Energy transition และ Net Zero 2050 | PART II

โดย นิพัฒน์ ตันติศิลปานนท์

จากบทความที่แล้วที่ผู้เขียนได้บอกถึงแนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานที่สำคัญ 3 ประการ (1) การขยายกำลังการติดตั้งพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy expansion) (2) การใช้ไฮโดรเจนในฐานะพลังงานสะอาด (Hydrogen as a clean energy carrier) และ (3) การใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคขนส่ง (Electronification of transportation) ที่จะช่วยผลักดันให้โลกก้าวไปสู่ Net Zero 2050 และในบทความนี้จะขอกล่าวถึงอีกแนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานที่สำคัญ 3 ประการที่เหลือ ได้แก่

4. นวัตกรรมการกักเก็บพลังงาน (Energy storage innovation)

ระบบการกักเก็บพลังงาน หรือ Energy Storage System (ESS) คือ ระบบ อุปกรณ์ วิธีการ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าเอาไว้ใช้เมื่อต้องการ ซึ่งแนวคิดของระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้านี้เกิดขึ้นจากการขาดความสมดุลระหว่างการผลิต (Supply) และความต้องการ (Demand) โดยหลักการการทำงานของระบบกักเก็บพลังงาน คือ การกักเก็บพลังงานในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อนำไปตอบสนองความต้องการพลังงานในอีกช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งหนึ่งในคุณสมบัติของระบบกักเก็บพลังงาน ก็คือความสามารถในการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปพลังงานอื่นๆ

ระบบกักเก็บพลังงานหลักๆ ที่มีใช้ในโลก เช่น

- **โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ (Pumped Storage Hydro Plant)** เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีเครื่องสูบน้ำ มีหลักการทำงานคือ การนำกระแสไฟฟ้าจากระบบการผลิตในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อยมาใช้สูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่มีอยู่เดิมขึ้นไปพักไว้ในอ่างพักน้ำตอนบนที่สร้างขึ้นใหม่ แล้วปล่อยน้ำลงมาผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงในแต่ละวัน ซึ่งระบบกักเก็บพลังงานแบบนี้ เป็นระบบที่มีมานานแล้ว และมีต้นทุนไฟฟ้าต่อหน่วยต่ำ แต่ก็มีข้อจำกัดสำคัญด้านภูมิประเทศที่อาจจะไม่เหมาะสมกับทุกประเทศ / ทุกภูมิภาค
- **ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (Battery Energy Storage System หรือ BESS)** เป็นระบบกักเก็บพลังงานที่ใช้แบตเตอรี่เป็นองค์ประกอบหลัก โดยแบตเตอรี่จะทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานส่วนเกินจากระบบส่งด้วยการกักเก็บประจุไว้ในแบตเตอรี่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ เพื่อนำมาจ่ายไฟในช่วงเวลาที่ต้องการ เช่น การผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ (Solar cell) ที่ผลิตได้เยอะมากในเวลากลางวัน และมีอาจจะมากกว่าปริมาณความต้องการ (Excess supply) แต่ไม่สามารถผลิตได้ในเวลากลางคืน เป็นต้น โดยข้อจำกัดเรื่องขนาดของแบตเตอรี่จะเป็นความท้าทายหลัก เนื่องจากขนาดแบตเตอรี่จะต้องใหญ่พอและมีจำนวนมากพอที่จะจ่ายไฟให้พอกับความต้องการของเมือง หรือที่เรียกว่า Grid-scale battery การพัฒนาด้านเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ ทั้งด้านความหนาแน่น (Density) จะส่งผลให้ความสามารถการกักเก็บพลังงานต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยลง และปัจจัยด้านราคา จะส่งผลโดยตรงทำให้ต้นทุนในการกักเก็บพลังงานลดลง ทั้งสองปัจจัยนี้เป็นปัจจัยสนับสนุนสำคัญที่จะให้เกิดการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ในวงกว้าง

