

Katowice, 02.08.2023 r.

Dr hab. inż. Mateusz Kozioł prof. P. Ś.
Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Materiałowej
ul. Krasińskiego 8
40-019 Katowice

Do:
Rada Naukowa Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Recenzja rozprawy doktorskiej
pt. "Ocena efektów wzmocnienia włóknami bazaltowymi hybrydowych
kompozytów na osnowie polipropylenu"
napisanej przez panią mgr inż. Annę Kufel

Dyscyplina naukowa w której będzie broniona rozprawa: inżynieria materiałowa

Wstęp – charakterystyka rozprawy

Tematem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest ocena hybrydowych kompozytów na osnowie polipropylenu (PP), zawierających włókna bazaltowe. Jest to tematyka aktualna, stosowanie włókien bazaltowych w szeroko pojętej technologii kompozytów jest obecnie intensywnie rozwijane, a ich wolumen rośnie rocznie o kilkadziesiąt procent. Również pozostałe materiały napelniające PP, jak łupiny orzechów laskowych, rozdrobnione drewno, czy len, również są obecnie obiektem badań wdrożeniowych (a także są już dość szeroko stosowane), ze względu na odnawialne pochodzenie. Nie ma wątpliwości, że zaproponowany i wykonany w ramach rozprawy program badań stanowi cenny wkład w obecny stan zagadnienia.

Rozprawa została napisana przez panią mgr inż. Annę Kufel pod kierunkiem pana dr hab. inż. Stanisława Kuciela prof. Politechniki Krakowskiej. Stanowi ona spójne dzieło o układzie klasycznym, składa się ze 142 stron tekstu bez załączników. Zasadnicza treść pracy zawiera się w ośmiu numerowanych rozdziałach poprzedzonych nienumerowanym wstępem. Jest podzielona na trzy rozdziały wprowadzające, oparte o przegląd literatury (28 stron), dwa rozdziały przedstawiające cel pracy i program badań (5 stron), jeden rozdział przedstawiający badane materiały i metodykę badawczą (9 stron), jeden obszerny rozdział omawiający wyniki badań (80 stron) oraz rozdział podsumowujący, zawierający wnioski z przeprowadzonych badań i propozycje dalszych prac (3

strony). Zasadniczy wywód jest poprzedzony spisem treści oraz wykazem najważniejszych oznaczeń. Uwagę zwraca fakt, że większości skrótów stosowanych w tekście nie zawarto w wykazie. Po zasadniczym wywodzie jest spis literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Brak spisu tabel i rysunków. Praca zawiera łącznie 88 rysunków oraz 20 tabel. Bibliografia obejmuje 109 pozycji – są to głównie artykuły oraz strony internetowe. Są to pozycje aktualne, maksymalnie kilkunastoletnie. Należy podkreślić, że w ramach cytowanego zbioru zawarte są cztery artykuły w porządnym, recenzowanym czasopiśmie z listy JCR, których Autorka jest współautorką i w których są zamieszczone wyniki opiniowanej rozprawy (z rozdziałów 7.2 - 7.5).

Innowacja naukowa i znaczenie wyników

Recenzowana rozprawa doktorska jest dziełem oryginalnym, zawierającym solidny komplet wyników badań eksperymentalnych. Najważniejszym elementem innowacyjnym w pracy jest wytworzenie i przebadanie pod kątem właściwości użytkowych hybrydowych kompozytów na podstawie PP, zawierających włókna bazaltowe w skojarzeniu z innymi włóknami, głównie pochodzenia naturalnego. Kompleksowe podejście badawcze do tak zestawionego układu komponentów jest rzeczą nową. Na kompleksowość badań składa się zarówno duża ilość zastosowanych metod eksperymentalnej oceny materiałów (gęstość, nasiąkliwość, właściwości mechaniczne, cieplne, pełzanie), ale też poszerzenie standardowego podejścia – np. prowadzenie badań mechanicznych w różnej temperaturze, czy też próba przeprowadzenia analiz numerycznych wyjaśniających niektóre aspekty właściwości użytkowych czynnikami technologicznymi (wpływ procesu wtryskiwania na rozkład włókien wzmacniających). Pozwoliło to na uzyskanie wiedzy mającej duże znaczenie dla stanu zagadnienia, w tym informacji nieoczywistych. Przykładem może tu być wykazanie, że dodanie włókien do PP obniża jego wrażliwość nie tylko na podwyższoną temperaturę (co jest powszechnie znane), ale i na obniżoną poniżej T_g . Należy też podkreślić szczególne znaczenie wyników recenzowanej pracy dla przemysłu. Każdy program badań dotyczący włókien bazaltowych jest aktualnie potrzebny, ze względu na potencjał wdrożeniowy tych włókien. Nawet, jeżeli określanie ich (m.in. przez Autorkę opiniowanej rozprawy) jako materiałów "pochodzenia naturalnego" jest dyskusyjne, są produkowane z alternatywnych i łatwiej dostępnych surowców, niż włókna szklane. Ta łatwość dostępu surowców jest jedną z przyczyn określania włókien bazaltowych jako "włókna pochodzenia naturalnego". Oceniając całość wyników (w szczególności bardzo dobrze zestawionych w rozdziale 7.6) nie ma wątpliwości, że aktualny stan zagadnienia kompozytów PP z komponentami naturalnymi został przez recenzowaną pracę solidnie uzupełniony. Rozprawa pod względem innowacji oraz wartości naukowej bez wątpienia spełnia wymagania dla prac doktorskich. Nie ma też wątpliwości, że całość programu badań, a także interpretacja wyników, bezapelacyjnie wpisują się w dyscyplinę inżynieria materiałowa.

