खंड 15 • अंक 3 • अप्रैल 2025

सत्यमेव जयते
नवीन एवं
नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
MINISTRY OF
NEW AND
RENEWABLE ENERGY

अक्षय ऊर्जा

Renewable Energy

www.mnre.gov.in

नवीन एवं
नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
भारत सरकार
दीजिये अपने घर को सौर ऊर्जा और
मुफ़्त बिजली का उपहार
जुड़िये प्रधानमंत्री - सूर्य घर
मुफ़्त बिजली योजना से
इस योजना से अधिक आय,
कम बिजली बिल और लोगों के लिए
रोजगार सृजन होगा।
- प्रधानमंत्री, नरेन्द्र मोदी
1 करोड़ घरों के लिए ₹75 हज़ार करोड़ का प्रावधान
योजना की विशेषताएँ
प्रतिमाह 300 यूनिट तक की बिजली
₹78 हज़ार तक की सब्सिडी
सस्ते ब्याज पर लोन
योजना से जुड़ने की प्रक्रिया बेहद सरल
pmsuryaghar.gov.in
पर लॉगिन या QR कोड स्कैन कर रजिस्टर करें।

अक्षय ऊर्जा
Renewable Energy

खंड 15 | अंक 3 | अप्रैल 2025

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, भारत सरकार की एक द्विमासिक पत्रिका (हिंदी और अंग्रेजी में प्रकाशित)

मुख्य संरक्षक
प्रल्हाद वेंकटेश जोशी
उपभोक्ता मामले, खाद्य और सार्वजनिक वितरण मंत्री तथा नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्री

संरक्षक
निधि खरे
सचिव, नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, नई दिल्ली

मुख्य संपादक
डॉ. अरुण कुमार त्रिपाठी
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, नई दिल्ली

सह संपादक
टी. पी. शंकर
टेरी, नई दिल्ली

संपादकीय मंडल
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, नई दिल्ली
अरुण कुमार त्रिपाठी
गौरव मिश्रा
सुजीत पिल्लै
एस. आर. मीणा
अनिल कुमार
ए. एस. परिरा
कुलदीप राणा
अरविंद एम. ए.
अरुण के चौधरी
जीआईजेड, नई दिल्ली
कोमल बाई
टेरी, नई दिल्ली
पी. के. भट्टाचार्य
कपिल मुद्दिनैनी

सृजन टीम
टेरी, नई दिल्ली
अनुपमा जौहरी, आभास मुखर्जी
मेनिंग थंगल, विजय निपाणी

संपादकीय कार्यालय
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
अटल अक्षय ऊर्जा भवन
प्रगति विहार, नई दिल्ली 110003
टेली. 011–20849145

अभिकल्पन
टेरी, दरबारी सेठ ब्लॉक,
इंडिया हैबिटेट सेंटर
लोदी रोड, नई दिल्ली–110 003
ई–मेलः tpsankar@teri.res.in

प्रकाशक और मुद्रक
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
अटल अक्षय ऊर्जा भवन
प्रगति विहार, नई दिल्ली 110003
टेली. 011–20849145, ई–मेलः akshayurja@nic.in

अस्वीकरण: इस समाचार पत्रिका में संपादक सहित लेखकों द्वारा अभिव्यक्त किए गए विचारों का मंत्रालय के विचारों से मेल खाना आवश्यक नहीं है।

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, भारत सरकार के लिए और उनकी ओर से अटल अक्षय भवन, प्रगति विहार, नई दिल्ली–110003 से प्रकाशित, मुद्रित और संपादित

संपादक की ओर से

प्रिय पाठक,

'अक्षय ऊर्जा' के अप्रैल 2025 अंक में आपका स्वागत है! यह नए वित्तीय वर्ष 2025–26 का पहला अंक है। मार्च 2025 माह के आंकड़े धीरे–धीरे उपलब्ध हो रहे हैं, लेकिन हम पिछले वित्तीय वर्ष की नवीकरणीय ऊर्जा उपलब्धि को पार कर आगे बढ़ने के बारे में आश्वस्त हैं। फरवरी 2025 तक देश की नवीकरणीय ऊर्जा स्थापित क्षमता लगभग 223 गीगावॉट तक पहुँच गई है, जो वर्ष 2030 के लिए निर्धारित 500 गीगावॉट लक्ष्य का लगभग आधा है।

भूतापीय ऊर्जा को आरंभ से ही एक आशाजनक नवीकरणीय संसाधन माना गया है। देश भर में लगभग 350 गर्म पानी के झरनों से 10 गीगावॉट की अनुमानित क्षमता के साथ अब इस पर अधिक से अधिक ध्यान दिया जा रहा है। पांच किलोवॉट क्षमता वाले प्रथम स्वदेशी भूतापीय बिजली संयंत्र के सफल प्रदर्शन से नवीकरणीय ऊर्जा पणधारकों और निवेशकों के बीच बहुत रुचि उत्पन्न हुई है। इस अंक की आवरण कथा में आपके लिए इस पर जानकारी दी गई है।

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (कृत्रिम बुद्धिमत्ता) आजकल चर्चा का विषय बना हुआ है और यह नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में भी प्रवेश कर रहा है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस किस प्रकार से संभावित रूप से बायोमास ऊर्जा क्षेत्र को लाभ पहुंचा सकता है, इस पर प्रस्तुत लेख आपको अवश्य पढ़ना चाहिए।

देश में इन दिनों कृषि–फोटोवोल्टाइक विधि की क्षमता का दोहन काफी प्रचलन में रहा है। एक लेख में कृषि–फोटोवोल्टाइक पर प्रकाशित होने वाले श्वेत पत्र की बारीकियों पर चर्चा की गई है, जिसमें कृषि–फोटोवोल्टाइक विधि के कार्यान्वयन में लाभ और चुनौतियां शामिल हैं। इस विषय पर लेख में महासागर ऊर्जा प्रौद्योगिकियों की वर्तमान स्थिति, उनकी क्षमता और इस ऊर्जा स्रोत के दोहन के लिए नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा किए गए प्रयासों का वर्णन किया गया है।

भारत पिछले कुछ समय से ईंधन सेल के अनुसंधान एवं विकास में निवेश कर रहा है। ईंधन सेल में कम तापमान वाले पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन ईंधन सेल (एलटीपीईएम–एफसी) तकनीक हल्के और भारी वाहनों में इस्तेमाल के मामले में अग्रणी है। आईआईटी मद्रास के सेंटर फॉर फ्यूल सेल टेक्नोलॉजी (अंतरराष्ट्रीय उन्नत अनुसंधान केंद्र) ने नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय की अनुसंधान एवं विकास योजना के समर्थन से पीईएमएफसी/स्टैक फैब्रिकेशन के स्वचालित घटकों के निर्माण के लिए एक प्रायोगिक लाइन स्थापित की है। यह पीईएमएफसी में आत्मनिर्भरता की दिशा में एक महत्वपूर्ण विकास है और इस पर प्रस्तुत लेख में इसे अच्छी तरह से दर्शाया गया है।

जैसा कि हम जानते हैं, 'पीएम सूर्य घर मुफ्त बिजली योजना' एक सफल योजना रही है, और यह आवासीय क्षेत्र में ऊर्जा उत्पादन और खपत में बदलाव लाने के लिए पूरी तरह से तैयार है। इस योजना को और भी गति देने के लिए, काउंसिल ऑन एनर्जी, एनवायर्नमेंट एंड वॉटर ने वित्तीय सहायता प्रणाली को बढ़ाने के तरीके प्रस्तावित किए हैं। आशा है कि इस लेख से नवीकरणीय ऊर्जा वित्तपोषण पारिस्थितिकी तंत्र का ध्यान इसकी ओर लाया जा सकेगा।

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय की अनुसंधान और विकास योजना के तहत सीएसआईआर–एनपीएल में सौर पीवी सेल का कैलिब्रेशन करने के लिए अत्याधुनिक सुविधा की स्थापना से भारत के पीवी बाजार के विकास के लिए एक बड़ा बदलाव आने वाला है। इस घरेलू विश्व स्तरीय सुविधा से आने वाले दिनों में समय और विदेशी मुद्रा भंडार में काफी बचत होने की उम्मीद है।

आशा है कि आपको इस अंक के लेख पसंद आएंगे। मैं अक्षय ऊर्जा के पाठकों को आमंत्रित करता हूं कि वे प्रौद्योगिकी और नवाचारों पर अपनी कहानियां और अनुभव, साथ ही नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में भविष्य के विकास पर अपनी अंतर्दृष्टि साझा करें।

शुभकामनाएँ

अरुण कुमार त्रिपाठी

विशेष लेख

नवीकरणीय ऊर्जा समाचार 1

- पीएम सूर्य घर: मुफ्त बिजली योजना में 10 लाख घरों पर सौर रूफटॉप संयंत्रों की स्थापना
- विशेषज्ञों द्वारा राजस्थान के नए भूमि पंजीकरण कानून से नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं की लागत में वृद्धि और विलंब की चेतावनी
- नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता में रिकॉर्ड वार्षिक वृद्धि
- राष्ट्रीय हरित हाइड्रोजन मिशन के तहत हाइड्रोजन ईंधन वाली बसों और ट्रकों पर प्रायोगिक परियोजनाएं आरंभ
- एमईआरसी द्वारा एमएसईडीसीएल को कृषि भूमि के लिए 7000 मेगावॉट से अधिक सौर ऊर्जा खरीदने की मंजूरी
- भारत–जर्मन परियोजना में सिरसिला में सौर ऊर्जा केंद्र का निर्माण
- केंद्रीय मंत्री श्री प्रल्हाद जोशी द्वारा गुजरात के चिखली में 5.4 गीगावॉट क्षमता के सौर सेल विनिर्माण संयंत्र का उद्घाटन
- आरबीआई द्वारा प्राथमिकता क्षेत्र ऋण दिशा–निर्देशों में संशोधन, आवास, नवीकरणीय ऊर्जा के लिए ऋण सीमा में वृद्धि

मुख्य सांख्यिकी >> 32

पुस्तक एलर्ट >> 34

कार्यक्रम >> 35

आवरण कथा

6 भूतापीय ऊर्जा का दोहन: उभरती संभावनाएं

नवीकरणीय ऊर्जा पर लेख

10 ऊर्जा सुरक्षा प्राप्त करने के लिए एग्री पीवी

20 बायोगैस क्षेत्र में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की भूमिका

24 रूफटॉप सोलर को ऋण पाने योग्य बनाना: वित्तीय सहायता प्रणाली का सुदृढ़ीकरण

14 भारत में समुद्री ऊर्जा का दोहन

17 स्वचालित पीईएम ईंधन सेल घटकों/स्टैक असेंबली लाइन का विकास

28 सौर सेल के अंशांकन के लिए भारत की पी.वी. गुणवत्ता मूलसंरचना को प्रोत्साहन

नवीकरणीय ऊर्जा समाचार

पीएम सूर्य घर: मुफ्त बिजली योजना में 10 लाख घरों पर सौर रूफटॉप संयंत्रों की स्थापना

पीएम सूर्य घर : सौर ऊर्जा के क्षेत्र में दुनिया की सबसे बड़ी घरेलू रूफटॉप पहल, मुफ्त बिजली योजना (पीएमएसजीएमबीवाई) में 10 मार्च 2025 तक पूरे देश में 10.09 लाख इंस्टॉलेशन पूरे किए गए और यह एक महत्वपूर्ण उपलब्धि रही है। प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी द्वारा 13 फरवरी 2024 को शुरू की गई इस महत्वाकांक्षी योजना का उद्देश्य एक करोड़ आवासीय घरों को रूफटॉप सोलर सिस्टम के माध्यम से मुफ्त बिजली प्रदान करना और पारंपरिक बिजली स्रोतों पर निर्भरता कम करना है, इसके साथ नागरिकों को ऊर्जा उत्पादक बनने में सक्षम बनाना है। इस योजना में हर घर को 100 पेड़ लगाने के बराबर कार्बन उत्सर्जन को कम करते हुए जलवायु परिवर्तन शमन में योगदान करने में सक्षम बनाया गया है।

सब्सिडी और प्रोत्साहन के साथ परिवारों को सशक्त बनाना

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा कार्यान्वित इस योजना के तहत 47.3 लाख आवेदन प्राप्त हुए हैं। कुल 6.13 लाख लाभार्थियों ने सफलतापूर्वक 4,770 करोड़ रुपए की सब्सिडी प्राप्त की है। वेबसाइट www.pmsuryaghar.gov.in के माध्यम से पूरी तरह से स्वचालित आवेदन, विक्रेता चयन और सब्सिडी रिडीम प्रक्रिया के साथ सब्सिडी 15 दिनों के अंदर आवेदकों के बैंक खातों में जमा हो जाती है।

प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी के नेतृत्व में पीएम सूर्य घर : मुफ्त बिजली योजना की एक प्रमुख विशेषता 12 सार्वजनिक क्षेत्र के बैंकों (पीएसबी) के माध्यम से 6.75 प्रतिशत की रियायती ब्याज दर पर 2 लाख रुपए तक के ऋण के लिए संपार्श्विक—मुक्त ऋण का प्रावधान है, जिससे छतों पर सौर ऊर्जा स्थापनाएं आम जनता के लिए अधिक सुलभ हो रही हैं। आसान ऋण सुविधा के साथ घरों की छत पर 3 किलोवॉट की सौर प्रणाली को 15,000 रुपए के न्यूनतम निवेश के साथ स्थापित किया जा सकता है, जिससे 25 वर्षों में 15 लाख रुपए तक का लाभ मिल सकता है। ऋण आवेदन प्रक्रिया भी पूरी तरह से स्वचालित और ऑनलाइन है। अब तक 3.10 लाख ऋण आवेदन प्राप्त हुए हैं, जिनमें से 1.58 लाख ऋण स्वीकृत और 1.28 लाख ऋण वितरित किए गए हैं, जिससे संभावित लाभार्थियों के लिए व्यापक पहुंच सुनिश्चित हुई है। लाभार्थियों को छत पर 3 किलोवॉट की सौर प्रणाली लगाने के लिए 78000 रु. की सब्सिडी प्राप्त होती है।

अनेक राज्यों में उल्लेखनीय प्रगति

अनेक राज्यों में इस योजना में उल्लेखनीय प्रगति हुई है। उल्लेखनीय रूप से चंडीगढ़ और दमन और दीव ने अपने सरकारी भवनों में सौर रूफटॉप लगाने का लक्ष्य 100 प्रतिशत हासिल किया है, जो स्वच्छ ऊर्जा अपनाने में देश में सबसे आगे है। राजस्थान, महाराष्ट्र, गुजरात और तमिलनाडु जैसे राज्य भी असाधारण रूप से अच्छा प्रदर्शन कर रहे हैं, जो समग्र स्थापना आंकड़ों में महत्वपूर्ण योगदान दे रहे हैं। सरकार वर्ष 2026—27 तक 1 करोड़ घरों तक पहुँचने के लक्ष्य के साथ योजना के सुचारू और समय पर क्रियान्वयन को सुनिश्चित करने के लिए सभी राज्यों में प्रगति की सक्रिय रूप से निगरानी कर रही है।

https://mnre.gov.in

विशेषज्ञों द्वारा राजस्थान के नए भूमि पंजीकरण कानून से नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं की लागत में वृद्धि और विलंब की चेतावनी

द इकोनॉमिक टाइम्स, 24 मार्च 2025

उद्योग विशेषज्ञों ने कहा कि भारत के अग्रणी सौर ऊर्जा राज्य राजस्थान में नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाएं अधिक महंगी होने की सम्भावना है और राज्य के भूमि पंजीकरण कानूनों में हाल ही में किए गए संशोधन के कारण देरी का सामना करना पड़ सकता है। राजस्थान सरकार ने सौर परियोजनाओं के लिए भूमि की बिक्री या पट्टे के लिए समझौते पर हस्ताक्षर करते समय कंपनियों के लिए स्टाम्प शुल्क का भुगतान करना अनिवार्य कर दिया है, क्योंकि दोनों प्रकार के समझौतों को अब पंजीकृत होना चाहिए। राजस्थान में नई नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं में पंजीकरण शुल्क और स्टाम्प शुल्क के कारण भूमि व्यय में कम से कम 8 प्रतिशत से 10 प्रतिशत की वृद्धि देखी जाएगी। भूमि पर होने वाला व्यय कुल परियोजना लागत का लगभग पांचवां हिस्सा होता है।

https://economictimes.indiatimes.com/industry/renewables/rajasthans-new-land-registration-law-to-increase-costs-and-delay-renewable-energy-projects-experts-warn/articleshow/119429222.cms

नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता में रिकॉर्ड वार्षिक वृद्धि

आईआरईएनए, 26 मार्च 2025

अंतरराष्ट्रीय अक्षय ऊर्जा एजेंसी (आईआरईएनए) ने नवीकरणीय क्षमता सांख्यिकी 2025 जारी की है, जो वर्ष 2024 में नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता में उल्लेखनीय वृद्धि दर्शाती है, जो कुल 4,448 गीगावॉट (जीडब्ल्यू) है। पिछले वर्ष की 585 गीगावॉट वृद्धि कुल क्षमता विस्तार का 92.5 प्रतिशत अनुपात है, जो 15.1 प्रतिशत की रिकॉर्ड वार्षिक वृद्धि दर को दर्शाता है। वर्ष 2024 के दौरान नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता और विस्तार में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि होने के बावजूद, वर्ष 2030 तक स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता को तीन गुना करने के वैश्विक उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए आवश्यक 11.2 टेरावॉट को पूरा करने के लिए यह प्रगति पर्याप्त नहीं है। इस उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए, 2030 तक प्रत्येक वर्ष नवीकरणीय क्षमता में 16.6 प्रतिशत की वृद्धि होनी चाहिए। इसके अलावा, प्रगति में एक बार फिर काफी स्थानिक अंतर दर्शाया गया है। पिछले वर्षों की तरह अधिकांश वृद्धि एशिया में हुई, जिसमें वैश्विक नवीन क्षमता में चीन का लगभग 64 प्रतिशत हिस्सा है, जबकि मध्य अमेरिका और कैरिबियन ने केवल 3.2 प्रतिशत का योगदान दिया। वर्ष 2024 में, जी7 और जी20 राष्ट्र क्रमशः नव स्थापित क्षमता का 14.3 प्रतिशत और 90.3 प्रतिशत प्रतिनिधित्व करेंगे।

सौरः पिछले वर्ष सौर प्रकाशवोल्टीय प्रणाली की संख्या में 451.9 गीगावॉट की वृद्धि हुई। कुल विस्तार में 278 गीगावॉट का योगदान केवल चीन का था, जबकि भारत 24.5 गीगावॉट के साथ दूसरे स्थान पर था।

जलविद्युत (पंप स्टोरेज हाइड्रोपावर को छोड़कर) की क्षमता 1,283 गीगावॉट तक पहुंच गई, जो वर्ष 2023 से उल्लेखनीय वृद्धि दर्शाती है, जिसका मुख्य कारण चीन का योगदान है। नेपाल, इंडोनेशिया और इथियोपिया पाकिस्तान, तंजानिया और वियतनाम ने 0.5 गीगावॉट से अधिक का योगदान दिया।

पवनः पवन ऊर्जा के विस्तार में मामूली गिरावट देखी गई, जिसके परिणामस्वरूप 2024 के अंत तक कुल क्षमता 1,133 गीगावॉट हो जाएगी। चीन और संयुक्त राज्य अमेरिका (यूएस) एक बार फिर विस्तार के क्षेत्र पर हावी रहे।

जैव ऊर्जाः वर्ष 2024 में विस्तार पुनः शुरू होगा, जिसमें क्षमता में 4.6 गीगावॉट की वृद्धि होगी, जबकि वर्ष 2023 में 3.0 गीगावॉट की वृद्धि होगी। चीन और फ्रांस वृद्धि के प्राथमिक चालक थे, जिनमें से प्रत्येक ने 1.3 गीगावॉट की नवीन क्षमता का योगदान दिया।

भूतापीय ऊर्जा में कुल मिलाकर 0.4 गीगावॉट की वृद्धि हुई, जिसमें न्यूजीलैंड सबसे आगे रहा, उसके बाद इंडोनेशिया, तुर्की और संयुक्त राज्य अमेरिका का स्थान रहा।

ऑफ–ग्रिड विद्युत क्षेत्र (यूरेशिया, यूरोप और उत्तरी अमेरिका को छोड़कर) में क्षमता विस्तार लगभग तीन गुना हो गया, जो 1.7 गीगावॉट बढ़कर 14.3 गीगावॉट तक पहुंच गया। ऑफ–ग्रिड सौर ऊर्जा विकास का प्राथमिक चालक थी, जो वर्ष 2024 तक कुल 6.3 गीगावॉट तक पहुंच जाएगी।

https://www.irena.org/News/pressreleases/2025/Mar/Record-Breaking-Annual-Growth-in-Renewable-Power-Capacity

राष्ट्रीय हरित हाइड्रोजन मिशन के तहत हाइड्रोजन ईंधन वाली बसों और ट्रकों पर प्रायोगिक परियोजनाएं आरंभ

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, 3 मार्च 2025

सरकार ने राष्ट्रीय हरित हाइड्रोजन मिशन के तहत बसों और ट्रकों में हाइड्रोजन के इस्तेमाल के लिए पांच प्रायोगिक परियोजनाएं शुरू की हैं। इससे पहले नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने इस मिशन के तहत परिवहन क्षेत्र में प्रायोगिक परियोजनाओं को कार्यान्वित करने के लिए दिशा–निर्देश जारी किए थे।

तदनुसार, विभिन्न प्रकार के हाइड्रोजन आधारित वाहनों, मार्गों और हाइड्रोजन ईंधन भरने वाले स्टेशनों के लिए प्रस्ताव आमंत्रित किए गए थे। नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने विस्तृत जांच के बाद कुल 37 वाहनों (बसों और ट्रकों) और 9 हाइड्रोजन ईंधन पुनः भरने वाले स्टेशनों की पांच प्रायोगिक परियोजनाओं को मंजूरी दी है। परीक्षण के लिए तैनात किए जाने वाले वाहनों में 15 हाइड्रोजन ईंधन सेल आधारित वाहन और 22 हाइड्रोजन आंतरिक दहन इंजन से चलने वाले वाहन शामिल हैं। ये वाहन देश भर में 10 अलग–अलग मार्गों पर चलेंगे, जैसे ग्रेटर नोएडा–दिल्ली–आगरा, भुवनेश्वर–कोणार्क–पुरी, अहमदाबाद–वडोदरा–सूरत, साहिबाबाद–फरीदाबाद–दिल्ली, पुणे–मुंबई, जमशेदपुर–कलिंग नगर, तिरुवनंतपुरम–कोच्चि, कोच्चि–एडापल्ली, जामनगर–अहमदाबाद और एनएच–16 विशाखापत्तनम–बय्यावरम। उपरोक्त परियोजनाएं टाटा मोटर्स लिमिटेड, रिलायंस इंडस्ट्रीज लिमिटेड, एनटीपीसी, एएनईआरटी, अशोक लीलैंड, एचपीसीएल, बीपीसीएल और आईओसीएल जैसी प्रमुख कंपनियों को दी गई हैं।

