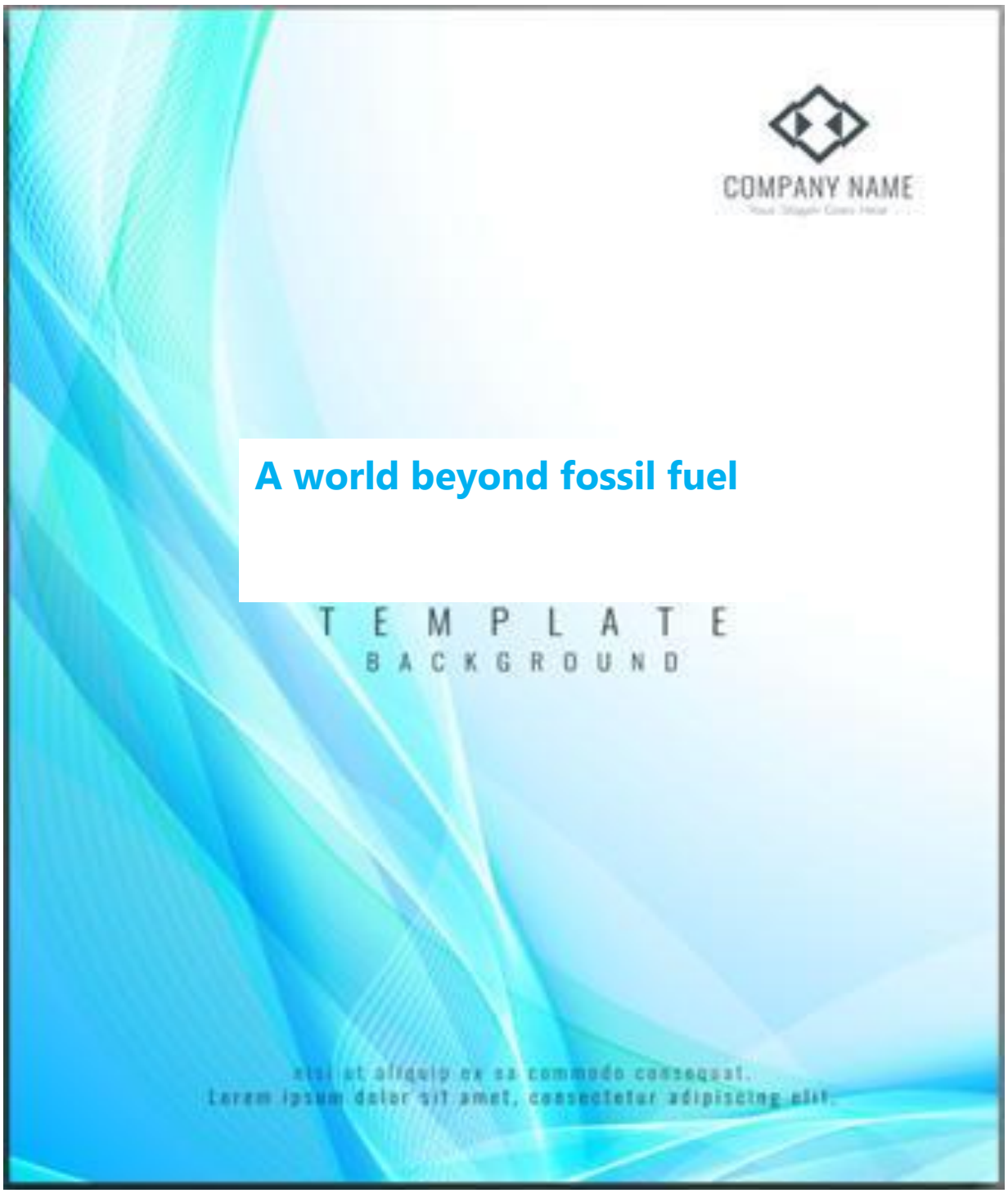


Establishment of Hydrogen Energy Laboratory-Project
BCSIR Laboratories, Chittagong 4220, Bangladesh

বাণী

স্থপতি ইয়াফেস ওসমান
মাননীয় মন্ত্রী
বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়।

টেকসই ও দূষণমুক্ত জ্বালানি: **হাইড্রোজেন**

টেকসই ও দুষণমুক্ত জ্বালানির প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য। ক্রমবর্ধমান শিল্পায়ন ও জনসংখ্যা বৃদ্ধির সাথে জ্বালানি চাহিদাও দ্রুত হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। বর্তমান বিশ্বে জীবাশ্ম জ্বালানি-ই মুখ্য জ্বালানির ভূমিকা পালন করছে, যার ফলে পরিবেশে দূষণ সূচকীয় হারে বৃদ্ধিসহ বৈশ্বিক উষ্ণতা বাড়ছে বিপদজনক হারে।

হাইড্রোজেন একটি নবায়নযোগ্য ও সম্ভাবনাময় বিকল্প জ্বালানি যা পরিবেশ বান্ধব ও সাশ্রয়ী। হাইড্রোজেনের জ্বালানি মান প্রচলিত জ্বালানির প্রায় তিন গুন (১৪২ কি.জু./গ্যা.) এবং ইহার ব্যবহারের ফলে পরিবেশের কোন দূষণ হয় না । বিদ্যমান প্রযুক্তিগত সীমাবদ্ধতা জয় করে জ্বালানি হিসাবে এর ব্যবহার বাংলাদেশের অর্থনীতিতে নূতন মাত্রা যোগ করবে।

এনার্জি নিরাপত্তা, টেকসই পরিবেশ, জ্বালানি নির্ভরশীলতা হ্রাস এবং অর্থনৈতিক সক্ষমতা অর্জনের লক্ষ্যে এনার্জি ট্রানজিশন অতীব গুরুত্তপূর্ণ। ডি-কার্বনাইজেশনের মাধ্যমে টেকসই পরিবেশ, সুনির্দিষ্ট কয়েকটি দেশের উপর জ্বালানি নির্ভরশীলতা হ্রাস এবং স্বল্প মূল্যের ফিডস্টক (পানি ও বায়োমাস) কে কাচাঁমাল হিসাবে ব্যবহার করে হাইড্রোজেন জ্বালানি উৎপাদনের মাধ্যমে জ্বালানি নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে সক্ষম।

বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদ কর্তৃক বাস্তাবায়নাধীন **“হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন”**-শীর্ষক প্রকল্প বাংলাদেশের নবায়নযোগ্য জ্বালানির লক্ষমাত্রা অর্জনে সহায়ক ভূমিকা রাখবে বলে আমার বিশ্বাস।

যুগোপযোগী কার্যক্রম বাস্তবায়নে প্রকল্প পরিচালক সহ সংশ্লিস্ট সকলের জন্য শুভ কামনা রইল ।

স্থপতি ইয়াফেস ওসমান
মাননীয় মন্ত্রী
বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়, বাংলাদেশ

জনাব, মোঃ আনোয়ার হোসেন
সিনিয়র সচিব

টেকসই উন্নয়ন লক্ষ্যমাত্রা অর্জনে

হাইড্রোজেন একটি উচ্চ জ্বালানি মান সম্পন্ন পরিবেশ বান্ধব জ্বালানি। বাংলাদেশের ক্রমবর্ধমান জ্বালানি চাহিদা মেটাতে সরকার নানাবিধ যুগোপযোগী পদক্ষেপ গ্রহণ করেছেন। জ্বালানি মিশ্রনে নবায়নযোগ্য জ্বালানির লক্ষমাত্রা অর্জনে হাইড্রোজেন জ্বালানি অত্যন্ত সম্ভাবনাময়। নবায়নযোগ্য উৎস হতে কম খরচে হাইড্রোজেন জ্বালানির উৎপাদন এবং পরিবহন সেক্টরে ইহার কার্যকর ব্যবহার পরিবেশ দূষণরোধসহ জ্বালানি সক্ষমতা লাভে সম্ভাবনাময়।

পরিবেশ বান্ধব এই হাইড্রোজেন জ্বালানি অন্য সকল বিকল্প জ্বালানির সাথে যুগসূত্র স্থাপনে সক্ষম এবং এর ব্যবহারে বিশেষ প্রযুক্তিগত পরিবর্তনের প্রয়োজন নেই। পরিবেশ বান্ধব এবং টেকসই জ্বালানি সংকট মোকাবেলায় হাইড্রোজেন প্রযুক্তি গবেষণা এবং ভৌত অবকাঠামো প্রতিষ্ঠার এখনই উপযুক্ত সময়। হাইড্রোজেন উৎপাদনের সহজলভ্য কাচাঁমাল; পানি ও বায়োমাস থেকে হাইড্রোজেন জ্বালানি উৎপাদন, নিরাপদ মজুদ ও বিতরন সহজীকরনের মাধ্যমে হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়ন করা সম্ভব।

হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার প্রতিষ্ঠাকরণ শীর্ষক-প্রকল্প কর্তৃক বাস্তবায়নাধীন কার্যক্রম টেকসই উন্নয়ন লক্ষ্যমাত্রা [SDG লক্ষমাত্রা ৭.৩] অর্জনে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে বলে বিশ্বাস করি। ["SDG লক্ষমাত্রা ৭.৩ : ২০৩০ সালের মধ্যে, নবায়নযোগ্য জ্বালানিসহ ক্লিন এনার্জি ব্যবহারের গবেষণা এবং প্রযুক্তির উৎকর্ষতা সাধনে আন্তর্জাতিক সহায়তা বৃদ্ধিকরণ, দূষণমুক্ত জ্বালানি প্রযুক্তি উদ্ভাবন, জ্বালানি অবকাঠামো এবং ক্লিন এনার্জি সেক্টরে বিনিয়োগে উৎসাহিতকরণ"]

চাহিদার সাথে তাল মিলিয়ে প্রকল্প পরিচালক, ড. মো. আবদুস সালাম এবং তাঁর দলের এই উদ্যোগ ও প্রচেষ্টার সফল বাস্তবায়ন কামনা করছি।

জনাব, মো: আনোয়ার হোসেন
সিনিয়র সচিব
বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়
বাংলাদেশ

মো: ফারুক আহমদ
চেয়ারম্যান
বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদ
(বিসিএসআইআর)
গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার

বাণী

"হাইড্রোজেন বর্তমান ও ভবিষ্যতেরে একমাত্র দূষণমুক্ত জ্বালানি"

মানব সভ্যতার উন্নয়নে জ্বালানি মূখ্য ভূমিকা পালন করে । টেকসই ও পরিবেশ বান্ধব জ্বালানির চাহিদা বিশ্বব্যপি সমাদৃত। নবায়নযোগ্য, টেকসই,স্বাশ্রয়ী ও পরিবেশ বান্ধব জ্বালানী-ই বর্তমান সভ্যতার অন্যতম চালিকা শক্তি।

হাইড্রোজেন উচ্চ জ্বালানি মানসম্পন্ন ও দূষণমুক্ত জ্বালানি। হাইড্রোজেনকে জ্বালানি হিসাবে ব্যবহারের ফলে বাই প্রোডাক্ট হিসাবে পাওয়া যায় পানি যা কোন পরিবেশ দূষণ করে না। প্রচলিত জ্বালানি (জীবাশ্ম জ্বালানি) কার্বন-ডাই অক্সাইড নিঃসরণসহ পরিবেশ দূষণের অন্যতম কারণ। ভবিষ্যৎ জ্বালানি সংকট

মোকাবেলায় এবং নিরাপদ জ্বালানি ব্যবস্থা প্রবর্তনের জন্য এনার্জি মিক্সে হাইড্রোজেন জ্বালানির অন্তর্ভূক্তি, এর সম্প্রসারণ ও ব্যবহার বৃদ্ধি করা অত্যন্ত জরুরী।

বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদ কর্তৃক বাস্তবায়িত "হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন" প্রকল্পের মাধ্যমে হাইড্রোজেন ভিত্তিক জ্বালানি গবেষণা ও উন্নয়ন এবং বাংলাদেশে এ প্রযুক্তি বাস্তবায়নের প্রাথমিক পদক্ষেপ গ্রহণ করেছেন। এই প্রকল্পের উদ্দেশ্য ও গৃহীত কার্যক্রম ভবিষ্যতে বাংলাদেশে হাইড্রোজেন জ্বালানির কার্যকর ব্যবহার নিশ্চিতকরণে সহায়ক ভূমিকা রাখবে।

"হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন"-প্রকল্প বাস্তবায়নের সাথে জড়িত সংশ্লিষ্ট সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানাচ্ছি। সকলের জন্য শুভ কামনা রইল।

মোঃ ফারুক আহমেদ
চেয়ারম্যান, বিসিএসআইআর

প্রকল্প পরিচালকের বাণী

হাইড্রোজেন ইকোনমি ও টেকসই উন্নয়ন

বর্তমান সময়ে টেকসই জ্বালানি পরিকল্পনায় হাইড্রোজেন জ্বালানিকে অত্যাবশ্যকীয় উপাদান হিসাবে গুরুত্বারোপ করা হয়, যেহেতু ইহা এনার্জি মজুদের আদর্শ রূপ এবং জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প হিসাবে ব্যবহার করা যায় বলে হাইড্রোজেনকে টেকসই উন্নয়নের বাহক হিসাবে বিবেচনা করা হয়। বিশ্বের বিভিন্ন দেশ নিজ নিজ প্রেক্ষাপট বিবেচনায় সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনা ও রোডম্যাপ অনুযায়ী হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়নের দিকে বেগমান।

উন্নত বিশ্ব হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়নে হাইড্রোজেন জ্বালানি ও হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল প্রযুক্তির উপর গুরুত্বারোপ করেন।

দীর্ঘমেয়দী পরিকল্পনায়; সামাজিক ও প্রযুক্তি খাতের সমন্বয় সাধনের মাধ্যমে স্টেশনারি শক্তি, যানবাহন এবং পোর্টেবল শক্তির ব্যাপক বানিজ্যিকীকরণ লক্ষ্যমাত্রা নির্ধারণ করেছেন। মূল লক্ষ্যমাত্রা হল ফুয়েল সেল সিস্টেম এবং হাইড্রোজেনের উৎপাদন ও মজুদ খরচ হ্রাস করা। হাইড্রোজেন ইকোনমির তাৎপর্য অনুধাবিত হয় জলবায়ু পরিবর্তনের প্রভাব প্রশমন, এনার্জি নিরাপত্তা বৃদ্ধি, নবায়নযোগ্র শক্তির ব্যবহার উৎসাহিতকরণের মাধ্যমে। ইড্রোজেন ইকোনমি রোডম্যাপ তিনটি দশায় অনুধাবন করা যায়; হাইড্রোজেন ব্যবহারের দ্রুত জনপ্রিয়তা বৃদ্ধি, হাইড্রোজেন পাওয়ার জেনারেশনের সূচনা, CO_2 মুক্ত হাইড্রোজেন সরবরাহ সিস্টেমের সূচনা। হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়নে আন্তর্জাতিক সহযোগীতা প্রধানে IEA and the International Partnership for Hydrogen and Fuel Cell in the Economy (IPHE) মূল প্ল্যাটফরম হিসাবে পরিগণিত।

বাংলাদেশ তার নিজস্ব কাচাঁমাল ব্যবহারে জ্বালানি সক্ষমতা অর্জনে হাইড্রোজেন প্রযুক্তি তথা হাইড্রোজেন জ্বালানি অত্যন্ত সম্ভাবনাময়। এই সম্ভাবনাকে ফলপ্রসূ করার প্রয়াসে হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন-প্রকল্প তার কার্যক্রমের সফল বাস্তবায়নে বদ্ধপরিকর। হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়নের মাধ্যমে ২০৪০ সালের উন্নয়নশীল দেশের মর্যাদা লাভ ও টেকসই উন্নয়নের একটি ধাপ অর্জিত হবে।

ডঃ মোঃ আবদুস সালাম
প্রকল্প পরিচালক
হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন-প্রকল্প

BIOGRAPHY OF SPECIAL GUEST

Prof.Dr. Robert Steinberger-Wilckens
Chair Hydrogen and Fuel Cell Research
School of Chemical Engineering
University of Birmingham
Birmingham B15 2TT
UK
Telephone: +44 121 415 8169
E-mail: r.steinbergerwilckens@bham.ac.uk

Robert Steinberger-Wilckens is a Physicist by training with a specialisation in renewable energies. He co-founded engineering consultancy PLANET in 1985 and has been active in the areas of renewable energy, energy efficiency, hydrogen, fuel cells, and electric vehicles over the past 35 years. From 2002 to 2012 he was the Programme Manager for SOFC at Research Centre Jülich, the largest German research campus. In Feb 2012 he accepted the Chair as Professor for Fuel Cell and Hydrogen Research at the University of Birmingham, leading a group of 45 researchers and PhD students. He is director of the Centre for Doctoral Training in Fuel Cells and their Fuels and member of the Birmingham Energy Institute.

