

Zadanie Badawcze 2

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd- detal

Lider merytoryczny – prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

Partnerzy:

- Politechnika Warszawska
- Politechnika Rzeszowska



Cele prac badawczych:

2.1 Modelowanie procesów HSM

Opracowanie modeli matematycznych i optymalizacja wydajnościowej tego procesu.

Okres realizacji: 01.2010-12.2010

2.2 Nadzorowanie stanu obrabiarek do HSM

Opracowanie metod nadzorowanie stanu obrabiarek do HSM.

Okres realizacji: 07.2010-12.2012

2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

Opracowanie metodyki budowy układów diagnostycznych dla konkretnych stanowisk produkcyjnych oraz konstrukcji i metodyki pracy sondy narzędziowej, umożliwiającej pomiary zużycia ostrza

Okres realizacji: 07.2008-12.2013

ULTRATECH – frezowanie łopatek turbiny



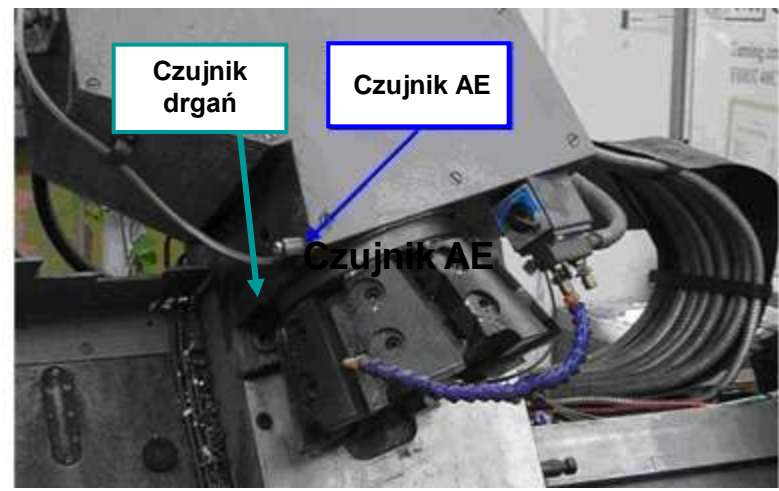
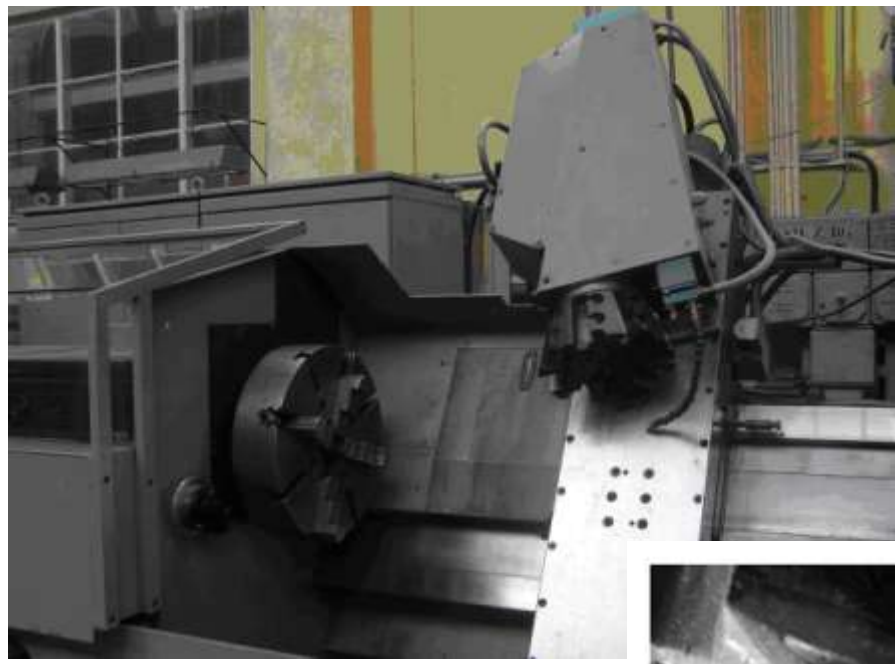
2.3.2 Identyfikacja stanowisk produkcyjnych do diagnozowanie stanu narzędzia i procesu obróbki

WSK Rzeszów – toczenie elementów silnika z inconelu 625



PZL Mielec – toczenie obręczy aluminiowych

2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – *przeprowadzone w ZAOiOS ITW PW*



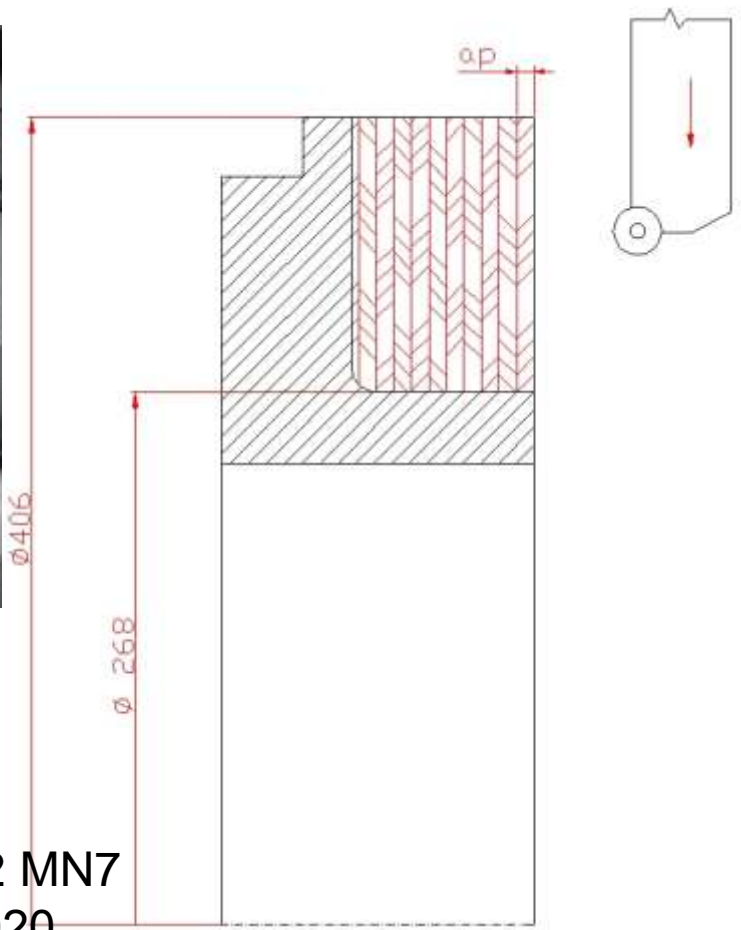
Instalacja czujników

2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – *przeprowadzone w ZAOiOS ITW PW*

