จ. 20 ธ.ค. 2564

จดหมายแจ้งผู้อ่าน

เรียน ผู้อ่าน:

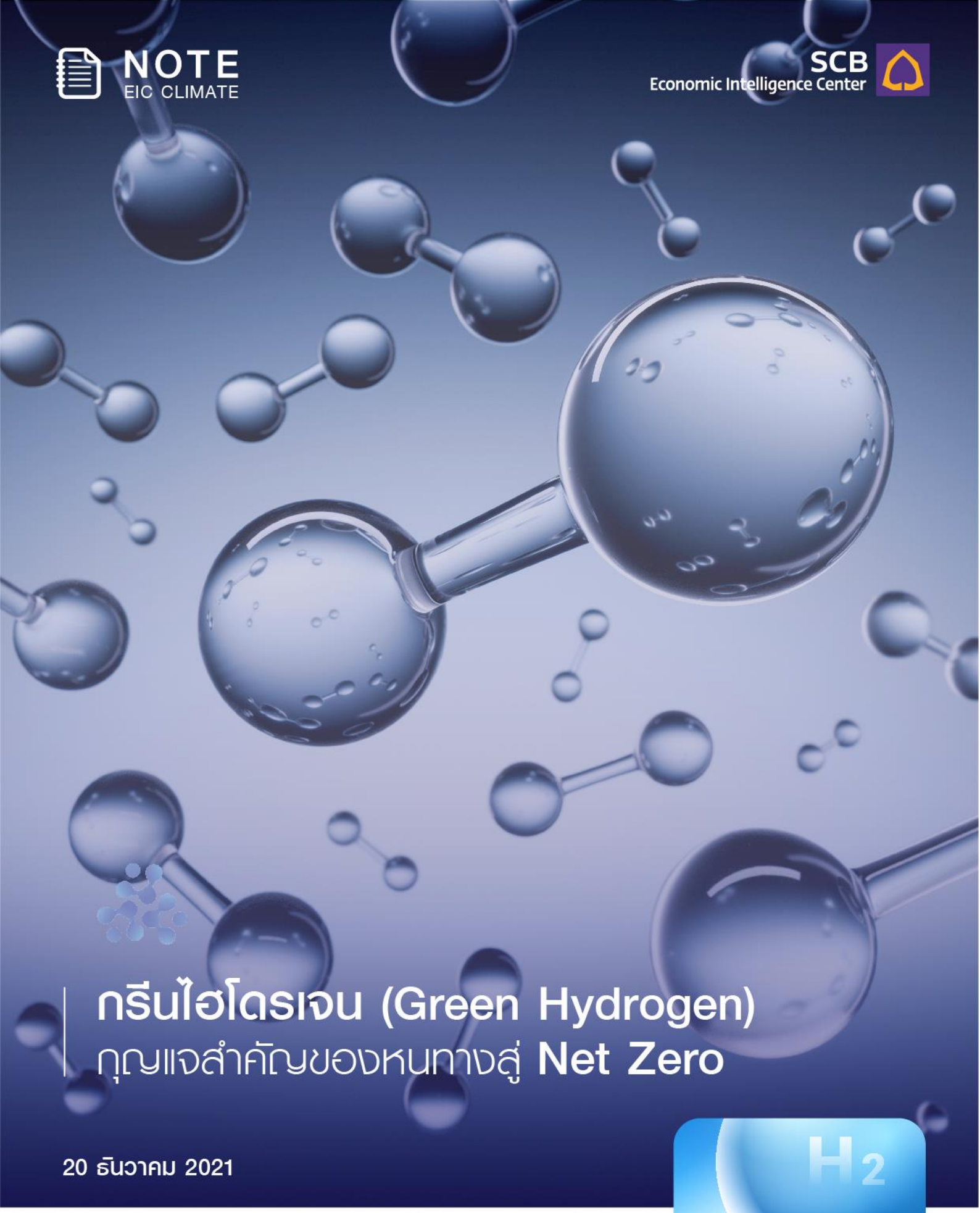
รายงานเศรษฐกิจที่ได้จัดส่งมาพร้อมกับจดหมายฉบับนี้เป็นรายงานที่จัดทำขึ้นโดยศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจของธนาคารไทยพาณิชย์ โดยบริษัทหลักทรัพย์ ไทยพาณิชย์ จำกัด (SCBS) ได้รับอนุญาตจากธนาคารไทยพาณิชย์ให้เผยแพร่รายงานฉบับนี้แก่ลูกค้าของบริษัท ทั้งนี้ บริษัทหลักทรัพย์ ไทยพาณิชย์ จำกัด ได้พิจารณาดูรายงานฉบับนี้แล้ว และเห็นด้วยกับเนื้อหาของรายงาน

SCBS เผยแพร่รายงานเศรษฐกิจฉบับนี้ในนามของบริษัทเพื่อเป็นการเผยแพร่ข้อมูลเป็นการทั่วไปเท่านั้น

บริษัทหลักทรัพย์ ไทยพาณิชย์ จำกัด

NOTE
EIC CLIMATE

SCB
Economic Intelligence Center



กรีนไฮโดรเจน (Green Hydrogen)
กุญแจสำคัญของหนทางสู่ Net Zero

20 ธันวาคม 2021

KEY SUMMARY

- **ไฮโดรเจนที่ผลิตโดยพลังงานสะอาด หรือ กรีนไฮโดรเจน เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการช่วยให้โลกบรรลุเป้าหมาย net zero ได้ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (hard-to-abate sectors)** ปัจจุบันไฮโดรเจนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมเหล่านี้หากอุตสาหกรรมสามารถนำไฮโดรเจนที่ผลิตโดยไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ก็จะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมลดลงอย่างมาก

- **แรงขับเคลื่อนที่สำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีไฮโดรเจนคือ การลงทุนของประเทศต่าง ๆ** ปัจจุบันมีโครงการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้ไฮโดรเจนมากกว่า 200 โครงการที่ประกาศแล้วทั่วโลก โดยยุโรปเป็นผู้นำในด้านจำนวนโครงการไฮโดรเจนที่ประกาศเปิดตัวและครอบคลุมทั้งห่วงโซ่คุณค่าของไฮโดรเจนรวมทั้งกลางน้ำและปลายน้ำ เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจไฮโดรเจนแบบบูรณาการโดยเน้นการใช้ในสหภาพยุโรปและประเทศใกล้เคียง