He has proposed and coordinated a large number of international research projects and authored over 225 scientific and technical publications and book chapters. His current research interests include SOFC materials development, reversible SOC and co-electrolysis, synthetic zero-carbon fuels, carbon recycling, direct ethanol fuels, biomass conversion to hydrogen, IT-PEFC and membranes, novel GDL/electrode structures, battery electric and fuel cell vehicles, power flow optimisation, human-vehicle interfaces, charging and fuelling infrastructure, new mobility concepts based on electric vehicles, market introduction of fuel cells and hydrogen, and Life Cycle Assessment and Inventories.

He is chair of the Scientific Committee of the EU Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking, director of the annual JESS Summer School on Fuel Cell, Electrolyser, and Battery Technologies, and organiser of the series of Bruges Fuel Cell System Workshops. Within the EU project TeacHy he is setting up a European MSc course in Fuel Cells and Hydrogen.

-------মুখবন্ধ-------

হাইড্রোজেন বর্তমান ও ভবিষ্যতের একমাত্র পরিবেশ বান্ধব জ্বালানি।

বাংলাদেশের নিজস্ব খনিজ সম্পদ তালিকায় গ্যাস ও কয়লার মত হাইড্রোজেন জ্বালানির অন্তর্ভূক্তি অত্যন্ত সম্ভাবনাময়। প্রচলিত জ্বালানি ব্যবস্থার পাশাপাশি হাইড্রোজেন জ্বালানি ব্যবহারের জন্য বৃহৎ অবকাঠামো ও বিনিয়োগের প্রয়োজন হয় না। প্রাথমিক পর্যায়ে ইহার বাস্তবায়নে হাইড্রোজেন উচ্চ জ্বালানি মান সম্পন্ন (১৪২ কি.জু/গ্যসলিন), টেকসই ও পরিবেশ বান্ধব জ্বালানি যা ফুয়েল সেল, সমন্বিত হিট ও পাওয়ার (CHPs) ইউনিট, বার্নার ও রূপান্তরিত গ্যাস টারবাইন এর মাধ্যমে পর্যাপ্ত শক্তি (power and/or heat) উৎপাদনে সক্ষম। বিশেষ রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের কারণে এমোনিয়া, সার ও মিথানল উৎপাদনসহ বিভিন্ন কেমিক্যাল প্রসেসের ফিডস্টক (কাঁচামাল) হিসাবে হাইড্রোজেন ব্যবহার করা হয়। তদুপরি, অয়েল রিফাইনারীতে, খাদ্য প্রক্রিয়াকরণ ও ইলেকট্রনিক্স শিল্পে এবং শক্তি মজুদকরণে হাইড্রোজেন খুবই গুরুত্বপূর্ণ। হাইড্রোজেনের অনন্য জ্বালানি বৈশিষ্ঠ্যের কারণে ইহা কার্যকর এনার্জি ট্রানজিশনে সক্ষম যা জ্বালানি মিশ্রনে বৃহৎ আকারের নবায়ণযোগ্য জ্বালানির অন্তর্ভূক্তি, শিল্পকারখানা ও যানবাহনের নির্গমন হতে পরিবেশ দূষণরোধ এবং অঞ্চলভিত্তিক এনার্জি বিতরণের মাধ্যমে এনার্জি সিস্টেমের সক্ষমতা অর্জনে অন্যতম সহায়ক শক্তি হিসাবে ভূমিকা রাখতে পারে। হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল চালিত যানবাহন অথবা সমন্বিত হিট ও পাওয়ার (CHPs) ইউনিট হতে কোন প্রকার পরিবেশ দূষণকারী পদার্থের নিঃসরণ হয় না। হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল শুধুমাত্র যাত্রী বহনের বাহন হিসাবে মূখ্য তা নয় ট্রাক, রেল, বিমান ও জাহাজের জন্য ও মৌলিক ডিভাইচ। বাংলাদেশে পানি ও বায়োমাসের প্রাচূর্যতার কারনে তা হতে উৎপাদিত হাইড্রোজেন জ্বালানি ও শক্তির নিরাপত্তা বিধান সহ পরিবেশ দূষণরোধ, শক্তির মজুদ ও অর্থনৈতিক উন্নয়নের অন্যতম চালিকা শক্তি হিসাবে অগ্রগন্য। জীবাশ্ম ও নবায়নযোগ্য উৎস হতে প্রাপ্ত এনার্জি হাইড্রোজেন রূপে মজুদ করে পরবর্তীতে প্রয়োজনে জ্বালানি ও বিভিন্ন শক্তিতে রূপান্তর করে ব্যবহার করা যায়।

সূচীপত্রঃ

১.বাংলাদেশের সংক্ষিপ্ত জ্বালানি প্রেক্ষাপট

২.সম্ভাবনাময় নবায়নযোগ্য জ্বালানি

৩.এনার্জি মিক্সে হাইড্রোজেন জ্বালানি অন্তর্ভূক্তির প্রয়োজনীয়তা ও বাংলাদেশ প্রেক্ষাপট

৪. হাইড্রোজেন প্রযুক্তির ভৌত অবকাঠামো ও চাহিদা

৫. হাইড্রোজেনের ভবিষ্যৎ চাহিদা ও সরবরাহ নির্ধারণ

৬.চাহিদামত হাইড্রোজেন সরবরাহের সম্ভাব্য পথ

৭.অর্থনৈতিক ও প্রযুক্তিগত সম্ভাব্যতা

৮. হাইড্রোজেন উৎপাদনে দেশীয় কাচাঁমাল ও প্রযুক্তির সম্ভাবনা

৯. প্রকল্পের চলমান কার্যক্রম ও লক্ষ্যমাত্রা

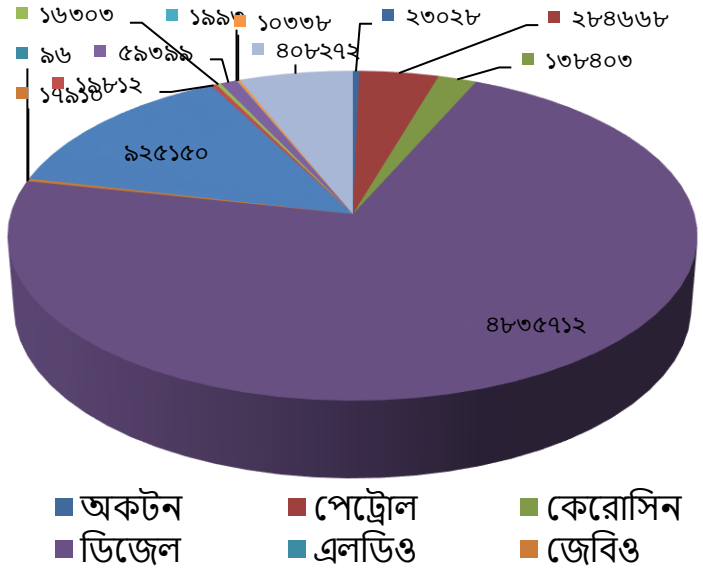
১০. প্রত্যাহিক জীবনে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন চালিত গুরত্বপূর্ণ যন্ত্রসমূহ

১১. জাতীয় ও আর্ন্তজাতিক গবেষণা সমন্বয় ও মতবিনিময়

১২.গবেষণা সুবিধাসমূহ

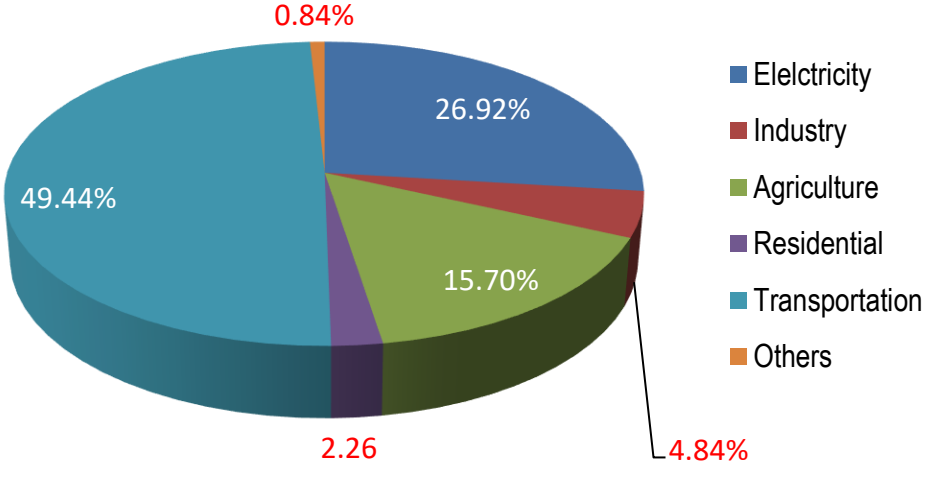
১. বাংলাদেশের সংক্ষিপ্ত জ্বালানি প্রেক্ষাপটঃ

দেশের উন্নয়ন ও অগ্রগতির ফলে জ্বালানি তেলের চাহিদা ক্রমশ বৃদ্ধি পাচ্ছে। ২০১৭-১৮ অর্থ-বছরে জ্বালানি তেলের চাহিদা ছিল প্রায় ৬৯.৫০ লক্ষ মেট্রিক টন। তৎমধ্যে, দেশীয় সরবরাহ বাদ দিয়ে ৬৭.১৪ মে.টন জ্বালানি তেল আমদানি করতে ব্যয় হয় ২৯৮৭৩.৩৭ কোটি টাকা। ২০১৮-১৯ অর্থ-বছরে জ্বালানি তেলের প্রাক্কলিত চাহিদা প্রায় ৮৬.০০ লক্ষ মেট্রিক টন। জ্বালানি তেলের সিংহভাগ নির্ভরশীলতা অর্থনীতিতে বিরূপ প্রভাব রাখে। সে লক্ষ্যে সরকার দেশের জ্বালানি নিরাপত্তা আরো সুনিশ্চিত করার লক্ষ্যে বিভিন্ন কার্যক্রম গ্রহণ করেছে। জ্বালানি তেলের মিশ্রনে ডিজেলের পরিমাণ সর্বাধিক। পরিবহন ব্যবস্থায় সিংহভাগ (৪৯.৪৪%) জ্বালানি তেল ব্যবহৃত হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদন ও চাষাবাদ খাতে যথাক্রমে ২৬.৯২% ও ১৫.৭০% ভাগ জ্বালানি সরবরাহ প্রয়োজন।



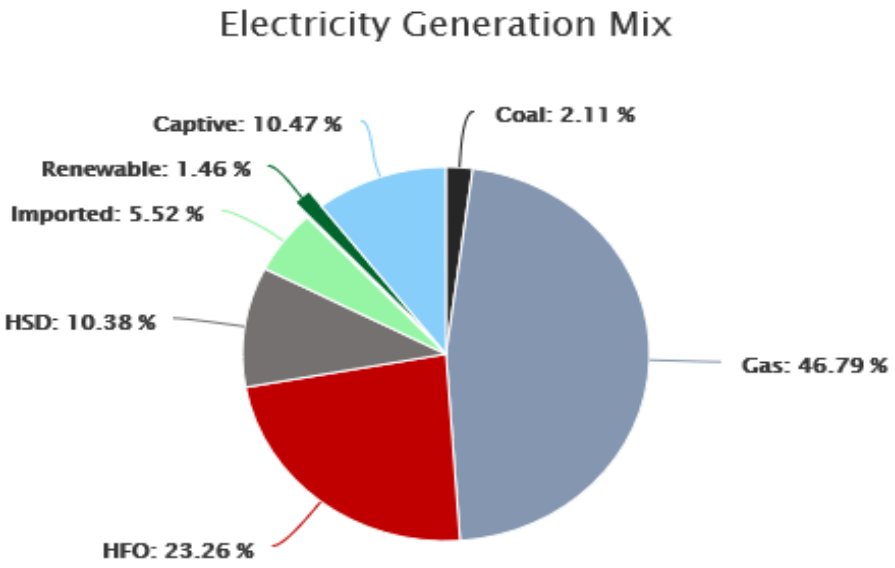
চিত্র ১: জ্বালানি তেল ভিত্তিক বিক্রয় (মে.টন) এর পরিমাণ [২০১৭-১৮ অর্থবছর]

বাংলাদেশ বিদ্যুৎ উৎপাদনের ফুয়েল মিক্স হিসেবে গ্যাস (প্রাকৃতিক গ্যাস) ৫৩.৭৪%, কয়লা ১.৫৩%, ক্যাপটিভ ১৩.৫১% ভারী ফার্নেস তেল ১৭.১৫% হাই স্পিড ডিজেল ৭.১১%, আমদানি ৪.০৫% নবায়নযোগ্য জ্বালানি ১.৪৬% ব্যবহৃত হচ্ছে (SREDA)।



চিত্র ২: খাতওয়ারী জ্বালানি তেলের বিক্রয়, মিলিয়ন টন [২০১৭-১৮ অর্থ বছর]

