

22वाँ अंक  
जुलाई-सितंबर 2009

## संपादकीय



विश्व स्तर पर आर्थिक मंदी के दौरान भी वृद्धि 20% से अधिक बनाए रखते हुए ग्रिड से कनेक्ट किए गए पवन इलेक्ट्रिक जनरेटरों की संस्थापित क्षमता की वृद्धि नियमित है। इस अवधि के दौरान चेन्नई के नगर परिसरों में 2 प्रमुख पवन टरबाइनों के उत्पादन प्लांट का उद्घाटन किया गया है जिसमें ब्लेड से लेकर समेकित व्यवस्थाएं शामिल हैं। इसके साथ

चेन्नई एक मेगा वॉट वर्ग टरबाइन उत्पादन का हब बनता जा रहा है जो पुणे और अहमदाबाद के बाद है। इस स्थान पर, सी-वेट में जब भारतीय पवन मानचित्र की परियोजना अंतिम स्तरों में है, भारत में पवन ऊर्जा शक्ति को मार्केट में उपलब्ध पवन टरबाइनों की ऊँचाइयों को बढ़ाने की बात पर विचार करने की जरूरत है। चूंकि, भारत में तटवर्ती प्रदेश का क्षेत्र 7600 kms है, पवन स्रोत निर्धारण में तट से दूर समुद्र में भी पवन पवर शक्ति का गंभीर विश्लेषण किया जाना है। विश्व में यूरोप के नेतृत्व में तट से दूर समुद्र में पवन पवर की परियोजनाओं की वृद्धि होने जा रही है।

डेन्मार्क में 619 MW की संस्थापित क्षमता के तट से दूर समुद्र में पवन खेत हैं तथा ब्रिटेन में 598 MW की संस्थापित क्षमता है। आयर्लैण्ड, स्वीडन, नीदरलैंड, नॉर्वे, फिनलैण्ड और बेल्जियम जैसे अन्य देशों में भी तट से दूर समुद्र में पवन खेत स्थापित हैं। संपूर्ण विश्व में आज तट से दूर समुद्र के प्रदेशों में 2 GW की संस्थापित पवन खेत हैं। तट से दूर समुद्र में पवन ऊर्जा के सामने आज समुद्र के अंदर केबलिंग कार्य एवं नींव की उप-संरचनाओं की आवश्यकता और उनकी उच्च लागतों की चुनौतियाँ ही अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। इसके साथ, पवन टरबाइन आर्थिक रूप से व्यावहारिक हैं जब पानी की गहराई 15-30 मीटर है। राष्ट्रीय पवन परिवीक्षण के अंतर्गत भारत में पश्चिमी तटवर्ती प्रदेशों में 54 स्थानों से पवन स्रोत इकट्ठे किए गए, फिर भी तट से दूर समुद्र के अंदर आज तक कोई नहीं है। आमतौर पर, पश्चिमी तटवर्ती प्रदेश में समुद्र स्तर पर माध्यमिक क्षमता देखा गया है, लेकिन पश्चिमी/अरबी समुद्र में स्थित द्वीपों में अच्छे पवन हो सकते हैं। प्राथमिक अध्ययनों से यह पता चलता है कि भारत प्रायद्वीप एवं गुजरात के कुछ क्षेत्रों में तट से दूर समुद्र के अंदर अच्छी क्षमता होने की संभावना है। श्रीलंका की तरफ निकला हुआ 9 किलोमीटर की लंबाई एवं 200 मीटर की चौड़ी भूमि आर्थिक रूप से व्यावहारिक पवन माप का वजन देता है तथा सी-वेट इसका उपयोग करने की योजना बना रहा है। तट से दूर समुद्र के अंदर पवन खेतों में स्थिर पवन की गति, भूमि हड़पने की समस्याओं से दूर, बेहतर क्षमता उपयोग पहलू, पवन की स्थिर स्थिति के अंतर्गत उपकरणों की बढ़ती हुई विश्वसनीयता जैसे लाभ होंगे। वर्तमान में तट से दूर समुद्र के अंदर पवन परियोजनाओं की लागतें तटवर्ती प्रदेशों में स्थित खेतों की लागतों के दुगुने हैं। फिर भी, भारत में उनकी संभावना की तुलना में यूरोप के तट से दूर समुद्र के अंदर की परियोजनाओं की लागतें अधिक हो सकती हैं। हमें यह मानकर आशावादी होना चाहिए कि तट से दूर समुद्र के अंदर पवन कम उपद्रवी होता है तथा 30% से भी अधिक ऊर्जा पैदा करने की संभावना है। लगभग तट से दूर समुद्र के अंदर के पवन खेतों में

MW वर्ग मशीनों का प्रयोग करते हैं जो 2-3 MW श्रेणी के बीच में होते हैं। भारत ने तट से दूर समुद्र के अंदर के पवन खेतों में अब तक 2 MW उच्च क्षमता के प्रकार को ही अपनाया है। इससे पहले जून में सी-वेट ने धनुषकोडी के तटवर्ती प्रदेशों में सोडार (ध्वनि कमी एवं श्रेणीकरण) मापों का इस्तेमाल करते हुए तट से दूर समुद्र के अंदर पवन शक्ति को मापने के लिए कार्यक्रम शुरू किया था। उस क्षेत्र में तट से दूर समुद्र के अंदर अच्छी पवन शक्ति पाई गई। वर्तमान में सी-वेट, अगले साल उपकरणिकृत मास्ट का इस्तेमाल करते हुए तट से दूर समुद्र के अंदर पवन स्रोत निर्धारण की परियोजना शुरू करने की योजना बना रहा है और इसके लिए आवश्यक सरकारी, कार्यनीति युक्त, पर्यावरणीय, समुद्री क्षेत्र अनुमति प्राप्त कर रहा है। तट से दूर समुद्र के अंदर पवन खेत परियोजनाओं के साथ आगे बढ़ने के लिए असैनिक विमानन, जलसेना, तटरक्षक एवं विशेष परियोजना अनुमति के साथ तटवर्ती विनियमन क्षेत्र (सी.आर.ज़ेड) सीमाओं के अनुपालन भी प्राप्त करना जरूरी है।

सी-वेट का अनुसंधान एवं विकास एकक ने तमिलनाडु स्थित तेनकासी जिले में स्थित एक उत्पादन की कंपनी के अनुरोध पर आईसीसी 61400-11 के अनुसरण में ध्वन्यात्मक मापन किया है। एकक ने पवर की गुणवत्ता मापने तथा पवन पवर के असीम ग्रिड पेनिट्रेशन के लिए भारतीय पवन ग्रिड कोड का प्रारूप तैयार करने का प्रयास किया है।

पवन स्रोत निधारण एकक, नियमित रूप से किए जानेवाले कार्यों के अतिरिक्त नवीन पवन परिवीक्षण स्टेशनों की स्थापना करने, पवन डेटा विश्लेषण कार्य, निजी क्षेत्र से पवन डेटा का वैधीकरण तथा सूक्ष्मस्थलीकरण परियोजना कार्यों के अतिरिक्त, तिरुनेलवेली के तेवरकुलम के पास अधिक प्रचालित पवन खेतों पर सही विस्तृत एवं उत्पादन आकलनों पर अध्ययन कार्य कर रहा है।

परीक्षण एकक ने सतारा के पास 1.65 MW क्षमता तथा तमिलनाडु, तेनकासी के पास स्थित पोडुर्गै में 750 kW क्षमता युक्त मशीन का परीक्षण करने हेतु करार पर हस्ताक्षर किया है। साथ ही एकक ने परियोजना परीक्षण हेतु मेसर्स विनविण्ड एवं मेसर्स आइन्वॉक्स विण्ड लिमिटेड के साथ करार पर हस्ताक्षर किया है।

मानक एवं प्रामाणीकरण एकक, आईएसओ 9001-2000 मानकों के अनुसरण में पूर्व प्रमाणित पवन टरबाइन मॉडलों के प्रामाणीकरण के नवीनीकरण तथा गुणवत्ता प्रबंधन व्यवस्था कार्यों में अत्यंत सक्रिय है। आईटीसीएस एकक ने विद्यालय एवं कालेज के विद्यार्थियों को समझाने तथा पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी से पहली बार परिचित होनेवाले आगंतुकों के लिए पानी के पंप एवं पवन टरबाइनों के चालू मॉडलों से युक्त प्रदर्शनी सुविधा स्थापित की है। साथ ही, सी-वेट ने ऊर्जा से संबंधित प्रदर्शनी तथा औद्योगिक/शैक्षणिक तकनीकी कार्यक्रमों में सक्रिय रूप से भाग लिया है।

