

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

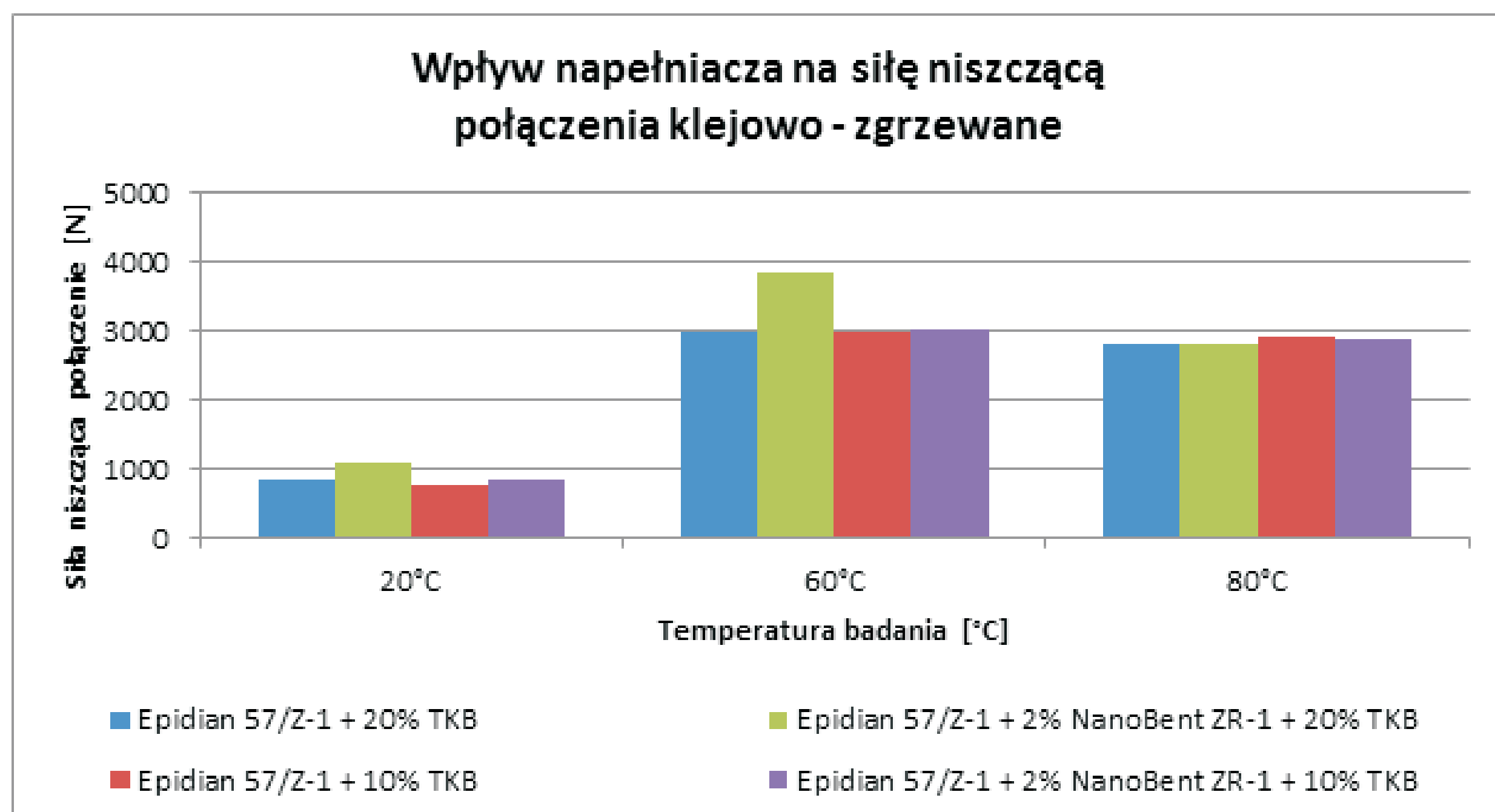
Modern material technologies in aerospace industry

Materiały kompozytowe o zwiększonej wytrzymałości i odporności termicznej z wykorzystaniem żywic polimerowych do zastosowań w lotnictwie

Composite materials of increased strength and thermal resistance with the use of polymeric resins applied in aviation

Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań Results



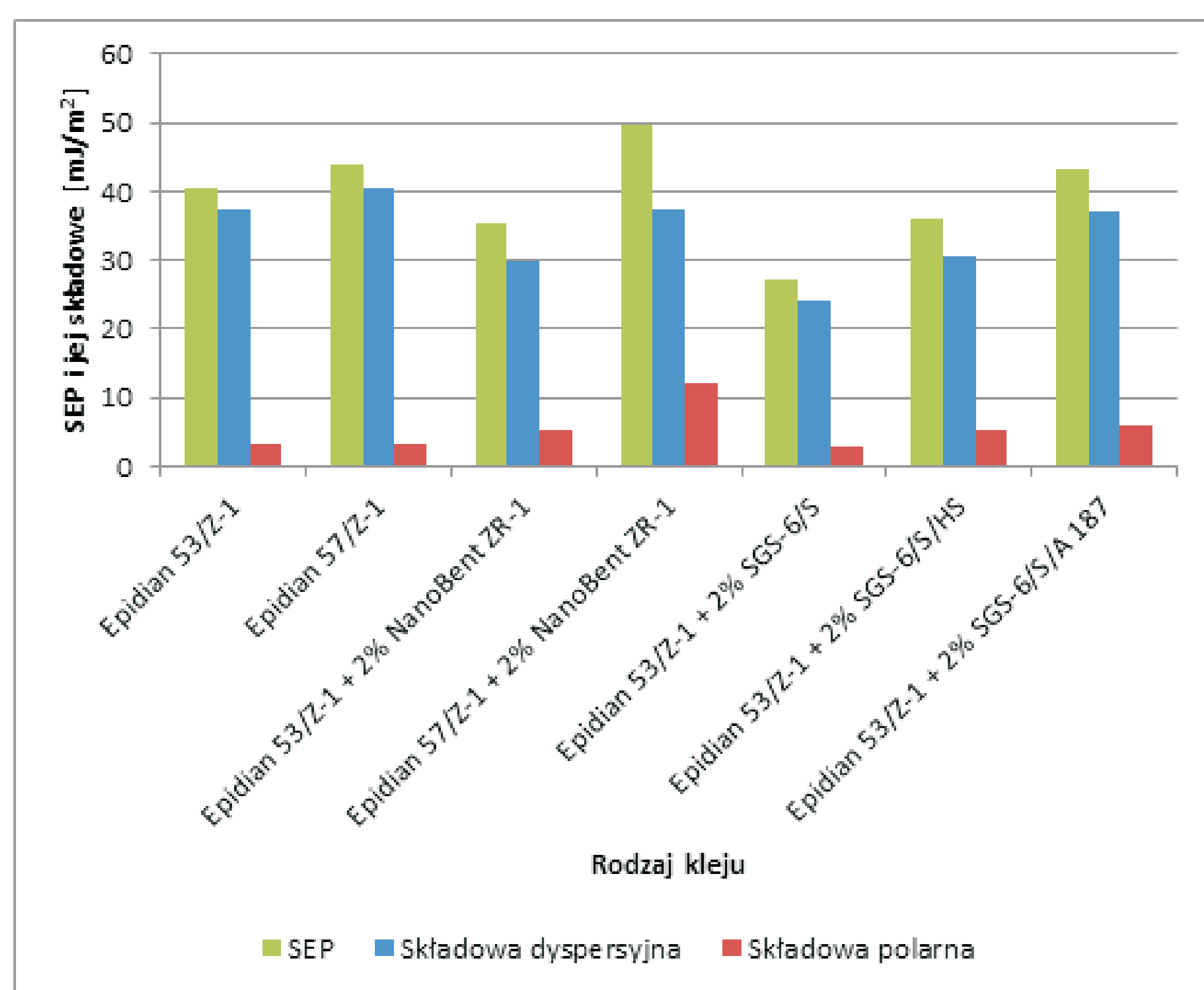
Rys.1. Wpływ napełniacza NanoBent ZR-1 oraz różnych zawartości rozcieńczalnika TKB na wartość siły niszczącej połączenia klejowo-zgrzewane, badane w podwyższonych temperaturach, na chemicznej bazie żywicy epoksydowej Epidian 57

Fig.1. Influence of NanoBent ZR-1 filler and various content of TKB solvent on the value of destructive forces of bonding-welding joints, tested in elevated temperatures, on the chemical basis of epoxy resin Epidian 57



