पवन

C-WET
An ISO : 9001 - 2000 Organisation

पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी केन्द्र, चेन्नई द्वारा प्रकाशित समाचार पत्रिका

www.cwet.tn.nic.in

21वाँ अंक
अप्रैल–जून 2009

संपादकीय

विश्व स्तर पर बढती हुई आर्थिक मंदी के कारण वर्ष 2008 में पवन पवर उद्योग की प्रगति में काफी सुस्ति दिखाई देती है। आर्थिक मंदी का प्रभाव घटता जा रहा है तथा कई उद्यमी भारतीय मार्केट में वापस आ रहे हैं। परिणामस्वरूप, भारत वर्ष 2012 तक 5000 MW की वार्षिक मार्केट की ओर आगे बढ़ जाएगा। छोटे पवन टरबाइन (एसडब्ल्यूटी) एवं पवन सौर हईब्रिड व्यवस्थाएँ (डब्ल्यूएसएचएस) कॉफी प्रसिद्ध होती जा रही हैं। महाराष्ट्र, गोआ एवं कर्नाटक में इन व्यवस्थाओं का संस्थापन, 0.3 kW से लेकर 50 kW क्षमता के मशीनों के बीच है।

भारतीय पवन उद्योग में टरबाइन विकास के लिए बहुत बड़े रोटर, कमज़ोर ग्रिड से पवर निकालना तथा अन्य पवर गुणवत्ता के जैसे मामलों के बारे में सबको जानकारी है। एक तरीके से इस प्रकार के मामलों से संबंधित कठिनाइयों ने ग्रिड संबंधित पवन ऊर्जा उत्पादन पर एक विशेष प्रभाव पैदा किया है। अतः यदि व्यक्तिगत स्तर पर किए गए निवेशों के लिए कर लाभ जैसे प्रोत्साहन दिए जाते हैं, तो शहर की पीक लोड माँगों को पूरा करने के लिए छोटे पवन टरबाइन एक प्रभावशाली योगदान दे सकते हैं, विशेष रूप से जब छत के ऊपर पवन सौर हईब्रिड व्यवस्थाओं को खड़ा किया जाता है। इस विस्तृत प्रकार की व्यवस्थाएँ (एसडब्ल्यूटी/डब्ल्यूएसएचएस), माइक्रो पवन उत्पादन व्यवस्थाएँ कहीं जाती हैं। नेट मापन (ग्रिड का आयात/निर्यात) जैसे नई प्रौद्योगिकियों के साथ माइक्रो उत्पादन, यूरोप और अमरीका में काफी प्रसिद्ध होता जा रहा है। 1 MW की इन छोटी व्यवस्थाओं के संस्थापन के साथ भारत भी इस प्रगति में पीछे नहीं है। पुणे में एक कॉर्पोरेट हाऊस, माइक्रो पवन उत्पादन के लिए 20 से भी अधिक एसडब्ल्यूटी क्लस्टरों को संस्थापित करते हुए अपनी ऊर्जा आवश्यकताओं का 8% ऊर्जा पैदा कर रहा है। संस्थापित किए जानेवाले पर्यावरण के अनुकूल होने के लिए एसडब्ल्यूटी के वैज्ञानिक, तकनीकी एवं सुन्दरता संबंधी पहलू बदलते ही रहते हैं। अमरीका का छोटा पवन टरबाइन प्रामाणीकरण परिषद् (एसडब्ल्यूसीसी), अमरीका एवं यूरोप में स्थित उत्पादकों के निकट सहयोग में प्रामाणीकरण की प्रक्रिया पर कार्य कर रहा है। भारत में एसडब्ल्यूटी के उत्पादन की गुणवत्ता का विकास करने के लिए सी–वेट के प्रयास भी इसके अनुकूल ही रहे हैं।

अनुसंधान एवं विकास एकक, पवन टरबाइनों के लिए विशेष रूप से छोटे प्रकार के पवन टरबाइनों के लिए स्वदेशी ब्लेड तैयार करने के लिए कई योजनाएँ बनाई जा रही हैं। नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय एवं वाइज़, पुणे की सहायता से वर्ष 2012 तक 5000 MW की क्षमता को जोड़ने तथा छोटे पवन टरबाइनों के लिए भारतीय मार्केट कर विकास करने के लिए एक बृहत सर्वेक्षण किया गया। पूर्ण रूप ये देखा जाए तो क्षेत्र में पवन की विभिन्न गतियों के साथ पवन पवर की अस्थिरता के मामलों पर काबू पाने का क्षेत्र अभी अनिश्चित है। प्रौद्योगिकी में अद्यतन विकासों के साथ पवन के स्रोत भी अत्यंत अनिश्चित हैं तथा उनका पूर्वानुमान किया जाता है। पवन एवं पवर उत्पादन के प्राचलों की तुलना के साथ वैधीकरण के लिए सी–वेट के अनुसंधान एवं विकास हेतु कयथार में स्थापित पवन खेत में इस प्रकार के पूर्वानुमान पर एक पायलट परियोजना शुरू की गई है। इस पवन के मौसम में दो एसडब्ल्यूटी पवन टरबाइनों का परीक्षण किया गया है तथा आईईसी 61400-2 के आधार पर आगे और मापन किए जाएँगे। भारत में पवन टरबाइनों के ध्वन्यात्मक शोर निस्सारण के मापन कार्य एक और महत्त्वपूर्ण उपलब्धि है तथा डेनमार्क में आयोजित एक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में इसकी रिपोर्ट प्रस्तुत की गई।

पवन स्रोत निधारण एकक, तृतीय पार्टी पवन परिवीक्षण, उत्पादन आकलन, स्थल निर्धारण, गहन अध्ययन कार्य एवं पवन डेटा इकत्रीकरण कार्यें में व्यस्त है। बीस राज्यों में नब्बे पवन परिवीक्षण स्टेश्नों के प्रचालन का रखरखाव सक्रिय रूप से किया जा रहा है। इस अवधि में नागालैण्ड एवं मेघालय में चार नए स्टेशन संस्थापित किए गए हैं। सोडार (ध्वनि पहचान एवं श्रेणीकरण) तकनीक की सहायता से प्रक्रिया में मेट–मास्ट का इस्तेमाल किए बिना रामेश्वरम में धनुषकोडी के पास पवन प्रोफाइल का माप लिया गया है।

परीक्षण एकक, भारत में पवन टरबाइन ब्लेडों के लिए परीक्षण सुविधाओं को संस्थापित करने की संभावना की पहचान करने में लीन है। प्रकार परीक्षण के अतिरिक्त एकक, उक्त पूर्ण अवधि में ब्लेड उपकरणीकरण एवं पवर कर्व मापन कार्यों में व्यस्त थे। मानक एवं प्रामाणीकरण एकक ने दो अनंतिम प्रकार प्रामाण–पत्रों को नवीनीकृत किया। साथ ही, समय समय पर सूचना इकट्ठा करना तथा दस्तावेज़ के मूल्यांकन करने के द्वारा त्रैमासिक आरएलएमएम सूची में उनके मॉडलों को शामिल करवाने के लिए उद्योग की सहायता करता है। आइग्टीसीएस एकक से ''पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी के मूलभूत तत्त्व'' पर आयोजित सतवा राष्ट्रीय प्रशिक्षण कार्यक्रम में उन्नतर प्रतिभागियों ने भाग लिया। आईटीसीएस एकक ने कोचिन में आयोजित ऊर्जा–2009 में भाग लिया। आईटीसीएस एकक ''पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी के मूलभूत तत्त्व'' पर 7वाँ राष्ट्रीय प्रशिक्षण कार्यक्रम उन्नतर प्रतिभागियों ने भाग लिया।

