

dr inż. Adam MAZURKIEWICZ

ZAŁĄCZNIK NR 3A DO WNIOSKU

Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych
określonych w art. 16,
ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule
naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65,
poz. 595 ze zm.)

Spis treści

1. Kwestionariusz osobowy	3
1.1. Imię i nazwisko	3
1.2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
1.3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
2. Wskazanie osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)	4
2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
2.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego	4
2.3. Omówienie celu naukowego wskazanych prac i osiągniętych wyników wraz ze wskazaniem ich potencjalnego zastosowania	6
2.4. Potencjalne wykorzystanie uzyskanych wyników	15
2.5. Podstawowe osiągnięcia naukowe w jednotematycznym cyklu publikacji – podsumowanie	16
3. Omówienie najważniejszych osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych (szczegółowy wykaz wraz z opisem znajduje się w załączniku 4A)	17
3.1. Wykaz najważniejszych prac naukowych niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. 2	17
3.2. Charakterystyka dorobku publikacyjnego po uzyskaniu stopnia doktora	18
3.3. Charakterystyka pozostałego dorobku naukowego	19
3.4. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz informacja o współpracy międzynarodowej habilitanta	21
3.5. Otrzymane odznaczenia, nagrody i wyróżnienia	26

1. Kwestionariusz osobowy

1.1. Imię i nazwisko

Adam Jan Mazurkiewicz

1.2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Doktor nauk technicznych	2007r. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Mechaniczny. Dyscyplina: Budowa i Eksploatacja Maszyn. Tytuł rozprawy doktorskiej: Badanie wpływu wybranej struktury na jej wytrzymałość jako element diagnozowania nośności kości. Promotor: dr hab. inż. Tomasz Topoliński – profesor UTP.
Magister inżynier	1999r. Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Wydział Mechaniczny. Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn. Tytuł pracy dyplomowej: Projektowanie węzłów spawanych ze względu na zmęczenie na przykładzie konstrukcji okrętowych. Promotor: prof. dr hab. inż. Józef Szala.

1.3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

10.2007r. - obecnie	Stanowisko: Adiunkt Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy (poprzednia nazwa: Akademia Techniczno-Rolnicza) Wydział Inżynierii Mechanicznej (poprzednia nazwa: Wydział Mechaniczny) Instytut Mechaniki i Konstrukcji Maszyn Zakład Inżynierii Biomedycznej Al. prof. S. Kaliskiego 7 85-796 Bydgoszcz
10.1999 – 09.2007r.	Stanowisko: Asystent Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy Wydział Mechaniczny
10.1998 – 09.1999r.	Stanowisko: Asystent – stażysta Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy Wydział Mechaniczny

2. Wskazanie osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

W rozumieniu ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) osiągnięcie naukowe stanowi jednorodny cykl publikacji pod wspólnym tytułem:

Metodologiczne aspekty badań i oceny właściwości wytrzymałościowych materiałów niejednorodnych na przykładzie kości beleczkowej.

2.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

- [A1]. Mazurkiewicz A., Topolinski T., 2009, Relationships between structure, density and strength of human trabecular bone, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 11, Issue: 4, Pages: 55-61. **(Praca indeksowana w bazie danych Web of Science, 6 pkt., udział habilitanta w powstaniu pracy 60%)**
- [A2]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2011, Fatigue Energy Dissipation in Trabecular Bone Samples with Stepwise-Increasing Amplitude Loading, Materials Testing, Volume: 53, Issue: 6, Pages: 344-350. **(Lista A MNiSW, 15 pkt., IF=0,230, udział habilitanta w powstaniu pracy 75%)**
- [A3]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2012, Applying a stepwise load for calculation of the S-N curve for trabecular bone based on the linear hypothesis for fatigue damage accumulation, Edited by: Skibicki, D., Conference: 24th Symposium on Fatigue Failure and Fracture Mechanics Location: Bydgoszcz Pieczyska, Poland, Date: May 22-25, 2012. Fatigue Failure And Fracture Mechanics, Book Series: Materials Science Forum, Volume: 726, Pages: 39-42. **(Praca indeksowana w bazie Web of Science, 15 pkt. MNiSW, udział habilitanta w powstaniu pracy 75%)**
- [A4]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2011, Study of the behavior of the trabecular bone under cyclic compression with stepwise increasing amplitude, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Volume: 4, Issue: 8, Pages: 1755-1763. **(Lista A MNiSW, 40 pkt., IF=2,814, udział habilitanta w powstaniu pracy 45%)**
- [A5]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2012, Method of determining the initial stiffness modulus for trabecular bone under stepwise load, Edited by: Skibicki, D., Conference: 24th Symposium on Fatigue Failure and Fracture Mechanics Location: Bydgoszcz Pieczyska, Poland, Date: May 22-25, 2012. Fatigue Failure and Fracture Mechanics, Book Series: Materials

Science Forum, Volume: 726, Pages: 84-89. **(Praca indeksowana w bazie Web of Science, 15 pkt., udział habilitanta w powstaniu pracy 30%)**

- [A6]. Mazurkiewicz A., 2017, Impact of mineral content in human trabecular bone on its elastic properties. Conference: 23rd International Conference on Engineering Mechanics Location: Svratka, Czech Republic, Date: May 15-18, 2017, Engineering Mechanics 2017, Pages: 642-645. **(Praca indeksowana w bazie Web of Science, 15 pkt. MNiSW, udział habilitanta w powstaniu pracy 100%)**
- [A7]. Topolinski T., Mazurkiewicz A., 2017, Relationship between the mineral content of human trabecular bone and selected parameters determined from fatigue test at stepwise-increasing amplitude, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 19, Issue: 3, Pages: 19-26. **(Lista A MNiSW, 15 pkt., IF=0,914, udział habilitanta w powstaniu pracy 60%)**
- [A8]. Mazurkiewicz, A., 2018, The effect of trabecular bone storage method on its elastic properties. Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 20, Issue: 1, Pages: 21-27. **(Lista A MNiSW, 15 pkt., IF=0,914, udział habilitanta w powstaniu pracy 100%)**

2.3. Omówienie celu naukowego wskazanych prac i osiągniętych wyników wraz ze wskazaniem ich potencjalnego zastosowania

Geneza tematyki badawczej

Materiały niejednorodne to grupa materiałów, których własności wytrzymałościowe w całej objętości nie są stałe. Własności te mogą się znacznie różnić w zależności od wyboru punktu ich badania. Do tej grupy materiałów zaliczają się, m.in. materiały kompozytowe, materiały porowate, pianki oraz kompozyty naturalne. Przykładem takiego naturalnego kompozytu jest drewno, czy też kość beleczkowa ludzka i zwierzęca.

Opisując kość beleczkową jako materiał niejednorodny można stwierdzić, że jest to struktura porowata złożona z blaszek lub beleczek kostnych tworzących przestrzenną strukturę wypełnioną krwią i szpikiem kostnym. Elementy składowe ją tworzące mogą mieć różny kształt i wymiary. Porowatość kości beleczkowej jest rzędu 70–90%. Struktura ta jest niejednorodna w swojej objętości, w różnych miejscach całej kości może mieć różną budowę. Dodatkowo w kości żywej w warunkach równowagi, około 25% jej objętości podlega w ciągu roku przebudowie w taki sposób, że wzmacniane są kierunki, w których występują największe naprężenia. Powoduje to redukcję ich najwyższych wartości i samoadaptację kości do obciążenia. Żywa kość posiada też w pewnym stopniu zdolność do naprawy mikrouszkodzeń, powstałych w wyniku naprężeń na nią działających. Pod tym kątem wykazuje więc cechy charakterystyczne dla materiałów zaliczanych do grupy materiałów inteligentnych.

