

**PS** 75 lat  
POLITECHNIKI  
ŚLĄSKIEJ



Politechnika  
Śląska

  
**UCZELNIA  
BADAWCZA**  
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

# Priorytetowy Obszar Badawczy 5

# Automatyzacja procesów i Przemysł 4.0

## Część II

Gliwice 29.10.2020 r.

---

## Część II

- Cyfryzacja i zastosowania technologii informatycznych (w tym przetwarzanie dużych zbiorów danych, chmury obliczeniowe, cyberbezpieczeństwo, Internet Rzeczy, Przemysłowy Internet Rzeczy)
- **Symulacje i modelowanie procesów (w tym procesów przemysłowych)**

# POB5 - Automatyzacja procesów i Przemysł 4.0

## Część II

### B. Symulacje i modelowanie procesów (w tym procesów przemysłowych)

| Osoba reprezentująca zespół badawczy |                  |                  | Wydział |
|--------------------------------------|------------------|------------------|---------|
| Prof.                                | <b>Dariusz</b>   | <b>Bismor</b>    | WAEiI   |
| Prof.                                | Krzysztof        | Gromysz          | WB      |
| Prof.                                | <b>Tomasz</b>    | <b>Krykowski</b> |         |
| Prof.                                | <b>Jacek</b>     | <b>Pieprzyca</b> | WIM     |
| Prof.                                | <b>Damian</b>    | <b>Krenczyk</b>  | WMT     |
| PhD.                                 | <b>Arkadiusz</b> | <b>Kolka</b>     |         |
| Prof.                                | Andrzej          | Sokołowski       | WMT     |
| Prof.                                | <b>Mariusz</b>   | <b>Szczygieł</b> | WEI     |





Politechnika  
Śląska



# SYMULACJE I MODELOWANIE PROCESÓW (W TYM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH)

MODELOWANIE, SYMULACJA I STEROWANIE  
PROCESÓW AUTOMATYKI

Dariusz Bismor, Tomasz Grychowski, Karol Jabłoński

Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

---

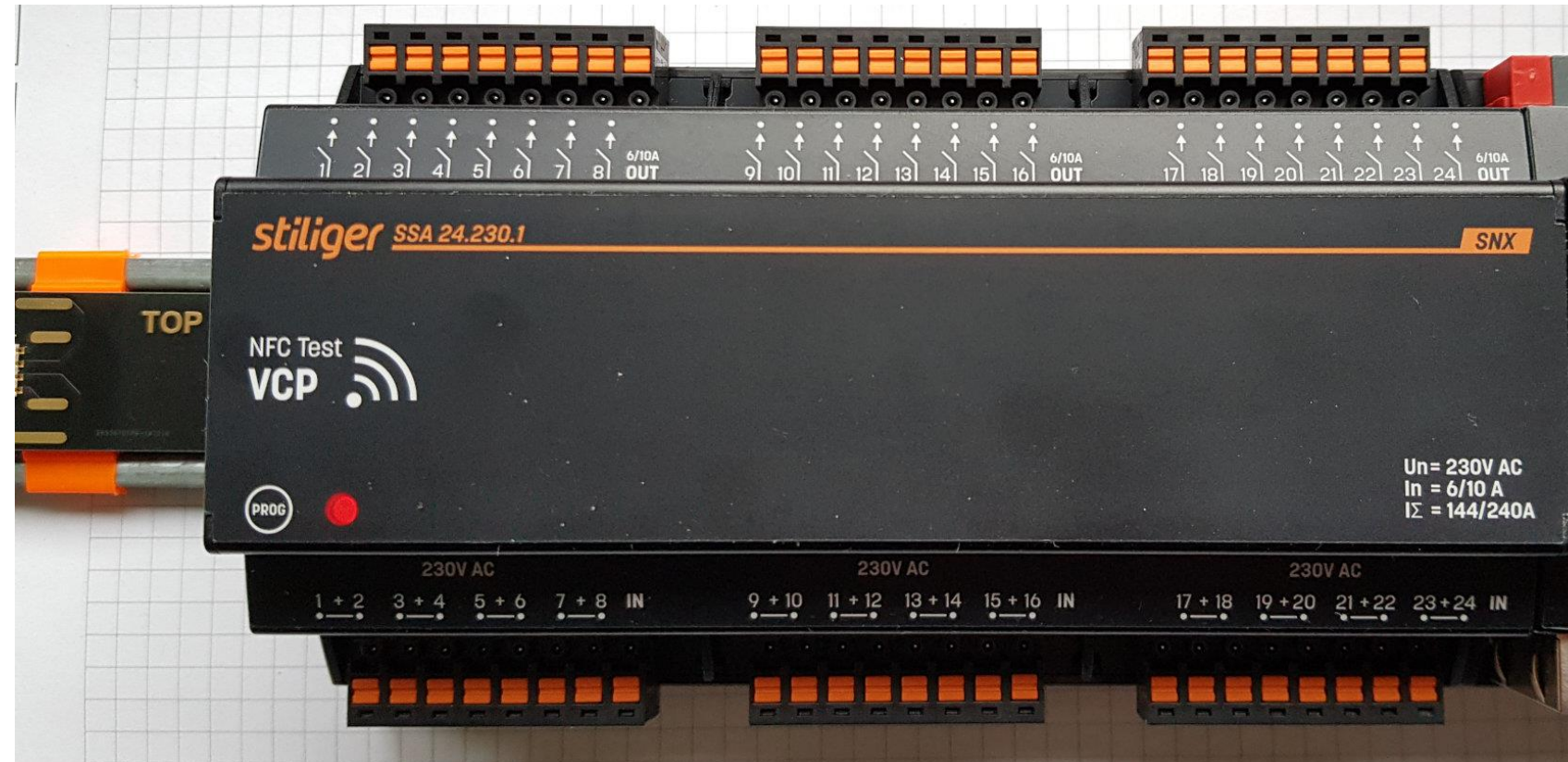
## Prowadzone prace

- Symulacja i sterowanie w Matlabie/Simulinku w dydaktyce:
  - wyparka cyrkulacyjna,
  - reaktor chemiczny,
- programowanie systemów sterowania:
  - modelowanie dyskretnych obiektów regulacji,
  - programowanie, strojenie i symulacja regulatorów PID i predykcyjnych,
  - programowanie w języku C++ w stylu orientowanym obiektowo,
- sterowanie pompami ciepła i systemami ogrzewania podłogowego,
- sterowanie w układach wentylacji nawiewno-wywiewnej,
- projekt Stiliger

## Projekt Stiliger

- Cel projektu: stworzenie linii urządzeń dla inteligentnych budynków
- Zamówienie: firma Stiliger Sp. z o.o., wartość: 325 tys. zł (część 1) + 195 tys. zł (część 2)
- Zadanie zespołu: stworzenie oprogramowania do sterowania systemami grzewczymi na sterowniku dedykowanym, w środowisku Node-RED
- Realizacja: stworzenie symulatora budynków w środowisku Matlaba/Simulinka, implementacja regulatora GPC w języku C++, przeniesienie kodu na mikrokontroler, testy
- *hardware-in-the-loop*, testy w budynku rzeczywistym — domu mieszkalnym

# Projekt Stiliger



## Współpraca:

- Stiliger Sp. z o.o.
- Intelis Sp. z o.o.
- Future Processing Instruments
- Spectrum Krzysztof Czyz



