

Załącznik 2a

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
z dnia 27 listopada 2018 r.

dr inż. **Agnieszka Jankowska**

AUTOREFERAT
prezentujący dorobek i osiągnięcia naukowe

Warszawa, 2018

Spis treści

1. Przebieg kariery naukowej	3
1.1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe (z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej)	3
1.2. Zatrudnienie w jednostce naukowej	3
2. Osiągnięcie naukowe wskazane we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego	4
2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
2.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego	4
2.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	7
2.3.1. Wprowadzenie	7
2.3.2. Cel i zakres prowadzonych badań	10
2.3.3. Omówienie uzyskanych wyników	12
2.2.4. Podsumowanie	28
2.2.5. Perspektywy badawcze	29
3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	30
3.1. Informacje ogólne	30
3.2. Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna egzotycznego ..	31
3.3. Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna plantacyjnego ..	34
3.4. Struktura i właściwości drewna archeologicznego i zabytkowego	36
4. Omówienie działalności dydaktycznej i organizacyjnej	38
5. Wskaźniki wartościujące dorobek i osiągnięcia naukowe	40

1. Przebieg kariery naukowej

1.1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe (z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej)

2012 - doktor nauk leśnych w zakresie drzewnictwa (z wyróżnieniem) – uchwała Rady Wydziału Technologii Drewna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 16.10.2012 r.

Tytuł pracy: „Wpływ sztucznego starzenia na wybrane właściwości drewna egzotycznego”

Promotor: dr hab. inż. Paweł Kozakiewicz, prof. SGGW

Recenzenci: dr hab. inż. Sławomir Krzosek, prof. SGGW i dr hab. Andrzej Krauss, prof. nadzw.

2008 - magister inżynier technologii drewna (z wynikiem bardzo dobrym), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 8.07.2008 r.

Tytuł pracy: „Wpływ sztucznego starzenia wybranych gatunków drewna z Azji Południowo-Wschodniej na wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien”

Promotor: dr hab. inż. Paweł Kozakiewicz, prof. SGGW

Recenzent: prof. dr hab. inż. Mieczysław Matejak

2007 - inżynier technologii drewna (z wynikiem bardzo dobrym), Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 5.07.2007 r.

Tytuł pracy: „Przydatność metody wzmacniania strukturalnego polimetakrylanem metylu drewna sosny zwyczajnej zdegradowanego przez grzyba *Phellinus pini*”

Promotor: prof. dr hab. Krzysztof J. Krajewski

Recenzent: prof. dr hab. Donata Krutul

1.2. Zatrudnienie w jednostce naukowej

od 14.12.2012 adiunkt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Technologii Drewna, Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna

2. Osiągnięcie naukowe wskazane we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem wynikającym 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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) jest cykl 8 publikacji powiązanych tematycznie, o tytule:

KOMPLEMENTARNOŚĆ WYBRANYCH CECH BUDOWY DREWNA I ICH WPŁYW NA JEGO HIGROSKOPIJNE I POWIERZCHNIOWE WŁAŚCIWOŚCI

2.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

1. **Jankowska A.**, Kozakiewicz P., 2016: Determination of fibre saturation point of selected tropical wood species using different methods. *Drewno* 59 (197): 89-97.

Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaplanowaniu doświadczeń, wykonaniu prac polegających na klimatyzacji drewna w różnych warunkach klimatycznych i wyznaczeniu wilgotności punktu nasycenia włókien na podstawie zależności zmian wymiarowych drewna od jego wilgotności oraz zestawieniu uzyskanych wyników w tabelach i na rysunku. Ponadto przeprowadziłam statystyczną analizę wyników badań oraz dokonałam ich interpretacji, a także przygotowałam tekst manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 70 %.

IF₂₀₁₆: 0,642/Pkt MNiSW₂₀₁₆: 15

2. **Jankowska A.**, 2018: Assessment of the sorptive properties of selected tropical wood species. *Drvna industrija* 69 (1): 35-42.

IF₂₀₁₈: 0,712/Pkt MNiSW₂₀₁₈: 20

3. **Jankowska A.**, Drożdżek M., Sarnowski P., Horodeński J., 2017: Effect of Extractives on the Equilibrium Moisture Content and Shrinkage of Selected Tropical Wood Species. *BioResources* 12(1): 597-607.

Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaplanowaniu doświadczeń, koordynowaniu prac i wykonaniu badań, polegających na oznaczeniu wilgotności równowaznej drewna w różnych warunkach klimatycznych, których wyniki zamieszczone zostały w tabelach i na rysunkach. Ponadto, mój wkład polegał na statystycznej analizie wyników badań oraz ich interpretacji, a także przygotowaniu tekstu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 70 %.

IF₂₀₁₇: 1,321/Pkt MNiSW₂₀₁₇: 40

4. **Jankowska A.**, Karkowski T., 2016: Determination of surface free energy of selected tropical wood species from Africa. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 93: 57-63.

Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaplanowaniu doświadczeń i wykonaniu oznaczeń, polegających na wyznaczeniu kątów zwilżania dla różnych cieczy referencyjnych oraz wyznaczeniu swobodnej energii powierzchniowej dla różnych rodzajów drewna, a także zestawieniu uzyskanych wyników w tabelach i na rysunku. Koordynowałam prace, przeprowadziłam statystyczną analizę wyników, dokonałam interpretacji wyników badań oraz przygotowałam tekst manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 75 %.

Pkt MNiSW₂₀₁₆: 10

5. **Jankowska A.**, Boruszewski P., Drożdżek M., Rębkowski B., Kaczmarczyk A., Skowrońska A., 2018: The Role of Extractives and Wood Anatomy in the Wettability and Free Surface Energy of Hardwoods. *BioResources* 13(2): 3082-3097.

Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaplanowaniu całości doświadczeń, wykonaniu badań właściwości powierzchni drewna, przygotowaniu preparatów mikroskopowych oraz utrwaleniu obrazów mikroskopowych, przygotowaniu prezentacji wyników w formie tabelarycznej i rysunkowej, nadzorze pozostałych prac, statystycznej analizie oraz interpretacji wyników

badan. Ponadto, przygotowywałam tekst manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 60 %.

IF₂₀₁₈: 1,321/Pkt MNiSW₂₀₁₈: 40

6. **Jankowska A.**, Drożdżek M., Kaczmarczyk A., Skowrońska A., 2018: The influence of extractives on dimensional stability selected wood species from Africa. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 101: 78-84.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu doświadczeń i koordynowaniu prac, wykonaniu badań, polegających na oznaczeniu zmian wymiarowych, których wyniki zamieszczone zostały w tabelach i na rysunku, oraz statystycznej analizie wyników badań i ich interpretacji. Ponadto, przygotowywałam tekst manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 70 %.

Pkt MNiSW₂₀₁₇: 10

7. **Jankowska A.**, Zbieć M., Kozakiewicz P., Koczan G., Oleńska S., Beer P., 2018: The wettability and surface free energy of sawn, sliced and sanded European oak wood. *MADERAS: Ciencia y Tecnología* 20(3): 443 - 454.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu prac i wykonaniu doświadczenia, polegającego na weryfikacji właściwości powierzchni drewna dębowego, poddanego różnym procesom obróbki, i którego wyniki zamieszczone zostały w tabelach i na rysunku, interpretacji wyników badań, a także przygotowaniu tekstu manuskryptu. Mój udział szacuję na 60 %.

IF₂₀₁₈: 1,1/Pkt MNiSW₂₀₁₈: 30

8. **Jankowska A.**, Rębkowski B., 2018: The role of parenchyma content in dimensional stability of wood. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 103: 18 - 21.

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu prac i dokonaniu weryfikacji stabilności wymiarowej drewna badanych gatunków, przygotowaniu preparatów mikroskopowych oraz utrwaleniu obrazów mikroskopowych. Ponadto przeprowadziłam statystyczną analizę uzyskanych

wyników oraz dokonałam interpretacji wyników badań, a także przygotowałam tekst manuskryptu. Mój udział szacuję na 70 %.

Pkt MNiSW₂₀₁₈: 10

W sumie: IF: 5,096/Pkt MNiSW: 170¹

Wyszczególnione publikacje, jako osiągnięcie naukowe, stanowią podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk leśnych w dyscyplinie drzewnictwo. Publikacje te są częścią prac wykonywanych w latach 2013-2018 projektów badawczych w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w ramach wewnętrznych trybów konkursowych dla młodych pracowników nauki oraz prac prowadzonych w ramach projektu programu BIOSTRATEG 2 „Podniesienie efektywności wykorzystania surowca drzewnego w procesach produkcji w przemyśle”, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Wszystkie prace cyklu powstały według mojej koncepcji. We wszystkich pracach jestem jedynym lub (w pracach współautorskich) autorem wiodącym i korespondencyjnym z udziałem minimalnym 60 % w powstanie publikacji. Oświadczenia współautorów prac wraz z określeniem ich indywidualnego udziału wykazano w załączniku numer 5. Żadna z przedstawionych prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

2.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

2.3.1. Wprowadzenie

Znaczenie drewna jako surowca i materiału jest powszechnie znane. Uniwersalność, właściwości oraz dostępność powodują, że drewno zajmuje jedno z czołowych miejsc wśród materiałów budowlanych oraz materiałów do aranżacji wnętrz, jak i przestrzeni zewnętrznej w postaci mebli, okładzin ściennych, różnego

¹ Uwzględniono punktację zgodną z rokiem wydania. Z uwagi na brak wykazu punktacji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za publikacje opublikowane w 2017 i 2018 roku, przyjęto za zasadę treść Komunikatu z dnia 25 stycznia 2017 r. Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wydanego na potrzeby oceny jednostek naukowych nt ujednoliconego wykazu czasopism naukowych, ustalonego na podstawie wykazów ogłoszonych w latach 2013-2016.

rodzaju konstrukcji oraz podłóg. Podłogi stanowią jedne z najsilniej obciążonych konstrukcji w każdym budynku. Intensywnie eksploatowane, w celu zapewnienia długiej trwałości, powinny charakteryzować się szeregiem cech. Istotne w tym zakresie są odporność na uszkodzenia mechaniczne, stabilność wymiarowa, odporność na ścieranie, łatwość utrzymania w czystości, izolacyjność akustyczna i termiczna oraz walory estetyczne. Różnorodność materiałów drewnnych wykorzystywanych w Europie w produkcji materiałów podłogowych jest duża i obejmuje m. in. kilkadziesiąt gatunków i rodzajów drewna z całego Świata. Wzrastający z roku na rok popyt na wyroby z drewna wymusza działania zmierzające do poszerzania ofert handlowych, a także poznania pełnej charakterystyki drewna zamorskiego oraz pojawiających się „nowych” gatunków drewna, a także „nowych” materiałów (np. drewno modyfikowane termicznie). Wiedza w tym zakresie jest nadal niepełna i często ogranicza się jedynie do prezentacji nazw i wyglądu drewna. Charakterystyka techniczna wymaga przede wszystkim uzupełnienia w zakresie higroskopijnych właściwości drewna, co wiąże się z określeniem wilgotności równowaznej w różnych warunkach użytkowania. Ponadto, w przypadku drewnianych materiałów podłogowych ważnym aspektem jest prawidłowe wykończenie powierzchni wyrobami malarsko-lakierniczymi. Zdobyta w tym zakresie wiedza pozwala na zminimalizowanie błędów dotyczących obróbki, zastosowania, a także wykańczania powierzchni drewna i ewentualnych problemów na etapie użytkowania gotowego wyrobu.

Jak dotąd, badaniem równowagi higroskopijnej drewna zajmowało się wielu badaczy (m. in., Wadsö 1993², Ayina i in. 1999³, Hernandez 2006⁴, 2007⁵, Popper i inni 2007⁶, 2009⁷). Prowadzone badania ograniczały się jedynie do niewielkiej liczby gatunków (rodzajów) drewna, a zdobyta wiedza bazuje na informacjach uzyskanych podczas badania drewna z naszej strefy geograficznej, a więc drewna europejskiego czy też z Ameryki Północnej. Materiał ten wykazuje względnie niewielką różnorodność. Natomiast prace badawcze, w których wykorzystano drewno egzotyczne, zakresem

² Wadsö L., 1993: Studies of water vapor transport and sorption in wood. Doctorate dissertation, report TVBM-1013. Building Materials, Lund University.

³ Ayina O., Ngamveng J. N., Morlier P., 1999: Densified wood and tropical wood. Comparative study of sorptive properties. Materiały Washington State University (<http://timber.ce.wsu.edu/>).

⁴ Hernández R. E., 2006: Effects of extraneous substances, wood density and interlocked grain on fiber saturation point of hardwoods. Wood Material Science and Engineering, 2 (1): 45-53.

⁵ Hernández R. E., 2007: Swelling properties of hardwoods as affected by their extraneous substances, wood density, and interlocked grain. Wood and Fiber Science, 39 (1): 146-158.

