



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Segment ZB5

### „Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

Prezentacja po zmianach wynikających z konferencji w PRz  
10 – 11.02.2009

Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski

***CZ 5.1 – opracowanie zaawansowanych metod obróbki skrawaniem stopów lekkich stosowanych na elementy w konstrukcjach lotniczych, polegającej na opracowaniu technologii obróbki skrawaniem prowadzącej do skrócenia czasu obróbki stopów magnezu i aluminium oraz na poprawie jakości powierzchni obrobionej (przy wzroście wydajności)***



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Partnerzy projektu (w kolejności alfabetycznej):

### 2. **Politechnika Lubelska**

Publiczna uczelnia akademicka, ok. 11 tys. studentów i doktorantów, ok. 560 nauczycieli akademickich, w tym ponad 100 profesorów i doktorów habilitowanych, 6 wydziałów, 12 kierunków studiów. Bezpośrednimi wykonawcami projektu będą pracownicy Katedry Podstaw Inżynierii Produkcji oraz Katedry Mechaniki Stosowanej Wydziału Mechanicznego, doktoranci i studenci. Kierownikiem podzadań realizowanych przez PL jest prof. Józef Kuczmaszewski

### 2. **Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza**

Publiczna uczelnia akademicka, w strukturze 6 wydziałów, uczelnia kształci na 20 kierunkach studiów. Bezpośrednimi wykonawcami zadań badawczych będą pracownicy Katedry Technik Wytwarzania i automatyzacji. Kierownikiem podzadania jest prof. Jan Burek

### 3. **Politechnika Warszawska**

Publiczna uczelnia akademicka, w strukturze 19 wydziałów, uczelnia kształci na 33 kierunkach studiów, uczelnia zatrudnia ok. 2400 nauczycieli akademickich. Bezpośrednimi wykonawcami zadań badawczych w SB5 będą pracownicy Zakładu Automatyzacji, obrabiarek i Obróbki Skrawaniem. Kierownikiem podzadań jest prof. Krzysztof Jemielniak



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## A. Ważniejsze wyróżniki rozwoju technologii w zakresie obróbki stopów aluminium i stopów magnezu

3. Wzrost zainteresowania stopami aluminium w przemyśle maszynowym, w tym lotniczym
4. Ograniczenia w stosowaniu stopów magnezu ze względu na znane problemy z ich obróbką, także z odlewaniem
5. Specyfika obróbek HSC i HPC wymaga optymalizacji wielokryterialnej procesu, a więc wszystkich parametrów technologicznych i warunków obróbki jednocześnie
6. Obróbka wysokowydajna stopów aluminium i stopów magnezu powoduje problemy związane z zapewnieniem stabilności procesu, drgań układu, dokładnością wymiarowo-kształtową oraz zmianami fizykochemicznymi w warstwie wierzchniej
7. Wysokowydajna obróbka stopów aluminium i stopów magnezu związana jest z koniecznością zapewnienia wysokiej trwałości narzędzi i monitorowaniem ich zużycia
8. Poprawa bezpieczeństwa w obróbce stopów magnezu wpłynie na wzrost atrakcyjności tych materiałów w przemyśle



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



## B. Rozwiązania innowacyjne i transfer wiedzy

3. Rozwiązania innowacyjne w zakresie optymalizacji warunków obróbki
4. Rozwiązania innowacyjne w zakresie stabilności dynamicznej procesu
5. Rozwiązania innowacyjne w zakresie poprawy bezpieczeństwa w obróbce stopów magnezu

### **Transferowi wiedzy służyć będą:**

- konferencje z udziałem przedstawicieli przemysłu,
- badania weryfikujące prowadzone w zakładach przemysłowych,
- publikacje wyników badań,
- niekomercyjne formy transferu wyników do zastosowań przemysłowych,
- komercjalizacja wiedzy po zakończeniu projektu.



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

### **C. Zadania badawcze**

#### **5.1.1. Ocena skrawalności stopów magnezu i aluminium stosowanych w przemyśle lotniczym**

Realizator: Politechnika Lubelska

Termin realizacji: 1.07.2008 – 31.12.2009

#### **Podzadania:**

- 5.1.1.1 Analiza i ocena stanu wiedzy w literaturze krajowej i zagranicznej
- 5.1.1.2 Analiza patentowa
- 5.1.1.3 Analiza problemów zgłaszanych przez zakłady przemysłowe
- 5.1.1.4 Opracowanie wniosków z 5.1.1.1 - 5.1.1.3
- 5.1.1.5 Wytypowanie gatunków materiałów
- 5.1.1.6 Wytypowanie narzędzi używanych w badaniach
- 5.1.1.7 Badania sił skrawania według programu
- 5.1.1.8 Badania temperatury skrawania według programu
- 5.1.1.9 Badania trwałości narzędzi
- 5.1.1.10 Badania dokładności wymiarowo-kształtowej według programu
- 5.1.1.11 Badania dodatkowych wskaźników skrawalności według programu
- 5.1.1.12 Badania jakości powierzchni według programu
- 5.1.1.13 Definiowanie zagrożeń w procesie skrawania
- 5.1.1.14 Dyskusje z ekspertami
- 5.1.1.15 Badania uzupełniające
- 5.1.1.16 Opracowanie raportu na temat skrawalności stopów Al. i Mg
- 5.1.1.17 Przygotowanie publikacji
- 5.1.1.18 Upowszechnianie wyników w zakładach przemysłu lotniczego



**UNIA EUROPI**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



- Politechnika Lubelska
- Potencjał kadrowy:
  1. prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski
  2. dr hab. inż. Grzegorz Litak, prof. PL
  3. dr hab. inż. Jerzy Warmiński, prof. PL
  4. Dr inż. Rafał Rusinek
  5. Dr inż. Kazimierz Zaleski
  6. Mgr inż. Mariusz Kłonica
  7. Mgr inż. Jakub Matuszak



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

- Partnerzy w przemyśle:
- Przedsiębiorstwa współpracujące:
- WSK PZL Świdnik S.A
- WSK PZL Rzeszów S.A
- Pratt&Whitney Kalisz
- PZL Mielec
- Margański&Mysłowski Zakłady Lotnicze
- Zapraszamy inne.....



