

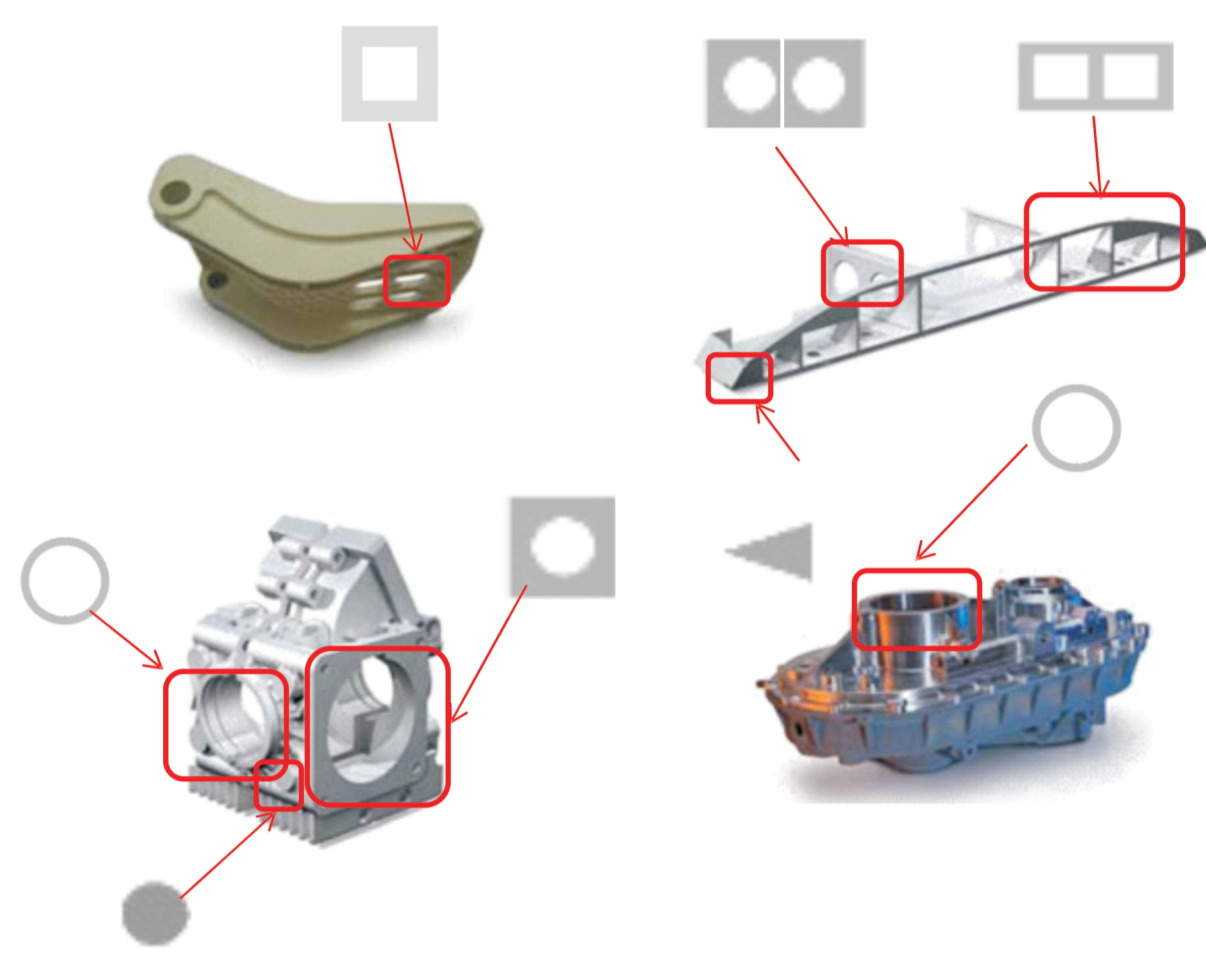
Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

Wyniki badań

Zastosowanie metod RP w procesie projektowania procesów kształtowania plastycznego części konstrukcji

Kształtowanie plastyczne stopów magnezu w procesie kucia elementów konstrukcji lotniczych o złożonej geometrii



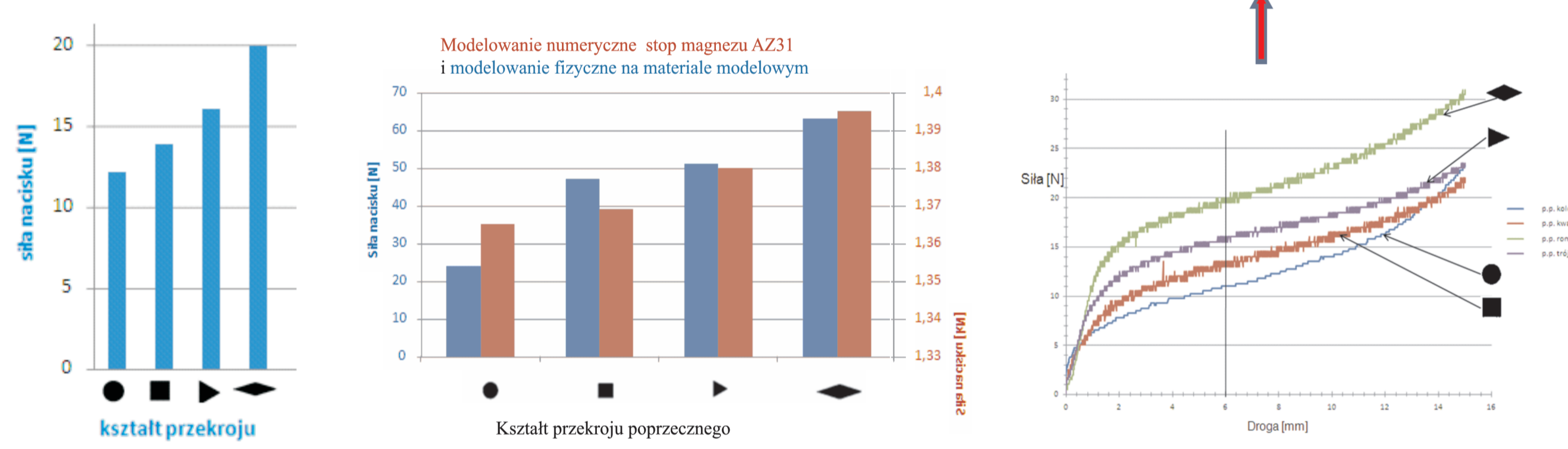
Studium złożoności kutej części (określenie czynników kształtu)

Na podstawie analizy wielu elementów konstrukcyjnych części kutej ze stopów Mg dokonano analizy geometrycznych przypadków podstawowych, których odpowiednie kombinacje będą podstawą określenia adekwatnych czynników kształtu.