- **ปัจจัยส่งเสริมที่ทำให้กรีนไฮโดรเจนมีแนวโน้มแข่งขันได้ในตลาดพลังงานคือต้นทุนการผลิตที่ลดลง โดยแนวโน้มราคาพลังงานสะอาดและราคาเทคโนโลยีอิเล็กโทรไลเซอร์ บวกกับ 2 ปัจจัยด้าน capacity factor และต้นทุนทางการเงิน (cost of capital)** จะช่วยให้ราคากรีนไฮโดรเจนลดลงจากราว 2.5–5.5 ยูโรต่อกิโลกรัม เป็นราว 0.67–0.84 ยูโรต่อกิโลกรัมภายในปี 2050

- **อย่างไรก็ตามกรีนไฮโดรเจนยังคงเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญด้านต้นทุนการผลิตที่ยังสูงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บและการขนส่งและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่จะเข้ามารองรับการเติบโตของการใช้ไฮโดรเจนซึ่งรวมถึงความต้องการใช้พลังงานสะอาดที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ผลิตกรีนไฮโดรเจนด้วย**

- **ประเทศไทยควรให้ความสำคัญในแง่ของการศึกษาและพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนถึงแม้ว่าปัจจุบันการเร่งลงทุนในอุตสาหกรรมไฮโดรเจนยังไม่เหมาะสมกับบริบทและความพร้อมของประเทศ แต่เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำเพื่อสนับสนุนการจัดทำแผนEnergy Transitionให้เป็นไปอย่างบูรณาการและเพื่อถอดบทเรียนของการพัฒนาคลีนเทคในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านนโยบายด้านเทคโนโลยีเพื่อเป็นการสร้างโอกาศทางธุรกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาว**

ไฮโดรเจน (H_2) เป็นโมเลกุลที่มีน้ำหนักเบาแต่มีพลังงานสูง (energy dense) การผลิตไฮโดรเจนสามารถทำได้จาก 2 กระบวนการหลัก 1) จากการแยกน้ำ (H_2O) ด้วยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส (electrolysis) และ 2) จากการแยกมีเทน (CH_4) ด้วยกระบวนการ steam reforming

การผลิตไฮโดรเจนจากการแยกน้ำโดยใช้พลังงานสะอาด หรือกรีนไฮโดรเจน (green hydrogen) เป็นทางเลือกที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นการผลิตแหล่งพลังงานที่ไม่ได้มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบสำคัญในหลายอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (hard-to-abate sectors) เช่น อุตสาหกรรมโรงกลั่นและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมเหล็ก และการผลิตปุ๋ย เป็นต้น หากอุตสาหกรรมเหล่านี้สามารถนำไฮโดรเจนที่ผลิตโดยไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ ก็จะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมาก ดังนั้นไฮโดรเจนจึงเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการช่วยให้โลกบรรลุเป้าหมาย net zero ได้

3 แรงขับเคลื่อนหลักที่ทำให้ไฮโดรเจนได้รับความสนใจทั่วโลกในปัจจุบัน ได้แก่

- เป้าหมาย net zero และแผนพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนของประเทศต่าง ๆ
- การนำไฮโดรเจนไปปรับใช้ได้ในหลายภาคส่วน เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรม เป็นเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง และใช้กักเก็บพลังงาน เป็นต้น จึงเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (hard-to-abate sectors)
- ต้นทุนด้านพลังงานสะอาดที่ลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งจะเอื้อให้ต้นทุนไฮโดรเจนลดลงเช่นกัน

การประกาศเป้าหมายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจนเป็นศูนย์ (net zero) ของหลายประเทศและบริษัทชั้นนำทั่วโลก เป็นแรงผลักดันสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนให้ไฮโดรเจนที่ผลิตโดยกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำเป็นคลีนเทคที่ก้าวขึ้นมามีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น เนื่องจากไฮโดรเจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายภาคส่วน โดยปัจจุบันทุกภาคส่วนต้องเร่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย net zero ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้ไฮโดรเจนยังเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ

เชิงยุทธศาสตร์ที่หลายประเทศกำลังแข่งขันเพื่อชิงตำแหน่งผู้นำทางเทคโนโลยี ดังนั้น จึงเห็นว่ารัฐบาลในหลาย ๆ ประเทศเร่งให้งบประมาณสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีรวมทั้งนโยบายสนับสนุนด้านการสร้างตลาดเพื่อสนับสนุนอุปสงค์ การแข่งขันด้านเทคโนโลยีของประเทศเหล่านี้จะช่วยให้ราคาต้นทุนเทคโนโลยีด้านไฮโดรเจนมีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างรวดเร็ว ยกตัวอย่างเช่น สหภาพยุโรปที่ตั้งเป้าหมายราคาของอิเล็กโทรไลเซอร์ (electrolyzer) ให้ลดลงจากราว 900 ยูโรต่อกิโลวัตต์ ในปี 2020 เป็น 450 ยูโรต่อกิโลวัตต์ภายในปี 2030 ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยสำคัญให้ราคากรีนไฮโดรเจนลดลงด้วย โดยราคากรีนไฮโดรเจนในยุโรป ปัจจุบัน จะอยู่ที่ราว 5 ยูโรต่อกิโลกรัม แผนยุทธศาสตร์มีเป้าหมายที่จะลดราคาลงเป็น 1.1–2.4 ยูโรต่อกิโลกรัมภายในปี 2030 หรือลดลงเกินกว่าครึ่งนึงของราคาปัจจุบัน

แผนไฮโดรเจนของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันตามบริบทของอุปสงค์ อุปทาน โครงสร้างพื้นฐานและความมั่นคงทางพลังงานปัจจุบัน ปัจจุบันมีโครงการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและใช้ไฮโดรเจนมากกว่า 200 โครงการที่ประกาศแล้วทั่วโลก โดยยุโรปเป็นผู้นำในด้านจำนวนโครงการไฮโดรเจนที่ประกาศเปิดตัว และครอบคลุมทั้งห่วงโซ่คุณค่าของไฮโดรเจนรวมทั้งกลางน้ำและปลายน้ำเพื่อที่จะสนับสนุนเศรษฐกิจไฮโดรเจนแบบบูรณาการโดยเน้นการใช้ในสหภาพยุโรปและประเทศใกล้เคียง ส่วนประเทศผู้ส่งออกน้ำมันหลักอย่างซาอุดีอาระเบีย ที่ตั้งเป้าหมายจะเป็นผู้ผลิตไฮโดรเจน เป็นอันดับ 1 ของโลก ซึ่งจะผลิตไฮโดรเจนให้ได้ 4 ล้านตันต่อปี ภายในปี 2030 ในขณะที่โครงการของญี่ปุ่นและเกาหลีเน้นด้านอุปสงค์และการใช้งานมากกว่าและจะพึ่งพาอุปทานของไฮโดรเจนจากตลาดโลก เนื่องจากทั้งสองประเทศไม่มีทรัพยากรเพียงพอที่จะสามารถผลิตไฮโดรเจนเพื่อสนองความต้องการใช้ในประเทศได้ โดยญี่ปุ่นมีแผนนำเข้าไฮโดรเจนจากออสเตรเลียที่ตั้งเป้าหมายว่าจะเป็นผู้ส่งออกไฮโดรเจนรายใหญ่ของโลกเช่นเดียวกับชิลี เนื่องจากสองประเทศนี้มีทรัพยากรทางธรรมชาติและโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้อให้เป็นผู้นำด้านการส่งออกไฮโดรเจนได้ การพัฒนาทั้งในด้านเทคโนโลยีและในด้านตลาดซื้อขายนี้จะทำให้ไฮโดรเจนมีแนวโน้มที่จะเป็นสินค้าที่มีการซื้อขายทั่วโลกคล้ายกับเชื้อเพลิงฟอสซิลในปัจจุบัน

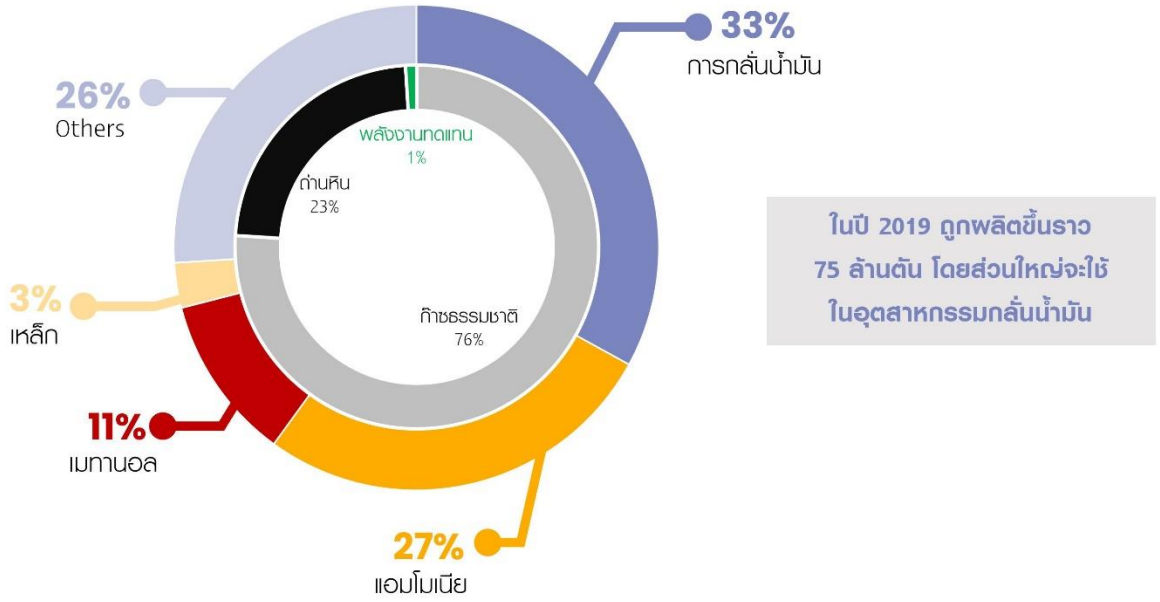
รูปที่ 1 : เส้นทางการขนส่ง Hydrogen ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ McKenzie Energy Insight และ Hydrogen council

จากแผนโครงการเทคโนโลยีไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้นและการสนับสนุนของรัฐบาลต่าง ๆ ส่งผลให้ IEA คาดการณ์ว่าการใช้ไฮโดรเจนจะเพิ่มขึ้นเจ็ดเท่าหรือ 520 ล้านตันภายในปี 2070

ปัจจุบันการใช้ไฮโดรเจนมีบทบาทหลักในการเป็นวัตถุดิบในกระบวนการกลั่นน้ำมัน, กระบวนการผลิตแอมโมเนียซึ่งเป็นวัตถุดิบของการผลิตปุ๋ยและปิโตรเคมีบางชนิด และกระบวนการผลิตเหล็ก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก โดยไฮโดรเจนที่ใช้ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรเจนที่ผลิตมาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลผ่านกระบวนการที่เรียกว่า steam reforming ซึ่งนำเอามีเทน (CH_4) จากก๊าซธรรมชาติ และไอน้ำมาทำปฏิกิริยากันที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้โมเลกุลของไฮโดรเจน (H_2) และมี by-product คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไฮโดรเจนที่ผลิตจากวิธีนี้เรียกว่าเกรย์ไฮโดรเจน (Grey Hydrogen) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ต้นทุนต่ำที่สุด มีประสิทธิภาพมากที่สุดและนิยมใช้กันมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การผลิตเกรย์ไฮโดรเจนนั้นก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและจากกระบวนการผลิต ดังนั้น ปัจจุบันจึงมีความพยายามที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตไฮโดรเจน โดยไม่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือ กักเก็บคาร์บอนที่เกิดจากกระบวนการผลิตไม่ให้ออกสู่ชั้นบรรยากาศ

รูปที่ 2 : ปัจจุบันไฮโดรเจนส่วนมากจะผลิตโดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ผลิตโดยใช้พลังงานทดแทน ซึ่งส่วนมากจะถูกนำไปใช้อุตสาหกรรมการกลั่นและเป็นวัตถุดิบสำหรับปิโตรเคมี



ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ IEA และ IRENA

การผลิตไฮโดรเจนสามารถทำได้จากหลายกระบวนการและวัตถุดิบ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกันด้วย การผลิตไฮโดรเจนสามารถจำแนกออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ตามเชื้อเพลิงที่ใช้และการปล่อยคาร์บอนจากกระบวนการผลิต โดยจะจำแนกความแตกต่างด้วยชื่อที่เป็นสี ได้แก่

