



# Predictive maintenance techniques based on data analysis

Dennis Braun & Marcin Szembek  
STEAG Energy Services GmbH

3rd Wind Farm Operators Forum "Look Ahead" | 13-14/03/2019 – Gdańsk, Poland

**steag**  
ENERGY SERVICES

## Kilka informacji o STEAGu

**3.6  
miliarda**

2017 sprzedaż (w EUR)

**6,500**  
pracowników

ponad  
100,000 MW  
w naszej  
technologii

**7,600**

zainstalowanej mocy w MW  
na całym świecie

**Produkcja  
&  
Utrzymanie**

Energetyka wiatrowa  
>220 MW  
>89 instalacji

**>1.3 GW  
reference use  
in WIND**

OPARTA NA  
OPROGRAMOWANIU  
**OPTYMALIZACJA**  
PROCESOWA

**>800  
dostarczonych  
systemów  
w energetyce**

>6,500 MW  
pełen zakres  
utrzymania



## References

Turbines in Iława PL and Crucea RO same model (Vestas V112 , 3 MW)



STEAG Wind sites

**>1.3 GW**  
**reference use**  
**in WIND**



Construction of Crucea

## Some references Poland

Windpark Ilawa, Polen



### POLEN

#### Windpark Nidzica

<b>Projektumfang</b>	4 Windkraftanlagen
<b>Standort</b>	Nidzica in Ermland-Masuren, Polen
<b>Regionale Partner</b>	Verpächter
<b>Elektrische Gesamtleistung</b>	4 x 2 Megawatt
<b>Rotordurchmesser</b>	90 Meter
<b>Nabenhöhe</b>	105 Meter
<b>Investitionen</b>	13 Millionen Euro



















#### Windpark Ilawa







<b>Projektumfang</b>	4 Windkraftanlagen
<b>Standort</b>	Ilawa in Ermland-Masuren, Polen
<b>Regionale Partner</b>	Verpächter
<b>Elektrische Gesamtleistung</b>	4 x 3 Megawatt
<b>Rotordurchmesser</b>	112 Meter
<b>Nabenhöhe</b>	119 Meter
<b>Investitionen</b>	21 Millionen Euro



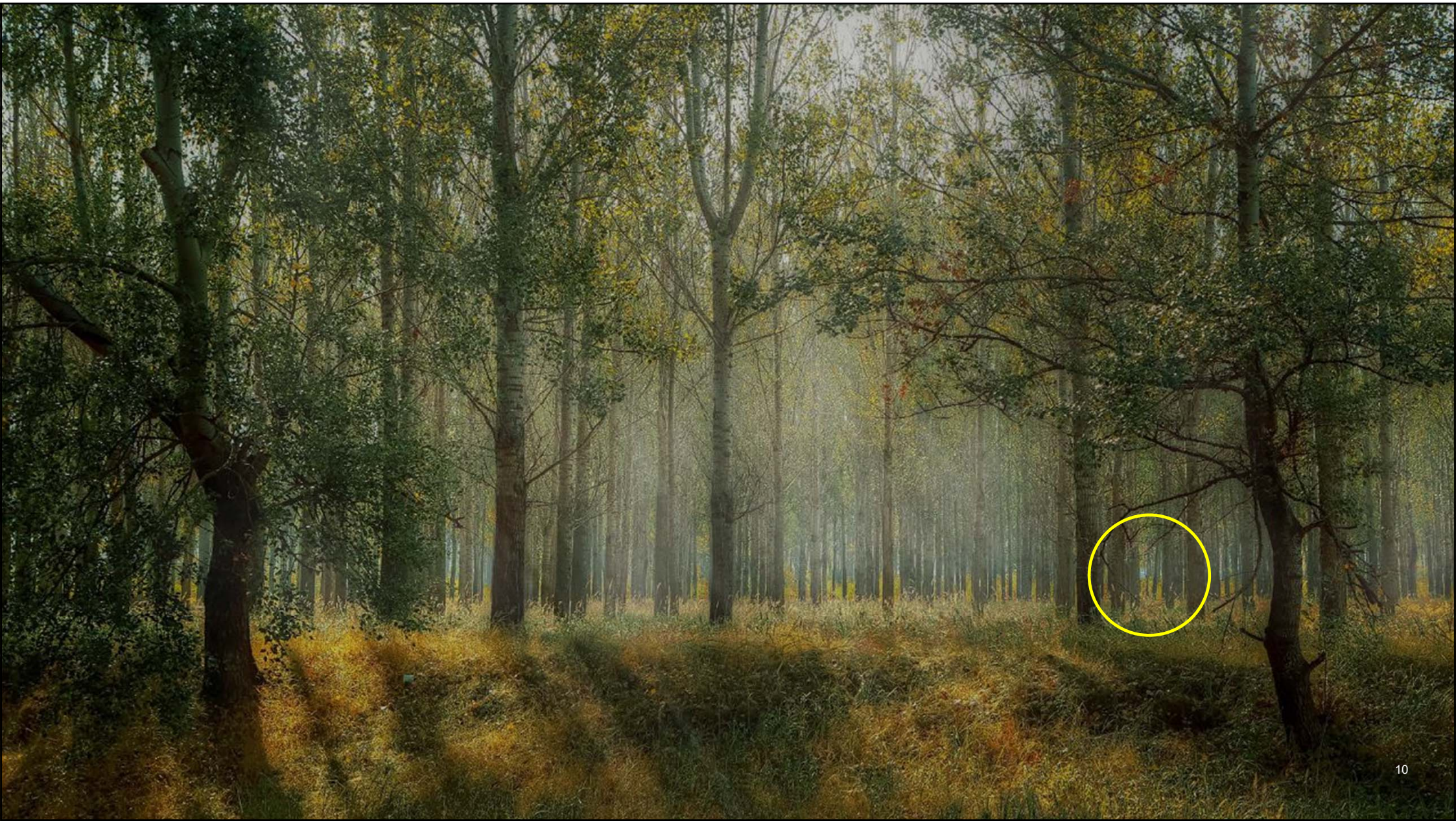
## WINDcenter's references

Wind farm	OEM	WT Type	Power	Turbines	Project start	WINDcenter output
Badbergen	Südwind (Nordex)	S70	18 MW	12	2014	 Retrospective analysis
Bestwig-Berlar	Vensys	Vensys 77	3 MW	2	2016	 Retrospective analysis
Bornstedt-Holdenstedt	Fuhrländer	FL MD/77	15 MW	10	2014	 Retrospective analysis
Butendiek (DWT)	Siemens	SWT-3.6-120	288 MW	80	2016	 Retrospective analysis
Crucea North (SNE)	Vestas	V112	108 MW	36	2014	 Predictive analysis
Dretzen	Fuhrländer	FL MD/77	15 MW	10	2014	 Retrospective analysis
Freudenberg (MVV)	Nordex	N117	16.8 MW	7	2018	 Predictive analysis
Gänserndorf Nord	Enercon	E70	9 MW	5	2014	 Retrospective analysis
Global Tech I	Adwen	AD 5-116	400 MW	80	2017	 Software
Meerwind Süd/Ost	Siemens	SWT-3.6-120	288 MW	80	2016	 Retrospective analysis
Mireasa II	GE	GE2.5xl	10 MW	4	2014	 Retrospective analysis
Spriengview	Vensys	Vensys 77	3 MW	2	2016	 Retrospective analysis
STEAG New Energies total	-	-	220 MW	89	2018	 Predictive analysis
Süloglu (SNE)	Vestas	V126	66 MW	20	2015	 Predictive analysis
Ullersdorf (SNE)	Nordex	N117	43.2 MW	18	2015	 Predictive analysis
Vensys	Vensys	-	~ 500 MW	~250	2016	 Software