सी–वेट में दिनांक 15.06.2009 को विश्व स्तरीय पवन दिवस आयोजित किया गया जिसमें नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय के पूर्व सचिव श्री वी. सुब्रह्मण्यम, आईएएस ने विशेष भाषण दिया। साथ ही, उन्होंने पवन टरबाइन के कार्यशील मॉडलों का एक बृहत प्रदर्शन केन्द्र का उद्घाटन किया।

सी–वेट के परिसरों में दिनांक 20.06.2009 को एक विशिष्ट व्यक्तित्त्व के दौरे को अपने वेबसाइट पर डालते हुए गर्व हो रहा है। भारत सरकार के नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय के माननीय मंत्री डॉ. फारूख अब्दुल्ला ने सी–वेट के परिसरों में कार्यालयी दौरा किया। उन्होंने परिसरों का दौरा किया, सुविधाओं का निरीक्षण किया तथा नवीकरणीय ऊर्जा के उद्देश्य को बढ़ावा देने के लिए वैज्ञानिकों को अपना मूल्यवान सुझाव दिया। माननीय मंत्री ने सी–वेट के पवन ऊर्जा के क्षेत्र में अंतर्राष्ट्रीय ख्याति प्राप्त करने में अपना पूरा पूरा योगदान देने की बात को दोहराया।

हमें पूर्ण विश्वास है कि भारत में सभी पणधारियों के सक्रिय प्रतिभागिता के साथ पवन पवर के अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में अवश्य आगे बढ़ेंगे। हमारे क्रियाकलाप एवं इस प्रकाशन की सकारात्मक आलोचना का सवागत हैं। पवन में प्रकाशित किए जानेवाले सभी लेखों पर अनुक्रिया व्यक्त करने के लिए बहुत बहुत धन्यवाद।

डॉ. एस. गोमतीनायगम
कार्यकारी निदेषक

विषय–सूची

- सक्रिय सी–वेट 2
- लेख – 5
  क्षैतिजी अक्ष युक्त पवन टरबाइनों की वायुगतिकी।

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 श्रीवल्सन
इकाई प्रमुख, डबल्यूआरए & आइटीसीएस

एस ए मैथ्यू
इकाई प्रमुख प्रभारी, परीक्षण

ए सेंथिल कुमार
इकाई प्रमुख प्रभारी, मानक एवं प्रमाणन

डी लक्ष्मणन
मुख्य प्रबन्धक, वित्त एवं प्रशासन

कार्य में लीन पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी केन्द

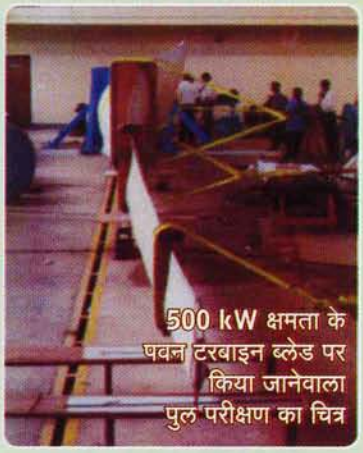
www.cwet.tn.nic.in

C-WET

पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी केन्द्र, चेन्नई द्वारा प्रकाशित समाचार पत्रिका

अनुसंधान एवं विकास एकक के कदम आगे

निम्न स्तरीय एवं मध्यम स्तर के पवन क्षेत्रों के लिए पवन टरबाइन रोटर/ब्लेड को अनुकूल बनाने के लिए डिज़ाइन पद्धति एवं डिज़ाइन टूलों का विकास एवं वैधीकरण



500 kW क्षमता के पवन टरबाइन ब्लेड पर किया जानेवाला पुल परीक्षण का चित्र

केन्द्र के अनुसंधान एवं विकास एकक ने राष्ट्रीय वांतरिक्ष प्रयोगशाला, बैंगलोर के सहयो में पवन टरबाइन रोटर/ब्लेड को अनुकूल बनाने के लिए स्वदेशी डिज़ाइन पद्धति एवं डिज़ाइन टूलों के विकास एवं वैधीकरण के लिए एक बृहत कार्यक्रम चलाया था। एक प्रभावशाली स्वदेशी पद्धति का विकास किया गया है। 500 kW क्षमता के एनमिटली 2-ब्लेड वाले स्टॉल-नियमित क्षैतिजी-अक्ष पवन टरबाइन के डिज़ाइन एवं विकास में लागू किया या है जिसे गुर्नेफ्लैप के साथ फिट किया गया है तथा वर्ष 2009 के पवन मौसम में कोयम्बत्तूर जिले स्थित केतनूर के पवन खेत में फील्ड परीक्षण किया जाना है।

अनुसंधान एवं विकास/ प्रायोगिक पवन टरबाइन - एक प्रौद्योगिकी निरूपण परियोजना के लिए पवन ऊर्जा पूर्वानुमान

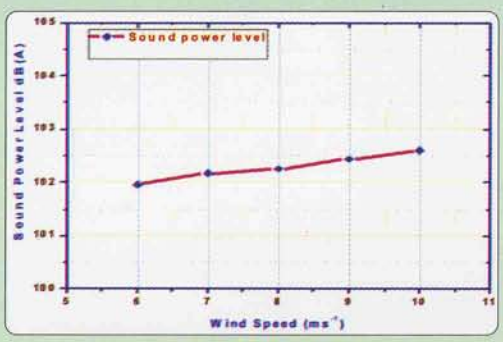
एकक, 3-टाइर आर&डी प्राइवेट लिमिटेड, बैंगलोर के सहयोग में तमिलनाडु में कयथार में स्थित अनुसंधान एवं विकास/ प्रायोगिक पवन खेत में के लिए घंटे, दैनंदिन एवं साप्ताहिक तौर पर पवन ऊर्जा पवर का पूर्वानुमान करने के लिए परियोजना कर रहा है। इसके परिणामों से पूर्वानुमान पद्धति (3-टीयर्सम) की विश्वसनीयता स्थापित करने में सहायक होगा तथा पवन ऊर्जा पवर उत्पादन की कंपनियों के लिए यह एक प्रौद्योगिकी निरूपक के रूप में साबित होगा।

''केरल राज्य में पवन सौर हइब्रिड व्यवस्था संस्थापित किए जाने'' संबंधी चर्चा की बैठक

अनुसंधान एवं विकास एकक के प्रमुख ने गैर-परंपरागत ऊर्जा ग्रामीण प्रौद्योगिकी ऐजन्सी (एएनईआरटी) द्वारा आयोजित ''केरल राज्य में पवन सौर हइब्रिड व्यवस्था संस्थापित किए जाने'' संबंधी चर्चा की बैठक में भाग लिया ताकि चयनित प्रयोगकर्ताओं के साथ भविष्य में इससे लाभ प्राप्त करनेवालों में जागरूकता पैदा किया जा सके। इस विषय पर एक विस्तृत तकनीकी प्रस्तुतीकरण तैयार किया गया।

अनुसंधान एवं विकास/प्रायोगिक पवन खेत में ध्वन्यात्मक शोर निस्सारण के लक्षणों का अध्ययन

एकक ने डब्ल्यूटीटीएस, कयथार में पवन टरबाइन के ध्वन्यात्मक शोर निस्सारण के लक्षणों का अध्ययन किया। इस संदर्भ में ऑल्बोर्ग, डेनमार्क में पवन टरबाइनों की तृतीय बैठक में ''भारत में पवन टरबाइन के ध्वन्यात्मक निस्सारणों के निर्धारण'' पर अनुसंधान पत्र प्रस्तुत किया गया।



ध्वनि पवर का स्तर बनाम मानकीकृत गति

पवन संसाधन निर्धारण में प्रगति

अप्रैल से लेकर जून तक की अवधि के दौरान 2 राज्यों (नागालैण्ड एवं मेघालय) में 4 नए पवन परिवीक्षण स्टेशन संस्थापित किए गए। वर्तमान में, मंत्रालय एवं अन्य ऐजन्सियों द्वारा विभिन्न निधि प्राप्त परियोजनाओं के अंतर्गत देश के 20 राज्यों में 90 पवन परिवीक्षण स्टेशन तथा संघ राज्य क्षेत्रों में 1 पवन परिवीक्षण स्टेशन प्रचालित हैं।

