



## Enerji Santrallerinde Verimliliğin Optimizasyonu için Akıllı Çözümler

M.Bilgehan ÇEBER  
STEAG Ensida Energy Services Ltd.  
Nisan 2019

- STEAG
- STEAG Energy Services (SES)
- SES Portföyü
- Enerji Santralleri Performans İzleme Sistemi





Batı Almanya'nın taş kömürü madenciliği tesislerine enerji tedariği amacıyla 1937'de ortaklık şeklinde kurulan STEAG, bugünlerde Almanya'nın en büyük 5. enerji şirkettir.

STEAG'ın Lünen'de yer alan sadece 45 MW kapasiteli ilk enerji santrali 1940 yılında tasarlanmış iken, Avrupa'nın en yüksek verimli ünitelerinden biri olan 800 MW kapasiteli en yeni ünitesi 2013 yılında devreye alınmıştır.

2016 yılı itibarı ile STEAG, toplam kapasitesi 8.000 MW'a ulaşan 10 adet büyük ölçekli enerji santraline sahiptir. İlave olarak, 1 - 20 MW kapasiteli 70 adet bölgesel enerji tesisi ve de yenilenebilir enerji (biyokütle, jeotermal, rüzgar, PV) ile çalışan birçok ünitesi de mevcuttur.

# STEAG – Genel Bakış

## Uluslararası Referans Projeler

**Termopaipa IV  
Kömür Yakıtlı  
Termik Santrali**  
Kolombiya  
(165 MW<sub>el</sub>)



**Crucea North  
Rüzgar Santrali**  
Romanya  
(108 MW<sub>el</sub>)



**Mindanao Kömür  
Yakıtlı Termik  
Santrali**  
Filipinler  
(232 MW<sub>el</sub>)



- Kendi enerji santralleri / yatırım projeleri
- Mühendislik / projeler
- ▲ STEAG Genel Merkez
- Temsilcilik ofisleri / Alt şirketler
- İşletme ve Bakım Sözleşmeleri
- △ Santral yan ürünlerinin pazarlanması ve bertarafı

**Arenales  
Yoğunlaştırılmış  
Güneş Santrali**  
İspanya  
(50 MW<sub>el</sub>)



**Süloğlu Rüzgar  
Santrali**  
Türkiye  
(66 MW<sub>el</sub>)



**İskenderun  
Kömür Yakıtlı Termik  
Santrali**  
Türkiye  
(1,320 MW<sub>el</sub>)

**Vishakhapatnam  
Kömür Yakıtlı Termik  
Santrali**

Hindistan (1,040 MW<sub>el</sub>)

○ %5 hissedar ve işletme & bakım





### Enerji Teknolojileri



- Danışmanlık / İş Sahibi Mühendisliği
- Saha yönetimi, devreye alma
- Daha küçük projelerde EPC

### Santral Hizmetleri



- Dünya genelinde İşletme & bakım
- Personel temini
- Kontrol ölçümleri

### Nükleer Teknolojiler



- Danışmanlık
- Geçici depolama
- Söküm

### Sistem Teknolojileri



- Proses izleme ve optimizasyon / kestirimci analiz / veri yönetimi / O&M yönetim sistemleri
- Güç tesisleri / atık yakma tesisleri / çimento tesisleri

### Bilgi Teknolojileri



**Enerji Verimliliđi iki ayrı şekilde ele almak gereklidir;**

## **1. Tüketimde Verimlilik.**

## **2. Üretimde Verimlilik**

Türkiye **2017** yılı **elektrik enerjisi üretimi** ise bir önceki yıla göre **%7,7** oranında artarak **295,5 milyar kWh** olarak gerçekleşmiştir.

2017 yılında elektrik üretimimizin, **%37 'si doğal gazdan, %33'ü kömürden, %20'si hidroelektrik enerjiden, %6'sı rüzgârdan, %2'si jeotermal enerjiden ve %2'si diğer kaynaklardan** elde edilmiştir.

Dolayısı ile **Termik Santraller (Doğal Gaz ve Kömür)** üretimin **%70** lik kısmına katkıda bulunmuşlar ve **206,85 milyar kWh** üretim yapmışlardır. (Kaynak ETKB Web Sitesidir)

Sadece Termik (Doğalgaz ve Kömür) üretimi olan

**206,85 milyar kWh** üretimde, **%1** oranında verimlilik sağlanır ise;

**2,0685 milyar kWhr** tasarruf yapılmış olunur.

Yıllık **7500 saat** çalışan bir Termik Santral olarak;

**276 MW** lık bir Termik Santral veya bu santrali yakacağı yakıt olarak tasarruf demektir.



**Dolayısı ile bir Termik Santralde (Kömür/Gaz) Verim;**

**Net Isıl Oran (**Net Heat Rate**) olarak;**

**Xxxx kJoule/kWhr**

veya

**Yyyy kCal/kWhr** olarak ifade edilmektedir.

**Termik Santraller ciddi tüketimleri olan birçok bileşenden oluştuğundan dolayı, her birinin performansları Enerji Üretim Tesisinin tüm performansını etkileyecektir.**

Örneğin;

İthal Kömür yakıtlı bir Santralde;

6000 kcal/kg kömür kullanılıyor ise;

600 MWe Net Çıkış Gücü var ise;

Saatte 250 ton kömür sarf ediliyor ise;

Bu Santralın Net Isıl Oranı      =  $(250,000\text{kg} \times 6000 \text{ kcal/kg}) \div 600,000 \text{ kWh}$   
= 2,500 kcal/kWhr = 10,467 kJ/kWhr dir.

