รายงานการเข้าร่วมโครงการเอพีโอ

23-CP-50-GE-WSP-A Workshop on Green Hydrogen Systems for the Sustainable Energy Transition

ระหว่างวันที่ 7-9 กุมภาพันธ์ 2567

ณ ประเทศอินเดีย

จัดทำโดย นายสรรค์ภพ ดุมกลาง

นักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์

วันที่ 8 เมษายน 2567

ส่วนที่ 1 เนื้อหา/องค์ความรู้จากการเข้าร่วมโครงการ

1.1 ที่มาและวัตถุประสงค์ของโครงการ

Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change ครั้งที่ 28 หรือ การประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 28 เป็นการประชุมระดับโลกที่จัดขึ้นโดย สหประชาชาติ เพื่อหารือเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและหาแนวทางแก้ไข นั้นได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการเพิ่มศักยภาพด้านพลังงานทดแทนเป็นสามเท่าและเร่งการลดการใช้ถ่านหิน พลังงานสะอาดรูปแบบใหม่รวมถึงไฮโดรเจนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน ความต้องการไฮโดรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อสนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจพร้อมกับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเปลี่ยนผ่านนี้สอดคล้องกับ Green Productivity Program ของ APO

ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดการปล่อยคาร์บอน และมีพลังงานจำเพาะสูงที่สุดในบรรดาเชื้อเพลิงทั้งหมด ไฮโดรเจนถูกใช้สำหรับโรงกลั่นน้ำมัน ปุ๋ย เหล็ก และใช้ในด้านการขนส่งและการกักเก็บพลังงานโดยสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อนได้ International Renewable Energy Agency รายงานว่าไฮโดรเจนคิดเป็น 12% ของการใช้พลังงานทั่วโลกภายในปี 2050 และการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen) ที่ใช้พลังงาทดแทนสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 9–20 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไฮโดรเจน 1 กิโลกรัม

การใช้พลังงานทดแทนในการผลิตไฮโดรเจนจะช่วยให้บรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-zero emission) โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจที่ต้องการ การเปลี่ยนไปใช้ไฮโดรเจนจึงเป็นส่วนเสริมที่สำคัญสำหรับการเปลี่ยนผ่านอย่างรวดเร็วไปสู่แหล่งพลังงานที่ยั่งยืน ควบคู่ไปกับการลดคาร์บอน (Decarbonizing) ในภาคส่วนต่าง ๆ ของเศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เรียนรู้ที่มาของไฮโดรเจนสีเขียวและบทบาทในการบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์
- เรียนรู้แนวโน้มและผลกระทบต่อการตอบสนองความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้น
- เรียนรู้ประเด็นความยั่งยืนทางพลังงานพร้อมตัวอย่างกรณีศึกษาที่ประสบความสำเร็จในการสร้างไฮโดรเจนสีเขียว
- เรียนรู้นโยบายส่งเสริมและการกำกับเพื่อขับเคลื่อนการใช้ไฮโดรเจนสีเขียว
- อภิปรายอุปสรรคและข้อจำกัดด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของการใช้ไฮโดรเจนสีเขียว

1.2 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมต่าง ๆ

ตารางที่ 1 หัวข้อการบรรยายและผู้บรรยาย

ลำดับ	หัวข้อการบรรยาย	ผู้บรรยาย
1	Understanding Hydrogen Production and Key Sustainability Elements	Dr. Somenath Garai, Professor, Department of Chemistry, Institute of Science, Banaras Hindu University, India
2	Emerging Technological Trends and Market Opportunities: Transport Sector	Dr. Lorenzo Di Fresco, Renewable Energy Expert, BluEnergy Revolution Societa Cooperativa, Italy
3	Green Hydrogen Technologies: Opportunities and Risks in Building Systems	Dr. Ali Muslim Syed, President, Applied Energy Consulting, Canada
4	Creating a Green Hydrogen Ecosystem through Policy Interventions	Dr. Ali Muslim Syed, President, Applied Energy Consulting, Canada
5	Addressing Technical and Economic Challenges	Dr. Stefano Barberis, Researcher, R&D Department, BluEnergy Revolution Societa Cooperativa, Italy
6	Green Hydrogen Policy: The Indian Perspective and Case Studies	Dr. Arnab Dutta, Professor, Chemistry Department, Indian Institute of Technology Bombay, India

ก่อนจะเข้าถึงการสรุปเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของการบรรยาย ทุกหัวข้อจะมีการปูพื้นฐานความเข้าใจของไฮโดรเจนสีเขียวซึ่งมุ่งเน้นสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับไฮโดรเจนสีเขียวเริ่มต้นด้วยคุณสมบัติและแหล่งที่มาของไฮโดรเจน ความหมายและวิธีการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว จึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ และขยายความให้ชัดเจนดังต่อไปนี้

1. พื้นฐานเทคโนโลยีไฮโดรเจนสีเขียว

ไฮโดรเจนสีเขียวนับเป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและการส่งเสริมระบบพลังงานที่ยั่งยืนในอนาคต ด้วยคุณสมบัติที่สามารถผลิตไฮโดรเจนโดยไม่มีการปล่อยมลพิษ ทำให้เทคโนโลยีนี้กลายเป็นกุญแจสำคัญในการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบพลังงานที่สะอาดและยั่งยืน

การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใช้พลังงานหมุนเวียนเช่น พลังงานลม, พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ไม่มีสิ้นสุดและไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การใช้พลังงานจากแหล่งเหล่านี้ในกระบวนการ electrolysis สำหรับการผลิตไฮโดรเจนไม่เพียงแต่ช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเท่านั้น แต่ยังช่วยในการกระจายพลังงานให้เป็นไปอย่างยั่งยืนและปลอดภัยมากขึ้น

ไฮโดรเจนสีเขียวมีศักยภาพในการปฏิวัติหลายภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นในด้านการขนส่ง โดยเฉพาะในส่วนของยานพาหนะที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง, อุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องการอุณหภูมิสูง, หรือแม้กระทั่งในภาคการผลิตพลังงาน เทคโนโลยีนี้ช่วยเปิดทางสู่การใช้พลังงานที่สะอาด ลดการพึ่งพาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ภาพรวมของการศึกษาและเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การเก็บรักษา และการใช้ไฮโดรเจนสีเขียว แต่ละหัวข้อดำเนินการเจาะลึกเข้าไปในแต่ละด้านที่สำคัญของเทคโนโลยีนี้ ตั้งแต่ลักษณะพื้นฐานของไฮโดรเจน การแยกแยะประเภทของไฮโดรเจนตามวิธีการผลิต ไปจนถึงกระบวนการ electrolysis ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฮโดรเจน และความท้าทายในการเก็บรักษาไฮโดรเจน การทำความเข้าใจในหัวข้อเหล่านี้ไม่เพียงแต่ส่งเสริมความรู้ทางเทคนิคเท่านั้น แต่ยังช่วยเหลือในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาการแก้ไขปัญหาที่ยั่งยืนสำหรับอนาคตของพลังงานทั้งโลก

1.1 คุณสมบัติของไฮโดรเจนและประเภทของไฮโดรเจน

ไฮโดรเจน (H_2) เป็นองค์ประกอบที่เบาที่สุดและหนึ่งในสารที่พบมากที่สุดในโลกเท่านั้น แต่ยังเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงสำหรับการเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและยั่งยืน ด้วยความสามารถในการเผาไหม้โดยไม่ผลิตมลพิษหรือเพียงแค่ปล่อยน้ำเป็นผลลัพธ์เท่านั้น ไฮโดรเจนมีศักยภาพในการช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและช่วยลดผลกระทบต่อสภาพอากาศโดยก๊าซไฮโดรเจน (H_2) เป็นเชื้อเพลิงสะอาด หลังการเผาไหม้ก๊าซไฮโดรเจนกับออกซิเจนจากอากาศจะได้ผลผลิต คือ น้ำ และพลังงาน เท่านั้น (สมการที่ 1) ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซที่จะเป็นผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น จงมีการเสนอใช้พลังงานจากไฮโดรเจน เพื่อให้เกิดเศรษฐกิจสู่ carbon neutral economy ก๊าซไฮโดรเจนสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติเมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกรดกับโลหะ หรืออาจเกิดจากกระบวนการผลิตของแบคทีเรีย หรือสาหร่ายบางชนิด อย่างไรก็ตาม ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมักจะหายไปในเวลาอันรวดเร็วเนื่องจากน้ำหนักที่เบามากจึงทำให้ลอยขึ้นไปในอากาศ ดังนั้น เราจึงมักจะพบไฮโดรเจนอยู่ในรูปของโมเลกุลน้ำ (H_2O) และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ (hydro-carbon compound)