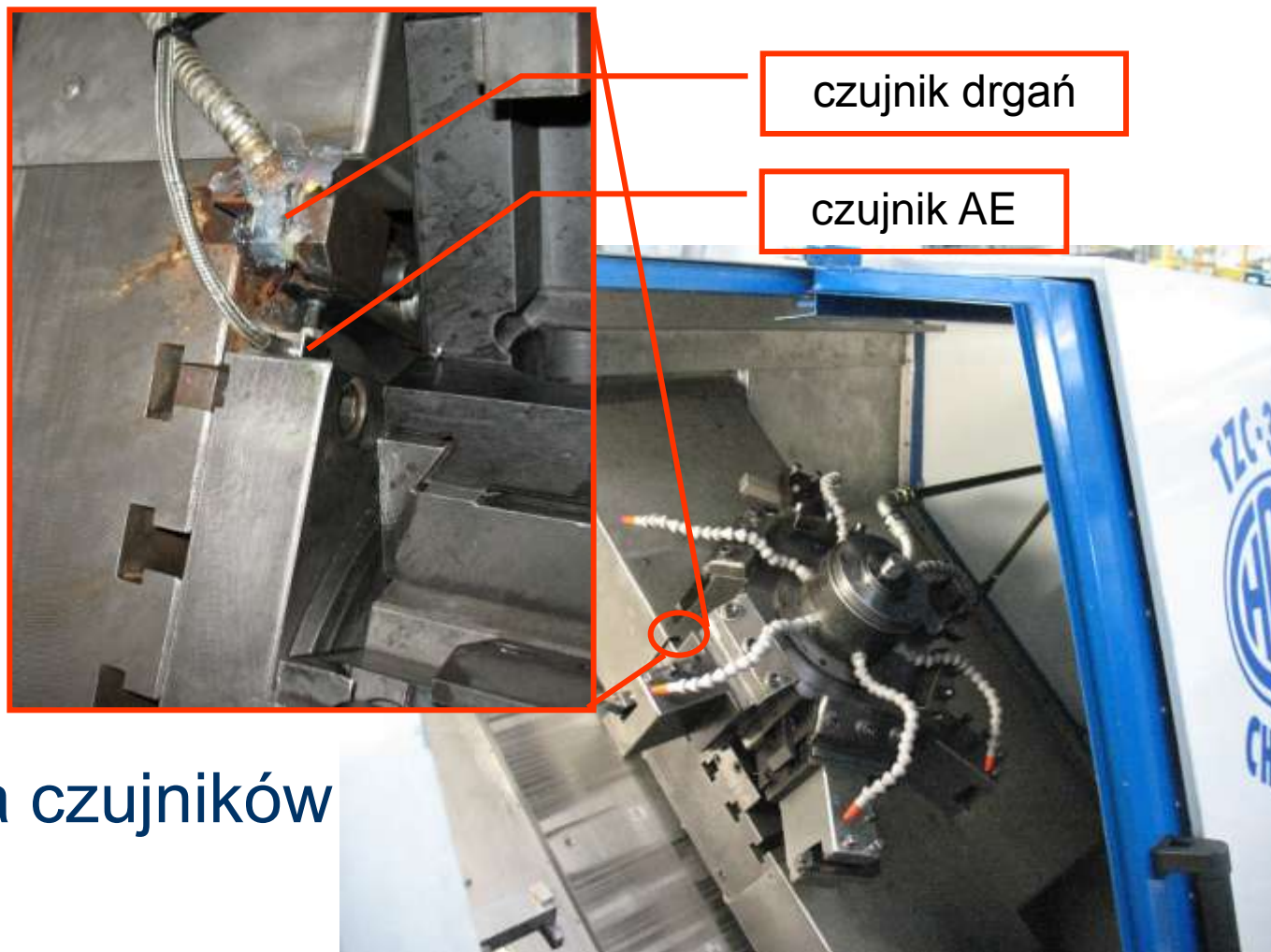
Plan operacji



Oprawka CRSNL 3225P12 MN7
Płytką RNGN 120700T01020

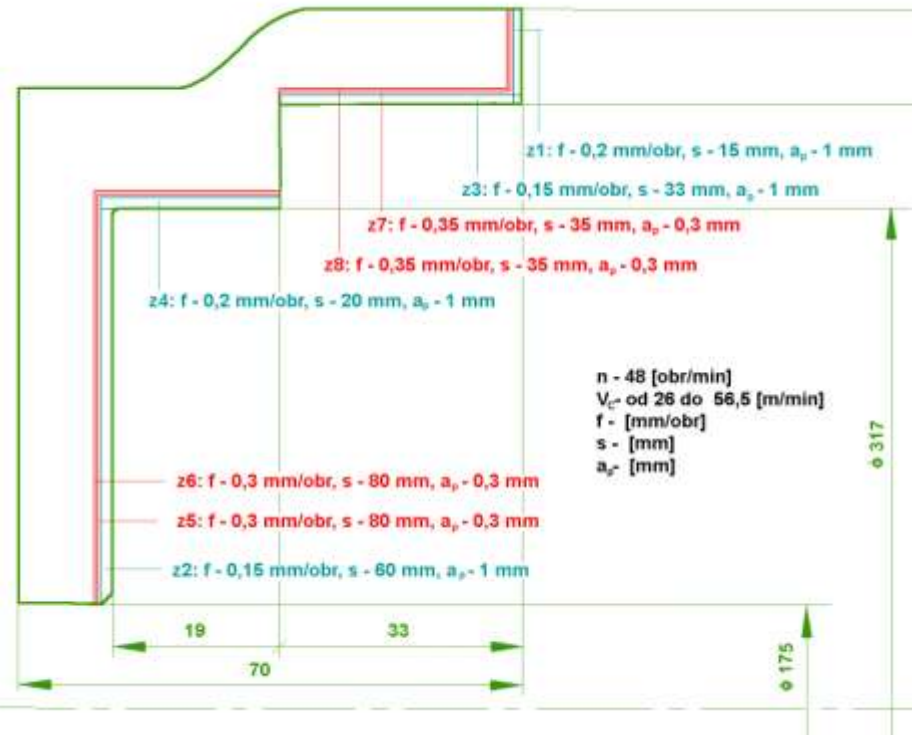


2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – przeprowadzone w WSK Rzeszów