आपके सक्रिय प्रतिक्रिया एवं समर्थन के साथ सी-वेट, सतत बढ़नेवाली विशेषज्ञता एवं 'सी-वेट दल' के अनुभव के माध्यम से अपनी मूल्यवान सेवाएं प्रदान करने के लिए तत्पर है।

**एस. गोमतीनायगम**  
कार्यकारी निदेशक

## विषय-सूची

- + सक्रिय सी-वेट 2
- + लेख - 4
- भारतीय पवन ग्रिड कोड

## संपादक मण्डल

मुख्य संपादक

डॉ. एस. गोमतीनायगम  
कार्यकारी निदेशक

सहायक संपादक

पी कनगवेल

इकाई प्रमुख प्रभारी, आईटीसीएस

सदस्य

राजेश कट्याल

इकाई प्रमुख, अनुसंधान एवं विकास

इ श्रीवलसन

इकाई प्रमुख, डबल्यूआरए &  
आईटीसीएस

एस ए मैथ्यू

इकाई प्रमुख प्रभारी, परीक्षण

ए सेंथिल कुमार

इकाई प्रमुख प्रभारी, मानक एवं प्रमाणन

डी लक्ष्मणन

मुख्य प्रबंधक, वित्त एवं प्रशासन



## अनुसंधान एवं विकास एकक के कदम आगे

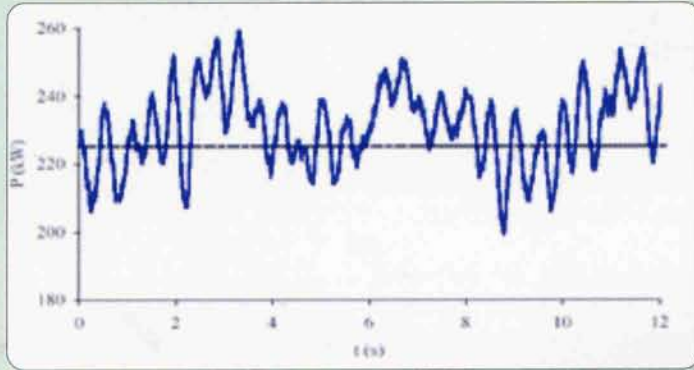
### 750 kW क्षमता युक्त पवन टरबाइन का ध्वन्यात्मक मापन

अक्सर यह पाया जाता है कि जैसे ही पवन टरबाइन आवाज करने लगती है, वह पुरानी हो जाती है जिससे आसपास की जगहों में बसने वालों के लिए ध्वनि प्रदूषण हो जाता है। इसके संदर्भ में तमिलनाडु के तिरुनलवेली जिले में स्थित तेनकासी में एक सक्रिय स्टॉल नियंत्रित GWPL 750 kW पवन टरबाइन की सतत गति पर ध्वन्यात्मक मापन कार्य हेतु परामर्श परियोजना शुरू की गई। आईईसी 61400-11 के अनुसरण में ही मापन कार्य चलाए गए।

ध्वनि दबाव स्तर एवं एक तिहाई भाग ऑक्टव बैण्ड स्पेक्ट्रा मापे गए। पवन टरबाइनों के 10 m की ऊँचाई पर 8 से 10 m/s की गति श्रेणी में अ वेयटेड ध्वनि पवर के स्तर एवं स्वर का आकलन किया गया।

### 600 kW पवन टरबाइन की पवर गुणवत्ता का मापन

पवन टरबाइन की पवर गुणवत्ता पवन टरबाइन टर्मिनलों में पीक पवर, प्रतिक्रियात्मक पवर अवशोषण, वोल्टेज का उतार-चढ़ाव एवं सुसंगत निस्सारण के गुणधर्म करनेकट किए गए स्थानीय ग्रिड पर उसके प्रभाव निर्धारित करने में सहायक हुए। अतः अनुसंधान एवं विकास के पवन खेत में पिच नियमित पवन टरबाइन की पूर्ण प्रचालन श्रेणी के लिए पवर गुणवत्ता प्राचलों को निर्धारित करने के लिए प्रायोगिक अध्ययन किया गया।



सक्रिय पवर बनाम समय

### भारतीय पवन ग्रिड कोड

ग्रिड से कनेक्ट करने की सुविधा के साथ पर्याप्त पवन पवर युक्त क्षेत्रों में (50 m की हब ऊँचाई पर 200W/sq.m) पवन टरबाइन स्थापित किए गए हैं। अच्छी पवन पवर की सघनता युक्त क्षेत्रों में अनिवार्य रूप से एक मजबूत ग्रिड से सुसज्जित नहीं हैं क्योंकि वे प्रमुख जनरेटर स्टेशनों से दूर ग्रामीण क्षेत्रों में स्थित हैं। पवन टरबाइनों के अधिकाधिक फैलने के कारण तमिलनाडु जैसे राज्यों में संस्थापित क्षमता के रूप में लगभग 42% का उच्च स्तर देखा जाता है तथा पवन टरबाइनों की स्थापना प्रक्रिया में मानक पद्धति लागू करने की आवश्यकता महसूस की गई। अतः मसौदा स्तर के भारतीय पवन ग्रिड कोड का विकास करने के लिए मेसर्स पवर रिसर्च एण्ड डेवेलपमेंट कंसल्टेंट प्राइवेट लिमिटेड, बेंगलूर को एक परियोजना प्रायोजित की गई। मसौदा रिपोर्ट तैयार की गई है और उसे केन्द्रीय विद्युत शक्ति विनियामक आयोग (सीईआरसी) को प्रस्तुत किया गया है जिन्होंने ग्रिड में नवीकरणीय ऊर्जा को समेकित करने के लिए कार्य-दल गठित किया है।

## पवन संसाधन निर्धारण में प्रगति

जून से लेकर सितंबर तक की अवधि में 4 राज्यों (उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, कर्नाटक एवं उत्तराखण्ड) में 8 नए पवन परिवीक्षण स्टेशन संस्थापित किए गए। वर्तमान में, मंत्रालय एवं अन्य ऐजेंसियों द्वारा विभिन्न निधि प्राप्त परियोजनाओं के अंतर्गत देश के 21 राज्यों में 98 पवन परिवीक्षण स्टेशन तथा संघ राज्य क्षेत्रों में 1 पवन परिवीक्षण स्टेशन प्रचालित हैं।

इस अवधि में एक नए मेसर्स सुजलॉन इनर्जी लिमिटेड, पुणे के लिए राजस्थान में फलोडी के लिए मेसर्स वेस्टास विण्ड टेक्नॉलोजी प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई के लिए कर्नाटक के दावणगिरि जिले में स्थित हरप्पणहल्ली-ख तथा मेसर्स सुजलॉन इन्फ्रॉस्ट्रक्चर सर्विस लिमिटेड, पुणे के लिए गुजरात में गोसार् मोचा, वरवडा, बलम्भा, अडोदर में पवन परिवीक्षण की वैधीकरण प्रक्रिया परियोजनाएँ प्रचालित की गईं।

कर्नाटक पवर निगम लिमिटेड के लिए कर्नाटक में कम्पटगुड्डा एवं गुल्लेडगुड्डा में पवन खेत संस्थापित करने के लिए सूक्ष्म स्थलीकरण परियोजनाएँ की जा रही हैं।

मेसर्स आईटीसी लिमिटेड, बेंगलूर के लिए कर्नाटक में हासन और हरप्पणहल्ली के लिए मेसर्स एनरकॉन इंडिया लिमिटेड, मुम्बई के लिए महाराष्ट्र के खण्डके में 50.4 MW पवन खेत, मेसर्स आईटीसी लिमिटेड, बेंगलूर के लिए महाराष्ट्र के चकला एवं बोते में पवन खेत परियोजनाओं के लिए उत्पादन का आकलन किया जा रहा है तथा सुजलॉन इनर्जी लिमिटेड, पुणे के लिए पवर कर्व निरूपण का मूल्यांकन कार्य किए जा रहे हैं।

मेसर्स एनएसएल पवर प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद के लिए कर्नाटक में चित्रदुर्गा जिले में सिद्धवण्डुर्गा में तीन स्थानों में, मेसर्स तेहरी हाइड्रो डेवेलपमेंट कॉर्पोरेशन लिमिटेड, ऋषिकेश के लिए उत्तराखण्ड के गढ़वाल जिले में तेहरी बाँध तथा मेसर्स तमिलनाडु न्यूजप्रिंट एण्ड पेपर्स लिमिटेड (टीएनपीएल), चेन्नई के लिए तमिलनाडु के तिरुनेलवेली जिले में देवकुलम में पवन मापन अध्ययन पर परियोजनाएँ की जा रही हैं।

