

Hydrogen: Fuel for a Sustainable Future ไฮโดรเจน: เชื้อเพลิงแห่งอนาคตที่ยั่งยืน

Hydrogen is the lightest and most abundant element in the universe, forming a fundamental component of water, organic compounds, and petroleum hydrocarbons. It is colorless, odorless, non-toxic, and highly combustible. With its versatility and potential for zero emissions, hydrogen is emerging as a promising energy carrier that could play a crucial role in the transition to a low-carbon economy. As a result, extensive research on hydrogen energy is being conducted worldwide.

ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด พบได้มากที่สุดในโลกและเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของน้ำ สารอินทรีย์ และสารไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรเจนเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีพิษ และติดไฟได้ ด้วยคุณสมบัติที่หลากหลายและศักยภาพในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ทำให้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงานที่มีอนาคตสดใสและมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ ส่งผลให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนอย่างกว้างขวางทั่วโลก

The Colors of Hydrogen ไฮโดรเจนเจดสีต่างๆ

The color classification of hydrogen corresponds to different production methods and energy sources: การจำแนกสีของไฮโดรเจนสะท้อนถึงวิธีการผลิตและแหล่งพลังงานที่ใช้:

Gray hydrogen: Produced from natural gas via methane steam reforming (MSR) releasing significant CO₂ emissions, making it the least environmentally friendly option.

ไฮโดรเจนสีเทา (Gray Hydrogen): ผลิตจากก๊าซธรรมชาติด้วยกระบวนการรีฟอร์มมิงด้วยไอน้ำ (Methane Steam Reforming) ซึ่งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในปริมาณมาก ทำให้เป็นทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ไฮโดรเจนสีน้ำเงิน (Blue Hydrogen): ผลิตจากก๊าซธรรมชาติ เช่นเดียวกับไฮโดรเจนสีเทา แต่ใช้เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) ร่วมด้วยเพื่อลดการปล่อย CO₂ ทำให้เป็นทางเลือกที่สะอาดกว่าไฮโดรเจนสีเทา

Blue hydrogen: Also derived from natural gas, but with carbon capture and storage (CCS) to reduce CO₂ emissions, making it a cleaner alternative to gray hydrogen.

Green hydrogen: Generated through electrolysis powered by renewable energy sources (wind, solar, or hydro), producing no greenhouse gas emissions, making it the most sustainable option.

ไฮโดรเจนสีเขียว (Green Hydrogen): ผลิตจากน้ำโดยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis) ที่ใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น ลม แสงอาทิตย์ หรือพลังน้ำ ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้เป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ไฮโดรเจนสีน้ำตาล (Brown Hydrogen): ผลิตจากถ่านหินผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Coal Gasification) หากไม่มีการใช้เทคโนโลยีดักจับ CO₂ ร่วมด้วยจะมีการปล่อย CO₂ สูงเช่นเดียวกับไฮโดรเจนสีเทา

Brown hydrogen: Produced from coal gasification, resulting in a high carbon footprint, similar to gray hydrogen, unless CO₂ capture technologies are applied.

Tech Update



V.14-2567

Turquoise hydrogen: Generated through methane pyrolysis, producing solid carbon instead of CO₂. This method is still under development but has potential as a low-emission alternative.

ไฮโดรเจนสีฟ้าทะเล (Turquoise Hydrogen): ผลิตจากมีเทนผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Methane Pyrolysis) โดยได้คาร์บอน (ของแข็ง) เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมแทนการปล่อย CO₂ แม้ว่าวิธีนี้ยังอยู่ในขั้นพัฒนา แต่มีศักยภาพเป็นทางเลือกที่ปล่อยมลพิษต่ำ

ไฮโดรเจนสีชมพู (Pink Hydrogen): ผลิตจากน้ำโดยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิสที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดและไม่มีการปล่อย CO₂

Pink hydrogen: Produced by electrolysis powered by nuclear energy, a carbon-free source that does not generate CO₂ emissions.

Yellow hydrogen: Produced via electrolysis powered by a mix of renewable and non-renewable energy sources.

