



POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
im. Tadeusza Kościuszki  
WYDZIAŁ MECHANICZNY  
Instytut Informatyki Stosowanej

## AUTOREFERAT

Załącznik do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego  
w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie **Budowa i Eksploatacja Maszyn**

dr inż. Aneta Gądek-Moszczak

Kraków, kwiecień 2019 roku

## Spis treści

1. Dane osobowe.....	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	4
3.1. Przebieg pracy zawodowej.....	4
3.2. Pełnione funkcje.....	4
4. Wskazanie osiągnięcia naukowego.....	5
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	5
4.2. Wykaz prac naukowych dokumentujących osiągnięcia naukowe, stanowiące podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.....	5
4.3. Omówienie celu i osiągniętych wyników prac naukowych oraz sposobu ich wykorzystania.....	7
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych.....	20
5.1. Osiągnięcia naukowo – badawcze przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych.....	20
5.2. Osiągnięcia naukowo – badawcze po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.....	23
6. Omówienie dorobku i osiągnięć popularyzatorskich, dydaktycznych, organizacyjnych.....	24
7. Podsumowanie – sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć.....	27

## 1. Dane osobowe

1.1. Imię i nazwisko: **Aneta Gądek-Moszczak**

1.2. Stopień naukowy: **doktor nauk technicznych**

1.3. Miejsce i adres zatrudnienia:

**Politechnika Krakowska**

**Wydział Mechaniczny**

**Instytut Informatyki Stosowanej**

**al. Jana Pawła II 37**

**31-864 Kraków**

**Tel. +48 12 628 36 34**

**e-mail:gadek@mech.pk.edu.pl**

## 2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

**2013 - Studia podyplomowe:** Nowoczesne narzędzia diagnostyki medycznej i terapii

Politechnika Krakowska

---

**2006 – stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika**

Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny

Temat rozprawy doktorskiej: *Komputerowa analiza obrazu regeneratu kostnego w metodzie Ilizarowa.*

Promotor: prof. dr hab. inż. Leszek Wojnar (Politechnika Krakowska)

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Marek Ogiela (Akademia Górniczo-Hutnicza)  
prof. dr hab. Daniel Zarzycki (Uniwersytet Jagielloński; Collegium Medicum)  
dr hab. inż. Grzegorz Milewski (Politechnika Krakowska)

**2004 – Studium Pedagogiczne Politechniki Krakowskiej**

Politechnika Krakowska

---

**2001 – tytuł zawodowy magistra inżyniera**

Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny

Kierunek: Inżynieria Materiałowa

Specjalność: Materiały Konstrukcyjne

Temat pracy dyplomowej: *Ocena szerokości szpary stawowej metodami komputerowej analizy obrazu (studia ukończone z wyróżnieniem)*

Promotor: prof. dr hab. inż. Leszek Wojnar  
prof. dr hab. inż. Stanisław Mazurkiewicz

### 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

#### 3.1. Przebieg pracy zawodowej

W październiku 2001 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej rozpoczęłam studia doktoranckie na kierunku Mechanika Komputerowa. Od 1 lipca 2003 roku rozpoczęłam pracę w Instytucie Informatyki Stosowanej Politechniki Krakowskiej na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego. W ramach pracy realizowałam zajęcia dydaktyczne prowadzone przez Instytut na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych. W kwietniu 2006 roku otrzymałam mianowanie na stanowisko adiunkta naukowo-dydaktycznego, na którym pracuję do chwili obecnej.

Odbyłam 3 staże naukowe, które pozwoliły mi na poszerzenie wiedzy z zakresu: inżynierii mechanicznej – staż na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie (2014), nowoczesnych technik obrazowania w Zakładzie Radiologii Krakowskiego Szpitala im. Jana Pawła II w Krakowie (2014 r.) oraz zastosowania nowoczesnych technik obrazowania do badań inżynierskich - staż na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej (2015). Podnosiłam swoje kwalifikacje oraz umiejętności biorąc udział w szkoleniach i seminariach (**Załącznik 5, II R**).

Lata pracy	Stanowisko
2011 –	Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Katedra Podstaw Informatyki. Praca na stanowisku <b>adiunkta</b> naukowo-dydaktycznego
2007 – 2011	Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Laboratorium Komputerowej Analizy Obrazu. Praca na stanowisku <b>adiunkta</b> naukowo-dydaktycznego
2006 – 2007	Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Katedra Podstaw Informatyki. Praca na stanowisku <b>adiunkta</b> naukowo-dydaktycznego
2003 – 2006	Politechnika Krakowska, wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Zakład Komputerowej Analizy Obrazu. Praca na stanowisku <b>asystenta</b> naukowo-dydaktycznego

#### 3.2. Pełnione funkcje

Moje zaangażowanie w pracę zawodową obejmowało nie tylko działalność dydaktyczną i naukową ale również organizacyjną.

Pełniłam funkcję kierownika Laboratorium Komputerowej Analizy Obrazu, dyrektora ds. dydaktyki w Instytucie Informatyki Stosowanej, a obecnie pełnię funkcję dyrektora ds. nauki w Instytucie Informatyki Stosowanej. Brałam udział w pracach Rady Wydziału jako przedstawiciel asystentów i adiunktów. Byłam członkiem Wydziałowej Komisji Dydaktycznej, Wydziałowej Komisji Finansowej oraz zostałam powołana do Senackiej Komisji Dyscyplinarnej ds. Nauczycieli Akademickich. Aktywnie uczestniczyłam w opracowaniu Uczelnianego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia jako członek

Zespołu merytorycznego, którego zadaniem było wypracowanie struktury, zadań i podstawowych procedur USZJK za co otrzymałam Nagrodę Rektora Zespołową I Stopnia w 2013 r (**Załącznik 4, II D**).

<b>Lata pełnienia funkcji</b>	<b>Funkcja</b>
<b>2016 -</b>	<b>Zastępca dyrektora</b> ds. nauki Instytut Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska.
<b>2009-2016</b>	<b>Zastępca dyrektora</b> ds. dydaktyki Instytut Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska. Członek <b>Senackiej Komisji Dyscyplinarnej ds Nauczycieli Akademickich</b> . Członek <b>Wydziałowej Komisji Finansowej</b> .
<b>2009-2015</b>	Członek <b>Wydziałowej Komisji Dydaktycznej</b>
<b>2012-2013</b>	<b>Członek zespołu merytorycznego</b> ds. opracowania Uczelnianego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia
<b>2007-2011</b>	<b>Kierownik</b> Laboratorium Komputerowej Analizy Obrazu, Instytut Informatyki Stosowanej, Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej.

#### 4. Wskazanie osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, które stanowi podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego i jest znaczącym wkładem w rozwój dyscypliny **Budowa i Eksploatacja Maszyn**, według art. 16. Ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 zez zm.) jest **cykl 9 publikacji powiązanych tematycznie**, na których składa się **monografia** oraz **8 artykułów naukowych** opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (lista A wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – 3 artykuły), w czasopismach krajowych znajdujących się poza bazą JCR (lista B wykazu ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego), indeksowanych w bazie Web of Science (bez wyliczonego wskaźnika *Impact Factor*).

##### 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

***Metaanaliza, formalizacja i taksonomia metod analizy obrazu i stereologii w ocenie materiałów konstrukcyjnych stosowanych w technologiach inżynierii mechanicznej***

##### 4.2. Wykaz prac naukowych dokumentujących osiągnięcia naukowe, stanowiące podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

###### Monografia

**H1 Gądek-Moszczak A.:** *Zastosowanie metod analizy obrazu i stereologii w ocenie właściwości materiałów konstrukcyjnych stosowanych w technologiach inżynierii mechanicznej*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2019, s. 144, ISBN: 978-83-65-991-75-1

Recenzenci wydawniczy:

dr hab. inż. Andrzej Pacana, prof. PRz

dr hab. inż. Robert Ulewicz, prof. PCz

	Publikacje	Udział autorski	IF	Punkty MNISZW
<b>H2</b>	<b>Gądek-Moszczak A.</b> , Radek N., Wroński S., Tarasiuk J.: <i>Application the 3D Image Analysis Techniques for assessment the quality of the material surface layer before and after laser treatment</i> , Advanced Materials Research (2014) vol. 874, s. 133-138.	<b>70%</b>		<b>7</b>
<b>H3</b>	Pliszka I., Radek N., <b>Gądek-Moszczak A.</b> : <i>Ocena właściwości tribologicznych oraz struktury geometrycznej powłok elektroiskrowych WC-Cu modyfikowanych laserowo</i> , Tribologia (2015), vol. 4, s. 133-144.	<b>34%</b>		<b>15</b>
<b>H4</b>	<b>Gądek-Moszczak A.</b> , Radek N., Pliszka I.: <i>The impact of detection methods on the results of quantitative analysis of the surface layer WC-Co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i> , Solid State Phenomena (2015) vol. 235, s. 45-51	<b>60%</b>		<b>10</b>
<b>H5</b>	Pliszka I., Radek N., <b>Gądek-Moszczak A.</b> : <i>Properties of Wc-Cu electro spark coatings subjected to laser modification</i> , Tribologia (2017), vol. 5, s. 73-79.	<b>40 %</b>		<b>15</b>
<b>H6</b>	Radek N., Szczotok A., <b>Gądek-Moszczak A.</b> , Dwornicka R., Broncek J., Pietraszek J.: <i>The impact of laser processing parameters on the properties of electro-spark deposited coatings</i> , Archives of Metallurgy and Materials (2018), vol. 63(2), s. 809-816.	<b>25%</b>	<b>0.625</b>	<b>30</b>
<b>H7</b>	<b>Gądek-Moszczak A.</b> , Radek N., Pasieczyński Ł., Szlązak K.: <i>Use of X-ray microtomography for analysis of an anti-graffiti coating system</i> , Przemysł Chemiczny (2019) vol. 98(4), s.621-624.	<b>70%</b>	<b>0.399</b>	<b>15</b>
<b>H8</b>	Korzekwa J., <b>Gądek-Moszczak A.</b> , Bara M.: <i>The influence of sample preparation on SEM measurements of anodic oxide layers</i> , Practical Metallography (2016), vol. 53, s. 36-49.	<b>55%</b>	<b>0,216</b>	<b>15</b>
<b>H9</b>	<b>Gądek-Moszczak A.</b> , Korzekwa J.: <i>Methods of correction of typical defects in the digital images on the example of anodic oxide layers</i> , Technical Transactions (2016), vol. 3M/2016, s.23-29.	<b>80%</b>		<b>13</b>