- **บราวน์ไฮโดรเจน** (Brown hydrogen) ผลิตโดยใช้ถ่านหินผ่านกระบวนการ coal gasification โดยบราวน์ไฮโดรเจนส่วนใหญ่จะผลิตในประเทศจีนเนื่องจากมีทรัพยากรถ่านหินปริมาณมาก ซึ่งการผลิตไฮโดรเจนด้วยวิธีนี้ปล่อยก๊าซคาร์บอนราว 16 กิโลกรัมต่อ 1 กิโลกรัมของไฮโดรเจนที่ผลิตได้
- **เกรย์ไฮโดรเจน** เป็นไฮโดรเจนที่ได้จากกระบวนการ steam reforming โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือน้ำมัน โดยกระบวนการผลิตนี้ปล่อยก๊าซคาร์บอนราว 9 กิโลกรัมต่อ 1 กิโลกรัมของไฮโดรเจนที่ผลิตได้
- **เทอร์ควอยซ์ไฮโดรเจน** (Turquoise hydrogen) ที่ผลิตโดยกระบวนการ methane pyrolysis โดยแยกมีเทนออกเป็นคาร์บอนและไฮโดรเจน โดยคาร์บอนที่ผลิตออกมาสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้ อย่างไรก็ตาม methane pyrolysis ยังอยู่ในช่วงการพัฒนาและยังไม่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์
- **บลูไฮโดรเจน** เป็นไฮโดรเจนที่ได้จากกระบวนการเดียวกับเกรย์ไฮโดรเจนแต่เพิ่มเทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน หรือ Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการผลิตบลูไฮโดรเจนจะปล่อยก๊าซคาร์บอนราว 3-6 กิโลกรัมต่อ 1 กิโลกรัมของไฮโดรเจนที่ผลิตได้ การเติบโตของยอดการใช้งานบลูไฮโดรเจนยังคงเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากรอการพัฒนาของโรงงาน CCUS ให้มีขนาดใหญ่มากขึ้นเพื่อที่จะทำให้ต้นทุนการดักจับและกักเก็บคาร์บอนลดลง

อย่างไรก็ดี บลูไฮโดรเจน ยังมีข้อจำกัด เพราะบลูไฮโดรเจนยากที่จะทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเป็นศูนย์ได้ เนื่องจากการดักจับคาร์บอนทำได้อย่างมากราว 90% และการผลิตก๊าซธรรมชาติจะมีการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกที่เรียกว่า fugitive emissions

บลูไฮโดรเจนมีต้นทุนการผลิตที่แพงกว่าเกรย์ไฮโดรเจนจากต้นทุนในการติดตั้ง CCUS อย่างไรก็ตาม ในอนาคตต้นทุนมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเทียบกับเกรย์ไฮโดรเจนหากมีการจำกัดการปล่อยคาร์บอนและกลไกตลาดซื้อขายคาร์บอน (emission trading scheme) หรือภาษีคาร์บอน นอกจากนี้ต้นทุน CCUS ที่ลดลงก็จะช่วยให้บลูไฮโดรเจนสามารถแข่งขันกับเกรย์ไฮโดรเจนได้ในอนาคต

- **กรีนไฮโดรเจน**เป็นกระบวนการผลิตไฮโดรเจนโดยอิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis) ซึ่งคือการแยกน้ำ (H_20) ด้วยกระแสไฟฟ้าซึ่งจะได้ไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2) โดยไฟฟ้าที่ใช้ในอิเล็กโทรไลเซอร์จำเป็นต้องมาจากพลังงานสะอาด เช่น ลมและโซลาร์เท่านั้นจึงจะนับเป็นกรีนไฮโดรเจนที่ไม่มีการปล่อยคาร์บอนในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน อย่างไรก็ตาม หากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ผลิตไฮโดรเจน เป็นพลังงานที่ได้จากนิวเคลียร์ จะเรียกไฮโดรเจนที่ได้ว่า พิงค์ (Pink) หรือ โกล์ด (Gold) ไฮโดรเจน

จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาจากกระบวนการผลิตแล้ว การกรีนไฮโดรเจน และบลูไฮโดรเจน จะเป็นวิธีที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าบราวน์และเกรย์ไฮโดรเจน แต่ในขณะเดียวกัน ทั้งกรีนและบลูไฮโดรเจนต้องมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในกระบวนการผลิตและยังต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุนและขยายกำลังการผลิต

รูปที่ 3 : ไฮโดรเจนถูกแบ่งได้เป็นเฉดต่าง ๆ ตามแหล่งผลิตที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจน

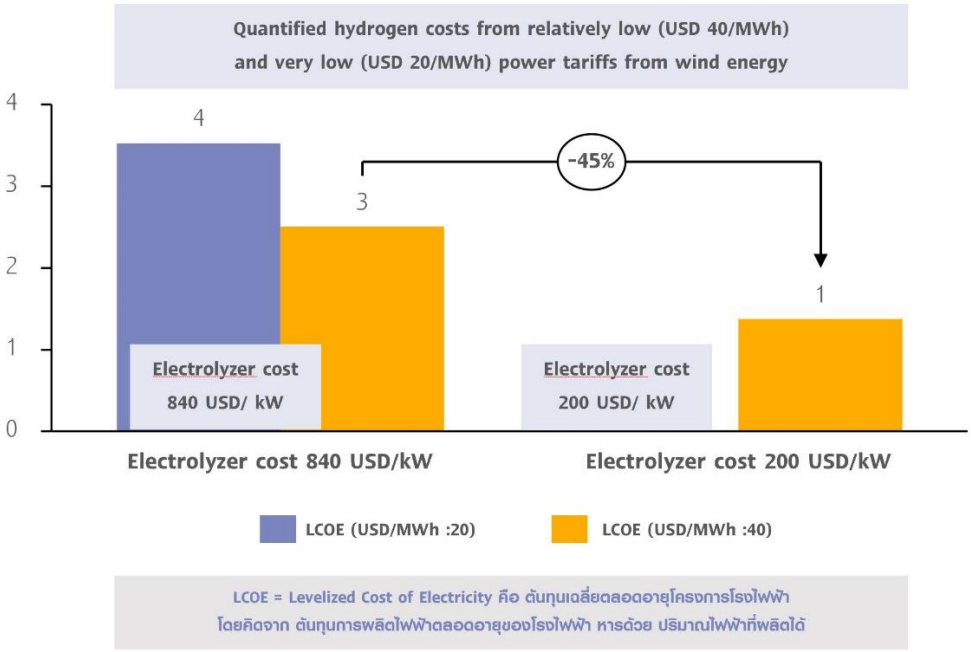
ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ Bloomberg

