Załącznik 2A
do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
z dnia 15 kwietnia 2019 r.

dr inż. Dorota Dukarska

Katedra Tworzyw Drzewnych
Wydział Technologii Drewna
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

AUTOREFERAT PREZENTUJĄCY DOROBEK I OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE

Poznań, 2019

SPIS TREŚCI

1. DANE PERSONALNE 3
2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE 3
3. INFORMACJE O ZATRUDNIENIU 3
4. OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE WSKAZANE WE WNIOSKU O PRZEPROWADZENIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO 4
   4.1. Tytuł i adres bibliograficzny 4
   4.2. Wprowadzenie 4
   4.3. Geneza zagadnienia 5
   4.4. Cel i zakres pracy 9
   4.5. Wyniki badań i wnioski 10
5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH 14
6. WSKAŹNIKI WARTOŚCIUJĄCE DOROBEK I OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE 22

1. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: Dorota Dukarska

Miejsce zatrudnienia:

Katedra Tworzyw Drzewnych

Wydział Technologii Drewna

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 38/42

60-637 Poznań

2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE

- 2003 r. – doktor nauk leśnych w zakresie drzewnictwa, Wydział Technologii Drewna, Akademia Rolnicza w Poznaniu

  Tytuł rozprawy doktorskiej:

  Wpływ modyfikacji żywicy fenolowej polimerami amidowymi na właściwości płyt wiórowych

  Promotor: prof. dr hab. Janina Łęcka

  Recenzenci: dr hab. Danuta Nicewicz, prof. nadzw.; prof. dr hab. Stanisław Proszyk

- 1994 r. - magister inżynier technologii chemicznej organicznej, specjalność – polimery, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska.

Wykształcenie uzupełniające:

- 2009 r. - szkolenie Egzaminatorów ECDL (Europejski Certyfikat Umiejętności Komputerowych), Polskie Towarzystwo Informatyczne, uzyskanie certyfikatu egzaminatora ECDL

3. INFORMACJE O ZATRUDNIENIU

- 01.09.1994 - 30.09.1998 r. - asystent, Katedra Chemii, Wydział Technologii Drewna, Akademia Rolnicza w Poznaniu

- 01.10.1998 - 30.09.2004 r. - asystent, Katedra Tworzyw Drzewnych, Wydział Technologii Drewna, Akademia Rolnicza w Poznaniu
- od 01.10.2004 - adiunkt, Katedra Tworzyw Drzewnych, Wydział Technologii Drewna, Akademia Rolnicza w Poznaniu (od 04.2008 r. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu).

4. OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE WSKAZANE WE WNIOSKU O PRZEPROWADZENIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

4.1. Tytuł i adres bibliograficzny

Zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jako osiągnięcie naukowe wybrałam rozprawę pt.:

Właściwości wybranych tworzyw drewnopochodnych wytwarzanych z udziałem nano-SiO_2

Dukarska D., 2019 r.
Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Rozprawy naukowe, nr 514
ISBN 978-83-7160-932-9

4.2. Wprowadzenie

Nanocząstki wykazują odmienne właściwości fizyko-chemiczne od analogicznych cząstek o wymiarach w skali mikro- i makroskopowej. Ich wysoki stosunek powierzchni do masy, wysoka aktywność chemiczna, różnorodność struktur oraz możliwość funkcjonalizacji sprawia, iż znajdują one zastosowanie w wielu technologiach różnych gałęzi przemysłu i wzbudzają coraz większe zainteresowanie badaczy. Obecnie jednym z najbardziej rozpowszechnionych materiałów o nanoskopowej wielkości cząstek jest syntetyczna krzemionka, tj. ditlenek krzemu, zdolny do tworzenia nanostruktur zarówno krzemionkowych składających się wyłącznie z cząstek SiO_2 jak i hybrydowych, w których pełnią one funkcję rdzenia pokrytego cienką warstwą innego materiału. Największym zainteresowaniem cieszą się obecnie krzemionki otrzymywane z alkoksysilanów (TEOS, TMOS) oraz krzemionka płomieniowa. Ta ostatnia charakteryzuje się mniejszą niż krzemionki strącane wielkością cząstek pierwotnych (rzędu 5-50 nm) i w konsekwencji większą powierzchnią właściwą (rzędu 50-500 m^2/g). Wielkość jej cząstek może być

kontrolowana przez odpowiedni dobór parametrów syntezy, tj. temperaturę, długość i intensywność turbulencji płomienia oraz stosunek reagentów. Wadą jej jest natomiast znaczna tendencja do agregacji oraz aglomeracji i tym samym wytwarzania większych skupisk cząstek o wielkości nawet do ok. 2 μm. Wysoka aktywność nano-SiO_2 wynika z obecności na jej powierzchni grup silanolowych (≡Si–OH) i siloksanowych (≡SiO–SiO≡). Grupy silanolowe umożliwiają modyfikację krzemionki, najczęściej silanowymi środkami sprzęgającymi. Proces ten przeprowadza się w celu zmiany jej właściwości powierzchniowych, topografii, energii powierzchniowej i struktury porów. Efektem tych działań jest zmiana właściwości powierzchniowych nano-SiO_2 z hydrofilnych na hydrofobowe. Skutkuje to poprawą jej dyspergowalności i zmniejszeniem tendencji do aglomeracji oraz zwiększeniem powinowactwa chemicznego do innych komponentów układu hybrydowego, głównie do polimerów stanowiących osnowę w różnego rodzaju nanokompozytach. Ponadto umożliwia projektowanie i tworzenie nowych materiałów hybrydowych o właściwościach niespotykanych do tej pory.

4.3. Geneza zagadnienia

Znaczna część badań prowadzonych z zastosowaniem nanomateriałów takich jak nanokrzemionka, nanoglinka, montmoryllonit, fulereny, nanorurki węglowe, czy też nanotlenki metali dotyczy przede wszystkim nanokompozytów polimerowych. Są to materiały dwufazowe składające się z matrycy polimerowej oraz fazy rozproszonej w postaci nanocząstek pełniących funkcję napełniacza (wypełniacza). Z przeprowadzonych do tej pory badań wynika, iż dodatek nanokrzemionki do takich tworzyw jak polipropylen, polietylen, politereftalan etylenu, polichlorek winylu, polistyren, poliamid, poliuretan, żywica epoksydowa i wiele innych, powoduje zwiększenie ich sztywności, wytrzymałości na rozciąganie i ściskanie, udarności oraz wzrost odporności chemicznej i termicznej. Krzemionka ogranicza również ich zdolność do pochłaniania wody oraz skurcz podczas utwardzania. Zmniejsza także ich rozszerzalność cieplną, a zwiększa współczynnik przewodzenia ciepła oraz ognioodporność.

Tworzywa termoplastyczne takie jak polietylen, polipropylen czy politereftalan etylenu stosowane są w produkcji kompozytów polimerowo – drzewnych określanych mianem Wood Plastic Composites (WPC). Stanowią one osnowę polimerową, do której dodawany jest napełniacz drzewny pełniący funkcję wzmacniającą kompozytu. Aktualne kierunki badań oraz trendy rozwoju produkcji kompozytów WPC związane są głównie z możliwością obniżenia kosztów ich produkcji poprzez zastosowanie surowców odpadowych, polepszenia wytrzymałości oraz zmniejszenia palności m.in. poprzez stosowanie różnego

rodzaju nanomateriałów, w tym nanokrzemionki. Z bibliografii przedmiotu wynika, iż dodatek nano-SiO_2 do matrycy polimerowej kompozytów WPC poza wzrostem wytrzymałości, odporności chemicznej i wodoodporności, w istotny sposób ogranicza również ich palność. Jest to efektem m.in. silnego wzajemnego oddziaływania nanocząstek krzemionki z matrycą polimerową oraz jej wysokich właściwości barierowych. Przeprowadzone do tej pory badania wykazały ponadto, iż modyfikacja surowca drzewnego krzemionką i dodatkowo wybranym silanowym środkiem sprzęgającym powoduje zwiększenie kompatybilności matrycy polimerowej z napełniaczem, co korzystnie wpływa na fizyko-mechaniczne właściwości kompozytów WPC.

