

Implementacja predykcyjnego utrzymania ruchu w oparciu o dane diagnostyczne

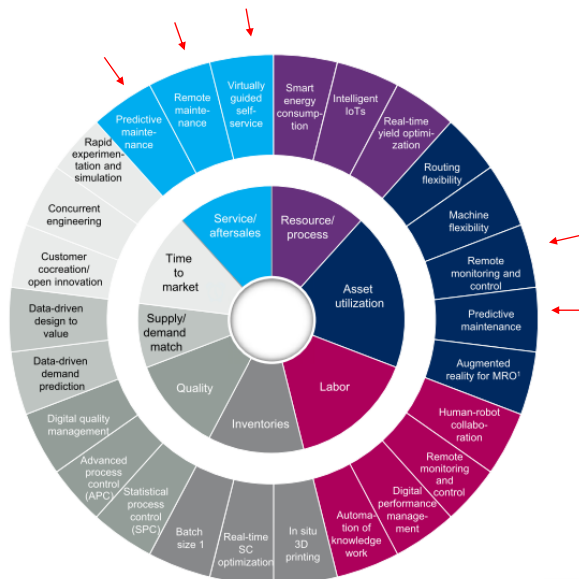
Marek FIDALI, dr hab. inż. Prof. PŚ.

marek.fidali@adenso.pl



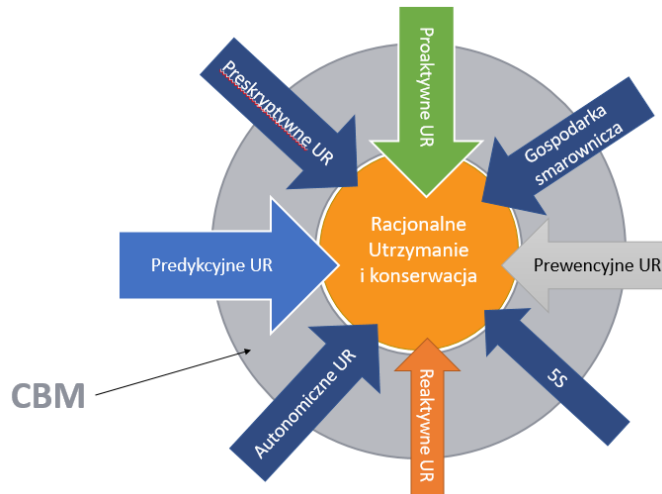
1

Przemysł 4.0 a UR



2

Jak utrzymywać w ruchu



3

Co to jest predykcja?

W analizie statystycznej: przewidywanie przyszłych realizacji albo cech statystycznych zjawisk losowych.

4

Jak przewidywać?

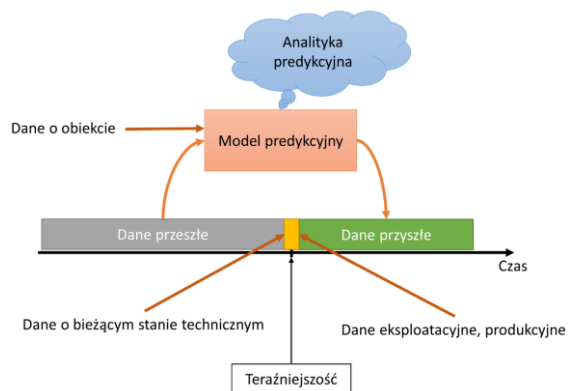


5

5

5

Jak przewidywać?

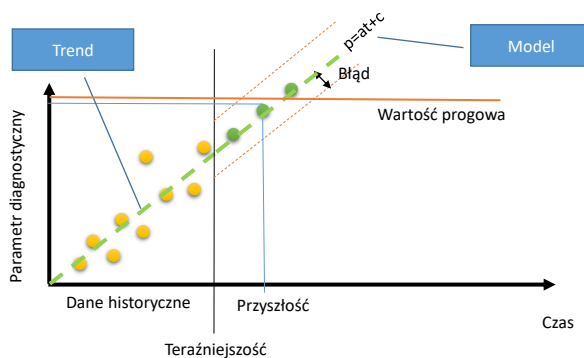


6

6

6

Model predykcyjny?