ต้นทุนหลักของการผลิตกรีนไฮโดรเจนขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัย ได้แก่

1. **ราคาพลังงานสะอาด** – โดยเทรนด์ราคาพลังงานสะอาดโดยเฉพาะลมและโซลาร์ยังคงลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการผลิตกรีนไฮโดรเจนลดลงโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีศักยภาพลมและแสงแดดที่สูง
2. **ราคาเทคโนโลยีอิเล็กโทรลิซิส** - ที่ลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดย learning rate ของเทคโนโลยีอยู่ที่ราว 20% กล่าวคือราคาของเทคโนโลยีจะลดลงราว 20% เมื่อมีกำลังการผลิตติดตั้งเพิ่มขึ้น 2 เท่า (doubling in capacity)
3. **capacity factor ของโรงงานอิเล็กโทรลิซิส** - ต้นทุนการผลิตกรีนไฮโดรเจนจากพลังงานสะอาดต้องการไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดเพียงพอตลอดวันเพื่อให้ capacity factor ของอิเล็กโทรไลเซอร์อยู่ในระดับสูงอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ราคาไฮโดรเจนต่อหน่วยลดลงตลอดอายุการใช้งานของอิเล็กโทรไลเซอร์
4. **ต้นทุนทางการเงิน (cost of capital)** – ต้นทุนทางการเงินของโครงการอิเล็กโทรลิซิสยังเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขันด้านราคาของกรีนไฮโดรเจนทั้งกับไฮโดรเจนที่ผลิตโดยเทคโนโลยีอื่นและกรีนไฮโดรเจนด้วยกันเอง ในกรณีที่มีตลาดซื้อขายกรีนไฮโดรเจน โดย Bloomberg NEF ประมาณการว่าแนวโน้มราคาพลังงานสะอาดและราคาเทคโนโลยีอิเล็กโทรไลเซอร์ บวกกับ 2 ปัจจัยด้าน capacity factor และต้นทุนทางการเงิน (cost of capital) จะช่วยให้ราคากรีนไฮโดรเจนลดลงจากราว 2.5–5.5 ยูโรต่อกิโลกรัม เป็นราว 0.67–0.84 ยูโรต่อกิโลกรัม ภายในปี 2050

รูปที่ 4 : ต้นทุนของ Green Hydrogen มีแนวโน้มลดลงเนื่องจาก ต้นทุนค่าไฟ และ electolyzer

หน่วย : USD/kg H_2



ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ IEA และ IRENA

ความท้าทายหลัก 3 ประการของการเติบโตด้านการใช้ไฮโดรเจน

- ต้นทุนการผลิตกรีนไฮโดรเจนที่ยังสูงกว่าเกรย์ไฮโดรเจน
- การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บและการขนส่ง
- การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่จะเข้ามารองรับการเติบโตของการใช้ไฮโดรเจนซึ่งรวมถึงความต้องการใช้พลังงานสะอาดที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ผลิตกรีนไฮโดรเจนด้วย

แม้ว่าการใช้ไฮโดรเจนมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตแต่เทคโนโลยีไฮโดรเจนยังมีความท้าทายด้านต้นทุน, ด้านข้อจำกัดทางเทคโนโลยี และด้านการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ความสามารถในการแข่งขันด้านต้นทุนของบลูไฮโดรเจน และกรีนไฮโดรเจน ขึ้นอยู่กับต้นทุนของราคาก๊าซธรรมชาติและต้นทุนไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนตามลำดับ ในปัจจุบันต้นทุนของไฮโดรเจนที่ผลิตจากก๊าซธรรมชาติจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.7 ถึง 1.6 กิโลกรัมไฮโดรเจน (kg H_2) และเมื่อเพิ่มการดักจับ CO_2 เพิ่ม ต้นทุนจะเพิ่มเป็นประมาณ 1.2-2.0 ดอลลาร์สหรัฐ ในขณะที่การผลิตไฮโดรเจนจากค่าไฟฟ้าหมุนเวียนโดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 3.2-7.7 ดอลลาร์สหรัฐ จึงเป็นความท้าทายด้านต้นทุนอย่างมาก เนื่องจากกรีนไฮโดรเจนมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าเกรย์ไฮโดรเจนถึงสองเท่า อย่างไรก็ตาม ต้นทุนโครงการกรีนไฮโดรเจนมีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างรวดเร็วจากต้นทุนอิเล็กโทรไลเซอร์และจากราคาพลังงานสะอาดที่ลดลงเช่นกัน