W pracach stanowiących cykl **publikacji** powiązanych tematycznie **H1-H9** mój udział polegał na inicjowaniu tematu, opracowaniu strategii badań obrazowych, opracowaniu metodyki pomiarów cech geometrycznych badanych elementów i realizacji pomiarów poprzez stworzenie dedykowanych rozwiązań algorytmicznych, opracowaniu wyników i ich dyskusji ze współautorami, opracowaniu wniosków i redagowaniu publikacji, konsultacji tekstu ze współautorami. Średni udział procentowy w opracowanie cyklu publikacji powiązanych tematycznie (z wyłączeniem monografii) **H2-H9** wynosi **54%**.

Sumaryczny *Impact Factor* publikacji wchodzących w skład cyklu publikacyjnego **H2-H9** wynosi **1,24** przy całkowitym *Impact Factor* wszystkich moich publikacji po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych **7,749**. Liczba punktów wg listy MNiSW wynosi **120** (bez uwzględnienia udziału procentowego), przy całkowitej liczbie punktów **396** (bez uwzględnienia udziału procentowego).

Kopie prac, stanowiących podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego wraz z oświadczeniami współautorów, określającymi indywidualny wkład każdego z nich w powstanie prac **H2-H10**, zawarto w **Załączniku nr 6** (Kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe) oraz **Załączniku nr 7** (Oświadczenia współautorów).

#### **4.3. Omówienie celu i osiągniętych wyników prac naukowych oraz sposobu ich wykorzystania**

Tematyka prac podejmowanych w ramach działalności naukowej mieści się w dyscyplinie **Budowa i Eksploatacja Maszyn**. Łączy wiele zagadnień, które mają wpływ na właściwości użytkowe elementów maszyn i urządzeń. **Analiza struktur geometrycznych elementów maszyn jest jednym z istotnych elementów procesu oceny poprawności ich wytworzenia, zmian parametrów procesu wytwarzania, stanu ich eksploatacji czy przyczyn zniszczenia.** Jest jednym z pierwszych i podstawowych badań, których wyniki mają wpływ na decyzję o podjęciu działań korygujących i w efekcie podwyższenie jakości wytwarzania.

Różnorodność technik odwzorowania struktur geometrycznych, wykraczających poza badania mikroskopowe, oraz metod ich opisu – przy jednoczesnym dynamicznym rozwoju zaawansowanych tworzyw, z których wykonywane są elementy maszyn – sprawia, że wybór optymalnego źródła i techniki obrazowania oraz metod ilościowego opisu wymaga wykorzystania wiedzy eksperckiej obejmującej kilka obszarów wiedzy: technik obrazowania, stereologii, analizy obrazu, statystyki. Brak opracowania opisującego jednoznacznie cały proces badania, od momentu stwierdzenia potrzeby technologicznej aż do uzyskania wyników cyfrowych pomiarów, stał się dla mnie inspiracją do podjęcia tego zagadnienia.

Od początku swojej kariery naukowej zajmowałam się problematyką opisu struktur geometrycznych na podstawie ich cyfrowych obrazów dwu i trójwymiarowych. **Wyniki badań własnych i obcych potwierdzają, że problem wpływu doboru istotnych parametrów procesu analizy obrazu na ilościową charakterystykę struktur geometrycznych badanych obiektów i na wiarygodność opisu ich struktur stanowi ważne zagadnienie dla obszaru budowy i eksploatacji maszyn.**

Dostrzegając potrzebę opisu procesu, który może być podstawą systemu ekspertowego, podjęłam wysiłek stworzenia modelu analizy w celu optymalizacji procedur badawczych, odpowiednich dla badanych elementów maszyn. W mojej opinii to może przełożyć się na redukcję kosztów analizy, przy jednoczesnej maksymalizacji informacji o badanym obiekcie.

**Głównym celem pracy, której realizacja przyjęła postać monografii H1, było stworzenie formalnego opisu procesu badania i analizy cech geometrycznych struktur, aby ocenić ich właściwości użytkowe, istotne z punktu widzenia inżynierii mechanicznej.**

Zakres podjętych prac obejmował:

1. **Identyfikację typowych sekwencji postępowania proceduralnego** w trakcie rozpatrywanych badań i analiz: jakie operacje, w jakiej kolejności i za pomocą jakich metod i narzędzi należy

wykonać, aby uzyskać żądaną informację o właściwościach użytkowych istotnych z punktu widzenia inżynierii mechanicznej.

2. **Identyfikację obiektów** (tzw. bytów ontologicznych w sensie inżynierii wiedzy), zarówno materialnych, jak i logicznych, które stanowią zasadniczy szkielet powyższych procedur.
3. **Przypisanie obiektom deskryptorów**, czyli cech istotnych z punktu widzenia ich wzajemnej interakcji i algorytmizacji procesu decyzyjnego.
4. **Regułowe opisanie procesu decyzyjnego**, który dla zadanego materiału i żądanych o nim informacji umożliwia wybranie właściwego sposobu postępowania: metodyki przygotowania materiału, akwizycji danych, wstępnego przetwarzania zbioru danych, metod analizy i właściwych parametrów opisowych.

Zrealizowany zakres prac jest zgodny z zaleceniami inżynierii wiedzy dla tworzenia opisów proceduralnych stanowiących podbudowę tzw. systemów opartych na wiedzy (*ang. knowledge – based system*) i dzięki temu stanowi właściwą podstawę teoretyczną dla ewentualnej budowy w przyszłości doradczego systemu ekspertowego.

Osiągnięcie wyznaczonego celu było uwarunkowane realizacją wyznaczonych zadań, których syntetyczny opis przedstawiono w **H1**. Badania cząstkowe, mające istotny wpływ na kształt proponowanego modelu stanowiły element mojej działalności naukowej od kilku lat i znalazły odzwierciedlenie w publikacjach w czasopiśmie naukowych anglojęzycznych, publikacjach indeksowanych w bazie *Web of Science* i *Scopus* oraz w czasopiśmie krajowych z listy B wykazu czasopism MNiSW (**H2-H9**).

Moje prace dotyczące analizy struktur geometrycznych warstw powierzchniowych stały się inspiracją do uogólnienia problematyki doboru technik obrazowania i metod badawczych odpowiednio do założonych celów technologicznych. Wykorzystanie nowoczesnych technik obrazowania w tym obrazowania 3D pozwala na wgląd w głąb badanego elementu ale również stwarza potrzebę tworzenia nowych narzędzi ich opisu, czyli nowych parametrów i metod wyznaczania. W pracach **H2**, **H4** i **H7** określałam nowe obszary zastosowania technik obrazowania nanotomograficznego przy badaniu powłok. Badania takie nie są powszechne w obszarze inżynierii powierzchni. Poprzez przeprowadzone analizy zdefiniowałam możliwości ich zastosowania, jak również zagrożenia płynące z przeprowadzania analiz w przypadku niespełnienia wskazanych przeze mnie zaleceń, które dodatkowo zostało ujęte w **H1 w rozdziale 3.4.6**. Przedmiotem badań były dwa odmienne systemy powierzchniowe: warstwa z  $Wc-CoAl_2O_3$  i system powłokowy antygraffiti. Wnioski z przeprowadzonych analiz znalazły swoje odzwierciedlenie w opracowanej monografii przy określaniu drzewa decyzyjnego wyboru odpowiedniej techniki obrazowania.

Wykorzystanie zróżnicowanych technik obrazowania warstwy powierzchniowej i warstwy wierzchniej w kontekście wpływu parametrów procesu technologii wytwarzania powłoki i jej właściwości użytkowych zostało przedstawione w **H3**, **H5**, **H6**. Ocena wpływu morfologii elementów struktury na właściwości użytkowe była jednym z ważniejszych elementów moich badań. Wnioski płynące z zaobserwowanych relacji pomiędzy strukturą geometryczną a badanymi właściwościami użytkowymi badanych warstw powierzchniowych pozwoliło na ustalenie klasyfikacji parametrów stereologicznych możliwych do wyznaczenia na obrazach dwuwymiarowych pozyskiwanych za pomocą różnych technik ważnych z punktu widzenia przeprowadzania diagnostycznych badań obrazowych. Dotyczy



to zarówno badań wchodzących w skład procedur kontroli jakości wytwarzania wyrobów jak i badań oceniających stan eksploatacji elementów maszyn.