भारत सरकार की ओर से चयनित परियोजनाओं के लिए उपलब्ध कराई गई कुल वित्तीय सहायता लगभग 208 करोड़ रुपए होगी। इन प्रायोगिक परियोजनाओं के अगले 18–24 महीनों में चालू होने की संभावना है, जिससे भारत में इन प्रौद्योगिकियों के विस्तार का मार्ग प्रशस्त होगा।

https://mnre.gov.in

एमईआरसी द्वारा एमएसईडीसीएल को कृषि भूमि के लिए 7000 मेगावॉट से अधिक सौर ऊर्जा खरीदने की मंजूरी

द टाइम्स ऑफ इंडिया, 16 मार्च 2025

महाराष्ट्र विद्युत नियामक आयोग (एमईआरसी) ने एमएसईडीसीएल को सौर जनरेटर से 2.82 रुपए से 3.10 रुपए प्रति यूनिट की कम दर पर दीर्घ अवधि के आधार पर 7000 मेगावॉट से अधिक बिजली खरीदने की मंजूरी दे दी है। यह मुख्यमंत्री सौर कृषि वाहिनी योजना 2.0 (एमएसकेवीवाई 2.0) के भाग के रूप में किया जा रहा है, जिसके तहत दिसंबर–2025 तक कृषि फीडरों को सौरकृत करने का प्रस्ताव है। एमएसईडीसी के सूत्रों ने कहा कि राज्य बिजली कंपनी जल्द ही सौर परियोजनाओं के लिए सफल बोलीदाताओं के साथ बिजली खरीद समझौतों पर हस्ताक्षर करेगी। एमएसईडीसीएल के प्रबंध निदेशक श्री लोकेश चंद्रा ने कहा कि महाराष्ट्र कृषि को सौर में स्थानांतरित करने वाला पहला राज्य है और यह कृषि भूमि के लिए दुनिया की सबसे बड़ी वितरित आरई परियोजना है। राज्य 7000 मेगावॉट की खरीद के साथ कुल मिलाकर 16000 मेगावॉट की खरीद करेगा, जबकि पूर्व में 9000 मेगावॉट की खरीद की अनुमति दी गई थी।

https://timesofindia.indiatimes.com/city/mumbai/merc-gives-approval-for-msedcl-to-procure-over-7000-mw-solar-energy-for-farm-lands/articleshowprint/119084151.cms

भारत–जर्मन परियोजना में सिरसिला में सौर ऊर्जा केंद्र का निर्माण

डेक्कन हेराल्ड, 20 मार्च 2025

जर्मनी के इंटरनेशनल एग्रीकल्चर कोऑपरेशन (आईएके) अग्रर कंसल्टिंग जीएमबीएच ने एक अभूतपूर्व तरीके से विकास की दिशा में कार्य करते हुए राजन्ना सिरसिला जिले में सिरसिला को नवीकरणीय ऊर्जा के केंद्र में बदलने के लिए तेलंगाना की सहकारी विद्युत आपूर्ति सोसाइटी (सीईएसएस) के साथ साझेदारी की है। कृषि और सहकारिता मंत्री तुम्माला नागेश्वर राव के साथ एक बैठक के दौरान, आईएके प्रमुख श्री स्वेन गेलहार ने सीईएसएस को सौर ऊर्जा केंद्र में परिवर्तित करने की महत्वाकांक्षी योजनाओं की रूपरेखा तैयार की। इस प्रयास से नवीकरणीय ऊर्जा सहकारी समितियों (आरईसी) की स्थापना से ऊर्जा उत्पादन को विकेंद्रीकृत किया जाएगा, जिससे स्थानीय नागरिक सौर ऊर्जा के उत्पादन में सक्रिय रूप से भाग ले सकेंगे। इस परियोजना का लक्ष्य 2,53,500 से अधिक मौजूदा उपभोक्ताओं को सौर ऊर्जा उत्पादकों में बदलना है, जिसका लक्ष्य सीईएसएस के लिए 80 प्रतिशत ऊर्जा आत्मनिर्भरता है। इस कार्यनीतिक बदलाव से पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों पर निर्भरता में उल्लेखनीय कमी आने तथा कार्बन डाइऑक्साइड के उत्सर्जन में प्रतिवर्ष लगभग 7,05,000 टन की कमी आने की उम्मीद है।

https://www.deccanchronicle.com/southern-states/telangana/indo-german-project-to-make-sircilla-a-solar-power-hub-1868054

केंद्रीय मंत्री श्री प्रल्हाद जोशी द्वारा गुजरात के चिखली में 5.4 गीगावॉट क्षमता के उच्च तकनीक संयंत्र का उद्घाटन

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, 29 मार्च 2025

केंद्रीय नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्री श्री प्रल्हाद जोशी ने गुजरात के चिखली में वारी एनर्जी की अत्याधुनिक 5.4 गीगावॉट क्षमता वाली सौर सेल गीगाफैक्ट्री/विनिर्माण सुविधा का उद्घाटन किया। भारत के सबसे बड़े उन्नत सौर सेल विनिर्माण संयंत्र के रूप में, यह उपलब्धि घरेलू सौर आपूर्ति श्रृंखला को मजबूत करने और आयात पर निर्भरता कम करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। इसके अतिरिक्त अब भारत वैश्विक सौर ऊर्जा मूल्य श्रृंखला में सबसे आगे है, जिससे देश की भूमिका निवल निर्यातक और पारिस्थितिकी तंत्र में प्रमुख प्रवर्तक के रूप में आगे बढ़ती है।

आरबीआई द्वारा प्राथमिकता क्षेत्र के ऋण दिशा–निर्देशों में संशोधन, आवास, नवीकरणीय ऊर्जा के लिए ऋण सीमा में वृद्धि

भारतीय रिजर्व बैंक (आरबीआई) ने प्राथमिकता क्षेत्र ऋण (पीएसएल) के लिए संशोधित दिशा–निर्देश जारी किए, जिनका उद्देश्य अर्थव्यवस्था के प्रमुख क्षेत्रों को बैंक ऋण के लक्ष्यीकरण में सुधार करना है। ये अपडेट किए गए मानदंड 1 अप्रैल, 2025 से लागू हो गए हैं। आरबीआई ने कहा कि संशोधित दिशानिर्देश प्राथमिकता वाले क्षेत्रों को बेहतर बैंक ऋण देने, पीएसएल के कवरेज और प्रभावशीलता को बढ़ाने के लिए तैयार किए गए हैं। संशोधित मानदंडों में प्रमुख बदलावों में आवासीय ऋण के लिए उच्च ऋण सीमा, नवीकरणीय ऊर्जा से संबंधित ऋणों के लिए पात्रता विस्तार और शहरी सहकारी बैंकों के लिए समग्र पीएसएल लक्ष्य को समायोजित करते हुए समायोजित नेट बैंक ऋण (एएनबीसी) या ऑफ–बैलेंस शीट एक्सपोजर के बराबर ऋण (सीईओबीएसई), जो भी अधिक हो, इसे 60 प्रतिशत करना शामिल है। नवीकरणीय ऊर्जा के संबंध में नवीकरणीय ऊर्जा पर आधारित बिजली उत्पादकों और बिजली कंपनियों को 35 करोड़ रु. तक के बैंक ऋणों के लिए पीएसएल वर्गीकरण की पात्रता होगी। इसके अलावा, नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं से संबंधित प्रत्येक घर के उधारकर्ता 10 लाख रुपए तक के ऋण पाने हेतु भी पात्र होंगे।

''थर्मल ऊर्जा भंडारण बैकअप के साथ सौर कोल्ड स्टोरेज के लिए डिजाइन विनिर्देश, प्रदर्शन दिशानिर्देश और परीक्षण प्रक्रिया'' हेतु नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने दिशानिर्देश जारी किए

FEBRUARY 2025

इस दस्तावेज में थर्मल एनर्जी स्टोरेज (टीईएस) बैकअप से युक्त सोलर कोल्ड स्टोरेज सिस्टम के लिए डिजाइन, प्रदर्शन और परीक्षण मानकों पर व्यापक दिशा–निर्देश प्रदान किए गए हैं। ये सिस्टम मुख्य रूप से सौर प्रकाशवोल्टीय प्रणाली की ऊर्जा पर काम करते हैं, जो कृषि, मछली, डेयरी और दवा उत्पादों के संरक्षण के लिए एक स्थायी समाधान प्रदान करते हैं। कोल्ड स्टोरेज की निरंतर उपलब्धता सुनिश्चितता और ग्रिड बिजली या डीजल जनरेटर पर निर्भरता में कमी, ये फसल की कटाई के बाद उसके प्रबंधन में महत्वपूर्ण चुनौतियों का समाधान करते हैं। इन सिस्टम में धूप के घंटों के दौरान रेफ्रीजरेशन को बिजली देने के लिए सौर ऊर्जा का उपयोग किया जाता है जबकि थर्मल एनर्जी स्टोरेज में धूप नहीं होने की अवधि के दौरान प्रचालन को बनाए रखने के लिए शीतलन ऊर्जा संग्रह की जाती है। ये ऑफ–ग्रिड अनुप्रयोगों के लिए डिजाइन किए गए हैं जिनमें विस्तारित बादल स्थितियों के दौरान ग्रिड कनेक्टिविटी के प्रावधान शामिल हैं। इन दिशानिर्देशों में 2 मीट्रिक टन, 5 मीट्रिक टन, 10 मीट्रिक टन और 20 मीट्रिक टन की क्षमता वाले सिस्टम को कवर किया गया है, जिनका तापमान – 5 डिग्री सेल्सियस से 4 डिग्री सेल्सियस तक होता है। कोल्ड रूम को दक्षता के लिए पॉलीयूरेथेन फोम (पीयूएफ) से इंसुलेट किया जाता है और आवश्यक सुरक्षा सुविधाओं और रिमोट मॉनिटरिंग सिस्टम से युक्त किया जाता है। थर्मल एनर्जी स्टोरेज में चरण परिवर्तन सामग्री (पीसीएम) का उपयोग किया जाता है, जो ऊर्जा के दक्षतापूर्वक भंडारण और विस्तारित परिचालन जीवन के माध्यम से दीर्घकालिक लागत को कम करता है।

प्रदर्शन आवश्यकताओं में यह निर्दिष्ट किया गया है कि सिस्टम में दो दिनों के लिए दैनिक प्रीकूलिंग की क्षमता कुल भंडारण क्षमता के 10 प्रतिशत के बराबर होनी चाहिए, जिससे कोल्ड स्टोरेज की स्वायत्तता सुनिश्चित हो सके। सौर पीवी पैनल और टीईएस उच्च दक्षता प्रदान करते हैं, जो स्थायित्व और सुरक्षा के लिए मजबूत डिजाइन मानकों द्वारा प्रबलित होते हैं। दस्तावेज में उल्लिखित परीक्षण प्रक्रियाएं कोल्ड स्टोरेज प्रदर्शन, टीईएस क्षमता और सौर प्रणाली दक्षता को मापने के लिए स्पष्ट प्रोटोकॉल प्रदान किए गए हैं, जिसमें विभिन्न स्थितियों के तहत तापमान रखरखाव और सिस्टम प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए स्वायत्तता परीक्षण शामिल हैं।

इन प्रणालियों को अपनाने से फसल की कटाई के बाद होने वाले नुकसान में काफी कमी आती है, छोटे किसानों की आय बढ़ती है और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने से संधारणीयता का समर्थन होता है। प्रभावी प्रचालन सुनिश्चित करने के लिए, सिस्टम घटकों, सुरक्षा सावधानियों, समस्या निवारण और रखरखाव प्रक्रियाओं का विवरण देते हुए व्यापक मैनुअल प्रदान किए जाते हैं। इसके अतिरिक्त, पांच साल की रखरखाव गारंटी दीर्घकालिक विश्वसनीयता और सिस्टम प्रदर्शन सुनिश्चित होते हैं। ये दिशानिर्देश कोल्ड स्टोरेज क्षेत्र में नवीकरणीय ऊर्जा अनुप्रयोगों को बढ़ावा देने में एक महत्वपूर्ण कदम है, जो संधारणीयता, दक्षता और आर्थिक लाभों को आपस में जोड़ता है।

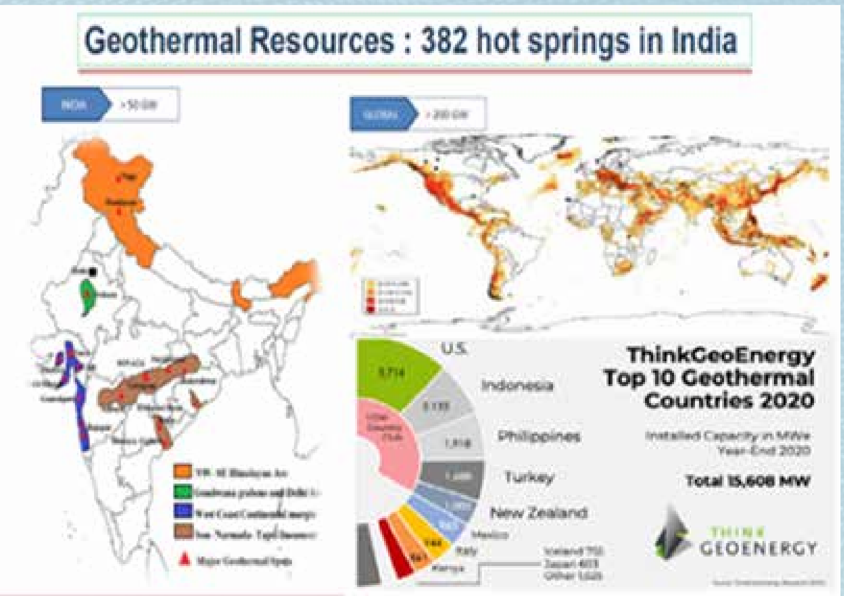
देश में अब तक 1400 से ज्यादा सोलर कोल्ड स्टोरेज सिस्टम लगाए जा चुके हैं। ये दिशा–निर्देश कृषि मंत्रालय और संबंधित राज्य सरकार के विभागों के लिए मार्गदर्शन का काम करेंगे जो सोलर कोल्ड स्टोरेज लगा रहे हैं। इससे सोलर कोल्ड स्टोरेज के लिए निविदा दस्तावेज तैयार करने में मदद मिलेगी। दिशानिर्देश यहां से प्राप्त किए जा सकते हैं:

https://mnre.gov.in/en/notice/guidelines-on-design-specifications-performance-guidelines-and-testing-procedure-for-solar-cold-storage-with-thermal-energy-storage-backup/

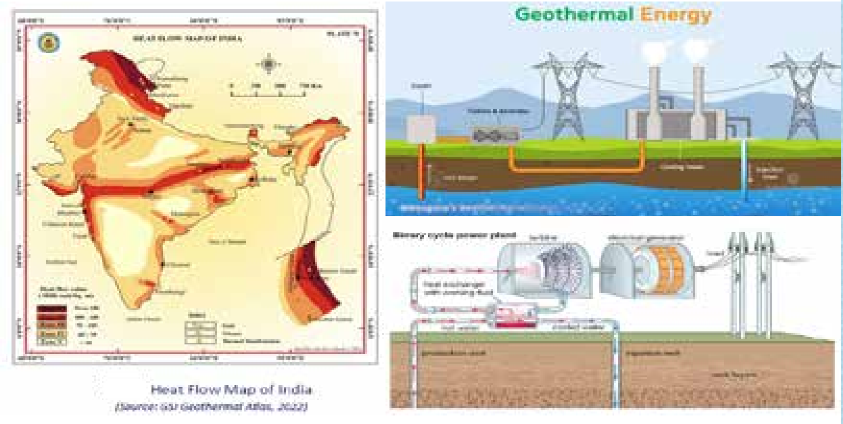
भूतापीय ऊर्जा का दोहनः उभरती संभावनाएं

भूतापीय ऊर्जा अन्य ऊर्जा संसाधनों के संदर्भ में एक बेहतर विकल्प के रूप में उभर रही है। श्रीराम इंस्टीट्यूट फॉर इंडस्ट्रियल रिसर्च (एसआरआई) और रीएनर्जाइज़र इंडस्ट्रीज प्राइवेट लिमिटेड द्वारा 20 किलोवॉट क्षमता का पहला स्वदेशी भूतापीय बिजली संयंत्र विकसित किया गया है और उसका प्रदर्शन किया गया है। इस परियोजना को भारत सरकार के कोयला मंत्रालय द्वारा प्रायोजित किया गया था और नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (एमएनआरई) द्वारा समर्थन दिया गया था। देश में लगभग 350 गर्म झरनों से 10 गीगावॉट की पहचानी गई क्षमता के साथ भूतापीय ऊर्जा आने वाले दिनों में एक तरह से बड़ा बदलाव लाने वाली ऊर्जा बन सकती है।

भारत एक ऐसा देश है जहां नवीकरणीय ऊर्जा के विशाल और विविध संसाधन हैं। भूतापीय ऊर्जा एक आशाजनक नवीकरणीय ऊर्जा संसाधन है, जिसके क्षेत्र में बहुत ज्यादा अन्वेषण नहीं किया गया है, जबकि कई अन्य नवीकरणीय ऊर्जा संसाधनों पर काफी काम हुए हैं। भूतापीय ऊर्जा पृथ्वी की आंतरिक ऊष्मा से प्राप्त होती है, चौबीसों घंटे उपलब्ध रहती है, मौसम की स्थिति से अप्रभावित रहती है और पूरे वर्ष उच्च क्षमता उपयोग कारक (सीयूएफ) प्रदान करती है। इसी वजह से भूतापीय ऊर्जा, पवन और सौर जैसे अन्य रुक–रुक कर आने वाले नवीकरणीय स्रोतों को देखते हुए एक विशेष रूप से आकर्षक विकल्प बन जाती है।



Geothermal energy has the lowest operational cost and carbon footprint among all the renewable sources of energy and its performance is independent of time of day or weather conditions.



भारत की भूतापीय क्षमता

भूतापीय ऊर्जा पृथ्वी की पर्त में यूरेनियम और पोटेशियम जैसे रेडियोधर्मी तत्वों के प्राकृतिक क्षय से उत्पन्न होती है, जिससे गर्मी पैदा होती है और इसका उपयोग बिजली उत्पादन और हीटिंग अनुप्रयोगों के लिए किया जा सकता है। यह ऊर्जा गर्म झरनों, गीजर और भूमिगत जलाशयों के रूप में प्रकट होती है, जो भूतापीय ऊर्जा के प्रमुख स्रोत हैं।

भूतापीय ऊर्जा उत्पादन में अग्रणी देश अमेरिका, फिलीपींस, इंडोनेशिया, तुर्की और न्यूजीलैंड हैं। जबकि भारत में भूतापीय ऊर्जा क्षमता अभी भी अपने प्रारंभिक चरण में है, भूतापीय ऊर्जा से बिजली उत्पादन के लिए देश की संभावित क्षमता बहुत अधिक है। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जीएसआई) का अनुमान है कि सैद्धांतिक रूप से भारत की भूतापीय बिजली क्षमता 10,000 मेगावॉट (10 गीगावॉट) से अधिक है, जो वैश्विक भूतापीय क्षमता के बराबर है। वर्ष 2030 तक, भारत का लक्ष्य इस क्षमता का दोहन करना और 10 गीगावॉट भूतापीय ऊर्जा उत्पन्न करना है, जो देश की नवीकरणीय ऊर्जा यात्रा में एक महत्वपूर्ण उपलब्धि हो सकती है।

भारत ने जीवाश्म ईंधन से ऊर्जा के अधिक स्थायी स्रोतों की ओर अपने फैलाव के भाग के रूप में देश भर में लगभग 382 गर्म झरनों की पहचान की है, जिससे भूतापीय ऊर्जा एक व्यवहार्य और स्वच्छ विकल्प बन गई है। वर्तमान में, भूतापीय संसाधनों को मुख्य रूप से तीन क्षेत्रों में वर्गीकृत किया जाता है:

1. भू–दबाव क्षेत्र,
2. गर्म चट्टानी क्षेत्र, और
3. भूतापीय संवहन क्षेत्र।

दुनिया भर में केवल जलतापीय संवहन क्षेत्रों का ही व्यावसायिक रूप से दोहन किया जाता है, भारत की भूतापीय क्षमता मुख्यतः इन तीन क्षेत्रों से जुड़ी हुई है।

भूतापीय ऊर्जा: लाभ और अनुप्रयोग

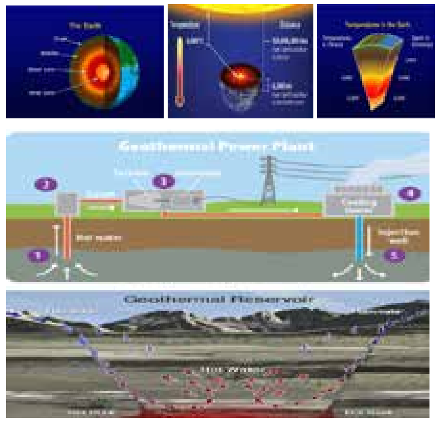
भूतापीय ऊर्जा कई प्रमुख लाभ प्रदान करती है:

- **निरंतर आपूर्ति:** सौर या पवन ऊर्जा के विपरीत, भूतापीय ऊर्जा 24/7 उपलब्ध है, जो एक विश्वसनीय बिजली आपूर्ति सुनिश्चित करती है।
- **पर्यावरण पर न्यूनतम पदचिह्न:** भूतापीय बिजली संयंत्रों से कार्बन उत्सर्जन जीवाश्म ईंधन आधारित बिजली उत्पादन की तुलना में बहुत कम है।
- **लंबी आयु:** भूतापीय संयंत्रों की आयु 100 वर्ष से अधिक होती है।
- **कम प्रचालन लागत:** भूतापीय संयंत्रों से एक बार प्रचालन शुरू होने के बाद इनकी रखरखाव और प्रचालन लागत अपेक्षाकृत कम होती है।
- **विविध अनुप्रयोग:** भूतापीय ऊर्जा का उपयोग बिजली उत्पादन, हीटिंग और कूलिंग, जल विलवणीकरण, ग्रीनहाउस खेती, प्रशीतन और यहां तक कि दुर्लभ धातुओं और गैसों के निष्कर्षण के लिए भी किया जा सकता है।

भारत का पहला स्वदेशी भूतापीय ऊर्जा संयंत्र

भारत की भूतापीय ऊर्जा यात्रा में एक महत्वपूर्ण कदम इसके पहले स्वदेशी भूतापीय ऊर्जा संयंत्र का विकास है, जो श्रीराम इंस्टीट्यूट फॉर इंडस्ट्रियल रिसर्च (एसआरआई) और रीएनर्जाइज़र इंडस्ट्रीज प्राइवेट लिमिटेड (आरआईपीएल) के बीच एक सहयोगात्मक प्रयास है।

