รายงานการเข้าร่วมโครงการเอฟโอ
23-CP-50-GE-WSP-A: Workshop on Green Hydrogen Systems for the Sustainable Energy Transition
ระหว่างวันที่ 7-9 กุมภาพันธ์ 2567
ผ่านระบบการประชุมออนไลน์ จากประเทศอินเดีย

จัดทำโดย นางสาวภัทราภรณ์ จูประเสริฐ
นักวิชาการชำนาญการ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
วันที่ 5 เมษายน 2567

ส่วนที่ 1 เนื้อหา/องค์ความรู้จากการเข้าร่วมโครงการ

สืบเนื่องจาก ความตกลงปารีส (Paris Agreement) มีเป้าหมายหลักเพื่อควบคุมระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส และมีความมุ่งมั่นที่จะควบคุมระดับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกก่อนยุคอุตสาหกรรม (Pre-Industrial Levels) ภายในปี พ.ศ. 2643 (ค.ศ. 2100) และให้ประเทศภาคีนำส่งเป้าหมายระดับประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (NDC) ทุก 5 ปี และให้ดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศเพื่อบรรลุเป้าหมาย โดยประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีความตกลงปารีส และได้จัดทำยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ ฉบับปรับปรุง (LT-LEDs Revised Version) โดยมีเป้าหมายการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ในปี ค.ศ. 2050 และเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero GHG Emission) ในปี ค.ศ. 2065 รวมถึงยกระดับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ “การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2 (2^{nd} Updated NDC)” ซึ่งประเทศไทยจะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 40 ภายในปี พ.ศ. 2573 หากได้รับการสนับสนุนทางการเงิน เทคโนโลยี และการเสริมสร้างขีดความสามารถจากความร่วมมือระหว่างประเทศและภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศย จากยุทธศาสตร์และเป้าหมายข้างต้น จะเห็นว่าประเทศไทยต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้เทคโนโลยีในหลายภาคส่วน เช่น ภาคพลังงาน ภาคอุตสาหกรรม และภาคขนส่ง เป็นต้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีไฮโดรเจนในรูปแบบต่างๆที่เหมาะสมสำหรับบริบทของประเทศไทย

1.1 ที่มาหรือวัตถุประสงค์ของโครงการโดยย่อ
1) เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่องแนวคิดและบทบาทของไฮโดรเจนในการบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์
2) เพื่อสร้างความเข้าใจรูปแบบของเทคโนโลยีไฮโดรเจนและแนวโน้มการใช้งานในแต่ละภาคส่วน
3) เพื่อเรียนรู้แลกเปลี่ยนร่วมกันของแต่ละประเทศเกี่ยวกับเทคโนโลยีไฮโดรเจนรวมถึงนโยบายและข้อจำกัดต่างๆ

1.2 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม

<u>Session 1</u>: Understanding Hydrogen Production and Key Sustainability Elements

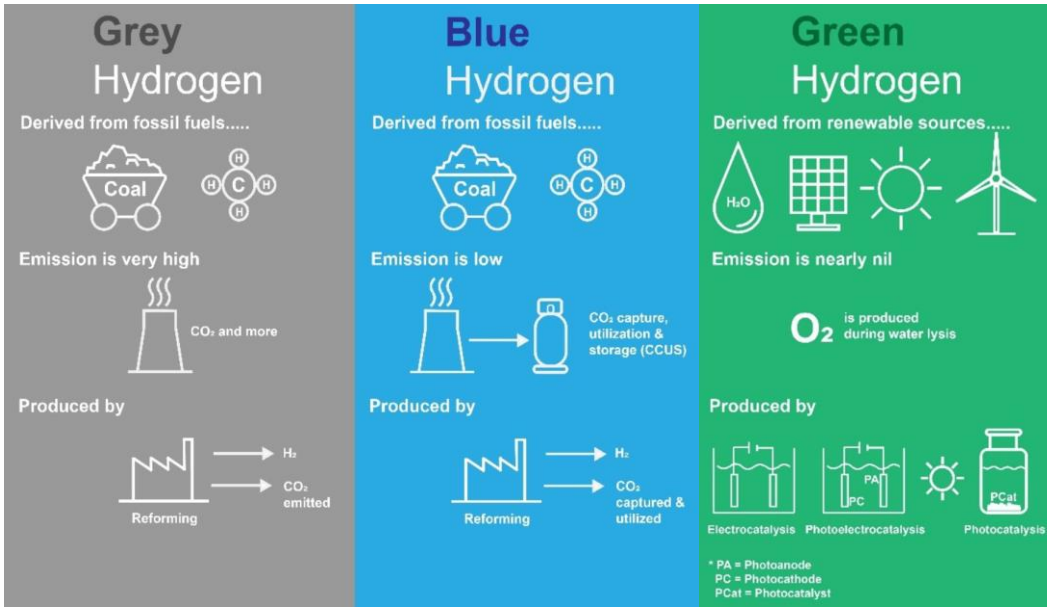
บรรยายโดย Dr. Somenath Garai, Professor, Department of Chemistry, Institute of Science, Banaras Hindu University, India

จะมุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้และกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในรูปแบบต่างๆ โดยจำแนกจากชนิดของแหล่งพลังงานและวิธีในการผลิตไฮโดรเจนไว้ดังนี้

1. ไฮโดรเจนสีเทา (Grey Hydrogen) คือ ไฮโดรเจนที่ผลิตขึ้นโดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ก๊าซธรรมชาติหรือถ่านหิน เป็นต้น โดยกระบวนการผลิตนี้จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สู่ชั้นบรรยากาศ

2. ไฮโดรเจนสีน้ำเงิน (Blue Hydrogen) คล้ายกับไฮโดรเจนสีเทา ยกเว้นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกกักเก็บไว้ในพื้นดิน โดยใช้การดักจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CCS: Carbon Capture and Storage)

3. ไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen) คือ ไฮโดรเจนที่ผลิตขึ้นโดยใช้ไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานสะอาด ซึ่งไฮโดรเจนสีเขียวถือเป็นไฮโดรเจนที่มีการปล่อยมลพิษต่ำหรือเป็นศูนย์ เนื่องจากใช้แหล่งพลังงานสะอาด เช่น ลมหรือแสงอาทิตย์ จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอิเล็กโทรไลซิสในกระบวนการแยกน้ำ (H_2O) เป็นไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2)



