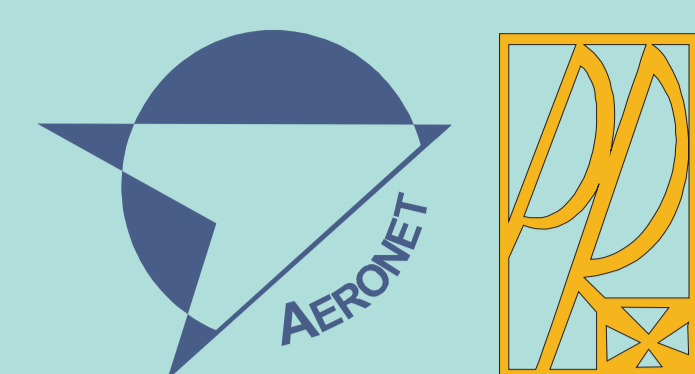


Projekt kluczowy

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



II KONFERENCJA
14-15 Grudnia 2009

ZB 7

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

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

Wyniki badań

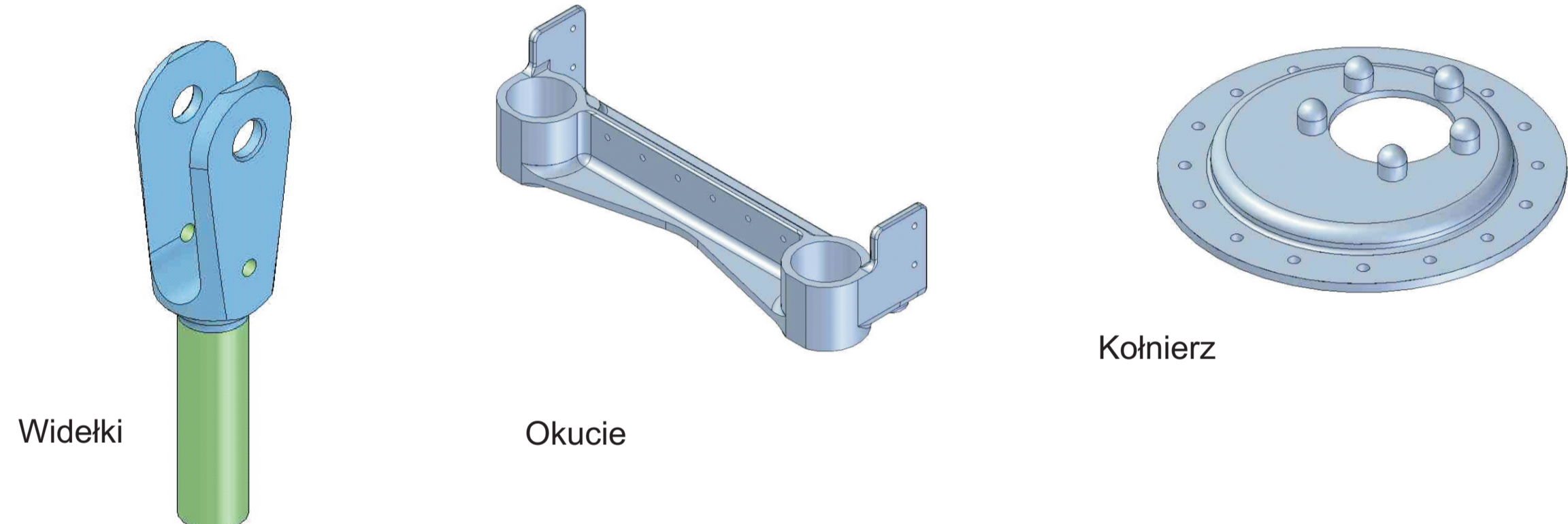
Analiza części lotniczych ze stopów Mg pod kątem możliwości wykonania ich metodami obróbki plastycznej

Cel zadania:
Wypytowanie grup części lotniczych ze stopów Mg, które można efektywnie kształtować plastycznie metodą walcowania poprzeczno-klinowego i kucia w trójsuwakowej prasie kuzniczej.