भारत सरकार के कोयला मंत्रालय द्वारा प्रायोजित और नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (एमएनआरई) द्वारा समर्थित इस परियोजना में 5 किलोवॉट के भूतापीय प्रायोगिक विद्युत संयंत्र का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया है। यह संयंत्र 65 डिग्री सेल्सियस पर गर्म पानी के स्रोत का उपयोग करके भूतापीय ऊर्जा का अनुकरण करते हुए बिजली पैदा करता है, जो भारत के लिए एक महत्वपूर्ण उपलब्धि है।



तकनीकी लाभ

मुख्य प्रौद्योगिकी:
- इसमें जैविक रेफ्रिजरेंट का उपयोग करके भूतापीय नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग किया जाता है
- अपशिष्ट ऊष्मा का बिजली उत्पादन, हरित हाइड्रोजन उत्पादन और अन्य कामों के लिए पुनः उपयोग किया जाता है

मुख्य उपकरण:
- पूरी तरह से स्वदेशी, अंतरराष्ट्रीय गुणवत्ता मानकों के अनुसार भारत में डिजाइन और निर्मित
- उन्नत बोरवेल डिजाइन के आधार पर लंबी प्रचालन अवधि (100 वर्ष से अधिक)

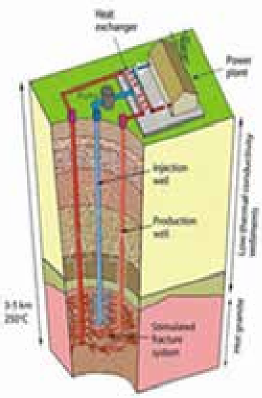
प्रदर्शन मीट्रिक्स:
- ऊर्जा बचत: तेलंगाना में एक प्रायोगिक परियोजना के दौरान 16 गीगा जूल की बचत हासिल की गई

क्षमता कारक:
- 98 प्रतिशत से अधिक पर प्रचालन, निरंतर और विश्वसनीय ऊर्जा उत्पादन सुनिश्चित करना

विद्युत घनत्व:
- सौर ऊर्जा की तुलना में 5 गुना अधिक विद्युत घनत्व प्रदान करता है

Comparison of renewable energy sources

S. No.	Factors	Geothermal	Fossil fuels	Solar	Wind	Hydro
1	OPEX cost	Low	High	High	High	High
2	Land footprint	Low	High	High	High	High
3	Carbon footprint	8 gCO_2/KW	980g CO_2/KW	48 gCO_2/KW	12 gCO_2/KW	24 gCO_2/KW
4	Capacity	>99%	58%	25%	35%	32%
5	Power density	> 5times solar	> 50 times solar	< (1/5) geothermal	< (1/3) times geothermal	< (1/4) times geothermal
6	Life cycle	>100 yrs	>30 yrs	>10yrs	>7 yrs	>30 yrs
7	Weather impact	None	None	High	High	High



इस सफलता का श्रेय डॉ. भूपेश शर्मा, श्री हिमांशु गुप्ता, डॉ. मनमोहन कुमार और डॉ. मुकुल दास सहित वैज्ञानिकों के समर्पित प्रयासों को जाता है, जिन्होंने कम तापमान पर उबलने वाले तरल पदार्थों के लिए टर्बाइन सहित इस स्वदेशी रूप से डिजाइन की गई प्रक्रिया को विकसित किया है। इस नवाचार का विस्तार पहली बार वास्तविक भूतापीय संसाधनों पर भी स्थापित किया गया है, जिसकी क्षमता 20 किलोवॉट है। यह सुविधा फरवरी 2023 से तेलंगाना के मनुगुरु में चालू हो गई है। सिंगारेनी कोलियरीज कंपनी लिमिटेड (एससीसीएल) के स्थानीय समर्थन से विकसित और भारत सरकार के कोयला मंत्रालय द्वारा प्रायोजित, गोदावरी बेसिन में स्थित इस साइट पर बिजली उत्पादन के लिए 65–68 डिग्री सेल्सियस पर गर्म पानी के निर्वहन का उपयोग किया जाता है। स्वदेशी रूप से विकसित प्रक्रिया आईपीआर, पेटेंट संख्या 548040 के साथ संरक्षित है।

*Among 381 geothermal locations in India, Manuguru stands out with a promising potential of 122 MW!

पर्यावरण पर प्रभाव

जीएचजी उत्सर्जन प्रदर्शन:

- जीवाश्म ईंधन आधारित संयंत्रों की तुलना में कार्बन डाइ ऑक्साइड उत्सर्जन में 99 प्रतिशत की कमी, 600 मीट्रिक टन कार्बन डाइ ऑक्साइड की कमी
- नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों में सबसे कम ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन और भूमि पर प्रभाव।

सर्कुलर इकोनॉमी को प्रोत्साहन:

- तेल और गैस प्रचालन से निकलने वाली अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग किया जाता है, जिससे अपशिष्ट न्यूनीकरण और ऊर्जा दक्षता में योगदान मिलता है

हरित ऊर्जा:

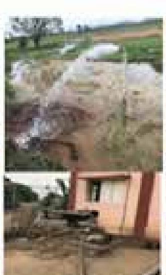
- स्थिर ग्रिड प्रचालन के लिए बेसलोड ऊर्जा प्रदान करता है, जिससे 24/7 स्वच्छ ऊर्जा सुनिश्चित होती है

सभी मौसमों में प्रचालन:

- मौसम की स्थिति से स्वतंत्र रूप से प्रचालित होता है, जिससे निरंतर ऊर्जा आपूर्ति सुनिश्चित होती है

कार्यरत मॉडल के विवरण

दिल्ली में 5 किलोवॉट प्रोटोटाइप



मनुगुरु, तेलंगाना राज्य में 20 किलोवॉट प्रायोगिक क्षेत्र प्रदर्शन

- जैव थर्मल नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग करके स्वदेशी और पेटेंट की गई प्रक्रिया प्रौद्योगिकी
- पेटेंट नं. 548046

20 किलोवॉट भूतापीय विद्युत संयंत्र का सामाजिक प्रभाव: 14.06.2024 को पेगादेरु गांव, मनुगुरु में गांव के लोग

बाइनरी ऑर्गेनिक रैंकिन साइकिल (ओआरसी) प्रौद्योगिकी

बाइनरी ऑर्गेनिक रैंकिन साइकिल (ओआरसी) तकनीक भूतापीय ऊर्जा को कम तापमान पर एक व्यवहार्य ऊर्जा स्रोत बनाने की कुंजी है। इस तकनीक में भूतापीय स्रोतों से गर्मी को बिजली में बदलने के लिए ब्यूटेन, आइसोब्यूटेन, पेंटेन और आर245एफए जैसे कम क्वथनांक वाले कार्बनिक तरल पदार्थों का उपयोग किया जाता है। एसआरएफ लि. के सहयोग से, एक कस्टम ऑर्गेनिक तरल पदार्थ भी विकसित किया गया है, जो विशिष्ट भूतापीय संसाधन क्षमता और स्थानीय पर्यावरणीय परिस्थितियों के अनुरूप है।

ओआरसी प्रणाली एक बंद लूप चक्र में काम करती है, जहां भूतापीय ऊष्मा का उपयोग वाष्पीकरणकर्ता में कार्बनिक कार्यशील द्रव को वाष्पीकृत करने के लिए किया जाता है। परिणामस्वरूप बनने वाली वाष्प एक टर्बाइन में फैलती है, जिससे बिजली पैदा होती है क्योंकि यह जनरेटर से जुड़े रोटर को चलाती है। फिर वाष्प को कंडेंसर में वापस तरल रूप में संघनित किया जाता है और प्रक्रिया अपने आप में दोहराई जाती है।

इस बंद लूप प्रणाली में न केवल यह सुनिश्चित किया जाता है कि वायुमंडल में कोई हानिकारक उत्सर्जन न हो, बल्कि अन्य थर्मल अनुप्रयोगों के लिए अतिरिक्त गर्मी का पुनः उपयोग भी संभव बनाया जाता है। इसके अलावा, ओआरसी सिस्टम की मॉड्यूलर प्रकृति से ये प्रणालियां विकेंद्रीकृत बिजली उत्पादन के लिए आदर्श बन जाती है, खास तौर पर दूरदराज के स्थानों में।

भावी मार्ग: भारत में भूतापीय ऊर्जा का विस्तार

प्रायोगिक परियोजनाओं और जारी अनुसंधान में महत्वपूर्ण प्रगति दर्शाई गई है, लेकिन वर्ष 2030 तक 10 गीगावॉट भूतापीय ऊर्जा के महत्वाकांक्षी लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए भारत को भूतापीय विद्युत उत्पादन को बढ़ाने पर ध्यान केंद्रित करना होगा।

- **मौजूदा मूलसंरचना का पुनः उपयोग:** भूतापीय ऊर्जा उत्पादन को बढ़ाने का एक तरीका मौजूदा बोरवेल का पुनः उपयोग करना है। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जीएसआई), ओएनजीसी और ऑयल इंडिया लिमिटेड (ओआईएल) जैसी प्रमुख भारतीय कम्पनियों ने अन्वेषण उद्देश्यों के लिए पहले ही कई बोरवेल खोद कर तैयार कर लिए हैं। इन्हें भूतापीय ऊर्जा उत्पादन के लिए अनुकूलित किया जा सकता है, जिससे संभावित रूप से लागत कम हो सकती है और विकास प्रक्रिया में तेजी आ सकती है।

- **नीतिगत हस्तक्षेप और वित्तीय सहायता:** भूतापीय ऊर्जा के विकास में तेजी लाने के लिए विशेषज्ञों ने लक्षित नीतिगत हस्तक्षेप और वित्तीय सहायता की मांग की है। एक प्रस्तावित समाधान व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण है, जिसमें पूंजी और प्रचालन लागत दोनों का 50 प्रतिशत से 70 प्रतिशत कवर किया जाएगा। इससे भूतापीय ऊर्जा परियोजनाओं में निजी क्षेत्र की भागीदारी को बढ़ावा मिलेगा।

- **सुदूर क्षेत्रों में भूतापीय परियोजनाएं:** लद्दाख में, ओएनजीसी, एमएनआरई, एसआरआई और जीएसआई के सहयोग से 1 मेगावॉट भूतापीय बिजली संयंत्र की योजना बनाई जा रही है। इस क्षेत्र की भूतापीय क्षमता, विशेष रूप से पुगा और चुमाथांग जैसे क्षेत्रों में, भारत की नवीकरणीय ऊर्जा कार्यनीति में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने की उम्मीद है।

आगे की ओर एक स्थायी रास्ता

भारत में भूतापीय क्षेत्र की यात्रा गति पकड़ रही है और निरंतर नवाचार और सहयोग के साथ देश अपनी विशाल भूतापीय क्षमता के उपयोग के लिए पूरी तरह से तैयार है। प्रायोगिक परियोजनाओं को बढ़ाकर, मौजूदा मूलसंरचना को फिर से तैयार करके, और वित्तीय और तकनीकी सहायता के साथ पणधारकों के समर्थन से, भूतापीय ऊर्जा भारत के नवीकरणीय ऊर्जा मिश्रण का एक अभिन्न अंग बन सकती है। यह वर्ष 2030 तक 500 गीगावॉट नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता प्राप्त करने और वर्ष 2070 तक निवल शून्य उत्सर्जन प्राप्त करने के देश के महत्वाकांक्षी लक्ष्य के अनुरूप है।

भूतापीय प्रौद्योगिकी की सफल तैनाती भारत के ऊर्जा पोर्टफोलियो में विविधता लाने, जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करने और आने वाली पीढ़ियों के लिए स्थायी बिजली उपलब्ध कराने में भी मदद मिल सकती है। सही नीतियों और निवेश के साथ भूतापीय ऊर्जा भारत के स्वच्छ ऊर्जा भविष्य के लिए एक बड़ा बदलाव ला सकती है।

भूपेश शर्मा
श्रीराम इंस्टीट्यूट फॉर इंडस्ट्रियल रिसर्च दिल्ली
bhupeshsharma@shriraminstitute.org

अनिल कुमार
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय,
भारत सरकार

ऊर्जा सुरक्षा प्राप्त करने के लिए एग्री पीवी

भारत ने वर्ष 2070 तक निवल शून्य उत्सर्जन वाला देश बनने के लिए दुनिया के प्रति प्रतिबद्धता प्रकट की है। इस यात्रा में कार्बन उत्सर्जन को कम करने के हर संभावित मार्ग की भूमिका का पता लगाया जा रहा है। इन मार्गों में एग्री पीवी में अपार संभावनाएं निहित हैं। इस लेख में आईसीएमआर और एमएनआरई के एक प्रयास, एग्री पीवी के लिए उत्कृष्टता केंद्र के डॉ. डी के सिंह और डॉ. सी विश्वनाथन, एग्री पीवी पर श्वेत पत्र की बारीकियों पर चर्चा की गई है, जिसमें इसके कार्यान्वयन में इसके लाभ और चुनौतियां शामिल हैं।

पृष्ठभूमि

एग्री–प्रकाशवोल्टीय (एग्री पीवी) जिसे एग्रोवोल्टाइक भी कहा जाता है, इसमें प्रकाशवोल्टीय सेल के माध्यम से कृषि और बिजली उत्पादन के लिए खेती योग्य भूमि का एक साथ उपयोग किया जाता है। एग्री पीवी प्रणाली में एक ही भूमि पर कृषि मदों और बिजली के उत्पादन के माध्यम से भूमि की उत्पादकता को बढ़ाया जाता है और कार्बन उत्सर्जन को कम करने में मदद मिलती है। भारत ने वर्ष 2070 तक निवल शून्य उत्सर्जन प्राप्त करने के लिए प्रतिबद्धता जताई है और वर्ष 2030 तक गैर–जीवाश्म ऊर्जा स्रोतों से 500 गीगावॉट का लक्ष्य रखा है। इस लक्ष्य के अनुरूप, नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (एमएनआरई) ने वर्ष 2030 तक सौर पीवी से 292 गीगावॉट प्राप्त करने का लक्ष्य रखा है।

दिसंबर 2024 तक भारत की कुल नवीकरणीय ऊर्जा स्थापित क्षमता 209.44 गीगावॉट थी। शेष 6 वर्षों में सौर पीवी से 292 गीगावॉट का लक्ष्य प्राप्त करने के लिए ठोस प्रयासों की आवश्यकता है। एग्री

पीवी सिस्टम से अनेक चुनौतियों के साथ अनेक लाभ भी मिलते हैं। उत्कृष्टता केंद्र–आईसीएआर – भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली द्वारा एक श्वेत पत्र तैयार किया गया है, जिसका शीर्षक है 'भारत में निवल शून्य उत्सर्जन लक्ष्य, ऊर्जा सुरक्षा और किसानों की आय बढ़ाने के लिए एग्री पीवी'। एग्री पीवी के लिए उत्कृष्टता केंद्र द्वारा प्रकाशित श्वेत पत्र एग्री पीवी समाधान, इसके लाभ और इसके कार्यान्वयन में चुनौतियों के बारे में जानकारी प्रदान की गई है। इसमें ऊर्जा सुरक्षा और किसानों की आय बढ़ाने के दृष्टिकोण से एग्री पीवी को भी विचार में लिया जाता है। इस लेख में इस श्वेत पत्र का सार प्रस्तुत किया गया है।

1. परिचय

एग्री पीवी की वैश्विक स्वीकार्यता तेजी से बढ़ रही है। एग्री पीवी की वैश्विक स्थापित क्षमता वर्ष 2012 में 5.0 मेगावॉट से बढ़कर वर्ष 2018 में 2.9 गीगावॉट हो गई और वर्ष 2021 तक 14 गीगावॉट से अधिक हो गई। फ्रॉनहोफर इंस्टीट्यूट फॉर सोलर एनर्जी सिस्टम्स (आईएसई) के अनुसार, इस 14 गीगावॉट की स्थापना का अधिकांश हिस्सा एशिया में चीन, जापान, कोरिया और यूरोप में फ्रांस, इटली, जर्मनी और नीदरलैंड से आता है।

एग्री पीवी की परिभाषाएं अलग–अलग देशों में अलग–अलग हैं। हालांकि, जीआईजेड जीएमबीएच की रिपोर्ट की परिभाषा और 'भारत में एग्री पीवी' में प्रकाशित परिभाषा में समानता पाई गई है। इसमें कहा गया है कि एग्री पीवी सिस्टम में कृषि संदर्भ उपज का कम से कम 66 प्रतिशत होना चाहिए, जिससे माउंटिंग संरचनाओं के कारण भूमि का नुकसान श्रेणी 1 (ओवरहेड पीवी) के लिए 10 प्रतिशत से कम और श्रेणी 2 (इंटरस्पेस पीवी) के लिए 15 प्रतिशत से कम हो। इसके साथ भारत में एग्री पीवी के लिए मानकों को परिभाषित और विकसित करने की आवश्यकता है। साथ ही, इस बारे में नीति विकसित करने की आवश्यकता है कि विभिन्न कृषि–जलवायु क्षेत्रों में कितनी कृषि भूमि एग्री पीवी के अंतर्गत हो सकती है।

एग्री पीवी के लाभ

एग्री पीवी के मुख्य लाभों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- बिजली और फसलों के उत्पादन के लिए एक साथ भूमि उपयोग के माध्यम से भूमि उपयोग उत्पादकता में वृद्धि।
- एक ही भूमि खंड से राजस्व सृजन में वृद्धि।
- आय के विविध स्रोत के माध्यम से वित्तीय जोखिम में कमी।
- ग्रामीण युवाओं के लिए सौर ऊर्जा संयंत्र स्थापित करने, रोजगार सृजन और विविध और कई गतिविधियों से आय के अवसर।
- फसल के निचले भाग से कूलिंग के कारण पैनल की दक्षता में वृद्धि।

2. भारत में एग्री पीवी

कृषि एवं किसान कल्याण विभाग द्वारा प्रकाशित वर्ष 2021–22 के लिए भूमि उपयोग सांख्यिकी के अनुसार, भारत का कुल भौगोलिक क्षेत्र 328.75 मिलियन हेक्टेयर है, जिसमें से 141.01 मिलियन हेक्टेयर निवल बोया गया क्षेत्र है और 219.16 मिलियन हेक्टेयर सकल फसल क्षेत्र है। भारत में एग्री पीवी की सैद्धांतिक क्षमता बहुत अधिक है, जिसमें कृषि भूमि का हिस्सा 59 प्रतिशत से अधिक है। वर्षा जल संचयन प्रणालियों और कृषि कार्यों के लिए ऊर्जा के ऑन–साइट उपयोग के साथ एग्री पीवी को एकीकृत करने से स्थायी कृषि प्रथाओं का समर्थन करने की इसकी क्षमता और बढ़ जाती है।

3. भारत में एग्री पीवी को अपनाने में चुनौतियां

एग्री पीवी से अनेक लाभ मिलते हैं, सिस्टम की जटिलता और संभावित जोखिम जैसी कई चुनौतियाँ भी हैं। पारंपरिक सौर प्रतिष्ठानों की तुलना में एग्री पीवी सिस्टम की दीर्घकालिक सफलता और कार्यान्वयन सुनिश्चित करने के लिए चुनौतियों का समाधान करना आवश्यक है।

कुछ मुख्य चुनौतियाँ और संभावित समाधान तालिका 1 में प्रस्तुत हैं।

तालिका 1. भारत में एग्री पीवी के कार्यान्वयन में मुख्य चुनौतियाँ और संभावित समाधान

चुनौतियां	संभावित समाधान
भूमि–उपयोग परिवर्तन	▪ कृषि भूमि उपयोग की नीति में बदलाव ▪ बिजली की बिक्री से होने वाली आय के कारण देय कर के मुद्दे का समाधान ▪ एग्री पीवी के लिए कृषि भूमि को पट्टे पर देने की नीति बनाना ▪ पशुओं सहित जीवन के लिए जोखिम के मुद्दों का समाधान
यंत्रीकरण	पीवी पैनलों के नीचे उपयोग के लिए अनुकूलित विशेष मशीनरी विकसित करना। कुछ फसलों के लिए पीवी पैनल डिजाइन को अनुकूलित करना।
उपज और क्षेत्र की हानि	▪ फसल उपयुक्तता मैट्रिक्स विकसित करने के लिए विभिन्न कृषि–जलवायु क्षेत्रों में एग्री पीवी प्रायोगिक परियोजनाओं के माध्यम से एग्री पीवी प्रणाली के तहत प्रकाश संश्लेषण और उपज पर पीएआर (प्रकाश संश्लेषक सक्रिय विकिरण), एलएसपी (प्रकाश संतृप्ति बिंदु), एलसीपी (प्रकाश क्षतिपूर्ति बिंदु) के प्रभाव पर व्यवस्थित अध्ययन का संचालन करना।
फसल की उपयुक्तता	▪ भारत के विभिन्न कृषि–जलवायु क्षेत्रों में फसलों की उपज हानि की मात्रा निर्धारित करने के लिए अध्ययन करना। ▪ फसलों की प्रमुख विशेषताओं जैसे प्रकाश की तीव्रता अनुकूलनशीलता, प्रकाश संश्लेषण दक्षता, पत्ती के स्टोमेटा या जलरंध्र का विनियमन जल उपयोग दक्षता, तापमान सहिष्णुता, कीटों, पीड़कों और रोगों की गतिशीलता में परिवर्तन, कृषि कार्यों में आसानी आदि का अध्ययन करना।
उच्च प्रारंभिक लागत	▪ एग्री पीवी को बढ़ावा देने के लिए एक स्पष्ट नीति और प्रोत्साहन योजना विकसित करना ▪ सब्सिडी, कर लाभ, उच्च फीड–इन टैरिफ और कम ब्याज पर ऋण के माध्यम से किसानों और विकासकों द्वारा निवेश का समर्थन करना ▪ पीएम–कुसुम घटक–ए का एग्री इंफ्रा फंड (एआईएफ) के साथ संकेंद्रण भारत में एग्री पीवी प्रणाली को बढ़ावा देने के लिए एक प्रमुख पहल है। इस पहल के बारे में पणधारकों को जागरूक करने की आवश्यकता है।
बिजली की निकासी	▪ नुकसान को कम करने के लिए सबस्टेशनों के नजदीक पर्याप्त निकासी क्षमता विकसित करने की आवश्यकता है ▪ उत्पादित बिजली के कैप्टिव उपयोग के लिए नीति विकसित की जाए। ▪ निकासी और उपयोग के लिए क्लस्टर योजनाएं आजमाई जा सकती हैं

फसल – गोभी, सनमास्टर, नजफगढ़, दिल्ली

फसल – हल्दी, जीआईपीसीएल, अमरोल, गुजरात

अन्य चुनौतियों में एग्री पीवी सिस्टम का प्रचालन और रखरखाव करने के लिए कुशल जनशक्ति की उपलब्धता और उनकी सुरक्षा शामिल है। एग्री पीवी परियोजनाओं की सफलता के लिए विश्वविद्यालयों, संस्थानों और अनुसंधान केंद्रों के वैज्ञानिकों और छात्रों को शामिल करना महत्वपूर्ण है।

