Załącznik Nr 2 (A)
do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
z dnia 3 stycznia 2019 r.

dr inż. Jerzy Majka

Autoreferat

prezentujący dorobek i osiągnięcia naukowe

Poznań, 2019

Spis treści

1. Przebieg kariery naukowej ... 3
1.1. Wykształcenie ... 3
1.2. Tytuły zawodowe i stopień naukowy ... 3
1.3. Przebieg dotychczasowego zatrudnienia ... 4
2. Osiągnięcia naukowe wskazane we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego ... 4
2.1. Tytuł i adres bibliograficzny ... 4
2.2. Wprowadzenie ... 5
2.3. Cel i zakres pracy ... 7
2.4. Wyniki badań i ich podsumowanie ... 8
3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych ... 9
3.1. Jakość suszenia ... 11
3.2. Aspekty eksploatacyjne suszarek do drewna ... 12
3.3. Właściwości układu woda-drewno, kinetyka suszenia ... 13
4. Wskaźniki wartościujące dorobek i osiągnięcia naukowe ... 14

Imię i nazwisko: Jerzy Majka

1. Przebieg kariery naukowej

1.1. Wykształcenie

1988-1991	Zasadnicza Szkoła Zawodowa Towarzystwa Salezjańskiego w Oświęcimiu, kierunek stolarstwo
1991-1994	Trzyletnie Dzienne Technikum Przemysłu Drzewnego na podbudowie szkoły zawodowej przy ZSZ Towarzystwa Salezjańskiego w Oświęcimiu, specjalność meblarstwo
1994-1999	Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), Wydział Technologii Drewna, specjalność mechaniczna technologia drewna (stacjonarne jednolite studia magisterskie)
1999-2004	Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna, (stacjonarne studia doktoranckie)
2010-2011	Studia Podyplomowe „Menadżer projektów badawczych", Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Centrum Integracji Europejskiej, Wydział Fizyki UAM

1.2. Tytuły zawodowe i stopień naukowy

1991	stolarz (z wynikiem bardzo dobrym)
1994	technik przemysłu drzewnego o specjalności meblarstwo (z wynikiem bardzo dobrym)
1999	magister inżynier mechanicznej technologii drewna (z wynikiem bardzo dobrym, wyróżnienie JM Rektora za wyniki w nauce), Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, (12.IV.1999 r.) tytuł pracy magisterskiej – „Wpływ sposobu suszenia tarcicy na wartość i charakter naprężeń resztkowych" promotor: dr hab. inż. Henryk Widłak, prof. nadzw. recenzent: prof. dr hab. inż. Waldemar Moliński
2004	doktor nauk leśnych w zakresie drzewnictwa, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, (5.XI.2004 r.) tytuł rozprawy doktorskiej – „Badanie naprężeń i odkształceń drewna buka (*Fagus silvatica* L.) podczas suszenia"

promotor: dr hab. inż. Henryk Widłak prof. nadzw.
recenzenci: prof. dr hab. inż. Mieczysław Matejak,
prof. dr hab. inż. Waldemar Moliński

1.3. Przebieg dotychczasowego zatrudnienia

1.X.1998-30.IV.1999	asystent-stażysta (V rok studiów), Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Katedra Hydrotermicznej Obróbki i Modyfikacji Drewna
1.V.1999-30.IX.2005	asystent, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Katedra Hydrotermicznej Obróbki i Modyfikacji Drewna
1.X.2005	adiunkt, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu (od kwietnia 2008 r: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), Katedra Hydrotermicznej Obróbki i Modyfikacji Drewna, Katedra Mechaniki i Techniki Cieplnej (od 1.X.2006 r.)

2. Osiągnięcia naukowe wskazane we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

2.1. 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 z późniejszymi zmianami) jako osiągnięcie naukowe wybrałem rozprawę:

Majka, **J**. (2018). Wpływ czynników materiałowych i technologicznych na zróżnicowanie wilgotności tarcicy po suszeniu jako miary jakości suszenia. Rozprawy Naukowe, 505. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

2.2. Wprowadzenie

Możliwość zastosowania partii wysuszonej tarcicy do produkcji wyrobów z drewna, po spełnieniu innych wymagań, określana jest na podstawie rozrzutu wilgotności. Różnorodność w zakresie sposobu pozyskania i składowania surowca tartacznego, stosowanych technologii przetarcia tarcicy i suszenia tarcicy oraz sezonowania po suszeniu, w połączeniu wewnątrzgatunkowym zróżnicowaniem właściwości drewna powoduje, że osiągnięcie zakładanej jakości suszenia wymaga szerokiej wiedzy w tym zakresie.