Yeni Nesil bir Gaz Türbini      = 9,500 kJ/kWhr (Basit Çevrim olarak).

### Termodinamik Çevrim Hesaplaması

#### Çevrim Hesaplaması (çevrimdışı)

- Tasarım
- Simülasyon
- TS prosesinin modellenmesi

**EBSILON®**  
*Professional*

### Veri Yönetimi

#### Veri Yönetim Sistemi

- Uzun-sürelili veri arşivi
- Tüm SR sistemleri için temel

**SR::x**

### Proses İzleme / Optimizasyon

#### Proses Kalitesinin İzlenmesi

- Davranışların hesaplanması
- Zayıf noktaların tespit edilmesi

**SR::EPOS**

#### Kazan Temizleme Yönetimi

- İyileştirilmiş kurum üfleme
- Kazan veriminin artırılması

**SR::BCM**

### Kestirimci Analiz

#### İstatistiksel Proses Kontrolü

- İşletme verilerinin istatistiksel analizi
- Erken uyarı sistemi (analiz)

**SR::SPC**

#### Kullanım Ömrü İzleme

- Kalın duvarlı bileşenler için
- Yüksek stres altındaki buhar hatları için

**SR1 /  
SR::SPM**

#### Kestirimsel Performans İzleme

- SPC ve EPOS özelliklerinin birleştirilmesi
- Sadece yüksek potansiyele sahip bileşenlerin dikkate alınması

**SR::PPM**

Gerçek ve referans proses verileri arasındaki sapmaların tespit edilmesi

**Kestirimsel Performans İzleme**

Kötüleşen bileşenlerin ve proses değişimlerinin saptanması

Performans İzleme

Kestirimsel Analiz

**EBSILON**  
veya yapay sınır ağları vasıtasıyla Referans Proses Değerleri

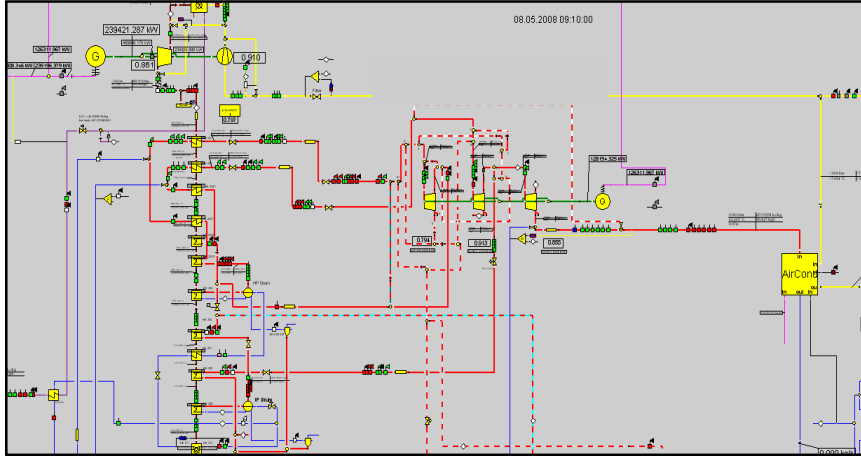
DCS'ten gelen Gerçek Proses Verileri

İstatiksel Ölçümleri

**Verimde artış!**

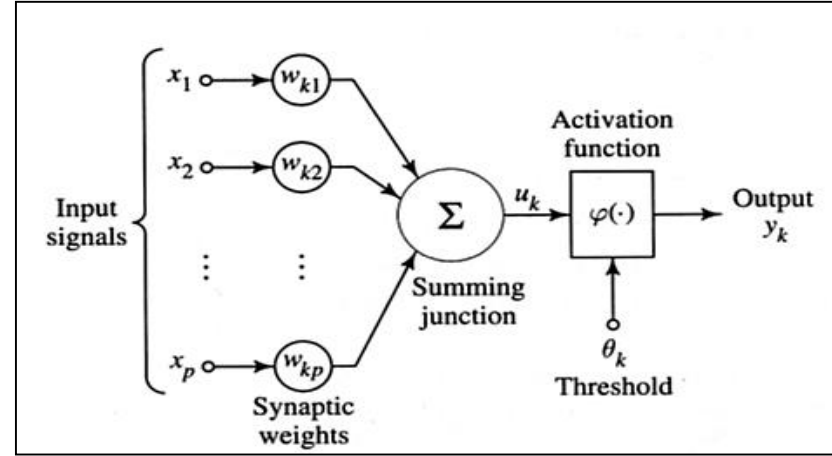
**Emre-amadelikte artış!**

**Performans İzleme = Referans ve gerçek proses parametrelerinin karşılaştırılması**



## EBSILON'da Fiziksel Model

- Santralinizin detaylı bir modelini oluşturmak için ısı-dengesini ve özel tesis karakteristikleri dikkate alınır
- Herhangi bir işletme modu veya çevresel koşul için proses parametrelerini hesaplar