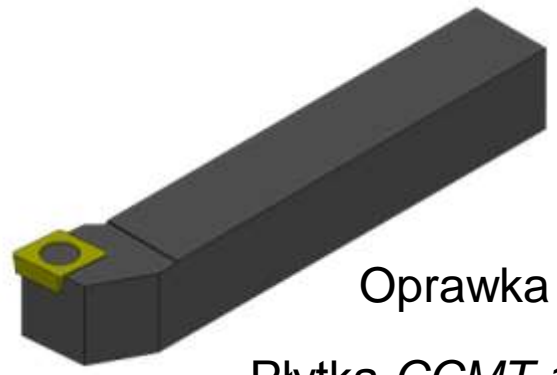


Instalacja czujników

2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – przeprowadzone w WSK Rzeszów

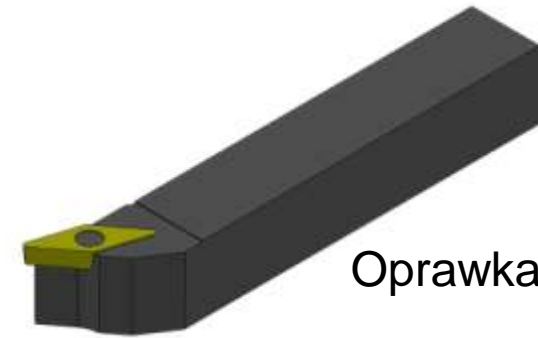


Plan operacji



Oprawka SCLCL-2020K-12.

Płytki CCMT-12-04-08-MM 2025

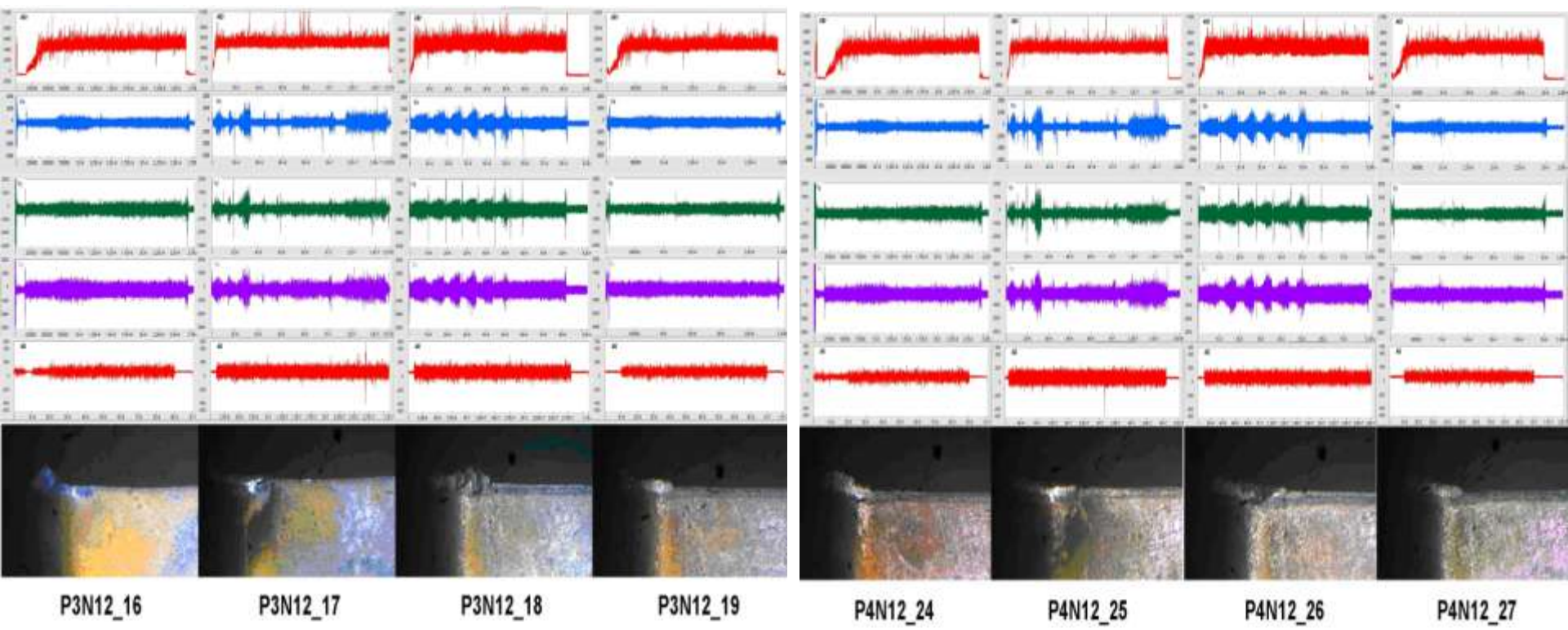


Oprawka SVHBL-2020K-16

Płytki VBGT-16-04-04-UM 1025.

2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – *przeprowadzone w WSK Rzeszów*