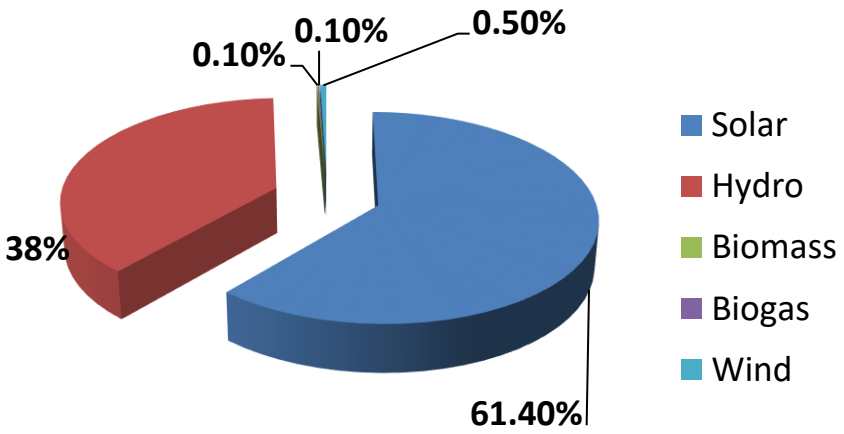
পাওয়ার সিস্টেম মাস্টার প্ল্যান-২০১৮ তে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ফুয়েল মিক্স হিসেবে গ্যাস ৩৫%, কয়লা ৩৫%, নবায়নযোগ্য জ্বালানি ১০%, নিউক্লিয়ার ও অন্যান্য ২০%। কোম্পানির আওতাধীন প্রধান ৬টি গ্যাস ফিল্ডের উত্তোলনযোগ্য গ্যাসের মোট মজুদের পরিমাণ ১২,২৫২,০০ বিলিয়ন ঘনফুট। এর মধ্যে গত ৩০ জুন, ২০১৮ পর্যন্ত মোট ৮০৩০০০৫ বিলিয়ন ঘনফুট গ্যাস উৎপাদন করা হয়েছে যা মোট উত্তোলনযোগ্য মোট মজুদের ৬৫.৫৪%।



চিত্র ৩: বাংলাদেশের বিদ্যুৎ উৎপাদনে এনার্জি

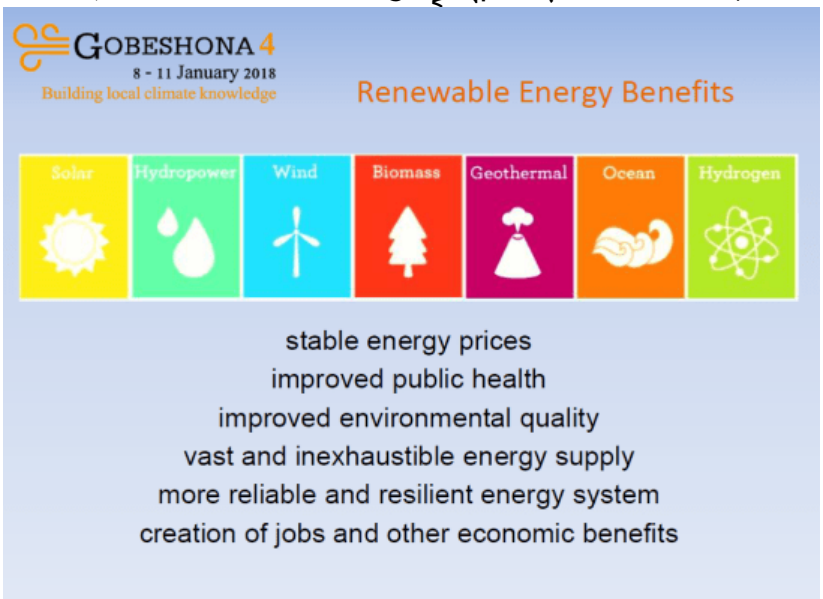
২. সম্ভাবনাময় নবায়নযোগ্য জ্বালানিঃ

বাংলাদেশের বিদ্যুৎ উৎপাদন ফুয়েল মিক্সে নবায়নযোগ্য জ্বালানি ১.৪৬% (Renewable Energy Share = 307.50 MW) যার মধ্যে ৩৫০.৭৪ MW (৬১.৪%) সৌর, ২৩০ MW (৩৮%) হাইড্রো, ০.৪ MW (০.১%) বায়োমাস, ০.৬৮ MW (০.১%) বায়োগ্যাস, ২.৯০ MW (০.৫%) উইন্ড । ২০২০ সালের মধ্যে নবায়নযোগ্য জ্বালানি হবে মোট বিদ্যুৎ উৎপাদনের ১০% (২০০০ মেগাওয়াট)। SREDA কর্তৃক নির্ধারিত লক্ষ্যমাত্রা অনুযায়ী নবায়নযোগ্য জ্বালানির লক্ষ্যমাত্রা ১০% বা তদূর্ধ্ব মাত্রায় অর্জনে সম্ভাবনাময় হাইড্রোজেন জ্বালানি খাতকে গুরত্ব সহকারে বিবেচনায় নেয়া যেতে পারে।



চিত্র ৪: বিদ্যুৎ উৎপাদনে নবায়নযোগ্য জ্বালানি মিক্স।

বিশ্বের সব থেকে বেশি কার্বন-ডাই-অক্সাইড নিঃসরণকারী দেশগুলোই বেশি নবায়নযোগ্য শক্তির ব্যবহার করছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র, চীন, জার্মানি, রাশিয়া, ভারত বিশ্বের সব থেকে বেশি নবায়নযোগ্য শক্তি ব্যবহার করছে। যুক্তরাষ্ট্রের অনেক স্টেটে নবায়নযোগ্য শক্তি ব্যবহারের জন্য রয়েছে আলাদা আইনি বাধ্যবাধকতা এবং ফিড-ইন-ট্যারিফ এর ব্যবস্থা। বিশ্বের সব থেকে বড় জলবিদ্যুৎ কেন্দ্র রয়েছে চীনে। চীন সব থেকে বড় বায়ু ও সৌর বিদ্যুৎ কেন্দ্র ও প্রতিষ্ঠা করছে। ১০০ টিরও বেশি কয়লা বিদ্যুৎ কেন্দ্র বন্ধ করে দেওয়া হয়েছে চীনে। ভারতে বর্তমানে পৃথিবীর সব থেকে বড় সোলার পাওয়ার প্ল্যান্ট রয়েছে যা ৬৪৮ মেগাওয়াট উৎপাদন ক্ষমতা সম্পন্ন। জার্মানিতে সব থেকে বেশি সোলার প্যানেল বসানো হয়েছে। নর্ডিক দেশসমূহ নবায়নযোগ্য জ্বালানি বান্ধব আইন প্রণয়নের মাধ্যমে এর প্রসার ঘটাতে সাহায্য করছে। বিশ্বব্যাপী অধিকাংশ উন্নত এবং উন্নয়নশীল দেশ নবায়নযোগ্য শক্তি বৃদ্ধির জন্য পলিসি গ্রহণ করেছে।



চিত্র ৫: নবায়নযোগ্য জ্বালানি

৩. এনার্জি মিক্সে হাইড্রোজেন জ্বালানি অন্তর্ভূক্তির প্রয়োজনীয়তা ও বাংলাদেশ প্রেক্ষাপটঃ

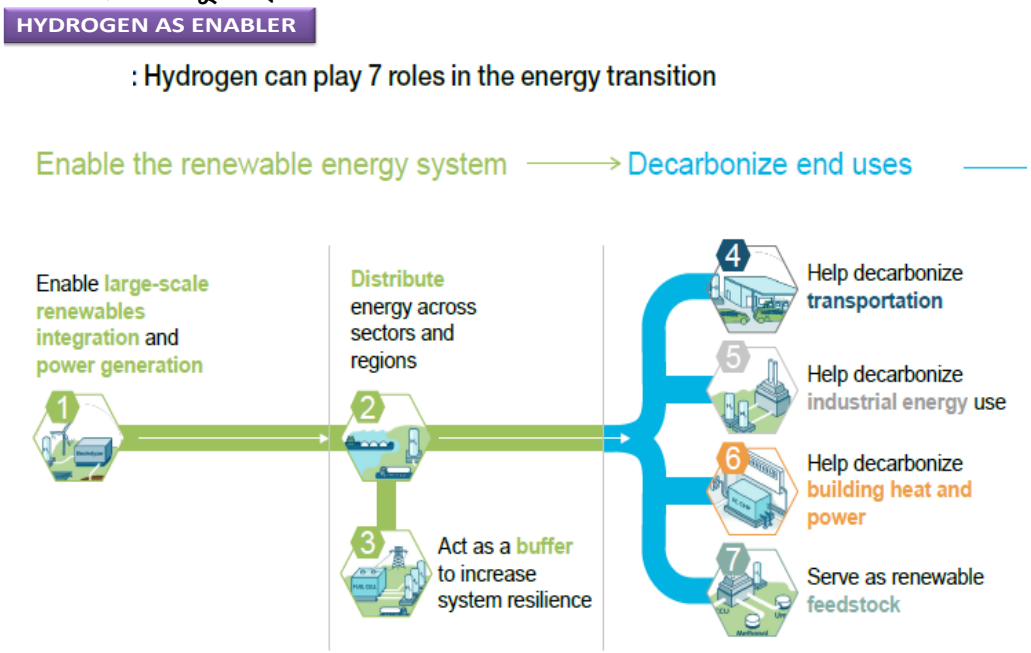
এনার্জি নিরাপত্তা, টেকসই পরিবেশ, জ্বালানি নির্ভরশীলতা হ্রাস এবং অর্থনৈতিক সক্ষমতা অর্জনের লক্ষ্যে এনার্জি ট্রানজিশন অতীব গুরুত্বপূর্ণ। ডি-কার্বনাইজেশনের মাধ্যমে টেকসই পরিবেশ, সুনির্দিষ্ট কয়েকটি দেশের উপর জ্বালানি নির্ভরশীলতা হ্রাস এবং স্বল্প মূল্যের ফিডস্টক (পানি ও বায়োমাসকে কাচাঁমাল হিসাবে ব্যবহার করে) ব্যবহারে হাইড্রোজেন জ্বালানি/এনার্জি উৎপাদনের মাধ্যমে জ্বালানি নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে পারে। জাতীয় গ্রিডে বৃহৎ আকারের নবায়নযোগ্য জ্বালানির সংযোজন, সিস্টেমের স্থিতিশীলতা নিশ্চিতকরণ এবং তাপ ও শক্তি উৎপাদনের বাহক হিসাবে এনার্জি মিক্সে হাইড্রোজেনের অন্তর্ভূক্তি খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

কার্বনডাই-অক্সাইড নিঃসরন হ্রাসের লক্ষ্যে নবায়নযোগ্য জ্বালানি হিসাবে হাইড্রোজেনকে প্রাধান্য দেয়ার কারণ সমূহ হলঃ

১. **জিরো কার্বনডাই-অক্সাইড নিঃসরনঃ** হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সমন্বয়ে বিদ্যুৎ ও তাপ উৎপন্ন হয় যাতে বাই-প্রোডাক্ট শুধুমাত্র পানি।

২. **অসীম সরবরাহঃ** জ্বালানি তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস, জৈব-জ্বালানি এবং সোয়েজ স্লাজ হতে অসীম পরিমাণে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

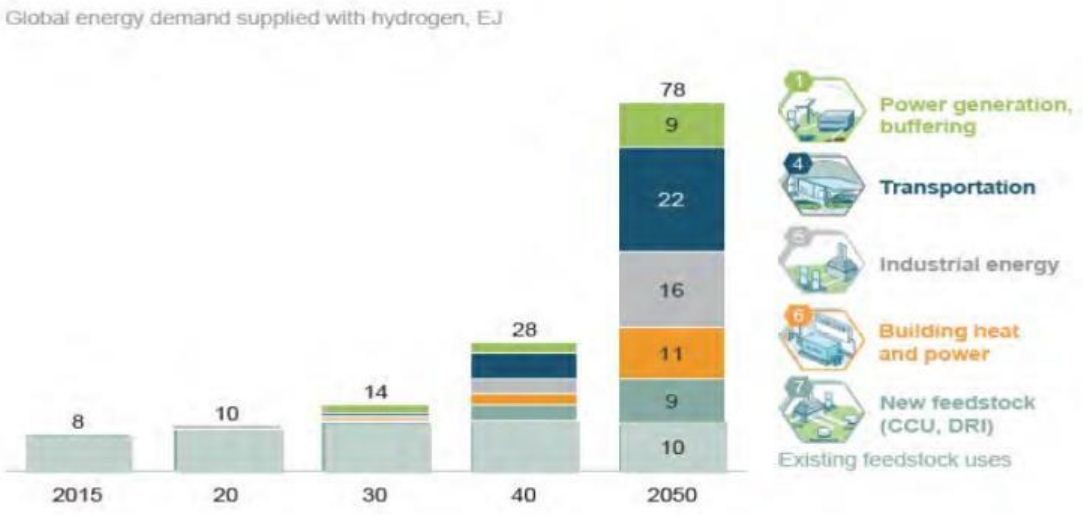
৩. **মজুদ এবং পরিবহণঃ** হাইড্রোজেন আকারে অপরিমেয় শক্তি মজুদ সম্ভব এবং দীর্ঘ দুরত্বে বিতরণ করা যায়।



চিত্র ৬: এনার্জি ট্রানজিশনে হাইড্রোজেনের ভূমিকা

হাইড্রোজেন কাউন্সিল, ২০১৭ সালে হাইড্রোজেন স্কেলিংআপ (Hydrogen scaling up) করে দেখায় যে ২০৫০ সাল নাগাদ মোট জ্বালানির চাহিদার ২০% হাইড্রোজেন দ্বারা মেটানো হবে এবং ৩০ মিলিয়ন কর্মসংস্থান সহ বছর প্রতি রাজস্ব আয় হবে USD 2.5 trillion।

Figure 1.4 Expected Hydrogen Demand in 2050

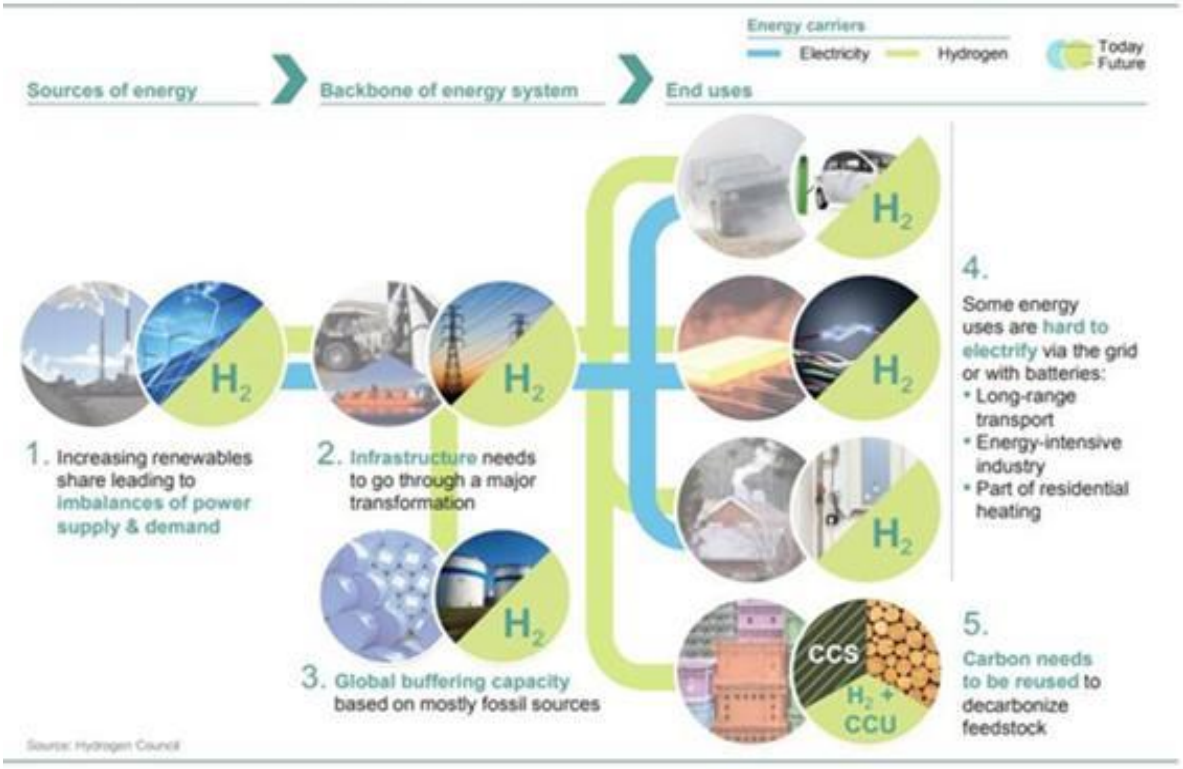


CCU = carbon capture and utilisation, DRI = direct reduced iron.
Source: Hydrogen Council (November 2017).