इस अवधि में एकक ने तमिलनाडु में तेनी क्षेत्र में मेसर्स वेस्टास विण्ड टेक्नॉलोजी प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई महाराष्ट्र के सतारा जिला शिरावल्ली में मेसर्स केलर्सिस इंडिया प्राइवेट लिमिटेड, पुणे, मेसर्स आरआरबी इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई के लिए राजस्थान के जयसल्मेर जिले (विस्तार) में अकाल एवं पोहरा में पवन परिवीक्षण स्टेशन के लिए परियोजना प्रक्रिया का वैधीकरण किया गया। साथ ही, इस अवधि में मेसर्स महाराष्ट्र विकास ऐजन्सी के लिए महाराष्ट्र में 67 स्टेशनों के लिए परियोजना प्रक्रिया का वैधीकरण किया गया।

महाराष्ट्र में मेसर्स आईटीसी लिमिटेड-होटल डिविज़न, चेन्नई के लिए नासिक में सिन्नार स्थित 20 MW पवन खेत परियोजना के लिए उत्पादन आकलन, मेसर्स अक्कियोलणा विण्ड इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड, बैंगलोर के लिए कर्नाटक में दावणगिरि जिले स्थित अरसिनगुंडी एवं अनबरू में 29.7 MW पवन ऊर्जा परियोजनाएँ, मेसर्स फार्मस विण्ड पवर रिसोर्स्स प्राइवेट लिमिटेड के लिए कर्नाटक के गदग जिले में स्थित कुर्टकोटी गाँव में 10 MW पवन खेत परियोजना कार्य किए गए। मेसर्स इन्फोपार्क, कोची के लिए अंबलपुळा आईटी पार्क, मेसर्स एनएसएल पवर प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद के लिए कर्नाटक के चित्रदुर्ग जिले में सिद्धवण्णदुर्गा में, मेसर्स नर्मदा हईड्रोइलेक्ट्रिक डेवलेप्मेण्ट कॉर्पोरेशन लिमिटेड, भोपाल के लिए मध्य प्रदेश में बेतुल जिले में कुरु क्षेत्र में परियोजनाओं के लिए पवन स्रोत निर्धारण अध्ययन किए गए।

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

श्रीपाळवन में (महाराष्ट्र के सतारा जिले में), जयभीम एवं जमभोर में (महाराष्ट्र के धुळे जिले में), वावनीया (गुजरात के राजकोट जिले में), निवाली एवं गोल्बवाड़ी (मध्य प्रदेश के बरवाणी जिले में), मलीया (गुजरात के राजकोट जिले में), तेनी१ (तमिलनाडु के तेनी जिले में) तथा सोडा बंधन (राजस्थान के जयसल्मेर जिले में) स्थित विभिन्न पवन खेत उद्यमियों के लिए पवन परिवीक्षण की वैधीकरण प्रक्रिया पर 10 परियोजनाओं को पूरा किया।

- मेसर्स बेलम विण्ड इन्फ्रास्ट्रक्चर प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद के लिए तेलंगाणा क्षेत्र में पवन परिवीक्षण के लिए स्थल निर्धारण।
- मेसर्स रायलसीमा विण्ड इनर्जी कंपनी प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद के लिए आन्ध्र प्रदेश में रायलसीमा के क्षेत्र में पवन परिवीक्षण के लिए स्थल निर्धारण।
- मेसर्स सुज़लॉन इनर्जी लिमिटेड, पुणे के लिए कर्नाटक के गदग जिले स्थित कप्पटगुडा में 5 x 1500 kW पवन खेत के लिए उत्पादन आकलन।
- मेसर्स एनरकॉन (इंडिया) लिमिटेड, मुम्बई के लिए महाराष्ट्र में सतारा जिले स्थित चवनेश्वर में प्रस्तावित 50.4 kW पवन खेत परियोजना के लिए स्थल वैधीकरण एवं उत्पादन प्राक्कलन।
- मेसर्स फार्मस विण्ड पवर रिसोर्स्स प्राइवेट लिमिटेड, हुलकोटी के लिए कर्नाटक में गदग जिले में कुर्टकोटी गाँव में प्रस्तावित पवन खेत परियोजना के लिए सूक्ष्म स्थलीकरण एवं उत्पादन आकलन।
- मेसर्स आईटीसी लिमिटेड–मुख्यालय, गुड़गाँव के लिए नासिक में सिन्नार स्थित 20 MW पवन खेत परियोजना के लिए सूक्ष्म स्थलीकरण एवं उत्पादन आकलन।
- मेसर्स अक्कियोलणा विण्ड इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड, बैंगलोर के लिए कर्नाटक में दावणगिरि जिले स्थित अरसिनगुंडी एवं अनबरू स्थलों में 29.7 MW पवन खेत परियोजना के लिए सूक्ष्म स्थलीकरण एवं उत्पादन आकलन।

सोडार परियोजना

सोडार परियोजना का इस्तेमाल करते हुए रामेश्वरम, रामनाथपुरम जिले स्थित धनुषकोडी में पवन प्रोफाइल मापन किया गया।

परीक्षण एकक ने की प्रगति

- मई 2009 में वेंगल परिसरों में मेसर्स विनविण्ड द्वारा उत्पादित 1 MW पवन टरबाइन में इस्तेमाल किए जानेवाले स्थिरता ब्लेड परीक्षण का उपकरणीकरण, वेन्गल में उनके परिसरों में किया गया।
- कयथार के पास अयनरुतु में संस्थापित 1000 kW पवन टरबाइन के लिए पवर कर्व मापन कार्य के लिए सी–वेट एवं मेसर्स विनविण्ड के बीच हस्ताक्षर हुए हैं।
- सी–वेट में एमपीएलएस (बहु प्रोटोकॉल लेबल स्विचिंग) का प्रयोग करते हुए डेटा मापन के लिए रिमोट ऐक्सेस की सुविधा संस्थापित की गई है।

मानकीकरण और प्रामाणीकरण एकक में कदम आगे बढ़े

पूर्ण परियोजनाएँ/क्रियाकलाप

- मेसर्स सर्थन विण्ड फॉर्म्स लिमिटेड के GWL 225-225 kW पवन टरबाइन मॉडल के नवीनीकरण हेतु दस्तावेज़ों के पुनरीक्षण कार्यो के सफल रूप से पूर्ण होने पर नवीनीकरण अनंतिम प्रकार प्रमाण–पत्र जारी किया गया।
- मेसर्स आरआरबी इनर्जी लिमिटेड के 47m रोटर युक्त V 39-500 kW पवन टरबाइन मॉडल के नवीनीकरण हेतु दस्तावेज़ों के पुनरीक्षण कार्यो के सफल रूप से पूर्ण होने पर नवीनीकरण अनंतिम प्रकार प्रमाण–पत्र जारी किया गया।
- आरएलएमएम के उद्देश्य हेतु मानकीकरण एवं प्रमाणन इंजीनियरों द्वारा मेसर्स विनविण्ड पवर इनर्जी प्राइवेट लिमिटेड की उत्पादन सुविधा का वैधीकरण किया गया।
- इलेक्ट्रिक जनरेटर/पवन टरबाइन उपकरण के मॉडल एवं उत्पादकों की पुनरीक्षित सूची (आरएलएमएम) दिनांक 08.04.2009 को जारी की गई।
- आरएलएमएम को अद्यतनित करने के लिए पवन टरबाइन उत्पादकों से दस्तावेज़/जानकारी प्राप्त की गई। दस्तावेज़ों का पुनरीक्षण किया गया तथा दिनांक 18.06.2009 को अगली आरएलएमएम की बैठक बुलाई गई। दिनांक 22.06.2009 को आरएलएमएम की अद्यतनित सूची जारी की गई है।