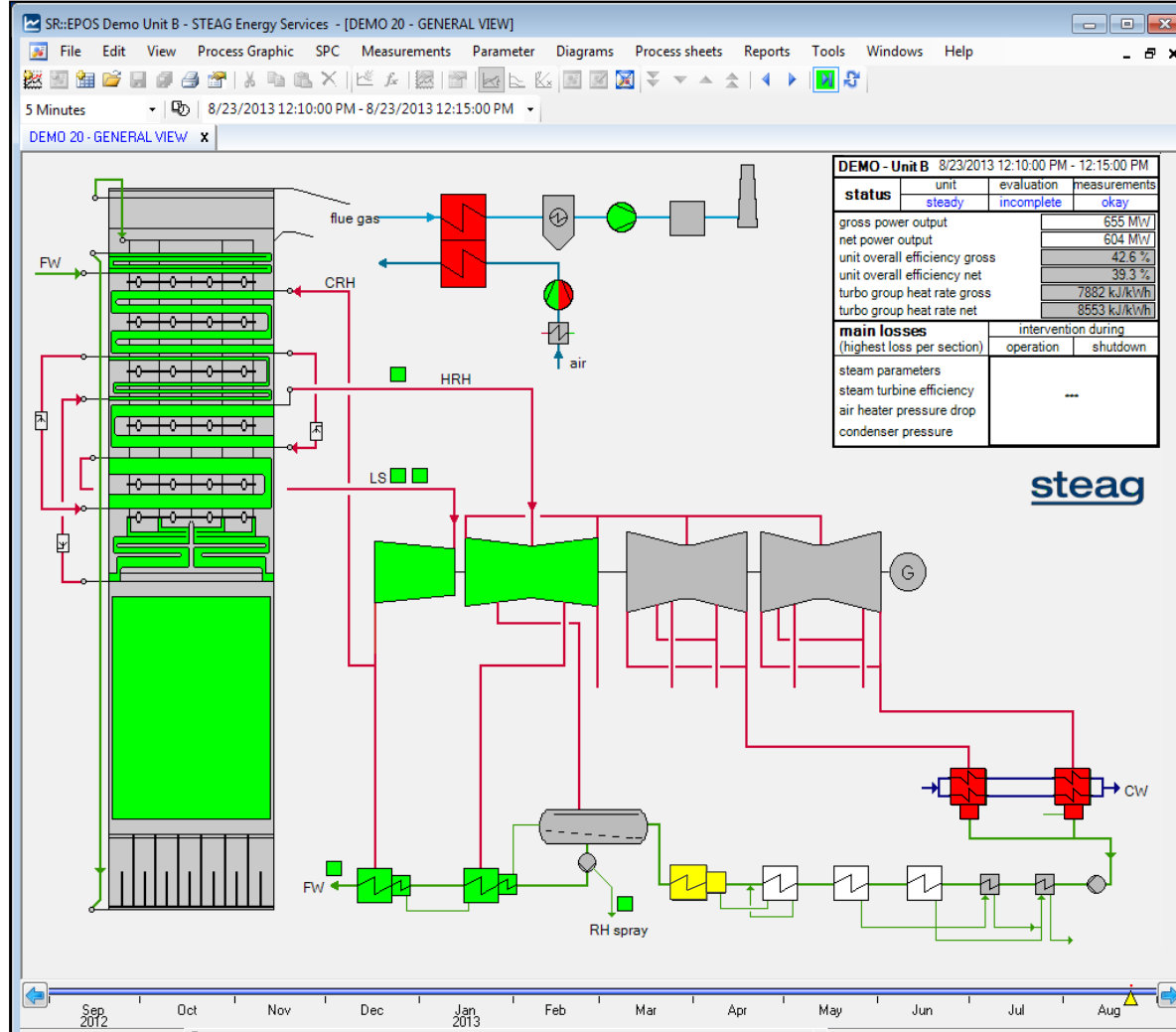


## Sinir Ağları ile Veri Tabanlı Model

- Geçmiş veriler analiz edilerek herhangi bir işletme modu için referans değerler saptanır
- Sinir ağları yazılıma entegre edilmiştir

**Referans değerler ile mevcut değerler arasındaki sapmalar verim iyileştirme potansiyeline işaret eder !**

# Performans İzleme Kömürü Yakıtlı Termik Santral için Genel Görünüm



- Sürekli analiz & proseslerin değerlendirilmesi (her 5 dakikada bir)
- İdeal işletme koşullarından sapmalar tespit edilir ve farklı renkler kullanılarak işaret edilir

