

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

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska, Politechnika Lubelska

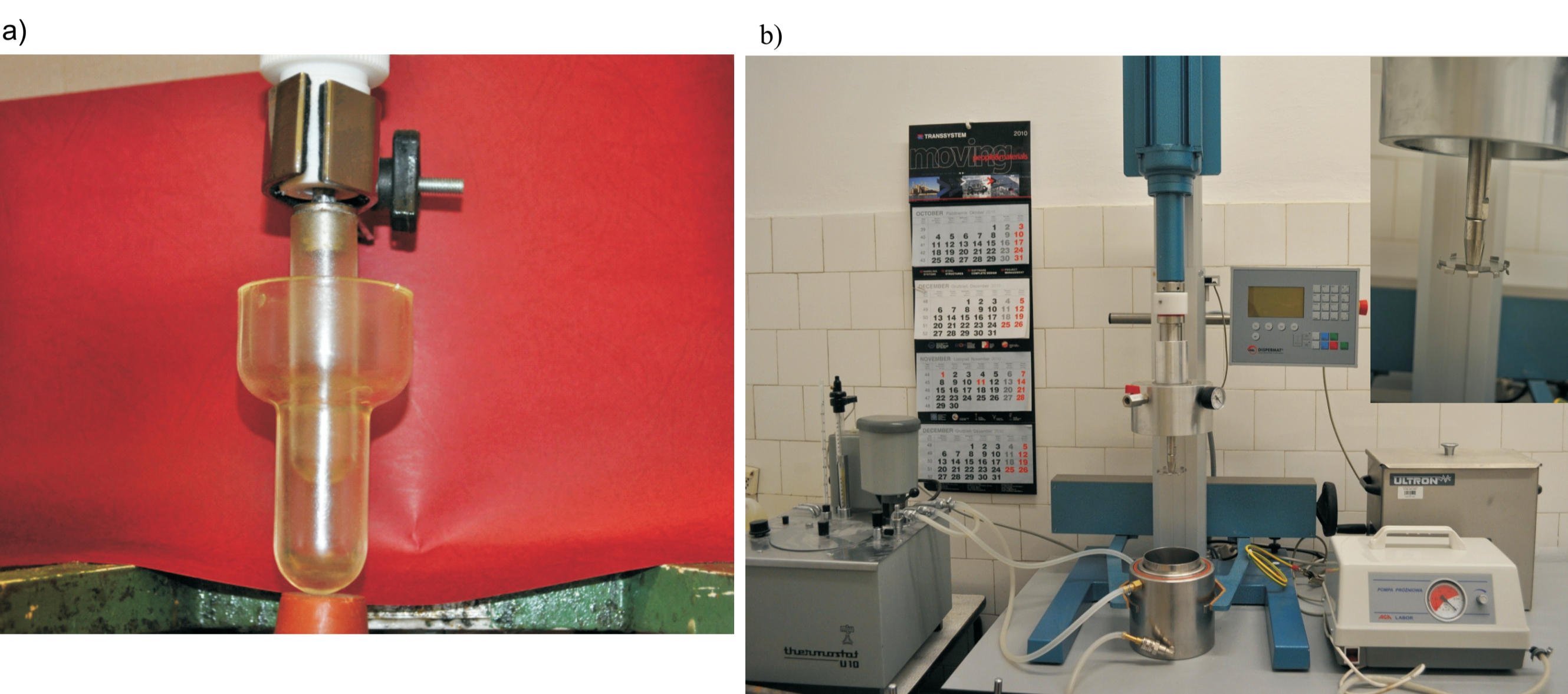
Wyniki badań

Żywiec i kompozyty z osnową epoksydową do zastosowań w lotnictwie

- Surowce do badań**
- czwartorzędowe sole amoniowe i fosfoniowe,
 - bentonit Specjal - produkt techniczny dostarczony przez Zakłady Górniczo-Metalowe „ZĘBIEC SA” w Żębucu k/Starachowic,
 - bentonit Ukraiński - produkt dostarczony przez firmę CETCO Poland
 - bentonit Wyoming - produkt dostarczony przez firmę CETCO Poland
 - tkaniny szklane o gramaturze [g/m²]: 140, 163, 200, 280
 - tkaniny węglowe o gramaturze [g/m²]: 160, 200, 285
 - żywica epoksydowa Epidian 6 - produkt Zakładów Chemicznych „Organika-Sarżyna” w

Przygotowanie kompozycji żywicy epoksydowej

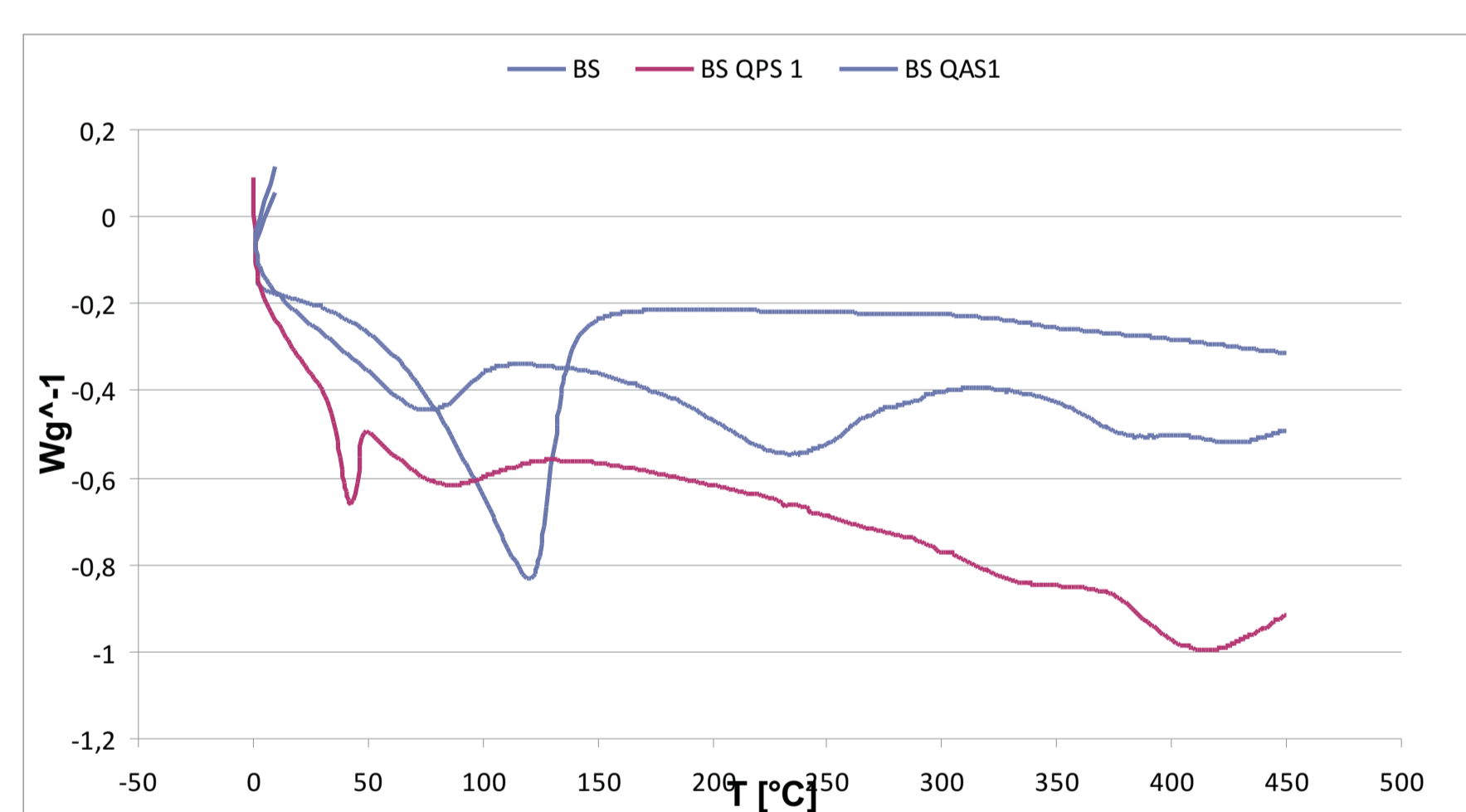
Przygotowano kompozycje żywicy epoksydowej (EP) z dodatkiem 3,0% mas. wtypowanych, modyfikowanych bentonitów. Kompozycje wstępnie wymieszano za pomocą wolnoobrotowego mieszadła mechanicznego, a następnie, dla dobrego zdyspersowania napelnacza w żywicę, zastosowano: (a) dyspergowanie za pomocą myjki ultradźwiękowej U-501 (producent: Zakład Urządzeń Elektronicznych ULTRON, Olsztyn) w czasie 30 min i (b) szybkoobrotowych homogenizatorów: 309 z przystawką do ucierania (Zakład Mechaniki precyzyjnej- rys 1a) Dispermat typu D-51580 (producent: firma Getzmann GmbH Niemcy) (rys.1b). Szybkość obrotowa mieszadła (rys.1c) wynosiła kolejno: w pierwszym etapie mieszania 1000 obr./min przez 10 min, a następnie 6000 obr./min również przez 10 min. Proces homogenizacji kompozycji przeprowadzono w temperaturze 50 °C.