ไฮโดรเจนสีเหลือง (Yellow Hydrogen): ผลิตจากน้ำโดยกระบวนการอิเล็กโทรลิซิสที่ใช้พลังงานจากทั้งแหล่งหมุนเวียนและไม่หมุนเวียน

ไฮโดรเจนสีขาว (White Hydrogen): เกิดขึ้นตามธรรมชาติภายในเปลือกโลกผ่านปฏิกิริยาธรณีเคมี (Geochemical reactions) อย่างต่อเนื่องในชั้นหิน

White hydrogen: Formed naturally within the Earth's crust through continuous geochemical reactions in hard rock.

These color codes help differentiate hydrogen production methods based on environmental impact and sustainability. As the world transitions to cleaner energy, the focus is increasingly on producing green hydrogen.

การจำแนกสีของไฮโดรเจนช่วยให้สามารถแยกแยะวิธีการผลิตตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน ในขณะที่โลกกำลังเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานสะอาด ไฮโดรเจนสีเขียวจึงได้รับความสนใจเป็นพิเศษในการพัฒนาและใช้งาน

Hydrogen Production Research in Thailand

Several universities in Thailand are actively engaged in hydrogen production research, with publications from institutions such as Khon Kaen University, Chulalongkorn University, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prince of Songkla University, Mahidol University, Silpakorn University, Thaksin University, and King Mongkut's University of Technology Thonburi. Selected projects are described below.

การวิจัยเทคโนโลยีผลิตไฮโดรเจนในประเทศไทย

มหาวิทยาลัยหลายแห่งในประเทศไทยมีการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตไฮโดรเจนอย่างต่อเนื่อง โดยมีผลงานตีพิมพ์จากมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยทักษิณ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตัวอย่างงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

Application of Technology Platform for Selection and Development of Innovative Processes and Prototypes

for Sustainable Production of Biorefinery-based Alternative Fuels – Led by Chulalongkorn University, this project was awarded the NSTDA Chair Professor Grant from the National Science and Technology Development Agency (NSTDA), receiving approximately 20 million THB in funding from 2018 to 2023. The project focuses on developing innovative production processes and prototypes for the sustainable production of alternative fuels for both communities and industries. It comprises four key components:

การประยุกต์ใช้ฐานเทคโนโลยีสำหรับการเลือกและพัฒนากระบวนการและต้นแบบที่เป็นนวัตกรรมสำหรับการผลิตอย่างยั่งยืนของเชื้อเพลิงทางเลือกบนฐานของไบโอรีไฟเนอรี – โครงการวิจัยนี้มีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นหัวหน้าโครงการและได้รับทุน NSTDA Chair Professor จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ประมาณ 20 ล้านบาท ในระหว่างปี พ.ศ. 2561-2566 โดยโครงการมุ่งเน้นพัฒนากระบวนการผลิตและสร้างต้นแบบสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงทางเลือกที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนและอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 ส่วนงานหลักได้แก่

1. Designing a sustainable production process to convert oil palm production residues into high-value chemicals.
2. Establishing a community-scale biodiesel production unit.
3. Developing a continuous production system for bio-hydrogenated diesel (BHD).

Constructing a hydrogen production unit utilizing by-products, specifically glycerol from biodiesel production, and methane and propane from BHD production, using a steam reforming process.

The project is a collaborative effort among researchers from Chulalongkorn University, Rajamangala University of Technology Krungthep, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, and the National Metal and Materials Technology Center (MTEC).

1. การออกแบบกระบวนการผลิตที่ยั่งยืนเพื่อผลิตสารเคมีมูลค่าเพิ่มจากส่วนเหลือใช้จากการผลิตปาล์มน้ำมัน
2. การสร้างหน่วยผลิตไบโอดีเซลเพื่อชุมชนการผลิต Bio hydrogenated diesel (BHD) แบบต่อเนื่อง
3. การสร้างหน่วยผลิตไฮโดรเจนจากผลิตภัณฑ์พลอยได้ในระบบ โดยในส่วนที่ (4) เป็นการผลิตไฮโดรเจนด้วยกระบวนการ Steam Reform จาก กลีเซอรอล (ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการกระบวนการผลิตไบโอดีเซล และ มีเทนและโพรเพน (ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการกระบวนการผลิต BHD)

