

Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

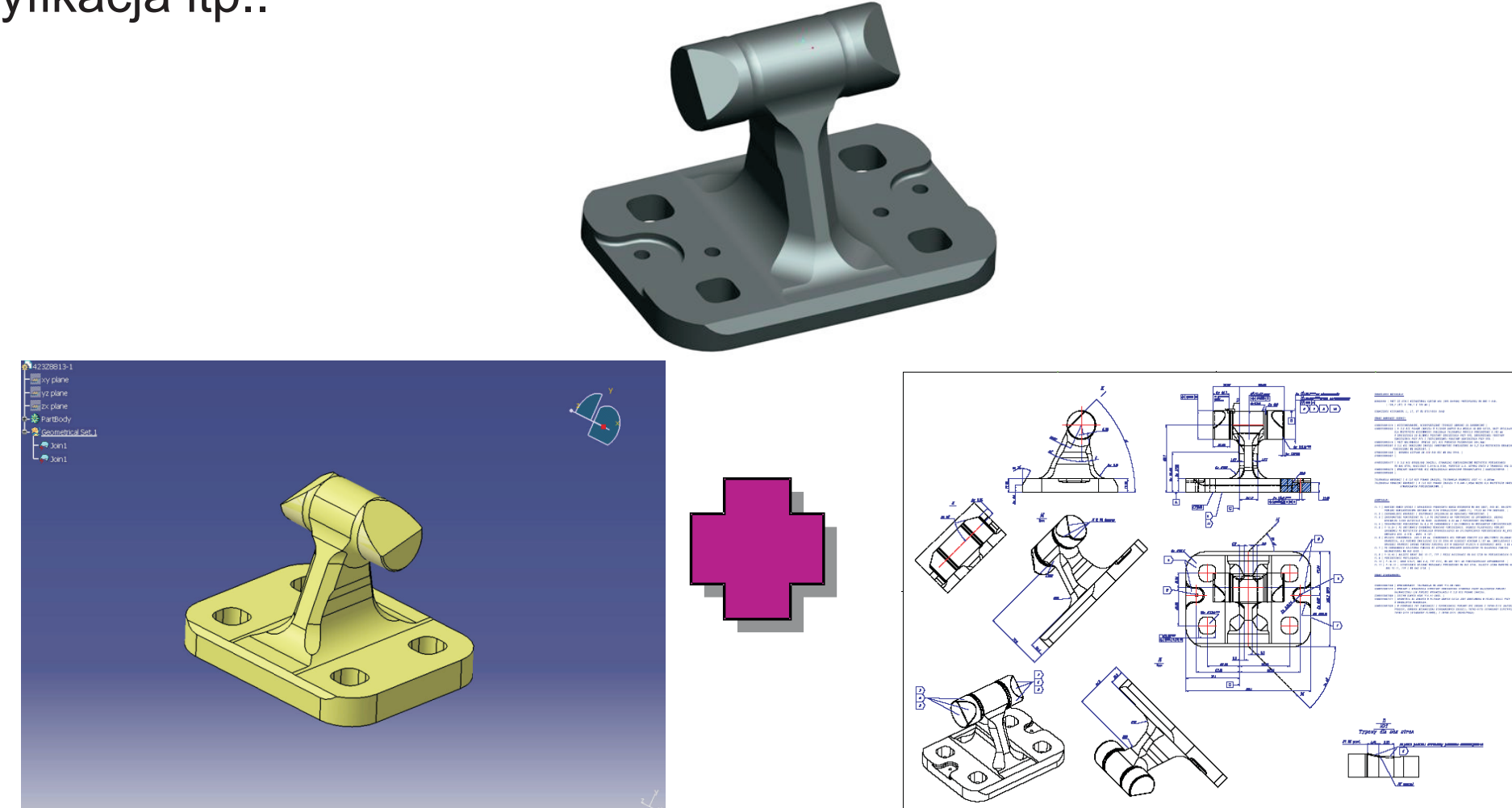
Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

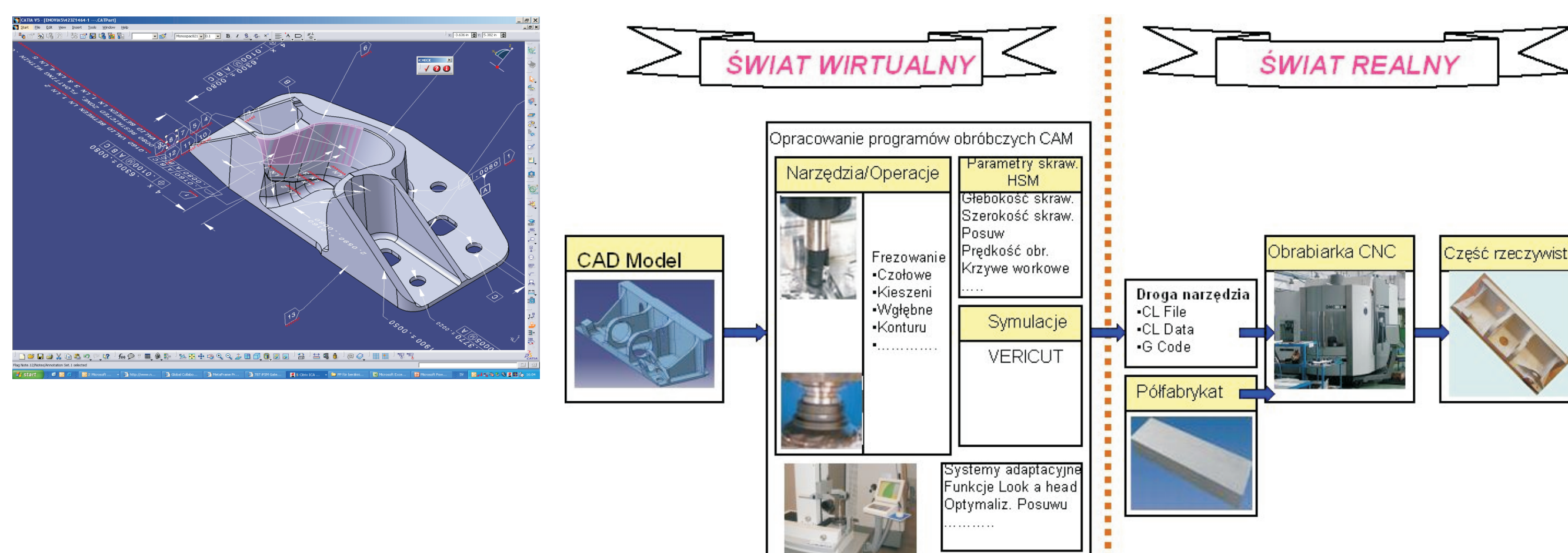
Wydajne i efektywne wykorzystywanie systemów CAD/CAM w przemyśle lotniczym