โดยระบบการกักเก็บพลังงานนั้นจะเป็นองค์ประกอบสนับสนุนสำคัญให้การเปลี่ยนผ่านไปยังพลังงานหมุนเวียนเกิดขึ้นได้อย่างกว้างขวางและลดการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานฟอสซิลได้ เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนนั้นมีลักษณะที่ “ไม่คงที่ / ไม่แน่นอน” (Intermittent) กล่าวคือ พลังงานหมุนเวียนจะผลิตไฟฟ้าได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น เช่น โซลาร์เซลล์ (Solar cell) จะผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงแดด พลังงานลม (Wind energy) ก็จะผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีลมที่ความเร็วตามที่กำหนด เป็นต้น ซึ่งตราบใดที่เรายังไม่สามารถกักเก็บพลังงานเพื่อใช้ในเวลาที่มีความต้องการได้ตลอดเวลา เราก็ยังต้องพึ่งพาไฟฟ้าที่ผลิตจากรูปแบบอื่นๆ เพื่อเป็น “โรงไฟฟ้าฐาน” หรือ Baseload power plant ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) หรือโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

5. ความพยายามในการลดระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Decarbonization efforts)

สืบเนื่องมาจากความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) และความตกลงปารีส (Paris Agreement) ได้ถูกกำหนดและถ่ายทอดเป็นนโยบายระดับโลก ผ่านกลไก หรือ Mechanism ที่สำคัญหลักๆ เช่น

- **UN SDG (United Nation Sustainable Development Goals) :** เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นชุดเป้าหมายการพัฒนาระดับโลกภายหลังปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) ที่ได้รับการรับรองจาก 193 ประเทศสมาชิกภาคีขององค์กรสหประชาชาติ เมื่อวันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2558 แบ่งเป้าหมายออกเป็น 17 ข้อ ครอบคลุม 5 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วย มิติด้านสังคม (People) มิติด้านเศรษฐกิจ (Prosperity) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Planet) มิติด้านสันติภาพและสถาบัน (Peace) และมิติด้านหุ้นส่วนการพัฒนา (Partnership) โดยเป้าหมายที่ 13 นั้นเชื่อมโยงกับปัญหาสภาวะโลกร้อนโดยตรง ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวเรียกร้องให้ประเทศสมาชิกภาคีลงมือต่อสู้กับสภาวะโลกร้อน ผ่านการลงนามในความตกลงปารีสและนำไปปรับใช้ ทั้งนี้จากสถานะในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) ที่ผ่านมาความคืบหน้าของการดำเนินไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนยังล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น และประเทศสมาชิกส่วนใหญ่ไม่น่าจะบรรลุเป้าหมายได้ทันภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ซึ่งจากการประมาณการเบื้องต้นพบว่า กว่า 140 เป้าหมาย มีเป้าหมายเพียง 12% ที่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ เป้าหมายเกินกว่า 50% ล่าช้ากว่ากำหนดการที่วางไว้ และเป้าหมายเกือบ 30% ที่เหลือไม่มีความก้าวหน้าเลยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)
- **ตลาดคาร์บอน หรือ Carbon market :** จากพิธีสารเกียวโตและความตกลงปารีสนั้น ได้เปลี่ยนให้ “การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” นั้นกลายมาเป็น “สินค้าที่ซื้อขายกันได้ (Commodity)” ผ่านการ “สร้างมูลค่า” ให้กับ “การลดการปลดปล่อย” โดยกำหนดให้ผู้ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าที่กำหนด สามารถนำ “ส่วนต่าง” ไปขายให้กับผู้ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าที่กำหนดได้ มิเช่นนั้น จะต้องจ่ายค่าปรับสำหรับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินเป็นมูลค่าสูง ทั้งนี้ ก๊าซที่ถูกนำมานับรวมในการ “ปลดปล่อย” และวิธีการกำหนดเพดานการปล่อยก๊าซ จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศ ซึ่งในปลายปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) มีตลาดคาร์บอนภาค

บังคับ (Emission Trading System หรือ ETS) ทั้งหมด 36 ตลาด[1] ครอบคลุมปริมาณก๊าซเรือนกระจกกว่า 9.9 $GtCO_2e$ ทั้งนี้ ตลาดคาร์บอนยังมีข้อจำกัดที่สำคัญอยู่ คือการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้นทำได้เฉพาะในตลาดของประเทศนั้นๆ ยังไม่สามารถทำการซื้อขายข้ามพรมแดน หรือ Cross-border trade ได้