वर्तमान कार्यकलाप

- टैप्स–2000 (संशोधित) के अनुसार प्राप्त प्रामाणीकरण परियोजनाओं पर कार्य किया जा रहा है।
- गुणवत्ता प्रबंधन व्यवस्था को बनाए रखने तथा लगातार सुधार के कार्य जारी हैं।

आईटीसीएस एकक से प्रमुख समाचार

प्रदर्शनी में सी–वेट की प्रतिभागिता

सक्षम ऊर्जा एवं नवीकरणीय ऊर्जा उत्पाद एवं प्रौद्योगिकी पर दिनांक 21 मई 2009 से लेकर 25 मई 2009 की अवधि में एर्नाकुळम कोचीन में टॉऊन हॉल में आयोजित ऊर्जा 2009 में सी–वेट की स्टॉल लगाई गई। इस प्रदर्शनी में सी–वेट के क्रियाकलाप तथा प्रदत्त सेवाओं का प्रचार च्रसार किया गया।

राष्ट्रीय प्रशिक्षण कार्यक्रम

आईटीसीएस एकक ने दिनांक 28 मई 2009 एवं 29 मई 2009 की अवधि में पवन स्रोत निर्धारण से शुरू करते हुए परियोजना कार्यान्वयन एवं प्रचालन एवं रखरखाव पर विशेष ध्यान देते हुए पवन ऊर्जा से संबंधित सभी पहलुओं को शामिल करते हुए ''पवन ऊर्जा के मूलभूत तत्त्व'' पर सातवें राष्ट्रीय प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया। पाठ्यक्रम में देश के विभिन्न भागों से शैक्षणिक संस्थान, उद्योग, राज्य नोडल एजेन्सी, विकास करनेवाले व्यक्ति एवं परामर्शदाताओं ने भाग लिया। इस पाठ्यक्रम में 69 प्रशिक्षणार्थियों ने भाग लिया। मेसर्स वेस्टास विण्ड टेक्नॉलोजी इंडिया प्राइवेट लिमिटेड के प्रबंध निदेशक एवं उपाध्यक्ष, डॉ. माइकल होगेडल ने प्रषिक्षण कार्यक्रम का उद्घाटन किया।

उद्घाटन भाषण प्रस्तुत करते हुए (बाएँ)
श्री राजू मनोहरन ने समापन समारोह भाषण पढ़ा (दाएँ)

प्रशिक्षण कार्यक्रम के पाठ्यक्रम में निम्नांकित मामलों पर विचार किया गया : 1. पवन ऊर्जा का परिचय, उसका उद्भव एवं विकास 2. सरकारी नीति एवं समर्थन करनेवाली योजनाएँ एवं कार्यक्रम 3. पर्यावरण के मामले 4. पवन स्रोत निर्धारण 5. अत्यंत सावधानी से पुनरीक्षित पवन खेत परियोजनाओं की डिज़ाइन 6. पवन खेतों का संस्थापन एवं चालू करने की प्रक्रिया 7. निवेश के तकनीक 8. ग्रिड से डब्ल्यूई का समाकलन 9. पवन खेतों का प्रचालन एवं रखरखाव 10. सफल कहानियाँ तथा विशिष्ट मामले 11. वित्त मौके।

श्री राजू मनोहरन, सूपरनेटेन्ट इंजीनियर, गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत (एनसीईएस), तमिलनाडु विद्युत शक्ति बोर्ड (टीएनईबी) उपस्थित हुए और श्री जयशीलन, मुख्य इंजीनियर, एनसीईएस, टीएनईबी की तरफ से दिए गए भाषण को पढ़ा तथा प्रतिभागियों को पाठ्यक्रम के प्रमाण-पत्र वितरित किया।

प्रदर्शन सुविधाएँ

आईटीसीएस एकक ने प्रदर्शन कक्ष में प्रदर्शन सुविधाओं की स्थापना की है जो सी-वेट के क्रियाकलापएवं सेवाओं को प्रदर्शित करेगा तथा पवन टरबाइन प्रौद्योगिकियों को निरूपित किए जाएँगे। सी-वेट के परिसरों में आगन्तुकों को सूचना एवं अद्यतन पवन टरबाइन प्रौद्योगिकियों से परिचित करवाने के लिए ही ये सुविधाएँ संस्थापति किए गए हैं।

विश्व पवन दिवस

भारत में पहली बार दिनांक 15 जून 2009 को पूर्वाह्न 11.00 बजे एवं अपराह्न 1.00 बजे के बीच सी-वेट द्वारा विश्व पवन दिवस 2009 मनाया गया। एमएनआरई के पूर्व सचिव, श्री वी. सुब्रह्मण्यन, आईएएस ने पवन दिवस को ''पवन ऊर्जा-विश्व परिदृश्य'' पर सी-वेट के संगोष्ठी कक्ष में भाषण दिया।

राज्य के नोडल ऐजन्सी, उद्योग एवं पवन ऊर्जा क्षेत्र के संघ के विभिन्न पणधारियों के साथ पवन ऊर्जा के निवेशकों ने इस पवन दिवस भाषण में भाग लिया था।

श्री वी. सुब्रह्मण्यन ने सी-वेट में प्रदर्शनी सुविधा का भी उद्घाटन किया, जहाँ पवन टरबाइन के चालू मॉडल लगाए गए हैं तथा सी-वेट के क्रियाकलापों और सेवाओं के बारे में विवरण प्रस्तुत किए गए हैं।

सम्माननीय मंत्री ने सी-वेट के परिसरों का दौरा किया

नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा के सम्माननीय मंत्री, डॉ. फारुख अब्दुल्ला ने 20 जून 2009 को सी-वेट का दौरा किया।

सी-वेट के कार्यकारी निदेशक, डॉ. एस. गोमतीनायगम ने सी-वेट के क्रियाकलापों और सेवाओं का संक्षिप्त वर्णन प्रस्तुत किया।

सम्माननीय मंत्री ने नवीन प्रदर्शन सुविधाएँ, पुस्तकालय, सी-वेट के सभी एककों के प्रयोगशाला एवं सुविधाओं का दौरा किया। उन्होंने सभी एककों के प्रमुख तथा वैज्ञानिकों के साथ बड़े दिलचस्प और गहन चर्चा की और उन्होंने पवन ऊर्जा के क्षेत्र में अधिक योगदान देने के लिए प्रेरित किया।

सी-वेट के परिसरों में उनके आने की स्मृति में उन्होंने वृक्षारोपण किया।

इस सुअवसर पर एमएनआरई के संयुक्त सचिव, सुश्री गौरी सिंह तथा परामर्शदाता, एमएनआरई भी उपस्थित हुए।