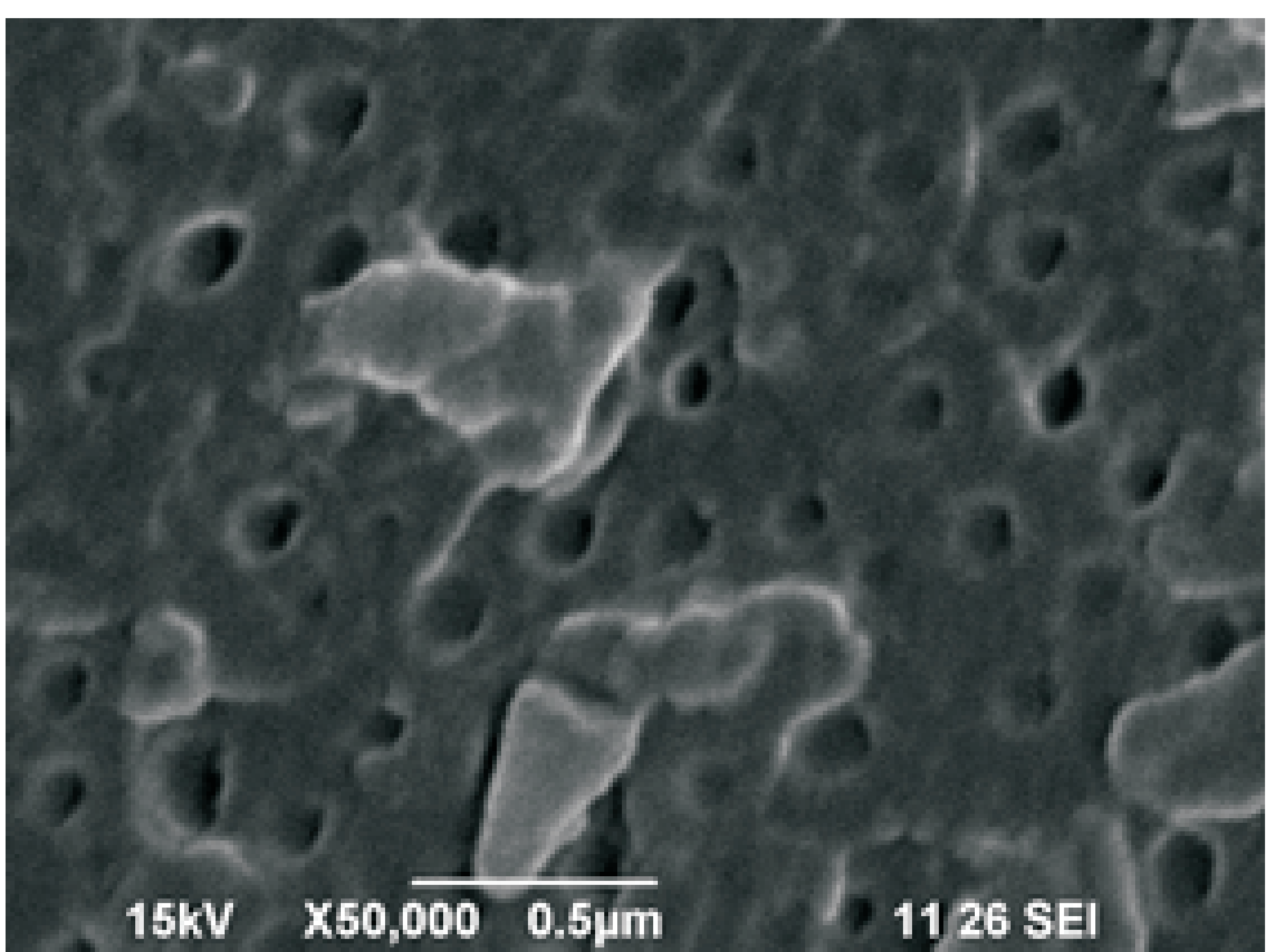
