

## WindPRO Yazılımı

# Modül Açıklaması

## BASIC

### BASIS

WindPRO'nun temel modülü olan BASIS, diğer tüm hesaplama modüllerinin kullanılabilmesi için gereklidir. BASIS aşağıdaki anahtar elemanları içermektedir:

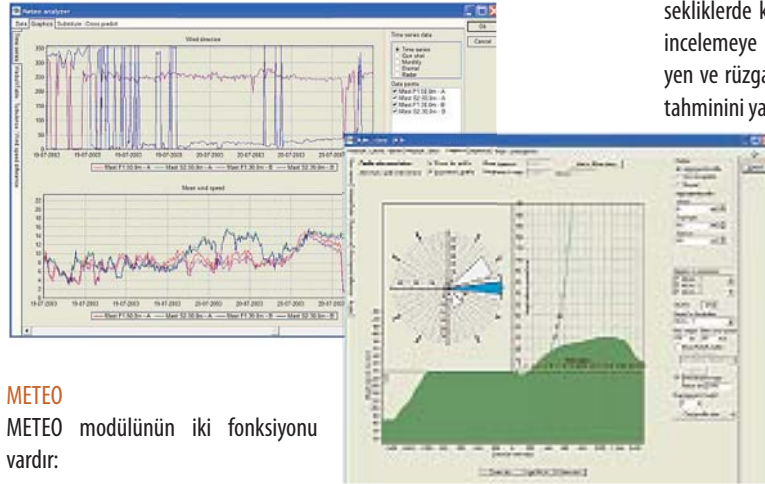
- Proje Yönetimi: Proje Araştırmacıyla Dünya üzerinde projelerin tam bir gösterimi ile efektif olarak projelerin kontrol ve idaresinde kullanılan araçtır
- Rüzgar Türbini Kataloğu: Projelendirme için rüzgar türbinleri ile ilgili gerekli verileri içeren en gelişmiş katalogdur. EMD tarafından yıllardan beri derlenmiş olan RT kataloğu 800 farklı türbine ait verileri en kapsamlıdır. Veriler sürekli olarak güncellenmekte ve size ait türbin ilaveleriyle geliştirilebilmektedir.
- Harita Yönetim Sistemi: taranmış, internet üzerindeki veya diğer sayısal ortamlardaki haritaların WindPRO ile bağlantısını kuran ve arka fonda gösterilen haritalar üzerinde doğrudan proje çalışmaları yapılmasına ve veri girişine imkan sağlayan bir araçtır.
- Projelendirme / Veri Girişi: Kullanıcı, BASIS modülünü kullanarak projede kullanılan tüm objelerle ve harita üzerinde bunların yerleşimiyle ilgili bir rapor hazırlayabilir.
- Özel Araçlar: katmanlar halinde veri girişi, eş yükseklik eğrilerinin fondaki resim harita üzerinden renk tanıma özelliği sayesinde gelişmiş yöntemlerle sayısallaştırılması, kırpmaya ve düzeltmesi;

Topografyanın RT ve ölçüm istasyonlarıyla birlikte profil kesitinin sunumu; hızlı profil kesit gösterim aracı; farklı çözünürlükte haritalı ve kişiselleştirilebilir etiketli raporlar hazırlamak için Harita Düzenleyici gibi çeşitli amaçlar için geliştirilmiş araçlar.

- Çevrimiçi veri servisleri (ücretsiz): dünyanın neredeyse tamamını kapsayan (SRTM, v.b.) eş yükseklik eğrisi verileri; çeşitli kaynaklardan pürüzlülük verileri, arka planda gösterilebilecek uydu görüntüleri ve çeşitli haritalar
- Dışa aktarım araçları: tek bir tuşla foto-gerçekçi türbinler şeklinde rüzgar santralinin, Google Earth'e gönderimi. Fotomontajlar konuşlandırılmış resimler olarak Google Earth'e aktarılabilir ve diğer bilgiler örneğin rüzgar kaynak haritaları şeffaf tabaka olarak gösterilebilir. Google Earth'te oluşturulan KMZ dosyaları WindPRO içerisine aktarılabilir.
- Shape dosyaları ve GPS verilerinin kolayca okunması veya aktarılması için veri araçları



## ENERJİ



### METEO

METEO modülünün iki fonksiyonu vardır:

- Ölçülen rüzgar verisinin yüklenmesi, analizi ve sunumu (gözden geçirilmesi)
- Bir rüzgar türbininin üretimini saha içerisinde ölçülmüş rüzgar verisine dayalı olarak hesaplama (WASP v.b. bir model kullanmadan)

