

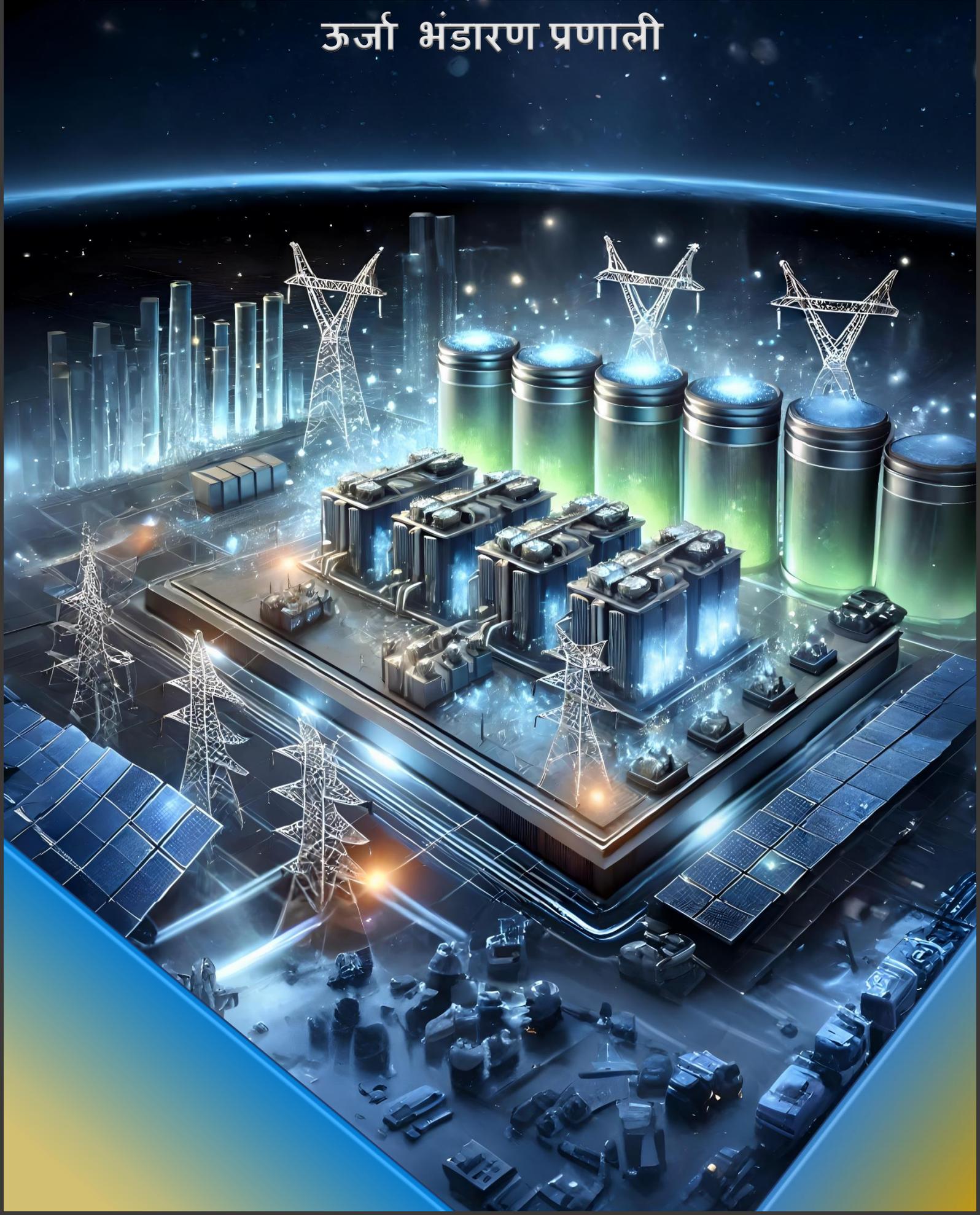
# विद्युत वाहिनी

त्रैमासिक हिंदी पत्रिका

केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण

ग्यारहवाँ अंक  
अप्रैल, 2025

## ऊर्जा भंडारण प्रणाली



## भारत का संविधान उद्देशिका

हम, भारत के लोग, भारत को एक संपूर्ण प्रभुत्व-संपन्न, समाजवादी, पंथ-निरपेक्ष, लोकतंत्रात्मक गणराज्य बनाने के लिए तथा उसके समस्त नागरिकों को:

सामाजिक, आर्थिक और राजनैतिक न्याय,  
विचार, अभिव्यक्ति, विश्वास, धर्म  
और उपासना की स्वतंत्रता,  
प्रतिष्ठा और अवसर की समता  
प्राप्त कराने के लिए,  
तथा उन सब में व्यक्ति की गरिमा और  
राष्ट्र की एकता और अखंडता  
सुनिश्चित करने वाली बंधुता बढ़ाने के लिए

दृढ़संकल्प होकर अपनी इस संविधान सभा में आज तारीख 26 नवंबर, 1949 ई. (मिति मार्गशीर्ष शुक्ला सप्तमी, संवत् दो हजार छह विक्रमी) को एतद्वारा इस संविधान को अंगीकृत, अधिनियमित और आत्मार्पित करते हैं।

## राष्ट्रगान



जन-गण-मन अधिनायक जय हे,

भारत भाग्य विधाता .

पंजाब-सिन्धु-गुजरात-मराठा

द्राविड़-उत्कल-बंग

विंध्य हिमाचल यमुना गंगा

उच्छल जलधि तरंग

तब शुभ नामे जागे,

तब शुभ आशिष मांगे

गाहे तब जय-गाथा .

जन-गण-मंगलदायक जय हे

भारत भाग्य विधाता .

जय हे, जय हे, जय हे,

जय जय जय जय हे .

## संरक्षक की कलम से



प्रिय साथियों,

आज पुनः विद्युत वाहिनी का ग्यारहवाँ अंक एक रोचक विशेषांक “बैटरी ऊर्जा भंडारण” के रूप में आपके सामने प्रस्तुत करते हुए मैं अत्यंत हर्षित हूँ।

ऊर्जा भंडारण बिजली प्रणाली को कार्बन मुक्त करने और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के लिए महत्वपूर्ण है। लचीले, विश्वसनीय और किफायती बिजली ग्रिड बनाना भी आवश्यक है जो पवन और सौर जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की परिवर्तनशील प्रकृति को संभाल सकें।

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली या बीईएसएस, रिचार्जबल बैटरियाँ हैं जो विभिन्न स्रोतों से ऊर्जा संग्रहित कर सकती हैं और ज़रूरत पड़ने पर उसे डिस्चार्ज कर सकती हैं। बीईएसएस में एक या अधिक बैटरियाँ होती हैं और इनका उपयोग विद्युत ग्रिड को संतुलित करने, बैकअप पावर प्रदान करने और ग्रिड स्थिरता में सुधार करने के लिए किया जा सकता है।

इस वर्ष देश में महाकुंभ का ऐतिहासिक पर्व सम्पन्न हुआ। महाकुंभ 2025 में कई विश्व रिकॉर्ड बने। दिव्य-भव्य और डिजिटल महाकुंभ में बहुत सारे अनूठे प्रयोग देखने को मिले। कई विभागों ने मिलकर महीनों पहले इसकी विधिवत तैयारी की।

उत्तर प्रदेश पावर कॉर्पोरेशन ने दुनिया के इस सबसे बड़े सगामग को अद्भुत तरीके से रोशन किया, महाकुंभ क्षेत्र 70 हजार एलईडी लाइट्स और 500 हाई मास्ट लाइटों से जगमगा रहा था।

विद्युत वाहिनी के इस अंक के माध्यम से आपके महत्वपूर्ण विचार प्रसारित होंगे जो देश के भविष्य को दिशा देंगे। मुझे विश्वास है कि आप अपने कौशल, विशेषज्ञता और रचनात्मकता के बल पर भविष्य में आने वाली चुनौतियों का बखूबी सामना करेंगे और अपनी एक विशिष्ट छाप छोड़ेंगे।

मैं आप सबसे आशा करता हूँ कि आप आगे आएँ, सुरक्षित और समृद्ध भविष्य की जिम्मेदारी उठाएँ। मैं आप सभी से एक ऐसा सपना देखने की आशा करता हूँ जो आपकी व्यक्तिगत आकांक्षाओं से बड़ा हो- और वह सपना है अपने देश के लिए सुख का सपना, दुनिया के लिए सुख का सपना। मैं आप सबके उज्ज्वल भविष्य और सार्थक जीवन के लिए शुभकामनाएँ देता हूँ।

मैं चाहता हूँ कि आगामी अंकों को भी आपका भरपूर प्यार और स्नेह मिले। इन्हीं शब्दों के साथ आपका,

*घनश्याम प्रसाद*

घनश्याम प्रसाद  
अध्यक्ष (केविप्रा)

## संपादक मंडल

### संरक्षक



श्री घनश्याम प्रसाद  
अध्यक्ष (केविप्रा)

### संपादक

श्री सुरता राम, मुख्य अभियंता (ईटी एवं आईडी)



### संपादक

श्री सौमित्र मजूमदार  
मुख्य अभियंता (आईटी  
एण्ड प्रौक्योरमेंट)



### उप संपादक

श्री जितेन्द्र कुमार मीणा  
निदेशक (आईआरपी)



### सहायक संपादक

सुश्री अर्पिता उपाध्याय  
उप निदेशक  
(एचपीपीआई)



सुश्री ऊषा वर्मा  
उप निदेशक (राजभाषा)



### सहयोगी स्टाफ

श्री प्रमोद कुमार  
जायसवाल  
परामर्शदाता (राजभाषा)



श्री विकास कुमार  
आशुलिपिक (राजभाषा)



पत्राचार का पता: राजभाषा अनुभाग, एनआरपीसी कॉम्प्लेक्स, 18-ए, शहीद जीत सिंह मार्ग, कटवारिया सराय,  
नई दिल्ली- 110016. दूरभाष: 011-20904841, ई-मेल: [vidyutvahini-cea@gov.in](mailto:vidyutvahini-cea@gov.in)  
मुख्यालय: केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण, सेवा भवन, आर के पुरम सेक्टर-1, नई दिल्ली- 110066.

## कुल गीत (थीम सॉन्ग)

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण है भारत की शान  
इसकी नई तकनीकों से भारत बने महान

1. स्वच्छ-सुरक्षित ऊर्जा का, देता ये उपहार  
गांव-गांव और नगर-नगर, इसकी सेवा और प्यार  
एक-राष्ट्र, एक-ग्रिड का, सपना किया साकार  
जल, वायु और सूर्य से, बिजली का संचार  
केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण-----

2. देश के कोने-कोने तक, तारों का जाल बिछाए  
अक्षय ऊर्जा उत्पादन में, देश को आगे बढ़ाए  
मेक इन इंडिया आत्मनिर्भर, भारत का सपना  
आत्मनिर्भर भारत के, सपने का, किया आगाज  
केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण-----

3. बिजली उत्पादन, पारेषण, वितरण ग्रिड संचालन  
चौबीस घंटे बिजली देकर, जन जीवन का प्रचालन  
वंदन सब परिवारजनों का, मिलकर कदम बढ़ाए  
“यूँ ही करते रहें तरक्की” भारत को श्रेष्ठ बनाएं

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण-----

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण, है भारत की शान  
भारत बने महान  
है भारत की शान  
भारत बने महान  
है भारत की शान  
भारत बने महान-----

\*\*\*\*\*

## अनुक्रमणिका

क्रम सं.	लेख (लेखक)	पृष्ठ सं.
1.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण</b> गौरव गोयल, सहायक निदेशक-1, ओपीएम डिवीजन	08
2.	<b>ऊर्जा भंडारण और ग्रिड प्रबंधन में एआई की भूमिका</b> सुरभि अग्रवाल, सह निदेशक, आई.टी. सेल एवं प्रोक्योरमेंट प्रभाग	10
3.	<b>भारतीय विद्युत बाज़ार में ओवर-द-काउंटर (ओटीसी) प्लेटफॉर्म की भूमिका, अव्यक्त ज़रूरतें, विकास एवं संभावनाएं</b> नरसी मीना, निदेशक, विनियामक मामले प्रभाग	13
4.	<b>हिंदी भाषा के क्षेत्र में बढ़ते रोजगार के अवसर</b> प्रमोद कुमार जायसवाल, परामर्शदाता, राजभाषा अनुभाग दिव्या माँदीवाल, कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी, राजभाषा अनुभाग	18
5.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण: ऊर्जा क्षेत्र में एक क्रांतिकारी बदलाव</b> अनुभा चौहान, वैयक्तिक सहायक, उप निदेशक (पेंशन एवं आई.एफ.डी.) का कार्यालय	21
6.	<b>हाल के दिनों में बैटरी ऊर्जा भंडारण के क्षेत्र में भारत सरकार द्वारा की गई प्रमुख पहलों का संक्षिप्त अवलोकन</b> करन सरीन, उप निदेशक, वितरण नीति एवं निगरानी (डी.पी. एवं एम.) प्रभाग	25
7.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण: भारत के भविष्य की दिशा में एक अहम कदम</b> विकास कुमार, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग	27
8.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS): तकनीकी विश्लेषण और भविष्य की संभावनाएँ</b> पवन कुमार गुप्ता, उप निदेशक, ईंधन प्रबंधन	29
9.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण एवं व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण (Viability Gap Funding-VGF)</b> सुमन बाला, उप निदेशक, टीपीपी एंड डी	31
10.	<b>भारत के संदर्भ में बैटरी ऊर्जा भंडारण का महत्व</b> रीता नागदेवे, उप निदेशक, थर्मल इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी विकास प्रभाग	34
11.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली में चुनौतियाँ और उनके समाधान</b> राजीव कुमार मित्तल, निदेशक, टी. ई. & टी. डी. प्रभाग	37
12.	<b>बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली {बीईएसएस (BESS)} एवं राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन</b> शरद कुमार, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग	39
13.	<b>सौर ऊर्जा और राजधानी</b> भुवनेश झा, पूर्व सहायक प्रबंधक, कंसेट्रिक्स एवं रश्मि झा, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी, राजभाषा अनुभाग	46

14.	<b>नवीन (innovative) पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) तकनीकें</b>	48
	जईता चटर्जी, निदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, सुमित गोयल ,उप निदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, डिम्पल गड़ोदिया, सहायक निदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, बासुदेव बिस्वास, जी.एस.एम (सिविल), एनएचपीसी	
15.	<b>देश में पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) के विकास की स्थिति</b>	51
	श्रवण कुमार, मुख्य अभियंता (एचपीपी & आई), केविप्रा, बलवान कुमार, निदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, अमित रॉय सिंघल, उपनिदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, हनुमान सुमन, सहायक निदेशक (एचपीपी & आई), केविप्रा, कृष्णा मुरारी मिश्रा, जीएसएम (सिविल), एनएचपीसी	
16.	<b>ऊर्जा भंडारण अनिवार्यता: भारत के हरित ऊर्जा परिवर्तन की कुंजी</b>	58
	मनोज कुमार, उप-निदेशक, स्वच्छ ऊर्जा एवं ऊर्जा परिवर्तन, योजना स्कन्ध,	
17.	<b>बढ़ा काफ़िला जाता है</b>	65
	राजेन्द्र गौतम	
18.	<b>चतुर्भुज</b>	67
	ऊषा वर्मा, उप निदेशक (राजभाषा)	
19.	<b>होली का त्यौहार</b>	68
	पुष्पा रानी राव, पीएसओ	
20.	<b>फोटो फीचर एवं उपलब्धियां</b>	70

हिन्दी से हिन्दुस्तान है,  
तभी तो यह देश महान है,  
निज भाषा की उन्नति के लिए  
अपना सब कुछ कुर्बान है।

इस पत्रिका में प्रकाशित लेखों में दिए गए विचार संबंधित लेखक के हैं। केविप्रा का इससे सहमत होना आवश्यक नहीं है।

## बैटरी ऊर्जा भंडारण

गौरव गोयल, सहायक निदेशक-I, ओपीएम डिवीजन

### परिचय

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (Battery Energy Storage Systems-BESS) नवीकरणीय ऊर्जा और कुशल ऊर्जा प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण तकनीक के रूप में उभरी है। ये प्रणालियाँ विद्युत ऊर्जा को संग्रहित करके आवश्यकता पड़ने पर उपयोग के लिए उपलब्ध कराती हैं, जिससे ग्रिड स्थिरता, ऊर्जा विश्वसनीयता और ऊर्जा तंत्र का डीकार्बोनाइजेशन संभव होता है। इस तकनीकी नोट में बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के घटकों, प्रकारों, अनुप्रयोगों, चुनौतियों और अनुसंधान प्रगतियों का वर्णन किया गया है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के घटक

- 1. बैटरी मॉड्यूल:** ऊर्जा भंडारण का मुख्य भाग, जिसमें विद्युत रासायनिक सेल शामिल होते हैं।
- 2. बैटरी प्रबंधन प्रणाली (BMS):** तापमान, वोल्टेज और चार्ज की स्थिति (SoC) जैसे मापदंडों की निगरानी और नियंत्रण करती है।
- 3. पावर रूपांतरण प्रणाली (PCS):** एसी और डीसी के बीच ऊर्जा का रूपांतरण करती है।
- 4. थर्मल प्रबंधन प्रणाली:** प्रदर्शन और दीर्घायु बनाए रखने के लिए इष्टतम तापमान सुनिश्चित करती है।
- 5. नियंत्रण और संचार प्रणाली:** प्रणाली के एकीकरण और निगरानी को सक्षम बनाती है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के प्रकार

- 1. लिथियम-आयन बैटरी (Li-ion):**
  - उच्च ऊर्जा घनत्व और दक्षता (90%-95%)
  - ग्रिड स्थिरीकरण, नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण और इलेक्ट्रिक वाहनों (EVs) जैसे अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त।
  - चुनौतियाँ: संसाधन-गहन उत्पादन और थर्मल प्रबंधन मुद्दे।
- 2. लीड-एसिड बैटरी:**
  - सिद्ध तकनीक और कम प्रारंभिक लागत।

- निर्बाध बिजली आपूर्ति (UPS) और बैकअप सिस्टम में उपयोग।
- चुनौतियाँ: कम चक्र जीवन और पर्यावरणीय चिंताएँ।



### 3. फ्लो बैटरी:

- ऊर्जा तरल इलेक्ट्रोलाइट में संग्रहित होती है।
- फायदे: मापनीयता और लंबा चक्र जीवन।
- उदाहरण: वैनाडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी (VRFB)।

### 4. सोडियम-आयन बैटरी:

- लिथियम-आयन बैटरियों का उभरता हुआ विकल्प।
- कम लागत की संभावना क्योंकि सोडियम संसाधन प्रचुर मात्रा में उपलब्ध हैं।
- वर्तमान में ऊर्जा घनत्व लिथियम-आयन बैटरियों की तुलना में कम।

### 5. सॉलिड-स्टेट बैटरी:

- तरल के बजाय ठोस इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करती है।
- उच्च सुरक्षा और ऊर्जा घनत्व का वादा करती है।
- अभी अनुसंधान और विकास के अधीन।

### अनुप्रयोग

#### 1. नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण:

- सौर और पवन प्रणालियों द्वारा उत्पन्न अतिरिक्त ऊर्जा को संग्रहित करती है।
- कम उत्पादन अवधि के दौरान डिस्पैचेबल पावर प्रदान करती है।

#### 2. ग्रिड स्थिरीकरण:

- आवृत्ति नियमन और वोल्टेज समर्थन बनाए रखती है।
- ऊर्जा मांग में उतार-चढ़ाव के कारण उत्पन्न समस्याओं को कम करती है।

#### 3. इलेक्ट्रिक वाहन (EVs):

- प्रणोदन के लिए प्राथमिक ऊर्जा स्रोत के रूप में कार्य करती है।
- सेकंड-लाइफ EV बैटरियों को स्थिर भंडारण के लिए पुनः उपयोग किया जा रहा है।

#### 4. बैकअप पावर:

- ग्रिड आउटेज के दौरान निरंतरता सुनिश्चित करती है।

#### 5. व्यावसायिक और औद्योगिक उपयोग:

- पीक डिमांड चार्ज को कम करती है और लोड संतुलन प्रदान करती है।

#### चुनौतियाँ

##### 1. लागत:

- विशेष रूप से लिथियम-आयन प्रणालियों के लिए उच्च प्रारंभिक पूंजीगत व्यय।

##### 2. संसाधन उपलब्धता:

- लिथियम, कोबाल्ट और निकेल जैसे महत्वपूर्ण सामग्रियों पर निर्भरता।

##### 3. सुरक्षा:

- कुछ रसायनों में थर्मल रनअवे का खतरा।

##### 4. रीसाइक्लिंग और निपटान:

- पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने के लिए बैटरियों के जीवन के अंत का प्रबंधन।

##### 5. मापनीयता:

- ग्रिड स्तर की मांगों को पूरा करने के लिए बड़े पैमाने पर भंडारण समाधान विकसित करना।

#### हाल के अनुसंधान और नवाचार

##### 1. उन्नत सामग्री:

- उच्च क्षमता वाले एनोड और कैथोड सामग्री (जैसे सिलिकॉन एनोड, लिथियम-सल्फर कैथोड) पर अनुसंधान।

##### 2. सॉलिड-स्टेट बैटरी:

- एमआईटी और टोयोटा के शोधकर्ताओं ने उच्च ऊर्जा घनत्व और स्थिरता प्राप्त करने में प्रगति की सूचना दी।

##### 3. बैटरी प्रबंधन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI):

- AI और मशीन लर्निंग पूर्वानुमानित रखरखाव को बढ़ाते हैं, चार्जिंग चक्रों का अनुकूलन करते हैं, और जीवनकाल में सुधार करते हैं।

##### 4. रीसाइक्लिंग तकनीक:

- लिथियम-आयन बैटरियों के लिए हाइड्रोमेटलर्जिकल और पायरोमेटलर्जिकल प्रक्रियाओं जैसे बंद-लूप रीसाइक्लिंग विधियों का विकास।

##### 5. वैकल्पिक रसायन विज्ञान:

- जिंक-एयर और एल्युमिनियम-आयन बैटरियां स्थायी और लागत-प्रभावी विकल्पों के रूप में उभर रही हैं।

##### 6. हाइब्रिड ऊर्जा प्रणाली:

- प्रत्येक की ताकत का लाभ उठाने के लिए विभिन्न भंडारण प्रौद्योगिकियों का संयोजन।

#### निष्कर्ष

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ एक सतत ऊर्जा भविष्य के लिए महत्वपूर्ण हैं। सामग्री विज्ञान, विनिर्माण प्रक्रियाओं, और प्रणाली एकीकरण में निरंतर प्रगति दक्षता बढ़ा रही है, लागत घटा रही है, और सुरक्षा में सुधार कर रही है। शैक्षणिक, औद्योगिक और सरकारी प्रयासों के बीच सहयोग मौजूदा चुनौतियों को दूर करने और व्यापक रूप से अपनाने को सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक होगा।

\*\*\*\*\*

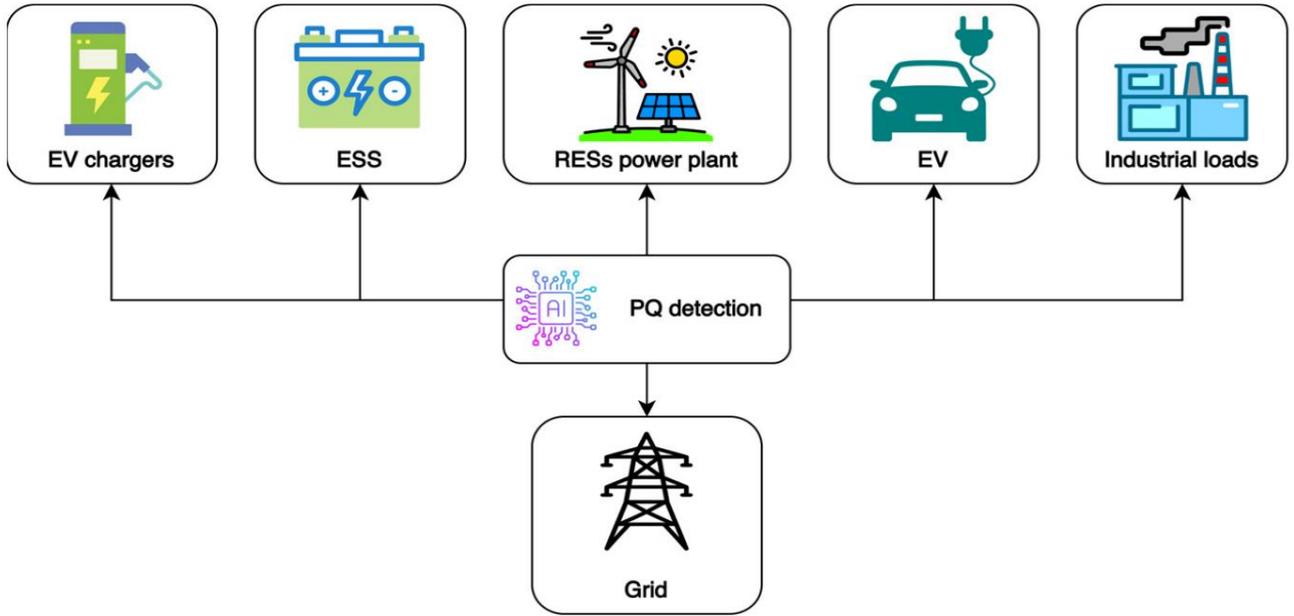
## ऊर्जा भंडारण और ग्रिड प्रबंधन में एआई की भूमिका

सुरभि अग्रवाल, सह निदेशक, आई.टी. सेल एवं प्रोक्योरमेंट प्रभाग

### परिचय:

जैसे-जैसे सौर और पवन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को अपनाया जा रहा है, वे एक अंतर्निहित चुनौती लेकर आ रहे हैं: उनकी परिवर्तनशीलता का प्रबंधन करना। ये ऊर्जा स्रोत हमेशा तब बिजली उत्पन्न नहीं करते जब इसकी सबसे अधिक आवश्यकता होती है। स्थिर ऊर्जा आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए, पावर ग्रिड को पारंपरिक प्रबंधन से

कहीं अधिक की आवश्यकता होती है - इसके लिए सटीकता और बुद्धिमत्ता की आवश्यकता होती है जो केवल AI ही दे सकता है। ऊर्जा भंडारण को अनुकूलित करके, ग्रिड प्रबंधन में सुधार करके और समग्र दक्षता को बढ़ाकर, AI ऊर्जा संक्रमण को आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

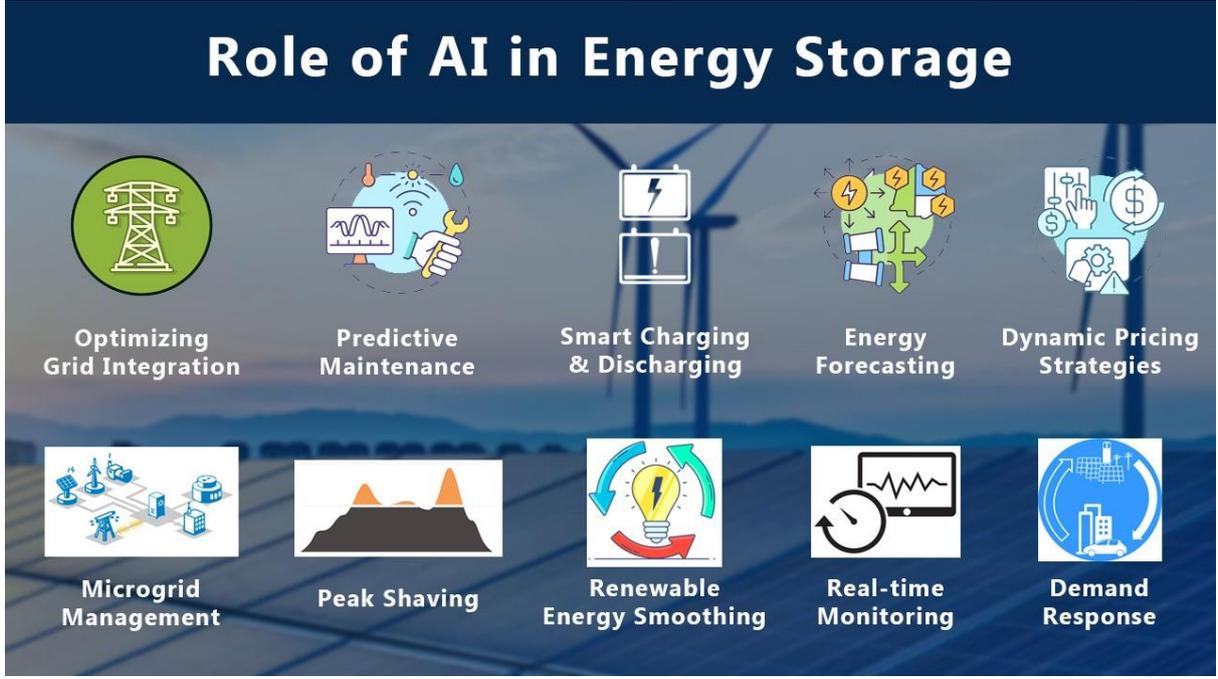


### ऊर्जा में AI क्यों महत्वपूर्ण है

अक्षय ऊर्जा की ओर बदलाव के लिए ऊर्जा प्रबंधन के लिए अधिक परिष्कृत दृष्टिकोण की आवश्यकता है। सौर और पवन ऊर्जा, स्वच्छ होते हुए भी, रुक-रुक कर आती हैं। उन्नत प्रणालियों के बिना, जब उत्पादन मांग से अधिक हो जाता है, तो इस ऊर्जा का अधिकांश हिस्सा अप्रयुक्त रह सकता है। यहीं पर AI अमूल्य साबित होता है।

### AI सिस्टम:

- असाधारण सटीकता के साथ ऊर्जा की मांग और आपूर्ति की भविष्यवाणी करें, जिससे भंडारण प्रणालियों को अनुकूलित करने में मदद मिले।
- ऊर्जा को चार्ज करने और डिस्चार्ज करने के लिए सबसे अच्छा समय निर्धारित करके ऊर्जा भंडारण दक्षता बढ़ाएँ।
- आपूर्ति और मांग में उतार-चढ़ाव पर वास्तविक समय में प्रतिक्रिया करके ग्रिड स्थिरता बढ़ाएँ।
- ऊर्जा प्रबंधन प्रक्रियाओं को स्वचालित करके और परिसंपत्तियों को अनुकूलित करके परिचालन लागत कम करें।



### AI के साथ ऊर्जा भंडारण का अनुकूलन:

बिजली की आपूर्ति और मांग को संतुलित करने के लिए बैटरी जैसी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ आवश्यक हैं। हालाँकि, बदलती परिस्थितियों का पूर्वानुमान लगाने और उन पर प्रतिक्रिया करने की बुद्धिमत्ता के बिना, उनकी क्षमता सीमित है। यहीं पर AI फर्क करता है।

**1. आपूर्ति और मांग का पूर्वानुमान लगाना:** AI-संचालित एल्गोरिदम विशाल डेटासेट का विश्लेषण कर सकते हैं - जिसमें मौसम का पूर्वानुमान, ऐतिहासिक ऊर्जा उपयोग और सेंसर से वास्तविक समय का डेटा शामिल है - यह अनुमान लगाने के लिए कि सौर और पवन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा से कितनी ऊर्जा उत्पन्न होगी। ये पूर्वानुमान भंडारण प्रणालियों को अधिशेष उत्पादन की अवधि के दौरान चार्ज करने और मांग के चरम पर डिस्चार्ज करने की अनुमति देते हैं।

**2. स्मार्ट चार्जिंग और डिस्चार्जिंग:** स्थिर शेड्यूल पर निर्भर रहने के बजाय, AI ऊर्जा को संग्रहित करने और छोड़ने का समय अनुकूलित करता है।

वास्तविक समय की ग्रिड स्थितियों और भविष्य के पूर्वानुमानों को समझकर, AI यह सुनिश्चित करता है कि बैटरी तब चार्ज हो जब मांग कम हो और नवीकरणीय उत्पादन अधिक हो, और चरम मांग के क्षणों में डिस्चार्ज हो। इससे ऊर्जा भंडारण का अधिक कुशल उपयोग होता है और अपशिष्ट कम होता है।

**3. बैटरी लाइफ़ बढ़ाना:** AI बैटरी के स्वास्थ्य की निगरानी भी कर सकता है, उनके परिचालन जीवन को बढ़ाने के लिए चार्जिंग और डिस्चार्जिंग पैटर्न को समायोजित कर सकता है। ऊर्जा चक्रों का सावधानीपूर्वक प्रबंधन करके, AI बैटरी के खराब होने और टूटने को कम करने में मदद करता है, जिससे दीर्घकालिक विश्वसनीयता सुनिश्चित होती है और प्रतिस्थापन लागत कम होती है।