Zróżnicowanie wilgotności tarcicy bezpośrednio po zakończeniu procesu suszenia jest nieuniknione i zazwyczaj przekracza granice dopuszczalnego rozrzutu. Tarcicę o wadliwej wilgotności charakteryzuje niestabilność wymiarowa oraz skłonność do niekontrolowanych deformacji kształtu i wypadania sęków. Cechy te objawiają się już w trakcie realizacji kolejnych etapów procesu produkcyjnego oraz podczas użytkowania gotowych wyrobów z drewna. Skutkami wadliwej wilgotności tarcicy są zakłócenia i wydłużenie procesu produkcyjnego oraz nieuzasadniony wzrost kosztów suszenia, obniżenie wydajności materiałowej, konieczność długotrwałego sezonowania tarcicy przed kolejnymi etapami procesu produkcyjnego oraz obniżenie jakości wytwarzanych wyrobów.

Osiągnięcie zakładanej jakości suszenia, której miarą jest zróżnicowanie wilgotności końcowej nieprzekraczające dopuszczalnego rozrzutu, wiąże się ze spełnieniem szeregu wymagań, które umożliwiają kontrolowanie przebiegu procesu suszenia. Wymagania te dotyczą ograniczenia zróżnicowania właściwości suszonego drewna, poprawnego doboru wartości parametrów czynnika suszącego oraz zapewnienia jego równomiernego oddziaływania na drewno w obrębie załadunku suszarki.

Uznanym sposobem ograniczenia rozrzutu wilgotności końcowej jest kompletowanie załadunku suszarki na podstawie wyników pomiarów wilgotności tarcicy przed suszeniem, bądź też na podstawie związku wilgotności drewna z jego gęstością i masą. Zagadnienie sortowania tarcicy przed suszeniem (*green sorting*), znajduje się w obszarze zainteresowania przede wszystkim producentów dużych ilości tarcicy o ściśle określonym sortymencie (tarcica obrzynana), w zakładach produkcyjnych wyposażonych w systemy do automatycznego pomiaru wilgotności (*in-line*). W pozostałych przypadkach, spełnienie wymogu ograniczenia zróżnicowania wilgotności początkowej tarcicy w załadunku suszarki jest uzależnione od zastosowania innych – pośrednich kryteriów sortowania tarcicy przed suszeniem, np. położenia tarcicy na przekroju poprzecznym kłody, udziału twardzieli określanej na

podstawie szybkiej identyfikacji zróżnicowania barwy drewna na powierzchni czołowej tarcicy.

O przebiegu i efektach procesu konwekcyjnego suszenia tarcicy w dużej mierze decyduje trafny wybór programu suszenia. Parametry programu suszenia, tj. temperatura i wilgotność względna powietrza oraz jego prędkość, wpływają na intensywność suszenia drewna, równocześnie determinując czas suszenia i ryzyko wystąpienia wad suszenia – w tym nadmiernego rozrzutu wilgotności końcowej. Stosowanym w praktyce liczbowym wskaźnikiem intensywności suszenia drewna jest gradient suszenia, który znajduje zastosowanie w systemach sterowania konwekcyjnych suszarek do tarcicy. Realizacja procesów suszenia według programów opartych na zasadzie stałej wartości gradientu suszenia wymaga uwzględnienia bieżącej wilgotności tarcicy i wilgotności równowagowej drewna – charakteryzującej właściwości higroskopijne drewna. Jednak poważnym ograniczeniem opisywanej metody kontroli intensywności suszenia są niewystarczające możliwości dokładnego wyznaczenia wartości gradientu. Wielu autorów wskazuje na to, że wykorzystywane do tego celu dane referencyjne z wielu względów należy traktować jako wartości orientacyjne. Wykazano, że skutkiem nieuwzględnienia w założeniach programu suszenia różnicy pomiędzy referencyjną, a faktyczną wartością wilgotności równowagowej drewna może być niekontrolowany wzrost intensywności suszenia w początkowej fazie procesu (w > PNW), której to fazie przypisuje się decydujący wpływ na rozrzut wilgotności końcowej. Wynika to stąd, że zapewnienie lepszej kontroli intensywności suszenia w początkowej fazie procesu, wymaga dla wielu – także rodzimych gatunków drewna – uzupełnienia brakujących danych empirycznych – przede wszystkim o rzadko uwzględniane wartości wilgotności równowagowej drewna odpowiadające pierwszej (pierwotnej) desorpcji.