Główne dane źródłowe istnieją w jednym z czterech formatów:

1. Zawierają zarówno model 3D jak i kompletny 2D wymiarowy arkusz rysunkowy.
2. Zawierają model 3D i 2D wymiarowy arkusz rysunkowy z wymaganiami technicznymi, ale nie ze wszystkimi wymiarami.
3. Zawierają tylko model 3D i wymagania techniczne jako tekst umieszczony w obszarze modelu 3D bez arkusza rysunkowego 2D
4. Zawierają tylko model 3D i wymagania techniczne jako tekst umieszczony w obszarze modelu 3D bez arkusza rysunkowego 2D, ale z uwzględnieniem także takich wymagań jak uwagi, specyfikacja itp..



Wszystkie te cztery formaty należą do **Numerycznej Definicji Wyrobu (Digital Product Definition - DPD)**. Numeryczna Definicja Wyrobu są to elementy danych elektronicznych, które określają geometrię i wszystkie wymagania konstrukcyjne dla wyrobu (włączając uwagi i specyfikacje) oraz stosowanie i używanie tych danych przez zintegrowany system wspomagany komputerem jak projektowanie wspomagane komputerowo, wytwarzanie wspomagane komputerowo i współrzędnościowe maszyny pomiarowe. Drugi format jest określany jako rysunek o niepełnych wymiarach (**Reduced Dimension Drawing - RDD**) lub uproszczony rysunek (**Simplified Drawing - SD**). Trzeci i czwarty format jest nazywany Bazową Definicją Modelu (**Model Based Definition - MBD**).



Przyszłość należy jednak do firm stosujących bazową definicję modelu **MBD** gdzie mamy do czynienia z jednym plikiem głównym zawierającym informację geometryczną 3D w powiązaniu z tolerancjami wymiarami i tolerancjami **GD&T** i **FT&A**. Im, więc więcej pracy przeniesiemy ze świata realnego do świata wirtualnego tym mniejsze poniesiemy koszty z wdrożenia nowej produkcji. Prawdopodobieństwo wykonania pierwszej dobrej sztuki za pierwszym razem ulega znacznemu zwiększeniu.

Analiza przyczyn zmiany kształtu części podczas obróbki skrawaniem i skuteczne przeciwdziałanie tym zjawiskom

Opis problemu

Podczas skrawania detali integralnych szczególnie z pełnego materiału na obrabiarkach sterowanych numerycznie ulegają zmianie jego kształty i wymiary po zakończonej obróbce detalu i po wyjęciu go z przyrządu. Wpływ na to mają następujące czynniki:

- Skład chemiczny obrabianego stopu
- Struktura obrabianego stopu
- Wtrącenia niemetaliczne obrabianego stopu
- Naprężenia resztkowe

Przewidywane efekty

- Zmniejszenie braków części o ~80% do 90%.
- Znaczna obniżka pracochłonności technologicznej
- Obniżka kosztów wykonania dobrej części o ~20%
- Poprawa dostaw na czas **OTD** części wykonywanych na maszynach CNC



Problemy i pole możliwych rozwiązań:

1. Jakie wymagania winny spełnić półfabrykaty stosowane do produkcji integralnych części?
2. Jak powinien wyglądać proces wykonania takiej rodziny części?
3. Klasyknym sposobem redukcji naprężeń resztkowych jest wyżarzanie odprężające (ograniczone możliwości ze względu na zmianę własności mechanicznych i duże koszty przy częściach wielkogabarytowych).
4. Skuteczną metodą stabilizacji naprężeń jest sezonowanie. (Ale proces zbyt długi)
5. Usuwanie naprężeń resztkowych metodą wibracyjną
6. Jaką należy zastosować strategię obróbki?
7. Jak obrabiać wewnętrzne naroża bez ryzyka drgań?
8. Jak najlepiej zacząć obróbkę zagłębienia?
9. Jak przeciwdziałać drganiom podczas obróbki skrawaniem? (np. poprzez zmniejszenie sił skrawania. Może to być osiągnięte przez zastosowanie odpowiednich narzędzi, metod obróbki i parametrów skrawania).
10. Wykorzystanie możliwości obecnych systemów CAM (jak np. stały kąt opasania przy obliczaniu ścieżek narzędzia skrawającego, optymalizacja parametrów skrawania w obliczeniach ścieżkach.....)
11. Czy np. równomierny nadatek dla narzędzia skrawającego zagwarantuje równą i wysoką wydajność i bezpieczeństwo procesu skrawania?