Politechnika  
Śląska



# SYMULACJE I MODELOWANIE PROCESÓW (W TYM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH)

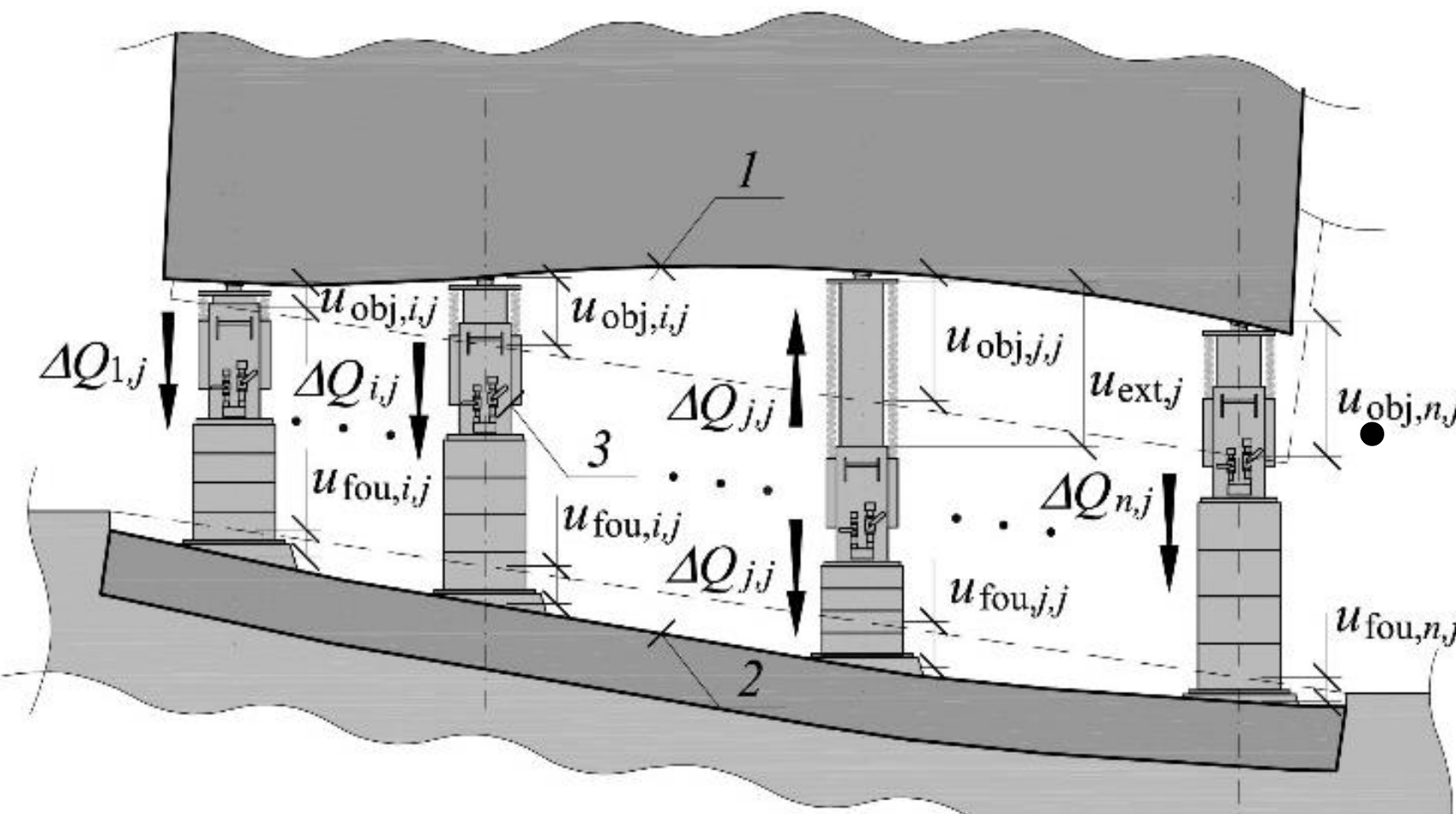
Krzysztof Gromysz, Maciej Górski, Marcin Kozłowski, Tomasz Krykowski

Wydział Budownictwa

---

# Sterowanie rektyfikacją obiektów budowlanych – RB2

dr hab. inż. Krzysztof Gromysz, prof. PŚ



- Rektyfikacja polega na zabudowie w ścianach budynku, układu siłowników hydraulicznych. Następnie za ich pomocą budynek jest nierównomiernie podnoszony.
- Sterowanie procesem będzie polegało na zadawaniu wysuwu tłoków w skończonej liczbie siłowników z jednoczesnym uwzględnieniem ograniczeń co do przyrostów wartości sił w tych siłownikach.
- Pierwszy cel badań polega na identyfikacji parametrów opisujących aktualny stan podnoszonego budynku poprzez sformułowanie modelu matematycznego obiektu. Kolejny etap badań to opracowanie sposobu sterowania z uwzględnieniem minimalizacji niezbędnej mocy układu hydraulicznego i granicznych odkształceń elementów konstrukcji.

# Robotyczne narzędzia diagnostyki budowli z wykorzystaniem dronów, robotów i technologii BIM - RB6

Dr inż. Marcin Górski, mgr inż. Rafał Białożor, mgr inż. Eryk Goldmann

Inkubator Innowacyjności 2 i POWER 3.5

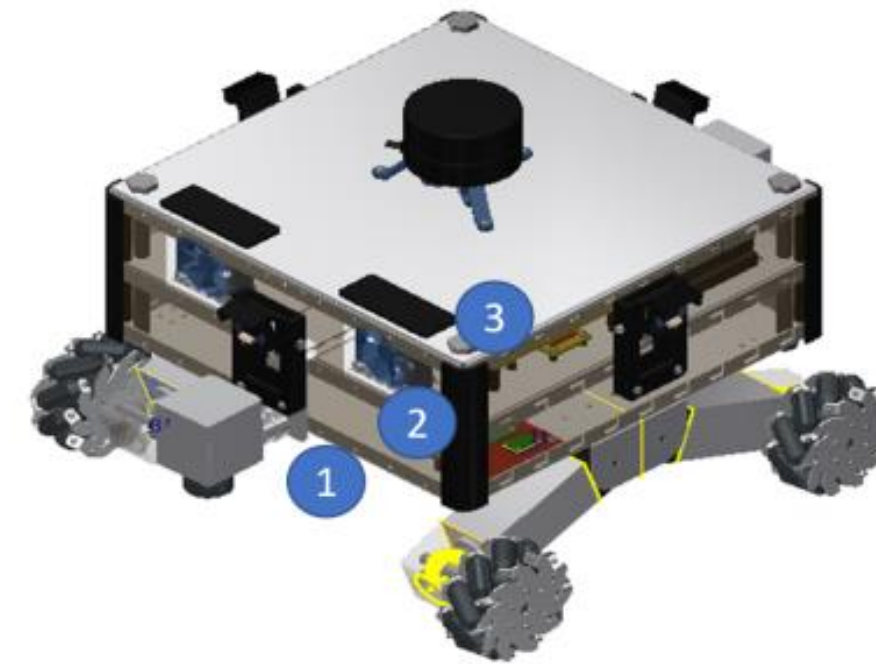
## Zgłoszenia patentowe

R. Czyba, R. Białecki, M. Górski, W. Adamczyk,  
Z. Ostrowski, G. Przybyła

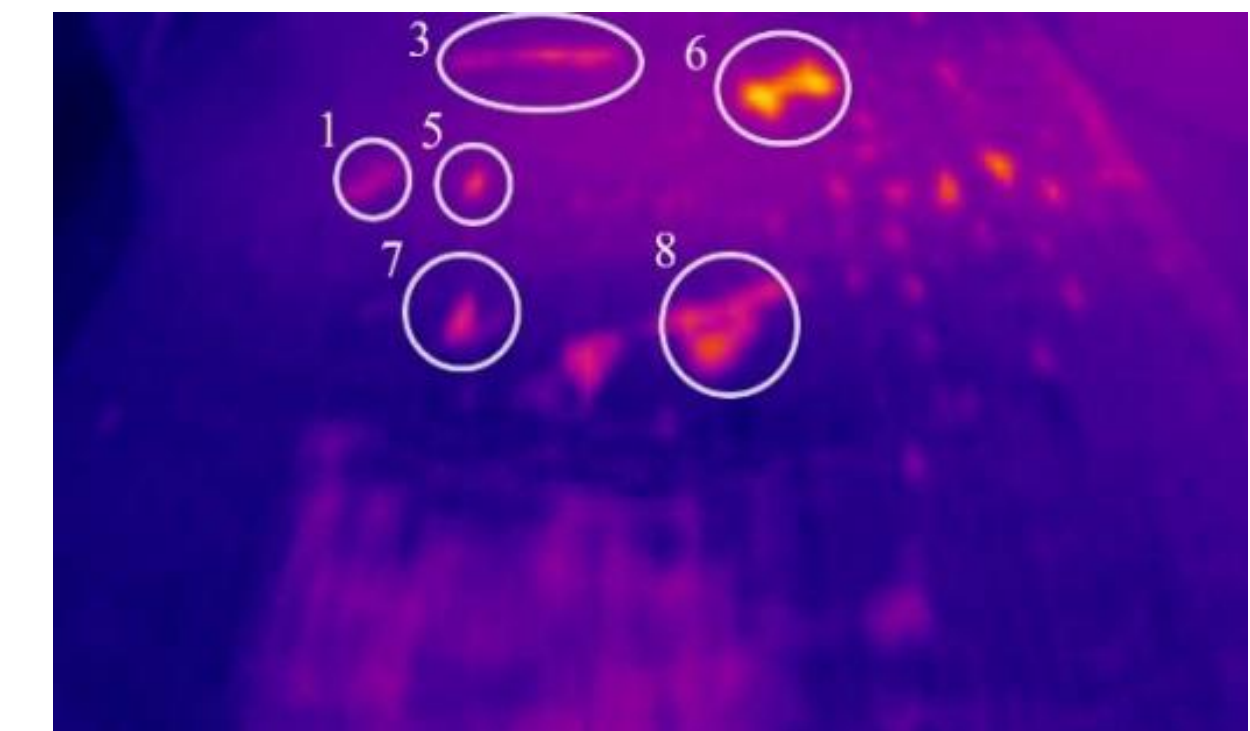
*numer: nr P. 425878, numer: nr P.425877,*