**4. ऊर्जा मध्यस्थता:** AI ऊर्जा की कीमतें कम होने पर बैटरी चार्ज करके और कीमतें अधिक होने पर संग्रहित ऊर्जा को ग्रिड में वापस बेचकर ऊर्जा मध्यस्थता में संलग्न हो सकता है। यह न केवल ग्रिड स्थिरता का समर्थन करता है बल्कि भंडारण ऑपरेटरों के लिए राजस्व भी उत्पन्न करता है।

## ग्रिड प्रबंधन में AI

आधुनिक ऊर्जा ग्रिड का प्रबंधन करना जटिल है, खासकर तब जब अक्षय ऊर्जा स्रोत मिश्रण का एक बड़ा हिस्सा बन जाते हैं। ग्रिड को अधिक उत्तरदायी, विश्वसनीय और कुशल बनाने के लिए AI आवश्यक है।

**1. रीयल-टाइम ग्रिड ऑप्टिमाइज़ेशन:** AI ग्रिड में हजारों सेंसर से डेटा को वास्तविक समय में संसाधित कर सकता है, जिससे ग्रिड ऑपरेटर आपूर्ति और मांग में उतार-चढ़ाव के लिए तुरंत समायोजन कर सकते हैं। AI की त्वरित निर्णय लेने की क्षमता सुनिश्चित करती है कि ग्रिड संतुलित रहे, ब्लैकआउट को रोका जा सके और एक स्थिर ऊर्जा आपूर्ति सुनिश्चित की जा सके।

**2. पूर्वानुमानित रखरखाव:** AI सिस्टम ग्रिड इंफ्रास्ट्रक्चर- जैसे ट्रांसफॉर्मर, लाइन या सबस्टेशन-के विफल होने का अनुमान लगाने के लिए ऐतिहासिक प्रदर्शन डेटा और वास्तविक समय की स्थितियों का विश्लेषण कर सकते हैं। समस्याओं को बढ़ने से पहले पहचान कर, AI सक्रिय रखरखाव को सक्षम बनाता है, डाउनटाइम को कम करता है और ग्रिड विश्वसनीयता में सुधार करता है।

**3. वितरित ऊर्जा संसाधनों (DERs) को एकीकृत करना:** विकेन्द्रीकृत ऊर्जा प्रणालियों के उदय- जैसे कि छत पर लगे सौर पैनल, घरेलू बैटरी भंडारण और इलेक्ट्रिक वाहन- ने ग्रिड प्रबंधन को और अधिक जटिल बना दिया है। एआई इन छोटे पैमाने के ऊर्जा उत्पादकों के समन्वय को सक्षम बनाता है, यह सुनिश्चित करता है कि वे अपने ऊर्जा उत्पादन का अधिकतम लाभ उठाते हुए ग्रिड स्थिरता में योगदान दें।

**4. मांग प्रतिक्रिया का अनुकूलन:** एआई मांग प्रतिक्रिया कार्यक्रमों को भी बढ़ाता है, जो ग्रिड ओवरलोड को रोकने के लिए पीक डिमांड अवधि के दौरान बिजली की खपत को समायोजित करता है। ऊर्जा उपयोग में पैटर्न का विश्लेषण करके और पीक लोड की भविष्यवाणी करके, एआई महत्वपूर्ण समय के दौरान खपत को कम करने की प्रक्रिया को स्वचालित करता है, जिससे उपभोक्ताओं के जीवन को बाधित किए बिना ग्रिड को स्थिर करने में मदद मिलती है।

## लागत कम करना और दक्षता बढ़ाना

AI सिर्फ ऊर्जा भंडारण और ग्रिड प्रबंधन को ही स्मार्ट नहीं बनाता है - यह उन्हें ज़्यादा किफ़ायती बनाता है। पूर्वानुमान में सुधार करके, परिसंपत्ति उपयोग को अनुकूलित करके और निर्णयों को स्वचालित करके, AI समग्र दक्षता को बढ़ाते हुए परिचालन लागत को कम करता है।

**1. परिचालन लागत कम करना:** ऐसे कार्य जिन्हें पहले मैनुअल निरीक्षण की आवश्यकता होती थी - जैसे लोड बैलेंसिंग या सिस्टम डायग्नोस्टिक्स - अब AI सिस्टम द्वारा स्वायत्त रूप से संभाले जाते हैं। इससे श्रम लागत कम होती है और अधिक सटीक, डेटा-संचालित निर्णय सुनिश्चित होते हैं।

**2. ऊर्जा हानि को कम करना:** गलत समय पर ऊर्जा भंडारण या ग्रिड कुप्रबंधन से महत्वपूर्ण हानि हो सकती है। AI यह सुनिश्चित करके अक्षमताओं को समाप्त करता है कि ऊर्जा को इष्टतम तरीके से संग्रहित और उपयोग किया जाए, बर्बादी को कम किया जाए और ऊर्जा परिसंपत्तियों के लिए निवेश पर प्रतिफल में सुधार किया जाए।

**3. ऊर्जा बाजारों को अनुकूलित करना:** AI-संचालित सिस्टम ऊर्जा प्रदाताओं को ऊर्जा बाजारों में अधिक

प्रभावी ढंग से भाग लेने में भी मदद कर सकते हैं। मूल्य प्रवृत्तियों और ग्रिड आवश्यकताओं का पूर्वानुमान लगाकर, AI यह सुनिश्चित करता है कि कम मूल्य की अवधि से बचते हुए, मांग (और कीमतें) अधिक होने पर ऊर्जा बेची जाए।

### अक्षय ऊर्जा में AI का भविष्य

AI पहले से ही ऊर्जा क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण खिलाड़ी साबित हो रहा है, लेकिन अक्षय ऊर्जा को अपनाने में तेज़ी आने के साथ ही इसकी भूमिका और भी बढ़ जाएगी। जैसे-जैसे मशीन लर्निंग मॉडल और भी उन्नत होते जाएंगे, पूर्वानुमान लगाने, अनुकूलन करने और स्वचालित करने की AI की क्षमता ऊर्जा भंडारण और ग्रिड प्रबंधन की दक्षता को और बढ़ाएगी।

आने वाले वर्षों में, AI विकेंद्रीकृत ऊर्जा व्यापार को भी सक्षम कर सकता है, जहाँ घर और व्यवसाय

सीधे एक-दूसरे के साथ अधिशेष ऊर्जा का व्यापार कर सकते हैं। इस तरह का बदलाव ऊर्जा बाजार को और भी अधिक विकेंद्रीकृत कर सकता है, जिससे छोटे पैमाने के ऊर्जा उत्पादकों और उपभोक्ताओं के लिए नए अवसर पैदा हो सकते हैं।

### निष्कर्ष

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऊर्जा के प्रबंधन और भंडारण के तरीके को बदल रही है। ऊर्जा भंडारण प्रणालियों को अनुकूलित करने, ग्रिड को स्थिर करने और समग्र दक्षता को बढ़ाने की इसकी क्षमता अक्षय ऊर्जा को एक विश्वसनीय, 24/7 बिजली स्रोत बनने में मदद कर रही है। जैसे-जैसे AI विकसित होता रहेगा, यह कम कार्बन वाली ऊर्जा प्रणाली में बदलाव का समर्थन करने में और भी बड़ी भूमिका निभाएगा।

\*\*\*\*\*

## भारतीय विद्युत बाज़ार में ओवर-द-काउंटर (ओटीसी) प्लेटफ़ॉर्म की भूमिका, अव्यक्त ज़रूरतें, विकास एवं संभावनाएं

नरसी मीना, निदेशक, विनियामक मामले प्रभाग

यह लेख भारतीय बिजली बाजार में ओटीसी प्लेटफ़ॉर्म की भूमिका और क्षमता का एक व्यापक अवलोकन प्रदान करता है, जो ऐतिहासिक संदर्भ और भविष्य की संभावनाओं दोनों को दर्शाता है।

### ओटीसी बाजार का संक्षिप्त इतिहास :-

ओवर-द-काउंटर (ओटीसी) बाजार की अवधारणा दुनिया भर के विभिन्न बाजारों में आधारशिला रही है। जहाँ एक्सचेंज तरलता बनाने के लिए मानकीकृत उत्पाद पेश करते हैं, वहीं ओटीसी बाजार व्यापार की स्वनिर्धारित एवं विशिष्ट आवश्यकताओं के लिए लचीलापन प्रदान करते हैं। बिजली व्यापार और बाजार के क्षेत्र में, ओटीसी ट्रेडिंग खरीदारों और

विक्रेताओं के बीच सीधे संपर्क की सुविधा के लिए एक तंत्र के रूप में परिकल्पित है और वैसा ही उभरा भी है। ऐतिहासिक रूप से, भारतीय बिजली बाजार दीर्घकालिक बिजली खरीद समझौतों (पीपीए) पर बहुत अधिक निर्भर रहा है, जो अनिवार्य रूप से एक-से-कई या एक-से-एक द्विपक्षीय अनुबंध थे। वर्ष 2000 में व्यापार (trading) के आगमन के साथ, व्यापारियों (traders) के माध्यम से अल्पकालिक द्विपक्षीय व्यापार उभरा और अंततः पावर एक्सचेंजों (पीएक्स) के माध्यम से स्पॉट ट्रेडिंग शुरू हुई। स्पॉट मार्केट की सफलता द्विपक्षीय और बहुपक्षीय व्यापार की नींव पर टिकी हुई है। भारतीय

बिजली बाजार में ओटीसी ट्रेडिंग के विकास का पता लचीलेपन, अनुकूलन और विशिष्ट मांगों को पूरा करने की क्षमता से लगाया जा सकता है, जिन्हें पारंपरिक ट्रेडिंग प्लेटफॉर्म द्वारा पर्याप्त रूप से संबोधित नहीं किया गया था।

हालाँकि बड़े बिजली संयंत्र दीर्घकालिक ओटीसी ट्रेडिंग अनुबंधों के माध्यम से अपने मूल्य जोखिम को कम करना जारी रखेंगे ओटीसी दीर्घकालिक, मूल्य-सुरक्षित अग्रिम लेनदेन ("पावर परचेज एग्रीमेंट" या "पीपीए") के लिए एक बेहतर बाजार का विकल्प है जहाँ अनुबंध तो दीर्घकालिक होता है किन्तु कीमत (price) के बढ़ने और घटने के जोखिम को एक स्थिर (static और fixed ) न रख कर गतिशील (dynamic और benchmark ) किया जा सकता है। इससे दोनों ही पक्ष बाजार की गतिविधियों के अनुसार अनुबंध की प्रासंगिता को बनाये रख सकते हैं। इसी तरह से मात्रा (quantity) के मिलने या न मिलने के जोखिम को भी अग्रिम अनुबंध करके कम किया जा सकता है।

#### पावर मार्केट में ओटीसी की भूमिका :-

ओटीसी प्लेटफॉर्म बिजली बाजार में एक महत्वपूर्ण घटक के रूप में कार्य करता है, जो बाजार सहभागियों की विशिष्ट आवश्यकताओं को पूरा करने वाले अनुरूप समाधान पेश करता है। पावर एक्सचेंजों में मानकीकृत अनुबंधों (standardized contracts ) की उपलब्धता होती है वहीं ओटीसी प्लेटफॉर्म/ओटीसी मार्केट विशिष्ट एवं अनुकूलित समझौतों (customized and specific contracts) की अनुमति देता है जो विशिष्ट डिलीवरी शेड्यूल, अनुकूलित मूल्य निर्धारण तंत्र और विशिष्ट अनुबंध शर्तों जैसी विशिष्ट आवश्यकताओं को संबोधित करते हैं। यह लचीलापन बड़े औद्योगिक उपभोक्ताओं, अक्षय अथवा नवीकरणीय ऊर्जा के

स्त्रोतों और अद्वितीय परिचालन प्रोफाइल वालों जनरेटर और मांग के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है।

केंद्रीय विद्युत नियामक आयोग (सीईआरसी) ने पावर मार्केट रेगुलेशन 2021 में ओटीसी प्लेटफॉर्म की परिकल्पना की जो कि खरीददारों और विक्रेताओं के मध्य प्रत्यक्ष इंटरैक्शन (direct interaction) कराएगा, प्रतिभागियों को ऐसी सुविधा प्रदान करेगा की वे सूचित फैसला (informed decision ) ले सकें और ओटीसी मार्केट में जानकारी की विषमता (information asymmetry) को कम करने में सहायक होगा। 2022 में केंद्रीय विद्युत् नियामक आयोग ने ओटीसी प्लेटफॉर्म को स्थापित करने, स्थापन के लिए आवेदन, स्थापन के लिए तकनीकी और वित्तीय आवश्यकताएँ और उसके परिचालन के लिए दिशा निर्देश जारी किये। इन विनियमों का उद्देश्य ओटीसी लेनदेन के लिए एक संरचित और विनियमित वातावरण बनाना, पारदर्शिता सुनिश्चित करना, प्रतिपक्ष जोखिमों को कम करना और प्रतिस्पर्धी बाजार परिदृश्य को बढ़ावा देना है। ओटीसी प्लेटफॉर्म की परिकल्पना एक तटस्थ, पारदर्शी एवं विनियमित प्लेटफॉर्म के रूप में की गयी है जिससे एक प्रभावी ओटीसी प्लेटफॉर्म/मार्केट बिना किसी पूर्वाग्रह के संचालित हो, हितां के टकराव के स्थिति उत्पन्न ही न हो और व्यापार का एक पारदर्शी, कुशल साधन मिले जिससे बाजार सहभागियों के बीच अधिक आत्मविश्वास पैदा हो। ओटीसी प्लेटफॉर्म के बिना बाजार का दायरा अधूरा है :-

ओटीसी प्लेटफॉर्म की उपस्थिति के बिना बिजली बाजार की पूरी क्षमता का एहसास नहीं किया जा सकता है। यह उन लेनदेन के लिए एक स्थान प्रदान करके मौजूदा बाजार तंत्र को पूरक बनाता है जो

बिजली एक्सचेंजों के मानकीकृत ढांचे में फिट नहीं होते हैं। यह समावेशन बाजार के स्पेक्ट्रम को व्यापक बनाता है, समग्र बाजार दक्षता और तरलता को बढ़ाता है।

ओटीसी बाजार व्यापार की स्वनिर्धारित एवं विशिष्ट आवश्यकताओं, गैर-मानक और अनुकूलित उत्पादों

को पूरा करता है। बाज़ार का यह खंड प्रतिभागियों को उन शर्तों पर बातचीत करने की अनुमति देता है जो विशेष रूप से उनकी आवश्यकताओं से मेल खाती हैं, जैसे अद्वितीय अनुबंध अवधि, वितरण बिंदु और मूल्य निर्धारण संरचनाएं, जो एक मानकीकृत विनियम वातावरण में संभव नहीं हैं।



ओटीसी मार्केट/प्लेटफॉर्म नितांत आवश्यक है न केवल बाजार सहभागियों के पास अपने व्यापार को अनुकूलित करने के लिए सीमित विकल्पों को बढ़ाने के लिए अपितु अक्षमताएं (inefficiencies) और इष्टतम (sub-optimal) परिणाम को कम करने के लिए, अति आवश्यक लचीलापन और अनुकूलन एक विनियमित संस्था के माध्यम से मिलने के लिए जिससे बिजली व्यापार और पावर मार्केट्स में गहराई आये जो अब तक गायब था। भारत में ओटीसी व्यापार की शुरुआत ने बिजली बाजार में एक महत्वपूर्ण अंतर को भर दिया है।

प्रौद्योगिकी तकनीकी प्रगति ने बिजली बाजार के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। ओटीसी ट्रेडिंग में परिष्कृत सॉफ्टवेयर और स्वचालित प्रणालियों का एकीकरण लेनदेन की सटीकता, गति और सुरक्षा को बढ़ाता है, जिससे अधिक कुशल और

विश्वसनीय बाजार वातावरण को बढ़ावा मिलता है। **ओटीसी प्लेटफॉर्म बिजली बाजार में नवाचार (innovation) के लिए प्रजनन भूमि के रूप में काम करते हैं। अनुकूलित और लचीले ट्रेडिंग विकल्पों को सक्षम करके, वे नए उत्पादों और सेवाओं के विकास को प्रोत्साहित करते हैं जो बाजार सहभागियों की बढ़ती जरूरतों को बेहतर ढंग से पूरा कर सकते हैं। ओटीसी प्लेटफॉर्म एक विकेन्द्रीकृत विनियमित बाज़ार अवसंरचना संस्थान है।**

एक विनियमित बाज़ार अवसंरचना संस्थान के रूप में, ओटीसी प्लेटफॉर्म यह सुनिश्चित करता है कि सभी लेनदेन स्थापित नियमों और विनियमों का पालन करें। यह नियामक की निगरानी में बाजार की अखंडता बनाए रखने, प्रतिभागियों की सुरक्षा और ओटीसी बाजार में विश्वास को बढ़ावा देने के लिए महत्वपूर्ण है।



### ओटीसी प्लेटफार्म के विकास की संभावनाएं और ज़रूरतें

ओटीसी में भविष्य क्षमता बाजार:- भारत में ओटीसी बाजार के भविष्य में क्षमता बाजारों का विकास शामिल हो सकता है, जहां प्रतिभागी क्षमता दायित्वों का व्यापार कर सकते हैं। इससे यह सुनिश्चित करने में मदद मिलेगी कि भविष्य की मांग को पूरा करने के लिए पर्याप्त उत्पादन क्षमता उपलब्ध है, जिससे ग्रिड की विश्वसनीयता और स्थिरता में योगदान होगा।

**ओटीसी में सहायक सेवाएं:-** ओटीसी प्लेटफॉर्म सहायक सेवाओं के व्यापार का भी समर्थन कर सकते हैं, जो ग्रिड स्थिरता बनाए रखने के लिए आवश्यक हैं। इन सेवाओं में आवृत्ति विनियमन, वोल्टेज समर्थन और आरक्षित शक्ति शामिल हैं, जो सभी बिजली प्रणाली के सुचारु संचालन के लिए महत्वपूर्ण हैं।

**ओटीसी में नवीकरणीय ऊर्जा प्रमाणपत्र (आरईसी):-** ओटीसी प्लेटफार्मों के माध्यम से नवीकरणीय ऊर्जा प्रमाणपत्र (आरईसी) का व्यापार भारत में नवीकरणीय ऊर्जा के विकास को बढ़ावा दे सकता

है। आरईसी इस बात का प्रमाण प्रस्तुत करते हैं कि बिजली नवीकरणीय स्रोतों से उत्पन्न की गई है, और उनका व्यापार नवीकरणीय ऊर्जा खपत के लिए नियामक आवश्यकताओं को पूरा करने में मदद कर सकता है।

**ओटीसी में कार्बन ट्रेडिंग :-** ओटीसी प्लेटफार्मों के माध्यम से कार्बन ट्रेडिंग ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के भारत के प्रयासों में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। कार्बन क्रेडिट के लिए एक बाजार प्रदान करके, ओटीसी प्लेटफॉर्म उत्सर्जन में कटौती के व्यापार की सुविधा प्रदान कर सकते हैं, स्वच्छ प्रौद्योगिकियों और टिकाऊ प्रथाओं में निवेश को प्रोत्साहित कर सकते हैं।

ओटीसी प्लेटफार्मों के माध्यम से ओटीसी बाजार में एक केंद्रीकृत कम्प्यूटेशनल सेवा की आवश्यकता है जो की हितधारकों, वित्तीय संस्थानों और विनियामकों के बीच एक मूल्यवान इंटरकनेक्टर हो, बिजली क्षेत्र द्वारा आवश्यक मध्यस्थ समर्थन और सेवाएं प्रदान करे । प्रतिभागियों को मूल्यवर्धित सेवाओं से भी लाभ मिलेगा जिसमें जोखिम प्रबंधन,

संपार्श्विक प्रबंधन, प्रदर्शन माप और रिपोर्टिंग, तरलता प्रबंधन, कराधान आदि शामिल होंगे।

**इलेक्ट्रिसिटी में डेरिवेटिव्स को ओटीसी की आवश्यकता है:-** बिजली बाजार में डेरिवेटिव्स की शुरुआत क्षितिज पर है, और उनके सफल कार्यान्वयन के लिए ओटीसी प्लेटफॉर्म आवश्यक होंगे। डेरिवेटिव बाजार सहभागियों को जोखिमों से बचाव और मूल्य अस्थिरता को प्रबंधित करने के लिए उपकरण प्रदान कर सकते हैं, जो अधिक स्थिर और पूर्वानुमानित बाजार वातावरण में योगदान करते हैं। **भारतीय बिजली बाजार में ओटीसी व्यापार की क्षमता को पूरी तरह से समझने के लिए, निरंतर नीति और नियामक समर्थन आवश्यक है। इसमें एक अनुकूल नियामक ढांचा तैयार करना, बाजार भागीदारी के लिए प्रोत्साहन प्रदान करना और मजबूत बाजार निगरानी सुनिश्चित करना शामिल है।** भारतीय बिजली बाजार में ओटीसी प्लेटफॉर्म की शुरुआत और विकास एक अधिक लचीले, कुशल और नवीन बाजार वातावरण की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। मौजूदा बाजार संरचनाओं को पूरक करके और बाजार सहभागियों की अनूठी जरूरतों को संबोधित करके, ओटीसी प्लेटफॉर्म भारत के बिजली क्षेत्र के भविष्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने के लिए तैयार है।

**न्यू एज मार्केट्स इन इलेक्ट्रिसिटी प्राइवेट लिमिटेड** को भारत के पहले ओटीसी प्लेटफॉर्म की स्थापना और संचालन के लिए माननीय सीईआरसी द्वारा अनुमति दी गई है।

इसका मुख्य विचार डिजिटल प्रौद्योगिकी और सेवाओं के माध्यम से ओटीसी बाजारों में पारदर्शिता और नवीनता लाना है।

- द्विपक्षीय व्यापार को स्क्रीन आधारित बनाने की जरूरत है, जैसा कि पावर एक्सचेंज संचालित बाजार के साथ हुआ है, ताकि मौजूदा अलग-अलग जानकारी और उच्च लेनदेन लागत (मार्जिन, समय और जोखिम प्रबंधन के संदर्भ में) बाजार से एक समग्र जानकारी कम लेनदेन लागत वाले बाजार में विकसित हो सके।

- प्रतिभागियों को अनुबंध संरचनाओं में लचीलेपन के साथ बिजली खरीद की आवश्यकता होगी।

- नवीकरणीय ऊर्जा जनरेटरों को ऐसे मंच की आवश्यकता होगी क्योंकि पारंपरिक ऊर्जा के विपरीत, आरई वितरित किया जाता है और अधिकांश समय छोटे पैमाने पर उत्पन्न होता है। NAME ने पहली बार पावर बैंकिंग के लिए डिस्कॉम्स के मध्य सीधा संवाद एक पारदर्शी स्क्रीन के माध्यम से उपलब्ध कराया है। बैंकिंग की ये लिस्टिंग सर्विस न केवल सभी मेंबर्स को अखिल भारतीय प्रसारण की सुविधा प्रदान करते हैं अपितु मेंबर्स को अपनी मांग के अनुसार आयात निर्यात की अवधि, दिन के घंटे और निर्णय लेने की समय सीमा इत्यादि सभी आवश्यक बिंदुओं को सूचीबद्ध करके प्रविष्ट करने की सुविधा प्रदान करता है जिससे प्रतिपक्ष को भाग लेने में सहायक होता है। विगत वर्ष में करीब ९५०० MU से अधिक की लिस्टिंग हुई जिसमें से १००० MU के करीब का भौतिक आदान प्रदान किया गया।

NAME ने विगत नवंबर में बाजार में प्रतिभागियों की व्यक्त जरूरत को ध्यान में रखते हुए बिजली खरीद फरोख्त की प्रविष्टि (DAMINI) की शुरुआत की जो की प्रतिभागियों को उनके पोर्टफोलियो को कुशल (efficient) और असरदार (effective) तरीके से प्रबंधित कर पाएंगे।

\*\*\*\*\*



हमारी राष्ट्रीय भाषा की अपार लोकप्रियता और अंतर्राष्ट्रीय महत्व के साथ-साथ हिंदी भाषा के क्षेत्र में रोजगार के अवसर भी बढ़ रहे हैं। भारत में रोजगार के लिए हिंदी महत्वपूर्ण है। यह भारत की सबसे अधिक बोली जाने वाली भाषाओं में से एक है। भारत और विदेशों में लगभग 500 मिलियन लोग हिंदी बोलते हैं, तथा इस भाषा को समझने वाले लोगों की कुल संख्या लगभग 900 मिलियन है। इसका उपयोग सरकार के कार्य, शिक्षा, मीडिया और व्यवसाय सहित कई क्षेत्रों में किया जाता है। हमारी राष्ट्रभाषा की अपार लोकप्रियता और अंतर्राष्ट्रीय महत्ता के साथ-साथ हिंदी भाषा के क्षेत्र में रोजगार की संभावनाएं भी बढ़ रही हैं। हालांकि, इन उपलब्धियों के बाद भी आज करियर बनाने के लिए हिंदी को अंग्रेजी की तुलना में कमतर आंका जाता है, लेकिन यह सत्य नहीं है। हिंदी के क्षेत्र में कई बेहतरीन करियर ऑप्शन मौजूद हैं।

भारत सरकार अंग्रेजी के साथ-साथ विभिन्न विभागों के बीच संचार के लिये आधिकारिक भाषाओं में से एक के रूप में हिंदी का उपयोग करती है। भारत में सिविल सेवाओं सहित कई प्रतियोगी परीक्षाओं में हिंदी एक विषय के रूप में शामिल है। हिंदी का उपयोग करने वाली नौकरियों में कई तरह के पदों का सृजन किया गया है जैसे- सहायक निदेशक (राजभाषा), हिंदी अधिकारी, वरिष्ठ/कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी, हिंदी अनुवादक, हिंदी सहायक, प्रबंधक (राजभाषा), संपादक, रिपोर्टर, संवाददाता, उप संपादक, प्रूफ रीडर और रेडियो जॉकी।

### विदेशों में हिंदी को व्यवसाय की भाषा के रूप में मान्यता

हिंदी भाषा में स्नातकोत्तर उपाधि प्राप्त करने वालों के लिए विदेशों में रोजगार के अवसर हैं, विशेषकर उन लोगों के लिए जिन्होंने पीएचडी पूरी कर ली है। कुछ विदेशी देशों द्वारा हिंदी को व्यवसाय की भाषा के रूप में मान्यता दिए जाने के बाद विदेशी विश्वविद्यालयों में हिंदी भाषा और भाषा विज्ञान पढ़ाने का दायरा काफी बढ़ गया है।

फिजी के संविधान में हिन्दी भाषा को मान्यता प्राप्त है। कोई भी व्यक्ति सरकारी कामकाज,

अदालत तथा संसद में भी हिन्दी भाषा का प्रयोग कर सकता है। लंदन से **प्रवासिनी**, **अमरदीप** तथा **भारत भवन** जैसी पत्रिकाओं का प्रकाशन होता है। बीबीसी से हिन्दी कार्यक्रम प्रसारित होते हैं।

भारत में विशाल बाजार के कारण हिंदी अब विदेशी लोगों के रोजगार की भी भाषा बन रही है। फेसबुक, ट्विटर, यूट्यूब और व्हाट्सएप जैसे प्लेटफॉर्म पर अब हिन्दी का ही दबदबा है। गूगल और माइक्रोसॉफ्ट जैसी दिग्गज कंपनियों ने भी हिन्दी में बहुत बड़े पैमाने पर काम करना शुरू कर दिया है। ऐसे में करियर की भी बहुत संभावना है।

### करियर बनाने के लिए कई विकल्प

- हिन्दी छात्रों को हिन्दी पढ़ाने के लिए कई तरह के अवसर उपलब्ध हैं। छात्रों को हिन्दी पढ़ाने का करियर, शिक्षक या प्रोफेसर बनने का करियर आदि। हिन्दी साहित्य में डिग्री होने के बाद, आप स्कूलों, कॉलेजों या विश्वविद्यालयों में हिन्दी शिक्षक बन सकते हैं।
- पत्रकारिता भी रोजगार का एक आवश्यक विकल्प है। अगर आप ने हिंदी भाषा में जर्नलिज्म का कोर्स किया है तो आप पत्रकारिता के क्षेत्र में एंकर, न्यूज एडिटर, न्यूज राइटर और रिपोर्टर आदि जैसे कई जॉब प्रोफाइल पर रहकर अच्छी सैलरी हासिल कर सकते हैं। यहां पर आपको न्यूजपेपर, रेडियो चैनलों, समाचार चैनलों, पत्रिकाओं और डिजिटल समाचार मीडिया जैसे कई करियर ऑप्शन मिल जाएंगे।
- अनुवादकों और द्विभाषियों की अच्छी खासी मांग है। भूमंडलीकरण के परिणाम स्वरूप तेजी से बदलती दुनिया में अनुवाद रोजगार का एक प्रमुख क्षेत्र बन कर सामने आया है। अनुवाद एक सेतु है जो दो देशों, उनकी भाषाओं, उनकी संस्कृतियों को आपस में जोड़ता है। इसीलिए मानव सभ्यता और संस्कृति के विकास में अनुवाद की महत्वपूर्ण भूमिका है। हिन्दी वालों के लिए यह एक अच्छा करियर ऑप्शन है। भारत में बहुत से लोग अंग्रेजी या अन्य भाषा नहीं समझते, इसलिए अधिकतर कंपनियां

- अपना कंटेंट हिन्दी में मुहैया कराने के लिए टांसलेटर्स की मदद लेती है।
- हिंदी का अगर अच्छा ज्ञान है और यदि आपने जनसंचार में डिग्री या डिप्लोमा रखते हैं तो आप रेडियो जाकी के रूप में अपना करियर बना सकते हैं। यह एक बहुमुखी भूमिका है जिसमें दर्शकों/श्रोताओं के साथ लगातार जुड़ना शामिल है- वे फोन के जरिए लाइव शो पर दर्शकों से सीधे बात करते हैं, शो के मूड के हिसाब से प्लेलिस्ट बनाते हैं और अलग-अलग विषयों पर कमेंट्री करते हैं।
  - समाचार वाचक के तौर पर करियर में समाचार अपडेट देना, साक्षात्कार आयोजित करना, समाचार, मनोरंजन, और जीवन शैली से जुड़े खंडों को प्रस्तुत करना, दर्शकों को वर्तमान और आगामी घटनाओं के बारे में जानकारी देने की जिम्मेदारियां होती हैं। समाचार वाचक के अलग-अलग प्रकार होते हैं, जैसे कि स्पोर्ट्स एंकर, मौसम एंकर, और खोजी एंकर।
  - कंटेंट राइटर और कॉपीराइटर दोनों ही लेखन के क्षेत्र में काम करते हैं। कंटेंट राइटर, ब्लॉग, विज्ञापन, ब्रोशर, और डायरेक्ट मेल के लिए कॉपी लिखते हैं। कॉपीराइटर, एडवर्टाइजिंग और मार्केटिंग के लिए कॉपी लिखते हैं।
  - प्रिंट मीडिया में हिन्दी जर्नलिस्ट के रूप में भी आप अपना करियर बना सकते हैं। जर्नलिस्ट बन कर आप न्यूज़ पेपर, चैनल, न्यूज़ पोर्टल, रेडियो, टेलीविज़न, ऑनलाइन प्लेटफॉर्म इत्यादि में काम कर सकते हैं।
  - स्पीच राइटर के रूप में भी आप अपना करियर बना सकते हैं। अगर आप में लिखने की क्षमता है तो आप हिंदी स्पीच राइटर बन सकते हैं। स्पीच लोगों को प्रभावित करने का सबसे महत्वपूर्ण तरीका है। सम्मोहक स्पीच लिखने के लिए भाषा पर कंट्रोल की जरूरत होती है। अगर आपमें ये काबिलियत है तो आप किसी राजनीतिक पार्टी के साथ जुड़कर स्पीच राइटर बन सकते हैं।
  - अगर आप हिन्दी में अच्छे हैं तो आप प्रॉडक्शन हाउस, मीडिया हाउस में स्क्रिप्ट राइटिंग, डायलॉग्स या लिब्रेरिस भी लिख सकते हैं। लेकिन अगर आप स्क्रीन राइटर बनना चाहते हैं तो आपको बीए हिन्दी करने के बाद स्क्रीन राइटिंग कोर्स में पोस्ट ग्रेजुएशन करनी होगी ताकि आपके भीतर लेखन की अच्छी समझ विकसित हो सके।
  - आप वॉइस ओवर आर्टिस्ट भी बन सकते हैं। हिन्दी में अच्छी पकड़ रखने वाले लोगों का फिल्म जगत और टेलीविज़न के क्षेत्र में खासी डिमांड होती है। आज के समय में ओटीटी प्लेटफॉर्म के आने से इस क्षेत्र के करियर स्कोप बढ़ गया है। इसके लिए किसी खास योग्यता की जरूरत नहीं होती, लेकिन हिंदी में बोलने की योग्यता अच्छी होनी चाहिए। आपको अपनी आवाज़ को बेहतर बनाने का प्रयास करना होगा।
  - हिंदी संपादक के क्षेत्र में अपना करियर चुनकर आप फिल्म संपादक, योगदानकर्ता संपादक के रूप में काम कर सकते हैं। योगदानकर्ता संपादक के तौर पर लेखों के लिए सामग्री विकसित करना, लेखों की समीक्षा करना, लेखों को समय सीमा के अंदर पूरा करना, व्याकरण और सामग्री का संपादन करने का कार्य कर सकते हैं।
  - हिंदी में सृजनात्मक लेखन एक आकर्षक करियर है। यह आपकी विशेषज्ञता के क्षेत्र और कौशल के स्तर के आधार पर अलग-अलग हो सकता है, रचनात्मक लेखन का कौशल कई अलग-अलग क्षेत्रों में लागू किया जा सकता है। यह कौशल व्यक्तिगत आनंद के लिए और यहां तक कि करियर बनाने के लिए भी उपयोगी है। यदि आपमें रचनात्मक प्रवृत्ति है और आप अपने विकल्पों को तलाशना चाहते हैं, तो रचनात्मक लेखन एक आकर्षक और पुरस्कृत करियर पथ हो सकता है।

