

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

INTELIĞENTNE SYSTEMY

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Inteligencja – zdolność rozumienia otaczających sytuacji i znajdowania na nie właściwych celowych reakcji [słownik wyrazów obcych, PWN, 2000]
Intelligentia <z fac.> – pojmowanie, rozumienie

Sztuczna inteligencja

- Dziedzina nauki próbująca wyjaśnić i emulować inteligentne zachowania za pomocą metod obliczeniowych [R. A. Schalkoff, Artificial Intelligence: An Engineering Approach, McGraw-Hill, College, 1999]
- Prace nad metodami obliczeniowymi, które umożliwiłyby [maszynom] postrzeganie, wnioskowanie, działanie [r. H. Winston, Artificial Intelligence, Addison-Wesley, Pub. Co, 1992]
- [Automatyzacja] czynności, które wiążemy z myśleniem, takich jak: podejmowanie decyzji, rozwiązywanie problemów, zapamiętywanie... [r. Benjamin, An Introduction to Artificial Intelligence, Boyl & Franz, 1978]
- ...

Inteligentny system – system posiadający cechy bądź przejawiający zachowania tradycyjnie uznawane za inteligentne cechy/zachowania człowieka

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Istnieją algorytmy posiadające zdolność

- Uczenia się
- Adaptacji
- Prognozowania
- Klasyfikowania
- Wykrywania zależności
- Rozpoznawania wzorców
- Wnioskowania
- Generalizowania
- ...

Zarządzanie wiedzą

Mechanizmy wnioskowania

Siaci neuronowe

Algorytmy ewolucyjne

Sztuczna inteligencja

DANE

Inteligencja obliczeniowa

Systemy ekspertowe

Wnioskowanie z przypadków

SVM

Inteligencja rcju

Systemy agentowe

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Sztuczna Inteligencja vs Inteligencja Obliczeniowa

Artificial Intelligence (AI)
Computational Intelligence (CI)

Sztuczna inteligencja
Inteligenca obliczeniowa

„Put the expert in the box [computer]”
Zdolność uczenia się

[Applying Computational Intelligence: How to Create Value, A. K. Kordon, Springer-Verlag, 2010]

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Inteligencja obliczeniowa - biologiczne źródła inspiracji

- Funkcjonowanie układu nerwowego – *sieci neuronowe*
- Teoria ewolucji i genetyka – *algorytmy ewolucyjne*
- Obserwacje etnologiczne – *algorytmy rojowe i mrówkowe*
- Immunologia – *algorytmy wzorowane na działaniu układu odpornościowego*
- Psychologia i lingwistyka – *teorie logiczne uwzględniające niepewność i nieprecyzyjne określenie informacji, dopuszczające stopniowanie wartości, np. logika rozmyta*

Inteligencja obliczeniowa – zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są efektywnie algorytmizowalne

[W. Duch, Dłogod zmierzając inteligencja obliczeniowa, 2010]

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

INTELIGENTNE SYSTEMY PRODUKCYJNE

IMS (Intelligent Manufacturing System)

System produkcyjny, w którym w znaczącym stopniu procesy sterowane przez człowieka zostają zastąpione **maszynowym przetwarzaniem danych** wykorzystującym technologie **inteligencji obliczeniowej**.

Podstawowe cechy IMS

- ▣ Minimalizowanie udziału czynnika ludzkiego w realizacji procesów produkcyjnych
- ▣ Zarządzanie materiałem i składnikami wymaganymi do realizacji produkcji w sposób automatyczny w obszarach, w których jest to możliwe
- ▣ Monitorowanie i sterowanie procesami i operacjami produkcyjnymi
- ▣ Rekomendowanie i podejmowanie natychmiastowych działań w celu przezwalczenia przestoju i wywarunkowaniu wadliwych produktów
- ▣ Realizowanie czynności obsługowych – dział utrzymywania ruchu
- ▣ Kontrolowanie poprawności i efektywności realizacji procesów i operacji produkcyjnych
- ▣ Diagnostowanie maszyn i utrzymywanie integralności produkcji
- ▣ ...