⁶ Popper R., Niemi P., Eberle G., 2007: Influence of extractives on water vapour sorption by the example of wood species from Chile. Wood Research, 52 (1): 57-68.

⁷ Popper R., Niemi P., Croptier S., 2009: Adsorption and desorption measurements on selected exotic wood Species. Analysis with the Hailwood-Horrobin model to describe the sorption hysteresis. Wood Research, 54 (4): 43-56.

obejmowały te gatunki i rodzaje drewna, które nie mają w Polsce (ale często także w innych krajach Europy) znaczenia komercyjnego. Ponadto, opracowania te w dalszym ciągu nie wyczerpują zagadnienia. W szczególności, niepełne są analizy dotyczące wpływu struktury drewna oraz jego budowy chemicznej na jego sorpcyjne właściwości. Fakt prowadzenia badań z zastosowaniem różnych metod badawczych często powoduje ograniczenie możliwości porównywania wyników badań uzyskanych w różnych testach.

W zależności od planowanych warunków eksploatacji (przewidywanego zakresu zmian wilgotności), wyroby drewniane powinny być wykonywane z materiału o wilgotności użytkowej, co ma pozwolić na wydłużenie trwałości i stanowi zabieg zabezpieczający drewno przed paczeniem się oraz pękaniem, czyli ochronę przed skutkami zjawisk związanych ze zmianami wilgotności drewna. Zagadnienie wilgotności drewna w różnych zastosowaniach ujęte zostało w normach krajowych i europejskich, np.: P-D-06002:1953⁸, PN-D-94002:1985⁹, PN-EN 13226:2009¹⁰, PN-EN 13629:2012¹¹. Podawane w normach przedziały wilgotności bezwzględnej niezupełnie odpowiadają przedziałom wartości wilgotności równoważnej osiągananej przez drewno różnych gatunków w tych samych warunkach otoczenia. Wynika to z faktu, że wytyczne opracowane dla europejskich norm są oparte o wyniki badań prowadzonych na drewnie lokalnym. Normy określają drewno jako jednorodny materiał, bez uwzględnienia specyficznych właściwości, gęstości, zawartości różnego rodzaju substancji, które w zależności od gatunku znacznie się od siebie różnią i wpływają na możliwość osiągnięcia danej wilgotności w określonych warunkach klimatu. Brak znajomości charakterystyki właściwości fizycznych drewna, a w szczególności jego właściwości sorpcyjnych i związanych z tym poziomem wilgotności w danych warunkach klimatycznych wiąże ze sobą konsekwencje w postaci niedostosowania wilgotności drewna, czego dalszym skutkiem są m. in. pęknięcia desorpcyjne oraz zmiany wymiarowe. Pilny do rozwiązania problem, wynikający z braku wystarczającej wiedzy na temat właściwości drewna egzotycznego (w szczególności tropikalnego), zasygnalizowany został m.in. przez członków Stowarzyszenia Parkieciarzy Polskich oraz czołowych producentów i dystrybutorów materiałów z drewna tropikalnego (Barlinek Sp. z o. o., DLH Poland Sp. z o.o.). Ważę problemu potwierdzają także moje doświadczenia związane z wykonywaniem

⁸ P-D-06002:1953 Stopień wilgotności sortymentów i wyrobów drzewnych.

⁹ PN-D-94002:1985 Deszczułki posadzkowe lite.

¹⁰ PN-EN 13226:2009 Podłogi drewniane. Elementy posadzkowe lite z wpustami i/lub wypustami.

¹¹ PN-EN 13629:2012 Podłogi drewniane. Deski pojedyncze lite oraz deski łączone z litych elementów z drewna liściastego.

ekspertyz jako rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa.

Ponadto, istotnym zagadnieniem jest prawidłowy dobór wyrobów malarsko-lakierniczych, który powinien następować w oparciu o wiedzę z zakresu właściwości powierzchni uszlachetnianego drewna (wiedza z tego zakresu wciąż jest niepełna). Zwłaszcza te gatunki drewna, które zawierają duże ilości substancji ekstrakcyjnych wymagają pogłębionych analiz. Prowadzenie przedstawionych badań jest uzasadnione, a ich wymiar jest użyteczny. Wiedza ta jest niezbędna do właściwego projektowania i produkcji materiałów podłogowych, zarówno litych, jak i klejonych. Wyniki badań w tym zakresie są pożądane przez producentów materiałów podłogowych, ale także innych wytwórców wyrobów drewnianych. Należy w tym miejscu wskazać, że według danych European Federation of the Parquet Industry (Europejska Federacja Przemysłu Parkietowego), Polska jest liderem w produkcji materiałów podłogowych w Europie. Mając 20 % europejskiej produkcji, tylko w 2016 roku w Polsce wyprodukowano ok. 15.5 mln m² materiałów podłogowych, w tym szereg wyrobów z drewna egzotycznego. Przemawia to za koniecznością weryfikacji dotychczasowej wiedzy, zwłaszcza w kontekście wielkości produkcji w naszym kraju.

2.3.2. Cel i zakres prowadzonych badań

Celem prowadzonych badań było uzupełnienie istniejącej wiedzy na temat właściwości drewna gatunków o istotnym znaczeniu komercyjnym w Polsce, ale także na innych rynkach europejskich. Cel ogólny zakładał określenie i porównanie wyznaczonych właściwości higroskopijnych różnych rodzajów i gatunków drewna, jak również ich właściwości związane ze zwilżalnością powierzchni. Kluczowym elementem składowym prowadzonych badań była próba wskazania oraz wyjaśnienia różnic w badanych właściwościach. Podjęte działania wiążą się z optymalizacją wykorzystania surowca drzewnego poprzez określenie jego właściwości oraz ich zmian zachodzących pod wpływem działania klimatu otoczenia. Pozwoli to racjonalizację wykorzystania drewna, co ma wymiar zarówno ekologiczny jak i ekonomiczny. Badane właściwości drewna są istotne w aspekcie wykorzystania na materiały podłogowe, przeznaczone do użytkowania we wnętrzach, jak również mebli oraz innych elementów aranżacji wnętrz. Konieczność podejmowania prac z tego zakresu wynika z potrzeb praktycznych. Brak znajomości pełnej charakterystyki drewna, w szczególności pochodzącego ze strefy tropikalnej

i subtropikalnej, ma swoje konsekwencje w postaci niewłaściwego doboru parametrów użytkowych, takich jak wilgotność, czy aplikacji niewłaściwie dobranych wyrobów malarsko-lakierniczych. Istotną częścią prowadzonych badań jest określenie wpływu budowy chemicznej (ze szczególnym uwzględnieniem substancji ekstrakcyjnych) oraz struktury drewna na jego wybrane właściwości.

Badaniami objęto szeroką grupę gatunków i rodzajów drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej. Równolegle przeprowadzono badania na drewnie krajowym. Wybrane do badań gatunki i rodzaje drewna stanowią grupę materiałów stosowanych na rynku krajowym głównie do wyrobu elementów podłogowych. Zakres zastosowania jest szerszy, bowiem drewno to wykorzystywane jest w produkcji okładzin ściennych i mebli, przeznaczeniem których jest przede wszystkim wykorzystanie w warunkach klimatu wewnątrz, jak również elementów użytkowanych w warunkach zewnętrznych (deski elewacyjne, deski tarasowe, meble ogrodowe). W grupie tej znajduje się drewno reprezentujące różne typy struktury oraz różniące się szczegółami budowy anatomicznej oraz składu chemicznego.

Prowadzone prace zostały podzielone na etapy, w ramach których wykonano:

- weryfikację różnicy w wilgotności punktu nasycenia włókien wyznaczonej z zastosowaniem różnych metod badawczych (praca nr 1),
- wyznaczenie wilgotności punktu nasycenia włókien oraz krzywych sorpcji 23 różnych rodzajów i gatunków drewna istotnych z punktu widzenia produkcji, dystrybucji i użytkowania materiałów podłogowych zarówno w Polsce, jak i całej Europie (praca nr 2),
- analizę wpływu substancji ekstrakcyjnych na sorpcyjne właściwości drewna, ze szczególnym uwzględnieniem drewna ze strefy tropikalnej (praca nr 3),
- analizę wpływu substancji ekstrakcyjnych na stabilność wymiarową drewna (praca nr 3),
- weryfikację różnic właściwości powierzchni pomiędzy różnymi gatunkami i rodzajami drewna, istotnych z punktu widzenia wykańczania powierzchni drewna wyrobami malarsko-lakierniczymi (praca nr 4, praca nr 5),
- analizę wpływu aspektów anatomicznych drewna na jego stabilność wymiarową oraz właściwości powierzchni (praca nr 1, praca nr 5, praca nr 6, praca nr 7, praca nr 8).

2.3.3. Omówienie uzyskanych wyników

Praca nr 1

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2016: Determination of fibre saturation point of selected tropical wood species using different methods. *Drewno* 59 (197): 89-97.

Punkt nasycenia włókien jest przedmiotem licznych badań od początku XX wieku. Pomimo licznych opracowań, związanych z zagadnieniem równowagi higroskopijnej drewna, w dalszym ciągu brakuje informacji dotyczących wilgotności równowaznej drewna gatunków tropikalnych. Większość opracowań związana jest z badaniami prowadzonymi na drewnie pochodzącym ze strefy klimatu umiarkowanego. Punktem wyjścia do pracy w zakresie sorpcyjnych właściwości drewna tropikalnego było wybranie właściwego postępowania badawczego, służącego do określenia wilgotności równowaznej drewna w różnych klimatach oraz do określenia wilgotności punktu nasycenia włókien. W celu określenia dokładności (rozbieżności) rezultatów wyznaczania wilgotności punktu nasycenia włókien zastosowano dwa postępowania badawcze, a mianowicie określenie zależności wytrzymałości drewna na ściskanie wzdłuż włókien oraz zależności całkowitego skurczu objętościowego drewna w funkcji wilgotności drewna.

Badaniami objęto drewno wybranych gatunków z Afryki i Ameryki Południowej, a mianowicie drewno paduka afrykańskiego (*Pterocarpus soyauxii* Toub.), mahoni amerykańskiego (*Swietenia macrophylla* King.), ipe (*Tabebuia* sp.), iroko (*Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg), bilingi (*Nauclea diderrichii* Merrill.) i wenge (*Millettia laurentii* De Wild.). Dla celów porównawczych badania przeprowadzono na krajowym drewnie buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.).

Badania prowadzone na różnych gatunkach drewna obiema metodami dały zbieżne rezultaty. Oznacza to, że można je stosować zamiennie. Ponadto, wykazano, że wartość punktu nasycenia włókien badanych tropikalnych gatunków drewna (strefa twardzielowa) jest niższa w stosunku do drewna bukowego (drewno bielaste), pochodzącego ze strefy klimatu umiarkowanego. Najniższe wartości odnotowano w przypadku drewna paduka afrykańskiego oraz drewna ipe (około 17%), podczas gdy wilgotność punktu nasycenia włókien krajowego drewna bukowego wynosiła ok. 30%. **Wyniki analizy regresji potwierdziły, że w przypadku drewna tropikalnego gęstość ma istotny wpływ na właściwości sorpcyjne badanych gatunków drewna – wartość wilgotności punktu nasycenia włókien tropikalnych gatunków drewna maleje wraz ze wzrostem gęstości drewna.**

Uzyskane wyniki skonfrontowano z ogólnymi zależnościami do szacowania wilgotności punktu nasycenia włókien (W_{pnw}) z zastosowaniem wzoru prezentowanego przez Vorreitera [1949]¹², Trendelenburga i Mayera-Weslinga [1955]¹³ oraz Krzysika [1957]¹⁴: $W_{pnw} = S_v \cdot G_{H_2O} / G_o$, gdzie S_v - całkowity skurcz objętościowy, G_{H_2O} - gęstość wody i G_o - gęstość absolutnie suchego drewna. Na podstawie wyników przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że równania tego nie należy stosować w przypadku drewna tropikalnego. Tylko w przypadku drewna bukowego otrzymany wynik był tożsamy z wynikami badań empirycznych. W przypadku wszystkich pozostałych badanych gatunków drewna (było to drewno tropikalne) przy użyciu przedstawionej formuły, uzyskane wartości W_{pnw} były wyraźnie niższe od wartości otrzymanych empirycznie, np. w przypadku paduka afrykańskiego oszacowana wartość wilgotności punktu nasycenia włókien wynosiła tylko 11.86%. Tym samym dowiedziono, że dotychczasowa wiedza w zakresie właściwości sorpcyjnych drewna nie jest kompletna i konieczne jest jej uzupełnienie.

Analiza otrzymanych wyników w konfrontacji z danymi literaturowymi wyznaczyła dalsze kierunki pracy badawczej w tym zakresie. Analizując otrzymane wartości wilgotności równoważnej drewna oraz dane literaturowe, **wskazano, że różnice we właściwościach sorpcyjnych drewna ze strefy klimatu umiarkowanego oraz klimatu tropikalnego wynikają z różnic na poziomie budowy chemicznej oraz struktury samego drewna.**

Praca nr 2

Jankowska A., 2018: Assessment of the sorptive properties of selected tropical wood species. Drvna industrija 69(1): 35-42.