C_{k1} – czynnik kształtu,
 O_{ob} – obwód koła opisanego na kształcie przekroju poprzecznego spęczanego wyrobu,
 O_{pp} – obwód kształtu przekroju poprzecznego spęczanego wyrobu,
 P_{pp} – pole przekroju poprzecznego spęczanego wyrobu,
 $a, b, (a_0, b_0)$ – max. i min. wymiar charakterystyczny przekroju poprzecznego wyrobu,
 S_{max}, S_{min} – max. i min. grubość ścianek przekroju poprzecznego wyrobu,
 a – max. wymiar,
 b – min. wymiar,
 g_{max} – max. wymiar gabarytowy,
 g_{min} – min. wymiar gabarytowy

Typy kształtu poprzecznego przekroju części kutej	Czynnik kształtu C_{k1}
Przekroje poprzeczne pełne i puste	$C_{k1} = \frac{O_{pp}}{O_{ob}}$
	$C_{k2} = \frac{a}{b}$
	$C_{k3} = \frac{P_{pp}}{O_{pp}}$
Przekroje poprzeczne pełne i puste o zróżnicowanej grubości ścianek	$C_{k4} = \frac{S_{min}}{S_{max}}$
Przekroje poprzeczne pełne i puste o stałej grubości ścianek	$C_{k5} = \frac{S_{min}}{S_{max}}$

Wartość sił nacisku w 25% zaawansowania procesu.



Charakterystyki wartości sił podczas spęczanie próbek z plasteliny o różnych przekrojach poprzecznych.

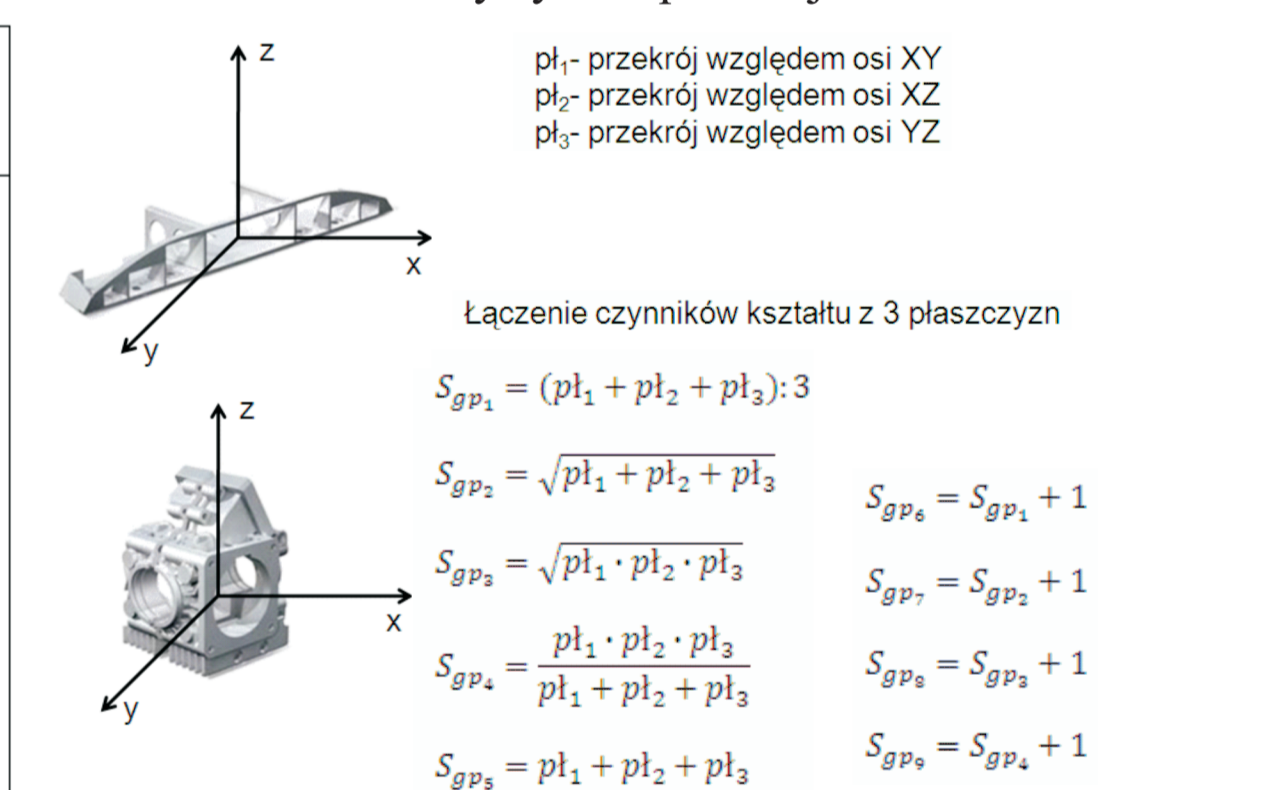
Wnioski

- Opracowano czynniki kształtu uwzględniające cechy charakterystyczne kształtu przekroju poprzecznego mających wpływ na wartości siły kształtowania plastycznego.
- Opracowano propozycje łączenia czynników kształtu z 3 płaszczyzn.