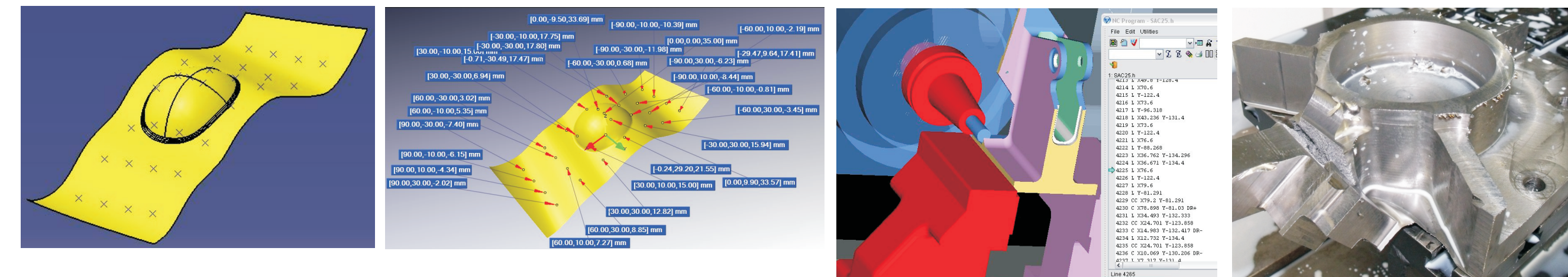
Wnioski

1. Przedstawiono tutaj metody i narzędzia dla działu konstrukcyjnego firmy lotniczej w celu przyspieszenia rozwoju produktu i skrócenia czasu jego opracowania poprzez wprowadzenie wiedzy i zdobytego doświadczenia oraz zastosowanie tego od wczesnych faz procesu rozwoju produktu.

2. Obecnie, najbardziej stosowanym formatem **głównych danych źródłowych** w przemyśle lotniczym jest zarówno model numeryczny **CAD** i w pełni wymiarowany arkusz rysunkowy **2D**.
3. Przyszłość należy do formatu, który obejmuje model **3D** i wymagania techniczne wyświetlane jako tekst w wyświetlanym obszarze ze **3D** modelu, jak również pozostałe wymagania techniczne będące jednym plikiem.
4. Jednym z głównych wymagań w branży lotniczej jest także weryfikacja i kontrola używanego oprogramowania – tzw. **Product Acceptance Software PAS**.
5. Najlepszą metodą wiarygodnej weryfikacji translacji lub transmisji danych między systemami **CAD/CAM** jest metoda znana jako „**chmura punktów**”.
6. Realizacja wyżej wymienionych zasad, zgodnych z wymaganiami firmy Boeing, niesie ze sobą wysokie oszczędności i wzrost parametrów technicznych, dzięki efektywnemu wsparciu w zakresie projektowania, weryfikacji i kontroli oprogramowania

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Wydajne i efektywne wykorzystywanie systemów CAD/CAM w przemyśle lotniczym



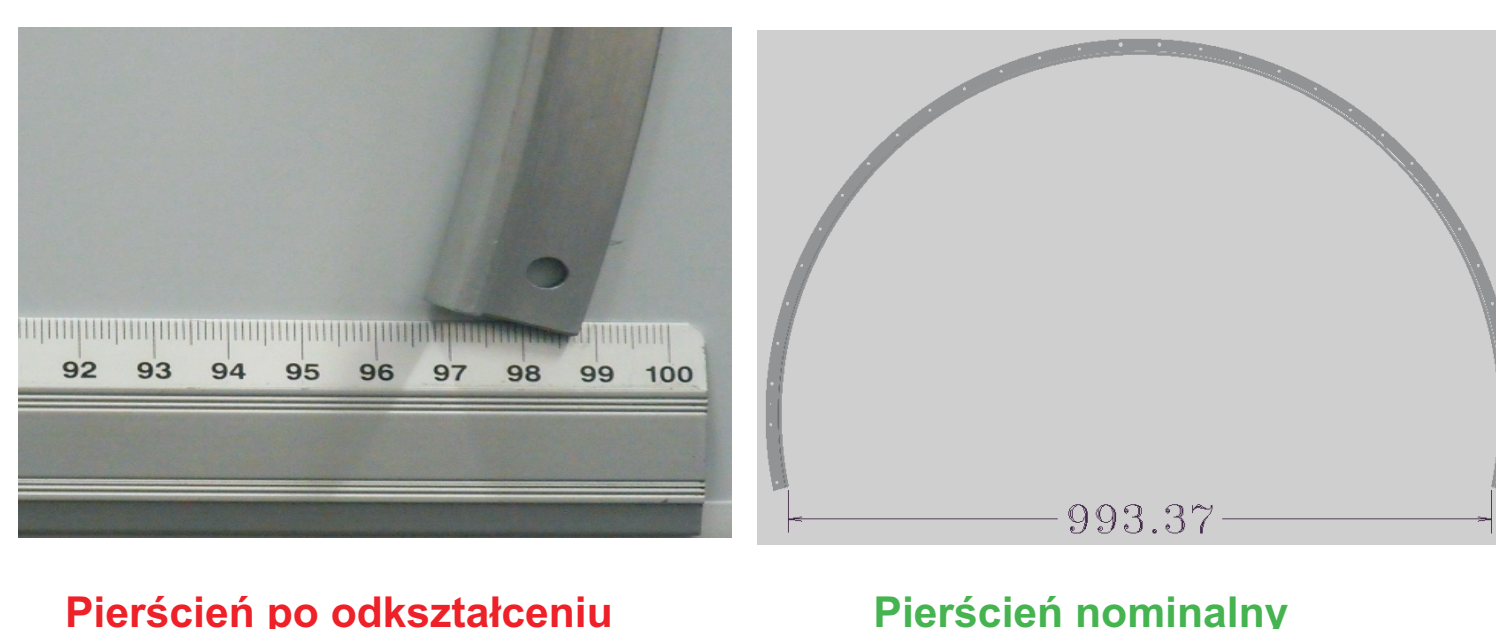
Metoda "chmury punktów" weryfikacji transmisji danych między systemami **CAD/CAM**

Kolizja wirtualna

Kolizja rzeczywista

Analiza przyczyn zmiany kształtu części podczas obróbki skrawaniem i skuteczne przeciwdziałanie tym zjawiskom