*numer: nr P. 423709 (+ nr EP18000933)*

*Adamczyk W., Górski M. et al. Application of numerical procedure for thermal diagnostics of the delamination of strengthening material at concrete construction. International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, 2019*



Mobilne platformy diagnostyczne

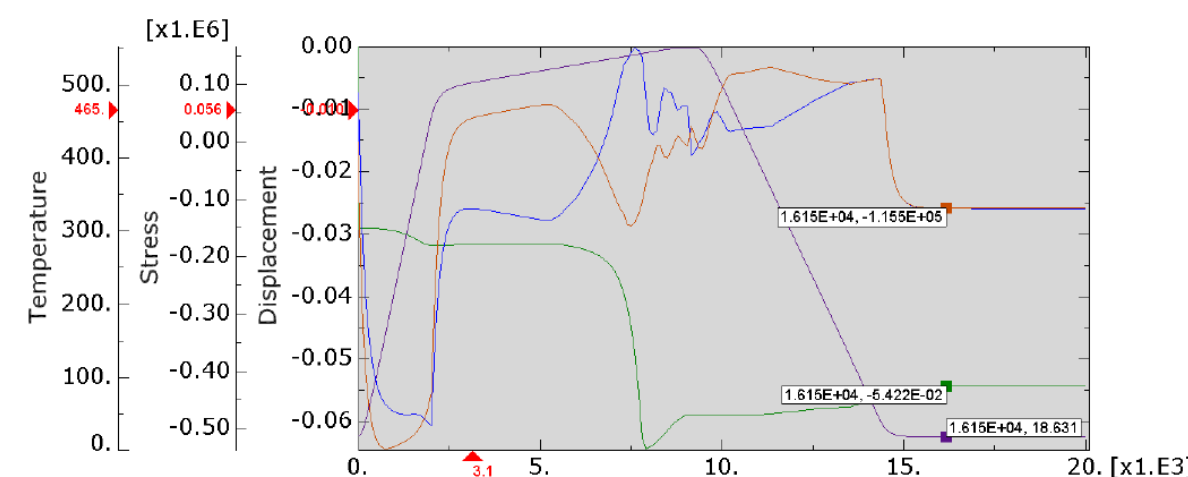
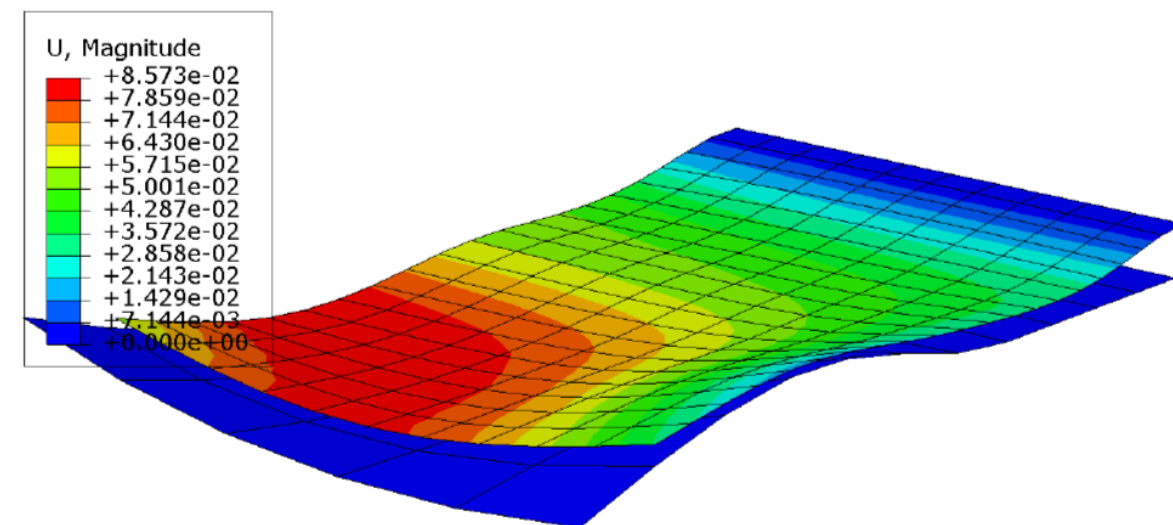
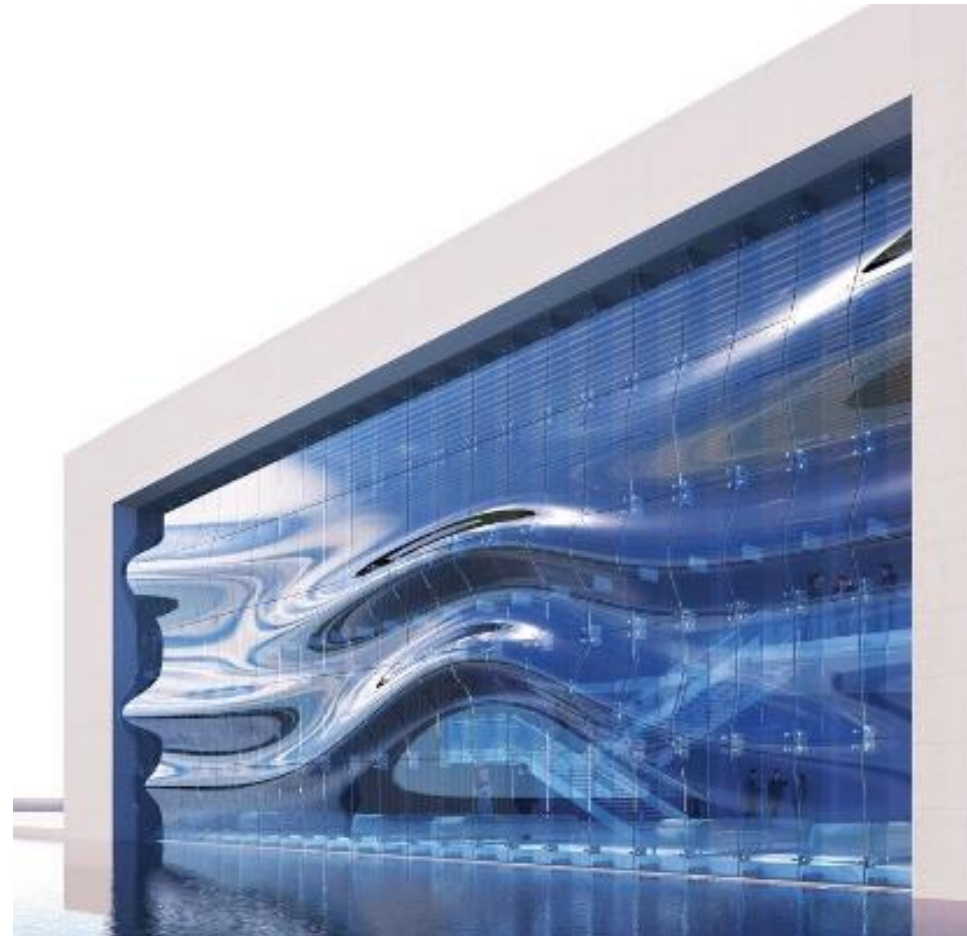


Badania zespolenia laminatu FRP

z podłożem betonowym za pomocą termografii

# Technologia grawitacyjnego gięcia szkła 3D - RB6

Dr hab. inż. Marcin Kozłowski



Modyfikacja parametrów procesu gięcia tafli szklanych w celu ograniczenia termicznych naprężeń szczątkowych i poprawienia finalnej geometrii tafli 3D

- Badania podstawowe szkła budowlanego (własności termiczne i mechaniczne) w zakresie temperatur od +20°C do +550°C
- Badania eksperymentalne i symulacje numeryczne technologii grawitacyjnego gięcia tafli szklanych

Współpraca z dr hab. inż. Wojciechem Sumelka, prof. PP i mgr inż. Andrzejem Malewskim (PP) oraz firmą PRESSGLASS S.A.