Wpływ preparatyki i doboru metod przetwarzania obrazów cyfrowych struktur geometrycznych na wyniki analizy warstwy wierzchniej została zbadana w pracach **H8** i **H9**. W ramach prowadzonych badań wykazano, że na przykładzie analizowanych warstw powierzchniowych, dobór materiału napyłanego na próbkę w celu umożliwienia jej obserwacji za pomocą mikroskopii skaningowej (SEM), może doprowadzić do całkowitego zniekształcenia obserwowanej struktury geometrycznej. Równie istotny wpływ na wynik pomiarów parametrów struktury ma dobór technik korekty obrazu cyfrowego i detekcji. Wnioski te są spójne z wynikami badań i analiz zaprezentowanych w pracach **H1** i **H3**. Wnioski z badań przeprowadzonych i opisanych w **H8** i **H9** zostały ujęte w **H1** w **rozdziałach 3.4.5** i **3.4.6**.

**Stworzenie sformalizowanego opisu procesu analizy cech geometrycznych struktur, aby ocenić ich właściwości użytkowe, istotne z punktu widzenia inżynierii mechanicznej wymagało identyfikacji typowych sekwencji postępowania.**

Badanie struktur geometrycznych elementów maszyn można podzielić na kilka etapów, z których każdy, od zdefiniowania celu badawczego do analizy wyników pomiarów jest równie istotny i może mieć wpływ na ostatecznie uzyskany wynik pomiarów.

Zidentyfikowałam siedem głównych etapów procesu oraz zaproponowałam przebieg kluczowych sekwencji postępowania proceduralnego dla najważniejszych z punktu widzenia wiarygodności przeprowadzanych badań (**H1**, **rozdz. 3.1**) na podstawie czterech najczęściej występujących potrzeb technologicznych, w których analiza struktur geometrycznych elementów pełni istotną rolę.

Są to następujące zagadnienia:

1. Ocena poprawności wytworzenia elementu części maszyn,
2. Ocena wpływu zmian procesu technologicznego na strukturę geometryczną materiału.
3. Ocena stanu eksploatacyjnego elementu części maszyn.
4. Analiza przyczyn zniszczenia elementu.

**Ocena poprawności wytworzenia** części maszyn i urządzeń jest elementem nadzoru procesów wytwarzania i pozwala na diagnozę ewentualnych wad oraz ich przyczyn.

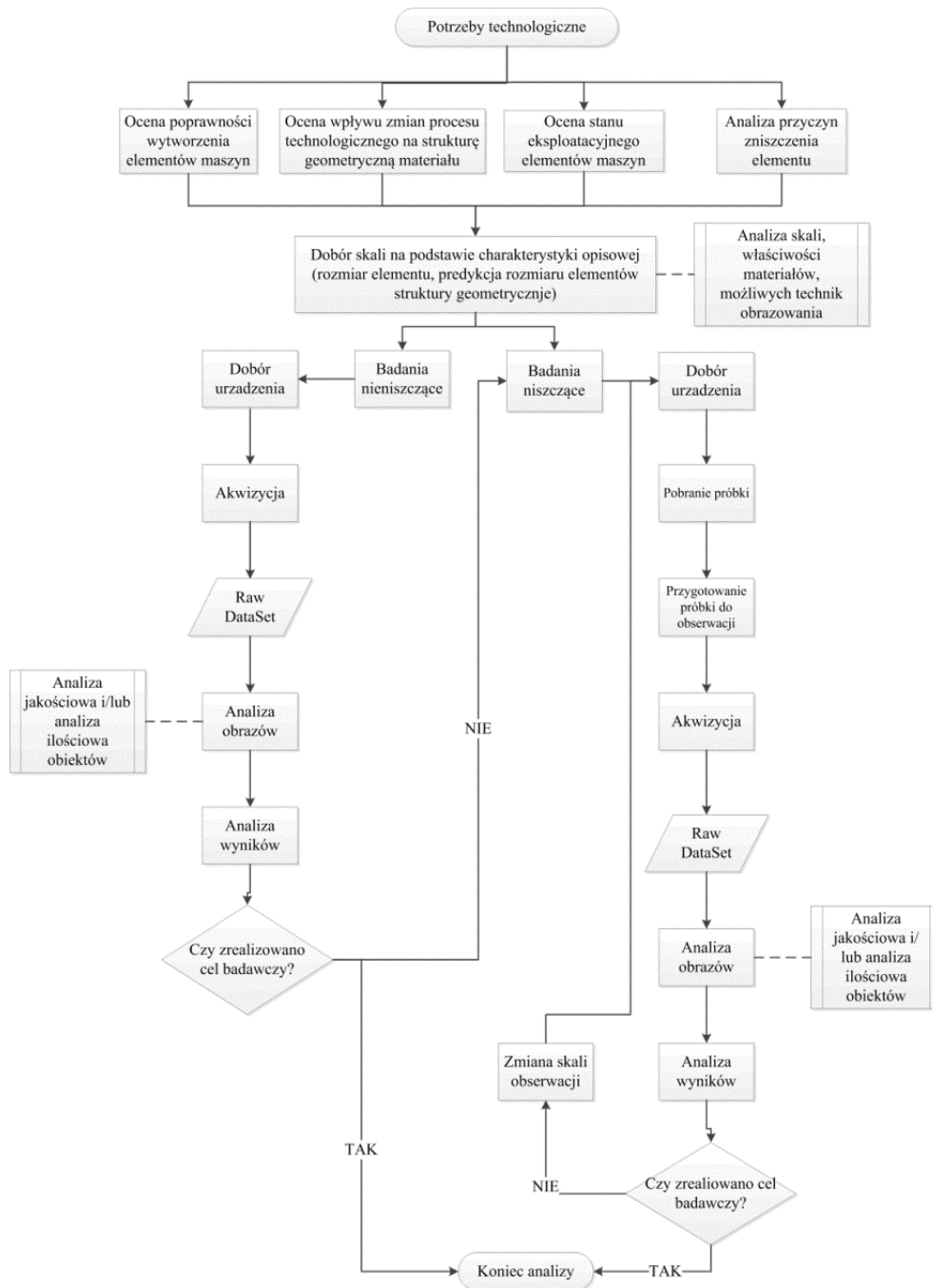
**Ocena wpływu zmian procesu technologicznego** na strukturę geometryczną materiału pozwala na kontrolę kluczowych procesów technologicznych i wpływu ich parametrów na wyrób końcowy.

**Ocena stanu eksploatacyjnego** części maszyn dotyczy zarówno badań całych elementów po zakończonym procesie eksploatacji, jak i elementów maszyn i urządzeń będących w trakcie eksploatacji. Ocena taka umożliwi ustalenie stanu technicznego badanego elementu oraz ewentualną ocenę występujących wad.

**Analiza przyczyn zniszczenia elementu maszyn i urządzeń** jest jednym z najważniejszych elementów diagnostyki, gdyż pozwala na ustalenie, czy czynnik powodujący zniszczenie był po stronie technologii wytwarzania elementu, czy niewłaściwego użytkowania.

W zależności od podjętego celu badawczego oraz przedmiotu badania, dokonywany jest dobór technik obrazowania. W pracy zaproponowałam klasyfikację znanych mi urządzeń wykorzystywanych do obrazowania struktur geometrycznych elementów maszyn i materiałów konstrukcyjnych oraz kryteria ich doboru w zależności od skali obserwacji i tworzywa z jakiego wykonano badany element.

Całościowe ujęcie proponowanej sekwencji postępowania proceduralnego dla procesu badania cech struktur geometrycznych ilustruje rys.1.



Rys. 1. Uogólniony schemat przebiegu procesu analizy obrazu [H1]

Kolejnym zadaniem, koniecznym z punktu widzenia stworzenia drzewa decyzyjnego procesu badań, było **zidentyfikowanie obiektów badań i ich cech fizyko-chemicznych, które determinują preselekcję technik obrazowania i metod analizy obrazu**. Dążyłam do stworzenia modelu procesu analizy cech struktur geometrycznych, który znajdowałby możliwie najszersze zastosowanie i dlatego w swoich rozważaniach wzięłam pod uwagę wszystkie grupy materiałów inżynierskich:

1. metale i ich stopy,
2. ceramika,
3. polimery,
4. kompozyty na osnowie metalowej,
5. Kompozyty na osnowie polimerowej,
6. kompozyty na osnowie ceramicznej.

Przeprowadziłam analizę ich właściwości istotnych z punktu widzenia możliwości obrazowania dostępnymi technikami obrazowania. W celu uelastycznienia proponowanego rozwiązania i uniezależnienia od rodzaju badanego elementu i skali obserwacji zaproponowałam uproszczoną klasyfikację elementów struktur geometrycznych poddawanych analizie. Analiza obejmuje zarówno badania przeprowadzane na dwuwymiarowej jak i trójwymiarowej reprezentacji obiektu badań.