กลไกดังกล่าวเป็นความพยาพยามในด้านการ “ลด” การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งอาจจะยังไม่เพียงพอ อีกทั้งต่อให้ลดการปล่อยยังไง ก็ยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศอยู่ จึงมีความพยายามในการพัฒนาเทคโนโลยีในการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาโดยตรง จึงเป็นที่มาของเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage technology หรือ CCS technology) ซึ่งเป็นกระบวนการในการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งกำเนิดภาคอุตสาหกรรมและภาคพลังงาน และนำมากักเก็บไว้ในชั้นหินได้ใต้ดินอย่างถาวร โดยไม่ปล่อยกลับเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ ถึงแม้เทคโนโลยีนี้จะมีข้อดีว่าสามารถดักจับคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงที่จุดกำเนิด แต่ข้อเสียที่สำคัญคือ ยังเป็นเทคโนโลยีที่ต้องใช้เงินลงทุนและต้นทุนการดำเนินการที่สูง และยังมีความไม่แน่นอนเรื่องผลกระทบในระยะยาว

6. การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้และโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าอัจฉริยะ (Digitalization and smart grids)

สำหรับโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าในปัจจุบันนั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับลักษณะเฉพาะของพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมีลักษณะการผลิตไฟฟ้าที่ “ไม่คงที่ / ไม่แน่นอน” (Intermittent) อย่างที่กล่าวไปข้างต้น และส่งผลให้สายไฟของระบบส่งไฟฟ้าต้องรับภาระหรือ Load ที่ไม่คงที่ตลอดเวลา รวมถึงการมาของรถยนต์ไฟฟ้า สถานีชาร์จไฟมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง แต่ก็ไม่ตลอดเวลา ทำให้ระบบส่งไฟฟ้าต้องรับ Load ที่ไม่คงที่เช่นกัน และความต้องการการใช้ไฟฟ้าอาจจะไม่สมดุลกันกับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตและป้อนเข้าสู่โครงข่ายระบบส่งไฟฟ้า ทั้งหมดนี้นำไปสู่การนำเทคโนโลยีดิจิตัลและโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าอัจฉริยะเข้ามาใช้ ซึ่งจะสามารถทำให้เราใช้โครงข่ายเดิมได้เต็มประสิทธิภาพกขึ้น ยืดอายุการใช้งานของโครงข่าย รวมไปถึงผู้ให้บริการสามารถตรวจสอบเฝ้าดูความต้องการการใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ได้แบบ Real time

ตัวอย่างประโยชน์ของการใช้ระบบโครงข่ายส่งไฟฟ้าอัจฉริยะ เช่น ระบบอาจจะจัดให้สถานีชาร์จไฟฟ้า ทำการชาร์จไฟฟ้าให้กับรถยนต์ไฟฟ้าในช่วงกลางคืนที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อย (Off-peak) เพื่อลดภาระ Load ของระบบส่งในช่วงกลางวัน หรือการลดกำลังการผลิตจากโรงไฟฟ้าฐานในช่วงที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเนื่องจากผู้ให้บริการจะรับรู้ระดับความต้องการของไฟฟ้าทั้งหมด ทำให้ไม่จำเป็นต้องผลิตไฟฟ้าเพื่อส่งเข้าระบบมากเกินความจำเป็นและเสียพลังงานไปเปล่าๆ (Loss) เป็นต้น

[1] ข้อมูลจาก International Carbon Action Partnership (ICAP) – Status report 2024

จากหลากหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นการขยายตัวของประชากร การขยายตัวของเขตเมือง รวมไปถึงแนวโน้มเรื่องการเปลี่ยนถ่ายด้านพลังงานจากพลังงานฟอสซิลไปเป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) และการเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้า (Electrification) ในหลากหลายภาคส่วนไม่ว่าจะเป็น