Sam proces modyfikacji drewna krzemionką nie stanowi novum. Inkorporacja nanocząstek krzemionki w strukturę drewna powoduje poprawę jego właściwości mechanicznych, hydrofobowości, stabilności wymiarowej, odporności na degradację biologiczną, a przede wszystkim ognioodporności, czemu towarzyszy także znaczne ograniczenie emisji dymu oraz toksycznych gazów. Zastosowanie nano-SiO_2 w kombinacji z fosforanowymi środkami zmniejszającymi palność drewna ogranicza również ich wymywalność. Dzięki wysokiej aktywności powierzchniowej krzemionki oraz jej zdolności do modyfikacji i tworzenia nanostruktur krzemionkowo-metalicznych (m.in. z jonami miedzi) możliwe jest także zwiększenie odporności drewna na działanie wybranych patogenów.

Nanotechnologia stwarza również nowe możliwości w zakresie wykańczania powierzchni drewna i tworzyw drewnopochodnych. Opracowano nowe, specjalistyczne powłoki „smart coatings" tzw. powłoki inteligentne o właściwościach antybakteryjnych, samoczyszczących i samonaprawialnych, w których nano-SiO_2 pełni rolę wypełniacza. Zaletą krzemionki jako nanowypełniacza materiałów powłokotwórczych jest jej wysoka twardość, stosunkowo niski współczynnik załamania światła, łatwość modyfikacji powierzchni i ogólna dostępność w handlu. Ponadto w trakcie nakładania powłok, jej przestrzenna struktura chroni układ przed ściekaniem, poprawia rozlewność i równomierność pokrycia. W kompozycjach zawierających cząstki stałe typu pigment, krzemionka zapobiega ich sedymentacji. Z bibliografii przedmiotu wynika, iż obecność krzemionki w emaliach, lakierach oraz impregnatach do drewna, umożliwia uzyskanie powłoki o odpowiednim stopniu zmatowienia, zwiększonej odporności termicznej, optycznej oraz mechanicznej, w szczególności na ścieranie i zarysowanie. Ponadto dodatek krzemionki do materiałów powłokotwórczych spowalnia proces ich degradacji, m.in. na skutek zwiększenia odporność na działanie wody. Jednym z nowszych kierunków badań jakie podjęto w ostatniej dekadzie w zakresie wykańczania powierzchni drewna są powłoki superhydrofobowe, czyli takie których kąt zwilżania jest większy niż 150°. Udowodniono,

iż nanokrzemionka modyfikowana w odpowiedni sposób pozwala na uzyskanie tego rodzaju powłoki o doskonałych właściwościach mechanicznych i hydrofobowych, odpornej na działanie wody, roztworów o różnym pH oraz niektórych rozpuszczalników organicznych.

Z przeglądu literatury w zakresie stosowania nanokrzemionki wynika, iż do tej pory nie podjęto szerszych badań nad jej zastosowaniem w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych. Opublikowane do tej pory stosunkowo nieliczne prace w tym zakresie dowodzą, że zastosowanie nano-SiO_2 może przynieść wymierne korzyści zarówno w poprawie efektywności wytwarzania tych materiałów jak i ich właściwości. Przykładem mogą być płyty wiórowe spajane spoiwami mineralnymi, tj. płyty cementowo – wiórowe (WCB) o wszechstronnym zastosowaniu w budownictwie. Obecnie zainteresowanie badaczy tym zagadnieniem wynika z wcześniejszych badań dotyczących zastosowania dodatku krzemionki płomieniowej do zaczynów cementowych. W trakcie hydratacji cementu następuje wydzielenie produktu ubocznego w postaci dobrze rozpuszczalnego w wodzie wodorotlenku wapnia, który wpływa negatywnie na wytrzymałość i twardość materiałów cementowych. Jak wynika z opublikowanych do tej pory badań, krzemionka płomieniowa posiada właściwości pucolanowe i reaguje z wodorotlenkiem wapnia tworząc cenny krzemian wapnia, a więc ten sam środek, który jest wytwarzany podczas hydratacji cementu portlandzkiego. Ponadto wykazano, iż nano-SiO_2 wpływa na właściwości reologiczne past i zapraw cementowych, przyspiesza proces hydratacji cementu, a w stanie utwardzonym zwiększa jego wytrzymałość na ściskanie, twardość oraz zmniejsza porowatość. Biorąc to pod uwagę, podjęto prace nad zastosowaniem nanokrzemionki w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych spajanych cementem. W toku badań stwierdzono, że dodatek krzemionki płomieniowej do cementu w istotny sposób zwiększa wytrzymałość płyt WCB. Okazuje się również, iż krzemionkę można zastosować jako częściowy substytut cementu. Stosując 10% substytucję cementu krzemionką można wytworzyć płyty cementowo – wiórowe o gęstości niższej niż tradycyjne płyty WCB, tj. o gęstości poniżej 1000 kg/m^3, a jednocześnie wyższej wytrzymałości na zginanie, aczkolwiek o niższej wytrzymałości na rozciąganie i stabilności wymiarowej. Warto podkreślić, iż pozytywne rezultaty jakie odnotowano po zastosowaniu krzemionki w procesie wytwarzania płyt wiązanych cementem, skłoniły badaczy do podjęcia dalszych badań nad możliwością wyrobu tego rodzaju płyt z surowców gorszej jakości będących odpadami roślin jednorocznych bądź też pochodzących z recyklingu. Obiecujące wyniki uzyskano również stosując krzemionkę płomieniową jako substytut pyłu lotnego wchodzącego w skład spoiw geopolimerowych charakteryzujących się dobrą adhezją do drewna i będących alternatywą powszechnie stosowanego cementu portlandzkiego. Wykazano, iż tego rodzaju nanokompozytowy środek wiążący pozwala uzyskać spoinę o większej wytrzymałości na

ścinanie niż spoiny wytworzone z niemodyfikowanych geopolimerów jak również z powszechnie stosowanej w przemyśle płyt drewnopochodnych żywicy mocznikowo-formaldehydowej.

W ostatnim czasie podjęto także próby zastosowania różnego typu nanomateriałów w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych wiązanych syntetycznymi środkami wiążącymi. Stosowano w tym celu głównie nanoglinkę, nanocelulozę, nano-ZnO, nano-Al_2O_3, nano-TiO_2 oraz nano-SiO_2. Z opublikowanych do tej pory nielicznych badań wynika, iż nanomateriały te wywierają korzystny wpływ na właściwości mechaniczne wytworzonych przy ich udziale tworzyw drewnopochodnych oraz na ich higieniczność, przy czym w przypadku płyt wiórowych i sklejek zaklejonych żywicami aminowymi najlepsze rezultaty uzyskano stosując nano-Al_2O_3, nano-ZnO oraz nano-SiO_2. Stwierdzono, że ich dodatek do żywicy mocznikowo – formaldehydowej już w niewielkich ilościach powoduje wzrost właściwości mechanicznych płyt wiórowych, a w szczególności wytrzymałości na zginanie i modułu elastyczności natomiast przyczynia się do spadku ich wodoodporności. Zastosowanie tego rodzaju nanomateriałów w procesie wytwarzania sklejek korzystnie wpływa na jakość ich sklejenia oraz wytrzymałość na zginanie i analogicznie jak w przypadku płyt wiórowych na ich higieniczność wyrażającą się spadkiem emisji wolnego formaldehydu. Podkreślić jednak należy, że w literaturze przedmiotu istnieją duże rozbieżności związane z ustaleniem ilości krzemionki, jaka powinna być dodana do roztworu żywicy klejowej w celu poprawy parametrów wytrzymałościowych tworzyw wytwarzanych z jej udziałem. W większości prac dodatek nanokrzemionki do żywic klejowych wynosi rzędu 1-3%, choć stosowano ją również w ilości 0,5% a nawet 8%. Rozbieżności te wynikają prawdopodobnie ze zróżnicowanych właściwości reologicznych stosowanych środków wiążących, stopnia dyspersji nanocząstek krzemionki, jak i sposobu przygotowania i dozowania nanokompozytowych żywic klejowych.