समतल अक्ष पवन टरबाइनों की वायुगतिकीप्रो

एस सौन्दरनायगम (सेवानिवष्त्त) भारतीय विज्ञान संस्थान

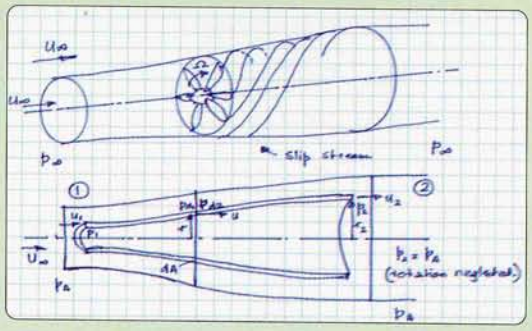
वास्तव में, समतल अक्ष पवन टरबाइन या पवन चक्की एक अक्षीय फ्लो मशीन है तथा उसकी वायुगतिकी को उसके अक्षीय टर्बोमशीन सिद्धांत के आधार पर बताया जा सकता है। इसमें प्रयुक्त नामों की सूची इस प्रकार है :

a	अक्षीय इनफ्लो तत्त्व	
a'	घूर्णन इनफ्लो तत्त्व	
C	पूर्ण वायु वेग	
c	ब्लेड कॉर्ड	
P	पवर	
Q	टॉर्क	
R	पवन चक्की रोटर का रेडियस	
r	स्थानीय रेडियस	
T	थ्रस्ट	
u_∞	मुक्त प्रवाह वायु गति	
u	वायु अक्षीय वेग	
W	घूमनेवाले ब्लेड से संबद्ध वायु वेग	
Z	ब्लेड संख्या	
C_p	पवर कोएफिशियेण्ट	$\frac{P}{\pi R^2 \rho u_\infty^3}$
C_Q	टॉर्क कोएफिशिएण्ट	$\frac{Q}{\pi R^2 \rho u_\infty^2}$
C_T	थ्रस्ट कोएफिशिएण्ट	$\frac{T}{\pi R^2 \rho u_\infty^2}$
C_L	प्रोफाईल लिफ्ट कोएफिशिएण्ट	
C_D	प्रोफाईल ड्रैग कोएफिशिएण्ट	
λ	स्थानीय ब्लेड गति अनुपात	$\frac{r\Omega}{u_\infty}$
λ_t	रोटर का ब्लेड टिप गति अनुपात	$\frac{R\Omega}{u_\infty}$
Ω	ऐन्युलर वेग	

रोटर के माध्यम से प्रवाह

जैसे जैसे पवन का प्रवाह पवन चक्की के पास पहुँचता है, रोटर द्वारा पैदा किए जानेवाली प्रतिरोधकता के कारण उसकी गति कम हो जाती है। रोटर के बाद दबाव कम हो जाएगा और रोटर में से होकर प्रवाहित होनेवाले पवन की गति धीरे धीरे कम होती जाएगी और काफी दूरी के बाद उसका दबाव फिर से बढ़कर वातावरणीय दबाव बन जाता है वह प्रवाह जो रोटर में से होकर प्रवाहित हुआ है, वह ब्लेड की नुकीली जगहों में शेड वोर्टाइसस या वोर्टेक्स लाइनों द्वारा बनाए गए शीथ में घिरकर स्लिप स्ट्रीम में होगा। स्लिप स्ट्रीम को ऊपर की तरफ ऐक्स्ट्रापोलेट करने से एन्चलप, सीमाओं के साथ बहुत आगे तथा दूर तक क्षैतिज रेखा पर एक विस्तारित होनेवाले ट्यूब की तरह बन जाती है तथा चारों ओर के वातावरण के साथ समतुल्यता स्थापित हो जाती है। रोटर के माध्यम से होकर गुज़रते समय ऐन्युलर मोमेण्टम में परिवर्तन होने के कारण काफी आगे निकलने के बाद स्लिप स्ट्रीम में थोड़ा सा घूर्णन होगा। इस घूर्णन के साथ $\frac{dp}{dr} = \frac{\rho C_\theta^2}{r}$ के माध्यम से रेडियल प्रेशर भी होगा। कम लोड की पवन चक्की में रेसिड्युअल (बचा हुआ) घूर्णन बहुत कम होगा तथा रेडियल प्रेशर के ग्रेडियेण्ट पर ध्यान देने की ज़रूरत नहीं। इस संदर्भ में बहुत आगे और दूर पर स्लिप स्ट्रीम का प्रेशर, वातावरणीय प्रेशर के अनुकूल ही होगी।

हम पवन चक्की के रोटर को एक डिस्क के समान मानते हैं जिसके ऊपर से प्रेशर और ऐन्युलर मोमेण्टम में एकदम से परिवर्तन होता है। इसके लगातार चलने से डिस्क के ऊपर ऐक्सियल वेग भी लगातार होगा तथा डिस्क से पहले और बाद भी मूल्य वही होगा। स्लिप स्ट्रीम में प्रवेश करनेवाला 'u1' वेग, u_∞ फ्री स्ट्रीम के वेग के समान होगा, जबकि बहुत आगे के प्रवाह के स्लिप स्ट्रीम में छोड़नेवाला 'u2' वेग फ्री स्ट्रीम वेग से कम होगा (चित्र.1)



चित्र 1 विण्ड मिल के पास से प्रवाहित होनेवाले स्ट्रीम ट्यूब का निरूपण

एक ऐन्युअल रिंग और उसके द्वारा निर्धारित स्ट्रीम ट्यूब को लें। बहुत दूर अपस्ट्रीम स्थितियों के लिए P_{d1} और u तथा बहुत दूर डाऊनस्ट्रीम स्थितियों के लिए P_{d2} और u बताने के लिए इस पर बर्नौली ईक्वेशन को लागू करने से

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho u_1^2 = p_{d1} + \frac{1}{2}\rho u^2$$

$$p_2 + \frac{1}{2}\rho\left[u_2^2 + C_{\theta 2}^2\right] = p_{d2} + \frac{1}{2}\rho\left[u^2 + C_\theta^2\right]$$

Where C_θ is the tangential velocity just after the disc and $C_{\theta 2}$ the tangential velocity downstream. Due to conservation of circulation.

$$rC_\theta = r_2 C_{\theta 2}$$

$$p_2 + \frac{1}{2}\rho u_2^2 + \frac{1}{2}\rho C_{\theta 2}^2 = p_{d2} + \frac{1}{2}\rho u^2 + \frac{1}{2}\rho C_\theta^2$$

डिस्क पर से प्रेशर ड्रॉप इस प्रकार होगा

$$\Delta p = p_{d1} - p_{d2} = (p_1 - p_2) + \frac{1}{2}\rho\left(u_1^2 - u_2^2\right) + \frac{1}{2}\rho C_\theta^2\left[1 - \left(\frac{C_{\theta 2}}{C_\theta}\right)^2\right]$$

$$rC_\theta = r_2 C_{\theta 2}$$

परिचालन के संरक्षण के कारण

$$\frac{C_{\theta 2}}{C_\theta} = \frac{r}{r_2}$$

$$\Delta p = (p_1 - p_2) + \frac{1}{2}\rho(u_1^2 - u_2^2) + \frac{1}{2}\rho C_\theta^2\left[1 - \left[\frac{r}{r_2}\right]^2\right]$$

एक बहुत हल्की तरह से लोड हुई पवन चक्की में C_θ बहुत ही छोटा होगा। साथ ही, $\left(\frac{r}{r_2}\right) \to 0$ के बनते हुए स्लिप स्ट्रीम डाऊनस्ट्रीम छोटा होगा।

उपर्युक्त समीकरण का अंतिम टर्म बहुत ही छोटा होगा और उसकी उपेक्षा की जा सकती है। आगे, नीचे दिए गए पर पहुँचते हुए p_1 और p_2, p_A और $(p_1-p_2)=0$, के समान होगा

$$\Delta p = \frac{1}{2}\rho\,(u_1^2-u_2^2)=\frac{1}{2}\,\rho\,(u_1+u_2)(u_1-u_2)$$

डिस्क के ऐलिमेण्टेल अन्नलस पर थ्रस्ट इस प्रकार होगा

$$\Delta T = \Delta p \Delta A = \Delta A \frac{1}{2}\,\rho\,(u_1+u_2)(u_1-u_2) \qquad (1)$$