फसल–केला, मन्वथ, महाराष्ट्र

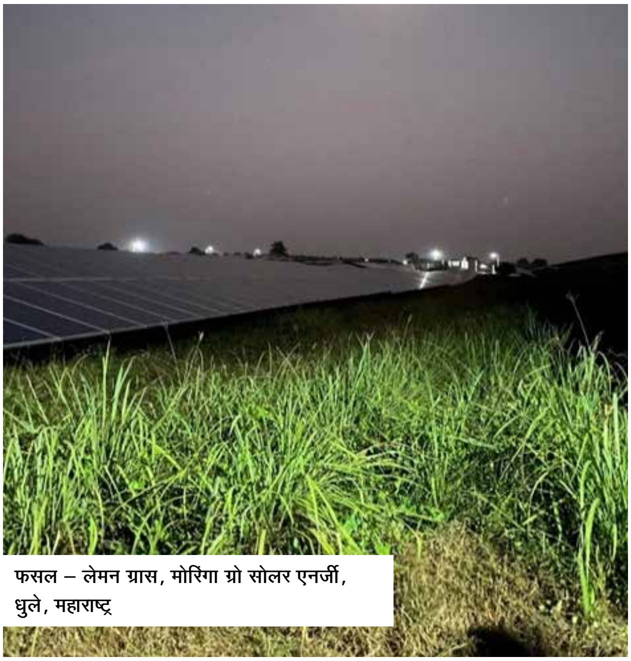
क्षमता निर्माण

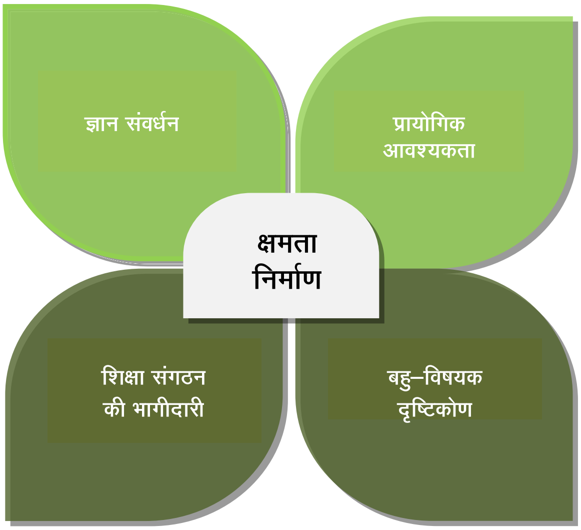
भारत भर में इस प्रकार की किसी भी प्रणाली के सफल क्रियान्वयन में किसान और पणधारक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। सौर ऊर्जा से संचालित कृषि को व्यापक रूप से अपनाने और दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए उनकी धारणाओं और चिंताओं को संबोधित किया जाना चाहिए।

निष्कर्ष

कृषि भूमि से सौर ऊर्जा उत्पादन को संबोधित करने के लिए एग्री पीवी एक आशाजनक समाधान है। इससे ऊर्जा की बिक्री से अतिरिक्त राजस्व, ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में कमी, फसल उत्पादन के साथ–साथ सौर ऊर्जा उत्पादन में वृद्धि सहित कई लाभ मिलते हैं। वर्ष 2070 तक निवल शून्य उत्सर्जन स्तर प्राप्ति के लिए कृषि भूमि पर सौर पैनल लगाना आवश्यक हैं। एग्री पीवी का उपयोग पूरी दुनिया में तेजी से बढ़ रहा है।

फसल – अंगूर और साइट्रस सह्याद्रि फार्म, नासिक, महाराष्ट्र


फसल – लेमन ग्रास, मोरिंगा ग्रो सोलर एनर्जी, धुले, महाराष्ट्र



भारत जैसे देश में जहां व्यापक कृषि भूमि उपलब्ध है, एग्री पीवी की स्थापना के लिए आदर्श स्थिति प्रदान की जाती है। हालांकि, इसके अनेक लाभों के बावजूद, इसमें कई चुनौतियां भी हैं।

चुनौतियों का समाधान करने के लिए नीति निर्माताओं, शोधकर्ताओं, किसानों और उद्योग सहित विभिन्न पणधारकों के ठोस प्रयासों की आवश्यकता है। मानकीकृत परिभाषाएं और दिशा–निर्देश स्थापित करना, वित्तीय प्रोत्साहन और सहायता प्रदान करना, विशेष मशीनरी विकसित करना, प्रायोगिक परियोजनाएं, शिक्षा और अनुसंधान के माध्यम से ज्ञान बढ़ाना और सामुदायिक सहभागिता को बढ़ावा देना एग्री पीवी की पूरी क्षमता को साकार करने की दिशा में आवश्यक कदम हैं।

डी के सिंह और सी विश्वनाथन
उत्कृष्टता केंद्र
आईसीएआर, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली
dksingh.wtc@gmail.com | dksingh@iari.res.in

भारत में समुद्री ऊर्जा का दोहन

परिचय

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने भारत के नवीकरणीय ऊर्जा पोर्टफोलियो का विस्तार जारी रखा है, समुद्री ऊर्जा भी कार्बन उत्सर्जन को कम करते हुए भारत की बढ़ती ऊर्जा मांगों को पूरा करने के लिए एक स्थायी समाधान प्रदान करता है। इस लेख में समुद्री ऊर्जा प्रौद्योगिकियों की वर्तमान स्थिति, भारत में उनकी क्षमता और भारत में समुद्री ऊर्जा के विकास को आगे बढ़ाने के लिए एमएनआरई द्वारा किए गए वर्तमान प्रयासों का वर्णन किया गया है।

महासागर ऊर्जा में प्रौद्योगिकियां

ज्वारीय ऊर्जा

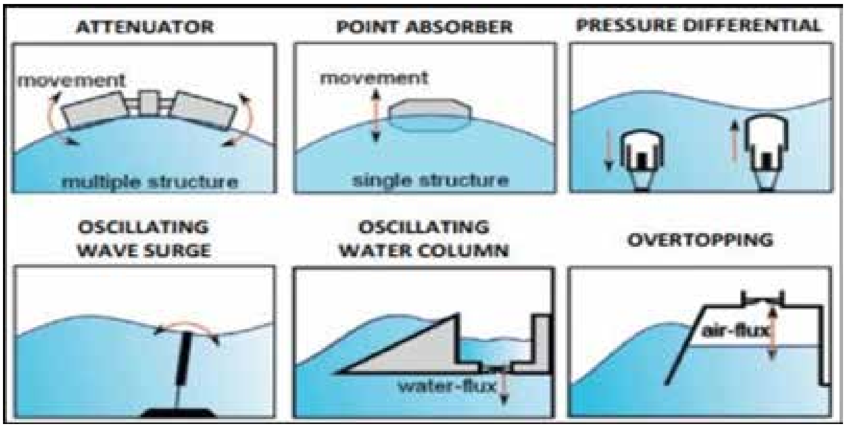
ज्वारीय ऊर्जा में बिजली उत्पन्न करने के लिए पृथ्वी के घूर्णन के साथ चंद्रमा और सूर्य के गुरुत्वाकर्षण बलों का उपयोग किया जाता है। अधिकांश पारंपरिक ज्वारीय श्रेणी योजनाओं में बल्ब टर्बाइन का उपयोग किया जाता है, जो रन–ऑफ–रिवर संयंत्रों में उपयोग किए जाने वाले हाइड्रोपावर टर्बाइनों के समान कार्य करती हैं। ज्वारीय श्रेणी प्रौद्योगिकी बिजली उत्पादन के लिए तीन प्राथमिक विधियां प्रदान करती है :

- **ज्वार भाटा से उत्पादन:** उच्च ज्वार के समय जलाशय भर जाता है; कम ज्वार के दौरान पानी छोड़े जाने पर बिजली उत्पन्न होती है।
- **फ्लड टाइड से उत्पादन:** कम ज्वार के समय जलाशय खाली हो जाता है; जब बढ़ते हुए ज्वार टर्बाइनों के माध्यम से प्रवाहित होते हैं तो बिजली उत्पन्न होती है।
- **दो–तरफा उत्पादन:** विशेष रिवर्सिबल टर्बाइनों का उपयोग करके आने वाली और बाहर जाने वाली दोनों ज्वार के दौरान बिजली का उत्पादन किया जाता है।

तरंग ऊर्जा

तरंग ऊर्जा का उपयोग विभिन्न तकनीकों के माध्यम से किया जा सकता है जो समुद्री तरंगों की ऊर्जा को बिजली में परिवर्तित करती हैं। प्रत्येक तकनीक के अपने फायदे हैं, और इसका चयन तरंग की स्थिति, स्थान (तटीय, निकटवर्ती या अपतटीय) और ऊर्जा आवश्यकताओं जैसे कारकों पर निर्भर करता है। प्राथमिक प्रकारों में नीचे सूचीबद्ध प्रकार शामिल हैं।

- **एटेन्यूएटर्स:** ये लहरों की दिशा के समानांतर संरेखित लंबी, तैरती हुई संरचनाएं हैं। ये उपकरण लहरों के गुजरने पर लचीले होते हैं और इनकी गति को हाइड्रोलिक सिस्टम का उपयोग करके बिजली में परिवर्तित किया जाता है।
- **पॉइंट एब्जॉर्बर:** ये तैरते हुए उपकरण हैं जो लहरों के साथ ऊपर और नीचे चलते हैं। सापेक्ष गति का उपयोग हाइड्रोलिक पंप या जनरेटर को चलाने के लिए किया जाता है। पॉइंट एब्जॉर्बर कॉम्पैक्ट होते हैं और इन्हें अपतटीय सरणियों में तैनात किया जा सकता है।
- **जलमग्न दाब विभेदक उपकरण:** समुद्र तल पर स्थापित ये उपकरण ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए गुजरती तरंगों के कारण उत्पन्न दाब अंतर का उपयोग करते हैं।
- **ऑसिलेटिंग वेव सर्ज कन्वर्टर्स:** ये उपकरण बिजली उत्पादन के लिए पिस्टन या हाइड्रोलिक सिस्टम को चलाने के लिए तरंगों की क्षैतिज गति का उपयोग करते हैं। इन्हें आम तौर पर समुद्र तल के निकट तट पर लगाया जाता है।



चित्र 1: तरंग ऊर्जा प्रणालियों के प्रकार (डब्ल्यूईएस)

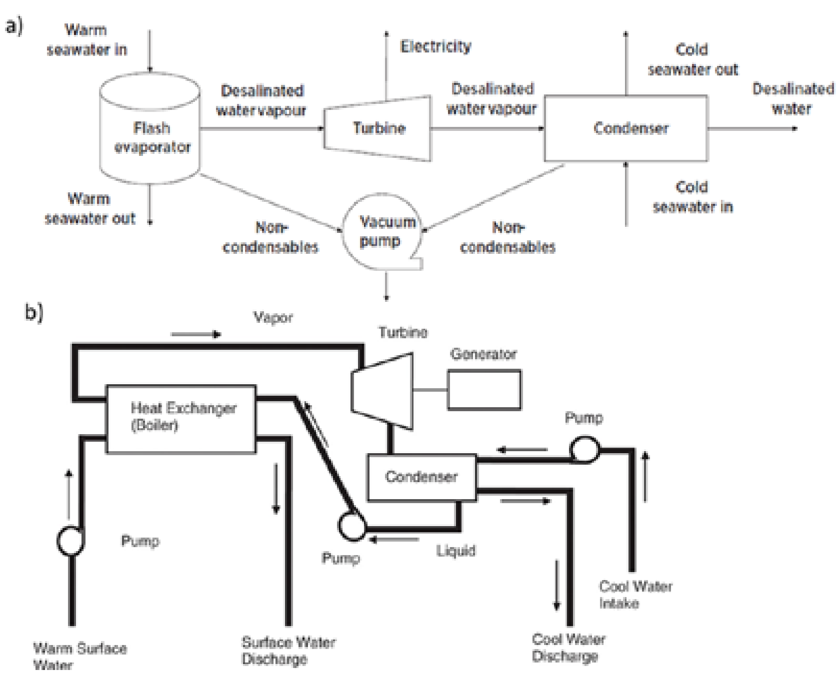
स्रोत : मेमन, एस., लॉवल, ओ. एम., तारिक, एस. ए., और खालिद, बी. (2020)। यू. के. में तरंग ऊर्जा: वर्तमान विस्तार, चुनौतियां और पूर्वानुमान। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ सोलर थर्मल वैक्यूम इंजीनियरिंग, 2(1), 59–78

- **ऑसिलेटिंग वॉटर कॉलम (ओडब्ल्यूसी):** ये उपकरण तरंगों की गति का उपयोग करके एक कक्ष में हवा को संपीड़ित करते हैं। संपीड़ित हवा बिजली उत्पन्न करने के लिए एक टर्बाइन चलाती है। ओडब्ल्यूसी को अक्सर तट पर या तट के पास स्थापित किया जाता है।
- **ओवरटॉपिंग डिवाइस:** ये संरचनाएं जलाशय में लहरों से पानी को इकट्ठा करती हैं। फिर पानी को टर्बाइनों के जरिए वापस समुद्र में छोड़ा जाता है, जिससे बिजली पैदा होती है।

महासागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी)

महासागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) एक नवीकरणीय ऊर्जा तकनीक है जो समुद्र के गर्म सतही पानी और ठंडे गहरे पानी के बीच तापमान के अंतर का उपयोग करके बिजली उत्पन्न करती है। ओटीईसी के तीन मुख्य प्रकार हैं।

- **ओपन–साइकिल:** कम दबाव वाले कम्पार्टमेंट में वाल्व के माध्यम से गर्म सतही पानी को अंदर लाया जाता है और फ्लैश वाष्पित किया जाता है। वाष्प से एक जनरेटर चलता है और नीचे से पंप किए गए ठंडे समुद्री पानी द्वारा इसे संघनित किया जाता है। संघनित पानी को एकत्र किया जा सकता है और क्योंकि यह मीठा पानी है, इसलिए इसका उपयोग विभिन्न उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है (चित्र 2ए)। इसके अतिरिक्त, नीचे से पंप किए गए ठंडे समुद्री पानी को संघनन की सुविधा के लिए उपयोग करने के बाद, एयर–कंडीशनिंग सिस्टम में डाला जा सकता है। इस प्रकार, सिस्टम बिजली, मीठे पानी और एयर–कंडीशनिंग का उत्पादन कर सकते हैं।
- **बंद चक्र:** उच्च तापमान वाले सतही जल का उपयोग कम क्वथनांक वाले कार्यशील द्रव को गर्मी प्रदान करने के लिए किया जाता है, जिससे उच्च वाष्प दाब प्राप्त होता है (चित्र 2बी)। सबसे आम तौर पर अमोनिया का उपयोग कार्यशील द्रव के रूप में किया जाता है, हालांकि प्रोपलीन और रेफ्रिजरेंट का भी अध्ययन किया गया है। वाष्प एक जनरेटर चलाता है जो बिजली पैदा करता है; कार्यशील द्रव वाष्प को फिर गहरे समुद्र से ठंडे पानी द्वारा संघनित किया जाता है और एक बंद प्रणाली में वापस पंप किया जाता है।
- **हाइब्रिड प्रणालियां:** हाइब्रिड प्रणालियां खुले और बंद दोनों चक्रों को जोड़ती हैं, जहां फ्लैश वाष्पीकरण द्वारा उत्पन्न भाप को बंद चक्र को चलाने के लिए ऊष्मा के रूप में उपयोग किया जाता है।



चित्र 2: (ए) खुला चक्र ओटीईसी, (बी) बंद चक्र ओटीईसी

स्रोत (चित्र 2 बी) महासागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण प्रौद्योगिकी संक्षिप्त विवरण, जून 2014

भारत में संभावनाएं और अवसर

संसाधन मूल्यांकन

सागर ऊर्जा की वैश्विक स्थापित क्षमता अन्य नवीकरणीय ऊर्जा की तुलना में कम है, लेकिन बढ़ रही है। द इंटरनेशनल रिन्यूएबल एनर्जी एजेंसी (आईआरईडीए) का अनुमान है कि वैश्विक स्तर पर ज्वारीय ऊर्जा की लगभग 550 मेगावॉट और तरंग ऊर्जा की 16 मेगावॉट की कुल परियोजनाएं हैं।

भारत में ज्वारीय ऊर्जा के दोहन की महत्वपूर्ण क्षमता है, क्योंकि इसकी लंबी तटरेखा है, खास तौर पर खंभात की खाड़ी, कच्छ की खाड़ी और पश्चिम बंगाल में सुंदरबन जैसे क्षेत्रों में। आईआरईडीए की रिपोर्ट के अनुसार, भारत की ज्वारीय ऊर्जा की सैद्धांतिक क्षमता 12,455 मेगावॉट होने का अनुमान है, जिसमें गुजरात और पश्चिम बंगाल में सबसे अधिक सघनता है। अकेले खंभात की खाड़ी में 7000 मेगावॉट, कच्छ की खाड़ी में 1200 मेगावॉट और सुंदरबन क्षेत्र में लगभग 100 मेगावॉट बिजली है।

क्रिसिल के अनुसार, देश की तरंग ऊर्जा क्षमता 41.3 गीगावॉट होने का अनुमान है, जिसके कारण यह भारत के नवीकरणीय ऊर्जा पोर्टफोलियो में एक आशाजनक वृद्धि कर सकती है। भारत के दक्षिणी तट, विशेष रूप से तमिलनाडु, केरल और कर्नाटक को तरंग ऊर्जा के दोहन के लिए उपयुक्त क्षेत्रों के रूप में पहचाना जाता है।

भारत में महासागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) में देश के उष्णकटिबंधीय तट के कारण महत्वपूर्ण संभावनाएं हैं, जहां गर्म सतही जल और ठंडे गहरे जल के बीच तापमान का अंतर इस तकनीक के लिए आदर्श है। राष्ट्रीय महासागर प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईओटी) भारत में ओटीईसी विकास में सबसे आगे रहा है। एक उल्लेखनीय पहल में इस नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत का दोहन करने के लिए लक्षद्वीप द्वीप समूह में कवरत्ती के पास योजनाबद्ध 1 मेगावॉट का प्रदर्शन संयंत्र शामिल है।

प्रौद्योगिकी	कुल क्षमता	स्थान	परियोजना/क्षेत्रीय क्षमता
ज्वारीय ऊर्जा	12,455 मेगावॉट	खम्भात की खाड़ी	7000 मेगावॉट
		कच्छ की खाड़ी	1200 मेगावॉट
		सुंदरवन	100 मेगावॉट
तरंग ऊर्जा	41.3 मेगावॉट	दक्षिणी तट (तमिलनाडु, केरल, कर्नाटक)	41.3 गीगावॉट
ओटीईसी	1 मेगावॉट	लक्षद्वीप द्वीप समूह (कवारत्ती)	1 मेगावॉट (प्रदर्शन संयंत्र)

भौगोलिक लाभ

- **विस्तृत तटरेखा**
- 7,500 कि.मी. की तटरेखा जो विविध समुद्री ऊर्जा अवसर प्रदान करती है
- सुसंगत तरंग पैटर्न के साथ हिंद महासागर में कार्यनीतिक स्थान
- विभिन्न महासागर ऊर्जा प्रौद्योगिकियों के लिए उपयुक्त अनेक द्वीप और तटीय क्षेत्र
- **अनुकूल महासागरीय परिस्थितियाँ**
- विशिष्ट क्षेत्रों (खंभात की खाड़ी, कच्छ की खाड़ी) में मजबूत ज्वारीय श्रेणियाँ
- दक्षिणी तटरेखा के साथ लगातार लहर गतिविधि
- उष्णकटिबंधीय जल में ओटीईसी के लिए उपयुक्त तापमान प्रवणता

तकनीकी और मूलसंरचना सहायता

- **अनुसंधान और विकास**
- समुद्री ऊर्जा प्रौद्योगिकियों पर फोकस करने वाले एनआईओटी जैसे स्थापित संस्थान
- मौजूदा समुद्री अनुसंधान मूलसंरचना और विशेषज्ञता
- अपतटीय इंजीनियरिंग और समुद्री प्रचालन में बढ़ता अनुभव
- **सहायक मूलसंरचना**
- बंदरगाहों सहित अच्छी तरह से विकसित तटीय मूलसंरचना
- तटीय क्षेत्रों के पास मौजूदा बिजली ग्रिड कनेक्शन
- अपतटीय प्रचालनों का समर्थन करने वाली समुद्री सुविधाए

नीति और आर्थिक रूपरेखा

- **विनियामक समर्थन**
- नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा समुद्री ऊर्जा को नवीकरणीय ऊर्जा के रूप में वर्गीकृत किया गया
- नवीकरणीय ऊर्जा विकास का समर्थन करने वाली नीतिगत रूपरेखा
- स्वच्छ ऊर्जा प्रौद्योगिकियों को बढ़ावा देने वाली सरकारी पहल
- **आर्थिक संभावना**
- तटीय क्षेत्र की बड़ी आबादी स्थानीय मांग पैदा कर रही है
- एकीकृत अनुप्रयोगों (बिजली उत्पादन, अलवणीकरण) की संभावना
- तटीय क्षेत्रों में औद्योगिक और आर्थिक विकास के अवसर

पर्यावरणीय और सामाजिक लाभ

- पर्यावरणीय प्रभाव
- नवीकरणीय ऊर्जा लक्ष्यों में योगदान
- कम कार्बन उत्सर्जन
- सतत तटीय विकास
- **सामाजिक विकास**
- तटीय समुदायों में रोजगार सृजन
- दूरदराज के तटीय और अंतर्देशीय क्षेत्रों के लिए ऊर्जा सुरक्षा
- समुद्री प्रौद्योगिकी क्षेत्र में कुशल कार्यबल का विकास

सामरिक लाभ

भारत समुद्री ऊर्जा का दोहन करने के लिए अद्वितीय सामरिक लाभ प्रदान करता है। निम्नलिखित लाभ भारत को अपने नवीकरणीय ऊर्जा पोर्टफोलियो के एक महत्वपूर्ण घटक के रूप में समुद्री ऊर्जा विकसित करने के लिए अनुकूल स्थिति प्रदान करते हैं।

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय के वर्तमान प्रयास

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय नवीकरणीय ऊर्जा विकास में कार्यनीतिक पहल पेरिस समझौते के तहत भारत के राष्ट्रीय स्तर पर निर्धारित योगदान (एनडीसी) के अनुसार कार्य करता है, जो उत्सर्जन में कमी और स्वच्छ ऊर्जा बदलाव के लक्ष्यों दोनों का समर्थन करती है। लक्षित अनुसंधान निवेश, प्रौद्योगिकी प्रदर्शनों और सहयोगी भागीदारी के माध्यम से, मंत्रालय नवीकरणीय ऊर्जा को भारत के सतत ऊर्जा भविष्य के एक विश्वसनीय घटक के रूप में स्थापित करने के लिए काम कर रहा है।

मंत्रालय नवीकरणीय ऊर्जा अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी विकास (आरई–आरटीडी) कार्यक्रम को क्रियान्वित कर रहा है, जिसका उद्देश्य देश भर में कुशल और लागत प्रभावी तरीके से नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा के व्यापक उपयोग के लिए स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास को बढ़ावा देने के लिए अनुसंधान एवं विकास प्रयासों को बढ़ाना है। नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने आरई–आरटीडी कार्यक्रम के तहत समुद्री ऊर्जा विकास को भी शामिल किया है।