Ze względu na wymienione powyżej czynniki można stwierdzić, że kość jest materiałem niejednorodnym, który obecnie nie ma swojego odpowiednika wśród materiałów wytworzonych przez człowieka, a które są stosowane w technice. Dlatego opracowanie odpowiednich metod pomiarowych, wyznaczenie wskaźników służących do jej opisu jest niezbędne dla lepszego zrozumienia zjawisk i mechanizmów wpływających na własności wytrzymałościowe kości.

Z uwagi na specyfikę kości jako materiału i warunków jej pracy, w badaniach własności mechanicznych występują trudności, które nie pojawiają się podczas badań klasycznych materiałów konstrukcyjnych stosowanych w technice. Najważniejsze z nich opisano poniżej.

Podstawowym problemem są trudności w określeniu rzeczywistych obciążeń działających na kość. Ze względu na warunki pracy w ciele ludzkim, można stwierdzić, że kości pracują w pewnym układzie elementów o różnych charakterystykach i własnościach, które wywierają na nie zarówno aktywny jak i pasywny wpływ. Przy takim samym schemacie obciążenia ciała ludzkiego, aktywne oddziaływanie skurczy mięśni zmienia rozkład sił działających na kość. Z drugiej strony, mięśnie i skóra postrzegane jako tkanki miękkie otaczające kość w zależności od ich wielkości i grubości oddziałują na kości także pasywnie, powodując tłumienie i rozpraszanie obciążeń na poszczególne elementy składowe układu. Niepowtarzalność geometrii i stopnia sprawności ciała ludzkiego powoduje,

że w poszczególnych przypadkach przy tym samym obciążeniu zewnętrznym, naprężenia występujące w kości charakteryzują się tylko pewnym ogólnym podobieństwem. Dlatego ocena wytrzymałości kości pod obciążeniem, przeprowadzona na żywym organizmie może być tylko szacunkowa i dać przybliżone wyniki. W celu zwiększenia dokładności wyników konieczne jest przeprowadzenie badań na samej kości wyizolowanej z ciała.

W takim przypadku pojawia się problem z wyborem rodzaju testu wytrzymałościowego. Ze względu na trudności z wyznaczeniem rzeczywistych sił oddziałujących na badany element, trudno jest dobrać rodzaj próby i opracować program obciążeń w taki sposób, aby podczas badań odzwierciedlał rzeczywiste naprężenia występujące w kości. Dobór niewłaściwego rodzaju próby, czy przyjęcie niewłaściwych jej parametrów może prowadzić do znacznej niedokładności, czy nawet zupełnego zafałszowania otrzymanych wyników. Znajduje to odbicie w wynikach badań opisanych w literaturze, gdzie nawet przy tym samym rodzaju wykorzystanego testu i podobnych wymiarach próbek, wyniki różnią się czasami o ponad kilkadziesiąt procent.

Kolejnym problemem jest zmiana własności materiału podczas testu. Kość w ciele ma znacznie większą wilgotności niż typowa wilgotność powietrza w pomieszczeniach laboratoryjnych, w których panuje temperatura pokojowa. W efekcie podczas badań dochodzi do jej wysychania, co z reguły podwyższa własności mechaniczne. W zależności od różnych czynników zmiany te mogą wynosić od 20 do nawet 60% wartości początkowej. Innym problemem jest zmiana własności materiału w wyniku pojawiania się procesów degradacji kości. Optymalnie należałoby prowadzić badania natychmiast po pobraniu kości. Nie zawsze to jest możliwe. Zwłaszcza nastroczające dużo nietypowych problemów są testy cykliczne z uwagi na czas ich trwania. Przy próbach trwających czasami kilka-kilkanaście dni, a tyle często trwają próby stało amplitudowe, z uwagi na niskocyklowy charakter obciążenia kości, nie sposób uniknąć, czy też dokładnie oszacować wpływu powyższych czynników na wyniki badań.

Rozpatrując całą kość jako materiał przeznaczony do badań wytrzymałościowych można stwierdzić, że jest to kompozyt złożony ze składowych o różnych własnościach fizycznych i mechanicznych, różnym stanie skupienia oraz charakterystykach wytrzymałościowych elementów składowych. W dodatku część z nich ma charakter organiczny i ulega degradacji (komórki kostne, włókna kolagenowe), a część charakter nieorganiczny (składniki mineralne). Kość beleczkowa w tym kompozycie jest składnikiem, którego jakość w decydującym stopniu odpowiada za wytrzymałość całych kości. Jej głównym zadaniem jest funkcja podporowa powierzchni stawowych i przenoszenie obciążeń z tych powierzchni na całą kość, a w konsekwencji na dalsze elementy ciała.

Obecnie np. w lotnictwie, czy przemyśle kosmicznym są stosowane kompozyty złożone z materiałów o znacząco różnych własnościach mechanicznych, fizycznych i strukturze. Takie zestawienie umożliwia uzyskanie własności wyjściowych materiału

całkowicie odmiennych w porównaniu do własności materiałów składowych. Pozwala to na wykorzystanie materiału do całkiem nowych zastosowań. Z uwagi na szybki rozwój w dziedzinie wytwarzania nowoczesnych materiałów, zwłaszcza materiałów kompozytowych i inteligentnych można oczekiwać, że w niedalekiej przyszłości pojawią się podobne do kości beleczkowej materiały, które będą wykorzystywane w technice.

Powyższe czynniki skłoniły mnie do podjęcia wskazanej tematyki badawczej w ramach, której zrealizowano następujące cele szczegółowe:

- A. Opracowanie nowej metodyki prowadzenia badań własności cyklicznych w odniesieniu do kości beleczkowej.**
- B. Wyznaczenie charakterystyk wytrzymałościowych kości beleczkowej w zależności od jej budowy i gęstości.**
- C. Określenie przydatności do oceny wytrzymałości kości, gęstości prześwietleniowej BMD wyznaczanej „in vivo” dla żywej kości w ciele ludzkim oraz gęstości mineralnej kości wyznaczanej „in vitro” dla próbek pobranych z kości.**
- D. Ocenę wpływu sposobów przechowywania próbek kostnych przeznaczonych do badań na zmianę ich własności mechanicznych.**

Aby zrealizować powyższe cele przeprowadzono szereg badań doświadczalnych na kościach ludzkich i zwierzęcych. Badania te wymagały wykorzystania szerokiego spektrum technik badawczych, począwszy od testów mechanicznych, takich jak próby wytrzymałościowe statyczne i cykliczne, przez nieniszczące pomiary budowy struktury beleczek kostnych z wykorzystaniem techniki mikrotomografii komputerowej, pomiary densytometryczne („in vivo” i „in vitro”) zawartości składników mineralnych w kości beleczkowej, a także pomiary zawartości minerałów polegające na spopieleniu próbek. Poniżej przedstawiono wyniki opisane w pracach wykazanych jako osiągnięcie naukowe, wraz ze wskazaniem ich oryginalnych aspektów.