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## **5.1.2. Opracowanie metodyki optymalizacji warunków frezowania HSC i HPC stopów aluminium**

**Realizator: Politechnika Rzeszowska**

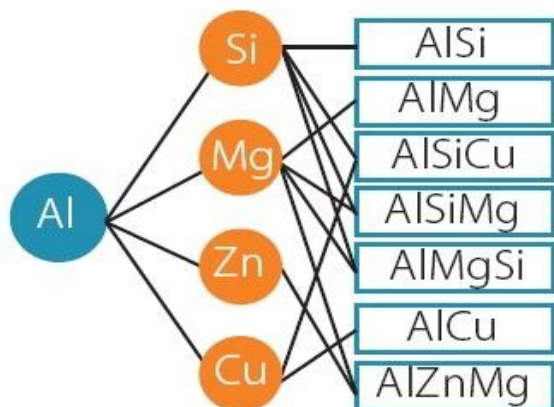
Potencjał kadrowy:

- Dr hab. inż.. Jan Burek, prof. PRz. – lider zespołu
- mgr inż. Robert Babiarz - Politechnika Rzeszowska,
- mgr inż. Łukasz Żyłka - Politechnika Rzeszowska,
- mgr inż. Robert Ostrowski - Politechnika Rzeszowska,
- mgr inż. Misiura Jacek – Politechnika Rzeszowska,
- mgr Iwona Kalita - Politechnika Rzeszowska,

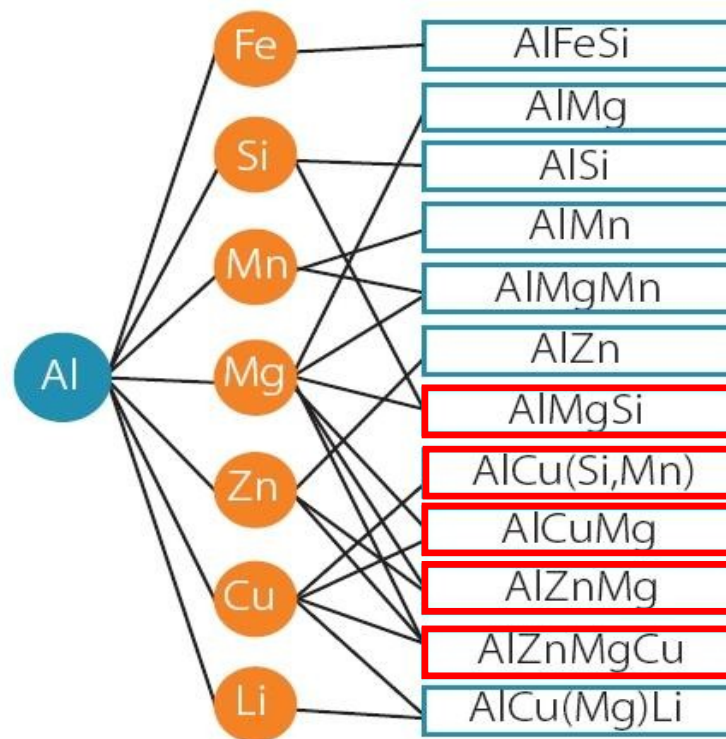
Pracownicy techniczni Laboratorim - Politechnika Rzeszowska,



## Stopy odlewnicze



## Stopy do przeróbki plastycznej

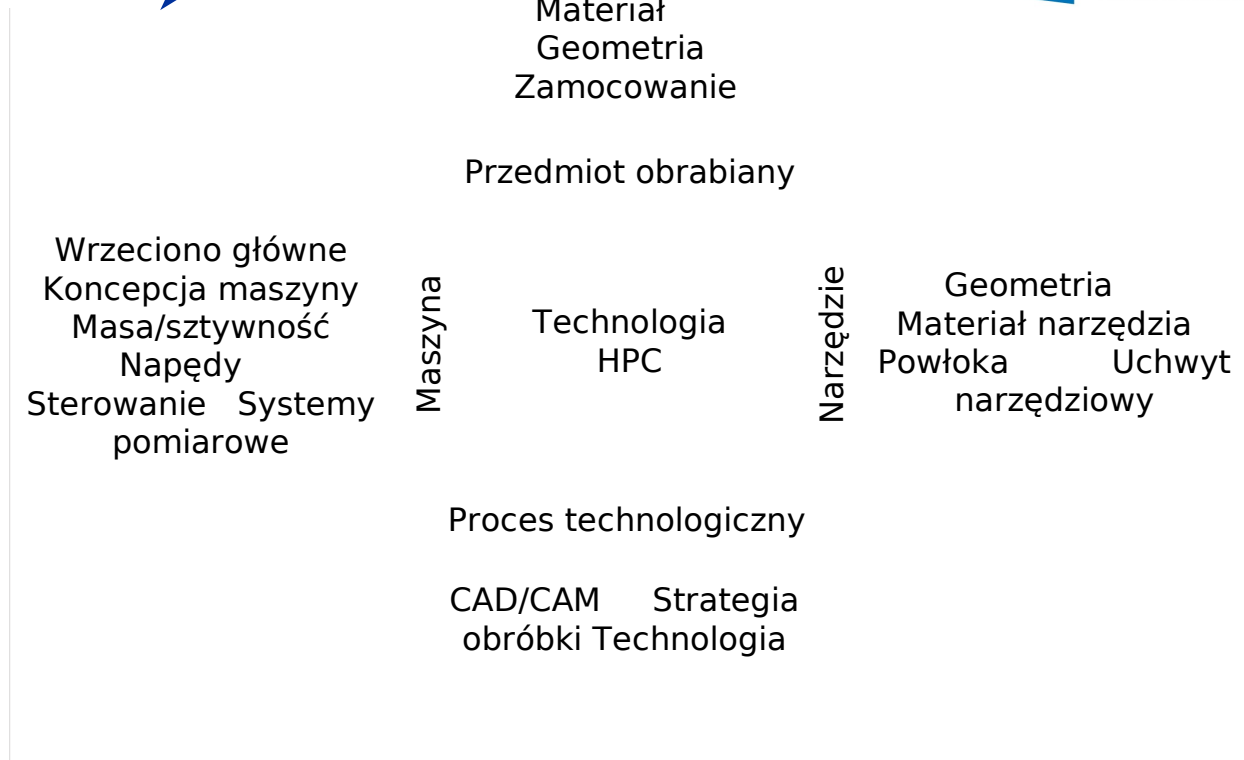


AlZn6MgCu	Zn	Mg	Cu	Cr	Mn	Si	Fe
Zawartość [%]	5 – 6	2 – 3	1 – 2	0,18 – 0,35	0 – 0,3	0 – 0,4	0 – 0,5

## Znaczenie stopów AL w przemyśle lotniczym

- stopy Al stanowią aż 65÷81% całkowitego ciężaru samolotu pasażerskiego
- samolot Boeing 747 ważący 180 ton składa się w 81% ze stopów Al
- stopień obróbki zintegrowanych elementów wynosi aż 90÷95% objętości części ze stopów Al
- gdyby tylko 30% części samolotu zostało wytworzonych w procesie skrawania to potrzeba 162.000 dm<sup>3</sup> objętości materiału półwyrobów, względnie 437 ton stopów Al na każdy samolot