अनिल कुमार, वैज्ञानिक 'ई',
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय,
भारत सरकार

पिपासा लायक, सलाहकार,
विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं नीति अध्ययन केंद्र
(सीएसटीईपी)
pipasa.layak@ctep.in

स्वचालित पीईएम ईंधन सेल घटकों / स्टैक असेंबली लाइन का विकास

भारत हाइड्रोजन ऊर्जा के अनुसंधान एवं विकास में भारी निवेश कर रहा है। ईंधन सेल एक ऐसी डिवाइस है जो रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है। आईआईटीएमआरपी–एआरसीआई के अनुसंधानकर्ता पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन ईंधन सेल (पीईएमएफसी) पर काम कर रहे हैं और यह तकनीक देश में प्रदर्शन और क्षेत्र परीक्षण की प्रक्रिया से गुजर रही है। अगले तार्किक चरण के रूप में, एआरसीआई ने स्वचालित पीईएमएफसी घटकों/स्टैक फैब्रिकेशन के लिए एक प्रायोगिक–स्केल विनिर्माण सुविधा विकसित की है। इस प्रचालन में शामिल अनुसंधानकर्ता विकास प्रक्रिया का संक्षिप्त विवरण देते हैं।

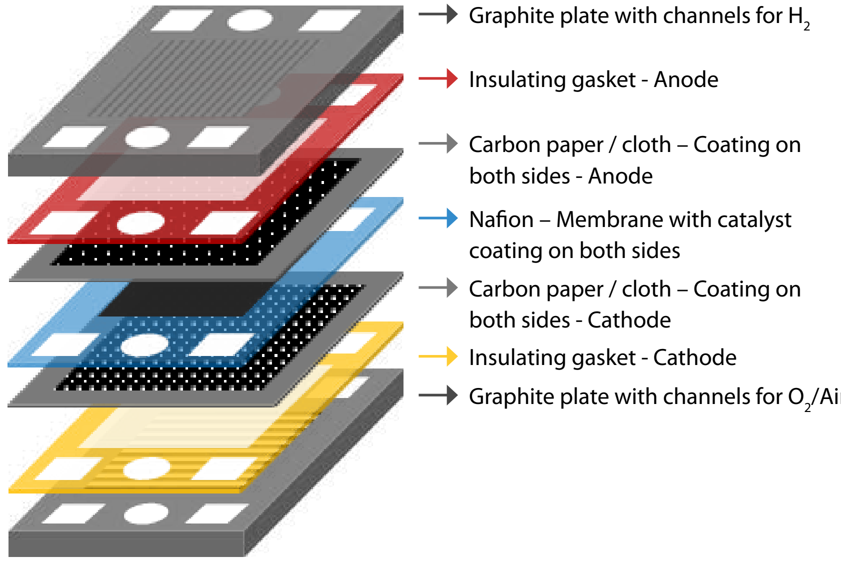
हाइड्रोजन ईंधन सेल एक ऊर्जा रूपांतरण डिवाइस है जो विद्युत–रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा गैसीय हाइड्रोजन ईंधन की रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है। उन्हें मुख्य रूप से सेल में उपयोग किए जाने वाले इलेक्ट्रोलाइट के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। इनमें से पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन (पीईएम) इंधन सेल्स को स्थिर और परिवहन दोनों प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किया गया है। कम तापमान वाले पीईएम (एलटी–पीईएम) ईंधन सेल लगभग 80 डिग्री सेल्सियस पर काम करते हैं। इन्हें आसानी से चलाया और बंद किया जा सकता है और ये गतिशील भार पर अच्छी तरह से प्रतिक्रिया करते हैं। ईंधन सेल के बीच, एलटी–पीईएम ईंधन सेल प्रौद्योगिकी वर्तमान में दो, तीन और चार पहिया वाहनों, छोटी नावों, बसों, ट्रकों, ट्रेनों, ट्राम, फेरी जैसे हेवी ड्यूटी वाहनों और फोर्कलिफ्ट ट्रक जैसे सामग्री ले जाने वाले वाहनों के साथ–साथ दूरसंचार क्षेत्र में स्थिर अनुप्रयोगों के लिए तैनाती के लिए अग्रणी तकनीक है।

वर्तमान में, हमारे देश में होने वाले ईंधन सेल प्रदर्शनों और क्षेत्रीय परीक्षणों में मुख्य रूप से आयातित एलटी–पीईएम ईंधन सेल स्टैक होते हैं। ईंधन सेल प्रणाली की लागत का बड़ा हिस्सा वर्तमान में स्टैक पर हावी है। ईंधन सेल स्टैक कई एकल सेल्स से बना है (संख्या वांछितशक्ति पर निर्भर करती है)। ईंधन सेल प्रणाली में ईंधन टैंक (रिफॉर्मर के साथ या उसके बिना), ऑक्सीडेंट का स्रोत (वायु या ऑक्सीजन), पावर कंडीशनर (डीसी/एसी कन्वर्टर), अपशिष्ट ताप एक्सचेंजर, निकास प्रणाली आदि शामिल होते हैं। इन्हें सिस्टम का संतुलन (बीओएस) या प्लांट का संतुलन (बीओपी) के रूप में जाना जाता है, जो एक प्रमुख लागत घटक बनता है। विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए पीईएम ईंधन सेल (पीईएमएफसी) प्रणाली की तैनाती और इसकी लागत में कमी मुख्य रूप से भारत अंदर इसकी विनिर्माण क्षमता पर निर्भर करती है। इसलिए, एडवांस्ड रिसर्च सेंटर इंटरनेशनल (एआरसीआई) ने भारत सरकार के नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा प्रायोजित एवं वित्तपोषित स्वचालित पीईएमएफसी घटकों/स्टैक निर्माण के लिए

एक प्रायोगिक लाइन की स्थापना करके ऐसी क्षमता के विकास की शुरुआत की।

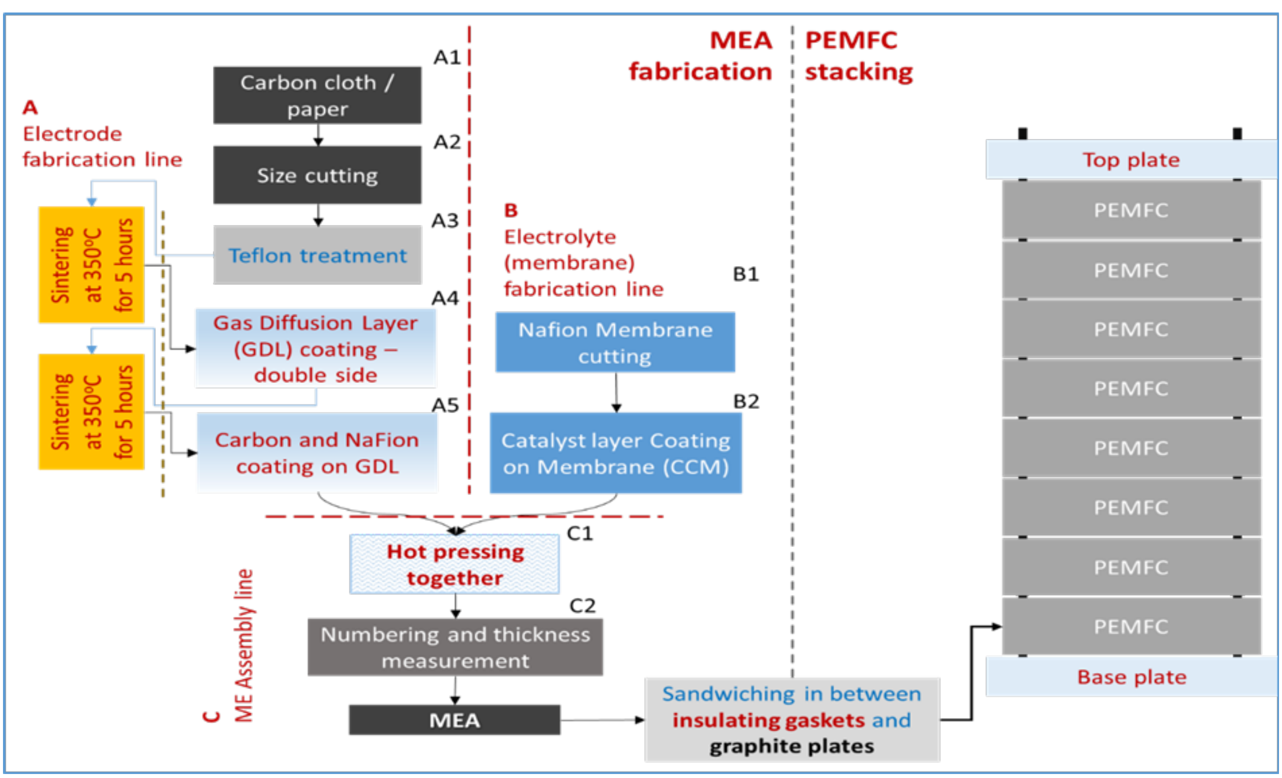
पीईएमएफसी स्टैक में विभिन्न भौतिक गुणों वाले कई घटक शामिल होते हैं। पीईएमएफसी घटकों के साथ–साथ स्वचालन प्रक्रिया के लिए स्टैक विकास में शामिल विभिन्न चरणों की पहचान की गई। तदनुसार, एआरसीआई ने ईंधन सेल प्रौद्योगिकी केंद्र (सीएफसीटी) में पीईएमएफसी स्टैक/घटक असेंबली की स्थापना में भागीदार के रूप में उन्नत विनिर्माण प्रौद्योगिकी विकास केंद्र (एएमटीडीसी), चेन्नई के साथ सहयोग किया। पीईएमएफसी कई घटकों का एक संयोजन है जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है। पीईएमएफसी प्रणाली में प्रमुख तत्व गैस–प्रसार इलेक्ट्रोड, उत्प्रेरक–लेपित झिल्ली और ग्रेफाइट द्विध्रुवी प्लेट हैं। चित्र 2 पीईएमएफसी के प्रत्येक प्रमुख तत्व के निर्माण में शामिल अनुक्रम प्रस्तुत करता है। जैसा कि चित्र 2 में प्रस्तुत किया गया है, प्रचालन का क्रम इस प्रकार है :

- गैस प्रसार परत (जीडीएल);



चित्र 1: पीईएमएफसी असेंबली घटकों का योजनाबद्ध

- उत्प्रेरक–लेपित झिल्ली (झिल्ली पर उत्प्रेरक) का निर्माण;
- झिल्ली इलेक्ट्रोड असेंबली (एमईए) का निर्माण;
- एमईए, इन्सुलेटिंग गैसकेट, ग्रेफाइट प्लेट और एंडप्लेट (पीईएमएफसी स्टैक) की असेंबली; और आवश्यक पावर रेटिंग के लिए कई एकल पीईएमएफसी की स्टैकिंग।



चित्र 2: पीईएमएफसी स्टैक निर्माण के लिए प्रक्रिया अनुक्रम

चित्र 3: एआरसीआई–सीएफसीटी, चेन्नई में स्थापित पीईएमएफसी घटक/स्टैक असेंबली प्रायोगिक लाइन

इस पूरे निर्माण क्रम के स्वचालन में निम्नलिखित कई चुनौतियां हैं :

1. इलेक्ट्रोड पर कार्बन घोल की नियंत्रित कोटिंग (वजन और मोटाई के अनुसार);
2. प्रोटॉन एक्सचेंज झिल्ली पर उत्प्रेरक की नियंत्रित कोटिंग (वजन और मोटाई के अनुसार);
3. झिल्ली इलेक्ट्रोड की असेंबली के दौरान लेपित क्षेत्रों का उचित संरेखण; और
4. गैस्केट के साथ रिसाव–प्रूफ सीलिंग।

उपरोक्त आवश्यकताओं के अलावा, असेंबली के दौरान विभिन्न सामग्रियों को संभालने में उनकी नाजुक स्वरूप के कारण अतिरिक्त देखभाल की आवश्यकता होती है। ये घटक कई मिलीमीटर मोटाई मापने वाले ग्रेफाइट प्लेटों से लेकर केवल 60 माइक्रोमीटर मापने वाले उत्प्रेरक लेपित झिल्ली तक होते हैं। उपरोक्त प्रचालन और घटकों को उचित स्वचालन समाधान जैसे रोल कटर, कन्वेयर, स्क्रीन प्रिंटिंग, न्यूमेटिक हैंडलिंग, पिक–एंड–प्लेस प्रक्रिया के लिए रोबोटिक आर्म का उपयोग करके संभाला गया है।

इसके अलावा, एमईए और गैसकेट को बांधने के लिए ग्लूइंग स्टेशन और असेंबली टेबल में अंतिम स्टैक को क्लैंप करने के लिए टॉर्किंग स्टेशन विकसित किए गए हैं। संपूर्ण प्रक्रिया पैरामीटर और चरण पर्यवेक्षी नियंत्रण और डेटा अधिग्रहण (स्काडा) प्रणाली के माध्यम से नियंत्रित किए जाते हैं। ये स्वचालन सुविधाएं कम समय और प्रक्रिया की बेहतर विश्वसनीयता के साथ पीईएमएफसी घटकों/स्टैक विकास के बड़े पैमाने पर निर्माण को साकार करने में सक्षम बनाती हैं। इस मूल संरचनो का उपयोग करते हुए लगभग 100 किलोवॉट/वर्ष की क्षमता वाले पीईएमएफसी स्टैक/घटकों को लक्षित किया गया है।

निष्कर्ष

निष्कर्ष के तौर पर, स्वचालित ईंधन सेल असेंबली लाइन भारत में अपनी तरह की पहली होगी, जो पीईएम ईंधन सेल निर्माण में आत्मनिर्भरता की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। इसका प्राथमिक उद्देश्य ईंधन सेल असेंबली के लिए एक घरेलू मॉडल स्थापित करना है, जो आत्मनिर्भर भारत के दृष्टिकोण के अनुरूप हो। यह सेटअप एक लागत प्रभावी समाधान होगा, जिसमें मुख्य रूप से देश अंदर से प्राप्त सामग्री का उपयोग किया जाएगा। इसके अतिरिक्त, स्वचालित असेंबली लाइन अनुकूलित ईंधन सेल बनाने और भारत के स्वच्छ ऊर्जा पारिस्थितिकी तंत्र को आगे बढ़ाने के लिए व्यवहार्यता अध्ययन में सक्षमता प्रदान करेगी।

आर बालाजी, रमन वेदराजन और के राम्या
सेंटर फॉर फ्यूल सेल टेक्नोलॉजी–एआरसीआई
आईआईटीएम रिसर्च पार्क, चेन्नई
rbalaji.arci@nic.in

बायोगैस क्षेत्र में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की भूमिका

बायोगैस प्रौद्योगिकी ग्रामीण भारत की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ–साथ अपशिष्ट प्रबंधन चुनौतियों का समाधान करने और संधारणीय कृषि में योगदान देने की महत्वपूर्ण क्षमता रखती है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) में तेजी से हो रही प्रगति के साथ यह बायोगैस क्षेत्र में क्रांति लाने का अवसर है, जिससे इसे अधिक कुशल, आर्थिक रूप से व्यवहार्य और स्केलेबल बनाया जा सके। इस लेख में बायोगैस उद्योग में, विशेष रूप से भारत में किसानों और उद्यमियों के लिए इसके अनुप्रयोगों, आर्थिक क्षमता, सरकारी समर्थन और क्षेत्र में नवाचारों की जांच पड़ताल से आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की भूमिका के बारे में जानने का प्रयास किया गया है।

बायोगैस प्रौद्योगिकी को समझना

बायोगैस का उत्पादन पशु खाद, कृषि अवशेषों और खाद्य अपशिष्ट जैसे कार्बनिक पदार्थों के अवायवीय पाचन के माध्यम से किया जाता है। बायोगैस के प्राथमिक घटक मीथेन और कार्बन डाइऑक्साइड हैं, जिसमें मीथेन मुख्य ऊर्जा स्रोत है। ग्रामीण भारत में, बायोगैस पारंपरिक खाना पकाने के ईंधन जैसे कि जलाऊ लकड़ी, केरोसिन और एलपीजी के लिए एक पर्यावरण–अनुकूल विकल्प प्रदान करता है, साथ ही उप–उत्पाद के रूप में जैविक उर्वरक भी बनाता है।

हाल के वर्षों में, जमीनी स्तर पर बायोगैस संयंत्रों को बढ़ावा देने के लिए ठोस प्रयास किए गए हैं, खास तौर पर ग्रामीण क्षेत्रों में जहां किसान और छोटे उद्यमी किफायती और टिकाऊ ऊर्जा समाधानों से लाभ उठा सकते हैं। जबकि, इस क्षेत्र को अकुशल संचालन, वास्तविक समय की निगरानी की कमी और बायोगैस संयंत्रों के खराब प्रदर्शन जैसी चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। यहीं पर एआई एक परिवर्तनकारी भूमिका निभा सकता है।

बायोगैस प्रौद्योगिकी में एआई के अनुप्रयोग

1. बायोगैस उत्पादन का अनुकूलन

एआई की मदद से किण्वन प्रक्रिया को अनुकूलित करके बायोगैस संयंत्रों की दक्षता में सुधार लाया जा सकता है। मशीन लर्निंग एल्गोरिदम बायोगैस डाइजेस्टर में स्थापित सेंसर से डेटा का विश्लेषण कर सकते हैं ताकि तापमान, हाइड्रोजन की क्षमता, गैस संरचना और फीडस्टॉक गुणवत्ता जैसे मापदंडों की निगरानी की जा सके।

इस डेटा के आधार पर, एआई मॉडल मीथेन उत्पादन को अधिकतम करने के लिए अनुकूलतम परिचालन स्थितियों का पूर्वानुमान लगा सकते हैं। विकेंद्रीकृत बायोगैस संयंत्रों का प्रबंधन करने वाले किसानों और उद्यमियों के लिए, इसका अर्थ है कम परीक्षण और त्रुटि, बेहतर संसाधन उपयोग और लगातार उत्पादन।

2. पूर्वानुमानित रखरखाव और खराबी की पहचान

बायोगैस संयंत्रों को नियमित रखरखाव की आवश्यकता होती है, और उपकरण विफलताओं के कारण निष्क्रिय रहने का समय महंगा हो सकता है। एआई–संचालित पूर्वानुमानित रखरखाव प्रणालियों द्वारा सेंसर और रखरखाव रिकॉर्ड से पुराने डेटा का उपयोग करके यह अनुमान लगाया जाता है कि उपकरण (जैसे, पंप, कंप्रेसर या डाइजेस्टर) कब खराब होने की संभावना है। इससे सक्रिय रखरखाव की सुविधा मिलती है, अप्रत्याशित ब्रेकडाउन के जोखिम में कमी आती है और संयंत्र की विश्वसनीयता में सुधार आता है।

3. अपशिष्ट से ऊर्जा फीडस्टॉक अनुकूलन

एआई से बायोगैस उत्पादन के लिए सबसे उपयुक्त अपशिष्ट फीडस्टॉक की पहचान करने में सहायता मिल सकती है। एआई मॉडल डेटा एनालिटिक्स का उपयोग करते हुए विभिन्न कार्बनिक पदार्थों (जैसे, गाय का गोबर, फसल अवशेष, खाद्य अपशिष्ट) की पोषण सामग्री का विश्लेषण कर सकते हैं और अनुमान लगा सकते हैं कि किस संयोजन से सबसे अधिक बायोगैस उत्पादन होगा। किसानों के लिए, इसका अर्थ है कि वे स्थानीय रूप से उपलब्ध अपशिष्ट का अधिक कुशलता से उपयोग कर सकते हैं, इनपुट की लागत को कम कर सकते हैं और बायोगैस संयंत्र की समग्र उत्पादकता में सुधार कर सकते हैं।

» **भविष्योन्मुखी स्मार्ट बायोगैस संयंत्र:** टिकाऊ भविष्य के लिए अक्षय ऊर्जा को डिजिटल कृषि के साथ एकीकृत करना

4. आपूर्ति श्रृंखला और रसद प्रबंधन

एआई अपशिष्ट पदार्थों को एकत्रित करने के बाद बायोगैस संयंत्रों तक लाने, संग्रहीत करने और परिवहन करने की रसद को अनुकूलित करने में मदद कर सकता है। एआई से संचालित होने वाले टूल मौसमी चक्रों या स्थानीय कृषि गतिविधियों के आधार पर अपशिष्ट उपलब्धता का पूर्वानुमान लगा सकते हैं, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि बायोगैस संयंत्रों में हमेशा फीडस्टॉक की स्थिर आपूर्ति हो। यह ग्रामीण क्षेत्रों में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है जहां परिवहन और रसद मूल संरचना तक पहुंच सीमित हो सकती है।

5. ऊर्जा और उप–उत्पाद उपयोग

एआई बायोगैस संयंत्रों द्वारा उत्पादित ऊर्जा के उपयोग को अनुकूलित कर सकता है। उदाहरण के लिए, एआई एल्गोरिदम वास्तविक समय की मांग के आधार पर बिजली उत्पादन, खाना पकाने और हीटिंग के बीच बायोगैस के वितरण को नियंत्रित कर सकते हैं। इसी तरह, एआई का उपयोग यह सुनिश्चित करते हुए कि इसे कृषि के लिए उच्च गुणवत्ता वाले जैविक उर्वरक में परिवर्तित किया जाए, पोषक तत्वों से भरपूर घोल के उप–उत्पाद डाइजेस्टेट के उपयोग को अनुकूलित करने के लिए किया जा सकता है।

बायोगैस क्षेत्र में एआई को अपनाने के कारण

बायोगैस प्रौद्योगिकी में एआई को अपनाने से कई लाभ होते हैं, खास तौर पर भारतीय संदर्भ में।

- **दक्षता में वृद्धि**
  एआई संसाधनों के अधिक दक्षतापूर्वक उपयोग से यह सुनिश्चित किया जा सकता है, जो ग्रामीण क्षेत्रों में महत्वपूर्ण है जहाँ यह सीमित हो सकता है। उत्पादन प्रक्रिया के अनुकूलन और अपशिष्ट में कमी लाकर एआई किसानों और उद्यमियों को बायोगैस निवेश पर अपने रिटर्न को अधिकतम करने में मदद करता है।
- **संधारणीय और पर्यावरणीय प्रभाव**
  एआई बायोगैस संयंत्रों को उनके पर्यावरण पर होने वाले प्रभाव को कम करने में मदद कर सकता है। मीथेन उत्पादन के अनुकूलन और रिसाव या अक्षमताओं में कमी लाकर एआई सिस्टम यह सुनिश्चित करते हैं कि बायोगैस संयंत्र अधिक सतत तरीके से संचालित हों, जो ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के भारत के लक्ष्यों में योगदान देता है।
- **लागत–प्रभावशीलता**
  एआई–संचालित बायोगैस संयंत्रों को कम मैन्युअल हस्तक्षेप की आवश्यकता होती है, जिससे श्रम लागत कम होती है और निरंतर निगरानी की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त, पूर्वानुमानित रखरखाव के माध्यम से निष्क्रिय समय को कम करके और अनुकूलतम संसाधन उपयोग सुनिश्चित करते हुए एआई बायोगैस संयंत्रों की समग्र परिचालन लागत को कम करने में मदद करता है, जिससे वे किसानों और उद्यमियों के लिए आर्थिक रूप से अधिक व्यवहार्य बन जाते हैं।
- **नए बाजारों तक पहुंच**
  एआई बायोगैस उत्पादकों को अपने उत्पादन को बेहतर तरीके से प्रबंधित करने में सक्षम बना सकता है, जिससे उन्हें प्रचालन को बढ़ाने और ऊर्जा और जैविक उर्वरकों दोनों के लिए नए बाजारों में प्रवेश करने की सुविधा मिलती है। इससे छोटे किसानों और उद्यमियों के लिए अतिरिक्त आय के स्रोत पैदा करने के अवसर खुलते हैं।
- **बेहतर निर्णय लेने की क्षमता**
  एआई–संचालित डेटा एनालिटिक्स