Ogólna ocena rozprawy

Opiniowana rozprawa została napisana w sposób przejrzysty i edycyjnie prawidłowy. Autorka zachowała powtarzalny styl nagłówków, każdy nowy rozdział oraz podrozdział zaczyna się od nowej strony. Z nielicznymi wyjątkami nie ma nieuzasadnionych pustych obszarów na stronach. Język pracy jest bardzo dobry – na ogół jasny i precyzyjny. Aczkolwiek, w niektórych miejscach wkrada się lekki chaos – pojawiają się pojęcia bez wyjaśnienia (np. "kopolimer

udarowy" przy opisie badań na stronie 16), stosowanie podwójnych nazewnictw (np. "anhydryt" i "bezwodnik" na stronie 15 i dalej), niedoskonałości gramatyczne (np. "możliwości zastosowania recyklowanego polipropylenu [...] na zastosowania motoryzacyjne" na stronie 16, czy "Sterowanie maszyny przeprowadzono za pomocą programu"), skróty myślowe (np. "higroskopijne zachowanie kompozytów" na stronie 16, "w warunkach pokojowych" na stronie 47, "parametryzacja programów obliczeniowych" na stronie 48). Niedociągnięcia te nie mają jednak wpływu na skuteczność przekazu i nie są istotną przeszkodą dla czytelnika.

Autorka przyjęła klasyczny system odnośników bibliograficznych w nawiasach kwadratowych, numerowanych według kolejności cytowania w tekście. Wszystkie pozycje zostały zacytowane prawidłowo. Należy podkreślić obecność odniesień nie tylko w części przeglądowej, ale również w dyskusji wyników. Merytorycznie bibliografia jest bogata i bardzo dobrze wykorzystana przez autorkę. Pewne zastrzeżenia można mieć do samego zapisu rekordów w spisie. Zapis nie jest do końca dobrze zunifikowany i zawiera błędy – np. w rekordzie 90 "Jakub" to imię, a "W." to nazwisko – powinno być "Wieczorek J."

Tytuł pracy precyzyjnie oddaje meritum treści. W angielskiej wersji tytułu bardziej pasowałoby "...reinforcing basalt fibers **in** hybrid composites..." zamiast użytego "of".

Streszczenie (i Abstract) – zamieszczone na końcu pracy - jest napisane dość chaotycznie. Ciężko z niego wywnioskować zakres, a w szczególności znaczenie streszczanej pracy. Jest jednak do przyjęcia. Podobnie, lekko chaotycznie zaczyna się Wstęp, jednak po rozwinięciu jest już lepiej i można powiedzieć, że przedstawia on pracę w sposób w miarę kompletny i syntetyczny.

Część wprowadzająca pracy jest bardzo dobra. Autorka przedstawiła całość w sposób kompaktowy, pozwalający czytającemu dość szeroko poznawać studiowane zagadnienia. Wszystkie istotne tematy zostały przez Autorkę pokazane ze znanstwem i w sposób ciekawy. Wykorzystała aktualne dane, w oparciu o dobre źródła – dobrym przykładem mogą tu być informacje dotyczące rynku polipropylenu. Drobnym niedociągnięciem są niedopowiedzenia przy opisie zasad projektowania kompozytów na stronie 18. Autorka nie zaznaczyła, że podany opis dotyczy tylko kompozytów wzmacnianych włóknem, a wśród czynników decydujących o właściwościach kompozytu pominęła właściwości osnowy. "Wnioski z analizy literatury" wyciągnięte przez Autorkę są właściwe i dobrze uzasadniają podjęte działania badawcze.