รูปที่ 1 ประเภทของเชื้อเพลิงไฮโดรเจน

โดยปัจจุบันมีการทดลองวิธีกระบวนการผลิตไฮโดรเจนในรูปแบบที่น่าสนใจได้ดังนี้

1. Waste-Water-based H_2 Production
2. Direct Saltwater-based H_2 Production
3. Self-Assembled Quantum Keplerates
4. Self-Assembled Quantum Keggins
5. Quantum Confinement Inside Keplerate
6. Catalytic Site Encapsulation Strategy
7. Facile Synthetic Protocol

<u>Session 2</u>: Emerging Technological Trends and Market Opportunities: Transport Sector

บรรยายโดย Dr. Lorenzo Di Fresco, Renewable Energy Expert, BluEnergy Revolution Societa Cooperativa, Italy

จะมุ่งเน้นไปนวัตกรรมและเทคโนโลยีในการใช้ไฮโดรเจนในภาคการขนส่งและการคมนาคม การใช้งาน ความท้าทายในยานพาหนะต่างๆ รวมไปถึงการใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮบริด และการใช้งานเครื่องยนต์ไฟฟ้า

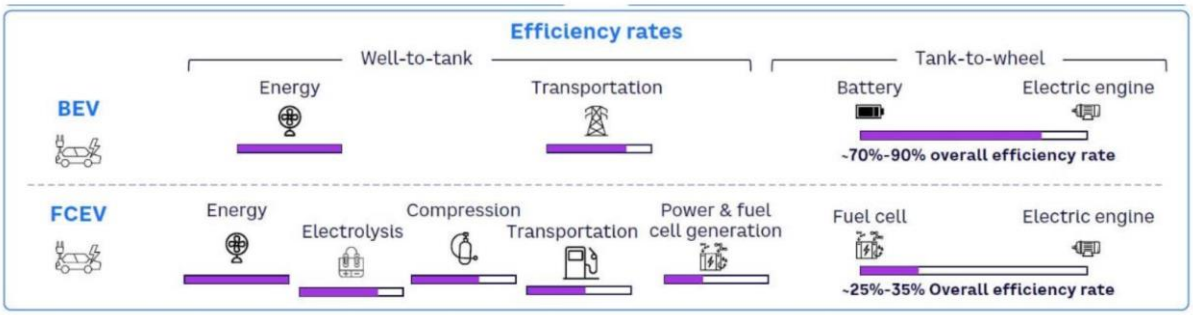
1. ความแตกต่างระหว่าง FCEV และ BEV

FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) คือรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนสู่ระบบขับเคลื่อน โดยใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งเชื้อเพลิง FCEV นำเสนอทางเลือกที่สะอาดและมีประสิทธิภาพสำหรับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในทั่วไป ซึ่งสิ่งที่สำคัญสำหรับ FCEV คือชุดแผงผลิตพลังงาน ประกอบด้วยเซลล์เชื้อเพลิงหลายเซลล์ที่มีเมมเบรนอิเล็กโทรไลต์ประกบอยู่ระหว่างแอโนด (ขั้ว +) และแคโทด (ขั้ว -) หลักการคือเมื่อก๊าซไฮโดรเจนถูกจ่ายให้กับขั้วบวกและออกซิเจนจากอากาศถูกจ่ายให้กับขั้วลบ ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าจะเกิดขึ้น ทำให้โมเลกุลของ ไฮโดรเจน แยกออกเป็นโปรตอนและอิเล็กตรอน โดยโปรตอนจะหลุดผ่านตะแกรงอิเล็กโทรไลต์ออกไป

ในขณะที่อิเล็กตรอนจะถูกกักเก็บไว้เพื่อจับเข้ากับอะตอมของออกซิเจน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ของเหลือที่ออกมาจากกระบานการนี้คือ ละอองของน้ำบริสุทธิ์ กระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงผลิตพลังงานนั้นจะนำมาใช้ให้พลังงานกับมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนรถยนต์ โดยทั่วไป FCEV จะมีแบตเตอรี่ขนาดเล็กไว้ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์และช่วยในการส่งพลังงานออกมาระหว่างการเร่งความเร็วหรือในสถานการณ์ที่มีความต้องการเร่งความเร็วฉับพลัน แบตเตอรี่ยังใช้สำหรับการกักเก็บพลังงานจากการชะลอความเร็วและเบรก โดยเป็นการเก็บเอาพลังงานจากการหมุนกลับของมอเตอร์มากักไว้ไม่ให้สูญเปล่า

BEV (Battery Electric Vehicle) คือรถยนต์ที่มีแบตเตอรี่และมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชิ้นส่วนหลัก ไม่มีเครื่องยนต์สันดาปหรือการเติมเชื้อเพลิงเพื่อไปช่วยในการสร้างไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่รับไฟที่จะถูกชาร์จผ่านทางหัวชาร์จไม่มีการปล่อยมิลพิษทางอากาศจากยานยนต์โดยตรง

ข้อดีของ FCEV ก็คือยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่สูงกว่า การแปลงไฮโดรเจนเป็นพลังงานไฟฟ้าในเซลล์เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการเผาไหม้ไฮโดรเจนในเครื่องยนต์สันดาป ซึ่ง FCEV ยังมีระยะการขับขี่ที่ไกลกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ส่วนใหญ่ เนื่องจากความสามารถในการบรรจุพลังงานของไฮโดรเจนนั้นสูงกว่าเทคโนโลยีแบตเตอรี่ในปัจจุบัน และระยะเวลาที่ใช้ในการเติมเชื้อเพลิงขับเคลื่อนเข้าไปใหม่ใช้เวลาในการเติมไฮโดรเจน (ในกรณีมีปั๊มให้เติม) ด้วยเวลาไม่ต่างจากการเติมน้ำมันทั่วไป แต่สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที

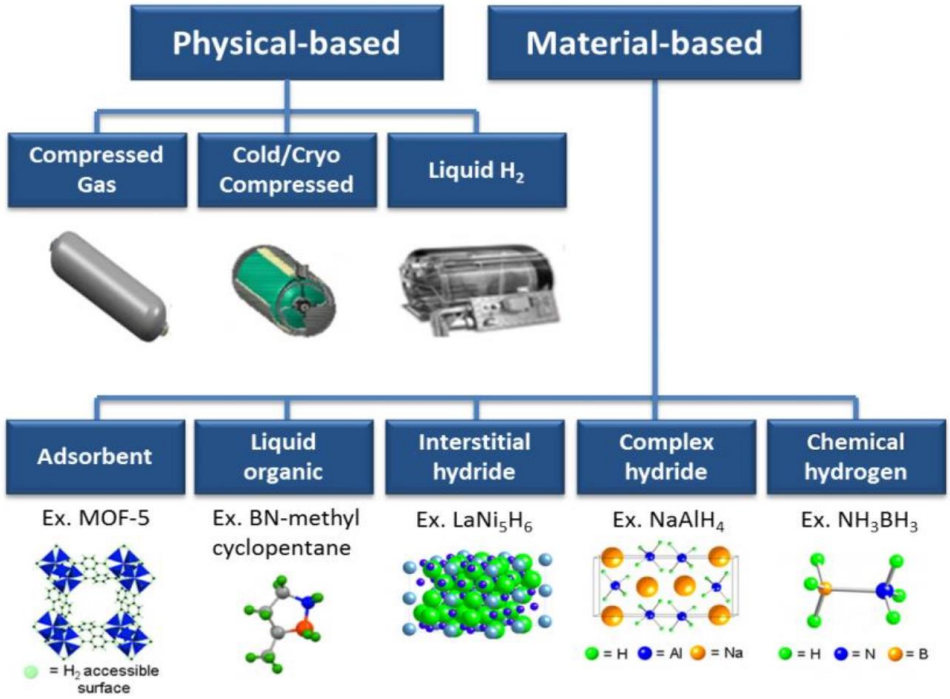


รูปที่ 2 ความแตกต่างระหว่าง FCEV และ BEV

2. Hydrogen storage

กระบวนการเก็บไฮโดรเจน (Hydrogen storage) เป็นสิ่งที่สำคัญ ในการนำเอาไฮโดเจนไปใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

- การเก็บไฮโดรเจนทางกายภาพ (Physical Hydrogen storage) เทคโนโลยีสำหรับเก็บไฮโดรเจนด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การเก็บใต้ดิน การอัดเพิ่มความดันแก๊ส และการทำให้เป็นของเหลว เป็นต้น การอัดแก๊สและการทำให้เป็นของเหลวมีข้อดี คือ ใช้เวลาน้อยในการเติมไฮโดรเจน ณ จุดใช้งาน มีหลายขนาดทั้งที่เคลื่อนย้ายได้และเคลื่อนย้ายไม่ได้ เทคโนโลยีที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ได้แก่ การเก็บไฮโดรเจนในรูปไฮเดรตของสารประกอบคลาเทรต (Clathrate Hydrate) การเก็บในแถวลำดับของหลอดแก้วรูเล็ก (Glass Capillary Array) การเก็บในถังอัดเย็นยิ่งยวด (Cryo-Compressed Tank) ในสภาวะที่อยู่ระหว่างไฮโดรเจนเหลว และไฮโดรเจนอัด สลัชไฮโดรเจน และการดูดซับบนถ่านกัมมันต์ ท่อระดับนาโนเมตรของคาร์บอน และโครงข่ายโลหะ-อินทรีย์ (Metal-Organic Framework)
- การเก็บไฮโดรเจนทางเคมี (Chemical Hydrogen storage) เทคโนโลยีสำหรับเก็บไฮโดรเจนในรูปสารเคมีเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีให้ไฮโดรเจนออกมาเป็นผลผลิต ได้แก่ การเก็บในรูปโลหะไฮไดรด์ (metal hydrides) และสารประกอบอื่น เช่น เดคะลิน โดยปฏิกิริยาดีไฮโดรจิเนชัน และแอมโมเนียโบเรนโดยปฏิกิริยาสลายด้วยความร้อน เป็นต้น



รูปที่ 3 การเก็บไฮโดรเจนในรูปแบบต่างๆ

ตัวอย่างการใช้ไฮโดรเจนในภาคขนส่ง

1. รถยนต์
2. รถบัสสาธารณะ
3. รถบรรทุก
4. รถไฟ
5. เรือ

อุปสรรคและความท้าทาย ของ FCEV

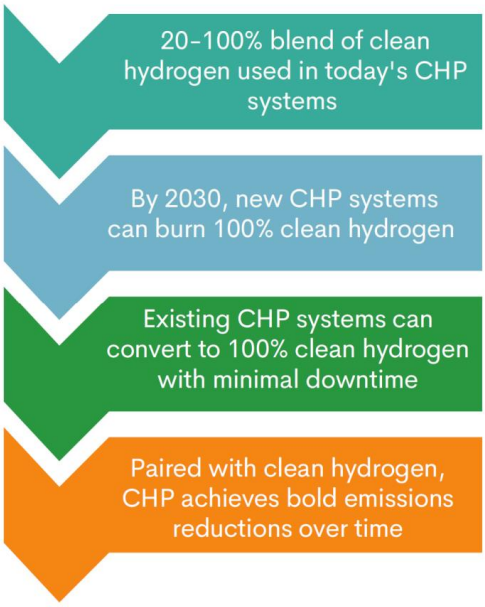
1. ราคาพลังงานไฮโดรเจนที่ค่อนข้างสูง
2. สถานีเติมพลังงานยังมีน้อย

Session 3: Green Hydrogen Technologies: Opportunities and Risks in Building Systems

บรรยายโดย Dr. Ali Muslim Syed President, Applied Energy Consulting, Canada

การใช้ไฮโดรเจนในระบบอาคาร เช่น ระบบทำความร้อน ของอุปกรณ์ Boiler หรือ Heat Pumps เป็นต้น โดยการใช้เชื้อเพลิงไฮดรอเจนแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือนำมาผสม ตัวอย่างแผนในการใช้ไฮดรเจนสำหรับ Combined Heating & Power (CHP)