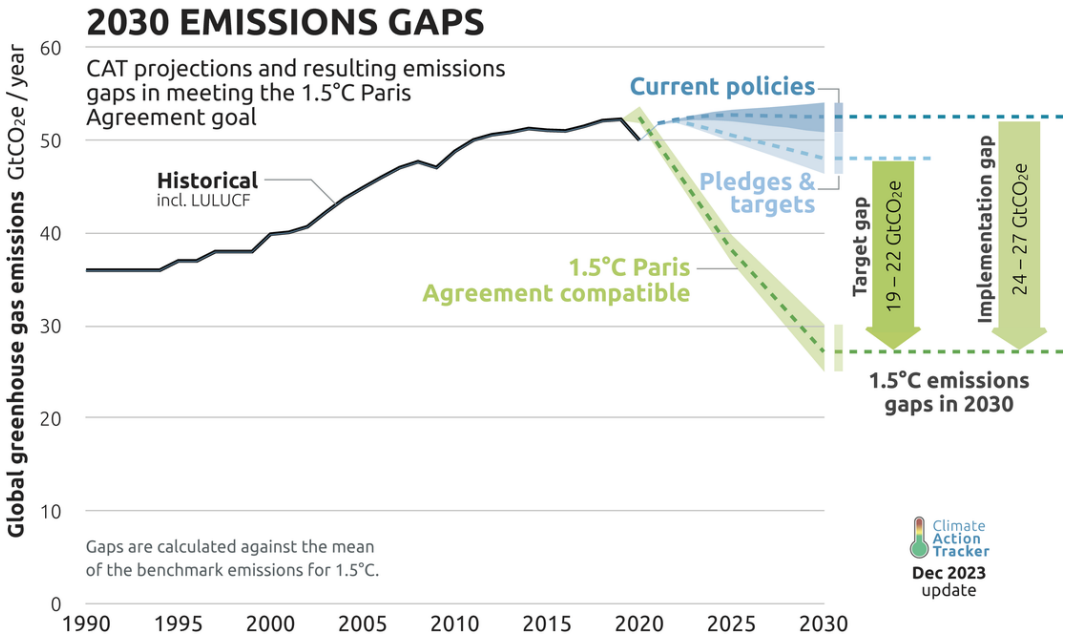
- บ้านเรือน เช่น การเปลี่ยนจากเครื่องทำความร้อนที่ใช้ก๊าซธรรมชาติไปใช้เครื่องทำความร้อนที่ใช้ไฟฟ้า เตาทำอาหารที่ใช้ก๊าซไปเป็นเตาไฟฟ้า เครื่องทำน้ำร้อนที่ใช้ก๊าซไปเป็นเครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้า เป็นต้น
- ภาคอุตสาหกรรม : พลังงานส่วนใหญ่ในภาคอุตสาหกรรมจะใช้ไปกับการสร้างความร้อนในรูปแบบต่างๆ ซึ่งกว่า 50% สามารถทดแทนด้วยไฟฟ้าได้แล้ว[2] เช่น การเปลี่ยนจากเตาหลอม Blast furnace ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติไปเป็นเตาหลอมไฟฟ้า Electric arc furnace เป็นต้น
- ภาคขนส่ง เช่น การเปลี่ยนจากรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปไปใช้รถยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

ทุกปัจจัยนำไปสู่ขยายโครงสร้างพื้นฐานด้านโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้า หรือ Grid and transmission ทั้งเพื่อรองรับความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น และเชื่อมต่อโครงการพลังงานหมุนเวียนต่างๆ เข้าสู่ระบบ ซึ่งยังต้องการเงินลงทุนในส่วนนี้อีกอย่างน้อย 13.3 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อขยายโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าให้เติบโตทันกับความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงซ่อมแซมโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้าเดิมที่มีอายุมากแล้ว

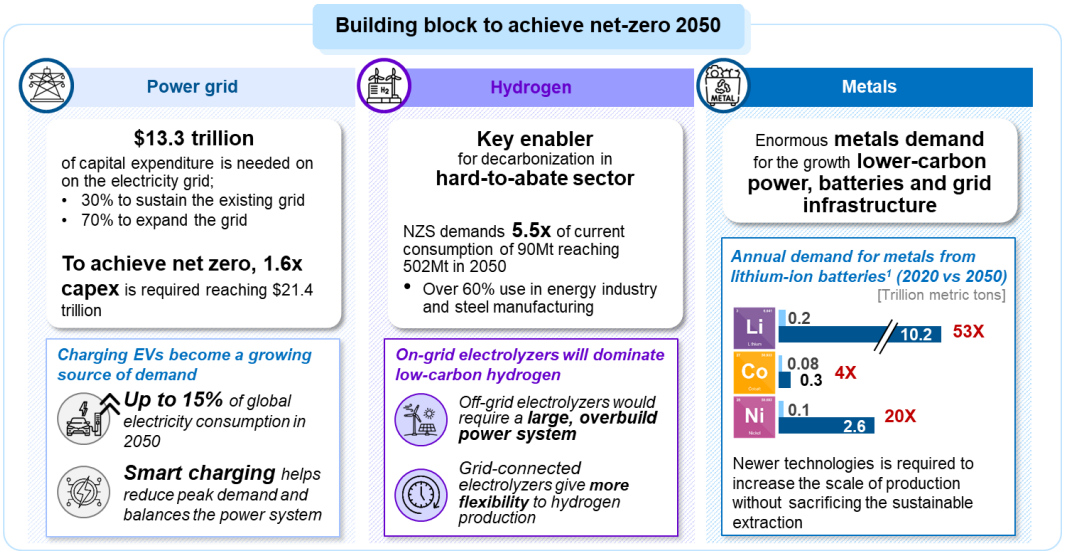
[2] ข้อมูลจาก McKinsey & Company

<u>การบรรลุเป้าหมาย Net zero ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)</u>