চিত্র ৭: ২০৫০ সালের হাইড্রোজেন চাহিদা

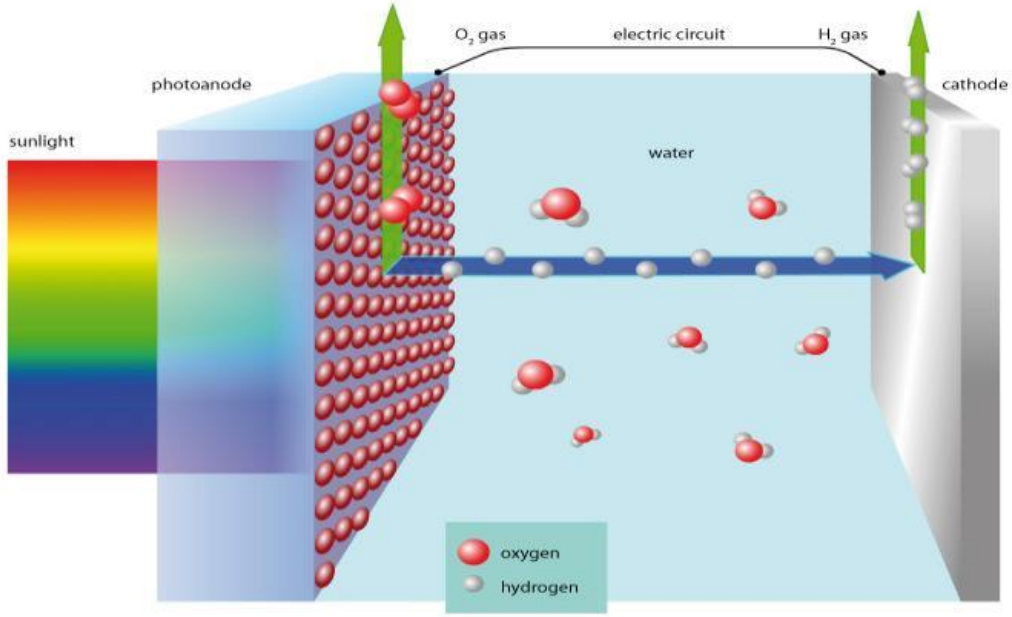
প্রচলিত সকল জ্বালানি উৎস যেমন; পেট্রোলিয়াম, কয়লা, নিউক্লিয়ার ও সিএনজি হতে হাইড্রোজেন উৎপাদন করা যায়। বায়োমাস গ্যাসীফিকেশনের মাধ্যমে উৎপাদিত পাইপলাইন উপযোগী হাইড্রোজেনের মূল্য USD ২.২. সহজলভ্য কাঁচামাল, গবেষণা ও প্রযুক্তিগত উন্নয়নের মাধ্যমে হাইড্রোজেন উৎপাদন খরচ কমিয়ে ইহাকে জ্বালানি চাহিদা মেটাতে এবং মূখ্য জ্বালানির উপর চাপ হ্রাসে ব্যবহার করা যাবে। পর্যাপ্ত জীবাশ্ম জ্বালানি উৎস না থাকায় বাংলাদেশকে প্রচলিত জীবাশ্ম জ্বালানি আমদানি করতে হয়।

Hydrogen as a zero-emission energy carrier needed to overcome the challenges around the energy transition.

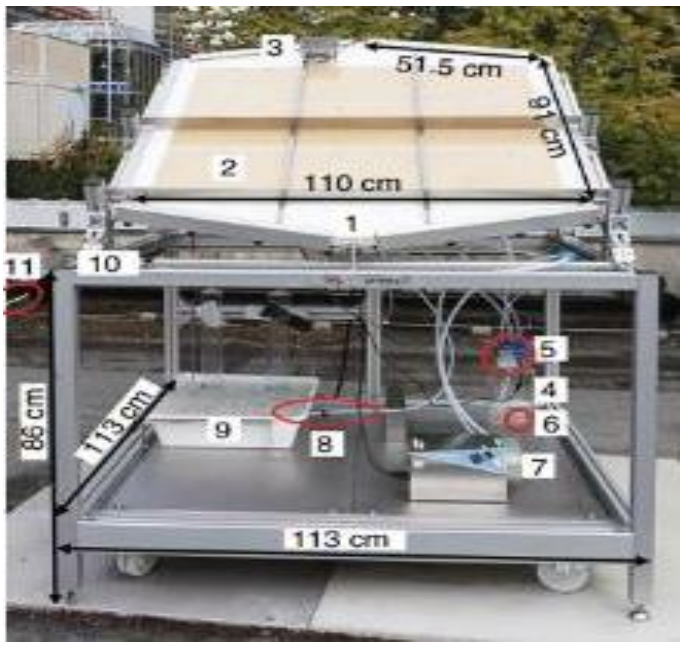


চিত্র ৮: এনার্জি ট্রানজিশনে হাইড্রোজেনের ভূমিকা

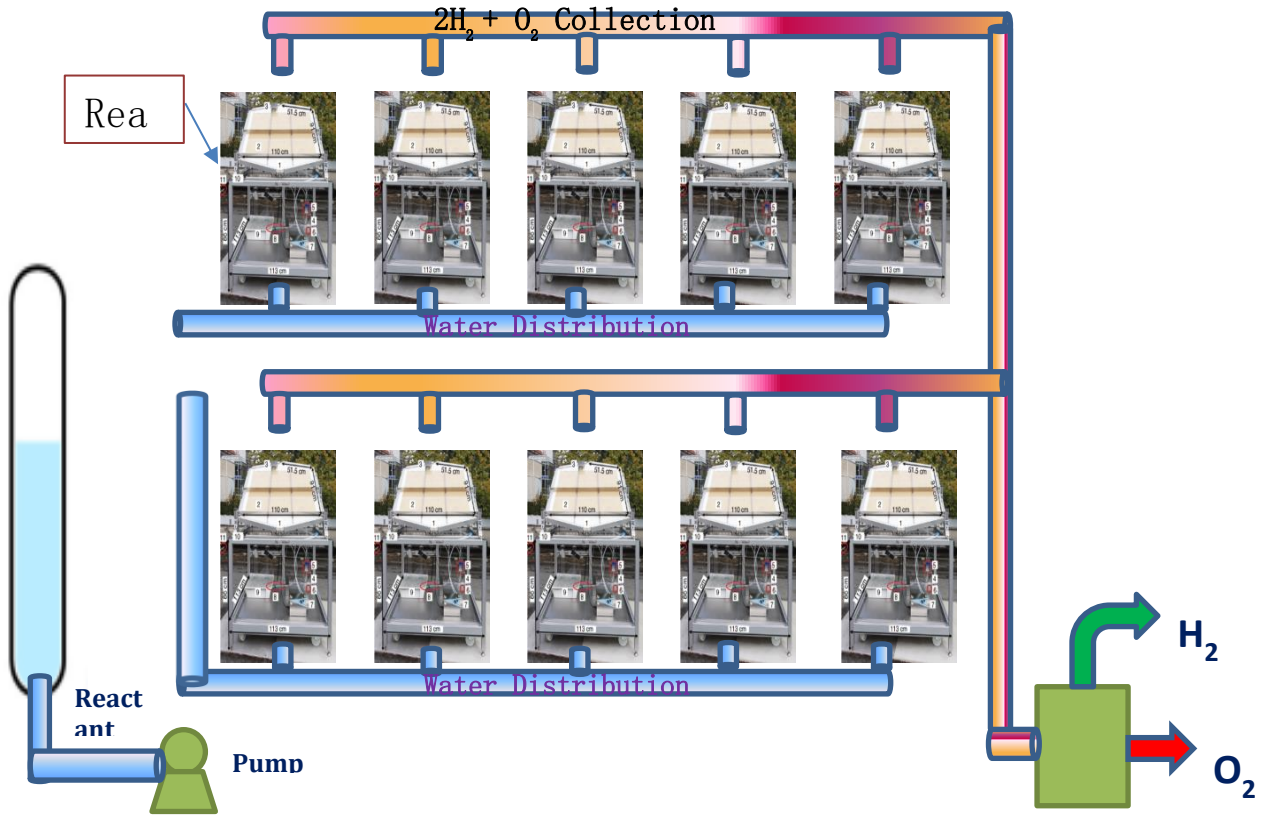
ফটোক্যাটালাইটিক ওয়াটার স্পিলিটিং (Photo-catalytic water spliting) এর মাধ্যমে হাইড্রোজেন উৎপাদন অত্যন্ত সম্ভাবনাময়। প্রযুক্তিটি বাস্তবায়নের জন্য গবেষণা চলমান যা জ্বালানি ক্ষেত্রে বৈপ্লবিক পরিবর্তন আনতে পারে। এ প্রক্রিয়ায় পানিকে ভেঙ্গে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে বিভাজন ঘটানো হয়। ৯ লিটার পানি তড়িৎ বিশ্লেষনে হতে ১ কেজি হাইড্রোজেন ও ৮ কেজি অক্সিজেন পাওয়া যায়।



চিত্র ৯: ফটোক্যাটালাইটিক ওয়াটার স্পিলিটিং প্রক্রিয়া

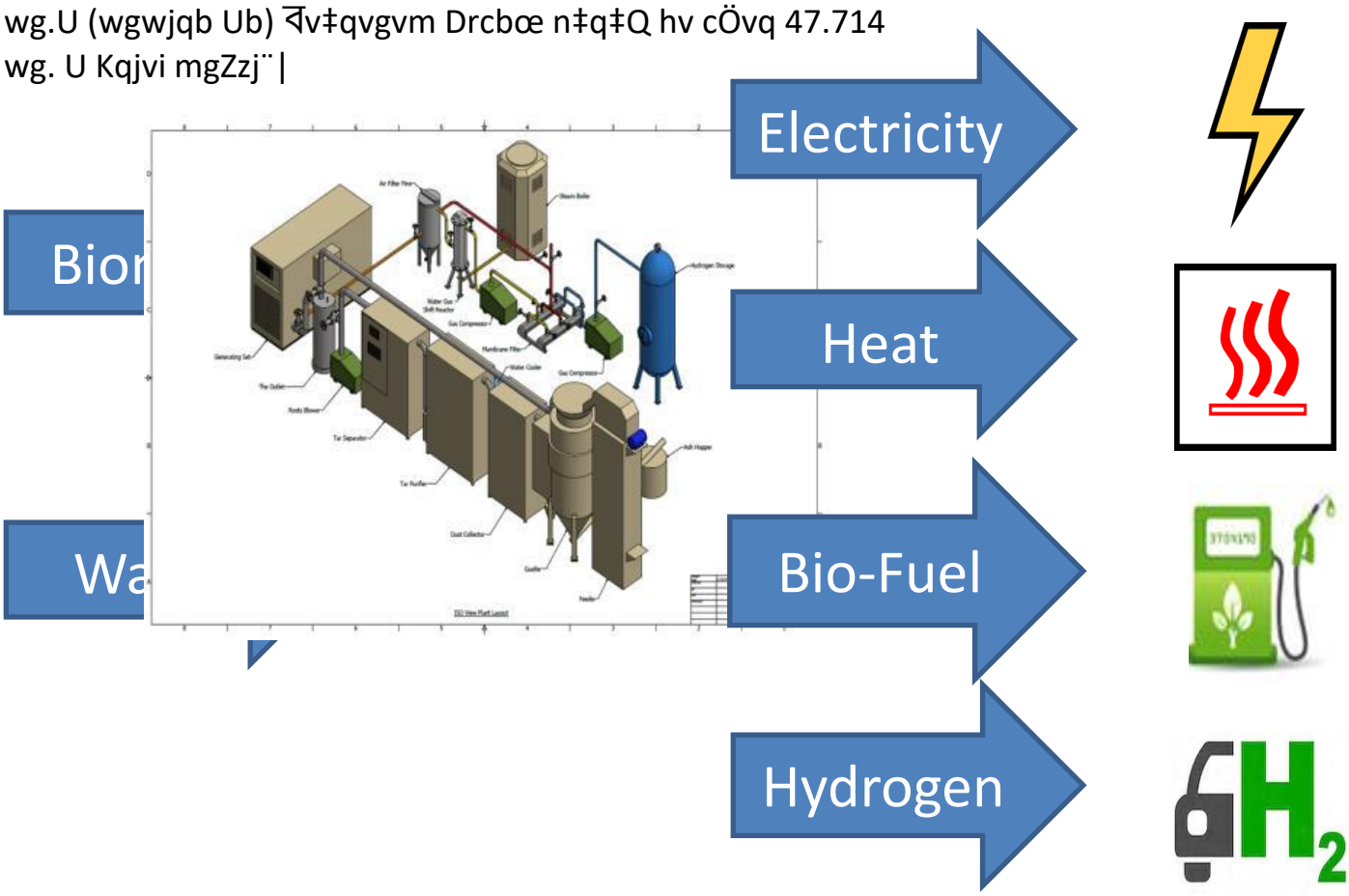


চিত্র ১০-১: ফটোক্যাটালাইটিক ওয়াটার স্পিলিটিং পাইলট প্যানেল



চিত্র ১০-২: ফটোক্যাটালাইটিক ওয়াটার স্পিলিটিং পাইলট প্লান্ট

কৃষি প্রধান এইদেশে পর্যাপ্ত বায়োমাস বিদ্যমান যা অফুরন্ত জ্বালানির উৎস। প্রযুক্তির উন্নয়নের মাধ্যমে এই বায়োমাসকে সর্বোত্তম ব্যবহারে অর্থনৈতিক সমৃদ্ধি অর্জন সম্ভব। ২০১৬ mv‡ji Rwic Abyhvqx, evsjv‡`‡k †gvU ২২৭.৬39 wg.U (wgwjqb Ub) Gv‡qvgvm Drcbœ n‡q‡Q hv cÖvq 47.714 wg. U Kqjvi mgZzj¨|

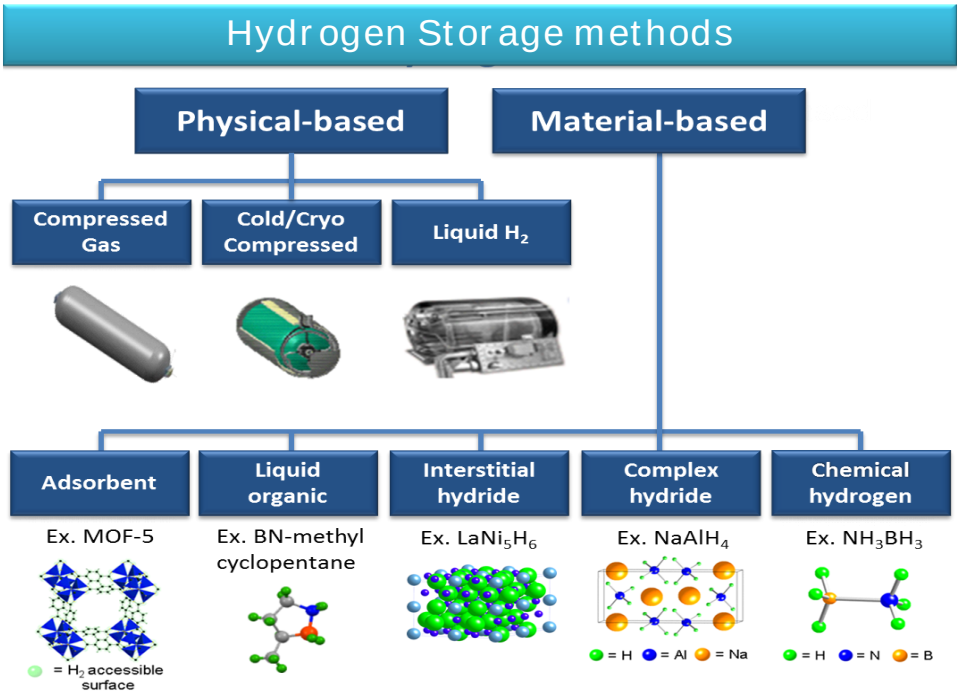


চিত্র ১১: বায়োমাস গ্যাসিফিকেশন মাধ্যমে হাইড্রোজেন উৎপাদন

Table 13- Biomass potential of Bangladesh.