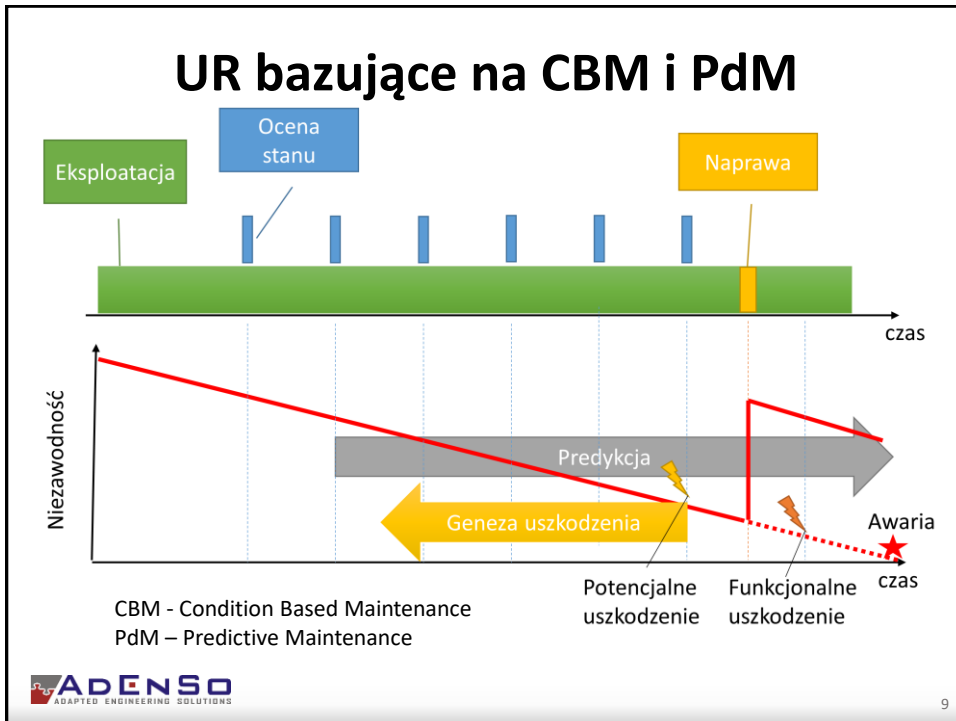


7

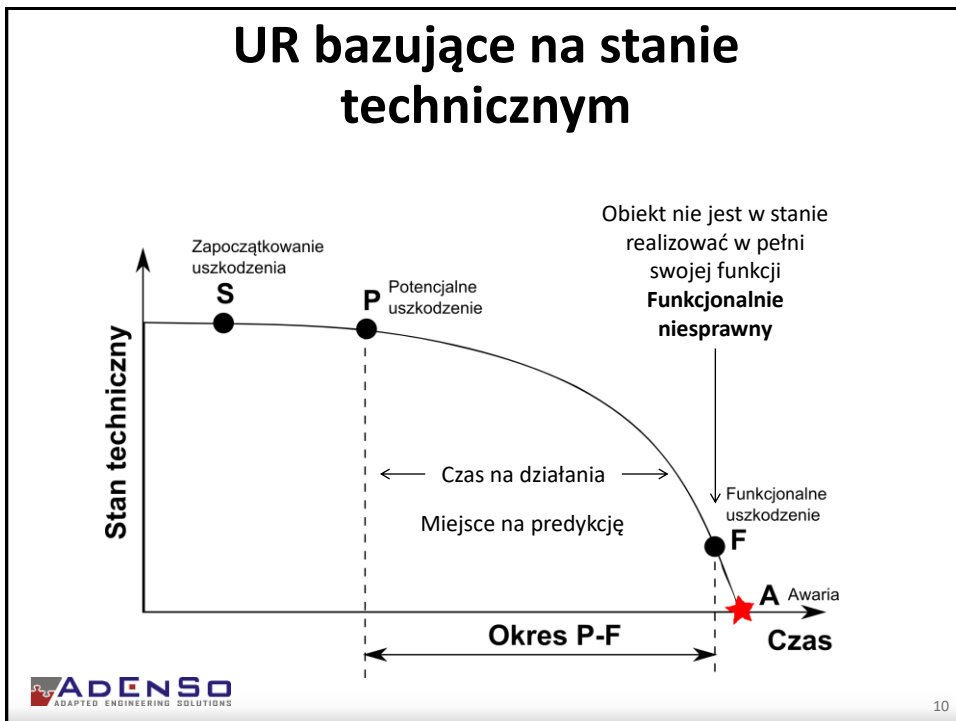
Co możemy przewidywać ?