W dotychczasowych opracowaniach dotyczących wpływu równoczesnego oddziaływania czynników materiałowych, procesowych i eksploatacyjnych na przebieg konwekcyjnego suszenia tarcicy brak jest informacji na temat oddziaływania tych czynników na równomierność wysychania tarcicy w obrębie załadunku suszarki. Równomierność wysychania tarcicy istotnie wpływa na rozrzut wilgotności końcowej. Zapewnienie równomiernego przepływu powietrza pomiędzy warstwami tarcicy w przypadku wielkogabarytowych suszarek do tarcicy stanowi duży problem. Nieuniknionym efektem obserwowanego aktualnie trendu w rozwoju stosowanych na świecie technologii suszenia tarcicy, tj. zapewnienia dużej intensywności procesu w suszarkach o coraz większej pojemności, jest wzrost znaczenia problemu zapewnienia równomiernych warunków suszenia w obrębie załadunku suszarki. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia zwłaszcza

w procesach suszenia szybkoschnącej tarcicy iglastej, z typowym dla tego rodzaju, dużym zróżnicowaniem właściwości decydujących o podatności do suszenia.

Wadliwa wilgotność tarcicy nie musi być trwałym efektem realizacji procesu suszenia. Jednak neutralizacja wadliwej wilgotności, jaką umożliwia zabieg sezonowania tarcicy po suszeniu, może być niewystarczająca przez nieuwzględnienie szczegółowej wiedzy nt. wpływu uprzedniego suszenia na właściwości higroskopijne drewna i zjawisko histerezy sorpcji. Wyniki dotychczasowych badań wskazują na to, że właściwości higroskopijne drewna ulegają zmianie pod wpływem temperatury suszenia, naprężeń desorpcyjnych towarzyszących suszeniu oraz cyklicznej sorpcji, którą wywołują oscylacyjne zmiany parametrów powietrza w efekcie zmian kierunku przepływu powietrza w suszarce. Dlatego aktualną pozostaje tematyka badań właściwości higroskopijnych drewna z uwzględnieniem jego historii technologicznej oraz zjawiska histerezy sorpcji w celu określenia warunków bardziej efektywnego sezonowania tarcicy o wadliwej wilgotności.

2.3. Cel i zakres pracy

Celem pracy była kompleksowa ocena pierwotnych i wtórnych przyczyn wadliwej wilgotności tarcicy po suszeniu, z uwzględnieniem zagadnienia zróżnicowania właściwości surowca drzewnego determinujących jego podatność do suszenia, niekontrolowanych zmian wilgotności przed suszeniem świeżopozyskanej tarcicy, a także związku rozrzutu wilgotności partii suszonej tarcicy z intensywnością suszenia i równomiernością wysychania tarcicy w załadunku suszarki. Dodatkowym celem było też określenie wpływu technologii suszenia na właściwości higroskopijne drewna i histerezę sorpcji w kontekście zmian wilgotności tarcicy o wadliwej wilgotności podczas jej sezonowania bezpośrednio po suszeniu. Celem utylitarnym badań było określenie możliwości zapobiegania niekontrolowanym zmianom wilgotności tarcicy, neutralizacja niepożądanych skutków realizacji etapów procesu produkcyjnego wyrobów z drewna związanych z konwekcyjnym suszeniem tarcicy, a w efekcie określenie możliwości zapewnienia odpowiedniej jakości suszenia określonej przez dopuszczalny rozrzut wilgotności partii tarcicy po suszeniu.

W ramach pracy przeprowadzono badania źródeł pierwotnego i wtórnego zróżnicowania wilgotności tarcicy. Przeprowadzono eksperymenty wyznaczania izoterm sorpcji, z uwzględnieniem różnych warunków oddziaływania powietrza na drewno i historii technologicznej drewna. Analizie poddano różne warianty technologii konwekcyjnego

suszenia tarcicy oraz różne warunki sezonowania tarcicy o wadliwej wilgotności bezpośrednio po suszeniu. W pracy szczególną uwagę zwrócono na aspekt zróżnicowania warunków wysychania tarcicy podczas procesu suszenia, jako efektu nierównomiernego przepływu powietrza w suszarkach konwekcyjnych.

2.4. Wyniki badań i ich podsumowanie

Wykazano, że duża wewnątrzgatunkowa zmienność gęstości drewna może być czynnikiem, który potęguje zróżnicowanie wilgotności partii tarcicy przed suszeniem. Najistotniejszym powodem występowania rozrzutu wilgotności początkowej tarcicy sosnowej w załadunku suszarki jest zróżnicowany udział twardzieli zależny od średnicy kłody i położenia tarcicy na przekroju poprzecznym. W analizowanych przypadkach sortymentów obrzynanej tarcicy sosnowej o grubości 23 i 50 mm udział twardzieli zmieniał się pięciokrotnie. Wykazano, że dopuszczenie zróżnicowania wymiarów tarcicy powoduje dodatkowy wzrost różnic wilgotności pomiędzy pojedynczymi sztukami tarcicy, które tworzą załadunek suszarki, przy czym zróżnicowanie szerokości tarcicy wywiera większy wpływ na opisywany efekt, niż zróżnicowanie długości.