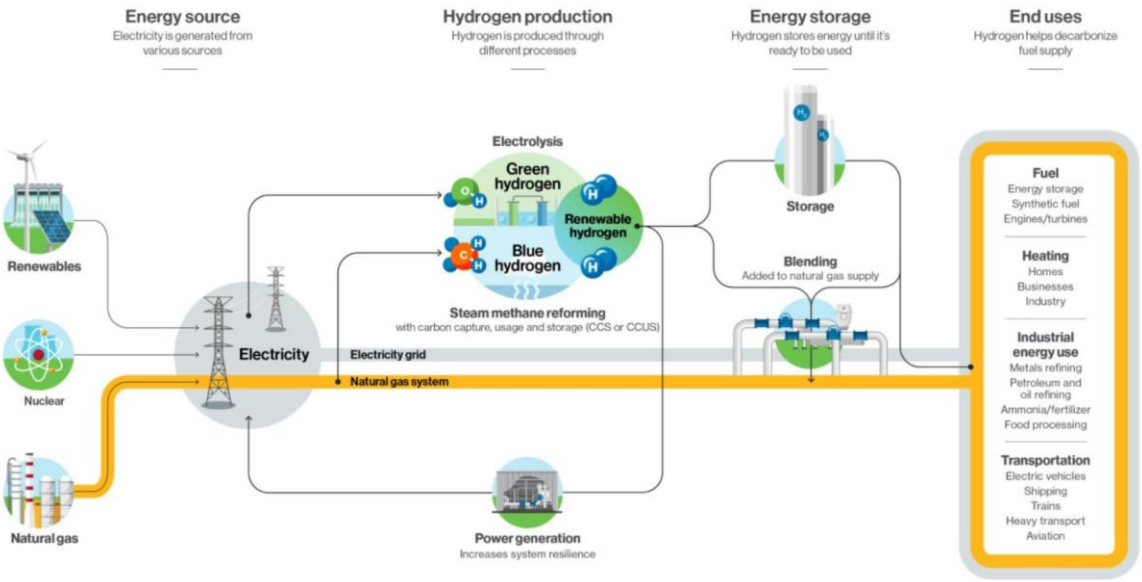
- การใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเป็นส่วนผสมร้อยละ 20-30
- การเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในการเผาไหม้ 100%
- การปรับปรุงระบบ CHP ให้สามารถใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนได้



รูปที่ 4 ตัวอย่างแผนในการใช้ไฮดรเจนสำหรับ Combined Heating & Power (CHP)

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานในอนาคตสำหรับระบบอาคาร

1. สามารถใช้สัดส่วนไฮโดรเจนได้ถึง 30% ในระบบโครงสร้างเดิม เช่น Boiler
2. สัดส่วนไฮโดรเจนอย่างน้อย 50% ในส่วนของ transmission/distribution
3. มากกว่า 50% ของโครงสร้างจะต้องมีการปรับเปลี่ยนใหม่

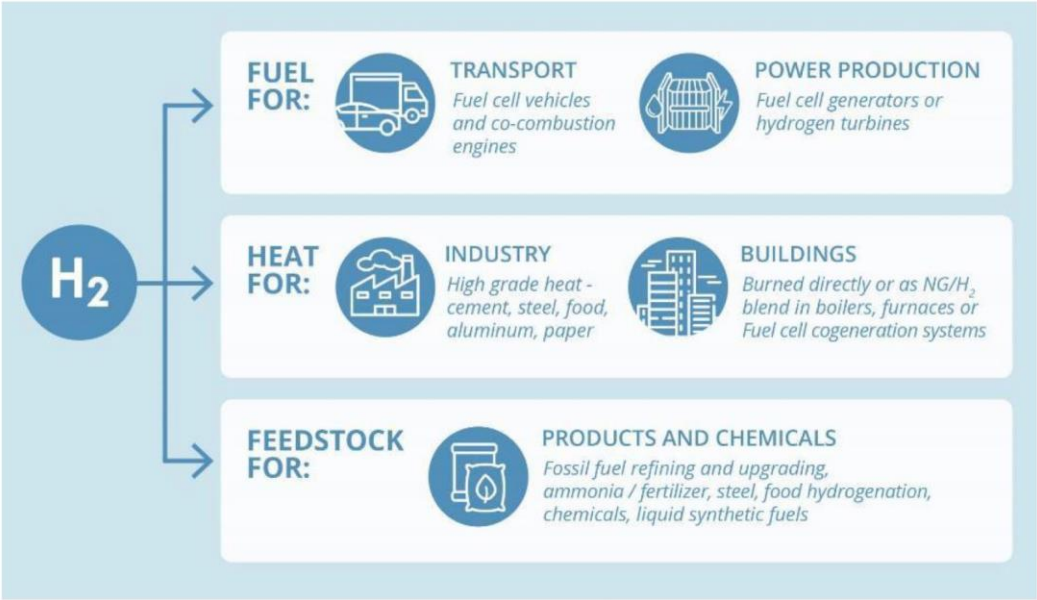


รูปที่ 5 ห่วงโซ่อุปทานไฮโดรเจน

<u>Session 4:</u> Creating a Green Hydrogen Ecosystem through Policy Interventions
บรรยายโดย Dr. Ali Muslim Syed

การใช้งานไฮโดรเจนถูกใช้ในหลายรูปแบบในหลายภาคส่วนโดยจะถูกแบ่งได้ดังนี้

1. ใช้ไฮโดรเจนสำหรับเป็นเชื้อเพลิง
   - ภาคขนส่ง: FCEV
   - ภาคการผลิตไฟฟ้า
2. ใช้ไฮโดรเจนสำหรับผลิตความร้อน
   - ภาคอุตสาหกรรม
   - ระบบอาคาร
3. ใช้ไฮโดรเจนเป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมเคมี



รูปที่ 6 รูปแบบการใช้งานไฮโดรเจน

นโยบายที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจน

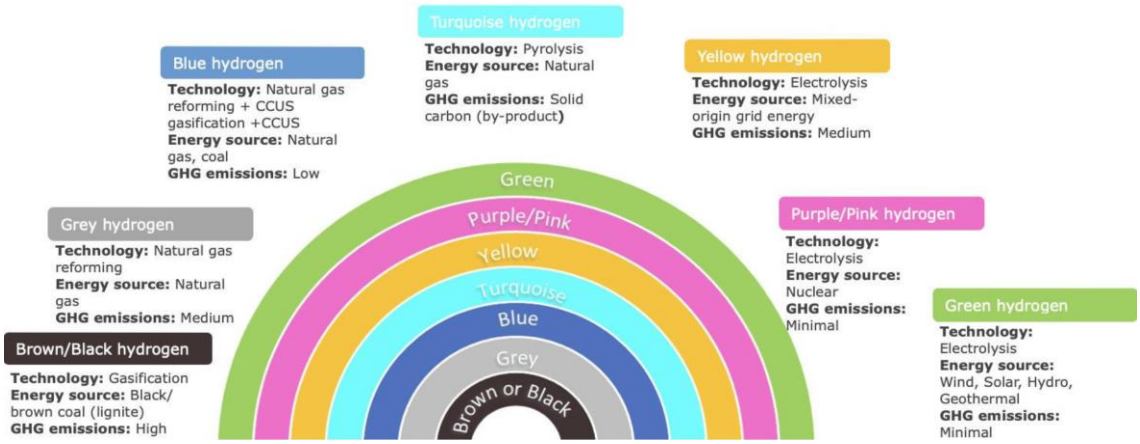
1. ความร่วมมือเชิงกลยุทธ์: ใช้ความร่วมมือที่มีอยู่และความร่วมมือใหม่เพื่อร่วมกันและจัดทำแผนไฮโดรเจน
2. การลดความเสี่ยงของการลงทุน: จัดทำโครงการระดมทุน นโยบายระยะยาว และรูปแบบธุรกิจเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมและรัฐบาลจะลงทุนในการเติบโตของเศรษฐกิจไฮโดรเจน
3. นวัตกรรม: สนับสนุนการวิจัยและการพัฒนาเพิ่มเติมตามลำดับความสำคัญของการวิจัยและส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อสร้างความมั่นใจในการแข่งขันทางด้านไฮโดรเจน
4. หลักปฏิบัติและมาตรฐาน: ปรับปรุงหลักปฏิบัติและมาตรฐานที่มีอยู่ให้ทันสมัยเพื่อให้ทันกับอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและป้องกันอุปสรรคการปรับใช้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
5. การเปิดใช้นโยบายและกฎระเบียบ: นโนบายไฮโดรเจนสามรถบูรณาการเข้ากับแผนงานและกลยุทธ์ด้านพลังงานสะอาดในทุกภาคส่วนของรัฐบาลเพื่อจูงใจให้นำไปใช้
6. การตระหนักรู้: เป็นผู้นำในระดับชาติเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับบุคคลและชุมชนตระหนักถึงความปลอดภัย การใช้และประโยชน์ของไฮโดรเจนในระหว่างยุคแห่งเทคโนโลยีที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว
7. พิมพ์เขียวระดับภูมิภาค: ควรดำเนินการหลายระดับและร่วมมือกันรัฐบาลมีการอำนวยความสะดวกในการพัฒนาไฮโดรเจนในภูมิภาคพิมพ์เขียวเพื่อระบุโอกาสและแผนเฉพาะสำหรับการผลิตไฮโดรเจนและการใช้งานขั้นสุดท้าย
8. ตลาดต่างประเทศ: ดำเนินงานร่วมกับพันธมิตรระหว่างประเทศเพื่อให้แน่ใจว่าการผลักดันทั่วโลกสำหรับเชื้อเพลิงสะอาดรวมถึงไฮโดรเจน

Session 5: Addressing Technical and Economic Challenges

บรรยายโดย Dr. Stefano Barberis, Researcher, R&D Department, Blue Energy Revolution Societa Cooperativa, Italy

ประเภทของไฮโดรเจนแต่ละสีจะหมายถึงกระบวนการผลิตที่มีความแตกต่างกันโดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ไฮโดรเจนสีน้ำตาล (Brown hydrogen) ผลิตจากถ่านหินหรือพลังงานฟอสซิล โดยใช้กระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส (gasification)
2. ไฮโดรเจนสีเทา (Grey hydrogen) ปัจจุบันนี้เป็นไฮโดรเจนที่ผลิตกันมากที่สุดเพราะผลิตจากก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซมีเทน โดยใช้กระบวนการรีฟอร์มมิ่งมีเทน (methane reforming) ซึ่งไม่มีกระบวนการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนไฮโดรเจนสีฟ้า
3. ไฮโดรเจนสีฟ้า (Blue hydrogen) ผลิตจากก๊าซธรรมชาติโดยใช้กระบวนการที่เรียกว่า รีฟอร์มมิ่งด้วยไอน้ำ (Steam reforming) ซึ่งนำก๊าซธรรมชาติและน้ำร้อนในรูปของไอน้ำมาผสมเข้าด้วยกัน ซึ่งจะได้ตัวผลลัพธ์ออกมาเป็นไฮโดรเจน แต่ก็ยังคงมีการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้การผลิตไฮโดรเจนสีฟ้าต้องครอบคลุมไปถึงการใช้เทคโนโลยี carbon capture and storage (CCS) เพื่อจับและกักเก็บตัวคาร์บอนไดออกไซด์
4. ไฮโดรเจนสีฟ้าน้ำทะเล (Turquoise hydrogen) ที่เป็นไฮโดรเจนสีใหม่ โดยให้กระบวนการมีเทนด้วยความร้อน (methane pyrolysis) เพื่อผลิตไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบของแข็ง
5. ไฮโดรเจนสีเหลือง (yellow hydrogen) เป็นไฮโดรเจนชนิดใหม่ที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการแยกไฮโดรเจนจากน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า (electrolysis) โดยใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหลากหลาย (mixed sources)
6. ไฮโดรเจนสีชมพู (Pink hydrogen) ผลิตผ่านกระบวนการแยกไฮโดรเจนจากน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์
7. ไฮโดรเจนสีเขียว (Green hydrogen) เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ต้องใช้กระบวนการแยกไฮโดรเจนจากน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า (Electrolysis) เพื่อแยกองค์ประกอบของน้ำระหว่างไฮโดรเจนและออกซิเจน โดยใช้ไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ซึ่งตลอดกระบวนการผลิตจะไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 7 นิยามประเภทของไฮโดรเจนแต่ละสี

การที่จะนำเทคโนโลยีไฮโดรเจนมาใช้งานได้จริงจะต้องผ่าน Technology Readiness Level-TRL (ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม) คือ การบ่งชี้ระดับความพร้อมและเสถียรภาพของเทคโนโลยีตามบริบทการใช้งาน ตั้งแต่วัตถุดิบ องค์ประกอบสำคัญ อุปกรณ์ และกระบวนการทำงานทั้งระบบ ก่อนที่จะมีการบูรณาการเทคโนโลยีให้เป็นระบบที่ใช้งานในเชิงพาณิชย์ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 9 ระดับรูปที่ 8