- Jak będzie zmieniał się przebieg parametru diagnostycznego
- Jak będzie zmieniał się stan techniczny maszyny/podzespołu
- Jak będzie się zmieniał proces przemysłowy

8

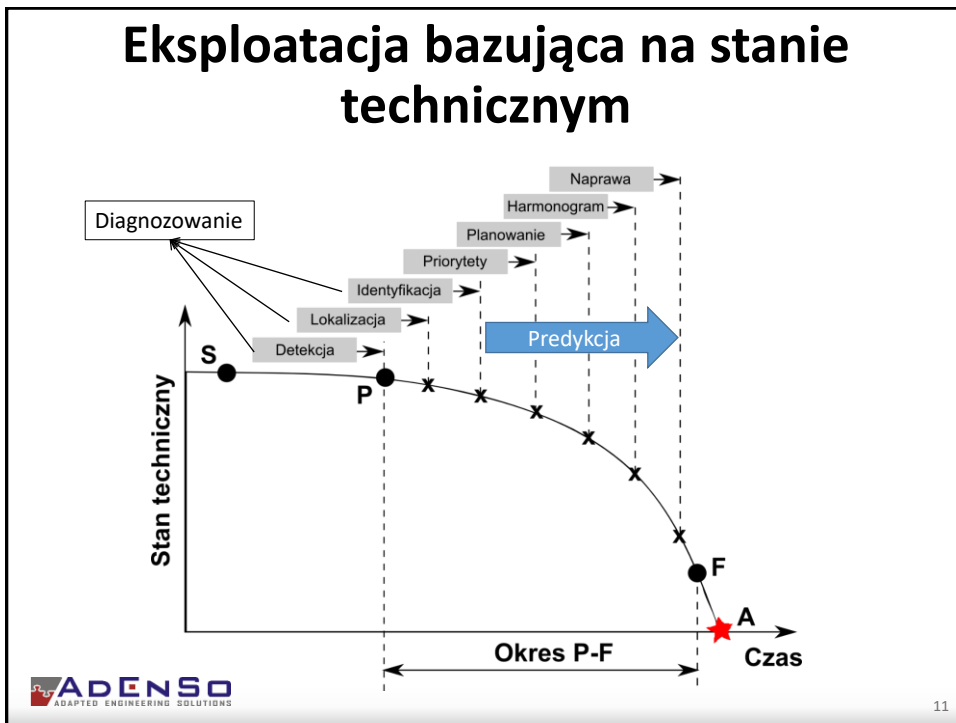


9



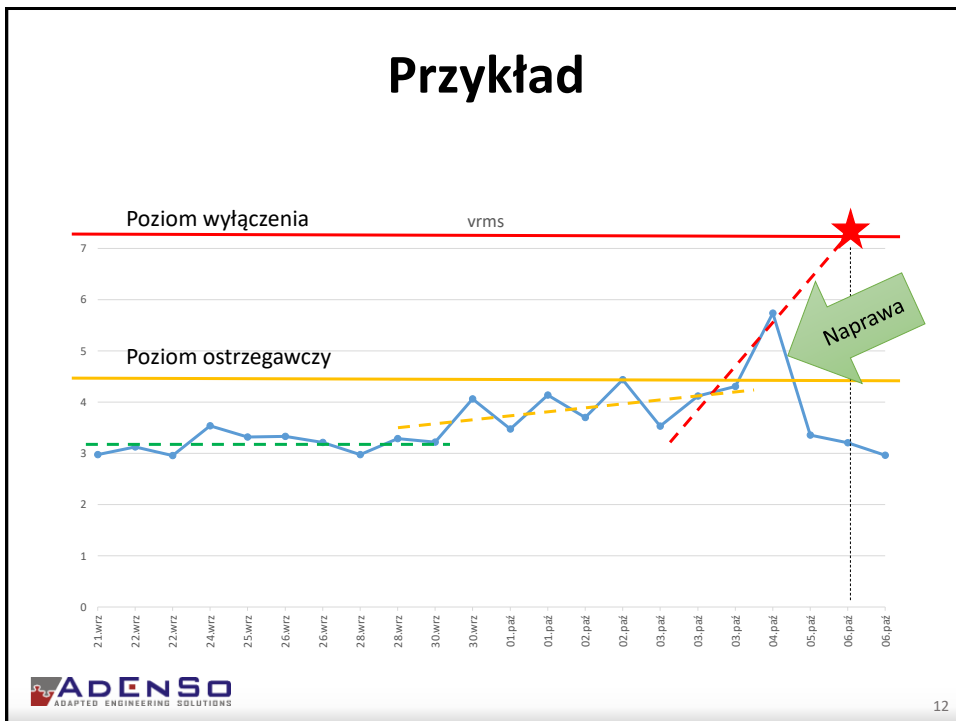
10

Eksploatacja bazująca na stanie technicznym



11

Przykład



12

Przykład - planowanie prac korekcyjnych

Obiekt: Wentylatory wyciągowe w firmie X

Problem: osadzanie się zanieczyszczeń na łopatkach

Skutek: niewyważenie powodujące drgania i prowadzące do przedwczesnego uszkodzenia łożysk

Rozwiązanie: Zatrzymanie, wyczyszczenie i/lub wyważenie wirnika

Sposoby realizacji:

Prewencyjne planowe czyszczenie co miesiąc – firma zewnętrzna

Zyski: brak zaangażowania UR

Straty: zbyt często zamawiana usługa