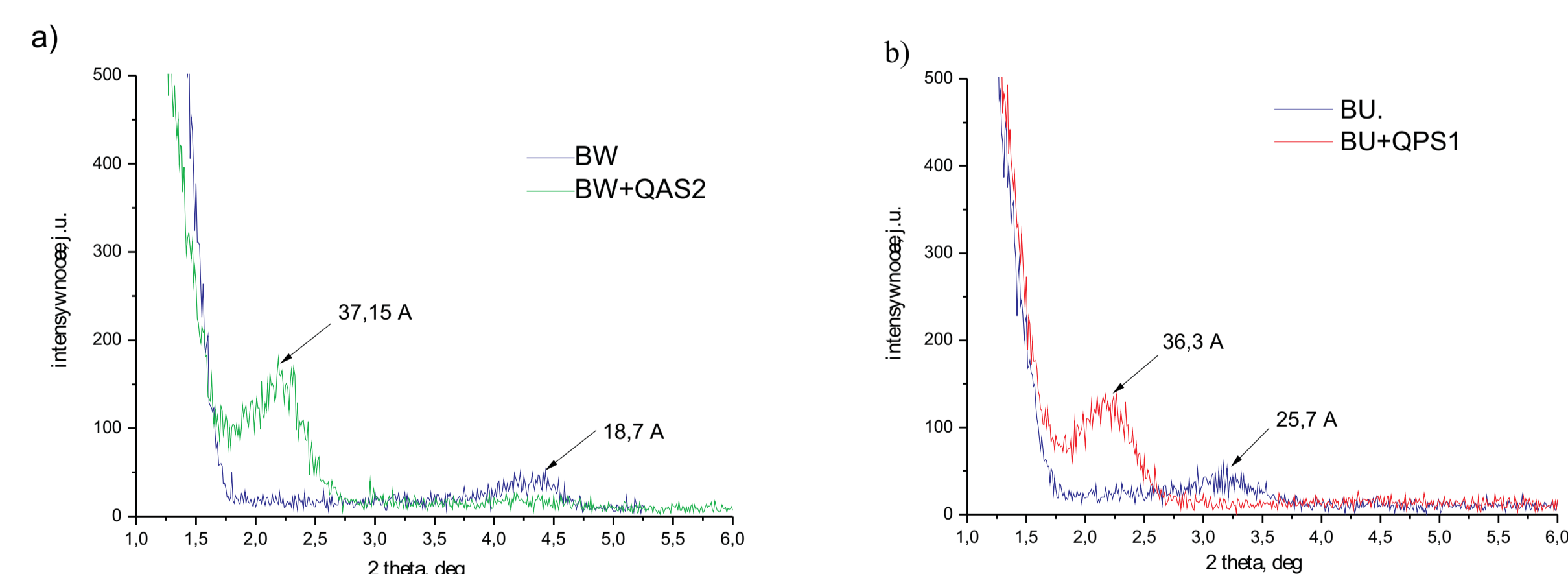
Rys. 1. Szybkoobrotowe homogenizatory: (a) 309-z przystawką do ucierania (b) Dispermat typu D-51580 z mieszadłem turbinowym

Kształtki do badań

Do kompozycji EP z dodatkiem modyfikowanego bentonitu dodano utwardzacz Z-1, w ilości 12% mas., a następnie dokładnie wymieszano i odpowietrzano. Tak otrzymaną kompozycję wykorzystano do przesycania wtypowanej tkaniny szklanej za pomocą wałka ryflowanego. Otrzymano trójwarstwowe laminaty, które wstępnie odpowietrzano, a następnie umieszczano je pomiędzy dwoma płytami metalowymi z zaciskami i dotwardzono w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze 100 °C w czasie 5h (zgodnie z zaleceniami producenta żywicy). Następnie za pomocą piły tarczowej z natryskiem wodnym wycinano próbki do badań w formie pasków o szerokości ok. 10 mm.