- A. Opracowanie nowej metodyki prowadzenia badań własności cyklicznych w odniesieniu do kości beleczkowej**

W pracach [A2-A5] przedstawiono propozycję nowej metodyki badań własności mechanicznych kości beleczkowej w próbie cyklicznego ściskania ze stopniowo narastającą amplitudą. Przedstawiono także wyniki badań kości beleczkowej zaproponowaną metodą.

Badania cykliczne próbek kostnych są technicznie trudne do realizacji z uwagi na specyfikę badanego materiału. Kość beleczkowa jest naturalnym kompozytem w naturze poddanym obciążeniom zmiennym, często quasi-cyklicznym o niskocyklowym charakterze. Ze względu na organiczne składniki kompozytu, kość przechowywana w nieodpowiednich warunkach ulega szybkiej degradacji. Wadą powszechnie stosowanych w badaniach kości cyklicznych prób

stałoamplitudowych przy niskocyklowym obciążeniu jest długi czas ich trwania. Prowadzi to do zmian we własnościach badanego materiału podczas testów. Dodatkowo kompozyt, jakim jest kość w warunkach rzeczywistych, „pracuje” w stałej temperaturze ciała ludzkiego, około 37°C. Próby należy zatem prowadzić w takiej temperaturze, gdyż rozbieżność wyników w porównaniu z testami prowadzonymi w temperaturze pokojowej może osiągać wartości rzędu 100% i więcej. Podwyższona temperatura dodatkowo przyspiesza degradację materiału. Ze względu na powyższe ograniczenia, opracowano metodykę badań kości beleczkowej w próbach cyklicznych ze stopniowo narastającą amplitudą.

Zaproponowano następujący sposób prowadzenia próby: próba była odzerowo tętniąca. Obciążenie pogrupowano w bloki po 500 cykli. W każdym bloku obciążenie minimalne było równe zeru, obciążenie maksymalne w pierwszym bloku wynosiło 10N i wzrastało o 10N w każdym kolejnym. Częstotliwość próby przyjęto 1Hz. W tego typu próbach zwłaszcza przy obciążeniu ściskającym należy zdefiniować kryterium trwałości zmęczeniowej. W próbach cyklicznych stałoamplitudowych trwałość z reguły definiowana jest jako numer cyklu, w którym spadek wartości modułu sprężystości wyniesie 30% wartości modułu początkowego określonego dla pierwszego cyklu. W opisanych badaniach trwałość zmęczeniowa została zdefiniowana następująco: podczas próby rejestrowano przyrost odkształcenia uzyskanego w pętach w kolejnych blokach obciążenia. Po zrealizowaniu kilku pierwszych bloków przyrost tego odkształcenia był liniowy. Obliczono medianę tego przyrostu. Jako kryterium trwałości zmęczeniowej zaproponowano numer cyklu, w którym wzrost wielkości odkształcenia przekroczył o 10% oczekiwany liniowy przyrost mediany [A4].

Na podstawie analizy literatury, w pracy [A2] zaproponowano też nowy sposób wyznaczania początkowego modułu sprężystości E_0 . W literaturze dotyczącej badań cyklicznych kości beleczkowej nie jest on jednoznacznie zdefiniowany. Różni autorzy wyznaczają go w różny sposób. Przykładowo, jako wartość modułu siecznego dla pętli 10 cyklu obciążenia, dla 30 cyklu obciążenia, jako średnią wartość z kilku lub kilkunastu pierwszych cykli, itp. W pracy [A2] jako wartość modułu przyjęto nachylenie stycznej do górnej gałęzi pętli obciążenie-odciążenie, w zakresie 85-100 % wartości odkształcenia w tej pętli.

Wykorzystując zaproponowaną metodykę zrealizowano badania trwałości zmęczeniowej ludzkiej kości beleczkowej. Uzyskano trwałość zmęczeniową w zakresie $3,75 \cdot 10^3 - 5,02 \cdot 10^4$ cykli. Czas próby mieścił się w zakresie 1,04 – 13,95 h. Dla porównania, czas trwania prób stałoamplitudowych opisanych w literaturze wynosił nawet kilka-kilkanaście dni. Przeprowadzenie próby ze stopniowo narastającą amplitudą pozwala na znaczne skrócenie czasu jej trwania. W próbie rejestrowano różne wielkości z których najważniejsze to: maksymalne odkształcenie, trwałość zmęczeniowa, moduł początkowy, skumulowana energia dyssypacji i skumulowana energia sprężysta. Następnie dokonano oceny korelacji tych wielkości ze wskaźnikami budowy kości beleczkowej. Wyniki związków pomiędzy wskaźnikami struktury a parametrami

z próby cyklicznej określono wartością współczynnika determinacji. Dla szeregu parametrów uzyskano bardzo wysokie jak dla kości beleczkowej wartości tego współczynnika. Maksymalna uzyskana wartość wynosiła $R^2 = 0,68$.

Oryginalne osiągnięcie:

Do oryginalnych osiągnięć przedstawionych w pracach [A2-A5] zaliczyć można dostosowanie metodyki i wykorzystanie po raz pierwszy prób cyklicznych ze stopniowo narastającą amplitudą do badań kości beleczkowej. Propozycja kryterium trwałości zmęczeniowej opracowana dla kości beleczkowej badanej w takiej próbie także jest oryginalnym osiągnięciem autorów. Próby takie, wykorzystywane w przypadku badań innych materiałów inżynierskich nie były do tej pory stosowane do badań kości beleczkowej. Sposób wyznaczania wstępnego modułu sprężystości E_0 zdefiniowany w pracy [A2], także nie był dotąd wykorzystywany w badaniach kości beleczkowej i jest oryginalną propozycją przedstawioną w pracy.

Opracowanie metodyki pobierania próbek kości do badań także jest oryginalnym osiągnięciem przedstawionym w wyżej wymienionych w pracach. Ze względu na specyfikę materiału nie istnieją, jak w przypadku innych materiałów, normy określające wielkość, ilość, kształt czy miejsce wycięcia próbek z całej kości. Na podstawie gruntownej analizy danych literaturowych dobrano kształt, wielkość próbek, dokonano wyboru miejsca ich pobrania. We własnym zakresie opracowano i wykonano odpowiednie narzędzia i przyrządy do tego służące oraz dobrano parametry cięcia kości w taki sposób, aby nie spowodować jej uszkodzeń mechanicznych i cieplnych w trakcie pobierania próbek.

B. Wyznaczenie charakterystyk mechanicznych kości beleczkowej w zależności od jej budowy i gęstości

W pracy [A1] opisano wyniki pomiaru wskaźników struktury, gęstości oraz wytrzymałości dla dwóch grup próbek kostnych. Pierwsza grupa próbek była pobrana z kości osób cierpiących na osteoporozę. Jest to choroba, w wyniku której dochodzi do zaniku kości beleczkowej, a w konsekwencji do zmniejszenia wytrzymałości mechanicznej całych kości. Ryzyko złamań kości u osób dotkniętych tą chorobą jest dużo wyższe niż u osób zdrowych. Druga grupa próbek pobrana była z kości osób cierpiących na koksartrozę. W przypadku tej choroby dochodzi do przerostu porów tkanki kostnej zwyrodniałą chrząstką stawową. Wytrzymałość takiej kości jest często większa niż kości zdrowej, stąd ryzyko złamań kości u osób dotkniętych tą chorobą jest bardzo niskie. Materiał do badań pozyskano po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

Dla opisanych grup próbek przeprowadzono pomiar wskaźników struktury takich jak średnia liczba beleczek w objętości próbki (Tb.N), średnia ich grubość (Tb.Th), średnia odległość pomiędzy beleczkami (Tb.Sp), iloraz objętości tkanki kostnej do objętości próbki (BV/TV), iloraz pola powierzchni tkanki do jej objętości w próbce (BS/BV) oraz pomiar gęstości prześwietleniowej (BMD). Pomiar

wykonano z użyciem mikrotomografu, strukturę obrazowano z rozdzielczością 36 mikrometrów. Po badaniu próbki poddano próbie statycznego ściskania, aż do zniszczenia.