METEO modülünün veri görüntüleme araçları oldukça tanınmıştır. Her tür veri okunabilir, zaman serileri düzenlenebilir veya frekans tabloları şeklinde özetlenerek, Weibull Dağılım değişkenleri elde edilebilir. Zaman serilerini görsel olarak kontrol etmek, noktalı, yönsel dağılım, günlük, aylık grafikler üretmek mümkündür. Farklı ölçüm yüksekliklerinde kaydedilen veriler tüm grafiklerde karşılaştırılabilir, seçilen veriler kolayca görsel olarak veya filtreler kullanılarak devre dışı bırakılmak suretiyle hatalı veriler elimine edilebilir. Lider imalatçılara ait rüzgar verisi kaydedicilerden gelen veriler kolayca METEO nesnesine yüklenebilir. Gözden geçirilmiş veri MODEL modülü ve WASP yazılımı kullanılarak, rüzgar istatistiklerinin hesabında kullanılabilir.

Modül, kullanıcıya sektörel, gündüz/gece ve mevsimsel seçim hakları da taniyan düşey rüzgar profili analiz özelliklerine sahip olup, WASP hesaplamalarıyla doğrudan mukayese ve Excel v.b. programlara kopyalama

yapma imkanları sunar.

Bunların yanı sıra, METEO modülünde, farklı istasyonlarda ve/veya yüksekliklerde kaydedilmiş verileri aynı grafik üzerinde görüntülemeye ve incelemeye olanak veren, verileri bir diğeriyle temsil etmeyi düzenleyen ve rüzgar verisinin diğer istasyon/yükseklikler kullanılarak, çapraz tahminini yapabilen METEO ANALİZCİ aracı bulunmaktadır.

METEO ANALİZCİ ile daha sonra PARK modülü kullanılarak, zamanla değişen üretim hesapları yapmak mümkündür. Bu hesaplamalar, WASP tarafından dönüştürülen ölçülmüş rüzgar verisi veya oluşturulmuş WTI (rüzgar zamansal değişim) dosyası kullanılarak yapılabilir.

### MODEL

MODEL modülü, WASP rüzgar modeli ile PARK üretim hesaplamaları için gerekli arayüzü sağlar. Gerekli veri dosyalarını hazırlayarak ve elde edilen rüzgar kaynak haritasını yüklemek suretiyle diğer çeşitli H.A.D. (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) modelleri için de arayüz olarak kullanılır.

EMD tarafından geliştirilen ATLAS modeli de bu modül sayesinde kullanılabilir. Kullanılan modele göre farklı nesnelere ve bilgiye gereksinim.

### WASP rüzgar atlası istatistiği oluşturma:

Bu, arazi yapısının pürüzlülük, eş yükseklik (alan veya çizgi) ve perdeleyici engel nesnelere girilmesini gerektirir. Bunlar, bir Site Data nesnesinde birleştirilir ve Meteo nesnesinde yüklü veya G.I.T. hesabından elde edilen rüzgar verisiyle birlikte WASP'a gönderilir.

### WASP ile YEÜ (Yıllık enerji Üretimi)'nin hesaplanması

Yukarıda belirtilen arazi yapısı girdilerin yanı sıra rüzgar atlası istatistikleri kullanılır. Hesaplar tek bir konum için istenen sayıda farklı türbin tipi için yapılabilir.

### WASP ile rüzgar kaynak haritası hesaplama:

Aynı arazi yapısı girdileri ile birden fazla rüzgar atlası istatistikleri kullanılarak hesaplama yapılabilir. Harita için RT alanı nesnesiyle çizilen herhangi bir alan tanımlanabilir. Elde edilen kaynak haritası çalışılan harita üzerinde gösterilebilir. Aynı zamanda PARK hesabında rüzgar modeli olarak

veya türbin yerleşiminin OPTIMIZE modülüyle optimizasyonunda kullanılabilir.

### H.A.D. ÖN/SON ile hesaplama:

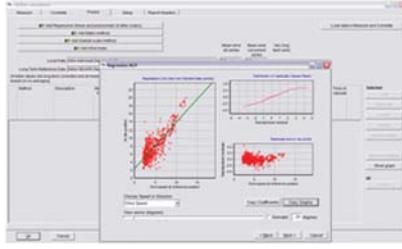
WindPRO H.A.D. modellerini doğrudan işletmemekle beraber, girdilerini hazırlar. Bir H.A.D. hesabının ön-işlem verisi için WASP hesabında kullanılan girdilerin ve nesnelerin aynı olması gereklidir. Son-işlem hesabı için de H.A.D. modeliyle oluşturulmuş rüzgar kaynak haritası ve mukayese amacıyla saha için hesaplanmış diğer bir kaynak haritası gerekir.