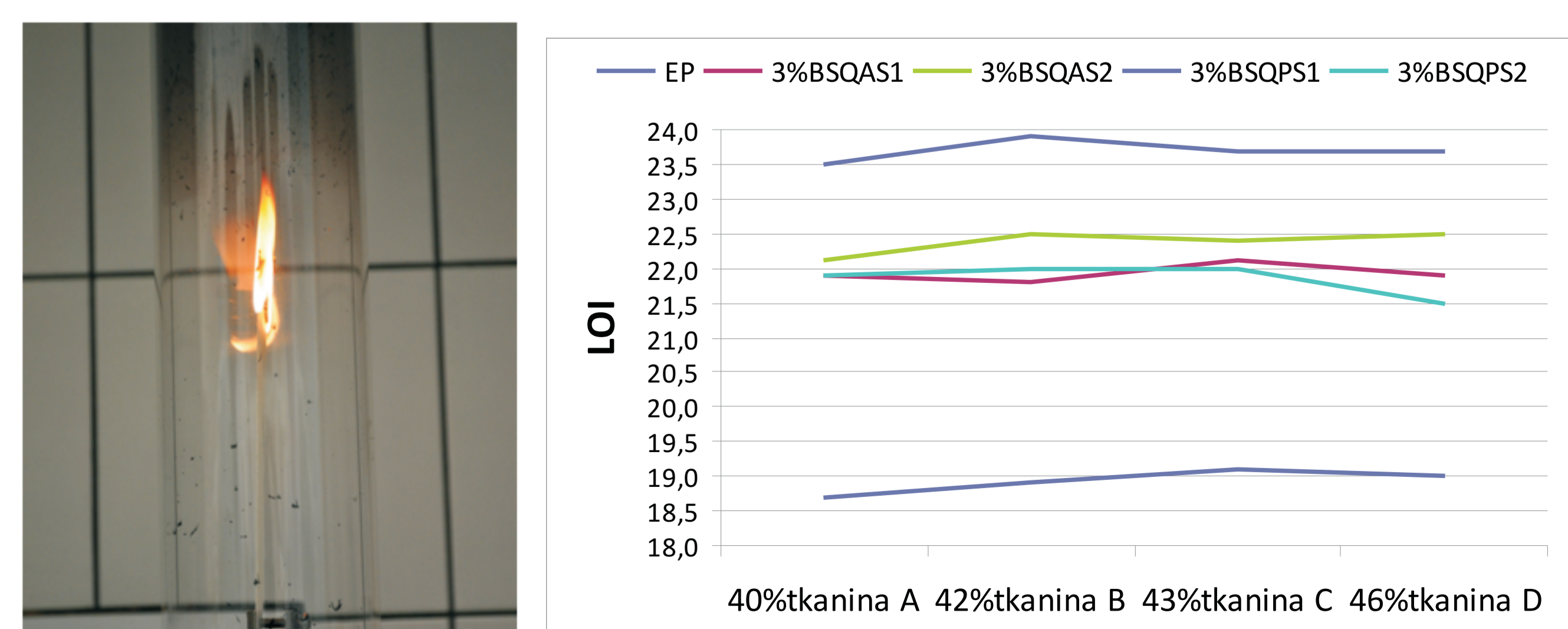
Rys. 2. Termogramy DSC niemodyfikowanego bentonitu Specjal (BS) i modyfikowanego QPS1 (BSQPS1) i QAS1 (BSQAS1)



Rys. 3. Krzywe WAXS: a) niemodyfikowanego bentonitu Wyoming (BW) i modyfikowanego QAS2 (BSQAS2), b) niemodyfikowanego bentonitu Ukraińskiego (BU) i modyfikowanego QPS1 (BSQPS1)

Oznaczenie wskaźnika tlenowego (LOI)

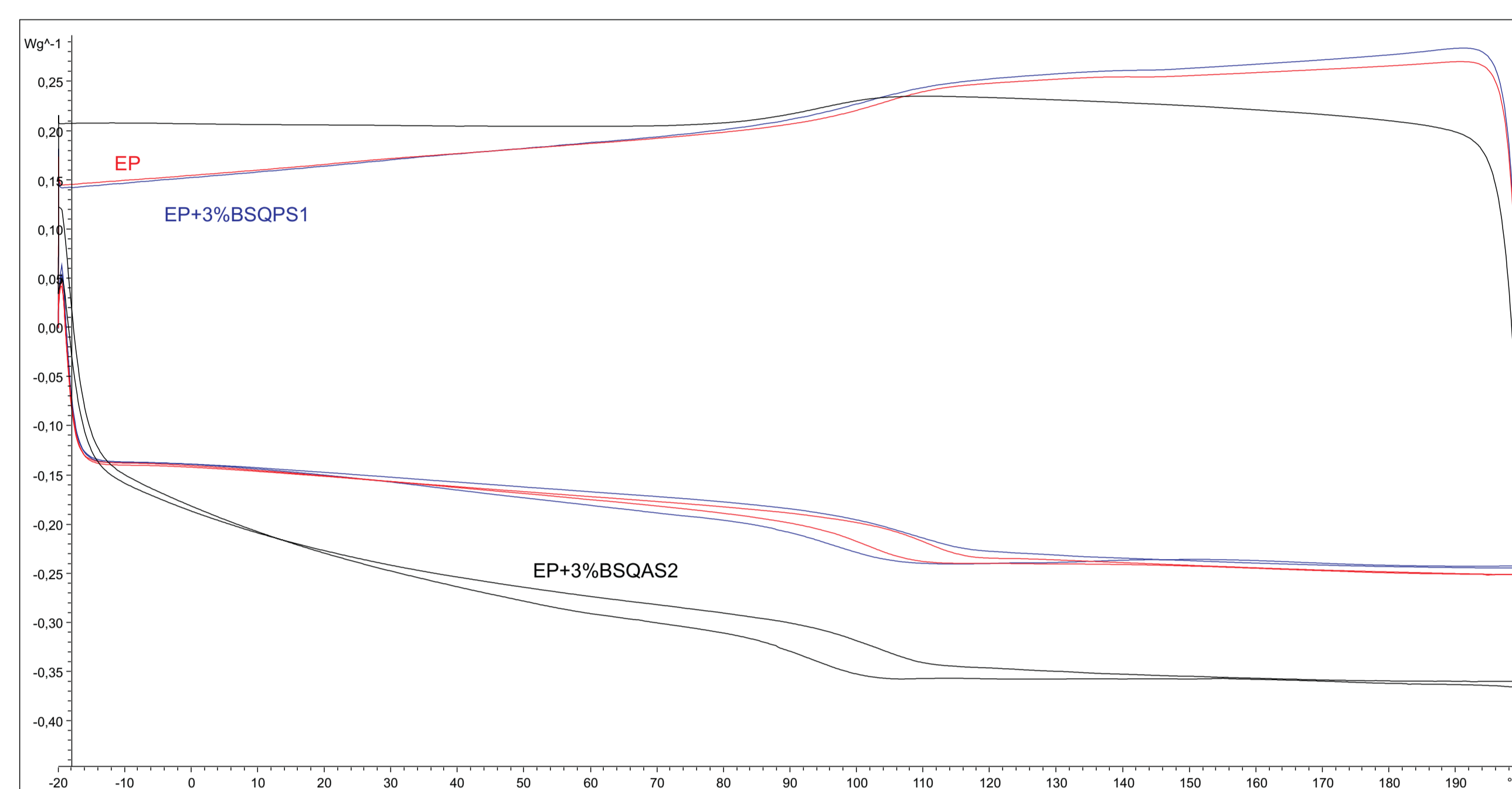
Oznaczenie wykonano zgodnie z zaleceniami polskiej normy EN ISO 4589-3 z 1996 r. Wykorzystano aparat produkcji firmy Fire Testing Technology Ltd, Anglia, (rys 4). Oznaczenia wykonano w temperaturze 19 °C.