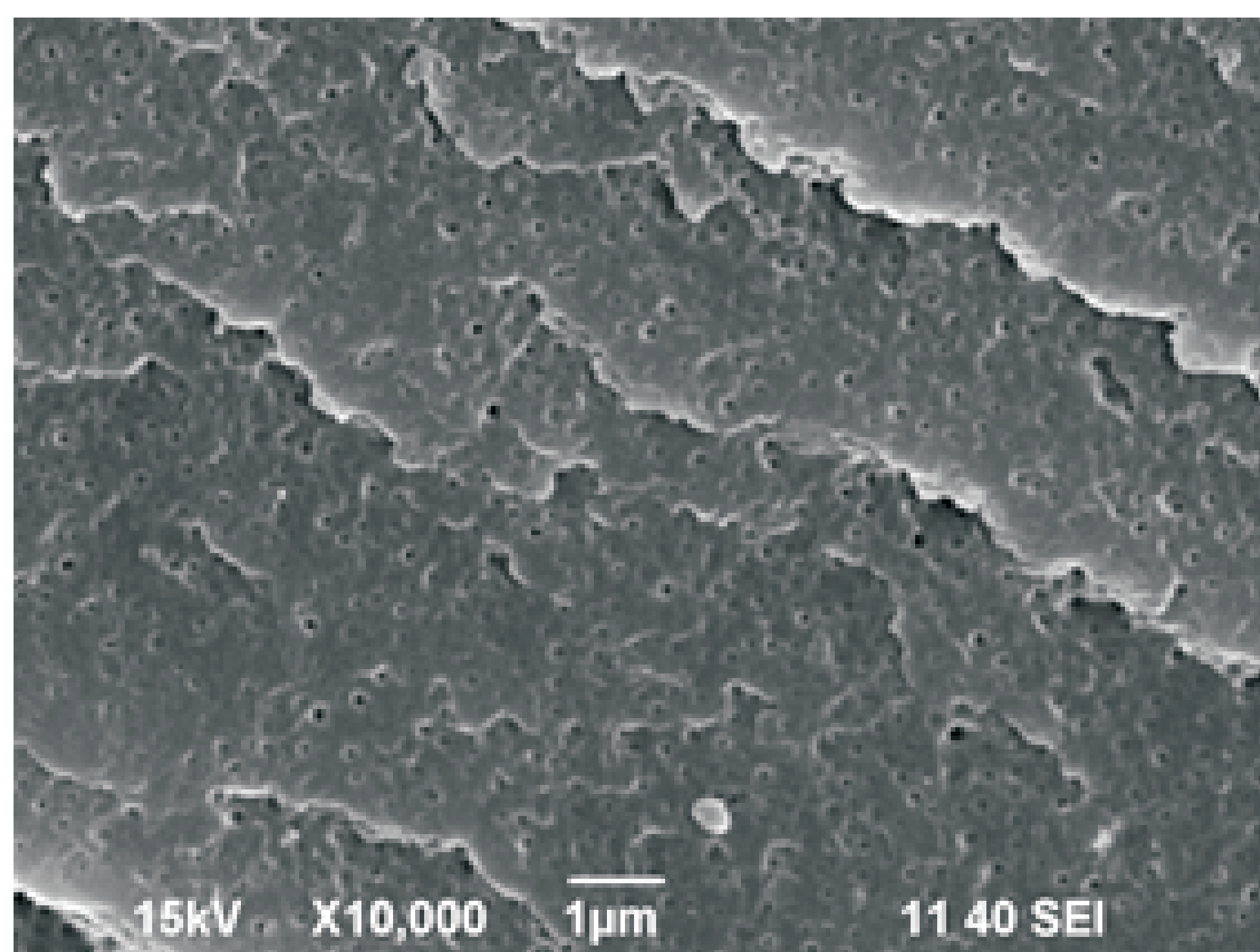
Rys.4. Wyznaczanie modułu Younga