Wyniki eksperymentów sorpcji wskazują na to, że przyczyną realizacji procesu suszenia z niekontrolowaną intensywnością w początkowej fazie ($w_b > 30\%$) może być nieuwzględnienie w obliczeniach gradientu suszenia wartości wilgotności równowagowej charakterystycznej dla pierwszej desorpcji wody w drewnie. Wykazano, że powodem różnicowania intensywności wysychania świeżopozyskanej tarcicy i źródłem wzrostu rozrzutu wilgotności początkowej w załadunku suszarki mogą być klimatyczne uwarunkowania pogody w różnych rejonach Polski. Wyznaczono zakres zmian wilgotności tarcicy podczas niekontrolowanego oddziaływania warunków otoczenia w sytuacji przedłużającego się czasu przygotowania partii świeżo pozyskanej tarcicy do suszenia.

Stwierdzono, że istotnymi czynnikami, od których zależy zróżnicowanie warunków suszenia w załadunku suszarki jest prędkość powietrza, która zależy od prędkości obrotowej wentylatorów, grubości tarcicy, a także od sposobu konfiguracji pakietów tarcicy w stosie. Rewersyjne zmiany kierunku przepływu powietrza nie pozwalają wyeliminować skutków zróżnicowania warunków suszenia pomiędzy środkową i skrajną strefą załadunku suszarki. Zwiększenie równomierności przepływu powietrza w załadunku suszarki może być efektem redukcji prędkości obrotowej wentylatorów.

Wykazano, że osiągnięcie wilgotności w zakresie dopuszczalnego rozrzutu podczas sezonowania tarcicy wymaga uwzględnienia histerezy sorpcji oraz parametrów uprzednio realizowanego procesu suszenia.

3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Pracę naukowo-badawczą rozpocząłem na piątym roku studiów magisterskich na Wydziale Technologii Drewna Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu angażując się w działalność Katedry Hydrotermicznej Obróbki i Modyfikacji Drewna. Zainteresowania badawcze w pierwszym okresie mojej działalności naukowej dotyczyły zagadnienia naprężeń resztkowych w wysuszonym drewnie. W badaniach uwzględniłem dwa sposoby suszenia tarcicy, tj. konwekcyjnie i przy obniżonym ciśnieniu czynnika suszącego oraz aspekt wpływu intensyfikacji suszenia na naprężenia resztkowe. Wykazałem m.in., że konwekcyjne suszenie drewna wywołuje większe naprężenia resztkowe w porównaniu z suszeniem przy obniżonym ciśnieniu czynnika suszącego. Ponadto stwierdziłem, że intensyfikacja procesu konwekcyjnego suszenia w momencie chwilowego zaniku naprężeń desorpcyjnych (podczas realizacji procesu wg dwuetapowego programu suszenia) wywołuje ponad dwukrotnie większe naprężenia resztkowe niż w przypadku procesu realizowanego według standardowych założeń. Badania te były przedmiotem mojej pracy magisterskiej. Wyniki badań zostały zaprezentowane na konferencji naukowej (Zał. 3, pkt II.C.1) oraz były przedmiotem samodzielnej publikacji naukowej (Zał. 3, pkt II.B.2).

W późniejszym okresie, główny nurt mojej działalności naukowej stanowiło lepsze poznanie mechanizmu powstawania naprężeń desorpcyjnych w drewnie i natury towarzyszących im odkształceń. Celem badań było ustalenie zależności krytycznej wartości generowanego naprężenia desorpcyjnego od wartości parametrów powietrza oraz stopnia powstrzymywania kurczenia się drewna. W badaniach uwzględniono aspekt bardziej adekwatnego sposobu odwzorowania stanu naprężeniowo-odkształceniowego drewna podczas suszenia polegający na różnicowaniu nieswobodnego kurczenia się tkanki. Wykazałem, że wartość naprężeń generowanych przez całkowite powstrzymywanie kurczenia się próbek drewna buka, określana na podstawie sumy przyrostów siły niezbędnej do wydłużenia drewna o wartość dopuszczonego uprzednio skurczu, stanowi ok. 50% wartości naprężenia, które rzeczywiście powstają w drewnie i którego kurczenie się mechanicznie uniemożliwiono. Zaobserwowałem, że niezależnie od stopnia powstrzymywania kurczenia się

drewna i wartości parametrów powietrza podczas suszenia, powstrzymywanie kurczenia się drewna buka w kierunku stycznym jest możliwe wyłącznie w zakresie zmian wilgotności od początkowej do ok. 20-25%. Ponadto stwierdziłem, że powstrzymywanie kurczenia się drewna podczas suszenia generuje naprężenia, które uruchamiają procesy relaksacyjne w strukturze drewna, a ich wyczerpanie powoduje uszkodzenie drewna niezależnie od wartości generowanego naprężenia. Badania dotyczące opisywanych zagadnień realizowałem w ramach grantu promotorskiego (Zał. 3, pkt II.G.1) i stanowiły one przedmiot mojej rozprawy doktorskiej. Wyniki tych badań zostały opublikowane w dwóch artykułach naukowych (Zał. 3, pkt II.B.4, II.B.6) oraz były tematem dwóch referatów wygłoszonych na międzynarodowych konferencjach naukowych (Zał. 3, pkt II.I.2-3).