Rys. 4. Wyniki oznaczenia indeksu tlenowego laminatów EP+ 3% BS modyfikowanego: QAS1, QAS2, QPS1 i QPS2

Właściwości termiczne

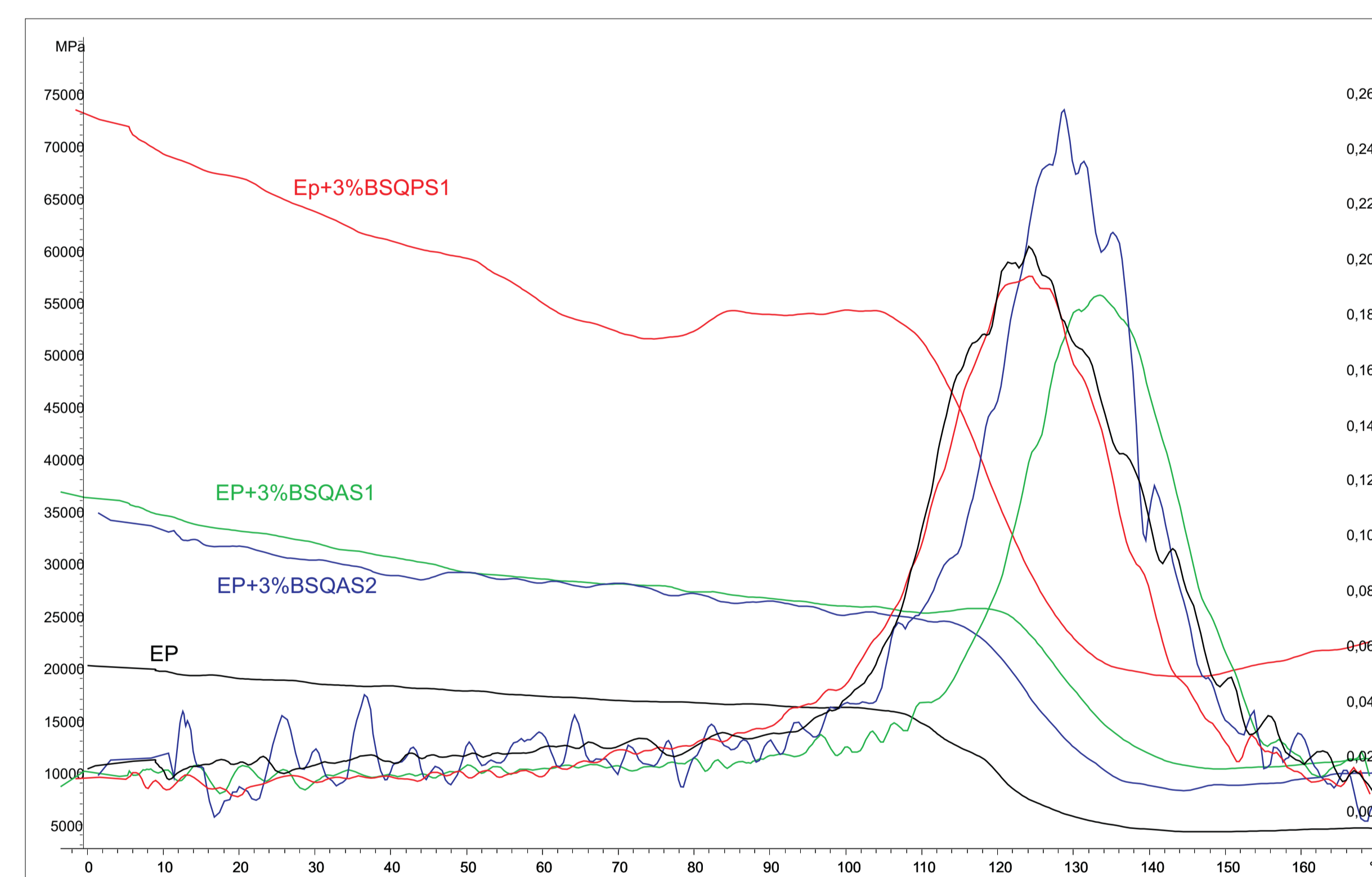
Do badań termicznych metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC) wykorzystano analizator firmy Mettler Toledo DSC822e z oprogramowaniem Star[®] System. Analizy wykonano w atmosferze azotu (60 ml/min). Próbki ogrzewano w zakresie 20-200 °C, z szybkością zmiany temperatury 10 °C/min. Dla każdej próbki laminatu wykonano dwa cykle pomiarowe w tych samych warunkach.