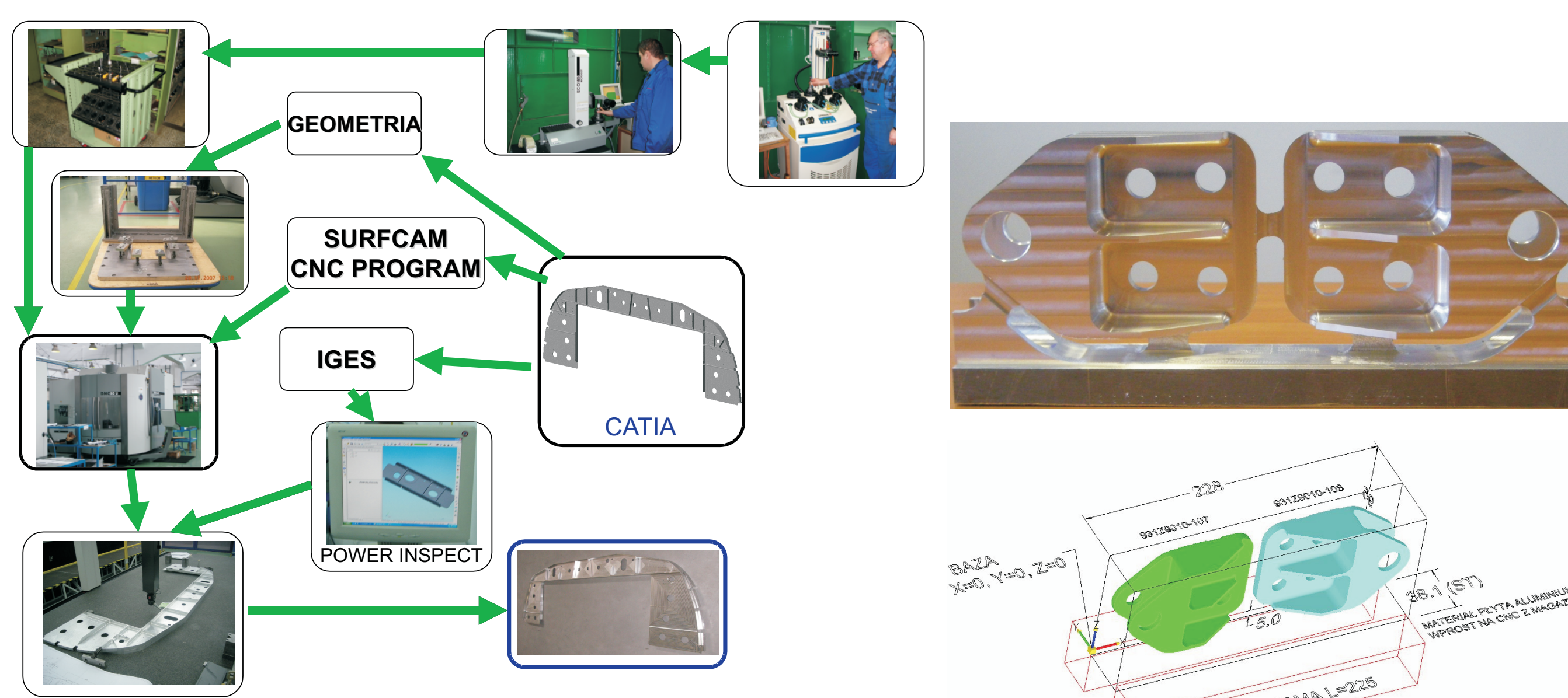
Przykład redukcji odczłuszczeń powstałych w wyniku obróbki skrawaniem na maszynie DMU125FD przy produkcji półpierścienia



Pierścień po odczłuszczeniu

Pierścień nominalny

Wprowadzono takie zmiany do procesu technologicznego jak zmianę kształtu przekroju półfabrykatu, zmianę ścieżek programów CNC, zmianę parametrów skrawania, wprowadzono nowe narzędzia skrawające. Miały one pozytywny wpływ na ostateczną deformację kształtu pierścienia ale najlepsze efekty, osiągnięto wprowadzając równomiernie usuwanie materiału przy odpowiednich, nieco zmniejszonych parametrach skrawania.



Przepływ informacji i wykorzystanie modeli CAD/CAM w produkcji części

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

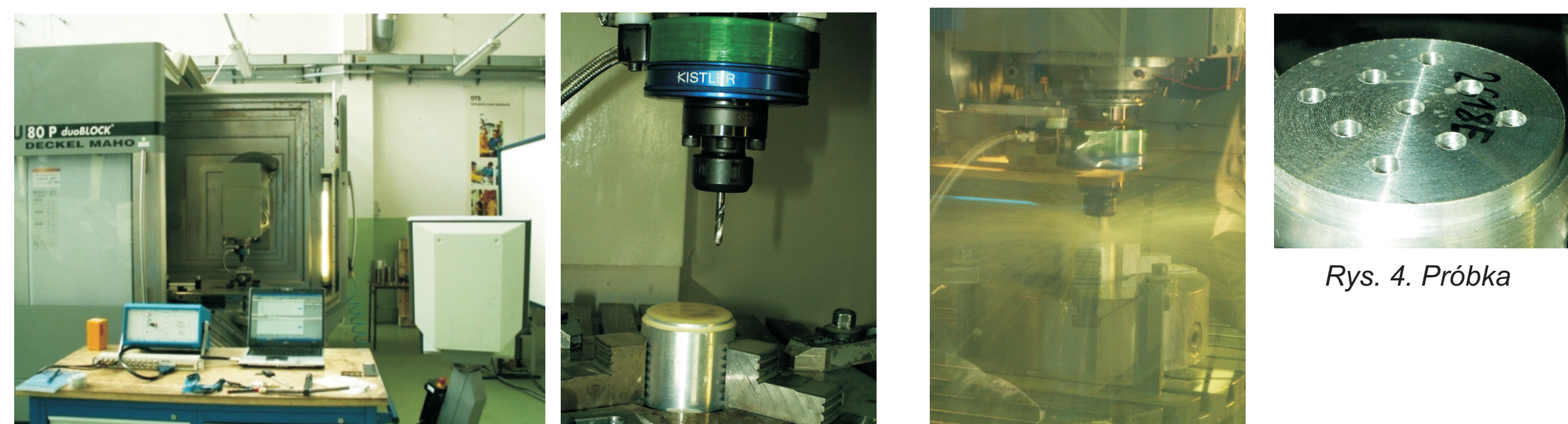
PZL Mielec A Sikorsky Company
WZK Mielec

Wyniki badań

Wiercenie otworów w stopach Al. i Mg.