## WINDcenter's references

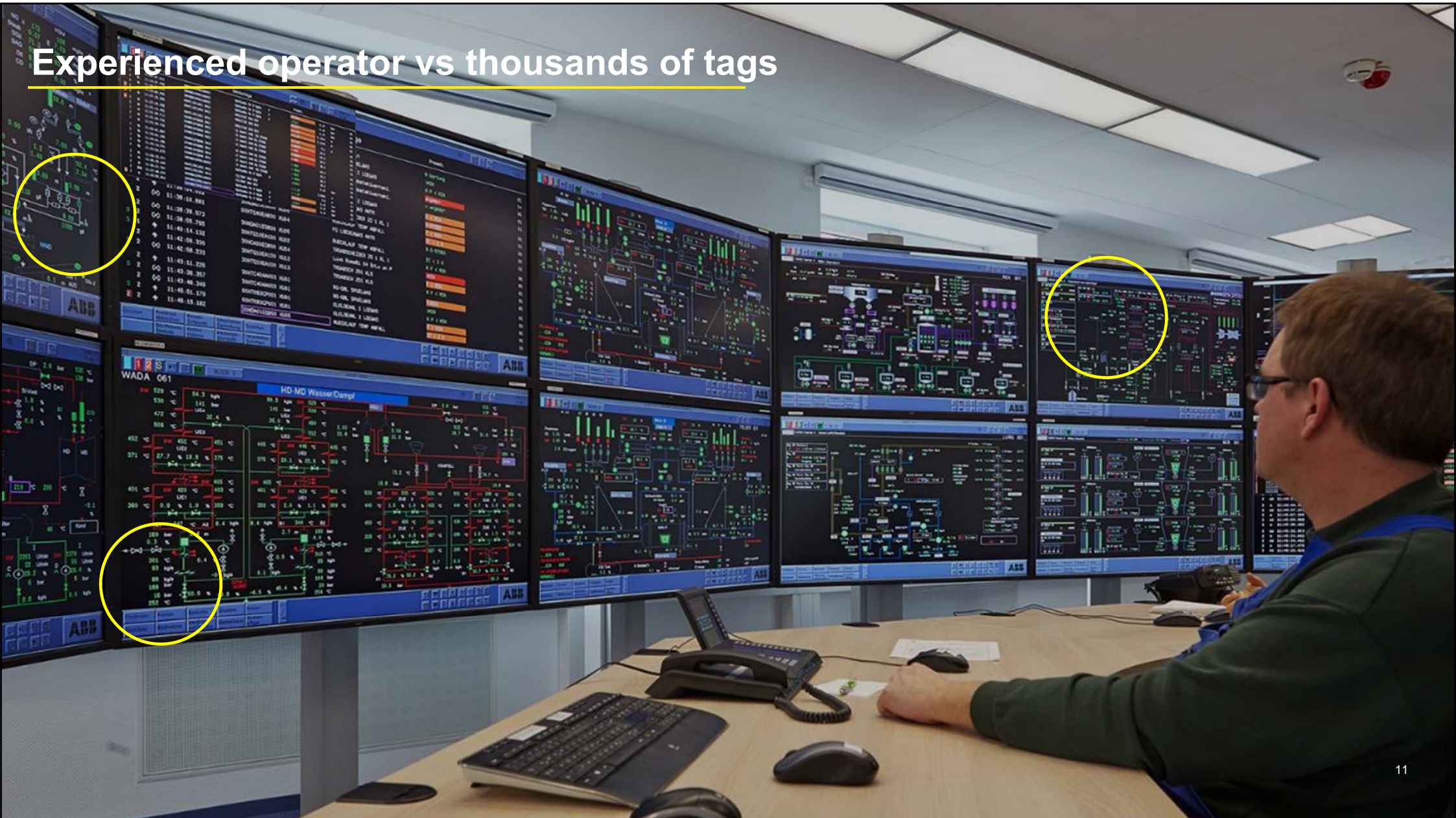
Wind farm	OEM	WT Type	Power	Turbines	Project start	WINDcenter output
Brasil						
Delta 1	Gamesa	G97	4 MW	2	2017	 Predictive analysis
Delta 2	GE	GE107	4,4 MW	2	2017	 Predictive analysis
Delta 3	GE	GE116	4,6 MW	2	2017	 Predictive analysis
Benos ventos 1/2	WEG	AGW110	8,4 MW	4	2017	 Predictive analysis
Cidreira	Wobben (Enercon)	E82	6 MW	3	2017	 Predictive analysis
Gargau	Vestas	V82	3,3 MW	2	2017	 Predictive analysis