## हिंदी भाषा की स्वीकृति और प्रयोजनीयता में वृद्धि

आज हिंदी भाषा के बढ़ते चलन और वैश्विक रूप ने रोजगार की अनेक संभावनाओं को उजागर किया है जिसकी चर्चा हम ऊपर कर चुके हैं। विविध क्षेत्रों में इसकी स्वीकृति और प्रयोजनीयता बढ़ गयी है और आज हिंदी को नई दृष्टि से देखा जा रहा है। आज के समय में किसी भाषा या बोली के जीवित रहने के लिए मात्र साहित्य की नहीं, बल्कि उसे व्यवसाय, विज्ञान और रोजगार की भाषा बनाने

की भी जरूरत होती है जिसे हिंदी भाषा ने प्राप्त कर लिया है।

हिंदी की लोकप्रियता दुनिया भर में तेजी से बढ़ रही है और इसके साथ ही करियर के ढेरों अवसर भी सामने आ रहे हैं। अगर आपको हिंदी पसंद है, तो अपने सपनों को पूरा करने के लिए उपलब्ध कई क्षेत्रों में से किसी एक में सफल करियर बनाने का प्रयास करें। अगर आपको संदेह है, तो करियर काउंसलर से संपर्क करें ताकि आपको यह जानकारी प्राप्त हो सके कि आपके लिए कौन सा करियर पथ सबसे उपयुक्त है।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण: ऊर्जा क्षेत्र में एक क्रांतिकारी बदलाव

अनुभा चौहान, वैयक्तिक सहायक, उप निदेशक (पेंशन एवं आई.एफ.डी.) का कार्यालय

आज के दौर में बिजली की मांग तेजी से बढ़ रही है। पारंपरिक ऊर्जा स्रोत जैसे कोयला, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस सीमित मात्रा में उपलब्ध हैं और इनके उपयोग से पर्यावरण प्रदूषण भी बढ़ता है। ऐसे में, अक्षय ऊर्जा का महत्व बढ़ गया है। लेकिन सौर और पवन ऊर्जा की एक बड़ी समस्या यह है कि इनका उत्पादन स्थिर नहीं होता। इस समस्या का समाधान बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के माध्यम से किया जा सकता है।

बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक न केवल अतिरिक्त ऊर्जा को संग्रहित करने में मदद करती है, बल्कि इसे जरूरत के समय उपयोग करने की सुविधा भी प्रदान करती है। 21वीं सदी में यह तकनीक ऊर्जा क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव ला रही है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण का महत्व

#### 1. वैश्विक ऊर्जा परिदृश्य और बढ़ती ऊर्जा मांग

दुनिया भर में ऊर्जा की मांग तेजी से बढ़ रही है, जबकि पारंपरिक जीवाश्म ईंधनों का भंडार सीमित होता जा रहा है। इस स्थिति में, अक्षय ऊर्जा स्रोतों जैसे सौर और पवन ऊर्जा का उपयोग बढ़ाना आवश्यक हो गया है। हालाँकि, इन ऊर्जा स्रोतों का

उत्पादन मौसम और समय पर निर्भर करता है, जिससे बिजली आपूर्ति में अस्थिरता आ सकती है।

#### 2. अक्षय ऊर्जा के कुशल उपयोग की आवश्यकता

अक्षय ऊर्जा का अधिकतम उपयोग तभी संभव है



जब इसे संग्रहित किया जाए और जरूरत पड़ने पर इस्तेमाल किया जाए। बैटरी ऊर्जा भंडारण इस जरूरत को पूरा करता है। यह अतिरिक्त ऊर्जा को स्टोर करता है और मांग के अनुसार बिजली आपूर्ति सुनिश्चित करता है। इससे अक्षय ऊर्जा स्रोतों को अधिक विश्वसनीय और प्रभावी बनाया जा सकता है।

#### 3. बिजली ग्रिड की स्थिरता और विश्वसनीयता

कई देशों में बिजली ग्रिड में असंतुलन के कारण बार-बार बिजली कटौती होती है। बैटरी भंडारण ग्रिड में ऊर्जा प्रवाह को संतुलित करता है, जिससे बिजली कटौती की समस्या कम होती है और निर्बाध आपूर्ति बनी रहती है। यह ऊर्जा वितरण को कुशल बनाकर बिजली कंपनियों और उपभोक्ताओं, दोनों को लाभ पहुंचाता है।

#### 4. ऊर्जा लागत में कमी और आत्मनिर्भरता

बैटरी भंडारण तकनीक के उपयोग से बिजली की लागत में कमी आती है, क्योंकि इससे महंगे और प्रदूषणकारी ईंधनों की आवश्यकता कम होती है। यह तकनीक ऊर्जा के आत्मनिर्भर उत्पादन को बढ़ावा देती है, जिससे देशों की ऊर्जा सुरक्षा मजबूत होती है।

**5. पर्यावरण संरक्षण और स्वच्छ ऊर्जा का विस्तार**  
बैटरी ऊर्जा भंडारण का एक महत्वपूर्ण लाभ यह भी है कि यह जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम करता है, जिससे कार्बन उत्सर्जन घटता है और पर्यावरण को बचाने में मदद मिलती है। यह स्वच्छ, हरित और टिकाऊ ऊर्जा भविष्य की ओर एक महत्वपूर्ण कदम है।

#### बैटरी ऊर्जा भंडारण की कार्यप्रणाली

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली तीन चरणों में काम करती है:

- 1. चार्जिंग:** जब बिजली उत्पादन अधिक होता है (जैसे दोपहर में सौर ऊर्जा का उत्पादन अधिक होता है), तब अतिरिक्त ऊर्जा बैटरी में संग्रहित की जाती है।
- 2. भंडारण:** बैटरी इस ऊर्जा को तब तक सुरक्षित रखती है जब तक इसकी आवश्यकता नहीं होती।
- 3. डिस्चार्जिंग:** जब ऊर्जा की मांग अधिक होती है, लेकिन उत्पादन कम होता है, तो बैटरी संग्रहित बिजली को ग्रिड या उपभोक्ताओं को उपलब्ध कराती है।

#### बैटरी ऊर्जा भंडारण के प्रकार

##### 1. लिथियम-आयन बैटरी

**उपयोग:** इलेक्ट्रिक वाहन, मोबाइल



डिवाइस, और ग्रिड स्टोरेज।

**विशेषताएँ:** उच्च ऊर्जा घनत्व, लंबी जीवन अवधि, तेज चार्जिंग।

**कमी:** महंगी होती है और ओवरहीटिंग की समस्या हो सकती है।

##### 2. लेड-एसिड बैटरी

**उपयोग:** इन्वर्टर, ऑटोमोबाइल और छोटे ऊर्जा भंडारण सिस्टम।



**विशेषताएँ:** सस्ती, उच्च विद्युत प्रवाह क्षमता।

**कमी:** वजन अधिक, जीवनकाल छोटा।

##### 3. सोडियम-आयन बैटरी

**उपयोग:** ग्रिड भंडारण, बड़े औद्योगिक उपयोग।

**विशेषताएँ:** सस्ती, पर्यावरण के अनुकूल, उच्च तापमान पर भी अच्छा प्रदर्शन।

**कमी:** कम ऊर्जा घनत्व।

##### 4. फ्लो बैटरी

**उपयोग:** बड़े पैमाने पर ग्रिड बैकअप और उद्योग।

**विशेषताएँ:** लंबी अवधि तक बिजली स्टोर करने की क्षमता।

**कमी:** महंगी होती है, बड़ी जगह की जरूरत पड़ती है।

**बैटरी ऊर्जा भंडारण: प्रमुख उपयोग, लाभ और चुनौतियाँ**

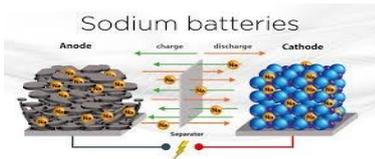
#### बैटरी ऊर्जा भंडारण के प्रमुख उपयोग

##### 1. अक्षय ऊर्जा का अधिकतम उपयोग

- बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली सौर और पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की अधिकतम दक्षता से उपयोग करने में सहायक होती है।
- जब सूरज चमक रहा हो या तेज़ हवा चल रही हो, तो उत्पन्न अतिरिक्त ऊर्जा को बैटरियों में संग्रहित किया जाता है और आवश्यकता पड़ने पर इसका उपयोग किया जा सकता है।
- यह ऊर्जा उत्पादन में उतार-चढ़ाव को संतुलित करने में मदद करता है, जिससे अक्षय ऊर्जा का निर्बाध उपयोग संभव होता है।

##### 2. ग्रिड स्थिरता में सुधार

- बिजली ग्रिड को स्थिर बनाए रखने के लिए बैटरी भंडारण महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
- बिजली उत्पादन और खपत में संतुलन बनाए रखना आवश्यक होता है, अन्यथा वोल्टेज और आवृत्ति में उतार-चढ़ाव से ब्लैकआउट जैसी समस्याएँ हो सकती हैं।
- स्मार्ट ग्रिड में बैटरियों का उपयोग किया जाता है, जिससे बिजली की मांग और आपूर्ति को बेहतर तरीके से प्रबंधित किया जा सकता है।
- यह ग्रिड को लोड शेडिंग (बिजली कटौती) की स्थिति में तत्काल बैकअप प्रदान करने में भी सहायक होता है।



### 3. इमरजेंसी बैकअप

- बैटरियों का उपयोग अस्पतालों, डेटा सेंटर, संचार टावरों, हवाई अड्डों, रेलवे स्टेशनों और अन्य महत्वपूर्ण बुनियादी ढाँचों में किया जाता है ताकि बिजली आपूर्ति कभी बाधित न हो।
- कई महत्वपूर्ण सुविधाओं में एक सेकंड के भी बिजली कटने से बड़ा नुकसान हो सकता है, जैसे कि आईसीयू में वेंटिलेटर या डेटा सेंटर में सर्वर का ठप हो जाना।
- बैटरी स्टोरेज के माध्यम से बिना किसी देरी के वैकल्पिक ऊर्जा स्रोत सक्रिय किया जा सकता है।



### 4. इलेक्ट्रिक वाहनों का विकास

- इलेक्ट्रिक वाहनों में बैटरी स्टोरेज टेक्नोलॉजी की अहम भूमिका होती है।
- बैटरी की क्षमता, चार्जिंग स्पीड और जीवनकाल में सुधार से इलेक्ट्रिक वाहनों को अधिक किफायती और प्रभावी बनाया जा सकता है।
- बैटरी भंडारण प्रणाली न केवल वाहनों को ऊर्जा प्रदान करती है, बल्कि यह ग्रिड से जुड़कर अतिरिक्त ऊर्जा को वापस भी भेज सकती है,

जिससे "व्हीकल-टू-ग्रिड" तकनीक को बढ़ावा मिलता है।

- चार्जिंग इंफ्रास्ट्रक्चर के विकास में बैटरी भंडारण का महत्वपूर्ण योगदान है, जिससे इलेक्ट्रिक वाहनों की चार्जिंग सुविधाएँ अधिक कुशल और व्यापक बनाई जा सकती हैं।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण के लाभ

#### ✓ स्वच्छ और हरित ऊर्जा का समर्थन

- बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली जीवाश्म ईंधन (कोयला, पेट्रोल, डीजल) पर निर्भरता को कम करने में मदद करती है।
- यह सौर और पवन ऊर्जा जैसे स्वच्छ स्रोतों को अधिक कुशलता से संग्रहित करके कार्बन उत्सर्जन में कमी लाने में योगदान देता है।
- बैटरी स्टोरेज के उपयोग से प्रदूषण कम होता है, जिससे पर्यावरण और स्वास्थ्य को लाभ मिलता है।

#### ✓ बिजली लागत में कमी

- बैटरियों का उपयोग करके पावर ग्रिड को अधिक स्थिर बनाया जा सकता है, जिससे बिजली उत्पादन और वितरण की लागत कम हो जाती है।
- उपभोक्ता सस्ती दरों पर बिजली खरीद सकते हैं और बैटरी में संग्रहित कर सकते हैं, जिससे पीक आवर्स (जब बिजली महंगी होती है) में स्टोर्ड ऊर्जा का उपयोग किया जा सकता है।
- औद्योगिक और व्यावसायिक इकाइयाँ भी बैटरी भंडारण प्रणाली के माध्यम से अपनी ऊर्जा लागत को नियंत्रित कर सकती हैं।

#### ✓ ऊर्जा आत्मनिर्भरता

- बैटरी स्टोरेज से देशों की ऊर्जा आयात पर निर्भरता कम होती है, जिससे वे अपनी ऊर्जा आवश्यकताओं को स्वयं पूरा करने में सक्षम हो सकते हैं।
- इससे ऊर्जा सुरक्षा बढ़ती है और विदेशी ईंधन आपूर्ति की अस्थिरता का प्रभाव कम होता है।

#### ✓ ग्रिड लचीलेपन में सुधार

- बैटरी भंडारण स्मार्ट ग्रिड तकनीक को अधिक कुशल बनाता है, जिससे बिजली का वितरण और प्रबंधन अधिक प्रभावी हो जाता है।
- यह ग्रिड में अस्थिरता और वोल्टेज उतार-चढ़ाव को कम करने में सहायक होता है, जिससे संपूर्ण विद्युत प्रणाली अधिक विश्वसनीय बनती है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण की चुनौतियाँ

#### ▲ उच्च प्रारंभिक लागत

- बैटरी भंडारण प्रणाली की स्थापना के लिए प्रारंभिक निवेश बहुत अधिक होता है।
- बैटरियों की कीमत, चार्जिंग/डिसचार्जिंग उपकरण, और रखरखाव की लागत इसे महंगा बना सकती है।
- हालाँकि, तकनीकी प्रगति के साथ बैटरियों की लागत धीरे-धीरे कम हो रही है, लेकिन अभी भी यह एक बड़ी बाधा है।

#### ▲ बैटरी जीवनकाल सीमित

- बैटरियाँ सीमित चार्ज-डिस्चार्ज साइकल के साथ आती हैं।
- प्रत्येक चार्जिंग साइकल के साथ बैटरी की क्षमता धीरे-धीरे कम होती जाती है, जिससे उनकी कार्यक्षमता प्रभावित होती है।
- लीथियम-आयन बैटरियों की उम्र आमतौर पर 5-10 साल होती है, जिसके बाद उन्हें बदलने की आवश्यकता होती है।

#### ▲ रीसाइक्लिंग और ई-कचरा

- बैटरियों में लिथियम, कोबाल्ट, और निकेल जैसे दुर्लभ और विषैले तत्व होते हैं।
- यदि इनका सही ढंग से निपटान नहीं किया जाए, तो यह पर्यावरण के लिए हानिकारक हो सकते हैं।
- बैटरी रीसाइक्लिंग की प्रक्रिया महंगी और जटिल होती है, जिससे ई-कचरे की समस्या बढ़ सकती है।

#### ▲ ऊर्जा रूपांतरण में हानि

- बैटरियों में चार्जिंग और डिस्चार्जिंग के दौरान कुछ ऊर्जा हानि होती है।

- बैटरी भंडारण की दक्षता 80-90% के बीच होती है, जिसका अर्थ है कि 10-20% ऊर्जा उपयोग के दौरान बर्बाद हो सकती है।
- यह हानि दीर्घकालिक ऊर्जा दक्षता को प्रभावित कर सकती है, जिससे अतिरिक्त उत्पादन की आवश्यकता होती है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण का भविष्य और संभावनाएँ-

वैश्विक बैटरी स्टोरेज मार्केट 2023 में लगभग 40 बिलियन डॉलर का था और 2030 तक 120 बिलियन डॉलर तक पहुँचने की संभावना है।

**भारत में बैटरी स्टोरेज का विकास-** भारत सरकार ने 2030 तक 500 गीगावॉट अक्षय ऊर्जा उत्पादन का लक्ष्य रखा है, जिससे बैटरी स्टोरेज का उपयोग तेजी से बढ़ेगा।

### नई बैटरी तकनीकों का विकास-

#### (अ) ठोस अवस्था बैटरी

यह पारंपरिक लिथियम-आयन बैटरियों से 3 गुना अधिक ऊर्जा संग्रहित कर सकती हैं।

**लाभ:** अधिक सुरक्षा, लंबी जीवन अवधि, तेज़ चार्जिंग।

**प्रयोग:** इलेक्ट्रिक वाहन और ग्रिड स्टोरेज।

#### (ब) ग्रेफीन आधारित बैटरी

ग्रेफीन सुपर-कंडक्टिव मटेरियल है, जिससे बैटरियाँ 10 गुना तेज़ चार्ज हो सकती हैं।

**लाभ:** लंबा जीवनकाल, अधिक ऊर्जा घनत्व।

#### (स) हाइड्रोजन बैटरी

यह बैटरियाँ हाइड्रोजन ईंधन कोशिकाओं पर आधारित हैं।

**लाभ:** ज्यादा ऊर्जा स्टोरेज, प्रदूषण रहित।

बैटरी ऊर्जा भंडारण 21वीं सदी की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए एक अत्यंत महत्वपूर्ण तकनीक है। यह अक्षय ऊर्जा स्रोतों को अधिक विश्वसनीय बनाता है, बिजली ग्रिड को स्थिर करता है और ऊर्जा क्षेत्र में क्रांतिकारी परिवर्तन ला सकता है। हालाँकि, इसकी उच्च लागत और पुनर्चक्रण से जुड़ी चुनौतियाँ हैं, लेकिन वैज्ञानिक अनुसंधान और सरकारी नीतियाँ इस दिशा में प्रगति कर रही हैं।

आने वाले वर्षों में, बैटरी ऊर्जा भंडारण न केवल ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करेगा, बल्कि यह वैश्विक

स्तर पर "हरित और स्थायी भविष्य" की नींव भी रखेगा।

\*\*\*\*\*

## हाल के दिनों में बैटरी ऊर्जा भंडारण के क्षेत्र में भारत सरकार द्वारा की गई प्रमुख पहलों का संक्षिप्त अवलोकन

करन सरीन, उप निदेशक, वितरण नीति एवं निगरानी (डी.पी. एवं एम.) प्रभाग

भारत 2030 तक 500 गीगावाट तक पहुंचने के लक्ष्य के साथ अपनी स्थापित नवीकरणीय ऊर्जा (आरई) क्षमता का विस्तार कर रहा है। सौर और पवन जैसे स्रोतों से आरई परिवर्तनशील है और मांग को पूरा करने के लिए थर्मल पावर की तरह चौबीसों घंटे उपलब्ध नहीं है। ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ (ईएसएस) इस चुनौती से निपटने के लिए आवश्यक हैं, जब जरूरत न होने पर अतिरिक्त ऊर्जा का भंडारण किया जाता है और चरम मांग अवधि के दौरान इसकी आपूर्ति की जाती है। जैसे-जैसे आरई पर निर्भरता बढ़ती है, ग्रिड शाम और सुबह के चरम के दौरान तनाव का अनुभव करता है जब पर्याप्त आरई उपलब्ध नहीं होता है, जिससे अतिरिक्त बिजली प्रेषण की आवश्यकता होती है। ईएसएस आरई को ग्रिड में सफलतापूर्वक एकीकृत करने और मांग और आरई आपूर्ति में इन उतार-चढ़ाव के प्रबंधन में ग्रिड ऑपरेटरों की सहायता करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सौर पूलिंग स्टेशनों से जुड़ा ईएसएस आरई ट्रांसमिशन सिस्टम की क्षमता उपयोग को अधिकतम करने में भी मदद करता है।

राज्य अंतर्राज्यीय ट्रांसमिशन सिस्टम पर तनाव को कम करने के लिए पर्याप्त संसाधन सुनिश्चित करने के लिए जिम्मेदार हैं, जबकि केंद्र अंतर-राज्य ट्रांसमिशन सिस्टम पर शेष तनाव का प्रबंधन करने की जिम्मेदार है। इस आवश्यकता को पूरा करने के लिए बैटरी ऊर्जा भंडारण/ बैटरी एनर्जी स्टोरेज सिस्टम (बीईएसएस) आवश्यक है। बीईएसएस में संग्रहित ऊर्जा को उच्च तनाव या मांग की अवधि के दौरान बिजली और सहायक सेवा बाजारों के माध्यम से डिस्चार्ज किया जाता है। इससे ग्रिड की

विश्वसनीयता में सुधार होगा, आरई एकीकरण बढ़ेगा और राष्ट्रीय ग्रिड को लचीलापन मिलेगा। केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण (के.वि.प्रा.) ने राष्ट्रीय विद्युत योजना (एनईपी), 2023 तैयार करते समय देश में चरम बिजली मांग को पूरा करने के लिए आगामी नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता को एकीकृत करने के लिए आवश्यक ईएसएस क्षमता की भी गणना की है। एनईपी 2023 के अनुसार वर्ष 2026-27 में ऊर्जा भंडारण क्षमता की आवश्यकता 16.13 गीगावाट (7.45 गीगावाट पीएसपी और 8.68 गीगावाट बीईएसएस) होने का अनुमान है, जिसमें भंडारण क्षमता 82.32 गीगावाटऑवर (पीएसपी से 47.6 गीगावाटऑवर और बीईएसएस से 34.72 गीगावाटऑवर) होगी। 2029-30 के लिए आवश्यक ऊर्जा भंडारण क्षमता 60.63 गीगावाट (18.98 गीगावाट पीएसपी और 41.65 गीगावाट बीईएसएस) होने की संभावना है, जिसमें 336.4 गीगावाटऑवर (पीएसपी से 128.15 गीगावाटऑवर और बीईएसएस से 208.25 गीगावाटऑवर) का भंडारण होगा। वर्ष 2031-32 तक, यह आवश्यकता 73.93 गीगावाट (26.69 गीगावाट पीएसपी और 47.24 गीगावाट बीईएसएस), जिसमें 411.4 गीगावाटऑवर (पीएसपी से 175.18 गीगावाटऑवर और बीईएसएस से 236.22 गीगावाटऑवर) की भंडारण क्षमता के साथ तक बढ़ने की उम्मीद है। इसके अलावा, के.वि.प्रा. ने यह भी अनुमान लगाया है कि वर्ष 2047 तक ऊर्जा भंडारण की आवश्यकता 2380 गीगावाटऑवर (पीएसपी से 540 गीगावाटऑवर और बीईएसएस से 1840 गीगावाटऑवर) तक बढ़ने की उम्मीद है, जो कि 2070 के लिए निर्धारित शुद्ध शून्य उत्सर्जन लक्ष्य

के आलोक में बड़ी मात्रा में नवीकरणीय ऊर्जा के शामिल होने के कारण है। बाध्य संस्थाओं के पास पर्याप्त भंडारण क्षमता सुनिश्चित करने के लिए ऊर्जा मंत्रालय द्वारा ऊर्जा भंडारण दायित्वों (ईएसओ) के लिए एक दीर्घकालिक प्रक्षेपवक्र भी अधिसूचित किया गया है। यह दायित्व तभी पूरा माना जाएगा जब संग्रहित कुल ऊर्जा का कम से कम 85% वार्षिक आधार पर नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से खरीदा जाएगा।

केंद्र सरकार पंप स्टोरेज प्लांट और बीईएसएस जैसे ईएसएस के विकास को सक्रिय रूप से बढ़ावा दे रही है। इसने सहायक सेवाओं के साथ-साथ उत्पादन, ट्रांसमिशन और वितरण परिसंपत्तियों के हिस्से के रूप में बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों की खरीद और उपयोग के लिए दिशानिर्देश तैयार करना, ईएसएस के लिए राष्ट्रीय ढांचा, बुनियादी ढांचे की मास्टर सूची में ईएसएस को शामिल करना और परियोजना अनुमोदन को सुव्यवस्थित करना, बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विकास के लिए व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण योजना के लिए परिचालन दिशानिर्देश आदि जैसी कई पहल की हैं।

विद्युत मंत्रालय ने दिनांक 10.03.2022 के संकल्प के माध्यम से परिवर्तनशीलता को संबोधित करने/बिजली आपूर्ति को मजबूत करने/ऊर्जा उत्पादन बढ़ाने/व्यक्तिगत आरई परियोजना या आरई परियोजनाओं के पोर्टफोलियो से आपूर्ति का समय बढ़ाने, मौजूदा में वृद्धि के लिए व्यक्तिगत आरई बिजली परियोजनाओं के हिस्से के रूप में या अलग से बीईएसएस की खरीद की सुविधा के लिए सहायक सेवाओं के साथ-साथ **'उत्पादन, पारेषण और वितरण परिसंपत्तियों के हिस्से के रूप में बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों की खरीद और उपयोग के लिए विस्तृत दिशानिर्देश'** जारी किए हैं। आरई परियोजनाएं और/या ग्रिड के लिए सहायक, ग्रिड समर्थन और लचीलापन सेवाएं प्रदान करना; पारेषण और वितरण नेटवर्क के इष्टतम उपयोग के लिए बीईएसएस की खरीद को सुविधाजनक बनाना; खरीद प्रक्रियाओं में पारदर्शिता और निष्पक्षता सुनिश्चित करने के लिए / और बिजली की अंतर-

राज्य / अंतर-राज्य बिक्री-खरीद के लिए एक एग्रीगेटर / ट्रेडिंग लाइसेंसधारी / कार्यान्वयन एजेंसी के रूप में एक मध्यस्थ खरीदार के लिए एक ढांचा प्रदान करना/प्रक्रियाओं में मानकीकरण और एकरूपता प्रदान करना/ भंडारण क्षमता खरीद में शामिल विभिन्न हितधारकों के बीच एक जोखिम-साझाकरण ढांचा प्रदान करना, जिससे प्रतिस्पर्धा को बढ़ावा मिले और परियोजनाओं की बैंक योग्यता में वृद्धि हो।

अगस्त 2023 में, विद्युत मंत्रालय ने नीति और नियामक उपायों, वित्तीय और राजकोषीय प्रोत्साहन और प्रदर्शन-आधारित प्रोत्साहनों के माध्यम से ईएसएस के विकास और तैनाती का समर्थन करने के लिए 24x7 डिस्पैचेबल आरई पावर (नवीकरणीय ऊर्जा- चौबीस घंटे) के लिए **'ऊर्जा भंडारण प्रणालियों को बढ़ावा देने के लिए राष्ट्रीय ढांचा'** बनाया है। जिसमें बाजारों में ईएसएस की भागीदारी को प्रोत्साहित करने के लिए ऊर्जा बाजारों को नया स्वरूप देना और उत्पादों की शुरुआत और भंडारण सेवाओं के लिए मुआवजे के तरीकों के माध्यम से बाजार तंत्र स्थापित करना; ईएसएस की तैनाती के माध्यम से ग्रिड स्थिरता और विश्वसनीयता में सुधार करना जो ग्रिड सेवाएं जैसे आवृत्ति विनियमन, वोल्टेज समर्थन, रैपिंग और अन्य सहायक समर्थन सेवाएं प्रदान करना; सुदूर या द्वीपीय समुदायों में ईएसएस की तैनाती के माध्यम से ऊर्जा स्वतंत्रता और लचीलेपन को बढ़ावा देना; ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों के प्रदर्शन, सुरक्षा और लागत प्रभावशीलता में सुधार और नई ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों के विकास के लिए नवाचार और अनुसंधान को बढ़ावा देना; ग्रिड के साथ सुरक्षा, विश्वसनीयता और अंतरसंचालनीयता सुनिश्चित करने के लिए ईएसएस के लिए तकनीकी मानक विकसित करना; ईएसएस के प्रदर्शन और प्रभाव की निगरानी और मूल्यांकन करना, नीति और निवेश निर्णय लेने आदि के लिए प्रतिक्रिया प्रदान करने का उल्लेख किया गया है।

विद्युत मंत्रालय ने दिनांक 15.03.2024 को **'बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विकास के लिए**

व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण योजना के लिए परिचालन दिशानिर्देश' अधिसूचित किए हैं। केंद्र सरकार ने 4,000 मेगावाटऑवर की बीईएसएस क्षमता विकसित करने के लिए बीईएसएस के विकास के लिए केंद्रीय क्षेत्र योजना 'व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण योजना/वायबिलिटी गैप फंडिंग (वीजीएफ)' को मंजूरी दे दी है। यह योजना 2023-24 से 2025-26 तक तीन साल की अवधि के लिए होगी। इस अवधि के दौरान योजना के तहत परियोजनाओं को मंजूरी दी जाएगी और धनराशि 2030-31 तक वितरित की जाएगी। परियोजनाओं को बैटरी ऊर्जा भंडारण खरीद समझौते पर हस्ताक्षर करने की तारीख से 24 महीने की अवधि के भीतर चालू किया जाना आवश्यक है। व्यापक भागीदारी सुनिश्चित करने के लिए, एक एकल परियोजना डेवलपर को एक विशेष किश्त में प्रस्तावित कुल क्षमता का अधिकतम 50% दिया जाएगा। इसके अतिरिक्त, किसी प्रोजेक्ट डेवलपर को सभी चरणों में 1,000 मेगावाटऑवर से अधिक की संचयी क्षमता नहीं दी जाएगी। केवल न्यूनतम 100 मेगावाटऑवर क्षमता वाली परियोजनाएं ही भाग लेने की पात्र होंगी। परियोजनाएं स्टैंड-अलोन आधार पर होंगी। योजना के तहत बीईएसएस परियोजनाएं उच्च मांग और उच्च तनाव की अवधि के दौरान ग्रिड की जरूरतों को पूरा करके सिस्टम की आवश्यकता को पूरा करेंगी। सिस्टम की आवश्यकता प्रति वर्ष 572 साइकिल आंकी गई है जिसे आवश्यकता पड़ने पर नेशनल लोड डिस्पैच

सेंटर द्वारा बढ़ाया जा सकता है। हालाँकि, बीईएसएस वर्ष की पूरी अवधि के लिए बीईएसएस कार्यान्वयन एजेंसी के पास उपलब्ध रहेगा।

के.वि.प्रा. ने दिनांक 06.02.2019 को सीईए (ग्रिड से कनेक्टिविटी के लिए तकनीकी मानक) विनियम, 2007 और इसके नवीनतम (संशोधन) विनियम, 2019 को अधिसूचित किया है जो 33केवी और उससे ऊपर के वोल्टेज स्तर पर ग्रिड से कनेक्टिविटी प्राप्त करने के लिए ईएसएस द्वारा अनुपालन की जाने वाली आवश्यकताओं को प्रदान करता है। इससे ग्रिड के साथ ईएसएस का तेज और सुचारु एकीकरण हो सकेगा।

हाल ही में, के.वि.प्रा. ने पत्र दिनांक 18.02.2025 के माध्यम से 'ग्रिड स्थिरता और लागत दक्षता बढ़ाने के लिए सौर ऊर्जा परियोजनाओं के साथ ईएसएस को सह-स्थित करने पर सलाह' जारी की, जिसमें सभी नवीकरणीय ऊर्जा कार्यान्वयन एजेंसियों और राज्य उपयोगिताओं को भविष्य के सौर निविदाओं में स्थापित सौर परियोजना क्षमता के 10% के बराबर, न्यूनतम 2 घंटे की सह-स्थित ईएसएस को शामिल करने की सलाह दी है। इसके अलावा, बिजली वितरण कंपनियाँ छत पर सौर संयंत्रों के साथ 2 घंटे के भंडारण को अनिवार्य करने पर भी विचार कर सकते हैं। इस भंडारण खंड को लागू करने से, यह अनुमान लगाया गया है कि 2030 तक लगभग 14 गीगावाट/28 गीगावाटऑवर भंडारण स्थापित किया जा सकता है।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण: भारत के भविष्य की दिशा में एक अहम कदम