[Czarniec, Intelligent Manufacturing Systems, 2010]

Praktyczne oczekiwania dotyczące IMS

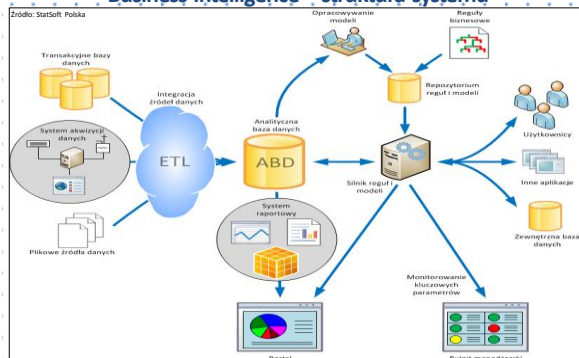
- ▣ Odkrywanie wiedzy w gromadzonych danych i wsparcie w podejmowaniu decyzji
- ▣ Maszynowa analiza danych, wyszukiwanie związków przyczynowo-skutkowych, odkrywanie zjazdów
- ▣ Przewidywanie sytuacji niekorzystnych, wskazywanie rozwiązań korzystnych
- ▣ Wykrywanie „wąskich gardła”, obszarów i przyczyn nieefektywnej realizacji procesów, ...
- ▣ Automataczna diagnostowanie stanu procesów i maszyn
- ▣ ...

Rodzaje IMS

- ▣ **Artificial-Intelligence-supported Manufacturing Systems**
Wybrane elementy tradycyjnego systemu produkcyjnego są przekształcane do inteligentnego odpowiednika bądź wspomagane systemem inteligentnym zaś pozostałe elementy funkcjonują w sposób tradycyjny
- ▣ **Artificial-Intelligence-integrated Manufacturing Systems**
System produkcyjny i inteligentny działają niezależnie ale mogą ze sobą współpracować
- ▣ **Totally Intelligent Manufacturing Systems**
System inteligentny stanowi podstawę systemu produkcyjnego sterując całym procesem, podejmując decyzje i komunikując się z operatorem gdy jest to wymagane

[Czarniec, Intelligent Manufacturing Systems 2010]

Business Intelligence – struktura systemu



POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

UTRZYMANIE RUCHU

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

TPM (Total Productive Maintenance)

- ☐ Zapewnienie ciągłości produkcji poprzez utrzymywanie parku maszynowego w odpowiednio dobrej kondycji.
- ☐ ZERO usterek maszyn
- ☐ ZERO produkcji wad
- ☐ ZERO wypadków przy pracy
- ☐ Włączenie wszystkich pracowników w utrzymanie ciągłości produkcji - operatorzy maszyn
- ☐ Priorytet przeglądów i konserwacji nad planem produkcji
- ☐ Mjerniki TPM
 - ☐ OEE (Overall Equipment Effectiveness)
 - ☐ MTBF (Mean Time Between Failures)
 - ☐ MTTR (Mean Time to Repair)

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

PdM (Predictive Maintenance)

- ☐ Wykrywanie i usuwanie problemów zanim przekształcą się w niezaplanowany postój maszynowy
- ☐ Przewidywanie i zapobieganie awariom
 - ☐ Monitorowanie: rejestracja i przetwarzanie sygnałów pomiarowych
 - ☐ Diagnostyka: określenie stanu maszyny/procesu
 - ☐ Nadzorowanie: wypracowanie reakcji na stan i oddziaływanie na proces

(Haslemaj et al., State-of-the-Art Predictive Maintenance Techniques, 2012)

FMA (Failure Mode Avoidance)

- ☐ Eliminacja możliwości pojawienia się produktów niezgodnych ze specyfikacją po zakończeniu procesu wytwarzania (znaczące koszty)
- ☐ Przemysł motoryzacyjny i lotniczy

(Djimec et al., Condition Monitoring in the Management of Maintenance of a Large Scale Precision CNC Machining Manufacturing Facility, 2012)

Techniczne warunki praktycznej realizacji PdM i FMA

- ☐ Odpowiednia struktura systemu informatycznego
 - ☐ Integracja z maszynami i urządzeniami - ciągłe monitorowanie
 - ☐ Zaawansowana komunikacja z pracownikami (operatorzy maszyn) - na stanowisku pracy
- ☐ Ze względu na gromadzenie maszywów danych, wymagane jest maszynowe wsparcie w pozyskiwaniu wiedzy z danych i podejmowaniu decyzji

POLITECHNIKA RZESZÓWSKA WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

PROJEKT IMS

POLITECHNIKA RZESZÓWSKA WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Cel projektu IMS (WEH, KIA - 2008; WBMIL, KT/MIP - 2012)

