



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA  
WIELKOPOLSKIEGO  
WOJEWÓDZKI URZĄD PRACY  
W POZNANIU

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Marcin Wołpiuk**  
**Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu**  
**Wydział Technologii Drewna**  
**Katedra Obrabiarek i Podstaw Konstrukcji Maszyn**

Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

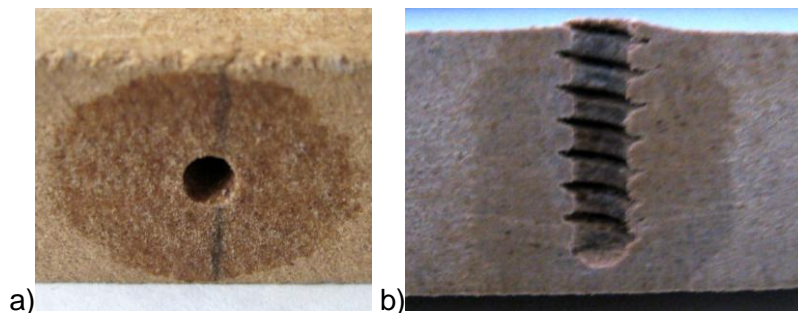
## **Badania nad zdolnością utrzymywania wkrętów w lokalnie wzmocnionych płytach drewnopochodnych**

Polskie meble to specjalność eksportowa w ujęciu światowym. W przeciągu 15 lat ten sektor gospodarki najszybciej rozwinął się w Polsce i w Chinach. W tym czasie polska zajęła 4 miejsce w światowym rankingu eksporterów mebli, zaraz za Chinami, Niemcami i Włochami. Udział Polski w światowym eksporcie mebli wynosi 5,3% (wg. danych ONZ z 2009 roku). Co roku eksport wynosi 2.500.000 ton, a jego wartość w 2013 roku powinna wzrosnąć do 6,9 mld euro wobec 6,6 mld w ub.r. Z danych OIGPM wynika, że polska branża meblarska eksportuje produkty na wszystkie rynki europejskie, a także do większości krajów spoza UE. Najważniejszymi rynkami zbytu są Niemcy, gdzie udział w eksporcie wynosi 39%, Francja 8%, Wielka Brytania ok. 7% i Czechy ok. 6%. Poza UE w pierwszej dziesiątce krajów, do których są wysyłane meble są m.in. Rosja oraz Stany Zjednoczone. Ministerstwo Gospodarki wybrało meble jako pierwszą z 15 branż, które będą wspierane w procesie promocji polskiej gospodarki.

Obszar pracy obejmuje badania mające na celu zwiększenie właściwości mechanicznych tworzyw drewnopochodnych najczęściej wykorzystywanych do produkcji mebli. Wyniki badań empirycznych przedstawiają możliwość lokalnego wzmocnienia płyt drewnopochodnych w miejscu mocowania łączników zaczepowych. Dane te posłużą projektantom oraz konstruktorom mebli, którzy borykają się z problemem ciągłego zwiększania się obciążalności elementów meblowych. Wdrożenie sposobu lokalnego wzmocnienia płyt skutkuje zwiększeniem nośności mebli, wydłużeniem czasu wysiłonej eksploatacji części meblowych, w rezultacie podwyższeniem jakości produkowanych mebli z ekonomicznych materiałów drewnopochodnych oraz obniżeniem współczynnika reklamacji.

Meble skrzyniowe produkowane są głównie z tworzyw drewnopochodnych tj. płyty wiórowe oraz płyty MDF. Kompozyty te są materiałami ortotropowymi o wyrównanych właściwościach mechanicznych na szerokiej płaszczyźnie i zmiennymi na grubości. Zewnętrzne warstwy np. płyt wiórowych zbudowane są z drobniejszych wiórów o większym stopniu zaklejenia, natomiast wewnętrzna warstwa zbudowana z grubszych wiórów stanowi jedynie wypełnienie. Okucia i łączniki meblowe osadzone w tworzywach drzewnych w znacznym stopniu współpracują z wewnętrzną, słabszą warstwą.