» बायोगैस क्षेत्र में एआई एकीकरण

किसानों और उद्यमियों को बायोगैस संयंत्रों के प्रबंधन के बारे में बेहतर निर्णय लेने में मदद कर सकता है। वास्तविक समय डेटा संग्रह और विश्लेषण से ऐसी जानकारी मिलती है जिससे फीडस्टॉक प्रबंधन, रखरखाव कार्यक्रम और उत्पाद वितरण के लिए बेहतर कार्यनीति बनाई जा सकती है।

बायोगैस के लिए सरकारी सहायता और योजनाएं

भारत सरकार ने संधारणीय विकास को बढ़ावा देने में, विशेष रूप से ग्रामीण क्षेत्रों में, बायोगैस प्रौद्योगिकी के महत्व को मान्यता दी है। बायोगैस संयंत्रों को और खास तौर पर किसानों और छोटे उद्यमियों के लिए इसे अपनाने का प्रोत्साहन देने के अनेक प्रयास किए गए हैं। नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा शुरू किए गए 'राष्ट्रीय बायोगैस कार्यक्रम' में ग्रामीण घरों और संस्थानों में बायोगैस संयंत्र स्थापित करने के लिए वित्तीय सहायता प्रदान की जाती है। इस योजना का उद्देश्य खाना पकाने के लिए बायोगैस को बढ़ावा देना है, बायोगैस इकाइयों की स्थापना के लिए सब्सिडी प्रदान करना है।

बायोगैस विकास और प्रशिक्षण केंद्र (बीडीटीसी) बायोगैस संयंत्रों की स्थापना, प्रचालन और रखरखाव में किसानों और उद्यमियों को प्रशिक्षित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये केंद्र एआई सहित बायोगैस में नई तकनीकी प्रगति को भी बढ़ावा देते हैं, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि बायोगैस संयंत्र अपनी पूरी क्षमता से काम कर रहे हैं। बायोगैस तकनीक में एआई की भूमिका के बारे में ज्ञान फैलाने के लिए बीडीटीसी एक महत्वपूर्ण संसाधन के रूप में काम कर सकता है।

चुनौतियां

एआई बायोगैस क्षेत्र के लिए महत्वपूर्ण क्षमता प्रदान करता है, फिर भी यहां अनेक चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। एक चुनौती एआई मॉडल के प्रशिक्षण के लिए उच्च गुणवत्ता वाले डेटा की उपलब्धता है। बायोगैस संयंत्रों को मजबूत डेटा अधिग्रहण प्रणालियों में निवेश करने और डेटा सटीकता सुनिश्चित करने की आवश्यकता है।

एक और चुनौती है एआई समाधान विकसित करने, लागू करने और बनाए रखने के लिए कुशल कार्मिकों की आवश्यकता। बायोगैस उद्योग को इस कौशल अंतर को पाटने के लिए प्रशिक्षण और विकास में निवेश करने की आवश्यकता है।

बायोगैस में एआई के नवाचार और भविष्य

इन चुनौतियों के बावजूद बायोगैस क्षेत्र में एआई का भविष्य उज्ज्वल है। जैसे–जैसे एआई तकनीक विकसित और परिपक्व होती जा रही है, हम और भी अधिक नवाचारी अनुप्रयोगों की उम्मीद कर सकते हैं जो बायोगैस उत्पादन को और अधिक अनुकूलित करेंगे, दक्षता बढ़ाएंगे और अधिक संधारणीय ऊर्जा भविष्य में योगदान देंगे। एआई और मशीन लर्निंग के एकीकरण से प्रेरित भारत में बायोगैस क्षेत्र में कई अत्याधुनिक नवाचार उभर रहे हैं।

एआई द्वारा संचालित स्मार्ट बायोगैस प्लांट

अनेक स्टार्ट–अप एआई द्वारा संचालित स्मार्ट बायोगैस संयंत्र विकसित कर रहे हैं जो अनुकूलतम प्रदर्शन के लिए स्वचालित रूप से मापदंडों को समायोजित कर सकते हैं। ये प्लांट सेंसर से वास्तविक समय के डेटा की निगरानी करने और उपलब्ध फीडस्टॉक और पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर सिस्टम के प्रचालन को समायोजित करने के लिए एआई का उपयोग करते हैं।

- **पारदर्शी आपूर्ति श्रृंखलाओं के लिए ब्लॉक चेन और एआई**
  ब्लॉक चेन और एआई के एकीकरण पर भी ध्यान दिया जा रहा है, जिससे किसानों और उद्यमियों को फीडस्टॉक संग्रह और बायोगैस उत्पादन के लिए पारदर्शी और सुरक्षित आपूर्ति श्रृंखला बनाने की सुविधा मिलती है। इससे विश्वास बढ़ाने और वित्तीय संसाधनों या ऋण तक आसान पहुंच की सुविधा मिल सकती है।
- **बायोगैस ग्रिड एकीकरण में एआई**
  बायोगैस से उत्पन्न बिजली को राष्ट्रीय ग्रिड में एकीकृत करने के लिए भी एआई का उपयोग किया जा रहा है। ऊर्जा की मांग और आपूर्ति का अनुमान लगाने के लिए मशीन लर्निंग एल्गोरिदम के उपयोग से एआई बायोगैस संयंत्रों को अपने ऊर्जा उत्पादन को अधिक कुशलता से प्रबंधित करने में मदद कर सकता है, जिससे एक स्थिर और विश्वसनीय ऊर्जा आपूर्ति सुनिश्चित होती है।

निष्कर्ष

निष्कर्ष के तौर पर, एआई में उत्पादन प्रक्रियाओं के अनुकूलन, दक्षता में सुधार और संधारणीयता को बढ़ाकर बायोगैस क्षेत्र में क्रांति लाने की क्षमता है। एआई से तापमान और पीएच जैसे प्रमुख कारकों को नियंत्रित किया जा सकता है, उपकरण में खराबी आने का पहले से अनुमान लगाया जा सकता है और बायोगैस उपज बढ़ाने के लिए फीडस्टॉक मिश्रण को अनुकूलित किया जा सकता है। यह ऊर्जा की खपत को कम करने और डाइजेस्टेट को प्रभावी तरीके से प्रबंधित करने में भी मदद करता है। हालांकि डेटा उपलब्धता और कौशल अंतराल जैसी चुनौतियां मौजूद हैं, एआई का जारी विकास स्मार्ट, अधिक संधारणीय बायोगैस संयंत्रों का वादा करता है।

भारत के लिए, एआई की सहायता से बायोगैस परियोजनाओं की आर्थिक व्यवहार्यता को बढ़ावा दे सकता है, राष्ट्रीय बायोगैस कार्यक्रम जैसी सरकारी पहलों के माध्यम से किसानों को सहायता प्रदान कर सकता है, उन्हें ऊर्जा स्वतंत्रता प्रदान की जा सकती है और ग्रामीण विकास में सहायता दी जा सकती है।

कपिल कुमार समर
महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय
उदयपुर
kapilsamar@gmail.com

रूफटॉप सोलर को ऋण पाने योग्य बनाना: वित्तीय सहायता प्रणाली का सुदृढ़ीकरण

आवासीय छत पर सौर ऊर्जा उत्पादन के क्षेत्र में अपार संभावनाएं हैं, न केवल संधारणीय ऊर्जा रूपांतरण के मार्ग के रूप में बल्कि एक आकर्षक निवेश अवसर के रूप में भी। वित्तीय संस्थानों को इस दोहरे लाभ को पहचानना चाहिए और क्षेत्र के विकास को गति देने में सक्रिय रूप से भाग लेना चाहिए। इस लेख में काउंसिल ऑन एनर्जी, एनवायर्नमेंट एंड वॉटर (सीईईडब्ल्यू) के अनुसंधानकर्ता चुनौतियों की पहचान करते हैं, बाजार की संभावनाओं का पता लगाते हैं और वित्तीय सहायता प्रणाली को मजबूत करने के तरीके और साधन सुझाते हैं।

परिचय

भारत के निवल शून्य लक्ष्यों को प्राप्त करने और हमारे घरों को स्थायी रूप से बिजली प्रदान करने के लिए, आवासीय बिजली को डीकार्बोनाइज करना महत्वपूर्ण है। वर्ष 2024 में, पीएम सूर्य घरः मुफ्त बिजली योजना के शुभारंभ से आवासीय क्षेत्र में रूफटॉप सोलर (आरटीएस) को एक नए सिरे से प्रोत्साहन दिया। इसका लक्ष्य 2026–27 तक एक करोड़ घरों को सौर ऊर्जा से सुसज्जित करना है।

इसमें वित्तीय क्षेत्र के लिए एक आशाजनक निवेश संभावना प्रस्तुत की जाती है क्योंकि अब आवासीय रूफटॉप का बाजार गति पकड़ रहा है। पिछले एक साल में, 10 लाख से अधिक इंस्टॉलेशन हुए हैं; जबकि, स्थापना अभी भी अपनी क्षमता के अनुरूप आने से बहुत दूर है। ऊर्जा, पर्यावरण और जल परिषद (सीईईडब्ल्यू) के अनुमानों के अनुसार, भारत में 118 गीगावॉट आवासीय

उपभोक्ता जुड़ाव गतिविधियां, जिसमें देहरादून में दिसंबर 2024 में उत्तराखंड सरकार, उत्तराखंड पावर कॉरपोरेशन लिमिटेड (यूपीसीएल) तथा उत्तराखंड नवीकरणीय ऊर्जा विकास एजेंसी (आईआरईडीए) द्वारा आयोजित सौर मेले में आए लोगों की प्रतिक्रियाओं को दर्शाने वाला लाइव डेटा डार्ट और एसबीआई तथा पीएनबी द्वारा लगाए गए बूथ शामिल हैं, जिसमें ज्ञान भागीदार के रूप में सीईईडब्ल्यू भी शामिल है।

आरटीएस स्थापित करने की आर्थिक क्षमता है, लेकिन उच्च अग्रिम लागत, उपभोक्ता जागरूकता की कमी और लंबी स्थापना समयसीमा आदि कारक वर्तमान में स्थापना में बाधा डालती है। पूंजीगत सब्सिडी की शुरूआत होने से अधिक से अधिक उपभोक्ताओं के लिए, विशेष रूप से निचले स्लैब – 1 से 3 किलोवॉट श्रेणी में रूफटॉप सोलर को अपनाना अब आर्थिक रूप से व्यवहार्य हो सकता है।

पीएम सूर्य घर योजना में इस प्रक्रिया को सरल और डिजिटल बनाकर तथा 3 किलोवॉट तक की प्रणाली के लिए सब्सिडी देकर इनमें से कुछ सरोकारों पर ध्यान दिया गया। आवासीय आरटीएस प्रणालियों के लिए केंद्रीय वित्तीय सहायता में 3 किलोवॉट प्रणाली के लिए बेंचमार्क लागत की लगभग 54 प्रतिशत राशि को कवर किया जाता है। वित्तपोषण महत्वपूर्ण होता है, क्योंकि उपभोक्ता प्रणाली की शेष लागत वहन करते हैं, जो उत्पाद विनिर्देशों (प्रणाली का आकार, प्रौद्योगिकी और गुणवत्ता) और भौगोलिक और बाजार कारकों के आधार पर भिन्न हो सकती है, कभी–कभी बेंचमार्क लागत से अधिक हो सकती है। इसके अतिरिक्त, उपभोक्ताओं को डेवलपर को अग्रिम भुगतान करना होगा, क्योंकि सब्सिडी नेट मीटरिंग पूरी होने के बाद ही हस्तांतरित की जाती है। इसके अलावा, 3 किलोवॉट क्षमता से अधिक क्षमता वाले सिस्टम स्थापित करने वाले उपभोक्ताओं को अतिरिक्त पूंजीगत व्यय वहन करना होगा, जिससे पुनः सशक्त वित्तपोषण विकल्पों की आवश्यकता प्रकट होती है।

मौजूदा वित्तपोषण विकल्प और चुनौतियाँ

वर्तमान में, ब्याज दरें ऋण देने वाली संस्था के आधार पर अलग–अलग होती हैं। सार्वजनिक क्षेत्र के बैंक लगभग 7 प्रतिशत की सबसे कम दर पर ऋण प्रदान करते हैं, जबकि निजी बैंक और एनबीएफसी 11 प्रतिशत से 14 प्रतिशत तक की दरें प्रदान करते हैं। अधिकांश ऋणों में कुछ गिरवी रखने की आवश्यकता नहीं होती है और परिसंपत्ति बंधक पर आधारित होते हैं, जिनकी अवधि 10 वर्ष तक होती है। वित्तपोषण विकल्पों की इस विविधता के बावजूद, व्यापक आरटीएस अपनाने के लिए

सीईईडब्ल्यू द्वारा यूपीसीएल और उरेडा के साथ अक्तूबर 2024 में देहरादून में आयोजित एक कार्यशाला के माध्यम से वित्तपोषण विकल्पों सहित रूफटॉप सोलर के बारे में आवासीय उपभोक्ताओं के प्रश्नों का समाधान किया गया।

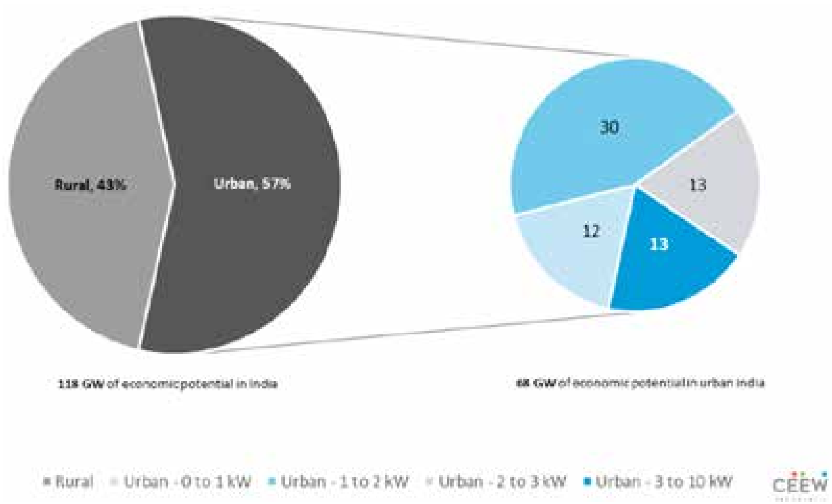
पहुंच और सामर्थ्य में सुधार के लिए और प्रयासों की आवश्यकता है।

एक प्रारंभिक चरण के उद्योग के रूप में, आवासीय आरटीएस खंड को व्यापक वित्तीय सहायता और निवेशकों का विश्वास प्राप्त करने में चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। प्रमुख चुनौतियों में शामिल हैं:

- **कम और बिखरी हुई मांग:** वैयक्तिक परिवारों की मांग कम और बिखरी हुई होती है, साथ ही टिकट का आकार छोटा होता है और बैंकों के लिए उपभोक्ता अधिग्रहण की लागत अधिक होती है। उपभोक्ताओं को शामिल करने, पृष्ठभूमि सत्यापन और उचित परिश्रम से जुड़ी लागतें ऋण देने वाली संस्थाओं पर वित्तीय बोझ बढ़ता है।
- **कोई क्रेडिट इतिहास नहीं:** अनेक उधारकर्ताओं की क्रेडिट रेटिंग कम होती है या होती ही नहीं है, तथा उनके पास कोई वस्तु गिरवी रखने की गुंजाइश नहीं होती है, जिससे पुनर्भुगतान में ऋणदाता का विश्वास कम हो जाता है।
- **वित्तीय संस्थाओं के बीच सीमित समझ:** कई संस्थाओं में आरटीएस–विशिष्ट पहलुओं जैसे मीटरिंग, बिलिंग, विश्वसनीय विक्रेता, स्थापना गुणवत्ता और वास्तविक समय पर प्रदर्शन ट्रैकिंग के बारे में जानकारी का अभाव है।

आवासीय आरटीएस वित्तपोषण के लिए बाजार अवसर

इन चुनौतियों पर सूचना और वित्तपोषण तंत्र के सही सेट के साथ नियंत्रण पाना महत्वपूर्ण है, क्योंकि आवासीय क्षेत्र में रूफटॉप सोलर अपनाने के लिए एक विशाल बाजार उपलब्ध है। भारत में आवासीय रूफटॉप सोलर सेगमेंट में 118 गीगावॉट की आर्थिक क्षमता (अर्थात्, उपलब्ध छत के क्षेत्रफल के आधार पर अनुमानित आरटीएस क्षमता और घरेलू बिजली की मांग तक सीमित) है। इसलिए, 60,000 रुपए प्रति किलोवॉट की प्रणाली लागत को ध्यान में रखते हुए और यह मानते हुए कि कुल उपभोक्ताओं में से 80 प्रतिशत को वित्तीय संस्थानों के साथ पणधारक परामर्श के आधार पर रूफटॉप सोलर अपनाने के लिए वित्तपोषण की आवश्यकता है, अखिल भारतीय निवेश अवसर का अनुमान 5.6 लाख करोड़ रुपए (लगभग 64.6 बिलियन अमेरिकी डॉलर) लगाया जा सकता है। यह क्षमता और निवेश अवसर शहरी और ग्रामीण दोनों क्षेत्रों में राज्यों में फैला हुआ है, शहरी क्षेत्रों में प्रति वर्ग फुट अधिक बिजली की मांग (शहरी क्षेत्रों में 7.7 किलोवॉट प्रति वर्ग फुट बनाम ग्रामीण क्षेत्रों में 6.8 किलोवॉट प्रति वर्ग फुट) के कारण अधिक आर्थिक क्षमता है। उच्च आर्थिक व्यवहार्यता और भुगतान करने की उपभोक्ता इच्छा के कारण



चित्र 1: लगभग 13 गीगावॉट आर्थिक क्षमता के बाजार अवसर शहरी भारत में 3–10 किलोवॉट श्रेणी में हैं
स्रोतः सीईईडब्ल्यू (2023) से लेखक का रूपांतरण

बाजार की संभावना शहरी भूगोल की ओर भी झुकी हुई है। केंद्रीय वित्तीय सहायता में 1 से 3 किलोवॉट के बीच के सिस्टम आकारों को कवर किया जाता है, इन क्षेत्रों में लगभग 13 गीगावॉट की क्षमता 3–10 किलोवॉट श्रेणी में निहित है (चित्र 1)।

वित्तपोषण पारिस्थितिकी तंत्र का सुदृढ़ीकरण

इस क्षेत्र में निवेश के महत्वपूर्ण अवसरों को देखते हुए वित्तीय संस्थान आधारभूत भूमिका निभाते हैं। आवासीय क्षेत्र में रूफटॉप सोलर को अपनाने में तेजी लाने के लिए एक मजबूत वित्तपोषण पारिस्थितिकी तंत्र विकसित करने के लिए, हम निम्नलिखित कदम उठाने की सलाह देते हैं :

- वित्तीय संस्थानों की क्षमता निर्माणः वित्तीय संस्थानों के लिए दक्षता, प्रणाली कार्य, मीटरिंग व्यवस्था और प्रचालन तथा रखरखाव प्रथाओं पर व्याख्याकार विकसित किए जाने की आवश्यकता है, ताकि वे रूफटॉप सोलर पर आवश्यक तकनीकी जानकारी का प्रसार कर सकें और इस क्षेत्र में उनका विश्वास बना सकें। इसके अलावा, लक्षित क्षमता निर्माण अभ्यास द्वारा आवासीय रूफटॉप सोलर के ऋण की सुविधा प्रदान करने वाले बैंक कार्मिकों को आवेदन, स्थापना और सब्सिडी वितरण प्रक्रिया के बारे में जानकारी देकर तैयार किया जाएगा।
- विक्रेता रेटिंग कार्यक्रम के कार्यान्वयन में तेजी लाना : पीएम सूर्य घर के तहत, वित्तीय संस्थानों को रूफटॉप सोलर खण्ड में विक्रेताओं का मूल्यांकन करने हेतु पर्याप्त जानकारी की आवश्यकता होती है। तकनीकी और वित्तीय रूप से मजबूत विक्रेताओं के साथ ऋणदाताओं की साझेदारी में मदद करने के लिए उपभोक्ता प्रतिक्रिया, तकनीकी–वित्तीय आकलन और गुणवत्ता नियंत्रण जैसे सुसंगत और विशिष्ट मानदंडों पर आधारित एक मानकीकृत विक्रेता रेटिंग प्रणाली को लागू करने की आवश्यकता है।
- नवाचारी वित्तपोषण उत्पादों की शुरूआतः वित्तीय संस्थानों को ऐसे विशिष्ट वित्तीय उत्पाद विकसित करने चाहिए जो प्रौद्योगिकी मापदंडों (जैसे, आरटीएस सिस्टम आकार और मीटरिंग व्यवस्था) और उपभोक्ता बाजार विभाजन के आधार पर विशिष्ट समाधान प्रदान करते हों। उदाहरण के लिए, मौजूदा डिजिटल प्रक्रियाओं को बढ़ाकर, वित्तीय संस्थान तत्काल ऋण स्वीकृति और संवितरण सुविधाएं प्रदान कर सकते हैं, साथ ही दस्तावेज आवश्यकताओं को भी सरल बना सकते हैं। इसके अतिरिक्त, डिजिटल प्रक्रियाओं का उपयोग ऋण खाते में जमा की गई सब्सिडी सहित पुनर्भुगतान कार्यक्रम और प्रगति को ट्रैक करने के लिए किया जा सकता है।

आवासीय आरटीएस क्षेत्र में अपार संभावनाएं हैं, न केवल संधारणीय ऊर्जा रूपांतरण के मार्ग के रूप में बल्कि एक आकर्षक निवेश अवसर के रूप में भी। वित्तीय संस्थानों को इस दोहरे लाभ को पहचानना चाहिए और क्षेत्रवार विकास को गति देने में सक्रिय रूप से भाग लेना चाहिए।

