

DENİZÜSTÜ RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL (DRES) PROJELERİ İÇİN RÜZGAR ÖLÇÜMLERİ

5. İZMİR RÜZGAR SEMPOZYUMU

Dr Murat Durak

Meteoroloji Mühendisi
md@enermet.com.tr

05 Ekim 2019, İZMİR



Başlıklar

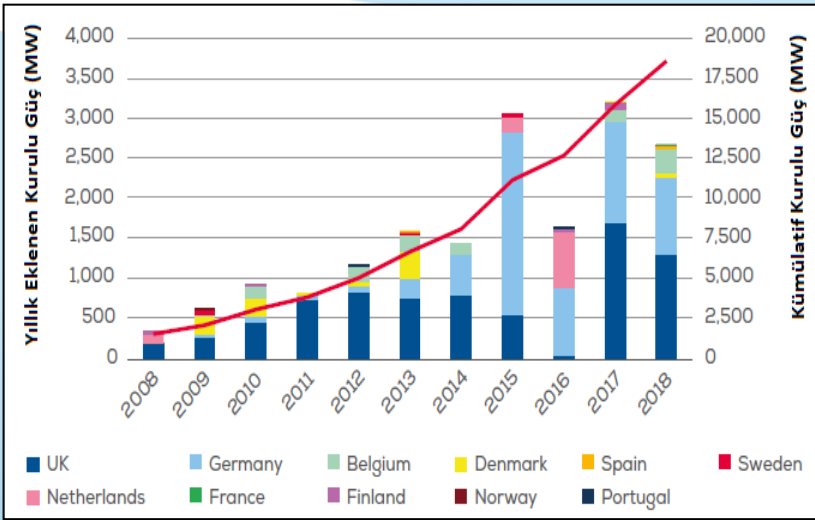
1. *Giriş*
2. *DRES Proje Sahası Bulunması*
3. *Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sensörler*
4. *Denizüstü Meteoroloji Ölçümü*
5. *Sonuçlar ve Öneriler*



1. Giriş



Denizüstü rüzgar elektrik santralleri (DRES) 1991’de, Danimarka Vindeby’de, Bonus marka 11 adet 450 kW’lık türbinler ile kurulan, 4.95 MW gücündeki proje ile başlamıştır. 2018 yılı sonu itibarı ile ise, 11 Avrupa ülkesinde 18499 MW kurulu güce ulaşmıştır



Ülke	DRES Sayısı	Toplam Kurulu Güç (MW)	DRT Sayısı
İngiltere	39	8183	1975
Almanya	25	6380	1305
Danimarka	14	1329	514
Belçika	7	1186	274
Hollanda	6	1118	365
İsveç	4	192	79
Finlandiya	3	71	19
İrlanda	1	25	7
İspanya	2	10	2
Fransa	2	2	2
Norveç	1	2	1
Toplam	105	18499	4543



2. DRES Proje Sahası Bulunması



Denizüstü RES'ler son 10 yılda özellikle Avrupa ülkelerinde yapılmıştır. Kara (onshore) RES ile denizüstü (offshore) DRES arasındaki en önemli farkları anlamak gerekmektedir. Bu farklar:

- Denizüstünde daha kararlı ve yüksek rüzgar hızlarının bulunması sebebiyle daha fazla enerji üretimi,
- Denizüstü RES'lerde montaj ve inşaat işlerinin daha yüksek meblağlara yapılması,
- Ulaşım ve denizüstü olması nedeni ile bakım maliyetinin yüksekliği,
- Denizüstü RES projelerinde finansman olanaklarının zorluğu,
- Denizüstü RES'lerin işletmesinin karaüstü RES'lerden daha zor olması sayılabilir.



Herhangi bir yerde denizüstü RES yapılabilmesi için bazı hususlar dikkate alınmalıdır. Özellikle kıyıdan uzaklık ve deniz derinliği DRES fizibilitesi açısından bakılan en önemli hususları oluşturmaktadır. Diğer önemli hususlar ise aşağıda görülmektedir:

- Rüzgar potansiyeli,
- Bölgenin oşinografik yapısı,
- Doğal koruma,
- Turizm,
- Elektrik iletimi ve karadaki enterkonnekte sisteme bağlantı koşulları,
- Denizüstü ve altı doğal koruma alanları ve canlılar
- Balıkçılık ve deniz trafiği,
- Boru hatları ve kablolar,
- Askeri kullanım,
- Ülkemize özel kıta sahanlığı hususu.