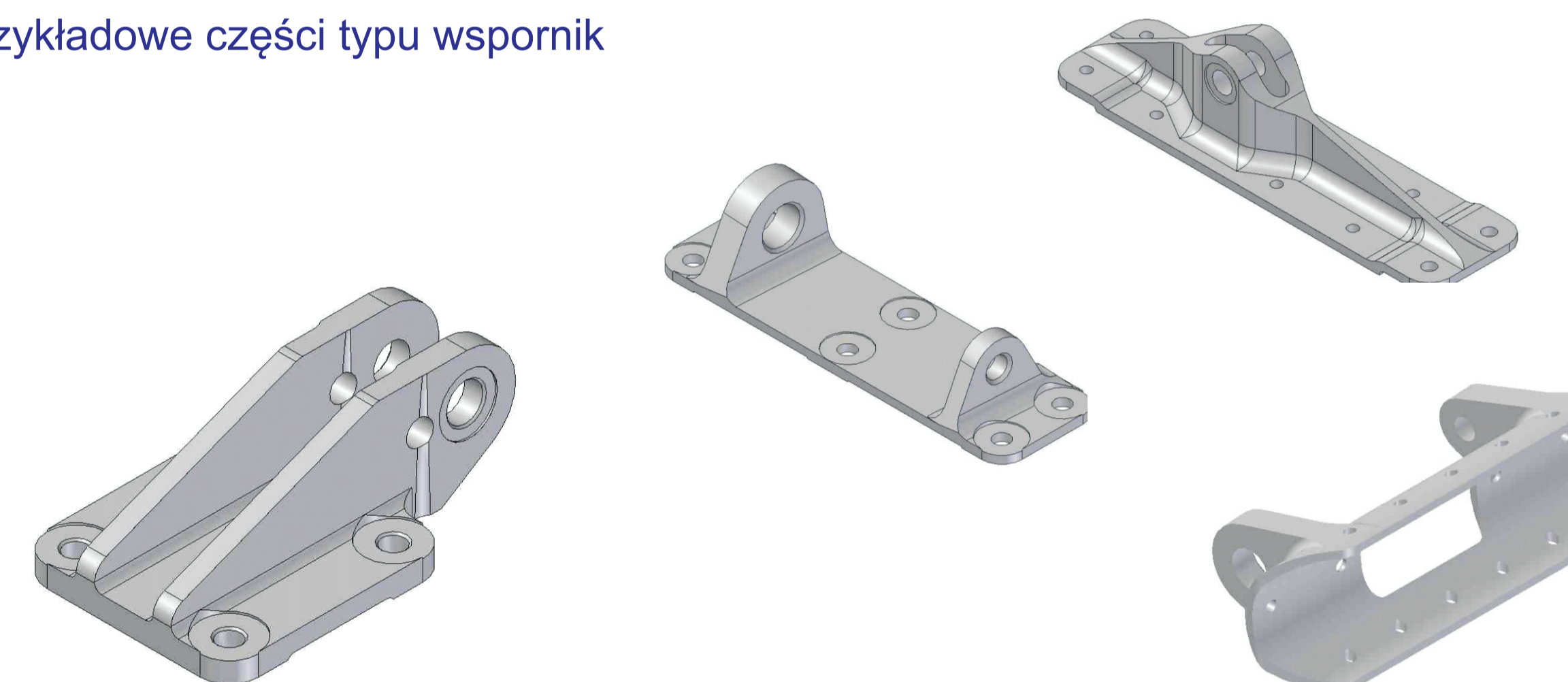
Współpraca:
Zadanie zrealizowano wspólnie z PZL Świdnik S.A.

Zakres prac:
Wykonano analizę części lotniczych ze stopów Mg, które mogą być wykonywane metodami kształtowania plastycznego.