Studium złożoności kutej części (określenie czynników kształtu)

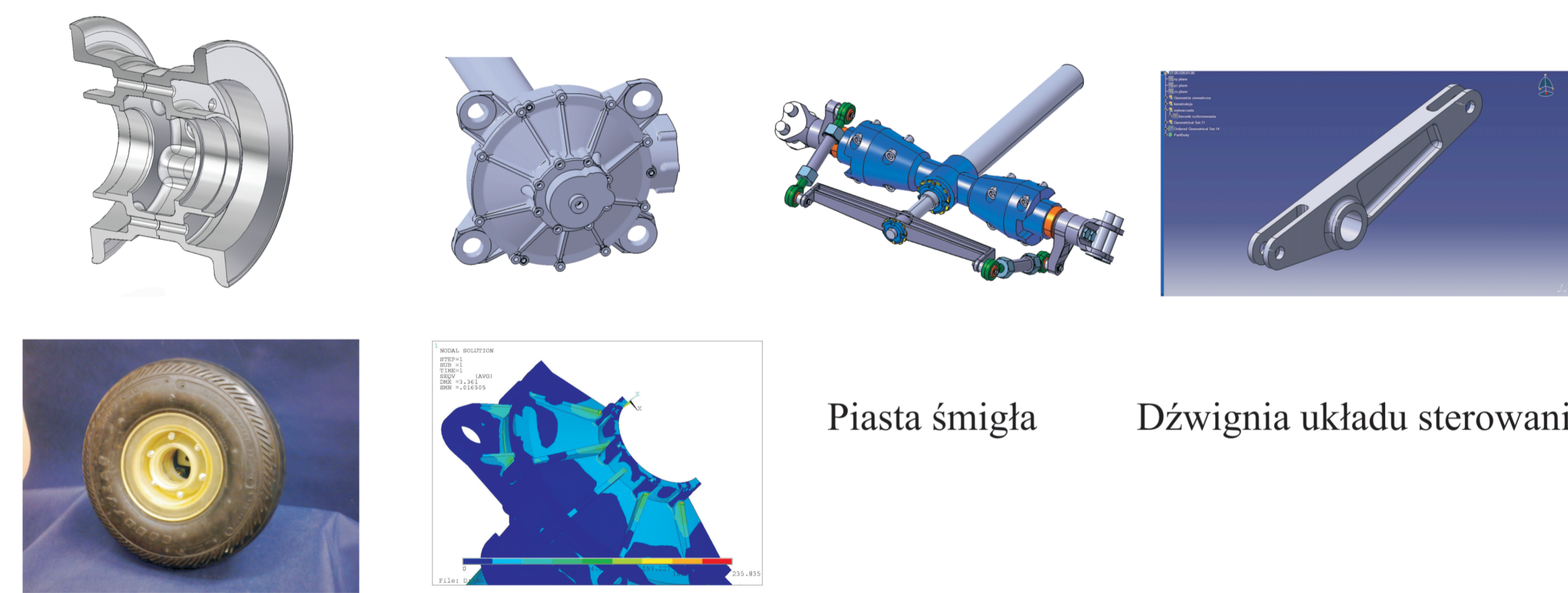
Elementy w kształcie przekroju poprzecznego	Czynnik kształtu C_{k1}	Propozycja uwzględnienia czynników kształtu w wzorze
	$C_{k1} = \frac{O_{pp}}{O_{ob}}$	$F_1 = F_1 \cdot (C_{k1} \dots C_{k5})$
	$C_{k2} = \frac{a}{b}$	$F_2 = F_2 \cdot C_{k2}$
	$C_{k3} = \frac{P_{pp}}{O_{pp}}$	$F_3 = F_3 \cdot C_{k3} + 1$
	$C_{k4} = \frac{S_{min}}{S_{max}}$	$F_4 = F_4 \cdot C_{k4} \dots C_{k5}$
	$C_{k5} = \frac{S_{min}}{S_{max}}$	$F_5 = F_5 \cdot C_{k5} \dots C_{k5}$

Charakterystyczne przekroje



Wyniki badań

- opracowano projekt techniczny koła 5.00-5 do wykonania ze stopów magnezu do przeróbki plastycznej
- wykonano obliczenia wytrzymałościowe optymalizacyjne w/w koła
- opracowano projekt techniczny korpusu przekładni głównej dla małych śmigłowców ze stopów magnezu do przeróbki plastycznej
- wykonano obliczenia wytrzymałościowe optymalizacyjne w/w korpusu
- opracowano projekt techniczny dźwigni układu sterowania wykonanej ze stopów magnezu do przeróbki plastycznej
- opracowano projekt techniczny piasty śmigła dla samolotów bezzałogowych ze stopów magnezu do przeróbki plastycznej
- przekazano dla partnera- prz dokumentację 3d do wykonania w.w. Elementów/podzespołów w technologii rapid prototyping



Koło 5.00-5 Korpus przekładni Piasta śmigła Dźwignia układu sterowania

ANALIZOWANE STOPY MAGNEZU:

1/ AZ31	R02 = 160 MPa,	Rm = 240 MPa,	A = 10 %
2/ AZ61	R02 = 190 MPa,	Rm = 270 MPa,	A = 9 %
3/ AZ80	R02 = 215 MPa,	Rm = 300 MPa,	A = 8 %
4/ WE43	R02 = 160 MPa,	Rm = 260 MPa,	A = 6 %

PRACE AKTUALNIE REALIZOWANE W ZB 07

OPRACOWYWANY JEST PROGRAM BADAŃ KOŁA 5.00-5 NA ZGODNOŚĆ Z WYMAGANIAMI TSO-C26

Zgodnie z TSO-C26c należy przeprowadzić badania koła w zakresie:

- Wytrzymałość na obciążenie dopuszczalną siłą promieniową (Ppr.dop.)
- Wytrzymałość na obciążenie siłą promieniową niszczącą ($P_n = (1,5 \times Ppr.dop)$)
- Wytrzymałość na obciążenie złożone dopuszczalne (Pzl.dop)
- Wytrzymałość na obciążenie złożone niszczące ($P_{zl} = (1,5 \times P_{zl.dop})$)
- Obciążenie ciśnieniem w oponie (3, 3.5, 4 x pnom)
- Toczenie pod obciążeniem (1000 mil)

Wnioski

- Wykonane zostaną detale/podzespoły do badań z wybranych stopów magnezu (AZ 61, AZ 80)
- Planowane wykonanie detali we współpracy z Zakładem Obróbki Plastycznej w Świdniku i Kuźnią Ladish w Stalowej Woli. Wykonawca powinien być również wdrażającym rezultaty projektu
- Wykonane zostaną detale/podzespoły tylko w technologiach Rapid Prototyping i zostaną poddane dalszym badaniom

Wyniki badań

Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)

Badania realizowane są w oparciu o przeprowadzoną inwentaryzację zapotrzebowania przedsiębiorstw Doliny Lotniczej