Przykładowe przebiegi zarejestrowanych sygnałów i zużycia ostrza

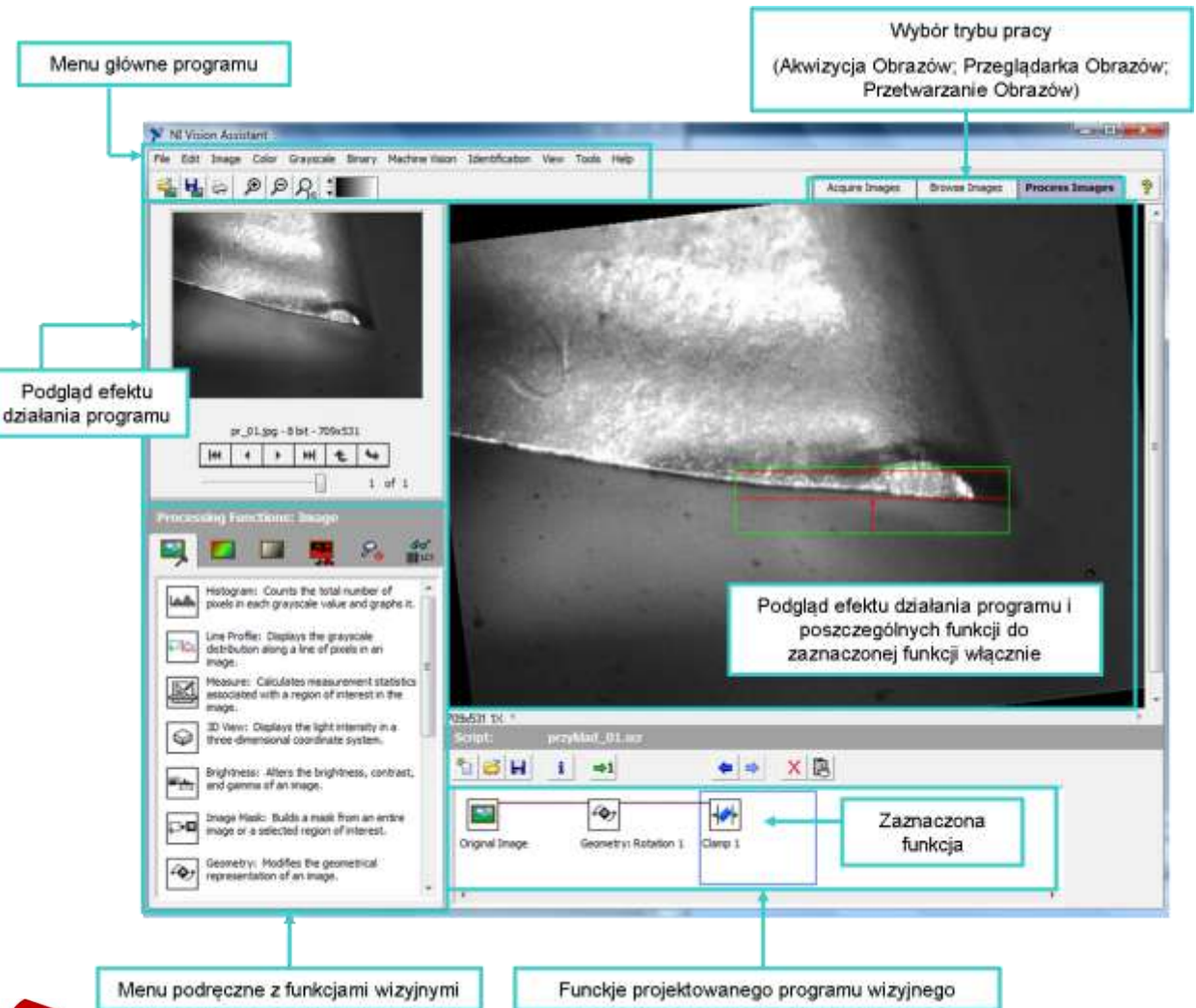


Wnioski z wizyt studyjnych w przedsiębiorstwach Doliny Lotniczej

- Duże zapotrzebowanie na diagnostykę stanu ostrza - materiałów trudnoskrawalne - krótkie i niepowtarzalne okresy trwałości ostrza
- Okresy trwałości ostrza czasami krótsze od czasu obróbki jednego detalu – poszukiwanie nowych miar niezależnych od parametrów skrawania i położenia miejsca obróbki na detalu
- Brak jednoznacznych kryteriów wymiany ostrza
- Obrabiarki o zamkniętej strefie skrawania i wielu osiach - czujniki bezprzewodowe

2.3.8 Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza –

Wstępna ocena przydatności podstawowych metod przetwarzania i analizy obrazu do pomiaru zużycia ostrza na podstawie zdjęć z mikroskopu warsztatowego



Oprogramowanie
Vision Assistant
(*NI Vision Development Module*)

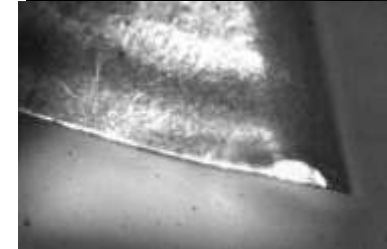
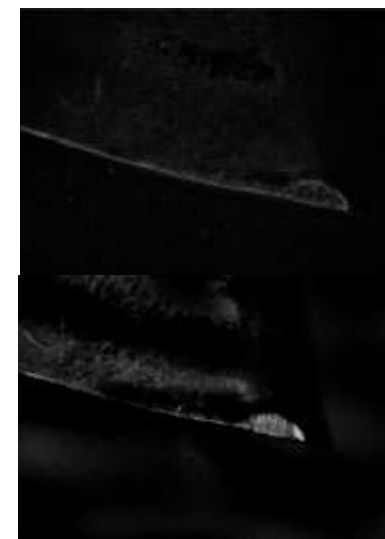
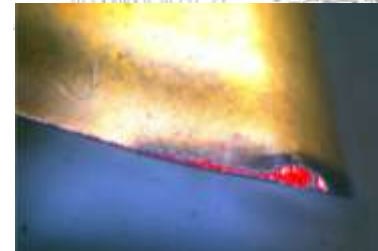
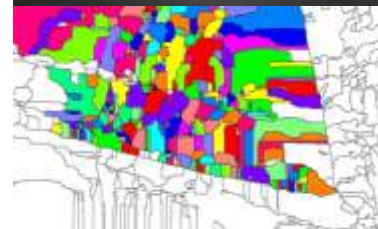
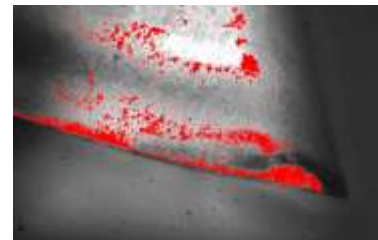


2.3.8 Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza –

Wstępna ocena przydatności podstawowych metod przetwarzania i analizy obrazu do pomiaru zużycia ostrza na podstawie zdjęć z mikroskopu warsztatowego