## Experienced operator vs thousands of tags





Analyzed wind farm

**steag**  
ENERGY SERVICES

**STEAG wind  
farm**

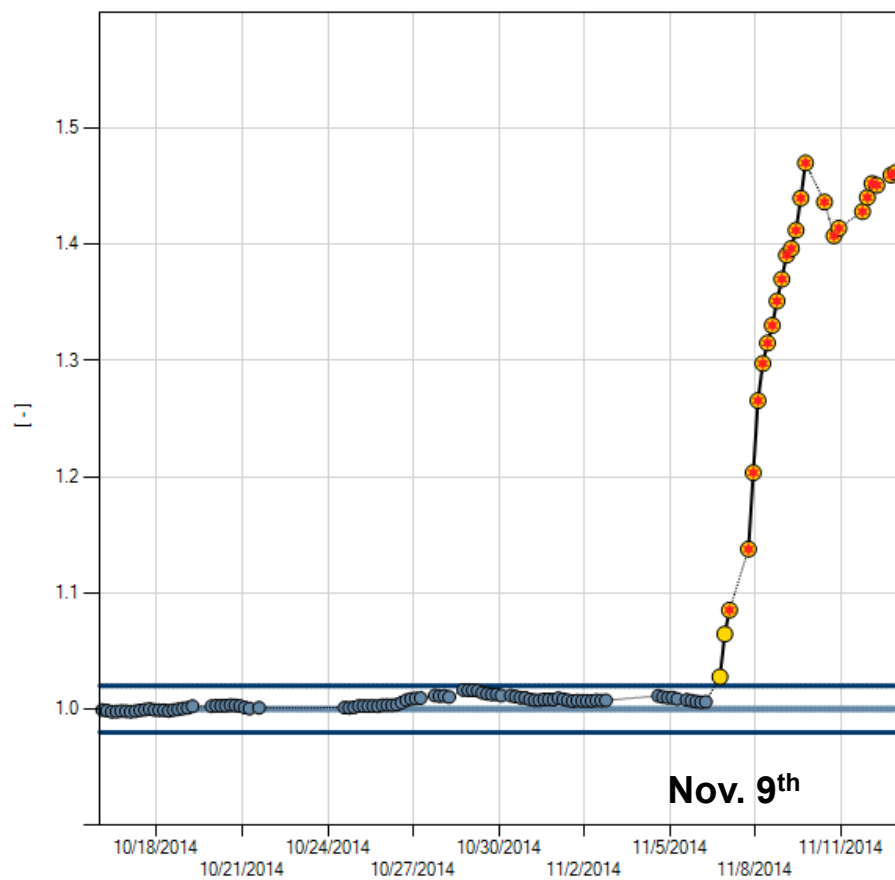
**108MW**

36x3MW

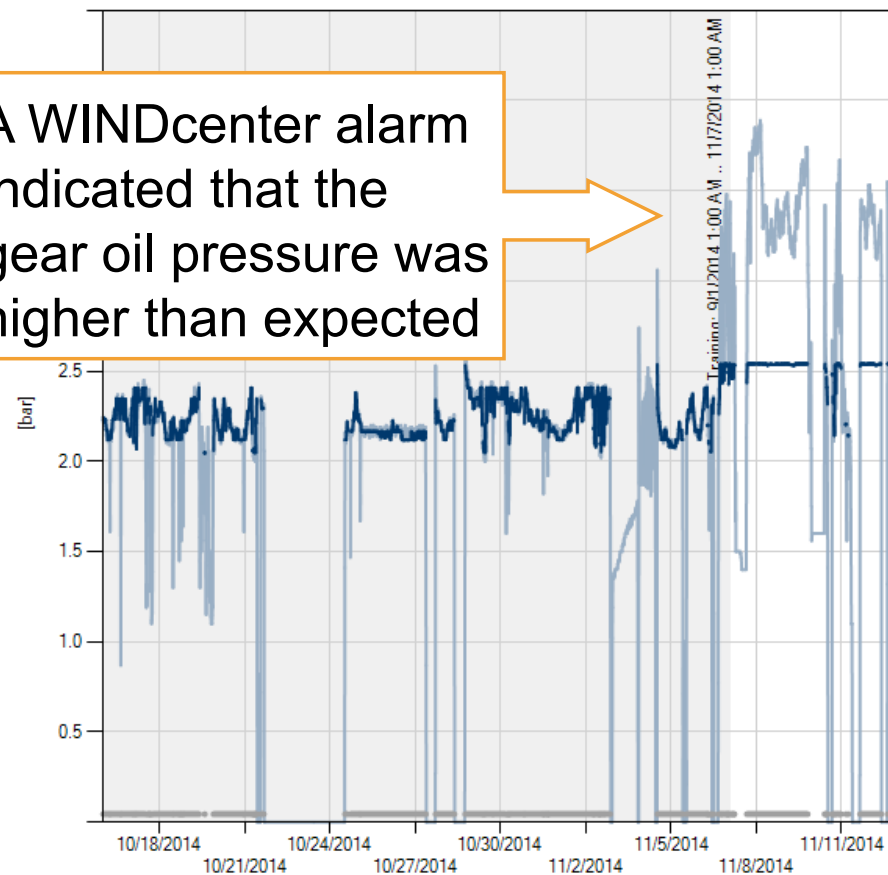
Analysis period  
**Sep. 2014**  
**Sep. 2015**