**Zdefiniowałam uogólnione obszary analizy, wyróżniając: przekroje, rzuty, całe obiekty (rekonstrukcja 3D), warstwy wierzchnie i warstwy powierzchniowe, przypisując im możliwe obszary analizy i dokonałam klasyfikacji parametrów stereologicznych i zalecanych metod analitycznych ich wyznaczania.**

Łącząc właściwości tworzywa, z którego wykonano badany element maszyn, możliwą skalę obserwacji oraz elementy struktury będące przedmiotem analizy przeprowadzałam metaanalizę dostępnych technik obrazowania. Wzięłam pod uwagę 13 technik obrazowania umożliwiających obserwację od skali makroskopowej do nanometrycznej. Zaproponowałam klasyfikację urządzeń według źródła obrazowania. Następnie w czterostopniowej skali oceny, oceniłam jakość obrazu uzyskanego dla danego materiału i źródła informacji, co stanowi jedno z pierwszych kryteriów wstępnego doboru urządzenia obrazującego dla badanego elementu maszyny. Kolejnym krokiem jest wskazanie obszaru analizy i odpowiadające im możliwe skale i techniki obrazowania. **Takie zestawienie jest kolejnym elementem selekcji technik obrazowania, z których możemy wykluczyć te, dla których tworzywo, z którego wykonany jest element, nie pozwala na uzyskanie dobrej jakości odwzorowania.**

Po dokonaniu wyboru techniki obrazowania, kolejnym etapem procesu wymagającym wykorzystania specyficznej wiedzy eksperckiej jest ocena jakościowa uzyskanego obrazu struktury geometrycznej. Ocena ta z powodu widoczności elementów na ich cyfrowej reprezentacji wpływa na klasyfikację obrazów jako możliwe/niemożliwe do analizy. Ocena ekspercka klasyfikuje obraz według zaproponowanych przeze mnie uogólnionych cech obrazów. Zaproponowany opis uniezależnia proces doboru parametrów analizy ilościowej od rodzaju tworzywa z jakiego został wytworzony badany element. Cechy, które w ramach oceny eksperckiej będą określane dla każdego badanego elementu są:

- liczba klas, gdzie klasą będzie każdy rozróżnialny na obrazie cyfrowym obszar, odpowiadający, jednemu rodzajowi elementów struktury geometrycznej,
- jednorodność struktury geometrycznej,
- pasmowość zróżnicowania strukturalnego,
- klasteryzacja elementów struktury.

Wstępny opis obrazu wykonany przez eksperta umożliwia dokonanie wyboru odpowiednich parametrów algorytmów analizy obrazu oraz parametrów stereologicznych wyznaczanych na etapie pomiarów cyfrowych. Określenie i zidentyfikowanie liczby klas elementów struktury geometrycznej

pozwała na ustalenie parametrów automatycznej ich detekcji i doboru odpowiednich parametrów stereologicznych do ich opisu. Stwierdzenie braku jednorodności oraz typów niejednorodności skutkuje doбором parametrów stereologicznych, które w sposób obiektywny umożliwiają analizę tego zjawiska. Pasmowość zróżnicowania strukturalnego wymaga zastosowania dwuetapowej analizy elementów struktury geometrycznej, pierwsza analiza opisuje wszystkie obiekty druga przeprowadza detekcję pasm i traktuje zbiór obiektów jako jeden. Klasteryzacja, czyli zjawisko nakładania się na siebie analizowanych elementów struktury geometrycznej wymaga zastosowania specyficznych rozwiązań algorytmicznych, które umożliwiają ich separację, co zapewnia uzyskanie wiarygodnych wyników analizy ilościowej.

Dokonałam metaanalizy znanych metod stereologicznych wyznaczania parametrów opisu struktur geometrycznych, a także metod komputerowej analizy obrazu. **Zaproponowałam uogólnioną klasyfikację możliwych elementów struktury i przypisałam im możliwe do wyznaczenia parametry opisu ich cech geometrycznych, co pozwoliło na uniezależnienie proponowanego modelu analizy od rodzaju badanego elementu, tworzywa z jakiego zostało wytworzone, skali obserwacji. Takie podejście sprawiło, że model jest uniwersalny i może być stosowany do tworzenia procesu analizy struktur geometrycznych niezależnie od rodzaju badanych elementów i stwierdzonej potrzeby technologicznej.** Przedstawiłam zestawienie jakie elementy struktury mogą być elementem zdefiniowanych wcześniej obszarów w dwuwymiarowej i trójwymiarowej przestrzeni analizy. Pozwoliło to na zawężenie obszaru decyzji i umożliwi w przyszłości automatyczne wyznaczanie właściwych parametrów ilościowych charakteryzujących dowolne elementy struktury w analizowanych obszarach.

Wybór parametrów ilościowej analizy struktur geometrycznych poprzedza właściwą analizę obrazu, gdyż ich dobór determinuje ostateczny dobór algorytmów przetwarzania i analizy danych cyfrowych. Procedury analizy obrazu umożliwiają detekcję elementów, które są poddawane pomiarom. Pozwalają również na korektę tych wad obrazów odwzorowujących elementy geometryczne, które mogły powstać na etapie zarówno akwizycji, jak i na etapie przygotowania elementu do obrazowania.

Mając na uwadze powszechność zarówno problemów związanych z właściwym przygotowaniem obiektów do akwizycji ich obrazu, jak i problemów związanych z niedoskonałością technik obrazowania, dokonałam analizy czynników wpływających na wiarygodność ilościowej analizy klasyfikując ich wpływ na powtarzalność i wiarygodność analizy: jako wysoki, średni, niski. **Zaproponowałam kryteria wielkości minimalnej obiektów, na których przeprowadzane są pomiary, co umożliwia zminimalizowanie błędów w pomiarach spowodowanych zbyt dużym uproszczeniem odwzorowania obiektów na ich cyfrową reprezentacją w postaci obrazu.** Wiarygodny opis struktur geometrycznych elementów maszyn jest zależny od wielu czynników, które zostały przedstawione w **H1 w rozdziale 3.4.6.** Właściwy dobór techniki obrazowania jest uwarunkowany podjętym celem badawczym i wymaga starannej analizy właściwości materiałowych badanego elementu, typów struktur geometrycznych i możliwości obrazowania jakie przedstawiają omawiane przez autorkę techniki. Jest to wieloaspektowe zagadnienie obejmujące zarówno wymiarowość, skalę, dokładność przestrzennego odwzorowania pozyskiwanych obrazów rozumianą nie tylko jako rozdzielczość przestrzenną, ale również wyrazisty kontrast pomiędzy analizowanymi elementami i pozostałymi elementami struktury, nie będącymi w obszarze zainteresowania badacza. Dobór techniki obrazowania determinuje metody przygotowania elementu do badania. Na pozyskanym obrazie, który stanowi materiał badawczy, dokonywane są pomiary cech geometrycznych obiektów. Są on wyznaczane pośrednio (na obrazach 2D) lub bezpośrednio (na obrazach 3D) poprzez parametry

stereologiczne, które opisują w sposób ilościowy analizowany element. Trafność doboru parametrów ma wpływ na czułość metody analizy i jest równie ważnym elementem jak wszystkie omawiane elementy procesu.

Po przeprowadzeniu metaanalizy wiedzy z zakresu właściwości materiałów, technik obrazowania i metod ich opisu, kolejnym krokiem było **opracowanie taksonomii zidentyfikowanych w procesie obiektów ontologicznych**. Obejmuje ona zdefiniowanie zbioru MATERIAŁ zawierający osiem kategorii materiałowych:

**MATERIAŁ** = {metal, ceramika, polimer, metal-metal, ceramika-ceramika, polimer-polimer, metal-ceramika, metal-polimer, polimer-ceramika}.

Wyróżniłam dwie wymiarowości analizowanych obrazów, co definiuje zbiór WYMIAROWOŚĆ zawierający dwie kategorie:

**WYMIAROWOŚĆ** = {2D, 3D}.

W przypadku technik obrazowania określiłam je poprzez medium fizyczne umożliwiające tworzenie odwzorowania w postaci obrazu, czyli źródło informacji. Wyróżniłam pięć kategorii i zdefiniowałam zbiór ŹRÓDŁO zawierający pięć kategorii oddziaływań:

**ŹRÓDŁO** = {kontakt, światło, ultradźwięk, elektron, RTG}.

Z uwagi na fakt trudności jednoznacznego jej opisu, oceny dokonuje się najczęściej subiektywnie w kilkustopniowej skali.

Do oceny jakości obrazów wybrałam skalę subiektywną o czterech kategoriach: *bardzo zła, zła, dobra, bardzo dobra*:

**JAKOŚĆ\_OBRAZU** = {bardzo\_zła, zła, dobra, bardzo\_dobra}.

W ewentualnej fazie obliczeniowej te cztery wartości lingwistyczne można traktować jako albo dyskretny, albo przedziałowy wariant oceny rozmytej. Zrezygnowałam z klasycznej oceny rozmytej, gdyż narzuca ona konieczność zbyt precyzyjnego ilościowego wyrażenia wartości funkcji przynależności, a w rozważanych przypadkach nie ma podstaw do przyjęcia jakichkolwiek konkretnych wartości. Krytykę tę zresztą wyraził już Pedrycz, który jako remedium zaproponował zbiory cieniowane, ale ta propozycja jest z kolei zbyt uboga, aby znaleźć tu zastosowanie.