Fig.4. Determination of the Young's modulus



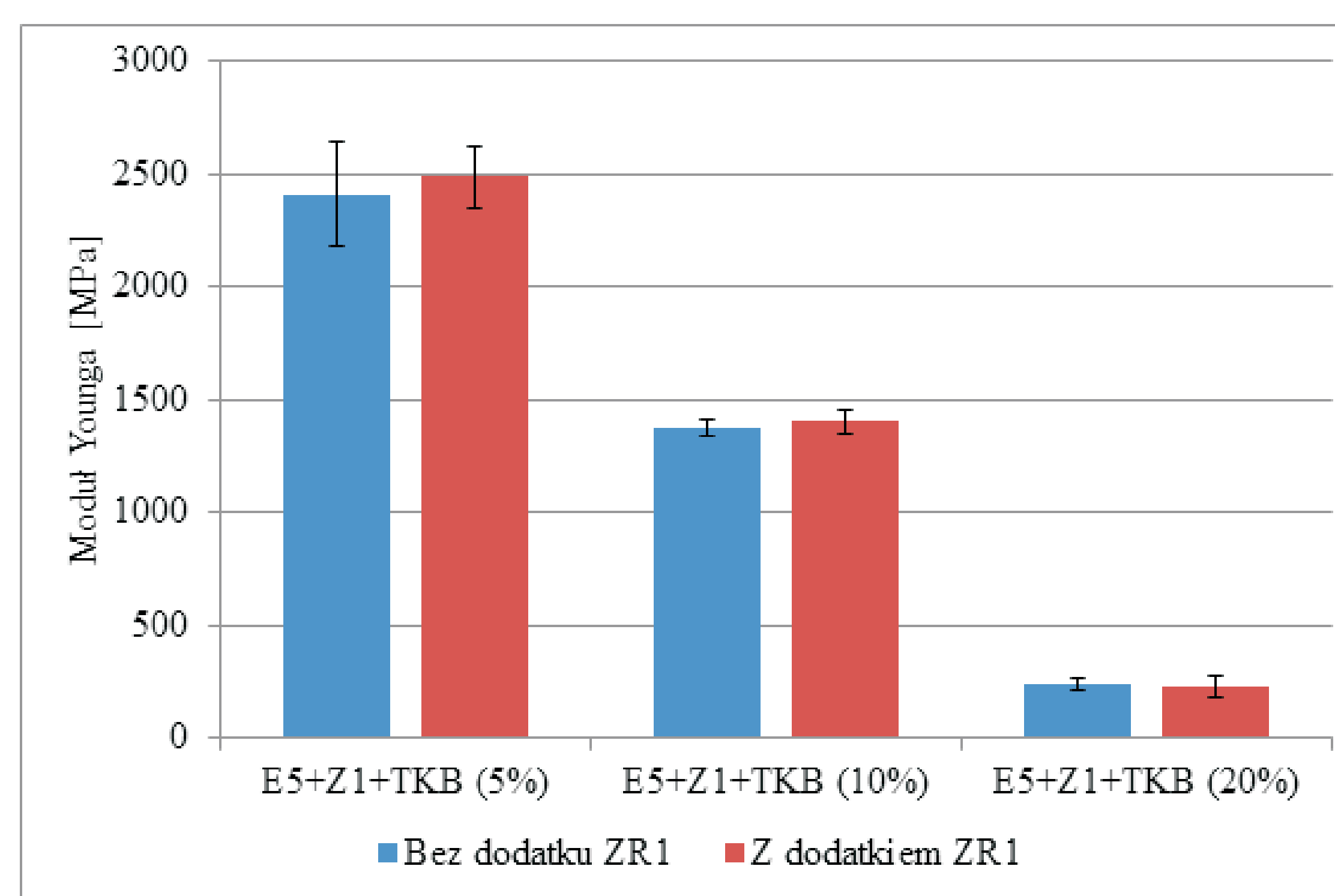
Rys.2. Swobodna energia powierzchniowa i jej składowe dla różnych modyfikowanych tworzyw epoksydowych

Fig.2. Surface free energy and its components for different modified epoxy plastics