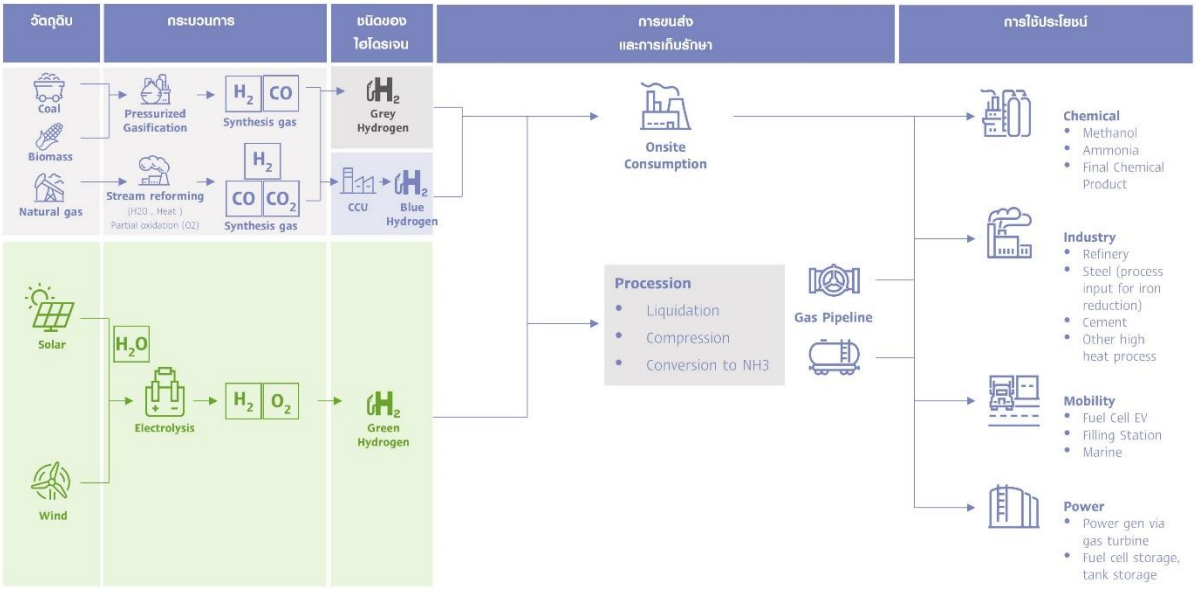
ลักษณะเฉพาะของธาตุไฮโดรเจนส่งผลให้การกักเก็บและการขนส่งเป็นความท้าทายสำคัญ เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่มีค่าพลังงานต่อปริมาตรต่ำ การกักเก็บจึงจำเป็นต้องใช้ความดันสูงและอุณหภูมิต่ำเพื่อให้เป็นไฮโดรเจนเหลว (liquid hydrogen) หรือต้องกักเก็บใน organic chemical เช่น แอมโมเนีย หรือในรูปโลหะไฮไดรด์ (metal hydrides) นอกจากนี้ไฮโดรเจนยังเป็นธาตุที่เล็กที่สุดทำให้รั่วไหลได้ง่าย ทั้งยังทำให้โลหะเปราะบางลง (brittle) และมีความไวไฟสูง (highly flammable) อีกด้วย การขนส่งไฮโดรเจนทางท่อก๊าซธรรมชาติสามารถทำได้ในสัดส่วนที่ต่ำ หากต้องการขนส่งไฮโดรเจนเพียงอย่างเดียวต้องมีท่อส่งเฉพาะ ซึ่งต้องมีการลงทุนใหม่หรือลงทุนเพื่อปรับปรุงระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ความท้าทายเหล่านี้จะทำให้การผลิตและใช้ไฮโดรเจนในลักษณะกระจายตัว (distributed) แข่งขันได้ยากกับคลีนเทคอื่นโดยเฉพาะไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ดังนั้น ในระยะต่อไปการพัฒนาเทคโนโลยีด้านไฮโดรเจนจึงมีแนวโน้มที่จะกระจุกตัวอยู่ใกล้แหล่งผู้ใช้รายใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมโรงกลั่น, ปิโตรเคมีและเหล็ก และผู้ผลิตรายใหญ่ที่สามารถลดต้นทุนการผลิตได้จากความได้เปรียบทางทรัพยากรและการประหยัดต่อขนาด (economies of scale)

จากข้อจำกัดด้านการขนส่งทำให้กรีนแอมโมเนีย ได้ก้าวขึ้นมามีบทบาทต่อการขนส่งไฮโดรเจน หนึ่งในวิธีก้าวข้ามข้อจำกัดด้านการขนส่งและกักเก็บไฮโดรเจนคือการนำไฮโดรเจน (H_2) มาทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน (N_2) เพื่อให้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) โดยไนโตเจนจะถูกผลิตจากการแยกไนโตรเจนออกจากอากาศซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย โดยการกักเก็บและขนส่งแอมโมเนียสามารถทำได้ง่ายกว่าก๊าซไนโตรเจนและยังมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับการขนส่งอยู่แล้วเนื่องจากแอมโมเนียเป็นสินค้าที่มีการซื้อขายทั่วโลก (global commodity) และเป็นสารตั้งต้นและวัตถุดิบของการผลิตปุ๋ยและปิโตรเคมี

ปัจจุบันการผลิตแอมโมเนียในระดับอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นการใช้เกรย์ไฮโดรเจนในการผลิต ทั้งนี้หากอุตสาหกรรมแอมโมเนียสามารถเปลี่ยนไปใช้กรีนไฮโดรเจนในการผลิตได้ ก็จะช่วยให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนนี้ลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้แอมโมเนียเป็นทางเลือกในการขนส่งไฮโดรเจน (ammonia as a hydrogen carrier) จะต้องมีขั้นตอนในการแยกไฮโดรเจนและไนโตรเจน ซึ่งจะใช้พลังงานในการแยกก๊าซทั้งสองออกจากกันส่งผลให้ประสิทธิภาพรวมของการใช้พลังงานจากไฮโดรเจนลดลง (เนื่องจากสูญเสียพลังงานในกระบวนการผลิต กระบวนการแปรเป็นแอมโมเนีย และในกระบวนการแยกไฮโดรเจนออกจากไนโตรเจน) ดังนั้น การมีพลังงานสะอาดที่ราคาถูกจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการใช้กรีนแอมโมเนียและกรีนไฮโดรเจน

การผลิตกรีนไฮโดรเจนจะทำให้ความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานด้านระบบไฟฟ้าและกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดจึงเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นของอุตสาหกรรมไฮโดรเจน แผนยุทธศาสตร์ไฮโดรเจนของยุโรปที่ตั้งเป้าหมายกำลังการผลิตของอิเล็กโทรไลเซอร์ที่ 500 GW ภายในปี 2050 (เทียบกับกำลังความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ 546 GW) โดย Goldman Sachs ประมาณการว่าหากสหภาพยุโรปสามารถทำได้ตามเป้าหมายนี้ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่าเพื่อใช้ในการผลิตกรีนไฮโดรเจนเท่านั้น ซึ่งจะทำให้การผลิตกรีนไฮโดรเจนกลายเป็นกิจกรรมที่มีการใช้ไฟฟ้าเป็นสัดส่วนใหญ่ที่สุดในยุโรป ดังนั้น การมุ่งสู่เศรษฐกิจไฮโดรเจนจึงตามมาด้วยการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทั้งในด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการขนส่งและกักเก็บไฮโดรเจน รวมไปถึงสถานีบริการเติมไฮโดรเจนในกรณีที่มีการใช้รถยนต์ไฮโดรเจนฟูเอลเซลล์ (HFEV) อีกด้วย

รูปที่ 5 : Ecosystem ของ ไฮโดรเจน



ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ BCG Woodmac และ Global Energy Venture