Czyszczenia planowane na podstawie pomiarów drgań wykonywanych co tydzień przez pracownika UR

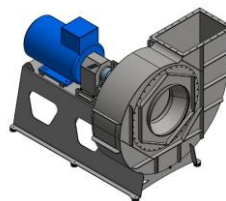
Zyski: czyszczenie wtedy gdy trzeba, możliwość zdiagnozowania innych problemów

Straty: czas poświęcany na pomiary

Czyszczenia planowane na podstawie ostrzeżeń generowanych automatycznie przez system monitorowania

Zyski: czyszczenie wtedy gdy trzeba, możliwość zdiagnozowania innych problemów, mniejsze zaangażowanie UR

Nakłady: system monitorowania

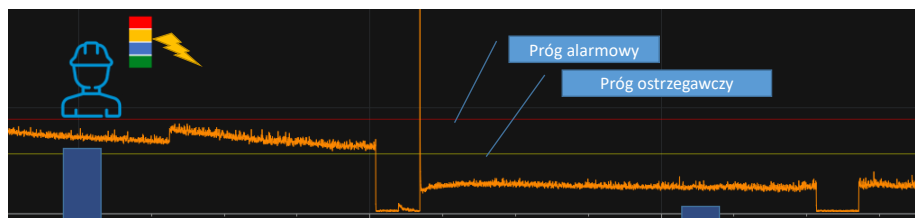


13

ADENSO
ADAPTED ENGINEERING SOLUTIONS

13

Historia z systemu monitorowania



Sygnalizacja przekroczenia wartości ostrzegawczej drgań
Ustalenie przyczyn
Zaplanowanie i zamówienie usługi czyszczenia/wyważania