मेसर्स मैसूर मर्केन्टाइल को. लिमिटेड, बेंगलूर के लिए कर्नाटक के बेळगांव जिले में तोरणहल्ली गांव में पवन डेटा इकत्रीकरण, प्रक्रिया एवं विश्लेषण परियोजनाएँ शुरू की गई हैं।

### इस अवधि के दौरान एकक ने निम्नांकित परियोजनाओं को भी पूरा किया है :

- अकाल एवं पोहरा में (राजस्थान के जयसल्मेर जिले) पवन शिरावल्ली में (महाराष्ट्र के सतारा जिला) तथा हरप्पणहल्ली-1 (कर्नाटक में दावणगिरि जिले में) विभिन्न पवन खेत उद्यमियों के लिए परिवीक्षण स्टेशन के लिए परियोजना प्रक्रिया वैधीकरण परियोजनाएँ पूर्ण हैं।
- गुजरात के कच्छ जिले में सूरजबारी में प्रस्तावित 50x600 kW पवन खेत परियोजना, मेसर्स एमएसपीएल लिमिटेड, होसपेट के लिए दावणगिरि जिले में हरिहर के 11x600 kW पवन खेत परियोजना तथा मेसर्स आईटीसी लिमिटेड, बेंगलूर के लिए कर्नाटक में हासन एवं हरप्पणहल्ली में स्थल वैधीकरण एवं उत्पादन आकलन कार्य किए गए।
- मेसर्स नर्मदा विण्ड इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड, जबलपुर के लिए मध्य प्रदेश के सेनोई जिले में सनडोंगरी में पवन स्रोत निर्धारण अध्ययन कार्य किए गए।

## परीक्षण एकक

### ने की प्रगति

- सी-वेट एवं मेसर्स घोडावट इंडस्ट्रीज (इंडिया) प्राइवेट लिमिटेड के बीच दिनांक 14 अगस्त 2009 को महाराष्ट्र में सतारा के पास कालेधोन में स्थित उनके G1650 kW मॉडल पवन टरबाइन का परीक्षण करने के लिए करार पर हस्ताक्षर किया गया।
- सी-वेट एवं मेसर्स पायनियर विनकॉन प्राइवेट लिमिटेड के बीच दिनांक 26 अगस्त 2009 को तमिलनाडु में तेनकासी के पास पोडुगई में उनके 750 kW पवन टरबाइन के पवर कर्व मापन कार्य हेतु करार पर हस्ताक्षर किया गया।
- सी-वेट एवं विनविण्ड पवर इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड के बीच दिनांक 14 सितंबर 2009 को तमिलनाडु में कथथार, अरुयुरुतु में 1000 kW पवन टरबाइन की सुरक्षा एवं प्रकार्य परीक्षण के लिए करार पर हस्ताक्षर किया गया।
- सी-वेट एवं मेसर्स आइनोंक्स विण्ड लिमिटेड के बीच दिनांक 24 सितंबर 2009 को तमिलनाडु में कथथार के पास चेट्टिकुरुची में उनके 2000 kW पवन टरबाइन का परीक्षण करने के लिए करार पर हस्ताक्षर किया गया।
- मेसर्स एमईटीएसओ, फिनलैण्ड के श्री ऐरिक्की वी. जाटिनेन, उत्पाद प्रमुख ने दिनांक 7 सितंबर 2009 को सी-वेट का दौरा किया और उन्होंने एसईएनएसओडीईसी 6 S -पवन टरबाइन स्वास्थ्य परीक्षण व्यवस्था पर चर्चा की तथा पवन टरबाइनों के लिए स्वास्थ्य परीक्षण व्यवस्थाओं पर भाषण दिया।

## मानकीकरण और प्रामाणीकरण एकक

### में कदम आगे बड़े

- टैप्स-2000 (संशोधित) के अनुसार उनकी पवन शक्ति -600 kW पवन टरबाइन के अनंतिम प्रकार प्रमाण-पत्र के नवीनीकरण के लिए मेसर्स आरआरबी इनर्जी लिमिटेड के साथ करार पर हस्ताक्षर किया गया है।
- टैप्स-2000 (संशोधित) के अनुसार वर्ग-खख के अंतर्गत उनी पवन शक्ति -600 kW पवन टरबाइन मॉडल में 65m हब ऊँचाई की ट्यूबलर टवर शामिल करने के लिए अनंतिम प्रकार प्रमाण-पत्र के नवीनीकरण के लिए मेसर्स आरआरबी इनर्जी लिमिटेड के साथ करार पर हस्ताक्षर किया गया है।
- मेसर्स आरआरबी इनर्जी लिमिटेड को दस्तावेजों के सफल पुनरीक्षण के पश्चात् उनके 600 kW पवन टरबाइन मॉडल के लिए नवीनीकृत प्रमाण-पत्र जारी किया गया है।
- डेट नॉर्सके वेरिटास (डीएनवी) द्वारा आयोजित आवधिक परीक्षण के दौरान आईएसओ 9001:2000 के अनुसरण में गुणवत्ता प्रबंधन सेवाओं को जारी रखने की संस्तुति प्रदान की गई है।
- टैप्स-2000 (संशोधित) के अंतर्गत लिए गए प्रामाणीकरण परियोजना के कार्य जारी हैं।
- सतत सुधार कार्य एवं गुणवत्ता प्रबंधन व्यवस्था के कार्य जारी हैं।

## आईटीसीएस एकक

### से प्रमुख समाचार

#### प्रदर्शन सुविधा

प्रदर्शन कक्ष में प्रदर्शन सुविधा की स्थापना के लिए पानी पंप करनेवाली पवन चक्की के प्रचालित मॉडल तथा घूमनेवाली इकाई के लिए सूचना तैयार की जा रही है जिसमें सी-वेट के क्रियाकलाप एवं पवन टरबाइन प्रौद्योगिकियों को प्रदर्शित किया जाएगा। प्रदर्शनी कक्ष सुविधाओं को स्थापित करने के लिए सभी कार्य समाप्त हैं तथा देश के विभिन्न भागों से कालेज एवं विद्यालय के विद्यार्थी, प्राध्यापकगण, उद्योगपति एवं महत्त्वपूर्ण व्यक्तियों ने इस कक्ष का दौरा किया और सभी ने उक्त सुविधा को अत्यंत ज्ञानवर्धक बताया है।

#### क्लिकट्रॉनिका 09 प्रदर्शनी में सी-वेट की प्रतिभागिता

सी-वेट ने क्लिकट्रॉनिका 09 प्रदर्शनी, कर्नाटक इलेक्ट्रॉनिक उद्योग संकाय द्वारा 16 जुलाई 2009 से लेकर 19 जुलाई 2009 के बीच की अवधि में नवीकरणीय ऊर्जा पर आयोजित दो दिवसीय वाणिज्यिक प्रदर्शनी एवं सम्मेलन में स्टॉल लगाया जिसके माध्यम से सी-वेट के क्रियाकलापों तथा प्रदान की जानेवाली सेवाओं का प्रचार प्रसार किया गया। कई प्रतिभागियों और आगंतुकों ने स्टॉल का दौरा किया तथा स्टॉल में प्रदान किए गए तकनीकी विवरणों की सराहना की।

#### इकोफेस्ट 09 का प्रायोजन

सी-वेट ने कृषि अभियांत्रिकी कालेज एवं अनुसंधान संस्थान, तमिलनाडु कृषि विश्वविद्यालय, कोयम्बतूर द्वारा 28 जुलाई 2009 को आयोजित 'इकोफेस्ट' के राष्ट्रीय स्तर के सम्मेलन के सफल आयोजन को समर्थन देते हुए उसे प्रायोजित किया है।

#### आरुष 09 में सी-वेट की प्रतिभागिता

एसआएम विश्वविद्यालय, चेन्नई द्वारा 9-11 सितंबर 2009 की अवधि में आयोजित किए गए राष्ट्रीय स्तर के टेकफेस्ट, आरुष 09 में सी-वेट ने अपना स्टॉल लगाया। कई विद्यार्थियों ने स्टॉल का दौरा किया और पवन ऊर्जा के बारे में जानकारी प्राप्त की।

#### सी-वेट परिसरों का दौरा

निम्नलिखित दौरे आयोजित किए गए, जिसमें सी-वेट के क्रियाकलाप, प्रदान की जानेवाली सेवाएं तथा परिसरों में उपलब्ध सुविधाओं की जानकारी प्रदान की गई।