Avrupadaki ilk DRES sahası için devletler müdahil olmuştur.



3. Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sensörleri



Denizüstünde rüzgâr hızları karaya göre çok daha kuvvetli olduğundan ve dalga, denizaltı su akıntıları gibi nedenlerle rüzgar ölçüm sistemlerindeki yorulma (fatigue) karasal ölçüm sistemlerine göre çok fazladır. Denizüstünde kullanılan meteorolojik sensörler, karaüstünde kullanılanlardan bazı farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar aşağıda belirtilmiştir:

- Isıtmalı sensör kullanımı
- Sonik sensörler kullanımı
- Korozyona, nem ve deniz tuzuna karşı daha dayanıklı

sensörler olması gerekmektedir. Bu amaçla World Meteorological Organization sınıflandırmasına göre Secondary Standard meteorolojik sensörler kullanılmaktadır.



4. Denizüstü Meteorolojik Ölçümler



Denizüstü rüzgar ölçümleri, genellikle 100 metre yüksekliğe kadar yapılmıştır. En detaylı çalışma 2003 yılında Kuzey Denizi ve Baltık Denizinde yapılan FINO (Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee) denizüstü meteorolojik ölçümleridir. 3 adet (FINO1, FINO2 ve FINO3) denizüstü ölçümleri yapılmıştır. Bu projelerin amacı sadece denizüstü rüzgar ölçümleri değil; aynı zamanda da deniz altı ve deniz üstü ekosisteminin öğrenilmesidir.

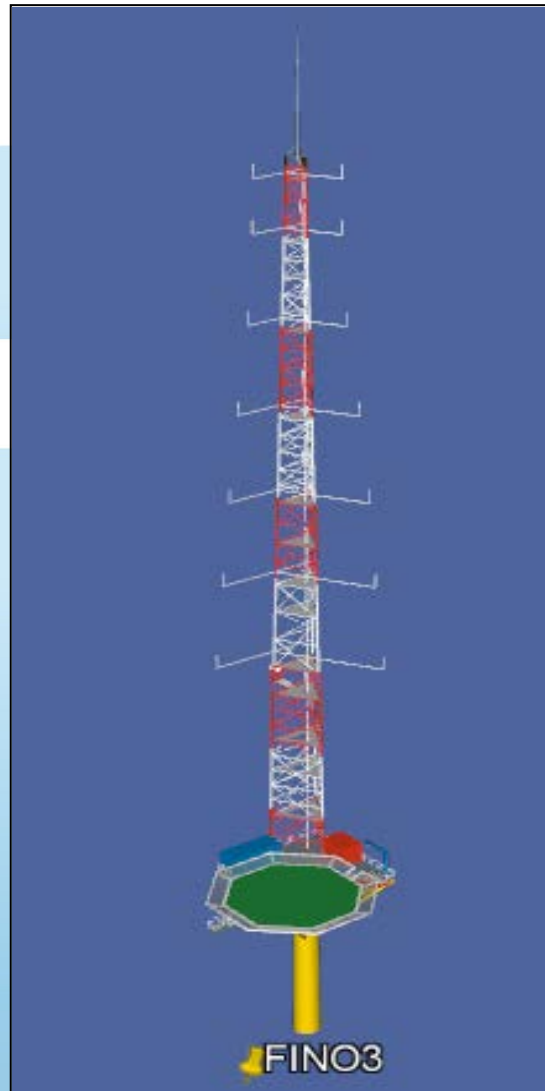
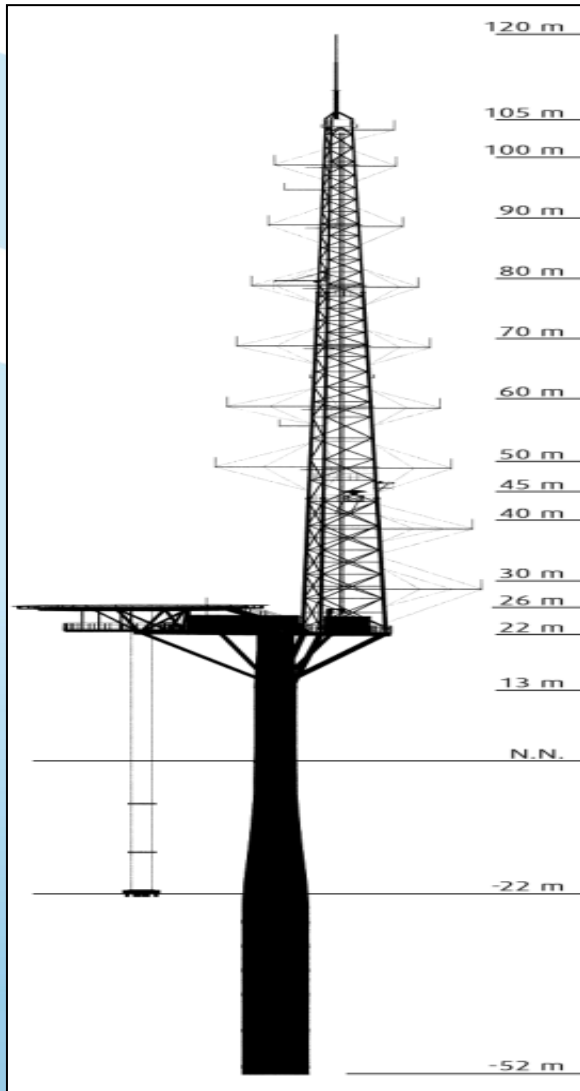
Sistem Adı	Montaj Yılı	Direk Geometrisi	Yükseklik (m)	Deniz Derinliği (m)	Kıyıya Uzaklık (km)	Platform Boyutu
FINO 1 Kuzey Denizi	2003	Kare	101	28	45	16 x 16 m
FINO 2 Baltık Denizi	2007	Kare	101	24	31	12 x 12 m
FINO 3 Kuzey Denizi	2009	Üçgen	120	23	80	13 x 13 m



FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sistemi

Almanya'nın Schleswig-Holstein eyaletinde FuE-Zentrum FH Kiel GmbH tarafından 2005 yılı sonunda başlatılan FINO 3-NEPTUN projesi kapsamında FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sistemi çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışma, Schleswig-Holstein Ekonomi Bakanlığı, Avrupa Birliği, European Fund for Regional Development ve Almanya Çevre Bakanlığı tarafından fonlanmıştır. 2006 yılında planlama başlanarak 2008 Mart ayında inşaata başlanmıştır ve Ağustos 2009 tarihinde de işletmeye alınmıştır. FINO 3 projesi denizüstü ölçümlerin yanında; bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere de ciddi veri toplanmıştır.

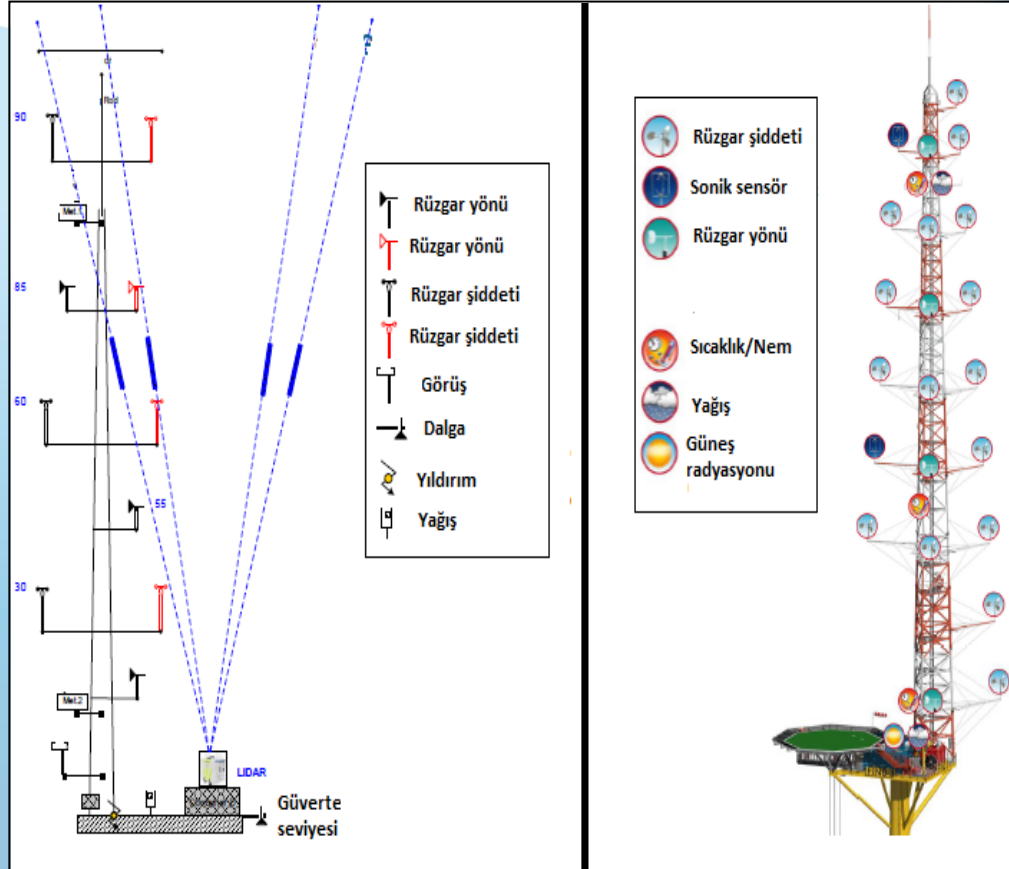




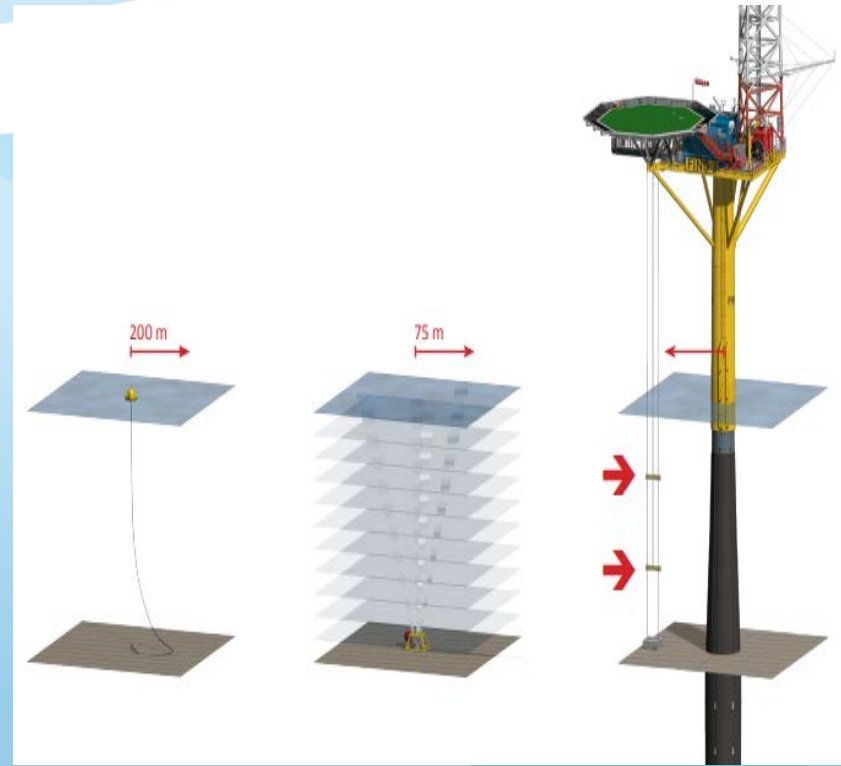
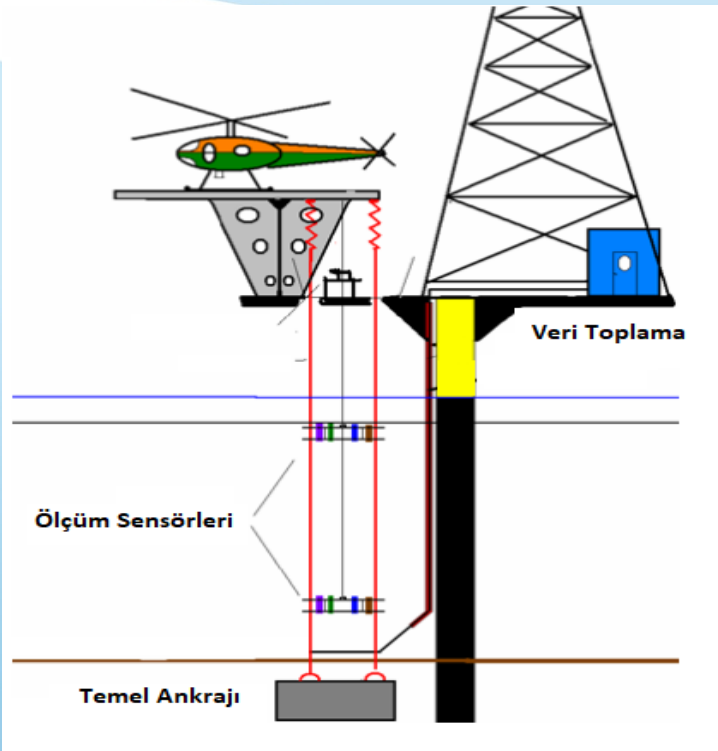
FINO 3 projesi kapsamında aşağıdaki ölçümler yapılmaktadır:

- Rüzgar ve meteorolojik değişken ölçümleri,
- Hidrografik (oşinografik) ölçümler,
- Deniz ekosistem değişken ölçümleri.

Deniz ekosistemi ölçümleri ise, deniz seviyesi, akıntılar, dalgalar, gel git gibi parametreleri içermektedir. Bu amaçla deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen değişimi sürekli ölçülmektedir. Rüzgar şiddeti ölçümleri, 30. metreden başlayarak, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ve 110 metreler olmak üzere 9 farklı seviyede yapılmaktadır; 40 ve 100 m de ultrasonik anemometreler de bulunmaktadır. Yön ölçümleri de 30 m den başlayarak 50, 70 ve 100. metreler olmak üzere toplam 4 farklı yükseklikten alınmaktadır. Bunların yanında, sıcaklık, nem ve basınç 30, 50 ve 100 m; yağış ölçümü 30 m ve global radyasyon ölçümü de 30 m de yapılmaktadır.



Oşinografik ölçümler kapsamında dalga yüksekliği, denizdeki oksijen miktarı, deniz suyu sıcaklığı, basınç ve iletkenlik değerleri de ölçülmektedir. Şekil ile verilen sistem ile denizüstü meteoroloji istasyonundan 200 m civarına ve 10 farklı tabakada ölçümler yapılmaktadır.



İletkenlik, Sıcaklık ve Basınç (İSB) Ölçümü

Denizaltında 10 farklı seviyede İSB sensörü ile donatılarak ölçümler alınmaktadır. Sistem kendi uzun vadeli akü beslemesine sahip olup önceden programlanmış otomatik olarak üç standart parametreyi iletkenlik, sıcaklık ve basınç değerlerini 10 dk ortalama ile hesaplayıp kaydetmektedir.



Oksijen Ölçümü

Oksijen içeriğini belirlemek için, veri kaybının olmaması amacı için çift sensörle ölçümler yapılmaktadır.



Bulanıklık ve Klorofil Ölçümü

Ayrıca ana seviyelere entegre edilmiş, optik ölçüm yöntemleri yardımıyla bulanıklık ve klorofil floresansını tespit eden bakırdan yapılmış bir sensör kullanılmaktadır.



Kuzey denizinde açık deniz planlama bağlamında dikey olarak dönen gemi gözetleme radarları, yoğunluğu, mevsimsel oluşumları (fenolojik) ve göç eden kuşların uçuş yüksekliğini kaydetmek için standart araçlar olarak bu radar kullanılmaktadır.



Sabit ışınlı radar (BirdScan M1 modeli) İsviçre Ornitoloji Enstitüsü ile işbirliği içinde geliştirilmiştir.



VARS-Visual Automatic Recording System

VARS hareketli nesnelere otomatik olarak algılar ve bu nesnelere kısa bir video akışı içine kaydeder. Sistemin geliştirilmesi, eski Alman Federal Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz ve Reaktorsicherheit = BMU)



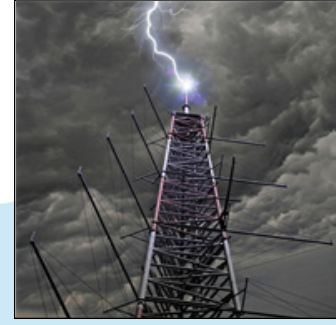
Korozyon Koruma

Burada, gelecekteki korozyon koruma yüzeylerinin geliştirilmesi temel olarak çevresel açıdan nötr olmayı amaçlamaktadır.