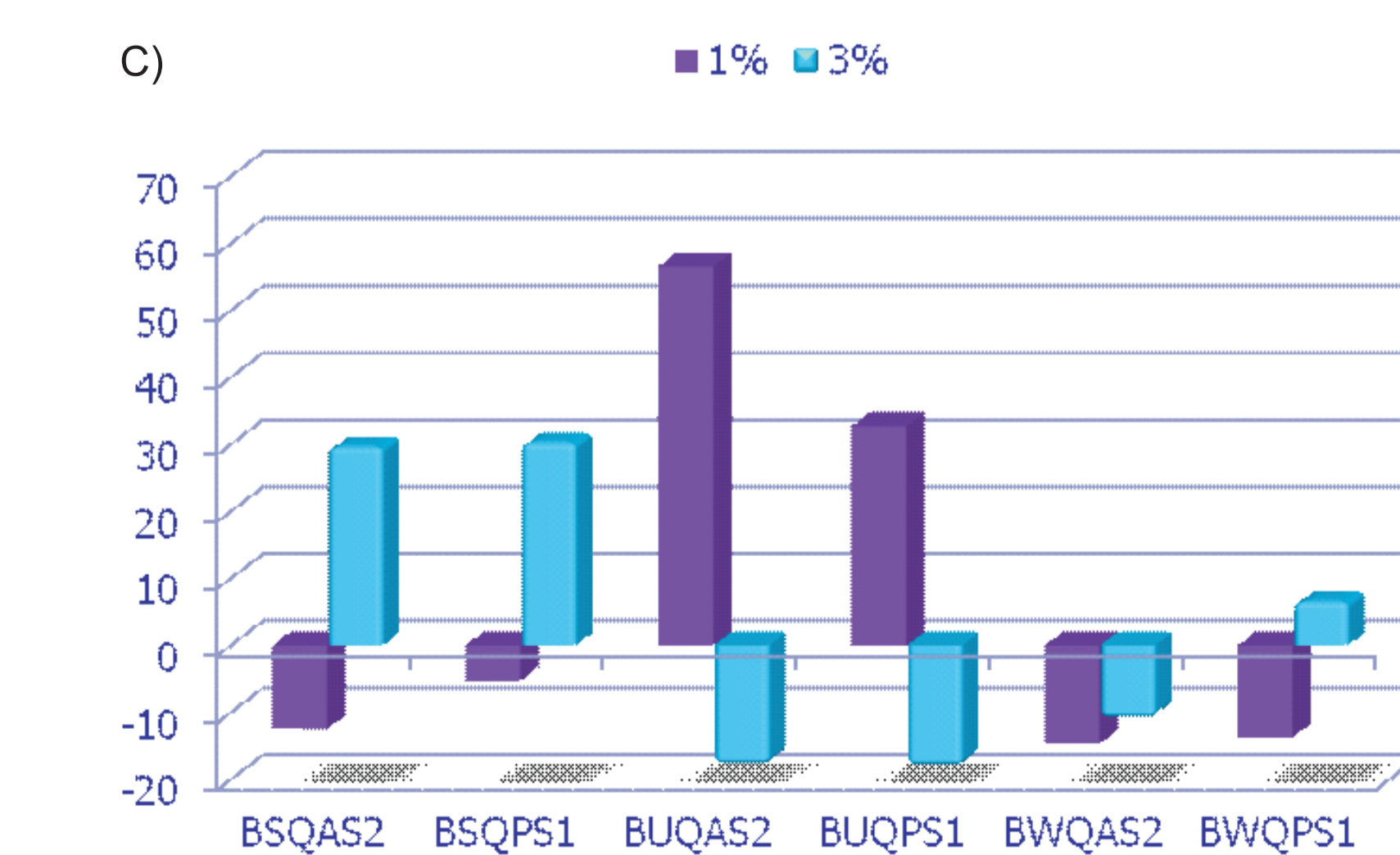
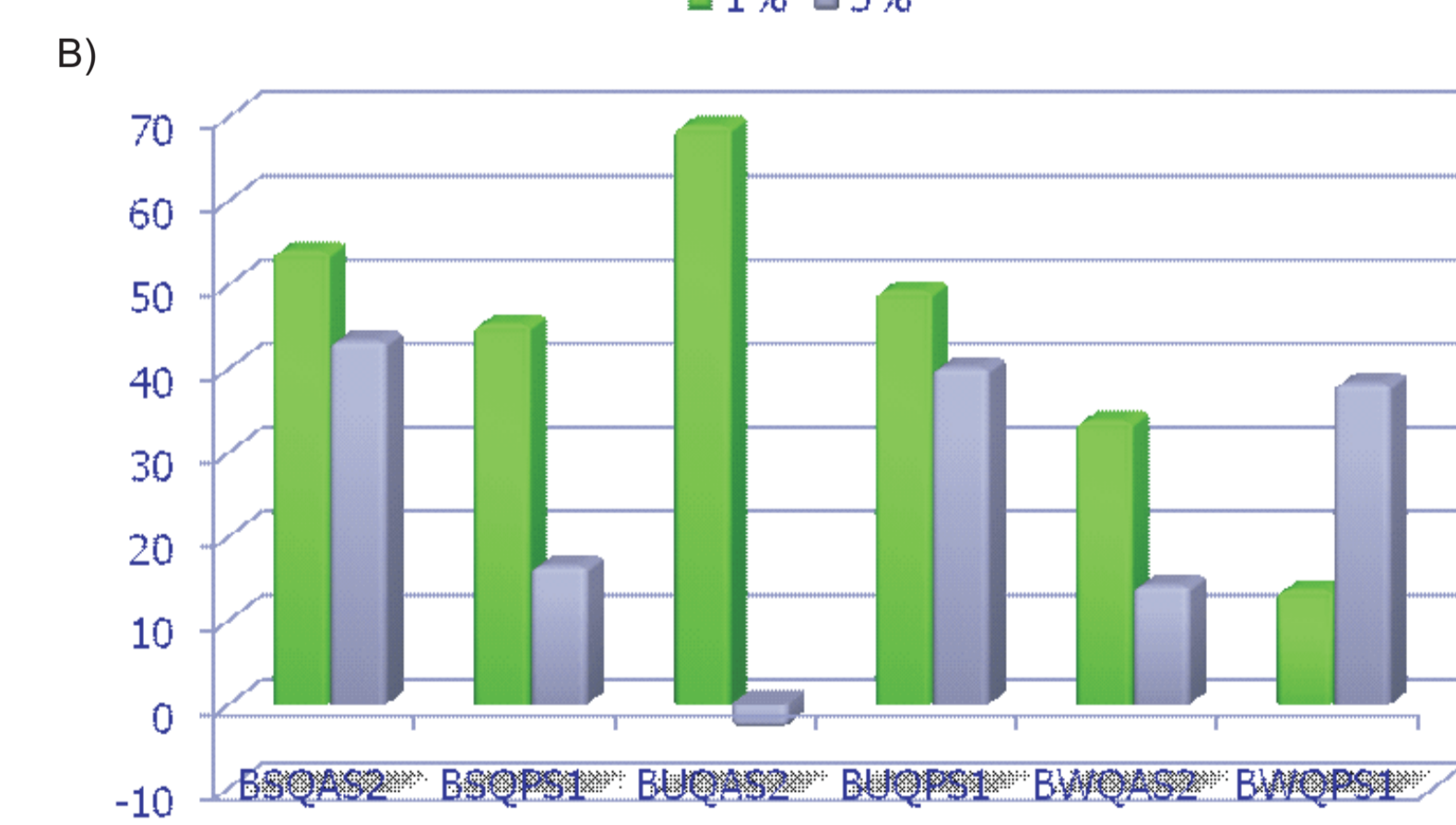
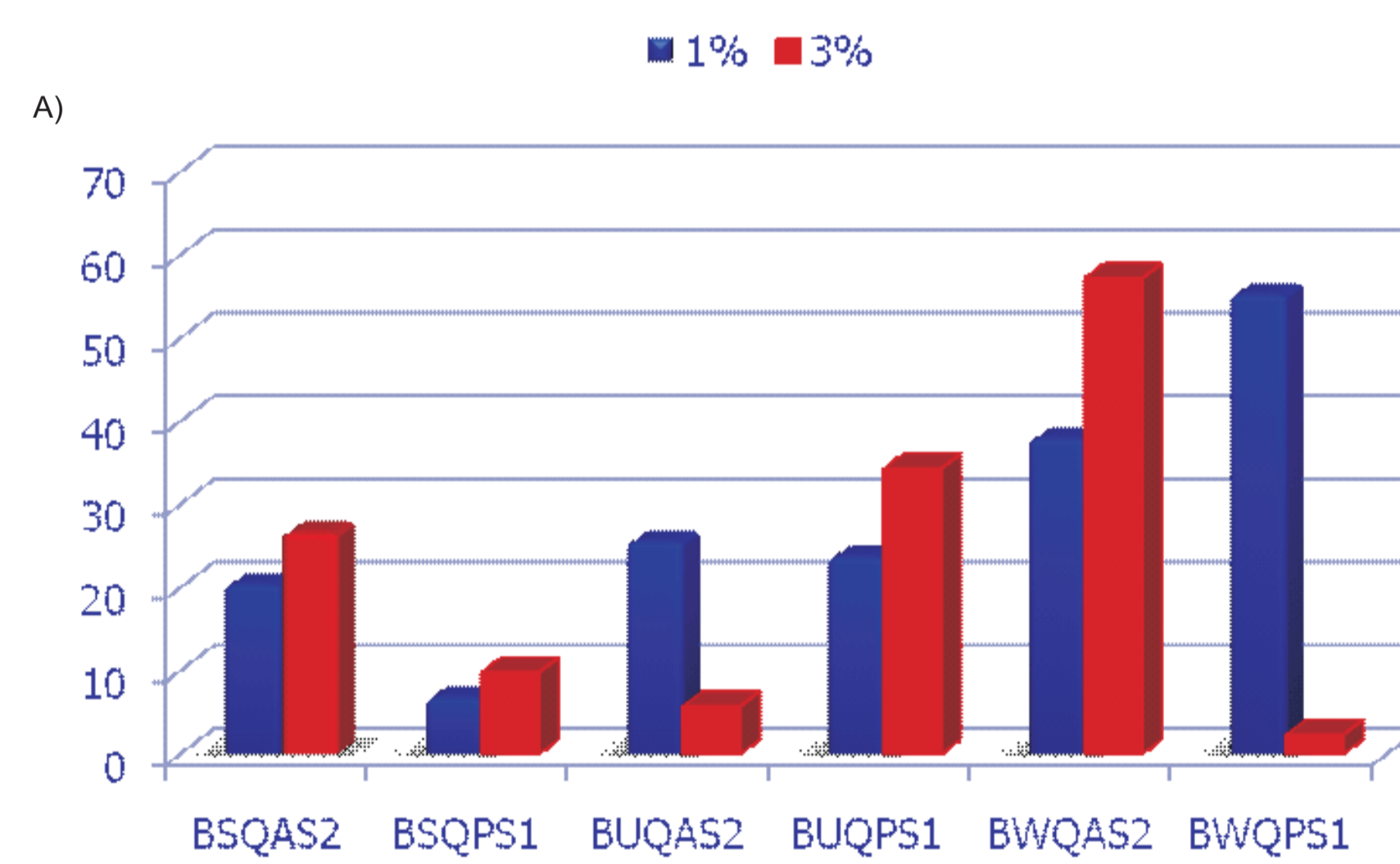
Rys. 5. Termogramy DSC kompozytów EP+3%BSQPS1 i EP+3%BSQAS2