Przeprowadzono analizy w zakresie oceny różnic siły związków pomiędzy wskaźnikami struktury a wytrzymałością na ściskanie w obu badanych grupach próbek. Wartości współczynników korelacji dla wskaźników Tb.N, Tb.Sp i BMD były wyższe w grupie próbek osteoporotycznych, dla pozostałych w grupie próbek koksartrycznych. Przeprowadzono też analizę regresji dwóch zmiennych stosując kombinację za każdym razem gęstości BMD zmierzonej „in vivo” przed zabiegiem alloplastyki oraz jednego ze wskaźników struktury zmierzonych „in vitro” po zabiegu. W pracy wykorzystano dwa modele regresji dwóch zmiennych.

W większości przypadków wartości dopasowania rozkładu wyników do powierzchni odpowiedzi były wyższe, niż w przypadku współczynników korelacji uzyskanych dla regresji jednej zmiennej. W tym przypadku była widoczna wyraźna tendencja lepszego dopasowania wyników regresji dwóch zmiennych w grupie próbek koksartrycznych.

Oryginalne osiągnięcie:

W pracy [A1] zaproponowano, aby ocenę wytrzymałości kości przeprowadzić z wykorzystaniem regresji dwóch zmiennych. Jedną ze zmiennych była gęstość prześwietleniowa BMD mierzona „in vivo”, drugą wskaźnik struktury zmierzony „in vitro” podczas badania mikrotomograficznego próbek. Użycie takiej kombinacji pozwoliło na zwiększenie dokładności prognozowania wytrzymałości kości w porównaniu do regresji jednej zmiennej. Uzyskane wyniki wskazują także pośrednio na związki pomiędzy wartościami wskaźników struktury a gęstością prześwietleniową BMD. Takie podejście do oceny wytrzymałości kości beczkowej nie było do tej pory opisane w literaturze i jest oryginalnym osiągnięciem autorów pracy.

C. Określenie przydatności do oceny wytrzymałości kości, gęstości prześwietleniowej BMD wyznaczonej „in vivo” dla żywej kości w ciele ludzkim oraz gęstości mineralnej kości wyznaczonej „in vitro” dla próbek pobranych z kości

Tematyka ta jest opisana w pracach [A6-A7]. Kość beczkowa, to przestrzenna struktura beczek lub blaszek kostnych zbudowanych z włókien kolagenowych i osadzonych na nich kryształach minerałów, głównie hydroksyapatytu. Ilość minerałów zawartych w strukturze wpływa na jej odporność na uszkodzenia. Spadek ilości składników mineralnych wraz z wiekiem lub podczas chorób kości prowadzi do utraty masy kostnej, a w konsekwencji do spadku własności wytrzymałościowych całych kości.

Ocena jakości kości „in vivo” – w przypadku pacjentów przeprowadzana jest głównie w badaniu BMD. Poprzez porównanie otrzymanego wyniku z wartościami przyjętymi za normę dla danej płci i wieku w danej populacji ocenia

się czy kości mają wystarczającą wytrzymałość. Pomiar ten odbywa się poprzez skórę i tkanki miękkie, jest więc obarczony pewnym błędem. Rzeczywistą ilość składników mineralnych zawartych w kości można ocenić na podstawie pomiaru gęstości popiołu, tzw. ash density (Ash.D). W tym celu należy spopielić próbkę, usuwając składniki organiczne kości. W efekcie pozostaną tylko składniki mineralne. Porównanie masy przed i po spaleniu próbki pozwala na ocenę zawartości w niej fazy mineralnej. Badanie tego typu można jedynie wykonać „in vitro” i jest to badanie niszczące próbkę.

Trudno jednoznacznie określić zależności pomiędzy tymi wielkościami, gdyż jedna jest mierzona „in vivo”, druga „in vitro”. Dlatego celem prac [A6-A7] było określenie przydatności obu tych wielkości do oceny własności kości belezkowej.

W pracy [A6] opisano zależności pomiędzy zawartością fazy mineralnej w kości belezkowej a jej własnościami sprężystymi. Do badań wykorzystano próbki pobrane z głów ludzkich kości udowych. Jako miarę własności sprężystych przyjęto wartość modułu sprężystości kości belezkowej. Pomiaru modułu dokonano dwiema metodami: w próbie jednoosiowego ściskania oraz metodą ultrasonograficzną z użyciem przetworników fali wzdłużnej o trzech różnych częstotliwościach.

Pomiar BMD wykonano na densytmetrze klinicznym, jako badanie „in vitro” próbek. Do pomiaru wykorzystano protokół badań podany przez producenta urządzenia, pozwalający na symulację takiego badania prowadzonego „in vivo”.

W celu wykonania pomiaru Ash.D, próbki suszono w temperaturze 120°C przez 24 godziny po czym je zważono. Następnie zostały spopielone w piecu w temperaturze 800°C przez 18 godzin, po czym zostały ponownie zważone. Masę każdej próbki po spaleniu podzielono przez jej objętość początkową (przed spalaniem). W ten sposób otrzymano wartość Ash.D w g/cm^3 .

Uzyskane wartości średnie modułów sprężystości z próby ściskania i pomiaru USG różniły się o rząd wielkości. Pomimo tego, uzyskane wartości współczynników korelacji dla związków BMD i Ash.D z modułami sprężystości były na podobnym poziomie. Świadczy to o tym, że pomimo tak dużych różnic wyniki uzyskane z próby ściskania i badania USG są dobrze skorelowane jakościowo, pomimo znaczących różnic ilościowych. Powyższe pozwala na stwierdzenie, że metodyka obu pomiarów została przyjęta i zrealizowana prawidłowo.

W pracy [A7] opisano wyniki oceny siły związków pomiędzy wynikami otrzymanymi z próby ze stopniowo narastającą amplitudą a zawartością fazy mineralnej w kościach Ash.D oraz BMD. Materiał do badań został pobrany z ludzkiej kości belezkowej pochodzącej z głów kości udowej. Z wyników próby cyklicznej ze stopniowo narastającą amplitudą obliczono trwałość zmęczeniową, wartości skumulowanej energii dyssypacji oraz energii sprężystej. Uzyskane wyniki potwierdziły istnienie zależności pomiędzy wartościami BMD

oraz zawartości fazy mineralnej w próbkach, a trwałością zmęczeniową oraz skumulowaną energią dyssypacji i sprężystą.