Obszerne informacje na temat wilgotności równoważnej drewna około 100 gatunków w różnych warunkach klimatu (przy wilgotności względnej powietrza 37% i 83%) zostały zaprezentowane w II połowie ubiegłego wieku przez Keylwerth'a (1969)¹⁵. Stosunkowo długa lista obejmuje wiele gatunków ze strefy klimatu umiarkowanego i strefy tropikalnej. Jednak zdecydowana większość z nich nie jest obecna na europejskim rynku produktów drzewnych, podczas gdy gatunki drewna

¹² Vorreiter L., 1949: Holztechnologisches Handbuch. Band I: Allgemeines, Holzkunde, Holzschutz und Holzvergütung. Verlag Georg Fromme & Co. Wien.

¹³ Trendelenburg R., Mayer-Wesling H., 1955: Das Holz als Rohstoff. 2. völlig überarbeitete Auflage. Carl Hanser Verlag. München.

¹⁴ Krzysik F., 1957: Nauka o drewnie. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.

¹⁵ Keylwerth R., 1969: Praktische Untersuchungen zum Holzfeuchtigkeits-Gleichgewicht. Holz als Roh- und Werkstoff, 27 (8): 285-290.

używane obecnie nie zostały uwzględnione. Badania prowadzone w późniejszym czasie nie wyczerpują tematu. Nielicznie powstałe prace dotyczą przede wszystkim sorpcyjnych właściwości drewna tropikalnego o znikomym znaczeniu handlowym w Europie lub jedynie wybranych rodzajów drewna (Popper i wsp. 2009¹⁶, Deliiski 2011¹⁷, Simo-Tagne 2016¹⁸). Celem poszerzenia wiedzy na temat właściwości sorpcyjnych drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej, a także określenia istotności różnic we wskazanych właściwościach dokonano określenia wilgotności równoważnej (EMC) wybranych gatunków drewna ze strefy klimatu tropikalnego i subtropikalnego (nazwy handlowe i łacińskie zestawiono w tab. 1). Dla celów porównawczych zakresem badań objęto również wybrane europejskie gatunki drewna. Wilgotność równoważną drewna wyznaczono w różnych klimatach o zmiennej wilgotności powietrza i stałej temperaturze. Klimatyzowanie drewna miało miejsce w szczelnie zamkniętych komorach, w których nad nasyconymi roztworami wodnymi różnych soli w temperaturze bliskiej 20 °C uzyskiwano określoną wilgotność powietrza. Etapy klimatyzowania obejmowały suszenie lub nawilżanie drewna w pięciu różnych klimatach w powietrzu o wilgotności w zakresie od 9 do 97%.

Efektem przeprowadzonych badań było wyznaczenie wilgotności punktu nasycenia włókien oraz krzywych sorpcji dla wielu różnych rodzajów i gatunków drewna istotnych z punktu widzenia produkcji, dystrybucji i użytkowania materiałów podłogowych zarówno w Polsce, jak i całej Europie. Analiza otrzymanych wyników (tab. 1) wykazała, że wilgotność równoważna drewna gatunków tropikalnych i subtropikalnych jest niższa niż w przypadku gatunków drewna z klimatu umiarkowanego. W badanej grupie, najniższe wartości wilgotności odnotowano dla drewna paduka afrykańskiego, tiku, zakrwinu i ipe. Wymienione drewno charakteryzowało się także najniższymi wartościami punktu nasycenia włókien (odpowiednio 17.7%, 22.5%, 19.7%, 18.7%).

Ponadto, ustalono, że **gęstość ma znaczący wpływ na właściwości sorpcyjne badanych gatunków drewna**. A mianowicie potwierdzono, że gęstość ma wpływ na wielkość skurczu objętościowego - im wyższa gęstość drewna, tym większe są zmiany jego wymiarów. Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy regresji wykazano statystycznie istotną zależność, gdy uwzględniono współczynnik jednostkowego

¹⁶ Popper R., Niemz P., Croptier S., 2009: Adsorption and desorption measurements on selected exotic wood Species. Analysis with the Hailwood-Horrobin model to describe the sorption hysteresis. Wood Research, 54 (4): 43-56.

¹⁷ Deliiski N., 2011: Evaluation of wood sorption models and creation of precision diagrams for the equilibrium moisture content. Drvna Industrija, 62 (4): 301-309.

¹⁸ Simo-Tagne M., Rémond R., Rogaume Y., Zoulalian A., Bonoma B., 2016: Sorption behavior of four tropical woods using a dynamic vapor sorption standard analysis system. Maderas. Ciencia y tecnología, 18 (3): 403-412.

całkowitego skurczu objętościowego (S_v/W_{pnw} , gdzie S_v oznacza całkowity skurcz objętościowy, a W_{pnw} oznacza wilgotność punktu nasycenia włókien).

Tab. 1. Zestawienie wyników wyznaczania wilgotności równoważnej uzyskanej w wyniku ad- i desorpcji

Nazwy drewna*	Wilgotność równoważna drewna przy różnej wilgotności względnej powietrza wyznaczone przy ad- i desorpcji				
	9%	37%	55%	76%	97%
Bilinga , badi, opepe (<i>Nauclea diderrichii</i> Merr.)	2.09/3.01	8.60/9.15	10.45/11.23	12.80/14.64	20.73/21.47
Buk zwyczajny (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	2.15/2.91	8.67/10.00	11.86/12.96	12.83/15.13	30.81/31.05
Dąb europejski (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.)	2.19/3.45	8.64/10.20	11.78/12.80	13.64/15.61	26.15/27.01
Ipe, lapacho (<i>Tabebuia</i> sp.)	1.83/2.52	7.95/9.01	9.65/10.84	11.59/12.87	17.09/17.40
Iroko, chlorofora (<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C. C. Berg)	2.17/3.25	6.15/7.25	8.29/9.50	10.55/12.91	18.61/19.95
Kurbial, jatoba, courbaril (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	2.06/2.99	8.60/9.45	9.84/11.25	11.87/12.98	19.99/20.26
Mahoń afrykański, sapeli, sapele (<i>Entandophragma cylindricum</i> Sprague)	2.90/4.38	9.16/10.10	11.39/12.49	13.14/15.50	24.77/24.98
Meranti różowe, damarzyk, light red meranti (<i>Shorea</i> sp.)	2.69/3.54	8.44/9.71	10.20/11.98	13.41/15.62	25.90/26.01
Merbau (<i>Intsia</i> sp.)	2.52/3.47	9.10/10.62	11.84/12.20	13.47/14.52	21.78/21.90
Owangkol, amazoukue (<i>Guibourtia ehie</i> J. Leon.)	2.09/3.39	8.58/9.78	10.30/11.51	12.00/13.33	23.00/23.50
Paduk afrykański, paduk (<i>Pterocarpus soyauxii</i> Toub.)	1.46/2.63	4.79/5.55	7.50/8.54	10.32/11.15	14.47/15.81
Pigwica właściwa, massaranduba (<i>Manilkara bidentata</i> (DC.) A. Chev.)	2.01/3.51	6.87/8.01	8.40/11.15	12.71/16.21	25.50/27.90
Sosna zwyczajna (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	2.16/3.72	9.29/10.87	11.01/12.87	15.41/16.57	25.27/26.33
Sukupira, sucupira (<i>Bowdichia nitida</i> Benth.)	1.81/2.92	7.47/8.59	8.87/10.68	11.92/13.32	24.20/24.33
Tatażuba, tatajuba (<i>Bagassa guianensis</i> Adul.)	2.10/3.20	7.87/8.54	9.95/11.10	11.71/12.81	19.03/19.38
Tuari (<i>Couratari</i> sp.)	2.03/3.22	8.10/9.32	9.87/11.24	12.44/14.08	23.61/24.00
Tik, teak, drewno teakowe (<i>Tectona grandis</i> L.)	1.83/2.97	7.77/8.81	9.15/10.34	11.23/13.02	20.17/20.19

cd tab. 1

Tonkowiec wonny , cumaru (<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.)	1.86/3.07	7.55/8.45	9.45/10.67	12.30/13.91	21.20/21.47
Wenge (<i>Millettia laurentii</i> De Wild.)	1.63/2.80	7.15/8.49	8.97/11.20	11.70/12.88	19.16/20.36
Zakrwın (afzelia, doussié)	2.26/3.66	7.62/9.40	9.54/10.98	12.35/13.8	18.49/19.13
Zamahoń , kaja, acaju (<i>Khaya ivorensis</i> . A. Chev.)	2.85/4.25	7.15/9.14	9.14/12.0	12.39/13.93	24.18/25.01

* pogrubioną czcionką zapisano nazwy uwzględnione w PN-EN 13556:2005

Obserwowany skurcz objętościowy zawierał się w przedziale od 7.7% do 21.0%. Najniższą wartość stwierdzono w drewnie tikowym, a najwyższą w przypadku drewna pigwicy właściwej. Wykazano, że wartości objętościowego skurczu niektórych gatunków drewna, takich jak zamahoń, tonkowiec wonny, iroko, pigwica właściwa, sukupira są znacznie wyższe niż suma skurczów promieniowego i stycznego (w porównaniu z pozostałymi badanymi rodzajami drewna). Wyjaśnienie tego zjawiska wiąże się z nieregularnym układem włókien. Odchylenia włókien od podłużnej osi pnia powodują zniekształcenie typowej charakterystyki drewna w poszczególnych kierunkach anatomicznych. W rezultacie zmiany wymiarów są większe niż w przypadku drewna wykazującego prosty układ włókien (jak w przypadku drewna buka zwyczajnego). **Przeprowadzona analiza potwierdziła rolę cech anatomicznych, takich jak układ włókien, w stabilności wymiarowej elementów drewnianych.**

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na konieczność rewizji dotychczasowej wiedzy, szczególnie w produkcji podłóg drewnianych. Zgodnie z zapisami norm PN-EN 13227: 2004¹⁹, PN-EN 13629: 2012²⁰, PN-EN 13226: 2009²¹, wilgotność drewna przeznaczonego na materiały podłogowe powinna zawierać się w przedziale od 7 do 11% (przy założeniu użytkowania we wnętrzach w warunkach klimatu normalnego, czyli przy temperaturze powietrza około $20 \pm 3^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $50 \pm 5\%$). Opierając się o wyniki przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że podany w normach zakres zalecanej wilgotności drewna powoduje problem z ustaleniem odpowiedniej wartości, szczególnie ze względu na fakt różnic pomiędzy badanymi rodzajami i gatunkami drewna. Zgodnie z uzyskanymi wynikami, wilgotność równoważna drewna w powietrzu o temperaturze bliskiej 20°C

¹⁹ PN-EN 13227: 2004 Podłogi drewniane. Lamparkiet z drewna litego.

²⁰ PN-EN 13629:2012 Podłogi drewniane. Deski pojedyncze lite oraz deski łączone z litych elementów z drewna liściastego.

²¹ PN-EN 13226:2009 Podłogi drewniane. Elementy posadzkowe lite z wpustami i/lub wypustami.

i wilgotności względnej 55 % może wynosić od 7.50 do 12.96 %. W oparciu o uzyskane wyniki badań wykazano, że obecnie obowiązujące zalecenia w normach branżowych, dotyczące podłóg drewnianych oraz innych wyrobów dedykowanych do użytkowania zarówno we wnętrzach jak i na zewnątrz pomieszczeń wymagają uzupełnień w zakresie podawanych zalecanych przedziałów wilgotności dla konkretnych rodzajów drewna.

Praca nr 3

Jankowska A., Drożdżek M., Sarnowski P., Horodeński J., 2017: Effect of Extractives on the Equilibrium Moisture Content and Shrinkage of Selected Tropical Wood Species. BioResources 12(1): 597-607.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że wilgotność równoważna wielu gatunków drewna zmienia się w stosunkowo szerokim zakresie. Jednak większość badań przeprowadzono na drewnie pochodzącym ze strefy klimatu umiarkowanego, czyli z Europy Środkowej, Ameryki Północnej (Popper i wsp. 2007²², 2009²³). W przypadku drewna z innych części Świata, wiedza ta nie jest uporządkowana. W niniejszej pracy zbadano zależność właściwości sorpcyjnych oraz stabilności wymiarowej drewna od zawartości substancji ekstrakcyjnych. W badaniach wykorzystano drewno tropikalnych i subtropikalnych gatunków z Azji i Ameryki Południowej, a mianowicie drewno tatażuby (*Bagassa guianensis* Adul.), ipe (*Tabebuia* sp.), jatoby (*Hymenaea courbarii* L.), merbau (*Intsia* sp.), meranti jasnoczerwonego (*Shorea* sp.) i tiku (*Tectona grandis* L. f.). Zakresem badań objęto także drewno ze strefy klimatu umiarkowanego o strukturze mikroskopowej rozpięzchło-naczyniowej, a mianowicie drewno buka zwyczajnego (*Fagus sylvestris* L.). W ramach badań wyznaczono wilgotność równoważną drewna w różnych klimatach o zmiennej wilgotności powietrza i stałej temperaturze 20 °C. Klimatyzowanie drewna odbywało się w szczelnie zamkniętych komorach nad nasyconymi roztworami wodnymi różnych soli w temperaturze bliskiej 20 °C. W analizie wykorzystano model Hailwood i Horrobin H-H (1946)²⁴, który zakłada, że całkowicie zaadsorbowana woda występuje w dwóch postaciach: woda higroskopijna

²² Popper R., Niemz P., Eberle G., 2007: Influence of extractives on water vapour sorption by the example of wood species from Chile. *Wood Research*, 52 (1): 57-68.