- दिनांक 13 जुलाई 2009 को क्रेसेंट विद्यालय, वंडलूर से दो प्राध्यापकों के साथ 30 विद्यार्थियों ने सी-वेट का दौरा किया।
- दिनांक 23 जुलाई 2009 को प्राध्यापकों के साथ राष्ट्रीय तकनीकी प्राध्यापक प्रशिक्षण एवं अनुसंधान संस्थान, तस्मणि से 15 प्रतिभागियों ने केन्द्र का दौरा किया।
- दिनांक 12 अगस्त 2009 को श्री स्टीफन माइनर, वरिष्ठ उपाध्यक्ष, अमरीकी पवन ऊर्जा संघ ने केन्द्र का दौरा किया।
- दिनांक 17 अगस्त 2009 को मिट्सुबिशी अनुसंधान संस्थान के श्री टेट्सुआ एन्मोटो ने केन्द्र का दौरा किया।
- दिनांक 8 सितंबर 2009 को श्री स्टीव सॉयंगर, महासचिव, ग्लोबल पवन ऊर्जा परिषद् (जी-डब्ल्यूईसी) ने केन्द्र का दौरा किया।
- दिनांक 8 सितंबर 2009 को तमिलनाडु कृषि विश्वविद्यालय, कोयम्बतूर के 6 एम.टेक (जैव ऊर्जा) के विद्यार्थियों ने दो प्राध्यापकों के साथ केन्द्र का दौरा किया।

## भारतीय पवन ग्रिड कोड

श्री राजेश कट्याल, वैज्ञानिक एवं प्रमुख, अनुसंधान एवं विकास एकक, सी-वेट  
ईमेल : katyal@cwet.res.in

### 1. परिचय

आज भारत 10242.5 MW के पवन पवर की संस्थापित क्षमता (मार्च 2009 तक) के साथ विश्व में पाँचवाँ स्थान प्राप्त कर चुका है जो संपूर्ण विश्व में ग्रिड से कनेक्ट किए गए कुल 1,52,000 MW का 7% प्रतिशत भाग है। यह वर्ष 2004 में 3.5:से बढ़कर वर्तमान में उपलब्ध आज की क्षमता तक बढ़ गया है।

पवन टरबाइनों को पर्याप्त पवन पवर सघनता (50 m की हब ऊँचाई के साथ 200W/sq m) युक्त क्षेत्रों में संस्थापित किए जाते हैं जिन्हें ग्रिड के साथ कनेक्ट करने का प्रावधान है। यह कोई अनिवार्य नहीं है कि अच्छे पवन पवर सघनता युक्त क्षेत्रों में सही ग्रिड हों क्योंकि ये मुख्य रूप से प्रमुख उत्पादन स्टेशनों से दूर हैं। फिर भी प्रारंभिक दिनों में ग्रिड में बहुत कम पवन ऊर्जा के पहुँचने से स्थानीय जगहों में संपूर्ण पवर व्यवस्था का प्रभाव कम पड़ गया। ग्रिड के कनेक्शन के पाइंट पर वोल्टेज का उतार-चढ़ाव, फ्लिकर, अभिक्रियात्मक पवर अवशोषण देखा गया। ग्रिड से वीएआर आहरण के लिए राज्य विद्युत शक्ति बोर्ड द्वारा लगाए गए जुर्माना को छोड़कर पवन टरबाइनों के ग्रिड से कनेक्शन को संचालित करने के लिए कोई तकनीकी विनियमन नहीं हैं। फिर भी, तमिलनाडु जैसे राज्यों में पवन टरबाइनों के संस्थापन के 42% तक बढ़ जाने के कारण पवन टरबाइनों के लिए मानक प्रचालन पद्धतियों को सुनिश्चित करने की आवश्यकता महसूस की गई। इससे पवन टरबाइनों के लिए विशिष्ट मागदर्शनों को स्थापित करने हेतु पवन टरबाइन के लिए ग्रिड कोड का मसौदा तैयार किया गया।

### 2. पवन टरबाइनों के ग्रिड व्यवहार

मुख्य रूप से इंडक्शन जनरेटरों से युक्त फिक्स किए हुए गति टरबाइन पवनों से ही टरबाइनों के ग्रिड व्यवहार निर्धारित किए जाते हैं। यह परंपरागत जनरेटरों के विपरीत है जो सिंक्रोनस जनरेटर/ ऑल्टर्नेटर हैं तथा इनके गुणधर्म इंडक्शन जनरेटरों से भिन्न हैं। इंडक्शन जनरेटरों से युक्त मशीनों को वीएआर समर्थन के लिए कैपेसिटर बैंकों की जरूरत है, अन्यथा ग्रिड से अभिक्रियात्मक पवर खींच जाएगा। अभिक्रियात्मक पवर के खींचने से ग्रिड से कनेक्शन के पाइंट पर वोल्टेज प्रोफाइल पर प्रभाव पड़ता है। फिर भी, भिन्न प्रकार के पवन टरबाइनों में, जिनमें बाउंड रोटार या स्थिर चुम्बकीय सिंक्रोनस जनरेटरों का प्रयोग होता है, उन्हें अभिक्रियात्मक पवर समर्थन की जरूरत नहीं है। उन्हें पवर कन्वर्टर जैसे द्वारा पैदा किए गए हॉर्मोनिकस जैसे मामलों से निपटना होगा और उन्हें नियंत्रण में रखना जरूरी है।

व्यवस्था की खराबी/गड़बड़ी के दौरान पवन टरबाइन का व्यवहार भी दूसरा प्रमुख लक्षण है। पवन टरबाइनों की डिजाइन ऐसी बनाई गई है कि व्यवस्था में खराबी के दौरान तथा कनेक्शन के पाइंट पर वोल्टेज जब एक निर्धारित मूल्य की प्रतिशत से कम हो जाए तो वह डिस्कनेक्ट हो जाए। यदि पवन टरबाइन व्यवस्था में खराबी होने के दौरान ग्रिड से कनेक्टेड रहना है तो अभिक्रियात्मक पवर के स्रोत को उत्पादन मोड में ऐसी खराबी की स्थितियों के दौरान पवन टरबाइन को बनाए रखना चाहिए।

पवन की प्रकृति वर्षों में भिन्नता, पवन ऊर्जा की सबसे बड़ी कमी बताई जाती है जो ग्रिड का सबसे महत्वपूर्ण पहलू है। पवन के उत्पादन को उसकी तरंगी प्रकृति के कारण नियत नहीं बनाया जा सकता।

तथापि, विभिन्न उत्पादक भिन्न भिन्न प्रचालन मानकों को अपनाते हैं तथा व्यवस्था व्यवहार के अभाव में किसी भी प्रकार का ग्रिड कोड अनिश्चित रहेगा।

### 3. विश्वस्तर का चित्र

अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर पवन के लिए संस्थापन के संदर्भ में ग्रिड कोड बनाए गए हैं और ये देश पवन ऊर्जा के क्षेत्र में नेतृत्व कर रहे हैं। अमरीका, जर्मनी, स्पेइन, डेन्मार्क, चीन, नॉर्डिक देश, कैनडा, आयरलैंड जैसे देशों ने अपने ग्रिड कोड को लागू किया है। इनमें से हर ग्रिड कोड में आम रूपरेखा शामिल की गई है जो पवन से संबंधित विशिष्ट मामलों से निपटता है। फिर भी, उसमें शामिल किए गए विनियमन ग्रिड की प्रकृति, संस्थापन क्षमता, पवन प्रवाह, उच्च पवन क्षेत्र आदि को ध्यान में रखते हुए बनाए गए हैं। उदाहरण के लिए डैनिश ग्रिड कोड को देश में पवन पवर के उच्च प्रवाह को ध्यान में रखकर बनाए गए हैं।

आमतौर पर पवन के लिए तैयार किए जानेवाले ग्रिड कोड निम्नलिखित मामलों से संबद्ध हैं :

- सक्रिय पवर कंट्रोल
- बारंबारता
- वोल्टेज एवं अभिक्रियात्मक पवर के मामले
- क्षमता के माध्यम से खराबी पहलू
- सुरक्षा
- फ्लिकर, हॉर्मोनिकस आदि जैसे पवर गुणवत्ता के मामले

