Utmost Science

อุดมวิทย์

กันยายน 2567

พลังงานไฮโดรเจน

สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน

190th Anniversary of
U.S.-Thai Diplomatic Relations

#190ThaiUS

วารสารอุดมวิทย์ | Utmost Sciences
เดือนกันยายน 2567 ฉบับที่ 9/2567

บรรณาธิการบริหาร:

นายฐิติเดช ตุลารักษ์
อัครราชทูตที่ปรึกษา (ฝ่ายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม) ประจำกรุงวอชิงตัน

กองบรรณาธิการ:

ดร. ศิริพร เต่าแก้ว
นางสาวอุไรริน ขอบุญ
นายอิศรา ปทุมานนท์

จัดทำโดย

สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน
1024 Wisconsin Ave., N.W. Suite 104
Washington, D.C. 20007

ติดต่อคณะผู้จัดทำได้ที่
Phone: +1 (202) 944 5200
Email: ost@thaiembdc.org
Website: www.ohesdc.org
Facebook: www.facebook.com/ohesdc

คำนำ

สวัสดีท่านผู้อ่านที่เคารพ วารสารอุดมวิทย์ในฉบับเดือนกันยายน 2567 นี้เป็นหัวข้อ “***พลังงานไฮโดรเจน***” ซึ่งกำลังก้าวขึ้นมาเป็นทางเลือกที่สำคัญแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะในภาคการขนส่งและการใช้งานในอุตสาหกรรมของประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกาและแคนาดา ซึ่งเป็นผู้นำในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสถานีเติมไฮโดรเจน แคนาดาเป็นรองสหรัฐอเมริกาในด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานไฮโดรเจน แต่ก็มีการลงทุนอย่างหนักใน ค.ศ. นี้สำหรับโครงการไฮโดรเจนเชิงนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานสะอาด ประเทศไทยก็ดำเนินตามเช่นกัน โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางการเกษตรเพื่อผลิต *ไบโอไฮโดรเจน* อีกทั้งประเทศไทยยังรวมพลังงานไฮโดรเจนเข้าไปในแผนพลังงานแห่งชาติ

ดังนั้น วารสารอุดมวิทย์ฉบับเดือนกันยายน จึงได้รายงานการพัฒนาล่าสุดของ “***พลังงานไฮโดรเจน***” ในสหรัฐอเมริกา แคนาดา และไทย ซึ่งแต่ละประเทศสนับสนุนในเทคโนโลยีสาขานี้เป็นอย่างมาก เพื่อบรรลุเป้าหมาย Carbon Neutrality ภายในปี 2050 เราหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านผู้อ่านจะได้รับข้อมูลข่าวสาร และความรู้ในเทคโนโลยีสาขานี้จากวารสารอุดมวิทย์ฉบับนี้นะคะ