Postój w dniu nieprodukcyjnym
Usługa czyszczenia i wyważania

Dalsza, bezpieczna eksploatacja

14

ADENSO
ADAPTED ENGINEERING SOLUTIONS

14

Przykład – automatyzacja procesu smarowania

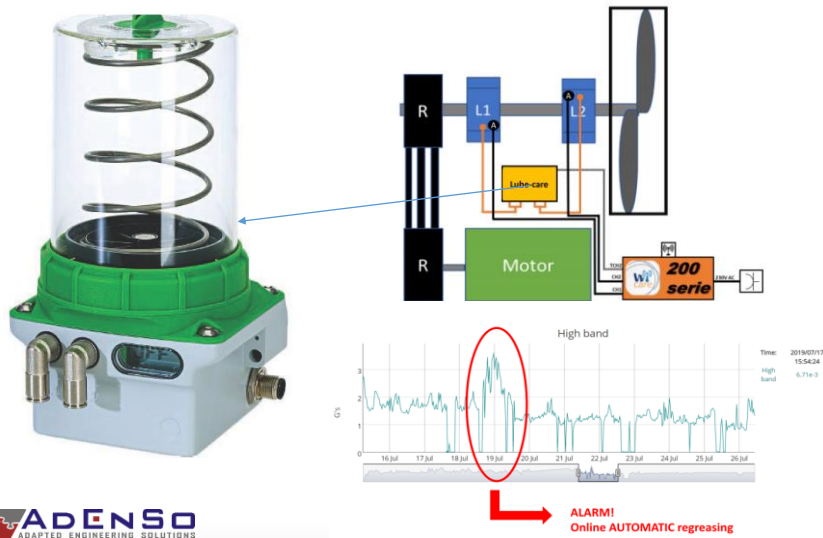


ADENSO
ADAPTED ENGINEERING SOLUTIONS

15

15

Sprzęgnięcie automatycznego układu smarowania z systemem pomiaru drgań

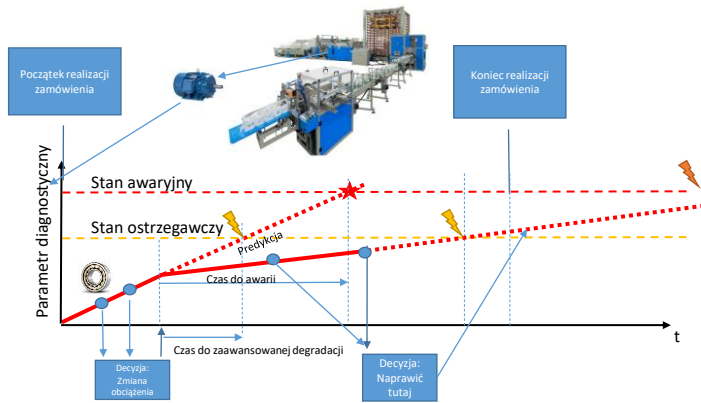


ADENSO
ADAPTED ENGINEERING SOLUTIONS

16

16

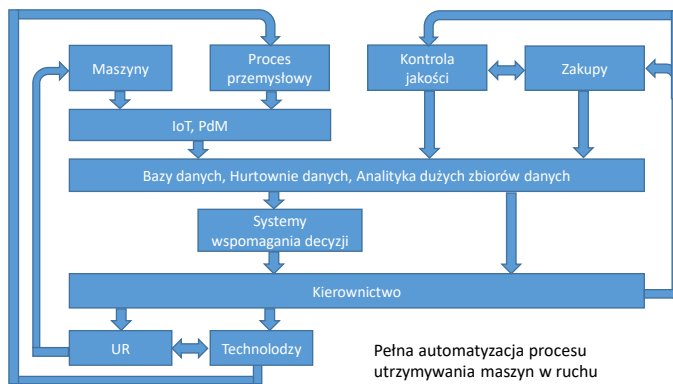
CBM+PdM= ?



17

17

RxM Preskryptywne UR



18

18

Którą ścieżkę wdrożenia wybrać?

KROK 0: Decyzja kierownictwa

Ścieżka 1: Wewnętrzna

- 1 Znajdź kandydata na lidera
- 2 Szkolenie kandydata
- 3 Przygotuj podstawy formalne dla zmian
- 4 Wdróż
- 5 Nadzoruj, pielęgnuj i doskonal

Ścieżka 2: Zewnętrzna

- 1 Znajdź firmę wspierającą
- 2 Przygotuj podstawy formalne dla zmian
- 3 Zleć wdrożenie
- 4 Nadzoruj, pielęgnuj i doskonal

Nie wykluczaj realizacji obu ścieżek równoległe.



19

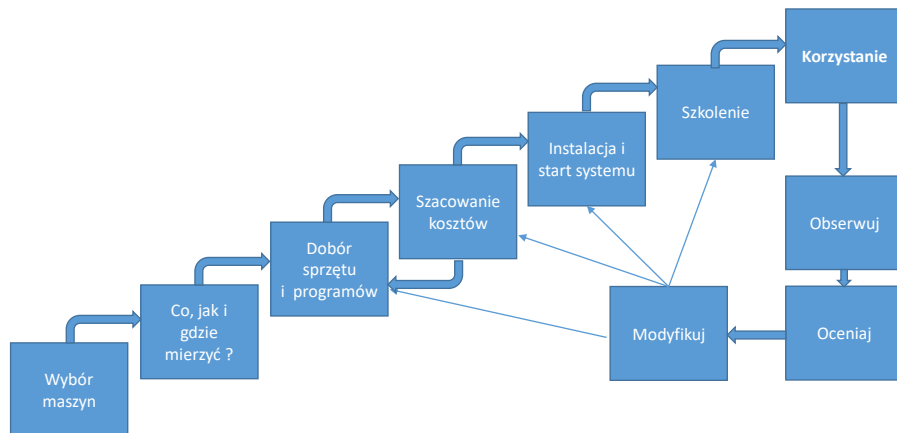
Kroki w drodze do doskonałego UR



20

20

Jak wdrożyć w oparciu o system monitorowania ?