ोमेण्टेम तर्को के आधार पर थ्रस्ट को इस प्रकार भी आकलित किया जा सकता है।

अन्नलस में से मॉस फ्लक्स $= \rho \Delta A u$

उसके ऐक्सियल मोमेण्टम फ्लक्स में परिवर्तन $= \rho \Delta A u\,[u_1-u_2]$

मोमेण्टेम में परिवर्तन करनेवाले अन्नलस में निहित ऐयर का बल, डिस्क ऐलिमेण्ट पर थ्रस्ट के साथ अन्नलस की पूरी सतह पर प्रेशर का बल होता है। 1 और 2 के स्टेशनों में प्रेशर p_A है। बहुत कम ब्लेड लोडिंग में रोटर द्वारा पैदा किया जानेवाला प्रतिरोध बहुत छोटा होता है और स्ट्रीम ट्यूब का बढ़ावा भी छोटा होगा। ज़ीरो लोडिंग के अन्नलस की सीमा एक सीधी सिलिंड्रिकल ट्यूब होगह और समेकित ऐक्सियल प्रेशर का बल ज़ीरो होगा। कम लोडिंग में हम मानते हैं कि ऐक्सियल बल, डिस्क थ्रस्ट के कारण ही होता है।

$$\Delta T = \rho \Delta A\, u\,[u_1-u_2] \qquad (2)$$

1 और 2 समीकरणों की तुलना करने पर हमें निम्नानुसार प्राप्त होता है

$$u = \frac{1}{2}\,[u_1+u_2] \qquad (3)$$

अर्थात् रोटर डिस्क पर ऐक्सियल वेग, बहुत दूर अपस्ट्रीम एवं डाऊनस्ट्रीम का ऐक्सियल वेग है।

इनलेट वेग u_1 के पवन वेग u_∞ के समान होने पर हम यह लिख सकते हैं कि

$$u = u_\infty\,(1-a) \qquad (4)$$

जहाँ, 'a' ऐक्सियल इनफ्लो तत्त्व है।

रोटर पूरे पवन गति u_∞ नहीं देखता है। यह एक प्रभावशाली पवन गति $(1-a)u_\infty$ देखता है। बहुत दूर अपस्ट्रीम एवं डाऊनस्ट्रीम का ऐक्सियल वेग में (u_1-u_2), का परिवर्तन इस प्रकार है

ऐक्सियल वेग में परिवर्तन इस प्रकार है $(u_1-u_2) = 2au_\infty$.

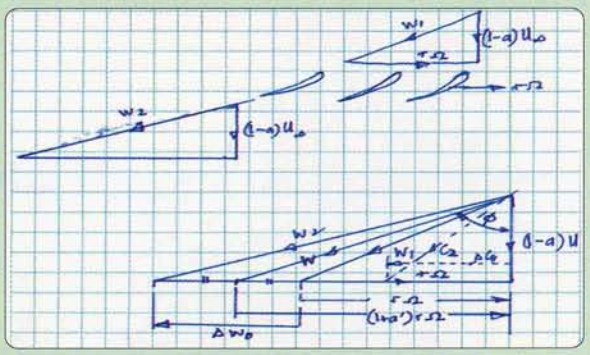
ऐलिमेण्टल थ्रस्ट अभी इस प्रकार है

$dT = 2\pi r\,dr\,\rho\,u\,[u_1-u_2]$

or $\frac{dT}{dr} = 4\pi.r.\rho.u_\infty^2.(1-a).a \qquad (5)$

ब्लेडिंग पर टॉर्क का आकलन रोटर में से होकर गुज़रनेवाले ऐयर के ऐन्युलर मोमेण्टम में परिवर्तन द्वारा किया जाता है। ब्लेडिंग के अन्नुलर क्रॉस सेक्शन में लीनियर कैसकेड बनने ब्लेडिंग के प्रोफाइलों को फैलाया जा सकता है। ब्लेड एक ऐक्सियल वेग $(1-a)\,u_\infty$ का एहसास करते हैं जिसे ब्लेड टैण्जेण्शियल और वेग $r\,\Omega$ के साथ मिलाने पर W_1 की रिलेटिव फ्लो वेग प्राप्त होता है। W_2 (और ऐब्ज़ोल्यूट एक्ज़िस्ट वेग C_2) का ऐक्ज़िट रिलेटिव वेग देने के लिए रोटर में से होकर गुज़रने पर (चित्र 2) W1 रिलेटिव वेग, डिफ्लेक्ट होता है। ऐब्ज़ोल्यूट टैण्जेण्शियल वेग में ΔW_θ ही परिवर्तन है।

$$\Delta W_\theta = \Delta C_\theta$$



चित्र 2 : रोटर–ब्लेड के ऐयर फॉइल क्रॉस सेक्शन के बाद रिलेटिव फ्लो वेग

लेड जो फ्री स्ट्रीम वेग देखता है, वह W_1 और W_2 का वेक्टर औसत है। यह प्रभावशाली वेग W फ्री स्ट्रीम वेग है जो कुट्टा–जौकोस्की थीयरम से संबंधित है और यह ब्लेडों को C_L और C_D के साथ संयोजन में बल प्रदान करता है।

ब्लेड जो रिलेटिव वेग के टैण्जेण्शियल काम्पोनेण्ट देखता है, वह $r\,\Omega$ से ज्यादा है।

$W\sin\phi = (1 + a')\,r\Omega$

जहाँ a' रोटरी इनफ्लो फैक्टर है।

इसे निम्नानुसार के रूप में देखा जा सकता है

$$\Delta W\theta = 2a'r\Omega \qquad (6)$$

$$\tan\phi = \frac{(1+a')\,r\Omega}{(1-a)\,u_\infty} = \frac{\lambda\,(1+a')}{(1-a)}$$

$$\text{or} \quad \tan\phi = \lambda_r \cdot \frac{(1+a')}{(1-a)}\,\frac{r}{R} \qquad (7)$$

फ्लूइड पर टॉर्क में ऐलिमेण्टल अन्नुलस इस प्रकार होगा

$$\Delta Q = 2\pi r\,\Delta r\,\rho u\,\Delta\,W_\theta r$$
$$= 2\pi r\,\rho(1-a)\,u_\infty 2\,a'\,r\Omega r\,\Delta r$$
$$= 4\pi r\,\rho(1-a)a'\,u_\infty r^3\,\Omega\,\Delta r$$

$$\frac{dQ}{dr} = 4\pi\,\rho r^3\,u_\infty\,\Omega\,(1-a)a' \qquad (8)$$

ऐयर द्वारा किया गया $\Delta T.u$ का कार्य, रोटर कार्य $\Delta Q.\Omega$ और रोटेशनल ऐयर वेग ΔW_θ की काइनेटिक ऊर्जा में जाता है।

$$\Delta T\,u_\infty\,(1-a) = \Delta Q.\Omega + \frac{1}{2}2\,\pi\,r\,.\Delta r\,.\rho(1-a)u_\infty\,(2\,a'\,r\,\Omega)^2$$

↑ the work done by air ↑ rotor work ↑ KE in ΔW_θ

$$4.\pi.r.\rho.u_\infty^2(1-a).a.u_\infty(1-a).\Delta r = 4.\pi.r^3.\rho.u_\infty\Omega^2.(1-a).a'.\Delta r + 4.\pi.r^3.\rho.$$
$$\Omega^2.u_\infty.a'^2(1-a).\Delta r$$

$$(1-a)^2.a.u_\infty^2 = r^2\ \Omega^2.(1-a).a' + r^2.\Omega^2(1-a).a'^2$$

$$(1-a)^2.a = \frac{r^2\Omega^2}{u_\infty^2}[(1-a).a' + (1-a).a'^2]$$

$$(1-a).a = \lambda^2[(1+a').a'] \qquad (9)$$

ऐलिमेण्टल अन्नुलस द्वारा पैदा किया गया पवर इस प्रकार है

$$\Delta P = \Delta Q.\Omega$$

ते रोटर का पवर इस प्रकार होगा

$$P = \int_0^R 4.\pi.r^3.\rho.u_\infty.\Omega^2.(1-a).a'.dr$$

इसे गैर–आयामी पवर कोएफिशियेण्ट के शब्दों में बताएँ तो इस प्रकार होगा

$$C_p = \frac{P}{\pi.R^2.\rho.u_\infty^3} = \frac{1}{R^2}\int_0^R \frac{4.r^3.\Omega^3}{u_\infty^3}(1-a).a'.\frac{u_\infty}{\Omega}.dr$$