- Zastosowanie inteligencji obliczeniowej w systemach produkcyjnych
- Otwarta platforma sprzętowo-programowa dla IMS
 - Obsługa zróżnicowanego parku maszyn
 - Wykorzystanie dodatkowych czujników i systemów pomiarowych
 - Zaawansowane interfejsy komunikacji człowiek-system (HSI)

Wybrane rozwiązanie

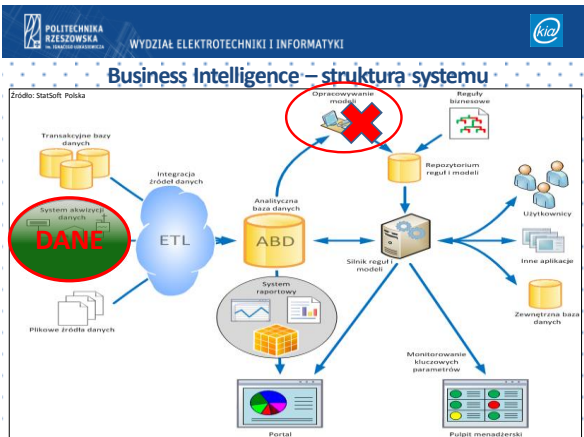
- Wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań z obszaru automatyki przemyślowej

Zalety

- Możliwość wdrożenia w dużych przedsiębiorstwach – korporacjach (UTC, WSK Rzeszów, PZL-Mielec)
- Zatwierdzone uzasadnienie potrzeby inwestycji – jedna platforma dla wielu obszarów
 - Czas i tryb pracy maszyn, zużycie energii, RCP operatorów, wydajność, dane dotyczące realizacji zleceń, kontrola jakości, ...
- Integracja danych z wielu obszarów funkcjonowania procesów produkcyjnych
- Automatyczne wprowadzanie danych do systemu
- Integracja z systemami automatyki, SCADA, MES

Główna bariera na etapie wdrożenia

- Bez realnego wsparcia Służb Utrzymania Ruchu - **NIEREALIZOWALNE**



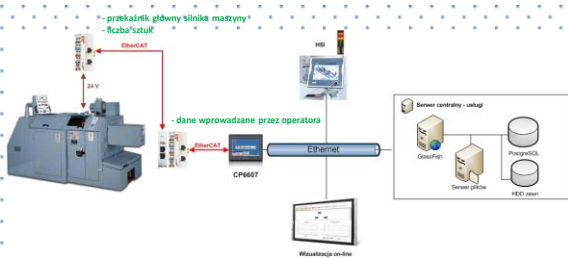
Obszar organizacji produkcji

- ❑ Monitorowanie czasu pracy zasobów produkcyjnych (maszyny, personel)
- ❑ Harmonogramowanie produkcji
- ❑ Wsparcie działania służb pomocniczych
 - ❑ Transport
 - ❑ Kontrola jakości
- ❑ Wymiana danych z kooperantami