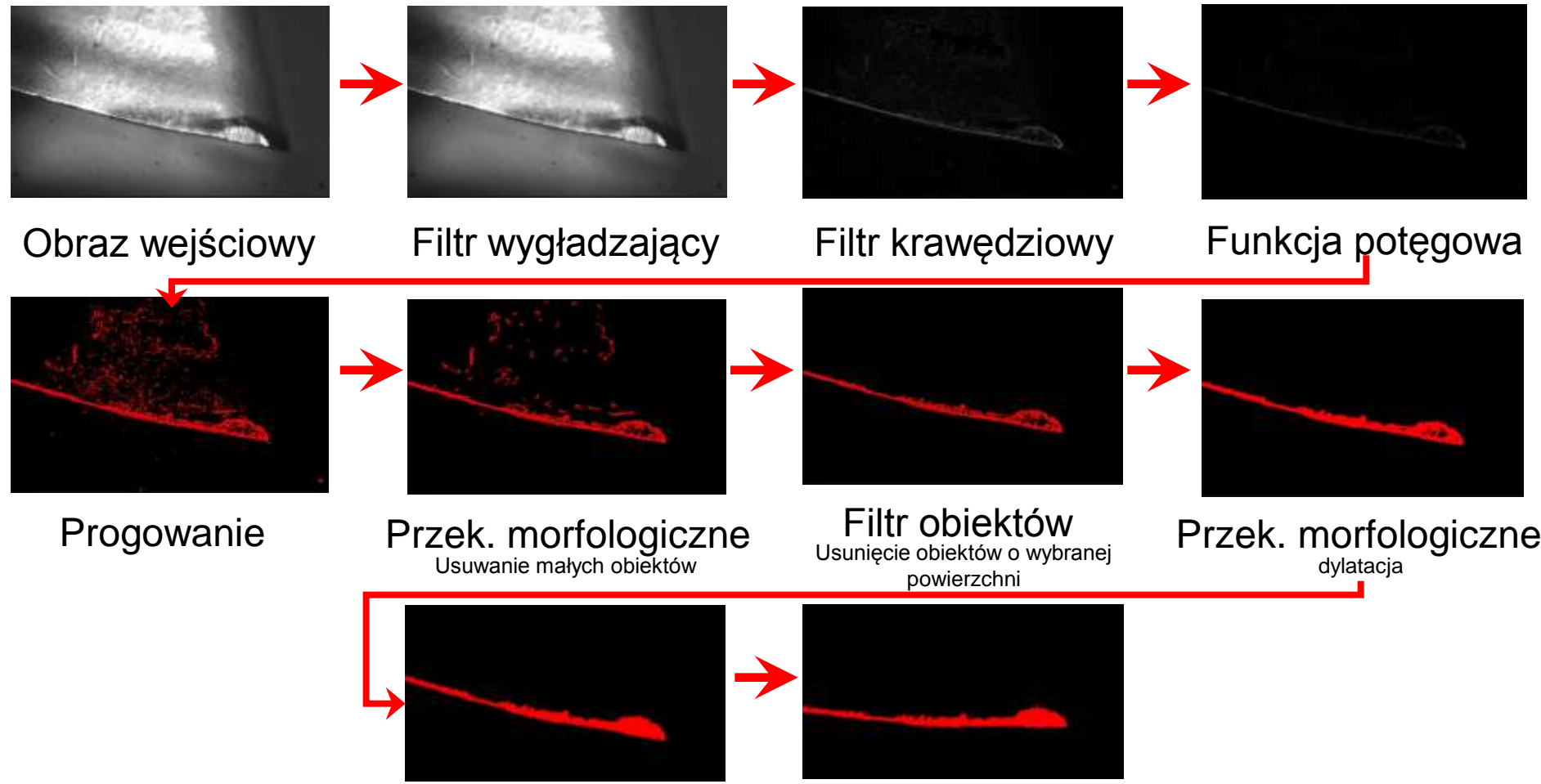
Testowane metody przetwarzania obrazu

- Progowanie zdjęć w skali szarości
- Filtry krawędziowe
- Przekształcenia morfologiczne
- Transformata Fouriera
- Działy wodne
- Składowe koloru
- Progowanie zdjęć kolorowych



2.3.8 Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza

Przykład zastosowania metod przekształcania i analizy obrazu



2.3.8 Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza –

Wstępna ocena przydatności podstawowych metod przetwarzania i analizy obrazu do pomiaru zużycia ostrza na podstawie zdjęć z mikroskopu warsztatowego

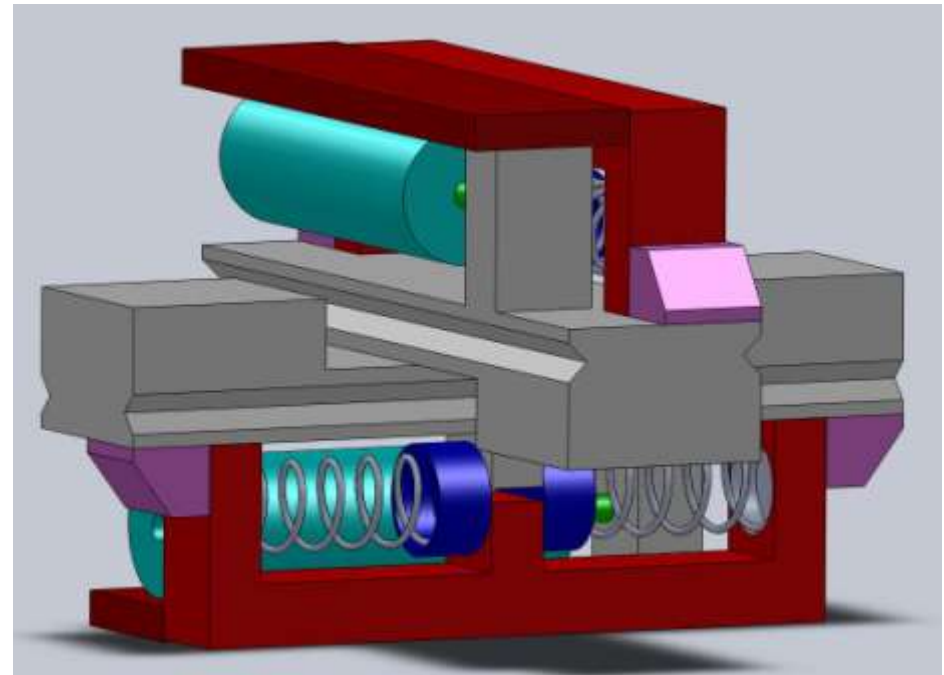
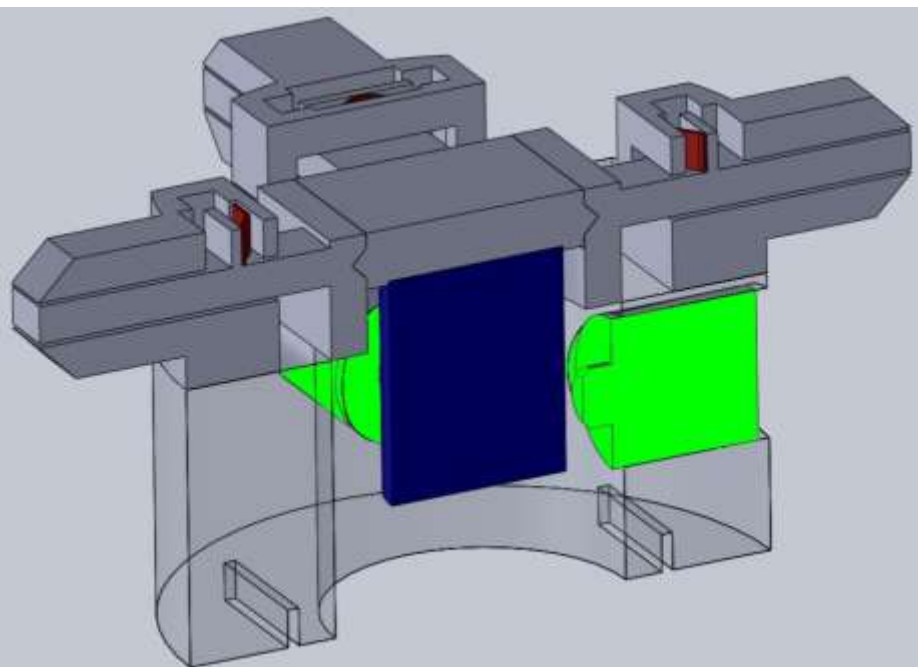
Wnioski