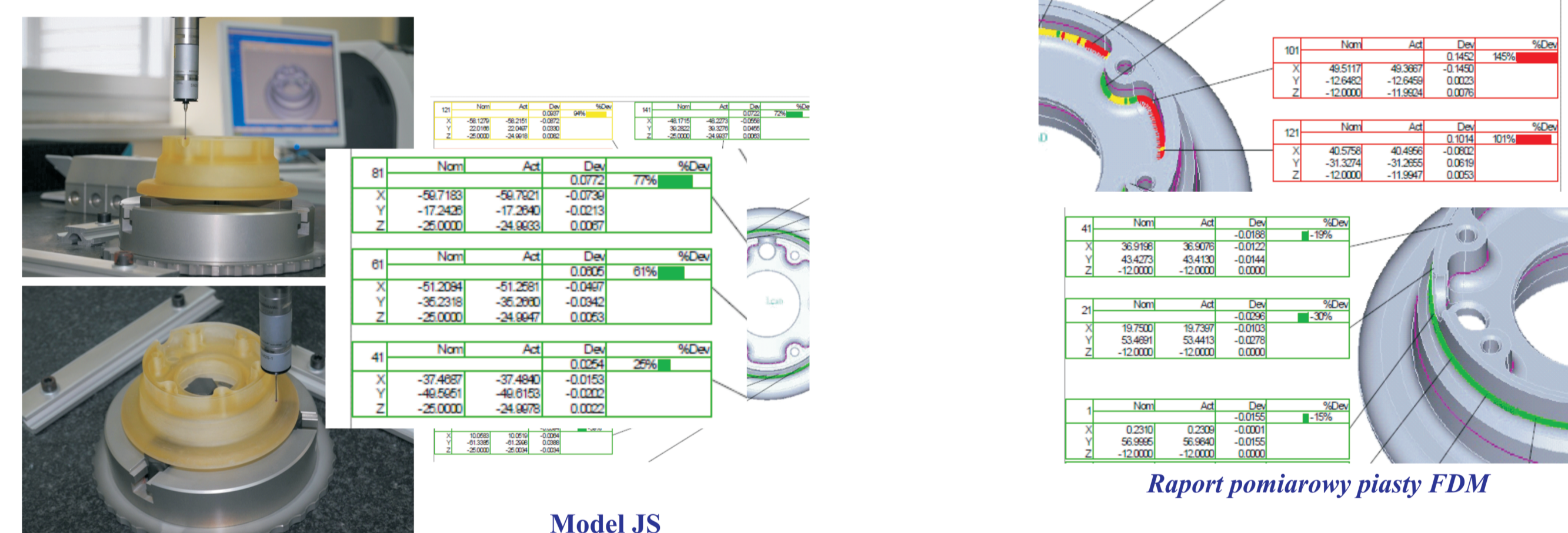
Opracowane i poddawane badaniom elementy konstrukcji lotniczych:

- piasta samolotu,
- korpus piasty śmigła samolotu,
- dźwignia układu sterowania śmigłowca.

- Ocena dokładności pomiarowej oraz jakości powierzchni dla wykonanych prototypów piasty koła samolotu - JS, SLA, FDM.
- Analiza rozkładu naprężeń w piastce koła samolotu z wykorzystaniem elastooptyki (metoda światła odbitego) oraz MES - obciążenie ciśnieniem w oponie.
- Wykonanie modeli znormalizowanych próbek do badań zmęczeniowych techniką JS, SLA, FDM przy zachowaniu określonych parametrów procesu RP.
- Opracowanie technologii i wykonanie modeli JS i FDM korpusu piasty śmigła samolotu i dźwigni układu sterowania śmigłowca.

RP – szybkie prototypowanie (z j.ang. Rapid Prototyping), JS – (z j.ang. Jetting Systems) – nadruk żywicy i polimerizacja światłem UV, SLA – stereolitografia (z j.ang. Stereolithography) – polimerizacja żywicy wiązki lasera małej mocy, FDM – (z j.ang. Fused Deposition Modeling) – modelowanie z wykorzystaniem tworzywa termoplastycznego