Właściwości termomechaniczne

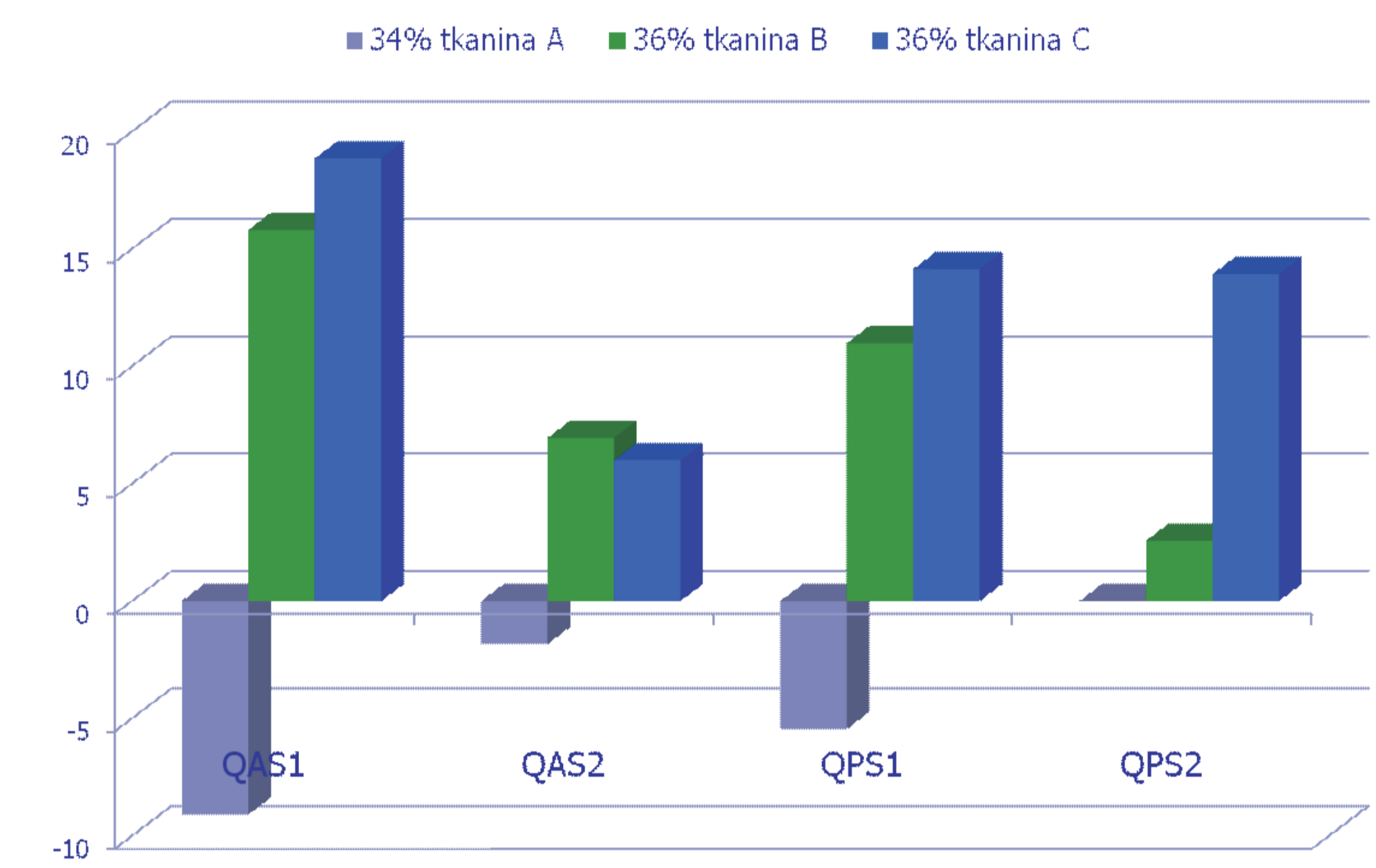
Do badań termomechanicznych wykorzystano analizator dynamiczno-mechaniczny (rys. 9b) firmy Mettler Toledo DMA/SDTA861e z oprogramowaniem Star[®] System. Pomiary wykonano w trybie trójpunktowego zginania (rys. 9a i 9c), w przedziale temperatury od 0 do 170 °C. Szybkość ogrzewania wynosiła 3 °C/min., a częstotliwość pomiarowa 1 Hz. Analizy wykonano przy amplitudzie odkształcenia 10 lub 20 μm i amplitudzie przyłożonej siły 0,05 N.