Parametry wiercenia:

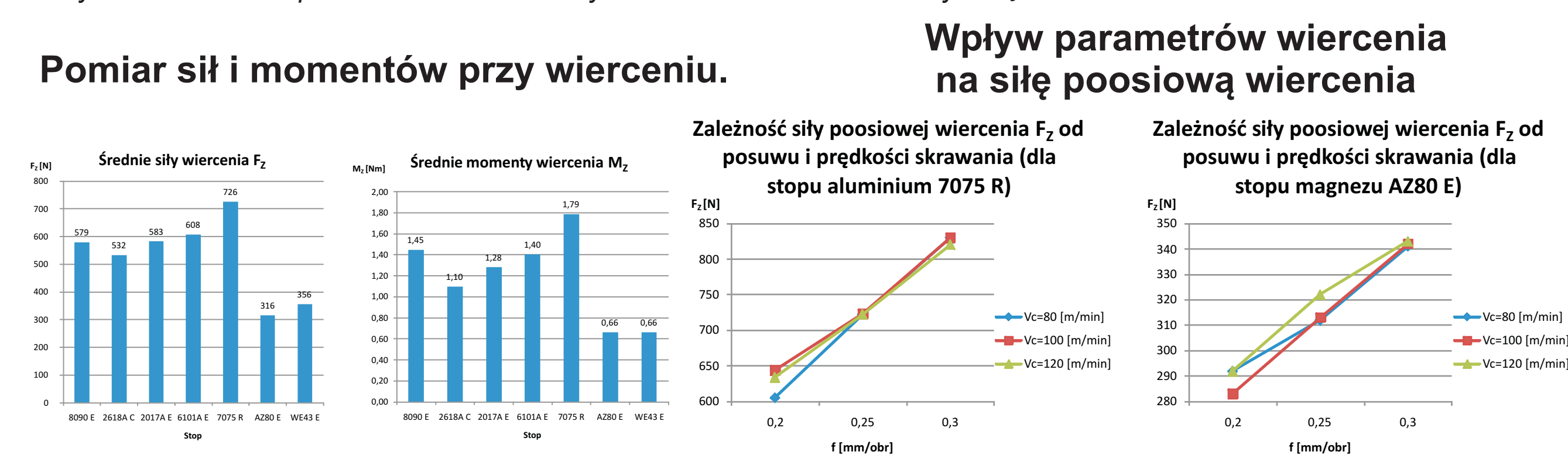
Materiały obrabiane:
8090 E, 2618A C, 2017A E, 6101A E, 7075 R, AZ80 E, WE43 E
Wiertło: Ø 6 Mitsubishi MWS0600MB
Parametry skrawania: Vc=80; 100; 120 [m/min], f=0,2; 0,25; 0,3 [mm/obr]
n= 4244; 5305; 6366 [obr/min]
Ciecz obróbkowa: emulsja 6% podawana przez ER narzędzia
9 otworów nieprzelotowych Ø6x17 mm ok3xD



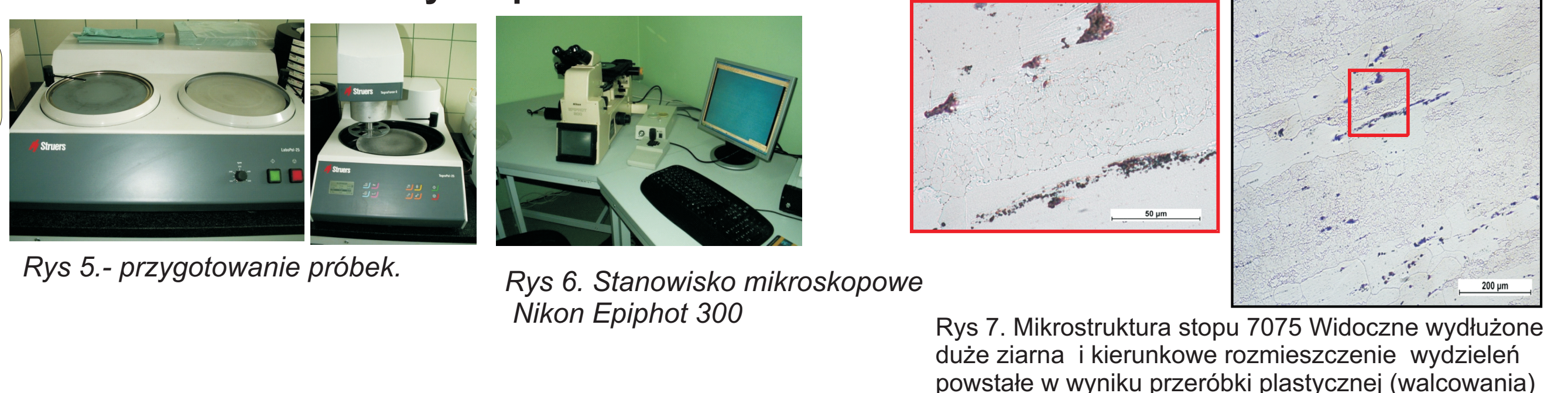
Rys 1.-Stanowisko pomiarowe.