ทีมบรรณาธิการ
สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน

สารบัญ

พลังงานไฮโดรเจน 06

วิธีการผลิตไฮโดรเจน 08

การวิจัยและพัฒนาในปัจจุบัน 09

พลังงานไฮโดรเจนในสหรัฐอเมริกา 11

พลังงานไฮโดรเจนในแคนาดา 14

ELECTRIC VEHICLE GRANTS 15

พลังงานไฮโดรเจนในไทย 17

สรุป 19

1

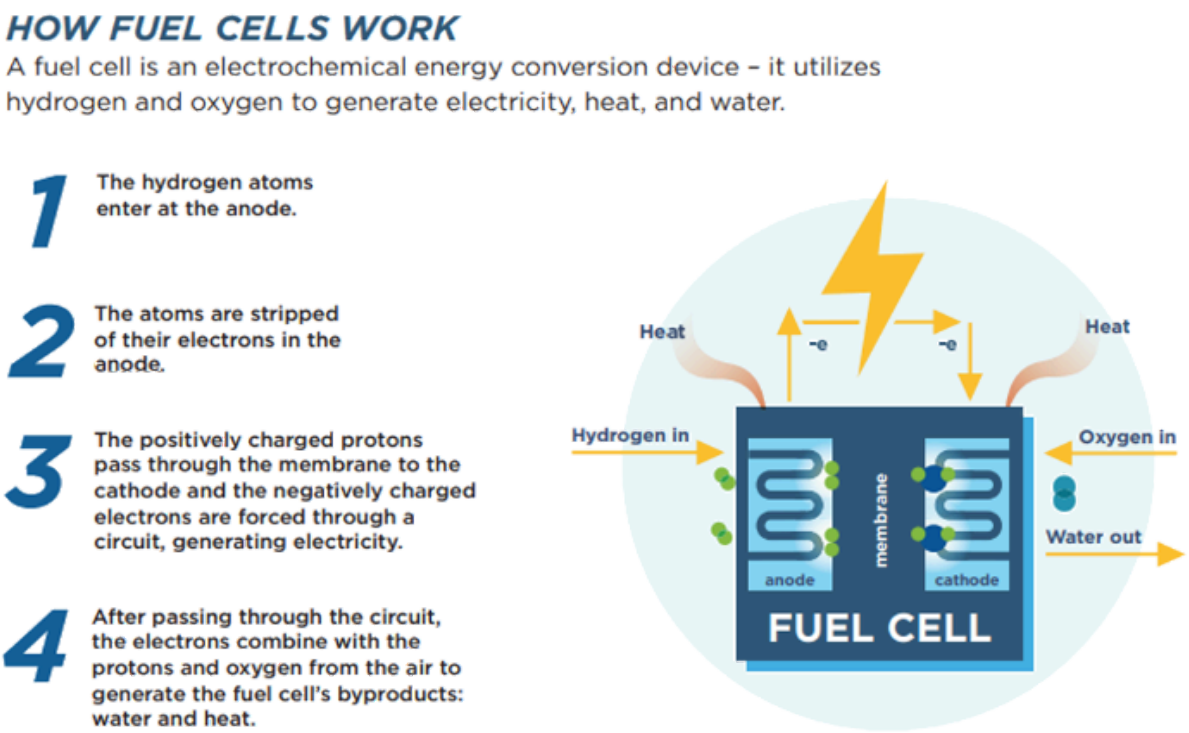
H

Hydrogen

พลังงานไฮโดรเจน

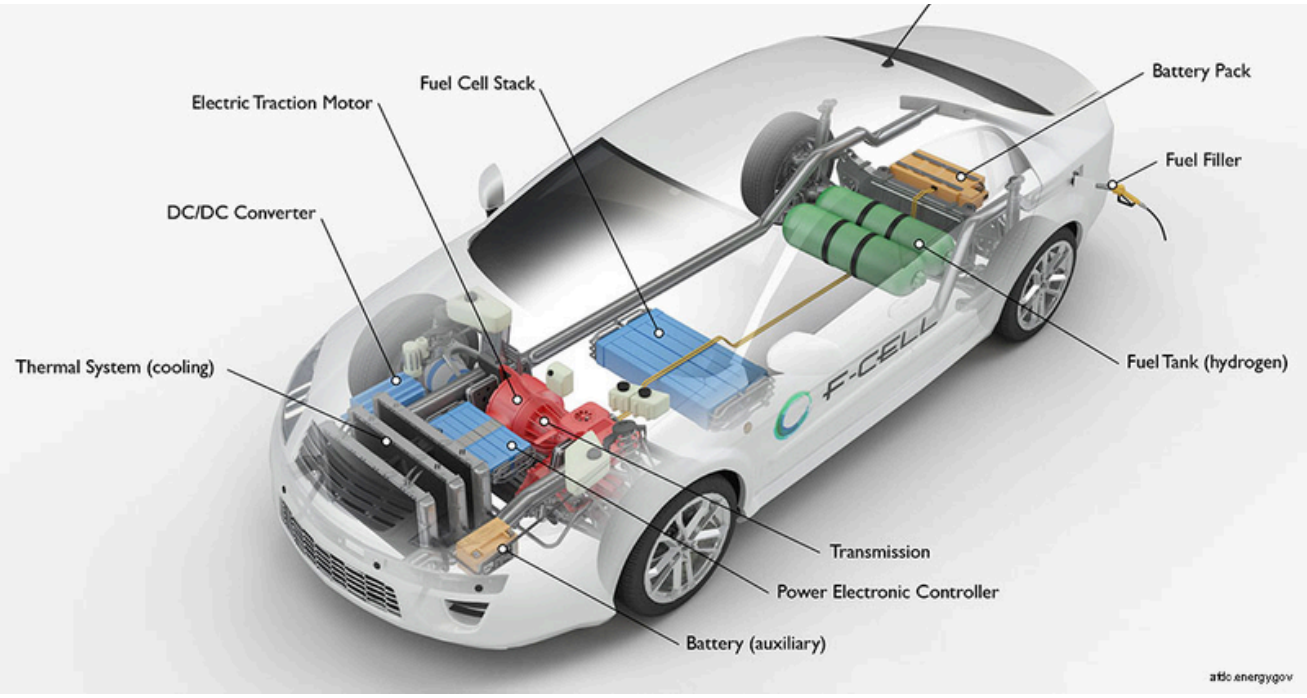
ความสนใจในการใช้ไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกนั้นมาจากความสามารถในการกำเนิดพลังงานแต่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ และสามารถผลิตเองได้ในแต่ละประเทศ โดยเฉพาะในภาคการขนส่งซึ่งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต่างพยายามพัฒนาให้สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือแม้แต่แบตเตอรี่รถยนต์ขับเคลื่อนไฟฟ้า ด้วยเหตุผลที่วัฏจักรของพลังงานจากไฮโดรเจนสามารถที่จะลดการปลดปล่อยคาร์บอนได้มากกว่า โดยไฮโดรเจนสามารถถูกใช้ได้สองวิธี วิธีแรกคือการใช้เป็นเชื้อเพลิงสันดาปโดยตรงด้วยการผสมก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนภายในเครื่องยนต์สันดาป แต่ก๊าซไนโตรเจนในอากาศถูกสันดาปไปพร้อมกันและก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ซึ่งเป็นมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สำหรับวารสารฉบับนี้เราให้ความสนใจกับไฮโดรเจน (H_2) ในอีกรูปแบบหนึ่งที่ไม่ได้ให้พลังงานผ่านการสันดาปโดยตรง แต่ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าผ่านกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า นั่นคือ พลังงานไฟฟ้าผ่านเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ซึ่งไฮโดรเจนสามารถถูกผลิตและกักเก็บไว้ใช้ได้ด้วยการผลิตขึ้นจากสารประกอบที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำ (H_2O), ไฮโดรคาร์บอน (เช่น มีเทน CH_4) และสารอินทรีย์อื่นๆ ความท้าทายอย่างหนึ่งในการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงคือการสกัดไฮโดรเจนออกจากสารประกอบเหล่านี้

ไฮโดรเจนจะรวมตัวกับออกซิเจนจากอากาศผ่านเซลล์เชื้อเพลิง ทำให้เกิดไฟฟ้าและน้ำผ่านกระบวนการทางไฟฟ้าเคมี การใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเชื่อมต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 2-3 เท่า



การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

(ที่มา: Fuel Cell & Hydrogen Energy Association)



รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

(ที่มา: U.S. Department of Energy)