### 4. ग्रिड कोड की आवश्यकताएं

#### 4.1 सक्रिय पवर कंट्रोल

यह पवन टरबाइन जनरेटरों की क्षमता है जो पवन टरबाइन के सक्रिय पवर आऊटपुट को नियमित करते हैं। पवन टरबाइनों के सक्रिय पवर कंट्रोल, व्यवस्था में स्थिर बारंबारता में स्थिरता को सुनिश्चित करते हैं ताकि ट्रांसमिशन की लाइनों पर ओवर लोड को रोक सके, बहुत बड़े वोल्टेज के स्तरों से दूर रहे तथा पवन टरबाइनों को शुरू करते समय एवं बंद करते समय एकदम से रश-इन करंटों की प्रक्रिया को रोक सके। पवन टरबाइन में टरबाइन द्वारा पवर आऊटपुट पवन गति एवं ग्रिड में भेजे गए पवर का प्रकार्य है जो ग्रिड की बारंबारता के बावजूद भी होता है। फिर भी, इस पहलू से सक्रिय पवर कंट्रोल, पवर की बारंबारता को ही नहीं लेगा अपितु ग्रिड की आवश्यकताओं को भी लेगा। पवन टरबाइनों को शुरू करते समय रश-इन करंटों को भी नियमित करना होगा।

खराबी के दौरान यदि टरबाइन को ऑन लाइन में रहना पड़े, तो जनरेटर की ट्रिप होने की प्रक्रिया को रोकने के लिए सक्रिय पवर आऊटपुट को नियंत्रित रूप से नियमित किया जाना है। साथ ही, सक्रिय पवर आऊटपुट को खराबी निकालने के बाद खराबी से पहले के वैल्यू में लाना होगा।

व्यवस्था की खराबी को ठीक करने के बाद या शुरू करते समय पवर एकदम से फैल जाता है और इससे पवर सर्ज नहीं होना चाहिए।

#### 4.2 बारंबारता की आवश्यकताएं

व्यवस्था की बारंबारता, पवर संतुलन का एक प्रमुख इंडिकेटर है। उत्पादन में कमी के साथ साथ माँग भी कम हो जाती है जिससे कि बारंबारता नॉमिनल बारंबारता के स्तर से कम हो जाता है तथा उल्टा भी होता है। भारत में, बारंबारता 48.5 - 51.5 Hz के बीच में होने पर पवर असंतुलन होता है। इस असंतुलन को परंपरागत सिंक्रोनस जनरेटरों के प्राथमिक नियंत्रण एवं गौण कंट्रोल से भी घट जाता है। लोड के अधिक होने की स्थिति में सिंक्रोनस जनरेटर में भंडार की हुई ऊर्जा पवर में संतुलन लाता है जिससे कि जनरेटर की

घूर्णन की गति को कम करता है, अतः बारंबारता पैदा होती है। प्राथमिक कंट्रोल इकाई, बारंबारता को स्थिर बनाने के लिए 1-30s की समय अवधि में काम करता है। गौण कंट्रोल, द्वारा स्वायत्त जनरेशन कंट्रोल या व्यवस्था प्रचालक द्वारा हस्तचालित पद्धति से होता है और यह 10-15 मिनटों की अवधि में काम करता है।

पवन टरबाइनों में प्रवाह कम होने से व्यवस्था की बारंबारता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। पवन टरबाइनों के उच्च प्रवाह से ग्रिड पर काफी प्रभाव पड़ सकता है। इसके बावजूद भी पवन टरबाइन, प्राथमिक कंट्रोल में कोई योगदान नहीं दे सकते। आवश्यकता होने पर उच्च बारंबारता के दौरान पवन टरबाइन के पवर आऊटपुट को नियमित किया जा सकता है। फिर भी, बारंबारता में कमी के दौरान ग्रिड में अधिक योगदान देने के लिए पवन टरबाइन के पवर आऊटपुट को कंट्रोल नहीं किया जा सकता।

### 4.3 वोल्टेज एवं अभिक्रियात्मक पवर के मामले

इंडक्शन जनरेटर युक्त पवन टरबाइनों को अभिक्रियात्मक पवर समर्थन की जरूरत पड़ती है। स्टैटकॉम जैसे अत्यंत सक्रिय वीएआर समर्थन उपकरणों के उपलब्ध होने के बावजूद भी पवन खेतों में अभिक्रियात्मक पवर प्रतिकरण के लिए कपैसिटर बैंक अत्यंत इच्छित पद्धति माने जाते हैं। यदि उसका प्रतिकरण सही तरह से नहीं होता, तो व्यवस्था से अभिक्रियात्मक पवर का आहरण, अत्यधिक गरम हो जाने तथा लाइनों के डी-रेटिंग का नुकसान हो सकता है। अभिक्रियात्मक पवर के संदर्भ में दुगुने स्तर पर फीड किए गए इंडक्शन जनरेटर तथा सिंक्रोनस जनरेटर आधारित पवन टरबाइनों में कोई रुकावटें नहीं होंगी। अतः विभिन्न प्रकार के पवन टरबाइनों को ग्रिड कोड के माध्यम से मानकीकृत किया जा सकता है।

### 4.4 खराबी // कम वोल्टेज राइड थ्रू

यह कनेक्शन की पाइंट पर वोल्टेज ड्रॉप की निर्धारित अवधि के दौरान पवन टरबाइन की ट्रिप हुए बिना ग्रिड के साथ कनेक्टेड रहने की क्षमता बताता है। खराबी राइड थ्रू, खराबी के दौरान कॉमन कप्लिंग की पाइंट (पीसीसी) में वोल्टेज ड्रॉप की मात्रा तथा ग्रिड व्यवस्था द्वारा सामान्य स्थिति में लाने के लिए लिए गए समय पर निर्भर है।

व्यवस्था में उतार-चढ़ाव के दौरान यदि ग्रिड से कनेक्ट किए गए अत्यधिक उत्पादन की क्षमता वाले जनरेटर अपने प्रचालनों को जारी रखते हैं, यह व्यवस्था को सामान्य स्थिति में वापस जाने में सहायता प्रदान करता है। इसके विपरीत इस तरह के जनरेटर को डिस्कनेक्ट करने से उतार-चढ़ाव की प्रक्रिया बढ़ जाएगी और व्यवस्था कोलेप्स हो सकती है। यदि खराबी परंपरागत जनरेशन इकाई की हानि करे तो व्यवस्था को जनरेटर की हानि को पूरा करने के लिए पर्याप्त स्पिनिंग रिजर्व की आवश्यकता पड़ सकती है। अतः क्षमता में से खराबी राइड करने की आवश्यकता है।

जब खराबी पवन टरबाइन की टर्मिनलों में वोल्टेज ड्रॉप पैदा करे तो इंडक्शन जनरेटरों की अभिक्रियात्मक पवर की माँग बढ़ जाएगी। जनरेटर की टर्मिनलों में अभिक्रियात्मक पवर समर्थन उपलब्ध होने पर ही ग्रिड से अभिक्रियात्मक पवर आहरित होगा।

### 4.5 पवन खेत सुरक्षा

जब बहुत बड़े पवन खेत ग्रिड से कनेक्टेड हैं, पवन टरबाइनों को एक निर्धारित वोल्टेज एवं बारंबारता की सीमाओं के अंदर ही ग्रिड से कनेक्टेड रहना चाहिए। खराबी के दौरान उच्च वोल्टेज एवं अधिक वोल्टेज के अंतर्गत उच्च शॉर्ट सर्क्युट करंट पवन टरबाइन को नुकसान पहुँचा सकते हैं। पवन टरबाइन की रीले सुरक्षा व्यवस्था को देखना चाहिए :

- व्यवस्था का सामान्य प्रचालन तथा खराबी के दौरान एवं खराबी के बाद नेटवर्क को समर्थन
- नेटवर्क से होनेवाली खराबियों से होनेवाले नुकसान से पवन खेतों की सुरक्षा

पवन टरबाइनों को कम बारंबारता तथा अधिक बारंबारता सुरक्षा, जनरेटर ट्रांसफॉर्मर के डिफरेंटशियल सुरक्षा तथा बैक-अप सुरक्षा से युक्त होना चाहिए। कुछ ग्रिड कोडों में सुरक्षा व्यवस्था की आवश्यकताओं का उल्लेख किया गया है, जबकि अन्य कोड में पवन खेत एवं व्यवस्था सुरक्षा के बारे में कोई विशेष उल्लेख नहीं है।

ग्रिड कोड की आवश्यकता ये है कि कहीं भी कम वोल्टेज हो पवन टरबाइन में राइड थ्रू स्कीम और बारंबारता स्कीम लागू किए जाएं। इनकी सेटिंग, ट्रांसमिशन व्यवस्था सुरक्षा रीलेइंग के साथ सही समन्वय में किया जाए।