Paratoner Sistemi

FINO 3 platformunda yıldırım araştırma projesi yapılmaktadır. Bu projenin amacı, rüzgar türbin üreticilerine açık deniz amaçları için uygun yıldırımdan korunma önlemleri geliştirme konusunda yardımcı olmaktır



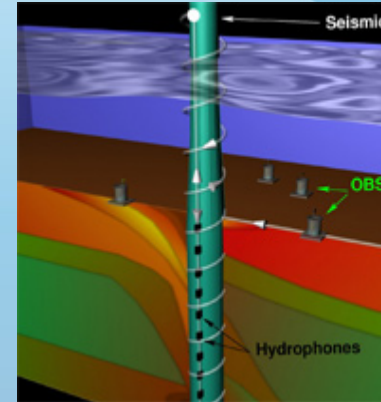
Dalga Ölçümü

Denizde meydana gelen büyük dalga davranışlarının anlaşılmasını amaçlamaktadır. Büyük dalgalar hakkında bilgi (özellikle kırıcılar-breakers) DRT inşaat, montaj ve işletme sırasında bilinmesi gereken konuların başında gelmektedir. Özellikle büyük dalgaların sıklığı ve dik dalgaların ürettiği kuvvet sadece araştırmacılar için değil aynı zamanda açık DRT veya petrol platformlarının işletmecileri için de ilgi çekicidir.



Türbin Temel Sismik Kontrolü (FINOSEIS)

DRT üzerine akıntı, dalga hareketi ve rüzgar basıncından kaynaklanan dinamik baskılardan dolayı yakın çevresindeki tortu yapısında değişiklikler olabilir.



Dogger Bank DRES
Projesi Met Mast



Shell Flat Array DRES
Projesi Met Mast



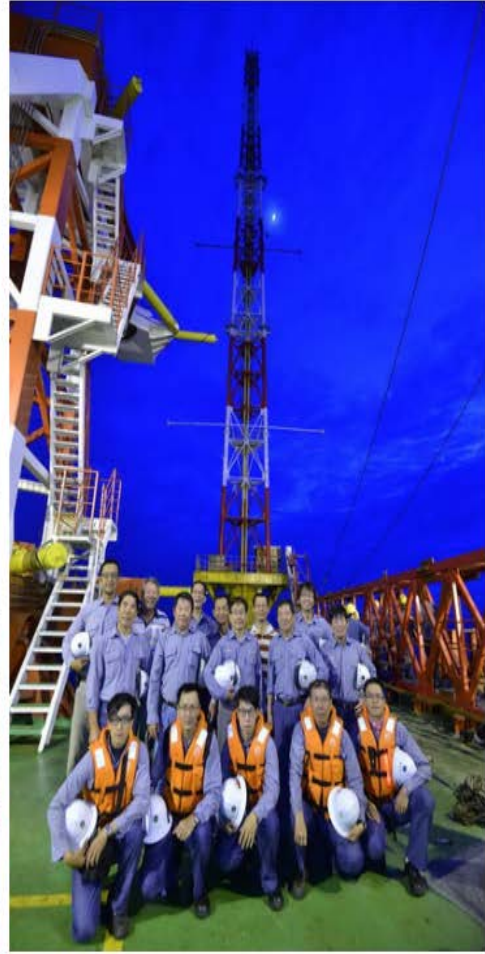
Horns Rev DRES
Projesi Met Mast



Scoby Sands DRES Projesi Met Mast



› Finish the installation of first domestic offshore wind Met Mast (2015.07)



Floating met mast for offshore wind measurements deployed off Makronisos

Greece | August 12, 2019 | Comments: 0 | Author: [Svetlana Jovanović](#) |



Photo: Streamlined Naval Architects

Greece's Streamlined Naval Architects LTD in co-operation with ETME, ERGOMARE S.A. and Enalios Diving Center has deployed the FloatMast platform, an innovative floating met mast platform for offshore wind measurements, according to an announcement from Streamlined.

The floating met mast is located 250 meters off the coast of the uninhabited Aegean island of Makronisos, at a sea depth of 65 meters. The unmanned Mini Tension Leg Platform is permanently moored by tendons pulling down the structure towards the seabed.

The project, worth nearly EUR 3 million, has been co-funded by the European Innovation Council with around EUR 2 million under the Horizon 2020 program.





INTRODUCTION

Reliable and Bankable Wind Resource Assessment in offshore wind farms, presents a huge challenge, as only fixed met-masts are, at the moment, IEC/MEASNET compliant measuring devices.

With the FloatMast platform, IEC/MEASNET compliant data can be acquired, at a much lower cost, at any depth and distance from the shore. As a result, a wider range of capabilities become available to developers (from wind resource assessment to environmental -marine and atmospheric- data monitoring), increasing thus the project value, the data credibility and bankability.