Źródło: A. Malewski, PRESSGLASS



Politechnika  
Śląska



# SYMULACJE I MODELOWANIE PROCESÓW (W TYM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH)

Jacek Pieprzyca

Wydział Inżynierii Materiałowej

---

Laboratorium Badań Modelowych. Prowadzone są tam badania z zakresu modelowania fizycznego i symulacji numerycznych zjawisk hydrodynamicznych występujących w trakcie procesów przemysłowych, a w szczególności w trakcie wytapiania, obróbki pozapiecowej i odlewania ciekłej stali. Laboratorium wyposażone jest w wodne modele fizyczne reaktorów metalurgicznych oraz bogatą aparaturę kontrolno – pomiarową. Symulacje numeryczne realizowane są z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania ANSYS Fluent.

Mariola Saternus  
Tomasz Merder  
Bogdan Panic  
Jacek Pieprzyca



POiR.01.01.01-00-0610/18 pt „Opracowanie nowej technologii głębokiej rafinacji stali w procesie obróbki pozapiecowej i odlewania w kadzi pośredniej umożliwiającej zwiększenie stopnia czystości stali” wspólnie z Cognor S.A. Oddział Ferrostal Łabędy.



## WAŻNIEJSZE ZREALIZOWANE PROJEKTY BADAWCZE

N N508 589839

Modelowanie fizyczne zjawisk hydrodynamicznych zachodzących w trakcie procesów przedmuchiwania stali gazami obojętnymi oraz obróbki próżniowej

11/020/GEK15/0031-02 (GEK/2/RM2/2015/513)

Innowacyjna technologia przetwarzania drutu ze zużytych opon do postaci pełnowartościowego produktu w procesie metalurgicznym

PBS/A5/32/2013

Innowacyjna i proekologiczna technologia obróbki pozapiecowej, ciągłego odlewania oraz walcowania nowych rodzajów walcówki ze stali wysokowęglowej i o zwiększonej plastyczności do odkształcania na zimno w walcowniach ciągłych z wieloetapowym chłodzeniem.

AGH w Krakowie,  
Politechnika Częstochowska,  
Sieć Badawcza Łukasiewicz:  
Instytut Metalurgii Żelaza  
Instytut Materiałów  
Ogniotrwałych,  
VSB – Ostrava  
VŠTE – Czeskie Budziejowice  
ArcelorMittal  
Ferrostal Łabędy

**75** 75 lat  
POLITECHNIKI  
ŚLĄSKIEJ



Politechnika  
Śląska

**UCZELNIA  
BADAWCZA**  
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

# SYMULACJE I MODELOWANIE PROCESÓW (W TYM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH)

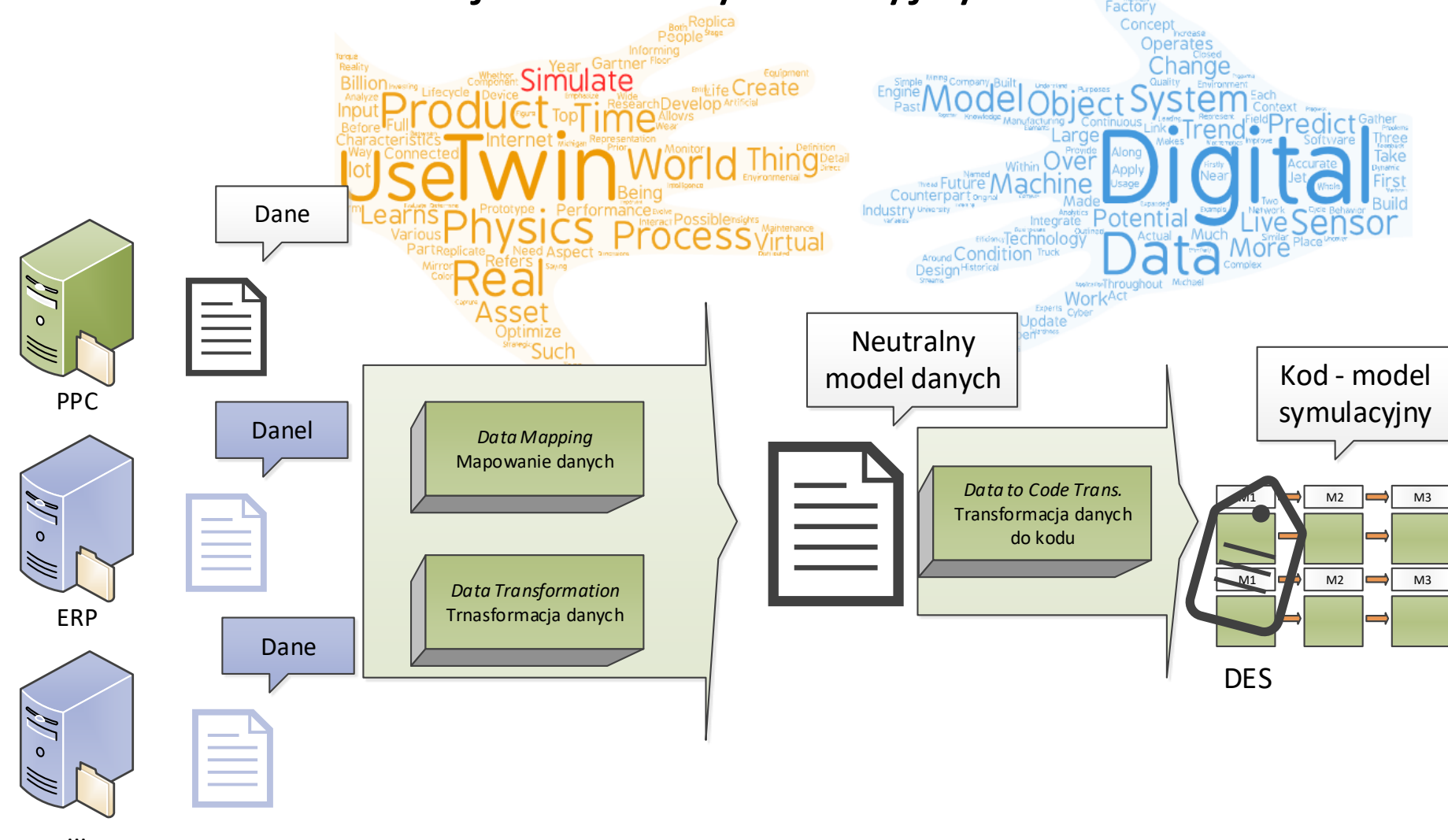
Bożena Skołud, Andrzej Sokołowski

Wydział Mechaniczny Technologiczny

---

## Modele symulacyjne jako cyfrowe bliźniaki systemów produkcyjnych bazujące na danych z wielu źródeł

Prowadzona działalność badawcza koncentruje się na poszukiwaniu metod automatycznego generowania modeli symulacyjnych systemów produkcyjnych i zastosowaniu nowoczesnych systemów symulacji komputerowej w realizacji cyfrowego bliźniaka. W kontekście modelowania symulacyjnego pozwala na zwiększeniu poziomu integracji danych od poziomu *Digital Model*, poprzez *Digital Shadow*, aż do *Digital Twin*. Opracowywana metoda budowy i aktualizacji dynamicznych modeli symulacyjnych oparta jest na hybrydowym podejściu parametrycznym, integrującym dane z wielu źródeł w celu zautomatyzowania tworzenia i aktualizacji modeli symulacyjnych.