### ATLAS ile hesaplama:

ATLAS basit arazi yapıları için uygun bir akış modelidir. ATLAS hesabı yapmak için, basit sektörel pürüzlülük ve rakım girdileri gereklidir. ATLAS modeli genelde hesaplamaların basit, hızlı ve ekonomik olması gereken küçük ölçekli projelerde kullanılır. ATLAS hesabı için önceden hazırlanmış rüzgar atlası istatistikleri gereklidir. WindPRO'ya entegre olduğundan ilave bir yazılım gerekmez. ATLAS hesaplamaları tek bir türbin için yapılabilir veya PARK hesabı için girdi olarak kullanılabilir.

### MCP Modülü

MCP (G.İ.T: Gözle-İlişkilendir-Tahmin et) modülü, proje sahasında yapılan rüzgar gözlemlerinin uzun-sürelili bir kaynak veriye göre uzun-dönem düzeltmesinde kullanılır. Modül, en yaygın olarak kullanılan dört yöntemi de içermektedir: Lineer Regresyon, Matris, Weibull ölçekleme ve Rüzgar Endeksi. . . Kullanıcı, modül kapsamında 1948'den geçmiş aya kadar olan 2.5 derecelik enlem/boylam kesişimlerine ait NCEP/NCAR verilerini, NARR verilerini (Kuzey Amerika, "32km çözünürlük" ile 2009 sonuna kadar denizlerde gözlenmiş QSCAT verisi), dünya çapındaki 5,000 havaalanına ait verileri kapsayan METAR ve 7,000 meteoroloji istasyonu verisini kapsayan SYNOP rüzgar verilerini indirebilir. Bu veri, özdevimli olarak oluşturulacak yeni bir METEO nesnesine doğrudan yüklenebilir ve uzun dönem ilave kaynak veri olarak kullanılabilir. GİT işleminin sonucunda elde edilen "son ürün" WASP tarafından arazi benzetimi ve uzun dönem düzeltmesi yapılmış veri kullanılarak, üretilen rüzgar istatistikleridir. Bu, ilk elden PARK veya rüzgar enerjisi potansiyeli haritası hesaplamalarında kullanılabilir. WASP harici veya farklı uygulamalar için uzun dönem düzeltmesi yapılmış veri yeni bir METEO nesnesine gönderilebilir. MCP modülünün en önemli bir özelliği, saha ölçümleri ile kaynak veri ve dört yöntemden herhangi biriyle hesaplanmış dönüşüm fonksiyonlarına dayalı olarak tahmin edilen eş zamanlı verilerin grafik karşılaştırmasıdır.

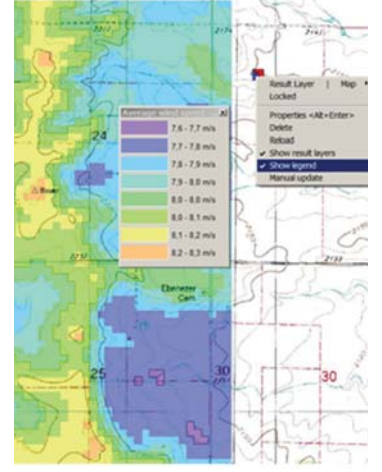


### PARK

PARK modülü bir veya daha fazla RES'nin yıllık üretiminin hesaplamasında kullanılan esnek bir araçtır. RT'leri "eski" (halihazırda mevcut) veya "yeni" olarak girilebilir, tüm dikkate alınarak hesaplanır ve ayrı ayrı raporlanır. Gerekliğinde, eski türbinlerde yenilerin eklenmesiyle oluşabilecek kayıplar da özdevimli olarak hesaplanabilir. Aynı hesaplama içerisinde farklı tipte RT'leri veya kule yükseklikleri kullanılmasında da herhangi bir kısıtlama yoktur. WindPRO'nun tabakalı gösterim özelliği sayesinde farklı yerleşimler hızla ve kolayca birbirleriyle karşılaştırılıp denebilir. PARK modülünde çeşitli iz bölgesi kaybı, gelişmiş türbülans ve RIX hesaplama araçları bulunur.