1<sup>st</sup> year  
of  
operation

## Case study 1: Gear oil pressure

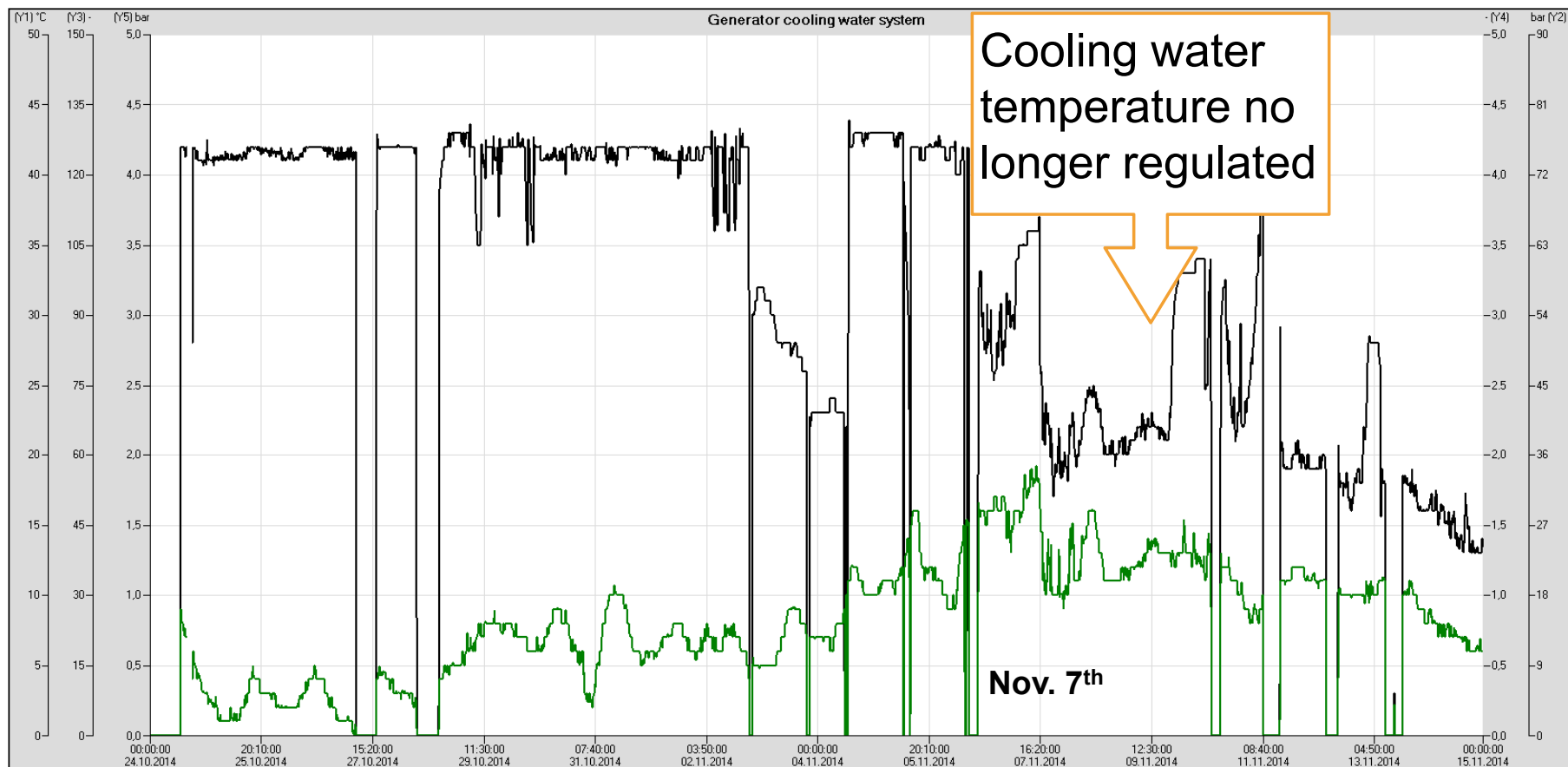


A WINDcenter alarm indicated that the gear oil pressure was higher than expected





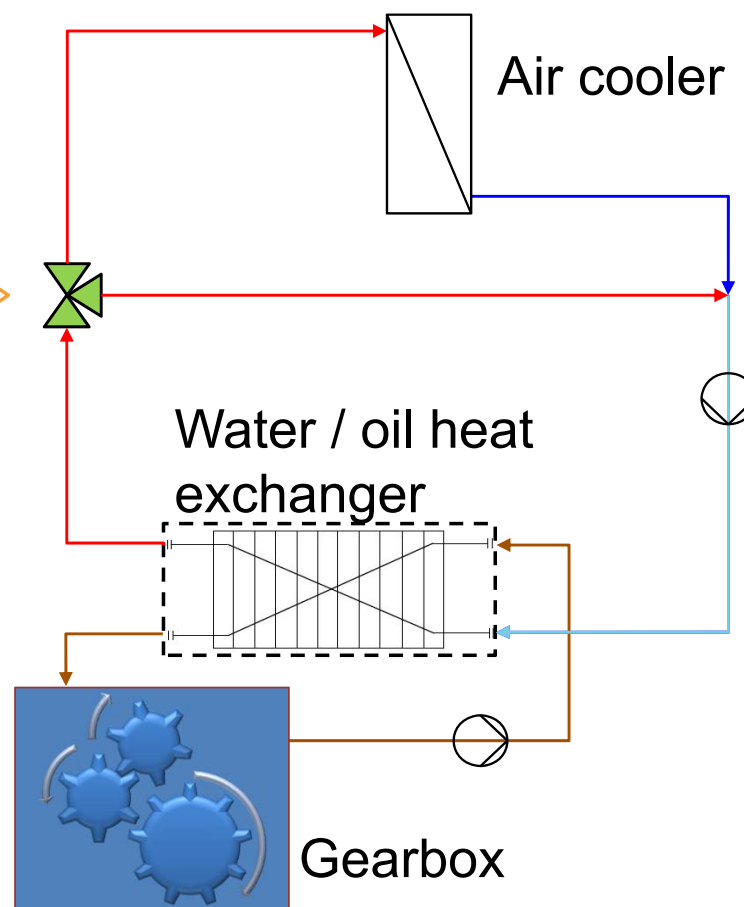
## Case study 1: Gear oil pressure Root cause analysis



## Case study 1: Gear oil pressure Root cause analysis

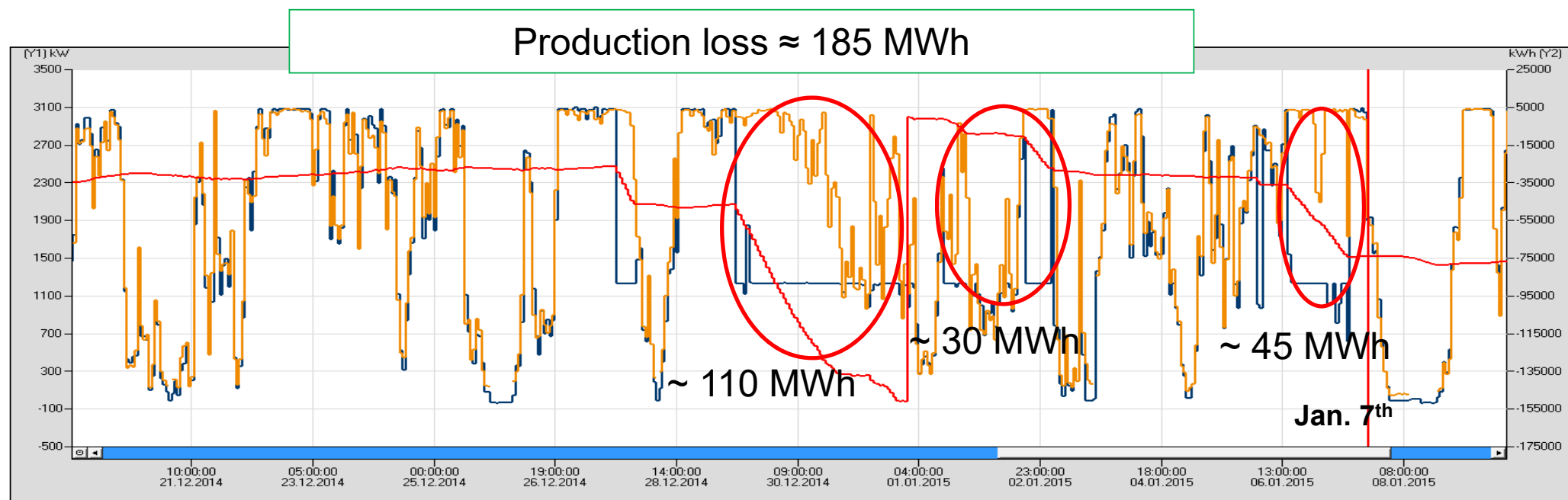
WINDcenter's RCA determined that the 3-way-valve was defective

The WINDcenter recommended immediate valve repair/replacement on November 14<sup>th</sup>, 2014