### 4.6 डेटा की आवश्यकताएं

पवन खेतों में रियल टाइम की स्थिति में अद्यतन सूचना प्राप्त करने के लिए बृहत पवन खेतों का अनुवीक्षण अत्यंत अनिवार्य है। इससे पवन खेतों में होनेवाले सक्रिय परिवर्तनों की पहचान करने में मदद मिल सकती है। व्यवस्था प्रचालक, प्रचालन परिस्थितियों के अनुसार सेट पाइंट को बदल सकता है।

### 4.7 फ्लिकर, हॉर्मोनिक्स आदि जैसे पवर गुणवत्ता के मामले

वोल्टेज फ्लक्चुएशनों के कारण प्रकाश की प्रबलता में दृश्यात्मक फ्लक्चुएशन को फ्लिकर के रूप में परिभाषित किया जाता है। यह लगातार प्रचालनों और स्विचिंग प्रचालनों के दौरान पवन टरबाइनों के कारण होता है। मानवीय आँखें, 1-10 Hz की श्रेणी में बारंबारता के प्रति अत्यंत संवेदनशील होता है। पवन टरबाइनों से होनेवाली फ्लिकर मुख्य रूप से टावर की छाया के प्रभाव से होता है, जो 1-2 Hz की श्रेणी में होता है। पवन की गति के कारण होनेवाली पवर फ्लक्चुएशन, < 0.1 Hz की श्रेणी में होते हैं, अतः उनके होने की संभावना कम है। विभिन्नता गति युक्त टरबाइनों में फ्लिकर आमतौर पर निर्धारित गति युक्त टरबाइनों से कम पाया गया है जो पवर फ्लक्चुएशनों के शांत हो जाने से होता है।

स्विचिंग प्रचालन के दौरान, जनरेटर कट होता है तथा जनरेटर का बहुत बड़ा इन-रश करंट, सॉफ्ट स्टॉप्टर से सीमित हो जाता है। जनरेटर के कनेक्ट होने के कुछ ही क्षण बाद कपैसिटरों को अभिक्रियात्मक पवर प्रतिकरण के लिए स्विच-इन किया जाता है। स्विचिंग प्रचालन के दौरान उक्त दोनों पवर फ्लक्चुएशन, सक्रिय एवं अभिक्रियात्मक पवर, फ्लिकर पैदा करते हैं। तथापि, विभिन्नता गति युक्त टरबाइनों के लिए इस तरह के रश-इन करंट की स्थिति पैदा नहीं होती।

हॉर्मोनिक्स, पवर कन्वर्टर युक्त विभिन्नता गति युक्त टरबाइनों द्वारा पैदा किए जाते हैं, जैसे दुगुनी बार फीड किए गए जनरेटर तथा पूर्ण विभिन्नता गति युक्त पवन टरबाइन। ग्रिड से सीधा कनेक्ट किए गए इंडक्शन जनरेटर आधारित पवन टरबाइन में हॉर्मोनिक्स के मामले नहीं होते।

ग्रिड के कोड, ग्रिड पर पड़नेवाले असर के कारण फ्लिकर और हॉर्मोनिक्स के लिए सीमा निर्धारित करते हैं। कमजोर ग्रिडों से कनेक्ट किए गए निर्धारित गति युक्त टरबाइनों के लिए फ्लिकर एक चिंता का महत्वपूर्ण विषय है। हॉर्मोनिक्स के संदर्भ में कई ग्रिड कोड, अपने ग्रिड कोड में हॉर्मोनिक्स के लिए सीमाओं के बारे में बात नहीं करते हैं। आईईसी 61400-2 यह संस्तुति देता है कि हॉर्मोनिक निस्सारणों का मापन केवल विभिन्नता युक्त गति पवन टरबाइनों के लिए ही है। कई देशों में टरबाइनों के समेकीकरण के लिए आईईईई एसटीडी 519-1992 मानकों को अपनाया जाता है।

वोल्टेज में असंतुलन एक अन्य पवर गुणवत्ता का मामला है जिसे इंडक्शन जनरेटरों के कार्य-निष्पादन पर प्रभाव कर सकते हैं। खराबी की स्थितियों में यह प्रभाव अत्यंत गहन है। कई ग्रिड कोड, असंतुलित जनरेटरों की तरह, परंपरागत जनरेटरों के लिए वही वोल्टेज आवश्यकताओं को लागू करते हैं।

## 5. भारतीय पवन ग्रिड कोड

भारतीय पवन ग्रिड कोड का मसौदा, पवन ऊर्जा प्लांट से संबंधित मामलों के संदर्भ में वर्तमान में प्रचालित भारतीय विद्युत शक्ति ग्रिड कोड के लिए एक परिशिष्ट का काम करता है।

आईईजीसी नियम, मार्गदर्शन और मानकों को निर्धारित करता है तथा व्यवस्था के विभिन्न एजेन्सी और प्रतिभागी योजना एवं विकास करने, पवर व्यवस्था को सक्षमता से आश्वासन के साथ, आर्थिक रूप से तथा सुरक्षित रूप से प्रचालित करने में इसका अनुसरण करते हैं। मुख्य रूप से आईईजीसी अंतर-राज्य ट्रांसमिशन, कनेक्शन की स्थिति (ट्रांसमिशन सुविधा, न्यूनतम तकनीकी और डिजाइन मानदण्डों का अनुपालन करता है।), क्षेत्रीय ग्रिड के लिए प्रचालन कोड तथा परंपरागत जनरेटरों के लिए अनुसूची एवं डिस्पैच कोड के लिए योजना कोड तय करता है। पवन टरबाइन जनरेटर तथा के लिए मानदण्डों को शामिल करने के लिए आईईजीसी को उचित रूप से संशोधित किया जाएगा तथा अन्य कोई भी अतिरिक्त पहलू आईईजीसी के अनुपूरक का एक भाग होगा।

निम्नांकित को भारतीय पवन ग्रिड कोड में प्रस्तुत किया गया है :

### 5.1. पवन पवर खाली करनेवाले ट्रांसमिशन व्यवस्थाओं के लिए योजना कोड

पवन पवर खाली करने का पहलू, संपूर्ण ग्रिड योजना का एक भाग है।

ट्रांसमिशन सुविधा/ट्रांसमिशन व्यवस्था प्रचालक में क्षेत्र में प्रत्याशित अल्पावधि एवं दीर्घावधि स्तर के पवन उत्पादन, दोनों पर अमल करेगा। योजना मानदण्ड में निम्नांकित पहलू होने चाहिए :

1. उच्च पवन उत्पादन के साथ व्यवस्था पीक लोड
2. उच्च पवन उत्पादन के साथ व्यवस्था लाइट लोड
3. उच्च पवन उत्पादन के साथ स्थानीय लाइट लोड

उच्च पवन उत्पादन को पवन खेत की संपूर्ण क्षमता के प्रतिशत के आधार पर वर्गीकृत किया जाएगा और यह उस वोल्टेज पर आधारित है जिससे वह कनेक्ट किया गया है। उदाहरण के लिए 66 kV स्तर से कम के साथ कनेक्ट किए गए पवन खेत, पवन के मौसम में अपनी पीक क्षमता का स्तर प्राप्त करेंगे, क्योंकि पवन टरबाइन एक छोटे भौगोलिक फैलाव में ही इस पवन को देख लेते हैं। ट्रांसमिशन की योजना तैयार करते समय इस पर ध्यान दिया जाना चाहिए।

220 kV स्तर से अधिक से कनेक्ट किए गए 220 MW से अधिक क्षमता की तथा उससे अधिक के लिए 220 kV स्तर पर ट्रांसमिशन लाइनों की योजना बनाते समय N-1 कंटीजेन्सी मानदण्डों को अपनाना चाहिए। इसका महत्वपूर्ण पहलू यह है कि N-1 कंटीजेन्सी योजना, छोटे पवन खेतों के लिए आर्थिक रूप से व्यावहारिक नहीं है तथा पवन खेतों के उत्पादन की हानि से ग्रिड पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता।

ट्रांसमिशन लाइनों की योजना बनाते समय पवन पवर जोड़ने की योजना के लिए हर पाँच सालों के लिए नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा जारी किए गए मानदण्डों का अनुसरण किया जाएगा। पवन खेत के मालिक, ट्रांसमिशन सुविधा को आवश्यक योजना डेटा भी प्रदान करेंगे।

### 5.2. पवन खेतों के लिए कनेक्शन कोड

पवन खेत, निम्नांकित के संदर्भ में ग्रिड कनेक्शन के लिए कुछ न्यूनतम तकनीकी मानकों को बनाए रखेंगे :