**Kırmızı bileşenler** acil olarak operatörlerce kontrol edilmelidir

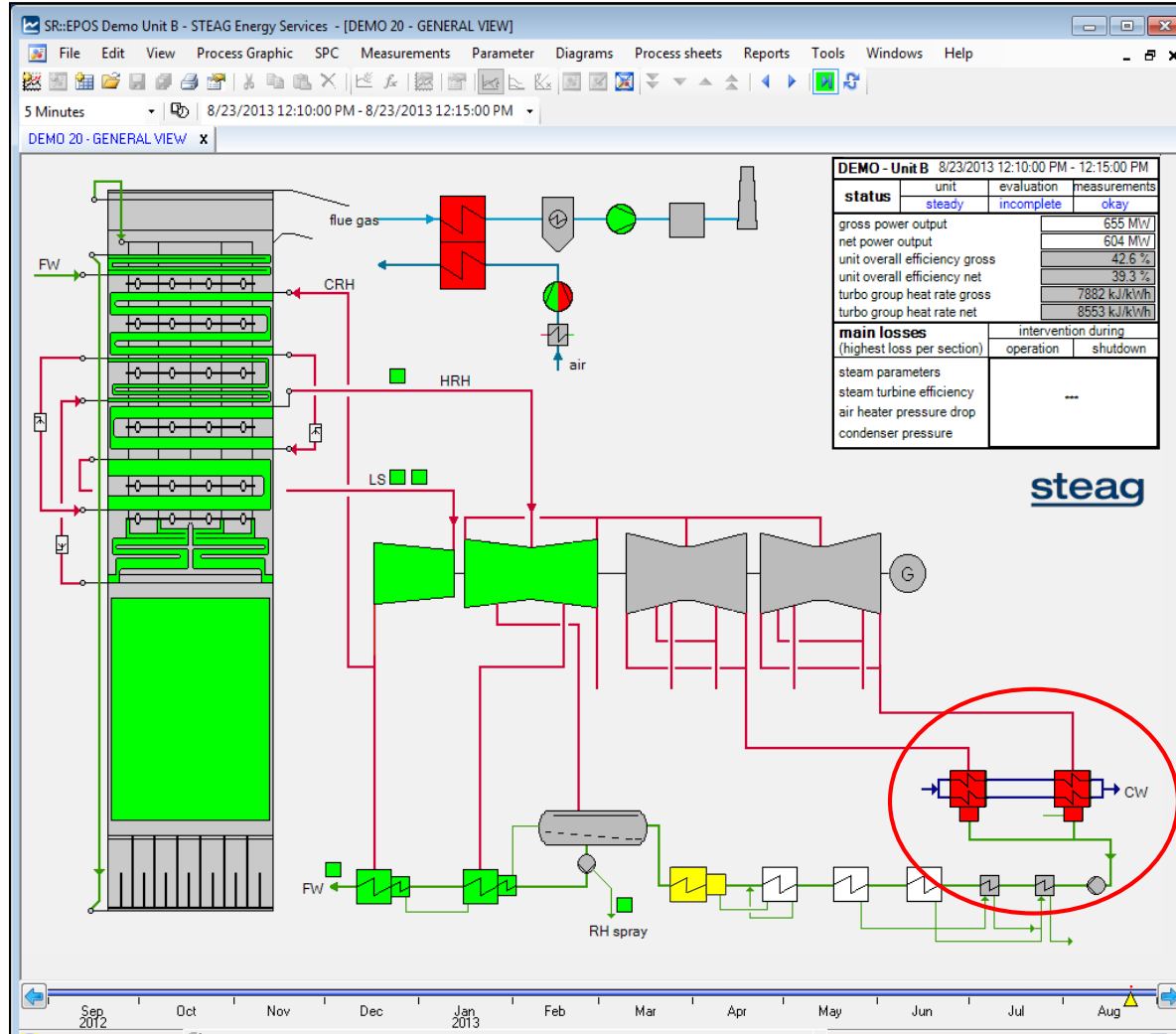
**Sarı bileşenler** mümkün olan en kısa sürede kontrol edilmelidir.

**Yeşil bileşenler** uygun durumdadır

- İyileştirme potansiyeli performans göstergeleri veya parasal kayıp şeklinde görüntülenir

# Performans İzleme Proje Deneyimi

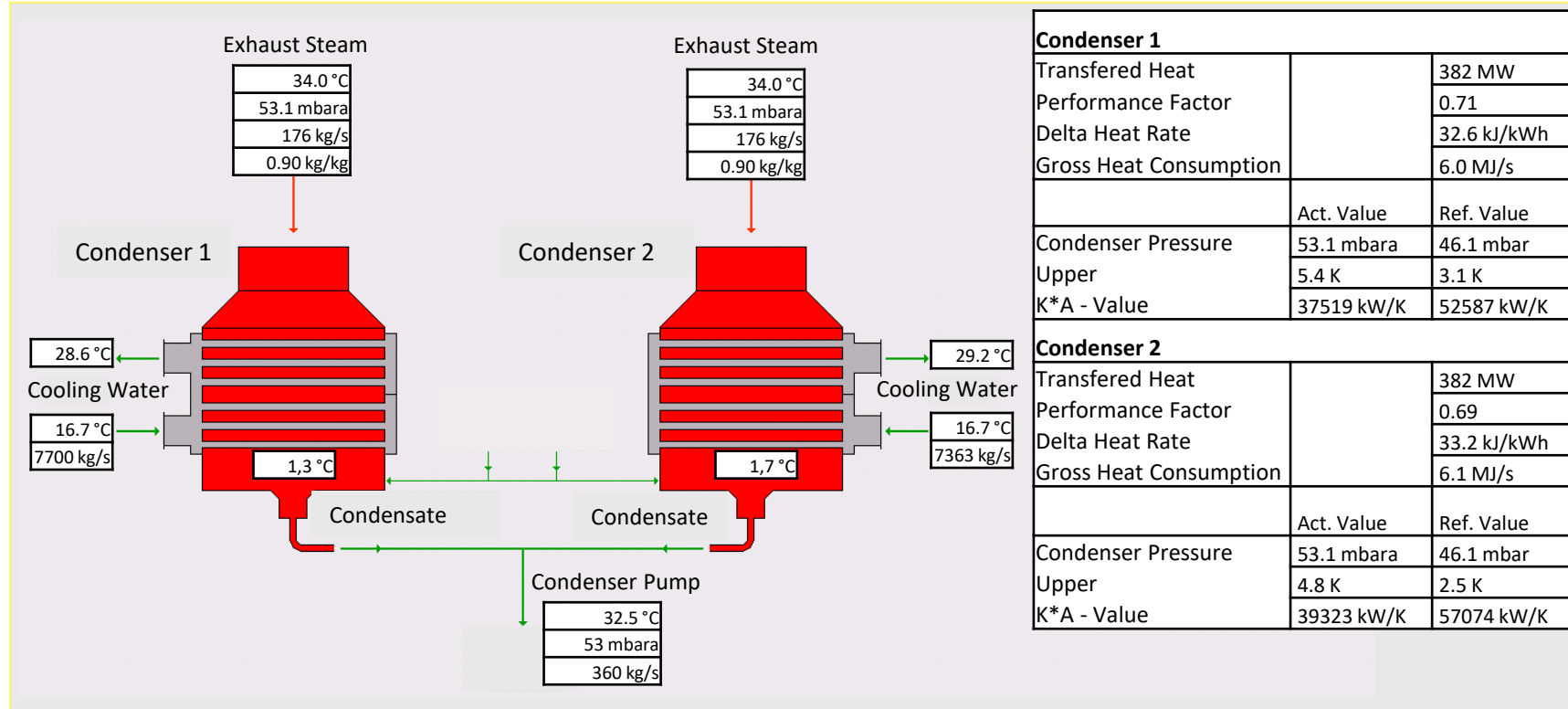
## Devreden çıkma sonrasında kondenser kaçağı