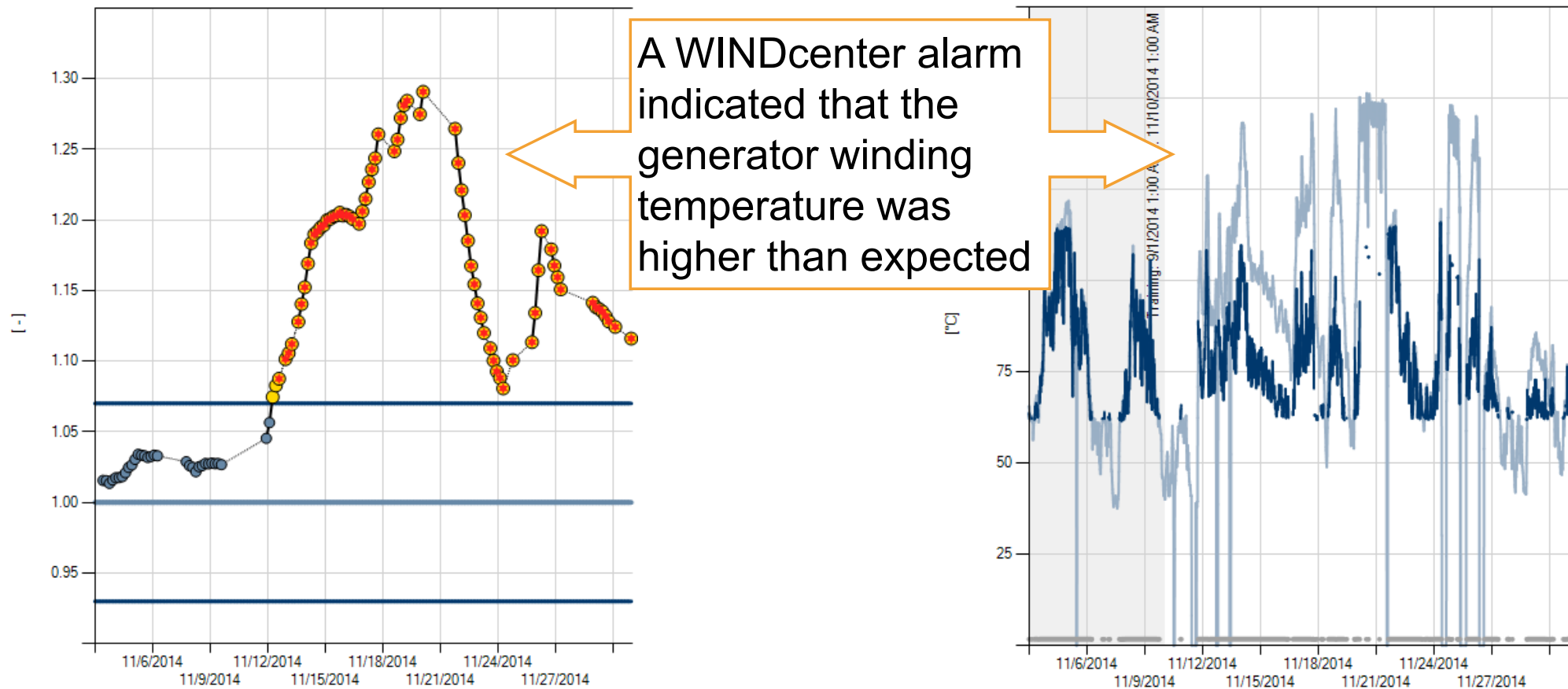


## Case study 1: Gear oil pressure Production loss due to event



**A similar behavior was observed on two other wind turbines.**

## Case study 2: Generator temperature System alarm

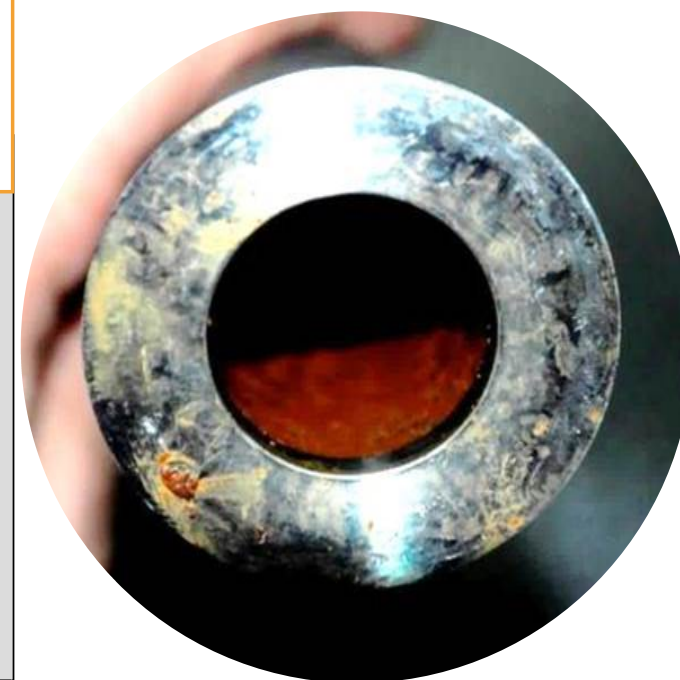
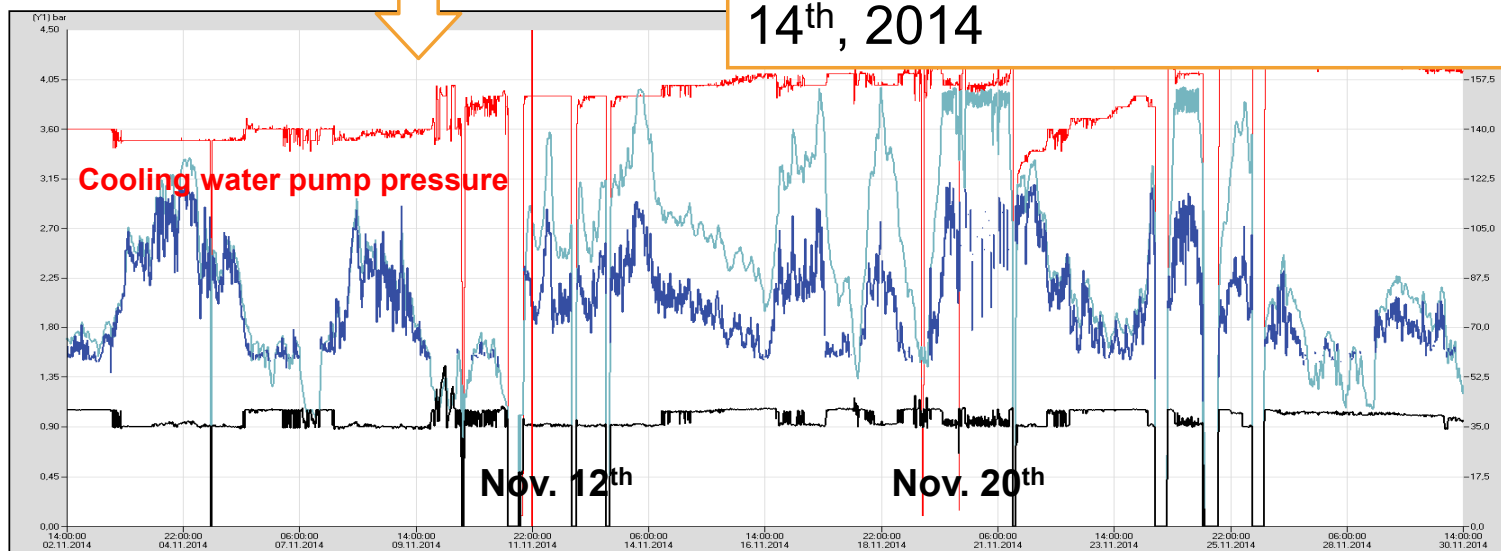




## Case study 2: Generator temperature Root cause analysis

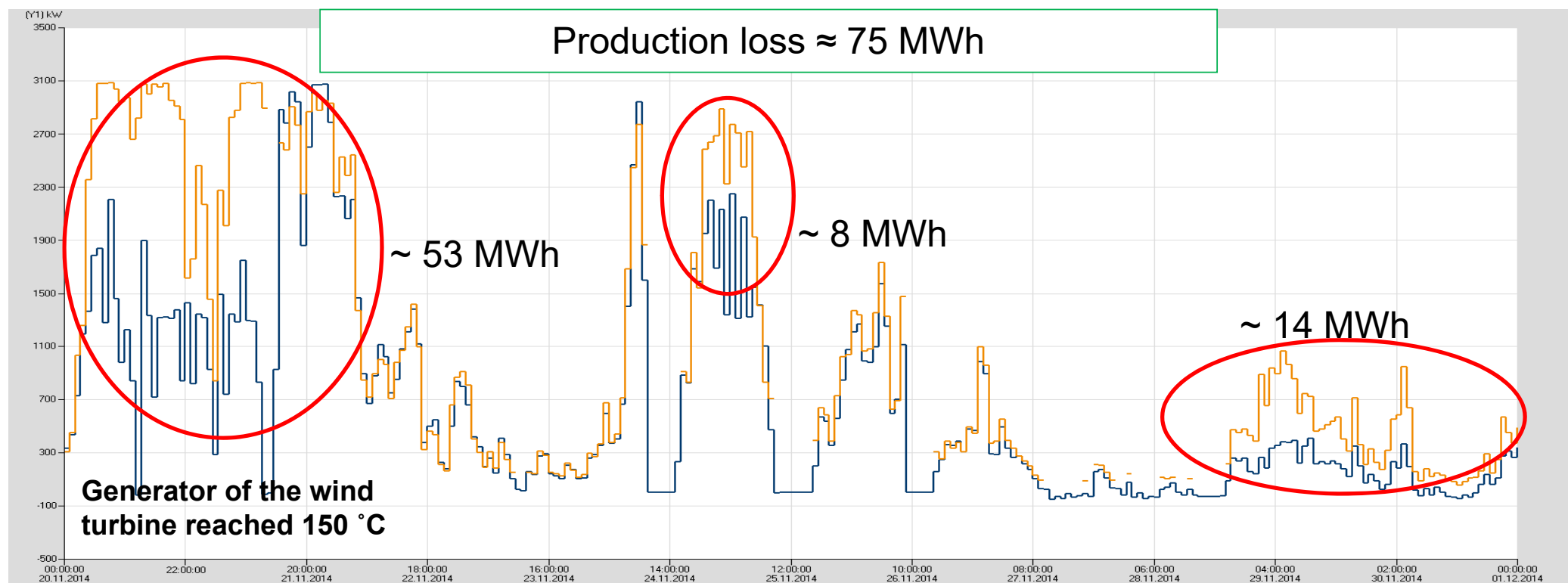
High cooling water pressure was detected by WINDcenter's RCA