**Maszyna:**

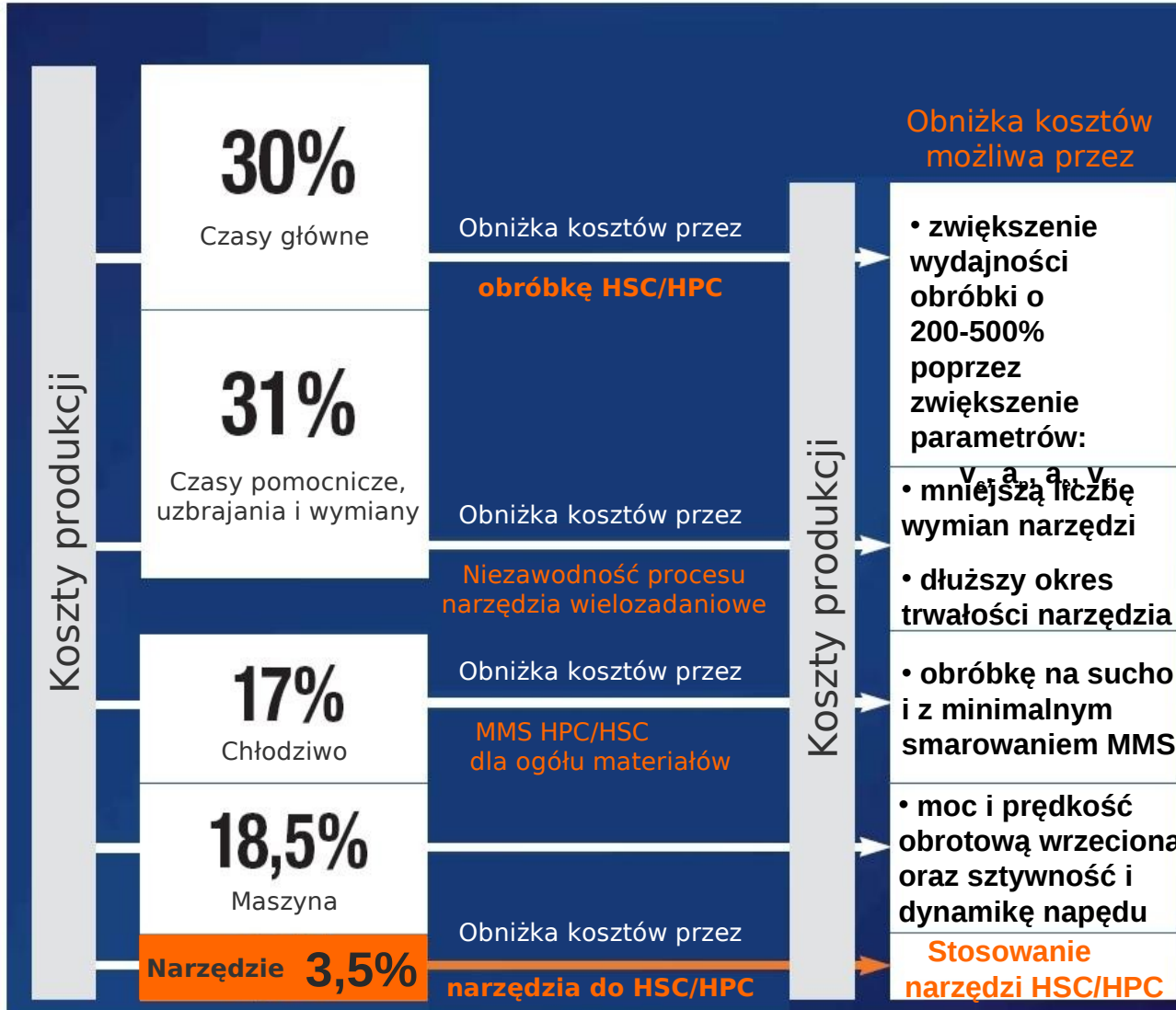
- praca bez luzów i drgań
- wysoka sztywność
- lekka konstrukcja części ruchomych zespołów
- duża prędkość obrotowa i dokładność ruchu obrotowego wrzeciona
- duże prędkości posuwów

**Narzędzie:**

- odpowiednia makro i mikrogeometria
- wysoka jakość wyważenia (geometria, ukształtowanie uchwytu)
- duża trwałość (powłoki, specjalna geometria ostrza)
- duża sztywność

**Oprządkowanie:**

- duża dokładność mocowania
- uchwyty hydrauliczne, precyzyjne lub termokurczliwe
- stabilne i pozbawione drgań zamocowanie przedmiotu obrabianego