พลังงานของก๊าซไฮโดรเจน 2.2 ปอนด์ หรือ 1 กิโลกรัม นั้นใกล้เคียงกับพลังงานในน้ำมันเบนซิน 1 แกลลอน หรือ 2.8 กิโลกรัม เนื่องจากไฮโดรเจนมีความหนาแน่นของพลังงานเชิงปริมาตรต่ำจึงถูกเก็บไว้ในรถยนต์ในรูปของก๊าซอัดเพื่อให้วิ่งได้ไกล ส่วนใหญ่แล้ว ไฮโดรเจนจะถูกไว้ในถังแรงดันสูงที่สามารถเก็บไฮโดรเจนไว้ได้ 5,000 หรือ 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ตัวอย่างเช่น รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle) หรือ FCEVของ โตโยต้า ฮอนด้า และฮุนได ได้รับการออกแบบมาให้มีถัง 700 บาร์ หรือ ประมาณ 10,150 psi ซึ่งสามารถเติมไฮโดรเจนในถังเก็บได้ภายใน 3-5 นาที ณ สถานีบริการน้ำมันที่มีไฮโดรเจน แรงดันสูงนี้ทำให้ถังเก็บมีขนาดเล็กและเบากว่าในขณะที่ให้ระยะการขับขี่ที่เพียงพอสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวัน แต่ระบบแรงดันต่ำ 350 บาร์ หรือ ประมาณ 5,075 psi นั้นมักถูกใช้กับยานพาหนะขนาดใหญ่ เช่น รถโดยสาร รถบรรทุก เป็นต้น ซึ่งมีพื้นที่เพียงพอสำหรับเก็บถังไฮโดรเจนขนาดใหญ่ แต่จะใช้เวลาเติมไฮโดรเจนภายในถังนานขึ้น 10-15 นาที ในปัจจุบัน รถยก FCEV สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้ากว่า 35,000 คันถูกนำมาใช้งานทั่วอเมริกาเหนือแล้ว นอกจากนี้ยังมีโอกาสอีกมากสำหรับการใช้ FCEV ทั้งบนเรือเดินทะเลและรถราง

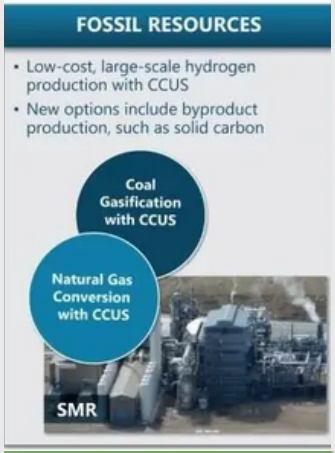
ที่มา:

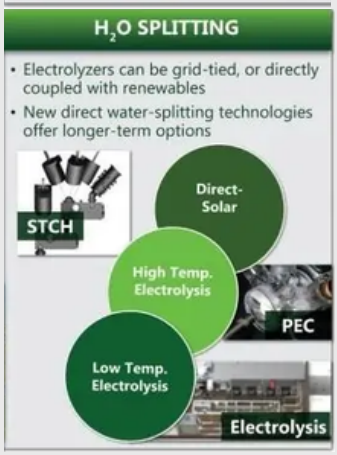
Hydrogen Basics, https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen-basics

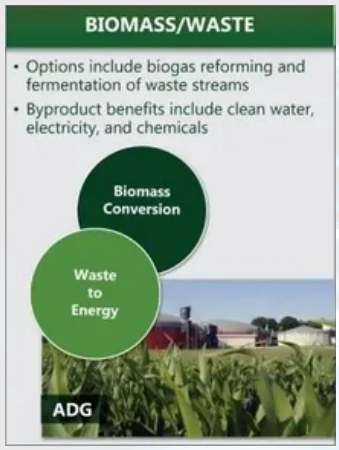
H**ydrogen Filling Stations – U.S. and Canada,** https://drivinghydrogen.com/hydrogen-filling-stations-us-and-canada/

Using hydrogen in Canada, https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/energy-sources-distribution/clean-fuels/using-hydrogen-canada

วิธีการผลิตไฮโดรเจน







การแปรรูปก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas Reforming/Gasification): ก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis gas) ซึ่งเป็นก๊าซผสมของไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนเล็กน้อย ได้จากการทำปฏิกิริยาของก๊าซธรรมชาติกับไอน้ำอุณหภูมิสูง คาร์บอนมอนอกไซด์จะทำปฏิกิริยากับน้ำเพื่อผลิตไฮโดรเจนเพิ่มเติม วิธีนี้เป็นวิธีที่ราคาถูกที่สุด มีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นที่นิยมที่สุด การแปรรูปก๊าซธรรมชาติโดยใช้ไอน้ำคิดเป็นกระบวนการส่วนใหญ่ที่ใช้ผลิตไฮโดรเจนของสหรัฐอเมริกาในแต่ละปี ก๊าซสังเคราะห์ยังสามารถผลิตได้โดยการทำปฏิกิริยาของถ่านหินหรือชีวมวลกับไอน้ำอุณหภูมิสูงและออกซิเจนในเครื่องผลิตก๊าซ กระบวนการนี้จะเปลี่ยนถ่านหินหรือชีวมวลให้เป็นก๊าซ ก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จะมีไฮโดรเจนและคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งจะถูกทำปฏิกิริยากับไอน้ำเพื่อแยกไฮโดรเจนออก

การแยกด้วยไฟฟ้า (Electrolysis): กระแสไฟฟ้าจะแยกน้ำออกเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน หากผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือลม ไฮโดรเจนที่ได้ก็จะถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียนเช่นกัน โครงการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นไฮโดรเจนกำลังได้รับความนิยม โดยใช้ไฟฟ้าหมุนเวียนส่วนเกินที่มีอยู่ เพื่อผลิตไฮโดรเจนผ่านไฟฟ้า

การแปรรูปของเหลวที่ได้จากชีวมวล (Biomass-Derived Liquid Reforming): เชื้อเพลิงเหลว เช่น เอธานอล จะทำปฏิกิริยากับไอน้ำอุณหภูมิสูงเพื่อผลิตไฮโดรเจนใกล้จุดใช้งานปลายทาง