21

21

Wybór maszyn

Ad-hoc

- Wszystkie
- Szef wie najlepiej
- Rzut kostką

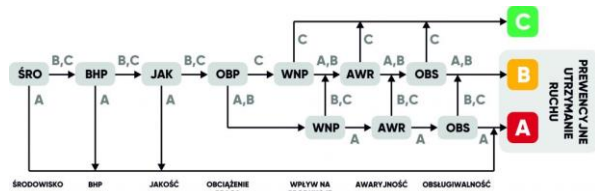
Analiza krytyczności

- Analiza what if – co jeśli
- Analiza ABC
- Analiza bazująca na listach kontrolnych (Check List – CHL).
- Analiza drzewa błędów (Fault Tree Analysis – FTA),
- Analiza drzewa zdarzeń (Event Tree Analysis – ETA),
- Analiza przyczyn i skutków – stanowiąca kombinację metod FTA i ETA
- Analiza przyczyn i skutków (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA),
- Analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych (Hazard and Operability Studies – HAZOP),
- Analiza bezpieczeństwa procesu (Process Safety Analysis – PSA),
- Analiza konsekwencji (Consequence Analysis – CCA),
- Analiza niezawodności ludzkiej (Human Reliability Analysis – HRA)

22

22

Metoda ABC



Metoda ABC (Źródło : <https://queris.pl/baza-wiedzy/strategie-eksploatacji-maszyn/>)

W jakim stopniu awarie maszyny mają wpływ na różne aspekty produkcji

S	Brak awarii	Sredni awaryj	Wielki awaryj
Q	Brak awarii	Sredni awaryj	Wielki awaryj
W	0 godzin na dobie	20 godzin na dobie	24 godziny na dobie
D	0 awaryj na dobie	1 awaryj na dobie	2 awaryj na dobie
F	0 awaryj na dobie	1 awaryj na dobie	2 awaryj na dobie
M	0 awaryj na dobie	1 awaryj na dobie	2 awaryj na dobie

Diagram Pareto-Lorentza

Diagram **Pareto-Lorentza** to diagram, który zakłada, że w każdym systemie jest tylko mała liczba czynników, które mają największy wpływ na jego całość, a wpływ reszty czynników jest mniejszy. Nazywany jest również metodą **ABC** lub prawem 20-80. **Zasada Pareto** umożliwia znalezienie 20% przyczyn przynoszących 80% strat.

Uproszczając - niewielka ilość osób lub przyczyn odpowiada za większość występujących zjawisk. Zlikwidowanie tych 20% znacząco poprawia końcowy wynik, proces, sytuację. Równocześnie ich identyfikacja pozwala ominąć zwalczanie przyczyn mało istotnych, ponieważ zasada Pareto opiera się o analizę nierównego rozkładu czynników decyzyjnych.

Analiza Pareto nadaje się do uporządkowania i przeanalizowania wcześniej zebranych danych. Stosuje się ją kiedy naszym celem jest przeciwdziałanie:

- Zjawiskom negatywnym o największej częstotliwości występowania.
- Zjawiskom przysparzającym największych kosztów.



Tworzenie diagramu Pareto-Lorentza

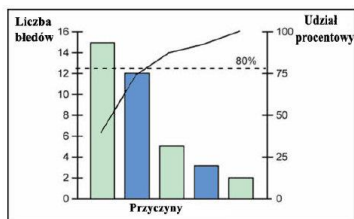
1. Zebranie danych o badanym zjawisku, problemie - np. burza mózgów.

Wypisanie zdarzeń wywołujących przerwy w produkcji :

Przyczyny występowania przerw	Liczba wystąpień
Brak przeszkolenia pracowników	12
Awaria maszyn	2
Polispech	6
Nieuwaga	15
Wady materiału	3

2. Uporządkowanie przyczyn problemu według częstotliwości występowania.

Błąd	Częstotliwość
Nieuwaga	15
Brak przeszkolenia pracowników	12
Polispech	6
Wady materiału	3
Awaria maszyn	2
Razem	37



3. Przedstawienie skumulowanych wartości na wykresie kolumnowym (np. wartości procentowe).

- Oznaczyć na osi pionowej (Y) wartości (ilości) przyczyn oraz udziały procentowe.
- Oznaczyć na osi poziomej (X) przyczyny od największej do najmniejszej wartości idąc od lewej do prawej (porządek malejący)
- Narysować wykresy słupkowe dla każdej przyczyny - tzw. wykres Pareto.