Równocześnie podczas trwania studiów doktoranckich byłem zaangażowany w prace zespołu badawczego, którego celem było opracowanie założeń zintegrowanego systemu sterowania i kontroli procesu konwekcyjnego suszenia tarcicy (Zał. 3, pkt II.G.2). W badaniach podjęto problem monitorowania procesu suszenia tarcicy w suszarkach za pomocą kontrolowania strumienia masy wody przejmowanej przez powietrze suszące, a następnie usuwanej z suszarki wraz z powietrzem wylotowym. Wyniki doświadczeń wykonanych w warunkach półtechnicznych dowiodły, że kontrola stanu powietrza wylotowego umożliwia weryfikowanie wyników pomiaru wilgotności drewna dokonywanego metodą rezystancyjną. Weryfikacja ta odnosi się zarówno do poprawności pomiaru jak i trafności wyboru sztuk tarcicy, w których umieszcza się elektrody służące do pomiaru wilgotności drewna metodą rezystancyjną. Wyniki tych badań zostały opublikowane w artykule naukowym (Zał. 3, pkt II.B.5).

Od czasu rozpoczęcia pracy w charakterze adiunkta w Katedrze Mechaniki i Techniki Cieplnej UP w Poznaniu, tj. od 2006 r., mój dorobek i osiągnięcia w pracy naukowo-badawczej związane są z zagadnieniami, które tematycznie można podzielić na trzy grupy:

1) jakość suszenia, w tym przede wszystkim deformacje i ocena ryzyka pękania drewna w procesie suszenia,
2) aspekty eksploatacyjne suszarek do drewna,
3) właściwości układu woda-drewno, kinetyka suszenia, określanie właściwości higroskopijnych drewna, wyznaczanie wilgotności równowagowej i modelowanie izoterm sorpcji drewna z uwzględnieniem zjawiska histerezy sorpcji.

3.1. Jakość suszenia

W obrębie tematyki związanej z jakością suszenia zajmowałem się ustalaniem ryzyka powstawania pęknięć desorpcyjnych w drewnie bukowym poddanym obróbce hydrotermicznej a następnie suszonym warunkach odpowiadającej początkowej fazie procesu konwekcyjnego suszenia tarcicy bukowej w suszarkach komorowych. Wykazałem przy wykorzystaniu teorii niezawodności, że rozwój rozciągających naprężeń desorpcyjnych w drewnie uprzednio parzonym powoduje większe ryzyko pękania, niż podczas suszenia drewna nieparzonego. Krytyczna wartość naprężenia desorpcyjnego w drewnie buka poddanego uprzednio obróbce hydrotermicznej była o ok. 24% mniejsza niż w drewnie nieparzonym przed suszeniem. Z przeprowadzonej analizy statystyczenej wynika, że dla krytycznego poziomu wilgotności, przy którym następuje zniszczenie parzonego drewna buka wartość funkcji niezawodności wynosi $R(t) \leq 10\%$. Dla analogicznego poziomu wilgotności ryzyko pęknięcia nie parzonego drewna buka wynosi $R(t) \geq 47\%$. Zaobserwowałem, że badany materiał ulegał zniszczeniu przed osiągnięciem wilgotności równowagowej wynikającej z założonych warunków suszenia. Zaobserwowałem, że przeciętna wilgotność, przy której następowało zniszczenie parzonego drewna była wyraźnie wyższa (przeciętnie 33,6%), w porównaniu do analogicznej wartości zarejestrowanych w momencie zerwania próbek drewna nieparzonego (23,8%). Intensywność uszkodzeń, tożsama z prawdopodobieństwem zdarzenia polegającego na zerwaniu próbki, jest ok. 3 razy większa dla próbek drewna parzonego. Wyniki przeprowadzonych w tym zakresie badań opublikowałem w pracy II.B.10 (Zał. 3).

