม.8), สถาบันวิทยาการพลังงาน



ประสบการณ์การทำงาน

- 2562 คณะผู้จัดทำตำรา หลักสูตรหลักสูตรด้านสายอากาศ วิทยาการหลักสูตรปฏิบัติงานการแก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง วิทยาการที่ปรึกษาหลักสูตร RE Technology and Financial Modelling (โครงการ Key Change) คณะทำงาน Smart Meter Application เลขานุ คณะทำงานโครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้า เมียนมา คณะฝึกอบรม ฝธค. คณะทำงาน คุณภาพไฟฟ้า
- 2563
- 2564
- 2565 – ปัจจุบัน คณะทำงานบริหารจัดการ MEA EV Application เลขานุ คณะทำงานด้านยานยนต์ไฟฟ้า กฟน. สมาชิกสามัญ (สำรอง) สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (EVAT)