

ZASTOSOWANIE CYFROWEJ KORELACJI OBRAZU DO WYZNACZENIA STAŁYCH INŻYNIERSKICH W MATERIALE KOMPOZYTOWYM

Karolina GŁOWACKA^{1,2}, Rafael MIOZGA¹, Tadeusz SMOLNICKI²

¹ Wydział Mechaniczny, Politechnika Opolska

² Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska

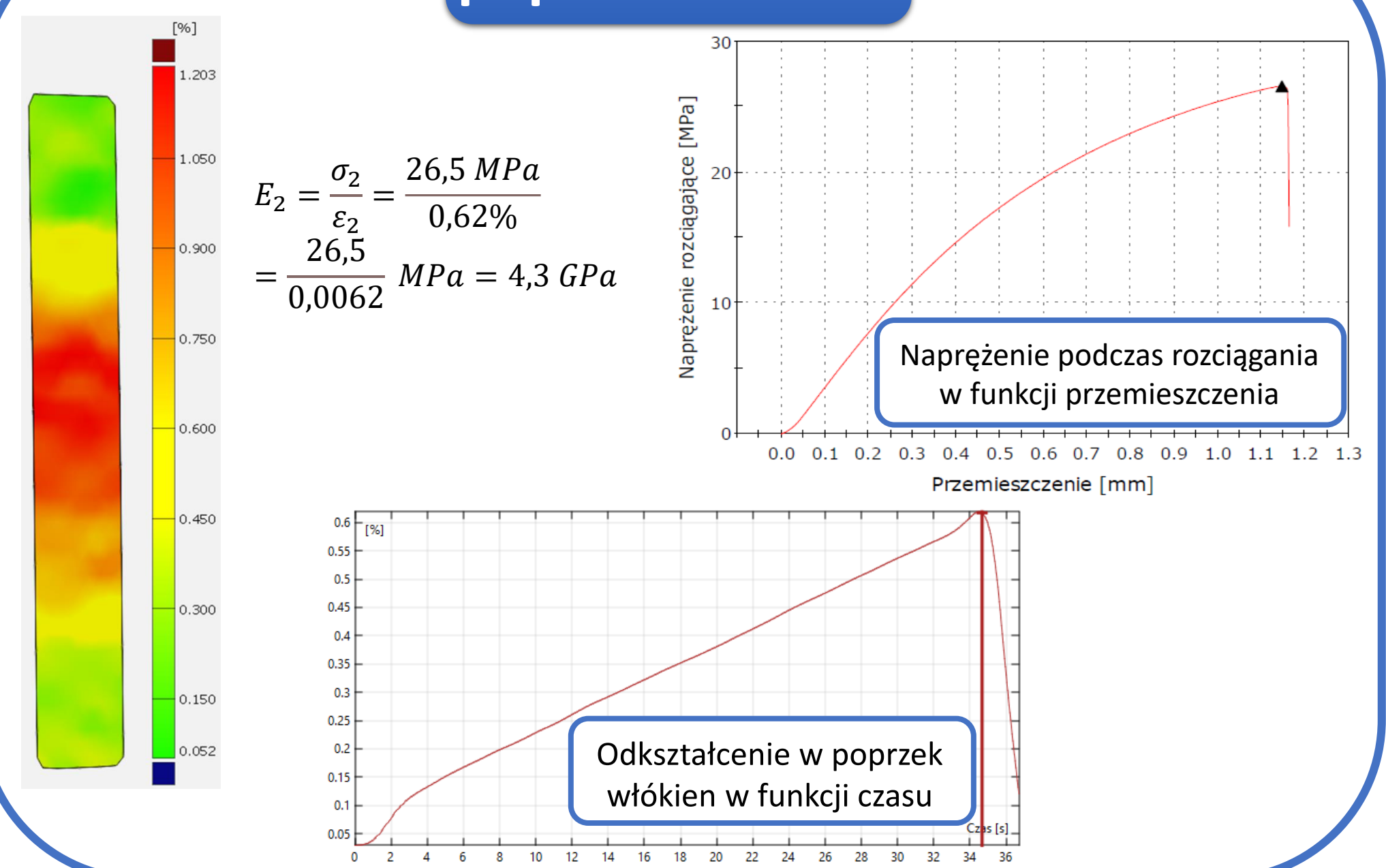
Wstęp

W ostatnich latach rośnie popularność materiałów kompozytowych w zastosowaniach konstrukcyjnych. Jednak ich zastosowanie nadal nie jest powszechne ze względu na ograniczoną wiedzę na temat ich właściwości. Jednym z interesujących parametrów są stałe inżynierskie, które są zależne od poszczególnych komponentów, ich udziału procentowego, a także połączenia pomiędzy materiałami składowymi. W przypadku warstwowych laminatów kompozytowych, charakteryzujących się właściwościami ortotropowymi, pojawia się dodatkowa trudność, wynikająca z faktu, że macierz sztywności opisywana jest aż dziewięcioma niezależnymi stałymi inżynierskimi. Oczywiście istnieje możliwość przewidzenia tych wartości na podstawie właściwości komponentów, przede wszystkim z wykorzystaniem teorii mieszanin oraz odwrotnej teorii mieszanin, jednak uzyskiwane rezultaty często są poddawane w wątpliwość, szczególnie w przypadku wyznaczenia modułu ścinania, gdzie uzyskiwane wyniki są zauważalnie zaniżone. W związku z tym postanowiono wyznaczyć wartości stałych inżynierskich w materiale kompozytowym w inny sposób, tj. z wykorzystaniem cyfrowej korelacji obrazu, a następnie porównać je z wynikami uzyskanymi na drodze obliczeniowej. Badania przeprowadzono na przykładzie laminatu warstwowego, w którym funkcję osnowy pełni polipropylen, natomiast funkcję wzmocnienia pełnią ciągłe włókna szklane ułożone jednokierunkowo. Aby uprościć analizę, wzięto pod uwagę jedynie płaski stan naprężenia, dzięki czemu do uzyskania macierzy sztywności konieczne było wyznaczenie jedynie modułu Younga w kierunkach wzdłuż włókien E_1 i w poprzek włókien E_2 , oraz liczby Poissona ν_{12} i modułu ścinania G_{12} w płaszczyźnie wyznaczonych kierunkami, dla których wyznaczone zostały moduły Younga.