Biomass type		Generation of biomass (million tons)	Recoverable biomass (million tons)	Dry mass (million tons)	Energy potential (pet joule)	Coal equivalent (million tons)
Agricultural residues	Crops	111.064	48.466	41.99	674.497	23.028
	Animals	85.173	50.967	29.980	414.43	14.149
MSW		14.318	10.022	5.512	102.303	3.493
Forest residues		17.084	17.084	14.031	206.319	7.044
Total		227.639	126.539	91.513	1397.54	47.71

জ্বালানি হিসাবে হাইড্রোজেনের সফল ব্যবহারের জন্য উৎপাদনের পাশাপাশি হাইড্রোজেন মজুদ এবং নিরাপদ সরবরাহ কাঠামো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। হাইড্রোজেনকে গ্যাসীয় অবস্থায় মুজুদ করতে হলে বিশাল আয়তন এর সিলিন্ডার প্রয়োজন এবং তরল হাইড্রোজেনে পরিণত করতে হলে প্রায় এক তৃতীয়াংশ শক্তি প্রয়োজন। পরিশোষন (এডজরপশন) ক্ষমতা বিশিষ্ঠ কঠিন পদার্থে হাইড্রোজেনকে পরিশোষন (এডজরপশন) করলে আয়তন উল্লেখযোগ্য হারে কমানো যায় এবং কক্ষ তাপমাত্রার কাছাকাছি তাপে হাইড্রোজেন মুক্ত করে ।



চিত্র ১২: হাইড্রোজেন মজুদকরণ পদ্ধতিসমূহ

সরবরাহের জন্য গ্যাসীয় হাইড্রোজেনের নিম্ন ঘনত্বের শক্তি এড়িয়ে যেতে, বিভিন্ন চাপ এবং প্রবাহ ঠিক রাখার জন্য উন্নত মানের নতুন পদার্থের তৈরী পাইপ ব্যবহার করতে হয় যার খরচ ০.৬ - ২.০০ মিলিয়ন €/km এবং এই খরচ উৎস ও গন্তব্যের মধ্যবর্তী দূরত্বের সাথে বৃদ্ধি পায় ও পরিমাণের সাথে হ্রাস পায়।

প্রাথমিকভাবে হাইড্রোজেনের বিতরণকৃত উৎপাদনের (distributed production of hydrogen) মাধ্যমে "হাইড্রোজেন জ্বালানি সিস্টেমের" কার্যকর সূচনা সম্ভব। কারণ; বিতরণকৃত উৎপাদন (distributed production) ব্যবস্থা কেন্দ্রীয় উৎপাদন ব্যবস্থায় সম্মুখীন আনুষঙ্গিক ও নানামূখী প্রতিবন্ধকতা মোকাবেলা করতে সক্ষম। বাংলাদেশে বর্তমানে অনুমোদিত CNG ফিলিং স্টেশন সংখ্যা ৫৯৯ যা দ্বারা ৫০৩১৩১ টি যানবাহনে সিএনজি সরবরাহ করা হয়।

টেবিল: অনুমোদিত সিএনজি ফিলিং স্টেশন সংখ্যা

অর্থ বছর	অনুমোদিত সিএনজি ফিলিং স্টেশন সংখ্যা	অনুমোদিত যানবাহন রুপান্তর কারখানা (সংখ্যা)	মোট সিএনজি চালিত যানবাহন সংখ্যা	মন্তব্য
২০১৭-১৮	৫৯৯	১৮০	৫০৩১৩১	

প্রতি সিএনজি স্টেশনের পাশে একটি হাইড্রোজেন রি-ফুয়েলিং স্টেশন স্থাপনের মাধ্যমে হাইড্রোজেন চালিত বাহনের প্রাথমিক চাহিদা পূরণ সম্ভব। স্বল্প বিনিয়োগের মাধ্যমে হাইড্রোজেন ইকোনমি বাস্তবায়নের শুভ সূচনা সম্ভব। নিম্নে কয়েকটি দেশের লক্ষমাত্রা তুলে ধরা হল যা বাংলাদেশের লক্ষমাত্রা নির্ধারণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

চিত্র ১৩: সিএনজি স্টেশনের পাশে হাইড্রোজেন ফিলিং স্টেশন

Table 9 Summary of hydrogen and fuel cells uptake targets. Data from ref. 325, 334 and 340

	CHP		Fuel cell cars			Refuelling stations		
Country	2020	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
Japan	1.4m	5.3m	40 000	200 000	800 000	160	320	900
Germany	–		100% ZEV[a] by 2040			400		–
China	–		3000[b]	50 000	1m	100	1000	–
US	–		0	3.3m	–	100[c]	–	–
South Korea	–	1.2 MW	10 000	100 000	630 000	100	210	520
UK	–		100% ZEV[a] by 2040			30	150	–

[a] Zero emission vehicle. [b] Shanghai only. [c] California only.

উল্লেখ্য যে, জার্মানি ও যুক্তরাজ্য ২০৪০ সালের মধ্যে ফিউল সেল বাহনের মাধ্যমে ১০০% (শতভাগ) জিরো এমিশন বাহন বাস্তবায়নের লক্ষমাত্রা নির্ধারণ করেছেন। জাপান, কোরিয়া ও ভারত এ দৌড়ে বেশ এগিয়ে আছে।

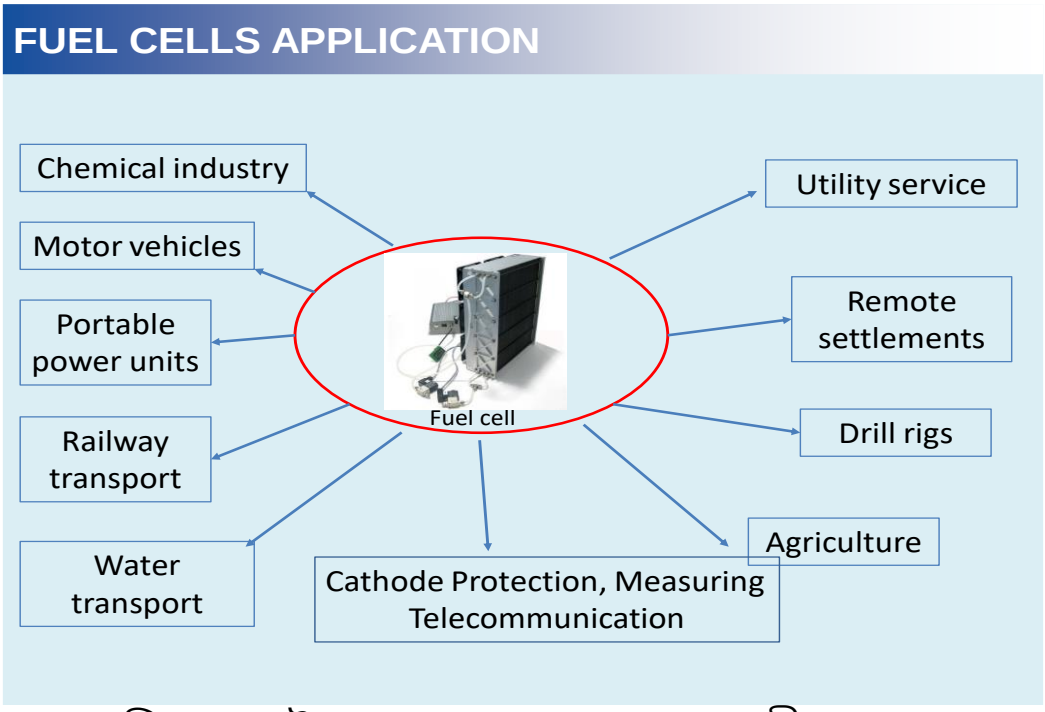
হাইড্রোজেন বিতরণ কেন্দ্রের পাশে ক্ষুদ্র আকারের হাইড্রোজেন উৎপাদন ইউনিট বিভিন্ন পদ্ধতিতে যেমনঃ ফটো-ক্যাটালাইটিক পদ্ধতিতে পানির বিভাজন ঘটিয়ে (Photo-catalytic water splitting),বায়োমাস গ্যাসীফিকেশন ও হাইড্রোকার্বন রিফর্মিং-এর মাধ্যমে হাইড্রোজেন উৎপাদন করে জ্বালানি ব্যবস্থার ভারসাম্য লাভ সম্ভব। সাধারন হাইড্রোজেন ফিলিং স্টেশন ৪ কেজি হাইড্রোজেন /৩-৫ মিনিট

সময়ে রিফিল করে যা দ্বারা একটি কার গাড়ি ১০০ কি.মি চলতে পারে। নিম্ন ছকে বিভিন্ন বাহনের জন্য তুলনামূলক ছক দেয়া হলঃ

টেবিল: হাইড্রোজেন ফিলিং সময় ও কনজামশনের হার

	হাইড্রোজেন কনজামশনের হার	রিফিলিং সময়
হাইড্রোজেন ফিলিং স্টেশন	* হাইড্রোজেন চালিত কার ০.৮ কেজি/ ১০০ কি.মি. * হাইড্রোজেন চালিত বাস ৮-৯ কেজি/ ১০০ কি.মি. * ফর্কলিফ্ট ব্যবহার করে ০.১৫ কেজি/ঘন্টায়	৪ কেজি হাইড্রোজেন /৩-৫ মিনিট

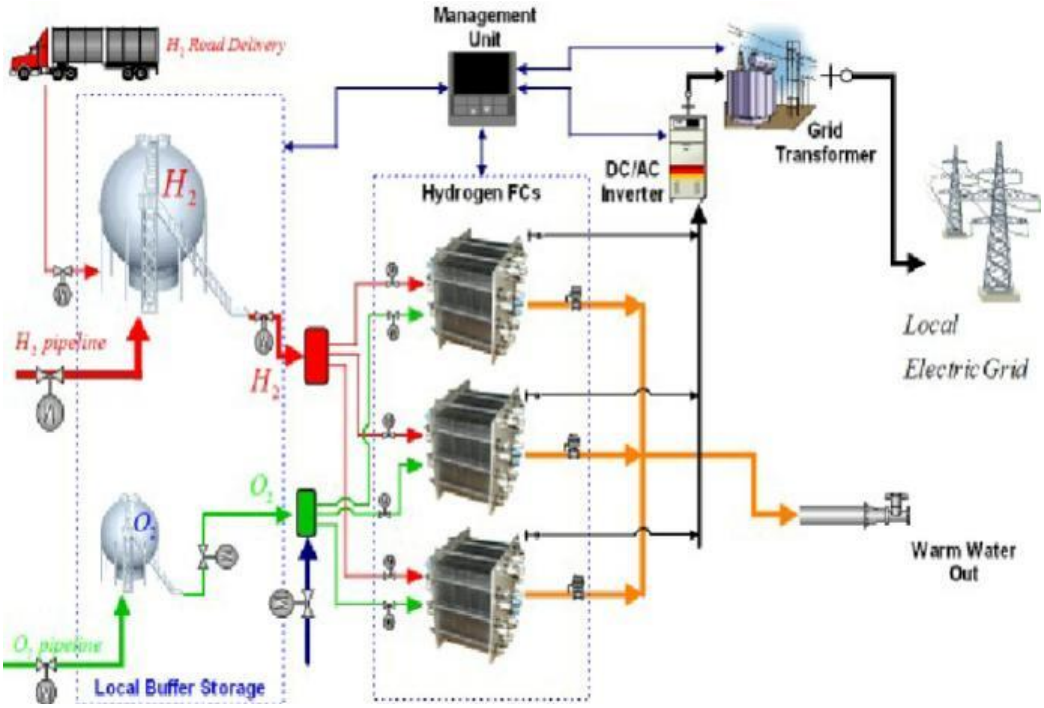
দৈনন্দিন এবং শিল্পকারখানায় ব্যবহার উপযোগী শক্তি উৎপাদনের এবং পরিবহন ব্যবস্থায় প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেন ব্যবহারের / দহনের মূল যন্ত্র হল হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল। হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের নানমূখী ব্যবহার রয়েছে যা শক্তি ও তাপ উৎপাদনে ব্যবহৃত হচ্ছে।



চিত্র ১৪: হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের নানমূখী ব্যবহার

উৎপাদিত হাইড্রোজেন দ্বারা হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের মাধ্যমে তাপ ও বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায় যা জাতীয় গ্রিডে অবদান রাখতে সক্ষম। কোরিয়া বিশ্বের সর্ববৃহৎ হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল ভিত্তিক পাওয়ার প্লান্ট স্থাপন করেছে এবং

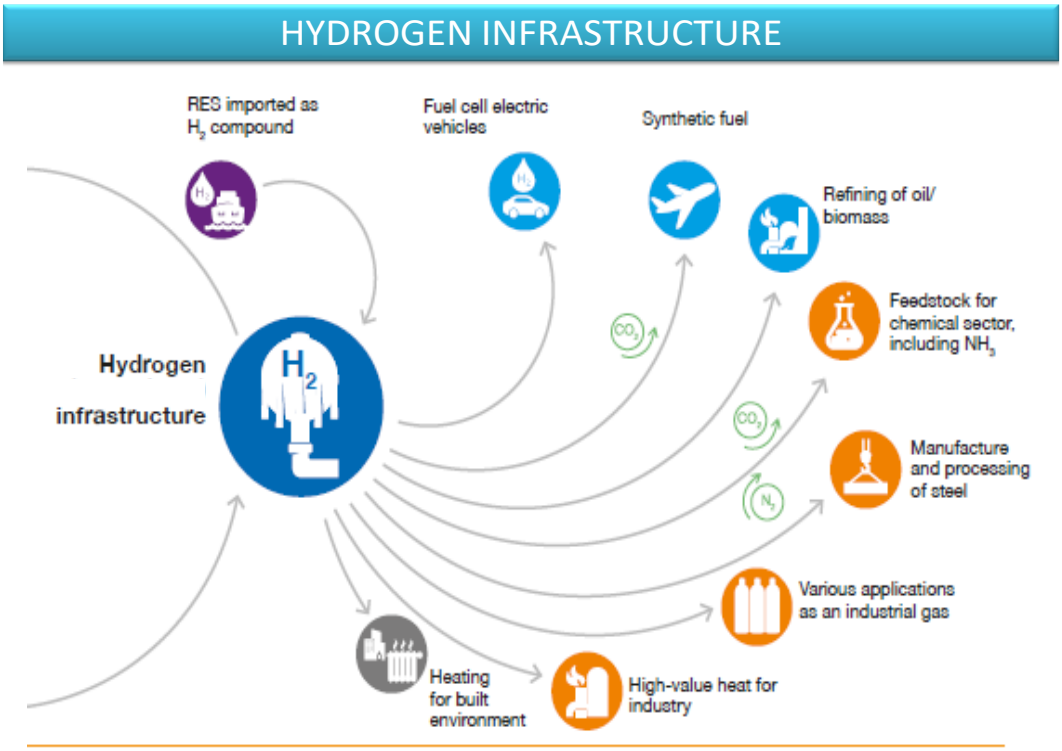
বিভিন্ন এলাকায় নানা আকারের প্লান্ট স্থাপনের মাধ্যমে জাতীয় গ্রিডে শক্তি বিতরণের কার্যক্রম চালিয়ে যাচ্ছে।