विकास कुमार, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग

भारत, दुनिया की सबसे तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्थाओं में से एक है, और इसके साथ-साथ ऊर्जा की मांग भी लगातार बढ़ रही है। एक ओर जहाँ भारत की बिजली उत्पादन क्षमता में लगातार इजाफा हो रहा है, वहीं दूसरी ओर ऊर्जा के कुशल उपयोग और उसकी स्थिर आपूर्ति को सुनिश्चित करने के लिए उन्नत तकनीकों की आवश्यकता महसूस हो रही है। इनमें से एक प्रमुख तकनीक है

-बैटरी ऊर्जा भंडारण (Battery Energy Storage)। यह तकनीक ऊर्जा को इकट्ठा करके उसे बाद में इस्तेमाल के लिए उपलब्ध कराने में मदद करती है, और भविष्य में भारत के ऊर्जा सेक्टर के लिए एक क्रांतिकारी कदम साबित हो सकती है।



## ऊर्जा भंडारण की आवश्यकता

भारत में बढ़ती हुई ऊर्जा जरूरतों के बीच, बिजली की निर्बाध आपूर्ति सुनिश्चित करना एक बड़ी चुनौती बन गया है। विशेषकर, नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों जैसे- सौर ऊर्जा और पवन ऊर्जा की अप्रत्याशित और मौसम पर निर्भर आपूर्ति, भारत के ऊर्जा नेटवर्क के लिए समस्या पैदा करती है। इन स्रोतों से उत्पन्न ऊर्जा का भंडारण और बाद में उपयोग करने के लिए उन्नत भंडारण प्रणालियों की आवश्यकता है।

बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक, जैसे-बैटरी स्टोरेज सिस्टम, ऊर्जा के इस असमान उत्पादन और आपूर्ति के बीच संतुलन स्थापित करने में मदद कर सकती है। यह तकनीक दिनभर के दौरान सौर ऊर्जा या पवन ऊर्जा का संग्रहण कर सकती है और रात के समय या जब इन स्रोतों की उपलब्धता कम हो, तो इसे उपभोक्ताओं को आपूर्ति कर सकती है। इसके अलावा, यह ऊर्जा संकटों के समय में बैकअप के रूप में भी काम कर सकती है।

## बैटरी ऊर्जा भंडारण के लाभ

**1. सार्वजनिक और निजी क्षेत्रों में ऊर्जा की उपलब्धता:** बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक से भारत के ग्रामीण और दूर-दराज के क्षेत्रों में भी लगातार बिजली आपूर्ति सुनिश्चित हो सकती है। यह तकनीक बिजली के ग्रिड से जुड़े बगैर भी बिजली की आपूर्ति करने में सक्षम हो सकती है, जिससे गांवों में निर्बाध ऊर्जा आपूर्ति हो सकेगी।

**2. नवीकरणीय ऊर्जा के उपयोग को बढ़ावा:** भारत ने नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में बड़ी उपलब्धियां हासिल की हैं। सौर और पवन ऊर्जा के उत्पादन में वृद्धि हो रही है, लेकिन इनकी अस्थिरता के कारण ऊर्जा भंडारण प्रणाली की आवश्यकता महसूस होती है। बैटरी स्टोरेज इन अस्थिर स्रोतों से उत्पन्न ऊर्जा का संकलन कर सकती है, जिससे इन ऊर्जा स्रोतों का अधिकतम उपयोग हो सकेगा।

**3. ऊर्जा आपूर्ति में स्थिरता:** बैटरी ऊर्जा भंडारण सिस्टम, ऊर्जा उत्पादन और उपभोग के बीच संतुलन बनाए रखते हुए बिजली की सप्लाई में स्थिरता सुनिश्चित कर सकती है। यह प्रणाली ग्रिड

की समस्याओं को भी दूर करने में मदद कर सकती है, जैसे कि पावर कट्स, फॉल्ट्स, और लोड शेडिंग।

**4. उत्पादन की लागत में कमी:** लंबे समय में, बैटरी ऊर्जा भंडारण से ऊर्जा उत्पादन की लागत में कमी आ सकती है। यह उन क्षेत्रों में विशेष रूप से लाभकारी होगा जहाँ बिजली के उत्पादन की कीमतें ज्यादा होती हैं। बैटरी स्टोरेज सिस्टम से, सस्ती ऊर्जा स्रोतों से बिजली संग्रहित की जा सकती है और महंगी ऊर्जा के उपयोग से बचा जा सकता है।

**5. आपातकालीन स्थितियों में सहायक:** किसी भी आपातकालीन स्थिति में, जैसे कि प्राकृतिक आपदाओं के दौरान बिजली आपूर्ति बाधित हो जाती है, बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली एक प्रभावी बैकअप प्रदान कर सकती है। यह न केवल संकट के समय लोगों को ऊर्जा आपूर्ति सुनिश्चित कर सकती है, बल्कि अस्पतालों और आपातकालीन सेवाओं के लिए भी ऊर्जा प्रदान कर सकती है।

## भारत में बैटरी ऊर्जा भंडारण की वर्तमान स्थिति

भारत में बैटरी ऊर्जा भंडारण के क्षेत्र में हाल ही में कुछ महत्वपूर्ण प्रगति देखी जा रही है। सरकार ने इस क्षेत्र में निवेश को बढ़ावा देने के लिए कई योजनाएं बनाई हैं। भारतीय ऊर्जा मंत्रालय ने \*National Energy Storage Mission\* की घोषणा की है, जो बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीकों के विकास को प्रोत्साहित करने का काम करेगा।

भारत में, कई कंपनियां बैटरी स्टोरेज सिस्टम के लिए उन्नत तकनीकों पर काम कर रही हैं। इसके अलावा, सौर ऊर्जा परियोजनाओं के साथ जुड़ी बैटरी भंडारण परियोजनाएं भी बढ़ रही हैं। उदाहरण के लिए, कई सौर ऊर्जा फार्मों में बैटरी स्टोरेज सिस्टम स्थापित किए जा रहे हैं, ताकि दिन के समय संचित सौर ऊर्जा का उपयोग रात में किया जा सके।

## चुनौतियाँ और समाधान-

हालांकि बैटरी ऊर्जा भंडारण के लाभ स्पष्ट हैं, लेकिन इस क्षेत्र में कुछ चुनौतियाँ भी हैं:

**1. उच्च प्रारंभिक लागत:** बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों की शुरुआत में उच्च लागत आती है। हालांकि, यह लागत समय के साथ घट सकती है,

क्योंकि तकनीकी उन्नति और उत्पादन में वृद्धि से लागत कम होती है। सरकार और निजी क्षेत्र को इस क्षेत्र में अधिक निवेश करने की आवश्यकता है, ताकि इन प्रणालियों की लागत को कम किया जा सके।

**2. संसाधनों की उपलब्धता:** बैटरी निर्माण के लिए आवश्यक कच्चे माल, जैसे लिथियम और कोबाल्ट, की उपलब्धता एक और चुनौती है। इन खनिजों का खनन पर्यावरणीय दृष्टिकोण से भी चिंता का विषय हो सकता है। इसके लिए, बेहतर और टिकाऊ आपूर्ति श्रृंखलाओं की आवश्यकता है।

**3. तकनीकी चुनौतियाँ:** बैटरी तकनीक में निरंतर विकास हो रहा है, लेकिन अभी भी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों की क्षमता, जीवनकाल और कुशलता में सुधार की आवश्यकता है। इसके लिए और शोध एवं विकास की आवश्यकता है।

### भारत के भविष्य में बैटरी ऊर्जा भंडारण की भूमिका

भारत का भविष्य बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक पर निर्भर करेगा, खासकर जब हम नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में और अधिक वृद्धि की उम्मीद कर रहे हैं। इस तकनीक से न केवल ऊर्जा आपूर्ति में स्थिरता आएगी, बल्कि यह भारत को

अपने ऊर्जा संकट को हल करने, जलवायु परिवर्तन से लड़ने और आर्थिक विकास को गति देने में भी मदद करेगी।

सरकार, उद्योग और शोध संस्थानों का सहयोग इस तकनीक के सफल कार्यान्वयन के लिए आवश्यक होगा। इसके अलावा, वैश्विक स्तर पर भी बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विकास के लिए निवेश बढ़ाने की आवश्यकता है। भारत को इस दिशा में काम करते हुए न केवल अपनी ऊर्जा जरूरतों को पूरा करना होगा, बल्कि इसे एक वैश्विक नेता के रूप में उभरने का अवसर भी मिलेगा।

### निष्कर्ष

बिजली ऊर्जा भंडारण, विशेषकर बैटरी ऊर्जा भंडारण, भारत के ऊर्जा भविष्य में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा। यह न केवल ऊर्जा आपूर्ति को स्थिर करने में मदद करेगा, बल्कि नवीकरणीय ऊर्जा के इस्तेमाल को बढ़ावा देने में भी सहायक होगा। हालांकि इस क्षेत्र में चुनौतियाँ हैं, लेकिन सही नीतियों और निवेश के साथ भारत इस क्षेत्र में एक अग्रणी राष्ट्र बन सकता है। इसके लिए सभी पक्षों को मिलकर काम करना होगा ताकि आने वाले समय में भारत ऊर्जा के क्षेत्र में आत्मनिर्भर बन सके और पर्यावरणीय संकटों का समाधान कर सके।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS): तकनीकी विश्लेषण और भविष्य की संभावनाएँ

पवन कुमार गुप्ता, उप निदेशक, ईंधन प्रबंधन

### परिचय

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (Battery Energy Storage System - BESS) एक आधुनिक तकनीक है, जो विद्युत ऊर्जा को संचित (store) करने और आवश्यकतानुसार वितरित करने की क्षमता प्रदान करती है। यह प्रणाली ग्रिड स्थिरता, नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण, और उच्च कुशलता वाली ऊर्जा प्रबंधन रणनीतियों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली का कार्य सिद्धांत

BESS विभिन्न बैटरियों जैसे लिथियम-आयन (Li-ion), सोडियम-सल्फर (Na-S), फ्लो बैटरी, और लेड-एसिड बैटरी पर आधारित हो सकती है।

इसकी मुख्य प्रक्रिया निम्न प्रकार से कार्य करती है:

### 1. ऊर्जा संग्रहण (Charging Phase):

जब ऊर्जा अधिशेष में

होती है (जैसे दिन के समय सौर ऊर्जा संयंत्रों से), तब यह बैटरी में संचित होती है।

**2. ऊर्जा वितरण (Discharging Phase):** जब ऊर्जा की मांग बढ़ जाती है या ग्रिड अस्थिर होता है, तब बैटरी से संचित ऊर्जा का उपयोग किया जाता है।

**3. ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली (EMS):** यह बैटरी के चार्जिंग और डिस्चार्जिंग को नियंत्रित करने के



लिए AI और IoT आधारित एल्गोरिदम का उपयोग करता है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली की संरचना

1. **बैटरी मॉड्यूल** - बैटरियों का एक समूह, जो विद्युत ऊर्जा को संचित करता है।
2. **बैटरी प्रबंधन प्रणाली (BMS)**- बैटरी के तापमान, वोल्टेज और चार्जिंग/डिसचार्जिंग प्रक्रियाओं की निगरानी करता है।
3. **पावर कन्वर्शन सिस्टम (PCS)** - DC (डायरेक्ट करंट) को AC (अल्टरनेटिंग करंट) में बदलने का कार्य करता है।

4. **एनर्जी मैनेजमेंट सिस्टम (EMS)** - ग्रिड, नवीकरणीय स्रोतों और बैटरी के बीच ऊर्जा प्रवाह का अनुकूलन करता है।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली का उपयोग

1. **नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण** - सौर और पवन ऊर्जा की अस्थिरता को संतुलित करने में सहायक।
2. **ग्रिड स्थिरता** - लोड शेडिंग और ग्रिड फ्रीक्वेंसी रेगुलेशन में सहायता।
3. **विद्युत आपात स्थितियों में ऊर्जा आपूर्ति** - बैकअप ऊर्जा स्रोत के रूप में कार्य करता है।
4. **इलेक्ट्रिक व्हीकल चार्जिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर** - EV चार्जिंग स्टेशनों के लिए ऊर्जा भंडारण समाधान प्रदान करता है।



### बैटरी ऊर्जा भंडारण की तुलना

प्रकार	ऊर्जा घनत्व (Wh/kg)	जीवन चक्र (Charge Cycles)	लागत (\$/kWh)
लिथियम-आयन	150-250	2000-5000	150-200
सोडियम-सल्फर	100-150	2500-4500	200-300
फ्लो बैटरी	30-60	10000+	300-500
लेड-एसिड	30-50	500-1000	50-100

### भविष्य की संभावनाएँ और चुनौतियाँ संभावनाएँ:

1. **स्मार्ट ग्रिड तकनीकों के साथ एकीकरण** - AI और मशीन लर्निंग आधारित उन्नत ऊर्जा प्रबंधन।

2. ऊर्जा घनत्व में सुधार - नई बैटरी टेक्नोलॉजी जैसे सॉलिड-स्टेट बैटरियाँ।
3. अधिक कुशल और किफायती विकल्प - हाइड्रोजन-आधारित भंडारण प्रणाली का विकास।

#### चुनौतियाँ:

1. उच्च प्रारंभिक लागत - उन्नत बैटरी तकनीकों की लागत अधिक है।
2. बैटरी डिस्पोजल और रिसाइक्लिंग - पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने की आवश्यकता।
3. ऊर्जा हानि - चार्जिंग और डिस्चार्जिंग के दौरान ऊर्जा क्षति को कम करना।

#### निष्कर्ष

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS) आधुनिक ऊर्जा प्रणाली में क्रांतिकारी बदलाव ला रही है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के साथ इसका एकीकरण ग्रिड स्थिरता, ऊर्जा दक्षता और कार्बन उत्सर्जन को कम करने में मदद कर सकता है। हालांकि, लागत, रिसाइक्लिंग और बैटरी जीवन जैसे पहलुओं पर अभी भी काम करने की जरूरत है। तकनीकी नवाचार और सरकारी नीतियों के सहयोग से BESS की भूमिका ऊर्जा क्षेत्र में और भी महत्वपूर्ण हो सकती है।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण एवं व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण (Viability Gap Funding- VGF)

सुमन बाला, उप निदेशक, टीपीपी एंड डी

### बैटरी भण्डारण क्या है?

बैटरी भंडारण, या बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ (बीईएसएस), ऐसे उपकरण हैं जो सौर और पवन जैसे नवीकरणीय स्रोतों से ऊर्जा को संग्रहित करने में सक्षम बनाते हैं, तथा तब उसे जारी करते हैं जब बिजली की सबसे अधिक आवश्यकता होती है।

लिथियम-आयन बैटरियाँ, जिनका उपयोग मोबाइल फोन और इलेक्ट्रिक कारों में किया जाता है, वर्तमान में बड़े पैमाने के संयंत्रों के लिए प्रमुख भंडारण तकनीक हैं, जो बिजली ग्रिड को अक्षय ऊर्जा की विश्वसनीय आपूर्ति सुनिश्चित करने में मदद करती हैं। हमने विरिडी पैरेंटे के साथ मिलकर भारी उपकरणों के साथ इस तकनीक को लागू करना शुरू कर दिया है- एक कंपनी जो औद्योगिक, वाणिज्यिक और आवासीय भवनों के लिए बैटरी भंडारण प्रणाली बनाती है।

**बैटरी भंडारण क्यों महत्वपूर्ण है और इसके क्या लाभ हैं?**

बैटरी भंडारण प्रौद्योगिकी यह सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है कि घरों और व्यवसायों को हरित ऊर्जा से संचालित किया जा सके, तब भी जब सूरज न चमक रहा हो या हवा चलना बंद हो गई हो।

उदाहरण के लिए, ब्रिटेन के पास दुनिया में अपतटीय पवन ऊर्जा की सबसे बड़ी स्थापित क्षमता है, लेकिन इस ऊर्जा को प्राप्त करने और उद्देश्यपूर्ण ढंग से इसका उपयोग करने की क्षमता, उत्पादन बढ़ाकर और संभावित रूप से लागत कम करके, इस स्वच्छ ऊर्जा के मूल्य को बढ़ा सकती है।

हर दिन नेशनल ग्रिड और दुनिया भर में बिजली ग्रिड के इंजीनियरों को आपूर्ति को मांग के साथ मिलाना होता है। जब लक्ष्य शुद्ध शून्य कार्बन उत्पादन प्राप्त करना होता है, तो इन चोटियों और गर्तों का प्रबंधन करना अधिक चुनौतीपूर्ण हो जाता है। जीवाश्म ईंधन से चलने वाले संयंत्रों का इस्तेमाल पारंपरिक रूप से इन चोटियों और गर्तों को प्रबंधित करने के लिए किया जाता रहा है, लेकिन बैटरी ऊर्जा

भंडारण सुविधाएँ समय के साथ इन तथाकथित पीकिंग पावर जनरेटर के एक हिस्से की जगह ले सकती हैं।

ब्रिटेन सरकार का अनुमान है कि बैटरी भंडारण प्रणाली जैसी प्रौद्योगिकियां- जो अधिक निम्न-कार्बन ऊर्जा, ताप और परिवहन प्रौद्योगिकियों के एकीकरण का समर्थन करती हैं - 2050 तक ब्रिटेन की ऊर्जा प्रणाली को 40 बिलियन पाउंड (48

बिलियन डॉलर) तक बचा सकती हैं, जिससे अंततः लोगों के ऊर्जा बिल में कमी आएगी।

अमेरिका में नेशनल ग्रिड वेंचर्स के निदेशक प्रेस्कॉट हार्टशोर्न कहते हैं: "भंडारण परिचालन और विश्वसनीयता दोनों दृष्टिकोणों से अक्षय ऊर्जा उत्पादन को और अधिक सक्षम बनाता है। यह हमारे उपयोगिता ग्राहकों के निरंतर विकास और अक्षय ऊर्जा में परिवर्तन का एक महत्वपूर्ण हिस्सा भी है।"



Battery storage facility, East Hampton, Long Island, NY

### बैटरी भंडारण प्रणाली वास्तव में कैसे काम करती है?

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ आपके रसोईघर की दराज में रखी जाने वाली बैटरियों या आपके बच्चों के खिलौनों में डाली जाने वाली बैटरियों की तुलना में काफी अधिक उन्नत हैं। बैटरी भंडारण प्रणाली को पवन और सौर ऊर्जा जैसी अक्षय ऊर्जा से उत्पन्न बिजली द्वारा चार्ज किया जा सकता है।

बुद्धिमान बैटरी सॉफ्टवेयर ऊर्जा उत्पादन को समन्वित करने के लिए एल्गोरिदम का उपयोग करता है और कंप्यूटरीकृत नियंत्रण प्रणालियों का उपयोग यह तय करने के लिए किया जाता है कि ऊर्जा को कब संग्रहित किया जाए या इसे ग्रिड में कब छोड़ा जाए। बैटरी स्टोरेज सिस्टम से ऊर्जा को

अधिकतम मांग के समय छोड़ा जाता है, जिससे लागत कम रहती है और बिजली का प्रवाह बना रहता है।

### कौन सी नवीकरणीय ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ विकसित की जा रही हैं?

नवीकरणीय ऊर्जा के भंडारण के लिए कम लागत वाली प्रौद्योगिकियों की आवश्यकता होती है, जिनका जीवनकाल लंबा हो - हजारों बार चार्ज और डिस्चार्ज किया जा सके - सुरक्षित हों तथा मांग के अनुरूप लागत प्रभावी ढंग से पर्याप्त ऊर्जा का भंडारण कर सकें।

लिथियम-आयन बैटरियों का विकास 1970 के दशक में एक ब्रिटिश वैज्ञानिक द्वारा किया गया था और इनका पहली बार व्यावसायिक उपयोग सोनी द्वारा

1991 में कंपनी के हैंडहेल्ड वीडियो रिकॉर्डर के लिए किया गया था। हालाँकि वे वर्तमान में सबसे अधिक आर्थिक रूप से व्यवहार्य ऊर्जा भंडारण समाधान हैं, लेकिन बैटरी भंडारण के लिए कई अन्य प्रौद्योगिकियाँ वर्तमान में विकसित की जा रही हैं। इनमें शामिल हैं:

- **संपीड़ित वायु ऊर्जा भंडारण :** इन प्रणालियों के साथ, जो आम तौर पर बड़े कक्षों में स्थित होते हैं, अधिशेष शक्ति का उपयोग हवा को संपीड़ित करने और फिर उसे संग्रहित करने के लिए किया जाता है। जब ऊर्जा की आवश्यकता होती है, तो संपीड़ित हवा को छोड़ दिया जाता है और बिजली उत्पन्न करने के लिए एक वायु टरबाइन से होकर गुजरता है।
- **यांत्रिक गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा भंडारण :** इस प्रकार की प्रणाली का एक उदाहरण है जब ऊर्जा का उपयोग कंक्रीट ब्लॉकों को टॉवर पर ऊपर उठाने के लिए किया जाता है। जब ऊर्जा की आवश्यकता होती है, तो कंक्रीट ब्लॉकों को वापस नीचे उतारा जाता है, जिससे गुरुत्वाकर्षण के खिंचाव का उपयोग करके बिजली पैदा होती है।
- **प्रवाह बैटरियाँ :** इन बैटरियों में, जो अनिवार्यतः रिचार्जबल ईंधन कोशिकाएं हैं, रासायनिक ऊर्जा दो रासायनिक घटकों द्वारा प्रदान की जाती है, जो सिस्टम के भीतर मौजूद तरल पदार्थों में घुले होते हैं और एक झिल्ली द्वारा अलग किए जाते हैं।

प्रेसकॉट हार्टशोर्न कहते हैं: "अगला दशक सामान्य रूप से ऊर्जा भंडारण और विशेष रूप से बैटरी के लिए बड़ा होगा। यह बैटरी और अन्य प्रौद्योगिकियों के लिए एक महत्वपूर्ण साबित होने वाला समय होगा।"

## बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों हेतु व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण योजना

हाल ही में केंद्रीय मंत्रिमंडल ने नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को अपनाने को बढ़ावा देने के उद्देश्य से बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (Battery Energy Storage Systems- BESS) के विकास के लिये व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण (Viability Gap Funding-VGF) योजना को मंजूरी दी है।

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली ऐसे उपकरण हैं जो सौर और पवन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा को संग्रहित करने तथा तब जारी करने में सक्षम बनाते हैं जब बिजली की सबसे अधिक आवश्यकता होती है।

## बैटरी भंडारण हेतु VGF योजना:

- **परिचय:**
  - सरकार बैटरी भंडारण प्रणालियों की लागत को काफी हद तक कम करने, उन्हें अधिक आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाने के लिये व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण के माध्यम से बजटीय सहायता के रूप में पूंजीगत लागत का 40% तक वित्तीय सहायता प्रदान करेगी।
  - यह योजना रणनीतिक रूप से नागरिकों को स्वच्छ, विश्वसनीय और सस्ती बिजली प्रदान करने के लिये सौर तथा पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की क्षमता का उपयोग करने हेतु डिज़ाइन की गई है।
  - यह सुनिश्चित करना कि योजना का लाभ उपभोक्ताओं तक पहुंचे और BESS परियोजना क्षमता का न्यूनतम 85% वितरण कंपनियों (डिस्कॉम) को उपलब्ध कराया जाएगा।

- यह रणनीतिक कदम न केवल बिजली ग्रिड में नवीकरणीय ऊर्जा के एकीकरण को मज़बूत करता है बल्कि अपशिष्ट को भी कम करता है और ट्रांसमिशन नेटवर्क के उपयोग को अनुकूलित करता है। नतीजतन यह महँगे बुनियादी ढाँचे के उन्नयन की आवश्यकता को कम करता है।
- **उद्देश्य:**
  - इसका प्राथमिक उद्देश्य वर्ष 2030-31 तक BESS परियोजनाओं के विकास में 4,000 मेगावाट घंटे (MWh) का योगदान देना है।
  - इस कार्यक्रम का लक्ष्य VGF वित्तीयन प्रदान करके प्रति किलोवाट-घंटा (kWh) 5.50 और 6.60 रुपए के बीच भंडारण की एक स्तरीय लागत प्राप्त करना है।
- यह लागत-प्रभावशीलता संग्रहित नवीकरणीय ऊर्जा को देश भर में विद्युत की अधिकतम मांग के प्रबंधन के लिये एक व्यावहारिक विकल्प प्रदान करती है।
- **महत्व:**
  - भारत सरकार स्वच्छ और हरित ऊर्जा समाधानों को बढ़ावा देने के लिये प्रतिबद्ध है। BESS योजना नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग करते हुए और बैटरी भंडारण को बढ़ावा देकर इस दृष्टिकोण को प्राप्त करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम का प्रतिनिधित्व करती है।
  - इस पहल का लक्ष्य वैश्विक धारणीयता लक्ष्यों के अनुरूप सभी नागरिकों के लिये एक उज्ज्वल और हरित भविष्य का निर्माण करना है।

\*\*\*\*\*

## भारत के संदर्भ में बैटरी ऊर्जा भंडारण का महत्व

रीता नागदेवे, उप निदेशक, थर्मल इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी विकास प्रभाग

आज के समय में ऊर्जा का महत्व किसी से छुपा नहीं है। ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों का उपयोग हमारे दैनिक जीवन में अत्यधिक बढ़ गया है। भारत एक विकासशील देश है और यहां की ऊर्जा आवश्यकताएं लगातार बढ़ रही हैं। बढ़ती जनसंख्या, शहरीकरण और औद्योगिकीकरण के साथ-साथ, ऊर्जा की मांग भी हर वर्ष नए रिकॉर्ड बना रही है। इस तेजी से बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए भारत को पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों के साथ-साथ अक्षय ऊर्जा के स्रोतों पर भी ध्यान देना पड़ रहा है। लेकिन अक्षय ऊर्जा स्रोतों, जैसे सौर और पवन ऊर्जा, के उत्पादन में अस्थिरता और निरंतरता की कमी के कारण, इन स्रोतों से उत्पन्न ऊर्जा को भंडारण करने

की आवश्यकता महसूस हो रही है। इसी आवश्यकता को पूरा करने के लिए बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक की महत्वपूर्ण भूमिका है। बैटरी ऊर्जा भंडारण भारत में न केवल ऊर्जा के वितरण में सुधार करने की क्षमता रखता है, बल्कि यह देश के ऊर्जा संक्रमण को अक्षय ऊर्जा की दिशा में तेजी से बढ़ाने में भी मदद कर सकता है।

### भारत में बैटरी ऊर्जा भंडारण का महत्व:

#### 1. अक्षय ऊर्जा की क्षमता का पूरा उपयोग:

भारत ने अक्षय ऊर्जा के क्षेत्र में काफी प्रगति की है, विशेष रूप से सौर और पवन ऊर्जा के क्षेत्र में। लेकिन इन स्रोतों के साथ एक मुख्य चुनौती यह है कि ये ऊर्जा उत्पादन में स्थिर नहीं होते। सौर ऊर्जा

केवल दिन के समय उत्पन्न होती है और पवन ऊर्जा मौसम पर निर्भर होती है। बैटरी ऊर्जा भंडारण इन अस्थिरताओं का समाधान प्रदान करता है। जब इन स्रोतों से अधिक ऊर्जा उत्पन्न हो, तो बैटरी में उसे संचित किया जा सकता है, और जब इन स्रोतों से कम ऊर्जा मिलती है, तो बैटरी से उस ऊर्जा को ग्रिड में वापस भेजा जा सकता है। इस प्रकार, बैटरी ऊर्जा भंडारण भारत में अक्षय ऊर्जा के उपयोग को अधिक प्रभावी और स्थिर बना सकता है।

## 2. विद्युत ग्रिड की स्थिरता:

जब विद्युत ग्रिड पर अत्यधिक दबाव होता है या ऊर्जा की मांग अचानक बढ़ जाती है, तो बैटरी से ऊर्जा निकालकर ग्रिड की स्थिरता को बनाए रखा जा सकता है। इसके अलावा, बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली से घरेलू उपयोगकर्ताओं और उद्योगों को आपातकालीन परिस्थितियों में बिजली की आपूर्ति मिल सकती है।

## 3. पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों पर निर्भरता कम करना:

भारत की ऊर्जा आपूर्ति मुख्य रूप से कोयला आधारित बिजली संयंत्रों पर निर्भर है। बैटरी ऊर्जा भंडारण का उपयोग पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों की आवश्यकता को कम कर सकता है। जब बैटरी से ऊर्जा भंडारित होती है, तो उसे बिजली की आपूर्ति के लिए अक्षय ऊर्जा स्रोतों के साथ मिलाकर उपयोग किया जा सकता है, जिससे जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता घटती है और पर्यावरणीय प्रभाव कम होता है।

## 4. ऊर्जा के लागत में कमी:

बैटरी ऊर्जा भंडारण सिस्टम को अपनाने से ऊर्जा की लागत में कमी आ सकती है। जब बिजली की दर कम हो, तो बैटरी में ऊर्जा संचित की जा सकती है और जब दर बढ़ती है, तब उस ऊर्जा का उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार, उपभोक्ता अपनी

ऊर्जा लागत को नियंत्रित कर सकते हैं। इसके अलावा, ऊर्जा के भंडारण से विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में उत्पादन के दौरान आने वाले उच्च ऊर्जा खर्च को कम किया जा सकता है।

## 5. नवीनता और तकनीकी विकास:

बैटरी ऊर्जा भंडारण का क्षेत्र अत्यधिक विकासशील है, और भारत में इसे अपनाने से न केवल ऊर्जा क्षेत्र में सुधार होगा, बल्कि तकनीकी नवाचारों को भी बढ़ावा मिलेगा। भारत में बैटरी तकनीकों में नवाचार, बैटरी निर्माण और ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के डिज़ाइन के क्षेत्र में कई अवसर उत्पन्न हो सकते हैं।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण के कुछ प्रकार

#### 1. लीथियम-आयन बैटरी:

लीथियम-आयन बैटरी सबसे आम प्रकार की बैटरी होती है, जो ऊर्जा भंडारण के लिए उपयोग की जाती है। यह हल्की और उच्च ऊर्जा घनत्व वाली होती है, जिससे यह लंबे समय तक काम करती है। इनका उपयोग घरेलू और वाणिज्यिक दोनों प्रकार के अनुप्रयोगों में किया जाता है।

#### 2. सोडियम सल्फर बैटरी:

यह बैटरी उच्च तापमान पर कार्य करती है और अधिक ऊर्जा भंडारण क्षमता प्रदान करती है। इन बैटरियों का उपयोग बड़े पैमाने पर ऊर्जा भंडारण प्रणालियों में किया जाता है।

#### 3. वैनाडियम रेडोक्स फ्लो बैटरी:

यह बैटरी लचीलापन और दीर्घकालिक भंडारण के लिए उपयुक्त होती है। ये बैटरियाँ उच्च क्षमता वाली होती हैं और बड़ी प्रणाली के लिए आदर्श होती हैं।

### बैटरी ऊर्जा भंडारण की चुनौतियाँ

#### 1. उच्च प्रारंभिक लागत:

बैटरी ऊर्जा भंडारण सिस्टम की स्थापना में काफी उच्च प्रारंभिक निवेश की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, बैटरियों का जीवनकाल सीमित होता है और उन्हें समय-समय पर बदलने की आवश्यकता होती

है। हालांकि, समय के साथ इस तकनीक की लागत घटने की संभावना है, लेकिन अभी भी यह एक बड़ी चुनौती है।

## 2. बैटरी निर्माण में पर्यावरणीय प्रभाव:

बैटरियों के निर्माण में इस्तेमाल होने वाली सामग्री जैसे लिथियम, कोबाल्ट, और निकेल पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकते हैं। इन सामग्री की खुदाई और प्रसंस्करण के दौरान पर्यावरणीय नुकसान हो सकता है। इसलिए, बैटरी के पुनःचक्रण और पर्यावरणीय प्रभावों को कम करने के उपायों पर ध्यान देना महत्वपूर्ण है।

## 3. बैटरी की पुनःप्राप्ति और पुनःचक्रण:

बैटरी के पुनःप्राप्ति और पुनःचक्रण की प्रक्रिया अभी भी पूरी तरह से विकसित नहीं हुई है। बैटरियों के जीवनकाल के बाद उनका पुनःचक्रण करना और उनका सही तरीके से निपटान करना एक चुनौती है, जो पर्यावरणीय प्रभाव को बढ़ा सकता है।

## 4. बैटरी निर्माण में आत्मनिर्भरता

वर्तमान में, बैटरियों के अधिकांश कच्चे माल और प्रौद्योगिकियां आयातित होती हैं, जिससे उनकी लागत और आपूर्ति शृंखला में अनिश्चितताएँ उत्पन्न होती हैं।

भारत को बैटरी निर्माण के लिए स्थानीय उत्पादन पर जोर देना आवश्यकता है। इसके लिए बैटरी निर्माण संयंत्रों की स्थापना की जा सकती है और कच्चे माल (जैसे लिथियम, कोबाल्ट और निकेल) की घरेलू आपूर्ति सुनिश्चित की जा सकती है। इससे बैटरी की लागत में कमी आएगी और भारत अपनी