## AKTUALNIE REALIZOWANY PROJEKT



- Analiza i optymalizacja linii produkcyjnej w zakładzie produkcyjnym. Badania symulacyjne.
- Analiza i optymalizacja linii produkcyjnej wraz z programowymi generatorami parametrów czasów pracy stanowisk asynchronicznych. Badania symulacyjne
- Analiza i ocena możliwości wprowadzenia nowego typu pojazdu wraz z dostosowaniem logiki przepływu w modelach symulacyjnych.

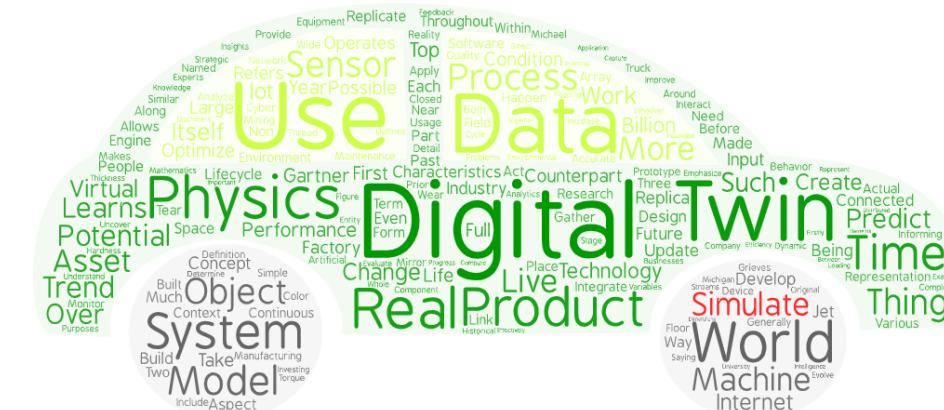


**JEDNOSTKA REALIZUJĄCA BADANIA:**

- Katedra Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania  
Wydział Mechaniczny Technologiczny

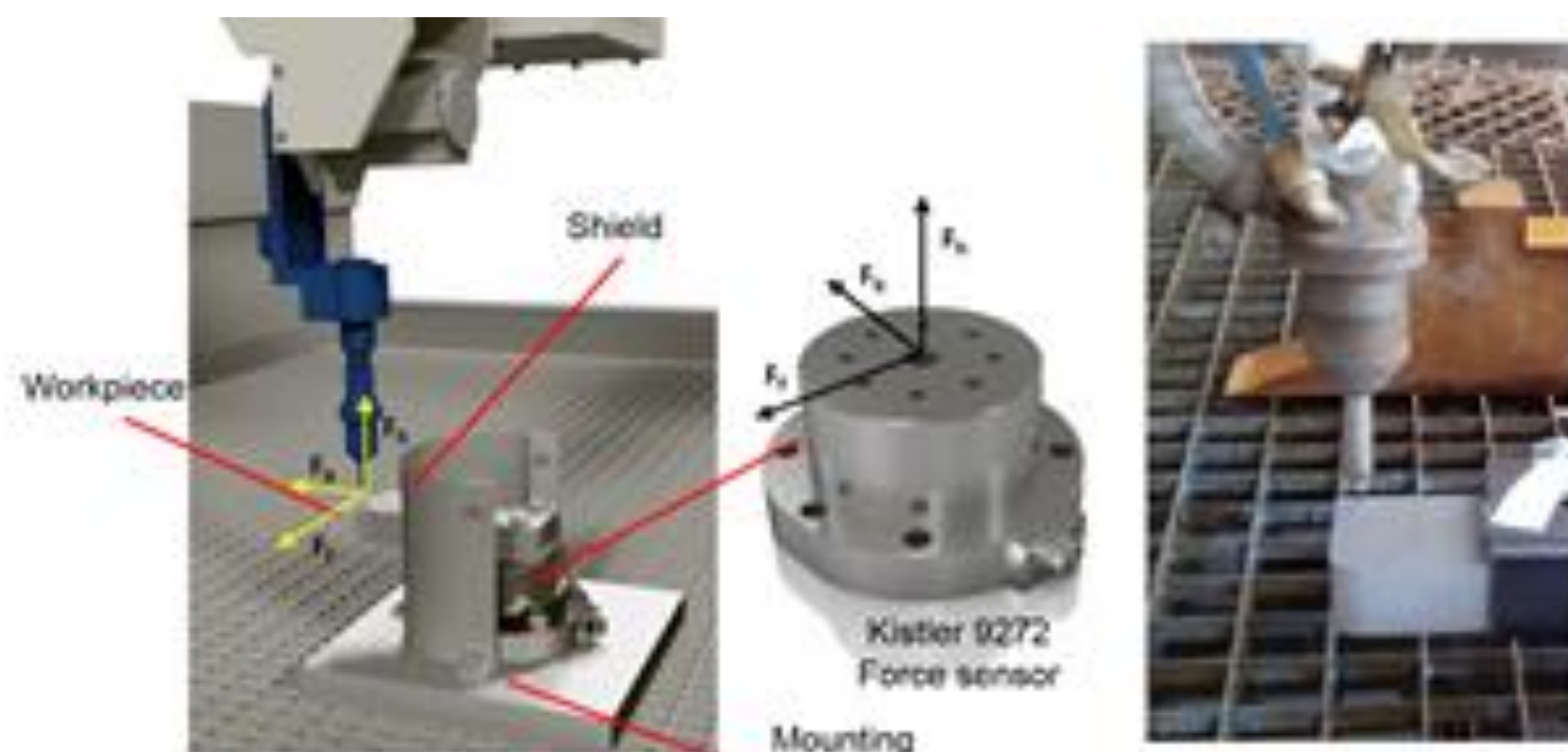
**KOORDYNATOR:**

- dr hab. inż. Damian Krenczyk



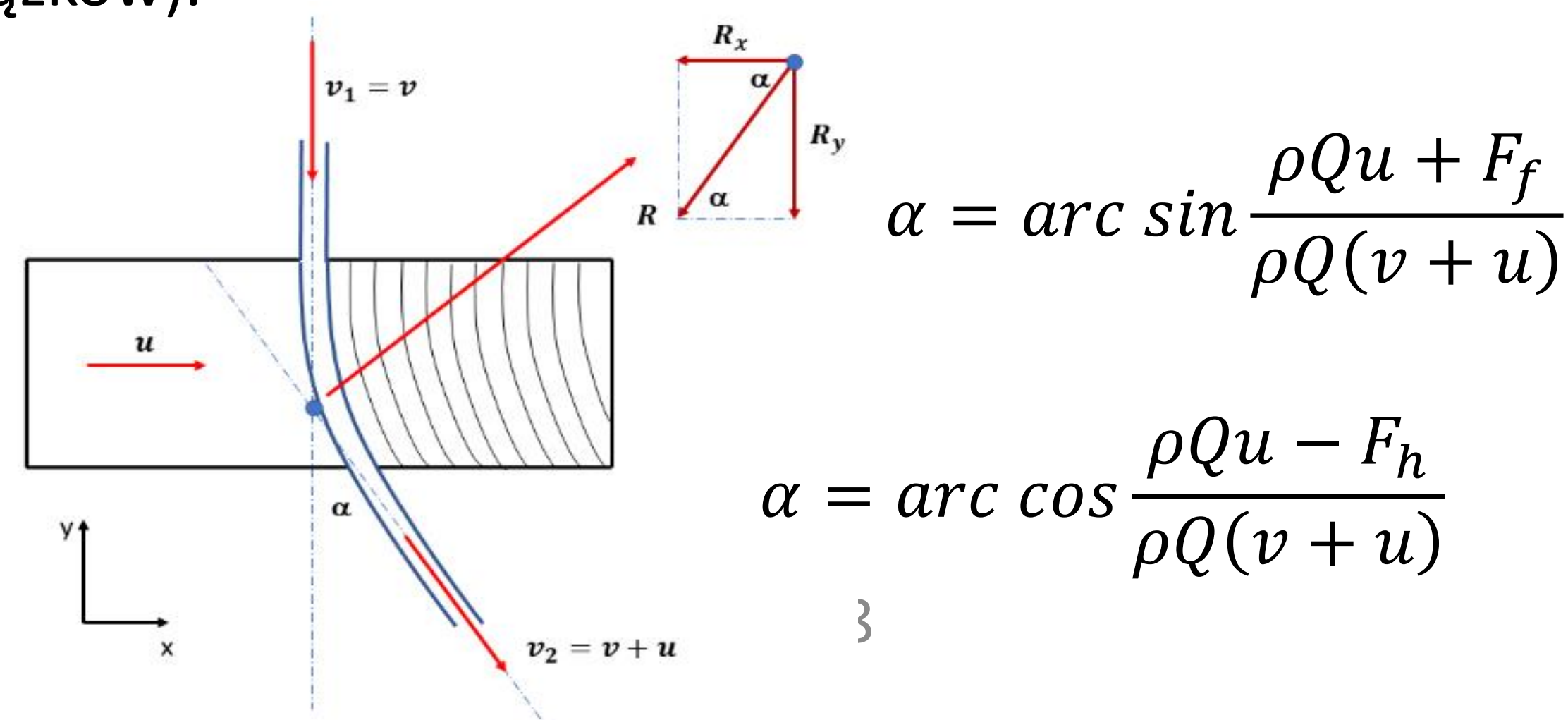
# Model prognozowania kąta odchylenia strugi tnącej w procesie AWJM