การแปรรูปชีวมวลด้วยจุลินทรีย์ (Microbial Biomass Conversion): ชีวมวลจะถูกแปรรูปเป็นวัตถุดิบที่มีน้ำตาลสูง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์เพื่อผลิตไฮโดรเจน

CCUS: carbon capture, utilization, and storage; STCH: solar thermochemical hydrogen

(ที่มา: Hydrogen Production, https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production)

ที่มา:

Hydrogen Production and Distribution, https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen-production

วิธีการผลิตไฮโดรเจนหลายวิธีกำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนา โดยเน้นไปที่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ อาทิ

การแยกน้ำด้วยเทอร์โมเคมี (Thermochemical Water Splitting): เป็นการใช้พลังงานความร้อน (500-2000 องศาเซลเซียส) ที่ได้จากเครื่องรวมพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar concentrator) หรือ ความร้อนที่เหลือจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในแต่ละรอบ ทำให้เกิดวงจรปิดที่ใช้เพียงน้ำ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน

ประเด็นที่ต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อ

- การปรับปรุงประสิทธิภาพและความทนทานของวัสดุสำหรับวงจรเทอร์โมเคมี
- การพัฒนาการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและทนทานในสภาวะอุณหภูมิสูง
- การลดต้นทุนของระบบกระจกรวมแสงสำหรับระบบเทอร์โมเคมีพลังงานแสงอาทิตย์

ที่มา:

Thermochemical Water Splitting, www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-thermochemical-water-splitting

การแยกน้ำด้วยระบบชีวภาพ (Photobiological Water Splitting): เป็นการใช้การสังเคราะห์แสงของจุลินทรีย์ เช่น สาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก (Green microalgae) หรือ ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria) ซึ่งจะใช้แสงแดดในการแยกน้ำออกเป็นออกซิเจนและไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ ความท้าทายสำหรับวิธีนี้ ได้แก่ อัตราการผลิตไฮโดรเจนต่ำ เนื่องจากออกซิเจนที่ผลิตออกมาด้วยจะยับยั้งปฏิกิริยาการผลิตไฮโดรเจนได้อย่างรวดเร็ว นักวิจัยกำลังพัฒนาวิธีการเพื่อให้จุลินทรีย์ผลิตไฮโดรเจนได้นานขึ้น และเพิ่มอัตราการผลิตไฮโดรเจน

ประเด็นที่ต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อ

- การปรับปรุง Enzyme activity และ Metabolic pathways ที่จำเป็นสำหรับปฏิกิริยา เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตไฮโดรเจน
- การพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่สามารถใช้แสงอาทิตย์และปัจจัยอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตไฮโดรเจน
- การพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์และเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพขนาดใหญ่สำหรับการผลิตไฮโดรเจนเชิงพาณิชย์

การแยกน้ำด้วยแสงและไฟฟ้าเคมี (Photoelectrochemical water splitting) หรือ PEC: เป็นการใช้วัสดุกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมีในการแยกน้ำทำให้เกิดไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ สารกึ่งตัวนำที่ใช้ในกระบวนการนี้ จะถูกจุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีน้ำ เครื่องปฏิกรณ์ PEC สามารถสร้างเป็นแผง (คล้ายกับแผงโซลาร์เซลล์) ซึ่งเป็นระบบอิเล็กโทรดหรือเป็นระบบอนุภาคที่ใช้สารละลาย โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน

ประเด็นที่ต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อ

- การปรับปรุงประสิทธิภาพผ่านการดูดซับแสงแดดที่เพิ่มขึ้นและการเร่งปฏิกิริยาพื้นผิวที่ดีขึ้น
- การปรับปรุงความทนทานและอายุการใช้งานด้วยวัสดุที่แข็งแรงยิ่งขึ้นและการเคลือบผิวป้องกัน
- การลดต้นทุนการผลิตไฮโดรเจนผ่านการลดต้นทุนวัสดุ

ที่มา:

Photobiological, www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-photobiological

Photoelectrochemical Water Splitting, www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-photoelectrochemical-water-splitting

Plasma nanomaterials for photoelectrochemical water splitting, www.advancedsciencenews.com/plasma-nanomaterials-for-photoelectrochemical-water-splitting/

พลังงานไฮโดรเจนใน USA

ไฮโดรเจนเกือบทั้งหมดที่ผลิตในสหรัฐฯ ในแต่ละปีใช้สำหรับการกลั่นปิโตรเลียม บำบัดโลหะ ผลิตปุ๋ย และแปรรูปอาหาร โดยรัฐหลักที่ผลิตไฮโดรเจน ได้แก่ แคลิฟอร์เนีย หลุยเซียนา และเท็กซัส ด้วยวิธี Natural gas reforming และวิธี Electrolysis ซึ่งใช้พลังงานมากกว่า แต่สามารถใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น ลมหรือแสงอาทิตย์ไฮโดรเจนส่วนใหญ่ที่ใช้ในสหรัฐฯ ผลิตขึ้นที่หรือใกล้กับสถานที่ที่ใช้ โดยทั่วไปจะอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่โครงสร้างพื้นฐานสำหรับเครือข่ายสถานีบริการน้ำมันที่มีการใช้รถยนต์ FCEV อย่างแพร่หลายยังคงต้องได้รับการพัฒนา การใช้ยานพาหนะและสถานีจ่ายไฮโดรเจนส่วนใหญ่อยู่ในแคลิฟอร์เนียตอนใต้และตอนเหนือ

แผนภาพแสดงตำแหน่งสถานีบริการไฮโดรเจนในสหรัฐ ฯ

ที่มา: https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen-locations

ปัจจุบัน ไฮโดรเจนถูกจ่ายผ่านด้วยสามวิธีคือ

ท่อส่ง: วิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัดที่สุดในการส่งไฮโดรเจนปริมาณมาก ปัจจุบันมีท่อส่งไฮโดรเจนประมาณ 1,600 ไมล์ในสหรัฐฯ ท่อส่งเหล่านี้ตั้งอยู่ใกล้โรงกลั่นน้ำมันขนาดใหญ่และโรงงานเคมีในอิลลินอยส์ แคลิฟอร์เนีย และชายฝั่ง