The WINDcenter recommended cooling water filter replacement on November 14<sup>th</sup>, 2014



**Filter replaced on Nov. 21<sup>st</sup> and on Dec. 8<sup>th</sup>. Production loss of 75 MWh**

## Case study 2: Generator temperature Production loss due to event



**Filter replacement on November 21<sup>st</sup> and on December 8<sup>th</sup>**

<b>Analyzed wind farm:</b> <b>36 WTs, 3 MW each, <math>\mu_{Cf} \approx 34\%</math></b> <b>1<sup>st</sup> operation year</b>	#	Avoidable losses [MWh]
Case study 1 (gear oil pressure)	1	185
<i>Case study 1.1 and 1.2 (estimated)</i>	2	370
Case study 2 (generator temperature)	1	75
<i>Case study 2.1 and 2.2 (estimated)</i>	2	150
<b>Total (1 year, 10 KPIs, measurable)</b>	<b>6</b>	<b>780</b>

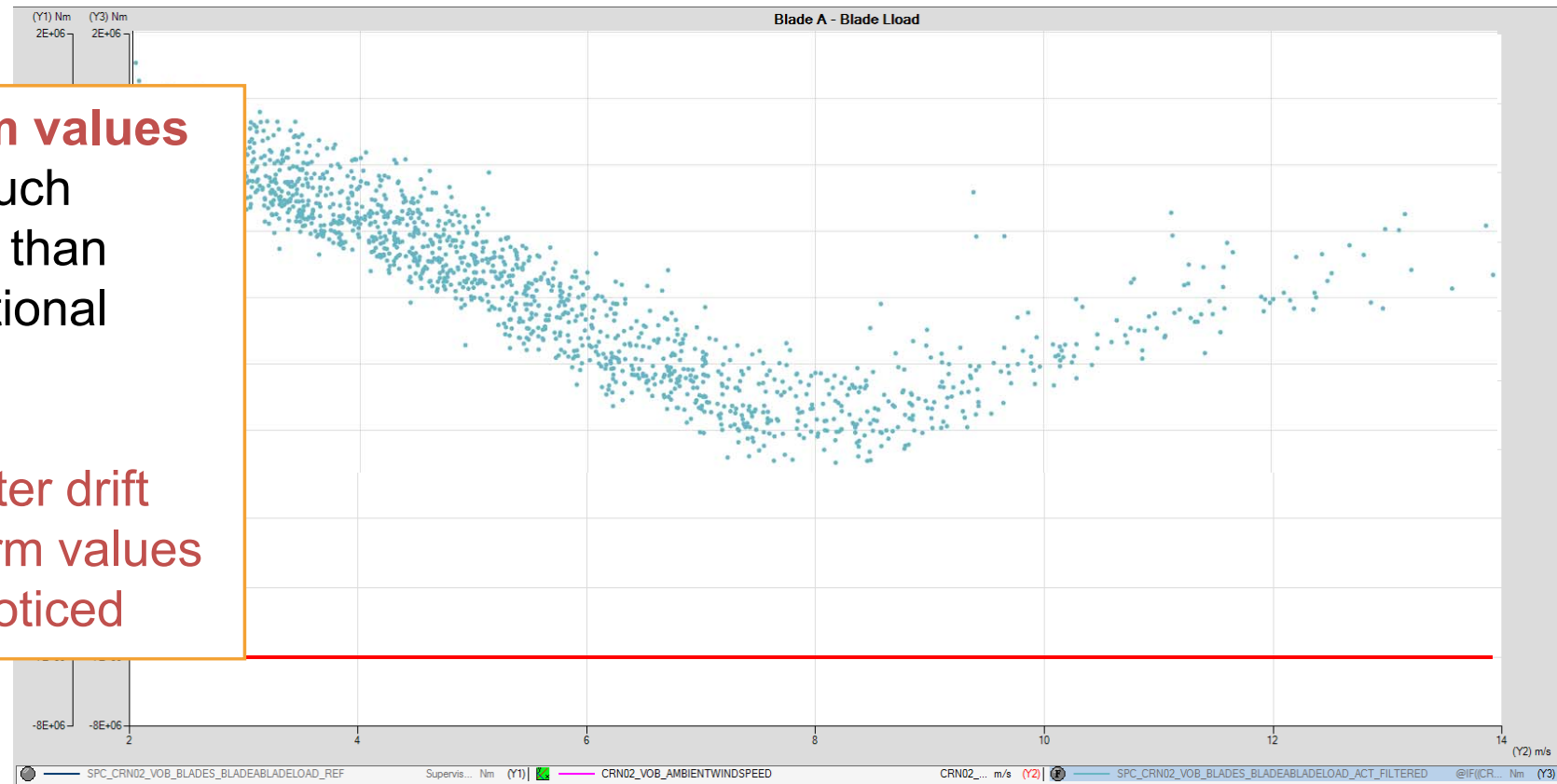






**SCADA alarm values**  
are usually much  
larger/smaller than  
normal operational  
values

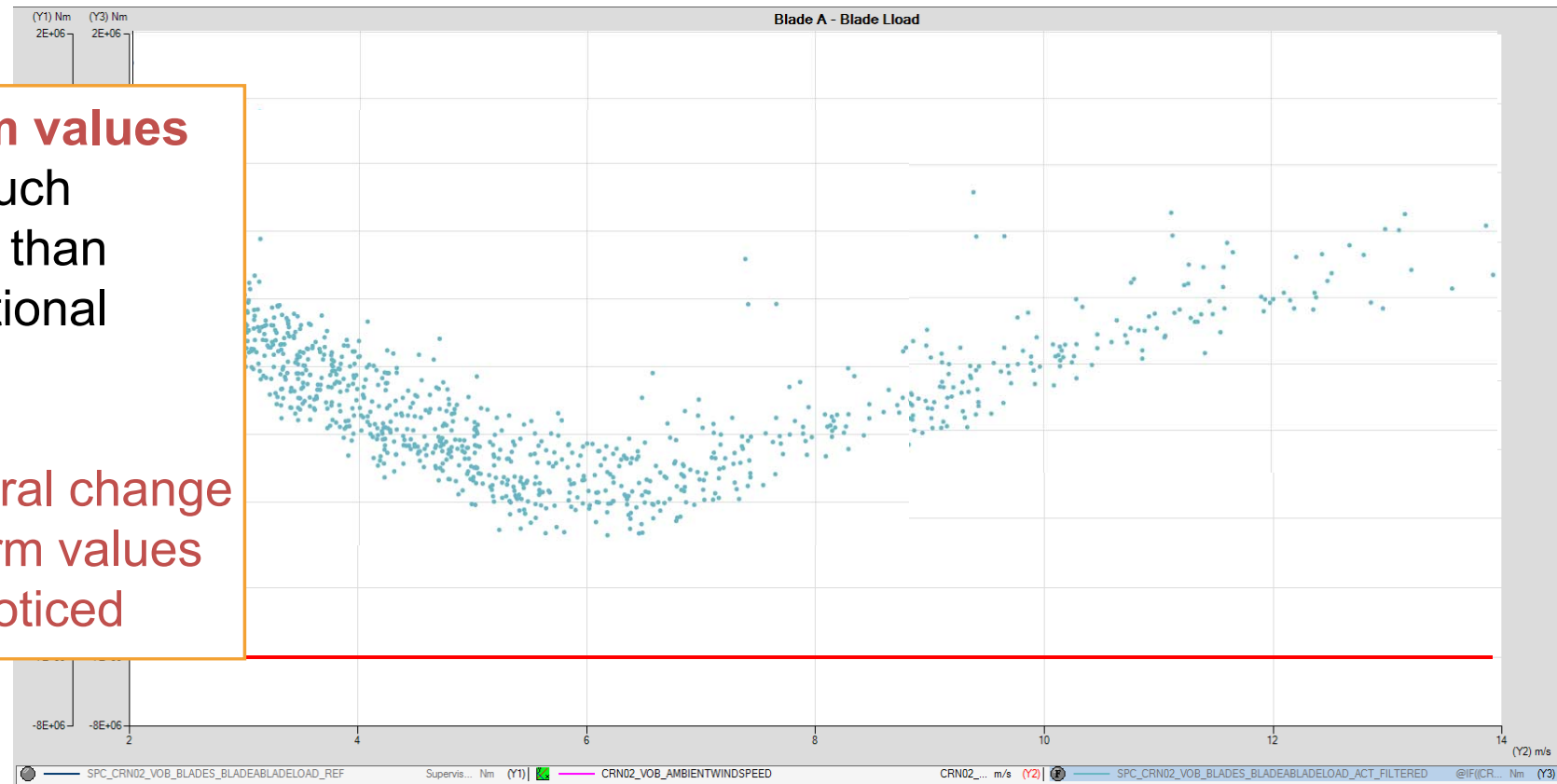
→ A parameter drift  
within the alarm values  
would go unnoticed