Rys 2.-Siłomierz 4 składnikowy

Rys 3.-Pomiar



Badanie mikrostruktury stopu 7075 R

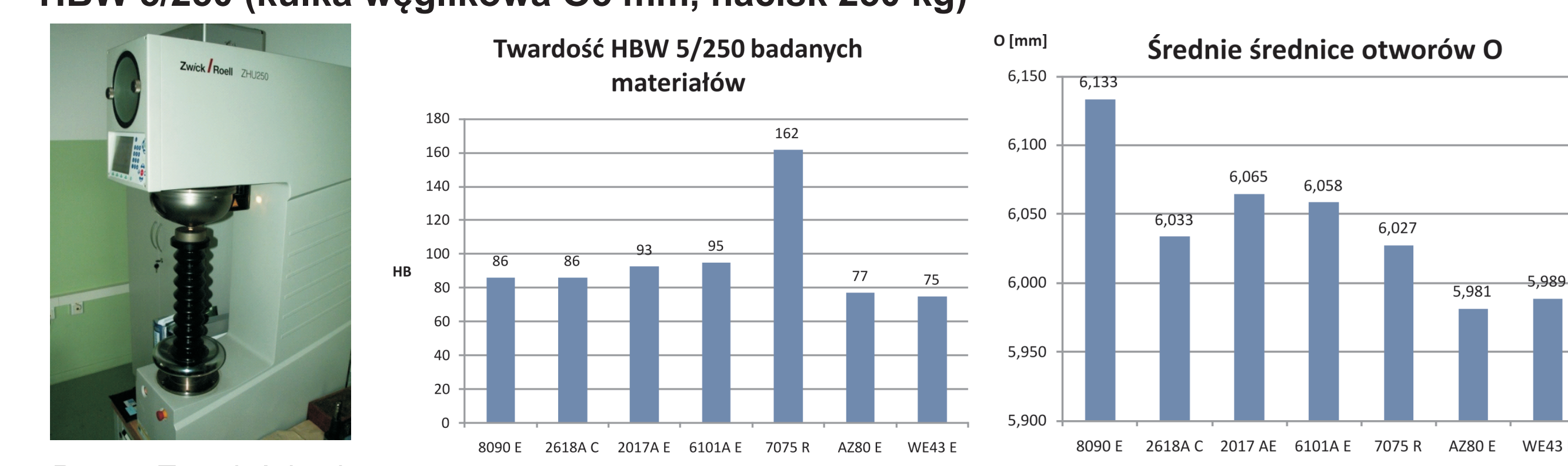


Rys 5.-przygotowanie próbek.

Rys 6. Stanowisko mikroskopowe Nikon Epihot 300

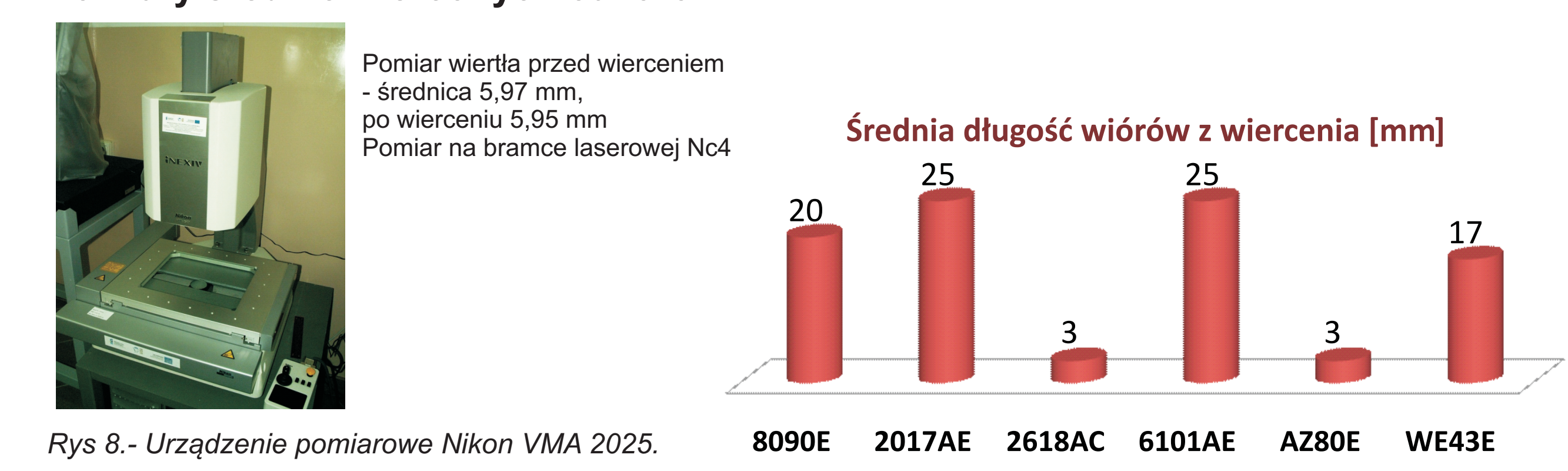
Rys 7. Mikrostruktura stopu 7075 Widoczne wydłużone duże ziarna i kierunkowe rozmieszczenie wydzielań powstałe w wyniku przeróbki plastycznej (walcowania)

Pomiary twardości badanych materiałów metodą Brinell'a HBW 5/250 (kulka węglkowa Ø5 mm, nacisk 250 kg)