Rejestracja wartości oddziaływań siłowych podczas procesu cięcia pozwala na określenie wartości kąta odchylenia strugi wodno-ściernej. Znajomość wartości kąta odchylenia daje możliwość kontroli topografii powierzchni przecięcia.

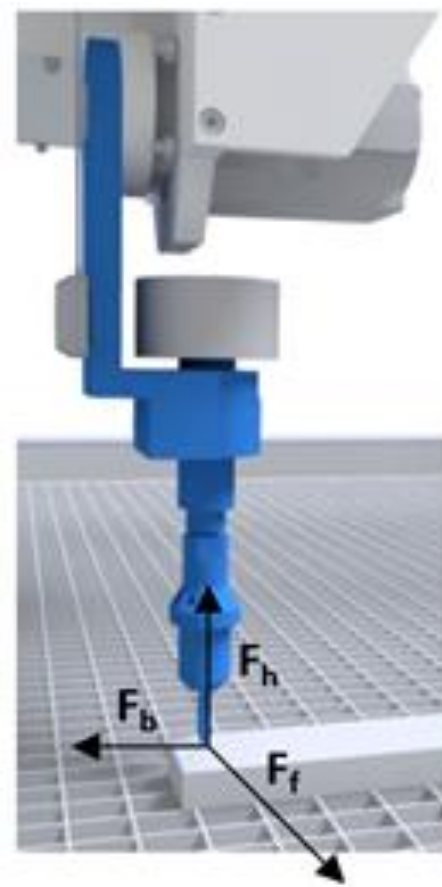


Pomiary sił wykonano czujnikiem siły firmy Kistler model 9272 ze wzmacniaczem piezoelektrycznym Kistler 5020A oraz komputer klasy PC wyposażony w kartę pomiarową NI USB 6211

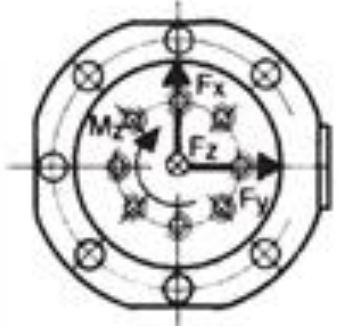
Metoda polega na pomiarach oddziaływań siłowych w czasie rzeczywistym i wykorzystaniu opracowanego modelu matematycznego wykorzystującego wybrane składowe sił cięcia do określenia kąta pochylenia strugi tnącej. Kąt strugi tnącej odnosi się bezpośrednio do pochylenia śladów poobróbkowych na powierzchni po przecięciu, a więc kąta prążkowania (pochylenia prążków).



# Model prognozowania kąta odchylenia strugi tnącej w procesie AWJM



Kistler 9272 piezoelectric 4 axis force sensor

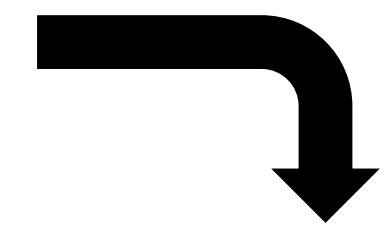


Kistler 5020A – charge amplifier

computer NI PXI + multi IO PXI-6230

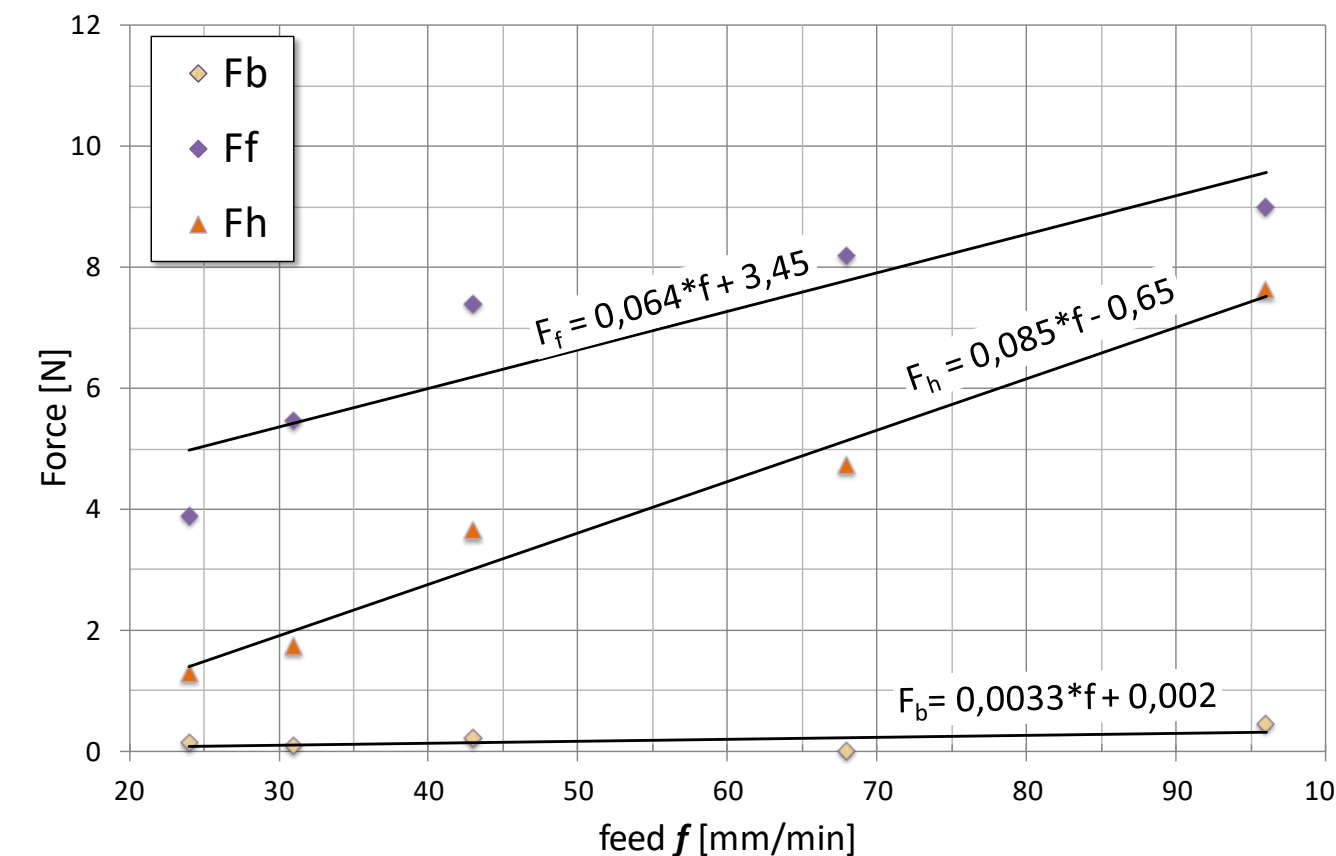


Funkcja zmian oddziaływań siłowych w zależności od parametru prędkości posuwowej głowicy