- Brak cech obszaru zużycia ostrza odróżniających go jednoznacznie od tła
- Wydobycie obszaru zużycia ostrza ze zdjęcia mikroskopowego jest możliwe jedynie przy połączeniu kilku metod przetwarzania i analizy obrazu
- Różnorodność wyglądu powierzchni obszaru zużycia ostrza utrudnia opracowanie uniwersalnego algorytmu
- Odpowiednie wykonywanie zdjęć może znacznie ułatwić proces wydobycia obszaru zużycia ostrza (jednolite tło, brak obszarów prześwieconych)

2.3.7 Budowa sondy narzędziowej z funkcją pomiaru zużycia ostrza

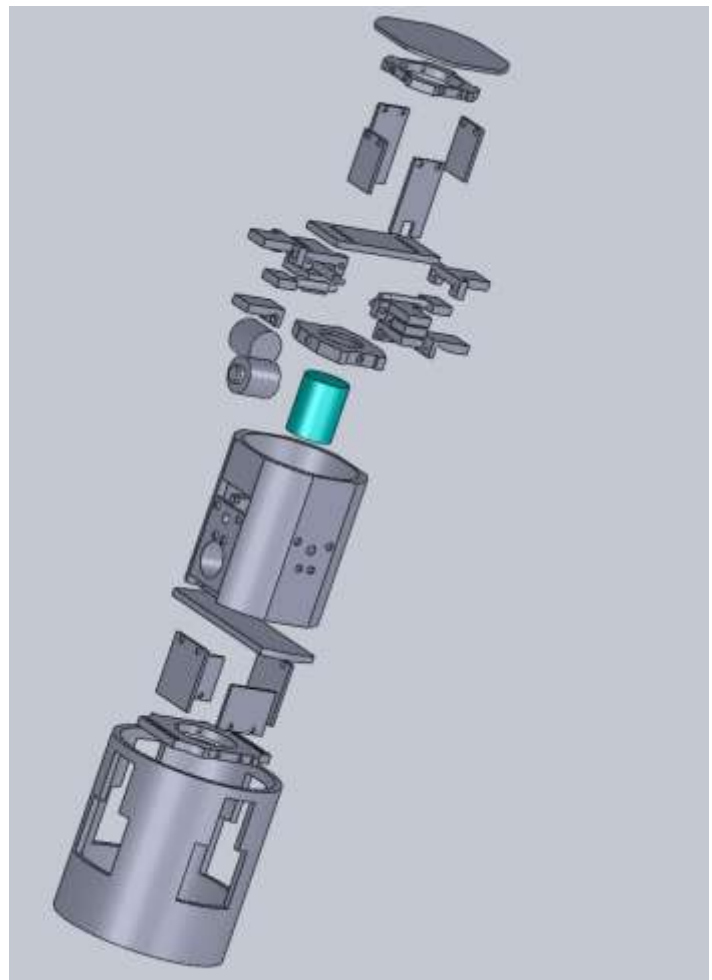
Koncepcje konstrukcji sondy

Sonda z dwoma czujnikami LVDT

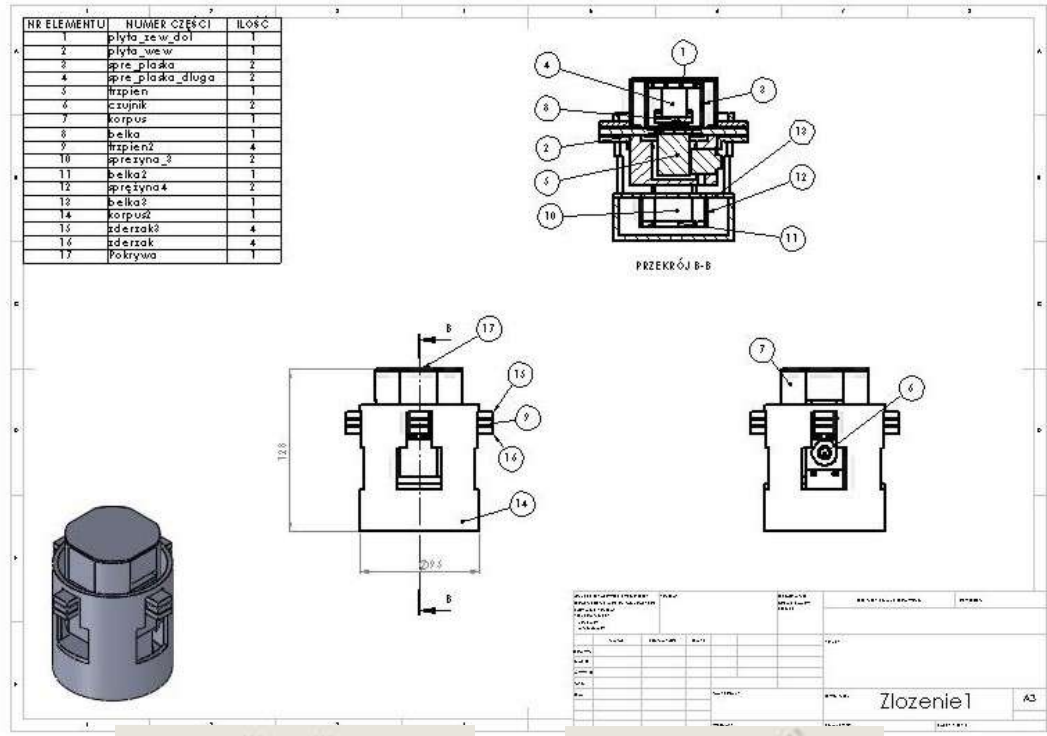


2.3.7 Budowa sondy narzędziowej z funkcją pomiaru zużycia ostrza

Projekt sondy z dwoma czujnikami pojemnościowymi



NR ELEMENTU	NUMER CZĘŚCI	ILOŚĆ
1	plyta_zew_dol	1
2	plyta_wew	1
3	spre_plaka	2
4	spre_plaka_długa	2
5	trzcien	1
6	czujnik	2
7	korpus	1
8	belka	1
9	trzcien2	4
10	sprężyna_3	2
11	belka 2	1
12	sprężyna4	2
13	belka3	1
14	korpus2	1
15	adwersak3	4
16	adwersak	4
17	Pokrywa	1



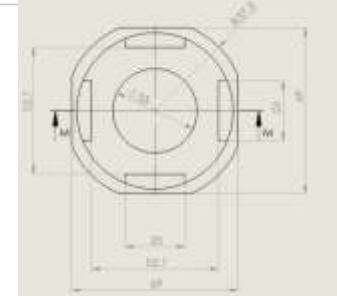
PRZEKROJ B-B

128

29.5

B

Złozenie1 A3



2.3.7 Budowa sondy narzędziowej z funkcją pomiaru zużycia ostrza

Wnioski

- Zastosowany czujnik determinuje konstrukcję sondy.
- Prawidłowe dobranie czujnika jest najważniejszym etapem całości niniejszego zadania.
- Producenci i handlowcy nie mają pełnych danych o interesujących zespołach czujników.
- Nikt również nie potrafił udzielić odpowiedzi na temat dokładności pomiaru w nietypowym zastosowaniu czujników wiropędowych lub indukcyjnych, gdy zamiast oddalać przedmiot – przesuwamy go.
- Żadne z przedstawionych rozwiązań nie jest zadowalające.
- Precyzyjne czujniki mają wysoką cenę która wyklucza je z zastosowań przemysłowych.

Rzeczywiste wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB-2

Referaty konferencyjne (wygłoszone):

III Konferencja Szkoły Obróbki Skrawaniem 16-18.09.2009 r.

- S. Bombiński, K. Jemielniak: „**Wykorzystanie algorytmów hierarchicznych do diagnostyki zużycia ostrza**”
- J. Kossakowska, K. Jemielniak: „**Zastosowanie transformaty falkowej do diagnostyki stanu narzędzia na podstawie sygnału emisji akustycznej**”

Rzeczywiste wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB-2

Zgłoszone referaty:

- **5th International Conference on Advances in Production Engineering, 17–19.06.2010 r:**