देहरादून में दिसंबर 2024 के दौरान सौर मेले में उपभोक्ताओं और छात्रों के प्रश्नों का उत्तर दिए गए, इसे उत्तराखंड सरकार, यूपीसीएल और उरेडा द्वारा ज्ञान भागीदार के रूप में सीईईडब्ल्यू के साथ आयोजित किया गया।

मेघा चौधरी, आरोही पाटिल, और भावना त्यागी
काउंसिल ऑन एनर्जी, एनवायर्नमेंट एंड वॉटर (सीईईडब्ल्यू)
megha.chaudhary@ceew.in

पूरे इतिहास और विश्व भर में नवीकरणीय ऊर्जा के बारे में रोचक जानकारी

सौर ऊर्जा लगभग 200 साल पुरानी है

सौर ऊर्जा हाल में किया गया आविष्कार नहीं है। वर्ष 1839 में, एलेक्जेंडर एडमंड बेक्वेरेल ने 'प्रकाशवोल्टीय प्रभाव' की खोज की, जो सीधे सूर्य के प्रकाश से बिजली पैदा करने की प्रक्रिया है, जिसे अब सौर ऊर्जा के रूप में जाना जाता है। वर्ष 1941 में, रसेल ओहल ने सौर सेल का आविष्कार किया। 1950 के दशक में, नासा सौर प्रौद्योगिकी को अपनाने वाला पहला देश बन गया, जिसका उपयोग वैनगार्ड उपग्रह पर किया गया, जो उपग्रहों की कक्षा में सबसे पुराना उपग्रह बना हुआ है।

आइसलैंड नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से उत्पादित लगभग 100 प्रतिशत ऊर्जा के साथ दुनिया में सबसे आगे है

जब वैश्विक स्तर पर कई देश अपने कार्बन उत्सर्जन को कम करने पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं, कुछ ने उन्हें पूरी तरह से खत्म करने में उल्लेखनीय प्रगति की है। आइसलैंड इस मामले में सबसे आगे है, जो अब अपने विशाल भूतापीय और जल संसाधनों की बदौलत लगभग 100 प्रतिशत नवीकरणीय ऊर्जा से संचालित है।

रोमन लोग अपने घरों को गर्म करने हेतु भूतापीय ऊर्जा का उपयोग करने वाले पहले व्यक्ति थे

रोम निवासियों ने प्राचीन समय से भूतापीय ऊर्जा का उपयोग किया, जिन्होंने ऐसी इमारतें बनाईं, जिनमें फर्श के नीचे और दीवारों के अंदर गर्म हवा प्रवाहित होती थी, जिससे उनके घर गर्म होते थे। इसके अतिरिक्त, रोमनों ने पूरे इटली में गर्म झरनों पर सामुदायिक स्नानघर बनाकर प्रत्यक्ष भूतापीय ऊर्जा का उपयोग किया।

सौर ऊर्जा को नमक में संग्रहित किया जा सकता है

पिघले हुए नमक की तकनीक में 131 डिग्री सेल्सियस पर नमक को पिघलाने के लिए केंद्रित सूर्य के प्रकाश का उपयोग करना शामिल है, जिसे पिघले हुए नमक में ऊर्जा भंडारण (एमएसईएस) के रूप में भी जाना जाता है। तरल नमक को एक इन्सुलेटेड टैंक में संग्रह किया जाता है, जहाँ यह उचित इन्सुलेशन के साथ एक सप्ताह तक तापीय ऊर्जा को बनाए रख सकता है। जब बिजली की आवश्यकता होती है तो गर्म पिघले हुए नमक को पारंपरिक भाप जनरेटर में पंप किया जाता है, जिससे टर्बाइन/जनरेटर सेट को बिजली देने के लिए सुपरहीटेड भाप का उत्पादन होता है, जो कोयले, तेल या परमाणु ऊर्जा संयंत्रों के समान होता है। यह तकनीक अब अधिकांश सौर तापीय बिजली संयंत्रों में व्यापक रूप से उपयोग की जाती है।

पवन टर्बाइन में लगभग 8,000 भाग होते हैं

आधुनिक पवन टर्बाइन चिकने और सुव्यवस्थित दिखाई देते हैं, लेकिन वे आश्चर्यजनक रूप से जटिल बनावट वाले होते हैं, जो लगभग 8,000 भागों से बने होते हैं। ये विशालकाय टर्बाइन लगभग 60–120 मीटर ऊंचे हैं, जिसमें ब्लेड और टर्बाइन को मिलाकर कुल ऊंचाई 90 मीटर होती है। दो हजार साल पहले जब मानव ने पहली बार पवन ऊर्जा का इस्तेमाल करना शुरू किया था, तब से हम काफी आगे बढ़ चुके हैं। पवन टर्बाइनों के विकास के बारे में यहाँ जानें।

Source: brunel.net

सौर सेल के अंशांकन के लिए भारत की पी.वी. गुणवत्ता मूलसंरचना को प्रोत्साहन

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय की अनुसंधान एवं विकास योजना के हिस्से के रूप में, सीएसआईआर – एनपीएल ने जर्मनी के पीटीबी के सहयोग से अगस्त 2024 में संदर्भ सौर सेल अंशांकन सेवाएं शुरू की हैं। इस सेवा से प्रकाशवोल्टीय उत्पाद मूल्य के आकलन में अधिक पारदर्शिता और निश्चितता आने की उम्मीद है, जो सौर प्रकाशवोल्टीय क्षेत्र में निवेश के मामले में 'सूचित निर्णय लेने' को बढ़ा सकता है। यह स्पष्ट रूप से एक स्वागत योग्य विकास है क्योंकि इस तरह के आकलन के लिए विदेशों में राष्ट्रीय माप संस्थानों (एनएमआई) पर निर्भरता अब पुरानी बात हो चुकी है।

परिचय

पिछले कुछ वर्षों में भारत में 'सौर क्रांति' देखने को मिली है। देश में अभूतपूर्व पैमाने पर सौर पीवी इंफ्रास्ट्रक्चर की तैनाती और प्रसार के साथ 'सौर क्रांति' की तीव्र गति जारी रहने की संभावना है और आने वाले समय में यह एक 'सामान्य' घटना बन जाएगी।

भारत सरकार का वर्ष 2030 और वर्ष 2070 तक जलवायु परिवर्तन से संबंधित प्रतिबद्धताओं को पूरा करने का संकल्प, नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय का देश में नवीकरणीय ऊर्जा के क्रियान्वयन और विस्तार में सक्रिय प्रयास, तथा भारत के अनुसंधान एवं विकास संस्थानों में हमारे अनुसंधानकर्ताओं और वैज्ञानिकों का 'जलवायु मुद्दों' के समर्थन में आगे आना, आदि सभी चीजें एक सुचारू रूप से चलने वाली मशीन की तरह पूर्ण संरेखण में काम कर रही हैं।

भारत ने इस तेज गति की यात्रा में एक प्रमुख अनुसंधान और विकास अंतर को मिटा दिया है, जो प्रकाशवोल्टीय सेल्स की दक्षता को मापने का है। पीवी परिनियोजन परिदृश्य में आवश्यक निवेश का अनुमान लगाने के लिए प्रकाशवोल्टीय सेल्स की दक्षता का आकलन करना महत्वपूर्ण है। हाल ही तक, भारत इस सेवा के लिए चार बाहरी एनएमआई में से एक पर निर्भर था।

चार योग्य 'विश्व प्रकाशवोल्टीय सेवा' (डब्ल्यूपीवीएस) प्रयोगशालाएं हैं : (क) राष्ट्रीय नवीकरणीय ऊर्जा प्रयोगशाला, एनआरईएल, यूएसए; (ख) फिजिकलिश टेक्नीश बुंडेसनस्टाल्ट (पीटीबी), जर्मनी; (ग) राष्ट्रीय उन्नत औद्योगिक विज्ञान और प्रौद्योगिकी संस्थान, एआईएसटी, जापान और (घ) टियांजिन इंस्टीट्यूट ऑफ पावर सोर्सेज, टीआईपीएस, चीन।

पीटीबी, जर्मनी के सहयोग से स्थापित सीएसआईआर–एनपीएल की सौर सेल अंशांकन के लिए राष्ट्रीय प्राथमिक मानक सुविधा अब पांचवीं अंतरराष्ट्रीय प्रयोगशाला बन गई है। यह सुविधा सर्वोत्तम सटीकता के साथ प्रकाशवोल्टीय उत्पाद मूल्य के आकलन में सौर प्रकाशवोल्टीय मूल्य श्रृंखला में पणधारकों की जरूरतों को पूरा करेगी।

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा वर्ष 2017 में प्रस्तावित इस परियोजना का उद्देश्य सीएसआईआर–एनपीएल में संदर्भ सौर सेल्स के लिए 'लेजर–आधारित डिफरेंशियल स्पेक्ट्रल रिस्पॉन्सिविटी (एल–डीएसआर) माप प्रणाली' स्थापित करना है। परियोजना का काम पीटीबी,

जर्मनी के साथ वैज्ञानिक सहयोग के तहत प्रस्तावित किया गया था और एलडीएसआर सुविधा के संयुक्त विकास के लिए सितंबर 2018 में सीएसआईआर–एनपीएल और पीटीबी, जर्मनी के बीच एक समझौते पर हस्ताक्षर किए गए थे।

एल–डीएसआर सुविधा और इसका राष्ट्रीय महत्व

सीएसआईआर–एनपीएल में एल–डीएसआर सुविधा में डब्ल्यूपीवीएस संदर्भ सौर सेल डिवाइस के शॉर्ट–सर्किट करंट में 0.35 प्रतिशत (के=2 पर) की अनिश्चितता के स्तर को मापने की क्षमता है। दूसरे शब्दों में, यह सुविधा दुनिया भर में चार डब्ल्यूपीवीएस प्रयोगशालाओं में सर्वश्रेष्ठ है, जो संदर्भ सौर सेल्स के अंशांकन में के=2 पर 0.35 प्रतिशत की सबसे कम अनिश्चितता के साथ शॉर्ट–करंट को माप सकती है।

यह सुविधा देश में प्रकाशवोल्टीय गुणवत्ता के मूल संरचना को बेहतर बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी और इससे विदेशी मुद्रा भंडार की बचत होगी तथा समय की बचत होगी, क्योंकि प्रकाशवोल्टीय परीक्षण और अंशांकन प्रयोगशालाओं और प्रकाशवोल्टीय उद्योग के संदर्भ प्रकोष्ठों का अंशांकन देश में ही किया जा सकेगा।

देश में इस तरह के मापनों के लिए 'आत्मनिर्भरता' का सहारा प्रदान करने के अलावा, न्यूनतम माप अनिश्चितता पीवी उत्पाद मूल्य का अधिक सटीक अनुमान लगाने में मदद करती है और इस प्रकार सौर प्रकाशवोल्टीय मूल्य श्रृंखला में पणधारकों के वित्तीय निहितार्थों से बचाती है।

उदाहरण के लिए, दक्षता माप में 1 प्रतिशत की अनिश्चितता 100 गीगावॉट की सौर स्थापनाओं के लिए उत्पाद मूल्य (प्रति मेगावॉट 2 करोड़ रुपए की लागत मानकर) में 2000 करोड़ रुपए की अस्पष्टता पैदा कर सकती है। इससे प्रकाशवोल्टीय प्रौद्योगिकी की तैनाती में बाधा उत्पन्न होगी और यह सौर पीवी मूल्य श्रृंखला में निवेशकों और अन्य पणधारकों के लिए बाधा है।

राष्ट्रीय प्राथमिक मानक सुविधा के बारे में

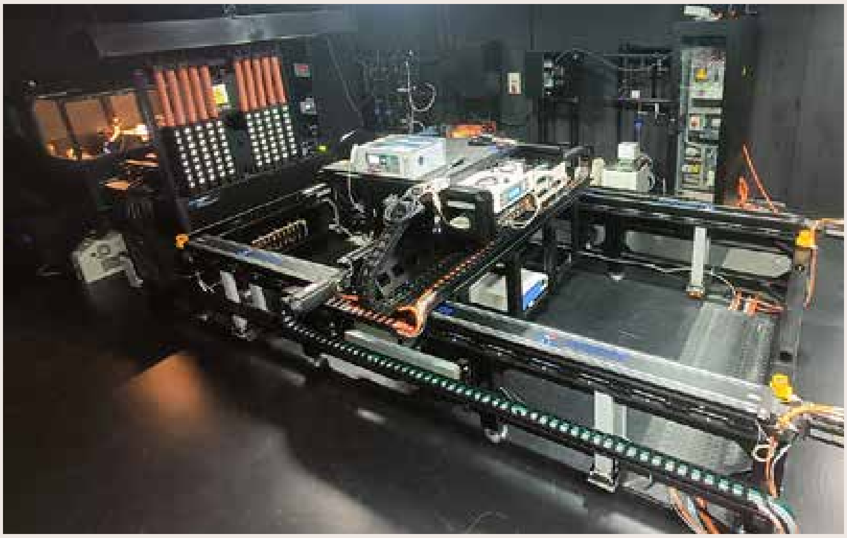
सौर सेल अंशांकन का लक्ष्य मानक परीक्षण स्थितियों (आईईसी 60904–3 के अनुसार एएम1.5जी स्पेक्ट्रम, 1000 वॉट प्रति वर्ग मीटर और 25 डिग्री सेल्सियस का सेल तापमान) के तहत शॉर्ट सर्किट करंट का निर्धारण करना है। यह एक सूर्य सिम्युलेटर या प्राकृतिक सूर्य के प्रकाश के तहत अभिन्न माप के साथ किया जा सकता है। दोनों मामलों में स्रोत के स्पेक्ट्रम, विशेष रूप से इसकी अवशोषण रेखाओं को मापने में कठिनाई के साथ, मापा जाना चाहिए और इसे ध्यान में रखा जाना चाहिए और इससे अतिरिक्त अनिश्चितता घटक उत्पन्न होते हैं।

विकल्प है निरपेक्ष वर्णक्रमीय विकिरण प्रतिक्रिया का निर्धारण करना और शॉर्ट सर्किट करंट की गणना करना। इस मामले में मानक आईईसी 60904–3 से परिभाषित स्पेक्ट्रम का सीधे उपयोग किया जाता है, इस प्रकार स्पेक्ट्रम के संबंध में कोई माप अनिश्चितता नहीं है।

नए सेटअप का सिद्धांत कुछ मायनों में पारंपरिक लैंप–आधारित सुविधा के समान है, जैसे कि एक कटा हुआ समान मोनोक्रोमैटिक बीम और सूर्य–जैसे बायस लैंप परीक्षण के तहत सौर सेल को विकिरणित करते हैं। कटे हुए बीम को विकिरण के तहत सौर सेल द्वारा उत्पादित सिग्नल को लॉक–इन एम्पलीफायर के साथ मापा जाता है और इसका उपयोग मानक परीक्षण स्थितियों के तहत पूर्ण अंतर स्पेक्ट्रल प्रतिक्रियाशीलता और उसके साथ करंट को निर्धारित करने के लिए किया जाता है।

नए सेटअप का मुख्य अंतर मोनोक्रोमैटिक लाइट का स्रोत है। क्वार्ट्ज हैलोजन लैंप या जेनॉन लैंप के बजाय, नए सेटअप में एक ट्यूनेबल लेजर का उपयोग करता है जिसे क्वार्ट्ज फाइबर के माध्यम से मोनोक्रोमेटर में जोड़ा जाता है। लेजर बीम 80 मेगाहर्ट्ज की पुनरावृत्ति दर के साथ एक व्यापक रूप से ट्यूनेबल मोड–लॉक्ड टीआईः सैफायर लेजर से शुरू होती है। पल्स अवधि लगभग 120 एफएस है। आवश्यक तरंग दैर्ध्य के आधार पर, बीम एक ऑप्टिकल पैरामीट्रिक ऑसिलेटर (ओपीओ) और/या एक दूसरे, तीसरे या चौथे हार्मोनिक जनरेटर (एसएचजी, टीएचजी, एफएचजी) से होकर गुजरती है।

अधिकांश लेजर घटक विशेष प्रयोजन हेतु निर्मित वस्तुएं हैं, जिनकी तरंग दैर्ध्य सीमा अधिक होती है, दक्षता अधिक होती है तथा मापन की जटिलताओं को न्यूनतम



चित्र 1: सीएसआईआर–एनपीएल में सौर सेल अंशांकन हेतु राष्ट्रीय प्राथमिक मानक सुविधा स्थापित की गई

करने के लिए बेहतर स्वचालन होता है। बीम रूटिंग कंप्यूटर नियंत्रित मिरर माउंट द्वारा की जाती है। यह 210 नैनोमीटर से 4000 नैनोमीटर तक पूरी तरह से स्वचालित तरंग दैर्ध्य चयन को सक्षम बनाता है।

लेजर बीम को फाइबर में जोड़े जाने से पहले, यह एक न्यूट्रल घनत्व फिल्टर व्हील और एक चॉपर से होकर गुजरता है। एक मोनोक्रोमेटर स्पेक्ट्रल बैंडविड्थ को कम करता है और दो लेंस मापने वाले तल पर एक समान मोनोक्रोमैटिक विकिरण बनाते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि स्पंदित लेजर के स्पेक्ट्रम में (क) बहुत अधिक स्पेक्ट्रल बैंडविड्थ है, (ख) बाहरी बैंड पीक्स हैं, और (ग) टीएचजी सिग्नल में एसएचजी सिग्नल का एक छोटा हिस्सा है। इस प्रकार एक अच्छी तरह से परिभाषित तरंग दैर्ध्य प्राप्त करने के लिए एक मोनोक्रोमेटर की आवश्यकता होती है।

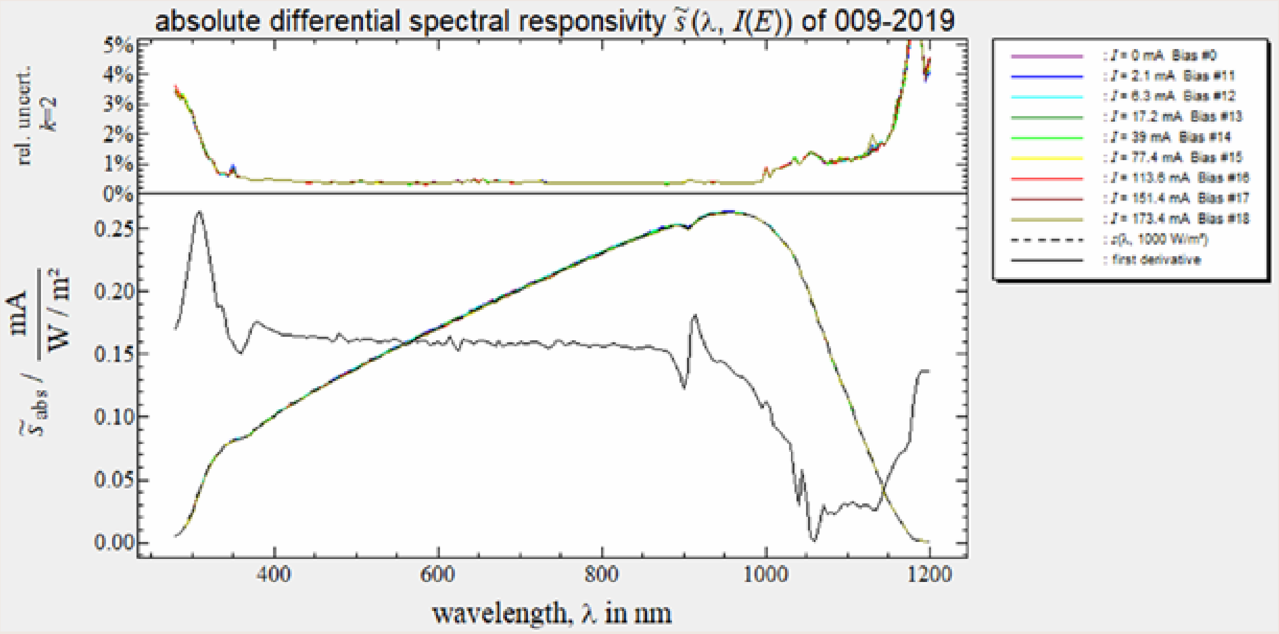
इसमें 80 तक अलग–अलग स्विच करने योग्य बायस लैंप 10,000 वॉट प्रति वर्ग मीटर तक का एक समान बायस विकिरण बनते हैं। मापन तल को 1 डिग्री से 91 डिग्री तक झुकाया जा सकता है और 10 डिग्री से 370 डिग्री तक घुमाया जा सकता है। इस प्रकार इसे सौर सेल गोनियोमीटर के रूप में किसी भी दिशा से सौर सेल को विकिरणित करने के लिए वर्णक्रमीय रूप से हल किए गए कोण निर्भरता को मापने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

सौर सेल्स का तापमान जल शीतलन और पेल्टियर तत्वों के संयोजन द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

बीम स्प्लिटर मोनोक्रोमेटर के पीछे मोनोक्रोमैटिक विकिरण के एक छोटे से हिस्से को मॉनिटर फोटोडायोड पर परावर्तित करता है। यह मोनोक्रोमैटिक बीम के विकिरण स्तर में परिवर्तन होने पर सुधार करने में सक्षम बनाता है।

तरंग दैर्ध्य पर निर्भर करते हुए लेजर सिस्टम के साथ पावर मापन किया गया। इसमें 800 नैनोमीटर पर लगभग 3800 मेगावॉट की अधिकतम शक्ति प्राप्त की जाती है। मोनोक्रोमेटर के पीछे इस तरंग

चित्र 2: सिस्टम के प्रदर्शन का आकलन करने हेतु डब्ल्यूपीवीएस संदर्भ सौर सेल 009–2019 और 010–2019 उपयोग किए गए।



चित्र 3: डब्ल्यूपीवीएस संदर्भ सी–एसआई सौर सेल (009–2019) के लिए विभिन्न पूर्वाग्रह स्तरों पर विभेदक वर्णक्रमीय प्रतिक्रियाशीलता। दोनों चित्रों में डीएसआर प्लॉट के शीर्ष पर ग्राफ प्रत्येक शामिल घटक के अनिश्चितता बजट और उनके अभिन्न अंग को दर्शाता है।

दैर्ध्य पर 100 मेगावॉट से अधिक ऑप्टिकल शक्ति प्राप्त की जाती है।

लैंप–आधारित प्रणाली से समान बैंडविड्थ स्थितियों के तहत लगभग 100 माइक्रोवॉट की अधिकतम पावर उत्पन्न होती है। मोनोक्रोमेटर के पीछे ऑप्टिकल पावर की वृद्धि 100 और 10,000 के बीच तरंग दैर्ध्य – निर्भर कारक है। उच्च शक्ति मोनोक्रोमैटिक क्षेत्र की एकरूपता में सुधार करने और विकिरण के प्रभावी मूल से सौर सेल की दूरी बढ़ाने और विकिरण की वर्णक्रमीय बैंडविड्थ को कम करने में सहायक है।