Nadzorowanie procesów technologicznych

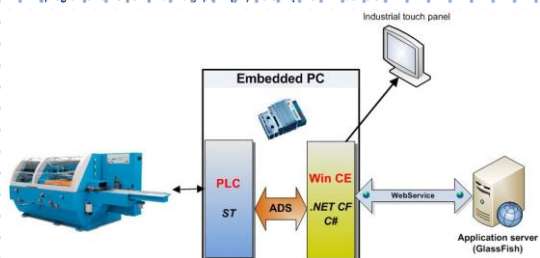
- ❑ Proces kucia na zimno

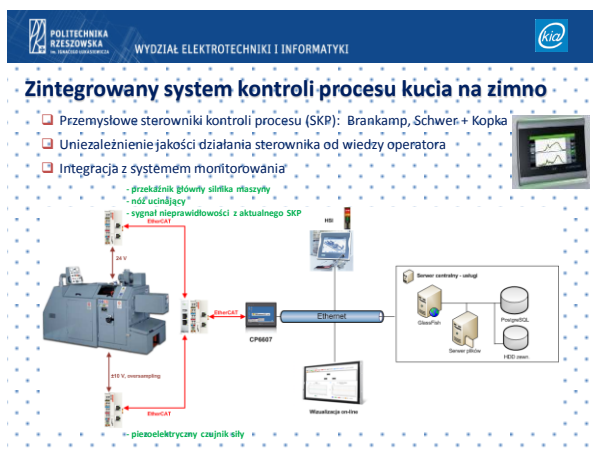
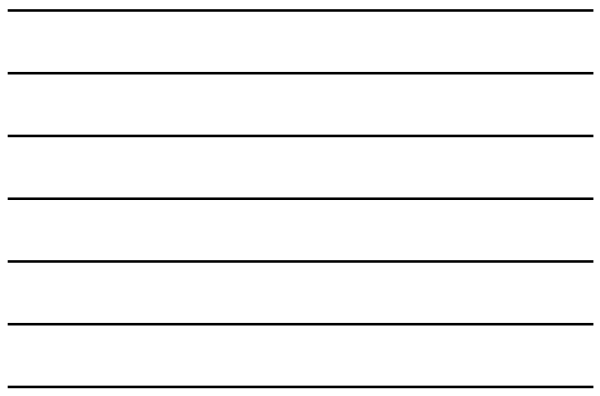
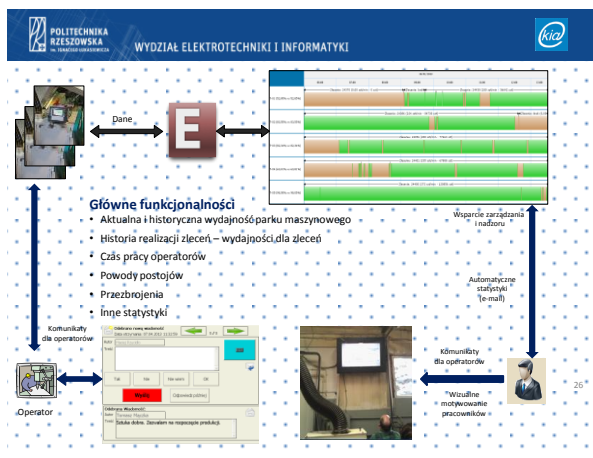
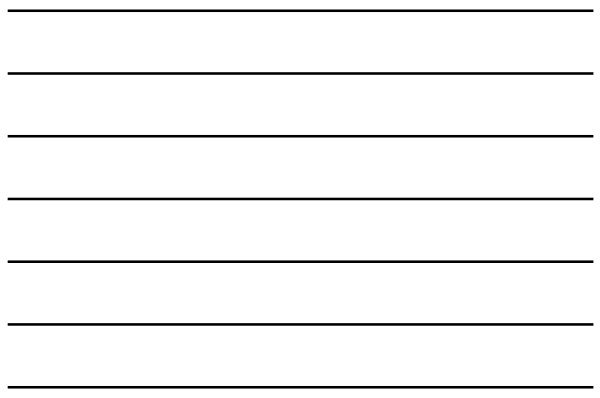
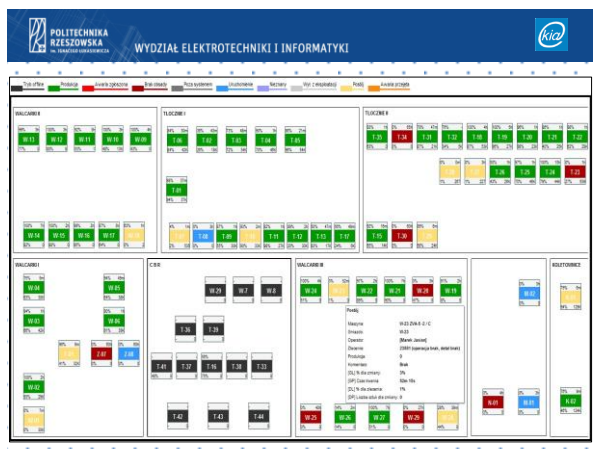
System monitorowania procesu produkcyjnego



Struktura oprogramowania

- ❑ Warstwa czasu rzeczywistego
 - ❑ Program PLC
- ❑ Warstwa oprogramowania dla Windows CE
 - ❑ Moduł do komunikacji z bazą danych
 - ❑ Interfejs operatorski
- ❑ Opracowanie do komunikacji pomiędzy warstwą PLC i Windows CE





Zintegrowany system kontroli procesu kucia na zimno

- ▣ Przemysłowe sterowniki kontroli procesu (SKP): Brankamp, Scherw + Kopka
- ▣ Uniezależnienie jakości działania sterownika od wiedzy operatora
- ▣ Integracja z systemem monitorowania



POLITECHNIKA RZESZOWSKA WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Proces kucia na zimno (źródło: praca dyplomowa PRZ, A. Kamiński)