รถพ่วงท่อแรงดันสูง: เป็นการขนส่งก๊าซไฮโดรเจนอัดแรงดัน ด้วยรถบรรทุก รถไฟ เรือ หรือเรือบรรทุกสินค้า วิธีนี้มีราคาแพงและใช้ในระยะทาง 200 ไมล์หรือน้อยกว่า

เรือบรรทุกไฮโดรเจนเหลว: การทำให้ไฮโดรเจนเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำมาก แม้ว่ากระบวนการนี้มีราคาแพง แต่ทำให้การขนส่งไฮโดรเจนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (เมื่อเปรียบเทียบกับรถพ่วง) แต่หากไฮโดรเจนเหลวไม่ได้ถูกใช้ในเวลาที่เหมาะสม ไฮโดรเจนจะระเหยออกจากภาชนะบรรจุ ดังนั้นจึงต้องกำหนดเวลาการส่งมอบอย่างระมัดระวัง

ที่มา: Hydrogen Production and Distribution, https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen-production

กระทรวงพลังงานของสหรัฐฯ (DOE) มุ่งเน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถผลิตไฮโดรเจนได้ในราคา 2 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อกิโลกรัมภายในปี 2025 และ 1 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อกิโลกรัมภายในปี 2030 ซึ่งเป็นการสนับสนุนเป้าหมาย **Hydrogen Energy Earthshot** ในการลดต้นทุนของไฮโดรเจนลง 80% เหลือ 1 ดอลลาร์สหรัฐต่อ 1 กิโลกรัมใน 1 ทศวรรษ หรือเรียกว่าโครงการ “**1 1 1**”

ปัจจุบัน เทคโนโลยีการผลิตไฮโดรเจนในสหรัฐฯ ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถบรรลุเป้าหมายด้านต้นทุนได้ อย่างไรก็ตาม เป้าหมายอีกประการคือต้องเป็นวิธีการที่ปล่อยคาร์บอนต่ำหรือเป็นศูนย์ด้วย DOE จึงยังคงสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่หลากหลาย

- ในระยะเริ่มต้นและระยะกลาง คาดว่ากระบวนการ Electrolysis จะเริ่มบรรลุเป้าหมายด้านต้นทุน
- ในระยะกลางถึงระยะยาว คาดว่าวิธีการผลิตอื่นๆ เช่น การใช้ของเสียและแนวทางอื่นๆ ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะมีความเป็นไปได้ในการลดต้นทุนลงได้อีก

โดย DOE มีหน่วยงาน **Office of Energy Efficiency and Renewable Energy** ที่ทำภารกิจการวิจัย พัฒนา และปรับใช้เทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนผ่านไปสู่เศรษฐกิจที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในไม่เกินปี 2050

ที่มา:

Hydrogen Production Pathways, https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-pathways

About the Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, www.energy.gov/eere/about-office-energy-efficiency-and-renewable-energy

แม้ว่าการผลิตไฮโดรเจนอาจก่อให้เกิดการปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอยู่บ้างขึ้นอยู่กับการผลิต แต่รถยนต์ FCEV ถือเป็นยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ซึ่งปล่อยไอน้ำและอากาศอุ่นเป็นไอเสียเท่านั้น ความพยายามในการวิจัยและพัฒนาครั้งใหญ่ของสหรัฐฯ มีเป้าหมายเพื่อให้ยานยนต์เหล่านี้และโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์เหล่านี้ใช้งานได้จริงอย่างแพร่หลาย โดยได้มีการนำรถบัส รถบรรทุกขนาดกลางและขนาดใหญ่มาเริ่มใช้ในรัฐแคลิฟอร์เนีย

รัฐแคลิฟอร์เนียเป็นผู้นำของสหรัฐฯ ในการสร้างสถานีเติมไฮโดรเจนสำหรับ FCEV โดยในปี 2023 สถานีไฮโดรเจน 52 แห่งเปิดให้บริการแก่สาธารณชนแล้วในรัฐแคลิฟอร์เนีย รวมถึงในรัฐฮาวาย 1 แห่ง และอีก 45 แห่งอยู่ในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง สถานีเหล่านี้ให้บริการแก่ FCEV มากกว่า 8,000 คันที่ใช้งานในพื้นที่

รถบรรทุก (ที่มา: บริษัท Anglo American 2022)

รถไฟ (ที่มา: บริษัท Stadler Rail 2024)

เฮลิคอปเตอร์ (ที่มา: บริษัท Robinson Helicopter 2024)

แท็กซี่บิน eVTOL (ที่มา: บริษัท Joby aviation 2024)

เรือเฟอรี่ (ที่มา: บริษัท All American Marine2024)

เรือยอช์ตของ Bill Gates (ที่มา: บริษัท Feadship 2024)

Electric Vehicle Grants

คณะกรรมาธิการทรัพยากรทางอากาศแห่งแคลิฟอร์เนีย (California Air Resources Board: CARB) เสนอเงินสนับสนุนแก่บุคคลที่มีรายได้ตามเกณฑ์สำหรับการซื้อหรือเช่ารถ EV ใหม่หรือมือสอง รวมถึงรถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) และรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) ผู้ใช้รถยนต์ EV (ทั้ง BEV หรือ Battery Electric Vehicle และ FCEV) มีสิทธิ์ได้รับเงินช่วยเหลือสูงสุด 7,500 ดอลลาร์สหรัฐฯ และรถยนต์ PHEV มีสิทธิ์ได้รับเงินช่วยเหลือสูงสุด 7,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ นอกจากนี้ ยังอาจมีสิทธิ์ได้รับเงินช่วยเหลือสูงสุด 2,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ สำหรับการซื้อและติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าระดับ 2 ในโครงการ **Clean Vehicle Assistance Program**