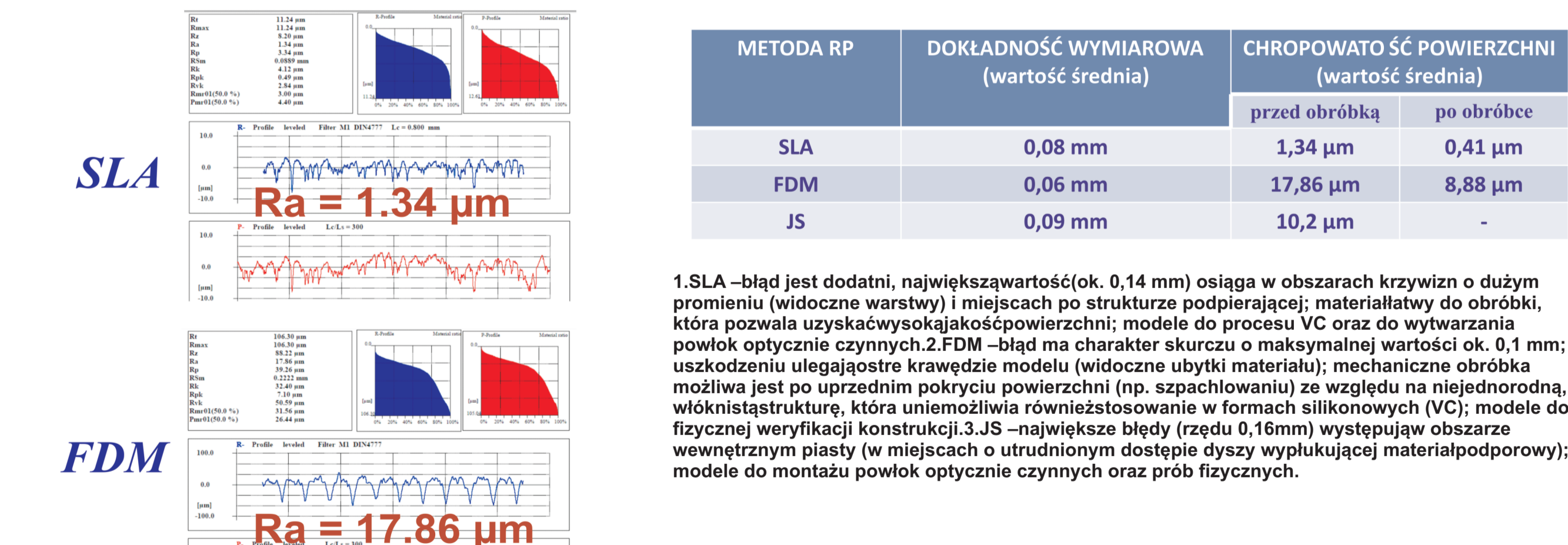
Współrzędnościowe pomiary modeli RP



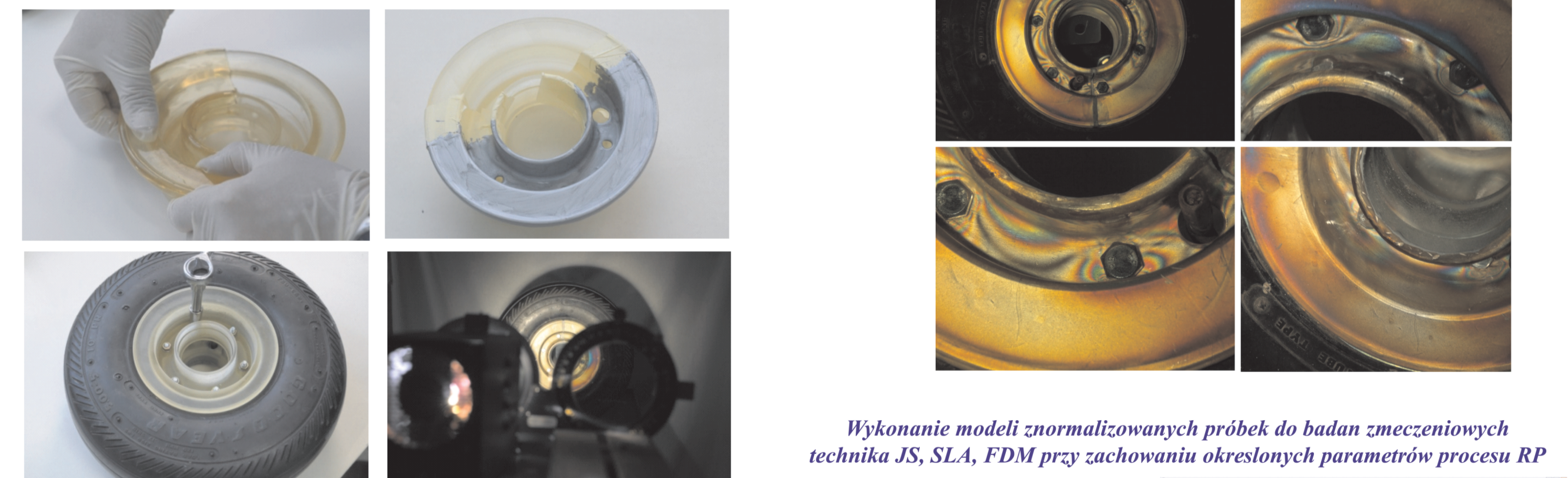
Pomiary chropowatości powierzchni



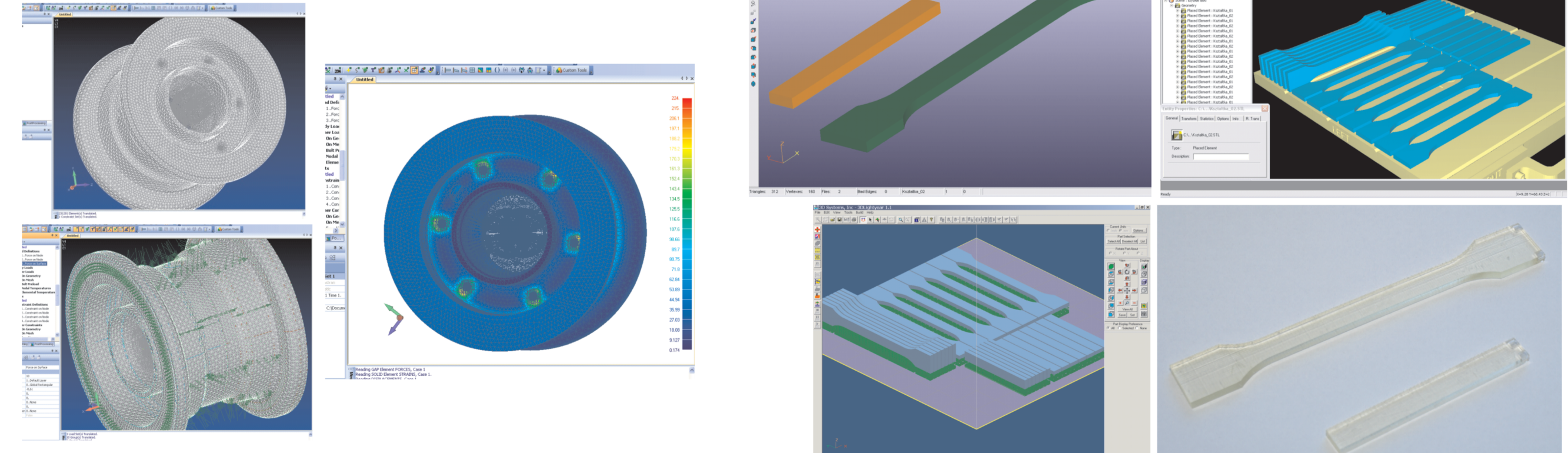
Raporty z pomiarów chropowatości powierzchni