## Parameter monitoring Behavioral change

**SCADA alarm values**  
are usually much  
larger/smaller than  
normal operational  
values

→ A behavioral change  
within the alarm values  
would go unnoticed

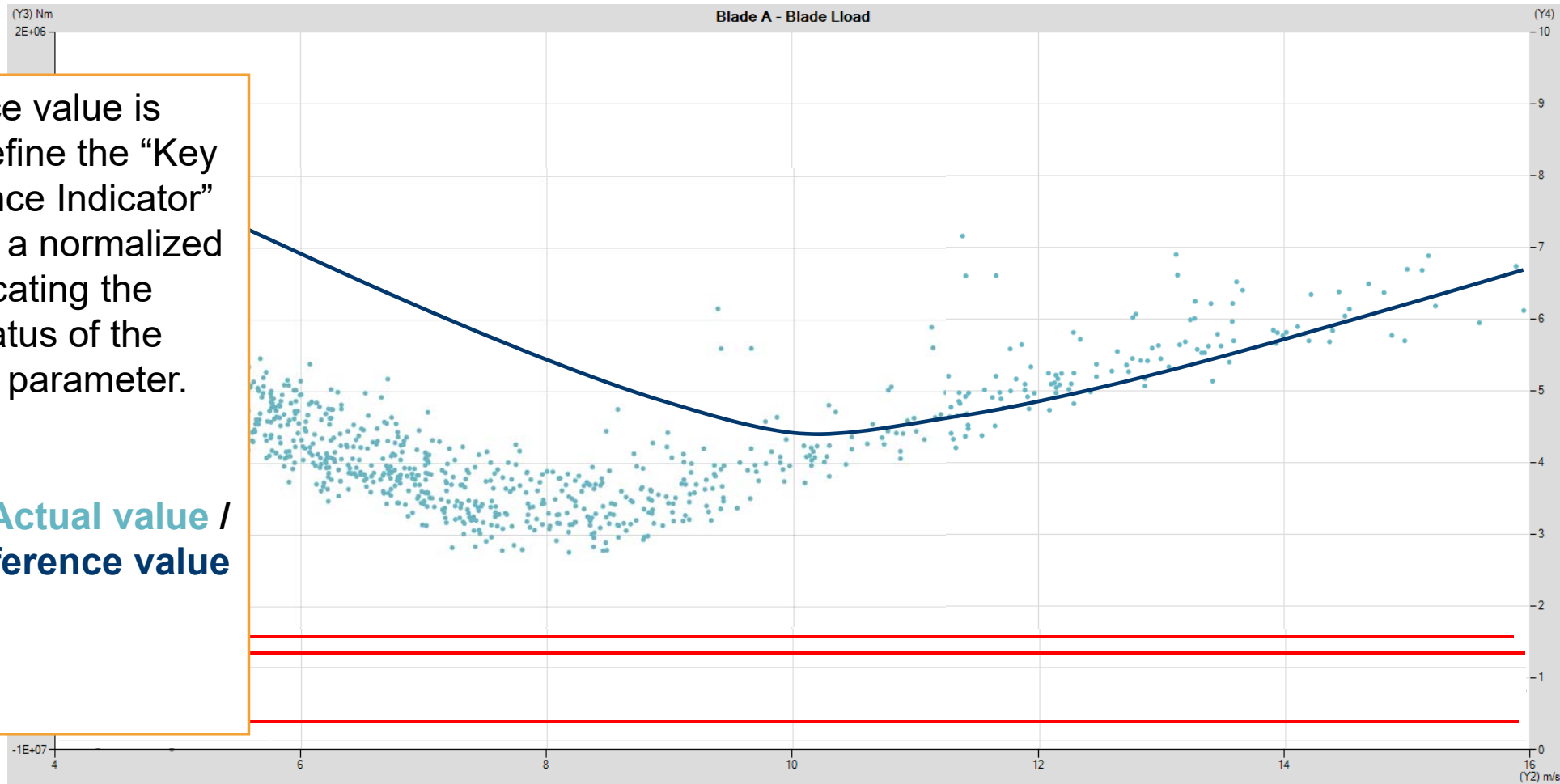




## Parameter monitoring Application of reference values

A reference value is used to define the “Key Performance Indicator” (**KPI**). It is a normalized value indicating the current status of the monitored parameter.

$$\text{KPI} = \frac{\text{Actual value}}{\text{Reference value}}$$



# WINDcenter's method Practical implementation

1. Early warning system for the detection of process changes through statistical analysis of available raw process data
2. Event root cause analysis (RCA)