$2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$ + พลังงาน (1)

โดยพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ก๊าซไฮโดรเจนนั้น สามารถนำไปใช้งานเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ๆ เช่น พลังงานกลและพลังงานไฟฟ้า ตัวอย่างการนำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้งาน ได้แก่ การใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ (combustion) หรือใช้ในเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) โดยใช้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเปลี่ยนไปเป็นกระแสไฟฟ้า (electrochemical reaction) ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในการขับเคลื่อนยานยนต์ ผลิตกระแสไฟฟ้า และใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก

ประเภทของไฮโดรเจน

การจำแนกประเภทของไฮโดรเจนมักจะทำตามสี ซึ่งสะท้อนถึงวิธีการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ประเภทของไฮโดรเจนแตกต่างกันไปตามวิธีการผลิต และมีผลต่อความยั่งยืนของพลังงานที่ได้

ตารางที่ 2 สีของไฮโดรเจน

สี	เทคโนโลยี	แหล่งพลังงาน	การปล่อย GHG
ดำ (Black)	Gasification	น้ำมันหนัก, บิทูเมน (Heavy Oil, Bitumen)	สูง
น้ำตาล (Brown)	Gasification	ถ่านหิน (Coal)	สูง
เทา (Grey)	Natural gas reforming	ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	ปานกลาง
ฟ้า (Blue)	Natural gas reforming + carbon capture and storage (CCS)	ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	ต่ำ
ฟ้าคราม (Turquoise)	Pyrolysis	ก๊าซธรรมชาติ, ชีวมวล (Natural Gas, Biomass)	คาร์บอนไดออกไซด์ในสถานะของแข็ง (Solid carbon, by-product)
เหลือง (Yellow)	Electrolysis	พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผสม (Mixed-Origin Grid Energy)	ปานกลาง
ม่วง/ชมพู (Purple/Pink)	Electrolysis	นิวเคลียร์ (Nuclear)	น้อยที่สุด
ขาว (White)	กระบวนการธรรมชาติ	แหล่งธรณีความร้อน (Geothermal Sources)	แปรผัน
เขียว (Green)	Electrolysis	ลม, แสงอาทิตย์, น้ำ, พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Wind, Solar, Hydro, Geothermal)	น้อยที่สุด

- ไฮโดรเจนสีดำ/น้ำตาล (Black/Brown hydrogen): การผลิตได้มาจากการแปลงถ่านหินและเชื้อเพลิงฟอสซิลแบบดั้งเดิมอื่น ๆ เป็นก๊าซ โดยไม่มีการดักจับคาร์บอน ไฮโดรเจนสีดำ/น้ำตาลเป็นตัวแทนที่แสดงถึงแหล่งพลังงานดั้งเดิมที่เข้มข้นด้วยคาร์บอน แม้จะมีข้อเสียต่อสิ่งแวดล้อม ไฮโดรเจนชนิดนี้ยังคงมีใช้อยู่ในภูมิภาคหรือภาคส่วนที่มีทางเลือกที่สะอาดอย่างจำกัด โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปสู่แหล่งไฮโดรเจนที่ยั่งยืนกว่า

- ไฮโดรเจนสีเทา (Grey hydrogen): ส่วนใหญ่ผลิตผ่านการปฏิรูปมีเทนด้วยไอน้ำ (SMR) ซึ่งก๊าซธรรมชาติทำปฏิกิริยากับไอน้ำเพื่อสร้างไฮโดรเจน วิธีนี้แม้จะมีประสิทธิภาพและสะอาดกว่าไฮโดรเจนสีน้ำตาล แต่ก็ยังคงส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไฮโดรเจนสีเทาถือเป็นส่วนสำคัญของการผลิตไฮโดรเจนในปัจจุบัน เสนอทางเลือกที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ จนกว่าทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมยิ่งกว่าจะสามารถมาทดแทนได้

- ไฮโดรเจนสีฟ้า (Blue hydrogen): ไฮโดรเจนสีนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานเปลี่ยนผ่าน ผลิตโดยการปฏิรูปก๊าซธรรมชาติควบคู่กับการเติมเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) กระบวนการนี้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการดักจับและกักเก็บคาร์บอนที่ปล่อยออกมา ทำให้เป็นทางเลือกที่สะอาดกว่าวิธีการผลิตไฮโดรเจนแบบดั้งเดิม สำหรับอุตสาหกรรมที่พึ่งพาก๊าซธรรมชาติ

- ไฮโดรเจนสีฟ้าคราม (Turquoise hydrogen): การผลิตผ่านการแยกมีเทนด้วยอุณหภูมิสูง เสนอแนวทางที่เป็นนวัตกรรมโดยใช้พลังงานความร้อนสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตคาร์บอนแข็งเป็นผลพลอยได้ วิธีนี้เสนอทางเลือกที่ปล่อยคาร์บอนน้อยกว่าเทคนิคการปฏิรูปแบบดั้งเดิม โดยดึงดูดภาคส่วนต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีและการลดคาร์บอน

- ไฮโดรเจนสีเหลือง (Yellow hydrogen): การผลิตใช้กระบวนการอิเล็กโทรไลซิสในการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผสม ซึ่งรวมถึงทั้งพลังงานหมุนเวียนและพลังงานที่ไม่ได้มาจากแหล่งหมุนเวียน เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หรือนิวเคลียร์ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผสมหมายความว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะแตกต่างกันไปตามสัดส่วนของแหล่งพลังงานหมุนเวียนและไม่หมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าที่ใช้ ด้วยเหตุนี้ ไฮโดรเจนสีเหลืองจึงถูกจัดให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับปานกลาง โดยอาจมีการปล่อยมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสัดส่วนของการใช้พลังงานหมุนเวียนในแหล่งผสมที่เกี่ยวข้อง

- ไฮโดรเจนสีม่วง/ชมพู (Purple/Pink hydrogen): การใช้พลังงานนิวเคลียร์สำหรับการผลิตไฮโดรเจนอย่างยั่งยืน ในการผลิตไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส กระบวนการนี้สามารถปรับปรุงเพิ่มเติมได้โดยการใช้ประโยชน์จากความร้อนเหลือทิ้งจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฮโดรเจนโดยไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง

- ไฮโดรเจนสีขาว (White hydrogen): การผลิตมาจากกระบวนการธรรมชาติหรือการผลิตที่ไม่ต้องใช้พลังงานภายนอกเพิ่มเติม เช่น จากแหล่งความร้อนใต้พิภพทำให้มีความแตกต่างจากประเภทของไฮโดรเจนอื่น ๆ ในแง่ของการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถพบได้ในบางพื้นที่ของโลกที่มีกิจกรรมธรณีวิทยาสูง เช่น ใกล้กับแนวรอยเลื่อนหรือปรากฏการณ์ภูเขาไฟการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฮโดรเจนสีขาวอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวิธีการและเทคโนโลยีที่ใช้ในการสกัดพลังงานความร้อนและการผลิตไฮโดรเจน อย่างไรก็ตาม ถ้าการผลิตนั้นมีการจัดการอย่างรอบคอบและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การผลิตไฮโดรเจนสีขาวสามารถมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อย

- ไฮโดรเจนสีเขียว (Green hydrogen): การผลิตผ่านกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสโดยใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น ลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ กระบวนการนี้แยกน้ำออกเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก การผลิตในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น แต่ยังช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงไปสู่ระบบพลังงานยั่งยืน

ไฮโดรเจนสีเขียวมีบทบาทสำคัญในอนาคตของการเปลี่ยนผ่านพลังงาน ไม่เพียงเพราะความสามารถในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น แต่ยังเพราะความเป็นไปได้ในการเก็บพลังงานหมุนเวียนเพื่อใช้ในอนาคต การเก็บรักษาและการขนส่งไฮโดรเจนยังคงเป็นความท้าทาย แต่การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ในด้านนี้กำลังเปิดทาง ความหลากหลายของไฮโดรเจนตามสีเกิดขึ้นจากความต้องการแยกแยะวิธีการผลิตไฮโดรเจนตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและแหล่งพลังงาน การจำแนกประเภทนี้ช่วยให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ สามารถตัดสินใจส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร และสำรวจกฎระเบียบต่าง ๆ ในขณะที่โลกมุ่งหน้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำในอนาคต การทำความเข้าใจและยอมรับวิธีการผลิตไฮโดรเจนที่สะอาดกว่าจะกลายเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการบรรลุเป้าหมายด้านความยั่งยืนในภาคพลังงาน