รูปที่ 8 Technology Readiness Level-TRL

ประเด็นที่ต้องพิจารณาสำหรับการพัฒนาไฮโดรเจน

- นโยบายที่มีอยู่สำหรับ RES และไฮโดรเจนสีเขียว
- กำลังการผลิตไฟฟ้าทดแทนที่มีอยู่และตามแผน
- การผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนในปัจจุบันและอนาคต
- ประเทศที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้า
- การประเมินโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ (ไฟฟ้า ถนน ท่าเรือ ธรรมชาติท่อส่งก๊าซ, คลัง LNG)
- การประเมินเศรษฐกิจและสังคม (เสถียรภาพทางการเมือง เสรีภาพในการลงทุน)
- ความต้องการ H_2 ในท้องถิ่นและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

Session 7: Group Work on Opportunities, Challenges, Risks, and Recommendations in Green Hydrogen Value Chains

การผลิตไฮโดรเจน (Hydrogen Production)

อินเดีย อิหร่าน ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน กัมพูชา ปากีสถาน

จุดอ่อน	อุปสรรค	โอกาส
- การพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล - ต้นทุนการขนส่งและการจัดเก็บสูง - การขาดการมีส่วนร่วมของภาคเอกชน - อุปสงค์ในประเทศต่ำ - เทคโนโลยีที่ยังไม่แน่นอน - การใช้ก๊าซธรรมชาติมากเกินไปและความต้องการพลังงานสูง - สภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่ไม่เพียงพอในประเทศ - ขาดทรัพยากรมนุษย์และทุนทางกายภาพ - ขาดกระบวนการที่มีเสถียรภาพในการตัดสินใจทางการเมืองและเศรษฐกิจ	- เศรษฐกิจพึ่งพาน้ำมันและก๊าซที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลง - การขาดการกำหนดราคาคาร์บอนและรูปแบบการซื้อขายคาร์บอน - ศักยภาพความแตกต่างของการพัฒนาในแต่ละประเทศอาจนำไปสู่การแข่งขันแทนที่จะทำงานร่วมกัน - การรักษาความสัมพันธ์ทางการทูตที่ดี - การกำหนดมาตรการคว่ำบาตรและแรงกดดันระหว่างประเทศโดยมหาอำนาจตะวันตก - ขาดการเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงและช่องว่างที่สำคัญกับประเทศชั้นนำ	- การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ - โอกาสทางการตลาดส่งออก - ความร่วมมือของเศรษฐกิจคาร์บอนหมุนเวียนและไฮโดรเจน - ความหลากหลายของบริษัทที่ดำเนินธุรกิจในภาคพลังงานและเคมี - ศักยภาพสูงสำหรับเทคโนโลยีอิเล็กโทรซิส - การสร้างงานใหม่ - ตอบสนองความต้องการภายในประเทศ - การสร้างโอกาสการลงทุนในประเทศและต่างประเทศ - การทูตต่างประเทศโดยเฉพาะในระดับภูมิภาค

การเปลี่ยนรูปแบบไฮโดรเจน (Hydrogen Transformation)

อินเดีย อิหร่าน ฟิลิปปินส์ จีน กัมพูชา ศรีลังกา

การเปลี่ยนรูปแบบไฮโดรเจน	โอกาส	ความท้าทาย	ความเสี่ยง
ไฮโดรเจนอัด (Compressed Hydrogen)	- เป็นวิธีการที่พร้อมในปัจจุบันและใช้ปฏิบัติในอุตสาหกรรม - มีผู้เชี่ยวชาญและอุปกรณ์พร้อม	- ต้องการอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น คอมเพรสเซอร์ และท่อ - การเตรียมการขยาย และวัสดุฉนวนไครโอเจนิก - ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น	- จำเป็นต้องจัดเก็บกระบอกสูบที่มีฉนวนและท่อที่ดี - ไฮโดรเจนแตกตัว และมีความไวไฟ
ไฮโดรเจนเหลว (Liquid Hydrogen)	- มีการบังคับใช้แล้วในประเทศออสเตรเลียและญี่ปุ่น	- มีการเริ่มต้นในปริมาณที่น้อย แล้วแต่จำเป็นต้องรักษาอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำมากประมาณ -253 องศาเซลเซียส - ขาดโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงท่อและ ฉนวน	- จำเป็นต้องจัดเก็บกระบอกสูบที่มีฉนวนและท่อที่ดี - การแตกตัวของไฮโดรเจน ไฟ/ความไวไฟที่ความเข้มข้นประมาณ 4%-75% ที่ถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ - ทำให้เกิดอาการไหม้จากความเย็นต่อมนุษย์หากมีการรั่วไหล
เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)	เทคโนโลยีปัจจุบันที่ใช้ในรถยนต์ รถบรรทุก การขนส่ง และการผลิตไฟฟ้าแบบอยู่กับที่	จำเป็นต้องมีการแนะนำเกี่ยวกับไอน้ำที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน	ความต้องการแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงสูง ตัวเร่งปฏิกิริยา และเมมเบรน
ผสมในก๊าซธรรมชาติ (Blended to Natural Gas: 20% hydrogen, 80%Natural Gas)	ค่าความร้อนที่เพิ่มขึ้น	- ต้องใช้ที่จัดเก็บหลายประเภทขึ้นอยู่กับไฮโดรคาร์บอนที่ใช้ในการผสม - นโยบายและการสนับสนุนที่จำเป็นของรัฐบาล - ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายระหว่างการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติ โดยต้องมีการผสมที่สม่ำเสมอ และมีมาตรฐานและความปลอดภัย	- ต้องใช้ท่อ ฉนวน และวาล์วที่เฉพาะ - จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการดำเนินงานที่เหมาะสม
แอมโมเนีย (Ammonia)	ใช้สำหรับปุ๋ยและเป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ไอซี	ต้องใช้พลังงานที่มากสำหรับในการผลิตแอมโมเนียและในการผลิตไฮโดรเจน	- เป็นสารพิษต่อมนุษย์หากเกิดการรั่วไหล - การเผาไหม้แอมโมเนียทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ รวมถึง NOx - ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น
Metal Hydrides	วิธีกักเก็บไฮโดรเจน การดูดซึมหรือการดูดซับให้กับวัสดุภาชนะ และค้นหาวัสดุที่สามารถดูดซับได้ที่อุณหภูมิห้องและสามารถปล่อยออกมาได้ที่ความดันบรรยากาศ	ต้องใช้พลังงานสูงและวัสดุราคาแพง	ต้องการความสามารถในการจับที่สูงขึ้น การดูดซับวัสดุต่ำ
(เมทานอล) Methanol	ใช้ในเครื่องยนต์ IC และหม้อไอน้ำ จึงมีความพร้อมของอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญ	เทคโนโลยีใหม่เกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงเมธานอลถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม	- ต้นทุนการผลิตสูงซึ่งขึ้นอยู่กับต้นทุนก๊าซธรรมชาติ - ต้องใช้ท่อ - อันตรายจากไฟไหม้