Teza pracy jest logiczna i zrozumiała. Jednakże, przy jej formułowaniu Autorka użyła niezbyt trafnego określenia – chodzi o fragment "...skutkuje powstaniem kompozytów funkcjonalizowanych z uwagi na ich właściwości wytrzymałościowe oraz udarowe". Bez wątplenia Autorce chodzi o uzyskanie kompozytów, w których zawartość poszczególnych rodzajów włókien będzie różnicowana w celu uzyskania alternatywnie (lub równocześnie) możliwie najwyższych właściwości wytrzymałościowych oraz odporności udarowej. Chodzi więc o optymalizację składu kompozytu pod kątem dwóch wielkości wynikowych. Użycie słowa "funkcjonalizacja" nie pasuje do opisywanych dążeń i kojarzy się raczej z obróbką chemiczną – np. włókien będących przedmiotem pracy. Może to wprowadzić czytelnika w błąd.

Cel naukowy pracy – aczkolwiek sformułowano go w nieco dziwnej konfiguracji gramatycznej – dobrze odnosi się do postawionej tezy i gdyby sformułować pytanie naukowe oparte na tejże tezie, zrealizowanie celu pozwoliłoby na to pytanie odpowiedzieć. Bardzo jasny i dobrze sformułowany jest z kolei cel użyteczny pracy.

Opis planu badawczego jest sformułowany niezbyt jasno, ale rysunki 5.1 – 5.4 wraz z następującym po nich wyszczególnieniem badań dla poszczególnych materiałów dobrze wyjaśniają całość. Przyglądając się schematom na ww. rysunkach nasuwa się pewna refleksja -

✓

szkoda, że nie przeprowadzono badań dla polipropylenu (PP) z samymi włóknami węglowymi, drzewnymi i łupinami orzechów. Stanowiłoby to podstawę do analizy rzeczywistego wpływu układu hybrydowego (kombinacji włókien wzmacniających), na tle poszczególnych typów włókien zastosowanych indywidualnie. Mimo wspomnianych niedoskonałości, zarówno celowość jak i aktualność przedstawionego przez doktorantkę programu badań nie budzi wątpliwości.

Pierwsza część rozdziału otwierającego eksperymentalną część pracy opisuje materiały użyte w badaniach. Opis jest systematyczny i przejrzysty, występują w nim jednak pewne braki. Autorka nie zamieściła precyzyjnych informacji – np. w formie tabel - dla włókien szklanych i bazaltowych wykorzystanych w pracy. Podała nazwy handlowe stosowanych komponentów, ale zestaw danych też by się przydał. Poza tym nieznacznym brakiem wszystkie istotne informacje zostały w opisie zawarte.

Druga część rozdziału otwierającego eksperymentalną część rozprawy opisuje metodologię podjętych prac badawczych. Opis jest przejrzysty i systematyczny, w szeroki i precyzyjny sposób opisuje poszczególne metody, wraz ze szczegółami technicznymi i obliczeniowymi. Nie budzi to zastrzeżeń i zasługuje na uznanie. Kwestią dość negatywną – dotyczącą zasadniczo planu badań - jest brak wyjaśnienia dlaczego programy badań dla poszczególnych materiałów różnią się dość istotnie. Jedyna informacja w przedmiotowej kwestii została zamieszczona na stronie 44: "Dla wybranych kompozytów poszerzono zakres badań między innymi o badania chłonności wody, przyspieszone badania starzeniowe czy symulacje komputerowe". Można się domyślić, że np. badania absorpcji wody są istotne tylko dla materiałów zawierających składniki chłone wodę (np. łupiny orzechów, czy len), ale skurcz przetwórczy lub modele matematyczne dotyczą raczej wszystkich badanych materiałów. Należało w opisie metodyki lub wcześniej w opisie programu badań, uzasadnić dobór metod dla poszczególnych materiałów.