1.2 เพราะเหตุใดไฮโดรเจนสีเขียวจึงมีความสำคัญ

ไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen) ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงอนาคตของพลังงานที่ยั่งยืนด้วยการผลิตจากกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสที่ใช้พลังงานทดแทน เช่น ลม, แสงอาทิตย์, น้ำ หรือพลังงานความร้อนใต้พิภพ ไฮโดรเจนสีเขียวไม่เพียงแต่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเท่านั้น แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการเก็บรักษาและใช้พลังงานทดแทนให้เกิดประโยชน์สูงสุด การเปลี่ยนแปลงนี้ช่วยให้ระบบพลังงานมีความมั่นคงและยืดหยุ่นมากขึ้นและยังส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจผ่านการสร้างงานใหม่ ๆ การกระตุ้นการลงทุนในเทคโนโลยีพลังงานสะอาด

การใช้ไฮโดรเจนสีเขียวในภาคการขนส่ง การผลิตพลังงาน และกระบวนการอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยมลพิษและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบพลังงานที่มีความยั่งยืน โดยเฉพาะในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ การนำไฮโดรเจนสีเขียวไปใช้เป็นสิ่งสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายด้านความยั่งยืนและเป็นหนทางที่สามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาวิธีการผลิตและจัดเก็บรักษาไฮโดรเจนที่จะกลายเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนสังคมคาร์บอนต่ำและการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

1.3 กระบวนการอิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis)

กระบวนการอิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis) เป็นกระบวนการทางเคมีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการแยกสารประกอบเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ โดยไม่ต้องพึ่งพาการเผาไหม้หรือแหล่งพลังงานความร้อนจากภายนอก ในด้านการผลิตไฮโดรเจน กระบวนการอิเล็กโทรไลซิสมีบทบาทสำคัญในการผลิตไฮโดรเจนสะอาดจากน้ำ (H_2O) โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าในการแยกโมเลกุลน้ำเป็นก๊าซออกซิเจน (O_2) และไฮโดรเจน (H_2)

กระบวนการอิเล็กโทรไลซิสสามารถผลิตไฮโดรเจนจากแหล่งพลังงานทดแทนและยังช่วยเพิ่มความมั่นคงทางพลังงาน รวมถึงลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลได้อีกด้วย ขึ้นอยู่กับชนิดของอิเล็กโทรไลเซอร์ (Electrolyser) ที่ใช้ กระบวนการอิเล็กโทรไลซิสสามารถแบ่งออกเป็นสามประเภทหลัก ๆ ได้แก่ Alkaline Electrolysis, PEM Electrolysis และ Solid Oxide Electrolysis

1. Alkaline Electrolysis (อิเล็กโทรไลซิสแบบอัลคาไลน์): เป็นเทคโนโลยีที่เก่าแก่ที่สุดและได้มีใช้งานมาเป็นเวลานาน เทคนิคนี้ใช้น้ำที่มีอัลคาไลน์ (เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์) เป็นอิเล็กโทรไลต์ เพื่อแยกน้ำเป็นออกซิเจนและไฮโดรเจน อิเล็กโทรไลซิสแบบอัลคาไลน์มีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่ดี แต่มีข้อจำกัดเรื่องความเร็วในการผลิตไฮโดรเจน และอาจต้องการการบำรุงรักษาที่สูงกว่าเทคโนโลยีอื่น
2. PEM Electrolysis (อิเล็กโทรไลซิสแบบ PEM): ย่อมาจาก Proton Exchange Membrane Electrolysis ใช้เยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอนเป็นอิเล็กโทรไลต์ เทคโนโลยีนี้สามารถทำงานได้ที่ความดันสูง มีขนาดเล็กกระทัดรัด และมีประสิทธิภาพการผลิตไฮโดรเจนที่สูงกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็วและการผลิตไฮโดรเจนในปริมาณมาก
3. Solid Oxide Electrolysis (อิเล็กโทรไลซิสแบบออกไซด์แข็ง): เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุด ซึ่งใช้เซรามิกที่ทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงมาก ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือมีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานสูงและสามารถผลิตไฮโดรเจนจากไอน้ำได้โดยตรง อย่างไรก็ตามยังคงต้องการการพัฒนาเพิ่มเติมในเรื่องของต้นทุนและความทน

1.4 การจัดเก็บไฮโดรเจน

การจัดเก็บไฮโดรเจนเป็นหนึ่งในความท้าทายในการใช้งานไฮโดรเจนเป็นพลังงาน ด้วยคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของไฮโดรเจนที่มีน้ำหนักเบาและความหนาแน่นพลังงานสูง การจัดเก็บไฮโดรเจนจึงต้องการเทคโนโลยีที่สามารถรักษาปริมาณพลังงานให้สูงในขณะที่คงความปลอดภัยสูงสุด ซึ่งมีหลายวิธีในการจัดเก็บไฮโดรเจน แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน การพัฒนาและนวัตกรรมในเทคโนโลยีการจัดเก็บไฮโดรเจนเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้งานไฮโดรเจนเป็นพลังงานหมุนเวียนและช่วยให้การใช้งานไฮโดรเจนเป็นไปได้มากขึ้นในหลาย ๆ ภาคส่วน การเลือกวิธีการจัดเก็บที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับความต้องการของการใช้งาน ปริมาณไฮโดรเจนที่ต้องการจัดเก็บ ระยะเวลาการจัดเก็บ และความพร้อมในการเข้าถึงเทคโนโลยีการจัดเก็บ

ตารางที่ 3 ประเภทการจัดเก็บไฮโดรเจนในรูปแบบต่าง ๆ

ประเภทการจัดเก็บ	คุณสมบัติหลัก	การใช้งาน	ข้อจำกัดหลัก
ก๊าซภายใต้ความดันสูง (High-Pressure Gas Cylinders)	บีบอัดไฮโดรเจนในถังที่ทนต่อความดันสูง	เหมาะสำหรับการขนส่งและเคลื่อนย้าย	ต้องการถังบีบอัดพิเศษที่มีความแข็งแรงสูง
ของเหลว (Liquid Hydrogen Storage)	เย็นไฮโดรเจนจนถึงจุดเดือดที่ -253°C เพื่อจัดเก็บในรูปของเหลว	เหมาะสำหรับการจัดเก็บปริมาณมากและการขนส่งระยะไกล	ต้องการพลังงานสูงในการเย็นและรักษาอุณหภูมิ
วัสดุซับไฮโดรเจน (Metal Hydride Tanks)	ใช้วัสดุโลหะไฮดรัยด์ซับไฮโดรเจน	เหมาะสำหรับการจัดเก็บระยะยาวและเป็นแหล่งพลังงานสำหรับยานพาหนะ	ต้นทุนสูงและต้องการความร้อนในการปล่อยไฮโดรเจน
การจัดเก็บด้วยสารเคมี (Chemical Hydrogen Storage)	ใช้สารเคมีเพื่อซับหรือเก็บไฮโดรเจน	เหมาะสำหรับการจัดเก็บระยะยาวและการขนส่ง	การปล่อยไฮโดรเจนอาจต้องการกระบวนการเฉพาะ
การจัดเก็บใต้ดิน (Underground Storage)	จัดเก็บไฮโดรเจนในโพรงธรรมชาติหรือโครงสร้างที่สร้างขึ้นใต้ดิน	เหมาะสำหรับการจัดเก็บปริมาณมากและระยะยาว	ต้องการการตรวจสอบและบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการรั่วไหล
การจัดเก็บแอมโมเนีย (Ammonia Storage)	แอมโมเนียสามารถใช้เป็นตัวกลางในการจัดเก็บไฮโดรเจน	เหมาะสำหรับการขนส่งไฮโดรเจนระยะไกล	ต้องการกระบวนการแยกไฮโดรเจนจากแอมโมเนียก่อนใช้งาน