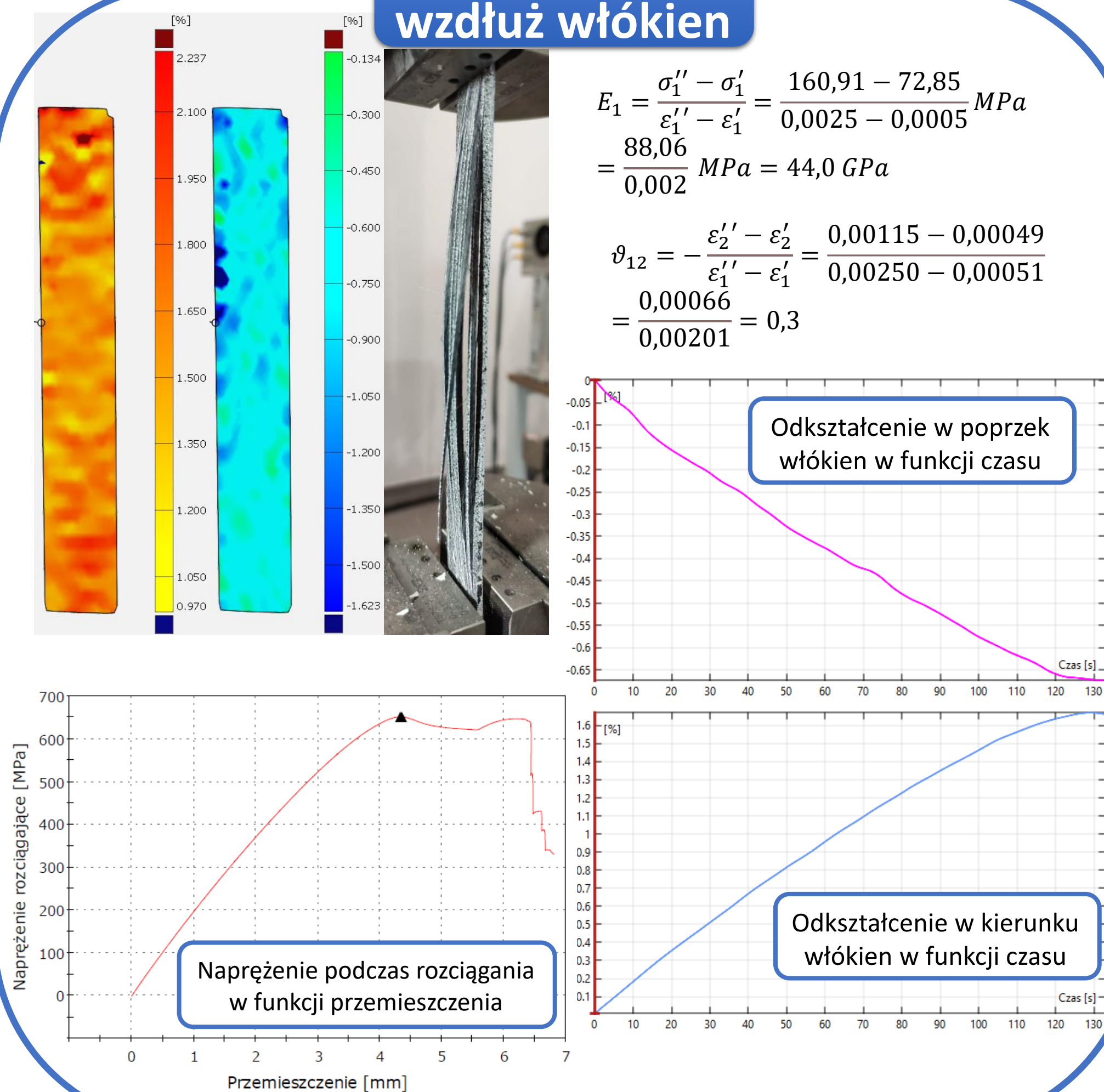
Teoria mieszanin

- ✓ Moduł Younga wzdłuż włókien (1) $E_1 = E_W \cdot V_W + E_O \cdot V_O = 35,6 \text{ GPa}$;
- ✓ Moduł Younga w poprzek włókien (2) $E_2 = \frac{E_W \cdot E_O}{E_W \cdot V_W + E_O \cdot V_O} = 4,6 \text{ GPa}$;
- ✓ Liczba Poissona w płaszczyźnie (1, 2) $\nu_{12} = \nu_{12W} \cdot V_W + \nu_{12O} \cdot V_O = 0,29$;
- ✓ Moduł ścinania w płaszczyźnie (1, 2) $G_c = \frac{G_W \cdot G_O}{V_O \cdot G_W + V_W \cdot G_O} = 839 \text{ MPa}$.