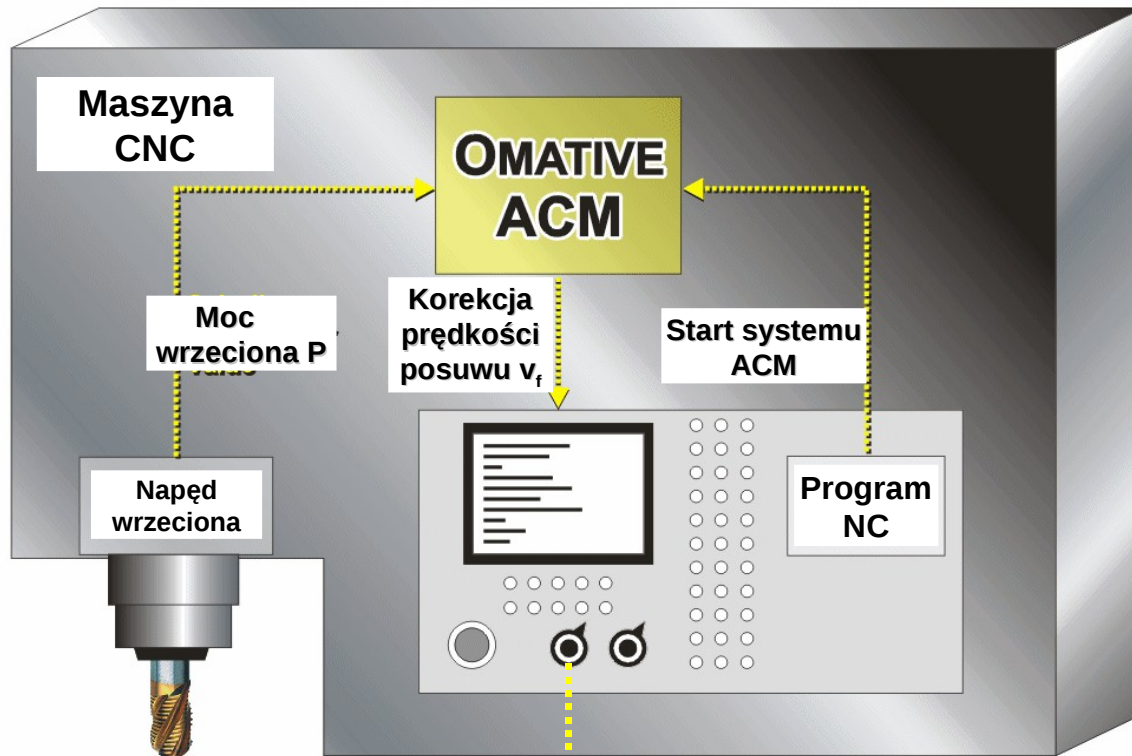


### Cele obróbki HPC i HSC

- redukcja kosztów wytwarzania poprzez wzrost wydajności objętościowej

$$Q_w = a_e \cdot a_p \cdot v_{ft}$$

- HPC poprzez
  - ✓ zwiększenie szerokości skrawania  $a_e$
  - ✓ zwiększenie głębokości skrawania  $a_p$
  - ✓ zwiększenie prędkości posuwu  $v_f$
- HSC poprzez
  - ✓ zwiększenie prędkości skrawania  $v_c$
  - ✓ redukcję posuwu na ostrze  $f_z$



## Wykorzystanie układu ACM:

- maksymalizacja wydajności objętościowej obróbki

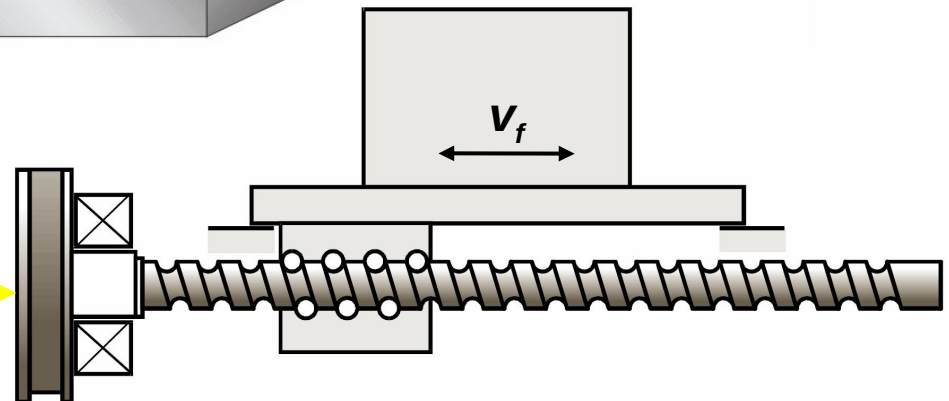
$$Q_v = f(v_f) \rightarrow \max$$

poprzez wykorzystanie pełnej mocy wrzeciona  $P = \text{const}$

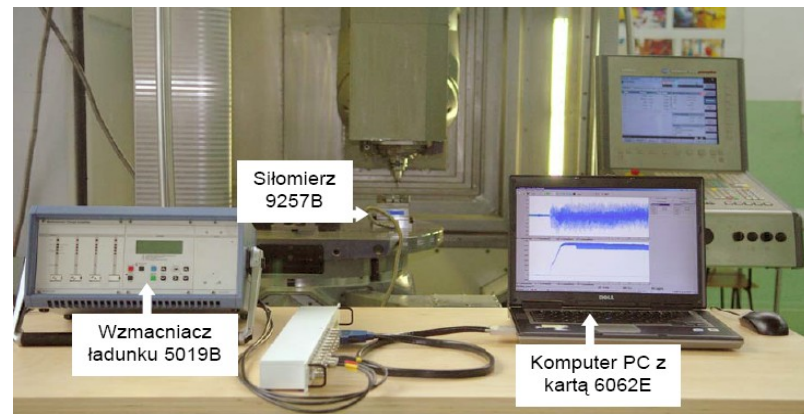
- monitorowanie zużycia i obciążenia narzędzia
- monitorowanie obciążenia wrzeciona

$$Q_v = f(v_f) \rightarrow \max$$

ZB5. Nowocze







#### Stanowisko badawcze:

- centrum obróbkowe DMU 80P firmy DECKEL MAHO,
- $n_{\max} = 18.000$ ,  $v_{\max XYZ} = 30$  m/min,  $P_{\max} = 35$  kW,  $X=800$ ,  $Y=800$ ,  $Z=800$
- współrzędnościowa maszyna pomiarowa ACCURA 7 firmy ZEISS,  $X=900$ ,  $Y=1200$ ,  $Z=700$ ,
- czujniki drgań typ. 8652A50 ze wzmacniaczem typ. 5134 firmy KISTLER o zakresie pomiarowym 1Hz-12,5kHz,
- czujnik emisji akustycznej typ 8182A121 z przetwornikiem RMS typ 5125A1 firmy KISTLER o zakresie 100kHz – 1Mhz,
- czteroskładowy siłomierz piezoelektryczny typ 9272 ze wzmacniaczem ładunkowym typ 5019A firmy KISTLER, o

zakresach pomiarowych  $F_x, F_y = \pm 5$  kN,  $F_z = -5 - 20$  kN,  $M_z = \pm 200$  N·m,

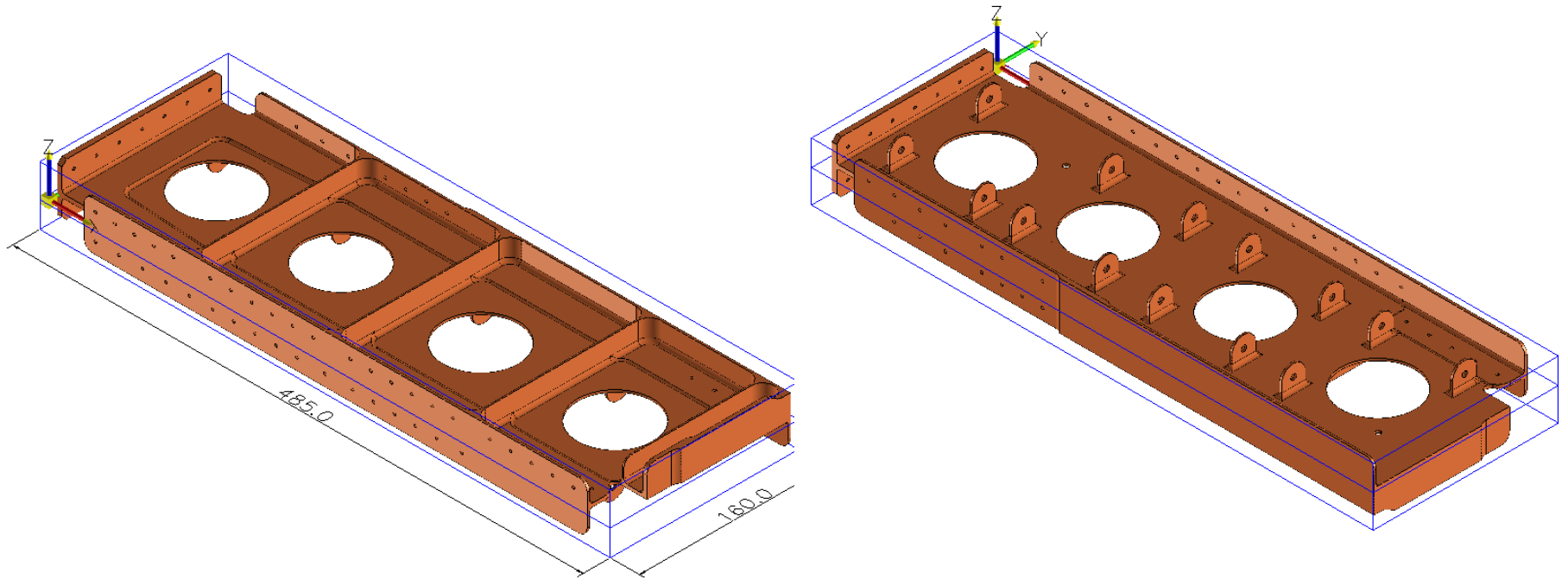
- profilografometr 3D typ TALYSCAN 150 firmy TAYLOR HOBSON,
- profilografometr 2D typ SURTRONIC 3+ firmy TAYLOR HOBSON,
- komputer klasy PC z zamontowaną kartą pomiarową typ. 6062E DAS1200 z oprogramowaniem do akwizycji danych TESTPOINT firmy Capital Equipment Corporation,
- system CutPRO z modułem do analizy modalnej firmy