Oryginalne osiągnięcie:

Wartości współczynnika korelacji BMD z wartościami modułu sprężystości próbek mają podobną siłę jak wartość korelacji Ash.D z tymi modułami. Świadczy to o podobieństwie otrzymanych wyników dla BMD i Ash.D. W przypadku opisanych badań, pomiar BMD był wykonany na urządzeniu klinicznym według procedury przewidzianej dla próbek kostnych. W badaniach próbek nie występuje zewnętrzna warstwa tkanek miękkich otaczających kość jak podczas badania „in vivo”. Procedura badań uwzględniała te różnice. Próbki były zanurzone w wodzie o odpowiedniej głębokości symulującej obecność tkanek miękkich otaczających kość. Parametry były ustawione do tego typu badania zgodnie z zaleceniami producenta urządzenia. Pozwala to na przyjęcie założenia, że wyniki rzeczywistych badań BMD na pacjentach „in vivo” przed zabiegiem alloplastyki mogły dać podobne rezultaty.

W przedstawionych pracach podjęto próbę oceny na ile pośredni sposób oceny jakości i wytrzymałości kości z wykorzystaniem gęstości prześwietleniowej kości BMD koreluje z rzeczywistą zawartością fazy mineralnej w kościach i jej wskaźnikami wytrzymałościowymi uzyskanymi w bezpośrednich próbach wytrzymałościowych.

Ocena przydatności wskaźników BMD i Ash.D do oceny wytrzymałości kości beleczkowej jest oryginalnym osiągnięciem habilitanta i współautorów. Wyniki takich badań nie były dotychczas publikowane przez innych badaczy. Stwierdzono, że wartości korelacji BMD z wartościami modułu sprężystości próbek mają podobną siłę jak wartość korelacji Ash.D z tymi modułami oraz wytrzymałością statyczną i zmęczeniową próbek. Świadczy to o porównywalnej przydatności wskaźników BMD i Ash.D do oceny wytrzymałości kości. Opisują one z podobną dokładnością jakość tkanki kostnej, pomimo tego, że jeden z nich jest mierzony pośrednio „in vivo”, drugi zaś „in vitro”.

D. Ocena wpływu sposobów przechowywania próbek kostnych przeznaczonych do badań na zmianę ich własności mechanicznych

Tematyka ta jest obecnie realizowana przez habilitanta, pierwsze wyniki prac zostały opublikowane w pracy [A8]. Jednym z istotnych zagadnień związanych z testami mechanicznymi kości beleczkowej jest pytanie, jaki jest wpływ metody przechowywania kości na zmiany w jej własnościach mechanicznych. Opisane w literaturze wyniki badań w tym zakresie nie dają na to pytanie jednoznacznej odpowiedzi. Najczęściej stosowane metody przechowywania to mrożenie lub przechowywanie w formalinie. Według niektórych autorów przechowywanie w formalinie podwyższa własności mechaniczne kości beleczkowej, według innych obniża. Opublikowane wyniki są bardzo trudne do jednoznacznej oceny.

Podczas realizacji przez habilitanta prac ze wskazanego jako osiągnięcie cyklu, sposób przechowywania badanych próbek był powodem szeregu pytań ze strony recenzentów prac, co także było powodem do zajęcia się tą tematyką.

W dotychczas opublikowanych wynikach badań dotyczących wpływu sposobu przechowywania kości beleczkowej na zmiany jej własności mechanicznych nie znaleziono żadnej pracy, w której były przedstawione wyniki badań dużej liczby próbek kości beleczkowej pochodzących z możliwie jednorodnej populacji. W istniejących pracach albo badana grupa próbek jest niezbyt liczna, albo dla większej ich liczby, pochodzą one od zaledwie kilku osobników lub też pobrane są z różnych kości szkieletu. Takie podejście do badań nie pozwala na uniknięcie wpływu cech osobniczych na wyniki badań, takich jak styl życia, przebyte choroby, dieta czy miejsce pobrania próbki. Powyższe ograniczenia nie pozwalają także na przyjęcie wysokiej wiarygodności statystycznej przedstawionych wyników. Dlatego jako cel badań założono kompleksową ocenę wpływu sposobu przechowywania kości beleczkowej przeznaczonej od testów mechanicznych na jej własności sprężyste.

W pracy [A8] przedstawiono wyniki oceny wpływu metody przechowywania kości beleczkowej przez okres 14 tygodni na zmianę jej modułu sprężystości. Próbki wieprzowej kości beleczkowej przechowywano z wykorzystaniem pięciu metod: w powietrzu, w temperaturze pokojowej i wilgotności 35%, mrożone w temperaturze -20°C , w 10% roztworze buforowanej formaliny, w 96% alkoholu oraz 50% wodnym roztworze alkoholu. Próbki w formalinie i alkoholu również przechowywano w temperaturze pokojowej. Niezależnie, dla dodatkowej grupy 32 próbek sprawdzono wpływ 10 cykli mrożenie-rozmrażanie próbek na zmianę ich modułu sprężystości. Na podstawie uzyskanych wyników oceniono przydatność każdej z tych metod do przechowywania kości beleczkowej przeznaczonej do testów mechanicznych.

Oryginalne osiągnięcie:

Oryginalność badań opisanych w pracy [A8], w porównaniu z pracami innych autorów polega na tym, że badania prowadzono na dużej liczbie próbek pobranych z możliwie jednorodnej populacji. Przebadano 186 próbek wieprzowej kości beleczkowej pobranej z kości udowej, każda pobrana od innego zwierzęcia. Wszystkie zwierzęta były tej samej rasy, pochodziły z tego samego stada, były w porównywalnym wieku, karmione tą samą paszą, żyły w tej samej chlewni, więc ich parametry życiowe były na podobnym poziomie. Powyższe założenia pozwoliły zapewnić możliwie najlepszą jednorodność populacji, z której pobrano próbki. Ponieważ każda próbka pochodziła od innego osobnika, pozwoliło to zminimalizować wpływ cech osobniczych takich jak urazy czy przebyte choroby na otrzymane wyniki. Liczba próbek w każdej z badanych grup – minimum 30, stanowiła dobrą podstawę do uzyskania wysokiej wiarygodności statystycznej przedstawionych wyników. Ponieważ liczni badacze wykazali podobieństwo

wieprzowej kości beleczkowej do kości ludzkiej uznano, że wyniki przedstawione w pracy można odnieść do ludzkiej kości beleczkowej.

Ze względu na wyżej wymienione cechy opisanych w tej pracy badań można stwierdzić, że przedstawione wyniki dostarczają interesujących, wcześniej niepublikowanych, wysoce wiarygodnych statystycznie informacji, w zakresie wyboru optymalnej metody przechowywania kości beleczkowej przeznaczonej do testów mechanicznych.