การเปลี่ยนรูปแบบไฮโดรเจน	โอกาส	ความท้าทาย	ความเสี่ยง
Hydrothermal process	- การคาร์บอนมอนอกไซด์ผสมกับไฮโดรเจน ซึ่งเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ - อาจใช้วัสดุนาโน	วัสดุราคาแพงโดยเฉพาะในระดับอุตสาหกรรม	- การแตกตัวของไฮโดรเจน - จำเป็นต้องมีโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มเติม รวมทั้งระบบท่อ - อาจจะเกิดเทคโนโลยีใหม่

ภาคการขนส่ง (Transportation)

อินเดีย ตุรกี ไทย เวียดนาม มองโกเลีย ฟิลิปปินส์

เส้นทางสู่ไฮโดรเจน	โอกาส	ความท้าทาย	ความเสี่ยง
- แอมโมเนียเป็นแหล่งกักเก็บไฮโดรเจน - ผสมผสาน CNG กับไฮโดรเจนสีเขียวโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์สันดาป และใช้โครงสร้างพื้นฐาน CNG ที่มีอยู่ - การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา - การขยายโครงสร้างพื้นฐาน - การตระหนักรู้ของประชาชน - ความร่วมมือด้านเทคโนโลยีระหว่างประเทศ	- ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม: ลดมลพิษ สนับสนุนการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - การสร้างงาน การเตรียมผู้บริโภคและอุตสาหกรรมให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่พลังงานทดแทน	- ต้นทุนการผลิตสูงรวมถึงเครือข่ายการจำหน่าย และการจัดเก็บไฮโดรเจน - ขาดกฎระเบียบและมาตรฐานความปลอดภัยสากล - ขาดโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุน	- การรั่วไหลของไฮโดรเจนและการแตกตัวของไฮโดรเจน - เทคโนโลยีไฮโดรเจนและเครื่องยนต์ - ความตระหนักและความรู้ของช่างเทคนิค - ความพร้อมของกำลังคนที่มีทักษะ - ความเสี่ยงทางการเงินและการตลาด - ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มขึ้น

การใช้งาน (End use Applications)

อินเดีย ไทย จีน ฟิลิปปินส์ ปากีสถาน บังกลาเทศ

ความท้าทาย	เส้นทางสู่ไฮโดรเจน
- การเงิน/ เงินทุนสำหรับโครงการไฮโดรเจน - รับไฮโดรเจนในระบบ COMBINED HYDROGEN POWER (CHP) ได้อย่างไร - วิธีบูรณาการ CHP ในระบบที่มีอยู่ในอุตสาหกรรมอ้อย อุตสาหกรรมดินและสิ่งทอ - การกำหนดนโยบายของรัฐบาล แนวทางใดในการจัดลำดับความสำคัญเกี่ยวกับการใช้แอมโมเนียหรือไฮโดรเจน - การนำเข้าไฮโดรเจน หรือการผลิตเองในประเทศ - ไม่มีกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจนที่ชัดเจน - ข้อกำหนดในการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) - ด้านความปลอดภัยของพื้นที่ - ต้องการการสนับสนุนส่งเสริมเพื่อเพิ่มทัศนคติในแง่บวกของประชาชนเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฮโดรเจน เพื่อเพิ่ม Demand การใช้พลังงานไฮโดรเจนในครัวเรือน การขนส่งมวลชน เลือกใช้ Green Hydrogen หรือ Blue Hydrogen	- เพิ่มอุปสงค์ในขณะที่ยังคงรักษาการเติบโตทางเศรษฐกิจ ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงแบบเดิม - การลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน/เซลล์เชื้อเพลิง - แหล่งนำเข้าไฮโดรเจน - การส่งเสริมทรัพยากรการฝึกอบรม และความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาที่ทำงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไฮโดรเจน - นโยบายการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ ความอยู่รอดทางการเงิน - รัฐบาลควรมีแนวทางการกำหนดกลไกราคาภาษีทางคาร์บอน หรือ นโยบายการเงินในส่วน แหล่งทุน/เงินทุน การอุดหนุน และส่วนลดทางภาษีสำหรับผู้ผลิตและผู้ใช้พลังงานไฮโดรเจน เป็นต้น ตลอดจนมีการสร้างกองทุนพลังงานไฮโดรเจนเพื่อส่งเสริมการลงทุน - รัฐบาลควรมีการส่งเสริมหรือให้สิทธิพิเศษแก่หน่วยงานที่มีกลไกการลดคาร์บอนในองค์กร - รัฐบาลควรสนับสนุนในด้านการลงทุนจากภาครัฐ เช่น การ

ความท้าทาย	เส้นทางสู่ไฮโดรเจน
- การบริหารวัตถุดิบตั้งต้น - ผลกระทบต่อต้นทุนภาคพลังงาน - การจัดการ CO_2 และการจัดเก็บ - ความสะดวกต่อการนำไปใช้งานในภาคการผลิตไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรม และภาคขนส่ง	สนับสนุนให้เกิด Pilot Project การ Subsidy และการพัฒนาสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องทั้งห่วงโซ่คุณค่าเช่น Pipelines • BOI ควรให้การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ส่วนที่ 2 ประโยชน์ที่ได้รับและการขยายผลจากการเข้าร่วมโครงการ

โปรดระบุประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ โดยแบ่งเป็น

- ประโยชน์ต่อตนเอง

  มีความเข้าใจเรื่องแนวคิดและบทบาทของไฮโดรเจนในการบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และเข้าใจรูปแบบของเทคโนโลยีไฮโดรเจนและแนวโน้มการใช้งานในแต่ละภาค ส่วนรวมถึงได้เรียนรู้แลกเปลี่ยนร่วมกันของแต่ละประเทศเกี่ยวกับเทคโนโลยีไฮโดรเจนรวมถึงนโยบายและข้อจำกัดต่างๆ