#### Wykaz uzupełniającej aparatury:

- elektrowrzeciono o maksymalnej prędkości obrotowej 30.000 obr/min
- wibrometr laserowy
- system sterowania adaptacyjnego OMATIVE ACM
- mikroskop do pomiaru zużycia narzędzi

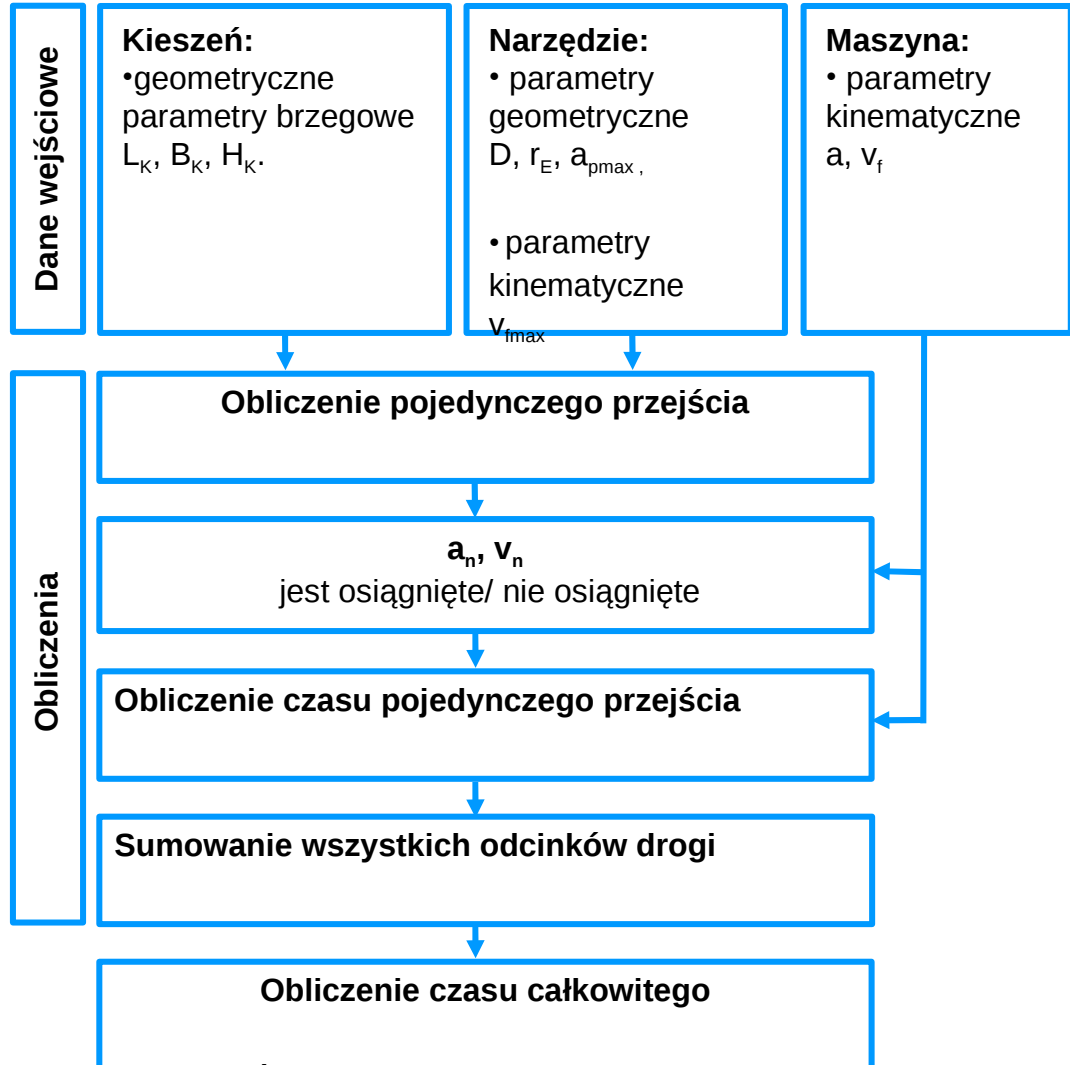
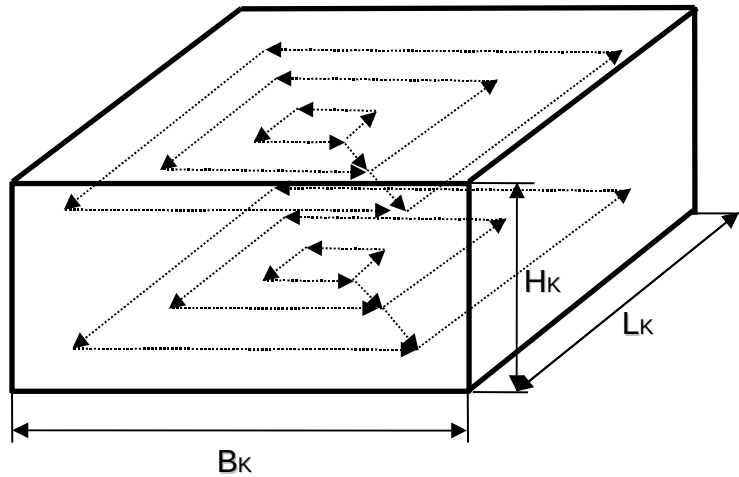
#### ZB5. Nowoczesna obróbka mecha

## Złożone struktury kieszeniowe cienkościennych elementów AL



ZB5. Nowoczesna obróbka mecha

## Algorytm programu obliczenia czasu całkowitego frezowania kieszeni







UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## 5.1.3. Badanie doświadczalne wpływu parametrów obróbki na stan warstwy wierzchniej, wielkość i charakter sił podczas skrawania, powstawanie narostu

Podzadania ZB5. Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów aluminium

### Szczegółowy zakres podzadania

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa

Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji

Kierownik podzadania: dr. hab. inż. Jan Burek, prof. PRz.