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के लिए आत्मनिर्भर बन सकेगा।

## 5. तकनीकी चुनौतियाँ:

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली की विश्वसनीयता और स्थायित्व पर सवाल उठते रहते हैं, खासकर बड़े पैमाने पर उपयोग के लिए। बैटरी की क्षमता और कार्यक्षमता पर काफी शोध और विकास की आवश्यकता है।

## निष्कर्ष

बैटरी ऊर्जा भंडारण भारतीय ऊर्जा क्षेत्र के लिए एक महत्वपूर्ण समाधान बनकर उभर रहा है। यह न केवल अक्षय ऊर्जा के अधिक प्रभावी उपयोग को सक्षम बनाता है, बल्कि यह विद्युत ग्रिड की स्थिरता, ऊर्जा सुरक्षा और पर्यावरणीय स्थिरता को भी बढ़ावा देता है। हालांकि, इसके लिए अभी कुछ चुनौतियाँ भी हैं, जैसे उच्च प्रारंभिक लागत और बैटरी के पर्यावरणीय प्रभाव, लेकिन इन पर काम जारी है। भविष्य में, बैटरी ऊर्जा भंडारण तकनीक भारत के ऊर्जा क्षेत्र को बेहतर बनाने में एक अहम भूमिका निभा सकती है, और यह सुनिश्चित कर सकती है कि भारत ऊर्जा के क्षेत्र में एक स्थिर, स्वच्छ और सस्ते समाधान की ओर बढ़े। भारत में बैटरी ऊर्जा भंडारण के क्षेत्र में अनुसंधान और नवाचार को बढ़ावा देने के लिए कई सरकारी और निजी संस्थाएँ काम कर रही हैं। इन प्रयासों से बैटरी ऊर्जा भंडारण की लागत में कमी आने की संभावना है, और भविष्य में यह भारतीय ऊर्जा क्षेत्र का अभिन्न हिस्सा बन सकता है।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली में चुनौतियाँ और उनके समाधान

राजीव कुमार मित्तल, निदेशक, टी. ई. & टी. डी. प्रभाग

मानव गतिविधियों के कारण वायुमंडल में ग्रीनहाउस गैसों की मात्रा में लगातार वृद्धि हो रही है, जिसके कारण वैश्विक औसत तापमान में वृद्धि से वैश्विक ऊष्मीकरण (ग्लोबल वार्मिंग) पूरी दुनिया के लिए एक समस्या बन गयी है। कार्बन-डाइऑक्साइड एक प्राथमिक ग्रीनहाउस गैस है, जो वैश्विक ऊष्मीकरण का मुख्य दोषी है। जीवाश्म ईंधन (कोयला, तेल और गैस) वैश्विक जलवायु परिवर्तन का सबसे बड़ा योगदानकर्ता है, जो वैश्विक ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन का 75% से अधिक और कार्बन-डाइऑक्साइड उत्सर्जन का लगभग 90% के लिए उत्तरदायी हैं। औद्योगिक कार्बन-डाइ-ऑक्साइड उत्सर्जन को कम करना मुश्किल है, क्योंकि जीवाश्म ईंधन का उपयोग न केवल ऊर्जा के स्रोत के रूप में किया जाता है, बल्कि कुछ प्रक्रियाओं में भी इसका उपयोग किया जाता है। चीन और अमेरिका के बाद भारत दुनिया में मात्रा के हिसाब से कार्बन-डाइ-ऑक्साइड का तीसरा सबसे बड़ा उत्सर्जक है। ग्लोबल वार्मिंग की समस्या पर काबू पाने के लिए भारत सरकार ने वर्ष 2050 तक कार्बन-डाइ-ऑक्साइड उत्सर्जन को 50 प्रतिशत कम करने और वर्ष 2070 तक शून्य करने की प्रतिबद्धता जताई है।

जीवाश्म ईंधन आधारित विद्युत ऊर्जा के स्थान पर नवीकरणीय ऊर्जा का उत्पादन कार्बन-डाइ-ऑक्साइड उत्सर्जन स्तर को कम करने तथा भारत सरकार द्वारा निर्धारित उपरोक्त लक्ष्यों को प्राप्त करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इस उद्देश्य के लिए, भारत सरकार ने वर्ष 2030 तक गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित ऊर्जा संसाधनों (मुख्य रूप से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों) से 500 गीगावाट ऊर्जा उत्पादन क्षमता का लक्ष्य रखा है, जो कुल स्थापित विद्युत ऊर्जा क्षमता का 50% के बराबर होगा और 2030 तक अपने सकल घरेलू उत्पाद की उत्सर्जन तीव्रता को 2005 के स्तर के आधार पर 45% तक कम करने का संकल्प लिया है। लेकिन समय, जलवायु, मौसम व भौगोलिक स्थिति के साथ बदलती प्रकृति के कारण ग्रिड स्थिरता और निर्बाध

बिजली आपूर्ति को बनाए रखने के लिए नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के साथ एक चुनौती है। उदाहरण के लिए, सौर ऊर्जा का उत्पादन सूर्य द्वारा उत्सर्जित ऊष्मा पर निर्भर करता है, जो केवल दिन के समय ही उपलब्ध है। इसी प्रकार, पवन ऊर्जा का उत्पादन हवा की गति और दिशा के साथ बदलता रहता है, जिससे उत्पादन क्षमता में उतार-चढ़ाव होता रहता है। इस समस्या के समाधान के लिए, ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं, जिसमें नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से उनकी उपलब्धता के दौरान उत्पन्न अतिरिक्त ऊर्जा को संग्रहित करके ऊर्जा की अधिकतम मांग के दौरान या जब कोई नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत उपलब्ध न हो, तब उसका उपयोग किया जा सकता है।

जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करने और बढ़ती हुई नवीकरणीय ऊर्जा का बेहतर उपयोग करने के लिए विभिन्न ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ हैं, जिनमें से कुछ प्रमुख प्रणालियाँ निम्नलिखित हैं:

1. **पंप हाइड्रो स्टोरेज:** इस प्रणाली में, ऊर्जा की कम मांग (ऑफ-पीक समय) के दौरान उपलब्ध अतिरिक्त ऊर्जा का उपयोग करके निचले जलाशय में एकत्रित जल को ऊपरी जलाशय में पंप किया जाता है और फिर ऊर्जा की अधिकतम मांग (पीक समय) के दौरान इस जल का उपयोग करके बिजली उत्पन्न की जाती है।
2. **बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (BESS):** इस प्रणाली में, ऊर्जा की कम मांग (ऑफ-पीक समय) के दौरान सौर या पवन ऊर्जा संयंत्रों द्वारा उत्पन्न अतिरिक्त ऊर्जा को बैटरी में संग्रहित किया जाता है, जिसका उपयोग ऊर्जा की अधिकतम मांग (पीक समय) के दौरान किया जा सकता है।
3. **हाइड्रोजन भंडारण प्रणाली:** इस प्रणाली में, ऊर्जा की कम मांग के दौरान उपलब्ध अतिरिक्त नवीकरणीय ऊर्जा से हाइड्रोजन का उत्पादन करके संग्रहित किया जाता है और फिर इस हाइड्रोजन का उपयोग ऊर्जा की अधिकतम मांग (पीक

समय) के दौरान बिजली उत्पन्न करने या वाहनों को चलाने के लिए किया जा सकता है।

4. **संपीड़ित वायु ऊर्जा भंडारण:** इस प्रणाली में ऑफ-पीक समय के दौरान अतिरिक्त ऊर्जा का उपयोग करके भूमिगत गुफाओं में वायु को संपीड़ित करके संग्रहित किया जाता है और फिर पीक समय के दौरान इस संपीड़ित वायु का विस्तार करके बिजली उत्पन्न की जा सकती है।

5. **तापीय ऊर्जा भंडारण प्रणाली:** इस प्रणाली में पिघले हुए नमक, आदि का उपयोग करके सौर ऊर्जा संयंत्रों द्वारा उत्पन्न तापीय ऊर्जा (ऊष्मा) को संग्रहित किया जाता है। इस संग्रहित ऊर्जा का उपयोग पीक समय के दौरान बिजली उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है।

विभिन्न ऊर्जा भंडारण प्रणालियों में बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली सबसे साधारण ऊर्जा भंडारण प्रणाली है और ग्रिड की दक्षता और विश्वसनीयता बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है, जिससे अक्षय ऊर्जा स्रोतों के एकीकरण में सुविधा होती है। लेकिन बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के बढ़ते महत्व के बावजूद, इस प्रणाली में कई चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है, जिनमें प्रमुख निम्नलिखित हैं:

1. **उच्च अग्रिम लागत:** बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के लिए प्रारंभिक निवेश अत्यधिक है, जिसके कारण इसे स्थापित करना महंगा है तथा इसे व्यापक रूप से अपनाना चुनौतीपूर्ण हो गया है।
2. **बैटरी का सीमित जीवनकाल:** बैटरियों की दक्षता और क्षमता समय के साथ कम होती जाती है, जिससे उनके प्रदर्शन और समग्र जीवनकाल पर असर पड़ता है और उनकी आयु सीमित होती है।
3. **सीमित ऊर्जा घनत्व:** बैटरियाँ भारी होती हैं और वे जितनी ऊर्जा संग्रहित करती हैं, उसके सापेक्ष बहुत अधिक जगह घेरती हैं, जिसके कारण उनमें ऊर्जा को संग्रहित करने की क्षमता सीमित होती है।
4. **स्व-निर्वहन दर:** बैटरियाँ उपयोग में न होने पर भी समय के साथ डिस्चार्ज होती रहती हैं, जिससे ऊर्जा की हानि होती है।

5. **पर्यावरणीय प्रभाव:** उपयोगी जीवन के बाद बैटरियों का निपटान करना पर्यावरण की दृष्टि से बहुत बड़ी चुनौती है।

6. **सुरक्षा चिंताएं:** कभी-कभी बैटरियाँ ज़रूरत से ज्यादा गर्म हो जाती हैं, जिससे विस्फोट और आग की संभावना हो जाती है और साथ ही उनका कार्य-निष्पादन कम हो जाता है।

7. **ग्रिड एकीकरण:** मौजूदा ग्रिड अवसंरचना के साथ बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली को एकीकृत करना जटिल व एक तकनीकी चुनौती है, जिसके लिए उन्नत प्रबंधन प्रणालियों की आवश्यकता होती है।

8. **मानकीकरण का अभाव:** बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली में असंगत मानक न विनियमन हैं, जो निवेशकों के लिए अनिश्चितता पैदा कर सकते हैं।

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली में विभिन्न चुनौतियों का समाधान करने के लिए विभिन्न अनुसंधान और विकास कार्य जारी हैं। भारत सरकार ने राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन जैसी पहल शुरू की है, जिसका उद्देश्य बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली सहित विभिन्न ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों के विकास को बढ़ावा देना है। इसके अतिरिक्त, विभिन्न कंपनियाँ (जैसे-टाटा पावर और रिन्यू पावर, आदि) बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली परियोजनाओं में भारी निवेश कर रही हैं, जिससे इस क्षेत्र में विकास और नवाचार को बढ़ावा मिल रहा है।

विभिन्न नई कंपनियाँ (स्टार्ट-अप) साधारण लिथियम-आयन बैटरियों को संशोधित करके उन्नत लिथियम-आयन बैटरियाँ विकसित करने का काम कर रही हैं, ताकि उनका प्रदर्शन और जीवनकाल बढ़ाया जा सके। इसके साथ ही विभिन्न कंपनियाँ वैकल्पिक बैटरी सामग्री, जैसे कि जिंक-एयर बैटरी, सोडियम-सल्फर बैटरी और एल्युमीनियम-आयन बैटरी पर अनुसंधान कर रही हैं।

उच्च ऊर्जा घनत्व प्रदान करने के लिए सुपर-कैपेसिटर और हाइब्रिड-कैपेसिटर के विकास पर कार्य किया जा रहा है। साथ ही सॉलिड-स्टेट बैटरी के विकास पर कार्य किया जा रहा है, जो तरल

इलेक्ट्रोलाइट्स को ठोस (सॉलिड) यौगिकों में बदल देती हैं; जिससे सुरक्षा, ऊर्जा घनत्व और बैटरी का जीवनकाल बढ़ जाता है।

उपरोक्त अनुसंधान और विकास कार्यों के साथ-साथ, निम्नलिखित नवाचार गतिविधियां बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं:

- बेहतर बैटरी प्रबंधन प्रणाली और बैटरी रसायन विज्ञान में प्रगति स्व-निर्वहन दरों को कम कर सकती है।
- उन्नत शीतलन प्रणाली और तापीय प्रबंधन सामग्री बैटरी के तापमान को नियंत्रित करके विस्फोट और आग की संभावना को कम करने में मदद कर सकती हैं।
- बैटरी सामग्री के लिए कुशल पुनर्चक्रण प्रक्रियाएँ विकसित करके पर्यावरण संबंधी चिंताओं को दूर किया जा सकता है।

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली भारत के नवीकरणीय ऊर्जा लक्ष्यों को प्राप्त करने में एक महत्वपूर्ण कदम है। भारत अपनी बढ़ती ऊर्जा माँगों को पूरा करने और कार्बन फुटप्रिंट को कम करने के लिए बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली को तेज़ी से अपना रहा है। भारत सरकार ने बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली को विकसित करने में तेज़ी लाने के लिए कई निर्णायक नीतियाँ बनाई हैं। विद्युत मंत्रालय ने इसके विकास के लिए व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण [VGF(Viability Gap Funding)] योजना शुरू की है। इस योजना के अंतर्गत भारत सरकार द्वारा बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली परियोजनाओं के लिए पूंजीगत लागत की 40% तक वित्तीय सहायता प्रदान की जाती है। इस नीति का उद्देश्य बैटरी भंडारण प्रणाली को उपभोक्ताओं और वितरण कंपनियों के लिए अधिक किफायती और सुलभ बनाना है।

\*\*\*\*\*

## बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली {बीईएसएस (BESS)} एवं राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन

शरद कुमार, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग

### 1. भूमिका

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (बीईएसएस (BESS)) एक प्रौद्योगिकी है जिसका उपयोग विद्युत ऊर्जा को जमा करने और उसे आवश्यकतानुसार पुनः उपयोग में लाने के लिए किया जाता है। यह प्रणाली ऊर्जा के अस्थिर स्रोतों जैसे सौर और पवन ऊर्जा से उत्पन्न विद्युत को संचित करने के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। यह प्रणाली विशेष रूप से उन स्थानों के लिए महत्वपूर्ण है जहाँ ऊर्जा की मांग और आपूर्ति में असमानता होती है। उदाहरण के लिए, सौर ऊर्जा दिन के समय उत्पन्न होती है, लेकिन रात के समय इसकी आवश्यकता होती है। ऐसे में, बीईएसएस (BESS) ऊर्जा का भंडारण करके उसे बाद में उपयोग में लाने का कार्य करती है। बीईएसएस (BESS) का उद्देश्य ऊर्जा के भंडारण, वितरण और नियंत्रण के क्षेत्र में सुधार करना है, जिससे ऊर्जा की निरंतर आपूर्ति सुनिश्चित हो सके और साथ ही ऊर्जा के खपत की लागत को कम किया जा सके।

### 2. बीईएसएस (BESS) के प्रमुख घटक

**बैटरियाँ:** यह प्रणाली के मुख्य घटक हैं, जो ऊर्जा को संचित करती हैं। इन बैटरियों में ऊर्जा संग्रहित करने के लिए विभिन्न प्रकार की बैटरी तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जैसे लीथियम-आयन, सोडियम-आयन, फ्लो बैटरी आदि।

**इन्वर्टर:** इन्वर्टर एक महत्वपूर्ण घटक है, जो बैटरी से DC (डायरेक्ट करंट) विद्युत को AC (आल्टरनेटिंग करंट) में बदलता है ताकि इसे ग्रिड या उपभोक्ताओं को आपूर्ति किया जा सके। यह बैटरी से ऊर्जा प्राप्त करने और उसे उपयुक्त रूप में बदलने का कार्य करता है।

**बैटरी मैनेजमेंट सिस्टम (BMS):** यह बैटरी की स्थिति पर निगरानी रखता है और उसकी कार्यक्षमता को बढ़ाता है। यह बैटरी के तापमान, चार्ज स्तर, और सामान्य स्थिति का ट्रैक रखता है, ताकि बैटरी का जीवनकाल बढ़ सके और उसकी कार्यक्षमता स्थिर बनी रहे।

**चार्ज और डिस्चार्ज सिस्टम:** यह प्रणाली बैटरी को चार्ज करने और आवश्यकता होने पर उसे डिस्चार्ज करने का कार्य करती है। जब ग्रिड में ऊर्जा की मांग कम होती है, तब बैटरी को चार्ज किया जाता है, और जब मांग अधिक होती है, तो यह ऊर्जा बैटरी से ग्रिड में वापस प्रवाहित होती है।

**समर्पित ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली (EMS):** यह प्रणाली ग्रिड और बैटरी ऊर्जा भंडारण के बीच बेहतर तालमेल सुनिश्चित करती है। यह प्रणाली बैटरी के चार्जिंग और डिस्चार्जिंग प्रक्रिया को नियंत्रित करती है, ताकि ऊर्जा की आपूर्ति सही समय पर और सही मात्रा में की जा सके।

**3. बैटरी प्रौद्योगिकी का विकास (क्रमानुसार)**

वर्ष	बैटरी का प्रकार	मुख्य विशेषताएँ
1800	वोल्टाइक सेल	पहली इलेक्ट्रिक बैटरी, एलेसेंट्रो वोल्टा द्वारा विकसित
1859	लेड-एसिड बैटरी	पहली रिचार्जबल बैटरी, ऑटोमोबाइल और UPS में उपयोग
1899	निकेल-कैडमियम	लंबा जीवनकाल, तेज चार्जिंग, औद्योगिक उपयोग
1980	लिथियम-आयन	उच्च ऊर्जा घनत्व, हल्की बैटरी, स्मार्टफोन और EV में उपयोग
2020+	सॉलिड-स्टेट बैटरी	अधिक सुरक्षा, तेज चार्जिंग, लंबी लाइफ

**4. विभिन्न प्रकार की बैटरियों का तुलनात्मक अध्ययन**

बैटरी प्रकार	ऊर्जा घनत्व (Wh/kg)	जीवनकाल (चार्ज साइकल्स)	लाभ	हानियाँ
लेड-एसिड	30-50	500-1000	सस्ती, विश्वसनीय	भारी, कम जीवनकाल
लिथियम-आयन	150-250	1000-3000	हल्की, उच्च ऊर्जा घनत्व	महंगी, थर्मल रनअवे का जोखिम
सॉलिड-स्टेट	300-500	5000+	सुरक्षित, उच्च दक्षता	उच्च लागत, विकासाधीन तकनीक
फ्लो बैटरी	40-80	10,000+	लंबा जीवनकाल, बड़ी क्षमता	जटिल प्रणाली, उच्च प्रारंभिक लागत

**पंप्ड स्टोरेज हाइड्रो (PSH):** इसमें जल ऊर्जा को ऊँचे स्थान पर पंप कर जमा किया जाता है और जब आवश्यकता होती है, इसे ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। यह बड़े पैमाने पर उपयोगी होता है लेकिन भूमि की आवश्यकता अधिक होती है।

**5. बीईएसएस (BESS) का कार्य:** बीईएसएस (BESS) का मुख्य कार्य ऊर्जा का भंडारण और उसे समय पर वितरण करना है। इसका कार्य निम्नलिखित प्रकार से होता है:

**भंडारण:** जब ऊर्जा का उत्पादन उच्च होता है (जैसे सौर ऊर्जा उत्पादन दिन में अधिक होता है), तो ऊर्जा को बैटरियों में संग्रहित किया जाता है।

**पुनः आपूर्ति:** जब मांग अधिक होती है और आपूर्ति कम होती है (जैसे रात के समय), तब संग्रहित ऊर्जा का उपयोग किया जाता है।

**संतुलन:** यह ग्रिड पर दबाव को संतुलित करने में मदद करता है, ताकि विद्युत की आपूर्ति स्थिर रहे।

**6. बैटरी भंडारण का ऊर्जा स्रोतों से संबंध**

ऊर्जा स्रोत	बैटरी भंडारण में उपयोग	चुनौतियाँ
सौर ऊर्जा	दिन में संग्रहण, रात में उपयोग	धूप की निर्भरता

पवन ऊर्जा	तेज हवा में संग्रहण, शांत मौसम में उपयोग	हवा की अनियमितता
ग्रिड-स्टोरेज	पीक लोड में बैटरी डिस्चार्ज	उच्च लागत
जलविद्युत	आपातकालीन बैकअप में उपयोग	निर्माण लागत

### 7. बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (बीईएसएस) के तकनीकी अनुप्रयोग

बीईएसएस विभिन्न क्षेत्रों में उन्नत तकनीकी अनुप्रयोगों के लिए एक महत्वपूर्ण तकनीक है। यहां कुछ प्रमुख तकनीकी अनुप्रयोग दिए गए हैं:

- **नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण (ग्रिड-स्केल):**
  - **फ्रीक्वेंसी रेगुलेशन:** बीईएसएस ग्रिड की फ्रीक्वेंसी को स्थिर रखने में मदद करता है, जो नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की परिवर्तनशीलता के कारण होने वाले उतार-चढ़ाव को कम करता है। यह ग्रिड की स्थिरता और विश्वसनीयता को बढ़ाता है।
  - **वोल्टेज सपोर्ट:** बीईएसएस ग्रिड के वोल्टेज को स्थिर रखने में मदद करता है, जो लंबी ट्रांसमिशन लाइनों और वितरित ऊर्जा स्रोतों के कारण होने वाले वोल्टेज ड्रॉप को कम करता है।
  - **पीक शेविंग:** बीईएसएस चरम मांग के दौरान संग्रहित ऊर्जा को जारी करके ग्रिड पर लोड को कम करता है, जिससे नई पीकिंग पावर प्लांटों की आवश्यकता कम हो जाती है।
  - **रैम्प रेट कंट्रोल:** बीईएसएस नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के उत्पादन में अचानक होने वाले परिवर्तनों को नियंत्रित करता है, जिससे ग्रिड पर तनाव कम होता है।
  - **वर्चुअल इनर्शिया:** आधुनिक इनवर्टर आधारित बीईएसएस, सिंक्रोनस कंडेनसर के समान ग्रिड में इनर्शिया प्रदान कर सकते हैं, जिससे ग्रिड की स्थिरता में वृद्धि होती है।
- **माइक्रोग्रिड्स और ऑफ-ग्रिड सिस्टम:**
  - **ऊर्जा संतुलन:** बीईएसएस माइक्रोग्रिड्स में ऊर्जा की मांग और आपूर्ति को संतुलित करता है, जिससे विश्वसनीय बिजली आपूर्ति सुनिश्चित होती है।

- **ब्लैक स्टार्ट क्षमता:** बीईएसएस पावर आउटेज के बाद माइक्रोग्रिड्स को फिर से शुरू करने में मदद करता है, जिससे महत्वपूर्ण सुविधाओं को तेजी से बहाल किया जा सकता है।
- **डीसी माइक्रोग्रिड्स:** बीईएसएस डीसी माइक्रोग्रिड्स के साथ सहजता से एकीकृत हो सकता है, जो सौर ऊर्जा और बैटरी भंडारण के लिए अधिक कुशल हैं।
- **इलेक्ट्रिक वाहन (ईवी) चार्जिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर:**
  - **फास्ट चार्जिंग सपोर्ट:** बीईएसएस फास्ट चार्जिंग स्टेशनों को उच्च शक्ति प्रदान कर सकता है, जिससे ईवी चार्जिंग समय कम हो जाता है।
  - **ग्रिड इम्पैक्ट मिटिगेशन:** बीईएसएस फास्ट चार्जिंग स्टेशनों के ग्रिड पर प्रभाव को कम करता है, जिससे वोल्टेज ड्रॉप और फ्रीक्वेंसी उतार-चढ़ाव को रोका जा सकता है।
  - **पीक डिमांड मैनेजमेंट:** बीईएसएस चरम मांग के दौरान ईवी चार्जिंग लोड को संतुलित करता है, जिससे ग्रिड पर तनाव कम होता है।
- **उद्योग और वाणिज्यिक अनुप्रयोग:**
  - **पावर क्वालिटी इम्प्रूवमेंट:** बीईएसएस वोल्टेज फ्लिकर और हार्मोनिक्स जैसे पावर क्वालिटी समस्याओं को कम करता है, जिससे संवेदनशील उपकरणों की सुरक्षा होती है।
  - **अनइंटरप्टिबल पावर सप्लाई (यूपीएस):** बीईएसएस महत्वपूर्ण व्यावसायिक प्रक्रियाओं के लिए निर्बाध बिजली आपूर्ति प्रदान करता है।
  - **डिमांड चार्ज मैनेजमेंट:** बीईएसएस औद्योगिक और वाणिज्यिक उपभोक्ताओं को डिमांड चार्ज को कम करने में मदद करता है, जिससे ऊर्जा लागत कम हो जाती है।

### भारतीय परिप्रेक्ष्य में बीईएसएस का तकनीकी विश्लेषण

- **ग्रिड मॉडर्नाइजेशन:** भारत के ग्रिड को नवीकरणीय ऊर्जा के उच्च प्रवेश को संभालने

के लिए आधुनिक बनाने की आवश्यकता है। बीईएसएस ग्रिड के आधुनिकीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

- **डिस्ट्रीब्यूटेड एनर्जी रिसोर्सेज (डीईआर) इंटीग्रेशन:** भारत में डीईआर का तेजी से विकास हो रहा है। बीईएसएस डीईआर के ग्रिड के साथ एकीकरण को सुगम बनाता है।
- **एनर्जी स्टोरेज पॉलिसी फ्रेमवर्क:** भारत सरकार ने ऊर्जा भंडारण के लिए एक मजबूत नीतिगत ढांचा स्थापित किया है, जिसमें ग्रिड-स्केल और ऑफ-ग्रिड अनुप्रयोगों के लिए प्रोत्साहन शामिल हैं।
- **टेक्नोलॉजी डेवलपमेंट:** भारत में लिथियम-आयन, फ्लो बैटरी और अन्य उन्नत बैटरी प्रौद्योगिकियों के विकास पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है।
- **मैनुफैक्चरिंग कैपेसिटी:** भारत सरकार ने बैटरी निर्माण क्षमता को बढ़ाने के लिए "प्रोडक्शन लिंकड इंसेंटिव (पीएलआई)" योजना शुरू की है।

- **मानकीकरण और इंटरऑपरेबिलिटी:** भारत में बीईएसएस के लिए मानकीकरण और इंटरऑपरेबिलिटी को बढ़ावा देने के लिए प्रयास किए जा रहे हैं, जिससे विभिन्न निर्माताओं के उपकरणों के बीच संगतता सुनिश्चित हो सके।
- **सॉफ्टवेयर और कंट्रोल सिस्टम:** बीईएसएस के प्रभावी संचालन के लिए उन्नत सॉफ्टवेयर और कंट्रोल सिस्टम का विकास महत्वपूर्ण है। भारत में ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली (ईएमएस) और बैटरी प्रबंधन प्रणाली (बीएमएस) के विकास पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है।
- **साइबर सिक्योरिटी:** बीईएसएस के ग्रिड के साथ एकीकरण के कारण साइबर सुरक्षा एक महत्वपूर्ण मुद्दा है। भारत सरकार साइबर सुरक्षा मानकों और प्रोटोकॉल को विकसित करने पर काम कर रही है।

अनुप्रयोग	विवरण
ग्रिड स्थिरता	आवृत्ति विनियमन, वोल्टेज समर्थन, अवरोधक क्षमता, ग्रिड कंजेशन रिलीफ
नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण	सौर और पवन ऊर्जा का संतुलन, ऊर्जा का समय-स्थानांतरण, माइक्रोग्रिड्स
पीक शेविंग	पीक डिमांड को कम करना, बिजली की लागत को कम करना, डिमांड रिस्पांस
बैकअप पावर	महत्वपूर्ण सुविधाओं के लिए बैकअप, आवासीय बैकअप, दूरसंचार और आपदा राहत
इलेक्ट्रिक वाहन चार्जिंग	फास्ट चार्जिंग स्टेशन, ऑफ-पीक चार्जिंग
सहायक सेवाएं	घूर्णन रिजर्व, ब्लैक स्टार्ट
औद्योगिक उपयोग	बिजली कटौती से बचाव

## 8. बैटरी भंडारण के लाभ और हानि

### लाभ

- नवीकरणीय ऊर्जा का समर्थन: बैटरियां सौर और पवन ऊर्जा के भंडारण में सहायक होती हैं।
- ग्रिड स्थिरता: पावर कट के समय बैटरी बैकअप प्रदान करती है।
- ऊर्जा की स्थिरता: बीईएसएस (BESS) ऊर्जा की निरंतर आपूर्ति सुनिश्चित करता है, विशेषकर जब नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से अस्थिरता होती है।
- कम लागत: लंबी अवधि में, बीईएसएस (BESS) से ग्रिड से जुड़ी लागत कम हो सकती है, क्योंकि यह ऊर्जा को समयानुसार संचयित करता है।
- पर्यावरणीय लाभ: यह नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का बेहतर उपयोग करने में मदद करता है, जिससे CO2 उत्सर्जन कम होता है।
- ऊर्जा दक्षता: ऊर्जा हानि को कम करके अधिक कुशल संचालन सुनिश्चित करती है।
- इलेक्ट्रिक वाहनों में उपयोग: तेज चार्जिंग और लंबी बैटरी लाइफ सुनिश्चित करती है।
- औद्योगिक और घरेलू उपयोग: बिजली की निर्भरता कम करती है और बिजली बिल बचाने में सहायक होती है।
- ऊर्जा स्वतंत्रता: बीईएसएस (BESS) के द्वारा ऊर्जा का भंडारण किया जा सकता है, जिससे ऊर्जा के लिए ग्रिड पर निर्भरता कम होती है।

### हानि

- उच्च लागत: बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली की प्रारंभिक लागत (बीईएसएस (BESS) की स्थापना और बैटरियाँ) अधिक होती है।
- सीमित जीवनकाल: बैटरियां एक निश्चित चार्जिंग-साइकिल के बाद कमजोर हो जाती हैं। इन्हें समय-समय पर बदलने की आवश्यकता होती है।
- पर्यावरणीय प्रभाव: बैटरी निर्माण और डिस्पोजल से पर्यावरण पर प्रभाव पड़ता है।

- चार्जिंग समय: कुछ बैटरियों को चार्ज होने में अधिक समय लगता है।
- सुरक्षा चिंताएँ: कुछ बैटरियां (जैसे लिथियम-आयन) अधिक गर्म होने पर विस्फोट कर सकती हैं।
- ऊर्जा की हानि: बैटरियों में ऊर्जा को स्टोर करते समय कुछ हद तक ऊर्जा हानि होती है।
- भूमि उपयोग: कुछ प्रकार की बीईएसएस (BESS) जैसे पंड स्टोरेज हाइड्रो को बड़े क्षेत्रों की आवश्यकता होती है।

## 9. भविष्य में बैटरी भंडारण प्रणाली की संभावनाएँ

बीईएसएस (BESS) का भविष्य बहुत ही उज्ज्वल दिखाई देता है, खासकर ऊर्जा उद्योग में इसके योगदान के दृष्टिकोण से। इसके कुछ भविष्य के रुझान निम्नलिखित हैं:

**नई बैटरी प्रौद्योगिकियाँ:** भविष्य में बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ अधिक कुशल, सुरक्षित और किफायती होने की संभावना है। नए शोध और विकास से लिथियम-आयन बैटरियों के अलावा उन्नत बैटरियां जैसे सॉलिड-स्टेट बैटरी, लिथियम-सल्फर बैटरी और ग्रेफीन बैटरियां अधिक ऊर्जा घनत्व, सुरक्षा को बढ़ाएंगी और तेज चार्जिंग प्रदान करेंगी।

**स्मार्ट ग्रिड के साथ इंटीग्रेशन:** बीईएसएस (BESS) और स्मार्ट ग्रिड का संयोजन ऊर्जा आपूर्ति में सुधार करेगा और ऊर्जा के अधिक कुशल वितरण की दिशा में कदम बढ़ाएगा।

**नवीकरणीय ऊर्जा का विस्तार:** जैसे-जैसे सौर और पवन ऊर्जा का उपयोग बढ़ेगा, बीईएसएस (BESS) के महत्व में भी वृद्धि होगी, क्योंकि यह अस्थिर ऊर्जा स्रोतों को बेहतर तरीके से संग्रहित और वितरित करेगा।

इसके अलावा, बैटरी पुनर्चक्रण (रीसाइक्लिंग) और नवीकरणीय ऊर्जा के साथ एकीकृत करने की तकनीकों में भी सुधार होगा। भविष्य में बड़े पैमाने पर बैटरी ग्रिड-स्टोरेज सिस्टम ऊर्जा आपूर्ति को स्थिर और विश्वसनीय बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएंगे।