At the end of a campaign, the platform can be redeployed at another site. The adaptation consists mainly in modifying the anchorage to adapt at the new water depth and sea tide.

DESIGN PARAMETERS

- Comply with the IEC / MEASNET Guidelines
- Conform with the proven methodology applied for onshore complex topographies (low met mast+ Lidar)
- Adopt existing mature solutions from the mature Oil & Gas Industry
- Re-deployable platform
- Optimize the ratio "P90/Cost" for offshore wind resource assessment

	Cost	Wind Speed uncertainty 1	
Fixed 100 Mast	-8.0M€	-2.2%	
Fixed 100 Mast + Lidar	-8.5M€	-2.1%	
Floating Lidar	-1.2M€	-6.0%	Impacted
FloatMast	-3.0M€	-2.6%	

KEY ADVANTAGES VS FIXED MASTS AND FLOATING LIDARS

Extremely low mean wind speed deviation compared to a Fixed Met Mast

Analysis of real offshore 10min-wind data² using a 5MW HAWT shows that, using the measured wind shear, the deviation between the annual average wind speed at hub-height (100m aal) and the extrapolated one from a lower anemometer is only 0.4%. Similarly, the deviation of the WT's annual energy yield is 1.3% and capacity factor deviation result is 0.7%.

Superior data availability based on cup anemometer:

Contrary to LIDARs, cup anemometers are expected to approach 100% data availability. For an annual availability of 80%³, then the above mentioned offshore dataset, run for 14 different scenarios, yields average deviations for the annual wind speed of 1.4% and for the annual energy yield of 1.7%.

Avoid wind speed uncertainties due to wave motions

Results from recent publications with wind speed comparisons between stable and wave-influenced platforms, for various types of LIDARs, converge to similar deviations: 1.8%⁴ 1.5%⁵ 1.4%⁶ 1.0%⁷ 1.4%⁸

Although no energy yield deviations are given, the above result is an additional uncertainty to be accounted, further decreasing the bankability of an offshore project.

MODEL TANK TESTS

The small (unavoidable) motions of the TLP platform are monitored by high-precision marine motion and orientation sensors. Naval Design calculations, together with CFD simulations and model tank tests of a 1:25 prototype, showed practically no heave motion, very low translations (<0.1Hz) and tilt angles below 3deg, even in storm conditions. The above, when confirmed in the real model, will render motion compensation unnecessary.



DEPLOYMENT PHASE STARTED

The prototype is ready for deployment off the coast of Makronisos island at a sea depth of 65m, in the Aegean sea, known for its severe sea state conditions and its high wind potential (9m/s annual average wind speed).



CONCLUSIONS

The project demonstrates that TLP platforms are very well suited to wind energy applications and practically no motion compensation is required for the wind speed measuring devices.

Lidars are known to have lower data availabilities than cup anemometers, mainly due to atmospheric conditions, but also because they are sophisticated optico-electronic devices, requiring also power autonomy. With the FloatMast platform, lidar unavoidable data losses are recovered from cup anemometers, with much lower uncertainties than correlating with faraway met masts. The high data availability assured by the reliable cup anemometers, lowers the results uncertainties, the investment cost of the offshore wind farm and increases bankability.



5. Sonuçlar ve Öneriler



- Ülkemizdeki ilk DRES projesinde kamunun müdahilitesi mutlaka olmalıdır,
- Aday bölgelere 1'er adet meteoroloji ölçüm istasyonu dikilerek veriler toplanılmaya başlanmalıdır,
- Ege, Marmara, Karadeniz ve Akdeniz'e birer adet her halikarda meteorolojik ölçüm sistemi kurulmalıdır,
- Yapılacak ölçümler sadece meteorolojik değil; oşinografi, sismografi, petrol, doğal gaz, kuş göç yolu vb diğer alanlarda da olmalıdır,
- DRES projelerinde ülkemizdeki oşinoğrafik bilgi birikimi dikkate alınmalıdır,
- Elde edilen veriler ile akademik çalışmalar yapılarak denizlerimiz daha iyi tanınabilir,
- Maliyet yüksek olduğu için özel sektör ve kamu birlikte hareket etmelidir.



Dinlediđiniz İçin Teřekkür Ederim.

Murat Durak

e-mail: md@enermet.com.tr