চিত্র ১৫: জাতীয় গ্রিডে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল এর প্রয়োগ

৪. হাইড্রোজেন প্রযুক্তির ভৌত অবকাঠামো ও চাহিদা

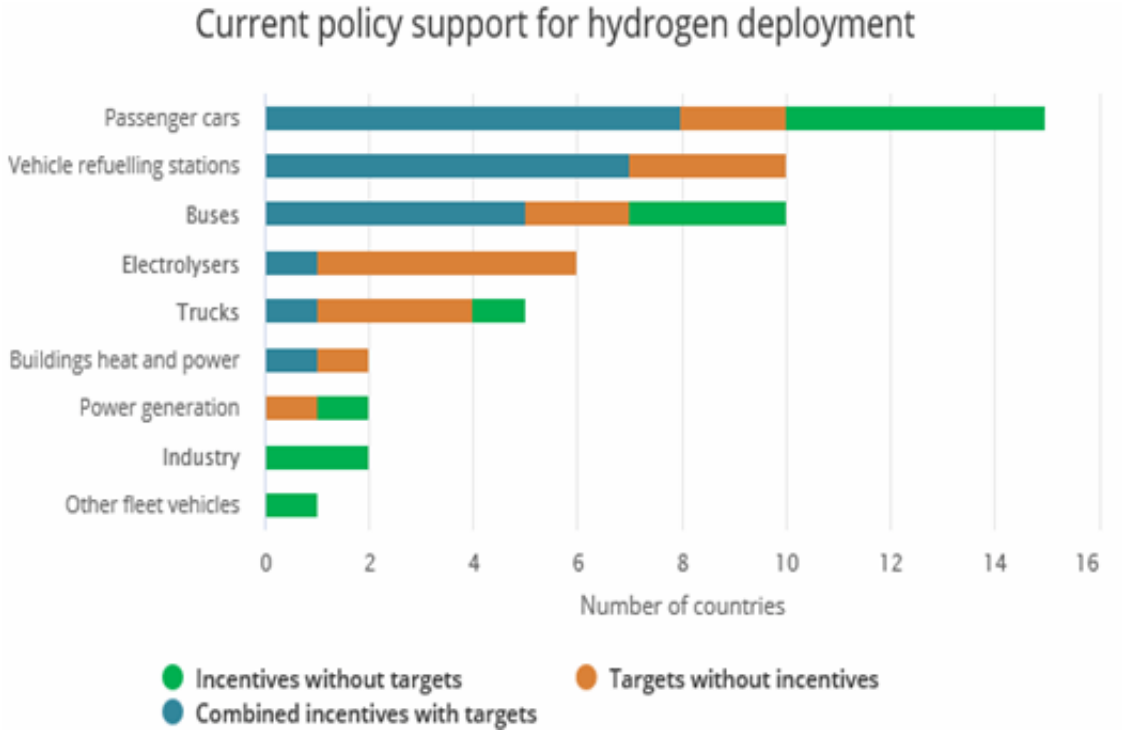
পরিবহন, ভবন, বানিজ্যিক ভবন, বিদ্যুৎ উৎপাদনের পাশাপাশি শিল্পকারখানায় (তৈল পরিশোধন, এমোনিয়া, মিথানল, ইলেকট্রনিক্স, এবং খাদ্য শিল্পে) হাইড্রোজেনের চাহিদা ক্রমবর্ধমান।



চিত্র ১৬: হাইড্রোজেনের নানামূখী ব্যবহার

লক্ষ্যমাত্রা নির্ধারনপূর্বক হাইড্রোজেন প্রযুক্তি বাস্তবায়নে সুনির্দিষ্ট পলিসি সহ সরাসরি বিনিয়োগে অনেক দেশের সরকার সার্বিক সহযোগিতা প্রদান করছে। প্রযুক্তির সফল বাস্তবায়নে পরিবহন খাতকে গুরুত্ত দিয়ে ৫০ টি লক্ষ্যমাত্রাকে ইনসেনটিভ সহকারে হাতে নেয়া হয়েছে।

হাইড্রোজেন জীবাশ্ম জ্বালানি, বায়োমাস ও পানি হতে উৎপাদন করা যায়। বর্তমানে প্রাকৃতিক গ্যাস হাইড্রোজেন উৎপাদনের প্রাইমারী উৎস। (বিশ্বের মোট প্রাকৃতিক গ্যাসের ৬% হাইড্রোজেন উৎপাদনে ব্যবহার হয়) যা হতে কার্বনডাই-অক্সাইড নিঃসরন হয় উল্লেখযোগ্য হারে। উৎপাদন খরচ বিশেষতঃ অর্থনৈতিক ও প্রযুক্তিগত বেশ কিছু বিষয় দ্বারা প্রভাবিত হয় । কাচাঁমাল (Feedstock) ও মূলধন ব্যয় এ দুটি মূল প্রভাবক।



চিত্র ১৭: হাইড্রোজেন প্রযুক্তি সংযোজন পলিসি

নবায়নযোগ্য উৎস দ্বারা উৎপাদিত বিদ্যুৎ হাইড্রোজেন উৎপাদনে ব্যবহার করে হাইড্রোজেনের উৎপাদন খরচ হ্রাস করা সম্ভব। সোলার PV, উইন্ড জেনারেশন এবং বিল্ডিং ইলেট্রোলাইজার উপযুক্ত অবস্থানে বসিয়ে তা সফল করা যায়।

হাইড্রোজেন চাহিদা নির্ধারণে ERIA and Institute of Energy Economics নিম্নোক্ত বিষয়ের উপর পর্যালোচনার বিষয়ে গুরুত্তারোপ করেনঃ
১. হাইড্রোজেন সহ নবায়নযোগ্য জ্বালানি পলিসি ২. হাইড্রোজেনের ভবিষ্যৎ চাহিদা ও সরবরাহ
৩. well -to- wheel বিশ্লেষণ ৪. সাইট সার্ভে (Site survey)

৫. <u>হাইড্রোজেনের ভবিষ্যৎ চাহিদা ও সরবরাহ নির্ধারণঃ</u>

হাইড্রোজেন চাহিদা নির্ধারণে যে সকল অন্তর্ভূক্তি বিবেচ্য;

১. পরিবহণ (যানবাহন);

পরিকল্পনা অনুযায়ী নিম্নোক্ত বাহন অন্তর্ভূক্তির মাধ্যমে চাহিদা নির্ধারণ;

(ক) Hydrogen gas pipeline (খ) Car & passenger vehicle (গ) Freight Train, Container train (ঘ) Liquid hydrogen truck (ঙ) Liquid Hydrogen tanker/ ship

২. শক্তি উৎপাদনঃ

শক্তি উৎপাদনে হাইড্রোজেনের চাহিদা নির্ধারণে হাইড্রোজেন গ্যাস টারবাইন ও হাইড্রোজেন ভিত্তিক পাওয়ার প্লান্ট বিবেচ্য। হাইড্রোজেন ভিত্তিক পাওয়ার প্লান্ট-

এর জন্য হাইড্রোজেন মিক্স কম্বাসনের মৌলিক ডিজাইন, বিভিন্ন প্রযুক্তিগত দিক (পরিবেশ, টেকসই, প্রতিকূলতা, দক্ষতা ইত্যাদি) ও অর্থনৈতিক সম্ভাব্যতা যাচাইয়ের প্রয়োজনীয়তা রয়েছে।

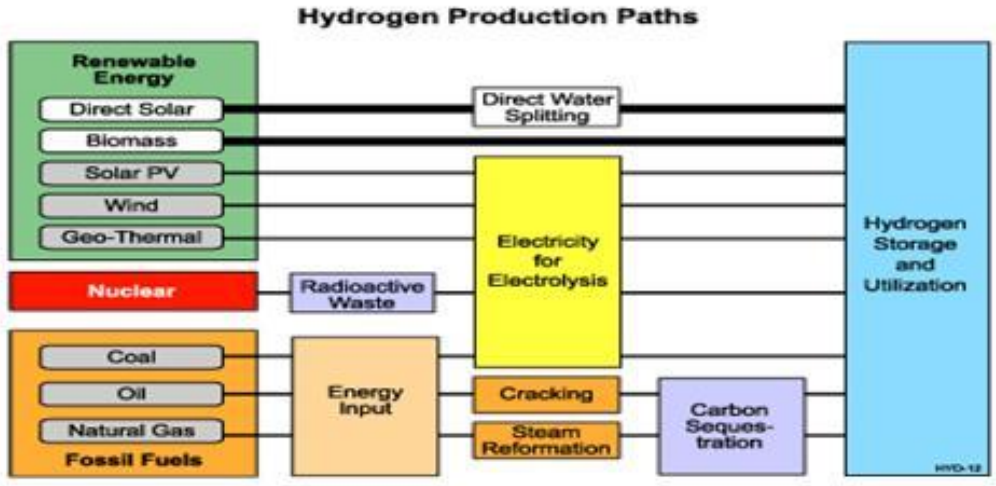
৩. শিল্পকারখানার তাপশক্তি উৎপাদনেঃ

শিল্পকারখানায় তাপশক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন চালিত বয়লার ও ফার্নেসের সংখ্যা নির্ধারণ।

৬. চাহিদামত হাইড্রোজেন সরবরাহের সম্ভাব্য পথঃ

(ক) জীবাশ্ম জ্বালানি হতে

১. বাইপ্রোডাক্ট হাইড্রোজেন (CCR, ethylene, Methanol, Chlor-alkali) ২. রিফর্মড হাইড্রোজেন (flare gas, reinjection gas, mid-small gas field) ৩. গ্যাসীফাইড হাইড্রোজেন (VR/Pitch/coke, /lignite) ৪. CCUS (CO2-EOR, CCS, CO2 feedstock)



চিত্র ১৮: হাইড্রোজেন উৎপাদনের বিভিন্ন পদ্ধতি

(খ) নবায়নযোগ্য জ্বালানি হতে

১. পানির তড়িৎ বিশ্লেষণকৃত অথবা ফটোক্যাটালাইটিক ওয়াটার স্পিলিটিং (Photo-catalytic water spliting) এর মাধ্যমে হাইড্রোজেন (Solar, Wind, Hydro, Geothermal)

২. বায়োমাস হতে হাইড্রোজেন (Waste, unutilized, resource crop)

৭. অর্থনৈতিক ও প্রযুক্তিগত সম্ভাব্যতাঃ

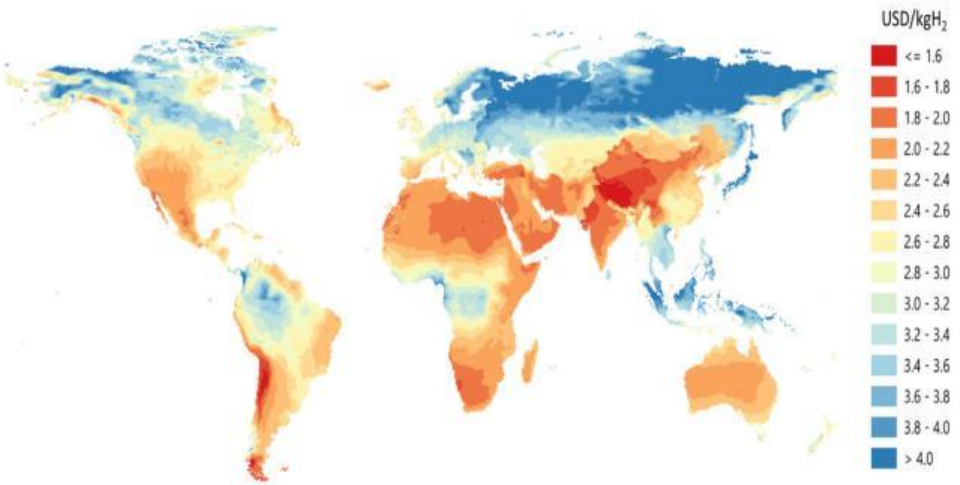
৯ লিটার পানি তড়িৎ বিশ্লেষনে হতে ১ কেজি হাইড্রোজেন ও ৮ কেজি অক্সিজেন পাওয়া যায় যার উৎপাদন খরচ অপারেশন টাইমের ভিত্তিতে USD ১.৬০ - ১০.০০ ।

অপরদিকে বায়োমাস গ্যাসীফিকেশনের মাধ্যমে উৎপাদিত পাইপলাইন উপযোগী হাইড্রোজেনের মূল্য USD ২.৫-৩.৫। ১ কেজি বায়োমাস হতে ০.০৮-০.১৩ কেজি হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

টেবিলঃ হাইড্রোজেন উৎপাদনের হার (kg H_2/kg feedstock) ও চূড়ান্ত লক্ষ্যমাত্রা।

পদ্ধতি	ফিডস্টক		উৎপাদন খরচ	
	বায়োমাস (H_2 কেজি /কেজি বায়োমাস)	পানি (কেজি H_2/কেজি পানি)	বর্তমান (ডলার /কেজি H_2)	লক্ষমাত্রা (ডলার /কেজি H_2)
পানির বিশ্লেষণ		০.১০ - ০.১১	১.৬ - ১০.০	২.০০- ৪.০০
বায়োমাস গ্যাসিফিকেশন	০.০৮ - ০.১৩		২.৫ - ৩.৫	২.০ -৩.০

দীর্ঘমেয়াদী হাইব্রিড সোলার (Hybrid Solar) এবং অনসোর (Onshore) উইন্ড সিস্টেম হতে উৎপাদিত হাইড্রোজেনের মূল্য নিম্ন চিত্রে দেখানো হয়েছে;