4. Można dodać linię pokazującą skumulowany procentowy udział wynikający z dodawania kolejnych kategorii. Ułatwia to znalezienie kategorii mających 80% wkład do problemu.

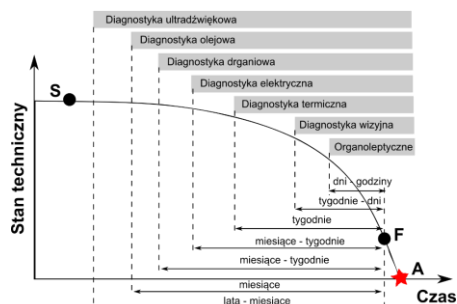
5. Oznaczyć punkty odpowiadające wartościom skumulowanym i połączyć je linią - tzw. krzywa Lorentza



25

Co i gdzie mierzyć?

- Zależne od istoty działania maszyny/procesu
- Zależne od realizowanego procesu
- Zależne od istoty procesu generowania uszkodzeń
- Zależne od dostępności pomiarowej



26

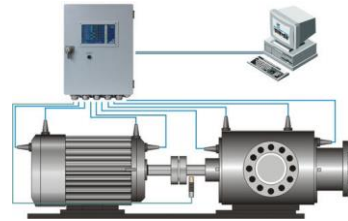
26

Jak mierzyć

Obchodowe zbieranie danych



Automatyczne zbieranie danych



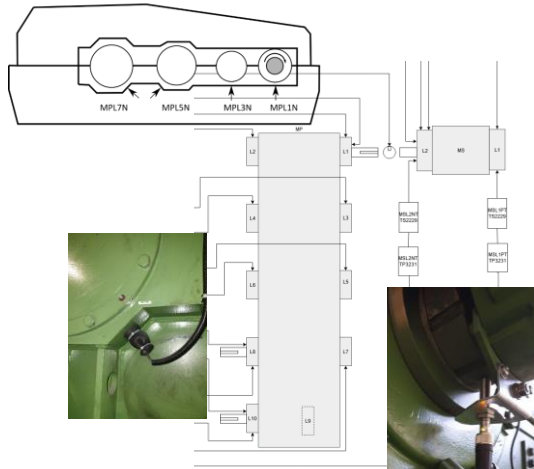
27

Przykład

Mała maszyna – stała prędkość obrotowa



Duża maszyna – zmienna prędkość obrotowa



28

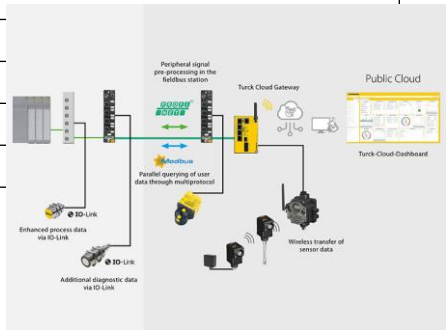
Sam sprzęt nie wystarczy



29

Standardy w predykcyjnym utrzymaniu ruchu

Źródła danych	Operator, Pracownik UR, System IT, Firmy zewnętrzne
Zbieranie danych	Zautomatyzowane (czujniki inteligentne, IoT, systemy ciągłego monitorowania)
Gromadzenie danych	Bazy danych, Chmury
Analiza danych	Metody sztucznej inteligencji
Transfer danych	Pliki cyfrowe
Zarządzanie danymi	Automatyczne



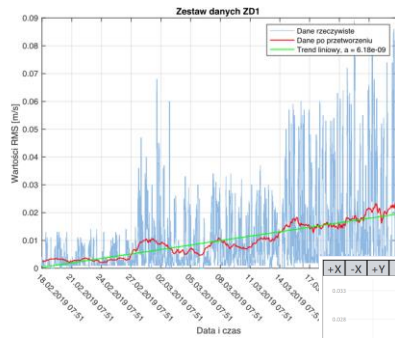
30

Ostrzeżenia i alarmy



31

Narzędzia analityki predykcyjnej



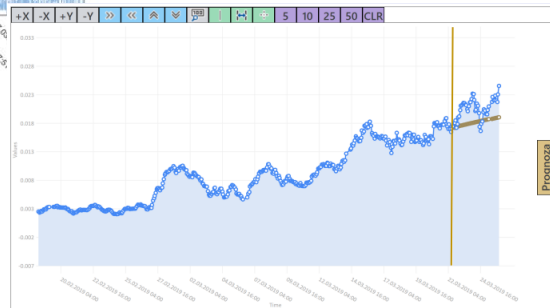
Metody analizy trendu.