Przykładowe części



Przykładowe części typu wspornik



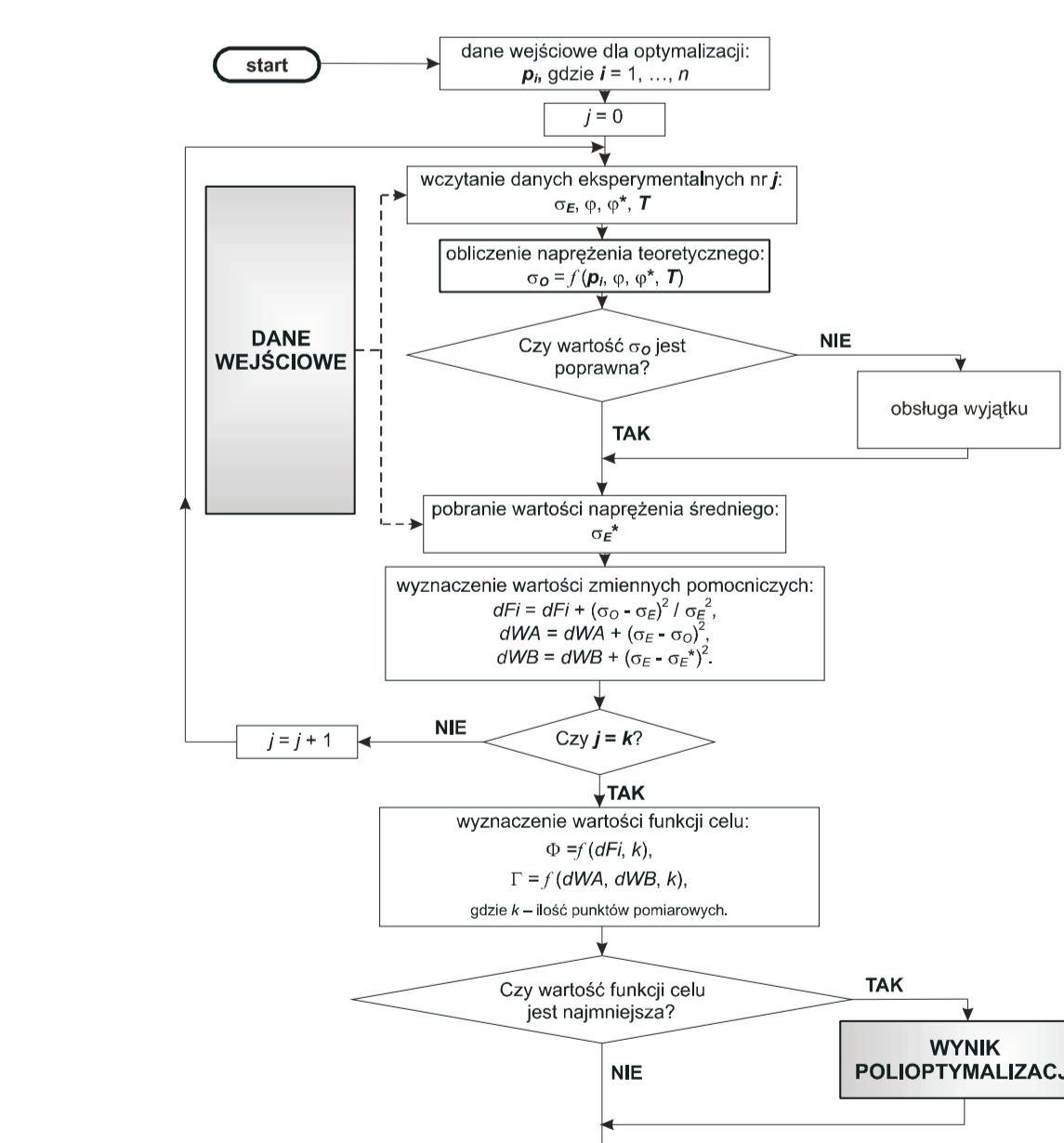
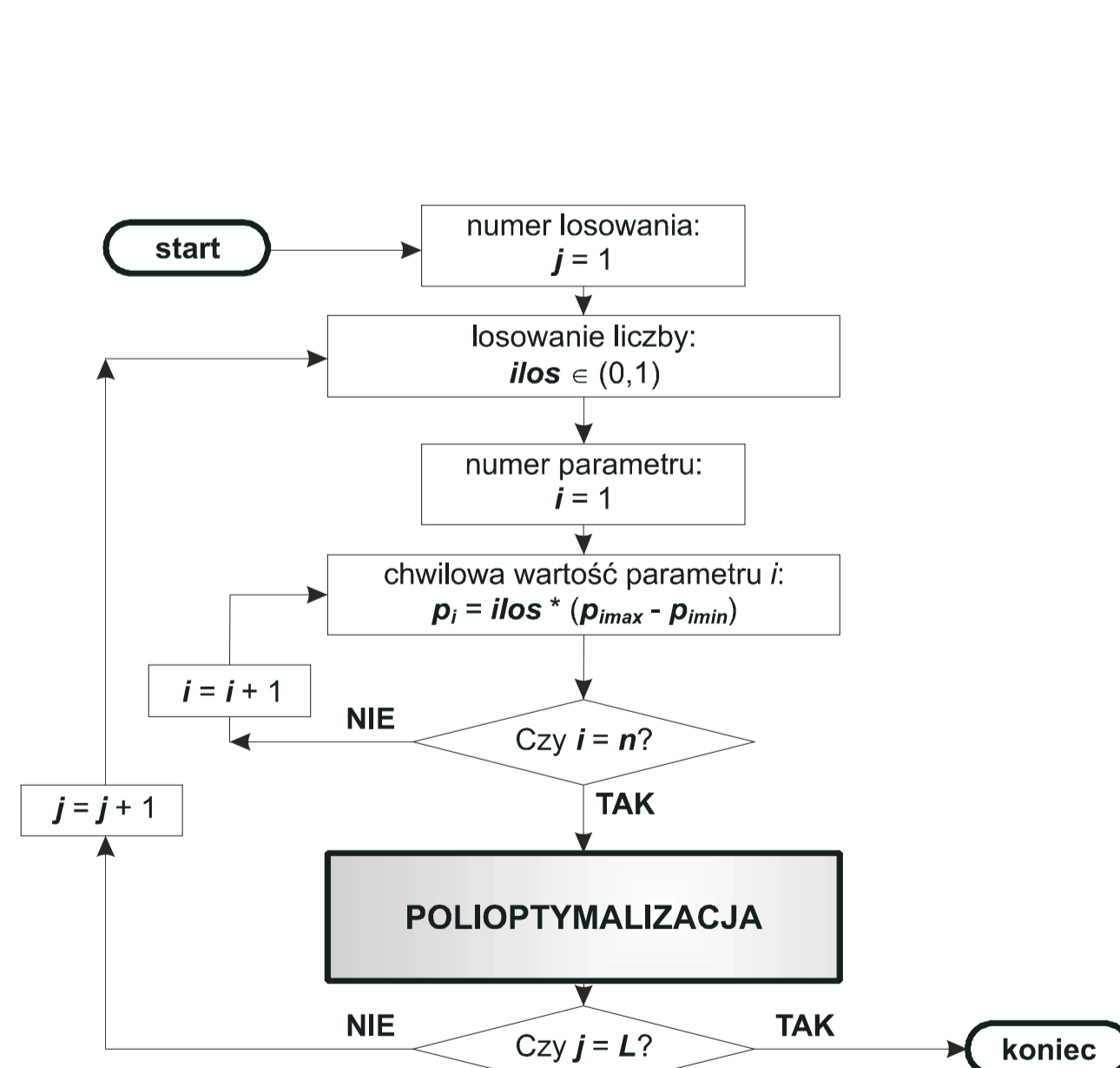
Podsumowanie:

Analiza części stosowanych do budowy śmigłowców w warunkach PZL Świdnik S.A. wykazała, że ze stopów Mg wykonywane są głównie wsporniki. Stosuje się również korpusy, kolnierze, okucia, widelki i inne. Stosowaną metodą produkcji tych elementów jest głównie odlewanie. Części te zamawiane są u dostawców zagranicznych. Celowym jest zatem podjęcie badań zmierzających do opracowania technologii wykonania części ze stopów Mg metodami obróbki plastycznej, które mogą być wdrożone w warunkach zakładu.

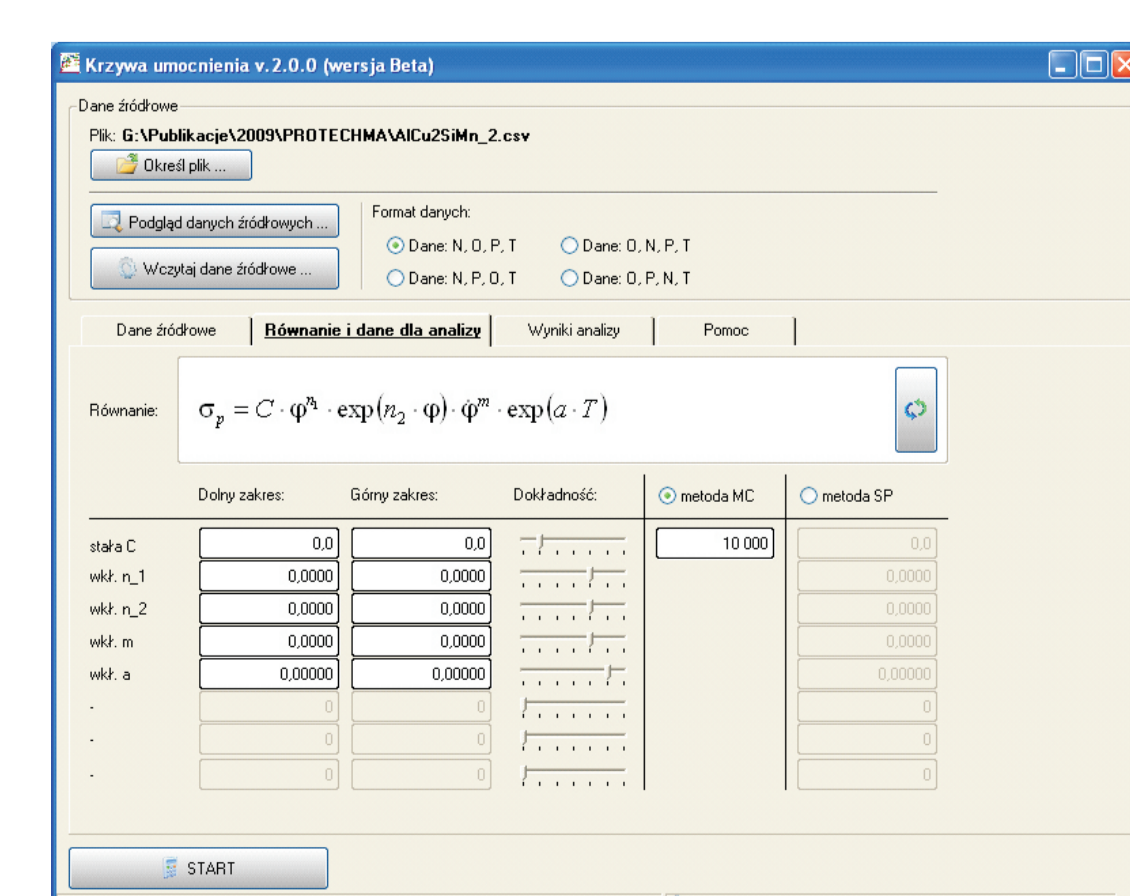
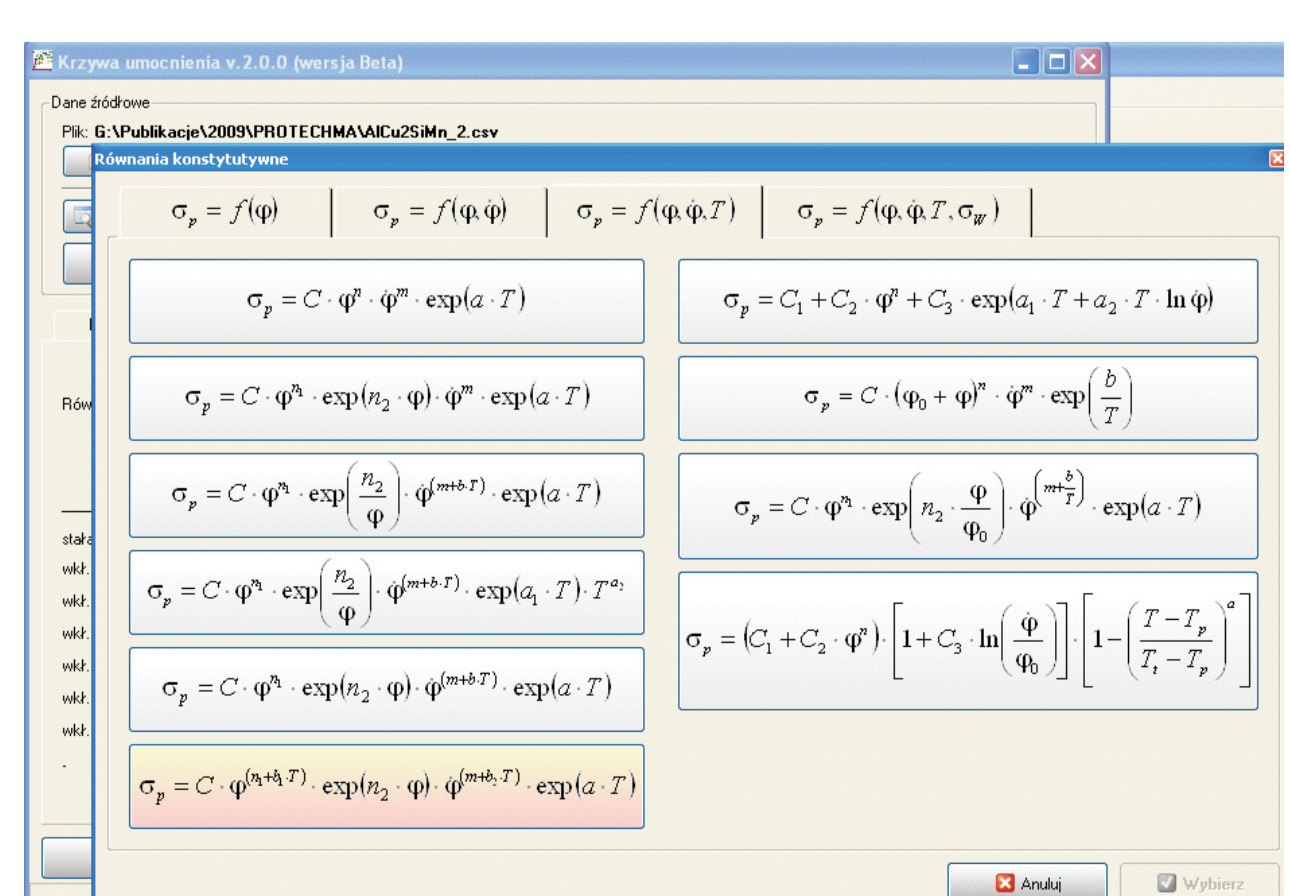
Opracowanie programu komputerowego optymalizującego funkcje opisujące wyniki badań krzywych umocnienia