Obszerny rozdział 7 pracy zawiera omówienie i analizę wyników przeprowadzonych badań. Wywód został podzielony na siedem podrozdziałów, z których pięć dotyczy kompozytów hybrydowych ze zwykłym PP, szósty stanowi analityczne podsumowanie tych pięciu, a siódmy rozprawia się z kompozytami na bazie biopolipropylenu (bioPP). Opisy w pięciu rozdziałach są raportami z badań, napisane są bardzo przejrzysto i w sposób powtarzalny. Nie zawierają szczegółowych analiz, ale zbiorcza analiza zawarta w odrębnym rozdziale (7.6) jest bardzo przyzwoita, a przyjęta konstrukcja wywodu wydaje się bardzo dobrym rozwiązaniem. Wywód czyta się dobrze, uwagę zwracają bardzo dobre zdjęcia SEM. Niemniej jednak, Autorce nie udało się uniknąć pewnych braków, nieścisłości i twierdzeń nieopartych dowodami. Przykładowo, na stronach 54 – 55 i w rozdziale 7.6 Autorka przedstawiła dość obszerne wyniki badań palności. Przeprowadziła jednak tylko szcątkowe omówienie tychże, bez szerszej dyskusji, odniesienia do istniejącego stanu wiedzy, oceny praktycznego znaczenia. Innym przykładem jest dość lakoniczna interpretacja skuteczności przeprowadzonego modelowania numerycznego (strona 60). Przy ocenie skuteczności modeli trzeba brać pod uwagę precyzję danych wejściowych. Jeżeli stosuje się nie pochodzące z własnych eksperymentów dane zewnętrzne, uzyskanie dobrej walidacji jest mało prawdopodobne. To raczej wykorzystując modele i walidując je wynikami odpowiednio skorelowanych eksperymentów (np. moduły sprężystości kompozytów przy różnym udziale danego typu włókna) można wnioskować korektę odpowiednich danych wsadowych do modelowania (np. średnica włókien). Byłaby to ciekawa analiza, tym bardziej, że np. z rysunku 7.38 na stronie 91 wynika, że zwiększenie udziału włókien w kompozycie poprawia zbieżność zastosowanego modelu z danymi eksperymentalnymi (Autorka nie zwróciła uwagi na ten efekt). Niestety, Autorka praktycznie nie wykorzystwała wyników analiz numerycznych. Ciężko stwierdzić, jaki był cel ich zamieszczania w pracy – mimo możliwości uzyskania z nich konkretnego zasobu wartościowych informacji. Pomimo wspomnianych wyżej, oraz innych

(wyszczególnionych w dalszej części recenzji) pomniejszych niedociągnięć rozdziały opisujące wyniki należy ocenić bardzo pozytywnie, a szczególnie dobrze wypada rozdział 7.6, czyli zbiorcza analiza wyników. Tłumaczy ona w syntetyczny sposób ważniejsze różnice między badanymi materiałami, a przejrzyste zbiorcze wykresy (głównie w formie histogramów) pozwalają sprawnie ocenić każdy indywidualny aspekt. W tym miejscu szczególnie narzuca się, wspomniany wcześniej, prawdopodobnie najpoważniejszy "zarzut" do konstrukcji programu badań - brak analizy porównawczej dla wszystkich kombinacji włókien wzmacniających badanych w pracy.

Wnioski z pracy są przejrzyste. Autorka wydzieliła "Wnioski użytkowe", co jest dobrym rozwiązaniem. Plusem jest też wydzielenie i wyraźne wskazanie najważniejszych kierunków dalszych badań. Mimo, że w ramach tychże przyszłych potencjalnych prac Autorka wymienia badania technologiczne, to podstawowe tego typu badania powinny znaleźć się już w ramach recenzowanej rozprawy. Można było np. wyznaczyć indeks płynięcia (MFI) dla badanych kompozytów. Tym bardziej, że na stronie 130, przy omawianiu wniosków użytkowych, Autorka stwierdza, że przy zawartości 20% wagowych krótkich włókien można wtryskiwać skomplikowane kształty; nie zawsze; a poparcie takiej tezy wymagałoby (co najmniej) właśnie zbadania MFI. W pracy brakuje też jakiejś prostej analizy ekonomicznej – np. w kwestii kosztów/opłacalności stosowania bioPP, czy napełniaczy roślinnych.

Niezależnie od pewnych braków, praca stanowi bardzo atrakcyjny materiał dla licznego grona odbiorców i stanowi cenny element aktualizacji bazy wiedzy dotyczącej kompozytów termoplastycznych zawierających włókna naturalne.