## 10. निष्कर्ष

बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली आधुनिक ऊर्जा प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। इससे नवीकरणीय ऊर्जा का अधिकतम उपयोग संभव हो रहा है और ग्रिड स्थिरता सुनिश्चित की जा रही है। हालांकि, उच्च लागत और पर्यावरणीय प्रभाव जैसी चुनौतियाँ अभी भी बनी हुई हैं।

भविष्य में नई बैटरी तकनीकों, कुशल पुनर्चक्रण प्रणाली और उन्नत ग्रिड एकीकरण के माध्यम से

## राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन-(N-ESM)

भारत सरकार ने 2021 में राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन की घोषणा की थी, जिसका उद्देश्य ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों को बढ़ावा देना, इन्हें सस्ता बनाना और भारत को वैश्विक ऊर्जा भंडारण बाजार में एक प्रमुख खिलाड़ी बनाना है। यह मिशन विशेष रूप से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों जैसे सौर और पवन ऊर्जा के फ्लक्चुएशन (अस्थिरता) को संबोधित करने के लिए महत्वपूर्ण है, क्योंकि इन स्रोतों से उत्पन्न ऊर्जा हमेशा निरंतर नहीं होती।

### राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन के प्रमुख उद्देश्य:

- **ऊर्जा भंडारण क्षमता को बढ़ाना:** भारत में ऊर्जा भंडारण की क्षमता को बढ़ाना और इसे बढ़ाने के लिए नई प्रौद्योगिकियों का विकास करना।
- **नवीकरणीय ऊर्जा के समेकन को बढ़ावा देना:** सौर और पवन ऊर्जा की अस्थिरता को नियंत्रित करने के लिए ऊर्जा भंडारण का उपयोग करना। यह नवीकरणीय ऊर्जा के संयोजन को आसान बनाएगा और ग्रिड स्थिरता में मदद करेगा।
- **बैटरी उत्पादन में आत्मनिर्भरता:** भारत में बैटरी निर्माण को बढ़ावा देना, ताकि आयात पर निर्भरता कम हो सके और घरेलू उत्पादन क्षमता को सुदृढ़ किया जा सके।
- **नौकरी सृजन और आर्थिक विकास:** इस मिशन के माध्यम से नई औद्योगिक इकाइयों की स्थापना, रोजगार के अवसरों की सृजन और स्थानीय आर्थिक विकास को बढ़ावा देना।
- **नवीन प्रौद्योगिकी का विकास:** उच्च गुणवत्ता और दीर्घकालिक ऊर्जा भंडारण समाधान

यह क्षेत्र और विकसित होगा। यह तकनीक एक स्वच्छ, हरित और टिकाऊ ऊर्जा भविष्य की ओर महत्वपूर्ण कदम साबित होगी। इसके उपयोग से हम ऊर्जा की स्थिर आपूर्ति सुनिश्चित कर सकते हैं, नवीकरणीय ऊर्जा के अधिक प्रभावी उपयोग को बढ़ावा दे सकते हैं और ऊर्जा के क्षेत्र में मौजूदा समस्याओं को हल कर सकते हैं।

विकसित करने के लिए अनुसंधान एवं विकास में निवेश बढ़ाना।

### राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन के लाभ

- **नवीकरणीय ऊर्जा का बेहतर समेकन:** बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ सौर और पवन ऊर्जा के फ्लक्चुएशन को संतुलित करने में मदद करती हैं, जिससे ग्रिड पर दबाव कम होता है और इन स्रोतों का अधिकतम उपयोग किया जा सकता है।
- **कम लागत पर ऊर्जा आपूर्ति:** बैटरी प्रणाली के माध्यम से ऊर्जा को संचित करने से, उच्च मांग वाले समय में ऊर्जा की आपूर्ति कम कीमतों पर की जा सकती है, जिससे उपभोक्ताओं को सस्ती और निरंतर बिजली मिलती है।
- **पर्यावरण की रक्षा:** जीवाश्म ईंधन की बजाय नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग बढ़ता है, जिससे प्रदूषण कम होता है और ग्लोबल वार्मिंग को नियंत्रित करने में मदद मिलती है।
- **आत्मनिर्भरता में वृद्धि:** बैटरी निर्माण के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता बढ़ाने से भारत को विदेशी आपूर्ति श्रृंखलाओं पर निर्भरता कम होगी, और घरेलू उद्योगों को बढ़ावा मिलेगा।

### राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन के उद्देश्य और लाभ

- **ऊर्जा भंडारण क्षमता का विस्तार:** यह मिशन भारत में ऊर्जा भंडारण की क्षमता को बढ़ाने के लिए प्रेरित करता है। इससे न केवल ऊर्जा सुरक्षा में सुधार होगा, बल्कि देश में नवीकरणीय ऊर्जा के अनुपात को भी बढ़ावा मिलेगा।

- नवीकरणीय ऊर्जा का स्थिरता में सुधार: सौर और पवन ऊर्जा की अस्थिरता को नियंत्रित करने के लिए भंडारण तकनीकों की आवश्यकता है। इन प्रणालियों का उपयोग समय-समय पर अतिरिक्त ऊर्जा को संचित करने और फिर उच्च मांग के समय इसे ग्रिड में वापस डालने के रूप में किया जा सकता है।
- बैटरी निर्माण में आत्मनिर्भरता: भारत को बैटरी उत्पादन के मामले में आत्मनिर्भर बनाने के लिए सरकार ने कई योजनाएं बनाई हैं, जिसमें प्रमुख बैटरी प्रौद्योगिकियों के लिए अनुसंधान और विकास को बढ़ावा दिया जाएगा। इस कदम से भारत को बैटरी के लिए कच्चे माल की आपूर्ति में सुधार होगा और आयात पर निर्भरता कम होगी।
- स्वदेशी प्रौद्योगिकी का विकास: मिशन का उद्देश्य नई ऊर्जा भंडारण तकनीकों का विकास करना है। भारत को ऊर्जा भंडारण की नवीनीकरण, उच्च क्षमता वाली बैटरियों, और सस्ती ऊर्जा संचयन प्रणालियों के लिए वैश्विक नेतृत्व की ओर अग्रसर करना है।
- आर्थिक और पर्यावरणीय लाभ: ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ ऊर्जा की बचत करने में मदद करती हैं और यह सस्ती और अधिक टिकाऊ ऊर्जा आपूर्ति का एक महत्वपूर्ण हिस्सा बन सकती हैं। साथ ही, इससे जीवाश्म ईंधन की निर्भरता कम हो जाती है, जो पर्यावरण के लिए एक सकारात्मक कदम है।

### राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन की प्रमुख योजनाएं

राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन को भारतीय सरकार ने अपनी नवीकरणीय ऊर्जा नीति के तहत एक प्रमुख घटक के रूप में पेश किया है। इसके तहत, सरकार द्वारा विभिन्न योजनाएं बनाई जा रही हैं,

जिनमें बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली के लिए अनुदान, शोध एवं विकास में निवेश, और स्वदेशी बैटरी निर्माण उद्योग को बढ़ावा देना शामिल है।

- **सौर ऊर्जा और बैटरी के संयोजन के लिए नीति समर्थन:** सौर और बैटरी सिस्टम के संयोजन के लिए उपयुक्त नीति निर्माण किया जा रहा है, ताकि सौर ऊर्जा के उत्पादक और उपभोक्ता आसानी से बैटरी भंडारण प्रणालियों का उपयोग कर सकें।
- **स्वदेशी बैटरी प्रौद्योगिकियों के विकास:** सरकार ने भारतीय बैटरी उद्योग को बढ़ावा देने के लिए कई योजनाओं की घोषणा की है, जिनमें स्टार्टअप्स और बड़े उद्योगों को बैटरी प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में अनुसंधान करने के लिए समर्थन दिया जा रहा है।
- **बैटरी उत्पादन में निवेश:** बैटरी निर्माण के लिए निवेश बढ़ाने के लिए सरकार ने ‘फेम इंडिया’ जैसी योजनाओं का प्रस्ताव रखा है, जो स्वच्छ ऊर्जा और इलेक्ट्रिक वाहनों के लिए बैटरी उत्पादन में आत्मनिर्भरता लाने का लक्ष्य रखती हैं।

भारत का ऊर्जा क्षेत्र निरंतर विकास की दिशा में अग्रसर है, और इसी प्रक्रिया में ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों का विशेष स्थान है। भारत की बढ़ती ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से उत्पन्न होने वाली अस्थिरता को नियंत्रित करने के लिए, राष्ट्रीय ऊर्जा भंडारण मिशन (National Energy Storage Mission, N-ESM) और बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली (Battery Energy Storage System, BESS) अत्यंत महत्वपूर्ण हो गए हैं। इन दोनों पहलुओं का उद्देश्य ऊर्जा क्षेत्र को अधिक स्थिर, लचीला, और पर्यावरण के अनुकूल बनाना है।

\*\*\*\*\*

## सौर ऊर्जा और राजधानी दिल्ली

भुवनेश झा, पूर्व सहायक प्रबंधक, कंसेट्रिक्स एवं रश्मि झा, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी, राजभाषा अनुभाग

समय और स्थान का महत्व आज के युग में सर्वोत्तम है। समय के साथ मानव-जीवन प्रकृति से सामंजस्य स्थापित करता है। वर्तमान की बात करें तो राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र दिल्ली, 1990 के दशक से ही वायु गुणवत्ता सूचकांक(AQI) से संघर्ष कर रही है। प्रगति प्रकृति की बाधक नहीं होती बल्कि उसकी पूरक होती हैं। संभवतः हमें प्रगति और प्रकृति को बारीकी से समझना होगा।



काल मंथन एक स्वम्भू और वैज्ञानिक प्रक्रिया है। वैज्ञानिक क्रम में विश्व आज अक्षय ऊर्जा की ओर बढ़ रहा है जिसमें सौर ऊर्जा उसका एक अंश है। सौर ऊर्जा एक व्यवस्था है जहाँ सौर-मण्डल की विराट ऊर्जा को सूक्ष्म स्तर पर उपयोग में लिया जाता है। इसमें ना ही प्रदूषण होता है और ना ही वायु की गुणवत्ता पर कोई संकट आता है। इसकी अपार शक्ति को देख वैश्विक नेतृत्व ने इसको हाथों हाथ लिया है।

हमारी कार्य करने की क्षमता ही ऊर्जा है। जीवन को गति ऊर्जा से ही मिलती है। आदि काल से भारत ने सूर्य के महत्व को समझा है और आगे बढ़ा है। सौर ऊर्जा व्यवस्था में विभिन्न प्रकार के सौर यंत्रों का प्रयोग होता है। वस्तुतः यह प्रकाश-विद्युत् नियम के अंतर्गत काम करते हैं और सूर्य से निकले प्रकाश को विद्युत् में संचालित करते हैं।

मुख्यतः सिलिकॉन निर्मित फोटो वोल्टैक(पीवी) सेल्स और दर्पण/लेंस आधारित प्रणाली इसमें प्रमुख होती हैं। सोलर प्लेट्स के साथ, लिथियम आयन बैटरी, इन्वर्टर और रेफ्लेक्टर्स का भी उपयोग होता है। भारत में सिलिकॉन और लिथियम के भंडार पर्याप्त हैं। भारत और राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली में औसतन 250 - 300 दिन होते होते हैं जो सौर उत्पादन के लिये विश्व में किसी भी क्षेत्र में सर्वाधिक है।



भारत आज विश्व के अग्रणी देशों में है जिसने सौर ऊर्जा के महत्व को समझा है। नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, भारत सरकार के अनुसार हमने प्रोडक्शन लिंकड इंसेंटिव प्लान(पीएलआई) बनाया है, जिसके अंतर्गत भारत सरकार उच्च दक्षता सौर पीवी मॉड्यूलों में गीगा वाट (जीडब्ल्यू) पैमाने की विनिर्माण क्षमता प्राप्त करने के लिए राष्ट्रीय उच्च दक्षता सौर पीवी मॉड्यूल कार्यक्रम के लिए 24,000 करोड़ रुपये की उत्पादन से जुड़ी प्रोत्साहन (पीएलआई) योजना लागू कर रहा है। सौर पीवी निर्माताओं का चयन पारदर्शी चयन प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है। इस योजना में उच्च दक्षता सौर पीवी मॉड्यूलों के निर्माण और बिक्री पर, चालू होने के बाद पांच वर्षों के लिए चयनित सौर पीवी मॉड्यूल निर्माताओं के लिए उत्पादन से जुड़े प्रोत्साहन (पीएलआई) का प्रावधान है। इस योजना का लक्ष्य भारत में उच्च दक्षता वाले सौर पीवी मॉड्यूलों के निर्माण के लिए एक इकोसिस्टम का निर्माण करना है।

और इस प्रकार अक्षय ऊर्जा के क्षेत्र में आयात निर्भरता को कम करना है।

दिल्ली एक विशेष राज्य है, यह आज के भारत की राजधानी है। प्राचीन काल से यह सफलता की केंद्र रही है। दिल्ली के मुख्यमंत्री और भारत के प्रधानमंत्री दोनों ही इसे अपने स्तर पर संचालित करते हैं। प्रधानमंत्री सोलर रूफटॉप योजना हो या मुख्यमंत्री, अभी दोनों ही योजना में आकर्षक वित्तीय सहायता दी जा रही है। जहाँ भारत के स्तर में हमने सौर ऊर्जा के सारे मुकाम पूरे किये हैं वही राजधानी क्षेत्र में तुलनात्मक कठिनाई सामने आयी है। विशेषतः सोलर रूफटॉप योजना आज भी असफल हैं।

आज दो करोड़ से ज्यादा आबादी राजधानी में जीवन निर्वाह कर रही है। जनसंख्या घनत्व अधिक होने के बावजूद दिल्ली भारत के संपन्न राज्यों में से एक है। यहाँ का प्रति व्यक्ति आय देश में सर्वाधिक है। जहाँ अर्थव्यवस्था सफल होती है वहाँ उपभोग की मानसिकता जन्म ले सकती है। यह पर्यावरण और प्रकृति दोनों को नुकसान पहुँचाती है।

हमने इस लेख के माध्यम से शोध किया और पाया राजधानी क्षेत्र की एक बहुत बड़ी आबादी मल्टी - स्टोरी फ्लैट और सोसाइटी में रहती है। गूगल के रिपोर्ट अनुसार, दिल्ली विकास प्राधिकरण (डीडीए) ने 1967 में अपनी आवास गतिविधियाँ शुरू करने के बाद से दिल्ली में दस लाख से अधिक घर बनाए हैं। डीडीए ने पिछले कुछ वर्षों में कई आवास योजनाओं की घोषणा की है, और उन सभी के पंजीकरण कराने वालों को फ्लैट आवंटित किए हैं। इसी तरह, 2019 के एक लेख के अनुसार, दिल्ली में 1,200 से अधिक सहकारी समूह हाउसिंग सोसायटी (सीजीएचएस) में 10 लाख से अधिक लोग रहते हैं। इनमें से अधिकांश सोसायटी

मयूर विहार, पटपड़गंज, रोहिणी और द्वारका में स्थित हैं। अगर हम इसमें भारत और दिल्ली सरकार के कर्मचारी आवास को जोड़े तो लगभग तीन चौथाई आबादी इसी व्यवस्था में रहती है।

इन्हीं सब तकनीकी कारणों से रूफ टॉप योजना अपने लक्ष्य को साध नहीं पा रही है। वित्तीय सहायता हम नागरिकों को दे रहे हैं जिनके पास अपनी छत है परन्तु दुविधा यह है की दिल्ली एक अलग व्यवस्था में रहती है। यहाँ बहुत सारे लोग एक सामान छत के अनुसार रहते हैं। नीति निर्माता इस समस्या को दो तरीके से हल कर सकते हैं। पहला, दिल्ली विकास प्राधिकरण (डीडीए) आगे आये और अपने द्वारा निर्मित छत पर सोलर संयंत्र स्थापित करें। डीडीए किसी को भी छत का अधिकार नहीं देती और आज भी छत का मालिकाना हक डीडीए के ही पास है। इसके दो फायदे होंगे, सालो से बनी डीडीए आवास का पुनर्विकास होगा और डीडीए रूफ टॉप सोलर ऊर्जा से एक विशाल पर्यावरण के अनुकूल स्वयं संचालित सिस्टम का निर्माण होगा। डीडीए कुछ वर्षों से आर्थिक तंगी से गुजर रही है और हमें अपने शोध पर भरोसा है की यह प्रयास डीडीए को एक सफल शक्ति प्रदान करेगा।

दूसरा प्रयास हम कर सकते हैं, कम्युनिटी रूफटॉप अभियान से। कम्युनिटी रूफटॉप सोलर, दिल्ली या किसी भी भारत के महानगर के लिए वरदान हो सकती है। इस लेख के माध्यम से यह हमारा सौभाग्य होगा अगर नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, भारत सरकार, कम्युनिटी हो या बूट (BOOT) मॉडल किंतु उसका मूल्य क्रूड आयल के तर्ज पर प्रकाशित और निर्धारित करे। उधारण जैसे बूट वेंडर 2 रुपये 10 पैसे प्रति यूनिट से ज्यादा नहीं ले सकता। एक और जब हम सौर निर्माताओं को

प्रोडक्शन बेस्ड प्रोत्साहन दे रहे हे तो स्वाभाविक है हम भी कुछ वित्तीय अपेक्षा रखेंगे। सौर ऊर्जा निर्माता इसे क्लाउड मॉडल पर विकसित करे। दिल्ली की स्थिति देखते हुए ग्रुप हाउसिंग सोसाइटी हो या भारत/दिल्ली सरकार के आवास/फ्लैट्स, सभी खाली छतों पर सोलर संयंत्र नीति के माध्यम से अनिवार्य हो। इन सोसायटियों/फ्लैट की छत मुख्यतः वीरान ही रहती है और अगर हम इस जगह सौर ऊर्जा को ला पाए तो इससे बड़ी सफलता कोई और नहीं होगी।

बिल्ट ओन ऑपरेट ट्रांसफर(बूट) सौर संयंत्रों में पारदर्शिता हो। दिल्ली की बिजली वितरण कंपनीज ,नीतिगत अधिकारी, नवीनीकरण

मंत्रालय और सौर निर्माता सामंजस्य से बूट मॉडल को अपनाए और आगे बढे।

अंततः नीतिगत फैसलों में एक आकर्षण होना चाहिए। अस्पष्टता जहाँ निराशा को जन्म देती है वही पारदर्शिता आशा को। कम्युनिटी रूफटॉप सोलर दिल्ली के लिए वरदान हो सकती है और इस लेख के माध्यम से यह हमारा सौभाग्य होगा अगर दिल्ली पॉवर टैरिफ बोर्ड, कम्युनिटी हो या बूट (बीओओटी) मॉडल किंतु उसका मूल्य क्रूड आयल के तर्ज पर प्रकाशित और निर्धारित करे। लेखक की अभिलाषा है की राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र स्वदेशी ऊर्जा से जगमग एक मंगलमय भविष्य का निर्माण करे।

\*\*\*\*\*

## नवीन (innovative) पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) तकनीकें

जईता चटर्जी, निदेशक (एचपीपी & आई), सुमित गोयल ,उप निदेशक (एचपीपी & आई), डिम्पल गडोदिया, सहायक निदेशक (एचपीपी & आई), बासुदेव बिस्वास, जी.एस.एम (सिविल), एनएचपीसी, केविप्रा

### सार (Abstract):

हाल के दिनों में पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) तकनीक में कई नवीन प्रगति हुई हैं। विभिन्न संस्थानों, शोधकर्ताओं और व्यक्तियों द्वारा विभिन्न नवीन पीएसपी प्रस्तावित किए गए हैं। अमेरिकी ऊर्जा विभाग और पंप स्टोरेज हाइड्रोपावर इंटरनेशनल फोरम ने पीएसपी में इन नवाचारों (innovations) को सूचीबद्ध किया है और आज के पारंपरिक पीएसपी संयंत्रों के सापेक्ष उनके संभावित फायदे या नुकसान का आकलन करने का प्रयास किया है। उन्होंने यह भी आकलन करने का प्रयास किया है कि क्या पीएसपी में ये नए नवाचार लागत प्रभावी, तकनीकी रूप से व्यवहार्य हैं और किसी भी अतिरिक्त परिचालन सुविधाओं का विस्तार करते हैं या मौजूदा पारंपरिक पीएसपी संयंत्रों की तुलना में बढ़ी हुई ग्रिड सेवाओं की सुविधा के लिए अनुकूल हैं।

ऐसे नवीन पीएसपी का संक्षिप्त विवरण इस प्रकार प्रस्तुत किया गया है :

### 1) सबमर्सिबल पंप-टर्बाइन और मोटर-जनरेटर का उपयोग करने वाला पीएसपी:

ओबरमेयर हाइड्रो, द्वारा प्रस्तावित नवीन पीएसपी विन्यास में, पंप-टर्बाइन और मोटर-जनरेटर दोनों को एक ऊर्ध्वाधर शाफ्ट के भीतर डूबी हुई स्थितियों में रखा जाना है और इस तरह किसी पावरहाउस बिल्डिंग की आवश्यकता नहीं है।

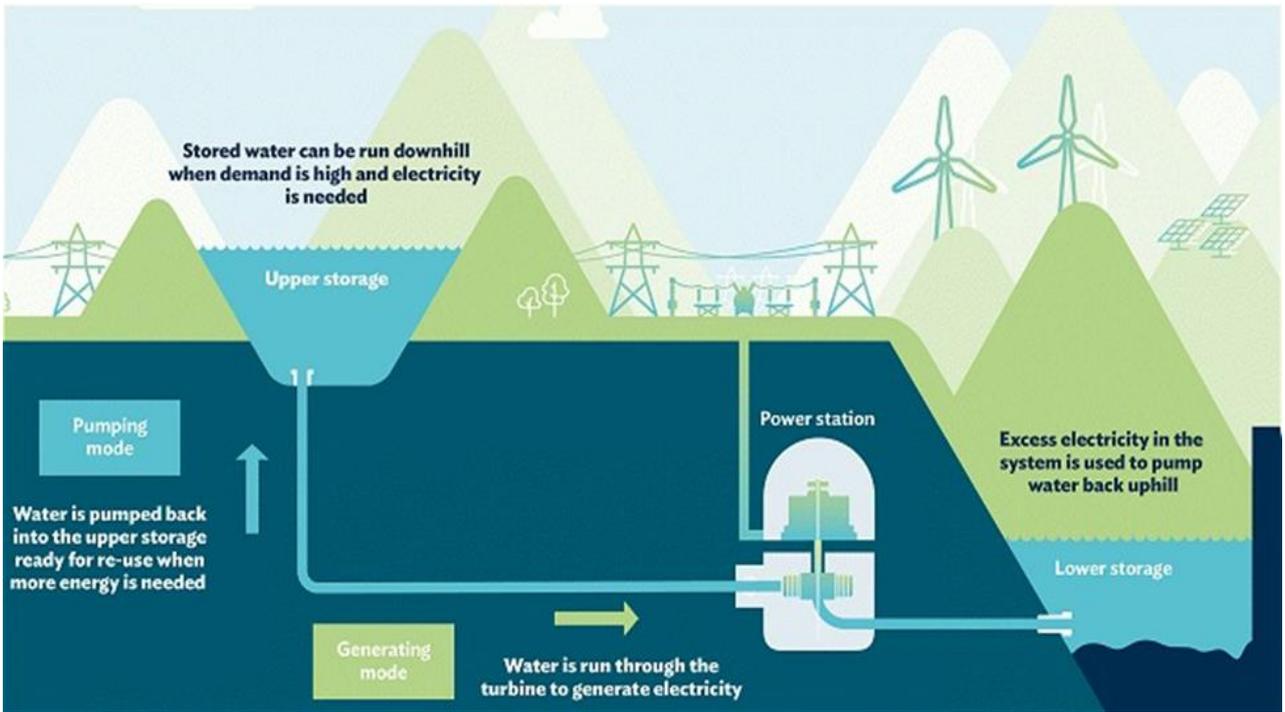
### 2) परित्यक्त (Abandoned) भूमिगत खदान को पीएसपी में परिवर्तित करना:

परित्यक्त भूमिगत खदान पीएसपी अवधारणा में मौजूदा खदान के गड्ढों, सुरंगों और दीर्घाओं(Galleries) को निचले जलाशय के रूप में उपयोग किया जाता है। पीएसपी संयंत्र के लिए ऊपरी जलाशय के रूप में काम करने के लिए मौजूदा खुले गड्ढे को जलाशय का निर्माण या उपयोग करने की परिकल्पना की जाती है। मौजूदा भूमिगत गड्ढे में एक भूमिगत बिजलीघर बनाया जा सकता है।

### 3) परित्यक्त खुले गड्ढे वाली खदान को पीएसपी में परिवर्तित करना:

खनन गतिविधि के पूरा होने के बाद बंद की गई खुली खदानों का उपयोग PSP संयंत्र विकसित करने के लिए किया जा सकता है। ऐसे खुले गड्ढों का उपयोग निचले जलाशय के रूप में किया जा सकता है और ऊपरी जलाशय का निर्माण ज़मीन की सतह पर या किसी ऐसी ही परित्यक्त खुली खदान पर किया जा सकता है जो अपेक्षाकृत अधिक ऊँचाई पर उपयुक्त स्थान पर स्थित हो। इस प्रकार, परित्यक्त खदानों के खुले गड्ढों का उपयोग करके,

ऊपरी और निचले जलाशय के निर्माण की लागत को काफी कम किया जा सकता है, क्योंकि ऊपरी और निचले जलाशय को बनाने के लिए आवश्यक खुदाई से बचा जा सकता है। इस विकल्प की व्यवहार्यता सुनिश्चित करने के लिए मुख्य चिंता भूवैज्ञानिक स्थितियों, ढलान स्थिरता और जलाशयों की जल तंगी क्षमता के आधार पर उपयुक्तता का आकलन करना है। यह एक ज्ञात तथ्य है कि संतृप्त होने पर चट्टान के द्रव्यमान के भीतर असंतुलन इसके भीतर जल बल विकसित करता है, जिससे ढलानों की अस्थिरता होती है।



### पम्प स्टोरेज परियोजना: कार्य प्रक्रिया

#### 4) हाइब्रिड पीएसपी और पवन संयंत्र:

इस पीएसपी में एक पहाड़ी पर अनुकूल रूप से स्थित पवन टर्बाइन की नींव के चारों ओर छोटे कंक्रीट जलाशयों का निर्माण किया जाता है। पवन चक्की के आधार पर निर्मित जलाशय एक बहु-भाग ऊपरी जलाशय के रूप में कार्य करता है और जो एक पेनस्टॉक के माध्यम से निचले जलाशय से जुड़ा होता है।

#### 5) एकीकृत पीएसपी और विलवणीकरण (Desalination) संयंत्र:

यह तकनीक एक समुद्री जल पीएसपी संयंत्र को रिवर्स-ऑस्मोसिस विलवणीकरण संयंत्र के साथ

एकीकृत करती है। इस प्रकार, यह तकनीक एक ऊर्जा भंडारण प्रणाली के साथ एक एकीकृत ताजे पानी की आपूर्ति प्रणाली प्रदान करती है। हाइब्रिड तकनीक विलवणीकरण संयंत्र को पीएसपी संयंत्र के साथ एकीकृत करके सहक्रियात्मक लाभ प्रदान करती है। एकीकृत प्रणाली लागत प्रभावी है क्योंकि पीएसपी संयंत्र समुद्री जल के विलवणीकरण के लिए आवश्यक ऊर्जा प्रदान करता है। एकीकृत प्रणाली बड़ी मात्रा में ताजा, पीने योग्य पानी प्रदान करके राजस्व उत्पन्न कर सकती है।

#### 6) भंडारण उत्खनन के लिए सुरंग-बोरिंग मशीनों का उपयोग करके भूमिगत पीएसपी:

यह कठोर ठोस चट्टान में निचले जलाशय की खुदाई करने के लिए सुरंग बोरिंग मशीन (टीबीएम) का उपयोग करके भूमिगत पीएसपी संयंत्र की अवधारणा का प्रस्ताव करता है। वांछित गहराई तक एक पहुँच सुरंग की खुदाई करने का प्रस्ताव है और फिर बिजलीघर और जलाशय के लिए एक गुहा (access tunnel) की खुदाई की जा सकती है। टीबीएम की मदद से निचले जलाशय को एक सर्पिल आकार (spiral) में तब तक खोदा जा सकता है जब तक कि वांछित भंडारण क्षमता प्राप्त न हो जाए। भूमिगत आधार से खोदी गई टूटी हुई चट्टान को पहुँच सुरंग के माध्यम से सतह पर लाया जा सकता है और इसका उपयोग जमीनी स्तर पर ऊपरी जलाशय बनाने के लिए रॉकफिल तटबंध बनाने के लिए किया जा सकता है। शुरुआत में ऊपरी जलाशय को भरने के लिए पास की नदी, झील या अन्य जल स्रोत का उपयोग किया जा सकता है। इस तरह, एक Closed-लूप पीएसपी प्रणाली विकसित की जा सकती है।

#### 7) डीप समुद्र पीएसपी (समुद्र में संग्रहित ऊर्जा प्रणाली):

यह अवधारणा फ्राउनहोफर इंस्टीट्यूट फॉर एनर्जी इकोनॉमिक्स एंड एनर्जी सिस्टम टेक्नोलॉजी द्वारा प्रस्तावित है। इस अवधारणा में, समुद्री जल को ऊपरी जलाशय के रूप में उपयोग किया जाता है और समुद्र तल पर बड़े कंक्रीट के खोखले vessels को निचले जलाशय के रूप में उपयोग किया जाता है।

#### 8) साइट पर भंडारण के रूप में वीआरएफ के साथ युग्मित (coupled) पीएसपी:

इस प्रणाली में एक पीएसपी संयंत्र एक पवन या सौर ऊर्जा संयंत्र के निकटता में स्थित है। इस मामले में एक पीएसपी को पास के वीआरएफ (पवन या सौर ऊर्जा) संयंत्र के साथ जोड़ा जाएगा। इस मामले में पीएसपी वीआरएफ संयंत्र से अतिरिक्त ऊर्जा के ऑन-साइट भंडारण के रूप में काम करेगा और यह रुक-रुक कर आपूर्ति करने में मदद करता है।

#### 9) ठोस गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी:

ठोस गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी (एसजीईएस) गुरुत्वाकर्षण संभावित ऊर्जा पर आधारित एक यांत्रिक ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी है, जिसमें कई प्रकार के वेरिएंट हैं, इसे अधिकांश इलाकों में अच्छी तरह से अनुकूलित किया जा सकता है, और इसकी उच्च चक्र दक्षता और अपेक्षाकृत कम लागत है।

#### 10) फ्लोटिंग फोटोवोल्टिक (पीवी) सिस्टम के साथ युग्मित (Coupled) पीएसपी तकनीक:

ऊपरी या निचले जलाशय की पानी की सतह पर वीआरएफ तकनीक को पीएसपी के साथ युग्मित करने के लिए फ्लोटिंग फोटोवोल्टिक (पीवी) सिस्टम स्थापित किए जा सकते हैं। इससे एक हाइब्रिड मॉडल बनता है जिससे की मौजूदा उच्च-वोल्टेज ग्रिड कनेक्शन का लाभ उठाया जा सकता है। फ्लोटिंग पीवी वाली योजनाएं, जहां पीवी पैनल जमीन के बजाय पानी पर स्थापित किए जाते हैं, कई फायदे हैं जो की निम्नलिखित हैं ;

- यह व्यवस्था सौर सेल की दक्षता को बढ़ाती है क्योंकि पानी के ठंडा होने से कॉइल्स में हीटिंग से बचा जाता है।
- मौजूदा ट्रांसमिशन लाइनों को सिस्टम से निर्बाध डिस्पैच करने योग्य और लचीले बिजली उत्पादन की सुविधा के लिए सीधे भंडारण क्षमताओं के साथ जोड़ा जाता है,
- सौर पीवी पैनलों की स्थापना के लिए पीएसपी जलाशय की पानी की सतह का उपयोग करके अन्य उत्पादक उपयोग के लिए एक समान भूमि को संरक्षित किया जा सकता है और जलाशय में संग्रहित पानी की दक्षता अतिरिक्त लाभ प्रदान करती है
- जलाशय की सतह पर फ्लोटिंग सौर पैनलों द्वारा, वाष्पीकरण के नुकसान को भी कम किया जा सकता है।

#### 11) बैटरी स्टोरेज सहित हाइब्रिड मल्टीपल सिस्टम के साथ युग्मित (Coupled) पीएसपी:

पीएसपी को कई ऊर्जा स्रोतों के साथ युग्मित किया जा सकता है और इसमें परिवर्तनशील हाइब्रिड विन्यास हो सकते हैं। पीएसपी को पवन और सौर

पीवी जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के साथ एकीकृत किया जा सकता है या इसमें बैटरी स्टोरेज, पारंपरिक जल विद्युत आदि शामिल हो सकते हैं। बिजली भंडारण की आवश्यकताओं के अनुसार, ग्रिड स्थिरता की आवश्यकता, बिजली के नुकसान में