Now, with $\lambda = \frac{r.\Omega}{u_\infty}$ $\quad dr = \frac{u_\infty}{\Omega} d\lambda$

$$C_{P=\frac{1}{R^2}}\int_0^{\lambda_t} 4.\lambda^3.(1-a).a'.\frac{u_\infty^2}{\Omega^2}.d\lambda$$

$$C_{P=\frac{1}{\lambda_t^2}}\int_0^{\lambda_t} 4.\lambda^3.(1-a).a'.d\lambda \qquad (10)$$

λ, स्थानीय ब्लेड रेशियो $\frac{r\,\Omega}{u_\infty}$ को ब्लेड के व्यास के ऊपर गैर–आयामी के रूप में माना जा सकता है।

यदि (1-a).a′ अधिकतम है तो किसी पवन चक्की के नोक का दिया हुआ λ_t रेशियो में पवर अधिकतम होगा।

$$\text{i.e } (1\text{-}a).\frac{da'}{da} + a'.\frac{d}{da}(1-a) = 0$$

$$(1\text{-}a).\frac{da'}{da} = a'$$

'a′ के स्थान पर को अलग करके देखने पर भी वही परिणाम प्राप्त होंगे।

$\frac{da'}{da}$ को समीकरण (9) का प्रयोग करते हुए प्राप्त किया जा सकता है

$$\frac{d}{da}(a-a^2) = \lambda^2.\frac{d}{da}(a' + a'^2)$$

$$(1\text{-}2a) = \lambda^2(1+2a').\frac{da'}{da}$$

$$\frac{da'}{da} = \frac{1-2a}{\lambda^2(1+2a')}$$

पिछले चरण में इसे प्रतिस्थापित करते हुए

$$\frac{(1-a)(1-2a)}{\lambda^2(1+2a')} = a'$$

$$\lambda^2(1+2a')a' = (1-a)(1-2a)$$

समीकरण (9) है $\lambda^2(1+a')a' = (1-a)a$

इसे भागने पर हमें यह प्राप्त होता है $\frac{(1+2a')}{(1+a')} = \frac{(1-2a)}{a}$

$(1+2a')a = (1+a')(1\text{-}2a)$

$a + 2.a.a' = 1\text{-}2a + a' - 2aa'$

$4.a.a' - a' = 1\text{-}3a$

यानी $a' = \frac{1-3a}{4a-1}$ (11)

इसे इस प्रकार प्रस्तुत किया जा सकता है

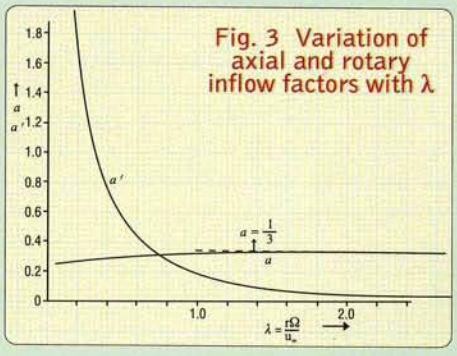
$$(1+a') = 1 + \frac{(1-3a)}{(4a-1)} = \frac{a}{(4a-1)}$$

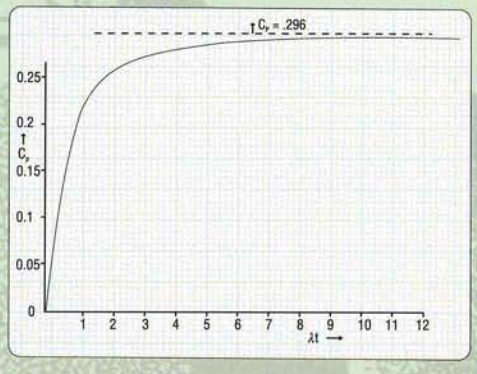
$$\lambda^2 a' = \frac{(1-a)a(4a-1)}{a}$$

$$\lambda^2 = \frac{(1-a)(4a-1)^2}{(1-3a)} \qquad (12)$$

इनफ्लो फैक्टर a और a′ तथा गैर–आयामी रेडियल पोज़ीशन कोऑर्डिनेट $\lambda = \frac{r\Omega}{U_\infty}$ को अधिकतम पवर हेतु पवन टरबाइन के लिए (11) और (12) समीकरणों के माध्यम से एक दूसरे से लिंक किया गया है। समीकरण (11) ड्ररङ्ग के चयनित मूल्य के लिए 'a′′ का मूल्य देता है और समीकरण (12), 'a′ और 'a′′ के मूल्यों से लिंक किए जाने पर λ का मूल्य देता है। इसे र सीरीज़ के मूल्य के लिए किया जा सकता है जिससे विश्वस्तरीय टेबल a, a′ प्राप्त होता है और यह उन सभी पवन टरबाइनों के कॉन्फिगरेशन के लिए लागू है जिसके अधिकतम पवर होते हैं। एक उचित बनाए गए पवन चक्की के लिए $\frac{r\Omega}{U_\infty}$ गैर–आयामी रेडियल पोज़ीशन के लिए 'a′ और 'a′′ पर भिन्नता चित्र 3 में दिया गया है। ऐक्सियल इनफ्लो फैक्टर र बहुत संकीर्ण सीमाओं में भिन्न होता है और जैसे जैसे ब्लेड वेग का रेशियो λ तक पहुँचता जाता है तो वह आदर्श बनाए गए मूल्य $\frac{1}{3}$ (अनुलग्नक देखें) पर आ जाता है। इस स्थिति में रोटेशनल इनफ्लो फैक्टर a′ शून्य पर पहुँचता है, यह सुनिश्चित करता है कि वह पवन चक्की में से होकर अनुलनक में बताए गए सरल मॉडल के अनुसार आता है। छोटे ब्लेड वेग रेशियो में a′ का मूल्य बहुत जल्द बढ़कर ϕ मूल्य में बदलता है जो ब्लेड ट्विस्ट से संबंधित है।

दी हुई टिप गति रेशियो λ_t के लिए अधिकतम पवर हेतु कॉन्फिगर किए गए पवन चक्कियों के लिए पवर कोएफिशिऐण्ट को (11) और (12) समीकरणों से प्राप्त a, a′ और λ के लिए उचित मूल्यों का इस्तेमाल करते हुए सांख्यकीय समेकीकरण द्वारा समीकरण 10 से आकलित किया जा सकता है। भिन्न भिन्न टिप गति रेशियो के पवन चक्कियों के लिए अधिकतम पवर कोएफिशिऐण्ट में भिन्नता को चित्र 4 में स्पष्ट किया गया है। λ के बड़े बड़े मूल्यों पर Cp के 0.296 (बेट्ज़ लिमिट। अनुलग्नक देखें) के आदर्श मैक्स पर पहुँचा जाता है। छोटे टिप गति रेशियो में Cp मैक्स बहुत जल्दी गिरने लगता है। टिप गति रेशियो की डिज़ाइन का चयन आवश्यकताओं पर निर्भर है और उच्च स्तरीय टिप गति रेशियो में अधिक मैक्स होते हैं और निम्नस्तरीय में रेसिड्युअल ऊर्जा होता है जो बेहतर क्षमता प्रदान करता है या निम्नस्तरीय टिप गति रेशियो बड़े टॉर्क देते हैं लेकिन पवन से निम्नस्तरीय पवर प्राप्त होता है।