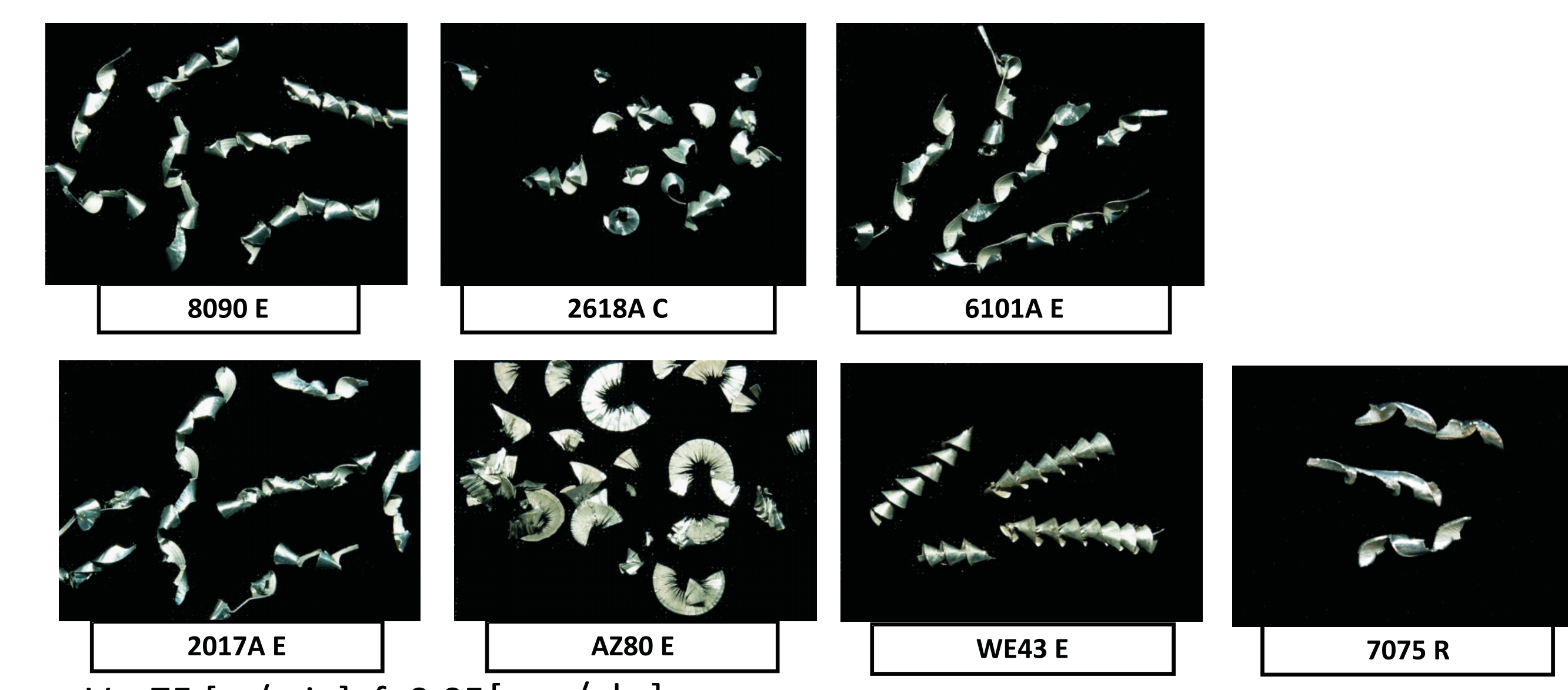
Rys 7.- Twardościomierz.

Pomiary średnic wierconych otworów.



Rys 8.- Urządzenie pomiarowe Nikon VMA 2025.

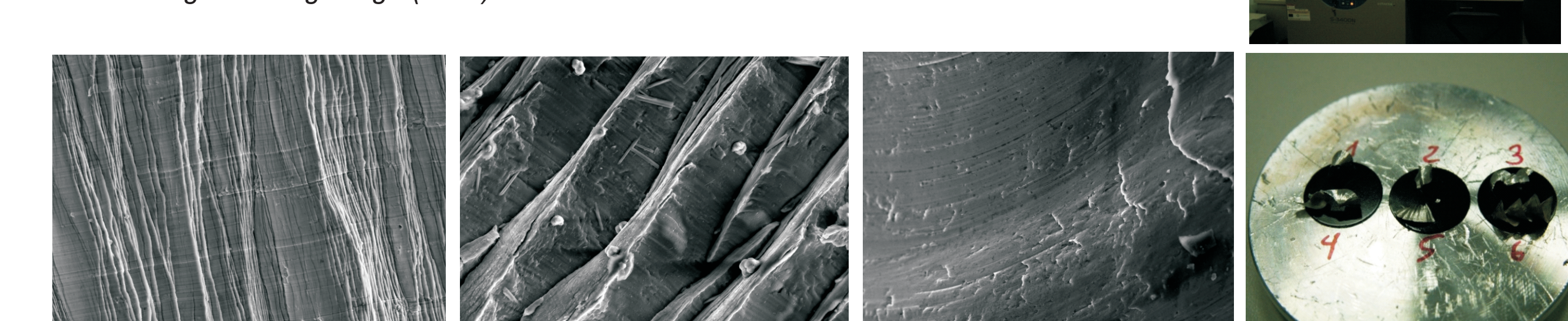
Zdjęcia wiórów powstałych podczas wiercenia.



Vc=75 [m/min], f=0,05[mm/obr]

Badania mikroskopowe powierzchni wiórów.

Rys. 9. Badania mikroskopowe powierzchni wiórów za pomocą mikroskopu elektronowego skaningowego (SEM) Hitachi S-3400 N.