- การจัดเก็บเป็นก๊าซภายใต้ความดันสูง (High-Pressure Gas Cylinders): การจัดเก็บไฮโดรเจนในรูปแบบก๊าซภายใต้ความดันสูงเป็นวิธีที่พบบ่อยที่สุด โดยไฮโดรเจนจะถูกบีบอัดไว้ภายในถังจัดเก็บที่ทนต่อความดันสูง (สูงถึง 700 บาร์หรือมากกว่า) เพื่อลดปริมาณพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บ วิธีนี้เป็นที่นิยมเนื่องจากความเรียบง่ายและความสามารถในการจัดเก็บปริมาณไฮโดรเจนสูงในพื้นที่จำกัด อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บภายใต้ความดันสูงต้องการวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงและมาตรการป้องกันความปลอดภัยที่เข้มงวด

- การจัดเก็บในรูปแบบของเหลว (Liquid Hydrogen Storage) : การจัดเก็บไฮโดรเจนเป็นของเหลวต้องการให้ไฮโดรเจนถูกเย็นจนถึงจุดเดือดที่ -253 องศาเซลเซียส เทคนิคนี้ช่วยเพิ่มความหนาแน่นของพลังงานและลดปริมาณพื้นที่ที่ต้องการสำหรับการจัดเก็บ การจัดเก็บไฮโดรเจนในรูปแบบของเหลวเหมาะสมสำหรับการขนส่งและจัดเก็บในระยะยาว แต่ต้องการพลังงานจำนวนมากในการเย็นไฮโดรเจนและรักษาสภาพความเย็น ซึ่งเป็นข้อจำกัดใหญ่ของวิธีนี้

- การจัดเก็บด้วยวัสดุซับไฮโดรเจน (Metal Hydride Tanks): การใช้วัสดุซับไฮโดรเจน เช่น โลหะไฮดรัยด์, คาร์บอน หรืออออร์กานิกไฮดรัยด์ เป็นวิธีที่น่าสนใจในการจัดเก็บไฮโดรเจน วัสดุเหล่านี้สามารถซับและปล่อยไฮโดรเจนได้โดย การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงความดันหรืออุณหภูมิ วิธีการจัดเก็บนี้มีศักยภาพในการ จัดเก็บไฮโดรเจนในปริมาณมากโดยไม่ต้องใช้พื้นที่จัดเก็บมาก แต่ยังคงต้องการการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อลด ต้นทุนและปรับปรุงประสิทธิภาพ

- การจัดเก็บด้วยสารเคมี (Chemical Hydrogen Storage): วิธีนี้ใช้สารเคมีเพื่อซับหรือเก็บไฮโดรเจน การปล่อย ไฮโดรเจนจากสารเคมีอาจต้องการกระบวนการเฉพาะ เช่น การเพิ่มความร้อน วิธีนี้มีศักยภาพในการจัดเก็บ ไฮโดรเจนในปริมาณมากด้วยความหนาแน่นพลังงานสูง แต่ยังคงต้องการการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาสารเคมีที่เหมาะสม และลดต้นทุนในการผลิต

- การจัดเก็บใต้ดิน (Underground Storage): เป็นการจัดเก็บไฮโดรเจนในโพรงใต้พิภพธรรมชาติหรือในถังจัดเก็บที่ สร้างขึ้นใต้ดิน เช่น ในโพรงเกลือหรือในอ่างเก็บน้ำใต้ดิน วิธีนี้เหมาะสำหรับการจัดเก็บปริมาณมากและระยะยาว มี ความปลอดภัยสูงและมีต้นทุนการบำรุงรักษาต่ำ อย่างไรก็ตาม ต้องการการศึกษาลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ให้ ละเอียดเพื่อป้องกันการรั่วไหลและปกป้องสิ่งแวดล้อม

- การจัดเก็บด้วยแอมโมเนีย (Ammonia Storage): แอมโมเนียสามารถใช้เป็นตัวกลางในการจัดเก็บและขนส่ง ไฮโดรเจน เนื่องจากสามารถผลิตแอมโมเนียจากไฮโดรเจนและปล่อยไฮโดรเจนออกมาเมื่อต้องการใช้งาน วิธีนี้ช่วย ลดปัญหาด้านการจัดเก็บและการขนส่งไฮโดรเจนที่ต้องการเงื่อนไขพิเศษ แต่ต้องการกระบวนการแยกไฮโดรเจนจาก แอมโมเนียซึ่งอาจต้องการพลังงานและอุปกรณ์เฉพาะ

หัวข้อที่ 1 - Understanding Hydrogen Production and Key Sustainability Elements

ดร. Somenath Garai มุ่งเน้นไปที่ความก้าวหน้าและศักยภาพในเทคโนโลยีไฮโดรเจนสีเขียว โดยเน้นย้ำถึงบทบาทของเทคโนโลยีควอนตัมในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในปริมาณมากและการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนสีเขียว รวมถึงแนวทางเชิงนวัตกรรมในการเอาชนะความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฮโดรเจน ความสามารถในการขยายขนาด และต้นทุน ประเด็นสำคัญจากการนำเสนอประกอบด้วย:

พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานทดแทนและไฮโดรเจนในฐานะเชื้อเพลิง:

- กล่าวถึงเป้าหมายด้านพลังงานทดแทนของอินเดีย รวมถึงการบรรลุสถานะปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี 2070 และการเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานสะอาดอย่างมีนัยสำคัญ เน้นย้ำถึงความสำคัญของไฮโดรเจนสีเขียวในการบรรลุเป้าหมายพร้อมกับการเปรียบเทียบไฮโดรเจนสีเขียวกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ แสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของพลังงานที่เหนือกว่าและเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีการผลิตไฮโดรเจน:

- ผู้บรรยายเปรียบเทียบวิธีการผลิตไฮโดรเจนที่แตกต่างกัน รวมถึงการเร่งปฏิกิริยาด้วยไฟฟ้า (electrocatalysis) การเร่งปฏิกิริยาด้วยไฟฟ้าและแสง (photo-electrocatalysis) และการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (photocatalysis) งานนำเสนอชี้ให้เห็นข้อจำกัดของวิธีการเร่งปฏิกิริยาด้วยไฟฟ้าแบบปัจจุบัน เนื่องจากความท้าทายด้านต้นทุนและประสิทธิภาพ และแนะนำการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงเป็นทางเลือกที่มีแนวโน้ม โดยใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในการแยกน้ำ นำเสนอให้รายละเอียดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่มีประสิทธิภาพสำหรับการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวภายใต้การฉายรังสีแสงที่มองเห็นได้ อธิบายการใช้เทคโนโลยีควอนตัมในการเพิ่มประสิทธิภาพของการแยกน้ำโดยใช้แสง โดยเน้นที่การใช้โครงสร้างควอนตัมแบบประกอบตัวเอง (Keplerates และ Keggins) เพื่อเพิ่มกิจกรรมตัวเร่งปฏิกิริยา

ต้นทุนและความสามารถในการขยายขนาดการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว:

- วิเคราะห์การคาดการณ์ต้นทุนสำหรับการผลิตไฮโดรเจนสีเขียว การแก้ไขปัญหาความสามารถในการขยายขนาด การพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน และความจำเป็นสำหรับมาตรฐานสากลและความร่วมมือระหว่างประเทศ. นำเสนอการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำเสียและการผลิตไฮโดรเจนโดยตรงจากน้ำเค็ม ซึ่งเป็นอีกหนึ่งหนทางที่ยั่งยืนสำหรับการสร้างไฮโดรเจนสีเขียว พร้อมเน้นย้ำถึงศักยภาพของตลาดสำหรับไฮโดรเจนสีเขียวในอินเดีย โดยกล่าวถึงความร่วมมือกับหุ้นส่วนอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อนำเทคโนโลยีที่ผ่านการพิสูจน์ในห้องปฏิบัติการสู่ความพร้อมด้านการตลาด

การสาธิตเทคโนโลยีและทิศทางในอนาคต:

- ผู้บรรยายกล่าวถึงการสาธิตเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จ รวมถึงยูนิตผลิตไฮโดรเจนสีเขียวขนาดห้องปฏิบัติการและแผนการขยายขนาดการผลิตระดับอุตสาหกรรม นำเสนอผลสรุปด้วยศักยภาพของเทคโนโลยีไฮโดรเจนสีเขียวต่อการเปลี่ยนผ่านพลังงานที่ยั่งยืน โดยเน้นย้ำถึงบทบาทในการลดการปล่อยคาร์บอนและการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยการใช้เทคโนโลยีควอนตัมในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการแยกน้ำเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจนด้วยแสงสว่าง (photocatalysis) เป็นนวัตกรรมที่สำคัญที่สามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิผลการผลิตไฮโดรเจนได้ โดยเทคโนโลยีควอนตัมถึงเป็นเรื่องที่ใหม่มากดังนั้นประเทศไทยสามารถสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในด้านนี้เพื่อสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับทรัพยากรในประเทศ

หัวข้อที่ 2 - Emerging Technological Trends and Market Opportunities: Transport Sector

ดร. Lorenzo Di Fresco เน้นให้เห็นถึงศักยภาพที่สำคัญของไฮโดรเจนในการปรับเปลี่ยนภาคส่วนการคมนาคมขนส่งให้เป็นพลังงานสะอาดขึ้นและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น นำเสนอความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี กรอบนโยบาย ความพร้อมของตลาดที่จำเป็นสำหรับการนำเชื้อเพลิงไฮโดรเจนมาใช้ในรูปแบบการขนส่งที่หลากหลาย และเป็นประเด็นสำคัญที่ครอบคลุมสำหรับการผนวกรวมพลังงานไฮโดรเจนเข้ากับการแก้ปัญหาการคมนาคมระดับสากล ต่อไปนี้เป็นการสรุปประเด็นโดยรวม:

เหตุผลในการนำไฮโดรเจนมาเป็นแหล่งพลังงานในภาคขนส่ง:

- การผนวกพลังงานสะอาด: ผู้บรรยายเน้นย้ำถึงบทบาทของไฮโดรเจนในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพลังงานทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผ่านการอิเล็กโทรไลซิสของน้ำเพื่อสร้างระบบนิเวศการขนส่งที่ยั่งยืน
- การลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: พูดถึงศักยภาพของไฮโดรเจนในการลดการปล่อยมลพิษในภาคการขนส่ง ซึ่งจะส่งผลดีต่อความพยายามทั่วโลกในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การผลิตไฮโดรเจน:

- เจาะลึกวิธีการผลิตไฮโดรเจนด้วยกระบวนการอิเล็กโทรไลซิสของน้ำ
- เน้นย้ำถึงประสิทธิภาพและความยั่งยืนของไฮโดรเจนในฐานะเชื้อเพลิง

ความท้าทายและโอกาสในระบบขนส่งที่ใช้ไฮโดรเจน:

- การลดการปล่อยมลพิษโดยตรง: ชี้ให้เห็นถึงมลพิษจำนวนมากที่เกิดจากภาคคมนาคม และความเร่งด่วนในการนำทางเลือกที่ใช้พลังงานสะอาดมาใช้ โดยในประเด็นนี้จะกล่าวถึงการใช้ไฮโดรเจน
- การสนับสนุนด้านนโยบายระดับสากล: พิจารณาด้านนโยบายการสนับสนุนจากหลายประเทศ เช่น จีน สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป อินเดีย และออสเตรเลีย ซึ่งส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีไฮโดรเจน
- การเปรียบเทียบด้านเทคโนโลยี: วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์สันดาปกับ FCEVs (ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง) และ BEVs (ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่) โดยกล่าวถึงความหนาแน่นของพลังงาน การจัดเก็บ และการประยุกต์ใช้ สรุปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางสรุปการเปรียบเทียบเครื่องยนต์สันดาป (ICE) เครื่องยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) และเครื่องยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV)

Aspect	ICE (Internal Combustion Engine)	BEV (Battery Electric Vehicle)	FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)
Energy Source	Gasoline, Diesel	Electricity	Hydrogen
Refueling/Charging Time	Minutes	Hours for full charge	5 minutes for refueling
Range	High (300-400 miles)	Variable (150-300+ miles)	High (300-400+ miles)
Emissions	CO_2 and pollutants	None (at vehicle); depends on power generation for charging	Water vapor; depends on hydrogen production source
Efficiency	Lower (~20-30%)	Higher (~70-90%)	Moderate (~40-60%)
Infrastructure	Well-established	Growing	Limited
Vehicle Cost	Generally lower	Initially higher, decreasing with technology advancements	Higher initial cost, expected to decrease
Maintenance	Higher due to more moving parts	Lower, fewer moving parts	Lower than ICE, higher than BEV
Safety	High, mature safety measures	High, with advantages in design safety	High, evolving standards and measures

การนำไฮโดรเจนมาใช้ในรูปแบบการคมนาคมขนส่งเฉพาะด้าน:

- ภาพรวมเทคโนโลยีในการยานยนต์: อภิปรายเกี่ยวกับความพร้อมด้านเทคโนโลยี และภาพรวมการใช้งานไฮโดรเจนในรถยนต์ รถบรรทุก การขนส่งสาธารณะ เรือเดินทะเล และอื่นๆ
- ตัวอย่างการนำไปปฏิบัติ: อธิบายตัวอย่างจริง เช่น Toyota Mirai, HYZON และผลิตภัณฑ์ของ Hyundai เพื่อแสดงความเป็นไปได้ในการใช้ไฮโดรเจนในระบบขนส่ง

โครงสร้างพื้นฐานการเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจน:

- อภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาสถานีเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจน (HRS) และความท้าทายในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานของสถานีเติมเชื้อเพลิงที่ครอบคลุม

อุปสรรคและความท้าทาย:

- การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน: ความจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของสถานี HRS เพื่อรองรับการยอมรับใช้งานกันอย่างกว้างขวาง
- การยอมรับจากตลาดและกรอบนโยบาย: ความจำเป็นในการมีนโยบายและกฎระเบียบที่ส่งเสริม การให้สิทธิพิเศษ และการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรม เพื่อปรับเปลี่ยนตัวเลือกในการคมนาคมขนส่งไปสู่รูปแบบที่ปล่อยมลพิษน้อยลง

ประเทศไทยสามารถพัฒนาและปรับปรุงนโยบายเพื่อสนับสนุนการใช้ไฮโดรเจนในภาคขนส่ง เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสถานีเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจน โดยอาจจะดูแนวทางจากประเทศที่มีการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงอย่างกว้างขวางเช่น ญี่ปุ่น, เกาหลีใต้, และประเทศในสหภาพยุโรป โดยอาจเริ่มจากการเปลี่ยนมาใช้รถบัสและรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในภาคขนส่งสาธารณะ จากการที่มีรถแท็กซี่ในประเทศอินเดียทดลองใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดการปล่อยมลพิษและสนับสนุนการเดินทางที่ยั่งยืน เพิ่มความตระหนักรู้และการฝึกอบรมสำหรับผู้ประกอบการและประชาชนเกี่ยวกับข้อดีและความปลอดภัยของไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง

หัวข้อที่ 3 - Green Hydrogen Technologies: Opportunities and Risks in Building Systems

ดร. Ali Muslim Syed กล่าวถึงการผนวกรวมเทคโนโลยีไฮโดรเจนสีเขียวเข้ากับอาคารพาณิชย์ โดยเน้นย้ำถึงศักยภาพของไฮโดรเจนที่จะทำหน้าที่เป็นทางเลือกแทนก๊าซธรรมชาติเพื่อตอบสนองความต้องการความร้อน ความเย็น และพลังงานไฟฟ้า การบรรยายได้ให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับวิธีการที่ไฮโดรเจนสีเขียวสามารถสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านไปใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในระบบอาคาร โดยมุ่งเน้นความเป็นธรรม ความสามารถในการจ่ายได้ และความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม ต่อไปนี้เป็นสรุปของหัวข้อสำคัญและรายละเอียดข้อมูล:

มุมมองด้านพลังงานของโลกและสมาชิก APO:

- การบริโภคพลังงานทั่วโลก: ผู้บรรยายเปิดเผยมุมมองด้านพลังงานทั่วโลก โดยเน้นย้ำถึงสัดส่วนการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญของอาคาร และการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในปัจจุบัน
- มุมมองด้านพลังงานของสมาชิก APO: เน้นย้ำรูปแบบการบริโภคพลังงานภายในภูมิภาคเอเชีย ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานโลกและการปล่อยก๊าซ CO_2

บทบาทของไฮโดรเจนในการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานอย่างยั่งยืน:

- ประโยชน์ของไฮโดรเจน: ผู้บรรยายอภิปรายเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของไฮโดรเจน ลักษณะที่ไม่เป็นพิษ และอัตราส่วนพลังงานต่อมวลที่สูง ทำให้มันเป็นทางเลือกที่น่าดึงดูดสำหรับระบบอาคารสีเขียวครอบคลุม การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนสีเขียวในการให้ความร้อนแก่พื้นที่และน้ำร้อนในครัวเรือน (DHW) ผ่าน หม้อต้ม (boilers) และปั๊มความร้อน (heat pumps) ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานสะอาด

โอกาสในเทคโนโลยีไฮโดรเจนสีเขียว:

- การทำความร้อนด้วยไฮโดรเจน: สำรวจการเปลี่ยนผ่านจากระบบทำความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแบบดั้งเดิมไปสู่หัวเผาไฮโดรเจนและเชื้อเพลิงผสม (ไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติ)
- การผลิตไฟฟ้าและความร้อนพ่วงร่วม (Combined Heating and Power, CHP): พิจารณาถึงศักยภาพในการใช้ไฮโดรเจนในระบบ CHP โดยเน้นย้ำการประหยัดต้นทุน ความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น และการมีส่วนร่วมในอนาคตที่ปราศจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ (net-zero)
- ต้นทุนและโครงสร้างพื้นฐานของไฮโดรเจน: การบรรยายพิจารณาแง่มุมทางเศรษฐกิจของการผลิตไฮโดรเจน และความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานปัจจุบันในการรองรับไฮโดรเจน

อุปสรรคและความท้าทาย:

- โครงสร้างพื้นฐานในปัจจุบันและอนาคต: มีการมุ่งเน้นว่าท่อก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่สำหรับไฮโดรเจนได้หรือไม่ โดยพิจารณาถึงประเด็นต่าง ๆ เช่น การเปราะบางของไฮโดรเจน (hydrogen embrittlement) และมาตรฐานด้านความปลอดภัย มีการนำเสนอร่างการดัดแปลงและการอัปเกรดที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนผ่านไปสู่การผสมของไฮโดรเจนในระดับที่สูงขึ้นและมากที่สุดคือไฮโดรเจน 100% ในเครือข่ายก๊าซ

ผู้บรรยายสนับสนุนให้สมาชิก APO มีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานไฮโดรเจน การสร้างขีดความสามารถ และการกำหนดนโยบายสำหรับการเปลี่ยนผ่านของก๊าซธรรมชาติไปสู่ไฮโดรเจนในระบบอาคาร โดยสำหรับประเทศไทยสามารถนำข้อมูเหล่านี้ไปปรับใช้สามารถขับเคลื่อนความก้าวหน้าไปสู่แนวทางปฏิบัติและการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในด้านอาคาร ส่งเสริมเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจในวงกว้าง ซึ่งการใช้ไฮโดรเจนในระบบการผลิตความเย็นสำหรับอาคารเป็นแนวทางที่สามารถช่วยลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ในประเทศไทยซึ่งการใช้พลังงานในอาคารเป็นสัดส่วนที่สำคัญของการใช้พลังงานทั้งหมด การเปลี่ยนไปใช้ไฮโดรเจนสามารถช่วยส่งเสริมความยั่งยืนในภาคอาคารได้ โดยอาจเริ่มต้นจากการพัฒนาและบังคับใช้มาตรฐานและกฎหมายเกี่ยวกับการใช้ไฮโดรเจนในระบบอาคาร

หัวข้อที่ 4 - Creating a Green Hydrogen Ecosystem through Policy Interventions

ดร. Ali M. Syed เน้นย้ำบทบาทสำคัญของผู้กำหนดนโยบายในการเปลี่ยนไฮโดรเจนสีเขียวจากตลาดเฉพาะกลุ่มไปสู่แหล่งพลังงานหลัก โดยใช้นโยบายเชิงกลยุทธ์เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่เอื้อต่อการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาด การสร้างงาน และการเติบโตเติบโตทางเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ต่อไปนี้เป็นการสรุปหัวข้อสำคัญ:

บทบาทของไฮโดรเจนในการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานอย่างยั่งยืน:

- ไฮโดรเจนถูกเสนอให้เป็นส่วนสำคัญในการบรรลุการปล่อยมลพิษสุทธิเป็นศูนย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้ไฟฟ้าได้โดยตรง นอกจากนี้ยังเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการลงทุนจากภาครัฐในโครงสร้างพื้นฐานเชิงกลยุทธ์เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจไฮโดรเจนที่ใช้งานได้จริง

อุปสรรคและความท้าทาย:

- ผู้บรรยายระบุถึงความท้าทายหลายประการ รวมถึงความจำเป็นต่อช่วงเวลาที่เหมาะสม อุปสรรคทางเศรษฐกิจ ช่องว่างด้านนวัตกรรม การให้ความสำคัญต่อภาคปฏิบัติ การพัฒนาระบบมาตรฐาน และการรับรู้ของสาธารณชน แต่ละความท้าทายต้องการแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดเหล่านี้

เศรษฐกิจไฮโดรเจน: แนวทางเสาหลัก (A Pillared Approach):

- เสนอกลยุทธ์แปดเสาเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจไฮโดรเจน:
    1. การเป็นหุ้นส่วนเชิงกลยุทธ์ (Strategic partnerships): ร่วมมือกันในการวางแผนอนาคตไฮโดรเจน.
    2. การลดความเสี่ยงในการลงทุน (De-risking investments): ส่งเสริมการลงทุนผ่านโครงการระดมทุนและนโยบายระยะยาว.
    3. นวัตกรรม (Innovation): สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อรักษาความได้เปรียบในการแข่งขันในเทคโนโลยีไฮโดรเจน.
    4. มาตรฐาน (Codes and standards): อัปเดตข้อบังคับเพื่อรองรับอุตสาหกรรมไฮโดรเจน.
    5. นโยบายและข้อบังคับ (Enabling policies and regulations): รวมไฮโดรเจนเข้ากับกลยุทธ์พลังงานสะอาด.
    6. ความตระหนักรู้ (Awareness): เพิ่มความตระหนักรู้ของสาธารณชนและผู้มีส่วนได้เสียเกี่ยวกับประโยชน์ของไฮโดรเจน.
    7. แผนระดับภูมิภาค (Regional blueprints): พัฒนาแผนระดับภูมิภาคสำหรับการผลิตและการใช้ไฮโดรเจน.
    8. ตลาดต่างประเทศ (International markets): ตรวจสอบให้แน่ใจว่าความพยายามด้านเชื้อเพลิงสะอาดทั่วโลกนั้นรวมถึงไฮโดรเจน.

หลักการชี้นำสำหรับสมาชิก APO:

- เพื่อยอมรับไฮโดรเจนอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศต่าง ๆ ควรมุ่งเน้นที่:
    - การลดคาร์บอนจากการใช้งานเชิงกลยุทธ์ของไฮโดรเจนในการใช้งานภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง และการใช้งานอาคาร
    - การเร่งวิจัยนวัตกรรมและการลงทุนเพื่อลดต้นทุนไฮโดรเจนสีเขียว.

    - การส่งเสริมการผลิตในประเทศและการสร้างเครือข่ายระดับภูมิภาคเพื่อเริ่มต้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน.
- แนวทางแบบองค์รวมที่สร้างความเชื่อมั่นในเรื่องความสามารถในการจ่ายได้ ความยุติธรรมด้านพลังงาน การสร้างงาน และความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม.
- ผู้บรรยายเน้นย้ำถึงความสำคัญของการสร้างระบบนิเวศที่สนับสนุนไฮโดรเจนสีเขียวด้วยนโยบายซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงกรอบการกำกับดูแล การจูงใจทางการเงิน การรณรงค์สร้างความตระหนักรู้ของสาธารณชน และการทำงานร่วมกันระหว่างประเทศ

สำหรับประเทศไทยที่ต้องการส่งเสริมการริเริ่มไฮโดรเจนสีเขียวสามารถนำข้อมูลปรับใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการและความสามารถในท้องถิ่น โดยมุ่งเน้นการพัฒนาไฮโดรเจนให้เป็นส่วนประกอบสำคัญของการผสมผสานพลังงาน สนับสนุนนวัตกรรม สร้างความเชื่อมั่นด้านการปฏิบัติตามกฎระเบียบ กฎหมาย และมาตรฐาน ส่งเสริมการเป็นหุ้นส่วนระหว่างภาครัฐและเอกชน และการลงทุนในโครงการการศึกษาและการฝึกอบรมเพื่อเตรียมแรงงานสำหรับโอกาสใหม่ ๆ ในเศรษฐกิจสีเขียว