นัยต่อประเทศไทย

จากปัจจัยและประเด็นความท้าทายที่กล่าวมาข้างต้น การใช้ไฮโดรเจนอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเพื่อที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังมีข้อจำกัดหลายประการ เนื่องจากประเทศไทยมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากร โครงสร้างพื้นฐาน และการมีส่วนร่วมในห่วงโซ่อุปทานสำหรับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ขนส่ง กักเก็บและใช้ไฮโดรเจน โดยโครงสร้างพื้นฐานราคาของพลังงานสะอาดในประเทศไทยยังคงสูง อีกทั้ง ปริมาณไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดในประเทศยังไม่เพียงพอให้ต้นทุนการผลิตกรีนไฮโดรเจนสามารถแข่งขันกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ นอกจากนี้ ไทยยังไม่มีกลไกราคาคาร์บอนที่จะเอื้อให้เกิดการลงทุนในคลีนเทคที่ยังต้องการภาษีคาร์บอนหรือตลาดซื้อขายคาร์บอนเพื่อให้แข่งขันได้

การจัดทำแผนยุทธศาสตร์ไฮโดรเจนของประเทศเป็นสิ่งที่ควรทำในระยะสั้น โดยบทบาทของไฮโดรเจนในการเปลี่ยนผ่านระบบพลังงาน (energy transition) ต้องมีการบูรณาการทั้งระบบโครงสร้างพื้นฐาน การใช้พลังงาน และบริบทของอุตสาหกรรมในประเทศ ทั้งนี้คำถามเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญในการพิจารณาการใช้ไฮโดรเจนของประเทศในระยะแรกคือจะพัฒนาการใช้ไฮโดรเจนในรูปแบบของพลังงาน หรือ ในรูปแบบในการเป็นวัตถุดิบทางเคมี (chemical feedstock)

- **รูปแบบของพลังงาน :** การใช้ไฮโดรเจนเพื่อผลิตไฟฟ้ามีข้อกำจัดหลายประการ ประการแรกคือด้านการขนส่งตามที่กล่าวไปข้างต้น ประการที่สอง ในกรณีที่มีการเผาไหม้ไฮโดรเจน (combustion) อาจก่อให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอีกด้วย ประการที่สาม ความสามารถจ่ายไฟฟ้าของพลังงานที่ป้อนเข้าไป (round-trip efficiency) ของไฮโดรเจนอยู่ที่ราว 50% เท่านั้น จึงไม่คุ้มค่าในการใช้หากสามารถใช้ไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดได้โดยตรง ดังนั้น การลงทุนในการผลิตไฟฟ้าจากไฮโดรเจนเพื่อมาแข่งขันกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดหรือใช้ผสมกับก๊าซธรรมชาติจึงไม่ใช่ทางเลือกที่คุ้มทุนสำหรับระบบไฟฟ้าไทยในปัจจุบัน

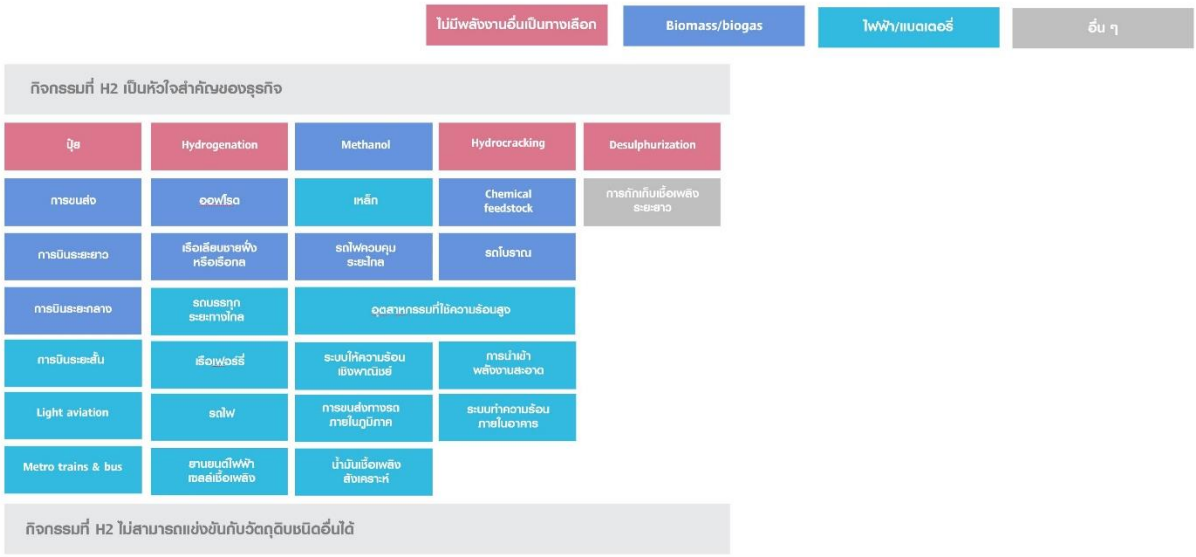
  ในระยะต่อไปการใช้ไฮโดรเจนไม่เพียงแต่ต้องแข่งขันกับเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น แต่ยังต้องแข่งขันกับคลีนเทคประเภทอื่น ๆ ในแต่ละกรณีการใช้งาน (use case) อีกด้วย ในระยะสั้นการลดก๊าซเรือนกระจกยังทำได้ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (energy efficiency), การเพิ่มการใช้พลังงานสะอาด (renewable energy), การปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานไฟฟ้า (electrification) เช่น การเปลี่ยนหม้อไอน้ำและการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น จะเป็นทางเลือกที่ประหยัดกว่าการใช้ไฮโดรเจน

เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่พิสูจน์แล้วและไม่จำเป็นต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ทั้งหมด หากเป็นเทคโนโลยีใหม่ เช่น รถยนต์ไฮโดรเจนฟูลเซลล์ (FCEV) จะต้องแข่งขันทางด้านราคาทั้งกับรถยนต์สันดาปภายในที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) รวมไปถึงเชื้อเพลิงชีวภาพที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรถยนต์สันดาปภายในด้วย