ผู้ร่วมโครงการประกอบด้วยนักวิจัยจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

Production of Green Fuel and Synthetic Fuel from Green Technologies for Transportation **การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวสังเคราะห์จากเทคโนโลยีสีเขียวสำหรับยานยนต์**

– Led by King Mongkut's University of Technology North Bangkok, this research focuses on developing environmentally friendly biofuel production technologies for the transport sector. The project covers three key areas:

1. Hydrogen and syngas production.
2. Synthetic diesel production from syngas via the Fischer-Tropsch process.
3. Biofuel production through hydroprocessing, utilizing by-products from palm oil manufacturing, hydrogen and syngas.

The project integrates expertise from multiple universities, including Chulalongkorn University, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Mahidol University, Suranaree University of Technology, Silpakorn University, and Kasetsart University. It received 29 million THB in funding from the Program Management Unit for Competitiveness (PMUC) for 2021–2023. Industry partners, including PTT Exploration and Production Public Company Limited, Cherdchai Corporation Company Limited, Polawat Engine Company Limited and Verasuwan Company Limited, contributed expertise in process development and performance testing.

– โครงการวิจัยนี้มีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นหัวหน้าโครงการมุ่งเน้นพัฒนาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับภาคการขนส่ง ซึ่งครอบคลุม

1. การผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซสังเคราะห์
2. การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวสังเคราะห์จากกระบวนการฟิชเชอร์-ทรอปช์
3. การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพจากน้ำมันปาล์มและพลอยได้กับก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซสังเคราะห์

งานวิจัยนี้เป็นการบูรณาการงานวิจัยจากหลากหลายมหาวิทยาลัย ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับทุนสนับสนุน 29 ล้านบาทจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) ระยะเวลา 2 ปี (2564–2566)

นอกจากนี้โครงการยังได้รับการสนับสนุนจากภาคอุตสาหกรรม ประกอบด้วย บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) บริษัทเชดชัย คอร์ปอเรชั่น จำกัด บริษัทพลวัชร เครื่องยนต์ จำกัด และ บริษัทวีระสุพรรณ จำกัด ในการพัฒนาทั้งในส่วนการให้คำแนะนำด้านกระบวนการและการทดสอบกับเครื่องยนต์จริง

Development of Prototypes and Technologies for Converting Agricultural and Livestock Wastes into Clean Hydrogen and High-value Products for the Aviation Industry – This project aims to develop innovative technologies and prototypes for converting crop and livestock residues into clean hydrogen, a key precursor in the production of sustainable aviation fuels (SAFs). In addition, the project includes carbon footprint assessment of the developed technologies to ensure their environmental viability. By transforming agricultural and livestock waste into valuable resources, this initiative not only supports waste mitigation and circular economy principles, but also contributes to the decarbonization of the aviation industry, one of the hardest sectors to transition toward sustainability.

This project is led by Prof. Dr. Navadol Laosiripojana from the Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), with funding from the Program Management Unit for Human Resources & Institutional Development, Research and Innovation (PMU-B) for 2024–2025.

KMUTT-NSTDA Joint Research on Hydrogen Production – The joint initiative between KMUTT and the National Center for Energy Technology (ENTEC) of NSTDA is led by Prof. Dr. Navadol Laosiripojana, Director of JGSEE-KMUTT and Dr. Sumittra Charojrochkul, Executive Director of ENTEC-NSTDA. The project focuses on hydrogen production from municipal waste, aiming to design and develop a hydrogen production system utilizing 20-L per minute of biogas generated from the anaerobic digestion of organic waste. The system comprises a biogas purification process, a methane steam reforming reactor, a water-gas shift reactor, and a pressure swing adsorption (PSA) unit. In addition to municipal waste, the collaboration also explores ethanol-based hydrogen production as an alternative pathway.