Cel zadania:
Opracowanie programu komputerowego, przy użyciu którego dokonywana będzie optymalizacja funkcji opisujących krzywe naprężenie uplastyczniające – odkształcenie.

Zakres prac:
Opracowanie koncepcji programu, wybór metody optymalizacyjnej, zdefiniowanie funkcji celu, zmiennych decyzyjnych i warunków ograniczających oraz napisanie programu komputerowego



Przykładowe wyniki



Opracowanie modeli materiałowych stopów Mg na podstawie badań plastometrycznych prezentowanych w literaturze specjalistycznej

Cel zadania:
Opracowanie modeli materiałowych wybranych stopów Mg niezbędnych do rozpoczęcia symulacji numerycznych procesów kształtowania tych stopów.

Zakres prac:
Wykonano przegląd literatury specjalistycznej w zakresie badań krzywych płynięcia stopów Mg, opracowano metodykę wyznaczania równań konstytutywnych opartą na metodzie optymalizacji Monte Carlo, opracowano modele materiałowe czystego magnezu Mg99,9 oraz stopów AZ31, AZ41, AZ61, ZK50, M1.

Uzyskane wyniki

Wyznaczone równania opisujące zależność naprężeń uplastyczniających od wartości odkształcenia, prędkości odkształcenia i temperatury:
Stop AZ31

$$\sigma_p = 1247 \cdot \varphi^{0,229} \cdot \exp(-0,432 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,094} \cdot \exp(-0,0055 T)$$

$$\sigma_p = 1055 \cdot \varphi^{(0,251 - 0,000002 \cdot \dot{\varphi})} \cdot \exp(-0,58 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{(0,063 - 0,000002 \cdot T)} \cdot \exp(-0,00525 T)$$

$$\sigma_p = 26 + 1156 \cdot (\varphi + 0,001)^{0,317} \cdot \exp(-1,349 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,054} \cdot \exp(-0,0053 T)$$