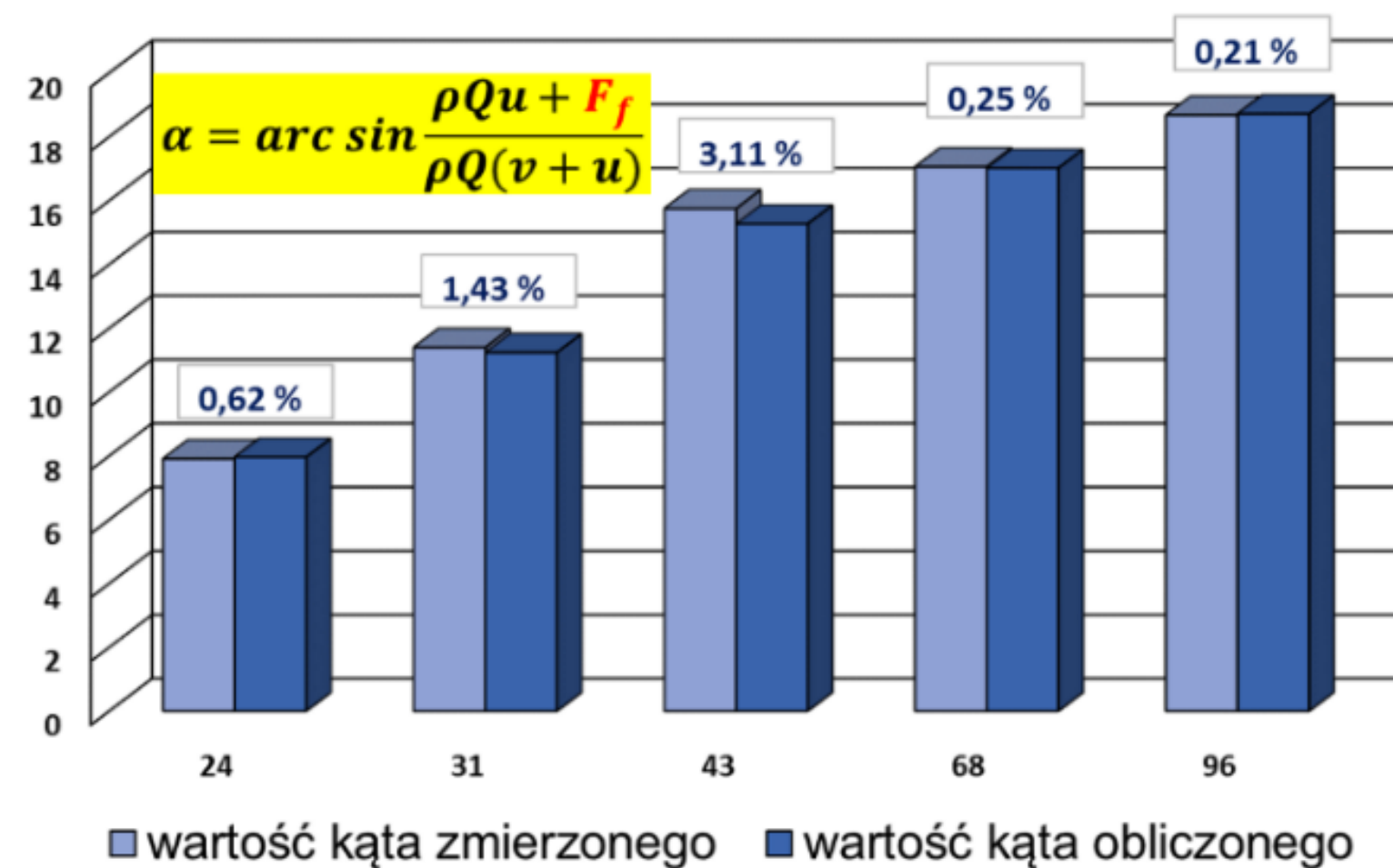


$$\alpha = \arcsin \frac{\rho Qu + F_f}{\rho Q(v + u)}$$

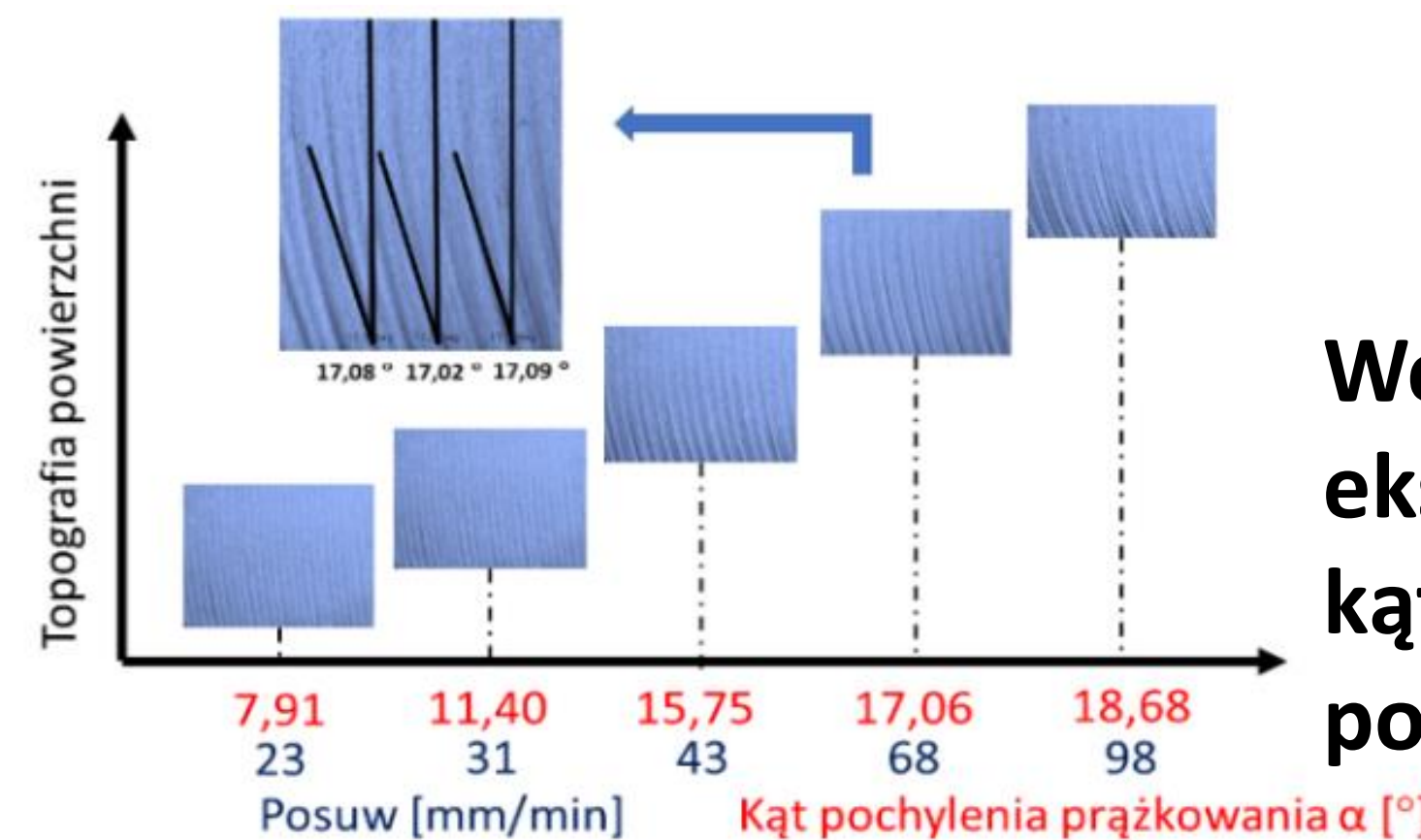
Model prognozujący wartość kąta odchylenia strugi tnącej