- Planlı devreden çıkma sonrasında kondenser performansında ciddi ölçüde düşüş gözlemlenmiştir
- Kondenseler Performans İzleme Sistemi ile izlendiği için operatör, Genel Görünüm ekranında görsel olarak ve ayrıca e-posta vasıtasıyla bilgilendirilmiştir
- Kondensere tıklanması suretiyle kullanıcı, daha detaylı bir ekrana ilerlemiştir

# Performans İzleme Proje Deneyimi

## Devreden çıkma sonrasında kondenser kaçağı



DCS'den gelen değerler

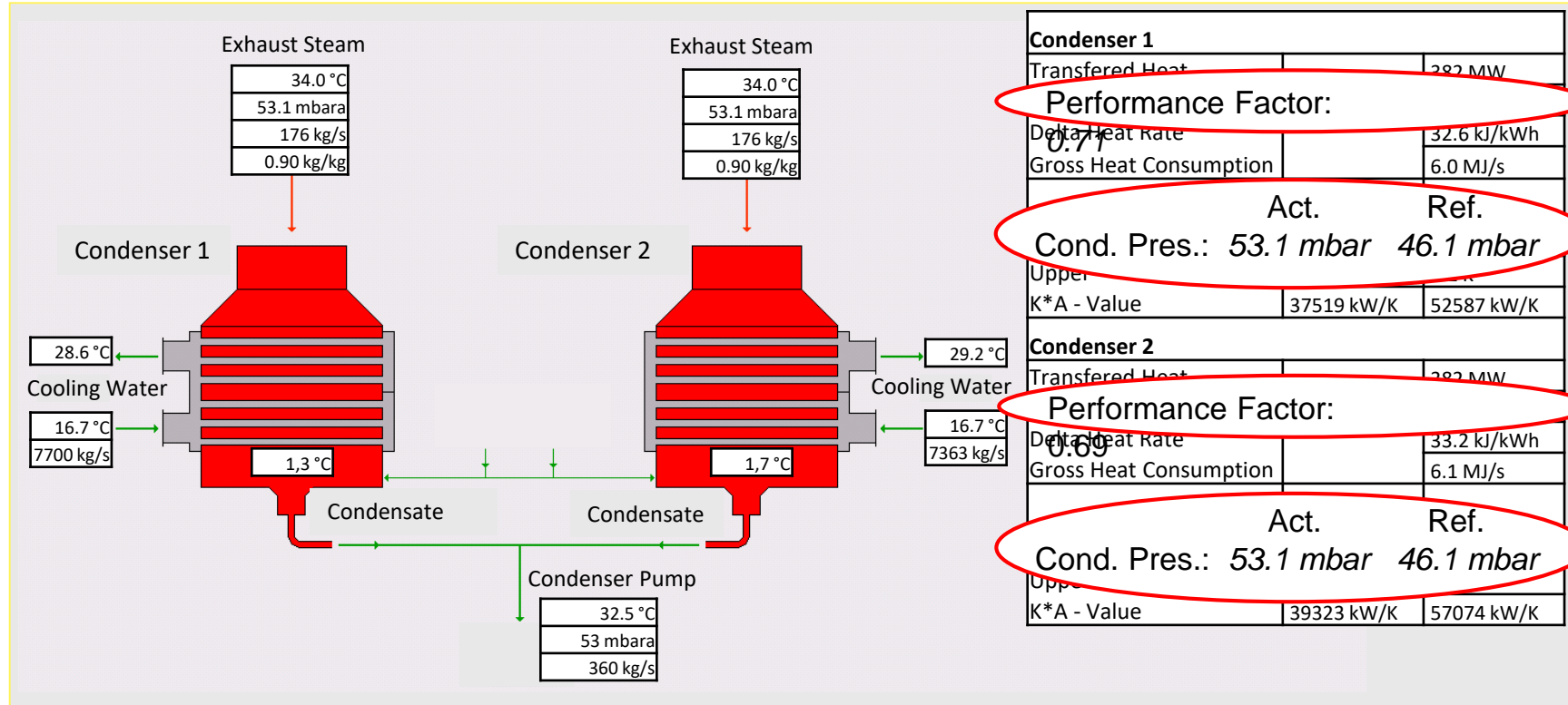
Hesaplanan değerler

- Kondenser giriş ve çıkışındaki proses değerleri
- Kondenser performansı ile ilgili detaylı bilgiler