Rzeszów 2009

### SPIS TREŚCI

#### I. Cel i zakres realizacji zadania badawczego ZB5

1.1. Wstęp

1.2. Cel i zakres pracy

#### II. Stan badań w zakresie wysokowydajnego frezowania stopów aluminium

2.1. Proces wysokowydajnej obróbki skrawaniem (HPC)

2.1.1. Założenia wstępne realizacji procesu HPC

2.1.2. Proces frezowania walcowo - czołowego HPC

2.2. Wymagania stawiane układowi OUPN przy obróbce

wysokowydajnej

2.2.1. System obrabiarkowy

2.2.2. System nadzorowania procesu

2.2.3. Połączenie wrzeciono – uchwyt narzędziowy

2.2.4. Złącze narzędzie – uchwyt narzędziowy

2.2.5. Ciecz chłodząco – smarująca

2.3. Narzędzia dla procesu frezowania HPC

2.3.1. Materiały narzędziowe i powłoki

2.3.2. Makrogeometria narzędzia

2.3.3. Geometria ostrzy narzędzia

2.3.4. Zużycie narzędzi

#### III. Podstawy projektowania wysokowydajnego procesu frezowania

3.1. Parametry procesu frezowania walcowo – czołowego HPC

3.1.1. Frezowanie współbieżne - frezowanie przeciwbieżne

3.1.2. Prędkość skrawania  $v_c$

3.1.3. Prędkość posuwu  $v_f$

3.1.4. Głębokość skrawania  $a_p$

3.1.5. Szerokość skrawania  $a_e$

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha

- Kryteria oceny procesu HPC
- 3.2.1. Siły skrawania
- 3.2.2. Moc pobierana przez napęd wrzeciona głównego
- 3.2.3. Powstawanie gratu
- 3.3. Stabilność i analiza procesu frezowania walcowo – czołowego HPC
- 3.3.1. Zjawiska dynamiczne przy frezowaniu walcowo – czołowym
- 3.3.2. Wykresy stabilności (*stability lobe – diagrams*)
- 3.3.3. Wielkości wpływające na stabilność procesu frezowania walcowo – czołowego
- 3.3.4. Metody analizy procesu
- 3.3.5. Modele obliczeniowe procesu frezowania
- 3.3.6. Kinematyczne warunki brzegowe procesu HPC
- **IV. Wysokowydajna obróbka zgrubna**
- 4.1. Technika badawcza i pomiarowa
- 4.1.1. Materiał do badań
- 4.1.2. Obrabiarka do badań
- 4.1.3. Technika pomiarowa i analityczna
- 4.2. Badanie wysokowydajnej obróbki zgrubnej
- 4.2.1. Wielkości nastawcze
- 4.2.2. Dobór parametrów procesu
- 4.2.2.1. Podstawowe wnioski i zalecenia
- 4.2.2.2. Dobór parametrów procesu z wykorzystaniem właściwej mocy pobieranej przez elektrowrzeciono
- 4.2.2.3. Dobór prędkości obrotowej wrzeciona z wykorzystaniem analizy emisji akustycznej
- 4.2.3. Dobór geometrii narzędzia
- 4.2.3.1. Wpływ kąta pochylecia linii śrubowej
- 4.2.3.2. Wpływ kąta natarcia i przyłożenia
- 4.2.3.3. Wpływ sposobu doprowadzenia cieczy chłodząco – smarującej
- 4.2.3.4. Wpływ kształtu i wielkości rowka wiórowego
- **V. Wysokowydajna obróbka wykończeniowa**
- 5.1. Założenia ogólne wysokowydajnej obróbki wykończeniowej HPC
- 5.1.1. Wpływ parametrów procesu na tworzenie gratu
- 5.1.1.1. Wpływ prędkości posuwu  $v_f$
- 5.1.1.2. Wpływ prędkości skrawania  $v_c$
- 5.1.1.3. Wpływ szerokości skrawania  $a_e$
- 5.1.1.4. Wpływ współczynnika równomierności  $n$
- 5.1.2. Wpływ geometrii ostrza na tworzenie gratu
- 5.1.2.1. Pomiar geometrii ostrza freza palcowego
- 5.1.2.2. Wpływ zaokrąglenia krawędzi skrawającej na tworzenie gratu
- 5.1.2.3. Wpływ szerokości łysinki krawędzi skrawającej na tworzenie gratu
- 5.1.3. Wpływ geometrii ostrza na stabilność procesu frezowania
- **VI. Optymalizacja wysokowydajnej obróbki HPC z zastosowaniem sterowania adaptacyjnego ACC**
- 6.1. Założenia ogólne układu sterowania ACC
- 6.1.1. Optymalizacja posuwu w czasie rzeczywistym
- 6.1.2. Nadzorowanie stanu zużycia narzędzia
- 6.1.3. Nadzorowanie stanu elektrowrzeciona
- 6.2. Optymalizacja prędkości posuwu narzędzia w celu maksymalizacji objętościowej wydajności obróbki
- **VII. Zastosowanie wysokowydajnej obróbki HPC stopów aluminium w przemyśle lotniczym**
- 7.1. Obróbka HPC złożonych struktur cienkościennych elementów konstrukcyjnych Al
- 7.2. Obróbka złożonych korpusów Al



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

#### **5.1.4. Badania wpływu obróbki na dokładność wymiarowo-kształtową oraz dobór odpowiedniej geometrii narzędzia ze względu na efektywność procesów obróbczych elementów lotniczych**

Podzadania: Realizator – Politechnika Lubelska

Termin realizacji: 1.02.2009 – 31.12.2012

1. Określenie czynników mających istotny wpływ na dokładność wymiarowo – kształtową oraz strukturę geometryczną powierzchni elementów lotniczych,
2. Badania wpływu geometrii narzędzia i warunków obróbki na siły skrawania, przemieszczenia narzędzia i przedmiotu obrabianego, strukturę geometryczną powierzchni oraz błędy kształtu i wymiarów obrabianego przedmiotu, dla wytypowanych do obróbki stopów aluminium
3. Analiza rozkładu statystycznego odchyłek wymiarów i kształtu w cyklu zużycia ostrza dla wysokowydajnej obróbki stopów aluminium,
4. Dobór geometrii narzędzia ze względu na dokładność obrabianego przedmiotu, jakość powierzchni obrobionej i wydajność procesu.
5. Wyznaczanie obszarów stabilności wysokowydajnej obróbki na podstawie parametrów rozkładu statystycznego odchyłek wymiarów i kształtu, tworzenia się zadziórów oraz charakteru wióra dla narzędzi trzpieniowych o różnej sztywności
6. Opracowanie zaleceń odnośnie warunków obróbki skrawaniem elementów lotniczych, w tym elementów cienkościennych.