Parametry mechaniczne i termiczne modelu stopu AZ31

Nazwa parametru	Wartość
Moduł sprężystości wzdłużnej	45 GPa
Współczynnik Poissona	0,35
Liniowa rozszerzalność cieplna	$2,6 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ (przy 20°C)
Przewodność cieplna	$96 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Pojemność cieplna	$1,05 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Emisyjność	0,18 (przy 20°C)
Współczynnik wymiany ciepła pomiędzy materiałem a narzędziem	$8000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Stop AZ61

$$\sigma_p = A \cdot \varepsilon^B \cdot \exp(C \cdot \varepsilon) \cdot \dot{\varepsilon}^D \cdot \exp(E \cdot T)$$

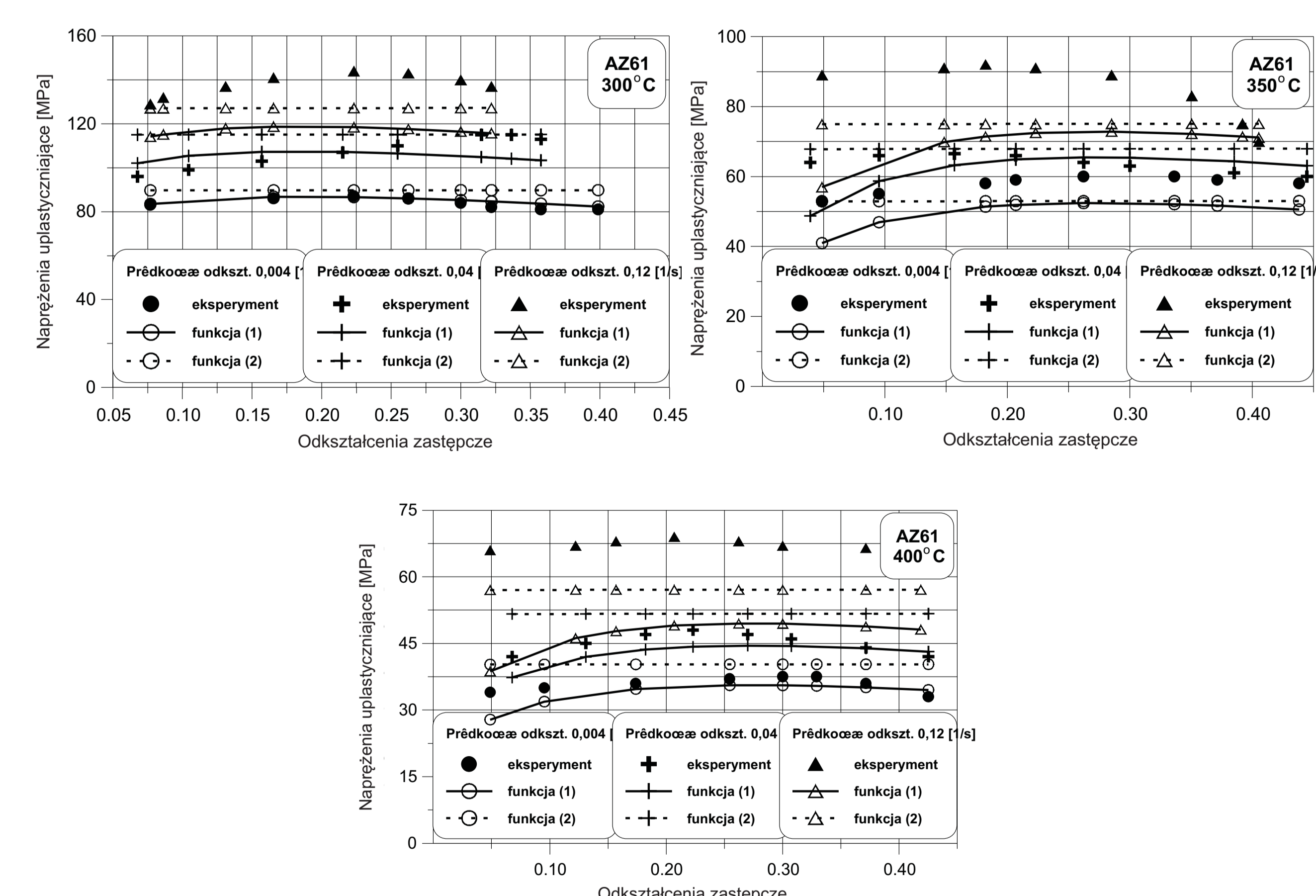
$$\sigma_p = (A + B \cdot \varepsilon^C) \cdot (1 + D \cdot \ln \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0}) \cdot (1 - \frac{T - T_r}{T_m - T_r})^E$$

$$\sigma_p = A \cdot \varepsilon^{(B+C)} \cdot \exp(D \cdot \varepsilon) \cdot \dot{\varepsilon}^{(E+F)} \cdot \exp(G \cdot T)$$

Wyznaczone wartości współczynników funkcji

Nr funkcji	A	B	C	D	E	F	G	Φ [%]
(1)	2017,3	0,1362	-0,7391	0,0919	-0,00757	-	-	1,687
(2)	97,712	148,51	0,00103	0,1226	0,1009	-	-	1,900
(3)	221,1	-1,2554	0,00436	-1,5218	0,1015	0	0	2,611