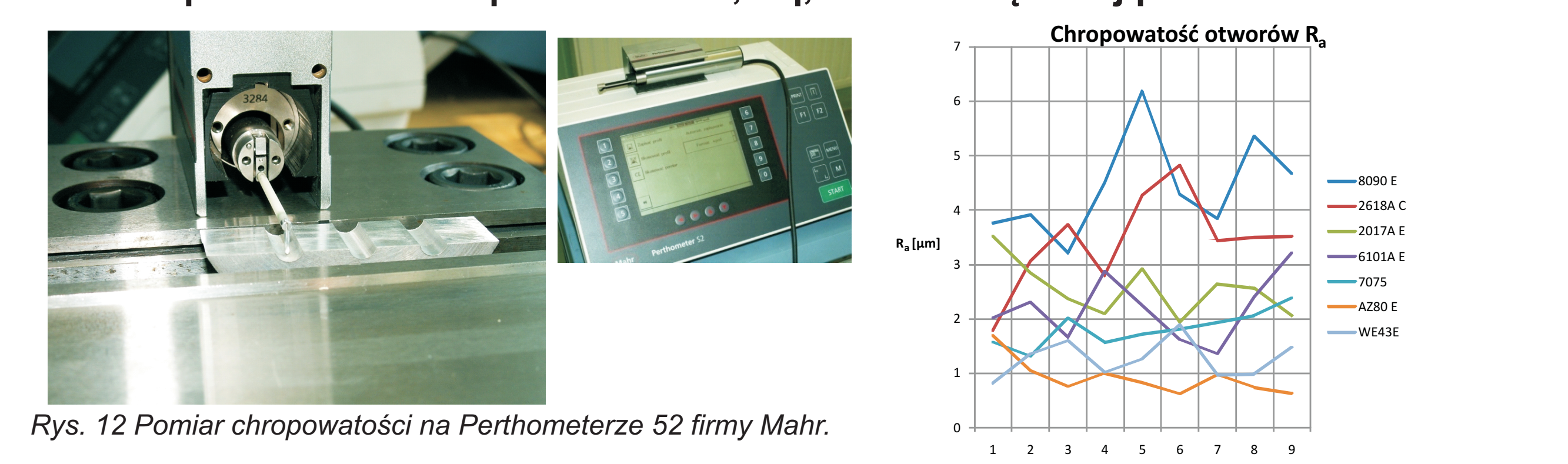
Rys. 11. Pasma uplastycznienia wióra z wiercenia stopu Al 7075 R (pow. 500x)

Rys. 12. Pasma uplastycznienia wióra z wiercenia stopu Mg AZ80 E (pow. 500x)

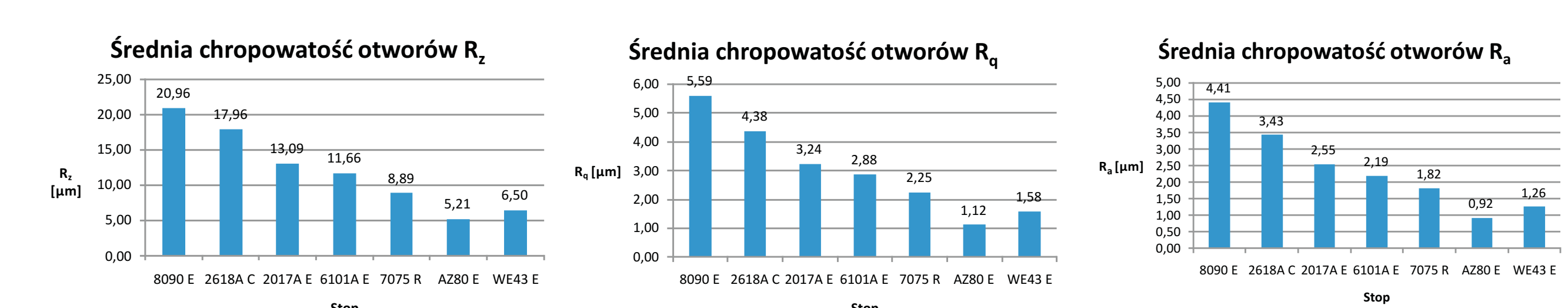
Rys. 13. Efekt wrywania wióra podczas wiercenia stopu Al 2017A E Vc=75 [m/min], f=0,05 [mm/obr]

Rys.10. Próbkę wiórów do badań mikroskopowych.

Pomiar parametrów chropowatości Ra, Rq, Rz wewnętrznej powierzchni otworów.



Rys. 12. Pomiar chropowatości na Perthometerze 52 firmy Mahr.



Wnioski

W tej części należy umieścić główne wnioski z prowadzonych badań w okresie sprawozdawczym.
Można zaprezentować je w formie treści, jak również jako listę wypunktowaną.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

1. ADAMSKI Włodzimierz., *Adjustment and Implementation of CAD/CAM Systems Being Used in Polish Aviation Industry - XXII Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems Model Based Manufacturing 14-17 March 2011.*
2. Ostrowski Robert. *Pomiar oporów skrawania przy wierceniu stopów Mg i Al.* Seminarium naukowe zespołów badawczych Zb1, ZB2, ZB5 - 01.06.2011 Wydział mechaniczny Politechniki Łódzkiej.

Publikacje

1. ADAMSKI Włodzimierz., *Zasady stosowania i pracy z systemami CAD/CAM w światowym przemyśle lotniczym.* Mechanik, 83, 11, 2010, pp.874-876.
2. ADAMSKI Włodzimierz., *Adjustment and Implementation of CAD/CAM Systems Being Used in Polish Aviation Industry* Journal of Machine Engineering Vol.10, No 3, 2010, Technical University, Wrocław, March 2011.
3. ADAMSKI Włodzimierz., *Zasady stosowania i pracy z systemami CAD/CAM w światowym przemyśle lotniczym*

Prace mgr. dr. hab.

Prace inżynierskie obronione:

- Lemańczyk Jan - „Kształtowanie ubytkowe zaawansowanych stopów Al. i Mg stosowanych w lotnictwie i motoryzacji” – dr hab. inż. prof. P.Rz. Romana Śliwa

Prace magisterskie planowane

- Lemańczyk Jan “Wpływ geometrii ostrza na delaminacje warstw przy kształtowaniu ubytkowym kompozytów” – dr hab. inż. prof. P.Rz. Romana Śliwa