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

# Zadanie Badawcze 5.1.5

**Budowa modelu matematycznego opisującego dynamikę procesu skrawania stopów aluminium i magnezu metodą HSM. Analiza procesu skrawania na podstawie modelu matematycznego**

**Okres realizacji:  
01.2010 – 06.2013**

**Koszt realizacji:  
350 000 PLN**

**Koordynator podzadania 5.1.5 – dr Rafał Rusinek, PL**



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Cel podzadania

- Stworzenie modelu matematycznego umożliwiającego symulację procesu skrawania i dobór jego optymalnych warunków

**Zapotrzebowanie  
zgłoszone przez:**



PZL-ŚWIDNIK S.A.



ZB5. Nowoczesna obróbka mecha



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Potencjał kadrowy

### Wykonawcy podzadania:

*Katedra Mechaniki Stosowanej*

Prof. J. Warmiński

Dr R. Rusinek

Prof. G. Litak

Dr K. Kęcik

Dr M. Borowiec

mgr A.Syta

### Doświadczenie wykonawców zdobyte w trakcie realizacji grantów :

- **2005-2009** „Modern Composite Materials Applied in Aerospace, Civil and Mechanical Engineering...”- projekt międzynarodowy nr 65/6 PR UE/2005/7
- **2003-2005** “Analiza drgań nieliniowych w procesie skrawania toczeniem”  
Grant KBN nr 5T07C 017 24
- **1999-2001** “Nonlinear dynamics in mechanical processing”  
KBN nr 126/E-361/SPUB/COST/T-7/DZ42/99



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

# Potencjał techniczny

Centrum obróbkowe do HSM (zad. ZB1), stanowisko do bezpiecznej obróbki magnezu, system pomiarowy m.in. analizator sygnałów dynamicznych z czujnikami drgań i dźwięku wraz z oprogramowaniem

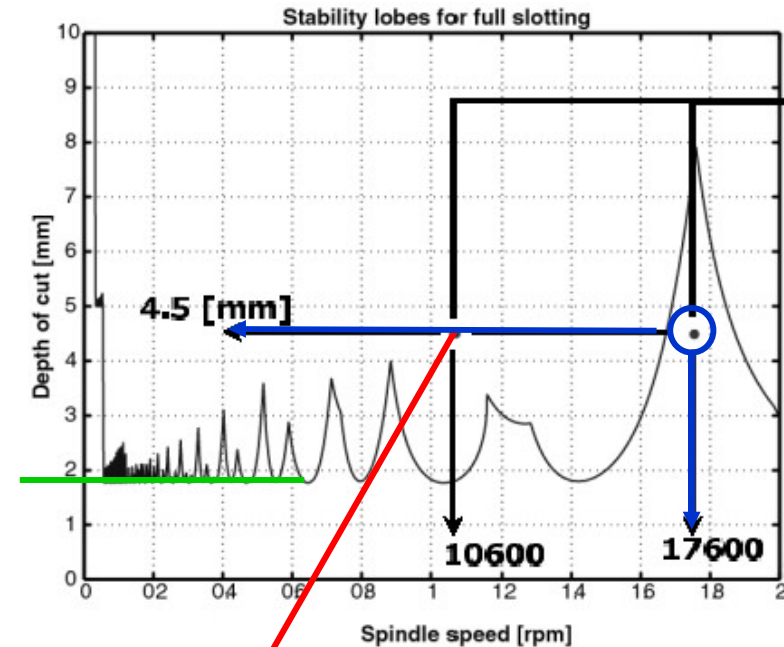


Elementy przewidziane do zakupu w ramach: ZB5.1.5

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha

## Zadanie 5.2. Zapewnienie stabilnej obróbki HSM stopów aluminium

- Zastosowanie wysokich prędkości skrawania stopów lekkich napotyka często na barierę drgań samowzbudnych, zwłaszcza przy stosowaniu narzędzi o stosunkowo dużym wysięgu i małej średnicy
- Ponieważ obróbka z niestabilna (z występowaniem drgań samowzbudnych) jest niemożliwa, ze względu na niską jakość powierzchni obrabianej i duże niebezpieczeństwo katastroficznego uszkodzenia narzędzia, stosowane są niskie głębokości i szerokości frezowania oraz bardzo niskie prędkości skrawania.
- **Głównym uytylitarnym celem zadania 5.2 jest opracowanie selektora stabilnych prędkości obrotowych, umożliwiającego znaczne zwiększenie wydajności obróbki**

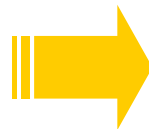


Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Technik Wytwarzania  
Zakład Automatykacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem

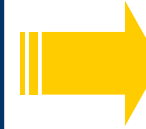


## Podzadanie 5.2.1 – lipiec 2010 do lipiec 2011

Opracowanie metody nadzorowania i analizy drgań w układzie OUPN dla frezowania HSC i HPC stopów aluminium



Nadzór  
nad drganiami



Przewidywanie  
pogorszenia  
jakości  
obrab.



Charakterystyka  
dynamiczna  
obrabiarki

Opracowany zostanie system nadzorowania i wizualizacji drgań w układzie OUPN podczas frezowania HSC i HPC stopów aluminium oraz wczesnego ostrzegania o możliwości pogorszenia jakości obrabionych powierzchni.

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Techniki Wytwarzania  
Zakład Automatykacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha

## Podzadanie 5.2.2 styczeń – grudzień 2010

### Opracowanie i testowanie selektora stabilnych prędkości obrotowych

#### Efekty użytkowe

- selektor prędkości (komputer przenośny, tor pomiaru hałasu),
- proste zastosowanie na stanowisku obróbkowym.