การพัฒนาต้นแบบและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนของเสียและวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเกษตรและปศุสัตว์ เป็นไฮโดรเจนสีเขียวและผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง เพื่อรองรับอุตสาหกรรมการบิน – โครงการนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีที่เปลี่ยนของเสียทางการเกษตรและปศุสัตว์ไปเป็นไฮโดรเจนให้สามารถนำไปใช้ผลิตเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuels: SAFs) และครอบคลุมการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้จากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนอีกด้วย แนวทางนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยลดของเสีย แต่ยังส่งเสริมการลดคาร์บอนในอุตสาหกรรมการบินซึ่งเป็นภาคส่วนที่เปลี่ยนผ่านความยั่งยืนได้ยาก

หัวหน้าโครงการคือ ศ. ดร. นวadol เหล่าศิริพจน์ ได้รับทุนวิจัยจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) สำหรับปี 2567 – 2568

ความร่วมมือวิจัยระหว่าง มจร. กับ สวทช. เรื่องการผลิตไฮโดรเจน – ความร่วมมือวิจัยดำเนินการภายใต้การนำของศ. ดร. นวadol เหล่าศิริพจน์ ผู้อำนวยการ JGSEE มจร. กับ ดร.สุมิตรา จรัสโรจน์กุล ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีพลังงานแห่งชาติ สวทช. โครงการตั้งเป้าออกแบบระบบผลิตไฮโดรเจนจากก๊าซชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายขยะที่อัตราก๊าซชีวภาพ 20 ลิตรต่อ นาที โดยระบบจะประกอบด้วย การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ (Biogas Purification) กระบวนการ methane steam reforming กระบวนการ water gas shift และกระบวนการ pressure swing adsorption (PSA) นอกจากการใช้จะเป็นแหล่งผลิตไฮโดรเจนแล้ว ความร่วมมือนี้ยังมุ่งศึกษาการผลิตไฮโดรเจนจากเอทานอลอีกด้วย

Hydrogen Production and Applications in Thailand

Currently, commercial hydrogen production in Thailand remains limited, with hydrogen consumption primarily restricted to specific industries. The four key hydrogen producers and distributors in Thailand are Bangkok Industrial Gas Company Limited (BIG), Air Liquide Thailand, Linde (Thailand) Public Company Limited, and Air Products Industry Company Limited.

The Ministry of Energy has identified three key areas for future hydrogen utilization:

1. **Electric power sector** – Gradually increasing the hydrogen-to-natural gas mixing ratio in the gas pipeline system to 20% by volume. However, this transition is expected to lead to higher electricity prices.
2. **Industrial thermal energy sector** – Using hydrogen as a heat source by blending it with natural gas for boiler combustion systems in industrial plants.
3. **Transportation sector** – Promoting hydrogen adoption for long-haul heavy-duty trucking, supported by a hub-and-spoke model for an efficient hydrogen delivery system.

การผลิตและการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนในประเทศไทย

ปัจจุบัน การผลิตไฮโดรเจนเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัดและการใช้งานส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมเฉพาะกลุ่ม โดยมีบริษัทผลิตและจำหน่ายไฮโดรเจนอยู่ 4 แห่ง ได้แก่ บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด (BIG), บริษัท แอร์ ลิกวิด (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท ลินเด (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และ บริษัท แอร์โปรดักส์ อินดัสตริย จำกัด

กระทรวงพลังงานได้ระบุศักยภาพการใช้ไฮโดรเจนใน 3 ภาคส่วนดังนี้:

1. **ภาคผลิตไฟฟ้า** – ทดลองเพิ่มอัตราส่วนการผสมไฮโดรเจนกับก๊าซธรรมชาติในระบบท่อส่งก๊าซให้ได้ 20% โดยปริมาตร อย่างไรก็ตาม มาตรการนี้คาดว่าจะส่งผลให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น
2. **ภาคพลังงานความร้อนในอุตสาหกรรม** – ใช้ไฮโดรเจนผสมกับก๊าซธรรมชาติสำหรับระบบหม้อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม
3. **ภาคการขนส่ง** – ส่งเสริมการใช้ไฮโดรเจนในรถบรรทุกขนส่งทางไกล และใช้รูปแบบ Hub-and-Spoke ในการบริหารการขนส่งไฮโดรเจน (Hydrogen delivery) อย่างมีประสิทธิภาพ