2.4. Potencjalne wykorzystanie uzyskanych wyników

Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w następujących obszarach:

- W pracach [A2-A5] opisano opracowaną metodykę dostosowania prób cyklicznych ze stopniowo narastającą amplitudą do badań własności wytrzymałościowych kości beleczkowej. Potencjalnie metoda ta może być wykorzystywana nie tylko do badań kości, ale również szerokiej gamy materiałów niejednorodnych stosowanych w technice. Dalsze prace w tym zakresie powinny dotyczyć opracowania takiej metodyki badań dla poszczególnych grup materiałów niejednorodnych, która uwzględni ich specyficzne właściwości. Ustalenie kryteriów oceny własności materiałów w takich testach, np. kryterium trwałości zmęczeniowej, może prowadzić do szerokiego ich wykorzystania w praktyce. Zrealizowanie tego celu pozwoliłoby na otwarcie nowego kierunku w badaniach cyklicznych materiałów niejednorodnych. Główną zaletą w tym przypadku byłoby znaczne skrócenie czasu, a więc i kosztów badań, w porównaniu do powszechnie stosowanych testów stałamplitudowych.
- Realizacja prób ze stopniowo narastającą amplitudą do badań własności mechanicznych kości likwiduje szereg problemów, które trzeba mieć na uwadze w przypadku testów stałamplitudowych. Dalsze badania habilitanta w tym zakresie są projektowane pod kątem weryfikacji zaproponowanego kryterium trwałości zmęczeniowej i ewentualnej takiej jego modyfikacji, aby uzyskać jak największą zgodność z wynikami badań stałamplitudowych. Może to pozwolić na zaproponowanie metodyki badawczej, która potencjalnie może stać się powszechnie obowiązująca w zakresie badań cyklicznych kości beleczkowej.
- Postęp w technikach badań diagnostycznych opartych na obrazowaniu struktur kostnych jest na tyle szybki, że w niedługim czasie umożliwi obrazowanie budowy wewnętrznej całej kości z dokładnością, która pozwoli na ocenę ich wytrzymałości w ciele ludzkim. Do tego potrzebne jest znalezienie właściwej metody kombinacji różnych wskaźników kości beleczkowej służących do jej opisu. Stąd, wyniki prac prowadzonych w tym zakresie potencjalnie umożliwią porównanie wyników uzyskanych doświadczalnie dla próbek z wynikami które będą uzyskiwane w przyszłości dla pacjentów metodami „in vivo”. Pozwoli to

na lepsze zrozumienie wpływu różnych czynników na wytrzymałość całych kości i jej zmian w trakcie życia ludzi i zwierząt.

- Określenie wpływu sposobów przechowywania próbek kości beleczkowej przeznaczonej do testów na jej własności mechaniczne może pozwolić na opracowanie lub przyjęcie powszechnie akceptowalnej metody jej przechowywania. Stąd dalsze prace autora realizowane w tym kierunku będą się skupiać nie tylko na ocenie wpływu przechowywania na zmianę podstawowych własności jak moduł sprężystości, ale też innych wskaźników uzyskiwanych z bardziej złożonych prób. Wymaga to jednak badań na dużych jednorodnych populacjach próbek pobranych kości, które są obecnie w trakcie realizacji przez habilitanta.

2.5. Podstawowe osiągnięcie naukowe w jednotematycznym cyklu publikacji – podsumowanie

- a. Aplikacja prób cyklicznych ze stopniowo narastającą amplitudą do badań własności mechanicznych kości beleczkowej.
- b. Opracowanie oryginalnej metodyki pobierania próbek kości beleczkowej do badań.
- c. Przeprowadzenie oceny jakości kości beleczkowej z wykorzystaniem metody „in vivo” tj. pomiaru densytometrycznego, wyznaczenie wartości wskaźnika BMD i wykorzystanie go do oceny wytrzymałości kości.
- d. Wyznaczenie zależności wartości modułu sprężystości kości beleczkowej w zależności od budowy struktury przestrzennej i gęstości kości beleczkowej.
- e. Wyznaczenie zależności wartości modułu sprężystości kości beleczkowej w zależności od zawartości składników mineralnych w kości beleczkowej.
- f. Wyznaczenie wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej kości beleczkowej w zależności od zawartości składników mineralnych w kości beleczkowej.
- g. Porównanie przydatności do oceny wytrzymałości kości wskaźników gęstości kości wyznaczanych „in vivo” i „in vitro”.
- h. Ocena wpływu sposobu przechowywania kości beleczkowej przeznaczonej do testów mechanicznych na jej własności sprężyste.

3. Omówienie najważniejszych osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych (szczegółowy wykaz wraz z opisem znajduje się w załączniku 4A)

3.1. Wykaz najważniejszych prac naukowych niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. 2

Poza głównym nurtem zainteresowań naukowych omawianych w jednotematycznym cyklu publikacji, działalność naukowa obejmowała badanie szeregu zagadnień powiązanych z tematem cyklu oraz rozszerzających zakres opisanych w nim badań, z których najważniejsze to:

- Określenie związków pomiędzy wskaźnikami struktury kości beleczkowej, jej wymiarem fraktalnym a wytrzymałością.
- Modelowanie geometrii kości beleczkowej, w celu oceny jej własności mechanicznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych i porównania wyników symulacji z wynikami uzyskanymi z prób wytrzymałościowych.

Najważniejsze publikacje z tego zakresu:

- [B1]. Cichanski A., Topolinski T., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2010, Investigation of statistical relationships between quantities describing bone architecture, its fractal dimensions and mechanical properties. Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 12, Issue: 4, Pages: 69-77. **(Lista A MNiSW, 9 pkt., IF=0,432)**
- [B2]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., Jung S., 2012, Microarchitecture Parameters Describe Bone Structure and Its Strength Better Than BMD, Scientific World Journal, Article Number: 502781. **(Lista A MNiSW, 35 pkt., IF=1,730)**
- [B3]. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2012, The Relationship between Trabecular Bone Structure Modeling Methods and the Elastic Modulus as Calculated by FEM, Scientific World Journal, Article Number: 827196. **(Lista A MNiSW, 35 pkt., IF = 1,730)**

3.2. Charakterystyka dorobku publikacyjnego po uzyskaniu stopnia doktora

Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR):

1. Mazurkiewicz A., 2018, The effect of trabecular bone storage method on its elastic properties, Acta Of Bioengineering And Biomechanics, Volume: 20, Issue: 1, Pages: 21-27. **IF = 0,914, 15 pkt. MNiSW**
2. Topolinski T., Mazurkiewicz A., 2017, Relationship between the mineral content of human trabecular bone and selected parameters determined from fatigue test at stepwise-increasing amplitude, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 19, Issue: 3, Pages: 19-26. **IF=0,914, 15 pkt. MNiSW**
3. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2012, The Relationship between Trabecular Bone Structure Modeling Methods and the Elastic Modulus as Calculated by FEM, Scientific World Journal, Article Number: 827196. **IF=1,730, 35 pkt. MNiSW**
4. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., Jung S., 2012, Microarchitecture Parameters Describe Bone Structure and Its Strength Better Than BMD, Scientific World Journal, Article Number: 502781. **IF=1,730, 35 pkt. MNiSW**
5. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., Jung S., 2011, Study of the behavior of the trabecular bone under cyclic compression with stepwise increasing amplitude, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Volume: 4, Issue: 8, Pages: 1755-1763. **IF=2,814, 40 pkt. MNiSW**
6. Topolinski, T., Cichanski A., Mazurkiewicz, A., Nowicki K., 2011, Fatigue Energy Dissipation in Trabecular Bone Samples with Stepwise-Increasing Amplitude Loading, Materials Testing, Volume: 53, Issue: 6, Pages: 344-350. **IF=0,230, 15 pkt. MNiSW**
7. Topolinski T., Cichanski A., Mazurkiewicz A., Nowicki K., 2010, Investigation of statistical relationships between quantities describing bone architecture, its fractal dimensions and mechanical properties, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Volume: 12, Issue: 4, Pages: 69-77. **IF=0,432, 9 pkt. MNiSW**

Tabela 1. Zestawienie dorobku publikacyjnego po uzyskaniu stopnia doktora (wg. Biblioteki Głównej UTP)