# Performans İzleme Proje Deneyimi

## Devreden çıkma sonrasında kondenser kaçağı



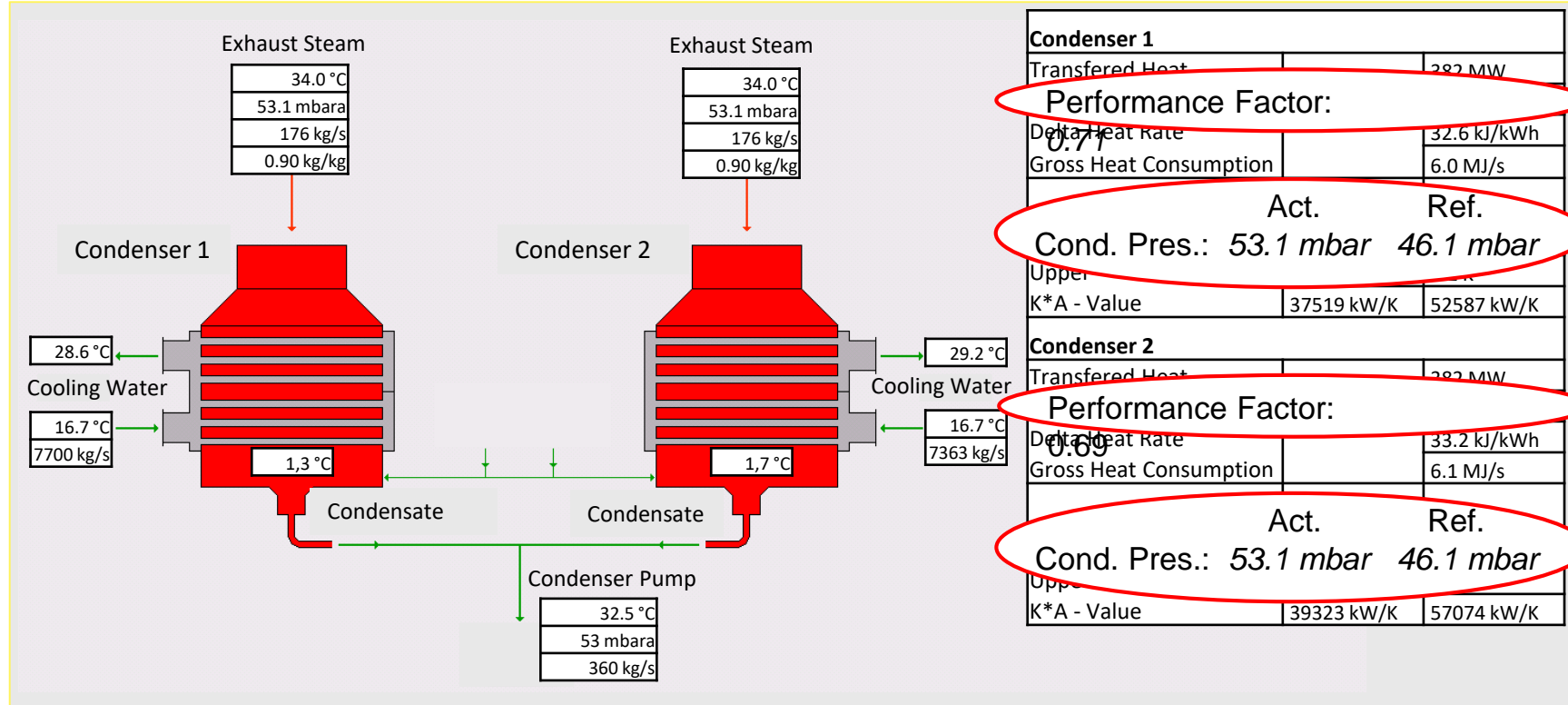
DCS'den gelen değerler

Hesaplanan değerler

- Performans faktörü düşmüştür (0.71 / 0.69), referans kondenser basıncı ile aradaki fark: **7 mbar**
- Sıklıkla değişen yoğuşturucu basıncından dolayı (ünite yüküne ve çevre şartlarına bağlı olarak), bir uzman sistem olmaksızın bu farkın saptanması neredeyse imkansızdır.

# Performans İzleme Proje Deneyimi

## Devreden çıkma sonrasında kondenser kaçağı



DCS'den gelen değerler

Hesaplanan değerler

- Operatörler kondenseri kontrol etmesi için saha elemanlarını göndermiştir – bir kaç saat sonra, devreden çıkış esnasında bir drenaj vanasının tam olarak kapatılmadığı farkedilmiştir. Vana kapatıldıktan sonra yoğuşturucu normal çalışma koşullarına dönmüştür.

# Performans İzleme Proje Deneyimi

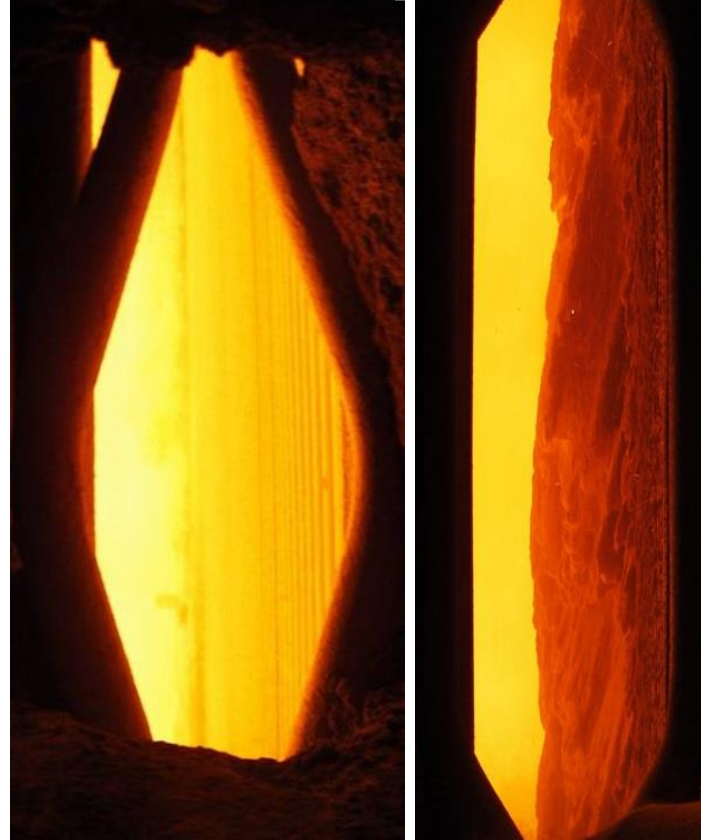
## Devreden çıkma sonrasında kondenser kaçağı