Wytrzymałość i sztywność połączeń decyduje w pierwszej kolejności o wytrzymałości i sztywności całej konstrukcji. Badania wytrzymałościowe mebli wykazały, że w 80% przypadków zniszczeniu ulegały nie elementy konstrukcji, lecz ich połączenia. Aby zwiększyć jakość mebli wykonanych z tworzyw drzewnych, należy więc zwrócić szczególną uwagę na połączenia, polepszając ich właściwości mechaniczne: nośność (zdolność do przenoszenia odpowiednich obciążeń) i sztywność (czyli odporność na odkształcenia). Można w ten sposób wydatnie zwiększyć odporność na odkształcenia i zniszczenie całej konstrukcji skrzyniowej mebla. Lokalne podniesienie właściwości mechanicznych płyt konstrukcyjnych w miejscu mocowania łączników pozwoli na zwiększenie nośności i sztywności połączenia, oraz całej konstrukcji. Gwałtowny rozwój chemii polimerów, pozwolił na opracowanie szeregu nowych związków, które można zastosować do modyfikacji właściwości płyt drewnopochodnych. Wstępnie przebadano 5 preparatów, wyłaniając jeden do przeprowadzenia badań właściwych, jest to odporny na wilgoć preparat poliuretanowy PUR 555,6, badania wykazały znaczny, blisko 3-krotny wzrost zdolności utrzymania łączników w modyfikowanej płycie wiórowej i MDF. )



Rys. 2. Obraz miejscowej modyfikacji płyty MDF po aplikacji środka PUR 555,6; a) widok modyfikacji wąskiej płaszczyzny płyty, b) przekrój otworu po usunięciu wkręta na szerokiej płaszczyźnie płyty MDF (aut. M.Wołpiuk)

W oparciu o powyższe rozważania, postanowiono przeprowadzić badania, których nadrzędnym i użytecznym celem jest weryfikacja hipotezy badawczej, że środek penetrująco-wzmacniający ma istotny i pozytywny wpływ na utrzymywanie się wkrętów w płycie wiórowej i MDF. Dodatkowymi celami pracy są: poznanie zjawisk zachodzących podczas wrywania wkrętów, oraz wyznaczenie MES (metodą elementów skończonych) dystrybucji naprężeń w

strefie kontaktów wkrętu z płytą. Projektantom konstrukcji meblowych dostarczone zostaną dane liczbowe charakteryzujące związek pomiędzy stanem odkształcenia i naprężenia zachodzącym we wzmocnionej strefie płyt. Materiałem badawczym z uwagi na powszechność stosowania w przemyśle meblarskim, postanowiono, że będzie płyta wiórowa oraz płyta suchoformowana MDF, nie posiadającej uszlachetnionych powierzchni. Łączniki użyte do badań będą to uniwersalne wkręty stożkowe i wkręty typu EURO, różniące się budową, geometrią gwintu, oraz zastosowaniem przemysłowym. Płyty drewnopochodne wzmocniane będą miejscowo preparatem Kleiberit – PUR 555,6.

Zakres badań obejmuje:

- Wybór środka wzmacniającego – wstępne badania polegające na ustaleniu zdolności utrzymania wkrętów w płytach meblowych miejscowo wzmocnianych środkami do tego celu przeznaczonymi, oraz na wyłonieniu preparatu najkorzystniej wzmacniającego. Badania przeprowadzono na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej uzbrojonej w dedykowane oprzyrządowanie.
- Określenie czasu polimeryzacji środka wzmacniającego – ustalenie czasu niezbędnego do pełnej polimeryzacji środka, czas określono poprzez ustabilizowanie się maksymalnej zdolności utrzymania wyrwanych wkrętów.
- Badanie stopnia wzmocnienia tworzyw drzewnych – badania przeprowadzono na stanowisku badawczym Zwick, wyznaczając maksymalną zdolność utrzymania się wkrętów, sztywność połączenia oraz pracę potrzebną do zniszczenia połączenia wkrętu z płytą.
- Zbadanie zasięgu strefy zmodyfikowanej – badania wstępnie przeprowadzone na Uniwersytecie Technicznym w Zvoleniu, polegały na ustaleniu zmian gęstości modyfikowanych tworzyw drewnopochodnych przy użyciu densytometru radiacyjnego z izotopem Am<sup>241</sup>, badania rozszerzono i dokończono we współpracy ze Szpitalem Gróźliczym w Białymstoku przy użyciu tomografu rentgenowskiego marki Shimadzu. Pozwoliły na określenie głębokości i wielkości strefy modyfikowanej.
- Przeprowadzenie badań właściwości materiałowych poszczególnych warstw zmodyfikowanych płyt – badania przeprowadzono na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy metodą DIC (cyfrowa analiza obrazu) na stanowisku wyposażonym w wideoekstensometr optyczny, otrzymano kompletne wyniki wytrzymałości na ścinanie, moduły sprężystości oraz współczynniki Poissona.
- Modelowanie półsztywnych połączeń metodą MES – praca realizowana we współpracy z Politechniką Poznańską, polega na wyznaczeniu dystrybucji naprężeń w strefie kontaktów wkrętu z lokalnie zmodyfikowaną płytą, do symulacji komputerowej wykorzystane zostaną wyniki z badań tomograficznych oraz wideoekstensometrycznych.

- Przeprowadzenie badań weryfikacyjnych nośności i sztywności pól sztywnych połączeń modyfikowanych miejscowo płyt wiórowych i MDF – wykonanie eksperymentów wrywania łączników ze wzmocnionych płyt, w warunkach zbliżonych do modelowanych metodą MES.
- Poznanie skutków działania niszczących sił i momentów wywieranych na modyfikowane połączenia – opisanie skutków i przebiegu procesu niszczenia połączenia na styku wkrętu z lokalnie wzmocnioną płytą przeprowadzone będzie metodą fotogrametryczną, oraz przy użyciu tomografii komputerowej, pozwoli to opisać zachodzące zjawiska na zwojach gwintów.

Zagadnienie lokalnego wzmacniania tworzyw drewnopochodnych stosowanych do produkcji mebli ma swoje korzenie w przemyśle, ponieważ to z stamtąd napływały informacje o niewystarczającej nośności połączeń, wykruszeniu płyt w miejscu osadzenia złączy, wciąganiu wkrętów, czy niskiej wytrzymałości samych płyt objawiającej się niewystarczającą nośnością instalowanych akcesoriów i okuć meblowych, a także obniżającą się sztywnością konstrukcji. Problem ten nasilił się zwłaszcza w czasie nieustannego minimalizowania kosztów produkcji materiałów płytowych, płyty o małej gęstości nie zapewniają wystarczającej wytrzymałości w meblach silnie obciążonych. Jest to problem który objawia się w reklamacjach, gdy konsument traci zaufanie do wyrobu i danej marki. Wyeliminowanie znacznej części reklamacji oraz podniesienie jakości wyrobów uzyskać można poprzez miejscowe wzmacnianie tworzywa drzewnego, w miejscu gdzie jest osadzony łącznik. Metoda ta jest skuteczna na tyle że konstruktor jest w stanie przewidzieć miejsca połączeń, które będą nadmiernie obciążone i zapewnić im dodatkowe wzmocnienie. W pracy zaproponowano rozwiązanie wzmacniania miejsc kontaktu łączników z płytą za pomocą preparatu poliuretanowego marki Kleiberit, które jest możliwe do wdrożenia w produkcji, bez inwestowania znacznych środków finansowych, czy przestawiania samej produkcji. Polegało by to na dodaniu jednej czynności operacyjnej, która ostatecznie może zostać zautomatyzowana. Sposób ten polega jedynie na zaaplikowaniu odpowiedniej ilości preparatu wzmacniającego w miejsca otworów, w których mają być montowane następnie łączniki. Ze względu na nieprzyleganie preparatu do metalowych elementów, nadaje się on zarówno do mebli do samodzielnego montażu jak i mebli gotowych, na wymiar. Spadająca ilość, bądź całkowity brak reklamacji poprawia wizerunek marki, przez co firmy umacniają swą pozycje na krajowym i międzynarodowym rynku.