	łączna liczba prac	liczba prac z IF	liczba prac z punktacją MNiSW	łączna wartość IF	łączna wartość punktacji MNiSW
Ogółem	65	7	25	8.764	308
Artykuł naukowy w czasopiśmie polskim	23	1	9	1.828	71
Artykuł naukowy w czasopiśmie zagranicznym	5	4	5	6.504	135
Artykuł w polskim czasopiśmie fachowym	2	1	2	0.432	13
Publikacja z konferencji polskiej	8	0	0	0.000	0
Publikacja z konferencji międzynarodowej	11	0	0	0.000	0
Publikacja z konferencji międzynarodowej w Web of Science	6	0	6	0.000	75
Rozdział w książce	3	0	3	0.000	14
Streszczenia referatów	6	0	0	0.000	0

3.3. Charakterystyka pozostałego dorobku naukowego

A) Monografie i rozdziały w monografiach:

1. Zastosowanie metody elementów skończonych do analizy przemieszczeń w płytkowym zespoleniu złamania trzonu kości udowej. W: Komputerowe Wspomaganie Nauki i Techniki CAX (tom II) / pod. red. Tadeusza Mikołajczyka i Janusza Musiała, strony: 85-92. Adres wydawniczy: Bydgoszcz - Wydawnictwa Uczelniane UTP, 2014 - współautor rozdziału w monografii.
2. Proposal calculations of stresses in the two-phase model of trabecular bone with using finite elements method. W: Actual Problems of Modern Science. Praca zbiorowa pod redakcją Janusza Musiała, Oleha Polishchuka, Sorokatyi Rusłana, strony 513-519. Adres wydawniczy: Khmelnytsky - Ukraine: Khmelnytsky National University, 2017 – współautor rozdziału w monografii.

3. Tribological behavior of biomaterials in simulated biological fluids conditions. W: Actual Problems of Modern Science. Praca zbiorowa pod redakcją Janusza Musiała, Oleha Polishchuka, Sorokatyi Rusłana, strony: 678-682. Adres wydawniczy: Khmelnytsky - Ukraine: Khmelnytsky National University, 2017 – współautor rozdziału w monografii.

B) Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe:**Wzory użytkowe i zgłoszenia patentowe:**

- Wzór użytkowy nr W.125727 zarejestrowany dnia 04.11.2016r. pt.: „Wielopłaszczyznowa przepustnica powietrza z mechanizmem awaryjnego zamknięcia”, autorzy: B. Ligaj, M. Chalamoński, M. Szymczak, A. Mazurkiewicz.
- Zgłoszenie patentowe nr P.420064 zarejestrowane dnia 30.12.2016r. pt.: „Uchwyt do mocowania kości udowej podczas testów doświadczalnych na maszynie do badań dynamicznych” Autorzy: Bogdan Ligaj, Adam Mazurkiewicz, Patryk Mauthe.
- Zgłoszenie patentowe nr P.423708 zarejestrowane dnia 04.12.2017r. pt.: „Przyrząd do badania ścięgien w warunkach obciążeń statycznych i zmiennych” Autorzy: Bogdan Ligaj, Adam Mazurkiewicz, Tomasz Topoliński.

Potwierdzenie zgłoszeń znajduje się w załączniku nr 8 do wniosku.

C) Sumaryczny impact factor IF według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:

- IF = 8,764

D) Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS):

- Liczba cytowań: 31

E) Indeks Hirscha h-index według bazy Web of Science (WoS):

- h-index = 4

F) Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach:

- Projekt badawczy KBN numer PB 3089/B/T02/2008/34 pt.: Wpływ struktury tkanki beleczkowej i lokalności jej uszkodzeń na własności mechaniczne kości jako element diagnozowania ich właściwości. Funkcja: główny wykonawca.

G) Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną:

H) Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych:

- autor lub współautor 38 prac wygłoszonych na 24 konferencjach (22 międzynarodowych, 2 krajowych).

3.4. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz informacja o współpracy międzynarodowej habilitanta**1) Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych:**

- Koordynator ds. współpracy z przemysłem, staży i praktyk studenckich w projekcie Unijnym "Inżynieria Biomedyczna - Kierunek Przyszłości" (POKL.04.01.01.-00-013/09).
- Uczestnictwo w programie ERASMUS – Wyjazdy w ramach programu na wymianę kadry naukowej:
 - wrzesień 2017, Portugalia, Uniwersytet Coimbra.
 - maj 2018, Hiszpania, Uniwersytet de Cordoba.

2) Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencjach międzynarodowych lub krajowych, ze szczególnym uwzględnieniem przewodniczenia lub współprzewodniczenia sesji:

- 10 Międzynarodowa konferencja „Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering”, Nowy Sad, Serbia, 2018, współprzewodniczący sesji.
- 6 Krajowa konferencja doktorantów „Nauka niejedno ma imię 2018”. Funkcja: członek Komitetu Naukowego, recenzent prac, przewodniczący sesji.
- VII „Ukraińsko – Polskie Naukowe Dialogi”, Chmielnicki 2017 (Ukraina). Funkcja: członek Komitetu Naukowego, recenzent prac.
- 5 Krajowa konferencja doktorantów „Nauka niejedno ma imię 2017”. Funkcja: członek Komitetu Naukowego, recenzent prac.
- 6 „Ukraińsko – Polskie Naukowe Dialogi”, Chmielnicki – Jaremche 2015 (Ukraina). Funkcja: członek Komitetu Naukowego, recenzent prac.
- 13 Konferencja „Komputerowe wspomaganie Nauki i Techniki CAX 2016”. Funkcja: członek Komitetu Naukowego.

3) Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione w pkt 3.3 G:

- Nagroda Indywidualna II stopnia Rektora UTP za osiągnięcia naukowe (2007r.).
- Nagroda zespołowa II stopnia Rektora UTP za osiągnięcia organizacyjne (2014r.).
- Nagroda Rektora UTP dla wyróżniających się pracowników nauki (2011r.).
- Nagroda Rektora UTP dla wyróżniających się pracowników nauki (2013r.).

4) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych:

5) Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami:

6) Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism:

- Redaktor naukowy działu Biomechanika w czasopiśmie Wydziału Inżynierii Biomedycznej UTP: Postępy w Inżynierii Mechanicznej – lista B, 3 pkt., wg aktualnego wykazu czasopism punktowanych MNiSW (od 2014r. do teraz).

7) Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach:

- Polskie Towarzystwo Biomechaniki.
- Polskie Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.
- Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich.
- European Society of Biomechanics.

8) Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki:

- Autorstwo podręcznika „Wprowadzenie do biomateriałów”, Wydawnictwo UTP, 2014.
- Autorstwo podręcznika „Biomateriały - laboratorium”, Wydawnictwo UTP, 2014.
- Opracowanie sylabusów, programów wykładów, ćwiczeń i laboratoriów z następujących przedmiotów:
 - Biomateriały – wykład.
 - Biomateriały – laboratorium.
 - Biomechanika Inżynierska – laboratorium.
 - Miernictwo wielkości nieelektrycznych – laboratorium.
 - Nauka o Materiałach – wykład.
 - Podstawy Projektowania Inżynierskiego – wykład.