POLITECHNIKA RZESZOWSKA WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Zarejestrowane przypadki – dedykowane eksperymenty

- element prawidłowy
- uszkodzenie spęczaka
- uszkodzenie nagłownika
- brak nagłownika

(źródło: praca dyplomowa PRZ, L. Drabicki)

POLITECHNIKA RZESZOWSKA WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

Zastosowanie metod CI

Cele

- ocena prawidłowości realizacji procesu kucia na zimno w czasie rzeczywistym dla każdej sztuki
- wykrywanie przyczyn nieprawidłowości

Metody

- budowa klasyfikatorów prawidłowości realizacji etapu matrycowania.
- dane wejściowe – przebiegi czasowe z czujnika siły
 - 530 wykonani matrycowania (eksperymenty dedykowane), w tym:
 - (1) 133 – poprawna sztuka
 - (2) 131 – uszkodzony spęczak
 - (3) 131 – uszkodzony nagłownik
 - (4) 135 – brak nagłownika
- przebadane algorytmy: drzewa decyzyjne (SDT), probabilistyczna sieć neuronowa (PNN), metoda wektorów wspierających (SVM), perceptron wielowarstwowy (MLP), liniowa analiza dyskryminacyjna (LDA), metoda k-średnich (k-Means)

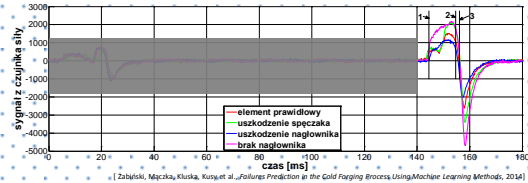
[Zabłaski, Maćkocki, Kusin et al., "Features Prediction In the Cold Forging Process Using Machine Learning Methods, 2018"]

Zastosowanie metod CI c.d.

Wyniki – dokładność klasyfikatorów w %

klasyfikatory dla danych w dziedzinie czasu – 3 atrybuty pojedynczego przebiegu

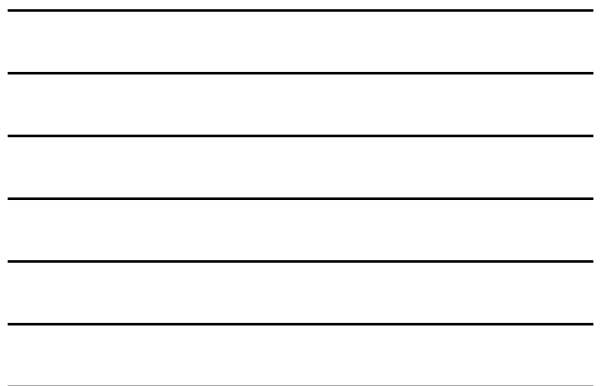
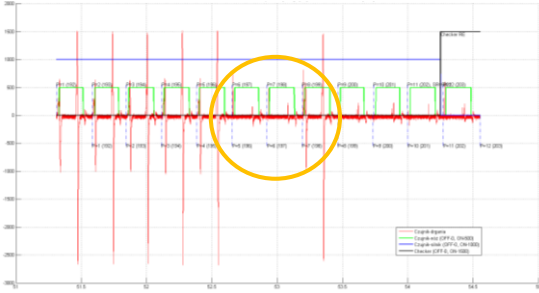
Klasa/algorytm	SDT	PNN	SVM	MLP	LDA	K-Means
1 (prawidłowy)						
2 (uszk. spęczak)	98,87	99,25	98,97	98,30	98,11	98,78
3 (uszk. nagł.)						
4 (brak nagł.)						



Zastosowanie metod CI – ciągła rejestracja

Komercyjny SKP funkcjonujący obecnie w GZPS – DPS20 („czeker”).

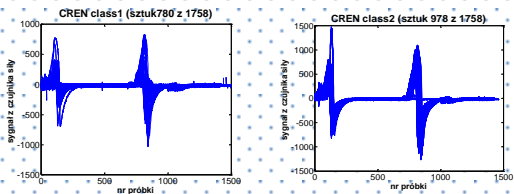
prawidłowe działanie uzależnione od nastaw wprowadzanych przez operatora



Zastosowanie metod CI – ciągła rejestracja c.d.