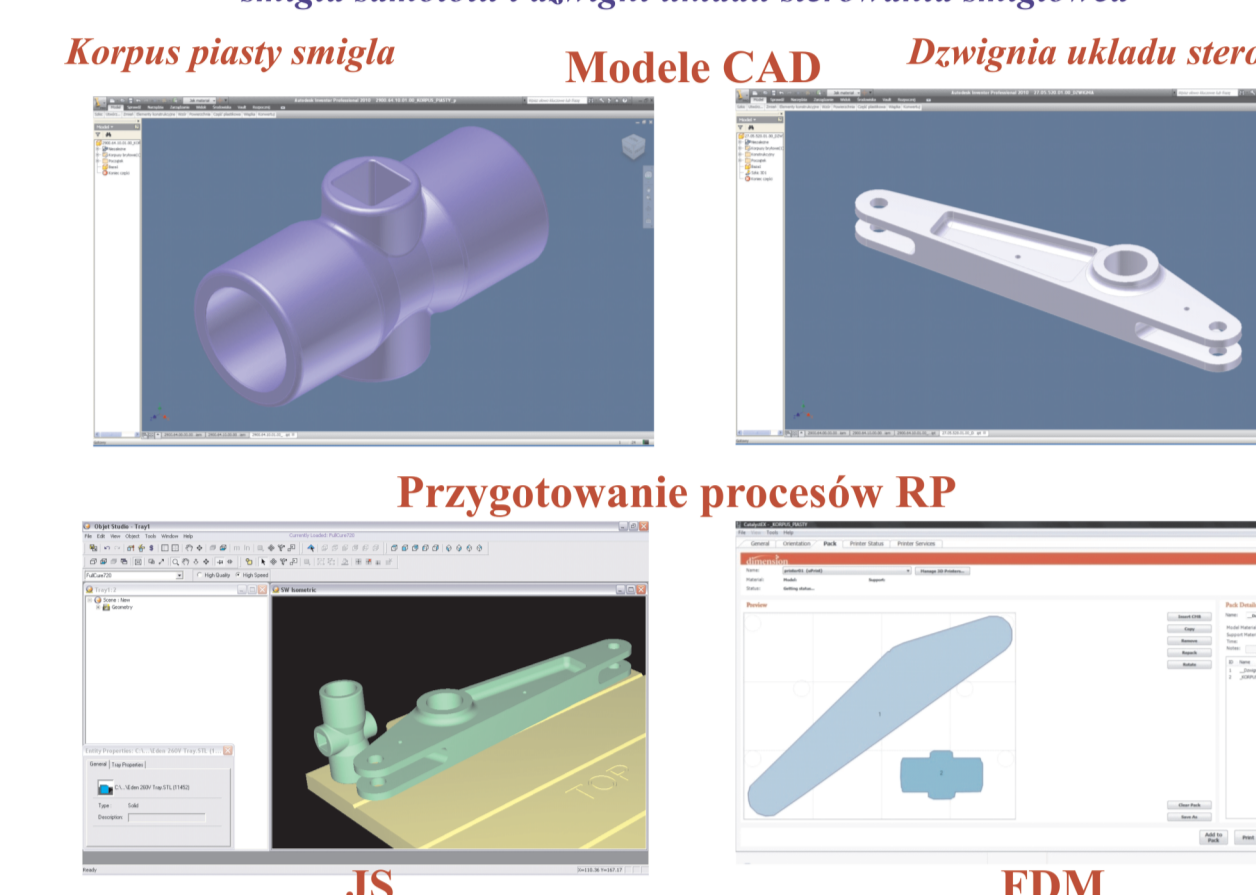
Modele do analizy rozkładu naprężeń metoda elastooptyki



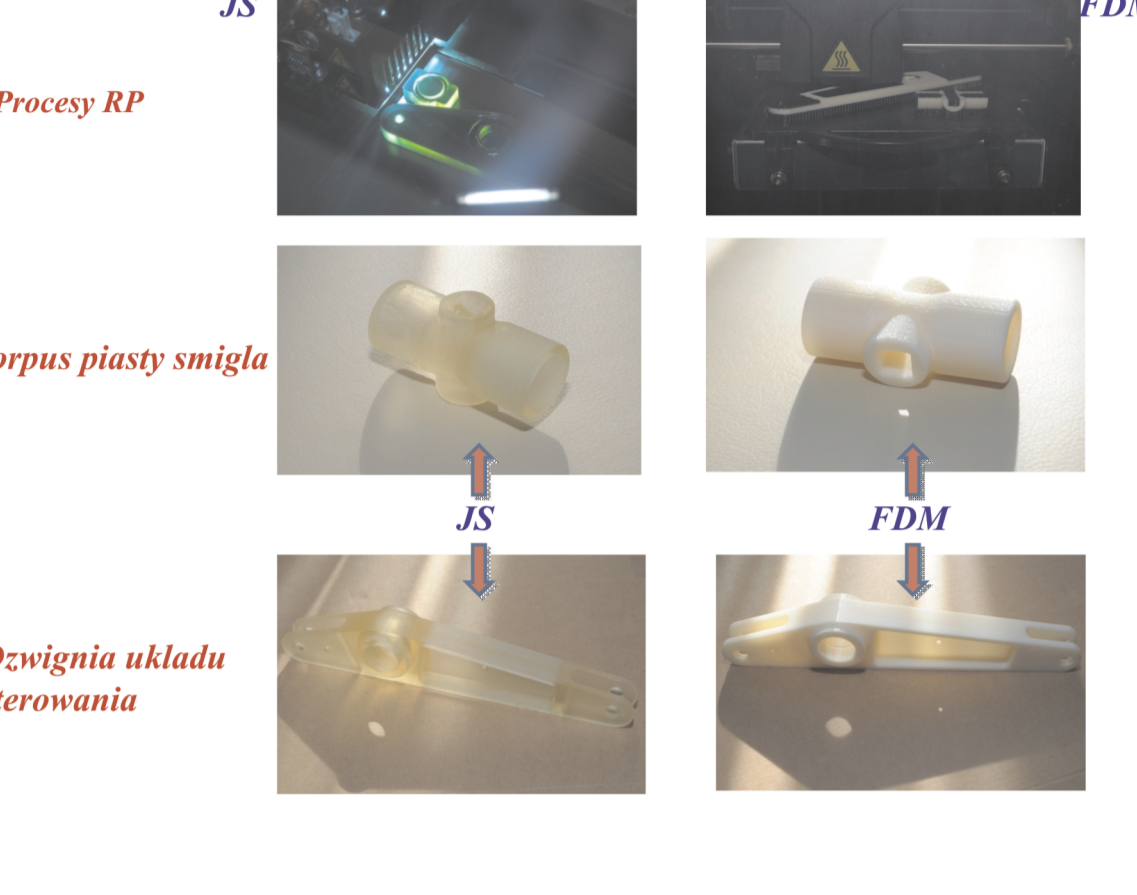
Analiza rozkładu naprężeń MES



Opracowanie technologii i wykonanie modeli JS i FDM korpusu piasty śmigła samolotu i dźwigni układu sterowania śmigłowca