#### Efekty naukowe

Wykorzystanie wyników badań do:

- wykorzystanie pomiarów przy przewidywaniu efektów obróbki powierzchni,
- budowa inżynierskiej bazy wiedzy na potrzeby syntezy selektorów prędkości,
- możliwość włączenia wyników do syntezy modelu wirtualnej obrabiarki i procesu obróbkowego.



selektor prędkości



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Potencjał kadrowy

### **Prof dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak**

- Rozprawa habilitacyjna *Analityczno - doświadczalny model dynamicznej charakterystyki procesu skrawania przy toczeniu nieswobodnym*, Politechnika Warszawska, 1990
- Jemielniak K., Widota A., Suppression of Self-Excited Vibration by the Spindle Speed Variation Method, *Int. J. Mach. Tool Des. Res.*, **24**(1984), nr 3, 207-214
- Jemielniak K., Widota A., Development of Frequency and Amplitude of Chatter Vibration, *Int. J. Mach. Tools Manufact.*, **29**(1989) 2, 249-256

### **dr inż. Dominika Śniegulska-Grądzka**

- Rozprawa doktorska, *Prognozowanie na etapie projektu wstępnej sztywności obrabiarek z prowadnicami tocznymi*, Politechnika Warszawska 2003
- D.Śniegulska-Grądzka, M.Klasztorny, M.Szafarczyk, *An approximate method for determining static and dynamic stiffnesses of machine tools with rolling guideways*, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Vol.IV No.2, str.49-62

### **dr inż. Radosław Morek**

- Rozprawa doktorska, *Geometryczne podstawy kształtowania uzębień koło-łukowych kół stożkowych w metodzie Gleason Helixform*, Politechnika Warszawska 2004
- *Basis of calculation tooth flank surfaces of pinion from hypoid gear processing method Gleason Helixform*, APE 2004, Warszawa - WIP

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji, Instytut Techniki Wytwarzania  
Zakład Automatykacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

### **5.3.1. Opracowanie metodyki pomiaru temperatury w strefie skrawania dla frezowania HSC i HPC stopów magnezu**

Realizator podzadania: Politechnika Lubelska

Okres realizacji: 1.01. 2010 – 30.06.2011

1. Analiza metod pomiaru temperatury w aspekcie możliwości ich zastosowania w procesie frezowania stopów magnezu.
2. Ustalenie punktów pomiarowych temperatury w układzie przedmiot-narzędzie.
3. Wybór metody pomiaru temperatury i opracowanie projektu stanowiska pomiarowego.
4. Wykonanie elementów specjalnych i montaż stanowiska pomiarowego.
5. Weryfikacja doświadczalna opracowanej metody pomiaru temperatury w strefie skrawania stopów magnezu.



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

### **5.3.2. Opracowanie zasad bezpiecznej obróbki stopów magnezu**

Realizator podzadania: Politechnika Lubelska

Okres realizacji: 1.01. 2010 – 30.06.2013

1. Analiza zagrożeń występujących podczas obróbki stopów magnezu, prace studialne i analityczne
2. Dobór odpowiednich narzędzi skrawających w oparciu o prace studialne i analityczne
2. Opracowanie założeń konstrukcyjnych budowy stanowiska do skrawania stopów magnezu
3. Badania wpływu warunków technologicznych obróbki stopów magnezu na temperaturę w strefie skrawania i charakter wiórów
4. Określenie obszarów krytycznych w zakresie warunków obróbki ze względu na możliwość samozapłonu stopów magnezu
5. Opracowanie zaleceń odnośnie bezpiecznej obróbki skrawaniem stopów magnezu



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

#### **D. Potencjał techniczny partnerów projektu:**

D1. Ważniejsze wyposażenie posiadane przez partnerów:

1. Współrzędnościowa maszyna pomiarowa
2. Cyfrowe przyrządy pomiarowe
3. Centrum obróbkowe

D2. Niezbędne zakupy:

1. System do pomiaru sił i momentów, zad. 5.1.3. koszt 40 500
2. Mikroskopo pomiarowy 3D, zad 5.1.3, koszt 176 800
3. Analizator sygnałów dynamicznych, zad. 5.1.5, koszt 270 400
4. System DAQ kompatybilny z siłomierzem ZB1.3 koszt 73 700

D3. Projekt i wykonanie modernizacji stanowiska do bezpiecznej obróbki stopów magnezu i kompozytów polimerowych

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Segment ZB5

### „Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

Prezentacja zamykająca konferencję

Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski

***CZ 5.1 – opracowanie zaawansowanych metod obróbki skrawaniem stopów lekkich stosowanych na elementy w konstrukcjach lotniczych, polegającej na opracowaniu technologii obróbki skrawaniem prowadzącej do skrócenia czasu obróbki stopów magnezu i aluminium oraz na poprawie jakości powierzchni obrobionej (przy wzroście wydajności)***



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

## Ważniejsze uzgodnienia celów projektu po wstępnych uzgodnieniach z partnerami przemysłowymi:

Uczelnie partnerskie w realizacji projektu:

- Politechnika Lubelska
- Politechnika Rzeszowska
- Politechnika Warszawska





UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



#### Przedsiębiorstwa współpracujące:

- WSK PZL Świdnik S.A
- WSK PZL Rzeszów S.A
- Pratt&Whitney Kalisz
- „WSK” Mielec
- Margański&Mysłowski Zakłady Lotnicze
- Zapraszamy inne.....



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

### Współpraca międzysegmentowa:

3. Segment 1 w zakresie obróbki materiałów trudnoobrabialnych
4. Segment 7 w zakresie obróbki stopów magnezu kształtowanych metodami plastycznymi
5. Segment 2 w zakresie stabilności procesów HSM w kontekście dokładności wymiarowo-kształtowej



**UNIA EUROPI**  
EUROPEJSKI FL  
ROZWOJU REGIONALNEGO



- **Ważniejsze ustalenia z partnerami przemysłowymi:**
- 1. Z WSK PZL Rzeszów ustalono gatunki stopów Mg i AL wytypowanych do badań
- 2. Z WSK PZL Rzeszów ustalono przeprowadzenie badań strefy skrawania, ze szczególnym uwzględnieniem temperatury, w procesie skrawania stopów magnezu
- Uzgodniono wizytę roboczą w WSK PZL Rzeszów
- 3. Z P&W Kalisz uzgodniono badania dokładności wymiarowo-kształtowej elementów cienkościennych
- Uzgodniono wizytę roboczą w P&W Kalisz



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

- W przygotowaniu prezentacji uczestniczyli:
- 1. prof. dr hab. inż.. Józef Kuczmaszewski – redakcja i opracowanie całości
- 2. prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak – rys. 24 – 27
- 3. dr hab. inż.. Jan Burek , prof. PRz. – rys. 9 – 18
- 4. dr inż.. Rafał Rusinek – rys. 20 - 23



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Lider merytoryczny:

Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski

Adres: 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 36

tel: (0-81) 538-12-27, fax: (0-81) 525-08-08

E-mail: [j.kuczmaszewski@pollub.pl](mailto:j.kuczmaszewski@pollub.pl)

ZB5. Nowoczesna obróbka mecha