W trakcie analizy czynników mogących mieć wpływ na wspomnianą jakość, ustaliłam dwa dominujące czynniki: rodzaj materiału, który jest poddawany analizie oraz typ medium fizycznego będącego źródłem informacji.

Reasumując, powyższe rozważania można formalnie zapisać jako odwzorowanie:

OCENA: **MATERIAŁ** × **ŹRÓDŁO** → **JAKOŚĆ\_OBRAZU**

które dla danego materiału oraz źródła informacji określa jakość obrazu.

Wyróżniłam również 13 odrębnych kategorii technik obrazowania (zob. **H1** rozdział **3.4.1**), które łącznie tworzą zbiór **TECHNIKI\_OBRAZOWANIA** (akronimy zgodnie z oznaczeniami zaproponowanymi w **H1** w rozdział **3.4.1**):

**TECHNIKI\_OBRAZOWANIA** = {DR, DU, MŚ, P, MK, CT, TEM, STEM, HRTEM, SEM, AFM, FIB-SEM, TS}.

Każda z tych technik posiada jednoznaczne dowiązanie do medium fizycznego będącego źródłem informacji, wymiarowości uzyskiwanych danych (2D vs. 3D) oraz wieloznaczne (w ogólności) dowiązanie do możliwych skal obserwacji przedstawionych w **H1 w rozdziale 3.4.2**.

Powyższa klasyfikacja ma charakter otwarty tzn. w przypadku pojawienia się nowej techniki obrazowania, która wyraźnie odbiega swoimi cechami od powyższych kategorii, można wprowadzić nową kategorię wiążąc ją z odpowiednim medium fizycznym, którego oddziaływanie z materiałem badanego elementu lub wyrobu jest źródłem informacji.

Należy pamiętać, że w fazie implementacyjnej powyższe kategorie taksonomiczne mogą zostać zaimplementowane jako rozbudowane klasy zawierające wiele dodatkowych użytecznych informacji. W szczególności mogą to być informacje tekstowe (producenci i typy urządzeń dla danej techniki obrazowania), liczbowe (cena zakupu urządzenia, przeciętna cena usługi obrazowania w danej technice), lokalizacyjne (adresy i dane kontaktowe ośrodków świadczących usługi obrazowania w danej technice) lub fotograficzne i filmowe (przykłady realizacji obrazowania, szczegółowe instrukcje wykonywania obrazowania, przykłady typowych błędów realizacyjnych).

Wyróżniłam 3 odrębne kategorie skal obserwacji (**H1, rozdział 3.4.2**), które łącznie tworzą zbiór **SKALE\_OBSERWACJI** (nazwy kategorii zgodne z **H1, rozdz. 3.4.2**):

**SKALE\_OBSERWACJI** = {makroskopowa, mikroskopowa, nanometryczna}.

Zastosowane są zmienne lingwistyczne, gdyż możliwe zakresy poszczególnych skal zachodzą na siebie:

- skala makroskopowa 0...10x,
- skala mikroskopowa 2x...1500x,
- skala nanometryczna 10x...1,5 mln x.

Powyższa klasyfikacja ma charakter otwarty. Jeżeli w fazie realizacji przyszłego systemu ekspertowego zaszłaby konieczność jej modyfikacji to można zarówno skorygować proponowane zakresy poszczególnych skal, jak i wprowadzić nowe zmienne lingwistyczne opisujące ewentualne dodatkowe zakresy skal.

Proces akwizycji i analizy obrazu w kontekście inżynierii mechanicznej jest sekwencyjnym schematem decyzyjnym, gdyż skutkiem niektórych podejmowanych decyzji są działania prowadzące do uzyskania wiedzy wcześniej nieposiadanej, a tym samym mogącej wpłynąć na dalsze decyzje w sposób, który nie był możliwy apriorycznie do przewidzenia.

Pozostając na wysokim poziomie ogólności, proces akwizycji i analizy obrazu można sprowadzić do czterech etapów:

1. *Ustalenia potrzeby technologicznej*, co jest arbitralną decyzją badacza,
2. *Wybrania techniki akwizycyjnej* prowadzącej do uzyskania obrazu dwu- lub trójwymiarowego, co jest procesem decyzyjnym mocno sformalizowanym i bazuje na obiektywnych atrybutach związanych z badanym materiałem i potrzebą technologiczną,
3. *Subiektywnej oceny eksperckiej* uzyskanego obrazu, prowadzącej do identyfikacji podstawowych cech obserwowanych obiektów geometrycznych, co umożliwia wstępną selekcję metod analitycznych, które będą wykorzystywane w późniejszej fazie automatycznej lub półautomatycznej analizy obrazu,

4. *Analizy obrazu* prowadzonej w reżimie automatycznym lub półautomatycznym, która wykorzystuje rutynowe metody analityczne oraz dodatkowe, wyspecyfikowane wcześniej na etapie subiektywnej oceny eksperckiej.

**Ustalenie potrzeby technologicznej jest elementem, który silnie determinuje kolejne etapy, gdyż określa jakie informacje powinny być ostatecznie dostarczone na końcu całego procesu akwizycji i analizy obrazu.** Informacje te powinny być użyteczne z punktu widzenia interesariusza procesu, którym może być zarówno sam badacz, jak i osoba zlecająca badanie np. inżynier procesu lub inżynier jakości.

Wybór techniki akwizycyjnej można, pomijając szczegóły proceduralne, sprowadzić do wyznaczenia części wspólnej dwóch zbiorów. Pierwszym zbiorem jest zbiór technik akwizycyjnych możliwych fizycznie do zrealizowania z uwagi na interakcję medium fizycznego (nośnika informacji) z badanym materiałem. Drugim zbiorem jest zbiór technik akwizycyjnych pożądaných z uwagi na potrzeby technologiczne, czyli technik umożliwiających przeprowadzenie takich analiz, których wyniki pozwolą ostatecznie na zaspokojenie potrzeb technologicznych. Część wspólna obu zbiorów jest zestawem tych technik akwizycyjnych, które jednocześnie są i możliwe, i pożądane. Dodatkowo, można rozważyć uzupełniające rangowanie takiego zbioru wynikowego według różnych kryteriów np. kosztów badania, dostępności sprzętu, czasu oczekiwania na wyniki itp.

Subiektywna ocena ekspercka polega na wstępnej jakościowej ocenie uzyskanego obrazu, pasywnie w przypadku obrazów dwuwymiarowych lub dwuwymiarowych projekcji obrazów trójwymiarowych, albo eksploracyjnie w przypadku obrazów trójwymiarowych. Oceniana jest jednorodność kształtów, ich wielkości i rozmieszczenia, a także ewentualna anizotropia. Umożliwia to dokonania preselekcji metod analitycznych, które będą stosowane na etapie analizy obrazu.

Analiza obrazu polega na przetwarzaniu obrazu dwu- lub trójwymiarowego w reżimie automatycznym lub półautomatycznym. Stosowane są rutynowe techniki korekcyjne i analityczne, a także te metody, które na etapie oceny eksperckiej zostały dobrane do specyficznych cech analizowanego obrazu. Wynikiem analizy są zbiory parametrów ilościowych opisywanych jako wartości punktowe, przedziałowe lub w formie szeregów rozdzielczych (histogramów).

#### **Ustalenie potrzeby technologicznej**

W procesach związanych z **budową i eksploatacją maszyn** można spotkać się z sytuacjami, w których pożądanę byłoby uzyskanie technologicznie cennych informacji o strukturach geometrycznych, powierzchniowych lub wewnętrznych, materiałów, z których wykonane są części maszyn. W trakcie pozyskiwania wiedzy autorka wyróżniła **cztery kategorie potrzeb technologicznych** (tabela 1):

Tabela 1.

Obszary analizy wyznaczone przez potrzebę technologiczną

Potrzeba technologiczna	Obszary analizy
Ocena jednostkowej poprawności wytworzenia elementu	Warstwa wierzchnia, ciągłość struktury, geometria struktury
Ocena wpływu procesu technologicznego na strukturę geometryczną	Warstwa wierzchnia, warstwa powierzchniowa, geometria struktury, struktura krystaliczna

Ocena stanu eksploatacyjnego	Warstwa wierzchnia, ciągłość struktury, geometria struktury
Analiza przyczyny zniszczenia elementu	Warstwa wierzchnia, warstwa powierzchniowa, ciągłość struktury, geometria struktury, struktura krystaliczna

- ocena stanu eksploatacyjnego, w trakcie której badany jest cały element (badanie nieniszczące),
- ocena jednostkowej poprawności wytworzenia elementu, w trakcie której badany jest cały element (badanie nieniszczące),
- ocena wpływu procesu technologicznego na strukturę geometryczną materiału, w trakcie której badany jest cały element lub tylko próbka,
- analiza przyczyny zniszczenia elementu.