ผู้เขียนเองมักได้รับคำถามบ่อยครั้งว่า “Net zero 2050 นั้นจะเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่” ซึ่งจากความเห็นส่วนตัวของผู้เขียน และด้วยทิศทางแนวโน้มในปัจจุบัน หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงนโยบายและการผลักดันที่จริงจังจากทุกภาคส่วน การบรรลุเป้า Net zero 2050 น่าจะเป็นไปได้ยาก



จากข้อมูลและแผนภาพของ Climate Action Tracker ณ ปลายปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ. 2023) ยังมีช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ตามการคาดการณ์ของแต่ละประเทศ (NDCs) ที่ส่งให้กับ UNFCCC และระหว่างระดับการดำเนินการและนโยบายของรัฐภาคในปัจจุบัน กับระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (โดยเส้นสีเขียวคือระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับขีดจำกัดเรื่องอุณหภูมิระดับ 1.5°C ตามข้อตกลงปารีสอยู่)



โดยเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ (Building block) ในการไปให้ถึง Net Zero 2050 ที่เป็นความท้าทายนั้น ผู้เขียนพิจารณาถึง 3 ปัจจัยหลักๆ ดังนี้

1. **ระบบโครงข่ายระบบส่งไฟฟ้า (Power grid) :** จากที่กล่าวไว้ข้างต้น ปัจจัยนี้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการลงทุนอีกมหาศาล เพื่อที่จะสามารถรองรับกับความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้ โดยมีการคาดการณ์ว่าต้องการเงินลงทุนอย่างน้อยอีก 13.3 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งจำนวนเงินดังกล่าว 30% จะใช้สำหรับการซ่อมแซมบำรุงรักษาระบบโครงข่ายเดิมที่มีอยู่ และอีก 70% ที่เหลือใช้สำหรับการขยายโครงข่าย ทั้งนี้ เพื่อบรรลุเป้าหมาย Net Zero แล้วนั้น จะต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มขึ้นอีก 1.6 เท่าจากตัวเลขที่กล่าวมา หรือเท่ากับ 21.2 ล้านล้านเหรียญสหรัฐเลยทีเดียว
2. **ไฮโดรเจน (Hydrogen) :** ไฮโดรเจนถูกมองว่าเป็นพลังงานหลักที่จะเข้ามาทำหน้าที่ “ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” ใน “ภาคส่วนที่ยากที่จะลด (Hard-to-abate sector)” อย่างที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ โดยหากจะต้องการให้บรรลุเป้าหมาย Net Zero 2050 กำลังการผลิตไฮโดนเจนจะต้องเพิ่มขึ้นเป็น 502 ล้านตัน เพิ่มขึ้นกว่า 5.5 เท่าจากกำลังการผลิตในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ที่ 90 ล้านตัน[3,4] และไฮโดรเจนทั้งหมดนี้จะต้องเป็นไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำ (Low-carbon hydrogen)[5] นั้นแปลว่า ไฮโดรเจนที่พูดถึงทั้งหมดนี้ จะต้องเป็น “ไฮโดรเจนสีเขียว (Green hydrogen)” และ “ไฮโดรเจนสีน้ำเงิน (Blue hydrogen)” เท่านั้น
3. **แร่ (Metal) :** แร่ในที่นี้ไม่ได้ถึงเหล็กเท่านั้น แต่จะหมายถึงแร่ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตในหลากหลายอุตสาหกรรม เป็นองค์ประกอบสำคัญในเทคโนโลยีสมัยใหม่และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ รอบตัวเรา โดยตัวอย่างแร่ที่สำคัญๆ เช่น
    - แร่ลิเธียม (Lithium)

      เป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตแบตเตอรี่ในตระกูล Lithium-ion ไม่ว่าจะเป็นแบบ LFP (Lithium iron Phosphate) หรือ NMC (Lithium Nickel Manganese Cobalt oxides) ซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้ได้กลายมาเป็นส่วนประกอบสำคัญในรถยนต์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบไร้สายแทบทุกชนิดในปัจจุบัน