#### 5.2.1. ट्रांसमिशन वोल्टेज श्रेणी

पवन खेतों में निम्नांकित वोल्टेज श्रेणियों के लिए सामान्य प्रचालन स्तरों की क्षमता होनी चाहिए। आईईजीसी/ राज्य ग्रिड कोडों में परंपरागत जनरेटरों के लिए मानकों से सीमाएँ निर्धारित की जाती हैं :

तालिका 1 : पवन खेतों के लिए वोल्टेज सहन सीमाएँ

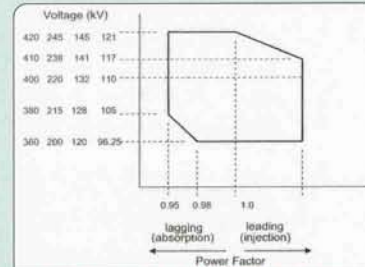
वोल्टेज (kV)			
नॉमिनल	भिन्नता की सीमा (प्रतिशत में)	अधिकतम	न्यूनतम
400	+5% to -10%	420	360
220	+11% to -9%	245	200
132	+10% to -9%	145	120
110	+10% to -12.5%	121	96.25
66	+10% to -9%	72.5	60
33	+5% to -10%	34.65	29.7

#### 5.2.1 वोल्टेज असंतुलन

वोल्टेज असंतुलन की परिभाषा सबसे उच्च एवं सबसे कम वोल्टेज लाइन तथा सबसे कम लाइन से लेकर तीन लाइनों के वोल्टेज के औसत का अनुपात है। इससे पवन टरबाइन के रोटर में करंट के प्रवाह के क्रम में नकारात्मक प्रभाव पड़ सकता है। ग्रिड मानक (सीईए) के अनुसार करने के साथ निम्नांकित सीमाओं को निर्धारित किया गया है :

तालिका 2 : पवन खेतों के लिए वोल्टेज असंतुलन की सीमाएँ

Voltage level (kV)	Unbalance (%)
400	1.5
220	2
<220	3



चित्र 1 : 66 kV से ऊपर से कनेक्ट किए गए पवन खेतों के वोल्टेज बनाम पवर फैक्टर गुणधर्म

#### 5.2.3 अभिक्रियात्मक पवर क्षमता

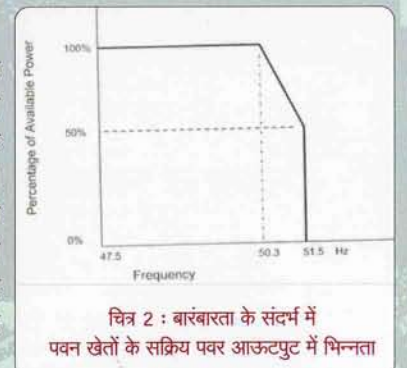
पवन खेत, ग्रिड कनेक्शन पाइंट पर 0.95 लैगिंग से लेकर 0.95 लीडिंग के पवर फैक्टर को बनाए रख पाएँगे। उच्च वोल्टेज के स्तर के पवन खेत (66 kV), निम्नांकित गुणधर्मों को बनाए रखेंगे (चित्र 1 का संदर्भ लें) :

नॉमिनल से भी उच्च स्तर के वोल्टेज व्यवस्थाओं में एक लैगिंग पवर फैक्टर की आवश्यकता है, लेकिन कम वोल्टेजों में पवन खेत, ग्रिड में अभिक्रियात्मक पवर को इंजेक्ट करते हुए लीडिंग पवर फैक्टर पर प्रचालित हो सकता है।

#### 5.2.4

#### 5.2.5 सक्रिय पवर कंट्रोल

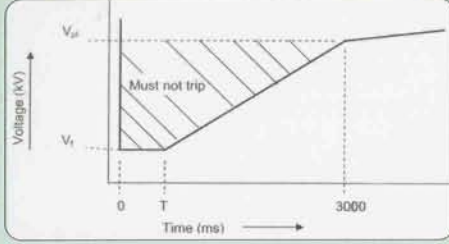
उच्च वोल्टेज के पवन खेतों के लिए (66 kV) पवन खेत आऊटपुट का सक्रिय पवर कंट्रोल, व्यवस्था प्रचालक के अनुरोध पर संभव हो जाएगा। बारंबारता के समक्ष पवन खेतों की सक्रिय पवर प्रतिक्रिया ऐसी होनी चाहिए कि ग्रिड में पवर का इंजेक्शन नॉमिनल से ज्यादा में बारंबारता पर सीमित है।



चित्र 2 : बारंबारता के संदर्भ में पवन खेतों के सक्रिय पवर आऊटपुट में भिन्नता

### 5.2.4 कम वोल्टेज राइड थ्रू

66 kV तथा उससे अधिक से कनेक्ट किए गए पवन खेतों की क्षमताओं में कम वोल्टेज राइड होंगे। प्रचालनात्मक गुणधर्मों को नीचे बताया गया है (चित्र 3 का संदर्भ लें)।



चित्र 3 : गुणधर्मों में से खराबी राइड

Vf : नॉमिनल वोल्टेज का 99%

Vpf : पवन टरबाइन के सामान्य प्रचालन के लिए न्यूनतम वोल्टेज

तालिका 3 : खराबी क्लीयरिंग टाइम तथा वोल्टेज की सीमाएँ

नॉमिनल व्यवस्था वोल्टेज (kV)	खराबी क्लीयरिंग टाइम T (ms)	Vpf (kV)	Vf (kV)
400	100	360	60.0
220	160	200	33.0
132	160	120	19.8
110	160	96.25	16.5
66	300	60	9.9

आवश्यकताओं में से खराबी की राइड, पवन खेतों को परंपरागत जनरेटरों के समक्ष बना देती है और उनमें से पहलू पाई जाती है। आईईजीसी/ राज्य ग्रिड कोडों में निर्धारित किए गए अनुसार ही खराबी क्लीयरिंग टाइमों का उल्लेख किया गया है। तथापि, इन्हें कार्यान्वित करने के लिए टाइमलाइन, इससे होने वाली अतिरिक्त लागतें और ग्रिड प्रबंधन कार्यनीतियों के संदर्भ में इसकी उपयोगिता पवन खेतों के प्रवाह स्तर पर आधारित है।

### 5.2.4 पवन खेत सुरक्षा के लिए आवश्यक सुरक्षा योजनाएँ निम्नानुसार हैं :

1. निर्धारित सीमा से कम/अधिक वोल्टेज से सुरक्षा
2. निर्धारित सीमा से कम/अधिक बारंबारता से सुरक्षा
3. अधिक करंट और एर्थ खराबी से सुरक्षा
4. लोड असंतुलन (नकारात्मक क्रम) से सुरक्षा
5. ट्रांसफॉर्मर से कनेक्ट होनेवाली ग्रिड के लिए डिफरेंटशियल सुरक्षा
6. कैपेसिटर बैंक की सुरक्षा
7. ग्रिड कनेक्शन पाइंट सर्क्युट ब्रेकर तथा उपयोग करनेवाले पाइंट सर्क्युट ब्रेकर के बीच में टेली:सुरक्षा चैनल (दूरी सुरक्षा के साथ उपयोग के लिए)।

### 5.3 पवन खेतों के लिए प्रचालन कोड

ग्रिड की सुरक्षा एवं विश्वसनीयता के लिए पवन खेत प्रचालन कोड का अनुसरण करेंगे।

#### 5.3.1 ग्रिड कनेक्शन पाइंट में वोल्टेज

तालिका 4 : पवन खेतों के लिए प्रचालन की सीमाएँ

वोल्टेज (kV)			
नॉमिनल	भिन्नता की सीमा (प्रतिशत में)	अधिकतम	न्यूनतम
400	+5% to -10%	420	360
220	+11% to -9%	245	200
132	+10% to -9%	145	120

110	+10% to -12.5%	121	96.25
66	+10% to -9%	72.5	60
33	+5% to -10%	34.65	29.7

### 5.3.2 पवन खेतों के लिए बारंबारता का प्रचालन

पवन टरबाइनों का प्रचालन चित्र 2 में दिखाया जाएगा : पवन टरबाइन को 51.5 ₹ से अधिक स्तर पर शुरू नहीं किया जाएगा।

### 5.3.3 अभिक्रियात्मक पवर और वोल्टेज कंट्रोल

अभिक्रियात्मक पवर और वोल्टेज कंट्रोल के संदर्भ में आवश्यकताएँ आईईजीसी में उल्लेख किए गए अनुसार होगा।