²³ Popper R., Niemz P., Croptier S., 2009: Adsorption and desorption measurements on selected exotic wood Species. Analysis with the Hailwood-Horrobin model to describe the sorption hysteresis. *Wood Research*, 54 (4): 43-56.

²⁴ Hailwood A. J., Horrobin S., 1946: Absorption of water by polymers: Analysis in terms of a simple model. *Transactions of the Faraday Society* 42B, 84-102.

wypełniająca przestrzenie submikroskopowe i woda wolna wypełniająca światła komórek drewna. Model H-H dzieli wodę higroskopijną na składniki: jednocząsteczkową (sorpcja monomolekularna) i wielocząsteczkową (sorpcja polimolekularna). Ponadto, określono również znaczenie gęstości drewna oraz zawartości substancji ekstrakcyjnych. Ekstrakcję przeprowadzono stosując mieszaninę chloroformu i etanolu (93:7 obj./obj.) oraz etanol i gorącą wodę (każdy z rozpuszczalników był stosowany oddzielnie).

Otrzymane wyniki badań potwierdziły, że w przypadku gatunków drewna ze strefy tropikalnej zawartość ekstraktów może być znacznie wyższa niż w drewnie z umiarkowanej strefy klimatycznej. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań **wykazano, że zawartość w drewnie substancji rozpuszczalnych w mieszaninie chloroform-etanol jest istotnie skorelowana z wielkością sorpcji polimolekularnej, jak i również z wartością wilgotności punktu nasycenia włókien (W_{pnw})**. Zaobserwowano, że im wyższa zawartość ekstraktów pozyskanych w wyniku działania mieszaniny chloroformu i etanolu, tym niższa jest wilgotność równoważna drewna. Ponadto, **zaobserwowano zależność pomiędzy zawartością substancji ekstrakcyjnych rozpuszczalnych tylko w etanolu a sorpcją monomolekularną**. Zjawisko to należy wytłumaczyć polarnym charakterem związków obecnych w ekstraktach. Ponadto, **wykazano istotne różnice w zawartości substancji ekstrakcyjnych i równowadze higroskopijnej wśród badanych gatunków drewna**. Reasumując, potwierdzono, że wilgotność punktu nasycenia włókien drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej jest niższy niż w przypadku gatunków drewna z umiarkowanej strefy klimatycznej, reprezentowanego przez drewno bukowe. Wobec powyższego, należy stwierdzić, że informacji o właściwościach sorpcyjnych drewna nie można uogólniać, ale należy je określić dla każdego gatunku.

Analiza relacji wielkości zmian wymiarowych badanego drewna oraz zawartości substancji ekstrakcyjnych potwierdziła brak istotnej zależności. Przy czym, w badanej grupie najniższe wartości skurczu zaobserwowano w drewnie tikowym, które zawierało więcej ekstraktów rozpuszczalnych w mieszaninie chloroform-etanol i stosunkowo niską zawartość substancji rozpuszczalnych w gorącej wodzie. Substancje ekstrakcyjne wykazują charakter higroskopijny, hydrofobowy lub neutralny. W zależności od ilości oraz udziału różnych grup substancji ekstrakcyjnych, wpływ ekstraktów na zachowanie się drewna może być różny i z uwagi na różnorodność obecnych w drewnie substancji, ostateczny wpływ jest trudny do ustalenia. Ponadto wykazano, że **wysoka zmienność zawartości**

substancji ekstrakcyjnych silnie wpływa na zależność między gęstością drewna a jego właściwościami higroskopijnymi, takimi jak wilgotność punktu nasycenia włókien i wielkość zmian wymiarowych. W badanej grupie zależność wielkości skurczu drewna od jego gęstości została potwierdzona, kiedy drewno wykazujące skrajnie wysoką zawartość substancji rozpuszczalnych w mieszaninie chloroform-etanol (tik) lub skrajnie wysoką zawartość substancji rozpuszczalnych w zimnej wodzie (merbau) było wyłączone z analiz.

Praca nr 4

Jankowska A., Karkowski T., 2016: *Determination of surface free energy of selected tropical wood species from Africa. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology 93: 57-63.*

W przypadku drewnianych materiałów podłogowych, istotne jest prawidłowe wykończenie powierzchni wyrobami malarsko-lakierniczymi. Wiedza w tym zakresie pozwala na minimalizację błędów dotyczących wykończenia powierzchni oraz problemów w trakcie użytkowania. W ramach niniejszej pracy dokonano analizy właściwości powierzchni drewna tropikalnego. Celem pracy było porównanie właściwości powierzchni drewna pochodzącego z Afryki przy zastosowaniu analizy pomiarów kąta zwilżania powierzchni. Badaniami objęto drewno bilingi (*Nauclea diderrichii* Merr.), iroko (*Milicia excelsa* (Welw.) C. C. Berg), paduka afrykańskiego (*Pterocarpus soyauxii* Toub.), wenge (*Millettia laurentii* De Wild.), sapeli (*Entandophragma cylindricum* (Sprague) Sprague), owangkołu (*Guibourtia ehie* (A. Chev.) J. Leon.) i zakrwinu (*Azelia* sp.). W trakcie badań odrębnie analizowano przekrój styczny i promieniowy drewna, jako przekroje najbardziej dominujące w gotowych wyrobach. Równolegle dla celów porównawczych przeprowadzono badania na drewnie krajowym – beztwardzielowym buku zwyczajnym (*Fagus sylvatica* L.), twardej sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz twardej dębu europejskiego (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.).

Powierzchnie badanych gatunków drewna były skrawane bezpośrednio przed wykonywaniem pomiarów. Przygotowywany materiał umieszczono w aparacie pomiarowym do określania kąta zwilżania Goniometr Haas Phoenix 300. W badaniach zastosowano dwie cieczki referencyjne, a mianowicie wodę destylowaną i diiodometan. Kąt zwilżania wodą jest pomiarem pozwalającym na scharakteryzowanie właściwości powierzchni. Charakterystyka właściwości powierzchni pozwala przewidywać interakcje z materiałami zwilżającymi, co jest

istotne w kontekście wykańczania powierzchni materiałów wyrobami malarsko-lakierniczymi lub w trakcie klejenia. Na podstawie wcześniej ustalonych kątów zwilżania powierzchni cieczami odniesienia, w oparciu o metodę Fowkes'a za pomocą metody Owens-Wendt'a (Owens i Wendt 1969)²⁵, zostały określone wartości swobodnej energii powierzchniowej.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że nie ma statystycznie istotnej różnicy we właściwościach powierzchni drewna pomiędzy przekrojem stycznym i promieniowym. W większości przypadków przekroje promieniowe badanych rodzajów i gatunków drewna odznaczały się wyższą wartością swobodnej energii powierzchniowej. Wyjątek stanowiło drewno iroko i wenge. W przypadku obu gatunków drewna przekrój styczny charakteryzował się wyższą wartością swobodnej energii powierzchniowej. Fakt ten należy wiązać ze strukturą drewna. Zarówno iroko, jak i wenge to drewno zawierające szerokie styczne zgrupowania komórek miękiszowych, przebiegające na przekroju poprzecznym. Pozostałe gatunki drewna nie charakteryzują się obecnością tkanki miękiszowej w takiej postaci i w tak dużych ilościach. Tym samym **wykazano, że struktura drewna ma wpływ na właściwości powierzchni.**

Praca nr 5

Jankowska A., Boruszewski P., Drożdżek M., Rębkowski B., Kaczmarczyk A., Skowrońska A., 2018: *The Role of Extractives and Wood Anatomy in the Wettability and Free Surface Energy of Hardwoods*. *BioResources* 13(2): 3082-3097.

W procesie produkcyjnym drewniane elementy podłogowe są zwykle powlekane wyrobami wykańczającymi powierzchnie, takimi jak lakiery, oleje i woski. Jednak przyczepność powłok może być problematyczna ze względu na podstawowe właściwości drewna (Ghofrani i wsp. 2016²⁶). Boehme i Hora (1996)²⁷ wyjaśnili, że adhezja drewna jest cechą determinowaną przez strukturę, wilgotność, gęstość i budowę chemiczną. Jak dotąd niewiele powstało doniesień na temat różnic we właściwościach powierzchni drewna pochodzącego ze strefy klimatu umiarkowanego i ze strefy tropikalnej. Głównym celem prezentowanych badań było zbadanie wpływu zjawiska zwilżania drewna. Niniejszy artykuł miał na celu wyjaśnienie

²⁵ Owens D.K, Wendt R.C. 1969: Estimation of the surface free energy of polymers. *Journal of Applied Polymer Science* 13(8), 1741-1747.

²⁶ Ghofrani M., Mirkhandouzi F. Z., Ashori A., 2016: Effects of extractives removal on the performance of clear varnish coatings on boards. *Journal of Composite Materials* 50(21): 3019-3024.

²⁷ Boehme C., Hora G., 1996: Water absorption and contact angle measurement of native European, North American, and tropical wood species to predict gluing properties. *Holzforschung* 50(3): 269-276.

i potwierdzenie, czy i w jakim stopniu, zawartość substancji ekstrakcyjnych i struktura drewna determinują właściwości powierzchniowe drewna. Uzyskana wiedza ma wymiar użytkowy w kontekście wykańczania powierzchni drewna wyrobami malarsko-lakierniczymi oraz procesów klejenia drewna. Zgromadzone dane ujawniają, które gatunki drewna wymagają specjalnej uwagi lub nawet modyfikacji powierzchni przed wykończeniem.

Drewno do badań wybrano tak, aby prezentowało ono względnie szeroki zakres gęstości, rodzajów i ilości zawartych substancji ekstrakcyjnych. Zakresem badań objęto 14 gatunków i rodzajów drewna ze strefy klimatu tropikalnego i subtropikalnego. Wybrana grupa obejmowała drewno o różnej strukturze. Jako odniesienie zastosowano drewno buka zwyczajnego i dębu europejskiego. Wybrane gatunki są szeroko stosowane w produkcji podłóg w Europie. Badany materiał to drewno twarde (poza beztwardzielowym drewnem buku), które jest w powszechnym obrocie handlowym w odróżnieniu od drewna bielastego, nie mającym znaczenia komercyjnego. Właściwości powierzchni były analizowane na podstawie badań przeprowadzonych na przekroju promieniowym i stycznym ze względu na to, że w gotowych wyrobach drewnianych (takich jak meble, podłogi itp.) stanowią one główne powierzchnie użytkowe. Badane powierzchnie były przygotowywane poprzez skrawanie bezpośrednio przed wykonywaniem pomiarów. Przygotowywany materiał umieszczono w aparacie pomiarowym do określania kąta zwilżania dwiema cieczami referencyjnymi, a mianowicie wodą destylowaną i diiodometanem. Określenie kąta zwilżania wodą jest pomiarem pozwalającym na scharakteryzowanie właściwości powierzchni, dostarczającym informacje na temat parametrów takich jak wartość swobodnej energii powierzchniowej oraz pracy adhezji. Charakterystyka właściwości powierzchni pozwala przewidywać interakcje z materiałami zwilżającymi takimi jak lakiery lub kleje. Kąt zwilżania (θ) jest miarą wpływu zwilżania podłoża przez roztwór. Mniejsza wartość oznacza lepszą zwilżalność materiału. Badania przeprowadzono stosując Goniometr Haas Phoenix 300, wyposażony w cyfrową kamerę podłączoną do komputera z oprogramowaniem umożliwiającym analizę obrazu. Wartości swobodnej energii powierzchniowej zostały określone za pomocą metody Owens-Wendt'a (Owens i Wendt 1969)²⁸, na podstawie wcześniej ustalonych kątów zwilżania powierzchni cieczami odniesienia, w oparciu o metodę Fowkes'a. Metoda polega na wyznaczeniu kątów zwilżania dla dwóch cieczy

²⁸ Owens D.K, Wendt R.C. 1969: Estimation of the surface free energy of polymers. Journal of Applied Polymer Science 13(8), 1741-1747.

pomiarowych (woda i diiodometan), a swobodna energia powierzchniowa (γ_s) jest sumą dwóch składowej dyspersyjnej (γ_{sd}) i polarnej (γ_{sp}) (Wolkenhauer i wsp. 2009)²⁹.