कमी और स्थिर और भरोसेमंद बिजली आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए ऊर्जा मिश्रण के हाइब्रिड विन्यास के ऐसे एकीकरण की योजना बनाई और विकसित की जा सकती है।

\*\*\*\*\*

## देश में पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) के विकास की स्थिति

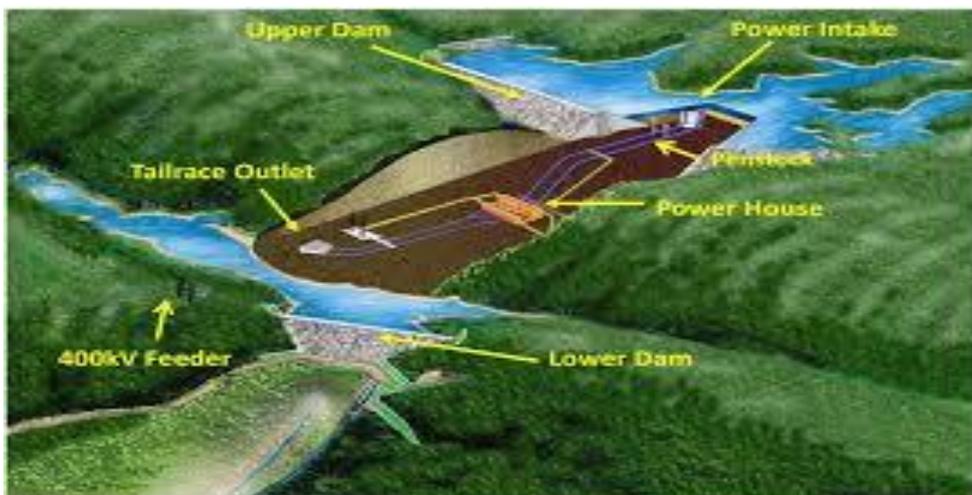
श्रवण कुमार, मुख्य अभियंता (एचपीपी & आई), केविप्रा, बलवान कुमार, निदेशक (एचपीपी & आई), अमित रॉय सिंघल, उपनिदेशक (एचपीपी & आई), हनुमान सुमन, सहायक निदेशक (एचपीपी & आई), कृष्णा मुरारी मिश्रा, जीएसएम (सिविल), एनएचपीसी

### 1. सार (Abstract):

भारत में वर्तमान में 4745.6 मेगावाट की स्थापित पंप स्टोरेज परियोजना (पीएसपी) क्षमता है। भारत अपने सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) की उत्सर्जन तीव्रता को 2005 के स्तर से 2030 तक 45 प्रतिशत कम करने और साथ ही 2030 तक गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित ऊर्जा संसाधनों से लगभग 50 प्रतिशत कुल विद्युत स्थापित क्षमता हासिल करने की प्रतिबद्धता जताई है। गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित ऊर्जा में सौर और पवन का बहुत बड़ा हिस्सा है, जो ऊर्जा के आंतरायिक और परिवर्तनशील स्रोत हैं। एक बार जब देश की ऊर्जा टोकरी (Basket) में नवीकरणीय ऊर्जा की इतनी बड़ी मात्रा जुड़ जाएगी, तो ‘24x7 बिजली-सभी के लिए’ सुनिश्चित करने के लिए ग्रिड का स्थिर संचालन निश्चित रूप से पहले से कहीं अधिक चुनौतीपूर्ण होगा। देश में चल रहे ऊर्जा परिवर्तनकाल को देखते

हुए, ग्रिड को अधिक जड़ता और संतुलन शक्ति प्रदान करने के लिए पंप भंडारण परियोजना (पीएसपी) का विकास सबसे महत्वपूर्ण है। पीएसपी को ‘वाटर बैटरी’ के रूप में भी जाना जाता है जो आधुनिक स्वच्छ ऊर्जा प्रणालियों के लिए एक आदर्श पूरक है।

जबकि बैटरी स्टोरेज समाधान अभी भी विकसित हो रहे हैं, पवन और सौर ऊर्जा को समय-परीक्षणित और सिद्ध पंप स्टोरेज समाधानों के साथ एकीकृत करना, बेस लोड और पीक लोड दोनों क्षमताओं के साथ बिजली की आपूर्ति के लिए एक इष्टतम, आर्थिक रूप से व्यवहार्य और स्केलेबल समाधान प्रस्तुत करता है। पंप स्टोरेज समाधान आवश्यक पैमाना (ऊर्जा भंडारण की बड़ी मात्रा) प्रदान करते हैं और इनका जीवन चक्र लंबा होता है, जिसके परिणामस्वरूप परियोजनाओं के जीवनकाल में वितरित ऊर्जा की लागत कम होती है।



पुरुलिया पीएसपी (2x225MW) परियोजना का सामान्य लेआउट दृश्य



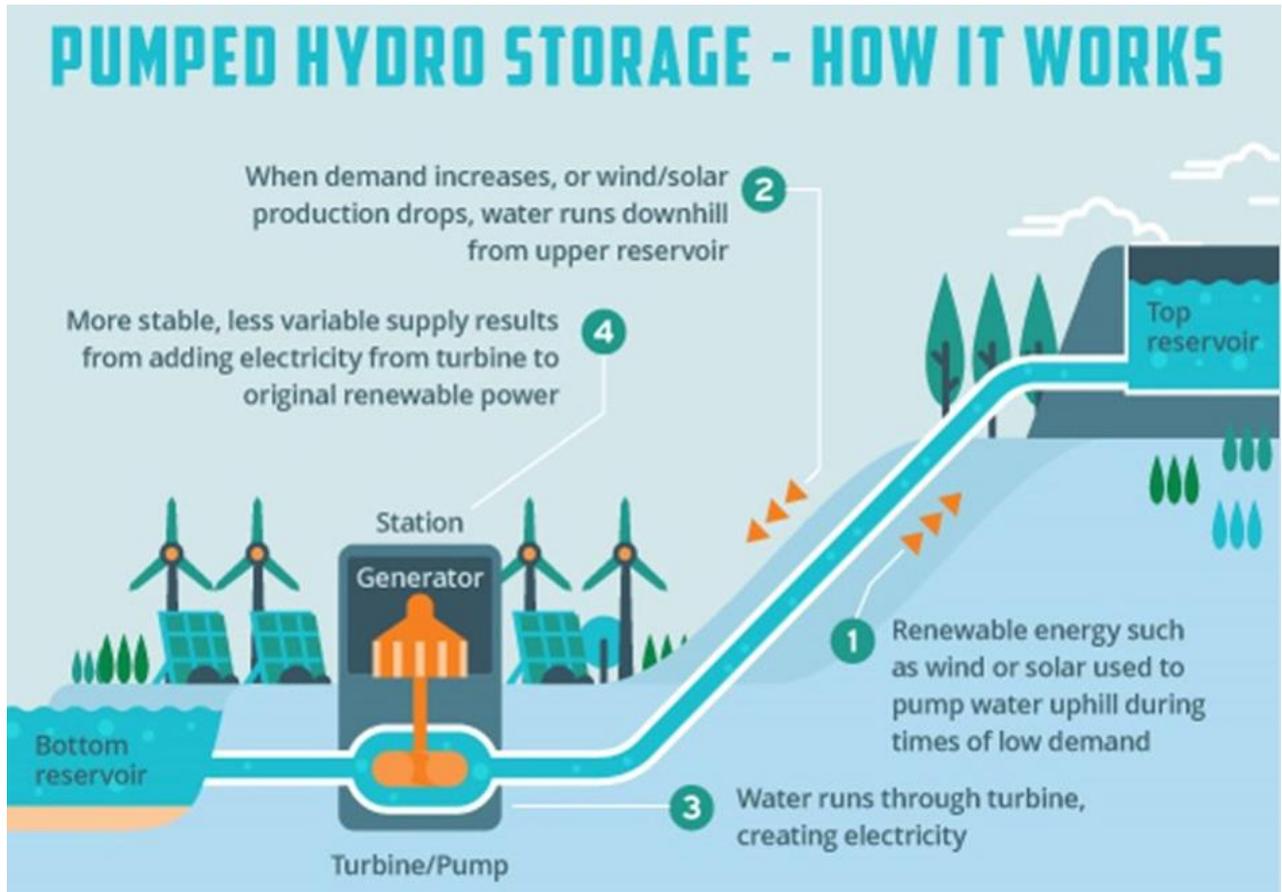
पुरुलिया पीएसपी (2x225MW) परियोजना का ऊपरी बांध/जलाशय

## 2. पीएसपी की आवश्यकता:

- i. समग्र ऊर्जा मिश्रण में सौर और पवन जैसे परिवर्तनशील और आंतरायिक प्रकृति के नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के बढ़ते हिस्से और अन्य नवीन प्रौद्योगिकी जैसे इलेक्ट्रिक वाहन (ईवी) के सुचारू एकीकरण की सुविधा प्रदान करना, ताकि गुणवत्तापूर्ण, विश्वसनीय और सुरक्षित बिजली आपूर्ति प्रदान की जा सके।
- ii. स्थापित वैश्विक ऊर्जा भंडारण क्षमता का 95 प्रतिशत से अधिक, 9,000 गीगावाट घंटे (GWh) तक बिजली का भंडारण। (स्रोत: IHA)
- iii. GW पैमाने की क्षमता और एक दिन में लगभग 8 घंटे तक की लंबी अवधि का भंडारण प्रदान करने में सक्षम।
- iv. बिजली आपूर्ति के बार-बार शुरू/बंद होने और तेजी से रैप अप/रैप डाउन करने में सक्षम।
- v. E&M उपकरणों के R&M के साथ लगभग 100 वर्षों का लंबा जीवन चक्र।
- vi. ऊर्जा का स्वच्छ और हरित स्रोत।
- vii. उच्च घरेलू सामग्री उपलब्धता के साथ आत्मनिर्भरता-सिद्ध तकनीक।
- viii. पीकिंग पावर, बैलेंसिंग पावर, निश्चित डिस्पैचेबल पावर उपलब्ध कराने, अतिरिक्त निवेश को स्थगित करके मौजूदा ट्रांसमिशन/वितरण बुनियादी ढांचे के उपयोग को अधिकतम करना, आदि में उपयोग।

## 3. पीएसपी के प्रकार:

- i. **ऑन-स्ट्रीम पंप स्टोरेज योजना-** दोनों जलाशय किसी नदी/धारा/नाले पर स्थित हैं।
- ii. **ऑफ-स्ट्रीम ओपन लूप पंप स्टोरेज योजना-** एक जलाशय नदी/धारा/नाले पर स्थित है। अन्य जलाशय (ऑफ-स्ट्रीम जलाशय) किसी नदी/बारहमासी धारा/बारहमासी नाले पर स्थित नहीं है।
- iii. **ऑफ-स्ट्रीम क्लोज्ड लूप पंप स्टोरेज योजना-** कोई भी जलाशय किसी नदी/बारहमासी धारा/बारहमासी नाले पर स्थित नहीं है। यदि ऑफ-स्ट्रीम जलाशय किसी गैर-बारहमासी धारा/नाले पर स्थित है, तो
  - गैर-बारहमासी धारा/नाले को उसके बहाव की ओर मोड़ने और/या गैर-बारहमासी धारा/नाले के पानी को बांध/बैराज/तटबंध आदि के माध्यम से बहाव की ओर छोड़ने के लिए उपयुक्त प्रावधान किया जाएगा।
  - जलाशय के स्व-जलग्रहण क्षेत्र की वर्षा उपज का पानी बांध/बैराज/तटबंध आदि के माध्यम से बहाव की ओर छोड़ा जाएगा।
  - जलाशय को भरने/वाष्पीकरण और पुनःपरिसंचरण के नुकसान की भरपाई के लिए पानी गैर-बारहमासी धारा/नाले के जलग्रहण क्षेत्र की वर्षा उपज के अलावा किसी अन्य स्रोत से पूरा किया जाएगा।



पम्प स्टोरेज परियोजना: कार्य प्रक्रिया

**4. ऑफ-स्ट्रीम पीएसपी के लाभ:**

- प्राकृतिक जल निकायों और नदी प्रणाली से दूर स्थित होना
- पारिस्थितिकी(Ecology) पर न्यूनतम प्रभाव

- गैर वन क्षेत्रों पर भी इसका पता लगाया जा सकता है
- भूमि उपयोग संघर्ष कम होना
- कटाव और अवसादन( Sedimentation) संबंधी समस्याओं में कमी

**5. पीएसपी के विकास की स्थिति :**

	कुल	
क्षेत्र/राज्य	परियोजनाओं की संख्या	स्थापित क्षमता (GW)
दोहन योग्य पंप स्टोरेज क्षमता	179	200.7
a) संचालन में	8	4.7
b) निर्माणाधीन	6	8
c) विकास के अधीन		

i. सीईए द्वारा डीपीआर पर सहमति	5	4.6
ii. एसएंडआई के अंतर्गत	49	66
उप-योग ((i)+ (ii))	54	70.6
<b>कुल योग (a+b+c)</b>	<b>68</b>	<b>83.3</b>

**6. पीएसपी की अनुमानित क्षमता वृद्धि:**

राष्ट्रीय विद्युत योजना (उत्पादन) के अनुसार, देश में पीएसपी की स्थापित क्षमता निम्नानुसार अनुमानित की गई है:

वर्ष	पीएसपी (GW/GWh)
2029-30	18.9/128.1
2031-32	26.6/175.1

सीईए अनुमानों के अनुसार, वर्ष 2031-32 तक लाभ प्रदान करने के लिए 50760 मेगावाट की कुल क्षमता वाली पंप स्टोरेज परियोजनाओं की परिकल्पना की गई है, जिसमें निर्माणाधीन 2700 मेगावाट पीएसपी शामिल हैं ।

वर्ष 2031-32 तक वर्षवार अनुमानित पीएसपी क्षमता वृद्धि निम्नानुसार है:

वर्ष	निर्माणाधीन	सीईए द्वारा डीपीआर पर सहमति (Concurred)	एसएंडआई	अंडर बिडिंग	Total
2024-25	-	-	-	-	-
2025-26	2700	-	-	-	2700
2026-27	-	500	-	-	500
2027-28	-	-	5100	1600	6700
2028-29	3270	-	12340	2500	18110
2029-30	2000	-	13110	1000	16110
2030-31	-	600	5040	-	5640
2031-32	-	-	1000	-	1000
<b>Total</b>	<b>7970</b>	<b>1100</b>	<b>36590</b>	<b>5100</b>	<b>50760</b>

**7. पीएसपी के त्वरित विकास और व्यवहार्यता में सुधार के उपाय:**

सरकार ने पंप स्टोरेज परियोजनाओं (पीएसपी) के विकास को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न कदम उठाए हैं ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि पीएसपी तेजी से चालू हो जाएं, जिससे भारत की नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता के विकास में तेजी आए।

भारत सरकार द्वारा उठाए गए कुछ उपाय नीचे सूचीबद्ध हैं:

**7.1 पंप स्टोरेज परियोजनाओं के विकास को बढ़ावा देने के लिए दिशानिर्देश:**

विद्युत मंत्रालय ने 10 अप्रैल, 2023 को देश में पंप स्टोरेज परियोजनाओं के विकास को बढ़ावा देने के लिए दिशानिर्देश अधिसूचित किए हैं।

ग्रिड स्थिरीकरण के साथ-साथ चरम बिजली की मांग को पूरा करने में पीएसपी की अत्यधिक उपयोगिता को ध्यान में रखते हुए, पीएसपी को बढ़ावा देने और इसके विकास की दिशा निर्धारित करने के लिए दिशानिर्देश तैयार किए गए हैं। मंत्रालय राज्य सरकारों के सक्रिय समर्थन से देश भर में पीएसपी के विकास को बढ़ावा देना चाहता है। दिशानिर्देशों में निम्न शामिल हैं:

- i. परियोजना स्थलों का आवंटन;
  - सीपीएसयू और राज्य पीएसयू को नामांकन के आधार पर
  - प्रतिस्पर्धी बोली के माध्यम से आवंटन

- टीबीसीबी के माध्यम से आवंटन
- स्व-पहचानी गई ऑफ-स्ट्रीम पंप स्टोरेज परियोजनाएं
- ii. डेवलपर्स को परियोजना के आवंटन की तारीख से 2 साल की अवधि के भीतर निर्माण शुरू करना होगा, ऐसा न करने पर, राज्य द्वारा परियोजना स्थल का आवंटन रद्द कर दिया जाएगा।
- iii. मुफ्त बिजली की बाध्यता से छूट।
- iv. पीएसपी द्वारा आपूर्ति की गई बिजली पर दोहरे कराधान से बचाव।
- v. 6-8 घंटे के संचालन पर विचार करते हुए पीएसपी के लिए सीपीएसयू के निवेश निर्णयों के लिए केंद्र सरकार द्वारा भंडारण की बेंचमार्क लागत की अधिसूचना।
- vi. पीएसपी को डे अहेड मार्केट (एचपी-डीएम) के प्रस्तावित उच्च मूल्य खंड में भाग लेने की अनुमति दी जाएगी;
- vii. सहायक सेवाओं का मुद्रीकरण।

**7.2 ISTS शुल्कों में छूट:**

ISTS शुल्कों में छूट पंप स्टोरेज प्रोजेक्ट के लिए भी कुछ शर्तों के साथ मान्य होगा जिन परियोजनाओं में निर्माण कार्य 30.06.2025 तक सौंपा गया है। इसके बाद, ISTS शुल्क उन PSP पर लगाया जाएगा, जहां निर्माण कार्य 30.06.2025 के बाद अवाई किया गया है, जो निम्नलिखित प्रक्षेपवक्र के अनुसार है:

S. No.	निर्माण कार्य का अवार्ड	ISTS शुल्क
1.	01.07.2025 to 30.06.2026	25% of applicable ISTS charges
2.	01.07.2026 to 30.06.2027	50% of applicable ISTS charges
3.	01.07.2027 to 30.06.2028	75% of applicable ISTS charges
4.	01.07.2028 से आगे	100% of applicable ISTS charges

**7.3 सीपीएसयू की वित्तीय और परियोजना निष्पादन क्षमताओं का उपयोग:**

भारत सरकार ने दिनांक 08.08.2022 के अपने आदेश के माध्यम से सीपीएसयू को उनके विकास

की सुविधा के लिए 55 पहचाने गए पीएसपी स्थलों का संकेत दिया है। पीएसपी से संबंधित कार्यों में राज्यों की मदद करने के लिए राज्यवार संकेत भी दिए गए हैं। राज्यों को राष्ट्रीय हित के अनुरूप शीघ्र

और त्वरित विकास के लिए सीपीएसयू को पीएसपी आवंटित करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है।

#### 7.4 ऊर्जा भंडारण दायित्व:

भारत सरकार ने दिनांक 22.07.2022 के अपने आदेश के माध्यम से वितरण कंपनियों के लिए ग्रिड तत्व के रूप में भंडारण के संबंध में क्षमता सुनिश्चित करने के लिए ऊर्जा भंडारण दायित्व के प्रक्षेपवक्र को अधिसूचित किया है। इससे भंडारण की मांग पैदा होगी।

#### 7.5 बुनियादी ढांचे को सक्षम करने के लिए बजटीय सहायता:

जलविद्युत परियोजनाएं और पीएसपी अक्सर दूरदराज के क्षेत्रों में शुरू की जाती हैं, जहां बुनियादी ढांचे की कमी होती है। जलविद्युत/पीएसपी के लिए बनाया गया बुनियादी ढांचा क्षेत्र के आगे के विकास को सक्षम बनाता है क्योंकि यह अन्य उद्देश्यों के लिए पुनः उपयोग के लिए उपलब्ध है। इसे देखते हुए, केंद्र सरकार जलविद्युत परियोजनाओं के सक्षम बुनियादी ढांचे को वित्तपोषित करने के लिए बजटीय सहायता प्रदान कर रही है। इस योजना में पीएसपी भी शामिल हैं। यह बुनियादी सुविधाओं के निर्माण की सुविधा प्रदान करता है जो पीएसपी के विकास के लिए आवश्यक हैं और स्थानीय लोगों के लिए वैकल्पिक विकासात्मक मूल्य भी रखते हैं। इसमें सड़कों और पुलों का निर्माण, पावरहाउस से निकटतम पूर्विंग पॉइंट तक ट्रांसमिशन लाइनों के निर्माण की लागत, राज्य/केंद्रीय ट्रांसमिशन के पूर्विंग सबस्टेशन का उन्नयन, रोपवे, रेलवे साइडिंग और संचार बुनियादी ढांचा शामिल हैं।

#### 7.6 सिंगल विंडो क्लीयरेंस, सीडब्ल्यूसी और जीएसआई के नोडल अधिकारी:

- केंद्रीय जल आयोग (सीडब्ल्यूसी) ने डिजाइन पहलुओं की मंजूरी में तेजी लाने के लिए नोडल अधिकारियों को नामित किया है। इसने मंजूरी को और तेज करने के लिए डीपीआर के डिजाइन पहलुओं की जांच के लिए और अधिक समूहों को भी नामित किया है।
- भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जीएसआई) ने डीपीआर के भूवैज्ञानिक पहलुओं की मंजूरी में तेजी

लाने के लिए नोडल अधिकारियों को भी नामित किया है, और सीईए ने जीएसआई से अनुरोध किया है कि वे मंजूरी में और तेजी लाने के लिए राज्यों में अपने अधीनस्थ और क्षेत्रीय कार्यालयों को शामिल करें।

- सीईए में ही सिंगल विंडो सेल स्थापित करने के लिए सभी प्रयास किए जा रहे हैं।
- यूपीएससी परीक्षा के माध्यम से सिविल इंजीनियरिंग अधिकारियों की भर्ती की जाएगी।
- सीपीएसयू से समयबद्ध विशेषज्ञों की मांग की जा रही है।

#### 7.7 डीपीआर की मंजूरी के लिए संकुचित समयसीमा:

आगे आने वाली पीएसपी की डीपीआर की सहमति के लिए समयसीमा सभी प्रकार के पीएसपी के लिए 90 दिनों से घटाकर 50 दिन कर दी गई है।

#### 7.8 पीएसपी की डीपीआर तैयार करने के लिए संशोधित दिशा-निर्देश (जुलाई 2024):

भारत सरकार के व्यापार करने में आसानी अभियान के अनुरूप पीएसपी की सहमति प्रक्रिया को तेज करने के लिए, सीईए ने पीएसपी की डीपीआर तैयार करने और इसकी सहमति की प्रक्रिया को सरल बनाने के लिए दिशा-निर्देशों को और संशोधित किया है।

संशोधित दिशा-निर्देशों की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं:

- डीपीआर के विभिन्न पहलुओं की जांच के लिए आवश्यक दस्तावेजों की चेकलिस्ट को शामिल करना। पहले की चेकलिस्ट को छोटा कर दिया गया है।
- डेवलपर्स को अब पहले 12 डिजाइन अध्यायों को पूरा करने के साथ डीपीआर ऑनलाइन जमा करने की अनुमति है। कुछ अध्यायों को समाप्त कर दिया गया है। इसलिए डीपीआर को छोटा कर दिया गया है।
- लागत और वित्तीय अध्यायों के अनुमोदन की कोई अनिवार्य आवश्यकता नहीं है। इन अध्यायों को अधिनियम की आवश्यकता को पूरा करने के

लिए केवल संदर्भ और रिकॉर्ड के लिए प्रस्तुत किया जाना है।

iv. ऑफ स्ट्रीम हाइड्रो पीएसपी के लिए, जलाशयों के लिए वैकल्पिक स्थान योजना जमा करने की कोई आवश्यकता नहीं है।

v. डेवलपर से एक अंडरटेकिंग लेना जिसमें कहा गया हो कि प्रस्तुत डीपीआर सीईए, सीडब्ल्यूसी, जीएसआई, सीएसएमआरएस के मूल्यांकन समूहों द्वारा जारी प्री-डीपीआर मंजूरी के अनुरूप है। इससे डीपीआर को फिर से जांच के लिए भेजने की आवश्यकता समाप्त हो जाती है। इससे सहमति प्रक्रिया में लगभग 4 से 5 महीने का समय बचने की उम्मीद है।

vi. डेवलपर्स के जोखिम और लागत पर प्रारंभिक उत्खनन की अनुमति देने की प्रक्रिया को सुव्यवस्थित किया गया है ताकि डेवलपर्स द्वारा साइट पर काम शुरू करने के लिए अग्रिम कार्रवाई की जा सके। इससे परियोजना के निष्पादन में लगभग 6 से 8 महीने का समय बचने की उम्मीद है।

### 7.9 एसएंडआई गतिविधियों की निगरानी के लिए ऑनलाइन पोर्टल:

डीपीआर तैयार करने के लिए एसएंडआई के तहत परियोजनाओं के त्वरित मूल्यांकन में जवाबदेही और पारदर्शिता बढ़ाने के लिए, सीईए ने एक ऑनलाइन पोर्टल, "जलवी स्टोर" शुरू किया है। इस पोर्टल का उद्देश्य मूल्यांकन एजेंसियों और डेवलपर्स के साथ लंबित कार्यों की वास्तविक समय ट्रैकिंग और दृश्यता प्रदान करके वर्कफ्लो को तेज़ करना है।

### 7.10 पर्यावरणीय मंजूरी में तेजी लाना:

पर्यावरण एवं वन मंत्रालय ने दिनांक 18.05.2023 की अधिसूचना के माध्यम से ईआईए अधिसूचना 2006 में संशोधन किया है। इस संशोधन के अनुसार,

i. स्टैंडअलोन पंप स्टोरेज परियोजनाओं को नदी घाटी और जलविद्युत परियोजनाओं (आरवीएचईपी) के तहत एक अलग श्रेणी के रूप में वर्गीकृत किया गया है।

ii. पंप स्टोरेज परियोजनाओं, जिसमें ऑफ-स्ट्रीम क्लोज्ड लूप भी शामिल है, का मूल्यांकन पंप स्टोरेज परियोजनाओं के लिए केंद्र सरकार द्वारा जारी विशिष्ट संदर्भ शर्तों के आधार पर किया जाएगा। इसके बाद, पर्यावरण एवं वन मंत्रालय ने 14.08.2023 को ओपन लूप और क्लोज्ड लूप पीएसपी के लिए विशिष्ट टीओआर जारी किए, जिसमें निम्न के लिए बेसलाइन डेटा एकत्र किया जाना है:

(क ) एक सीजन (मानसून को छोड़कर)- ऑफ-स्ट्रीम क्लोज्ड लूप पीएसपी

(ख) दो सीजन (मानसून से पहले और बाद में)- ऑफ-स्ट्रीम ओपन लूप पीएसपी

iii. पंप भंडारण परियोजनाएं जो नीचे निर्दिष्ट सभी मानदंडों को पूरा करती हैं, उन्हें बिजली उत्पादन क्षमता के बावजूद बी-2 श्रेणी के रूप में मूल्यांकित किया जाएगा:

(क) वे परियोजनाएं जो वन मंजूरी और/या वन्य जीव मंजूरी को आकर्षित नहीं करती हैं ।

(ख) वे परियोजनाएं जिनमें कोई नया जलाशय नहीं बनाया गया है ।

(ग) वे परियोजनाएं जिनमें मौजूदा जलाशय की क्षमता और जलाशय के डूब (Submergence) क्षेत्र में कोई वृद्धि नहीं हुई है।

7.11 वन क्षेत्र में ड्रिलिंग जांच के लिए प्रावधानों का विस्तार पर्यावरण एवं वन मंत्रालय द्वारा पीएसपी को खनन गतिविधियों के बराबर (at par) किया गया।

### 8. आगे की राह (Way Forward):

i. राज्य सरकारों या राज्य सरकार के पीएसयू या सीपीएसयू के लिए सर्वेक्षण और जांच सहित डीपीआर की लागत की प्रतिपूर्ति के लिए बजटीय सहायता ।

ii. राज्य सरकारें पूर्व-व्यवहार्यता रिपोर्ट (पीएफआर) चरण, सर्वेक्षण और जांच से शुरू होकर विस्तृत परियोजना रिपोर्ट (डीपीआर) की तैयारी तक पूर्व-निर्माण गतिविधियां कर सकती हैं। इस उद्देश्य के लिए एक विशेष प्रयोजन वाहन (एसपीवी) स्थापित किया जा सकता है। सरकारी भूमि एसपीवी को

हस्तांतरित की जा सकती है, जो परियोजना के लिए आवश्यक किसी भी अतिरिक्त भूमि को अधिग्रहित करने के लिए भी जिम्मेदार होगी। एसपीवी पर्यावरण और वन मंजूरी जैसे आवश्यक अनुमोदन प्राप्त करने के लिए भी जिम्मेदार होगी।

iii. स्विस चैलेंज पद्धति के माध्यम से स्व-पहचान की गई परियोजनाओं का आवंटन ।

iv. डेवलपर की प्रतिबद्धता सुनिश्चित करने के लिए, आवंटन पत्र (एलओए) जारी करते समय एक प्रदर्शन गारंटी (Performance Guarantee) प्राप्त की जा सकती है। यह गारंटी एलओए जारी करने से लेकर परियोजना कमीशनिंग तक विशिष्ट परियोजना मील के पत्थर से जुड़ी हो सकती है ।

v. खान मंत्रालय संबंधित राज्यों के साथ काम करने वाले भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जीएसआई) के क्षेत्रीय कार्यालयों के निदेशकों को परियोजना लेआउट अनुमोदन, जांच योजना अनुमोदन और

भूवैज्ञानिक और भू-तकनीकी मूल्यांकन पर मंजूरी प्रदान करने के लिए अधिकृत कर सकता है। प्रत्येक राज्य में केस लोड के आधार पर, खान मंत्रालय मामलों के शीघ्र निपटान के लिए अधिक निदेशकों को अधिकृत कर सकता है।

vi. बड़े पैमाने पर त्रिअक्षीय परीक्षण सुविधा केवल सीएसएमआरएस में उपलब्ध है। इस समस्या के समाधान के लिए, डेवलपर्स को सीएसएमआरएस द्वारा प्रदान की गई मिट्टी के सामंजस्य (Cohesion) (सी) और आंतरिक घर्षण कोण ( $\phi$ ) के रूढ़िवादी (conservative) मूल्यांकन का उपयोग करके बांधों के लिए डीपीआर तैयार करने के लिए आगे बढ़ने का सुझाव दिया जा सकता है।

vii. पीएसपी के विकास में तेजी लाने के लिए, सॉवरेन ग्रीन बॉन्ड जैसे जलवायु वित्त का उपयोग किया जा सकता है।

\*\*\*\*\*

## ऊर्जा भंडारण अनिवार्यता: भारत के हरित ऊर्जा परिवर्तन की कुंजी

मनोज कुमार, उप-निदेशक, स्वच्छ ऊर्जा एवं ऊर्जा परिवर्तन, योजना स्कन्ध, के.वि.प्रा.