* * * *

Pomimo że recenzowana praca stanowi ważny wkład w stan zagadnienia, Autorce nie udało się uniknąć szeregu błędów i niedociągnięć. Szczegółowe uwagi krytyczne dotyczące treści rozprawy zostały przedstawione w dalszej części recenzji.

Szczegółowe uwagi krytyczne

Szczegółowe uwagi krytyczne dotyczące recenzowanej rozprawy zostały podzielone na dwie zasadnicze grupy. Pierwsza obejmuje uwagi, na które **oczekuję komentarza** ze strony Autorki najpóźniej w dniu obrony pracy. Druga grupa obejmuje pomniejsze uwagi merytoryczne i językowe, na które nie oczekuję komentarza ze strony Autorki - zostały one zebrane w załączniku do recenzji.

Uwagi szczegółowe wymagające komentarza ze strony Autorki

Objaśnienie oznaczeń:

S - strona nr

L – linia nr (g – od góry, d – od dołu)

Uwaga 1

S6L1g oraz S27L5g i S32 rysunek 3.1: Naturalne pochodzenie włókien bazaltowych – kwestia dyskusyjna; potrzebne wyjaśnienie ze źródłami; dlaczego włókno bazaltowe jest naturalne, a szklane nie? Dlaczego włókno bazaltowe jest bardziej eko, niż włókno szklane (strona 129)?
Proszę o wyjaśnienie tych kwestii.

Uwaga 2

S18L12g: "Im wyższy współczynnik kształtu tym wyższa wytrzymałość kompozytu" – tylko do długości krytycznej, którą wzmiankuje pani w następnym zdaniu! **Proszę o wyjaśnienie pojęcia długości krytycznej włókna w kompozycie.**

Uwaga 3

S4916d i S50-51 rys. 7.1 – 7.3 oraz S69 i S70 rysunki 7.15 – 7.17: Dlaczego wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu są wyższe przy -24 st C, niż w temperaturze pokojowej? Czysty PP wykazuje w niskiej temperaturze (przewidywalne) zwiększenie modułu i zmniejszenie wydłużenia, a kompozyty na odwrót; co Autorka rozumie przez "większą pracę niezbędną do wyciągania włókien w temperaturze obniżonej"? A może np. w niskiej temperaturze następowało ślizganie próbki w szczękach maszyny albo poślizg ramion ekstensometru? Dla bioPP te trendy wyszły prawidłowo – wydłużenie w -24 st C było najmniejsze. **Proszę o wyjaśnienie tych kwestii.**

Uwaga 4

S54L10g i S55 tabela 7.1: Szczególnie interesującą nieomówioną kwestią dotyczącą palności jest mniejszy czas zapłonu (TTI) kompozytów, w porównaniu z czystym PP – skąd taki efekt? Czy po wypaleniu kompozytów oprócz włókien zostały jakieś zwęgliny PP? **Proszę o wyjaśnienie.**

Uwaga 5

S57L7d: Czy rozbieżności gęstości nie wynikają z zawartości pustek (powietrza) w materiale? Czy podjęto próbę oceny materiałów pod kątem zawartości pustek? Przykładowo, w tabeli 7.6 na S68 podano gęstość PP 0,886 g/cm³ - to jakaś bardzo mała wartość; dla mało krystalicznych PP gęstość wynosi ok. 0,908 g/cm³; najpewniej badany PP zawierał znaczną ilość pustek gazowych; również gęstość kompozytów jest relatywnie niska – zapewne wynika ona z tej niskiej gęstości PP. **Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.**

Uwaga 6

S61L7d: Siły Van der Waalsa zależą od temperatury; w niskich temperaturach wcale nie są słabe – w polimerach mogą być porównywalne z siłą wiązań kowalencyjnych; rozszerzalność liniowa polimerów zależy nie tylko od wiązań Van der Waalsa, ale też od budowy – ułożenia i konfiguracji łańcuchów, zawartości fazy krystalicznej, rodzaju i rozmieszczenia atomów w monomerach. Siły Van der Waalsa mają też dużo wspólnego z odkształcalnością polimerów - S68L4d: "łańcuchy polipropylenu stają się bardziej ruchliwe" - to stwierdzenie jest nieprecyzyjne lub nieprawdziwe. Podobnie, jak to na S99L2d: "polimer staje się bardziej ciągliwy w wyniku intensywnych ruchów łańcuchów polimerowych". **Bardzo proszę o wyjaśnienie kwestii siły wiązań Van der Waalsa w polimerach i wpływu tych wiązań na odkształcalność polimerów.**