นอกจากนี้ยังมีการมอบเงินช่วยเหลือสูงสุด 9,500 ดอลลาร์สหรัฐฯ ให้แก่ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่อ่าวที่มีรายได้ตามเกณฑ์เพื่อเปลี่ยนยานยนต์รุ่นปี 2005 หรือเก่ากว่าเป็นรถยนต์ไฟฟ้าแบบต่างๆ เช่น รถยนต์ไฮบริดไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle: HEV) PHEV BEV หรือ FCEV ด้วยการซื้อหรือเช่ารถยนต์ไฟฟ้าใหม่หรือมือสองได้

แคลิฟอร์เนียยังคงจัดหาเงินทุนสำหรับการสร้างโครงสร้างพื้นฐานไฮโดรเจนผ่านโครงการ **Clean Transportation Program** คณะกรรมาธิการพลังงานแคลิฟอร์เนียได้จัดสรรเงินกว่า 20 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี 2023 และกำลังลงทุนในสถานีบริการไฮโดรเจนสาธารณะ 100 แห่งทั่วแคลิฟอร์เนีย เพื่อสนับสนุนการใช้ FCEV ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์เหล่านี้มากขึ้น รถยนต์ FCEV มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเป้าหมายที่ต้องการให้มีรถยนต์ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ 1.5 ล้านคันบนท้องถนนในแคลิฟอร์เนียภายในปี 2025

ที่มา:

Hydrogen Basics, https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen-basics

Hydrogen Vehicles & Refueling Infrastructure, https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/clean-transportation-program/

พลังงานไฮโดรเจนในแคนาดา

แผนภาพแสดงตำแหน่งสถานีบริการไฮโดรเจนในทวีปอเมริกา
(ที่มา: https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/)

เมื่อเทียบในทวีปอเมริกา แคนาดาถือเป็นอันอับสองรองจากสหรัฐฯ ในการส่งเสริมการมีสถานีบริการไฮโดรเจนสำหรับยานพาหนะ FCEV ศักยภาพในการใช้ไฮโดรเจนของแคนาดามีความหลากหลายเช่นเดียวกับวิธีการผลิตไฮโดรเจน มีการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง และการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนแก่ภาคอุตสาหกรรมและอาคาร เช่น การผลิตเหล็กและซีเมนต์ และใช้ในการทำเหมือง หรือการใช้เป็น feedstock ในภาคอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยมลพิษสูง เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตแอมโมเนีย การผลิตเมทานอล เป็นต้น

เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม ที่ผ่านมา นาย Jonathan Wilkinson รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติของแคนาดา ได้ประกาศการลงทุนมูลค่ากว่า 9.14 ล้านดอลลาร์แคนาดา สำหรับ 6 โครงการเพื่อสนับสนุนนวัตกรรมในภาคส่วนไฮโดรเจน ในจำนวนเงินทุนดังกล่าว 2.74 ล้านดอลลาร์แคนาดา ได้รับการจัดสรรผ่านโครงการนวัตกรรมพลังงานต่างๆ ได้แก่

- โครงการพัฒนาโรงงานนำร่องสำหรับเทคโนโลยี Pyrolysis สำหรับการผลิตไฮโดรเจนที่มีต้นทุนต่ำและปล่อยมลพิษต่ำ ของ University of British Columbia
- โครงการ Markham Virtual Hydrogen Hybrid Demonstration เพื่อสาธิตการใช้ทรัพยากรพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ภายในโครงข่ายไฟฟ้าของ Ontario เพื่อผลิตไฮโดรเจนหมุนเวียน ของ Enbridge Gas Inc.
- โครงการของ Hydrogen in Motion เพื่อผลิตไฮโดรเจนซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจาก Hydrogen Centre of Excellence ซึ่งเป็นโครงการริเริ่มเชิงกลยุทธ์ที่นำโดย Alberta Innovates
- โครงการประเมินความเป็นไปได้ในการจัดเก็บและขนส่งไฮโดรเจนอย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และคุ้มต้นทุนในถัง รถบรรทุก และท่อส่งแบบธรรมดาที่อุณหภูมิและแรงดันอากาศ ของ Ayrton Energy ใน Alberta โครงการนี้ยังได้รับการสนับสนุนจาก Hydrogen Centre of Excellence อีกด้วย

นอกจากนี้ ยังมีการจัดสรรเงินทุนให้กับโครงการ Clean Fuels Fund เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการผสมไฮโดรเจนในสาธารณูปโภคที่มีการใช้อยู่ เช่น การศึกษาการผสมไฮโดรเจนทั่วทั้งระบบ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของก๊าซไฮโดรเจนผสมและขีดจำกัดสูงสุดสำหรับบริษัทสาธารณูปโภคใน Ontario และเพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคของการผสมไฮโดรเจนสูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์จากระบบส่งก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่สำหรับ Trans Québec & Maritimes Pipeline Inc. ใน Québec

ทางบก: รัฐบาลแคนาดาได้กำหนดเป้าหมายสำหรับการใช้ยานยนต์ให้บรรลุยอดขายรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์รวมไปถึงรถยนต์ FCEV ร้อยละ 10 ต่อปีภายในปี 2025, ร้อยละ 30 ภายในปี 2030 และร้อยละ 100 ภายในปี 2040

ทางทะเล: องค์กรการเดินเรือระหว่างประเทศของแคนาดากำลังผลักดันการลดการปล่อยมลพิษอย่างจริงจังในอุตสาหกรรมการเดินเรือ และได้ใช้แอมโมเนีย (ผลิตจากไฮโดรเจนหมุนเวียน) และไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการเดินเรือ แต่ยังไม่สมบูรณ์นัก การใช้งานในระยะแรกได้แก่ เรือข้ามฟาก เรือลากจูง เรือลากจูงชายฝั่ง และภายในประเทศ