J. Chrzanowski: „**Independent Tool Probe with LVDT for Measuring Dimensional Wear of Turning Edge**”

K. Jemielniak, S. Bombiński: „**Tool Condition Monitoring Strategy Based on Large Number of Signal Features**”

K. Jemielniak, J. Kossakowska: „**Tool Wear Monitoring Based on Wavelet Transform of Raw Acoustic Emission Signal**”

D. Śniegulska-Grądzka, R. Morek: „**Modeling machine tools in VM for the purposes of the aviation industry**”

- **Journal of Engineering Manufacture:**

K. Jemielniak, J. Kossakowska, S. Bombiński, T. Urbański: „**Application of wavelet transform of AE and cutting force signals in tool condition monitoring of Inconel 625**”

Rzeczywiste wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB-2

Planowane referaty i artykuły:

- **CIRP 2010 Pizza**

J. Kossakowska, K. Jemielniak: „**Extraction of raw AE signal features based on wavelet transform for tool condition monitoring in rough turning of Inconel 625**”,

- **4th CIRP International Conference on High Performance Cutting, 24 –26 Oct., 2010, Gifu, Japan**

K. Jemielniak, J. Kossakowska, S. Bombiński, T. Urbański: „**Multi-feature fusion based tool condition monitoring of Inconel 625**”

Rzeczywiste wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB-2

Realizowane prace inżynierskie i magisterskie

Promotor : dr inż. Piotr Szulewski:

„Mikroprocesorowy układ dwuosiowego pomiaru przyspieszeń z wyświetlaczem LCD” -

Piotr Bugała, grupa A7

„Zdalny pomiar odległości przedmiotów przy wykorzystaniu emisji ultradźwiękowej” -

Andrzej Łochowski, grupa ID-A0-61

Planowane prace inżynierskie i magisterskie:

„Badanie wpływu zmian zakresu prędkości posuwu na dokładność przedmiotu obrabianego”

„Pomiar zużycia ostrza noża tokarskiego czujnikiem dotknięcia”

„Dwuosiowy czujnik dotknięcia sondy narzędziowej”

„Sterowanie programowe stanowiskiem badawczym serwozaworów hydraulicznych”

„Opracowanie koncepcji prezentacji danych autonomicznego modułu pomiarowego w sieci Internet”

Rzeczywiste wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB-2

Realizowane prace doktorskie

Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

Doktorant: mgr inż. Tomasz Urbański

Tematyka: Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia w warunkach przemysłowych

Promotor: prof. dr hab. inż. Maciej Szafarczyk

Doktorant: mgr inż. Radosław Gościński

Temat: Metoda określania współrzędnych i zużycia ostrza i zużycia ostrza noża na tokarkach NC