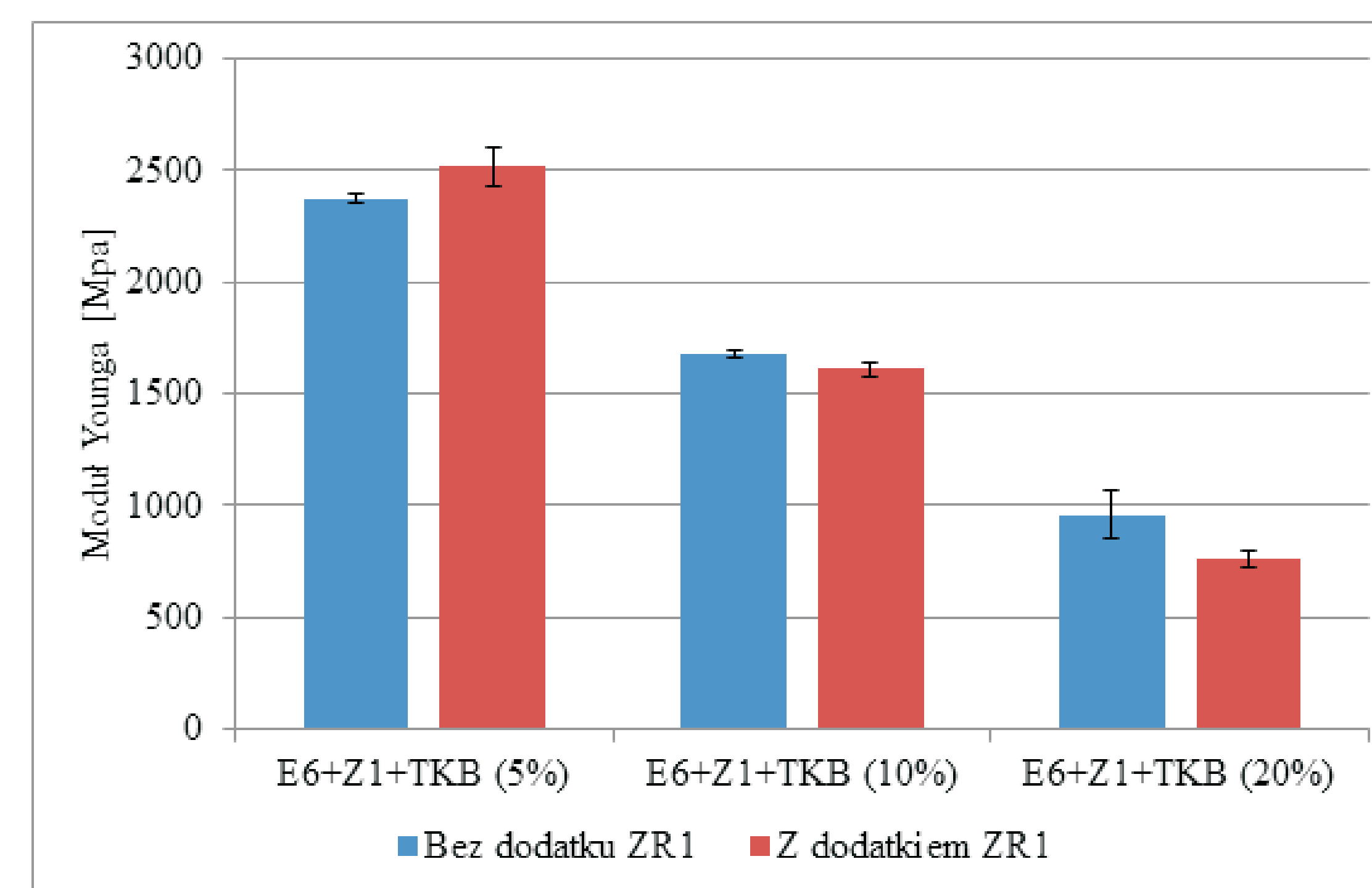
Rys.3. E57+2% NanoBent ZR-1+Z-1

Fig.3. E57+2% NanoBent ZR-1+Z-1



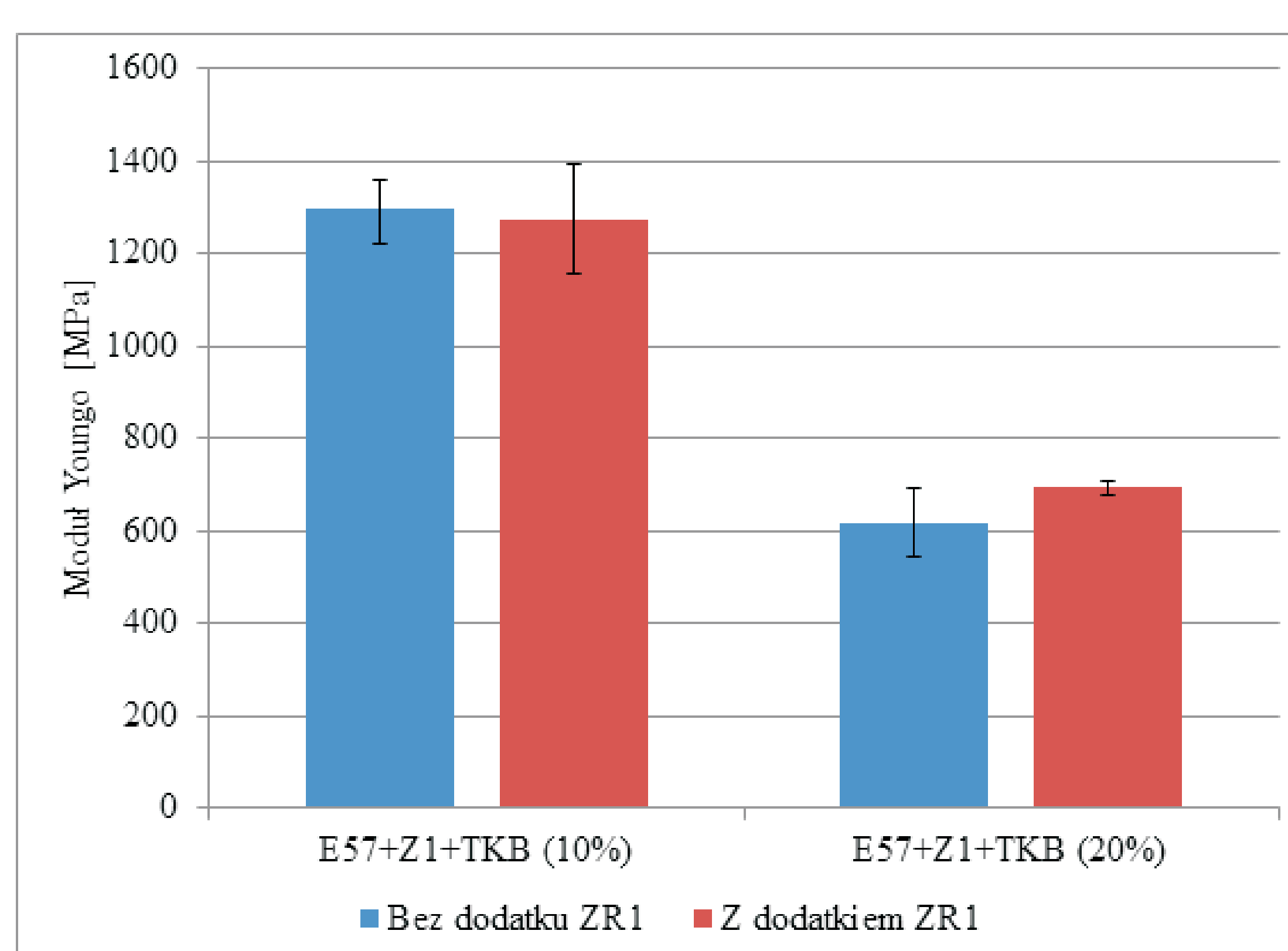
Rys.5. Wpływ napełniacza NanoBent ZR-1 oraz różnych zawartości rozcieńczalnika TKB na wartość modułu Younga żywicy epoksydowej Epidian 5

Fig.5. Influence of NanoBent ZR-1 filler and various content of TKB solvent on the value of the Young's modulus of Epidian 5 epoxy resin



Rys.6. Wpływ napełniacza NanoBent ZR-1 oraz różnych zawartości rozcieńczalnika TKB na wartość modułu Younga żywicy epoksydowej Epidian 6

Fig.6. Influence of NanoBent ZR-1 filler and various content of TKB solvent on the value of the Young's modulus of Epidian 6 epoxy resin



Rys.7. Wpływ napełniacza NanoBent ZR-1 oraz różnych zawartości rozcieńczalnika TKB na wartość modułu Younga żywicy epoksydowej Epidian 57

Fig.7. Influence of NanoBent ZR-1 filler and various content of TKB solvent on the value of the Young's modulus of Epidian 57 epoxy resin