Ustalone kategorie potrzeb technologicznych łącznie tworzą zbiór **POTRZEBY\_TECHNOLOGICZNE**:

**POTRZEBY\_TECHNOLOGICZNE** = {ELEMENT, PROCES, EKSPLOATACJA, ZNISZCZENIE}.

Wybór potrzeby technologicznej wyznacza niezbędne obszary analizy spośród takich możliwości jak warstwa wierzchnia, warstwa powierzchniowa, ciągłość struktury, geometria struktury i struktura krystaliczna. Ustalone kategorie potrzeb technologicznych łącznie tworzą zbiór **OBSZARY\_ANALIZY**:

**OBSZARY\_ANALIZY** = {WARSTWA\_WIERZCHNIA,  
WARSTWA\_POWIERZCHNIOWA, CIĄGŁOŚĆ\_STRUKTURY,  
GEOMETRIA\_STRUKTURY, STRUKTURA\_KRYSTALICZNA}.

### Wybór techniki akwizycyjnej

Materiał (zob. **H1, rozdz. 4.1**), z którego jest wykonany badany element, determinuje przydatność (por. **H1, rozdz. 3.4.3**) poszczególnych typów oddziaływań (zob. **H1, rozdz. 4.3**) stosowanych w procesie akwizycji obrazu: oddziaływania mechanicznego, fali świetlnej (wiązki zwykłej lub laserowej), fali ultradźwiękowej, wiązki elektronów lub wiązki promieniowania rentgenowskiego. Z kolei każda technika akwizycyjna (zob. **H1, rozdz. 4.5**) jest jednoznacznie powiązana z rodzajem oddziaływania (zob. **H1, rozdz. 3.4.3**), które wykorzystuje w procesie obrazowania. Oznacza to, że wykorzystując oddziaływania jako klucz wiążący w relacji *wiele-do-wielu* można stworzyć relację wiążącą badany materiał z fizycznie możliwymi technikami obrazowania, a zamiast typowej zero-jedynkowej funkcji przynależności można wykorzystać ocenę rozmytą związaną z jakością obrazu (zob. **H1, rozdz. 4.4**):

$$\begin{aligned} \text{TECHNIKI\_AKWIZYCJI} \supset \text{TECHNIKI\_MOŻLIWE}(\text{material}) = \\ \{x: x \in \text{TECHNIKI\_AKWIZYCJI} \wedge \\ \text{OCENA}(\text{material}, \text{ŹRÓDŁO}(x)) \subset \{\text{dobry, bardzo\_dobry}\} \} \end{aligned}$$

dopuszczając do użycia wyłącznie te techniki akwizycji, w przypadku których ocena jakości obrazu możliwego do uzyskania w przypadku rozważanego materiału jest albo bardzo dobra, albo co najmniej dobra.

Potrzeba technologiczna określa obszary analizy, a z każdym obszarem analizy są związane specyficzne dla niego techniki akwizycyjne. Jest to relacja typu *wiele-do-wielu*, gdyż każdy obszar



analizy może być badany kilkoma technikami akwizycyjnymi, a z kolei każda technika akwizycyjna może być stosowana do kilku obszarów analizy. W ten sposób powstaje zbiór technik akwizycyjnych **TECHNIKI\_POŻĄDANE** wskazanych jako możliwe do zastosowania z uwagi na potrzebę technologiczną.

Techniki, które należą do obu zbiorów tzn. są możliwe z uwagi na interakcję materiału z oddziaływaniem oraz są pożądane z uwagi na potrzebę technologiczną tworzą zbiór technik, spośród których dokonuje się ostatecznego wyboru:

$$\text{TECHNIKI\_DO\_UŻYCIA} = \text{TECHNIKI\_MOŻLIWE} \cap \text{TECHNIKI\_POŻĄDANE}.$$

Jeżeli zbiór zawiera więcej niż jedną technikę jednocześnie możliwą i pożądaną, wówczas wyboru można dokonać kierując się dodatkowym kryterium np. kosztem, czasem realizacji, dostępnością sprzętu lub późniejszymi kosztami analitycznymi (analiza 3D jest dużo bardziej czasochłonna i wymaga znacznie droższego oprogramowania).

Efektom zastosowania wybranej techniki akwizycyjnej jest surowy zbiór danych (ang. *raw dataset*) zawierający nieskorygowany obraz dwu- lub trójwymiarowy dostarczony przez urządzenie akwizycyjne.

Zanim obraz, dwu- lub trójwymiarowy, uzyskany w procesie akwizycji, zostanie poddany analizie automatycznej lub półautomatycznej, jest subiektywnie oceniany przez eksperta. Celem tej oceny jest przygotowanie wytycznych do późniejszej analizy.

W przypadku obrazu dwuwymiarowego ocena jest przeprowadzana na podstawie bezpośredniego oglądu, natomiast w przypadku obrazów trójwymiarowych jest to tzw. ogląd eksploracyjny sprowadzający się do zagłębiania się płaszczyzną rzutową, a więc faktycznie obrazem dwuwymiarowym w objętość obrazu 3D lub bezpośrednim oglądem obrazu trójwymiarowego przy użyciu narzędzi rekonstrukcji 3D zaimplementowanych w specjalistycznym oprogramowaniu. Umożliwiają one wgląd w obrazowaną strukturę poprzez manipulację parametrami wyświetlania obrazu.

W trakcie oglądu, ekspert dokonuje oceny jakościowej obrazu pod kątem jednorodności w jej trzech aspektach: jednorodności kształtu, jednorodności wielkości i jednorodności rozmieszczenia. Ocenia także anizotropowość. Ocena kończy się wskazaniem jednego lub kilku obszaru analizy.

Jednorodność **JEDNORODNOŚĆ** może być opisana jako zmienna logiczna będąca koniunkcją trzech atrybutów logicznych **JEDNORODNOŚĆ\_KSZTAŁTU**, **JEDNORODNOŚĆ\_WIELKOŚCI** i **JEDNORODNOŚĆ\_ROZMIESZCZENIA**:

$$\text{JEDNORODNOŚĆ} = \text{JEDNORODNOŚĆ\_KSZTAŁTU} \wedge \text{JEDNORODNOŚĆ\_WIELKOŚCI} \wedge \text{JEDNORODNOŚĆ\_ROZMIESZCZENIA}$$

Anizotropia **ANIZOTROPIA** może być opisana jako zmienna logiczna, natomiast obszary analizy **OBSZARY\_ANALIZY** zostały już uprzednio zdefiniowane (zob. **H1, rozdz. 5.2**).

Na etapie oceny eksperckiej dokonuje się oceny jakości obrazu cyfrowego, rozważając następujące jego cechy: szum, równomierne tło, kontrast, rozdzielczość przestrzenna (zob. **H1, rozdz. 3.1**).

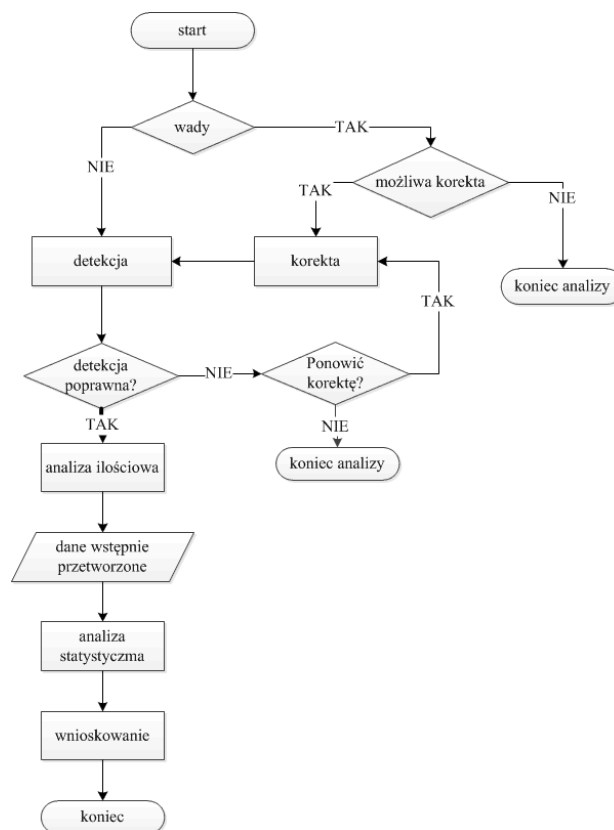
W przypadku stwierdzenia braku zakłóceń, obraz jest od razu przesyłany do detekcji. W przypadku stwierdzenia występowania zakłóceń, projektowane są na poziomie algorytmicznym przekształcenia przetwarzania wstępnego, adekwatne dla danej wady. Na skorygowanym obrazie dokonuje się detekcji zdefiniowanych przez eksperta obszarów i obiektów analizy.

Parametry procesu przetwarzania obrazu ustalane są dla każdego zestawu obrazów, z uwzględnieniem stopnia i rodzaju zakłócenia.

Ocena wyników detekcji wykonywana jest subiektywnie na podstawie analizy porównawczej konturów obiektów wykrytych z konturami obiektów odwzorowanych na surowym obrazie. Uznanie, że kontury nakładają się oznacza że detekcja została przeprowadzona poprawnie, a obraz w dalszym etapie jest poddawany analizie ilościowej przy użyciu algorytmów pomiarowych. W przypadku negatywnej oceny pomiaru na obrazie nie są dokonywane.

Pomiary są dokonywane zgodnie z rodzajem obszaru analizy, typami uogólnionych obiektów geometrycznych i rodzajami obrazowań (przekrój, rzut, 3D, powierzchnia). W ich trakcie są wyznaczane parametry stereologiczne.