Metody wygładzania:

- wygładzanie średnią ruchomą,
- pojedyncze wygładzanie wykładnicze,
- algorytm Holta (podwójne wygładzanie wykładnicze),
- algorytm Holta-Wintera (potrójne wygładzanie wykładnicze).

Metody Box-Jenkins:

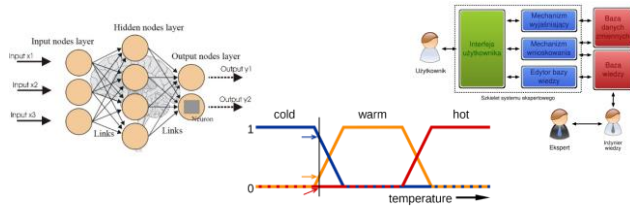
- model AR,
- model MA,
- model ARMA,
- model ARIMA,
- model SARIMA.



32

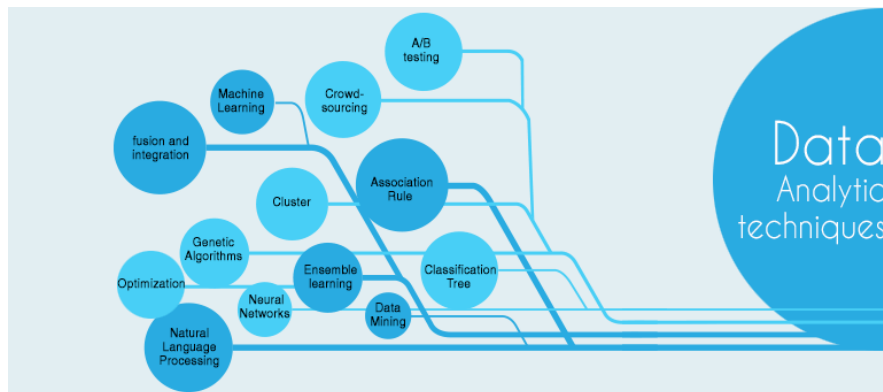
Wnioskowanie diagnostyczne 4.0

- Sieci neuronowe
- Filtry Kalmana
- Obserwatory stanu
- Systemy doradcze
- Logika rozmyta
- Modele analityczne
- Rozpoznawanie wzorców
- Odkrywanie wiedzy



33

Analityka predykcyjna

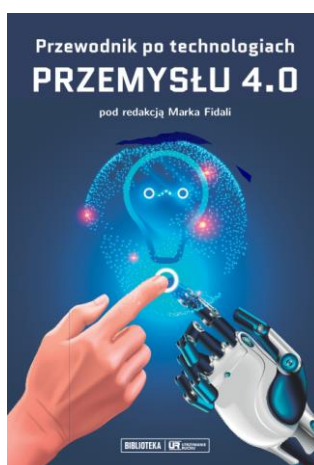
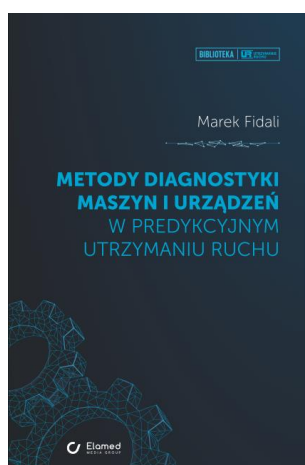


34

Podsumowanie

- Wdrożenie predykcyjnego utrzymania jest możliwe
- Inicjuje „góra” - wdraża „dół”
- Przydają się szkolenia i wsparcie
- Konieczna konsekwencja
- Najlepszy sprzęt i oprogramowanie jeszcze nie jest w stanie podejmować decyzji eksploatacyjnych
- Można wspomagać się zaawansowanymi rozwiązaniami

35



W koszyku wpisz kod promocyjny:
FIDALI2020

dlaSpecjalistów.pl

tel. 32 788 51 28

Infolinia: 801 888 980

36

Dziękuję za uwagę!

- Pytania?



DOPASOWANE SYSTEMY MONITOROWANIA I DIAGNOSTYKI

PROJEKTUJEMY SYSTEMY DIAGNOSTYKI

WDRAŻAMY DIAGNOSTYKĘ ON-LINE

INTEGRUJEMY UKŁADY POMIARU DRGAŃ

SZKOLIMY

marek.fidali@adenso.pl



37