หัวข้อที่ 5 - Addressing Technical and Economic Challenges

ดร. Stefano Barberis ได้กล่าวถึงความท้าทายด้านเทคนิคและเศรษฐกิจในการสร้างตลาดไฮโดรเจนระดับสากล ครอบคลุมหลายหัวข้อสำคัญและแนวทางเชิงกลยุทธ์เพื่อเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้ ส่งเสริมการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen Value Chain) และอำนวยความสะดวกในการค้าไฮโดรเจนสีเขียวระหว่างประเทศ ต่อไปนี้เป็นสรุปของหัวข้อที่กล่าวถึง:

ทำไมต้องเป็นไฮโดรเจน และทำไมต้องเป็นตอนนี้

- มุมมองทางประวัติศาสตร์และความเกี่ยวข้องในปัจจุบัน: ภาพรวมศักยภาพของไฮโดรเจนในฐานะแหล่งพลังงานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเน้นย้ำถึงการยอมรับมาอย่างยาวนานว่าเป็นทางเลือกที่มีแนวโน้มแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่ออนาคตด้านพลังงานที่ยั่งยืน เน้นย้ำความต้องการไฮโดรเจนอย่างเร่งด่วนในบริบทปัจจุบัน ขับเคลื่อนโดยการแสวงหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (net-zero) และข้อจำกัดของการใช้ไฟฟ้า

สีของไฮโดรเจน:

- สีของไฮโดรเจน: ภาพรวมของไฮโดรเจนประเภทต่าง ๆ รวมถึงสีเขียว สีน้ำเงิน และสีเทา โดยให้ความสำคัญกับความเป็นไปได้ทางด้านทักษะ และเศรษฐกิจของไฮโดรเจนสีเขียวที่ผลิตจากแหล่งพลังงานทดแทน
- มุมมองการวิจัยและพัฒนาระดับโลก: วิเคราะห์กลยุทธ์ด้านไฮโดรเจนและทิศทางการวิจัยในภูมิภาคต่าง ๆ รวมทั้งยุโรป สหรัฐฯ ญี่ปุ่น และจีน หัวข้อนี้เน้นย้ำถึงแนวทางที่หลากหลายและลำดับความสำคัญที่กำหนดโดยภูมิภาคเหล่านี้ เพื่อผนวกรวมไฮโดรเจนเข้ากับระบบพลังงานและเศรษฐกิจของภูมิภาค

ตลาดไฮโดรเจนระดับสากล:

- ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับตลาด: อภิปรายเกี่ยวกับความท้าทายและโอกาสในการสร้างตลาดโลกสำหรับไฮโดรเจน รวมถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง การจัดเก็บ และความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของไฮโดรเจนสีเขียว
- โครงการต้นแบบด้านไฮโดรเจน (H_2Valley): นำเสนอแนวทางของสหภาพยุโรปในการพัฒนาโครงการต้นแบบด้านไฮโดรเจนที่เรียกว่า "H_2Valley" และประเมินศักยภาพในการทำซ้ำในด้านอื่น ๆ เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากโรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดนอกโครงข่าย (off-grid) สำหรับการผลิตไฮโดรเจนคาร์บอนต่ำในท้องถิ่น
- การประเมินศักยภาพของไฮโดรเจน- กรอบ HRL: แนะนำระดับความพร้อมของไฮโดรเจน (Hydrogen Readiness Level - HRL) เป็นตัวชี้วัดเพื่อประเมินศักยภาพในการผสมผสานไฮโดรเจนในภาคส่วนต่างๆ ตั้งแต่ศักยภาพต่ำมาก (HRL 1) ไปจนถึงศักยภาพเชิงพาณิชย์เต็มรูปแบบ (HRL 9)
- การวิเคราะห์ภายในและภายนอก: เสนอกรอบการประเมินที่ครอบคลุม รวมถึงการวิเคราะห์ธุรกิจภายใน การวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้เสีย และการวิเคราะห์ PESTLE เพื่อทำความเข้าใจตัวขับเคลื่อน แรงจูงใจ และความท้าทายสำหรับการนำไฮโดรเจนมาใช้

อุปสรรคและความท้าทาย:

- ความท้าทายทางเทคนิคและเศรษฐกิจ: ความซับซ้อนทางเทคนิคและอุปสรรคด้านต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนผ่านไปสู่เศรษฐกิจไฮโดรเจน เน้นย้ำถึงความจำเป็นด้านนวัตกรรม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการสนับสนุนด้านนโยบาย
- การส่งเสริมโดยแผนเชิงกลยุทธ์: การร่วมมือสร้างแผนเชิงกลยุทธ์ การลดความเสี่ยงในการลงทุน การส่งเสริมนวัตกรรม การปรับปรุงมาตรฐานให้ทันสมัย และการส่งเสริมความตระหนักรู้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนผ่านสู่ไฮโดรเจนสีเขียว

สำหรับประเทศไทยการบรรยายในครั้งนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของกลยุทธ์ไฮโดรเจนแห่งชาติที่สอดคล้องกับแนวโน้มทั่วโลก ความจำเป็นด้านการลงทุนของภาครัฐและเอกชนในโครงสร้างพื้นฐานด้านไฮโดรเจน และศักยภาพสำหรับความร่วมมือระหว่างประเทศ เพื่อใช้ประโยชน์จากไฮโดรเจนในฐานะองค์ประกอบสำคัญของการเปลี่ยนผ่านพลังงานสะอาด

หัวข้อที่ 6 - Green Hydrogen Policy: The Indian Perspective and Case Studies

ดร. Arnab Dutta กล่าวถึงนโยบายไฮโดรเจนเขียวของอินเดียซึ่งมุ่งเน้นไปที่กลยุทธ์ของประเทศในการเพิ่มการใช้ไฮโดรเจนเขียวเป็นส่วนหนึ่งของความพยายามในการเปลี่ยนไปใช้แหล่งพลังงานที่ยั่งยืนและบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutral) ภายในปี ค.ศ. 2070 การบรรยายระบุถึงข้อมูลพื้นหลังทางเทคนิค, กรอบนโยบาย และโครงการเฉพาะที่กำลังดำเนินการในอินเดียเพื่อพัฒนาภาคส่วนไฮโดรเจนสีเขียวของประเทศ ต่อไปนี้เป็นการสรุปโดยรวม:

สถานการณ์พลังงานและ CO_2 ในอินเดีย:

- สถานการณ์ปัจจุบัน: อินเดียร่วมมือกับจีนคาดว่าจะเพิ่มความต้องการพลังงานอย่างมากในอนาคตอันใกล้ การใช้พลังงานปัจจุบันของประเทศอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างมากซึ่งนำไปสู่การปล่อย CO_2 ที่สูง
- เป้าหมาย: อินเดียได้ประกาศที่จะลดการปล่อย CO_2 ลง 45% ภายในปี 2030 และบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutral) ภายในปี 2070 ตามข้อตกลงด้านสภาพอากาศระดับสากล

แนวทางในการบรรลุเป้าหมายโดยไฮโดรเจนสีเขียว:

- การบูรณาการพลังงานทดแทน: เน้นความสำคัญของการผสานรวมแหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม และพลังงานน้ำ เพื่อผลิตไฮโดรเจนเขียว
- การจัดเก็บพลังงาน: ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการแก้ไขปัญหาการจัดเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อจัดการกับลักษณะของแหล่งพลังงานทดแทนที่ขาดความต่อเนื่อง โดยไฮโดรเจนเขียวเป็นตัวเลือกที่เป็นไปได้

กรอบนโยบายไฮโดรเจนเขียว:

- นิยามและการผลิต: ไฮโดรเจนเขียวถูกนิยามว่าเป็นไฮโดรเจนที่ผลิตโดยกระบวนการที่ไม่มีคาร์บอน เป็นหลักผ่านการแยกน้ำโดยใช้พลังงานทดแทน
- การสนับสนุนจากรัฐบาล: นโยบายรวมถึงการสนับสนุน เช่น การยกเว้นค่าธรรมเนียมการขนส่งระหว่างรัฐสำหรับโครงการไฮโดรเจนสีเขียวที่เริ่มดำเนินการก่อนวันที่ 30 มิถุนายน 2025 และกลไกในการอำนวยความสะดวกในการจัดหาพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตไฮโดรเจน

ห่วงโซ่คุณค่าไฮโดรเจนและโครงการต้นแบบด้านไฮโดรเจน (Hydrogen Value Chain and Hydrogen Valley Concept):

- การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่า: นโยบายกำหนดขั้นตอนในการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งห่วงโซ่คุณค่าไฮโดรเจน รวมถึงการผลิต การจัดเก็บ การขนส่ง และการใช้ประโยชน์
- โครงการต้นแบบด้านไฮโดรเจน: นำเสนอแนวคิดของ 'โครงการต้นแบบด้านไฮโดรเจน ' ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีห่วงโซ่คุณค่าไฮโดรเจนอย่างครบถ้วน เพื่อให้การผลิต การกระจาย และการใช้ไฮโดรเจนเขียวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การบรรยายนี้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายและการดำเนินการเฉพาะในอินเดียเพื่อพัฒนา ตามภาคส่วนไฮโดรเจนสีเขียวของประเทศ สำหรับประเทศไทย การนำแนวทางเหล่านี้มาปรับใช้สามารถช่วยเพิ่มความเร็วในการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาด สนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสีเขียว และสร้างงานในอนาคตอย่างยั่งยืน การพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนในไทยไม่เพียงแต่จะช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล แต่ยังช่วยให้ประเทศเป็นผู้นำในด้านไฮโดรเจนเขียวในภูมิภาคอาเซียนได้อีกด้วย

ส่วนที่ 2 ประโยชน์ที่ได้รับและการขยายผลจากการเข้าร่วมโครงการ

การเข้าร่วมโครงการเกี่ยวกับไฮโดรเจนสีเขียวและนโยบายเกี่ยวกับพลังงานสะอาดนำไปสู่ประโยชน์หลายด้านที่สำคัญและมีแผนการขยายผลที่ชัดเจน เพื่อกระจายความรู้และส่งเสริมการใช้งานไฮโดรเจนเขียวในระดับบุคคล, หน่วยงาน, และวงการวิชาชีพ ต่อไปนี้คือสรุปของประโยชน์ที่ได้รับและการขยายผลที่เกิดขึ้น:

- ประโยชน์ต่อตนเอง
    - การเพิ่มความรู้และความเข้าใจในเรื่องของไฮโดรเจนเขียวและนโยบายเกี่ยวกับพลังงานสะอาด
    - การเปิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

- ประโยชน์ต่อหน่วยงานต้นสังกัด
    - การนำความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานและลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล
    - การส่งเสริมให้หน่วยงานมุ่งเน้นการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาดและยั่งยืน

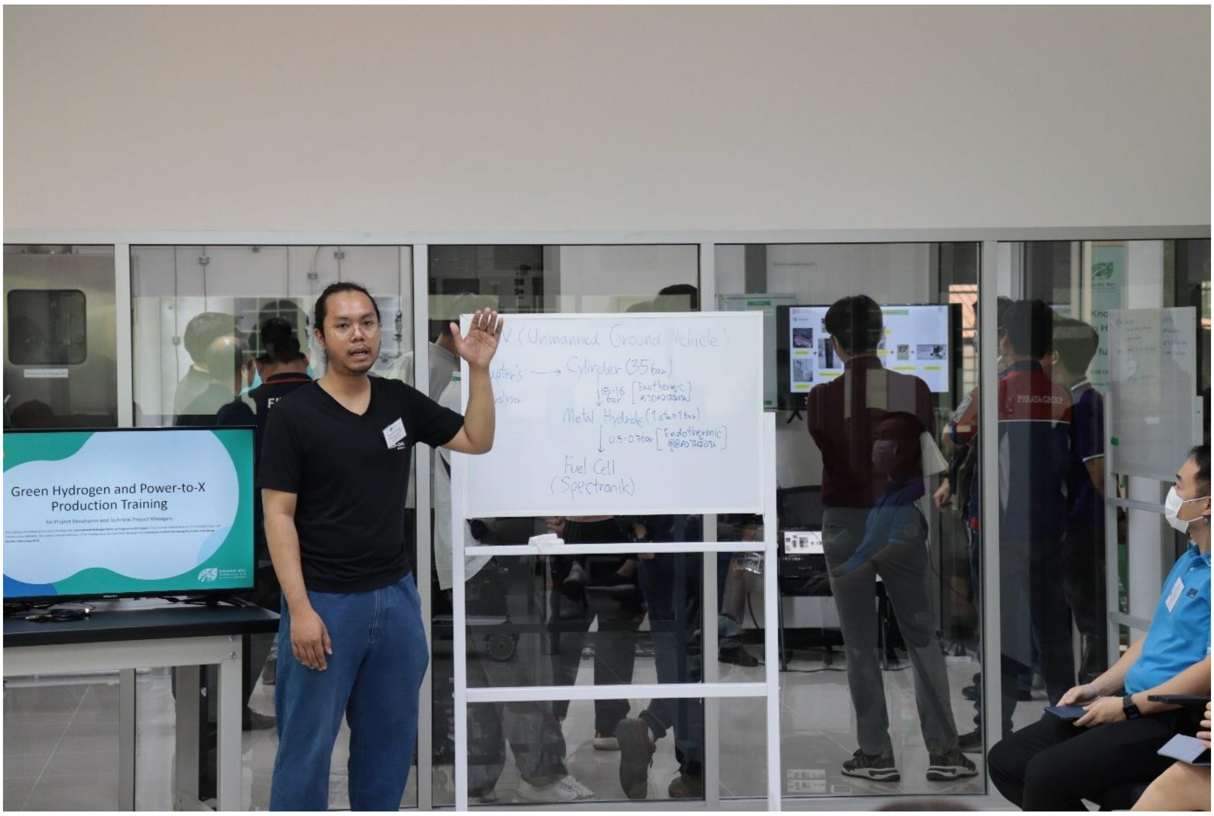
- ประโยชน์ต่อสายงานหรือวงการวิชาชีพในหัวข้อนั้นๆ
    - การเพิ่มความรู้และความเข้าใจในเรื่องของไฮโดรเจนเขียวและนโยบายเกี่ยวกับพลังงานสะอาด
    - การเปิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

- กิจกรรมการขยายผลที่ได้ดำเนินการภายในระยะเวลา 60 วันนับจากวันสุดท้ายของโครงการ
    - เข้าร่วมการฝึกอบรม Technical Train the Trainers ในวันที่ 4-6 มีนาคม พ.ศ.2567 ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ จัดโดยองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) และบริษัท Enapter ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะและความรู้ด้านเทคนิคเกี่ยวกับไฮโดรเจนสีเขียวสำหรับผู้ฝึกสอนและเตรียมผู้ฝึกสอนให้สามารถถ่ายทอดความรู้และทักษะเกี่ยวกับไฮโดรเจนสีเขียวได้ เจาะลึกไปที่เครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์

และเซลล์เชื้อเพลิง ทั้งนี้ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และมุมมองที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการเอพีโอบางส่วนในตัวอย่างสถานการณ์ของประเทศอินเดีย

- การจัดฝึกอบรม First Public Training – Chiang Mai Knowledge Hub for Green Hydrogen ในวันที่ 25-28 มีนาคม พ.ศ.2567 ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ เกิดจากการร่วมมือของ 3 หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ (ERDI), บริษัท Enapter บริษัทเทคโนโลยีพลังงานสะอาด และองค์กรความร่วมมือ

ระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) จัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ไฮโดรเจนสีเขียวเพื่อเผยแพร่ความรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับหน่วยงานหรือบริษัทพลังงานในประเทศไทย



- กิจกรรมการขยายผลที่จะดำเนินการภายใน 6 เดือนหลังเข้าร่วมโครงการ
    - การวางแผนการจัดฝึกอบรม Chiang Mai Knowledge Hub for Green Hydrogen ซึ่งมีแผนการจัดครั้งถัดไปภายในปี พ.ศ.2567 นี้เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และนวัตกรรมเกี่ยวกับไฮโดรเจนสีเขียวกับสถาบันการศึกษาและหน่วยงานอื่น ๆ

ส่วนที่ 3 เอกสารแนบ

- รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการและประเทศที่เข้าร่วมโครงการ
- กำหนดการฉบับล่าสุด (Program)
- เอกสารประกอบการประชุม/สัมมนา (Training Materials)
  - Session 1: Understanding Hydrogen Production and Key Sustainability Elements
  - Session 2: Emerging Technological Trends and Market Opportunities: Transport Sector
  - Session 3: Green Hydrogen Technologies: Opportunities and Risks in Building Systems
  - Session 4: Creating a Green Hydrogen Ecosystem through Policy Interventions
  - Session 5: Addressing Technical and Economic Challenges
  - Session 6: Green Hydrogen Policy: The Indian Perspective and Case Studies
- เอกสารนำเสนอผลงานหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (Group Presentation)