Zawartość substancji ekstrakcyjnych wyznaczono przeprowadzając ekstrakcje rozdrobnionego drewna w mieszaninie chloroformu i etanolu (93:7, obj./obj.), cykloheksanie i gorącej wodzie (każdy z rozpuszczalników był stosowany oddzielnie).

Struktura drewna została scharakteryzowana w oparciu o wyniki pomiarów mikroskopowych, obejmujących określenie udziału różnych grup komórek na poszczególnych przekrojach anatomicznych. W szczególności wyznaczono na przekroju poprzecznym: udział naczyń, udział komórek miękiszowych miękiszu osiowego, udział włókien drzewnych. Na przekroju stycznym badanego drewna określono udział powierzchni zajmowanej przez promienie drzewne. Obrazy drewna zostały utrwalone przy użyciu kamery mikroskopu świetlnego Olympus BX40. Udział powierzchni na przekroju poprzecznym zajmowanych przez naczynia, miękisz osiowy i włókna, a także promienie drzewne na przekroju stycznym, zmierzono wykorzystując oprogramowanie do przetwarzania obrazu WinCELL. W celu wskazania najważniejszych determinantów właściwości powierzchni drewna wyznaczono dwa modele regresji:

1. Zależność właściwości powierzchni drewna od substancji ekstrakcyjnych rozpuszczalnych w mieszaninie chloroformu i etanolu, cykloheksanie i gorącej wodzie.
2. Zależność właściwości powierzchni drewna od substancji ekstrakcyjnych rozpuszczalnych w mieszaninie chloroformu i etanolu, cykloheksanie, gorącej wodzie i parametrów anatomicznych.

W wyniku analizy otrzymanych danych **dowodzono rolę ekstraktów drzewnych we właściwościach powierzchni drewna, a mianowicie wielkości kąta zwilżania dla cieczy polarnych i dyspersyjnych**. Najbardziej znaczące okazały się ekstrakty cykloheksanowe. Ponadto stwierdzono, że w przypadku gatunków drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej zawartość ekstraktów może być znacznie wyższa niż w drewnie z umiarkowanej strefy klimatycznej (co znacząco wpłynęło na właściwości powierzchni drewna).

Ponadto, **wykazano również wysoką zmienność cech anatomicznych wśród badanych gatunków drewna. Największą zmienność zaobserwowano**

²⁹ Wolkenhauer A., Avramidis G., Hauswald E., Militz H., Viöl W., 2009: Sanding vs. plasma treatment of aged wood: A comparison with respect to surface energy. International Journal of Adhesion & Adhesives 29: 18-22.

w przypadku udziału komórek miękiszu osiowego. W badanej grupie drewna, udział ten zawierał się w przedziale od 3.5% do 55.6%.

Określono rolę tkanki miękiszu osiowego we właściwościach powierzchni badanych rodzajów i gatunków drewna. Wykazano, że im większa zawartość komórek miękiszu osiowego, tym większy kąt zwilżania powierzchni, co należy wiązać z lokalizowaniem nagromadzeń substancji ekstrakcyjnych w świetle komórek miękiszowych. W pracy wykazano przydatność regresji wielorakiej w zrozumieniu właściwości drewna jako wypadkowej jego złożonej struktury.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazały te gatunki drewna, które wymagają szczególnej uwagi przed procesami wykończenia powierzchni (na przykład przy użyciu wyrobów lakierniczych).

Praca nr 6

Jankowska A., Drożdżek M., Kaczmarczyk A., Skowrońska A., 2018: The influence of extractives on dimensional stability selected wood species from Africa. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology 101: 78-84.

Substancje ekstrakcyjne mają głęboki wpływ na wiele właściwości drewna, zwłaszcza tych o szczególnym znaczeniu technologicznym, w tym zmiany wymiarowe. Wiele dotychczasowych doświadczeń wykazało, że substancje te zwiększają zakres zmian wymiarowych drewna (Choong i Achmadi 1991³⁰, Mantanis i wsp. 1995³¹, Adamopoulos i Voulgaridis 2012³²). Jednak, większość badań przeprowadzono na drewnie gatunków z umiarkowanej strefy klimatycznej (Europa Środkowa, Ameryka Północna), a te wykazują niewielką zmienność. Z uwagi na różnorodność substancji ekstrakcyjnych konieczne są bardziej szczegółowe badania, ale z udziałem większej liczby gatunków (Hernandez 2007)³³. Celem niniejszej pracy było pogłębienie wiedzy z zakresu higroskopijnych właściwości drewna, a w szczególności określeniu w jakim stopniu substancje ekstrakcyjne determinują stabilność wymiarową drewna. Celem pracy było także porównanie różnic w stabilności wymiarowej przed i po ekstrakcji ekstraktów drewna rozpuszczalnych w mieszaninie chloroform-etanol.

³⁰ Choong E. T., Achmadi S. S., 1991: Effect of extractives on moisture sorption and shrinkage in tropical woods. *Wood and Fiber Science* 23(2): 185-196.

³¹ Mantanis G. I., Young R. A., Rowell R. M., 1995: Swelling of wood. Part III: Effect of temperature and extractives on rate of maximum swelling. *Holzforschung* 49(3): 239-248.

³² Adamopoulos S., Voulgaridis E., 2012: Effect of hot-water extractives on water sorption and dimensional changes of black locust wood. *Wood Research* 57(1): 69-78.

³³ Hernández R. E., 2007: Swelling properties of hardwoods as affected by their extraneous substances, wood density, and interlocked grain. *Wood and Fiber Science* 39(1): 146-158.

Zakresem badań objęto wybrane gatunki drewna tropikalnego i subtropikalnego z Afryki, a mianowicie wenge (*Millettia laurentii* De Wild.), migdałecznik idigbo (*Terminalia ivorensis* A. Chev.), okume (*Aucomea klaineana* Pierre.), obecze (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum.), bilinga (*Nauclea diderichii* Merr.), sapeli (*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague). Uzupełniająco badania zostały przeprowadzone na drewnie klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.). Zastosowano standardowe metody badawcze przy określaniu zmian wymiarowych materiału, który w postaci niezmiętej został poddany ekstrakcji w mieszaninie chloroformu i etanolu (93:7, obj./obj.). Równolegle przeprowadzono standardową ekstrakcję rozdrobnionego drewna celem pogłębienia analizy otrzymanych rezultatów.

Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że ekstrakcja w mieszaninie chloroform-etanol miała negatywny wpływ na stabilność wymiarową badanych gatunków drewna. Ekstrakcja powodowała wzrost kurczliwości drewna zarówno w kierunku promieniowym, jak i stycznym. **Wyznaczono istotną statystycznie zależność między skurczem objętościowym, a ilością substancji rozpuszczalnych w mieszaninie chloroform-etanol zawartych w drewnie.**

Analiza otrzymanych wyników w konfrontacji z danymi literaturowymi potwierdziła rolę struktury drewna w wielkości zmian wymiarowych. Istotę budowy drewna potwierdziły obserwacje struktury drewna wenge, które charakteryzuje się szerokimi, stycznie przebiegającymi pasmami miękiszu osiowego. Ich obecność powoduje usztywnienie struktury drewna w kierunku stycznym. Podobne zjawisko zaobserwowano w przypadku drewna klonu zwyczajnego, charakteryzującego się stosunkowo wysokimi i szerokimi promieniami drzewnymi, usztywniającymi drewno w kierunku promieniowym. Na tej podstawie stwierdzono, że **struktura drewna jest ważnym elementem determinującym jego zachowanie względem wody.**

Praca 7

Jankowska A., Zbieć M., Kozakiewicz P., Koczan G., Oleńska S., Beer P., 2018: *The wettability and surface free energy of sawn, sliced and sanded European oak wood. MADERAS: Ciencia y Tecnología 20(3): 443 - 454.*

Znaczenie oszczędnościowej gospodarki surowcowej oraz konieczność obniżania kosztów produkcji zmusza do modernizacji obecnie stosowanych metod pozyskiwania i obróbki drewna, celem zwiększenia wydajności i redukcji ilości powstających odpadów. Przykładem są próby zastąpienia piłowania drewna

technologią bardziej wydajną z ograniczoną ilością powstających odpadów (bez wiórów), taką jak skrawanie. W związku z tym duże znaczenie ma znajomość wpływu różnych metod obróbki na jakość powierzchni powstających wyrobów oraz właściwości ich powierzchni.

Głównym celem pracy była ocena wpływu dwóch procesów obróbki na charakterystykę powierzchni drewna dębu europejskiego (*Quercus robur* L.). Drewno dębu europejskiego zostało wybrane, ponieważ jest ono szeroko stosowane w europejskim przemyśle drzewnym do produkcji podłóg, zarówno z litego drewna, jak i drewna klejonego warstwowo. W ramach niniejszej pracy badano zależności między zwilżalnością, swobodną energią powierzchniową i metodami obróbki powierzchni drewna. Analizowano powierzchnie przygotowane poprzez piłowanie, skrawanie wzdłużne, niepoddane oraz poddane procesowi szlifowania.

Właściwości powierzchni zostały określone za pomocą metody Owens – Wendt'a (Owens i Wendt 1969)³⁴ z zaleceniami Petrič i Oven (Petrič and Oven 2015)³⁵ na analizatorze kąta zwilżenia powierzchni Goniometr Haas Phoenix 300 połączonego z dedykowanym oprogramowaniem komputerowym. Oznaczenia przeprowadzono z wykorzystaniem wody destylowanej, formamidu i diiodometanu. Wyznaczono kąty zwilżania oraz wartość swobodnej energii powierzchniowej. Równolegle wykonano pomiary chropowatości powierzchni. Pomiary te zostały wykonane przy wykorzystaniu mikroskopu pracującego w świetle odbitym Nikon SMZ 1500. Dla uzupełnienia analiz wykonano zdjęcia badanych powierzchni kamerą mikroskopu skaningowego FEI QUANTA 200.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na stwierdzenie, iż w przypadku powierzchni powstałych poprzez skrawanie i piłowanie występuje istotna różnica w zwilżalności. Na różnice wskazuje wpływ różnic w strukturze powierzchni analizowanego materiału. Zauważono, że kąt zwilżania jest niższy, gdy chropowatość jest wyższa, a zatem zwilżalność drewna jest większa. Powierzchnie uzyskane w wyniku skrawania charakteryzowały się znacznie większą chropowatością niż powierzchnie powstałe w wyniku piłowania drewna dębowego. Ponadto, zaobserwowano istotne różnice w wartościach opisujących swobodną energię powierzchniową badanego materiału. Różnice te nie zostały zniwelowane stosując szlifowanie. Potwierdzono natomiast, że **szlifowanie powierzchni zwiększa wartość swobodnej energii powierzchniowej w wyniku zmian strukturalnych drewna.**

³⁴ Owens D.K, Wendt R.C., 1969: Estimation of the surface free energy of polymers. Journal of Applied Polymer Science 13(8), 1741-1747.

³⁵ Petrič B., Oven P., 2015: Determination of wettability of wood and its significance in wood science and technology: a critical review. Reviews and adhesions and adhesives 3 (2): 121-187.

W uzasadnieniu pomocne były obrazy uzyskane podczas obserwacji badanych powierzchni za pomocą mikroskopu skaningowego. Najprawdopodobniej w przypadku powierzchni struganych na chropowatość powierzchni wpływało (poza nierównościami wynikającymi ze struktury drewna) odspojenie niektórych włókien. Zarówno w przypadku drewna piłowanego, jak i szlifowanego na powierzchni zaobserwowano wyrwania, a czasem nawet zmiążdżenie włókien drzewnych oraz innych elementów strukturalnych. Naczynia drewna wypełnione były pyłem drzewnym. **Tym samym, metoda przygotowania powierzchni (sposób obróbki) okazała się istotnym czynnikiem determinującym wykańczanie wyrobami malarsko-lakierniczymi lub procesy klejenia.**

Praca 8

Jankowska A., Rębkowski B., 2018: The role of parenchyma content in dimensional stability of wood. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology 103: 18-21.

Higroskopijność, obejmując zmiany wymiarów oraz zmiany wilgotności, jest jedną z najważniejszych właściwości drewna. Różnice we właściwościach higroskopijnych pomiędzy gatunkami drewna występują na wielu poziomach, takich jak zmiany wilgotności równowaznej, wielkość skurczu i spęcznienia, a także wilgotności punktu nasycenia włókien. Skurcz jest zjawiskiem, które często determinuje wykorzystanie drewna i jest wynikiem interakcji cech budowy drewna na poziomie makro- oraz mikroskopowym, a także na poziomie submikroskopowym. Dotychczas prowadzone badania zdefiniowały w jaki sposób stabilność wymiarowa zależy od gęstości drewna, promieni drzewnych i szczegółów ultrastruktury, takich jak kąt nachylenia mikrofibryl w pokładzie S2 ściany wtórnej. Dotychczas analizowano jedynie rolę komórek miękiszowych w postaci promieni drzewnych w aspekcie wpływu na zmiany wymiarowe drewna. Udział miękiszu osiowego nie był brany pod uwagę jako czynnik. Prawdopodobnie ze względu na fakt, że przeważnie badano drewno gatunków drzew iglastych lub drewna liściastego z umiarkowanej strefy klimatycznej, które wykazują raczej skąpe proporcje osiowego miąższu. Ale nie przeprowadzono żadnych badań uwzględniających drewno egzotyczne, charakteryzujące się bogatszą strukturą. Celem pracy było określenie roli udziału w strukturze drewna miękiszu osiowego w stabilności wymiarowej drewna.