PARK modülü, 12-24 tablolarını ve rüzgar verisinin zamanla değişimine dayalı süreç eğrilerini gösteren raporlar sunar. Zamana bağlı üretimlerini de içeren kap-

samlı veri dosyaları Excel'e aktarılabilir. Hesaplanan üretimler, rüzgar ölçümlerinin her bir RT konumuna taşınmasını ve her bir zaman adımı için iz bölgesi kaybı hesaplamalarını içermekle, gerçek ve hesaplanan üretim değerlerinin analizine yeni bir boyut getirmektedir. Son olarak, PARK modülü santral güç eğrisi doğrulama için veri hesaplayabilir.



### LOSS & UNCERTAINTY

LOSS & UNCERTAINTY modülü, PARK hesabı sonrası hesaplamaların bankalarca kabul edilebilir düzeye getirilmesi için çeşitli unsurların ele alınmasında kullanılır. Bu modül

bu işlem için etkili ve yapılandırılmış bir yol sunar. Bir rüzgar santralinde çeşitli dikkate alınması ve üretimden düşülmesi gereken kayıplar söz konusudur. Modül, kullanıcıya bu işlemler için kullanıcıya kayıplara ilişkin tam bir liste sunar. Kayıplar, uluslararası uzmanların önerilerine uygun şekilde gruplandırılmış ve organize edilmiştir. Modülle hesaplanabilen kayıp türlerinden bazıları yüksek rüzgar histerisi, rüzgar sektör yönetimi ve tamamen isteğe göre uyarlanabilir kesintilerdir.

Karmaşık arazi yapılarında, WASP gibi yaygın modellerden bazıları yetersiz kalabilir. Modülün -model kaynaklı- bilinen hata yapma eğilimlerini (bias) düzeltme kısmı ile bu tür sorunlar giderilebilir. Sözcüğüne, yapılan PARK hesabında RIX hesaplamalarının da dahil edilmesiyle RIX düzeltmeleri yapılabilir.

Yatırımla ilgili risklerin değerlemesinde, hesaplanan üretimdeki belirsizliklerin ele alınışı çok önemli bir adımdır. Bu, P50 ile P95 arası aşma olasılıklarına karşılık gelen üretimleri de içermektedir.

Modül bünyesinde önemli tüm belirsizlik elemanları kaynaklarına göre oluşturulmuş gruplar içerisinde ele alınır. Yatay ve düşey kestirimlerdeki belirsizlikler, EMD'nin geniş uluslararası proje deneyimine dayalı oluşturulan bir yöntemle hesaplanabilir. Güç eğrisinden kaynaklanan belirsizlikler de IEC61400-12 standardına uygun olarak, hesaplanabilmektedir.

### OPTIMIZE

OPTIMIZE modülü birlikte veya ayrı ayrı kullanılabilen üç yöntemle çalışarak RT yerleşimini en uygun şekilde getirme işlemi yapılabilir.

**A:** Geometrik bir yerleşim için kati şartlara uyan mikro-konuşlandırma (düz paralel çizgiler üzerinde eşit mesafelerde konuşlandırılan türbinler, örn. deniz içinde. . . Ark biçimli yerleşimler de düzenlenebilir). Yazılım, çeşitli değişkenlere (açılar, mesafeler, sıra ofseti v.s.) dayalı bir düzen oluşturabilir. Sınırlar sayısallaştırılarak, yerleşimin kısıtlı bir alan içerisinde tutulması sağlanabilir. En iyi yerleşim oluşturulduğunda, enerji üretimi, gürültü etkisi, görsel etki v.s. hızla ve verimli biçimde hesaplanabilir. Her bir hesaplama mali olarak en verimli yerleşimi belirlemek üzere veri tablolarına ihraç edilerek değerlendirilebilir.

**B:** Bir RES yerleşiminin sınırlandırılmış bir alan içerisinde toplam enerji üretimine göre özdevimsel optimizasyonu. Alan sınırlaması manuel olarak veya bir alan dosyası yükleyerek tanımlanabilir. Optimizasyon süreci komşularla olması gereken mesafeleri gerçekleştirecek şekilde yerleşimi düzenler.

**C:** Gürültü optimizasyonu – RT konumları sabit kalmak kaydıyla, gürültü kistaslarına uyacak şekilde santralin çalıştırma şartlarını optimize eder.