- ~400 GB danych (~4.5 miesiąca, jedna maszyna, próbkowanie 100 μ s, ~4.GB.dziennie)
- Pozyskanie danych uczących - wymagane przypisanie klasy do przebiegu dla każdej sztuki
- Konieczność automatycznego etykietowania przebiegów

Rozwiązanie – klasteryzacja (przykład: k-Means, 1758 rekordów, k=2)



Problemy: właściwa liczba klas; jakość klasteryzacji; interpretacja klastrow przez eksperta



PROJEKT SKINT

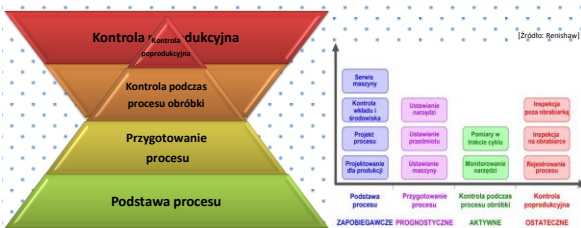
Projekt NCBiR – SKINT (2013 - 2015)

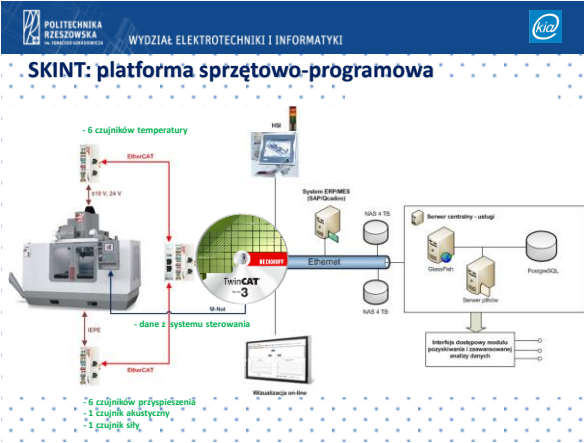
- NCBiR, Projekt INNOTECH, ścieżka programowa In-Tech, faza badawcza
"Optymalizacja i nadzór procesu obróbki skrawaniem cienkościennych zespołów silników lotniczych z zastosowaniem metod inteligencji obliczeniowej"
- Konsorcjum OPIŁOT (WSK „PZL - Rzeszów” S.A., Politechnika Rzeszowska)
- WEiI: J. Kluska, T. Żabiński, T. Mączka, M. Kusy, Z. Hajduk, R. Hanus

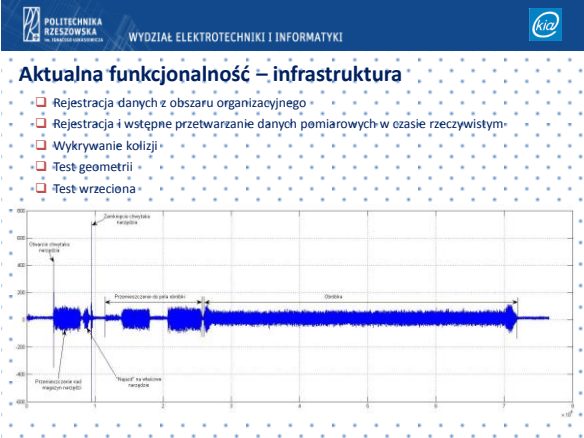


Cel projektu

- Eliminacja możliwości pojawienia się produktów niezgodnych ze specyfikacją po zakończeniu procesu technologicznego („certyfikacja maszyn”)
- Minimalizacja potrzeby wykonywania kontroli jakości – szczególnie poprodukcyjnej
- Skonstruowanie inteligentnego systemu ciągłego nadzorowania (w oparciu o rzeczywisty) procesu obróbki skrawaniem



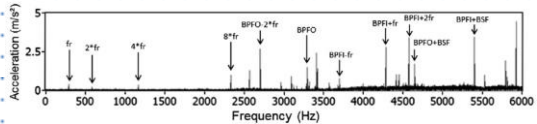
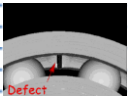






Test wrzeciona


- Łożyska - główny element wrzeciona, który należy diagnozować
- Typy uszkodzeń
 - Niewyważenie
 - lokalne
 - element tarczy
 - bieżnia zewnętrzna
 - bieżnia wewnętrzna
 - koszyk
 - Rozprószone
 - Analiza
 - W dziedzinie czasu
 - W dziedzinie częstotliwości



Test geometrii i wrzeciona



INDUSTRY 4.0

 POLITECHNIKA
RZESZOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI 

<http://www.youtube.com/watch?v=HPRURtORnis>

<https://www.youtube.com/watch?v=XZF10XrowGU>