अंशांकन की वस्तुएं डब्ल्यूपीवीएस डिजाइन में दो संदर्भ सौर सेल थीं, जिन्हें 009–2019 और 010–2019 लेबल किया गया था, जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। ये ग्लास कवर एनकैप्सुलेशन के साथ क्रिस्टलीय सिलिकॉन सौर सेल से बने हैं। पीवी ट्रेसेबिलिटी के लिए सबसे महत्वपूर्ण उपाय मानक परीक्षण स्थितियों (आईएसटीसी) के तहत शॉर्ट–सर्किट करंट है क्योंकि यह सीधे आईईसी 60904–3 मानक में परिभाषित विकिरण स्थितियों से संबंधित है। अंशांकन सुविधाओं को मान्य करने के लिए, प्रकाशवोल्टीय डिवाइसों के एक सामान्य अज्ञात सेट के अंशांकन मूल्यों (सीवी) की तुलना करने के लिए अंतर–तुलना की जाती है। इस अंतर–तुलना का उद्देश्य मानक परीक्षण स्थितियों (एसटीसी) पर अंशांकन के संबंध में इन सुविधाओं का अंतिम आकलन करना था। डब्ल्यूपीवीएस सेल्स की विभेदक वर्णक्रमीय प्रतिक्रियाशीलता को मापने के लिए मानक माप प्रक्रियाओं को लागू किया गया था और परिणाम चित्र 3 में दिखाए गए हैं।

अनिश्चितता विश्लेषण में विस्तृत मोंटे कार्लो दृष्टिकोण का उपयोग किया जाता है और प्रत्येक माप के लिए किया जाता है। इसमें स्वचालित रूप से माप संकेत के व्यक्तिगत शोर स्तर, विशेष परीक्षण सेल की वर्णक्रमीय प्रतिक्रिया और माप क्षेत्र की वास्तविक एकरूपता को ध्यान में रखा जाता है। इसके अलावा, एएम1.5–भारित अभिन्न की अनिश्चितता की गणना करते समय अनिश्चितताओं के सहसंबंधों को ध्यान में रखा जाता है। विभिन्न अनिश्चितता घटकों, जैसे कि वर्णक्रमीय बैंड की चौड़ाई, वर्णक्रमीय बेमेल, मोनोक्रोमैटिक विकिरण की गैर–एकरूपता आदि पर विचार किया जाता है। अनिश्चितता विश्लेषण के परिणामस्वरूप डब्ल्यूवीपीएस डिजाइन वाले विशिष्ट संदर्भ सौर सेल क्षेत्र के लिए 0.2 प्रतिशत की मानक अनिश्चितता (प्रकार क और प्रकार ख) होती है, जबकि 156x156 वर्ग मिलीमीटर क्षेत्र के लिए मानक अनिश्चितता 0.3 प्रतिशत होती है।

सीएसआईआर एनपीएल में एलडीएसआर प्रणाली का प्रदर्शन पीटीबी की पारंपरिक डीएसआर सुविधा के साथ राउंड–रॉबिन माप के साथ सुनिश्चित किया गया है। इस सुविधा पर के=2 पर 0.35 प्रतिशत की विस्तारित माप अनिश्चितता के साथ एक डब्ल्यूपीवीएस संदर्भ सौर सेल का प्राथमिक अंशांकन होता है। यह अंशांकन परिणाम पीटीबी डीएसआर प्रणाली में किए गए प्राथमिक अंशांकन के साथ बताई गई अनिश्चितताओं के अनुरूप था और डेटा तालिका 1 में दिखाया गया है।

तालिका 1: आईएसओ/आईईसी 17043 का उपयोग करते हुए अंतर तुलना माप और ईएन संख्याओं का मूल्यांकन किया गया

डब्ल्यूपीवीएस संदर्भ सौर सेल आईडी	आईएसटीसी/एमए एलडीएसआर, एनपीएल	आईएसटीसी/एमए डीएसआर, पीटीबी	ईएन
010-2019	146.07 ± 0.42	146.20 ± 0.52	0.19
010-2019	146.00 ± 0.42	146.20 ± 0.52	0.30
009-2019	145.78 ± 0.41	145.65 ± 0.53	0.19

आईएसओ/आईईसी 17043 मानक के अनुसार मूल्यांकित ईएन मूल्य 1 से छोटे हैं और इसलिए इन अंशांकनों को अंतर–तुलना में भागीदार प्रयोगशालाओं की बताई गई अनिश्चितताओं के अनुरूप माना जाता है।

निष्कर्ष

सीएसआईआर–एनपीएल में इस अत्याधुनिक सुविधा को स्थापित करने में बहुत प्रयास किए गए हैं और यह परियोजना सफल रही है। यह सुविधा अब प्रकाशवोल्टीय पणधारकों को उच्चतम सटीक माप, डब्ल्यूपीवीएस प्रयोगशालाओं में सौर सेल करंट में सबसे कम माप अनिश्चितता (के=2 पर 0.35 प्रतिशत) के साथ शीर्ष स्तरीय अंशांकन सेवाएं प्रदान करने के लिए खुली है। भारतीय पीवी समुदाय से देश में आंतरिक अवसर का उपयोग करने की उम्मीद है, जिससे टर्न–अराउंड समय और में काफी बचत होती है।

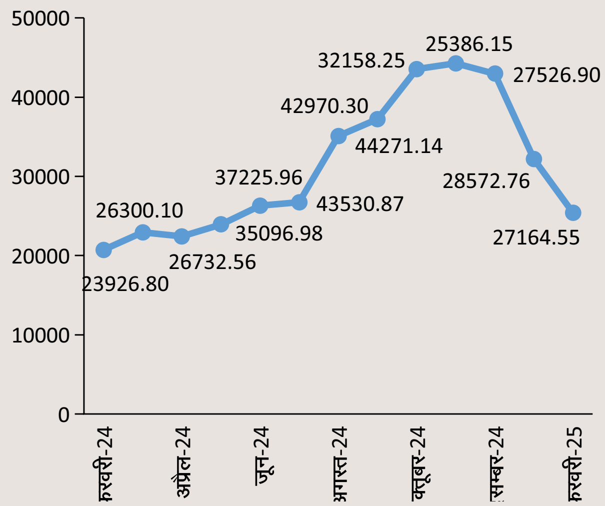
प्रताप पाथी
सीएसआईआर – राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला
नई दिल्ली
prathap@nplindia.res.in

अरुण कुमार त्रिपाठी
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
भारत सरकार

हम अक्षय ऊर्जा के पाठकों को प्रौद्योगिकी और नवाचारों के बारे में अपनी कहानियां, साथ ही अक्षय ऊर्जा क्षेत्र में भविष्य के विकास पर अपने विचार साझा करने के लिए प्रोत्साहित करते है। योगदान 400, 800 या 1600 शब्दों का हो सकता है, साथ ही उच्च– रिजॉल्यूशन वाली तस्वीरें भी जो आपकी कहानी को पूरक बनाती हैं। कृपया अपने लेख, कथा आदि भेजें:

संपादक
अक्षय ऊर्जा
नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
अटल अक्षय ऊर्जा भवन, प्रगति विहार
नई दिल्ली–110003
ई–मेल: infodesk@teri.res.in
akshayurja@nic.in

फरवरी 2025 में अखिल भारतीय कुल नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन



स्रोतः सीईए

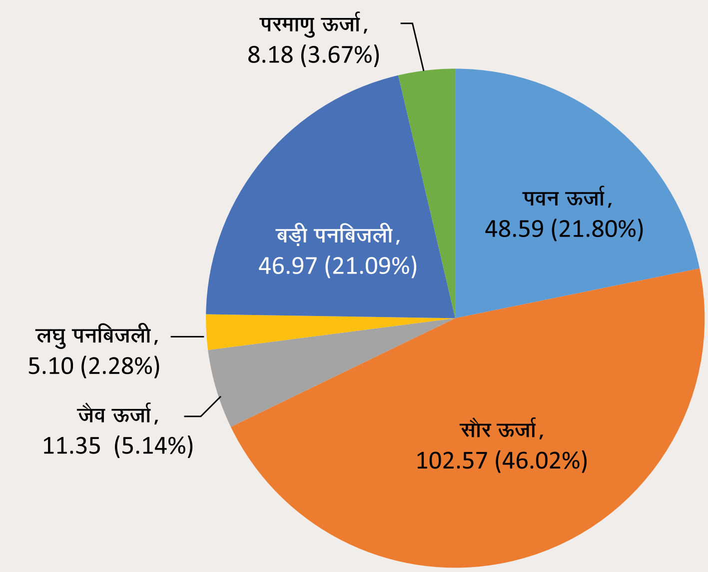
माह	पवन	सौर	बायोमास	बायोगैस	''लघु हाइड्रो''	''बड़े हाइड्रो''	अन्य	''कुल (एमयू)''
फरवरी-24	4907.58	10421.22	271.07	1725.32	442.67	5928.16	230.77	23926.80
मार्च-24	4578.06	12225.83	305.15	1455.71	468.22	7015.7	251.42	26300.10
अप्रैल-24	4729.26	12021.05	278.73	781.11	581.9	8109.14	231.36	26732.56
मई-24	8257.63	12645.99	295.16	317.07	734.16	12595.42	251.56	35096.98
जून-24	10134.92	11445.66	273.43	188.61	776.37	14173.69	233.29	37225.96
जुलाई-24	13627.00	10356.35	284.12	132.36	1323.02	17562.91	245.11	43530.87
अगस्त-24	10268.88	10157.52	297.05	132.17	1600.37	21565.90	249.24	44271.14
सितंबर-24	8870.62	11302.62	258.15	118.58	1612.83	20574.25	233.26	42970.30
अक्तूबर-24	3238.28	12256.61	337.9	166	1457.59	14455.88	245.98	32158.25
नवम्बर-24	3109.33	11246.52	321.47	980.79	860.92	8630.89	236.23	25386.15
दिसम्बर-24	5747.49	10707.21	350.76	1935.01	807.35	7753.43	225.65	27526.90
जनवरी-24	5637.69	12285.74	356.41	2041.06	624.57	7388.05	239.24	28572.76
फरवरी-24	4592.48	12913.58	339.16	1556.29	561.87	6970.88	230.79	27164.55

स्रोतः सीईए

राज्यवार नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन (एमयू)		
राज्य/संघ राज्य क्षेत्र का नाम	फरवरी – 25	फरवरी – 24
उत्तरी क्षेत्र		
चंडीगढ़	0.40	0.63
दिल्ली	59.59	63.64
हरियाणा	194.75	146.51
हिमाचल प्रदेश	1089.87	1272.71
जम्मू और कश्मीर	327.43	526.43
लद्दाख	11.84	12.11
पंजाब	448.37	470.60
राजस्थान	4371.48	4029.35
उत्तर प्रदेश	1051.37	910.68
उत्तराखंड	877.65	711.20
उप–योग (उत्तरी क्षेत्र)	**8432.76**	**8143.86**
पश्चिमी क्षेत्र		
छत्तीसगढ़	341.08	241.64
गुजरात	3780.65	3283.67
मध्य प्रदेश	1606.90	1255.99
महाराष्ट्र	2085.53	1865.50
दादरा और नगर हवेली और दमन और दीव	2.68	2.63
गोवा	5.44	5.44
उप–योग (पश्चिमी क्षेत्र)	**7822.28**	**6654.87**
दक्षिणी क्षेत्र		
आंध्र प्रदेश	1413.90	1388.76
तेलंगाना	785.47	738.33
कर्नाटक	4034.94	3032.13
केरल	639.54	565.08
तमिलनाडु	2834.71	2214.54
लक्षद्वीप	0.01	0.01
पुडुचेरी	1.02	1.02
उप–योग (दक्षिणी क्षेत्र)	**9709.59**	**7939.87**
पूर्वी क्षेत्र		
अंडमान और निकोबार	2.42	3.84
बिहार	55.32	40.61
झारखंड	18.65	8.16
ओडिशा	475.37	529.23
सिक्किम	45.75	30.70
पश्चिम बंगाल	325.38	306.42
उप–योग (पूर्वी क्षेत्र)	**922.88**	**918.96**
पूर्वोत्तर क्षेत्र		
अरुणाचल प्रदेश	108.76	150.00
असम	77.87	46.20
मणिपुर	39.25	11.61
मेघालय	32.34	35.04
मिजोरम	12.51	20.00
नागालैंड	5.83	5.87
त्रिपुरा	0.49	0.53
उप योग (पूर्वोत्तर क्षेत्र)	**277.05**	**269.25**
अखिल भारतीय कुल	**27164.55**	**23926.80**

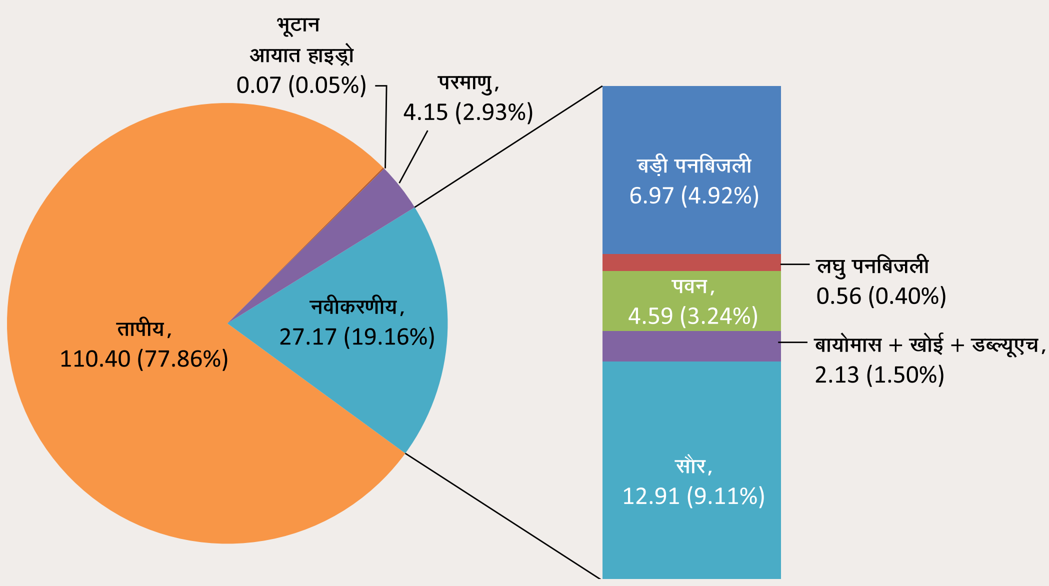
स्रोतः सीईए

28.02.2025 तक स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता: 222.86 गीगावॉट

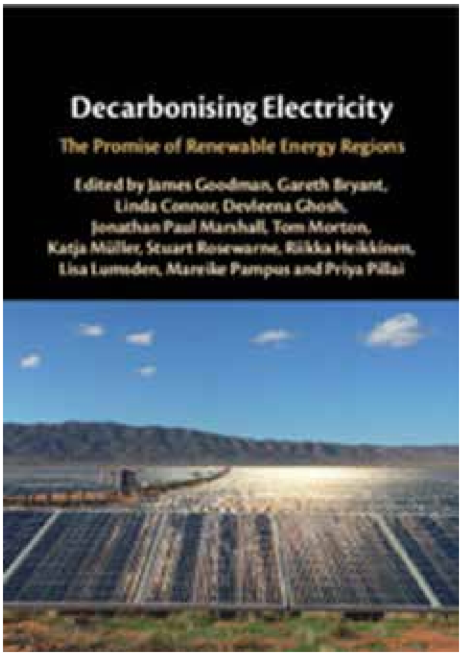


स्रोत: नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय

भारत में अखिल भारतीय मासिक ऊर्जा उत्पादन, 141.79 बीयू और नवीकरणीय ऊर्जा का हिस्सा, 27.17 बीयू (19.16 प्रतिशत) फरवरी 2025



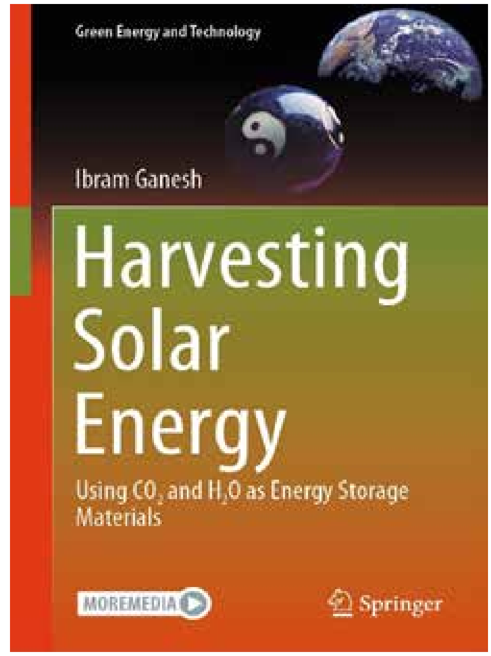
स्रोत: सीईए



डिकार्बोनाइजिंग इलेक्ट्रिसिटी: द प्रॉमिस ऑफ रिन्यूएबल एनर्जी रीजन्स
लेखकः गुडमैन, जेम्स एट अल
प्रकाशक – कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस
वर्षः 2025
आईएसबीएनः 9781009485616

बहुराष्ट्रीय ऊर्जा कॉर्पोरेशंस द्वारा नवीकरणीय ऊर्जा की ओर इस बदलाव का नेतृत्व किया जा रहा है जो व्यापक पवन और सौर सुविधाओं का निर्माण कर रहे हैं। इस पुस्तक में भारत, जर्मनी और ऑस्ट्रेलिया में इस परिवर्तन के प्रभावों और अवसरों की जांच की गई है, और उन क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित किया गया है जिन्होंने अपने ऊर्जा उत्पादन को मुख्य रूप से डीकार्बोनाइज किया है। लेखक केंद्रीकृत ऊर्जा प्रावधान मॉडल के रखरखाव को स्पष्ट करते हैं तथा ऊर्जा भूगोल, सामाजिक–आर्थिक स्तरीकरण और सामाजिक–पारिस्थितिक विनियोजन पर इसके प्रभावों को रेखांकित करते हैं। इसके अध्यायों में कॉर्पोरेट नवीकरणीय ऊर्जा पर राज्य विनियमन, वित्तीय प्रोत्साहन और सार्वजनिक अवसंरचना के महत्वपूर्ण प्रभाव को रेखांकित किया गया है तथा तर्क देते हैं कि सार्वजनिक प्रावधान को वितरित नवीकरणीय ऊर्जा, प्रभावित क्षेत्रों में सामाजिक निष्पक्षता और व्यापक सामाजिक लाभ की ओर पुनर्निर्देशित किया जाना चाहिए। इस अंतःविषय पुस्तक में भविष्य के ऊर्जा परिवर्तनों में अध्ययन और अनुप्रयोग के लिए एक मजबूत आधार प्रदान किया गया है। यह राष्ट्रों द्वारा सामना किए जाने वाले नवीकरणीय ऊर्जा विकास को सुविधाजनक बनाने और बाधित करने वाले कारकों का व्यापक विश्लेषण प्रस्तुत करती है, चाहे उनकी आर्थिक स्थिति कुछ भी हो। स्थानीय समुदायों पर ऊर्जा रूपांतरण के अनुभवों और प्रभावों के बारे में जानकारी प्रदान की गई है। पर्यावरण अध्ययन, स्थिरता अध्ययन और राजनीतिक अर्थव्यवस्था से प्राप्त जानकारी का उपयोग करते हुए नवीकरणीय ऊर्जा रूपांतरण की अंतःविषय जांच पर प्रकाश डालता है।

https://www.cambridge.org/in/universitypress/subjects/earth-and-environmental-science/environmental-policy-economics-and-law/decarbonising-electricity-promise-renewable-energy-regions?format=HB&isbn=9781009485616



हार्वेस्टिंग सोलर एनर्जी : यूजिंग एण्ड कार्बन डाइ ऑक्साइड एण्ड एच2ओ एज एनर्जी स्टोरेज मेटीरियल्स
लेखक– गणेश, इब्रम
प्रकाशक– स्प्रिंगर
वर्ष– 2025
आईएसबीएन– 978–981–96–2320–4

इस पुस्तक में कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण (एपी) का परिचय दिया गया है, जो हमारी ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सौर ऊर्जा को ग्रहण करने और संग्रह करने में सक्षम बनाता है। इसके अतिरिक्त, वर्तमान ऊर्जा वितरण मूल संरचना के साथ संगत नवीकरणीय, कार्बन–उदासीन, उच्च–ऊर्जा–घनत्व वाले तरल ईंधन को कार्बन डाइऑक्साइड, पानी और सौर– व्युत्पन्न बिजली का उपयोग करके एपी प्रक्रिया द्वारा संश्लेषित किया जा सकता है। ऊर्जा, पर्यावरण, अर्थशास्त्र और जीवन में स्थिरता प्राप्त करने का एकमात्र तरीका सामाजिक ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सूर्य के प्रकाश का उपयोग करना है, ऊर्जा भंडारण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड और पानी का उपयोग करना।

https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-96-2321-1

राष्ट्रीय

ग्लोबल कॉन्फ्रेंस ऑन रिन्यूएबल एनर्जी एण्ड क्लाइमेट चेंज (जीसीआरईसीसी)
9 मई, 2025 । अम्बरनाथ, भारत

मेरकॉन इंडिया रिन्यूएबेल्स समिट
24–25 जुलाई, 2025 । नई दिल्ली, भारत

फोर्थ ग्रीन हाइड्रोजन भारत
6–8 अगस्त, 2025। नई दिल्ली, भारत

एनर्जी ट्रांसजिशन समिट भारत
16–17 सितम्बर, 2025। नई दिल्ली, भारत

रिन्यूएबल एनर्जी इंडिया एक्सपो 2025
30 अक्तूबर, 2025 – 1 नवम्बर, 2025 । नई दिल्ली, भारत

अंतर्राष्ट्रीय

इंटरसोलर यूरोप – द वर्ल्ड लीडिंग एक्जीबिशन फॉर द सोलर इंडस्ट्री 2025
7–9 मई, 2025 । म्यूनिख, जर्मनी

ऑल–एनर्जी 2025
14–15 मई, 2025 । स्कॉटलैंड, यूनाइटेड किंगडम

ब्रिटिश रिन्यूएबल एनर्जी एवार्ड 2025
12 जून, 2025 । पिकाडिली, लंदन, यूके

एसएनईसी इंटरनेशनल पीवी पावर जेनरेशन एण्ड स्मार्ट एनर्जी कॉन्फ्रेंस एण्ड एक्जीबिशन
11–13 जून, 2025 । शंघाई, चीन

एसीएम ई–एनर्जी 2025
17–20 जून, 2025। रॉटरडैम, नीदरलैंड

RNI No DELENG/2007/22701

राष्ट्रीय जैव ऊर्जा कार्यक्रम का उद्देश्य जैव ऊर्जा प्रौद्योगिकियों को आगे बढ़ाना है और इसने प्रमुख उपलब्धियां हासिल की हैं, जैसे कि परिवारों और मध्यम आकार के व्यापारों के लिए बायोगैस संयंत्रों की स्थापना, बायोमास आधारित सह–उत्पादन के लिए समर्थन, तथा ब्रिकेट और पेलेट उत्पादन को बढ़ावा देना।

https://biogas.mnre.gov.in/