## ÇEVRE

### DECIBEL

DECIBEL modülü gürültü düzeyi hesaplamalarını kolaylaştırır. Hesaplamaya halihazırda var olan ve yeni rüzgar türbinleri eklenebilir. Gürültüye hassas alanlara ilişkin alıcılar, poligonlarla tanımlanabilen alanlar veya noktalar olarak da tanımlamak mümkündür. Eğer biliniyorsa, türbinler kurulmadan önceki arka plan gü-

rültüsü girilebilir ve türbinlerin neden olacağı ek gürültü hesaplanabilir. Ülkelere özgü çoğu hesaplama modelleri ve gürültü sınır değerleri eklenmiştir. Eş gürültü eğrileri yardımıyla RT'lerinin konumlarını ayarlayıp, gürültü sınırların aşılmadığı bir tasarım yapılabilir.

### SHADOW

SHADOW modülü, ya tanımlanmış bir alan ya da özel algı noktaları için, bir veya birden fazla rüzgar türbininin neden olacağı gölge etkisinin yıllık saatinin hesap-

lanmasında kullanılır. Hesaplamanın bir parçası olarak modül, bölgedeki görsel etki bölgelerinin ön hesaplamasıyla, özel etki noktaları ile rüzgar türbinleri arasında görsel temas olup olmadığını kontrol eder. Mümkün olan en fazla etki üzerinden en kötü senaryo veya -hava durumu istatistiğine dayalı- gerçek değer hesaplamaları yapılabilir. Her algı noktası için hesaplanacak gölgeleme takvimi gibi çıktılar almak mümkündür. Her türbin için gölgeleme takvimi de hesaplanabilir ve sonuçlar türbinlerin kontrol sistemine aktararak kullanılabilir.

### ZVI (Görsel Etki Bölgeleri)

ZVI modülü uzak mesafelerdeki görsel etkinin analizinde ve birden fazla rüzgar türbini grubunun bir bölge üzerindeki görsel etkisinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bir ZVI hesaplamasında, kullanıcı tercih ederse orman, köy ve diğer engelleyici unsurları hesaba katabilir. Modül, belirli

bir bölgede birden fazla rüzgar santralinin toplu etkisini hesaplama ve uzaklığa bağlı olarak azalan etki hesaplama özelliğine sahiptir. İlaveten, ZVI modülü, radar hesaplamalarına olanak tanıyan özellikler de içerir: Kullanıcı RT'lerinin radarlar tarafından görülemediği planlama haritaları veya türbinle ufuk çizgisi arasındaki açıklık yüksekliğini hesaplayabilir.

### IMPACT

IMPACT modülü, DECIBEL, SHADOW, ZVI ve PHOTOMONTAGE modüllerini her bir komşu için bir sayısal hesaplama sonucu olarak birleştirir. Bu modül, planlanan bir rüzgar santralının yakındaki komşular üzerindeki olası çevresel etkileri ile ilgili ayrı ayrı bilgilendirilmeleri amacı ile kullanılabilir. Bu ayrıntılı bilgi yeni bir projeye çoğu zaman komşular tarafından olabilecek gereksiz muhalefet ve protestoların önlenmesinde yardımcı olabilmektedir.

## CANLANDIRMA

### PHOTOMONTAGE

PHOTOMONTAGE modülü, bir RES'nin inşa edilmeden önce, bir fotoğraf üzerinde (normal veya panoramik) veya tel kafes şeklinde gerçekçi görsel canlandırması için kullanılmaktadır. Varsa, kullanılan fotoğrafın özellikleri (koordinatlar, odak uzaklığı ve tarih/saat) otomatik olarak yüklenir. Ufuk çizgisi, ve çeşitli kontrol noktası işaretleri gibi istisnai özellikler sayesinde canlandırma kalibre edilerek hassas sonuçlar elde edilir. Bu modül, bir projenin araziye en iyi şekilde yerleştirilmesinin yanında resmi kurumlarla, komşularla vb. yapılan görüşmeler sırasında farklı proje seçeneklerini değerlendirmek için de kullanılmaktadır.

### ANIMATION

Fotomontaj yaratıldıktan sonra, animasyonlu görüntüleme bu modül sayesinde yalnızca 3 tık uzağınızda. Bilgisayar ekranında türbin kanatları gerçek hızında dönerler. Havacılık ışıkları da eklenebilir. İnternette yayınlamak amacı ile dosya GIF veya diğer biçimlere aktarılabilir. ANIMATION ile bir rüzgar santralindeki rüzgar türbinlerinin hareketli görüntüleri ile ilgili gerçeğe yakın bir fikir edinmek kolaydır.