การบิน: มีการทดสอบการใช้ไฮโดรเจนเป็นพลังงานให้กับเซลล์เชื้อเพลิงในระบบบนเครื่องบิน ซึ่งช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงเครื่องบินโดยรวมได้อย่างมาก แม้ว่าจะยังไม่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ แต่ก็มีการใช้งานในวงกว้างตั้งแต่ยานบินไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือโดรน ไปจนถึงระบบขับเคลื่อนในเครื่องบินที่มีคนขับ ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาและสาธิตการใช้งาน

แคนาดามีความก้าวหน้าอย่างมากในภาคส่วนเชื้อเพลิงไฮโดรเจน โดยตั้งเป้าที่จะวางตัวเองให้เป็นผู้นำด้านพลังงานสะอาด การพัฒนาที่สำคัญประการหนึ่งของแคนาดาคือข้อตกลงไฮโดรเจนมูลค่า 600 ล้านดอลลาร์แคนาดา หรือประมาณ 430 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ กับเยอรมนีซึ่งเป็นต้นแบบที่มีการดำเนินงานมาหลายปี ความร่วมมือนี้ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การผลิตไฮโดรเจนสีเขียวใน Nova Scotia โดยใช้พลังงานลมเพื่อผลิตไฮโดรเจนสำหรับส่งออกไปยังเยอรมนี ช่วยให้ทั้งสองประเทศลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและบรรลุเป้าหมายในการลดคาร์บอน การส่งออกไฮโดรเจนชุดแรกคาดว่าจะเริ่มภายในปี 2025

บริษัท HTEC ซึ่งปัจจุบันดำเนินการสถานีเชื้อเพลิงไฮโดรเจน 5 แห่ง British Columbia ได้รับเงินหลายร้อยล้านดอลลาร์แคนาดา เพื่อสร้างสถานีฯ จำนวน 20 แห่งทั่วแคนาดาตะวันตก โดยมี 18 แห่งใน British Columbia และอีก 2 แห่งใน Alberta (ที่มา: www.vicnews.com/news/bc-company-receives-hundreds-of-millions-to-expand-hydrogen-fuel-stations)

ที่มา:

Minister Wilkinson Announces $9.14 Million, www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/

Using hydrogen in Canada, https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/energy-sources-distribution/clean-fuels/

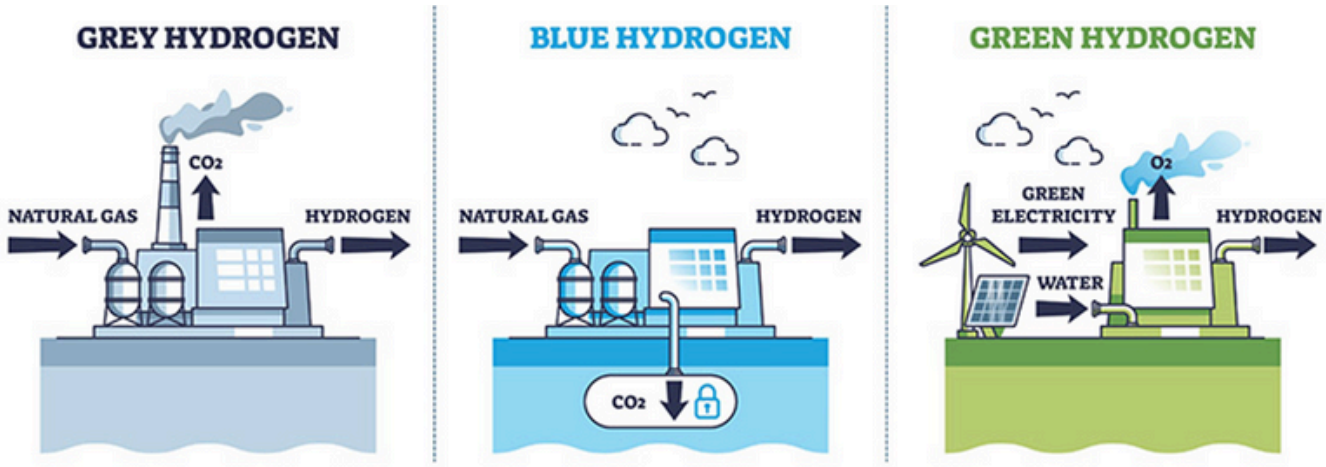
Canada and Germany partner in $430 million, www.hydrogenfuelnews.com/canada-germany-430m-hydrogen-fuel/

พลังงานไฮโดรเจนใน THAILAND

ไทยมีศักยภาพอย่างยิ่งในการผลิตไฮโดรเจนชีวภาพ เนื่องจากมีฐานด้านเกษตรกรรมและมีสารตั้งต้นจากก๊าซมีเทนในมูลสัตว์หรือชีวมวลปริมาณมาก การผลิตด้วยสารตั้งต้นเหล่านี้จะทำให้ได้บลูไฮโดรเจน (Blue Hydrogen) หรือไฮโดรเจนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ ซึ่งมีราคาถูกกว่าการผลิตกรีนไฮโดรเจน (Green Hydrogen) ซึ่งใช้วิธีการแยกไฮโดรเจนออกจากน้ำด้วยไฟฟ้า ส่วนปัจจัยเสริมระดับโลกที่จะผลักดันให้ประเทศไทยมีการใช้พลังงานไฮโดรเจนมากขึ้น คือ การคิดค่าปรับคาร์บอนหรือ CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism)ของสหภาพยุโรปที่เริ่มบังคับใช้ในบางกลุ่มอุตสาหกรรมแล้ว