Uwaga 7

S78L9d: Autorka pisze, że PP nie zmienia się pod wpływem czynników degradacyjnych, po czym uzasadnia spadki właściwości kompozytów twierdzeniem, że "Różne fizyczne i chemiczne czynniki mogą powodować nieodwracalne zmiany strukturalne zachodzące w polimerach"; całkowicie pomija kwestię wpływu starzenia na włókna i łupiny orzechów; podobnie brak takiego podejścia w analizie dotyczącej kompozytów bioPP na str. 117. **Proszę o wyjaśnienie tych kwestii.**

Uwaga 8

S117L1g: w opisie materiałów (rozdział 6.1) Autorka nie opisała obróbki włókien lnianych wodorotlenkiem sodu; nie jest napisane, czy włókna w badanych kompozytach były poddane obróbce, czy też poddano je dopiero po badaniach. **Proszę o wyjaśnienie które badane włókna były obrabiane, a które nie.**

Podsumowanie oceny rozprawy i wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktorska sprawia bardzo dobre wrażenie podczas czytania. Krytyka zawarta w niniejszej recenzji ma w zdecydowanej większości charakter niefundamentalny i nie zawiera elementów, które podważałyby celowość powstania lub wartość naukową dzieła. Należy zwrócić szczególną uwagę na bardzo wartościowe wyniki badań zawarte w pracy, na bogactwo zastosowanych metod i dużą ilość pracy włożoną w realizację. Wyniki pracy stanowią w mojej opinii solidny, obszerny i wartościowy wkład w stan zagadnienia, a jednocześnie dowodzą dużej dojrzałości naukowej autorki. Nie mam wątpliwości, że wszystkie elementy wymagane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym Oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (ze szczególnym uwzględnieniem art. 13) z późniejszymi zmianami, są w treści pracy spełnione. Wobec powyższego, po wnikliwej analizie wyników przeprowadzonej oceny, pragnę sformułować dwa wnioski podsumowujące:

- 1) opiniuję przedstawioną rozprawę **pozytywnie** i rekomenduję dopuszczenie jej do dalszego procedowania w przewodzie doktorskim, w dyscyplinie **inżynieria materiałowa**,
- 2) wnioskuję o **wyróżnienie** rozprawy przez Radę Naukową Wydziału.

Mateusz Kozioł



Załącznik do recenzji rozprawy doktorskiej pt. " Ocena efektów wzmocnienia włóknami bazaltowymi hybrydowych kompozytów na osnowie polipropylenu" napisanej przez panią mgr inż. Annę Kufel

Uwagi szczegółowe nie wymagające komentarza ze strony Autorki:

S1L3g – "termoplastycznych kompozytów"; lepiej byłoby "kompozytów termoplastycznych"; dalej w tekście się to powtarza

S4L3d: powinno być "polipropylen szczepiony bezwodnikiem maleinowym"; podobnie na S15L6d

S5L17: "Kompozyty hybrydowe znalazły głównie zastosowanie w kompozytach laminowanych." – zdanie błędne gramatycznie

S5L12d: [kompozyty termoplastyczne wzmocnione krótkim włóknem] "charakteryzują się wysoką udarnością w porównaniu do kompozytów duroplastycznych" – niekoniecznie

S9L4g: zapewne powinno być "odwodornienia propanu"

S9L11g: "zdolne do biodegradacji i, które mogą" – niepotrzebne "i" albo przecinek

S10L2d: lepsze byłoby "roślinnych" zamiast "spożywczych"; robienie plastiku z jedzenia nie za dobrze się kojarzy

S15L6d i S15L4d: powinno być konsekwentnie – albo "bezwodnik", albo "anhydryt"; podobnie "kompatybilizator" i "środek sprzęgający"; dalej w tekście również pojawiają się te dualizmy pojęciowe

S17 dół: niepotrzebna przerwa

S19 wzór 2.1: nie objaśniono wszystkich elementów zawartych we wzorze (w tekście jest opis, ale niektórych rzeczy trzeba się domyślać)

S19 wzór 2.1: taka postać wzoru będzie prawidłowa dla doraźnego naprężenia, ale już np. dla wytrzymałości – nie będzie!