चित्र 4 टिप गति रेशियो के साथ अधिकतम पवर कोएफिशियेण्ट की भिन्नता

वायुगतिकी प्राचलों से संबंधित ब्लेड ज्यामिती

किसी भी व्यास पर प्रोफाइल लिफ्ट कोएफिशिऐण्ट को कुट्टा–जौकोस्की थीयरम से आकलित किया जा सकता है $L = \rho W \Gamma$

जहाँ ब्लेड है और परिचालन है $\Gamma = \Delta W_\theta . s$
जहाँ डब्लेडों के बीच की जगह है

$$s = \frac{2\pi r}{Z}$$

$$C_L = \frac{\rho W \Gamma}{\frac{1}{2}\rho W^2 c} = \frac{2\Gamma}{W c}$$

$$= \frac{2\Delta W_\theta s}{W.c}$$

$$= 2\frac{s}{c}.\frac{2a' r\Omega}{W}$$

अभी $cos\,\phi = \frac{(1-a)u_\infty}{W}$

और $\frac{r\Omega}{W} = \frac{r\Omega}{u_\infty}\frac{u_\infty}{W} = \frac{\lambda cos\,\phi}{(1-a)}$

$C_L = 4.\frac{s}{c}a'.\frac{\lambda cos\,\phi}{(1-a)}$ C_L बन जाता है और कॉर्ड रेशियो (s/c) की जगह का इन्वर्स σ की ठोसता है

$$\sigma = \frac{c}{s} = \frac{cZ}{2\pi r}$$

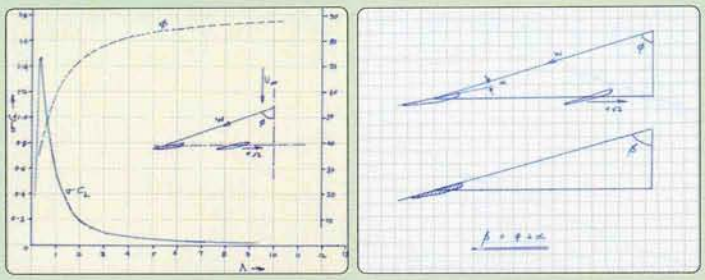
$$\sigma C_L = 4\lambda\, cos\,\phi \frac{a'}{(1-a)} \qquad (13)$$

यदि a, a´ और λमूल्यों को समीकरण में प्रतिस्थापित किया जाए तो समीकरण 13 एक सामान्य परिणाम है जो सभी पवन चक्की के ब्लेड रोज के लिए लागू है, लेकिन अत्यधिक कार्य लेने के लिए ब्लेड कॉन्फिगरेशन के लिए लिफ्ट कोएफिशिएण्ट C_L की भिन्नता प्रदान करेगा।

गैर–आयामी व्यास पर से σ CL की भिन्नता $\frac{r\Omega}{W}$ उचित बनाई गई पवन चक्की के लिए चित्र 5 में प्लॉट किया गया है। यह परिणाम किसी भी प्रकार के आकार और गति युक्त पवन चक्कियों के लिए लागू है। यदि पवन चक्की टिप गति रेशियो ६ के लिए डिज़ाइन की गई है तो मूल λ=0 to λ=6.से चित्र 5 में दिए गए ग्राफ अनुसार लागू होगी।

ग्राफ की भिन्नता देती है, यानी $\frac{Z c C_L}{2\pi r}$ as $f(\lambda) = f\left(\frac{r\Omega}{U_\infty}\right)$

दिए गए Z संख्या ब्लेड के लिए c C_L की भिन्नता, C_L की भिन्नता को निर्धारित करता है, यदि ल की भिन्नता डिज़ाइनर द्वारा निर्धारित किया जाता है या वैकल्पिक रूप से c की भिन्नता होगी यदि C_L की भिन्नता निर्धारित है। निम्न λ को छोड़कर टिप की तरफ के ब्लेड टेपरों के पास जहाँ कॉर्ड, व्यास पर से होकर बढ़ सकता है। चित्र 5 में दिखाया गया है जैसे जैसे λ कम होता जाता है Φ कोण में तेज़ गति से परिवर्तन होता जाता है और इसके साथ साथ ब्लेड की सेटिंग कोण में भी परिवर्तन होता है। ब्लेड सेटिंग कोण β लिफ्ट कोएफिशिएण्ट (चित्र 6) के स्थानीय मूल्य पैदा करने के लिए आवश्यक अटैक कोण पर निर्भर है।



चित्र 5 : गैर–आयामी व्यास पर से और की भिन्नता

अनुलग्नक

निम्न लोडिंग को कम करने के आधार पर जब पवन चक्की की डाऊनस्ट्रीम में स्वर्ल बहुत ही छोटा है, तो ऐलिमेण्टल अन्नुलस में रोटर पर थ्रस्ट बिज़ को दिखाया गया।

$$dT = 4\pi r \rho u_\infty^2 (1-a)\ a \qquad (1A)$$

प्वर कोएफिशिएण्ट C_p के अधिकतम मूल्य को आकलित करने के लिए समीकरण 10 का प्रयोग मुश्किल है क्योंकि $a' \to 0$ और $\lambda \to \infty$. है। समीकरण (1A) के लिए के अधिकतम मूल्य dT का आकलन करने के लिए C_p का प्रयोग किया जाता है।

ऐलिमेण्टल पवर है $dP = 4\pi r\rho u_\infty^2 (1-a)\ a.u$

$$= 4\pi r\rho u_\infty^3 (1-a)^3 a$$

$(1-a)^2$ अधिकतम पवर के लिए निम्नानुसार अधिकतम होना चाहिए

यानी $(1-a)^2 - 2a(1-a) = 0$

$$(1\text{-}a) = 2a \qquad \text{or } a = \frac{1}{3} \qquad (2A)$$

तब संपूर्ण रोटर डिस्क पर अधिकतम पवर $a = \frac{1}{3}$ होगा

$$\text{Max power} = \int_0^R 4\pi u_\infty^3 \rho \frac{4}{27} r\, dr = \frac{8}{27}\pi R^2 \rho u_\infty^3 \qquad (3A)$$

$$\text{Max } C_p = \frac{\text{Max.Power}}{\pi R^2 \rho u_\infty^3} = \frac{8}{27} = 0.296 \qquad (4A)$$

उसी साइज़ की पवन चक्की के डिस्क में से मॉस फ्लो ½ $\pi R^2 \rho u_\infty^3$. होगा। समीकरण (3A) से इसकी तुलना करने पर किसी पवन चक्की द्वारा निकालने वाले अधिकतम संभाव्य पवर उसी साइज़ के मुक्त डिस्क में से काइनेटिक ऊर्जा फ्लक्स $\frac{8/27}{1/2} = \frac{16}{27} = 0.5925$ होगा। इसे बेट्ज़ लिमिट कहते हैं।

नई नियुक्ति

नाम	पदनाम
सी स्टीफन जेरेमियास	कनिष्ठ अभियांत्रिक

प्रकाशन
पवन ऊर्जा प्रौद्योगिकी केन्द्र (सी–वेट)
देश में पवन ऊर्जा विकास के क्षेत्र में उत्कृष्टता हेतु तकनीकी केन्द्र बिन्दु का कार्य करने के लिए
भारत सरकार के नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय द्वारा संस्थापित स्वायत्त अनुसंधान एवं विकास संस्था
वेलचेरी–ताम्बरम प्रमुख मार्ग, पलिकरणई, चेन्नई - 600 100
दूरभाष : +91-44-2246 3982, 2246 3983, 2246 3984 फैक्स : +91-44-2246 3980
इमेल : info@cwet.res.in वेबसाइट : www.cwet.tn.nic.in

यदि आप पवन पत्रिका को निरंतर रूप से प्राप्त करना चाहते हैं,
तो उपर्युक्त पते पर पंजीकरण हेतु अनुरोध भेजें या प्रतिक्रिया प्रपत्र भरकर भेजें