Standardowe parametry stereologiczne odnoszone do uogólnionych obiektów analizy, uwzględniające rodzaj obrazowania, przedstawiono w **H1** w tabelach 5.2 i 5.4. Zestawienie to pozwala na użycie w procedurze pomiarowej właściwych parametrów.



Rys. 2. Ścieżka realizacji procesu analizy obrazów

W celu podkreślenia uniwersalności proponowanego modelu procesu opartego na wieloobszarowej wiedzy eksperckiej, która umożliwiła zdefiniowanie ontologii procesu akwizycji i analizy obrazu oraz zaproponowanie właściwej taksonomii, w **H1** zaprezentowano jego **przykłady użycia**. **Dotyczą one**

sześciu zagadnień zaczerpniętych z obszaru budowy i eksploatacji maszyn pod kątem czterech potrzeb technologicznych, istotnych z punktu widzenia projektowania, wytwarzania, oceny stopnia zużycia, czy analizy przyczyn zniszczenia elementów maszyn i urządzeń. Do tych przykładów należy analiza warstwy powierzchniowej elementu po obróbce laserowej, analiza cech struktury geometrycznej elementu pod kątem wpływu parametrów procesu wytwarzania na ich charakterystykę ilościową, analiza struktury geometrycznej elementu wytwarzanego z kompozytu z włóknem szklanym po badaniach zmęczeniowych, symulujących ich eksploatację, pomiar grubości warstwy powierzchniowej zębów wieńca koła przekładniowego i pomiar cech geometrycznych zmian zmęczeniowych na powierzchni bieżni wewnętrznej łożyska tocznego.

### Podsumowanie

**Wymogi konkurencyjne rynku narzucają nieustanną dążność do obniżania ceny przy jednoczesnym poprawianiu ich cech jakościowych. W procesach budowy i eksploatacji maszyn istotną rolę odgrywają zagadnienia związane z istotnymi technologicznie właściwościami materiałów konstrukcyjnych. Wiele z tych właściwości makroskopowych jest nierozzerwalnie związanych z geometrią struktur na poziomie mikroskopowym, w szczególności warstwy wierzchniej mającej szczególne znaczenie dla właściwości przeciwzużyciowych.**

Narzędziami wspomagającymi pracę konstruktorów i producentów są wszelkiego rodzaju urządzenia obrazujące, dostarczające obrazów dwu i trójwymiarowych, a także metody analityczne służące do wydobywania użytecznych informacji jakościowych i ilościowych z tych obrazów. Odpowiednie przygotowanie elementów maszyn lub pobranych próbek w taki sposób, aby w największym możliwym stopniu wykorzystać możliwości technik akwizycji obrazu i skojarzonych z nimi metod analitycznych jest wiedzą dość hermetyczną. Podobnie jest z doбором samych metod analitycznych, a szczególnie metod korekcji obrazu, które wymagają bardzo dużego doświadczenia osoby realizującej badania. Można oczekiwać, że **ewentualne zbudowanie wspomagającego systemu ekspertowego bardzo korzystnie wpłynie na rozpowszechnienie i dostępność wysoce użytecznych metod analizy obrazu. W szczególności możliwość badania stereologicznego warstwy wierzchniej pozwala na precyzyjne ilościowo kształtowanie parametrów eksploatacyjnych.**

Zrealizowana praca przygotowała fundament teoretyczny jak i praktyczny pod budowę takiego systemu, jak również pozwoliła na sformułowanie wniosków określających przyszłe zadania badawcze.

### Za moje najważniejsze osiągnięcia naukowe uważam:

1. Zgromadzenie, konceptualizację i formalizację za pomocą metod inżynierii wiedzy specyficznej wiedzy dziedzinowej związanej ze stosowaniem technik akwizycji obrazu, jak i odpowiednim przygotowaniem przedmiotów obrazowania.
2. Analogicznie, w przypadku specyficznej wiedzy dziedzinowej związanej ze stosowaniem metod analizy obrazów dwu i trójwymiarowych, a w szczególności z bardzo heurystycznym stosowaniem metod korekcji obrazu, zastosowany proces akwizycji wiedzy umożliwił jej zgromadzenie, konceptualizację i formalizację.
3. Zbudowanie ontologii i taksonomii związanej zarówno z procesem akwizycji obrazu, jak i późniejszym, zazwyczaj oddzielnym w czasie i przestrzeni, procesem analizy obrazu.

4. Analizę obu procesów akwizycji obrazu i analizy obrazu, która pozwoliła na opisanie związanego z nimi procesu decyzyjnego i wskazanie fragmentów deterministycznych opisanych algorytmicznie, jak i fragmentów opisywanych heurystycznie uwarunkowanych subiektywną oceną.

## Wykorzystanie wyników

Zbudowanie w przyszłości wspomagającego systemu ekspertowego na bazie opracowań zamieszczonych w niniejszej pracy **pozwoli na wymierną poprawę skuteczności innowacyjnych rozwiązań technologicznych**. Aplikacja takiego systemu może stanowić wymierny wkład w prace badawcze, projektowe i konstrukcyjne w obszarze budowy i eksploatacji maszyn.

**Techniki obrazowania dwu i trójwymiarowego pozwalają na powiązanie obserwowanych mikroskopowo geometrycznych struktur materiałowych z makroskopowymi cechami ważnymi technologicznie w różnych obszarach związanych z budowlową i eksploatacją maszyn, ale szczególnie w obszarze warstwy wierzchniej i powłok przeciwzuzyciowych.** Dlatego merytorycznie uzasadnione jest opracowanie specyficznych procedur ilościowej oceny stereologicznej warstwy wierzchniej na podstawie obrazów 2D i 3D uzupełniających w stosunku do innych specjalistycznych badań.

Rozwój badań strukturalnych pozwala ponadto wykorzystać połączenie analizy stereologicznej i mikroskopii wirtualnej do ustalenia zależności liczbowych w przyjętych jednostkach miary modyfikowanych struktur wpływając na parametry procesów technologicznych i eksploatacyjnych.

**Jest zatem uzasadnione zbudowanie systemu ekspertowego, który będzie wspomagał projektantów, konstruktorów i technologów przy przygotowywaniu elementów i próbek do obrazowania dwu lub trójwymiarowego, ale szczególnie przy analizie uzyskanych obrazów i ich późniejszej, bardzo trudnej interpretacji.**

Należy jednocześnie mieć na uwadze, że zarówno techniki obrazowania od strony sprzętowej, jak i metody analityczne od strony matematycznej, są nieustannie rozwijane, więc zaproponowany w pracy opis, to znaczy ontologia, taksonomia, schemat decyzyjny powinny być aktualizowane i rozszerzane, co jest możliwe dzięki ich systematycznej i otwartej konstrukcji.

**Wkład wniesiony przeze mnie do dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn** to opracowanie spójnego, systematycznego opisu procesów akwizycji obrazów i analizy uzyskanych obrazów pod kątem potrzeb i zagadnień właściwych dla budowy i eksploatacji maszyn, mającego na celu przygotowanie podbudowy teoretycznej dla przyszłego doradczego systemu ekspertowego.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

### 5.1. Osiągnięcia naukowo – badawcze przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych

Po zakończeniu studiów magisterskich kontynuowałam swoją edukację na studiach doktoranckich prowadzonych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej z zakresu „Mechanika Komputerowa”. Studia te były uzupełnieniem moich zainteresowań naukowych, które dotyczyły szeroko pojmowanych technik wspomagania komputerowego w inżynierii mechanicznej i dyscyplin pokrewnych. W szczególności interesowałam się wykorzystaniem technik komputerowych do

ilościowego opisu struktur geometrycznych obiektów. Jako wykonawca brałam udział w projekcie badawczym 4T08E 046 22: „Wpływ warunków przetwórstwa i sposobu modyfikacji politetrafluoroetyleny, poliacetalu oraz poliamidu na ich strukturę (badaną z użyciem metod analizy obrazu) i własności fizyko-mechaniczne”. Do moich zadań należało zaprojektowanie algorytmów analizy 2D wszystkich badanych kompozytów i ich wykonanie. Praca ta zaowocowała referatami wygłoszonymi na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych oraz publikacjami naukowymi:

1. Miernik K., Bogucki R., **Gądek A.**, Dziadur W.: *Wpływ warunków obróbki cieplnej na zawartość austenitu szczątkowego w żeliwie sferoidalnym hartowanym izotermicznie (ADI)*, mat. konf.: XXX Szkoła Inżynierii Materiałowej, Kraków-Ustroń Jaszowiec 1-4 X 2002 r. str. 221-226.
2. Dziadur W. **Gądek A.**, Jamróz M., Kuciel S., Rzońca R.: *Zmiany właściwości mechanicznych i cech struktury kompozytów PTFE z proszkiem brązu*, X Seminarium "Tworzywa Sztuczne w Budowie Maszyn", Kraków, wrzesień 2003, str. 141–146
3. Wojnar L., Dziadur W., **Gądek A.**, Kuciel S., Jasnosz J.: *Badania mikrostruktury i ocena stereologiczna termoplastów konstrukcyjnych (PA6 i POM) wzmacnianych włóknem szklanym*, X Seminarium "Tworzywa Sztuczne w Budowie Maszyn", Kraków wrzesień 2003, str. 421–4262.
4. Dziadur W., Kuciel S., **Gądek A.**, Latała Z., Wojnar L.: *Effect of filler particles on selected mechanical and dynamical properties of polytetrafluoroethylene (PTFE)* Conference on Modern Methods for Quantitative Metallography, Stockholm, 5-6 November 2003
5. Dziadur W., **Gądek A.**, Gałgan R., Kuciel S., Liber A.: *Ocena zmian właściwości i struktury kompozytów POM z włóknem szklanym po wpływie obciążeń zmiennych w czasie*, Zeszyty Naukowe Politechnik Poznańskiej, 2004.
6. **Gądek A.** Wojnar L., Kuciel S., Dziadur W.: *Quantitative image analysis of fillers in selected polymeric composites – problems and suggested solutions*, Mat. 7<sup>th</sup> Intern. Conference on Stereology and Image Analysis in Material Science STERMAT, 2005, str. 223–231.