Powyższe przykłady stanowią zaledwie wycinek badań w zakresie możliwości aplikacji nanokrzemionki. Szeroki zakres jej zastosowań zarówno w czystej postaci, jak i w układach hybrydowych powoduje, że ciągle podejmowane są nowe kierunki badań, a uzyskane wyniki pozwalają na poszerzenie istniejącego już stanu wiedzy oraz wprowadzają nowe wartości naukowe i utylitarne. Nanokrzemionka w różnej postaci znajduje obecnie szerokie zastosowanie zarówno w nauce, jak i w technologii, jednakże nie jest stosowana jeszcze w procesie produkcji tworzyw drewnopochodnych, takich jak sklejka, czy też płyta wiórowa. Z przeprowadzonych badań wynika jednak, iż istnieją przesłanki do jej aplikacji również w tej dziedzinie. Dlatego też celowe jest podjęcie dalszych badań, które pozwolą określić nie tylko jej wpływ na jakość gotowych produktów, ale także pomogą w ustaleniu

najkorzystniejszych warunków ich wytwarzania oraz zaproponują nowe, korzystne z punktu widzenia ekonomii i ekologii rozwiązania technologiczne.

4.4. Cel i zakres pracy

Stosowanie nanomateriałów, w tym nanokrzemionki, stwarza nowe możliwości badań interdyscyplinarnych, które przynoszą wymierne efekty dla dalszego rozwoju nauki oraz znaczny postęp w procesach technologicznych. Pomimo iż w ostatniej dekadzie znacząco wzrosła liczba prac opisujących korzyści wynikające ze stosowania nanokrzemionki, to jednak stosunkowo niewiele publikacji dotyczy możliwości jej aplikacji w przemyśle tworzyw drewnopochodnych. Biorąc jednak pod uwagę obszerną bibliografię w zakresie jej stosowania w różnych dziedzinach nauki i gałęziach przemysłu oraz korzyści z tego płynące, wydaje się celowe podjęcie badań również w tym temacie.

Z bibliografii przedmiotu wynika, iż stosowanie w procesie wytwarzania płyt drewnopochodnych niewielkich ilości różnego typu nanomateriałów powoduje przede wszystkim wzrost ich fizyko – mechanicznych właściwości oraz poprawę higieniczności. Uwagę jednak zwraca fakt, iż prace te koncentrują się w głównej mierze na określeniu wpływu ilości i rodzajów nanododatków na właściwości wytwarzanych z ich udziałem tworzyw lub jak w przypadku nanometali np. na poprawie warunków ich prasowania. Zasadne wydaje się zatem, podjęcie dalszych badań uwzględniających z jednej strony wyniki prac opublikowanych do tej pory, jak również nowe, dotychczas nieporuszane aspekty w zakresie stosowania nanomateriałów w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych. Biorąc powyższe pod uwagę, nadrzędnym celem pracy było określenie wpływu dodatku nanokrzemionki do żywic UF oraz PF na właściwości wytworzonych przy ich użyciu sklejek oraz płyt wiórowych i na tej podstawie zaproponowanie nowych rozwiązań pozwalających na ograniczenie ilości środków wiążących stosowanych w produkcji sklejek oraz poprawę właściwości płyt wiórowych wytwarzanych z udziałem niedrzewnych surowców lignocelulozowych. Uwzględniając fakt, iż nanokrzemionka wykazuje znaczną tendencję do aglomeracji, co może wpłynąć niekorzystnie na parametry wytwarzanych przy jej udziale płyt, celem prowadzonych prac było również określenie stopnia powierzchniowej modyfikacji krzemionki wybranym silanowym środkiem sprzęgającym, pozwalającego na wytworzenie płyt o jak najlepszych właściwościach fizyko-mechanicznych.

Realizacja tak sformułowanych celów pracy wymagała przeprowadzenia wielokierunkowych badań obejmujących swym zakresem:

1. Ocenę wybranych właściwości nano-SiO_2 zarówno przed modyfikacją silanowym środkiem sprzęgającym, jak i po niej.
2. Określenie wpływu dodatku różnych ilości nano-SiO_2 i jej modyfikacji na fizyko-chemiczne właściwości żywic klejowych.
3. Wytworzenie z udziałem nano-SiO_2 wybranych tworzyw drewnopochodnych:
   a. sklejek przeznaczonych do użytkowania w warunkach suchych i wilgotnych:
      — przy zastosowaniu różnego jednostkowego naniesienia nanokompozytowych żywic klejowych na powierzchnie fornirów, zależnego od rodzaju środka wiążącego
      — zaklejonych żywicą UF oraz PF z dodatkiem nano-SiO_2 modyfikowanej różną ilością APTES
   b. płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF z dodatkiem:
      — różnych ilości nano-SiO_2
      — nano-SiO_2 o różnym stopniu jej modyfikacji APTES
   c. płyt wiórowo – słomowych o różnym stopniu substytucji wiórów drzewnych cząstkami słomy rzepakowej zaklejonych żywicą UF/nano-SiO_2-APTES.
4. Badanie fizyko-mechanicznych właściwości wytworzonych tworzyw drewnopochodnych.

4.5. Wyniki badań i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, iż zastosowanie nanokrzemionki płomieniowej w procesie wytwarzania sklejek oraz płyt wiórowych, w tym płyt z udziałem surowców alternatywnych, pozwala nie tylko na poprawę ich właściwości fizyko-mechanicznych oraz higieniczności, ale również na zastosowanie w procesie ich wytwarzania rozwiązań pozwalających w znacznej mierze na oszczędności materiałowe. Z przedstawionych rezultatów badań wynika, iż nanokrzemionka w istotny sposób zwiększa lepkość żywic UF i PF, co powala na zastosowanie jej w procesie wytwarzania sklejek w charakterze wypełniacza żywic klejowych. Tego rodzaju nanokompozytowe żywice klejowe charakteryzują się wysoką homogenicznością, stabilnością w czasie i zdecydowanie lepszą rozlewnością aniżeli mieszaniny zawierające tradycyjne wypełniacze przemysłowe. Pozwala to na znaczne ograniczenie ilości środków wiążących stosowanych w procesie klejenia fornirów i jednocześnie wytworzenie sklejek charakteryzujących się wysoką jakością sklejenia i dobrymi właściwościami mechanicznymi. Uzyskane wyniki badań wykazały, iż w przypadku sklejek zaklejonych żywicą UF istnieje możliwość zmniejszenia jednostkowego naniesienia kleju na powierzchnię fornirów o 33%, a w przypadku żywicy PF o 25%. Poza

aspektem ekonomicznym, ma to również istotne znaczenie ze względów środowiskowych. Jednoczesne bowiem zastosowanie krzemionki i ograniczenie ilości żywicy UF w procesie wytwarzania sklejek w istotny sposób poprawia ich higieniczność poprzez redukcję emisji formaldehydu.