W ramach tematyki związanej z jakością suszenia podjąłem również próbę określenia wpływu poziomu i zróżnicowania wilgotności początkowej forniru na pofalowanie i rozrzut wilgotności końcowej wysuszonych arkuszy forniru przeznaczonych do produkcji sklejki. Wykonano oznaczenia wilgotności forniru i jego pofalowania bezpośrednio po skrawaniu oraz wilgotności i pofalowania forniru po suszeniu. Wyniki badań wskazują na związek pomiędzy rozmiarem pofalowania forniru po suszeniu, a strefą pozyskania na przekroju poprzecznym surowca sklejkowego (strefa przyobwodowa, środkowa i przy wałku połuszczarskim). Ponadto różnice szybkości wysychania są powodem nierównoczesnego osiągania zdolności do skurczu desorpcyjnego (po osiągnięciu adekwatnego poziomu wilgotności) w różnych częściach arkusza. Skutkiem ograniczenia skurczu desorpcyjnego obszarów arkusza o niższej wilgotności jest rozwój i koncentracja naprężeń rozciągających

oraz ryzyko pękania. Rezultaty tych badań zostały opublikowane w czasopiśmie z bazy JCR (Zał. 3, pkt II.A.1) oraz zaprezentowane na konferencji naukowej (Zał. 3, pkt II.I.6).

3.2. Aspekty eksploatacyjne suszarek do drewna

Właściwości użytkowe suszarek do drewna stanowiły przedmiot moich zainteresowań od początku mojej pracy zawodowej. W tym obszarze zajmowałem się różnymi aspektami pracy wentylatorów w komorowych suszarkach do tarcicy. Celem badań w tym zakresie było określenie wpływu zmian prędkości obrotowej wirników wentylatorów na prędkość powietrza w wybranych suszarkach komorowych oraz ocena skutków redukcji prędkości obrotowej wentylatorów na podstawie czasu suszenia, zużycia energii elektrycznej do napędu wentylatorów, a także wybranych wskaźników jakości suszenia, tj. stopnia naprężeń resztkowych, rozrzutu wilgotności końcowej i gradientu wilgotności na przekroju suszonej tarcicy. W badaniach uwzględniłem analizę procesów suszenia półfabrykatów z liściastych i iglastych rodzajów drewna oraz wariant 25 i 50% redukcji znamionowej prędkości obrotowej wentylatorów. Stwierdziłem, że redukcja prędkości obrotowej wentylatorów powoduje obniżenie prędkości powietrza i ograniczenie zużycia energii elektrycznej do napędu wentylatorów, a przy tym nie powoduje istotnego wydłużenia czasu suszenia i pogorszenia jakości suszenia. Wyniki opisywanych badań były przedmiotem referatu na konferencji naukowej (Zał. 3, pkt II.I.4) oraz zostały opublikowane w pracy II.B.7 (Zał. 3).

Ze względu na istotne ograniczenia statystyki opisowej do analizy zróżnicowania przepływu powietrza przez stos w kontekście oceny równomierności i bezpieczeństwa wysychania, w kolejnej pracy podjąłem próbę opracowania alternatywnej metody analizy parametrów przepływu powietrza w załadunku komorowej suszarki do tarcicy (Zał. 3, pkt II.A.2). W badaniach uwzględniono 13 wariantów prędkości obrotowej wentylatorów regulowanej przy wykorzystaniu falownika prądowego. Potwierdziłem, że średnia wartość prędkości powietrza oraz jej bezwzględny rozrzut w stosie ulega ograniczeniu w zakresie proporcjonalnym do obniżenia prędkości obrotowej i/lub częstotliwości prądu zasilającego silnik wentylatora. Równocześnie na postawie analizy wykresów konturowych, za pomocą których zilustrowano przepływu powietrza w załadunku suszarki, wykazałem, że cechą przepływu powietrza jest jego strefowe różnicowanie, a regulacja prędkości obrotowej powoduje dyslokację oraz zmianę udziałów poszczególnych stref prędkości w powierzchni przepływu. Wyniki graficznej analizy przepływu powietrza potwierdziły przypuszczenie, że

w określonych warunkach nadmierne obniżenie prędkości obrotowej wentylatora, może powodować wzrost zróżnicowania warunków wysychania w obrębie załadunku suszarki.

Wiedza zdobyta podczas badań w ramach omawianej problematyki została wykorzystana i rozwinięta w badaniach, które stanowiły część mojej pracy habilitacyjnej. W jej ramach opracowałem empiryczny model równomierności przepływu powietrza z równoczesnym uwzględnieniem prędkości obrotowej wentylatora oraz grubości tarcicy i zastosowanych przekładek. Ponadto zaproponowana metoda graficznej analizy przepływu powietrza została zastosowana do oceny zakłóceń równomierności wysychania tarcicy wywoływanych przez takie czynniki jak: rewersyjne zmiany kierunku obrotów wentylatora, różna szerokość stosu, zmiana konfiguracji pakietów tarcicy w obrębie przestrzeni załadowczej suszarki oraz ograniczenie przepływu powietrza poza stosem.