Stop AZ61



Porównanie wybranych doświadczalnych i teoretycznych (opartych na funkcji 1 i 2) krzywych płynięcia stopu AZ61 dla temperatur podanych na rysunkach

Stop AZ41 $\sigma_p = 700 \cdot \varphi^{0,1975} \cdot \exp(-0,863 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,006} \cdot \exp(-0,0049 T)$

Stop Zk50 $\sigma_p = 982 \cdot \varphi^{0,024} \cdot \exp(0,1 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,124} \cdot \exp(-0,00636 T)$

Stop M1 $\sigma_p = 920 \cdot \varphi^{0,222} \cdot \exp(0,807 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,002} \cdot \exp(-0,00711 T)$

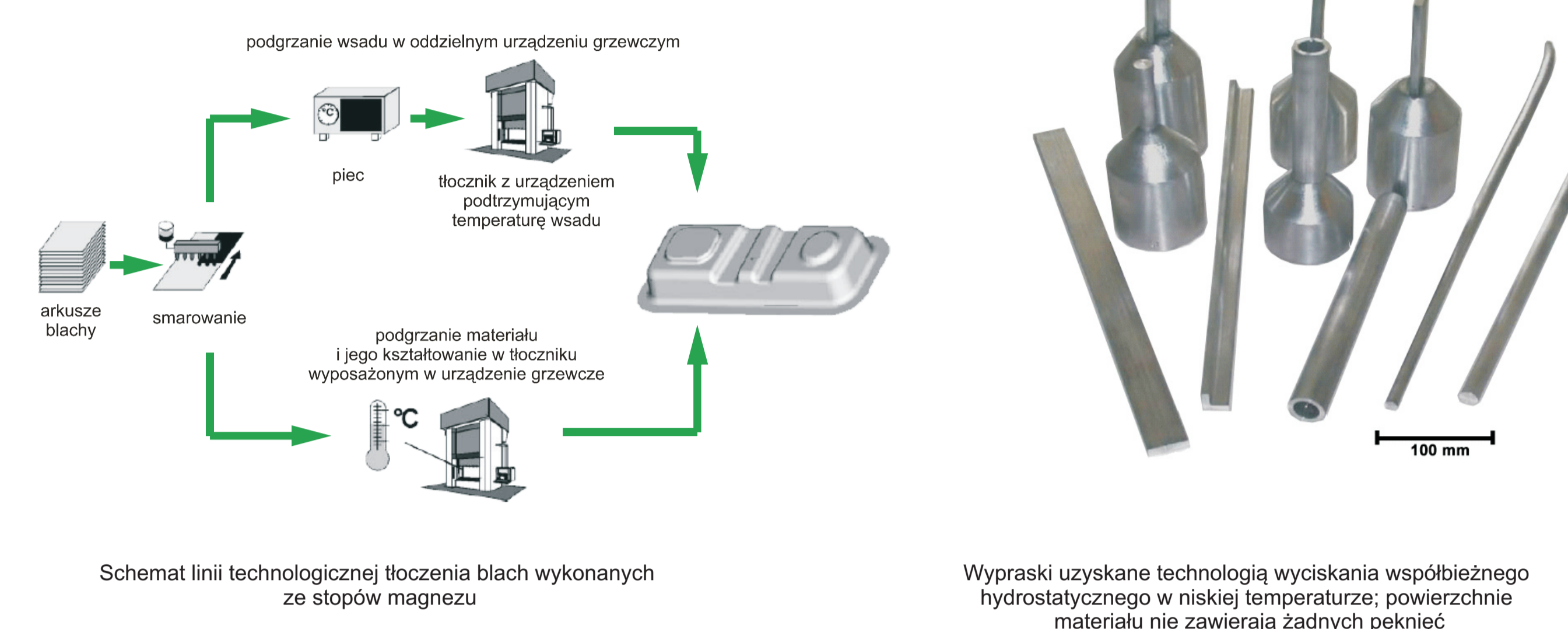
Magnez Mg99,9 $\sigma_p = 801 \cdot \varphi^{0,095} \cdot \exp(-0,411 \cdot \varphi) \cdot \dot{\varphi}^{0,133} \cdot \exp(-0,0079 T)$

Opracowanie zagadnień technologicznych kształtowania plastycznego stopów Mg

Cel zadania:
Zebranie i analiza danych prezentowanych w literaturze specjalistycznej dotyczących kształtowania plastycznego stopów Mg

Zakres prac:
Dokonano charakterystyki ogólnej magnezu i jego stopów oraz klasyfikacji stopów stosowanych do przeróbki plastycznej, scharakteryzowano parametry i stosowane narzędzia w procesach kształtowania, oraz opisano przykłady stosowanych procesów.