Korzystne efekty przynosi również zastosowanie nano-SiO_2 w procesie wytwarzania płyt wiórowych. W odniesieniu do płyt zaklejonych czystą żywicą UF, płyty spajane nanokompozytową żywicą klejową wykazują lepsze właściwości mechaniczne, a w szczególności wyższą wytrzymałość na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn oraz - analogicznie jak w przypadku sklejek - wyższą higieniczność. Wysoka jakość sklejenia zarówno sklejek jak i płyt wiórowych wytworzonych z udziałem nano-SiO_2 wynika m.in. faktu, iż dodatek do żywic klejowych krzemionki charakteryzującej się wysokim stosunkiem powierzchni cząstek do ich objętości, prowadzi do powstania rozwiniętej granicy faz i silnych oddziaływań pomiędzy nanocząstkami krzemionki a matrycą polimerową kleju. Spektroskopowe badania FTIR wykazują, że spowodowane jest to m.in. reakcją grup silanolowych Si-OH obecnych na powierzchni krzemionki z łańcuchem polimerowym żywicy klejowej. Istotne jest natomiast zastosowanie odpowiednich ilości nano-SiO_2, ponieważ zbyt duża jej ilość wprowadzona do żywicy skutkuje pogorszeniem zarówno wytrzymałości, jak i wodoodporności płyt, określanej ich spęcznieniem pod wpływem długotrwałego oddziaływania wody. Z badań adhezji wynika bowiem, iż wprowadzenie do żywicy UF krzemionki, zwłaszcza w ilościach powyżej 1,5%, skutkuje nieznacznym pogorszeniem właściwości klejących żywicy. Ponadto jak zaobserwowano na obrazach mikroskopowych SEM, krzemionka wprowadzona do roztworu żywicy klejowej w większych ilościach ma tendencję do tworzenia aglomeratów o różnej geometrii, co przyczynić się może do powstania w obszarach ich występowania samoistnych mikropęknięć. Są to miejsca, przez które woda może wnikać w strukturę spoiny klejowej i tym samym przyczynić się do osłabienia jej wytrzymałości oraz wodoodporności. Dlatego też celowe jest przeprowadzenie powierzchniowej modyfikacji krzemionki odpowiednio dobranym środkiem sprzęgającym. W pracy zastosowano 3-aminopropylotrietoksysilan (APTES) używany powszechnie jako promotor adhezji i modyfikator powierzchni wypełniaczy nieorganicznych. Odpowiedni stopień modyfikacji nano-SiO_2 tym silanem zapobiega tworzeniu się większych skupisk nanokrzemionki i - jak wynika z przeprowadzonej analizy SEM - pozwala na uzyskanie spoin o bardziej jednorodnej i zwartej strukturze, a tym samym o lepszej wytrzymałości oraz wodoodporności. Badając właściwości sklejek i płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF z dodatkiem krzemionki o różnym stopniu modyfikacji APTES ustalono, iż najlepsze efekty uzyskuje się stosując 3 cz.w. APTES/100 cz.w. nano-SiO_2. Taka ilość silanu poprawia przede wszystkim jakość sklejenia sklejek określaną po testach starzeniowych oraz zwiększa

wytrzymałość na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn płyt wiórowych. Niecelowe jest natomiast stosowanie większych ilości silanu. Jak wykazały przeprowadzone badania, zastosowanie silanu w ilościach powyżej 3 cz.w./100 cz.w. nano-SiO_2 skutkuje pogorszeniem jakości sklejenia surowca drzewnego, co przejawia się przede wszystkim pogorszeniem wytrzymałości na rozciąganie płyt wiórowych oraz ich stabilności wymiarowej pod wpływem długotrwałego oddziaływania wody, a w przypadku sklejek spadkiem jakości sklejenia określanej wytrzymałością na ścinanie po przeprowadzeniu wymaganych testów starzeniowych.

Wydaje się, że ciekawie prognozują również zaprezentowane w pracy wstępne wyniki badań cech palności płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF z domieszką nano-SiO_2. Jak się okazało, wprowadzenie do żywicy UF krzemionki, zwłaszcza poddanej silanizacji, powoduje znaczne wydłużenie czasu zapłonu płyt, zmniejszenie ubytku masy w miejscu przyłożenia płomienia oraz zwiększenie wskaźnika tlenowego. Dodatkowo, przeprowadzona analiza termiczna wykazała, iż zastosowana nanomodyfikacja żywicy UF powoduje istotny wzrost jej termostabilności. Wraz z wysokimi właściwościami barierowymi nano-SiO_2 przyczynia się to w głównej mierze do ograniczenia palności płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF/nano-SiO_2-APTES.

Obiecujące wyniki badań jakie uzyskano w przypadku płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF z dodatkiem modyfikowanej krzemionki, skłoniły do podjęcia dalszych prac w tym zakresie, jednakże z zastosowaniem odpadów roślin jednorocznych. Należy podkreślić, iż w ostatnim czasie, kwestia racjonalnego wykorzystania zasobów surowca drzewnego oraz możliwość stosowania nowych, alternatywnych surowców mogących stanowić pełnowartościowy substytut surowca drzewnego nabiera istotnego znaczenia. Jednocześnie należy zauważyć, iż do tej pory w literaturze przedmiotu brak jest doniesień na temat możliwości zastosowania nanomateriałów w procesie wytwarzania płyt wiórowych z udziałem niedrzewnych surowców lignocelulozowych takich jak słoma zbóż. Dlatego też w pracy podjęto próbę poprawy właściwości fizyko-mechanicznych płyt wiórowych wytworzonych z różnym udziałem cząstek roślin jednorocznych – słomy rzepakowej. Jak wykazano, wprowadzenie do żywicy UF niewielkich ilości krzemionki (1,5%) poddanej silanizacji pozwala na poprawę wytrzymałości płyt wiórowo – słomowych i jednocześnie zwiększenie stopnia substytucji wiórów drzewnych cząstkami słomy aż o 20%. Tak, więc płyty wiórowo – słomowe z 50-procentowym udziałem cząstek słomy rzepakowej charakteryzują się wytrzymałością właściwą dla płyt typu P2, tj. płyt stosowanych do wyposażeń wnętrz, łącznie z meblami i użytkowanych w warunkach suchych. Ze względu jednak na mniejszą adhezję nanokompozytowej żywicy klejowej jak również specyfikę

budowy i składu chemicznego słomy, tego rodzaju płyty wykazują mniejszą wodoodporność niż analogiczne płyty zaklejone czystą żywicą UF.

Podsumowując rezultaty uzyskanych wyników badań, sformułowano następujące wnioski:

1. Zastosowanie nanokrzemionki płomieniowej jako wypełniacza żywic klejowych UF oraz PF umożliwia wytworzenie sklejek o lepszych właściwościach mechanicznych oraz o lepszej jakości sklejania i higieniczności niż analogiczne sklejki wytworzone w udziałem tradycyjnych wypełniaczy przemysłowych.
2. Dodatek krzemionki do żywic UF i PF pozwala na wytworzenie sklejek o wymaganej jakości sklejenia stosując jednostkowe naniesienie mieszaniny klejowej obniżone o 33% w przypadku żywicy UF i o 25% w przypadku żywcu PF.
3. Ograniczenie o 25% ilości żywicy UF/nano-SiO_2 stosowanej w procesie wytwarzania sklejek przeznaczonych do użytkowania w warunkach suchych powoduje 50-procentowy spadek emisji formaldehydu i tym samym poprawę ich higieniczności.
4. Dzięki silnemu oddziaływaniu powierzchni nanocząstek krzemionki z żywicą UF, możliwe jest wytworzenie płyt wiórowych o lepszych parametrach wytrzymałościowych oraz higieniczności niż płyty zaklejone niemodyfikowaną żywicą.
5. Na właściwości płyt wiórowych zaklejonych nanokompozytową żywicą klejową UF/nano-SiO_2 istotny wpływ ma ilość stosowanej krzemionki, dlatego też konieczne jest ustalenie jej ilości pozwalającej na poprawę fizyko-mechanicznych parametrów wytworzonych płyt.
6. Stosowanie nadmiernych ilości krzemionki w procesie wytwarzania płyt wiórowych jest niecelowe ze względów ekonomicznych i skutkuje pogorszeniem właściwości klejących żywicy UF a tym samym spadkiem wytrzymałości oraz wodoodporności gotowych płyt.
7. Ze względu na tendencję nanokrzemionki do aglomeracji wskazane jest stosowanie zarówno w procesie wytwarzania sklejek, jak i płyt wiórowych, powierzchniowej modyfikacji krzemionki odpowiednio dobranym silanowym środkiem sprzęgającym – APTES w ilościach ok. 3 cz.w./100 cz.w. nano-SiO_2.
8. Wysoka stabilność termiczna nanokompozytowej żywicy klejowej UF/nano-SiO_2, jak również wysokie właściwości barierowe samej krzemionki ograniczają palność wytworzonych przy jej użyciu płyt wiórowych. Efekt ten dodatkowo wzmaga użycie krzemionki modyfikowanej silanowym środkiem sprzęgającym.
9. Zastosowanie odpowiednich ilości krzemionki modyfikowanej aminosilanem w procesie wytwarzania płyt wiórowo – słomowych pozwala na zwiększenie stopnia substytucji wiórów drzewnych cząstkami słomy rzepakowej i tym samym wytworzenie płyt zawierających 50% niedrzewnych cząstek lignocelulozowych i właściwościach

wymaganych dla płyt typu P2, tj. płyt stosowanych do wyposażeń wnętrz, łącznie z meblami, użytkowanych w warunkach suchych.