3.3. Właściwości układu woda-drewno, kinetyka suszenia

Moje zainteresowania badaniami właściwości układu woda-drewna wynikają przede wszystkim z podstawowego znaczenia tej problematyki dla technologii konwekcyjnego suszenia drewna. Znajomość charakterystyki sorpcyjnej drewna stanowi warunek właściwego doboru parametrów czynnika suszącego w programie suszenia. Na podstawie analizy wyników eksperymentów sorpcji wykazałem, że większa intensywność suszenia półfabrykatów bukowych po obróbce hydrotermicznej ma związek ze wzrostem wartości gradientu suszenia. Obróbka hydrotermiczna drewna bukowego przeprowadzona przed suszeniem powoduje obniżenie wartości wilgotności równowagowej. Wyniki badań stanowiły podstawę weryfikacji programów suszenia bukowych materiałów tartych po obróbce hydrotermicznej (Zał. 3. pkt II.B.8). Aspekt zastosowania wilgotności równowagowej drewna jako parametru określającego stan czynnika suszącego w programach konwekcyjnego suszenia tarcicy z drewna dębu, buka i sosny był prezentowany na międzynarodowych konferencjach naukowych (Zał. 3. pkt II.C.6, II.C.7, II.I.7). Ważnym wątkiem badań w ramach omawianej problematyki było zwrócenie uwagi na problem ograniczonej przydatności danych referencyjnych wilgotności równowagowej drewna (opublikowanych przez *Forest Products Laboratory*) do scharakteryzowania właściwości higroskopijnych drewna po suszeniu (Zał. 3, pkt II.A.5). Doświadczenia w zakresie omawianej problematyki zostały przeze mnie wykorzystane i rozwinięte w pracy habilitacyjnej do sprecyzowania zasad sezonowania tarcicy o różnej historii technologicznej.

W badaniach podjąłem również temat scharakteryzowania właściwości higroskopijnych modyfikowanego termicznie drewna buka, świerku i jesionu (Zał. 3, pkt II.A.4, II.A.8, II.A.12). W ramach tych prac wyznaczono izotermy sorpcji – odrębnie dla fazy adsorpcji i desorpcji, oraz histerezę sorpcji, a także określono związek pomiędzy zmianą właściwości higroskopijnych drewna i ubytkiem masy. W pracach podjęto problem przydatności parametrów różnych modeli do interpretacji zjawisk sorpcji.

Zdobyte doświadczenia w zakresie analizy zjawisk sorpcji wykorzystałem podczas realizacji projektów badawczych związanych z ochroną zabytków archeologicznych i poszukiwaniem nowoczesnych środków i metod konserwacji drewna zabytkowego, których byłem jednym z głównych wykonawców (Zał. 3. pkt II.G.3, II.G.4). Stwierdziłem, że drewno archeologiczne charakteryzuje się innymi właściwościami higroskopijnymi niż drewno współczesne. Wykazałem, że roztwory PEG, powszechnie stosowane do konserwacji drewna archeologicznego, powodują anomalnie wysoki wzrost wilgotności drewna w zakresie zmian względnej wilgotności powietrza powyżej 80% (Zał. 3, pkt II.A.9). Wyznaczyłem warunki bezpiecznej ekspozycji drewna archeologicznego zabezpieczonego roztworami PEG (Zał. 3, pkt II.B.11-14). Na podstawie porównania wartości wilgotności równowagowej, wskaźnika stabilności wymiarowej (ASE) oraz ilości wchłoniętego środka konserwującego określono efektywność jedno i dwustopniowego zabiegu konserwacji drewna archeologicznego przy wykorzystaniu PEG o różnej masie cząsteczkowej oraz określono ograniczenia zabiegów konserwacji elementów drewna archeologicznego o różnym stopniu degradacji (Zał. 3, pkt II.A.11). Wyznaczono właściwości higroskopijne i histerezę sorpcji drewna archeologicznego nasyconego roztworami laktitolu i trehalozy oraz związków krzemoorganicznych (Zał. 3, pkt II.A.10, II.A.13).

4. Wskaźniki wartościujące dorobek i osiągnięcia naukowe

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie 47 pozycji. Jestem autorem lub współautorem 23 oryginalnych prac naukowych w tym 18 po uzyskaniu stopnia doktora (tab. 1 i 2 oraz Zał. 3, pkt II.A i II.B), 4 rozdziałów wydanych w monografiach w języku polskim, 5 prac opublikowanych w materiałach konferencyjnych (w tym 2 po uzyskaniu stopnia doktora: Zał. 3, pkt II.C.5, II.C.6).

Sumaryczna liczba punktów MNiSW za mój opublikowany dorobek naukowy wynosi 392,5 (w tym 369 po uzyskaniu stopnia doktora) (tab. 3), a po włączeniu osiągnięcia habilitacyjnego 417,5 (w tym 394 po uzyskaniu stopnia doktora).