Zakresem badań objęto wybrane gatunki drewna tropikalnego i subtropikalnego, a mianowicie paduk afrykański (*Pterocarpus soyauxii* Toub.),

kurbial (*Hymenea courbaril* L.), zakrwini (*Azelaia* sp.), ipe (*Tabebuia* sp.), damarzyk (*Shorea* sp.), merbau (*Intsia* sp.), tatażuba (*Bagassa guianensis* Aubl.) i tik (*Tectona grandis* L.), a także przedstawiciela drewna ze strefy klimatu umiarkowanego, a mianowicie drewno buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). W ramach prowadzonych prac wykonano badania wielkości zmian wymiarowych oraz szczegółową charakterystykę obejmującą oznaczenie udziału zgrupowań komórek miększu osiowego na przekroju poprzecznym oraz udziału promieni drzewnych na przekroju stycznym. Charakterystyka struktury została wykonana przy wykorzystaniu oprogramowania do przetwarzania obrazu WinCELL. W celu wskazania najważniejszych determinantów badanych właściwości drewna zastosowano regresję wieloraką.

Gatunki drewna wybrane do badań wykazały dużą zmienność stabilności wymiarowej. Najwyższą wartość całkowitego skurczu objętościowego wykazało drewno bukowe, natomiast najniższą wartość odnotowano dla drewna tikowego. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wśród badanych gatunków drewna występowały duże różnice w analizowanych cechach anatomicznych. W przypadku udziału miększu osiowego, określanego na przekroju poprzecznym zmienność była istotna. Procentowy udział miększu osiowego wahał się od 7,0% w przypadku drewna ipe do 22,5% w przypadku drewna merbau. Udział komórek miększowych w promieniach drzewnych zawierał się w przedziale od 9,8% (w przypadku ipe) do 24,8% (w przypadku drewna tikowego).

Analiza regresji dla badanych zmiennych pozwoliła na wskazanie istotnej roli miększu osiowego zarówno w dla wielkości skurczu w kierunku stycznym, jak i skurczu objętościowego. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem udziału komórek miększu osiowego rośnie stabilność wymiarowa badanych gatunków drewna. Najprawdopodobniej przyczyną roli wysokiej zawartości miększu w analizowanym drewnie twardej jest fakt, że w miększu drzewnym deponowane są substancje ekstrakcyjne (Hillis 1971³⁶). Jak wielokrotnie potwierdzono, substancje ekstrakcyjne determinują stabilność wymiarową drewna.

³⁶ Hillis W. E., 1971: Distribution, properties and formation of some wood extractives. Wood Science and Technology 5(4), 272-289.

2.2.4. Podsumowanie

W ramach wykonanych prac i badań dokonano szeroko zakrojonej i szczegółowej analizy, dotyczącej komplementarności wybranych cech budowy drewna oraz ich wpływu na właściwości drewna związane ze zjawiskiem sorpcji, zmianami wymiarowymi i zwilżalnością, ze szczególnym uwzględnieniem drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej. Do najważniejszych osiągnięć przedstawionych w cyklu publikacji zaliczyć należy:

1. Wyznaczenie wilgotności punktu nasycenia włókien oraz krzywych sorpcji dla 23 różnych rodzajów i gatunków drewna istotnych z punktu widzenia produkcji, dystrybucji i użytkowania materiałów podłogowych zarówno w Polsce, jak i całej Europie.
2. Uzupełnienie brakującej wiedzy z zakresu higroskopijnych właściwości drewna oraz weryfikacja dotychczas obowiązujących poglądów oraz wytypowanie i hierarchizacja czynników determinujących higroskopijne właściwości drewna.
3. Wykazanie roli substancji ekstrakcyjnych na sorpcyjne właściwości drewna, jego stabilność wymiarową oraz właściwości powierzchni, ze szczególnym uwzględnieniem drewna ze strefy tropikalnej i subtropikalnej.
4. Wyznaczenie oraz weryfikacja różnic właściwości powierzchni, istotnych z punktu widzenia wykańczania powierzchni drewna różnych gatunków wyrobami malarsko-lakierniczymi.
5. Wykazanie wpływu aspektów anatomicznych drewna na jego stabilność wymiarową oraz właściwości powierzchni.

Reasumując należy podkreślić, że **została zweryfikowana i istotnie rozszerzona dotychczasowa wiedza z zakresu sorpcyjnych właściwości drewna**. Zasób wiadomości został uzupełniony, a także **zweryfikowano dotychczas opracowane i obowiązujące prawa w zakresie właściwości sorpcyjnych drewna**. Ponadto, **została uzupełniona charakterystyka drewna (pochodzącego głównie ze strefy tropikalnej i subtropikalnej) o informacje związane z budową anatomiczną** oraz składem chemicznym, a mianowicie ustalono udział poszczególnych grup komórek (naczyni, włókien, miękiszu osiowego, miękiszu promieni drzewnych) w całej objętości tkanki drzewnej oraz określono zawartość różnych substancji ekstrakcyjnych. Opracowane dane mogą zostać wykorzystane do dalszych rozważań na temat wpływu wyznaczonych parametrów na różne właściwości drewna.

Efektem przeprowadzonych badań jest koncepcja aktualizacji norm branżowych z zakresu materiałów podłogowych o zalecane użytkowe wilgotności drewna z uwzględnieniem różnic gatunkowych. Uzyskane wyniki badań mogą zostać wykorzystane do uzupełnienia lub nawet opracowania wytycznych dla producentów materiałów podłogowych i wykonawców podłóg drewnianych.

Przedstawiony cykl 8 publikacji wnosi do drzewnictwa nowe informacje na temat właściwości higroskopijnych drewna, jego stabilności wymiarowej oraz zwilżalności jego powierzchni. Stanowi on osiągnięcie, wynikające 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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.).

2.2.5. Perspektywy badawcze

Szeroki i aplikacyjny charakter efektów przeprowadzonych badań skłania do kontynuowania działań oraz uzupełnienia zdobytych informacji. W najbliższym czasie zdobyte informacje zostaną uzupełnione o charakterystykę sorpcyjną innych rodzajów drewna, dotychczas nieuwzględnionych w badaniach, o znaczeniu komercyjnym w Polsce i w Europie, zwłaszcza w kontekście wykorzystania w postaci materiałów podłogowych i innych wyrobów dedykowanych użytkowaniu w środowisku wewnątrz, w pomieszczeniach zamkniętych.

Zainspirowana bogactwem ilościowym substancji ekstrakcyjnych obecnych w drewnie, kontynuuję badania w zakresie identyfikacji tychże substancji z wykorzystaniem instrumentalnych technik takich jak chromatografia gazowa czy spektroskopia. Kontynuowane prace polegają na określeniu roli wyróżnionych związków na właściwości fizyczne drewna, jak również na jego naturalną trwałość. Zdecydowana większość prac została wykonana w laboratoriach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Część prac została wykonana we współpracy z pracownikami Departamentu Chemicznego Uniwersytetu Kraju Basków w Hiszpanii w ramach programu Erasmus Plus. Badania są kontynuowane w obu ośrodkach.

3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

3.1. Informacje ogólne

Od czasu rozpoczęcia studiów moje zainteresowania naukowo-badawcze ściśle wiązały się z szeroko pojętą nauką o drewnie. Pracę naukowo-badawczą rozpoczęłam już podczas studiów inżynierskich. Zainteresowania badawcze w tamtym okresie (lata 2003-2007) dotyczyły trwałości drewna, a w szczególności możliwości wzmocnienia drewna zdegradowanego czynnikami biologicznymi z wykorzystaniem syntetycznych żywic. Wyniki badań w tym zakresie zostały opublikowane w czasopiśmie *Drewno*, uwzględnionym w bazie Web of Science:

Jankowska A., Krajewski K. J., Tarasiuk S., 2010: The effect of polymethyl methacrylate impregnation on mechanical properties of pine wood degraded by fungi. *Drewno. Prace Naukowe Doniesienia Komunikaty* 53 183: 35-49.

Zainteresowanie trwałością drewna ewoluowało do rozwinięcia tematyki badawczej w kierunku oznaczenia wpływu działania czynników środowiska zewnętrznego na zmiany właściwości drewna. Badania te były również przedmiotem mojej pracy magisterskiej oraz rozprawy doktorskiej (obronione z wyróżnieniem). Oprócz tematyki związanej z osiągnięciem wskazanym we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego (współoddziaływanie wybranych aspektów budowy drewna na jego higroskopijne i powierzchniowe właściwości), mój dorobek i osiągnięcia naukowo-badawcze dotyczą zagadnień, które można podzielić na cztery grupy tematyczne:

- Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna egzotycznego
- Starzenie drewna
- Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna plantacyjnego
- Struktura i właściwości drewna archeologicznego i zabytkowego.

Kierunkiem badań o znacznie mniejszym znaczeniu jest analiza wpływu biostymulantów pozyskiwanych z roślin na efektywność ukorzenienia historycznych róż. Mój udział w prowadzonych przez Ogród Botaniczny Państwowej Akademii Nauk w Powsinie badaniach polegał w szczególności na określeniu wpływu zastosowanych biostymulantów na tkanki pędów róż sześciu odmian. Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane m. in. w czasopiśmie uwzględnionym przez Journal Citation Report:

Monder M. J., Kozakiewicz P., **Jankowska A.**, 2017: Effect of Anatomical Structure of Shoots in Different Flowering Phase on Rhizogenesis of Once-blooming Roses. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 45(2): 408-416. DOI: 10.15835/nbha45210854

oraz były prezentowane na konferencji międzynarodowej i sympozjum krajowym:

Monder M. J., Pacholczak A., Kozakiewicz P., Niedzielski M., **Jankowska A.**, Woliński K., 2013: Propagation of *Rosa Beggeriana* 'Polstjarnan' with leaf-bud cuttings using biostimulants. *Proceedings of Sixth International Symposium on rose*. Hannover, August 25-30, 2013: 75.

Monder M. J., Pacholczak A., Kozakiewicz P., Niedzielski M., **Jankowska A.**, Woliński K., 2013: Wpływ fazy dojrzałości pędów i preparatów pochodzenia roślinnego na ukorzenianie sadzonek *Rosa helena* 'Semiplena'. *Materiały z konferencji naukowej Biologia i ekologia roślin drzewiastych*. Kórnik-Poznań, 21-23 października 2013:197-198.

Ponadto, zajmuję się badaniami właściwości drewna modyfikowanego termicznie. Jestem współautorką artykułów naukowych na ten temat, a uzyskane wyniki zostały zaprezentowane na konferencjach międzynarodowych:

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2014: Influence of thermal modification of Scots pine wood (*Pinus sylvestris* L.) on color changes. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* Vol 85: 101-105.

Kozakiewicz P., **Jankowska A.**, Cichy A., 2014: Influence of thermal modification on selected properties of Scott pine wood (*Pinus sylvestris* L.). IX Międzynarodna Vedecka Konferencia Trieskové a bezrieskové obrábanie dreva, Technická Univerzita vo Zvolene, Zvolen 11-13.09.2014: 241-246.

Jankowska A., Stępniewski S., 2010: Research on colour change of thermal modified birch wood caused by UV and accelerated ageing. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 71: 280-283.

3.2. Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna egzotycznego

Osiągnięcia związane z zagadnieniem struktury i właściwości drewna egzotycznego dotyczą w szczególności wnikliwej charakterystyki wielu nowych na europejskim rynku rodzajów i gatunków drewna. Celem dociekań w tym zakresie jest poznanie pełnej charakterystyki drewna. Prowadzone badania zmierzają do określenia przydatności drewna w różnych zastosowaniach w zależności od przewidywanych warunków użytkowania. Wiedza w tym zakresie jest nadal niepełna i często ogranicza się jedynie do prezentacji nazw i wyglądu drewna. W ramach dotychczas prowadzonych badań charakteryzowano pod względem budowy, właściwości fizycznych, właściwości mechanicznych, odporności wobec działania czynników biotycznych blisko 30 gatunków i rodzajów drewna, pochodzącego z Afryki, Azji Południowo-Wschodniej i Ameryki Południowej. Część prowadzonych

prac stanowią badania związane z drewnem iglastym z dalekiego wschodu, a mianowicie z limbą syberyjską oraz modrzewiem syberyjskim i modrzewiem dahurskim.