1. नॉमिनल से 97% से कम स्तर के वोल्टेजों पर ग्रिड से वीएआर के आहरण पर जुर्माना लगाया जाएगा।
2. नॉमिनल से 97% से कम स्तर के वोल्टेजों पर ग्रिड से वीएआर इंजेक्शन को प्रोत्साहन दिया जाएगा।
3. नॉमिनल से 103% से अधिक स्तर के वोल्टेजों पर ग्रिड से वीएआर के आहरण को प्रोत्साहन दिया जाएगा।
4. नॉमिनल से 97% से अधिक स्तर के वोल्टेजों पर ग्रिड से वीएआर इंजेक्शन पर जुर्माना लगाया जाएगा।

जैसे कि विदित है, वीएआर का आहरण, वोल्टेज के 95% से कम होने पर नॉमिनल माना जाता है तथा वोल्टेज के नॉमिनल से 105% से अधिक होने पर जब इंजेक्शन हो, तो पवन खेत प्रचालक द्वारा न्यूनतम किया जाएगा। केन्द्रीय/ राज्य विद्युत शक्ति विनियामक आयोग, वीएआर विनियम के प्रभाओं को निर्धारित करेंगे।

### 5.3.4 रैम्प दर की सीमाएँ

रैम्प दर की सीमाएँ डब्ल्यूटीजी से उत्पादित सक्रिय पवर नियमित करने की ओर लक्षित है तथा पवन में होनेवाली भिन्नताओं के कारण उत्पादित पवर में एकदम से पैदा होनेवाली भिन्नताओं को कम करने की ओर लक्षित है।

50 MW तथा उससे अधिक क्षमता युक्त पवन खेतों के लिए रैम्प दर की सीमाएँ केन्द्रीय/ राज्य विद्युत शक्ति बोर्ड द्वारा आईईजीसी में उल्लेख किए जाएँगे।

तालिका 5 : पवन खेतों के लिए रैम्प दर की सीमाएँ

संस्थापित पवन खेत	10 मिनट अधिकतम	1 मिनट अधिकतम
क्षमता (MW)	रैम्प (MW)	रैम्प (MW)
50-150	संस्थापित क्षमता/1.5	संस्थापित क्षमता/5
> 150	100	30

### 5.3.5 पवर की गुणवत्ता

पवन खेतों की पवर गुणवत्ता का निर्धारण आईईसी 61400-21: "पवन जनरेटर व्यवस्था, भाग 21: ग्रिड से कनेक्ट किए गए पवन टरबाइनों की पवर गुणवत्ता गुणधर्म का मापन एवं निर्धारण" में उल्लिखित आवश्यकताओं के अनुसार किया जाएगा।

हॉर्मोनिक तत्त्व को वोल्टेज का कुल हॉर्मोनिक डिस्टॉर्शन,  $V_{THD}$  द्वारा नियमित किया जाएगा।

$$V_{THD} = \sqrt{\sum_{n=2}^{n=50} \frac{V_n^2}{V_1^2}} \times 100$$

जहाँ  $V_n$ :  $n^{\text{th}}$  करंट का हॉर्मोनिक है

$V_1$ : मूलभूत बारंबारता (50 Hz) करंट है

$$I_{THD} = \sqrt{\sum \frac{I_n^2}{I_1^2}} \times 100$$

हॉर्मोनिक तत्त्वों की सीमाएँ निम्नानुसार हैं :

तालिका 6 : वोल्टेज हॉर्मोनिक सीमाएँ

व्यवस्था वोल्टेज (kV)	कुल हॉर्मोनिक डिस्टॉर्शन (%)	किसी भी विशिष्ट बारंबारता की व्यक्तिगत हॉर्मोनिक (%)
765	1.5	1.0
400	2.0	1.5
220	2.5	2.0
132	3.0	2.0

तालिका 7 : करंट हॉर्मोनिक सीमाएँ

वोल्टेज स्तर	<69 kV	>69 kV
आईटीएचडी	5.0	2.5

### 5.3.6 ट्रांसमिशन कंजेशन के दौरान प्रचालन

नेटवर्क के कंजेशन के दौरान पवन खेतों को व्यवस्था प्रचालक के अनुदेशों के आधार पर प्रचालित होना चाहिए। पवन को एक अंतिम स्तर के रूप में माना जाना चाहिए तथा उसे मेरिट ऑर्डर डिस्पैच में एक भरे हुए रिज़रवॉयर के रूप में माना जाना चाहिए।

5.3.7 प्रचालनात्मक उद्देश्य के लिए माँग का आकलन करने के लिए तथा माँग के प्रबंधन का उल्लेख आईईजीसी/राज्य ग्रिड कोड में किया जाएगा। माँग के आकलन के दौरान पवन ऊर्जा पूर्वानुमान पर विचार किया जाएगा। माँग के प्रबंधन में पवन की प्रवृत्ति में भिन्नता पर विचार किया जाएगा।

### 5.3.8 पूर्वानुमान

पवन पवर के प्रवाह में होनेवाली बढ़ोतरी के साथ पवन ऊर्जा पूर्वानुमान एक अनिवार्य पहलू बन जाएगा। पवन के लिए पूर्वानुमानित डेटा के आधार पर अन्य जनरेटर प्लांटों का समयबद्ध कार्यक्रम बनाए जाने चाहिए।

200 MW तथा उससे अधिक कुल क्षमता के क्षेत्र में केन्द्रीयकृत पूर्वानुमान सुविधा अनिवार्य होगी। पूर्वानुमान निम्नांकित समयावधियों में की जाएगी :

1. दिन के दौरान पूर्वानुमान : कुल क्षमता के पवन खेतों के लिए अगले 24 घंटों के लिए एक घंटे के अंतराल में पवन पवर का पूर्वानुमान किया जाएगा। इससे संभावित पवन ऊर्जा को निर्धारित करने में मदद मिल जाएगी जिसे अगले दिन के लिए नियत किया जा सकता है।
2. घंटे के आधार पर पूर्वानुमान : कुल क्षमता के पवन खेतों के लिए अगले 3 घंटों के लिए 30 घंटे की बारंबारता के आधार पर पवन पवर का पूर्वानुमान किया जाएगा। इससे पूरे दिन के पूर्वानुमान में हो सकने वाली कमियों को कम करने में मदद मिल सकती है।

अन्य जनरेटरों को नियत करने के दौरान उस समयावधि के दौरान उपलब्ध पवन उत्पादन पर विचार किया जाएगा। पवन पवर पूर्वानुमान सूचना के आधार पर पवन उत्पादन में एकदम से होनेवाली कमी को पूरा करने के लिए स्पिनिंग रिज़र्व आवश्यक होगा।

जैसे कि पहले कहा गया है, पूर्वानुमान को पवन खेतों के प्रवाह स्तर, लागत एवं प्रशुल्क पर विचार करने के बाद ही कार्यान्वित की जाएगी।

### 6 निष्कर्ष

पिछले कुछ वर्षों से पवर क्षेत्र में पवन ऊर्जा के विकास को ध्यान में रखते हुए भारतीय पवन ग्रिड कोड की डिजाइन तैयार की गई है। आज, पवन देश में नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की 12: क्षमता का सबसे बड़ा भाग बनता है। फिर भी, ग्रिड कोड की रूपरेखा की तैयारी समय पर हुई है क्योंकि यह 'पवन' को अन्य परंपरागत जनरेटरों के समकक्ष स्थापित करेगा। पवन खेतों के लिए तकनीकी आवश्यकताओं को न्यूनतम रखा गया है तथा उन्हें प्रचालित वोल्टेज सीमाओं के अंदर, बारंबारता सहन करने की सीमा, अभिक्रियात्मक पवर आहरण तथा सुरक्षा योजनाओं की सीमा में रखा गया है। वर्तमान में बृहत पवन खेतों के लिए अत्यंत सख्त पहलू जैसे क्षमता में से खराबी राइड एवं पूर्वानुमान जैसे शर्तों को निर्धारित किया गया है तथा पवन ऊर्जा के प्रवाह स्तर, कार्यान्वयन की लागत, प्रशुल्क संरचना एवं ग्रिड प्रबंधन कार्यनीतियों के संदर्भ में उनकी उपयोगिता जैसे पहलुओं पर विचार करते हुए ही उन्हें सही समय पर कार्यान्वित किया जाएगा।

### संदर्भ :

1. भारतीय पवन ग्रिड कोड मसौदा
2. पवर व्यवस्थाओं में पवन पवर - थॉमस एकर्ममन्
3. आईईसी 61400-पवन टरबाइन जनरेटर व्यवस्थाएँ - भाग 21 - ग्रिड से कनेक्ट किए गए पवन टरबाइनों की पवर गुणवत्ता का मापन और निर्धारण
4. पवन ऊर्जा परिवर्तन व्यवस्था का समेकीकरण - सीएफ़ीड हाइडर - द्वितीय संपादन