10. W badaniach wykazano, iż stosowanie odpowiednich ilości krzemionki nano-SiO_2 w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych pozwala nie tylko na poprawę ich właściwości fizyko-mechanicznych, ale również na ograniczenie ilości środków wiążących stosowanych w procesie produkcji sklejek, a w przypadku płyt wiórowych - zastosowanie większych ilości niedrzewnych surowców lignocelulozowych.

5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Zakres prac naukowo – badawczych prowadzonych przez mnie koncentruje się głównie na procesach wytwarzania i właściwościach tworzyw drewnopochodnych w zależności od stosowanych surowców, środków wiążących oraz parametrów technologicznych. Główne nurty mojej działalności związane są z zagadnieniami, które można podzielić na następujące grupy tematyczne:

1) wpływ różnych czynników na higieniczność tworzyw drewnopochodnych przeznaczonych do użytkowania w wyposażeniu wnętrz i w produkcji mebli
2) modyfikacja żywic klejowych celem zwiększenia ich reaktywności oraz poprawy właściwości wytwarzanych przy ich użyciu tworzyw drewnopochodnych
3) zastosowanie różnego typu nanomateriałów w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych
4) wykorzystanie surowców alternatywnych w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych

Początkowo moje zainteresowania badawcze skupiały się na zagadnieniach związanych z oceną higieniczności tworzyw drewnopochodnych wytwarzanych przy użyciu żywic mocznikowo – formaldehydowych (UF), które poza wieloma zaletami takimi jak stosunkowo niska cena, możliwość uzyskania bezbarwnej spoiny klejowej oraz wysokiej wytrzymałości wytworzonych przy ich udziale materiałów płytowych, charakteryzują się wysoką zawartością wolnego formaldehydu (CH_2O) oraz niską odpornością na działanie wody. Wysokie wymagania odnośnie higieniczności wytwarzanych przy ich użyciu tworzyw drewnopochodnych, stosowanych powszechnie w wyposażeniu wnętrz mieszkalnych, powodują, iż istotnego znaczenia nabiera nie tylko ustalenie poziomu emisji CH_2O, ale również kwestia metod jego pomiaru. Powszechnie uznaje się, że najwłaściwszą metodą określającą faktyczną zdolność do emisji CH_2O jest metoda komorowa pozwalająca na przeprowadzenie pomiarów w warunkach zbliżonych do tych, w jakich użytkowane są

tworzywa przeznaczone do produkcji mebli i wyposażeń wnętrz mieszkalnych. Jednakże jej wadą jest długi czas pomiaru uwarunkowany czasem ustalania się stężeń równowagowych formaldehydu we wnętrzu komory. Z tych też względów, uzasadnione było podjęcie badań mających na celu określenie możliwości skrócenia czasu pomiaru emisji formaldehydu metodą komorową poprzez zastosowanie wstępnego sezonowania płyt drewnopochodnych w warunkach o różnej wilgotności względnej powietrza i cyklicznych jej zmian. Uzyskane wyniki badań pozwoliły stwierdzić, iż istnieje możliwość znacznego skrócenia czasu niezbędnego do uzyskania stężenia równowagowego formaldehydu w komorze pomiarowej poprzez uprzednią klimatyzację badanych tworzyw w warunkach wilgotności powietrza zbliżonej do tej jaka stosowana jest w trakcie przeprowadzania pomiaru (Załącznik 3: pkt II poz. D2, K1, K2, K4 oraz pkt III poz. B1). W ramach podjętej problematyki prowadziłam również badania mające na celu określenie korelacji pomiędzy metodą komorową a innymi, pośrednimi metodami oznaczania emisji formaldehydu. Metoda komorowa ze względu na jej czasochłonność niestosowana jest do bieżącej kontroli higieniczności tworzyw drewnopochodnych w trakcie ich produkcji. Dlatego też zarówno w praktyce przemysłowej jak i w licznych badaniach naukowych stosuje się metody pośrednie pozwalające na wnioskowanie o higieniczności danych tworzyw w znacznie krótszym czasie. Do metod tych należy analiza gazowa, metoda perforatora oraz butelkowa. Należy przy tym podkreślić, iż spośród nich tylko w przypadku metody perforatora zawartość wolnego formaldehydu limitowana jest odpowiednimi normami przedmiotowymi. Z przeprowadzonych analiz porównawczych wynika, iż do wstępnej klasyfikacji płytowych tworzyw drewnopochodnych o powierzchni uszlachetnionej różnymi metodami, poza metodą komorową, stosować można zarówno metodę analizy gazowej jak i eksykatorową. Świadczą o tym oszacowane wartości współczynników korelacji pomiędzy wynikami pomiaru emisji formaldehydu uzyskanymi metodą komorową, a analizy gazowej i eksykatorowej (Załącznik 3: pkt II poz. K4 oraz pkt III poz. B4, B5).

Na sposób kształtowania się stężenia formaldehydu w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych istotny wpływ ma nie tylko rodzaj, ilość i sposób uszlachetnienia powierzchni tworzyw stosowanych do wytwarzania mebli i wyposażeń wnętrz, lecz również inne, współobecne w nich materiały włókiennicze, tj. tkaniny obiciowe oraz wykładziny podłogowe. Zróżnicowane wymagania odnośnie ich parametrów fizyko-mechanicznych i walorów dekoracyjnych powodują, iż do ich produkcji stosuje się równocześnie wiele rodzajów surowców, przy czym coraz większy udział we wsadzie surowcowym mają włókna syntetyczne. Istotną rolę odgrywa tu ich zdolność do adsorpcji i desorpcji formaldehydu. Właściwości sorpcyjne tych materiałów powodują bowiem, iż stężenie formaldehydu emitowanego z kilku źródeł ustala się na pewnym pośrednim poziomie zależnym od

właściwości znajdujących się w pomieszczeniu materiałów. W związku z powyższym podjęłam badania, których celem było określenie wpływu obecności powszechnie stosowanych w wyposażeniu wnętrz materiałów włókienniczych na kształtowanie się stężenia formaldehydu w powietrzu pomieszczeń. W toku przeprowadzonych pomiarów wykazałam, iż tego rodzaju materiały wywierają istotny wpływ na poziom stężenia formaldehydu w pomieszczeniach, wskutek z jednej strony możliwości emitowania przez nie same formaldehydu (materiały apreturowane żywicami aminowymi, np. zasłonowe i obiciowe), z drugiej zaś poprzez jego sorpcję i desorpcję z różną intensywnością w zależności od panujących warunków klimatycznych. Stwierdziłam ponadto, iż większą zdolnością do adsorpcji formaldehydu charakteryzują się tkaniny zawierające włókna celulozowe i białkowe, a najmniejszą zaś tkaniny z włókien syntetycznych (Załącznik 3: pkt III poz. B2).