W ramach badania właściwości drewna egzotycznego, przeprowadzono liczne eksperymenty związane z zachowaniem się drewna tropikalnych i subtropikalnych gatunków w środowisku zewnętrznym. Elementem przesądającym o możliwości zastosowania drewna różnych gatunków w trudnych warunkach pracy na zewnątrz jest jego naturalna trwałość. Naturalna trwałość drewna zależy od warunków jego pracy, a także od rodzaju samego drewna. Zmienność warunków atmosferycznych i ich długotrwałe działanie powoduje, że drewno podlega procesowi starzenia. W porównaniu do opisu procesu starzenia drewna gatunków europejskich, doniesienia z zakresu badań prowadzonych na drewnie tropikalnym są wyjątkowo skromne. Brakuje porównania zmian jakie następują w wyniku ekspozycji w środowisku zewnętrznym.

Celem podjętych badań była analiza (określenie i porównanie) oddziaływania sztucznego starzenia, symulującego naturalne warunki zewnętrzne (w klimacie umiarkowanym typowym dla obszaru Polski), na wybrane właściwości drewna egzotycznego (przy założeniu braku oddziaływań czynników biotycznych). Badaniami objęto szereg gatunków i rodzajów drewna egzotycznego dostępnego w handlu w Polsce. Równolegle przeprowadzono badania kontrolne na drewnie krajowym.

W wyniku badań stwierdzono, że różne rodzaje drewna w różnym stopniu zmieniają właściwości pod wpływem sztucznego starzenia. Zmiana wyglądu drewna na skutek działania czynników starzeniowych następuje w sposób indywidualny dla każdego gatunku drewna - w odmiennym stopniu zmieniała się barwa drewna, co zostało szerzej ocenione z zastosowaniem analizy spektroskopowej w podczerwieni (FTIR). W prowadzonych badaniach wykazano rolę gęstości drewna jako czynnika determinującego zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych, następujących w trakcie procesu starzenia. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono również, że wraz ze wzrostem gęstości drewna, większa jest jego odporność wobec czynników starzeniowych. Ponadto, odnaleziono również istotną relację między starzeniem realizowanym w warunkach laboratoryjnych, a starzeniem w środowisku zewnętrznym w klimacie umiarkowanym, typowym dla obszaru Polski.

Wyniki prowadzonych prac są przedmiotem licznych publikacji naukowych:

- Jankowska A.**, 2018: The study of selected physical and mechanical properties of okan wood *Cylicodiscus gabunensis* (Taub.) Harms. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 101: 189-193.
- Jankowska A.**, Andres B., Mastyna B., 2017: Characteristic technical properties of Siberian yellow pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) wood. *Sylvan* 161(9):756-762.
- Jankowska A.**, Gan A., Mazurek A., 2017: Determination selected physical and mechanical properties of mukulungu wood *Autranella congolensis* (de Wild.) A Chev.. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 100 :5-10.
- Jankowska A.**, Reder M., Gołofit T., 2017: Comparative study of wood color stability using accelerated weathering process and infrared spectroscopy. *Wood Research* 62(4): 549-556.
- Dobrowolska E., **Jankowska A.**, Laskowska A., 2017: Wytrzymałość i wybrane właściwości fizyczne drewna poddanego różnym metodom sztucznego starzenia. w: *Ochrona budynków przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem*. Tom XIV. Praca zbiorowa pod redakcją W. Skowrońskiego. Wrocław.
- Jankowska A.**, Kozakiewicz P., 2016: Evaluation of wood resistance to artificial weathering factors using compressive properties. *Drvna Industrija* 67(1): 3-8.
- Jankowska A.**, Kozakiewicz P. 2014: Comparison of outdoor and artificial weathering using compressive properties. *Wood Research* 59: 245-252.
- Jankowska A.**, 2015: The study of influence artificial weathering on colour changes of selected wood species from Africa. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 92: 131-136.
- Jankowska A.**, Żurawski P., Mazurek A., 2015: The influence of artificial weathering on abrasion resistance of selected wood species from South America. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 89: 60-65.
- Andres B., **Jankowska A.**, Kloch M., Mazurek A., Oleksiewicz A., Pałucki M. Wójcik A., 2015: A study of natural durability of wood in selected tropical wood species from South America and Africa affected by the fungus *Serpula lacrymans* (Wulf., Fr.) Schroet. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* 92: 11-17.
- Jankowska A.**, Kozakiewicz P., 2014: Comparison of thermal properties of selected wood species intended to woodwork windows production. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 88: 92-96.
- Jankowska A.**, Wójcik A., Jeńczyk-Tolłoczko I., 2013: Determination of thermal properties of wood *Pinus sibirica* Du Tour. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 82: 344-347.
- Jankowska A.**, 2013: The study of changes in color of wood angelim pedra (*Hymenolobium* sp.) and piquia (*Caryocar* sp.) during artificial weathering. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 82: 339-343.
- Jankowska A.**, Kozakiewicz P., Szczęśna M., 2012: *Drewno egzotyczne – Rozpoznawanie Właściwości Zastosowanie*. Wydawnictwo SGGW.
- Jankowska A.**, Szczęśna M., 2011: The study of colour changes of chosen species of wood from southeast Asia caused by transparent coatings and exposure to sunlight. *Drewno. Prace Naukowe Doniesienia Komunikaty* 54 (185): 51-59.
- Jankowska A.**, Kozakiewicz P., Szczęśna M., 2010: Discoloration of bilinga (*Nauclea diderrichii* (De Wild. & Th. Dur.) Merr.) and iroko (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg.) wood, caused by coatings and light aging. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* No 71: 270-273.
- Boratyński E., **Jankowska A.**, Szczęśna M., 2010: Influence of the accelerated ageing northern red oak wood (*Quercus rubra* L.) on comprehensive strength along the fibres. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 71: 47-50.
- Jankowska A.**, 2010: Comparative analysis of wood ageing methods. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 71: 275-278.

3.3. Charakterystyka struktury oraz właściwości drewna plantacyjnego

W zakresie tematyki związanej ze strukturą i właściwościami drewna plantacyjnego, zajmowałam się drewnem modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) oraz drewnem topoli odmiany „Hybrida 275” pochodzących z upraw plantacyjnych. W ramach badań prowadzonych w projekcie „Innowacyjne materiały kompozytowe z biomasy lignocelulozowej odnawialnej w krótkim cyklu, zwiększające konkurencyjność przemysłu drzewnego” finansowanym w ramach programu LIDER Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (2012-2017) należałam do zespołu badawczego, zajmującego się realizacją zagadnień, dotyczących zmienności cech strukturalnych drewna drzew, zalecanych również do zakładania upraw plantacyjnych. Analizowane drewno plantacyjne pochodziło z sześciu wytypowanych Leśnictw. W ramach prac przeprowadzono:

- analizę budowy słoików rocznych z uwzględnieniem ich szerokości, określeniem udziału drewna wczesnego i późnego (tylko w przypadku drewna modrzewia),
- analizę fizyko-mechanicznych właściwości drewna, a przede wszystkim wilgotności równoważnej, gęstości oraz wytrzymałości na zginanie statyczne oraz wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien,
- analizę budowy mikroskopowej drewna z uwzględnieniem wymiarów elementów strukturalnych,
- porównanie otrzymanych wyników badań z wartościami charakterystycznymi dla surowca o tej samej przynależności botanicznej oraz surowca powszechnie wykorzystywanego w przemyśle tworzyw drzewnych.

Przeprowadzone badania wykazały, że pochodzące z upraw plantacyjnych drewno charakteryzuje się szerszymi przyrostami, mniejszym udziałem drewna późnego, niższą gęstością niż drewno pochodzące z drzewostanu gospodarczego, wytworzone w porównywalnym okresie wzrostu drzew. W przypadku drewna modrzewia, rozgraniczenie strefy drewna młodocianego i dojrzałego na przekroju poprzecznym dokonano na podstawie udziału drewna wczesnego i późnego w słoikach rocznych w oparciu o dotychczasową wiedzę. Stwierdzono, że drewno młodociane w analizowanych krawędziach modrzewiowych obejmuje od 12 do 15 przyrostów. Na taką szerokość strefy drewna młodocianego w modrzewiach wskazują także wyniki przedstawione w literaturze. Zatem pod względem udziału drewna juvenilnego, pozyskane drewno z polskich upraw plantacyjnych nie odbiega od materiału pochodzącego z innych siedlisk. Określono wymiary głównych elementów strukturalnych i przeanalizowano budowę promieni drzewnych. Pozyskany materiał,

niezależnie od miejsca pobrania (lokalizacji plantacji), wykazuje obecność elementów strukturalnych o zbliżonej, wręcz bliźniaczej charakterystyce.

Analiza szerokości przyrostów rocznych topoli plantacyjnej wykazała, że im starszy przyrost tym mniejsza jego szerokość. Największy dynamizm spadku szerokości przyrostu rocznego zaobserwowano w ciągu pierwszych 10-12 lat życia drzew. Wraz z wiekiem zmiana szerokości kolejnych przyrostów rocznych następowała w mniejszym zakresie. Niezależnie od pochodzenia badanego drewna topoli (uprawy plantacyjnej), stwierdzono, że wraz z oddalaniem się od rdzenia do obwodu rośnie średnica naczyń, maleje natomiast ich zagęszczenie. Dynamika zmian tej cechy, podobnie jak zmian szerokości przyrostów rocznych stanowiły wskaźnik identyfikacyjny strefy drewna młodocianego. Zmienność wymiarów na szerokości pnia wykazały także włókna drzewne. Drewno topolowe pochodzące z plantacji, charakteryzowało się włóknami, których ściany komórkowe wraz z oddalaniem się od rdzenia mają większą grubość, co przekłada się na zmienność gęstości materiału na szerokości przekroju poprzecznego. Wykazano, że drewno topoli pozyskane z drzew plantacyjnych, pod względem struktury, nie odbiega od drewna topoli pozyskanego z innych upraw.

Celem przyświecającym prowadzonym badaniom była weryfikacja przydatności plantacyjnego drewna badanych gatunków w produkcji tworzyw drzewnych. Wykonano szczegółowe opracowanie dotyczące zasobów oraz możliwości zagospodarowania w przemyśle płytowym drewna szybko rosnących topoli i modrzewia. Określono wielkość „nowej” bazy surowcowej z uwzględnieniem okresu jej odnawialności. Ocenę wykonano na podstawie szczegółowej analizy przeprowadzonej w aspekcie dostępności obszarów pod uprawy, przy uwzględnieniu średniego, rocznego przyrostu miąższości drzew z 1 ha. Wyniki tego badania pozwoliły na oszacowanie realnej ilości drewna z plantacji możliwej do wykorzystania przez przemysł płytowy w Polsce.

Wyniki prowadzonych prac były przedmiotem publikacji naukowych, rozdziału w monografii oraz były prezentowane na międzynarodowych konferencjach naukowych i częściowo zostały wdrożone do przemysłu:

Boruszewski P., **Jankowska A.**, Kurowska A., 2017: Comparison of the structure of juvenile and mature wood of *Larix decidua* Mill. from fast-growing plantations in Poland, *BioResources* 12(1), 1813-1825.

Boruszewski P., Kurowska A., **Jankowska A.**: Influence of poplar "Hybrid 275" fibres addition on mat pressing in mdf technology. XXIII TECNICELPA - International Forest, Pulp and Paper Conference 12-14 October, 2016 - Porto, Portugal: 1-6.

Boruszewski P., **Jankowska A.**: Charakterystyka budowy anatomicznej surowca drzewnego pochodzącego z plantacji drzew szybko rosnących. Materiały ze szkolenia: Wybrane aspekty

produkcji tworzyw drzewnych Stowarzyszenia Producentów Płyt Drewnopochodnych w Polsce, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie, Fojutowo, 15-16 października 2015:10.

Boruszewski P., Kurowska A., **Jankowska A.**, Wysokińska A., Borysiuk P.: Determination of the potential area of land for plantations of fast-growing trees in Poland. Proceedings from 1st International Scientific Conference WOOD – SCIENCE – ECONOMY 5-6 October 2015, Poznań, Poland: 32.

Boruszewski P., **Jankowska A.**, Kurowska A., Auriga R., Mamiński M., Borysiuk P.: Analysis of the chemical composition of wood from fast-growing trees plantations in terms of application in wood-based panels technology. Proceedings from 1st International Scientific Conference WOOD – SCIENCE – ECONOMY 5-6 October 2015, Poznań, Poland: 41.

Boruszewski P., **Jankowska A.**, Kurowska A., Auriga R.: The comparison of anatomical structure and properties of juvenile and mature wood of cultivated *Larix decidua* Mill. from fast-growing plantations. Proceedings from 1st International Scientific Conference WOOD – SCIENCE – ECONOMY 5-6 October 2015, Poznań, Poland:52.