Wnioski Conclusions

- Największy wpływ na siłę niszczącą połączenia klejowo-zgrzewane zanotowano dla kleju epoksydowego Epidian 57/Z-1 + 2% NanoBent ZR-1 + 20% TKB w porównaniu z klejem niemodyfikowanym w temperaturach badań 20°C oraz 60°C. Wzrost w obu przypadkach wyniósł ok. 30%.
- Dla połączeń klejowo-zgrzewanych na chemicznej bazie żywicy epoksydowej Epidian 57 badanych w temperaturze 80°C nie odnotowano istotnego wpływu napełniacza NanoBent ZR-1 oraz wpływu zawartości rozcieńczalnika TKB na siłę niszczącą połączenia klejowo-zgrzewane.
- Wszystkie analizowane kleje charakteryzują się wyższymi wartościami siły niszczącej połączenia w temperaturze 60°C oraz 80°C w porównaniu z połączeniami badanymi w temperaturze otoczenia.
- Udział oddziaływań dyspersyjnych (określonych za pomocą składowej dyspersyjnej) dla wszystkich modyfikowanych i niemodyfikowanych klejów epoksydowych jest znacznie większy niż oddziaływań polarnych (określonych za pomocą składowej polarnej). Wprowadzone do żywic epoksydowych napełniacze wpływają na zmniejszenie zakresu oddziaływań dyspersyjnych.
- W przypadku żywicy epoksydowej Epidian 57 dodatek napełniacza NanoBent ZR-1 wpływa na poprawę właściwości adhezyjnych w porównaniu z tworzywem niemodyfikowanym. Dla tego przypadku uzyskujemy ponad 20% wzrost wartości swobodnej energii powierzchniowej oraz wzrost udziału oddziaływań polarnych.
- Stwierdzono istotny wpływ stężenia rozcieńczalnika TKB na wartość modułu Younga klejów na bazie żywic epoksydowych 5, 6 oraz 57.

- The highest influence on destructive force of bonding-welding joints was noticed for the epoxy adhesive Epidian 57/Z-1 + 2% NanoBent ZR-1 + 20% TKB in comparison with unmodified adhesive in the testing temperature of 20°C and 60°C. Increase for both cases approximates about 30%.
- For bonding-welding joints on the chemical basis of epoxy resin Epidian 57 tested in temperature of 80°C the influence of NanoBent ZR-1 was not observed.
- All analysed adhesives are characterized by higher values of destructive force in temperature of 60°C and 80°C in comparison with joints tested in room temperature.
- Participation of dispersive interactions (defined using dispersive component) for all modified and unmodified epoxy adhesives is significantly higher than polar interactions (defined using polar component). Introduced to epoxy resin fillers influence on the reduction of range of dispersive interactions.
- In case of epoxy resin Epidian 57 addition of NanoBent ZR-1 filler causes the improvement of adhesive properties in comparison with unmodified plastics. For this case increase over 20% of surface free energy was noticed the same as the increase of polar interactions.
- The significant impact of TKB solvent concentration on Young's modulus of adhesives based on Epidian 5, 6 and 57 epoxy resins was observed.

Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

- Klejenie elementów nośnych statków powietrznych.
- Klejenie elementów sterowania statków powietrznych.
- Hermetyzacja statków powietrznych.
- Bonding of aircraft's bearing elements.
- Bonding of steering elements of aircrafts.
- Airtight aircrafts.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym Collaboration with aviation industry

W pierwszym półroczu 2014 roku współpracowano z zakładami:

- PZL Świdnik S.A. AgustaWestland

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Referaty

- Kłonica M., Kuczmazewski J.: *Analiza statystyczna w procesie badawczym na przykładzie ozonowania poliamidu PA6 dla potrzeb klejenia*. XVII Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, 23-25.02.2014 Zakopane
- Kłonica M., Kuczmazewski J.: *Ozonowanie stali 316L na potrzeby klejenia*. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. TECHNIKA I TECHNOLOGIA MONTAŻU MASZYN TTMM-2014, 27-30 maja 2014, Rzeszów – Berezka

Publikacje

- Kłonica M., Kuczmazewski J.: *Analiza statystyczna w procesie badawczym na przykładzie ozonowania poliamidu PA6 dla potrzeb klejenia*. W: Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. T. 1, [Red.] Knosala Ryszard - Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2014, 736-748
- Kłonica M., Kuczmazewski J.: *Ozonowanie stali 316L na potrzeby klejenia*. Technologia i Automatyka Montażu, 2, 2014, 51-56

Prace doktorskie

Tytuł: *Badania wpływu napełniaczy o dużym stopniu rozdrobnienia na wybrane właściwości klejów epoksydowych*

Autor: Katarzyna Biruk-Urban

Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

Status: „Praca złożona”