Kolejnym nurtem istotnym w mojej pracy naukowo – badawczej jest modyfikacja środków wiążących stosowanych w przemyśle tworzyw drewnopochodnych, tj. żywicy mocznikowo- i fenolowo – formaldehydowej. Żywica mocznikowo – formaldehydowa dzięki swym zaletom znajduje powszechne zastosowanie w produkcji płyt wiórowych, sklejek oraz płyt MDF, jednakże wytworzone przy jej udziale płyty wykazują niską odporność na działanie zmiennych warunków otoczenia. W celu poprawy właściwości płyt wiórowych zaklejonych żywicą UF podjęłam badania, w których żywice UF poddano modyfikacji wybranymi emulsjami akrylowymi takimi jak lateks butadienowo – styrenowo – akrylowy, wodne dyspersje kopolimeru metakrylowo - dienowego, kopolimery maleinianu dibutylu i akrylanu butylu ze styrenem i kwasem akrylowym, kopolimeru metakrylowo - styrenowego. Jak się okazało, dodatek do żywicy klejowej tego rodzaju plastyfikatorów powoduje wzrost wytrzymałości wytworzonych przy ich udziale płyt wiórowych oraz w istotny sposób przyczynia się do poprawy ich wodoodporności oraz higieniczności. Równie obiecujące rezultaty uzyskano stosując modyfikację żywicy UF amidem kwasu akrylowego (akrylamidem) w ilościach 2,5 – 15%, przy czym istotne w tym przypadku okazały się również rodzaj i ilość katalizatora inicjującego proces polikondensacji żywicy. Oprócz stosowanego w tym czasie katalizatora jonowego w postaci chlorku amonu (NH_4Cl) zastosowałam również katalizatory rodnikowe takie jak ditlenek diwodoru (H_2O_2) oraz nadtlenodisiarczan (VI) diamonu $(NH_4)_2S_2O_8$. Przeprowadzone badania wykazały, iż wprowadzenie do żywicy UF akrylamidu w ilości 5 – 10 % oraz katalizatora powstałego przez zmieszanie NH_4Cl i $(NH_4)_2S_2O_8$ w stosunku 2:1 pozwala na zwiększenie jej reaktywności, zmniejszenie ilości substancji wymywanych w wodzie oraz obniżenie zawartości wolnego formaldehydu (Załącznik 3: pkt II poz. D1, K3, pkt III poz. B3, B8, B10). Powyższe prace prowadzone były w ramach projektu KBN pt. „Badania nad

możliwością polepszenia właściwości płyt wiórowych poprzez modyfikację klejowej żywicy mocznikowo – formaldehydowej".

Kierunkiem badań o większym dla mnie znaczeniu były prace związane ze zwiększeniem reaktywności żywicy fenolowo – formaldehydowej (PF). Żywica ta umożliwia wytworzenie tworzyw drewnopochodnych takich jak płyty wiórowe, MDF oraz sklejki o dobrych parametrach fizyko - mechanicznych, wysokiej odporności na działanie zmiennych czynników atmosferycznych i korozję biologiczną. Wytworzone przy jej użyciu spoiny klejowe cechują się dobrą odpornością termiczną, elastycznością wytrzymałością na ścinanie oraz niską zawartością formaldehydu. Wadą natomiast żywicy PF jest jej stosunkowo niska reaktywność, co sprawia, iż w procesie wytwarzania tworzyw zaklejonych tego rodzaju żywicą wymaga się stosowania wyższych temperatur bądź dłuższego czasu prasowania niż w przypadku żywic aminowych. Dlatego też już od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku podejmowano liczne próby zwiększenia jej reaktywności głównie poprzez bezpośredni dodatek substancji przyśpieszających proces jej utwardzania bądź pozwalający obniżyć temperaturę tego procesu. Z przeprowadzonych badań wynika również, że na reaktywność żywicy PF jak i na właściwości wytworzonych przy jej udziale płyt wiórowych w istotny sposób wpływa stopień jej polikondensacji. Stwierdziłam bowiem, iż zwiększenie stopnia polikondensacji żywicy PF powoduje skrócenie jej czasu żelowania w 130°C i spadek wartości energii aktywacji oraz poprawę wytrzymałości płyt wiórowych, a w szczególności wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn (Załącznik 3: pkt II poz. K6, pkt III poz. B11). Z badań, w których brałam udział wynika również, iż w celu zwiększenia reaktywności żywicy PF stosować można środki utleniające takie jak H_2O_2, $(NH_4)_2S_2O_8$ oraz K_2CrO_4. Związki te, a zwłaszcza H_2O_2, przyczyniają się do przyspieszenia procesu polikondensacji żywicy PF oraz poprawy właściwości wytworzonych z ich udziałem płyt wiórowych, czego przejawem jest wzrost ich wytrzymałości na zginanie i rozciąganie prostopadłe oraz modułu sprężystości. Środek ten umożliwia jednocześnie wytworzenie płyt wiórowych oraz sklejek o wymaganych właściwościach w warunkach obniżonej temperatury lub skróconego czas prasowania o ok. 30% (Załącznik 3: pkt II poz. D4, pkt III poz. B6). Z dalszych przeprowadzonych przez mnie badań wynika także, iż równie zadawalające efekty uzyskać można stosując związki organiczne takie jak wybrane alkohole wielowodorotlenowe oraz estry kwasów organicznych. Spośród zastosowanych w badaniach estrów na szczególną uwagę zasługuje octan etylu oraz dimetylobursztynian, które dodane do żywicy PF w ilości 5% nie wpływają w istotny sposób na jej żywotność w temperaturze 20°C, jednakże pozwalają na znaczne skrócenie czasu jej żelowania w 130°C oraz na wzrost wytrzymałości płyt wiórowych na zginanie, czemu towarzyszy również wzrost modułu sprężystości oraz wodoodporności (Załącznik 3: pkt II poz. D4, pkt III poz. B9).

Więcej uwagi w prowadzonych przez mnie badaniach poświęciłam jednak modyfikacji żywicy PF związkami zawierającymi grupy amidowe. W badaniach zastosowano sam akrylamid oraz dwa jego polimery o różnym stopniu polimeryzacji oraz poliamid 6 (PA6) stosowany do wytwarzania włókien sztucznych i stanowiący produkt kondensacji kwasu ε-aminokapronowego. Celem zwiększenia zdolności reakcji PA6 z żywicą PF, polimer ten poddano modyfikacji formaldehydem, co skutkowało wprowadzeniem do jego łańcucha grup hydroksymetylenowych. Wyniki przeprowadzonych przez mnie badań dowodzą, iż modyfikacja żywicy PF akrylamidem oraz jego niskocząsteczkowym polimerem nie wpływa w istotny sposób na żywotność kleju w temperaturze 20°C, jednakże powoduje istotny wzrost jego reaktywności wyrażający się skróceniem czasu żelowania (nawet o 50%) oraz spadkiem wartości energii aktywacji. Przyczynia się również do istotnego polepszenia właściwości wytrzymałościowych jak i wodoodporności płyt wiórowych przeznaczonych w główne mierze dla budownictwa. Istotny osiągnięciem prowadzonych w tym zakresie badań było wykazanie, że modyfikacja żywicy PF hydroksymetylenopochodną PA 6 pozwala nie tylko na wytworzenie płyt wiórowych o znacznie większej wodoodporności i wytrzymałości, ale również na obniżenie temperatury procesu prasowania tych płyt z 200 do 180°C bądź skrócenie jego czasu o 20%. Równie zadawalające efekty uzyskałam stosując jako aktywatory żywicy PF dwa rodzaje soli stosowanych w produkcji poliamidów tj. tereftalan oraz adypinian heksametylenodiaminy. Badania w zakresie modyfikacji żywicy PF amidami i ich pochodnymi stanowiły przedmiot mojej rozprawy doktorskiej. Ponadto uzyskane rezultaty badań przedstawione zostały w 3 publikacjach oraz w formie 7 referatów i 1 komunikatu prezentowanych na konferencjach w kraju i za granicą (Załącznik 3: pkt II poz. A1, D3, D4, K5, K6, K7, K8, K9, K10 oraz pkt III poz. B7).