- Yakıt enerjisindeki artış: 12 MJ/s (iki kondenser toplamı)
- Operatörler bu problemin bir kaç hafta süresince farkedilemeyeceğini tahmin etmektedir.
- Buna göre; verimsiz çalışma koşulunun giderilmesi ile engellenen ek maliyet **150,000 €** olarak hesaplanmıştır

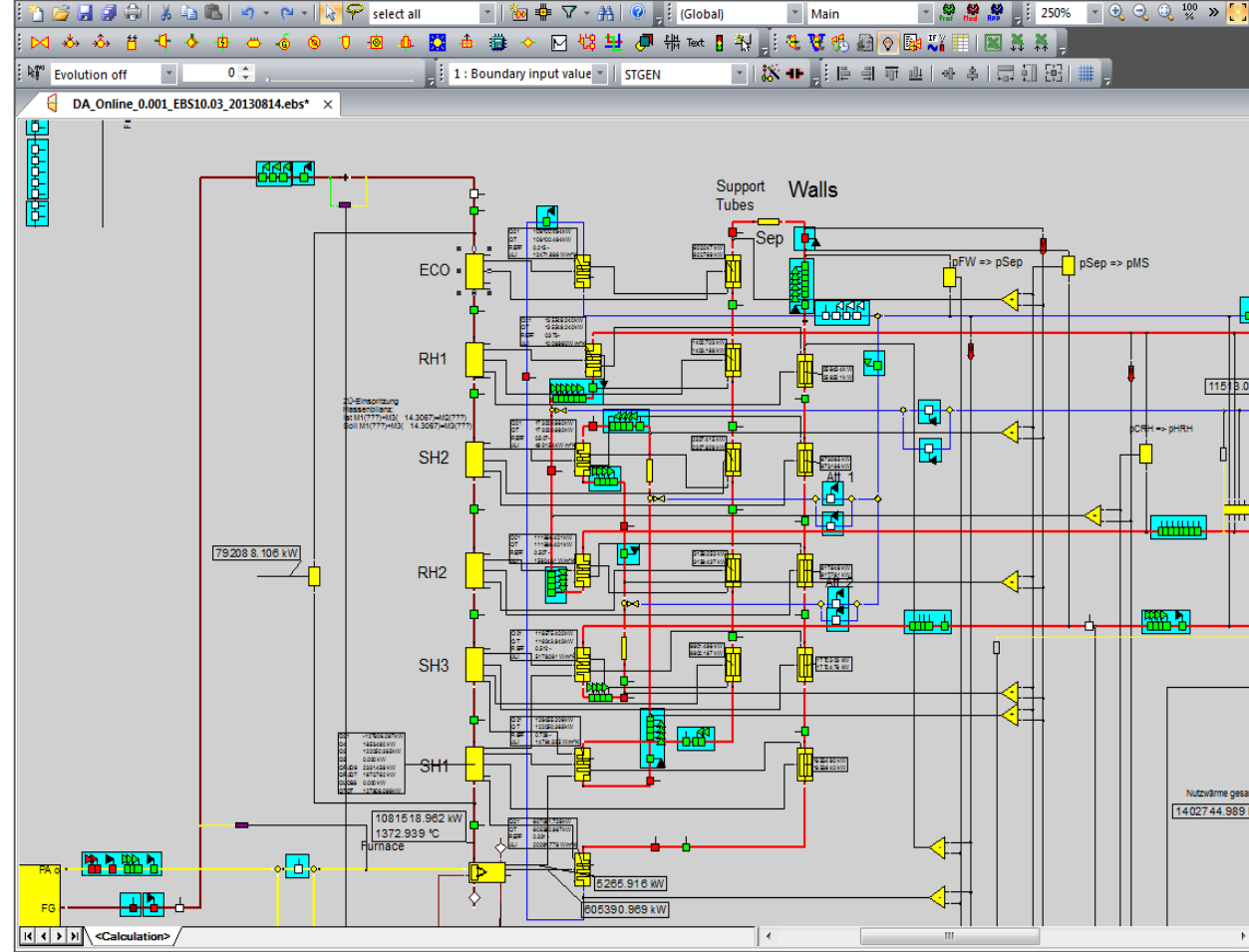
## Kazan Temizliđi Yönetimi

**SR::BCM**

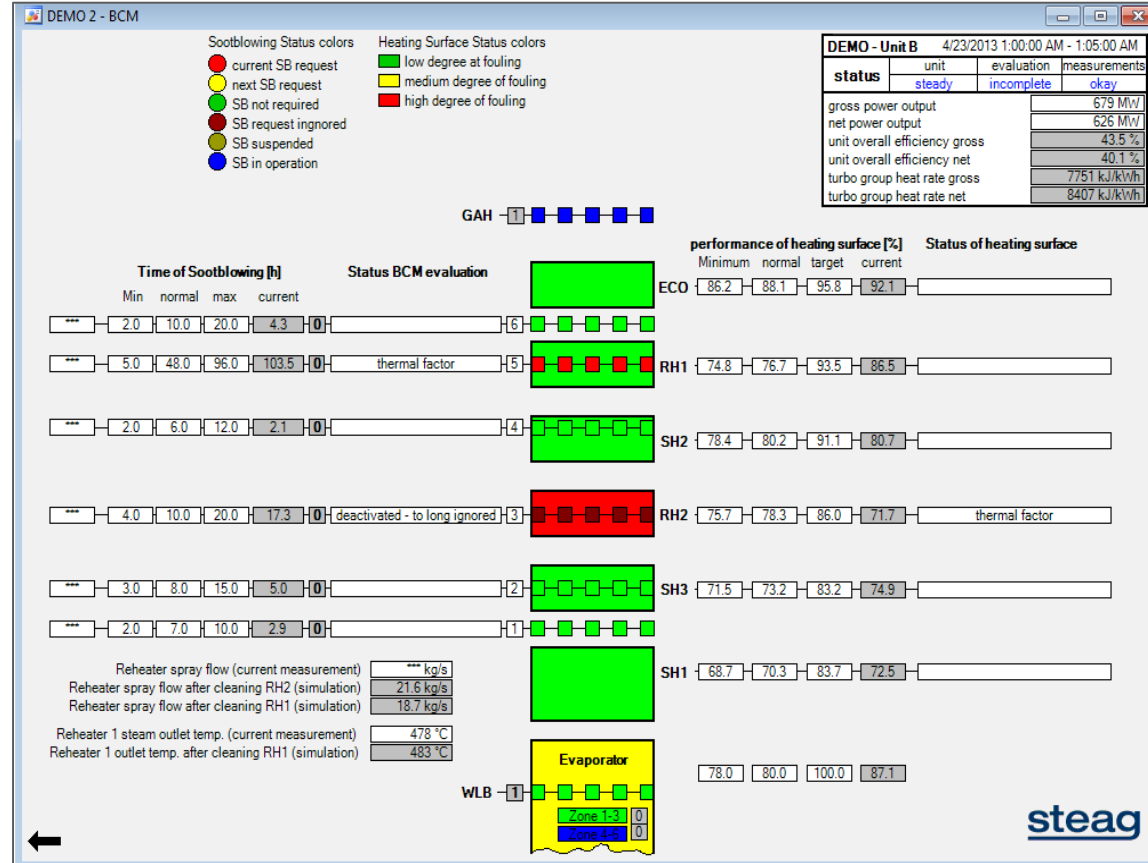
- Kazan ısı değiştirici yüzeyleri sürekli olarak cüruf yapışması sorununa maruz kalmaktadır
- Uygun önlemlerin alınması gerekmektedir
- Normalde, periyodik olarak kazan yüzeylerinin temizliği için buharlı veya sıkıştırılmış havalı kurum üfleme sistemleri kullanılmaktadır
- **Kurum üfleyicilerin akıllıca yönetim ve kontrolü finansal kazanım ve proses kararlılığında iyileştirme olanağı sağlar**



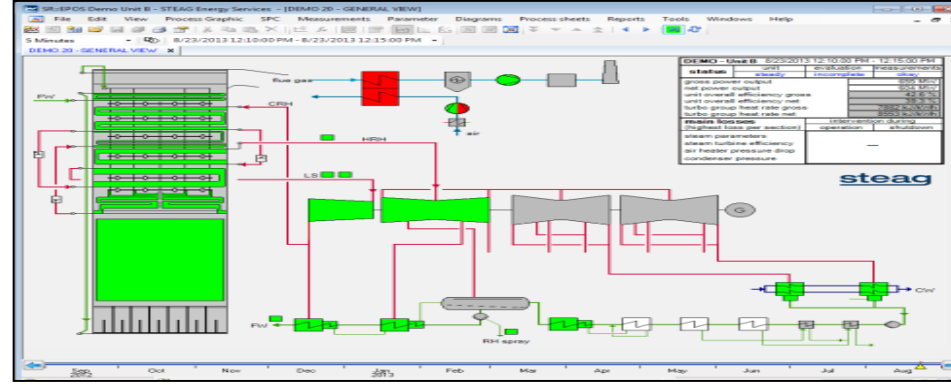
- Detaylı bir kazan modeli (EBSILON'da tasarlanmış) kazan ısıtıcı yüzeylerinin mevcut durumunun hesaplanmasını ve tahmin edilmesine olanak sağlar.