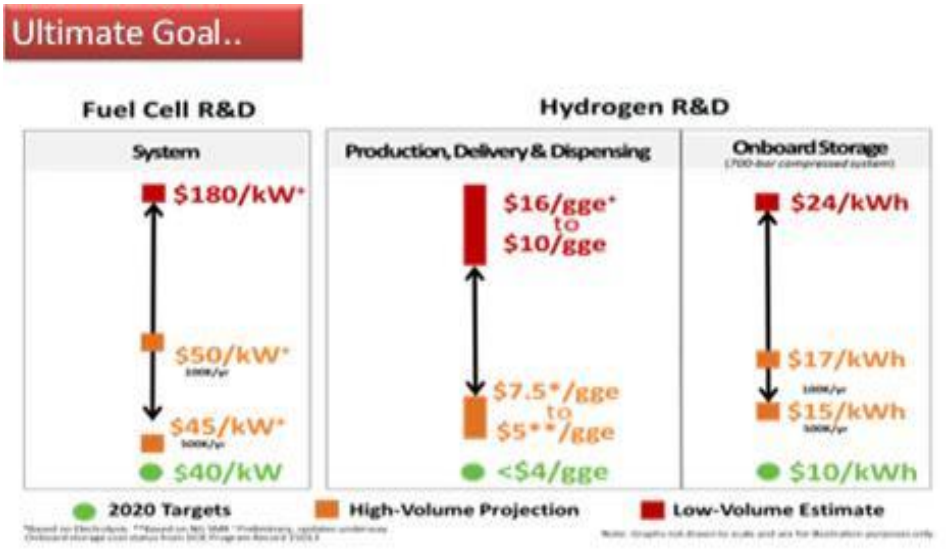
চিত্র ১৯: উইন্ড সিস্টেম হতে উৎপাদিত হাইড্রোজেনের মূল্য

মিথেন স্টিম রিফর্মিং পদ্ধতিতে হাইড্রোজেনের উৎপাদন খরচ বর্তমানে প্রতিযোগীতামূলক ও গ্রহণযোগ্য। নিম্নে অন্যান্য প্রচলিত জ্বালানি তেলের মূল্য তালিকা সংযোজিত হল।

জ্বালানি মূল্যের তুলনামূলক তালিকা

International Average Price Between April 1 and April 30, 2018		
Fuel	**Price**	**Ultimate Goal**
Biodiesel (B20)	$2.87/gallon	
Biodiesel (B99-B100)	$3.46/gallon	
Electricity	$0.12/kWh	
Ethanol (E85)	$2.21/gallon	
Natural Gas (CNG)	$2.18/GGE	
Liquefied Natural Gas	$2.57/GGE	
Propane	$2.83/gallon	
Gasoline	$2.67/gallon	
Diesel	$3.03/gallon	
Hydrogen (Biomass Derived)	$ 3.50-5.0/GGE	$ 2.00-2.50/GGE

প্রাথমিক পর্যায়ে উৎপাদন খরচ বেশী হলেও পরিবেশ রোধ ব্যবস্থাপনা এবং বাই-প্রোডাক্ড খরচ বিবেচনায় নিলে হাইড্রোজেন উৎপাদন খরচ প্রতিযোগীতামূলক হয়। ১ কেজি হাইড্রোজেন হতে ৩৩.৩৩ kWh এনার্জি পাওয়া যায় যেখানে পেট্রোল/ডিজেল ও সিএনজি হতে পাওয় যায় যথাক্রমে ১২ kWh (প্রায়) ও ১৪.৭ kWh. হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল কার ১ কেজি হাইড্রোজেন দ্বারা ১০০-১৩১ কিলোমিটার পথ চলতে পারে যেখানে ১ কেজি পেট্রোলে চলে ১৬ কি.মি.। ব্যবহার উপযোগী অবস্থার হাইড্রোজেনের মূল্য নির্ধারেনে উৎপাদন, ডেলিভারী ও বিতরণ খরচ বিবেচনায় নিতে হয়। বর্তমানে হাইড্রোজেনের ইউনিট মূল্য $ ৫.০০-৭.৫। হাইড্রোজেনের ইউনিট Competitive price এবং নির্ধারিত লক্ষ্যমাত্রা হল $ ৪.০০। বর্তমানে হাইড্রোজেনের Onboard মজুদ খরচ $ ১৫.০০ যার নির্ধারিত লক্ষ্যমাত্রা হল $ ১০.০০। অন্যদিকে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের বর্তমান বাজার মূল্য $ ৪৫.০০/kW যার Competitive price এবং নির্ধারিত লক্ষ্যমাত্রা হল $ ৪০.০০/kW।



চিত্র ২০: হাইড্রোজেন সিস্টেমের লক্ষ্যমাত্রা (২০২০ সাল)

৮. হাইড্রোজেন উৎপাদনে দেশীয় কাচাঁমাল ও প্রযুক্তির সম্ভাবনাঃ

বাংলাদেশে পানি পর্যাপ্ত পরিমাণ রয়েছে। পানিকে হাইড্রোজেন উৎপাদনের কাচাঁমাল হিসাবে সফল ব্যবহারের মাধ্যমে একটি মজবুত জ্বালানি ব্যবস্থা প্রতিষ্ঠা করা অত্যন্ত সম্ভাবনাময়। পানিকে কাচাঁমাল হিসাবে সফল ব্যবহারে অসংখ্য ইউনিট হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্ভব। নবায়নযোগ্য জ্বালানি (সৌর,উইন্ড ও হাইড্রো) সাধারণতঃ বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রোজেন জ্বালানি হিসাবে অধিকাংশ ক্ষেত্রে চাহিদার সমন্বয় ঘটাতে সক্ষম।

২০১৬ mv‡ji Rwic Abyhvqx, evsjv‡`‡k †gvU ২২৭.৬৪ wg.U (wgwjqb Ub) ev‡qvgvm Drcbœ n‡q‡Q hv cÖvq 47.714 wg. U (wgwjqb Ub) Kqjvi mgZzj¨, যা হতে ১৮.২২ wg.U (wgwjqb Ub) হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্ভব এবং যার প্রকৃত মূল্য ৩৪২৮০৮৩.১৭ মিলিয়ন টাকা যা বাংলাদেশের আমদানিকৃত জ্বালানি মূল্যের অধিক।

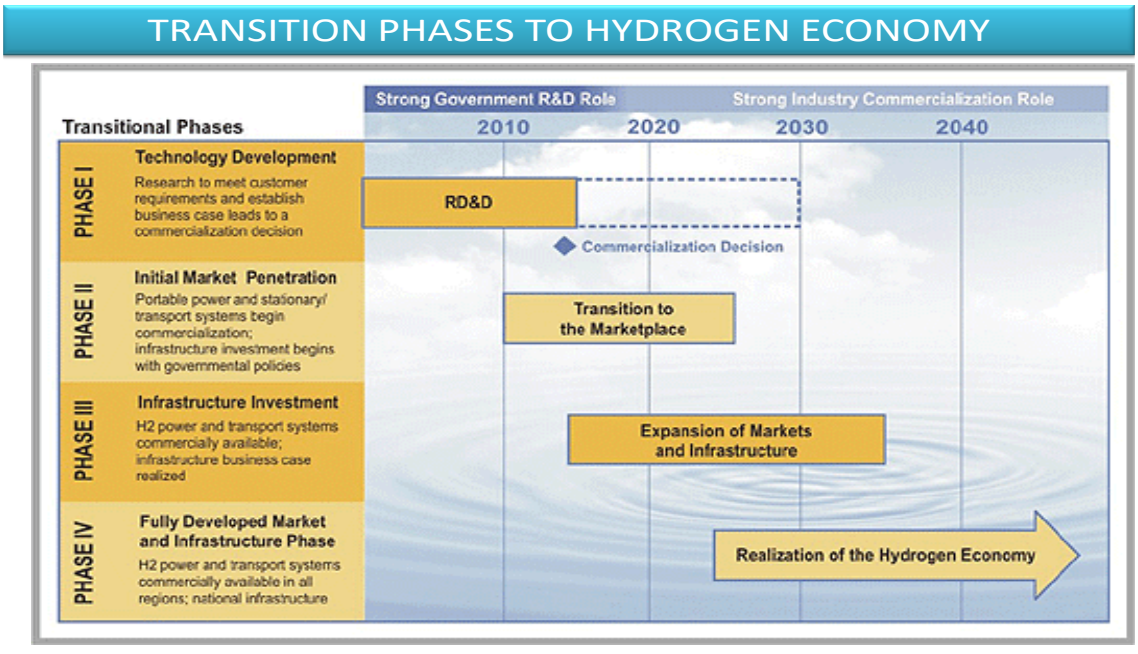
টেবিলঃ পানি ও বায়োমাস হতে সম্ভাব্য উৎপাদন ও আয়

দেশীয় কাচাঁমাল	বিদ্যমান ফিডস্টক	H_2 উৎপাদন হার (H_2 কেজি /কেজি	প্রতি কেজি H_2 এর মূল্য (ডলার /কেজি H_2)	সম্ভাব্য উৎপাদন	সম্ভাব্য আয় (টাকা)

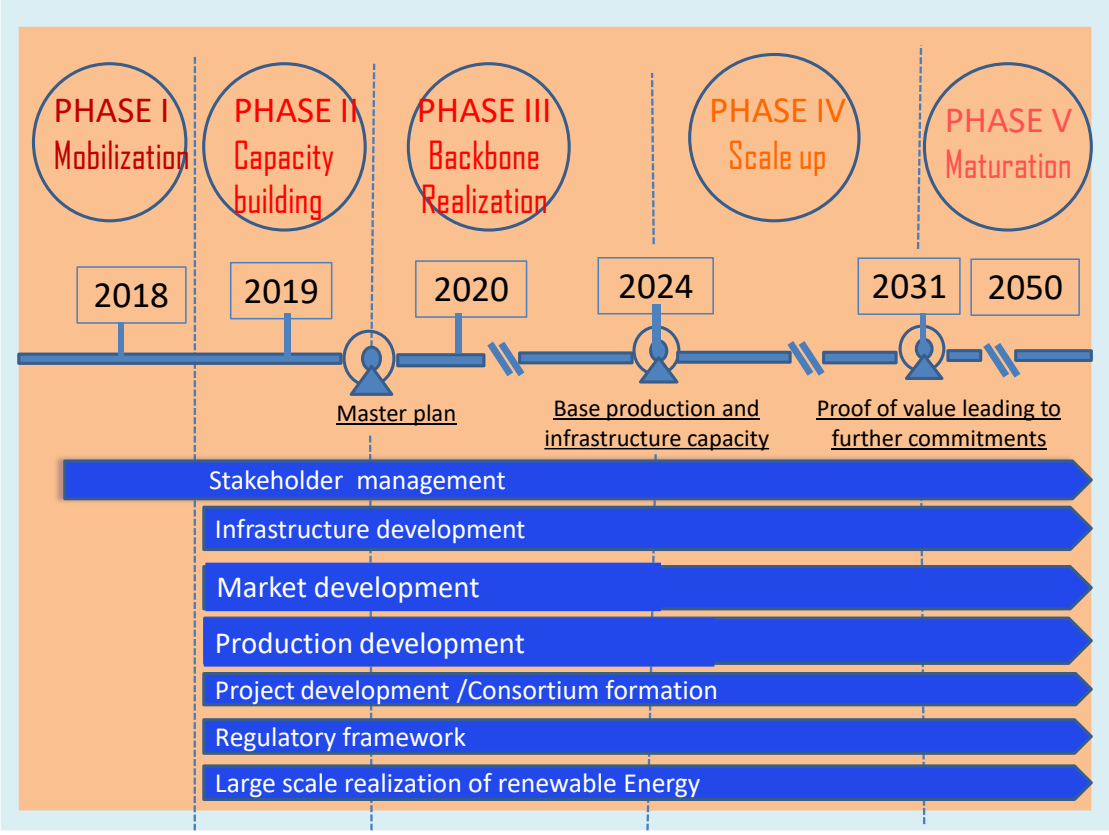
পানি	পর্যাপ্ত	০.১০ - ০.১১	$ ২.০০-৮.০০	পর্যাপ্ত	
বায়োমাস	২২৭.৬৪ মিলিয়ন টন	০.০৮ - ০.১৩	২.৫০ - ৩.৫০	১৮.২২ম মিলিয়ন টন	৩৪২৮০৮৩.১৭ মিলিয়ন

অন্যদিকে হাইড্রোজেন পরিবহন, শিল্পকারখানা এবং বিল্ডিং-এর তাপ ও শক্তি উৎপাদনের জ্বালানি হিসাবে ব্যবহার করা যায়। ইহা প্রচলিত জ্বালানির পরিপূরক জ্বালানি হিসাবে ব্যবহার সম্ভব। বৃহৎ পরিমাণের বিদ্যুৎশক্তি হাইড্রোজেন (রাসায়নিক শক্তিতে) শক্তিতে মজুদ করে পরবর্তীতে বিভিন্ন ক্ষেত্রে (প্রয়োজনে) জ্বালানি চাহিদা পূরণে ব্যবহার করা যায়। প্রযুক্তিগত প্রতিবন্ধকতা অথবা ব্রেকথ্রো অর্জন বিশেষ করে ইউনিট মূল্য স্বাশ্রয়ীকরণ সম্ভব যখন সুনির্দিষ্ট কর্মপরিকল্পনা (Action plan) এবং গবেষণা ও উন্নয়ন কার্যক্রম অব্যাহত থাকবে। বাংলাদেশ হাইড্রোজেন জ্বালানি ব্যবস্থা বাস্তবায়নের একটি সম্ভাবনাময় দেশ ।

প্রচলিত জ্বালানি ব্যবস্থা হতে হাইড্রোজেন ইকোনমিতে ট্রানজিশনের লক্ষ্যে বিশ্বব্যাপি হাইড্রোজেনকে জ্বালানি হিসাবে ব্যবহারের কর্মসূচীকে ৪টি দশায় লক্ষ্যমাত্রা নির্ধারণ করা হয়েছে। ১ম দশায় প্রযুক্তি উন্নয়নের লক্ষ্যমাত্রা ২০১৫ সাল। ২য় দশায়, প্রাথমিক বাজার সম্প্রসারণ লক্ষ্যমাত্রা ২০১৮ সাল। ৩য় দশায়,বাজার সম্প্রসারণ ও ভৌত অবকাঠামো নির্মাণ লক্ষ্যমাত্রা ২০৩৫ সাল। ৪র্থ দশা; হাইড্রোজেন ইকোনমি অনুধাবন/পূর্ণমাত্রার ইহার ব্যবহার।



চিত্র ২১: হাইড্রোজেন ইকোনমিতে ট্রানজিশনের বিভিন্ন দশা



চিত্র ২২: হাইড্রোজেন ইকোনমিতে ট্রানজিশনে প্রয়োজনীয় কার্যক্রম।

৯. প্রকল্পের চলমান কার্যক্রম ও লক্ষ্যমাত্রাঃ

বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয় কর্তৃক বাস্তবায়িত হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন-প্রকল্প ২০১৮ সাল হতে তার কার্যক্রম আরম্ভ করেছে। প্রকল্পের বাস্তবায়নকাল ২০১৮-২০২১ (প্রথমিক ধাপ) যাকে মবিলাইজেশন, সক্ষমতা অর্জন, উপযোগীতা নির্ধারণ ও অনুধান পর্যায় হিসাবে ধরা হয়েছে। প্রকল্পের ২য় ধাপে; স্টেকহোল্ডার ব্যবস্থাপনা, ভৌত-অবকাঠামো উন্নয়নে বিনিয়োগ, বাজার সম্প্রসারণ, উৎপাদন বৃদ্ধি, কনসোর্টিয়াম গঠন, রেগুলেটরী ফ্রেমওয়ার্ক গঠন ও বৃহৎ আকারের নবায়নযোগ্য জ্বালানি ব্যবস্থার প্রবর্তনের মাধ্যমে প্রযুক্তি স্কেল আপ ও পরিপূর্ণতা দান করা হবে।