Planowane prace habilitacyjne (robocze tytuły, zakresy tematyczne):

dr inż. Joanna Kossakowska:

„Zaawansowane metody przetwarzania sygnałów w diagnostyce procesu skrawania”

dr inż. Sebastian Bombiński:

"Metody sztucznej inteligencji w diagnostyce procesu skrawania"

dr inż. Jarosław Chrzanowski

„Badanie dokładności dynamicznej obrabiarek sterowanych numerycznie”

dr inż. Piotr Szulewski:

"Informatyczne systemy komunikacyjne w środowiskach przemysłowych"

Stan realizacji zakupów (wyposażenie laboratoryjne, materiały i surowce, usługi obce)

Rozstrzygnięcie I przetargu nieograniczonego Nr. 1/2009/WIP-ITW na zakup wyposażenia laboratoryjnego oraz oprogramowania

- Przenośny system akwizycji danych - **częściowo zrealizowane**
 - o Wielofunkcyjna karta pomiarowa ze skrzynką połączeń i kablem - **realizowane**
 - o Wielofunkcyjna karta pomiarowa ze skrzynką połączeń i kablem - **realizowane**
 - o przenośny komputer przemysłowy - **odrzucone z przyczyn formalnych**
 - o Dodatkowe napędy do przechowywania i archiwizowania danych - **odrzucone z przyczyn formalnych**
- System wizyjny – **brak oferty na całość ☹**
 - o Kamera do analizy obrazu w kolorze z wbudowaną pamięcią
 - o Karta typu Frame Grabber
 - o Ekranowany (przemysłowy) kabel sygnałowy do połączenia kamery z kartą
 - o Obiektywy: 2, 5, 8, 12, 16, 25 mm, o jasności min. 1.4
- Czujniki - **realizowane**
 - o “Trój-składowy dynamometr” w uchwycie narzędziowym
 - o Akcelerometr
 - o Akcelerometr
 - o Czujnik emisji akustycznej
 - o Czujnik emisji akustycznej
- Zakupy oprogramowania i materiałów na 2009 - **realizowane**
 - Środowisko programowania LabVIEW dla systemu operacyjnego MS Windows

Stan realizacji zakupów (wyposażenie laboratoryjne, materiały i surowce, usługi obce)

Rozstrzygnięcie przetargu nieograniczonego Nr. 1/2009/WIP-ITW na zakup wyposażenia laboratoryjnego oraz oprogramowania

	Koszty planowane	Koszty w trakcie realizacji	Koszty niezrealizowane
Zakup oprogramowania	76 000,00	67 800,00	8 200,00
Wyposażenie laboratoryjne	164 000,00	68 200,00	95 800,00

Stan realizacji finansów

Kategorie kosztów kwalifikowanych wg. wytycznych MRR/ niekwalifikowanych	Całkowita kwota przyznana na rok 2009	suma wydatków zrealizowanych	pozostało do wydania
Koszty kwalifikowane			
Wynagrodzenia z pochodnymi personelu badawczego	87 000.00	85 194.20	1 805.80
Zakup wyposażenia laboratoryjnego (do 20 % kosztów kwalifikowanych projektu, włączając podatek VAT)	164 000.00	68 200.00	95 800.00
Zakup materiałów i surowców, oprogramowania i licencji	76 000.00	67 800.00	8 200.00
Delegacje, konferencje (związane z tematyką projektu)	40 000.00	20 286.75	19 713.25
Wydatki na promocję projektu	750.00	-	750.00
Koszty ogólne (do 20% kosztów kwalifikowanych projektu włączając podatek VAT)	9 250.00	7 500.00	1 750.00
Suma	377 000.00	248 980.95	128 019.05

Efekty realizacji ZB2 w I i II półroczu 2009

- **Podzadanie 2.3.1** Uaktualnienie światowego stanu wiedzy w zakresie diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania – **zadanie zrealizowane zgodnie z Planem Badań.**
- **Podzadanie 2.3.2** Identyfikacja stanowisk produkcyjnych do diagnozowanie stanu narzędzia i procesu obróbki – **zadanie zrealizowane zgodnie z Planem Badań.**
- **Podzadanie 2.3.3** Dobór metody diagnostycznej i odpowiednich czujników, mierzących wybrane wielkości fizyczne oraz opracowanie, instalacja i testowanie torów pomiarowych działających w warunkach produkcyjnych, możliwie bezobsługowo – **zadanie zrealizowane zgodnie z Planem Badań.**

Efekty realizacji ZB2 w I i II półroczu 2009

- **Podzadanie 2.3.4** Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania – **zadanie w trakcie realizacji (06.2009 -04.2010), opóźnione ze względu na brak aparatury pomiarowej. Planowany nowy termin (06.2009-10.2010)**
- **Podzadanie 2.3.5** Analiza przydatności zbieranych sygnałów diagnostycznych na każdym z analizowanych stanowisk i redukcja torów pomiarowych do niezbędnego minimum – **zadanie w trakcie realizacji zgodnie z Planem Badań (10.2009 - 10.2010), przewidujemy przedłużenie do 12.2010**
- **Podzadanie 2.3.7** Budowa sondy narzędziowej z funkcją pomiaru zużycia ostrza – **zadanie w trakcie realizacji (04.2009 - 06.2011), opóźnione ze względu na brak elementów do budowy sondy, przetarg w przygotowaniu do realizacji w 2010 r. Planowane przedłużenie do 12.2011**
- **Podzadanie 2.3.8** Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza – **zadanie w trakcie realizacji (04.2009 - 06.2011), opóźnione ze względu na brak aparatury (brak oferty w przetargu I), ponowny przetarg w przygotowaniu do realizacji w 2010 r. Planowane przedłużenie do 12.2011**

Zespół realizujący dotychczasowe podzadania

- prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak,
- dr inż. Sebastian Bombiński,
- dr inż. Jarosław Chrzanowski,
- dr inż. Joanna Kossakowska,
- dr inż. Przemysław Oborski
- dr inż. Piotr Szulewski
- dr inż. Dominika Śniegulska-Grądzka
- mgr inż. Radosław Gościński
- mgr inż. Mirosław Nejman
- mgr inż. Tomasz Urbański – doktorant
- mgr inż. Rafał Wypysiński – doktorant
- Jakub Żaczek - student

Zadanie Badawcze 2

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu
HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu
maszyna-przyrząd-detal

Dziękuję za uwagę