      มีการประมาณความต้องการแร่ลิเธียมในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) จะเพิ่มเป็น 10.2 ล้านล้านตัน เพิ่มขึ้นกว่า 53 เท่าจากปริมาณความต้องการในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ที่ 0.2 ล้านล้านตัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้า ระบบกักเก็บพลังงานระดับ Grid-scale ที่ใช้แบตเตอรี่ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ
    - แร่โคบอลต์ (Cobalt)

      เป็นอีกหนึ่งแร่ที่เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในการผลิตแบตเตอรี่ในตระกูล Lithium แบบ NMC ซึ่งมีคุณสมบัติในด้านความหนาแน่นของพลังงานที่สูงกว่าแบตเตอรี่ Lithium ในรูปแบบอื่น

      นอกเหนือจากแบตเตอรี่ แร่โคบอลต์ยังใช้ในการผลิตอัลลอยด์ประสิทธิภาพสูงสำหรับเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet engine) กังหันก๊าซ (Gas turbine) เนื่องจากคุณสมบัติของตัวโคบอลต์ที่ทนความร้อนได้สูง

---

[3] ข้อมูลจาก Internation Energy Agency

[4] ในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) กำลังการผลิตไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 95 ล้านตัน

[5] หมายถึง ไฮโดนเจนที่กระบวนการผลิตปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่น้อยมาก หรือไม่ปล่อยเลย

มีการประมาณความต้องการแร่โคบอลต์ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) จะเพิ่มเป็น 0.3 ล้านล้านตัน เพิ่มขึ้นกว่า 4 เท่าจะปริมาณความต้องการในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ที่ 0.08 ล้านล้านตัน โดยการเติบโตของความต้องการจะมาจากความต้องการใช้ในการผลิตแบตเตอรี่เป็นหลัก

- แร่นิกเกิล (Nickel)

เป็นแร่ที่เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในการผลิตแบตเตอรี่ในตระกูล Lithium แบบ NMC เช่นเดียวกันกับแร่โคบอลต์ เนื่องจากคุณสมบัติของตัวแร่ที่มีค่าความจุพลังงานจำเพาะ (Specific energy) ที่สูง ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการกักเก็บไฟฟ้าของแบตเตอรี่

นอกจากนี้ แร่นิกเกิลยังเป็นแร่ที่มีการใช้งานที่หลากหลาย ด้วยคุณสมบัติที่ทนทานต่อการกัดกร่อน และต้านทานการเกิดออกซิเดชั่น (Resistance to oxidation) จึงมีการนำไปใช้ในการผลิตสเตนเลส สตีล (เหล็กกล้าไร้สนิม หรือ Stainless steel) และ Superalloys ที่สามารถทนความร้อนสูงได้ รวมไปถึงใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ด้วย

มีการประมาณความต้องการแร่นิกเกิลในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) จะเพิ่มเป็น 2.6 ล้านล้านตัน เพิ่มขึ้นกว่า 20 เท่าจะปริมาณความต้องการในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ที่ 0.1 ล้านล้านตัน โดยการเติบโตของความต้องการจะมาจากความต้องการสเตนเลส สตีล แบตเตอรี่อากาศยานและอิเล็กทรอนิกส์

จากทิศทางแนวโน้มของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ช่องว่างระหว่างระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบันและเป้าหมายที่วางไว้ รวมไปถึงปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่เป็นความท้าทายในการไปให้ถึง Net Zero 2050 จึงเป็นที่มาของความเชื่อของตัวผู้เขียนว่า การจะบรรลุเป้าหมาย Net Zero 2050 นั้นยังเป็นไปได้ยาก หากปราศจากความมุ่งมั่นและการผลักดันจากทุกประเทศโดยพร้อมเพียงกัน รวมไปถึงการสนับสนุนด้านการเงินแก่กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาผ่านการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate finance)[6] ซึ่งประเทศภาคีที่มีรายได้มากได้ให้คำมั่นสัญญาที่จะสนับสนุน แต่ได้มีการก็เลื่อนกำหนดเวลามาโดยตลอด

[6] ประเทศที่พัฒนาแล้วให้คำมั่นสัญญาว่าจะสนับสนุนเงินจำนวน 100,000 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี จนถึงปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตามการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (NDC 2030) ให้บรรลุเป้าหมายตามที่แต่ละประเทศภาคีได้ให้คำมั่นไว้