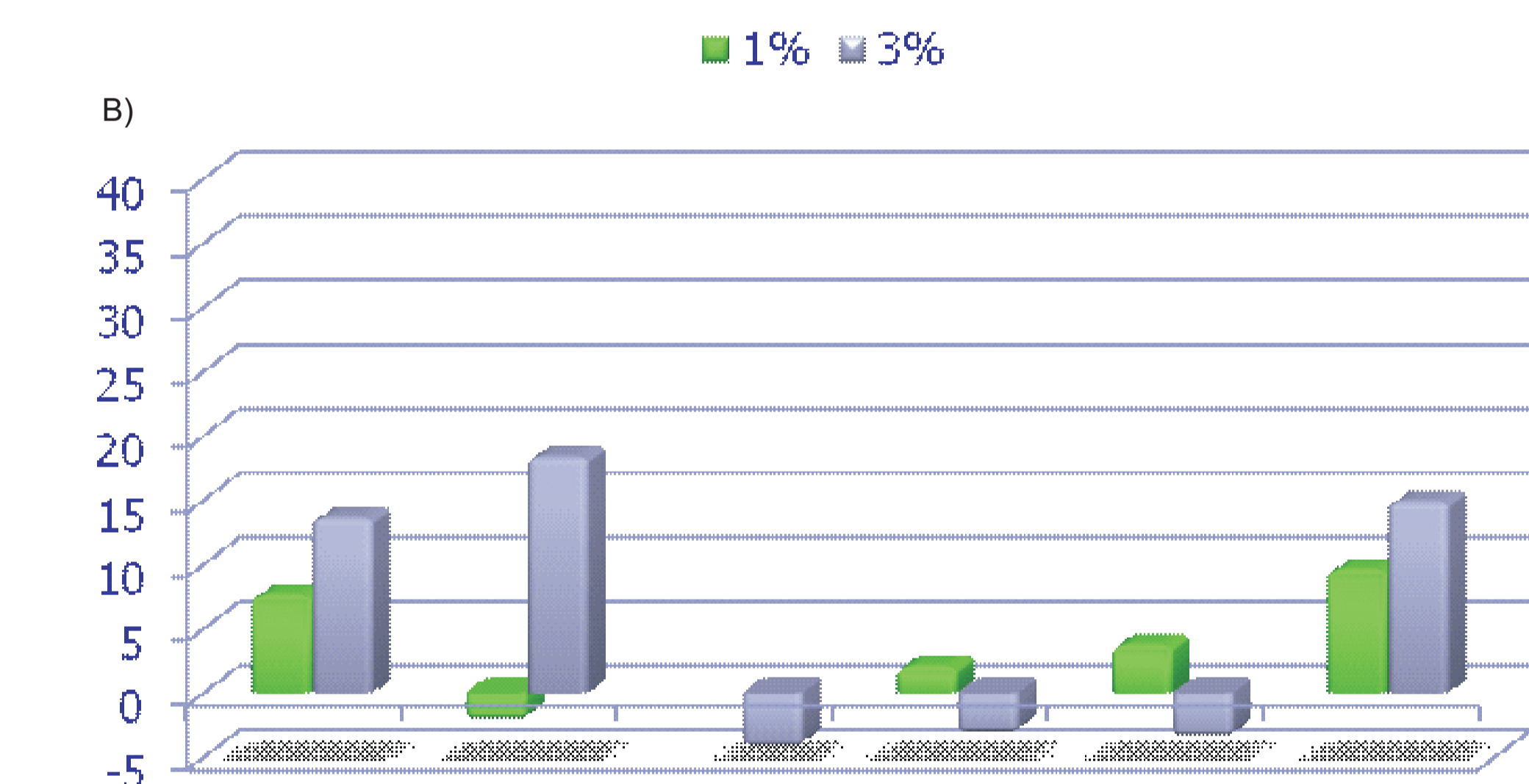
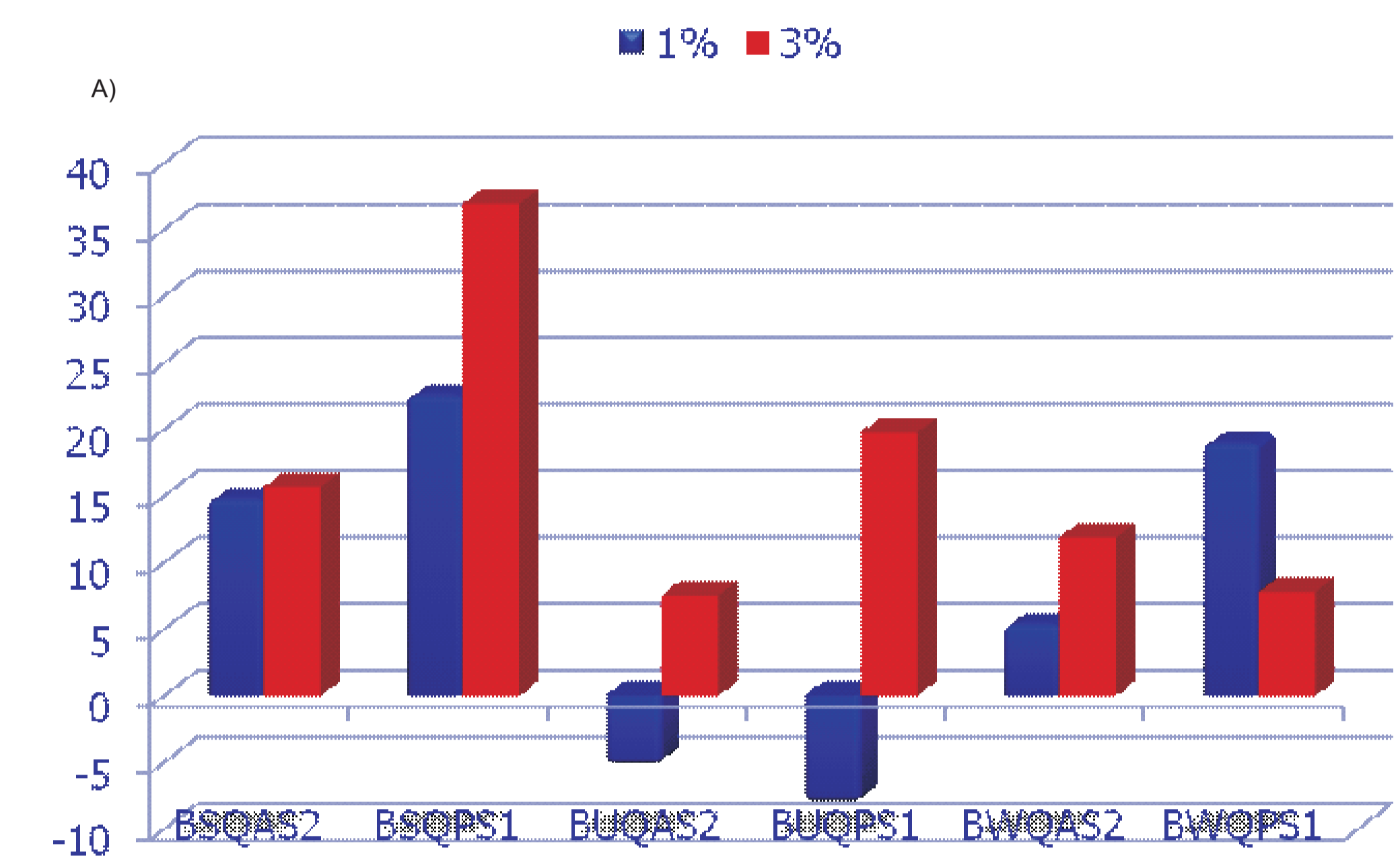
Rys. 6. Termogramy DMA kompozytów EP+3%BSQPS1, EP+3%BSQAS1 i EP+3%BSQAS2