อย่างไรก็ตาม ไฮโดรเจนยังมีคุณสมบัติสำคัญในด้านพลังงานคือการใช้เพื่อส่งเสริมความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่มีสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนสูง เนื่องจากการกักเก็บไฮโดรเจนสามารถทำได้อย่างไม่จำกัด (หากเทียบกับแบตเตอรี่ที่ไม่สามารถกักเก็บพลังงานได้เป็นระยะเวลานาน หรือ pump storage ที่ต้องการที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่เอื้อต่อการสร้างเท่านั้น) และสามารถเพิ่มการผลิตไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วเมื่อต้องการใช้ (ramp up) การใช้ไฮโดรเจนเพื่อใช้เป็นพลังงานสำรองเมื่อไฟฟ้าจากพลังงานไม่เพียงพอจะเสริมสร้างความยืดหยุ่นและความมั่นคงของระบบได้ ดังนั้น เมื่อสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดของประเทศเพิ่มขึ้นแล้ว การพิจารณาลงทุนในการผลิตและใช้ไฮโดรเจนเพื่อสำรองพลังงานในระบบจึงเป็นหนึ่งในตัวเลือกของการลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าให้มุ่งสู่ net zero

- **รูปแบบในการเป็นวัตถุดิบทางเคมี :** ปัจจุบันไฮโดรเจนใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญของโรงกลั่นน้ำมันในการแยกสารที่ไม่ต้องการ เช่น กำมะถัน ออกซิเจน และไนโตรเจนออกจากน้ำมัน (hydrotreating) เพื่อปรับคุณภาพน้ำมันให้ดีขึ้นและลดมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน นอกจากนี้ แอมโมเนียก็เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีอีกด้วย ซึ่งอุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นอุตสาหกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ยาก (hard-to-abate sectors) ที่ไม่สามารถเปลี่ยนกระบวนการผลิตไปเป็นไฟฟ้าได้และการใช้**ไฮโดรเจนเป็นวัตถุดิบก็หมายความว่าไม่มีอะไรสามารถมาทดแทนไฮโดรเจนได้** (แต่จะเป็นการทดแทนเกรย์ไฮโดรเจน เป็น บลู หรือ กรีนไฮโดรเจน)

รูปที่ 6 : ความเป็นไปได้ของแต่ละกลุ่มกิจกรรมทางธุรกิจที่จะนำไฮโดรเจนมาใช้สำหรับการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน



ที่มา : จากข้อมูลของ Economist ณ เดือนสิงหาคม 2021

การใช้ทดแทนเกรย์ไฮโดรเจนด้วย กรีน หรือ บลูไฮโดรเจนในอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฮโดรเจนอยู่แล้วเป็นก้าวแรกของการพัฒนาการผลิตและการใช้ไฮโดรเจนเชิงพาณิชย์ทั่วโลก ในประเทศไทยเองการพยายามลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมเหล่านี้ก็เป็นสิ่งที่ต้องเร่งทำ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่อาจมีความเสี่ยงต่อภาษีคาร์บอนในตลาดส่งอ ออกอย่างไรก็ตาม ในระยะสั้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เทคโนโลยีที่มีการพิสูจน์แล้วและคุ้มทุนยังควรเป็นทางเลือกหลักของอุตสาหกรรมเนื่องจากราคาการผลิตกรีนไฮโดรเจนยังแข่งขันไม่ได้กับเกรย์ไฮโดรเจน นอกจากนี้ สัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดยังไม่สูงพอที่จะสามารถสนับสนุนการผลิตกรีนไฮโดรเจนได้

ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นของอุตสาหกรรมไฮโดรเจน ปัจจุบันการผลิตพลังงานสะอาดในไทยยังอยู่ในสัดส่วนที่ต่ำ การวางแผนการผลิตและใช้ไฮโดรเจนควรทำให้สอดคล้องกับความพร้อมของอุตสาหกรรมไฟฟ้าในประเทศ ควบคู่ไปกับการประเมินเม็ดเงินลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นของแต่ละกรณีการใช้งานเทียบกับการใช้คลีนเทคอื่น โดยการใช้ไฮโดรเจนในลักษณะกระจายตัวอาจไม่คุ้มทุนเพื่อพิจารณาการลงทุนในด้านโครงสร้างพื้นฐาน สุดท้ายการกำหนดกลยุทธ์ด้านไฮโดรเจนของประเทศควรคำนึงถึงบทบาทของไฮโดรเจนในการสนับสนุนอุตสาหกรรมหรือคลีนเทคใหม่ด้วย เช่น การใช้ไฮโดรเจนในการผลิต เชื้อเพลิงชีวภาพแบบ drop-in เนื่องจากกระบวนการ hydrotreating เป็นหนึ่งในกระบวนการสำคัญของการเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงชีวภาพ

ไฮโดรเจนเป็นกุญแจสำคัญในการมุ่งสู่ net zero อนาคตของการใช้ไฮโดรเจนในประเทศไทยและทั่วโลก ถึงแม้ว่าปัจจุบันการเร่งลงทุนในอุตสาหกรรมไฮโดรเจนยังไม่เหมาะสมกับบริบทและความพร้อมของประเทศ การศึกษาและติดตามการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำเพื่อสนับสนุนการจัดทำแผน Energy Transition ของประเทศได้อย่างบูรณาการและเพื่อถอดบทเรียนของการพัฒนาคลีนเทคในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านนโยบาย ด้านเทคโนโลยี และด้านการกำกับดูแลการแข่งขันเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศเพื่อให้การเปลี่ยนผ่านพลังงานของไทยเป็นการสร้างโอกาศทางธุรกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาว
บทวิเคราะห์โดย... https://www.scbeic.com/th/detail/product/7998

ผู้เขียนบทวิเคราะห์ : ณัฐนันท์ อภินันท์วัฒนกูล (nattanan.apinunwattanakul@scb.co.th)
นักวิเคราะห์
ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
EIC Online: www.scbeic.com
Line: @scbeic

Disclaimer: The information contained in this report has been obtained from sources believed to be reliable. However, neither we nor any of our respective affiliates, employees or representatives make any representation or warranty, express or implied, as to the accuracy or completeness of any of the information contained in this report, and we and our respective affiliates, employees or representatives expressly disclaim any and all liability relating to or resulting from the use of this report or such information by the recipient or other persons in whatever manner. Any opinions presented herein represent our subjective views and our current estimates and judgments based on various assumptions that may be subject to change without notice, and may not prove to be correct. This report is for the recipient's information only. It does not represent or constitute any advice, offer, recommendation, or solicitation by us and should not be relied upon as such. We, or any of our associates, may also have an interest in the companies mentioned herein.