Tor pomiarowy do rejestracji oddziaływań siłowych



Porównanie wyników badań



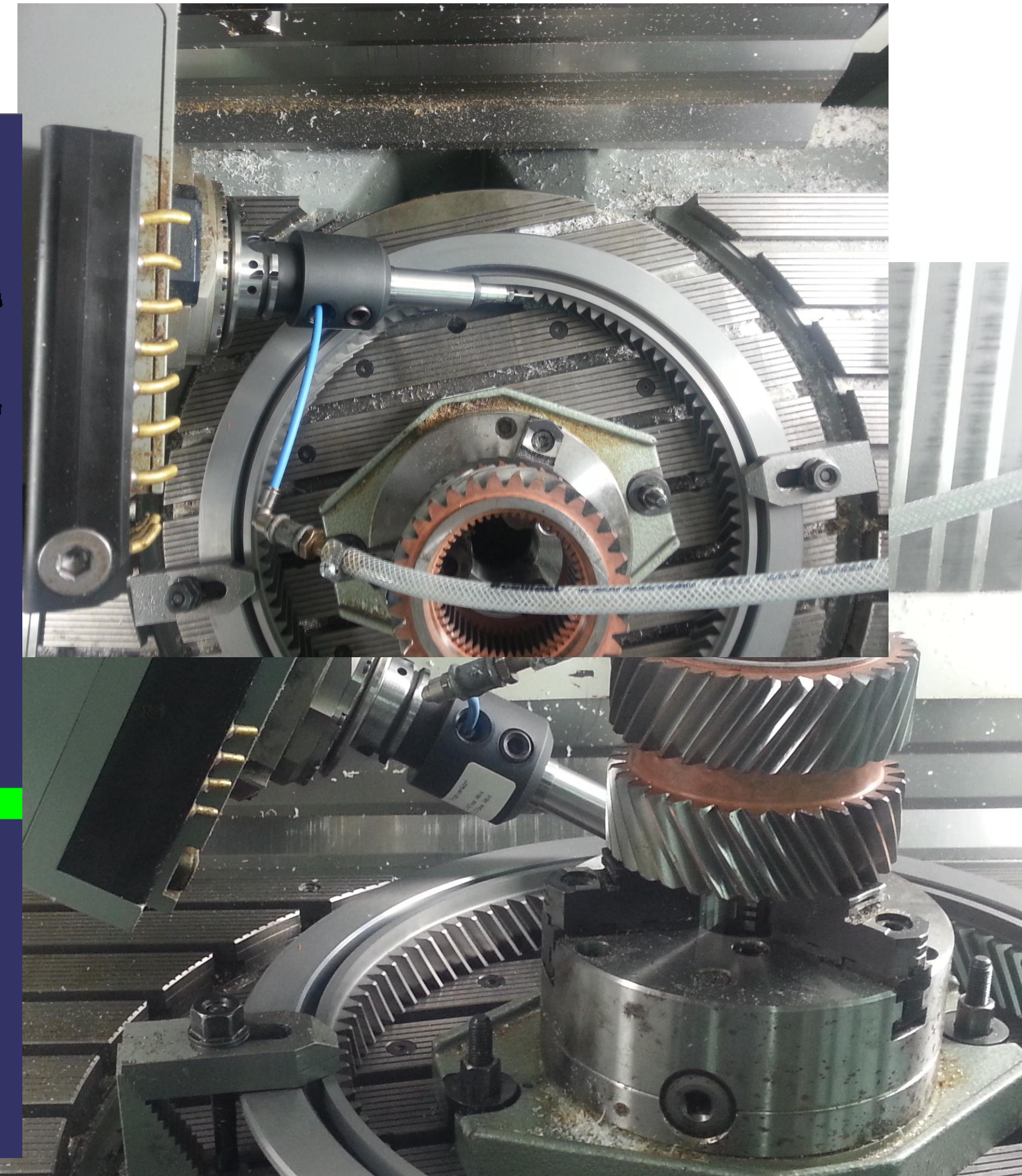
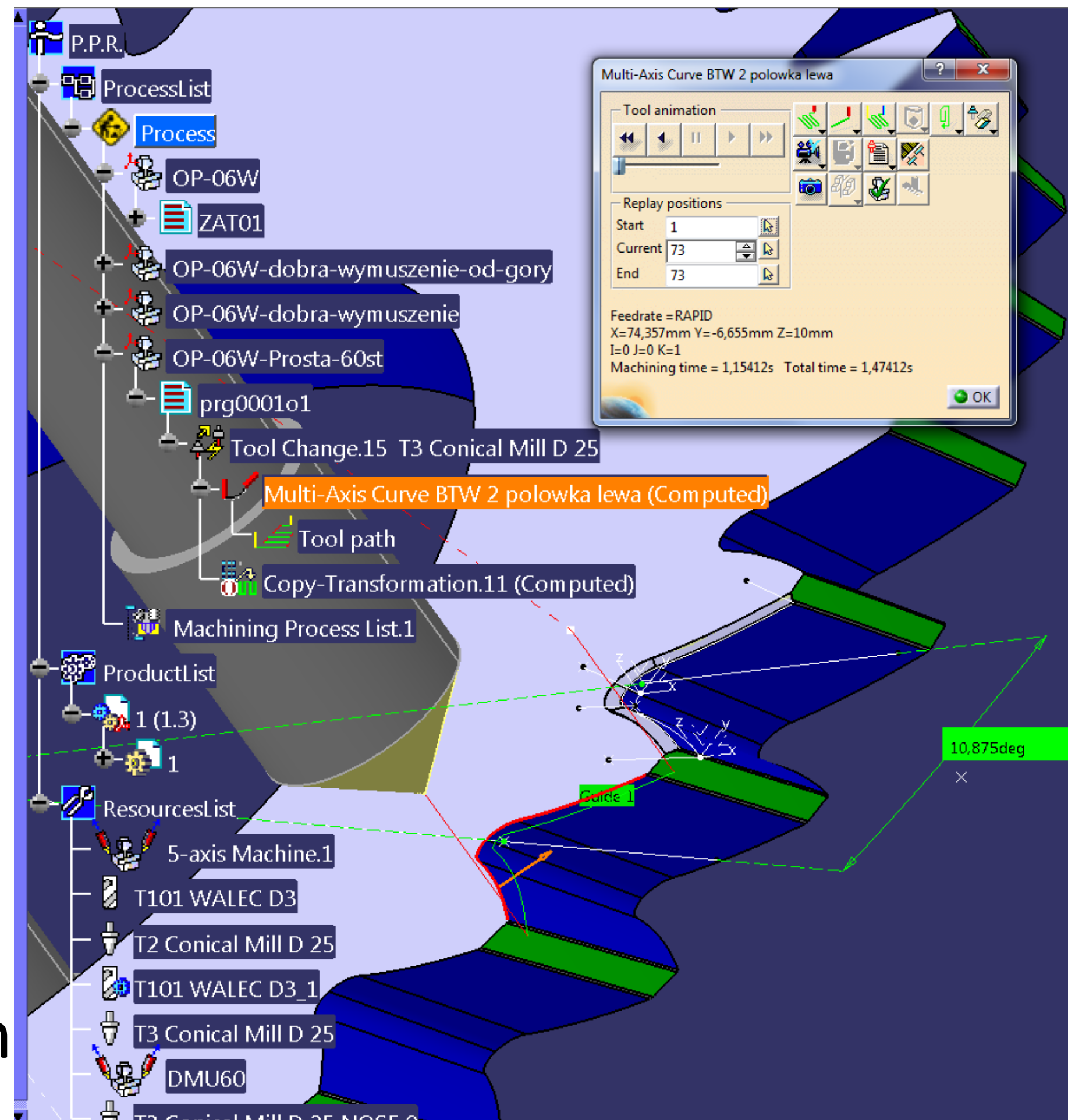
Weryfikacja modelu – eksperymentalne pomiary kąta pochylenia prążek na powierzchni przecięcia

# Metodyka zatepiania uzębień kół przekładniach lotniczych

**Projektowanie procesu:**  
CATIA – Dassault  
Systems.

**Autorski postprocesor**  
specjalizowany

**Obróbka:**  
Pracowania obrabiarek i  
obróbki skrawaniem,  
Katedra Budowy Maszyn





Politechnika  
Śląska



# SYMULACJE I MODELOWANIE PROCESÓW (W TYM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH)

Marcin Szczygieł

Wydział Elektryczny

---

- ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI PROCESU FLOTACJI KOPALIN POPRZECZ ZASTOSOWANIE NAPĘDU OBROTOWO - LINIOWEGO**

Cele projektu:

Badania związane ze zwiększeniem efektywności procesu flotacji poprzez nowe rozwiązania układów napędowych

Problematyka:

- Wprowadzenie ruchu obrotowo-liniowego areatora
- Określenie algorytmu sterowania

Zespół badawczy:

Katedra Mechatroniki RE

Katedra Elektrotechniki i Automatyki RGIBiAP

Patenty:

Patent - Urządzenie do flotacji kopalin

Beneficjent:

Spółki górnictwa węglowego i rud metali