Przykładowe wyniki

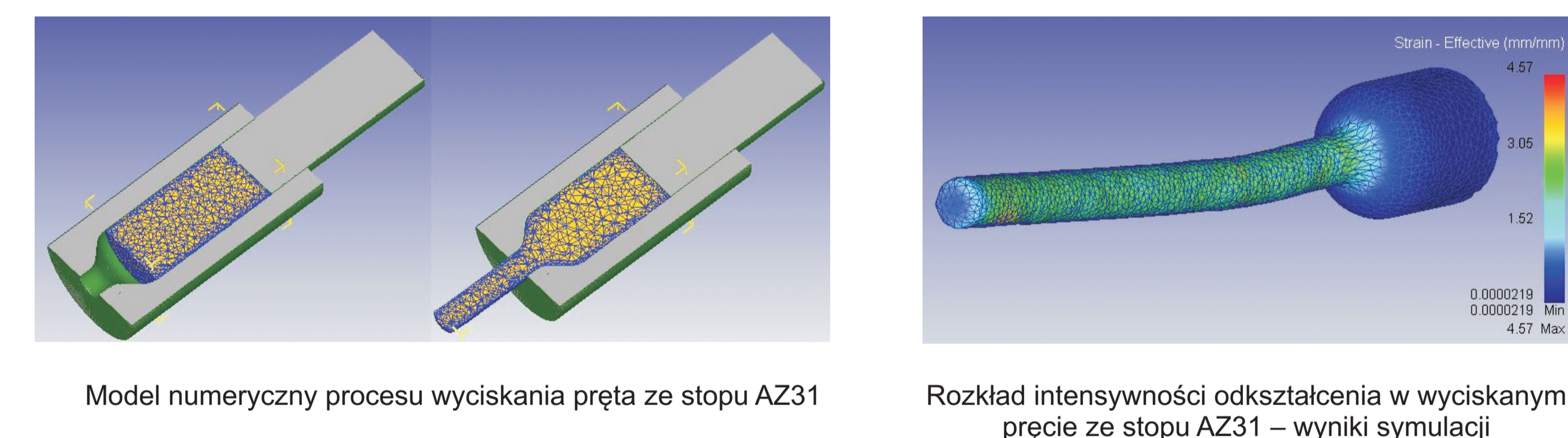


Opracowanie procesu i budowa przyrządu do wyciskania próbek do badań ze stopów Mg

Cel zadania:
Przygotowanie dokumentacji konstrukcyjnej przyrządu i opracowanie parametrów do realizacji procesów wyciskania próbek do badań ze stopów Mg.

Zakres prac:
Wykonano szereg symulacji numerycznych procesu wyciskania prętów i rur ze stopów Mg w celu określenia optymalnych parametrów procesu oraz opracowania wytycznych do zaprojektowania przyrządu do wyciskania. Na podstawie uzyskanych wyników przygotowana zostanie dokumentacja konstrukcyjna przyrządu (zadanie jest w trakcie realizacji). W dalszym etapie prac zaplanowano wykonanie przyrządu i prób doświadczalnych procesu

Przykładowe wyniki



Tematy innych zrealizowanych zadań

- Analiza stanu zagadnienia w zakresie walcowania poprzeczno-klinowego odkuwek drażonych
- Problematyka obliczeń numerycznych procesów kształtowania odkuwek w trójsuwakowej prasie kuzniczej w aspekcie zastosowania do produkcji lotniczej – analiza stanu zagadnienia
- Analiza parametrów technologicznych procesu WPK pod kątem produkcji asortymentu lotniczego
- Analiza budowy trójsuwakowej prasy kuzniczej w aspekcie jej dostosowania do produkcji lotniczej

Wskaźniki realizacji celów projektu

Konferencje

- Wszystkie poniższe publikacje były referowane na Międzynarodowej Konferencji "Forming 2009" - 9-12.09.2009 r. w Zakopanem

Publikacje

- Gontarz A., Piesiak J.: *Badanie funkcji opisujących krzywe płynięcia stopu AZ61* Hutnik - Wiadomości Hutnicze, 76 (8), 2009, str. 571 - 573
- Pater Z.: *Wstępna analiza numeryczna procesu walcowania poprzeczno-klinowego odkuwek ze stopu magnezu AZ31* Hutnik - Wiadomości Hutnicze, 76 (8), 2009, str. 641 - 643
- Samoląg G.: *Analiza numeryczna kształtowania stopu AZ31 sposobem prasowania obwiedniowego na ciepło* Hutnik - Wiadomości Hutnicze, 76 (8), 2009, str. 653 - 656
- Gontarz Z., Piesiak J.: *Krzywe płynięcia wybranych stopów magnezu*, Hutnik 2009, nr 8, str. 571-572
- Pater Z.: *Wstępna analiza procesu WPK odkuwek ze stopu magnezu AZ31*, Hutnik 2009, nr 8, p. 641-643
- Gontarz Z., Piesiak J.: *Krzywe płynięcia wybranych stopów magnezu* Międzynarodowa Konferencja - Forming 2009 - 9-12.09.2009 r. w Zakopanem, nr 8, s. 571-572
- Pater Z.: *Wstępna analiza procesu WPK odkuwek ze stopu magnezu AZ31* Międzynarodowa Konferencja - Forming 2009 - 9-12.09.2009 r. w Zakopanem, nr 8, s. 641-643