- Her bir ısıtıcı yüzeydeki kirlenme miktarı her 5 dakikada bir hesaplanır
- Kirlenme miktarına göre temizlik programının sırası belirlenir



- Kırmızı renk aşırı kirlenmeye işaret eder, sarı renk orta derece kirliliği ve yeşil renk ise temiz olduğunu belirtir
- İlaveten, farklı kazan yüzeyleri hakkında bilgiler de sağlanır
- En iyi temizlik stratejisi seçilir (otomatik işletme modu / tavsiye modu)



## Performans İzleme



- Türbin
- Kondenser
- By-pass İstasyonu
- Hava Ön ısıtıcılar
- Ön ısıtıcılar
- Fanlar
- Soğutma Kulesi
- Isı Oranı

15 yıllık deneyimin getirdiği geniş bilgi birikimi ve arızaya yatkın elemanlara olan hassasiyet sayesinde proses iyileştirmelerine açık en yüksek potansiyelin olduğu noktalar tespit edilebilir.



STEAG Ensida Energy Services Ltd.  
Ahmet Rasim Sok. No:27/4  
Çankaya- ANKARA  
Telefon +90 312 442 03 90  
Telefax +30 312 442 03 57  
[www.steag.com.tr](http://www.steag.com.tr)

**steag**  
ENERGY SERVICES