-
- Maszynoznawstwo – wykład.
 - Komputerowe Wspomaganie Projektowania CAD – wykład i projekt w języku angielskim.
 - Grafika Inżynierska – wykład i projekt w języku angielskim.
 - Prowadzenie zajęć w języku angielskim dla studentów zagranicznych przebywających w UTP w Ramach programu ERASMUS, z przedmiotów: Komputerowe Wspomaganie Projektowania CAD oraz Grafika Inżynierska.
 - Wyjazd w ramach programu ERASMUS na wymianę kadry naukowej - wrzesień 2017, Portugalia, Uniwersytet Coimbra, maj 2018, Hiszpania, Uniwersytet de Cordoba.
 - Prezentowanie osiągnięć Koła Naukowego „BioMed” podczas imprez promujących Uniwersytet organizowanych przez miasto i Uniwersytet, takich jak:
 - Bydgoski Festiwal Nauki (impreza coroczna od 2014r.).
 - Piknik Astronomiczny (2016r.).
 - Drzwi otwarte UTP (impreza coroczna od 2014r.).

9) Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji:

- Założyciel i opiekun naukowy studenckiego koła biomechaników „BioMed” (2014r.).
- Studenci koła naukowego „BioMed”, podczas istnienia koła otrzymali 19 nagród i 3 wyróżnienia Rektora UTP, za osiągnięcia w pracy w kole.
- Promotor 31 prac inżynierskich i 12 prac magisterskich zrealizowanych na Wydziałach Inżynierii Mechanicznej i Zarządzania Uniwersytetu.
- Opiekun i współautor 12 publikacji zrealizowanych przez studentów Uniwersytetu.
- Opiekun naukowy studentów z USA i Turcji przebywających w Uniwersytecie na wymianie międzynarodowej (lata 2017, 2018).

10) Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego:

11) Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich:

- *Przed uzyskaniem stopnia doktora:* Dwa dwutygodniowe zagraniczne staże naukowe na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven – Holandia, lata: 2002, 2003 (podczas staży zrealizowano badania na potrzeby pracy doktorskiej).
- *Po uzyskaniu stopnia doktora:* Dwa dwutygodniowe zagraniczne staże naukowe na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven –

Holandia, lata: 2013, 2014 (podczas staży kontynuowano i rozwijano badania wykonane na potrzeby pracy doktorskiej).

12) Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów państwa, samorządu lokalnego, instytucji publicznych lub przedsiębiorców:

- Ekspertyza: „Zwiększenie efektywności energetycznej i materiałochłonności wybranych elementów linii technologicznej do produkcji bloków styropianowych” – praca zrealizowana dla firmy **Frost**. Funkcja: członek zespołu, rok wykonania 2014.
- Ekspertyza: „Ocena poprawności konstrukcji podstawy stołu obrotowego” – praca zrealizowana dla firmy **WAS**. Funkcja: członek zespołu, rok wykonania 2013.
- Ekspertyza: „Ocena stopnia innowacyjności konstrukcji linii do formowania ciastek typu płatki Maca, oszacowanie liczby osób niezbędnych do obsługi linii” – praca zrealizowana dla firmy **WIT-POL**. Funkcja: członek zespołu, rok wykonania 2011.
- Ekspertyza: „Ocena powstania uszkodzeń opancerzenia kabli energetycznych podczas produkcji” – praca zrealizowana dla **Bydgoskiej Fabryki Kabli**. Funkcja: członek zespołu, rok wykonania 2005.

Potwierdzenie realizacji wymienionych prac znajduje się w załączniku nr 8 do wniosku.

13) Udział w zespołach eksperckich i konkursowych:

- Przedstawiciel Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Komitecie Technicznym KT nr 204 ds. Rysunku technicznego i dokumentacji technicznej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (od 2016r. do teraz).
- Członek Rady Programowej kierunku studiów Inżynieria Biomedyczna (kadencja 2016-2020).
- Członek Senackiej Komisji ds. Współpracy z otoczeniem krajowym (kadencja 2016-2020).
- Członek Senackiej Komisji ds. Współpracy zagranicznej (kadencja 2016-2020).
- Członek Senackiej Komisji Dydaktycznej (kadencja 2016-2020).
- Członek Wydziałowej Komisji Dydaktycznej (Wydział Inżynierii Mechanicznej, kadencja 2016-2020).

14) Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych:

Czasopisma z listy A z impact factorem – 2 recenzje:

1. Drilling resistance: A method to investigate bone quality, czasopismo: Acta of Bioengineering and Biomechanics, numer pracy: ABB-00513-2015-03 (2014r.).

2. BoneCreo: a novel approach for generating a geometric model of the bone structure, czasopismo: Acta of Bioengineering and Biomechanics, Vol. 17, No. 3, 2015, DOI: 10.5277/ABB-00165-2014-02, (2015r.).

Czasopisma z listy B – 3 recenzje:

1. Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych rękawiczek diagnostycznych, czasopismo: Aktualne Problemy Biomechaniki, nr manuskryptu APB_030 (2017r.).
2. Analiza zakresu ruchów w stawach kończyny górnej podczas swingu golfowego z wykorzystaniem urządzenia „kinet” oraz w warunkach rzeczywistych, czasopismo: Aktualne Problemy Biomechaniki, nr manuskryptu APB_11_25 (2016r.).
3. Własności wytrzymałościowe i odporność aseptyczna pokryw foteli dentystycznych, czasopismo: Aktualne Problemy Biomechaniki, nr manuskryptu APB_11_18 (2016r.).

15) Inne osiągnięcia, nie wymienione w pkt. 3.3 A – H:

- Członek Senatu UTP (kadencja 2016-2020).
- Przewodniczący Komisji Skrutacyjnej Senatu UTP (kadencja 2016-2020).
- Członek Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej UTP (kadencja 2016-2020).
- Członek Uczelnianego Kolegium Elektorów (kadencja 2016-2020).
- Członek Wydziałowego Kolegium Elektorów (kadencja 2016-2020).
- Wydziałowy Koordynator ds. Bydgoskiego Festiwalu Nauki (lata 2013-2014).
- Ukończone 2 semestralne podyplomowe studia pedagogiczne (lata 2016-2017).
- Ukończony kurs kwalifikowanej pierwszej pomocy KPP – uzyskanie tytułu „ratownika” zgodnie z ustawą o państwowym ratownictwie medycznym z dn. 8 września 2006 r. (2013r.).
- Organizacja i udział w szkoleniu „Paszport techniczny urządzeń medycznych” – szkolenie nt. walidacji urządzeń technicznych w służbie zdrowia (2016r.).
- Organizacja pogadek szkoleń i pokazów dla studentów UTP z zakresu sprzętu medycznego i Inżynierii Biomedycznej (corocznie od 2014r.).
- Organizacja na Wydziale Inżynierii Mechanicznej wizyt uczniów szkół średnich – potencjalnych kandydatów na studentów (corocznie od 2015r.).
- Organizacja i współprowadzenie szkoleń z zakresu pierwszej pomocy przedmedycznej dla studentów i pracowników Wydziału Inżynierii Mechanicznej (lata 2015-2017).
- Członek Wodnego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego WOPR (od 1993r. do teraz), aktualnie w stopniu instruktora, od 2014r. do teraz na stanowisku wiceprezesa Chełmińskiego WOPR.

3.5. Otrzymane odznaczenia, medale i wyróżnienia

- Brązowy medal „Za Długoletnią Służbę”, 2014r.
- Brązowa Honorowa Odznaka WOPR – za zasługi dla organizacji, 2011r.
- Srebrna Honorowa Odznaka WOPR – za zasługi dla organizacji, 2014r.

Mazurkiewicz Adam