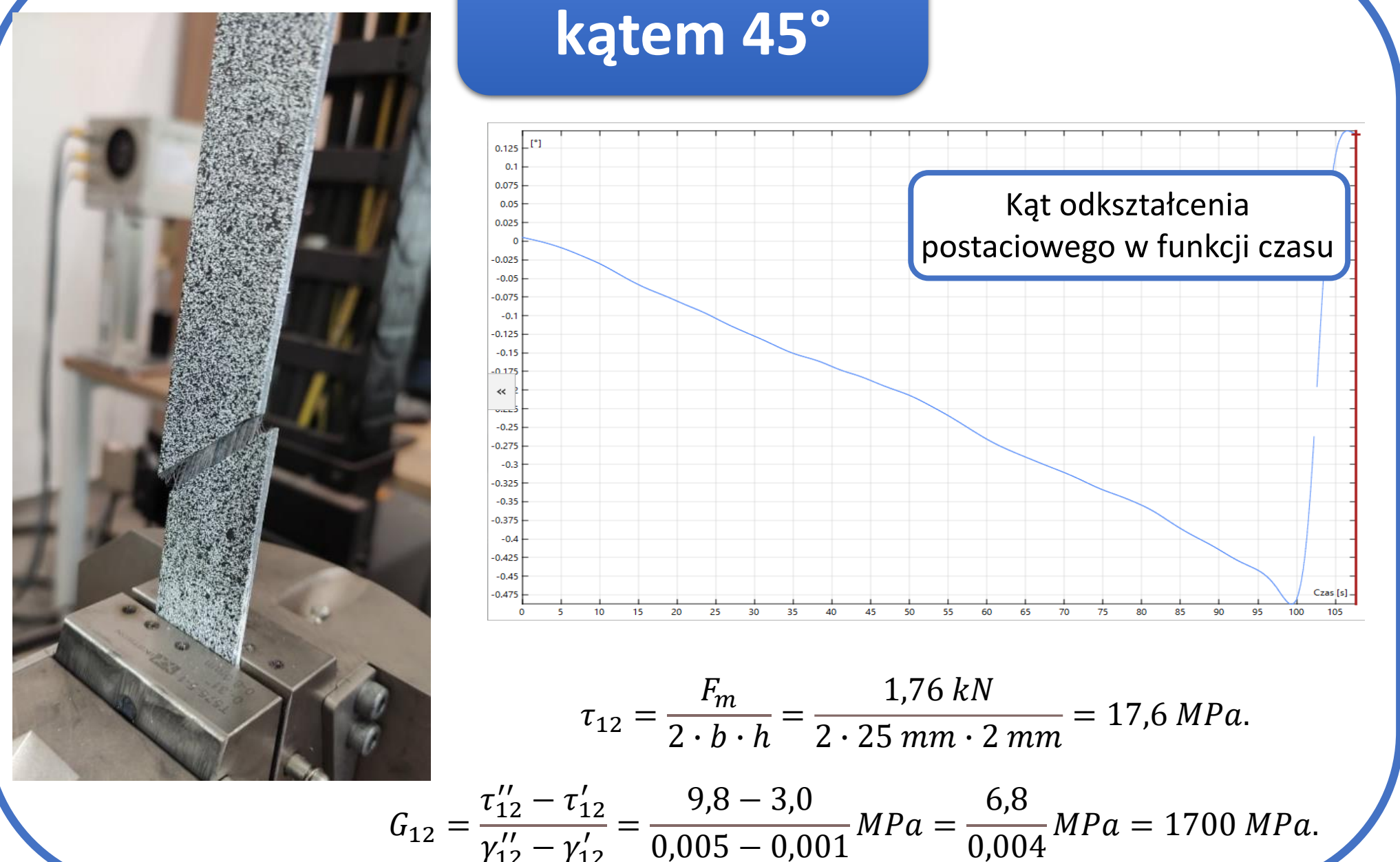
Rozciąganie w poprzek włókien



Rozciąganie wzdłuż włókien



Rozciąganie pod kątem 45°



Podsumowanie

- Stałe inżynierskie w materiałach kompozytowych zależą nie tylko od poszczególnych składowych i ich udziału procentowego, lecz także od połączenia między nimi;
- Istnieje powszechnie stosowana teoria mieszanin, jednak daje ona wartości jedynie orientacyjne;
- Cyfrowa korelacja obrazu jest metodą umożliwiającą wyznaczenie wielu parametrów, w tym stałych inżynierskich, dla konkretnego materiału;
- Na skutek zastosowania cyfrowej korelacji obrazu, uzyskano wartości stałych inżynierskich porównywalne z wartościami obliczonymi z wykorzystaniem popularnej teorii mieszanin.