กระทรวงพลังงานมีแผนนำไฮโดรเจนมาใช้ผลิตไฟฟ้าจากเดิมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นพลังงานหลัก โดยตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (Power Development Plan : PDP) 2024 ที่คาดว่าจะประกาศใช้ในปลายปีนี้ มีเป้าหมายนำไฮโดรเจนมาทดแทนก๊าซธรรมชาติราว 5% ของปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในโรงไฟฟ้าในช่วงปี 2030 และทยอยเพิ่มสัดส่วนเป็น 20 % ภายในปี 2037 ขณะที่การใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง มีเป้าหมายการใช้อยู่ที่ราว 4 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ผลศึกษา SCB EIC ระบุว่าหากมีการใช้ ไฮโดรเจนสีเขียว เป็นเชื้อเพลิงสูงสุด 75% ของปริมาณก๊าซที่ต้องใช้ในโรงไฟฟ้าในปี 2050 จะช่วยลดการปล่อยคาร์บอนในการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ไม่น้อยกว่า 42% จากปี 2023 ถือเป็นแนวทางหนึ่งทำให้ภาคการผลิตไฟฟ้าของไทย บรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน ในปี 2050 เพิ่มเสถียรภาพทางพลังงานในประเทศ และมีส่วนช่วยบรรลุเป้าหมายการปล่อยคาร์บอนเป็นศูนย์ (Net zero) ในปี 2065



ประเภทของไฮโดรเจนตามวิธีการผลิตและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(ที่มา: https://hilight.kapook.com/view/241563)

สถานีเติมไฮโดรเจน (Hydrogen Refueling Station) เพื่อทดสอบการใช้งานไฮโดรเจนในรถยนต์ FCEV แห่งแรกของประเทศไทย ณ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี โดย สถาบันนวัตกรรม ปตท. ร่วมกับ บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) (OR) บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (TMT) และ บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด (BIG) (ที่มา: https://motortrivia.com/envira/ptt-or-toyota-big-hydrogen-station/)

ในการขับเคลื่อนการใช้พลังงานไฮโดรเจนที่ผ่านมา ปตท.ได้ร่วมกับพันธมิตรทั้งภาครัฐและเอกชน จัดตั้ง Hydrogen Thailand Club ได้ศึกษาและทดสอบการใช้งานไฮโดรเจนในภาคขนส่งโดยทดลองเปิดสถานีนำร่องทดลองใช้รถยนต์ FCEV แห่งแรกในไทยที่ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี โดยนำรถยนต์ Toyota Mirai จำนวน 2 คัน มาทดสอบการใช้งานในรูปแบบรถรับส่งระหว่างสนามบินอู่ตะเภา จ.ชลบุรี (U-Tapao Limousines) สำหรับนักท่องเที่ยวและผู้โดยสารในพื้นที่พัทยา-ชลบุรี และพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อเก็บข้อมูลเชิงเทคนิคที่ได้จากการใช้งานจริง รวมทั้งได้การลงนามความร่วมมือระหว่าง ปตท. กฟผ. และบริษัท ACWA Power ของซาอุดีอาระเบีย เพื่อศึกษาการพัฒนาธุรกิจเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสีเขียวในประเทศไทย ขณะเดียวกันบริษัท ปตท.สผ. ยังได้จับมือกับพันธมิตร ชนะประมูลพัฒนากรีนไฮโดรเจน ที่ประเทศโอมาน กำลังผลิต 2.2 แสนตันต่อปี คาดจะดำเนินการเชิงพาณิชย์ได้ในปี 2030 ซึ่งจะเป็นการนำความรู้มาปรับใช้ในประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาไฮโดรเจนยังมีต้นทุนการดำเนินงานที่สูง หากต้องการผลักดันให้โครงการนี้เกิดขึ้นต้องได้รับการอุดหนุนจากภาครัฐ ขณะนี้กลุ่มปตท.อยู่ระหว่างศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำไฮโดรเจนมาใช้กับรถรถบรรทุก และรถหัวลาก เป็นโครงการนำร่องในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) โดยใช้ไฮโดรเจนสีเขียวที่ใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มาแยกไฮโดรเจนออกจากน้ำ และส่งเข้าสถานีเติมไฮโดรเจนที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน โดยกำลังจะพิจารณาว่า พลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ผลิตจะเป็นขนาดกี่เมกะวัตต์ เพื่อให้เพียงพอต่อการขนส่งด้วยรถบรรทุกหรือรถหัวลาก FCEV จำนวน 30 คัน ในรัศมีการทดสอบ 400 กิโลเมตร ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาจะแล้วเสร็จในปี 2024 นี้ หลังจะนั้นจะเริ่มลงทุนต่อไป

ที่มา:
ไฮโดรเจนเพื่อการขับเคลื่อน, www.nstda.or.th/home/news_post/10-technologies-to-watch-2024-h2-for-mobility/
PDP 2024 บรรจุผลิตไฟฟ้าจากไฮโดรเจน ผลศึกษา SCB EIC ชี้ไฮโดรเจนสีเขียว กระทบค่าไฟน้อยสุด, www.esguniverse.com/content/252602
ปตท.เล็งผุด ปั๊มกรีนไฮโดรเจน รองรับรถยนต์ขนาดใหญ่พื้นที่อีอีซี, www.thansettakij.com/sustainable/zero-carbon/

สรุป

พลังงานไฮโดรเจน ถือเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแบบเดิม เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาด ถึงแม้การพัฒนาจะยังไม่สมบูรณ์ แต่ก็เข้าใกล้ความสมบูรณ์ขึ้นเรื่อยๆ หากสามารถก้าวข้ามผ่านความท้าทาย และอุปสรรคในเรื่องของต้นทุนการผลิต การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการผลิต การจัดเก็บ และการขนส่งไปได้ ไฮโดรเจนจะเสริมความมั่นคงด้านพลังงานให้กับโลกได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง **พลังงานไฮโดรเจน**เป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ให้บรรลุเป้าหมาย **Carbon Neutrality** และ **Net Zero Emissions** ภายในปี 2050 และสร้างอนาคตที่ยั่งยืนให้กับโลกต่อไป