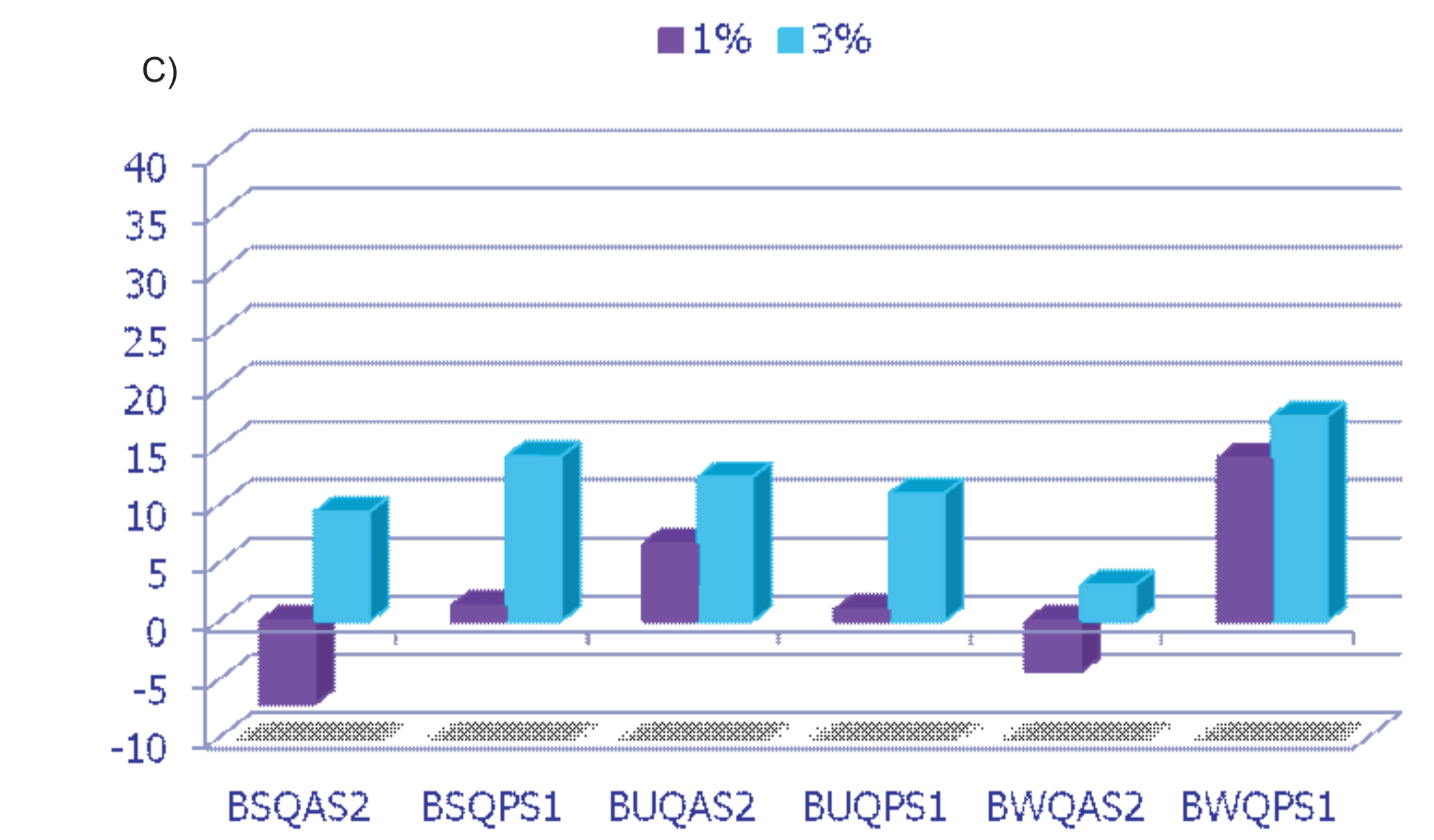
Rys. 7. Względna zmiana naprężenia zrywającego badanych kompozytów na osnowie tkanin szklanych: a) 43% tkanina szklana 163 g/m², b) 45% tkanina szklana 200 g/m² c) 43% tkanina szklana 280 g/m²



Rys. 8. Względna zmiana naprężenia zrywającego badanych kompozytów EP z 3% dodatkiem bentonitu Specjal modyfikowanego QAS1, QAS2, QPS1 i QPS2 na osnowie tkanin węglowych



Rys. 9. Względna zmiana udarności badanych kompozytów na osnowie tkanin szklanych: a) 43% tkanina szklana 163 g/m², b) 45% tkanina szklana 200 g/m² c) 43% tkanina szklana 280 g/m²



Rys. 9. Względna zmiana udarności badanych kompozytów na osnowie tkanin szklanych: a) 43% tkanina szklana 163 g/m², b) 45% tkanina szklana 200 g/m² c) 43% tkanina szklana 280 g/m²

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- Oleksy M., Henczekowski, M Oliwa R., Galina H...: **Nanokompozyty na osnowie żywicy epoksydowej stosowane w przemyśle lotniczym**. Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych, Szczecin-Międzyzdroje 2011.
- Henczekowski M., Oleksy M., Bachórz A, Frańczak A.: **Bezhalogenowe kompozycje poliolefinowe do wytwarzania kabli**. Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych, Szczecin-Międzyzdroje 2011.

Prace mgr, dr, hab.

Prace magisterskie obronione:

- Katarzyna Rogala: **Kompozyty żywicy epoksydowej z modyfikowanymi bentonitami**. Opiekun: dr inż. Mariusz Oleksy
- Iwona Krawczyk: **Modyfikowane bentonity jako wielofunkcyjne napelniacze**. Opiekun: dr inż. Mariusz Oleksy

Przewody doktorskie:

- Rafał Oliwa: **Kompozyty epoksydowe do zastosowań w lotnictwie**. Promotor: Prof.dr hab. inż. Henryk Galina