Wykonanie prototypów JS i FDM piasty i dźwigni



Wnioski

- Analizowane metody cechują zróżnicowaną dokładność wymiarową i jakość uzyskiwanych w danym procesie powierzchni.
- Różne rodzaje błędów, ich wielkość oraz obszary występowania pozwalają na dobór techniki do wykonania danej części lotniczej oraz przeprowadzenia przewidzianych dla niej badań własności mechanicznych pod kątem możliwości zastosowania plastycznego kształtowania materiału docelowego – lotniczego stopu magnezu.
- Celem minimalizacji błędów modeli fizycznych niezbędny jest dobór adekwatnych parametrów procesu przetwarzania danych numerycznych dla konkretnych elementów konstrukcji lotniczych.
- Opracowane wyniki i wnioski z przeprowadzonych badań pozwalają złożyć plan pracy na kolejne kwartaly br.

PLAN DALSZYCH BADAŃ:

- wykonanie badań zmęczeniowych przygotowanych próbek RP oraz analiza wyników,
- opracowanie technologii analizy rozkładu naprężeń metodą fizyczną (elastooptyka oraz numeryczną (MES) w modelach korpusu piasty śmigła samolotu oraz dźwigni układu sterowania śmigłowca,
- badania modelu piasty koła samolotu na przygotowanym stanowisku w oparciu o uzyskane wyniki prób zmęczeniowych materiałów RP,
- badania modeli korpusu piasty śmigła oraz dźwigni układu sterowania śmigłowca z wykorzystaniem metody światła odbitego (w oparciu o opracowaną technologię).

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

- Współpraca z LADISH Stalowa Wola,
- Zakładu Obróbki Plastycznej w Świdniku,
- PZI Mielec / Skorsky Company – w trakcie realizacji i w przygotowaniu.

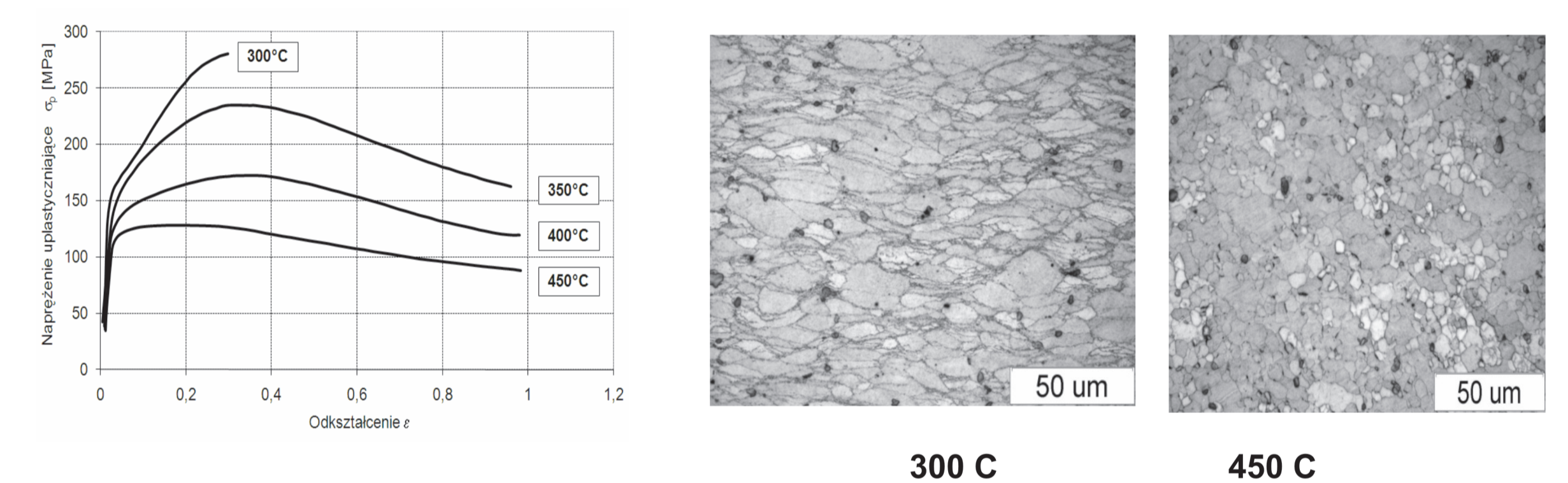
Wyniki badań

Nazwa zadania badawczego:

Badania wpływu kształtowania plastycznego na mikrostrukturę stopu WE43

Główne wnioski:

- Wykazano małą odkształcalność stopu WE43 w temperaturze do 300 C
- Początki rekrytalizacji występują w temperaturze 350 C
- Stop WE43 wykazuje stabilność właściwości do 200 C

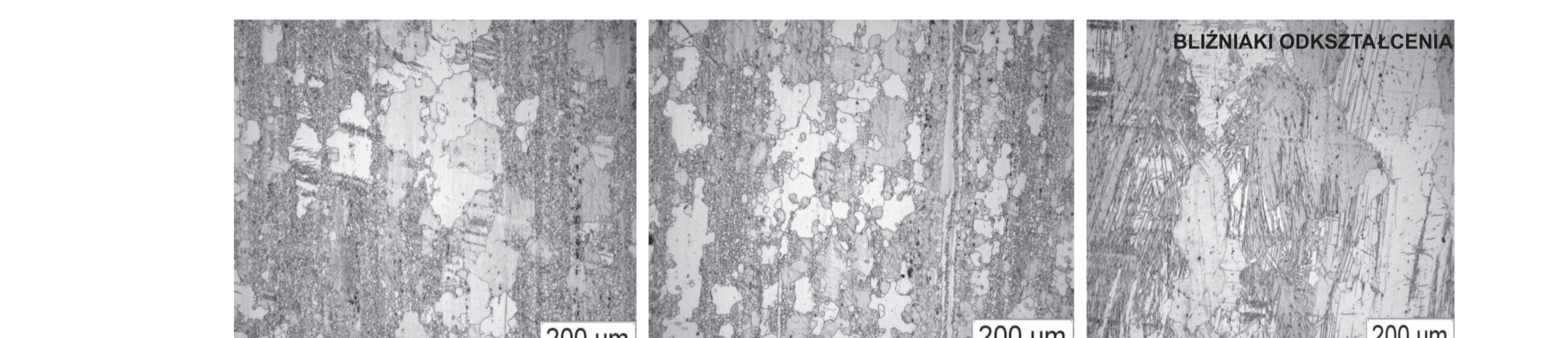


Nazwa zadania badawczego:

Badania wpływu kształtowania wyciskaniem mikrostrukturę stopu AZ31

Główne wnioski:

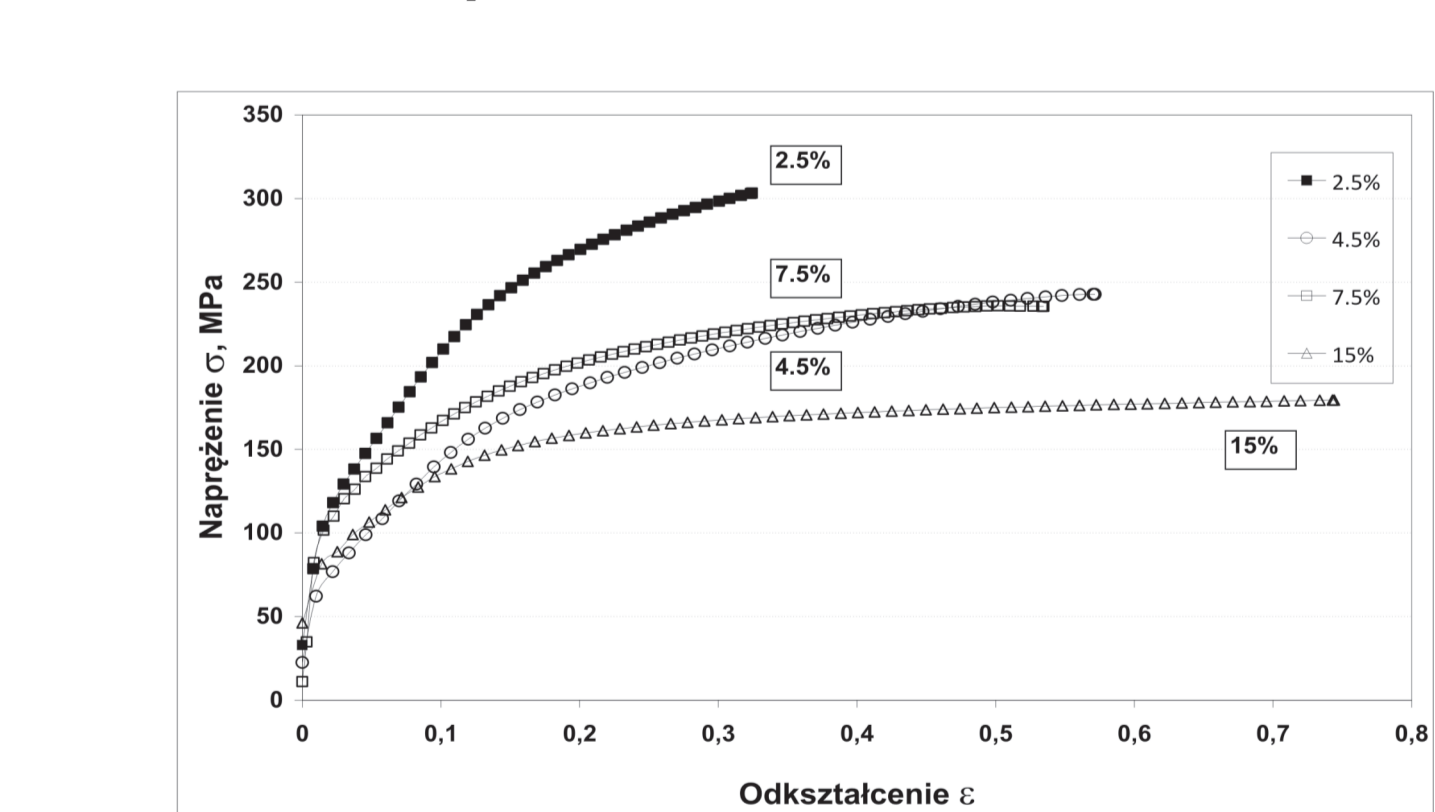
- Wykazano, że warstwa przypowierzchniowa i środkowa próbki oprócz ziaren zrekrystalizowanych występują zrna pierwotnie niezrekrytalizowane.
- Stwierdzono większe rozdrobnienie struktury prętów o średnicy 20 mm w porównaniu do mikrostruktury prętów o średnicy 36 mm.



Nazwa zadania badawczego:

Badania plastyczności stopu Mg-Li

- Określono wpływ dodatku Li na plastyczność i mikrostrukturę
- Wykazano możliwość kształtowania stopu Mg-Li w temp. otoczenia



Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- Bernaczek J., Śliwa R.E., Budzik G., Dziubek T., „The Rapid Prototyping of aircraft wheel hub model with the use of techniques JS, SLA, FDM”, 37th European Kones 2011, Kraków 4 – 7 września 2011
- Bernaczek J., Śliwa R.E., Budzik G., Kudasiak T., Kowalski W., „Development of models for the physical and numerical analysis of stress distribution in the aircraft wheel hub”, The International „Conference Supply on the wings”, 2 – 4 listopada Frankfurt / Main – Germany

Publikacje

- Bernaczek J., Śliwa R.E.: „Computational methods in the SLA and FDM techniques in the process of production of an aircraft wheel hub prototype”, Computer Methods in Materials Science Journal - Informatyka w Technologii Materiałów, Vol. 1, 2011, No. 2, Wydawnictwo Naukowe Akapit, KRAKOW 2011,

Prace mgr, dr, hab.

Prace doktorskie

Tytuł: „Kształtowanie plastyczne stopów magnezu w procesie kucia elementów konstrukcji lotniczych w złożonej geometrii”
Autor: Mgr inż. Marta Dymek
Promotor: dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa
Status: data otwarcia – 12.01.2011r.

Tytuł: „Techniki szybkiego prototypowania w procesie projektowania i wdrażania do produkcji elementów konstrukcji lotniczych”
Autor: Mgr inż. Jacek Bernaczek
Promotor: dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa
Status: data otwarcia przewodu – 18.05.2011r.