W czasopismach notowanych w bazie Journal Citation Reports firmy Thomson Scientific opublikowałem 13 prac (1 indywidualna i 12 współautorskich: Zał. 3, pkt II.A). Według raportu cytowań przygotowanego na podstawie danych zawartych w bazie Web of Science wg stanu na dzień 3 stycznia 2019 r.:

- całkowita liczba cytowań – 54
- liczba cytowań bez autocytowań – 41
- liczba prac, w których cytowane są moje dokonania – 49
- liczba prac, w których cytowane są dokonania z wyłączeniem prac własnych – 41
- średnia liczba cytowań na dokonanie – 4,15
- indeks Hirscha (h-index) – 3

Sumaryczny *impact factor* za te prace wg bazy Web of Science zgodnie z rokiem wydania wynosi 16,079 (w całości po uzyskaniu stopnia doktora).

Jestem autorem 4 posterów (3 po uzyskaniu stopnia doktora: Zał. 3, pkt II.C.7-9), 1 streszczenia (po uzyskaniu stopnia doktora: Zał. 3, pkt II.C.10) oraz 13 raportów z wykonanych przez siebie prac o charakterze naukowo-badawczym zleconych przez podmioty gospodarcze, placówki kultury lub jednostki naukowe (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora: Zał. 3, pkt II.C.11-23).

Wszystkie moje prace naukowo-badawcze miały charakter badawczy. We wszystkich przypadkach wymagane było opracowanie specjalnej metodyki, pozyskanie i przygotowanie materiału doświadczalnego oraz realizacja zaplanowanych eksperymentów i analiza otrzymanych wyników. W wielu przypadkach samodzielnie zaprojektowałem i wykonałem unikalne wyposażenia stanowisk badawczych.

Tabela 1. Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora

Nazwa czasopisma	Rok wydania	Liczba dokonań	Liczba punktów *	Sumaryczna liczba punktów	Impact factor*	Sumaryczny impact factor*
Czasopisma z listy B MNiSW						
Electronic Journal of Polish Agricultiral Universities, Wood Technology	2002 2004	1 2	6 6	18	–	–
Przemysł Drzewny	2000	1	0,5	0,5	–	–
Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Mechaniczna Technologia Drewna	2001	1	5	5	–	–
Razem	–	5	–	23,5	–	–

* zgodnie z rokiem wydania pracy

Tabela 2. Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora

Nazwa czasopisma	Rok wydania	Liczba dokonań	Liczba punktów *	Sumaryczna liczba punktów	Impact factor*	Sumaryczny impact factor*
Czasopisma z listy A MNiSW						
Bioresources	2016	1	35	35	1,321	1,321
Drewno	2014	1	15	15	0,300	0,300
Drvna Industrija	2012	1	15	15	0,192	0,192
European Journal of Wood and Wood Products	2018	1	30	30	1,401	1,401
Holzforschung	2013 2017	1 1	45 45	90	2,339 2,079	4,418
International Biodeterioration and Biodegradation	2018	1	30	30	3,562	3,562
Journal of Cultural Heritage	2016 2018	1 1	25 25	50	1,838 1,706	3,544
Wood Research	2008 2012 2015	1 1 2	10 20 15	60	0,254 0,275 0,399	1,327
Razem		13	–	325	–	16,079
Czasopisma z listy B MNiSW						
Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology	2005	1	6	6	–	–
Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Wood Technology	2005	1	6	6	–	–
Folia Forestalia Polonica Seria B	2007 2008	1 2	4 4	12	–	–
Razem	–	5	–	24	–	–
Łącznie wszystkie czasopisma	–	18	–	349	–	16,079

* zgodnie z rokiem wydania pracy

Tabela 3. Sumaryczny wykaz osiągnięć w pracy naukowo-badawczej

Rodzaj publikacji/aktywnosci	Przed uzyskaniem stopnia doktora			Po uzyskaniu stopnia doktora		
	Liczba	Impact factor*	Liczba punktów MNiSW	Liczba	Impact factor*	Liczba punktów MNiSW
Oryginalne prace twórcze	5	–	23,5	18	16,079	349
Monografie, rozdziały w monografiach i książkach naukowych	–	–	–	4	–	20
Artykuły popularno-naukowe	2	–	–	–	–	–
Referaty naukowe wygłoszone na konferencjach	3	–	–	5	–	–
Postery, artykuły, streszczenia prezentowane na konferencjach naukowych	4	–	–	6	–	–
Razem	14	–	23,5	33	16,079	369
Łączna liczba cytowań	–			54		
Liczba cytowań bez autocytowań	–			41		
Indeks Hirscha	–			3		

* zgodnie z rokiem wydania pracy