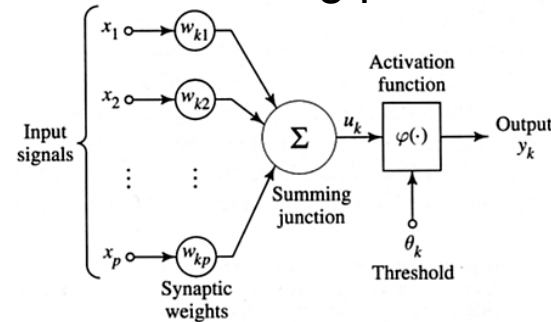
1. **Actual value**



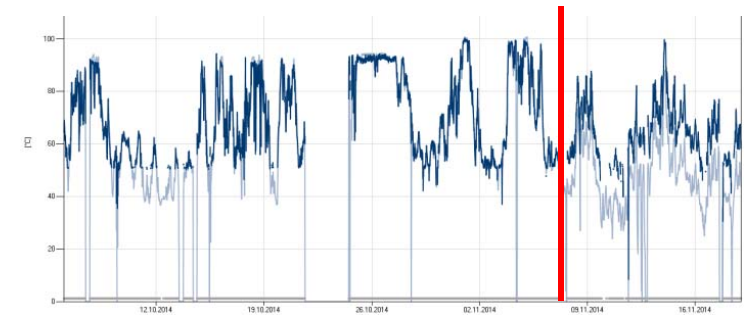
4. **KPI = (Actual/Reference)**



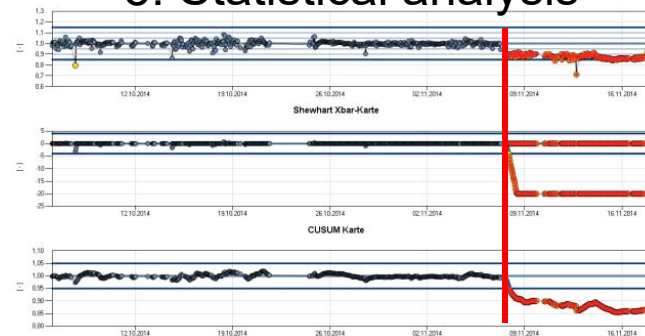
2. **Learning process**



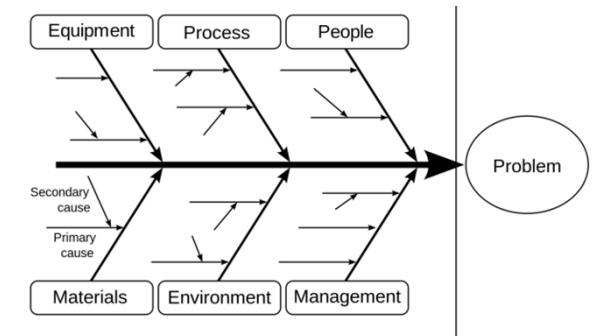
3. **Actual and reference values**



5. **Statistical analysis**



6. **RCA**





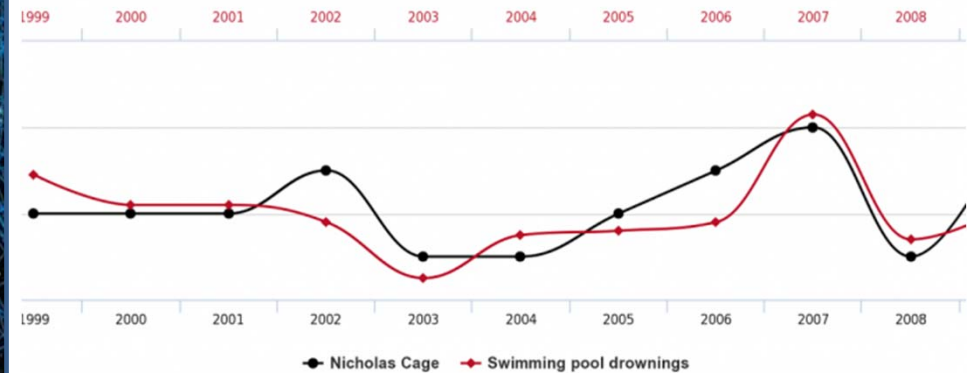
# Wysoko jakościowa predykcja vs BigData / DeepLearning

- Nie traćmy wiedzy i rozsądku
- Nie każda korelacja ma sens
- Mijmy wpływ na to które są ważne
- Sztuczna inteligencja nie zastąpi doświadczonego inżyniera
- Ten sam doświadczony inżynier może dużo więcej osiągnąć przy pomocy dobrych narzędzi, w szczególności teraz: OZE, dynamika, giełda energii

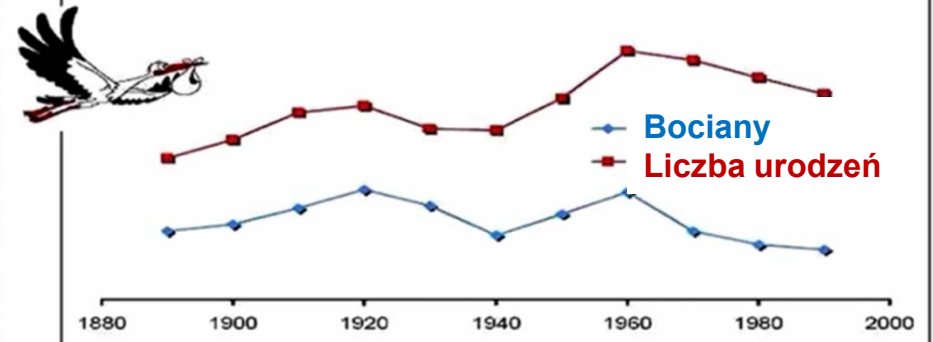
Nasz system bazuje też na ogromnej ilości danych, obliczeń termodynamicznych i bilansów:

Przykłady zapisu:	
@W_PST(100)	zwraca wartość 1.013.2526, ciśnienie wrzenia w temperaturze 100 ° C
@W_HPX(1.0132526,0.5)	daje wartość 1547.5367, dokładną entalpię wody w przestrzeni dwufazowej przy 1013 barach i zawartości pary 0,5
@W_HPX(MW_P,RW_X)	dostarcza mierzoną wartość i obliczoną wartość dla odpowiedniej entalpii wody w obszarze dwufazowym
@W_HPX(1.0132526,1.0)=@W_H2P(1.0132526)	

## Liczba osób która utopiła się w basenie Ilość filmów z Nicolasem Cage'em



## Liczba bocianów i urodzeń w Niemczech





## Problem: Rozwiązany

Predykcja to bardzo złożony temat  
Dobre narzędzia czynią ją prostą

Nie trzeba wynajdować koła na nowo,  
ani wyważać otwartych drzwi

Niemiecki sektor energetyki przeżył  
zmiany i problemy z nimi związane

Doświadczamy tych samych tematów  
w polskiej energetyce

Rozwiązaniem są systemy STEAG,  
sprawdzone w ponad 800 projektach, gdzie:  
każdy alarm z systemu jest prawdziwy  
wyprzedzenie alarmu wynosi średnio 6-10tyg.  
a ROI zamyka się przeważnie w 2 latach pracy,  
od producenta energii dla producentów energii

## Projekt: Ewaluacja predykcji aktualna oferta

### HQ KPI:

25 HQ KPI zdefiniowane przez SES  
Do 50 dodatkowych HQ KPI  
stworzonych przez użytkownika

### SmartData:

3 modele SmartData ML, np. Palenisko,  
Turbina, Oczyszczanie spalin.

### Szkolenie:

wstępne: 1 dzień  
eksperckie: 5 dni

Kilkadziesiąt godzin pracy ekspertów ze  
STEAGa, 6 miesięcy pracy testowej, bez  
zobowiązań po okresie testów, regularne  
raporty, współpraca, pomoc.

Koszt: VW GOLF



**Thank you!**

**Marcin Szembek**

Flextek / Przedstawicielstwo

Telefon +48 22 291 80 33

Mobil +48 600 345 133

[m.szembek@flextek.pl](mailto:m.szembek@flextek.pl)

**Dennis Braun, M.Sc.**

System Technologies / Sales

Telefon +49 201 801-4113

Mobil +49 160 90747391

[dennis.braun@steag.com](mailto:dennis.braun@steag.com)

**STEAG Energy Services GmbH**

Rüttenscheider Str. 1-3

45128 Essen

Germany

[www.steag-energyservices.com](http://www.steag-energyservices.com)

**steag**  
ENERGY SERVICES