আন্তর্জাতিক সংস্থা; IPHE (International partnership for Hydrogen & Fuel Cells in the economy) -এ অন্তর্ভূক্ত ২১ টি দেশ বৃহৎ আকারের বিনিয়োগ সহ যৌথ ভাবে প্রযুক্তিটির ভৌত অবকাঠামো নির্মান সহ এর সম্প্রসারন ও প্রায়োগিক অনুধাবন পর্যায়ে (Realization state) আছে। হাইড্রোজেন কাউন্সিলের সদস্যবৃন্দ গবেষণা ও উন্নয়ন বিনিয়োগকে হাইড্রোজেন সিস্টেমকে বানিজ্যকীকরণে স্থানান্তরের পক্ষে কাজ করছে। বিশেষত: ভোক্তার চাহিদা বৃদ্ধির আগেই প্রাথমিক পর্যায়ে ভৌত কাঠামো উন্নয়নে বিনিয়োগ আবশ্যক। সম্ভাবনাময় এই হাইড্রোজেন জ্বালানি সিস্টেম দেশকে জ্বালানি ক্ষেত্রে ভবিষ্যতে স্বনির্ভর করতে সক্ষম। এই সম্ভাবনাময় হাইড্রোজেন জ্বালানি সিস্টেমটির পূর্ণাঙ্গ বাস্তবায়নের মূল প্রতিবন্ধকতা /চ্যালেন্জ হল ফুয়েল সেল ও হাইড্রোজেন জ্বালানির উৎপাদন খরচ প্রতিযোগীতামূলক (price competitive) করা। প্রযুক্তির উৎকর্ষতা (technology breakthroughs) অর্জনে আজকের বিনিয়োগ জাতিকে দৃঢ়, সম্ভাবনাময় ও টেকসই অর্থনীতি উপহার দিবে। হাইড্রোজেন ফুয়েল সিস্টেমের গুরুত্ব অনুধাবন পূর্বক বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়, বাংলাদেশ বিজ্ঞান ও শিল্প গবেষণা পরিষদ (বিসিএসঅআইআর,চট্টগ্রাম) এ বাস্তবায়নাধীন ”হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার স্থাপন প্রকল্পে” বিনিয়োগ অনুমোদন করেছেন। প্রকল্প পরিচালক, ড. মোঃ আবদুস সালাম এবং তাঁর দল প্রকল্পের উদ্দেশ্য বাস্তবায়নে নিবেদিত প্রাণ হয়ে গবেষণা ও উন্নয়ন কার্যক্রম চালিয়ে যাচ্ছে। সীমিত আকারের হাইড্রোজেন উৎপাদনের জন্য পাইলট প্লান্ট স্থাপন, হাইড্রোজেন মজুদের জন্য উপযুক্ত পদার্থের সংশ্লেষ এবং হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল প্রস্তুতকরনের পাশাপাশি প্রযুক্তি সংশ্লিষ্ট দক্ষ জনবল তৈরী করা প্রকল্পের মূল উদ্দেশ্য। প্রকল্পের সফল বাস্তবায়নের মাধ্যমে হাইড্রোজেন এনার্জি গবেষণাগার কর্তৃক গৃহীত দীর্ঘমেয়াদী কার্যক্রম জ্বালানি সেক্টরকে সমৃদ্ধ করার পাশাপাশি নিম্নোক্ত ভুমিকা রাখবে;

১. দেশীয় কাচাঁমাল (পানি ও বায়োমাস) ব্যবহারে হাইড্রোজেন উৎপাদনের উপযুক্ত প্রযুক্তি উদ্ভাবনের মাধ্যমে বাংলাদেশের এনার্জি মিক্সে হাইড্রোজেনকে সংযোজন করে এনার্জি মিক্সে নবায়নযোগ্য জ্বালানি শেয়ারের লক্ষ্যমাত্রা অর্জন।

২. বাংলাদেশের জ্বালানি ও শক্তি সংকট মোকাবেলায় সম্ভাবনাময় হাইড্রোজেনকে জ্বালানি হিসাবে ব্যবহারের লক্ষ্যে হাইড্রোজেন উৎপাদন, মজুদ এবং সরবরাহ সংশ্লিষ্ট গবেষণা ও মান নিয়ন্ত্রনের জন্য গবেষণা ও উন্নয়ন কার্যক্রম পরিচালনা।

৩. স্বাশ্রয় মূল্যে উৎপাদিত হাইড্রোজেন এমোনিয়া, সার ও মিথানল উৎপাদনসহ বিভিন্ন কেমিক্যাল প্রসেসের ফিডস্টক (কাঁচামাল) হিসাবে, অয়েল

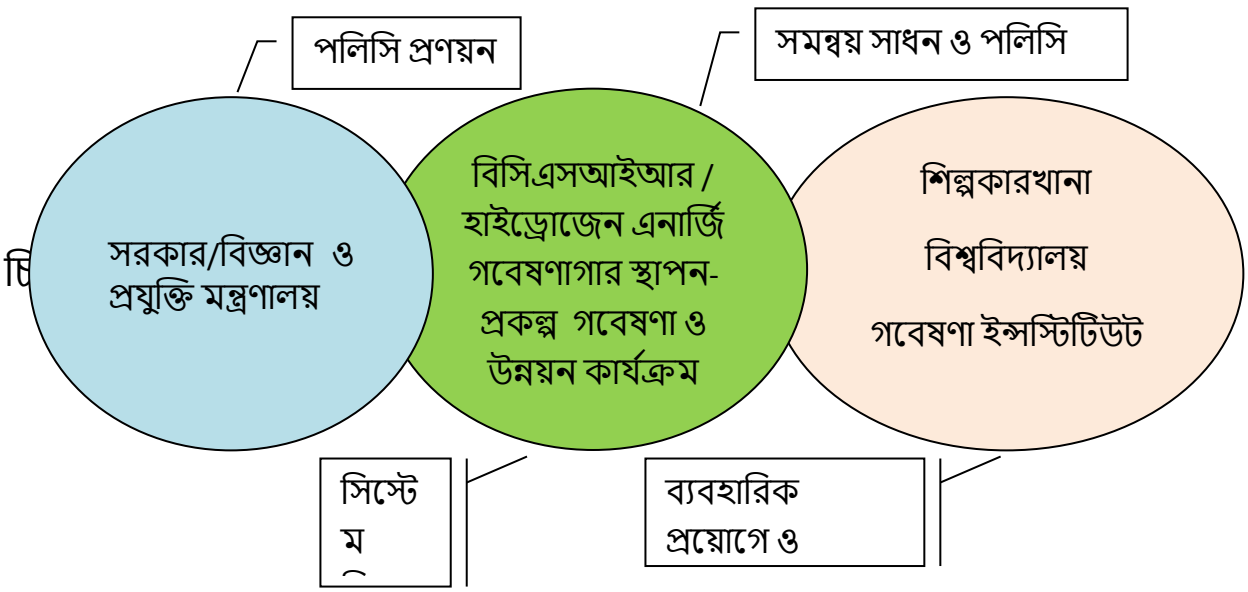
রিফাইনারীতে, খাদ্য প্রক্রিয়াকরণ ও ইলেকট্রনিক্স শিল্পে এবং শক্তি মজুদকরণে ব্যবহার করার প্রযুক্তিগত সেবাদান।

৪. উদ্ভাবিত হাইড্রোজেন উৎপাদন পাইলট প্লান্ট বিভিন্ন শিল্পকারখানায় ও গৃহে স্বল্প খরচে স্থাপনের মাধ্যমে সার্বিক শক্তি ও জ্বালানি চাহিদা পূরণের প্রযুক্তি সহায়তাদান।

৫. হাইড্রোজেন চালিত সমন্বিত হিট ও পাওয়ার (CHPs) ইউনিট, বয়লার, বার্নার ও রূপান্তরিত গ্যাস টারবাইন এর মাধ্যমে পর্যাপ্ত শক্তি (power and/or heat) উৎপাদনের জন্য দেশীয় কাঁচামালের প্রয়োগে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল প্রস্তুতকরণ।

৬. ২০৩০ সালের মধ্যে, নবায়নযোগ্য ও দূষণমুক্ত জ্বালানি প্রযুক্তির নিশ্চিতকরনসহ ক্লিন এনার্জি সেক্টরে বিনিয়োগ উৎসাহিতকরণ।

৭. সর্বোপরি, ২০৪০ সালের মধ্যে হাইড্রোজেন জ্বালানি সিস্টেমের কার্যকর বাস্তবায়ন যা কর্মসংস্থান সৃষ্টি, মজবুত অর্থনীতি গঠন ও জ্বালানি আমদানি নির্ভরশীলতা হ্রাসসহ জিডিপি বৃদ্ধিতে সহায়ক ভূমিকা।



১০. প্রত্যাহিক জীবনে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন চালিত গুরত্বপূর্ণ যন্ত্রসমূহ

Hydrogen fueled combined Heat & Power (CHP) Production device

Hydrogen Fueled Boiler

Hydrogen Fuel Cell Generator

১১. জাতীয় ও আর্ন্তজাতিক গবেষণা সমন্বয় ও উপযোগীতা বিশ্লেষণঃ

ক) আন্তর্জাতিক গবেষণা সমন্বয় ও প্রযুক্তি পরিদর্শনঃ

মাননীয় মন্ত্রী স্থপতি ইয়াফেস ওসমান, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়, জনাব ফারুক আহমদ, চেয়ারম্যান, বিসিএসআইআর, ঢাকা সহ বিভিন্ন প্রতিনিধি হাইড্রোজেন এনার্জি ল্যাবরেটরী প্রজেক্টের চলমান কার্যক্রম সম্পর্কিত দিকনির্দেশনা প্রদান করছেন।

১. জার্মানির ZSW পরিদর্শন ও মতবিনিময় শেষে Hydrogen Refueling station এর সামনে জনাব,আনোয়ার হোসেন, সিনিয়র সচিব, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়, জনাব ফারুক আহমদ, চেয়ারম্যান, বিসিএসআইআর, ঢাকা ও Professor Dr. Joricsson, Head of Fuel Cell centre, ZSW Germany। ২. NOW, GmBH, Germany তে সম্মাননা ক্রেস্ট গ্রহণ করছেন জনাব,আনোয়ার হোসেন, সিনিয়র সচিব, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি মন্ত্রণালয়।

Fuel Cell & Hydrogen research Centre, University of Birmingham, UK তে Hydrogen Fuel Cell fabrication Training এ Establishment of Hydrogen energy Laboratory- Project এর দুই বিজ্ঞানী

১. Research Collaborartion meeting শেষে Fuel Cell Resaerch Lab members, Institute of Chemical Engineering and Environmental Technology, Graz University of Technology, Inffeldgasse 25C, 8010 Graz, Austria এর গবেষক ও শিক্ষকবৃন্দ। ২. জনাব মোঃ শওকত আলী, সদস্য (অর্থ) বিসিএসআইআর ঢাকা Handed over a Token of Appreciation to Alexander Trattner, CEO, HyCenta, GRAZ, Austra.

১. Infrong of Biomass to CHP Plant; Mark Johnson, Kew-tech, Birmingham,UK & Dr Md Abdus Salam ২. Project Director visited to Prof. John Jostin, CEO, MicroCab Coventry University, UK. for meeting of technology transfer to HELC, Bangladesh.

খ) প্রযুক্তি উপস্থাপন ও মতবিনিময়ঃ

বাংলাদেশের বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয় ও গবেষণা প্রতিষ্ঠানের সাথে গবেষণা সমন্বয়কে জোরদার করার লক্ষ্যে এক কর্মশালার আয়োজন করে প্রকল্প পরিচালক ড. মো: আবদুস সালাম ও বক্তব্য রাখছেন জনাব বিজয় ভূষণ পাল, যুগ্ম সচিব ও সদস্য (বিওপ্র) বিসিএসআইআর, ঢাকা।

প্রকৌশল ও প্রযুক্তি অনুষদ, ঢাক বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক আয়োজিত ICIET - 2019 কনফারেন্সে আমন্ত্রিত অতিথি হিসেবে হাইড্রোজেন উৎপাদন পদ্ধতি ও বাংলাদেশ প্রেক্ষাপট উপর প্রবন্ধ উপস্থাপন করছেন প্রকল্প পরিচালক ড

চট্টগ্রাম প্রকৌশল বিশ্ববিদ্যালয়ে অনুষ্ঠিত আন্তর্জাতিক কনফারেন্স ICMER 2019 -এ "Hydrogen Economy in Bangladesh; Prosp[ects and challenges" উপর invited speech রাখছেন প্রকল্প পরিচালক ড. মো: আবদুস সালাম এবং সন্মাননা গ্রহণ করছেন।

Hydrogen Economy in Bangladesh; Prosp[ects and challenges এর উপর লেকচার শেষে ফলিত রসায়ন ও কেমিকৌশল বিভাগ, ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ের সম্মানিত শিক্ষক ও শীক্ষার্থীদের সাথে জনাব মোহাম্মদ সওকত আলী,সদস্য (অর্থ) বিসিএসআইআর, ও প্রকল্প পরিচালক ড. মো: আবদুস সালাম।

ফলিত রসায়ন ও কেমিকৌশল বিভাগ, চট্টগ্রাম বিশ্ববিদ্যালয়ে Hydrogen Economy in Bangladesh- এর উপর লেকচার প্রদান করছেন প্রকল্প পরিচালক ড. মো: আবদুস সালাম।

BCSIR Congress 2019 এর টেকনিকেল সেশনের বিশেষ কয়েকটি মুহূর্ত।

সিলেট গ্যাসফিল্ড পরিদর্শনের বিশেষ মুহূর্ত..

ঠাকুরগাঁও এর চিলারং-এ বিদ্যমান গ্যাসিফিকেশন প্লান্ট এর বিভিন্ন ইউনিট নিয়ে আলোচনা করছেন কর্তব্যরত প্রকৌশলী ও প্রকল্প পরিচালক ড. মো: আবদুস সালাম।

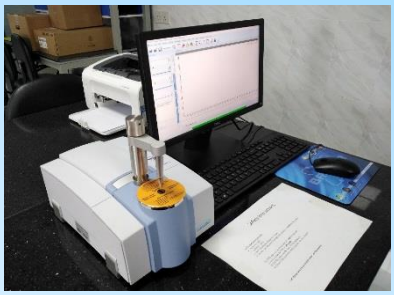
Instrumental Facilities of "Establishment of Hydrogen Energy Laboratory -Project," BCSIR, Chittagiong.

Fuel Cell Test Station(Green light)

Pyroliser

ICP-OES

GC-TCD/FID



FTIR with ATR

Handheld XRF

Fuel cell

Fuel cell assembly

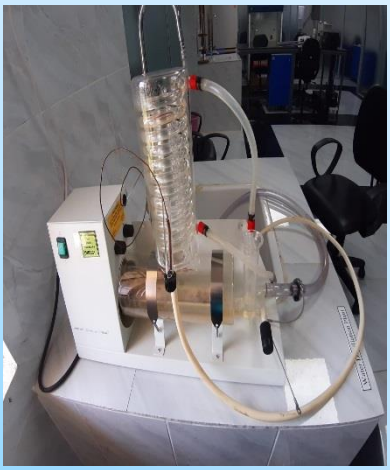
Tiles Impact tester

Tubular furnace

Density meter

H2 generator

Grinder



Distillation unit

Muffle Furnace <1400 ˚C

Oven < 800˚C

Precision balance

Oven <1200 ˚C

Hydrogen production plant (under construction)

Hydrogen Refueling Station(under construction)