- ประโยชน์ต่อหน่วยงานต้นสังกัดและประโยชน์ต่อสายงานหรือวงการวิชาชีพในหัวข้อนั้นๆ

  ด้วยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. เป็นหน่วยงานซึ่งให้การสนับสนุนเชิงวิชาการแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับมาตรการ/นโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย จึงเห็นว่าการเตรียมความพร้อมของข้อมูลเชิงวิชาการ โดยเฉพาะการศึกษาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำที่จะนำมาใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งความรู้ต่างๆที่ได้จากการ Workshop on Green Hydrogen Systems for the Sustainable Energy Transition สามารถนำมาเป็นข้อมูลทางวิชาการเพื่อนำมาใช้สนับสนุนเป้าหมายดังนี้

  1. เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ “การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2 (2^{nd} Updated NDC)

  2. ยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ ฉบับปรับปรุง (LT-LEDS Revised Version)

  3. เป้าหมายการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ในปี ค.ศ. 2050

  4. เป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) ในปี ค.ศ. 2065

- กิจกรรมการขยายผลที่ได้ดำเนินการภายในระยะเวลา 60 วันนับจากวันสุดท้ายของโครงการ และกิจกรรมการขยายผลที่จะดำเนินการภายใน 6 เดือนหลังเข้าร่วมโครงการ

  นำความรู้ความเข้าใจเชิงวิชาการจากการเข้าร่วม Workshop on Green Hydrogen Systems for the Sustainable Energy Transition มาสนับสนุนข้อมูลเพื่อจัดทำโครงการศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์จากเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อสนับสนุนเป้าหมาย Net Zero Emission (ระยะที่ 1) สำหรับงบประมาณปี พ.ศ. 2567 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย กรณีที่มีการนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับสนับสนุนเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทย และเพื่อประเมินและวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Abatement Cost: MAC) กรณีที่มีการนำไฮโดรเจนมาใช้ในภาคการผลิตไฟฟ้า สำหรับสนับสนุนเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์

- กำหนดการฉบับล่าสุด (Program)

23-CP-50-GE-WSP-A
Digital Multicountry Workshop on Green Hydrogen Systems for the Sustainable Energy Transition
7–9 February 2024
National Productivity Council (NPC), India, and APO Secretariat

As of January 25, 2024

Time (Japan Time)	Agenda	Speaker
Day 1: Wednesday, 7 February 2024		
13:30–14:00	Registration/Zoom Connection	NPC and APO Secretariat
14:00–14:10	**Opening Session:** Welcome Remarks by NPO Opening Remarks by APO Secretariat Introduction of Resource Persons and Participants	 Anand Verma, Director, Energy Management, NPC, India Jittin Kapoor, Program Officer, APO Secretariat
14:10–14:20	APO Introduction and Course Objectives	Jittin Kapoor
14:20–15:20	Session 1: Understanding Hydrogen Production and Key Sustainability Elements This session will focus on current hydrogen applications and production processes of hydrogen. The implications for the environment, methods to decouple industrialization from environmental degradation, and use of green hydrogen as a technical, commercially viable alternative will be highlighted.	Dr. Somenath Garai, Professor, Department of Chemistry, Institute of Science, Banaras Hindu University, India
15:20–15:30	Break	
15:30–16:30	Session 2: Emerging Technological Trends and Market Opportunities: Transport Sector This session will examine innovations and technologies in the use of hydrogen in the transport sector and mobility applications. The focus will be on understanding challenges in different vehicles and hybrid fuel cells, electric, and engine applications	Dr. Lorenzo Di Fresco, Renewable Energy Expert, BluEnergy Revolution Societa Cooperativa, Italy
16:30-17:30	Session 3: Green Hydrogen Technologies: Opportunities and Risks in Building Systems This session will cover the commercial building sector. Green hydrogen technologies making hydrogen a viable alternative for natural gas while meeting heating/cooling demand and power needs along with successful cases will be expained.	Dr. Ali Muslim Syed President, Applied Energy Consulting, Canada
End of Day 1		
Day 2: Thursday, 8 February 2024		
13:30–14:00	Registration/Zoom Connection	
14:00–15:00	Session 4: Creating a Green Hydrogen Ecosystem through Policy Interventions This session will emphasize the role of policymakers in moving green hydrogen from a niche area to a	Dr. Ali Muslim Syed

Time (Japan Time)	Agenda	Speaker
	mainstream alternative in the near future. Regulations and incentives to prepare a conducive business environment for clean energy transition, employment generation, green economic growth, etc. will be explained through examples.	
15:00–16:00	Session 5: Addressing Technical and Economic Challenges Approaches to addressing technical and economic barriers at organizational, sectoral, and national levels while creating green hydrogen value chains and a global market for imports/exports of green hydrogen carriers will be examined.	Dr. Stefano Barberis, Researcher, R&D Department, BluEnergy Revolution Societa Cooperativa, Italy
16:00–16:10	Break	
16:10–17:00	Session 6: Green Hydrogen Policy: The Indian Perspective and Case Studies This session will explain green hydrogen policies in India, along with the outcomes envisaged. The positive implications of ongoing projects and initiatives related to green hydrogen value chains will also be discussed.	Dr. Arnab Dutta, Professor, Chemistry Department, Indian Institute of Technology Bombay, India
End of Day 2		
Day 3: Friday, 9 February 2024		
13:30–14:00	Registration/Zoom Connection	
14:00–15:45	Session 7: Group Work on Opportunities, Challenges, Risks, and Recommendations in Green Hydrogen Value Chains Participants will be divided into groups to identify the opportunities, challenges, and risks across four key elements of green hydrogen value chains: production; transformation; transportation; and end-use applications. Recommendations to address risks will be made. Group divisions and key focus elements will be provided on 5 February 2024 via email to participants.	Facilitated by Jittin Kapoor and resource persons
15:45–15:55	Break	
15:55–17:10	Session 8: Group Presentations In a plenary session, each group will be given 13–15 min to present the group work results, followed by feedback and inputs from resource persons and participants.	Facilitated by Jittin Kapoor and resource persons
17:10–17:20	**Closing Session:** Vote of Thanks Closing Remarks by NPO Administrative Announcements by APO Secretariat (Evaluation, Certificates)	Selected Participants Anand Verma Jittin Kapoor
End of the Course		