### 1.0 ऊर्जा परिवर्तन और सततता में ऊर्जा भंडारण की महत्वता:

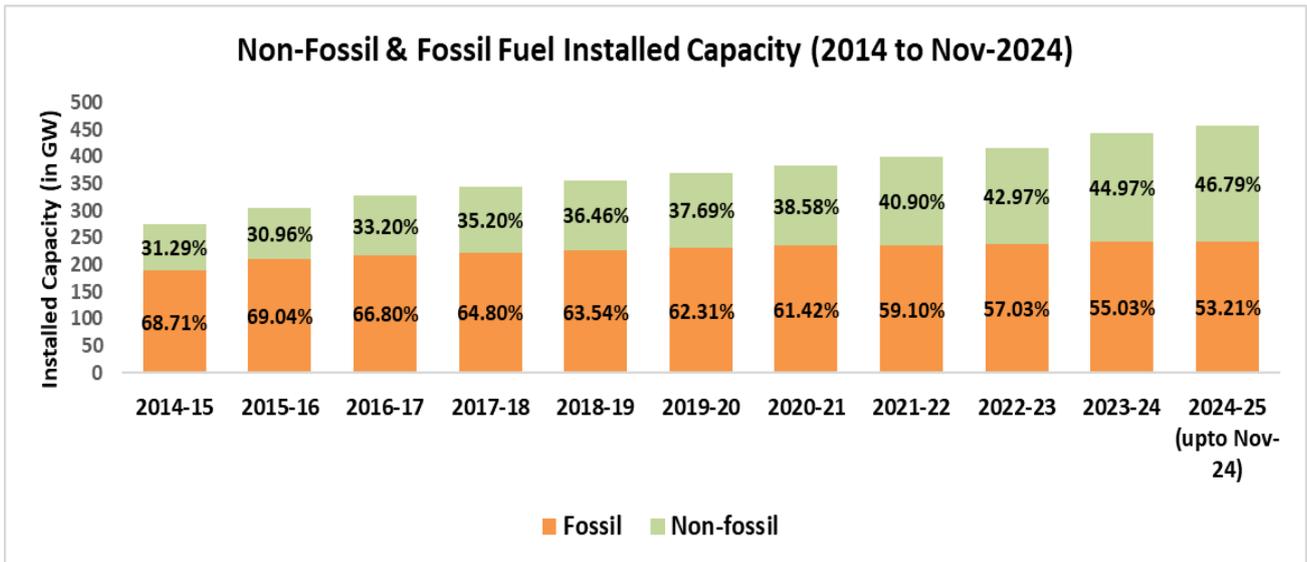
भारत ऊर्जा परिवर्तन को प्राप्त करने के लिए सभी आवश्यक कदम उठा रहा है। भारत ने 2030 तक गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित ऊर्जा संसाधनों से 50 प्रतिशत संचयी स्थापित क्षमता प्राप्त करने का लक्ष्य रखा है और 2005 के स्तर के आधार पर 2030 तक अपने सकल घरेलू उत्पाद की उत्सर्जन तीव्रता को 45 प्रतिशत तक कम करने का संकल्प लिया है। भारत ने गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित क्षमता बढ़ाने और ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने के

अपने लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए राष्ट्रीय सौर मिशन और राष्ट्रीय संवर्धित ऊर्जा दक्षता मिशन जैसी कई पहल शुरू की



हैं। इसके अतिरिक्त, भारत अपने कार्बन पदचिह्न को कम करने के लिए इलेक्ट्रिक वाहनों जैसी नई तकनीकों में निवेश कर रहा है।

भारत द्वारा गैर जीवाश्म आधारित विद्युत के % हिस्से में वर्षवार वृद्धि का चित्रण चार्ट नीचे सारणीबद्ध है:



भारत का ऊर्जा मिश्रण भविष्य में ऊर्जा सुरक्षा को ध्यान में रखते हुए जीवाश्म ईंधन स्रोतों से गैर-जीवाश्म ईंधन आधारित स्रोतों में परिवर्तन के दौर से गुजरने वाला है, जिसमें नवीकरणीय ऊर्जा (RE) का प्रभुत्व होगा। हालांकि, ऊर्जा मिश्रण में महत्वपूर्ण मात्रा में परिवर्तनशील और आंतरायिक नवीकरणीय ऊर्जा को शामिल करना ग्रिड स्थिरता और निर्बाध बिजली आपूर्ति को बनाए रखने के लिए एक चुनौती पेश करता है। कोयला, हाइड्रो (भंडारण के साथ), परमाणु जैसे पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों का भंडारण किया जा सकता है और इन बिजली संयंत्रों से उत्पादन या ऊर्जा उत्पादन को नियंत्रित किया जा सकता है। हालांकि, सौर, पवन और रन ऑफ द रिवर हाइड्रो

(बिना तालाब के) जैसे नवीकरणीय ऊर्जा (RE) स्रोतों के मामले में ऐसा नहीं है, इनका तुरंत उपयोग किया जाना चाहिए और यदि इनका उपयोग नहीं किया जाता है तो ये हमेशा के लिए नष्ट हो जाएंगे। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के साथ चुनौती समय, जलवायु, मौसम या भौगोलिक स्थिति के साथ उनकी बदलती प्रकृति के कारण उत्पन्न होती है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से जुड़ी परिवर्तनशीलता ग्रिड संतुलन जैसे मुद्दों को जन्म देती है जिससे लचीलेपन की आवश्यकता होती है। इस संदर्भ में, ऊर्जा भंडारण प्रणाली (ESS) का उपयोग नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से उपलब्ध ऊर्जा को संग्रहीत करने के लिए किया जा सकता है

जिसका उपयोग दिन के अन्य समय में किया जा सकता है। ऊर्जा भंडारण से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में उत्पादन की परिवर्तनशीलता को कम करने, ग्रिड स्थिरता में सुधार करने, ऊर्जा/पीक शिफ्टिंग को सक्षम करने, सहायक सहायता सेवाएं प्रदान करने और बड़े पैमाने पर नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण को सक्षम करने में मदद मिलेगी। भंडारण प्रणाली पीक घाटे, पीक टैरिफ, कार्बन उत्सर्जन में कमी, ट्रांसमिशन और वितरण कैपेक्स को स्थगित करने और ऊर्जा मध्यस्थता को कम करके उपभोक्ताओं को भी लाभान्वित करेगी।

ऊर्जा परिवर्तन के लिए, जीवाश्म ईंधन आधारित क्षमता से नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता में बदलाव के लिए - यह आवश्यक है कि नवीकरणीय ऊर्जा डिस्पैच करने योग्य हो और 24x7 उपलब्ध हो। यह केवल ऊर्जा भंडारण के साथ ही संभव है।

इसलिए, ऊर्जा परिवर्तन और ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करने के दोहरे उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए, ESS के विकास के लिए एक पारिस्थितिकी तंत्र बनाना महत्वपूर्ण है जो प्रौद्योगिकी से स्वतंत्र हो, आवश्यकताओं पर आधारित हो और वित्तीय रूप से व्यवहार्य हो, ताकि सभी के लिए सस्ती, स्वच्छ, स्थिर, लचीली और सुरक्षित बिजली की गारंटी हो सके।

## 2.0 ऊर्जा भंडारण प्रणालियों (ESS) को बढ़ावा देने के लिए राष्ट्रीय ढांचा:

ग्रिड-स्केल ऊर्जा भंडारण समाधान तेजी से लोकप्रियता हासिल कर रहे हैं और देश में बढ़ती अक्षय ऊर्जा क्षमता का समर्थन करने के लिए महत्वपूर्ण रूप से विकसित होने की आवश्यकता है। सरकार से ऊर्जा भंडारण समाधानों को मुख्यधारा में लाने के लिए अनुकूल नीतियों के माध्यम से



प्रोत्साहन मिल रहा है। इसके अलावा, हाल के समय में, ऊर्जा भंडारण प्रणालियों (ESS) के साथ फर्म और डिस्पैच करने योग्य अक्षय ऊर्जा के लिए टेंडरों ने गति प्राप्त की है।

पर्यावरणीय रूप से टिकाऊ और वित्तीय रूप से व्यवहार्य बिजली क्षेत्र सुनिश्चित करने के लिए, ऊर्जा मंत्रालय (MoP) ने अगस्त-2023 में ऊर्जा भंडारण प्रणालियों को बढ़ावा देने के लिए राष्ट्रीय ढांचे को जारी किया है। यह पहल देश की अक्षय ऊर्जा स्रोतों को तैनात करने और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के प्रति प्रतिबद्धता के अनुरूप है। इस ढांचे का प्राथमिक उद्देश्य ESS के उपयोग को प्रोत्साहित करना है जबकि जीवाश्म ईंधन आधारित बिजली संयंत्रों पर निर्भरता को कम करना है। यह कई नीतिगत उपाय और प्रोत्साहन प्रदान करता है, जैसे कि ऊर्जा भंडारण की अनुमानित आवश्यकताएं, ESS उपयोग के लिए अंतर-राज्यीय पारेषण प्रणाली (ISTS) शुल्क की छूट, BESS शक्ति की खरीद के लिए नियम, और बुनियादी ढांचे की सामंजस्यपूर्ण मास्टर सूची में ESS को शामिल करना।

सितंबर 2023 में, केंद्रीय मंत्रिमंडल ने 4,000 MWh की कुल क्षमता के लिए 37.6 अरब रुपये

की व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण (VGF) को मंजूरी दी। VGF के माध्यम से, सरकार बैटरी स्टोरेज प्रणालियों की लागत को वर्तमान स्तर से 10 रुपये प्रति kWh से घटाकर 2030-31 तक 5.50-6.60 रुपये प्रति kWh करना चाहती है।

ऊर्जा मंत्रालय के राष्ट्रीय ढांचे ने ऊर्जा भंडारण प्रणालियों को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न नीतियों और प्रावधानों को मंजूरी दी है। इसके अलावा, यह ढांचा आगे बढ़ने के लिए विभिन्न प्रोत्साहन प्रदान करता है। यह ढांचा ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विकास के लिए एक महत्वपूर्ण कदम है और इसके विकास के लिए एक अनुकूल पारिस्थितिकी तंत्र प्रदान करेगा।

BESS के लिए व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के विकास को बढ़ावा देने के लिए, सरकार ने BESS परियोजनाओं के लिए व्यवहार्यता अंतर वित्तपोषण (VGF) की मंजूरी दी है। यह योजना 2030-31 तक 4,000 MWh की कुल क्षमता के साथ बीईएसएस परियोजनाओं के विकास को बढ़ावा देने के लिए है। इस योजना के तहत, सरकार BESS परियोजनाओं के लिए वित्तीय सहायता प्रदान करेगी, जिससे उनकी लागत कम हो सके।

### 2.1 भंडारण आवश्यकता का अनुमान:

उल्लेखनीय रूप से, भारत को अपने अक्षय ऊर्जा स्रोतों, ऊर्जा परिवर्तन और शुद्ध शून्य लक्ष्यों का समर्थन करने के लिए बड़े पैमाने पर ऊर्जा भंडारण समाधानों की आवश्यकता है। राष्ट्रीय विद्युत योजना 2023 के अनुसार, भारत की ऊर्जा भंडारण क्षमता की आवश्यकता 2026-27 में 16 GW/82 GWh (PSP के लिए 7 GW/48 GWh और BESS के लिए 9 GW/35 GWh) तक पहुंचने की

### ऊर्जा भंडारण क्षेत्र में नीति एवं विनियामक हस्तक्षेप:

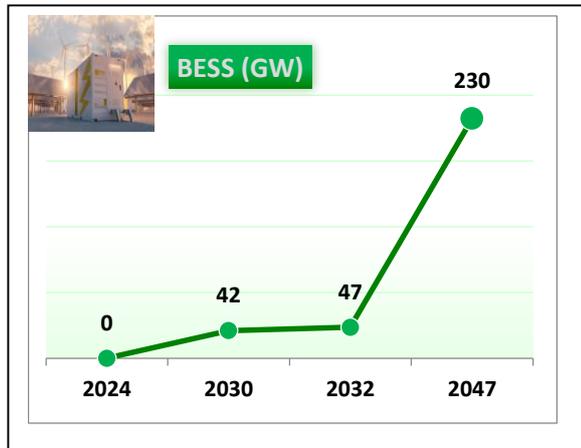
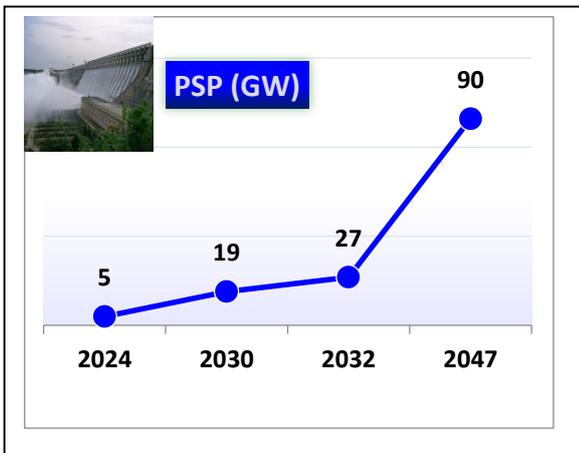
- ❖ सहायक सेवा विनियम, 2022 की अधिसूचना (जनवरी 2022)
- ❖ BESS के लिए मानक बोली दिशा-निर्देश जारी करना (मार्च 2022)
- ❖ 2029-30 तक ऊर्जा भंडारण दायित्व प्रक्षेप पथ की अधिसूचना (जुलाई 2022)
- ❖ राष्ट्रीय विद्युत योजना (Gen.) जिसमें 2031-32 तक लगभग 47.24 GW BESS और 26.7 GW PSP की आवश्यकता पर प्रकाश डाला गया है (मई 2023)
- ❖ 30 जून 2025 तक PSP/BESS के लिए ISTS शुल्क माफ करना।

उम्मीद है; 2031-32 में 74 GW/411 GWh (PSP के लिए 27 GW/175 GWh और BESS के लिए 47 GW/236 GWh) तक पहुंचने की उम्मीद है। वित्तपोषण आवश्यकता के संदर्भ में, 2022-27 के दौरान, PSP और BESS के लिए क्रमशः 542 अरब रुपये और 566 अरब रुपये की आवश्यकता होगी। इसके अलावा, 2027-32 की अवधि के लिए, PSP और BESS के लिए क्रमशः 752 अरब रुपये और 2,926 अरब रुपये की आवश्यकता होगी।

सीईए ने अनुमान लगाया है कि वर्ष 2047 तक ऊर्जा भंडारण क्षमता की आवश्यकता बढ़कर 320 GW/2380 GWh (90 GW/540 GWh → PSP और 230 GW/1840 GWh → BESS) हो जाने की उम्मीद है, क्योंकि 2070 के लिए निर्धारित शुद्ध शून्य उत्सर्जन लक्ष्यों के मद्देनजर नवीकरणीय ऊर्जा की मात्रा में वृद्धि होगी।

विषय वस्तु		समय अवधि	संस्थापित क्षमता
ऊर्जा भंडारण	PSP	वर्तमान (30/11/2024)	4745.6 MW
		2026-27	7 GW/48 GWh
		2031-32	27 GW/175 GWh
	BESS	वर्तमान (30/11/2024)	112.5MW/219.8MWh
		2026-27	9 GW/35 GWh
		2031-32	47 GW/236 GWh

स्रोत: सीईए की NEP(Vol.I-Gen)-2023



### 3.0 पंप भंडारण परियोजनाओं पर फोकस:



पंप भंडारण वर्तमान में सबसे परिपक्व और किफायती ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी है। इस क्षेत्र में बड़े पैमाने पर विकास हो रहा है, जिसमें देश भर में GW-स्केल पीएसपी की घोषणा की जा रही है। अक्षय ऊर्जा स्रोतों की वृद्धि के साथ-साथ बड़े ग्रिड-स्केल ईएसएस की आवश्यकता एक महत्वपूर्ण चालक है। सरकार ने भी इसके विकास को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न उपाय किए हैं, जैसे कि ISTS शुल्क की छूट, PSP के लिए दिशानिर्देश, और जलविद्युत परियोजना डेवलपर्स (PSP सहित) द्वारा सड़कों और पुलों के निर्माण के लिए 10

मिलियन रुपये से 15 मिलियन रुपये प्रति मेगावाट का बजटीय समर्थन। इसके अलावा, कई राज्य-स्तरीय पहल भी इस क्षेत्र को बढ़ावा देने के लिए की जा रही हैं, जैसे कि मध्य प्रदेश और आंध्र प्रदेश में।

ऊर्जा भंडारण प्रणालियों में बढ़ती रुचि के साथ, विशेष रूप से पीएसपी में, एकीकृत अक्षय ऊर्जा भंडारण परियोजनाओं (IRESPs) की अवधारणा उभर रही है, जो सौर और पवन ऊर्जा परियोजनाओं और PSP को एक साथ रखने की अनुमति देती है। उद्योग के अनुमानों के अनुसार, IRESP से ऊर्जा की लागत 4-4.50 रुपये प्रति यूनिट हो सकती है। उल्लेखनीय रूप से, भारत की पहली IRESP परियोजना, ग्रीनको की 1,200 मेगावाट पिन्नापुरम

IRESP परियोजना, आंध्र प्रदेश में चालू होने वाली है।

### 3.1 पंप भंडारण नीति का बजट 2024-25 में प्राथमिकता:

इस बार के बजट 2024-25 में ऊर्जा सुरक्षा को ध्यान में रखते हुए सरकार ने पंप भंडारण नीति को प्राथमिकता दी है। इस पर सरकार ने कहा है कि बिजली भंडारण के लिए पंप भंडारण परियोजनाओं को बढ़ावा देने और समग्र ऊर्जा मिश्रण में इसकी परिवर्तनशील और आंतरायिक प्रकृति के साथ नवीकरणीय ऊर्जा की बढ़ती हिस्सेदारी के सुचारू एकीकरण की सुविधा के लिए एक नीति लाई जाएगी।

### 3.2 भारत में पंप भंडारण विकास की स्थिति:

भारत में पंप भंडारण विकास की स्थिति (01.03.2025 तक; स्रोत: सीईए)						
क्षेत्र/राज्य	ON RIVER		OFF RIVER		कुल	
	परियोजनाओं की संख्या	संस्थापित क्षमता (MW)	परियोजनाओं की संख्या	संस्थापित क्षमता (MW)	परियोजनाओं की संख्या	संस्थापित क्षमता (MW)
परिचालन में	8	4745.60			8	4745.60
निर्माणाधीन	4	4850	2	3120	6	7970.00
सीईए द्वारा डीपीआर पर सहमति	2	2500	3	2100	5	4600.00
जांच के अधीन	-	-	-	-	-	-
S&I के तहत	2	1640	47	64370	49	66010.00
<b>कुल योग</b>	<b>16</b>	<b>13735.60</b>	<b>52</b>	<b>69590</b>	<b>68</b>	<b>83325.6</b>

### 4.0 निष्कर्ष:

किसी भी तकनीक को अपनाने में तीन चुनौतियों का सामना करना पड़ता है और इन तीन चुनौतियों में से एक को दूसरे के ऊपर चुनने पर समझौता करना शामिल है। ये तीन तत्व मिलकर ऊर्जा

त्रिविधता (trilemma) का निर्माण करते हैं (कृपया ऊर्जा त्रिविधता और उसके समाधान का चित्रमय प्रतिनिधित्व देखें)।



इसलिए, ऊर्जा परिवर्तन और ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित करने के दोहरे उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए, ESS के विकास के लिए एक पारिस्थितिकी तंत्र बनाना महत्वपूर्ण है जो प्रौद्योगिकी से स्वतंत्र हो, आवश्यकताओं पर आधारित हो और वित्तीय रूप से व्यवहार्य हो, ताकि सभी के लिए सस्ती, स्वच्छ, स्थिर, लचीली और सुरक्षित बिजली की गारंटी हो सके।

अब तक, ऊर्जा भंडारण प्रणालियों को बढ़ावा देने के लिए नीतिगत प्रयास प्रभावशाली रहे हैं, ऊर्जा

भंडारण प्रणालियों को आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाने के लिए प्रौद्योगिकी में प्रगति आवश्यक है। जब तक ऊर्जा भंडारण प्रणालियों की लागत अधिक रहती है, उनको अपनाना सीमित रहेगा।

जैसे ही देश अक्षय ऊर्जा के विस्तार पर आगे बढ़ता है, ऊर्जा भंडारण को बढ़ाना ग्रिड स्थिरता सुनिश्चित करने और अक्षय ऊर्जा स्रोतों की वृद्धि के साथ-साथ आवश्यक है।

\*\*\*\*\*

## बढ़ा काफ़िला जाता है

राजेन्द्र गौतम

आँधी या तूफानों में  
पर्वत या मैदानों में  
रुका नहीं है, नही रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

वेद-ऋचाओं में गूँजा था  
और 'धनुष' में टंकारा  
वंशी की धुन बना कभी तो  
कभी शंख में ललकारा  
इतिहासों को लिखता है जो,  
'इन्द्रप्रस्थ' को रचता है जो  
रुका नहीं है, नही रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

कपिलवस्तु ने सारनाथ तक  
आकर पाया जन्म नया  
और कलिंग तक जाने में ही  
बदल समूचा मगध गया  
वह मलय, चीन, जापान गया,  
लंका, जावा जान गया  
रुका नहीं है, नही रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

खुसरो, चिस्ती और जायसी,  
प्रेम-बीज बोने वाले  
एक जुलाहे के स्वर, सब--  
पर प्यार लुटाने वाले  
चित्रकूट का संत चला,  
बाल-सखा वह सूर बढ़ा  
रुका नहीं है, नही रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

ननकाना से मक्का तक जा  
राह नई थी दिखलाई  
'जग चानन' करती गुरबानी  
अँधियारा हरती आई  
पर-हित खातिर शीश कटे थे,  
सवा लाख से एक लड़े  
रुका नहीं है, नही रुकेगा

बढ़ा काफ़िला जाता है

हल्दीघाटी भरी रक्त से  
मगर काफ़िला नहीं रुका  
तना ध्वज वह बीजापुर का  
बोलो तो कब कहाँ झुका  
हम जूझे सन सत्तावन में  
मरे देश हित, फिर जनमें  
रुका नहीं है, नहीं रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

पूछो जलियाँवाला से तो  
बता 'हकीकत' दे सारी  
रँगा बसन्ती चीर बढ़े जो  
कथा रही उनकी न्यारी  
बापू के चरखे सँग चलता,  
रावी-तट छू फिर-फिर बढ़ता  
रुका नहीं है, नहीं रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

बंगलौर, भाखड़ा, ट्राम्बे,  
तारापूर, भिलाई में  
पूजाधाम नये जनमें हैं  
श्रम की कठिन कमाई में  
'अग्नि' कभी 'पृथ्वी' चलती  
चलने से धरती हिलती  
रुका नहीं है, नहीं रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

हरे-भरे इन खेतों में तुम  
बारूद घृणा की मत बोना  
प्रेम-गीत ही गाते जाना  
हँसता-गाता हो हर कोना  
बजें बालियाँ झाँझर-सी,  
ऋतुर्ये नाचें झूमर-सी  
रुका नहीं है, नहीं रुकेगा  
बढ़ा काफ़िला जाता है.

\*\*\*\*\*

## चतुर्भुज

ऊषा वर्मा, उप निदेशक (राजभाषा)

ऐश्वर्य, सुषमा, यश, यौवन  
विचारों में आते हैं  
मदमस्त कर  
बहुत लुभाते हैं  
एक अनचीन्ही रेस  
के वशीभूत हो तड़पते हैं  
प्रेम को पीछे छोड़  
दृढ़ता लाते हैं  
इन्हें नकारना नामुमकिन  
पाना न मुमकिन  
जी पाना असंभव  
फंस जाना संभव  
एक भंवर जाल है ये  
सोच का कमाल है ये  
करे तो कोई क्या करे  
जीने के लिए सब कोई मरे  
या तो मकड़जाल में फंसो  
या नया आशियाना कसो  
आशियाना कोई और है क्या  
इस चहुमार का कोई छोर है क्या  
क्या फैंक सकते हैं इस चतुर्भुज को  
क्या आले पे रख सकते हैं चत्वार को  
कठिन है इससे पीछा छुड़ाना  
न कोई समझा न मैंने ही जाना।

\*\*\*\*\*



**'होली का त्यौहार'**

पुष्पा रानी राव, पीएसओ

घटाएं उड़ीं बेफिक्री की, उमंगों की बही ब्यार,  
उत्साह की बिजली चमकी, खुशियों की पड़ी फुहार,  
स्नेह-वर्षा में भीगने को जन-मानस है तैयार,  
उत्सव ने दस्तक दी है, खोलो मन के द्वार,  
गर्मजोशी से करो स्वागत, आया होली का त्यौहार,  
प्रसन्नता का त्यौहार है ये, होली का त्यौहार।



चहुं ओर रंग ही रंग बिखरे, लगा है रंगों का अम्बार,  
फाल्गुन के सर्द-गर्म मौसम में रंगों की आई है बहार,  
जन-जन ने, कण-कण ने मिलकर बनाई है खुशियों की रंगोली,  
इतने सारे रंगों को पाकर, पृथ्वी रंग-बिरंगी हो ली,  
भिन्न-भिन्न रंगों ने मिलकर किया है धरा का श्रृंगार,  
रंगों का त्यौहार है ये, होली का त्यौहार।

बादल गुलाल के छाए अंबर तक, रंगों की बरसे बौछार,  
नवीन फूल-पत्ते खिलाकर, वसंत ऋतु दे अनुपम उपहार,  
सूरज की किरणें छूने से सर्वत्र बिछे हुए रंग दिखें सुनहरे,  
मानो इन्द्रधनुष ने धरती पे आकर अपने रंग बिखरे,  
लगता है स्वयं प्रकृति भी है अभिलाषी, मनाने को ये त्यौहार,  
अभिलाषाओं का त्यौहार है ये, होली का त्यौहार।

रंग भरे गुब्बारे पीठ पर किसी की अपना ज़ोर आज़माएं,  
अचूक निशाना साधकर पिचकारी भी रौब जमाए,  
गुड़ियाँ और कचौरियाँ भी खेलें आँख-मिचौली,  
जतलाएं सबको, बिना उनके भला कैसे मनेगी होली,  
थाप ढोल की, होली के गीत नृत्य करने को उकसाए बार-बार,  
आनन्द और मस्ती का त्यौहार है ये, होली का त्यौहार।

बैरभाव न रखें किसी से, बन जाएं हमजोली,  
कटु शब्द न कहें किसी से, करें हंसी-ठिठोली,  
स्नेह-रंग में रंग डालें सबको, अपनत्व फैलाएं बेशुमार,  
रूठों को ना रूठा छोड़ें, मना लें करके लाड़-मनुहार,  
दहन करें ईर्ष्या और क्रोध का, दहन करें नफ़रत-तकरार,  
सद्भावना का त्यौहार है ये, होली का त्यौहार।

हर तरफ फैली है हर्ष और उल्लास की लहर,  
पर, क्या कभी किसी ने सोचा उनके बारे में, एक पहर -  
वो, जो खेलें होली अपने लहू से, ताकि हम रंगों में रंग जाएं,  
रात-रात भर जागते सीमा पर, कि चैन की नींद हम सो पाएं,  
शमशीरों के साये में जीते वो, खाते सीने पर बंदूकों की गोली,  
ताकि निश्चिंत होकर मनाएं हम, चाहे दिवाली हो या होली।

हंसते-हंसते झेल लेते हैं कष्टों को, विषम परिस्थितियों में न होते अधीर,  
अशांत नहीं होते भयावह संकटों से, करते हैं सामना होके धीर-गंभीर,  
कभी तो सराहें हम उनके त्याग को, समझें उनके मन की पीर,  
आओ, उनके मस्तक पे सजाएं हम गौरव और सम्मान का अबीर,  
नत-मस्तक होकर, उनकी कुर्बानियों का करें शुक्रिया बाराम्बार,  
सम्मान का उत्सव है ये, होली का त्यौहार, ये होली का त्यौहार।

\*\*\*\*\*

फोटो फ़ीचर



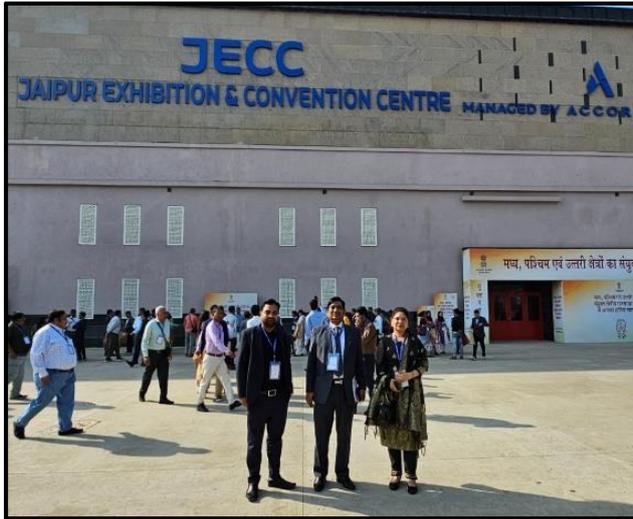
➤ दिनांक 18 दिसंबर, 2024 को राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक के छायाचित्र।



➤ केविप्रा मुख्यालय में दिनांक 18.12.2024 को आयोजित हिंदी कार्यशाला के छायाचित्र।



विद्युत मंत्रालय की राजभाषा कार्यन्वयन समिति की वर्ष 2024-25 की बैठक 29 जनवरी, 2025 में केविप्रा ने प्रतिभागिता की।



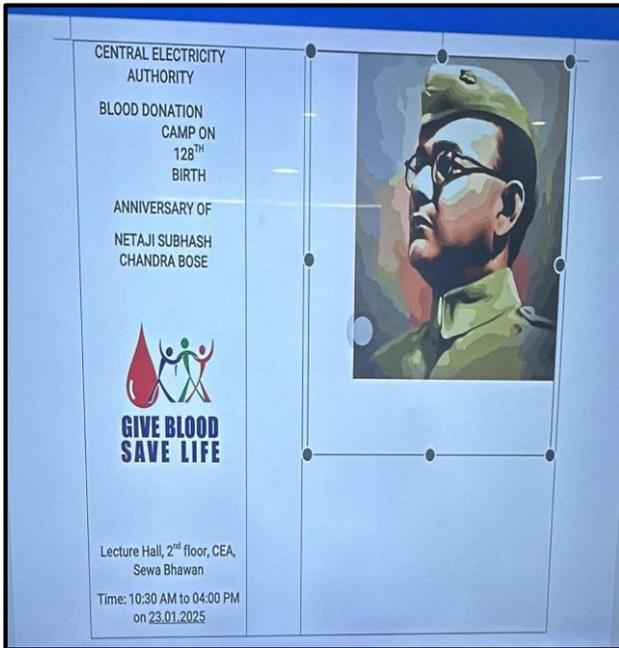
राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा उत्तर-I एवं उत्तर - II तथा मध्य एवं पश्चिम क्षेत्रों के "संयुक्त क्षेत्रीय" राजभाषा सम्मेलन एवं पुरस्कार वितरण समारोह" का दिनांक 17 फरवरी, 2025 को जयपुर, राजस्थान में केविप्रा ने प्रतिभागिता की।



केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण (सीईए) ने टाटा पावर-डीडीएल (Tata Power-DDL) के सहयोग से आज नई दिल्ली में लाइनमैन दिवस के पांचवें संस्करण का सफलतापूर्वक आयोजन किया। पूरे भारत से 180 से अधिक लाइनमैनों ने भाग लिया, और आंध्र प्रदेश, बिहार, चंडीगढ़, छत्तीसगढ़, गुजरात, हरियाणा, झारखंड, जम्मू और कश्मीर, कर्नाटक, केरल, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, ओडिशा, राजस्थान सहित राज्यों से अनुभवों और सुरक्षा सर्वोत्तम प्रथाओं का आदान-प्रदान किया।



केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण (सीईए) के अध्यक्ष श्री घनश्याम प्रसाद को प्रतिष्ठित "दशक के प्रमुख/व्यक्तित्व - सरकारी नीति प्रगति - विद्युत एवं नवीकरणीय ऊर्जा" ("Doyen/Persona of the Decade- Government Policy Progress - Power & Renewable Energy") पुरस्कार से सम्मानित किया गया।



23.1.2025 को नेताजी सुभाष चंद्र बोस की 128वीं जयंती के अवसर पर सफदरजंग अस्पताल, दिल्ली के सहयोग से केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण में रक्तदान शिविर का आयोजन किया जा रहा है।



- केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण के शिलांग एवं बेंगलूरू स्थित अधीनस्थ कार्यालयों का राजभाषायी निरीक्षण किया गया।

## केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण की उपलब्धियाँ व समाचार

- केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण के प्रभागों एवं अनुभागों द्वारा 31 दिसम्बर, 2024 को समाप्त तिमाही में राजभाषा अधिनियम, 1963 की धारा 3(3) के अंतर्गत जारी कागजात, हिंदी में प्राप्त पत्रों के उत्तर, अंग्रेजी में प्राप्त पत्रों के उत्तर 'क', 'ख', 'ग' क्षेत्रों को भेजे गए मूल पत्रों तथा फाइलों पर हिंदी में कार्य की स्थिति के अनुसार मूल हिंदी पत्राचार का प्रतिशत क्रमशः 98.99 ,97.31 तथा 96.61 रहा है।
- पावर सेक्टर में साइबर सुरक्षा से संबंधित उपायों के लिए मसौदा नियमों के तात्कालिक हिंदी अनुवाद किया गया।
- केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण के शिलांग एवं बेंगलूरू स्थित अधीनस्थ कार्यालयों का राजभाषायी निरीक्षण किया गया।
- विद्युत मंत्रालय की राजभाषा कार्यान्वयन समिति की वर्ष 2024-25 की बैठक 29 जनवरी, 2025 में केविप्रा ने प्रतिभागिता की।
- राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा उत्तर-I एवं उत्तर - II तथा मध्य एवं पश्चिम क्षेत्रों के "संयुक्त क्षेत्रीय" राजभाषा सम्मेलन एवं पुरस्कार वितरण समारोह" का दिनांक 17 फरवरी, 2025 को जयपुर, राजस्थान में केविप्रा ने प्रतिभागिता की।
- भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण, नई दिल्ली में "विश्व में हिंदी की स्वीकृति तथा समादर" विषय पर आयोजित संगोष्ठी में केविप्रा के राजभाषा अनुभाग के कर्मिकों ने प्रतिभाग किया।
- केविप्रा मुख्यालय में दिनांक 18.12.2024 को आयोजित हिंदी कार्यशाला के छायाचित्र।
- दिनांक 18 दिसंबर, 2024 को राजभाषा कार्यान्वयन समिति की तिमाही बैठक के छायाचित्र।

**सर्वाधिकार सुरक्षित**

प्रकाशक:

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण, सेवा भवन, आर. के. पुरम, नई दिल्ली-110066.