Z bibliografii przedmiotu wynika, iż preferowaną metodą zwiększenia reaktywności gotowej żywicy PF jest jej modyfikacja poprzez dodatek różnego typu związków przyspieszających proces jej polikondensacji. Skutecznym sposobem, aczkolwiek rzadziej stosowanym jest modyfikacja żywicy już na etapie jej syntezy. W badaniach, w których brałam udział wykazano, iż zwiększenie reaktywności żywicy PF i w efekcie poprawę warunków prasowania płyt wiórowych zaklejonych tego rodzaju żywicą uzyskać również można poprzez częściową substytucję fenolu alkilorezorcynami w procesie jej syntezy (Załącznik 3: pkt II poz. D6).

Wadą żywicy PF, poza niską reaktywnością, jest również ciemne zabarwienia spoin klejowych, co ze względów estetycznych ograniczać może zakres aplikacji wytwarzanych przy jej użyciu tworzyw drewnopochodnych. Celowość podjętych badań uzasadnia rosnąca konkurencja na rynkach światowych, wymagania odbiorców oraz tendencja przemysłu do wprowadzania nowych i innowacyjnych rozwiązań technologicznych. W przypadku płyt

wiórowych rozjaśnienie barwy spoiny klejowej przy zachowaniu wysokich parametrów wytrzymałościowych, choć obniżonej wodoodporności uzyskałam poprzez modyfikację żywicy PF na etapie jej syntezy bisfenolem A i mocznikiem (Załącznik 3: pkt II poz. D7). Z kolei dla sklejek wodoodpornych, efekt ten osiągnięto poprzez wprowadzenie do żywicy PF pigmentu bieli, tj. ditlenku tytanu (TiO_2), obecnie najczęściej stosowanego środka barwiącego w przetwórstwie tworzyw sztucznych i w produkcji wyrobów chemii budowlanej. W toku badań przy zastosowaniu metod kolorymetrycznych określono wypływ dodatku pigmentu na stopień rozjaśnienia barwy mieszanin klejowych z żywicy PF w stanie utwardzonym oraz wodoodporność i właściwości mechaniczne wytworzonych sklejek. Stwierdziłam, iż ilość TiO_2 niezbędna do rozjaśnienia barwy spoiny klejowej sklejek zaklejonych żywicą PF wynosi 4,0 cz.w./100 czw. żywicy PF oraz że możliwa jest jego częściowa substytucja naturalnym wypełniaczem kredowym (w 50%) bądź barytem (w 25%). W badaniach tych celem stabilizacji układu żywica PF – pigment zastosowano dodatkowo hydrofilową krzemionkę płomieniową, pełniącą funkcję środka pomocniczego zapobiegającego sedymentacji cząstek pigmentu i regulującego właściwości reologiczne przygotowanych mieszanin klejowych. Badania w tym zakresie prowadziłam w latach 2009 – 2011 w ramach projektu badawczego finansowanego przez MNiSW pt. „Wpływu dodatku TiO_2 oraz wypełniaczy nieorganicznych do żywicy fenolowej na właściwości mechaniczne oraz barwę spoiny klejowej sklejek wodoodpornych". Uzyskane wyniki badań znalazły odzwierciedlenie w 5 publikacjach oraz 3 referatach i w 1 komunikacie prezentowanych na konferencjach międzynarodowych w kraju i za granicą (Załącznik 3: pkt II poz. D9, D13, D14, D17, D20, K11, K12, K14 oraz pkt III poz. B14).

Uzyskana w trakcie realizacji powyższego projektu wiedza w zakresie stosowania nanokrzemionki skłoniła mnie do podjęcia kolejnego nurtu badań związanego z możliwością zastosowania różnego typu nanomateriałów w procesie wytwarzania tworzyw drewnopochodnych. Na podstawie przeprowadzonych do tej pory badań stwierdziłam, iż dodatek do klejowych żywic UF oraz PF niewielkich ilości nanomateriałów takich jak krzemionka płomieniowa czy też nanoglinka w istotny sposób wpływa przede wszystkim na właściwości reologiczne żywic, ale również na ich reaktywności oraz termostabilność. Przygotowane z ich udziałem mieszaniny klejowe stosowane w procesie wytwarzania sklejek charakteryzują się lepszymi właściwościami użytkowymi niż mieszaniny zawierające tradycyjne wypełniacze przemysłowe o wielkości cząstek w skali mikro. Wykazują one bowiem lepszą homogeniczność, stabilność w czasie oraz rozlewność. Zastosowanie ich jako wypełniaczy żywicy klejowych pozwala na wytworzenie sklejek charakteryzujących się wysoką wytrzymałością, jakością sklejenia oraz higienicznością. W przypadku płyt wiórowych poza polepszeniem parametrów wytrzymałościowych stwierdziłam również, iż

zastosowanie do ich wytwarzania nanorurek węglowych pozwala na poprawę wybranych cech palności płyt, wynikającą w głównej mierze z wysokich właściwości barierowych tego rodzaju nanomateriału. Z kolei dodatek krzemionki płomieniowej do żywicy UF przyczynia się do istotnego ograniczenia i spowolnienia rozwoju zarodników grzyba pleśniowego Aspergillus niger na powierzchni płyt wiórowych. Jest to o tyle istotne, że jak wykazały wcześniejsze badania, w których brałam udział, warunki inkubacji grzybów pleśniowych na powierzchni płyt wiórowych typu P2 w znaczący sposób przyczyniają się do obniżenia ich wytrzymałości, a w szczególności wytrzymałości na zginanie oraz modułu sprężystości. Wyniki tych prac opublikowano w 9 artykułach (4 w czasopismach z IF), a aktualnie przygotowany jest już kolejny (Załącznik 3: pkt II poz. A2, A6, A7, A10, D9, D13, D21, D22, D24). Wiedza i umiejętności zdobyte w ramach niniejszej problematyki zostały rozwinięte i wykorzystane również w badaniach, które stanowiły temat mojej rozprawy habilitacyjnej.

Istotnym nurtem mojej działalności naukowo – badawczej jest problematyka związana z możliwością zastosowania w produkcji tworzyw drewnopochodnych surowców alternatywnych. Celowość podjętych badań uzasadnia obserwowany w ostatnich latach wzrost zapotrzebowania na surowiec drzewny wynikający z ciągle rozwijającego się przemysłu płytowego i rosnącej konkurencji o istniejące zasoby z przemysłem celulozowo-papierniczym i energetycznym, jak również potrzeba zagospodarowania dużych ilości odpadów głównie pochodzących z recyklingu. Z przeprowadzonych do tej pory badań wynika, iż w przypadku płyt wiórowych najbardziej perspektywicznym surowcem alternatywnym jest biomasa rolnicza, a w szczególności słoma różnych gatunków zbóż, choć coraz większą uwagę poświęca się także uprawom roślin szybkorosnących. Biorąc pod uwagę, iż poważnym utrudnieniem w stosowaniu słomy zbóż w produkcji płyt wiórowych jest sezonowości jej dostaw, w prowadzonych przeze mnie badaniach zastosowałam również odpady roślin zielnych, których zbiór przypada na okres pozażniwny. Na podstawie uzyskanych rezultatów badań stwierdziłam, iż stosując cząstki takich roślin jak ślazowiec pensylwański, wiesiołek, gorczyca a przede wszystkim rzepak możliwe jest wytworzenie płyt lignocelulozowych o właściwościach porównywalnych do parametrów płyt z wiórów drzewnych. Warunkiem jednak uzyskania wymaganych fizyko – mechanicznych parametrów tych płyt jest zastosowanie odpowiedniej ilości i rodzaju środka wiążącego (Załącznik 3: pkt II poz. A3, A5, A8, D5, D11, D12, D15, D16, D18, D19, K13 oraz pkt III poz. B12, B13).