Boruszewski P., **Jankowska A.**, Auriga R., Mamiński M., Kurowska A., Toczyłowska-Mamińska R.: Chemical composition of *Populus Hybrid* 275 and *Larix decidua* Mill. wood from fast-growing trees plantations as a new type of raw material for wood-based panels industry. The International Chemical Congress Of Pacific Basin Societies 2015, Honolulu, Hawaii, USA December 15 - 20, 2015.

Boruszewski P., **Jankowska A.**, Kurowska A.: Differences in anatomical structure between juvenile wood and mature wood of cultivated *Larix decidua* Mill. from fast growing tree plantations. The International Chemical Congress Of Pacific Basin Societies 2015, Honolulu, Hawaii, USA December 15 - 20, 2015.

3.4. Struktura i właściwości drewna archeologicznego i zabytkowego

Moje osiągnięcia w zakresie tematyki dotyczącej drewna archeologicznego i zabytkowego związane są ściśle z identyfikacją materiału pochodzącego z cennych znalezisk historycznych, takich jak Novae czy Risan w Bułgarii, a także charakterystyką właściwości drewnianych elementów podłogowych pochodzących z polskich dworów historycznych.

Zajmując się problematyką związaną z drewnem archeologicznym, uczestniczyłam w analizach dotyczących struktury węgla drzewnych z zastosowaniem technik mikroskopowych. Dokonaniem w tym zakresie była identyfikacja materiału. W odróżnieniu do drewna zachowanego w formie zbliżonej do postaci pierwotnej, identyfikacja drewna zwęglonego wiąże się z trudnościami natury technicznej. Drewno zwęglone zachowuje swoją pierwotną strukturę, ale ze względu na znaczną kruchość, skrawanie preparatów mikroskopowych jest poważnie utrudnione. Z tego powodu w takim materiale można uwzględnić tylko cechy jego struktury zewnętrznej, które są widoczne w świetle odbitym na przełupach, lecz często nie są one wystarczające do dokonania całkowicie pewnej identyfikacji gatunku botanicznego. Identyfikacja ta zazwyczaj ograniczała się do wskazania rodzaju drewna.

Obserwowane w świetle przechodzącym preparaty mikroskopowe często ujawniają szczegóły wewnętrznej budowy materiału. Widoczność cech mikroskopowych umożliwiła dokonanie całkowicie pewnej identyfikacji wielu znalezisk, takich jak węgle drzewne z Risan (Czarnogóra), Szkodry (Albania), Novae (Bułgaria), próbek drewna z broni pochodzącej z jeziora w Lubanowie (Polska).

Część badań z zakresu analizy struktury i właściwości drewna zabytkowego dotyczyła badania stanu zachowania i właściwości drewna pochodzącego z posadzek zabytkowych dworów polskich, w ramach których prowadziłam prace związane z określeniem stopnia zagrzybienia poprzez określenie zawartości ergosterolu z wykorzystaniem analiz instrumentalnych (spektroskopia UV-Vis).

Wyniki przeprowadzonych w tym zakresie analiz opublikowano w postaci rozdziału w monografii oraz w czasopismach naukowych:

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2016: Identyfikacja węgla drzewnych pochodzących z wykopalisk w Novae (Bułgaria), Szkodrze (Albania) i Risan (Czarnogóra). *Novensia* 26: 83-98.

Kozakiewicz P., **Jankowska A.**, 2016: Identyfikacja i analiza próbek drewna z broni pochodzącej z jeziora w Lubanowie = Identification and Analysis of Wood Samples from Arms from the Lake in Lubanowo s: 226 - 235. W Pracy zbiorowej pod red. T. Nowakiewicza, Starożytne miejsce ofiarne w jeziorze w Lubanowie (d. Herrn-See) na Pomorzu Zachodnim = Ancient Sacrificial Place in the Lake in Lubanowo (former Herrn-See) in West Pomerania. Instytut Archeologii UW, Fundacja Przyjaciół Instytutu Archeologii UW, Wydanie I, Warszawa 2016. ISBN 978-83-61376-03-3.

Andres B., Rozanska A., **Jankowska A.**, Sandak J., 2013: Influence of Fungi on the State of Preservation and on the Usage Prospects of Antique Wooden Floor from Manor Houses in South-Eastern Poland. Conference: 2nd International Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures (SHATIS '13), Trento, ITALY, September 04-06, 2013. STRUCTURAL HEALTH ASSESSMENT OF TIMBER STRUCTURES in Advanced Materials Research 778: 810-817. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.778.810

Burawska I., Rozanska A., **Jankowska A.**, Beer P., 2012: Technical state analysis and reinforcement project of antique wooden flooring with joist structure. Conference: 8th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, SAHC 2012, Wrocław, Poland, October 15-17, 2012. STRUCTURAL ANALYSIS OF HISTORICAL CONSTRUCTIONS 1-3: 1992-1997.

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2013: Analiza dendrologiczna próbek drewna pochodzących z antycznych stanowisk w Szkodrze (Albania) oraz Risan (Czarnogóra). *Ośrodek Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej Uniwersytet Warszawski*. *Novensia* 24: 91 – 100.

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2013: Analiza liścia pochodzącego z wykopalisk w Rhizon oraz pestki z wykopalisk w Nova. *Ośrodek Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej Uniwersytet Warszawski*. *Novensia* 24: 101 – 106.

Jankowska A., Kozakiewicz P., 2011: Identification research on charcoals and the imprint on concrete element from an Novae archeological excavation site in north Bulgaria. *Annals of Warsaw University of Live Science – SGGW, Forestry and Wood Technology* 74:120-124.

Kozakiewicz P., **Jankowska A.**, 2011: Identyfikacja węgla drzewnych i odcisku drewna w opus caementitium z Novae (*Moesia Inferior*). *Ośrodek Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej Uniwersytet Warszawski*. *Novensia* 22: 119-126.

4. Omówienie działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Od momentu podjęcia pracy na Wydziale Technologii Drewna w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie prowadzę ćwiczenia laboratoryjne z uczestnikami studiów kierunku technologia drewna oraz meblarstwo. Prowadzę ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotów takich jak Struktura drewna, Nauka o drewnie egzotycznym, Inżynieria materiałów tartych i skrawanych, Fizyka drewna, Mechanika drewna, Anatomia i patologia drewna, realizowanych w trakcie studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych oraz studiów podyplomowych. Ponadto, za zgodą Rady Wydziału Technologii Drewna, od 2013 roku częściowo prowadzę wykłady z przedmiotu Nauka o drewnie egzotycznym. Jestem także współautorką materiałów szkoleniowych do prowadzonych kursów z zakresu nauki o drewnie egzotycznym na zamówienie podmiotów gospodarczych. Jak dotąd, pod moją opieką powstawało 12 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich). Występuję ponadto jako promotor pomocniczy w dwóch otwartych przewodach doktorskich.

Aktywnie wspomagam działalność naukową studentów, co zostało uhonorowane Wyróżnieniem Samorządu Studentów Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie – Mistrz Motywacji SGGW 2015. Ponadto, jestem laureatką nagród i wyróżnień za działalność naukową i organizacyjną nadawanych przez JM Rektora SGGW w Warszawie, Dziekana Wydziału Technologii Drewna i Radę Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie, a w 2017 roku zostałam odznaczona Srebrną Odznaką Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa.

O zaangażowaniu we współpracę ze światem biznesu świadczy sprawowana przez mnie funkcja Brokera Wydziału Technologii Drewna w ramach projektów Inkubator Innowacyjności SGGW (2014-2015) i Inkubator Innowacyjności SGGW Plus (2017-2018). Przedmiotem przedsięwzięcia było wsparcie podmiotów działających na rzecz nauki, w inicjowaniu współpracy środowiska naukowego z otoczeniem gospodarczym oraz w realizowaniu zadań, które doprowadzą do zastosowania wyników tych badań i prac na gruncie konkretnych rozwiązań rynkowych. O współpracy z podmiotami gospodarczymi świadczą także wdrożenia, a także udział w projektach o charakterze wdrożeniowym oraz szereg ekspertyz i opinii branżowych.

Ponadto, jestem członkiem (od 2009 r.) i rzeczoznawcą (od 2010 r.) Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa, a także sekretarzem Koła nr 13 SITLiD (od 2012 r.), działającego przy Wydziale Technologii

drewna w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Byłam beneficjentką stażu zawodowego, zwiększającego potencjał komercjalizacyjny naukowców, realizowany w ramach POKL, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

W latach 2013-2015 byłam zaangażowana w działalność promocyjną Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie, jako członek zespołu ds. promocji wydziału, natomiast w latach 2014-2015 działałam w Zespole Organizacyjnym ds. Akredytacji na kierunku technologia drewna, jako członek zespołu. Poza tym, trzykrotnie pełniłam obowiązki sekretarza, jako członek Komitetu Organizacyjnego Konferencji "DREWNO - MATERIAŁ XXI WIEKU" Rogów (2013, 2014, 2015) oraz byłam Członkiem Komisji Konkursowej I i II edycji Ogólnopolskiego Młodzieżowego Konkursu Wiedzy o Drewnie w SGGW w Warszawie. W latach 2012-2016 pełniłam funkcję członka Wydziałowej Komisji Wyborczej. Ponadto, od 2010 r. współsprawuję opiekę nad Ksyloteką im. prof. Witolda Dzbeńskiego przy Wydziale Technologii Drewna w SGGW w Warszawie.

5. Wskaźniki wartościujące dorobek i osiągnięcia naukowe

Jestem autorką lub współautorką 100 prac. Mój dorobek publikacyjny składa się z:

- **17** prac notowanych w bazie Web of Science (w tym **16** po uzyskaniu tytułu doktora),
- **37** artykułów w materiałach konferencyjnych i czasopismach bez współczynnika wpływu (w tym **28** po uzyskaniu tytułu doktora),
- **3** rozdziałów w monografiach,
- **34** artykułów popularno-naukowych oraz opracowań przygotowanych na potrzebę szkoleń branżowych.

Sumaryczna liczba punktów MNiSW za te prace, zgodnie z rokiem wydania, wynosi **562** (w tym **493** po uzyskaniu stopnia doktora). Sumaryczny Impact Factor za prace w czasopismach notowanych w bazie Web of Science, według listy Journal Citation Reports zgodnie z rokiem wydania, wynosi **10,485** (w tym **10,386** po uzyskaniu stopnia doktora). Liczba punktów MNiSW za prace ze współczynnikiem wpływu (Impact Factor) wynosi 345.

Całkowita liczba cytowań prac według bazy Web of Science jest równa 20, a indeks Hirscha wynosi 3 (stan na dzień 27.11.2018 r.). Liczba cytowań według bazy Google Scholar wynosi 50, a indeks Hirsha 4.

Prace mojego autorstwa i współautorstwa były prezentowane 20-krotnie na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Jestem współautorką 12 posterów.

W trakcie dotychczasowej pracy naukowej, brałam udział w 9 projektach naukowych w ramach wewnętrznych trybów konkursowych w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie na finansowanie badań dla młodych naukowców (czterokrotnie występowałam w charakterze kierownika) oraz w ramach programów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju LIDER, WoodINN, a także BIOSTRATEG 2. Brałam także udział w przedsięwzięciach Research and Development finansowanych ze środków UE (Programy Ramowe UE). Ponadto, jestem współautorką skomercjalizowanego dobra intelektualnego w postaci *Know – how na technologię produkcji innowacyjnych płyt włóknistych suchoformowanych średniej gęstości MDF do zastosowań w meblarstwie, z udziałem nowego typu surowca odnawialnego w krótkim cyklu – plantacyjnej topoli szybko rosnącej* oraz współautorką szeregu prac o charakterze wdrożeniowym, powstałych we współpracy z podmiotami gospodarczymi.

Jestem autorką lub współautorką **58 opinii i ekspertyz branżowych** zleconych m.in. przez takie podmioty jak Sąd Okręgowy w Warszawie, Sąd Okręgowy w Lublinie, Sąd Okręgowy w Szczecinie, Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Zakład Usług Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej Rady Stołecznej, Stowarzyszenie Inżynierów Techników Leśnictwa i Drzewnictwa, Ośrodek Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej Uniwersytetu Warszawskiego, przedsiębiorstwa krajowe, Urząd Miasta Stołecznego Warszawa.

Aktywnie wykonuję recenzje artykułów naukowych dla czasopism takich jak: Wood Material Science and Engineering Wood Material Science and Engineering, Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria ACTA Scientiarum Polonorum, Journal of Tropical Forest Science i BioResources.

Działam również jako Ekspert do spraw oceny merytorycznej projektów Ośrodka Przetwarzania Informacji – Państwowy Instytut Badawczy, pełniący rolę Instytucji Wdrażającej dla Działania 4.2 PO IR oraz jako ekspert Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (recenzentka wysokobudżetowych projektów wdrożeniowych finansowanych ze środków strukturalnych UE). Jestem także uczestniczką programów międzynarodowych, takich jak Erasmus Plus czy COST.