S21L13g i L15g: powinno być konsekwentnie "Halpin" albo "Halpina"

S22L10d: raczej "anizotropię właściwości", a nie "właściwości anizotropowe"

S24L14d: bardziej zrozumiale byłoby "maksymalnie o 75%"

✓

S30 tabela 3.1: podane wartości są absurdalne (moduł Younga 90 MPa??) i mocno odbiegają od danych dla komercyjnych włókien węglowych; nie podano źródła danych, nie określono jakiego typu włókien węglowych ewentualnie dotyczą

S32L1d: kolejny dualizm pojęciowy – "matryca" i "osnowa"

S33L4g i dalej: "obniżenie właściwości mechanicznych kompozytu" – zdecydowanie lepiej brzmiałoby "pogorszenie właściwości mechanicznych kompozytu"

S38L4g: "Gęstość teoretyczna i eksperymentalna" – tu jest taki opis, a w pozostałych materiałach jest tylko "Gęstość"

S40 tabela 6.1 L4g: powinno być "Moduł sztywności przy rozciąganiu"

S45L7g: zapewne miało być "WAS 220W"

S46L10d: raczej "TESCAN MIRA3" zamiast "MIRA3 TESCAM"

S47L1g: L powinno być w dolnym indeksie

S47L8g: "na Uniwersytecie Łotewskim w Łotwie" – to już mogła pani napisać "w Rydze"

S48L10g: powinno być "Digimat-MF" zamiast "Digmat-MF"

S48L2d: powinno być raczej "Wyznaczone odchylenia", a nie "Wyniki"

S57 tabela 7.2, S68 tabela 7.6, S81 tabela 7.9: temperatury Vicata można było podać z dokładnością do 1 stopnia

S58L2g i 4g: bardziej pasowałoby "mechaniczne" zamiast "wytrzymałościowe"

S59 tabela 7.3 i dalej: Stawianie łącznika "±" do łączenia średniej i odchylenia standardowego nie jest zgodne z aktualnie obowiązującymi wytycznymi metrologii; odchylenie standardowe powinno się zapisywać w nawiasie okrągłym za średnią bez spacji: 123(12)

S72L5g: "Polipropylen charakteryzuje się dobrą izolacją elektryczną i jest klasyfikowany jako dobry izolator" – zapewne chodziło o "wytrzymałość elektryczną"; nie do końca przenosi się to na omawianą w tym miejscu przewodność cieplną

S72L3d: "zmniejszył się o około 150% i 200%" - ???!!!

S73 rysunek 7.19: brak opisu osi y – przyrost wymiaru ze wzrostem temperatury

S73 rozdział 7.3.3: Autorka nie podała podstawowych informacji o warunkach pełzania – urządzenie, sposób przyłożenia obciążenia, wartość obciążenia, temperatura otoczenia

S77L9g: błąd literowy "złej adhezji między włóknem i cząsteczką łupina a osnową"

S77L5d: niepotrzebny przecinek i wyraz w "Kompozyty poddano procesowi przyspieszonego starzenia, w warunkach: temperaturze wynoszącej 120°C i wilgotności 50%"

S78L6g: "Ponadto absorpcja wody osłabiła wiązania międzyfazowe między włóknami a polimerem" – Autorka nie badała tych aspektów, więc kategorię stwierdzenia są na wyrost

S78L13d: ten moduł zmienia się nieznacznie – winna jest statystyka pomiarów, a nie "pęcznienie łupin" (ryzykowna teza)

S80L5d: "Proces przyspieszonego starzenia kompozytów spowodował obniżenie właściwości mechanicznych kompozytów" - zdanie niegrammatyczne

S92 tabela 7.11: błąd literowy w "Isotropowy"

S94L8g: "Obliczenia wykonano w module Digimat-RP za pomocą solvera Ansys" – ta sama informacja drugi raz w akapicie

S96 rysunek 7.43: nie objaśniono niebieskich linii – zapewne są to linie dla czystego PP

S103L6g: powinno być "charakteryzujące się"

S115: przebieg krzywych na rysunku 7.67 nie zgadza się z danymi z tabeli 7.12

S119L3g: powinno być zapewne "włókien drzewnych" zamiast "łupin orzechów"

S120L8g: błąd literowy "Cząstka jest dobrze osadzone w osnowie polimerowej"

S129L9d: lepiej byłoby "włóknami jednego rodzaju" zamiast "pojedynczymi włóknami"

S130L6d: błąd literowy "przez spalane z odzyskiem energii"