### 3D-ANIMATOR

3D-ANIMATOR modülü herhangi bir rüzgar santrali projesinin ve 3B nesnenin (ör. Nakil direkleri, evler, orman) sanal gerçeklik (VR-Virtual Reality) modellemesi için kullanılmaktadır. Yapay arazi, eş yükselti eğrileri kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu yüzey daha sonra harita, havadan fotoğraf veya herhangi bir doku yüzeyi ile kaplanarak arazinin gerçekçi bir sunumu sağlanmaktadır. Render yaptıktan sonra, çalışır durumdaki türbinler arasında model içinde hareket edebilirsiniz. Hareket klavye, fare veya yönetim kolu ile kontrol edilebilmektedir. VR-projesi, bir harici görüntüleyiciyle birlikte, e-posta ile veya CD üzerine kaydedilerek dağıtılabilir: Böylece ilgilenenlerin rüzgar santrali sahasında sanal bir tur atabilmesi mümkün olmaktadır.



## ŞEBEKE VE PLANLAMA

### eGRID

eGRID modülü RT'lerinin şebekeye entegrasyonunun tasarımı ve hesabında kullanılır. Şunları hesaplar: 1) Yerel rüzgar iklimine dayalı olarak kablo ve trafolarla oluşacak yıllık kayıplar, 2) Kablo ve trafoların tasarım kontrolü (kapasiteye göre yüzde olarak yük), 3) Özdevimsel veya iki adet

seçenekli yük durumu için durağan halde gerilim değişimleri, 4) Kısa devre gücü ve akım, 5) Gerilim çalkantıları (uzun dönem titreşim; flicker), 6) Anahtarlama etkisiyle oluşan gerilim değişimleri, 7) hesaplamaların şebeke gereksinimlerine göre doğrulanması, 8) Maliyet hesaplamaları için, arazi yapısı ve eğimler dikkate alınmış olarak belirlenen kazı uzunluğu ve kablo uzunlukları da dahil olmak üzere, kullanılan kablo ve bileşenlerin listesi.

## EKONOMİ

### WINDBANK

WINDBANK modülü, incelenen RT/RES yatırımı mali ve ekonomik uy-

gunluk hesaplarını kolaylaştırır. Modülün esnek yapısı kullanıcıya çeşitli ülkelerdeki özel şartlara göre düzenleme yapma imkanı verir. Bu modülün en önemli özelliği, verilerin ele alınmasının ve raporlamanın özel olarak rüzgar enerjisi projelerine uygun olarak tasarlanmış olmasıdır.



**EMD International A/S**  
Niels Jernes Vej 10  
DK-9220 Aalborg Ø  
Tel: +45 96 35 44 44  
Fax: +45 96 35 44 46  
E-posta: emd@emd.dk  
Vergi Daire/No: DK 27491529



**EMD Deutschland**  
Breitscheidstr. 6  
DE-34119 Kassel  
Tel: +49 (0)561 310 596-0  
Fax: +49 (0)561 310 596-9  
EMD-Service Line:  
+49 (0)561 310 596-69  
E-mail: emd-de@emd.dk



**EMD France**  
118-122, avenue de France  
FR-75013 Paris  
Tel: +33 (0)1 44 64 13 81  
E-posta: france@emd.dk



**EMD Spain**  
Normawind S.L.  
Travessera de Gràcia 58.  
Entlo.3ª  
ES-08006 Barcelona  
Tel: +34 93 241 12 75  
Fax: +34 93 241 13 21  
E-posta: info@normawind.com



**EMD United Kingdom**  
The Wind Consultancy Service  
17 Ford Lane, Morton, Bourne,  
UK-Lincolnshire, PE10 0RQ  
Tel: +44 (0) 1778-571786  
Cep: +44 (0) 7989-018513  
E-posta: windpro@windconsult.co.uk



**EMD Middle East**  
T-EMD Ltd. Sti.  
Yakut Sokak, Huzur Apt.  
No:39/6 Bakirkoy  
34140 Istanbul - Turkey  
Tel.: +90 212 543 88 48  
Fax: +90 212 543 37 46  
E-posta: ft@emd.dk



**EMD North America**  
EAPC Wind Energy  
3100 DeMers Avenue  
US-Grand Forks, ND 58201  
Tel: +1-701 775 3000  
Fax: +1 701 772 3605  
E-posta: wind@eapc.net



**EMD China**  
CEPRI  
No.15 Xiaoying East Road  
CN-Oinghe, Beijing 100192  
Tel: +86-10-82813166-305  
Fax: +86-10-62956185  
E-posta: xrwang@epri.sgcc.com.cn