Pozytywne i dobrze prognozujące efekty uzyskałam również stosując jako substytut wiórów drzewnych odpady pochodzące z recyklingu, tj. odpowiednio rozdrobnioną masę makulaturową z papieru typu Kraft. Wykazałam, iż przy 25-procentowej substytucji

wiórów drzewnych cząstkami odpadów papieru Kraft można wytworzyć wodoodporne płyty kompozytowe spełniające wymagania stawiane płytom wiórowym przeznaczonym do użytkowania w warunkach wilgotnych i nieprzenoszących obciążeń, tj. płytom typu P3 (Załącznik 3: pkt II poz. A9). Ponadto biorąc pod uwagę, iż recykling makulatury stwarza nowe możliwości rozwoju, wzięłam również udział w badaniach, w ramach których opracowano metodę wytwarzania nowej mieszany klejowej powstałej przez zmieszanie w różnych proporcjach przemysłowej żywicy PF oraz kompozytowego kleju z masy makulaturowej oraz glikolu polietylenowego PEG 600. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono, iż sklejki zaklejone mieszaniną klejową z 30-procentowym udziałem takiego kleju w pełni spełniają wymagania stawiane sklejkom wodoodpornym przeznaczonym do użytkowania w warunkach zewnętrznych (Załącznik 3: pkt II poz. D25). W innych badaniach prowadzonych również w zakresie tej problematyki wykazałam, iż w procesie wytwarzania sklejek zaklejonych zarówno żywicą MUPF jak i PF, jako dodatek do żywicy klejowych regulujących ich właściwości reologiczne, stosować można odpady pochodzące z recyklingu pianki poliuretanowej (Załącznik 3: pkt II poz. D8).

W ostatnich latach przedmiotem moich zainteresowań badawczych w zakresie stosowania surowców alternatywnych jest również kwestia wytwarzania sklejek elastycznych z drewna gatunków europejskich. Produkcja tego rodzaju sklejek oparta jest głównie na gatunkach drewna egzotycznego, co przekłada się na ich wysoką cenę oraz trudności w dostępie do bazy surowcowej. Z tego powodu podjęto serię badań, w których do wytwarzania sklejek elastycznych zastosowano gatunki drewna powszechnie stosowane w przemyśle sklejkowym, tj.: olchę, brzozę, buk i sosnę oraz inne gatunki, również uznawane za przydatne w przemyśle sklejkowym, a mianowicie: lipę, topolę, wierzbę oraz świerk. Otrzymane z nich forniry poddano badaniom ich wytrzymałości na zginanie oraz modułu sprężystości i na tej podstawie stwierdzono, iż pod tym względem najbardziej odpowiednimi krajowymi gatunkami drewna przeznaczonymi na warstwę środkową sklejek elastycznych jest brzoza, buk, olcha oraz sosna. Uwzględniając dodatkowo inne ich właściwości, takie jak gęstość oraz długość włókien ostatecznie przyjęto, iż najlepszym materiałem jest jednak drewno sosny. Z kolei na warstwy zewnętrzne zastosować można topolę, lipę, wierzbę oraz świerk. Przeprowadzone badania promienia ugięcia wytworzonych sklejek wykazały, iż najlepszą elastycznością charakteryzują się sklejki z warstwami zewnętrznymi wykonanymi z drewna topoli, brzozy oraz lipy oraz z warstwy środkowej z drewna sosny. Biorąc jednak pod uwagę ich gęstość jak i właściwości wytrzymałościowe ustalono, iż najbliższa sklejce elastycznej jest sklejka wykonana z drewna topoli. Uzyskane do tej pory wyniki badań opublikowano w formie 1 artykuł w czasopiśmie z IF, a obecnie przygotowywany jest kolejny (Załącznik 3: pkt II poz. A4).

6. WSKAŹNIKI WARTOŚCIUJĄCE DOROBEK I OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE

Mój dotychczasowy dorobek naukowy obejmuje łącznie 69 pozycje w tym 35 oryginalnych prac twórczych (spośród których 10 zostało opublikowanych w czasopismach z IF), 1 rozdział monografii anglojęzycznej, 4 artykuły popularno-naukowe, 14 prac konferencyjnych oraz 15 komunikatów i posterów zaprezentowanych na konferencjach międzynarodowych i krajowych.

Sumaryczny Impact Factor (IF) za oryginalne prace naukowe opublikowane w czasopismach notowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 9,113 (w całości po uzyskaniu stopnia doktora).

Liczba cytowań na dzień 12 kwietnia 2019 wynosi:

- wg bazy Web of Science: 33, bez autocytowań 28
- wg bazy Scopus: 30, bez autocytowań 25

Indeks Hirscha zarówno wg bazy Web of Science jak i Scopus wynosi 4.

Łączna liczba punktów MNiSW jakie uzyskałam za wszystkie opublikowane do tej pory prace naukowe wynosi 373,5, w tym 373 po uzyskaniu stopnia doktora z czego 245 za publikacje w czasopismach znajdujących się w bazie JCR.

Tabela 1. Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora

Źródło	Liczba dokonań	Liczba punktów MNiSW*	IF	Sumaryczny IF
Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Mechaniczna Technologia Drewna	2	-	-	-
Annals of Warsaw Agricultural University, Forestry and Wood Technology	1	-	-	-
Przemysł Drzewny	1	0,5	-	-
Razem	4	0,5	-	-

* - wg roku wydania

Tabela 2. Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora

Źródło	Rok wydania	Liczba dokonań	Liczba punktów MNiSW*	Sumaryczna liczba punktów MNiSW	IF*	Sumaryczny IF
Czasopisma uwzględnione w bazie Journal Citation Reports (lista A MNiSW)						
Holz als Roh- und Werkstoff	2006	1	15	15	0,514	0,514
BioResources	2014	1	40	40	1,425	1,425
Maderas Ciencia y Technologia	2015 2018	1 1	25 30**	55	0,914 1,014**	1,928
Wood Research	2015	1	15	15	0,399	0,399
Drewno	2015 2019	1 1	15 15**	30	0,438 0,311**	0,749
European Journal of Wood and Wood Products	2016 2017	1 1	30 30	60	1,082 1,401	2,483
Journal of Polymer Research	2016	1	30	30	1,615	1,615
Czasopisma z listy B MNiSW						
Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Wood Technology	2006 2010 2012	1 1 1	5 6 7	18	-	-
Annals of Warsaw Agricultural University, Forestry and Wood Technology	2006 2007 2008 2009 2010 2011 2013 2014 2017 2018	1 1 1 3 3 1 2 2 2 1	3 4 4 4 6 6 6 6 10 10**	101	-	-
Acta Scientiarum Polonorum - Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria	2011	1	4	4	-	-
Rozdział w monografii w j. angielskim						
Raw materials and particleboards – a current status and perspectives	2012	1	5	5	-	-
Razem	-	32	-	373	-	9,113

* - zgodnie z rokiem wydania

** - punkty MNiSW oraz IF za rok 2017

Tabela 3. Zestawienie liczbowe dorobku naukowego

Rodzaj aktywności	Przed uzyskaniem stopnia doktora		Po uzyskaniu stopnia doktora		
	Liczba dokonań	Liczba punktów MNiSW	Liczba dokonań	Liczba punktów MNiSW	IF
Oryginalne prace twórcze	4	0,5	31	368	9,113
Referaty naukowe prezentowane na konferencjach	9	-	5	-	-
Komunikaty i postery prezentowane na konferencjach	11	-	4	-	-
Rozdział w monografii	-	-	1	5	-
Artykuły popularno-naukowe	-	-	4	-	-
Razem	24	0,5	45	373	9,113
Liczba cytowań wg bazy:	Web of Science		Scopus		
Ogólna liczba cytowań	33		30		
Liczba cytowań bez autocytowań	28		25		
Indeks Hirscha	4		4		

Poznań, 15 kwietnia 2019 r.

.....

Podpis Wnioskodawcy