Podsumowanie wyników prowadzonych przeze mnie badań znalazło formę w postaci współudziału w 7 rozdziałach monografii naukowej:

- *Struktura i właściwości kompozytów na osnowie termoplastów*, praca zbiorowa pod redakcją Leszka Wojnara, Politechnika Krakowska, Kraków 2005:

Równocześnie prowadziłam prace nad swoją rozprawą doktorską, której otwarcie odbyło się w 2002 roku, a tematyka dotyczyła zastosowania metod komputerowej analizy obrazu w wyznaczaniu cech geometrycznych obiektów na obrazach medycznych. Byłam wykonawcą grantu promotorskiego nr 4T11E 046 25 o tytule: *Komputerowa analiza obrazu w metodzie Ilizarowa w latach 2003-2005*, przyznanego na realizację mojej pracy doktorskiej. W latach 2002-2005 poszerzałam swoje umiejętności w zakresie opisu struktur geometrycznych, co znalazło odzwierciedlenie w publikacjach naukowych w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych:

1. Tęśiorowski M., Wojnar L., Gądek A., Kącki W., Jasiewicz B.: *Metody oceny regeneratu kostnego w trakcie wydłużania kończyn*, mat. konf.: II Krakowskie Warsztaty Inżynierii Medycznej 25-26. 04. 2002, str. 56
2. Wojnar L., Tęśiorowski M., Gądek A., Zarzycka M., Jasiewicz B., Kącki W.: *Zastosowanie kliniczne ilościowej oceny regeneratu kostnego na zdjęciach rentgenowskich*, II Krakowskie Warsztaty

- Inżynierii Medycznej 25-26. 04. 2002 str. 66 (pełna wersja pracy znajduje się w Przeglądzie Lekarskim suplement nr 4/2002, str. 120-122).
3. **Gądek A.**, Wojnar L.: *Wpływ sposobu korekcji cienia i doboru metody detekcji na wyniki ilościowej oceny porowatości na wyniki ilościowej analizy obrazu*, Inżynieria Materiałowa, nr 3 (134) 2003 r str.111–116.
  4. Czerwiński E., **Gądek A.**, Wojnar L.: *Computer aided measurement of the knee joint width on radiographs*, sesja posterowa IX Instructional Course Lectures Of EFORT, Kraków, 24-26. 10. 2002. str. 107–108.
  5. **Gądek A.**, Wojnar L., Tęsiowski M., Jasiewicz B.: *A new method for quantification of regenerated bone tissue on x-ray images of elongated bones*, Image Analysis and Stereology, vol 22, no 3, November 2003, str. 183–191.
  6. Gawdzińska K., **Gądek A.**, Lenart S.: *Określenie przydatności metod mikroskopowych w badaniach porowatości odlewów z metalowych kompozytów nasycanych*, Kompozyty – wybór prac Zachodniopomorskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Materiałów Kompozytowych, PAN, Szczecin 2003, 19–24.
  7. **Gądek A.**, Karpisz D., Kuleta A, *Standaryzacja zapisu informacji na przykładzie radiografii cyfrowej Digora*, **Przegląd Lekarski**, wydanie specjalne, 1004/61, str. 58–60.
  8. Kącki W., Tęsiowski M., Jasiewicz B., Sebastianowicz P., Rymarczyk A., Wojnar L, **Gądek A.** *Monitorowanie przebiegu wydłużania kończyn z użyciem współczynnika powstawania regeneratu*, III Krakowskie Warsztaty Inżynierii Medycznej, maj 2004, str.42.
  9. Wojnar L., **Gądek A.**, Tęsiowski M., Kącki W., Jasiewicz B., Rymarczyk A., Sebastianowicz P. *Nowa metoda oceny regeneratu kostnego z zastosowaniem współczynnika powstawania regeneratu*, III Krakowskie Warsztaty Inżynierii Medycznej, maj 2004, str. 88.

W 2005 roku wyjechałam w ramach programu Erasmus na 3 miesięczne stypendium do Turynu we Włoszech. Jednostką przyjmującą była Politecnico di Torino, a opiekunem naukowym prof. Mario Rosso. Zajmowałam się tworzeniem algorytmów do automatycznej klasyfikacji struktur geometrycznych na przykładzie mikrostruktury stopów aluminium. W 2005 roku wyjechałam w ramach programu Erasmus na 3 miesięczne stypendium do Turynu we Włoszech. Jednostką przyjmującą była Politecnico di Torino, a opiekunem naukowym prof. Mario Rosso. Zajmowałam się tworzeniem algorytmów do automatycznej klasyfikacji struktur geometrycznych na przykładzie mikrostruktury stopów aluminium. Zwieńczeniem wyjazdu stypendialnego było wygłoszenie przeze mnie wykładu dla pracowników i doktorantów poświęconego wykorzystaniu technik analizy obrazu i stereologii do opisu struktur geometrycznych (kwiecień 2005).

Podsumowaniem moich prac naukowo-badawczych była obrona pracy doktorskiej 14 grudnia 2005 r., a 21 grudnia 2005 roku Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej nadała mi stopień doktora nauk technicznych. Moja rozprawa doktorska: *Komputerowa analiza obrazu regeneratu kostnego w metodzie Ilizarowa* została przetłumaczona na angielski i w formie dwujęzycznej opublikowana i udostępniona w repozytorium Biblioteki Politechniki Krakowskiej. Spotkała się ona z dość znacznym zainteresowaniem, o czym może świadczyć **liczba pobrań** pliku z tekstem monografii: **4990** (na dzień. 22.04.2019 r.).

## 5.2. Osiągnięcia naukowo – badawcze po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych obszarem moich zainteresowań naukowych było zastosowanie metod ilościowej charakterystyki struktur geometrycznych w budowie i eksploatacji maszyn a w szczególności:

- ilościowa charakterystyka struktur geometrycznych na obrazach dwuwymiarowych,
- ilościowa charakterystyka struktur geometrycznych na obrazach trójwymiarowych,
- zastosowanie metod statystycznych do analizy wyników pomiarów,
- zastosowanie metod obrazowania do opisu warstw powierzchniowych z uwzględnieniem technik obrazowania 3D,
- opracowaniem metodyki analizy ilościowej struktur geometrycznych na obrazach 3D.

Dzięki opracowaniu kolejnych nowoczesnych urządzeń do obrazowania obiektów, zagadnienia te wymagają weryfikacji i wypracowania metodyki analiz i pomiarów, w celu jak największej ich wiarygodności.

Wyniki moich badań zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym (**Załącznik 5, pkt. II A, pkt II E 17-41**) oraz przedstawione na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych (**Załącznik 5, pkt. II L**) Jestem autorką lub współautorką łącznie **34** opracowań, opracowań naukowych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych:

- 8 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z bazy JCR (lista A wykazu MNiSW)
- 1 tekst redaktorski opublikowany na zaproszenie czasopisma z bazy JCR (lista A wykazu MNiSW)
- 2 monografie naukowych
- 11 artykułów naukowych w czasopismach o zasięgu krajowym.

Podjęmowana przeze mnie tematyka wymagała podjęcia szerokiej współpracy z naukowcami z wielu ośrodków naukowych w Polsce. Współautorzy prac naukowych, które powstały w wyniku owocnej współpracy i wymiany doświadczeń w okresie od 2006 roku (po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych) to pracownicy wielu jednostek naukowych w Polsce: Politechniki Krakowskiej, Politechniki Świętokrzyskiej, Politechniki Śląskiej, Politechniki Warszawskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej, Uniwersytetu Śląskiego, Akademii Morskiej w Szczecinie.

Moje publikacje naukowe poruszające tematykę związaną z ilościowym opisem geometrii struktur z wykorzystaniem stereologii oraz nowoczesnych technik obrazowania i analizy komputerowej spotykają się z zainteresowaniem środowiska naukowego w Polsce i na świecie. Świadczy o tym zarówno moja działalność publikacyjna w anglojęzycznych czasopismach naukowych jak i liczba cytowań moich prac.

Artykuły indeksowane w bazie **Web of Science** – **17** – spotkały się z dość dużym zainteresowaniem, **12** jest cytowanych, a liczba cytowań wynosi **86** (**66** bez autocytowań). Wyznaczony indeks Hirscha wynosi **7** – dane z dnia 23.04.2019 r.

Liczba artykułów indeksowanych w bazie **Scopus** wynosi **20**, a indeks *Hirscha* jest równy **7**. Spośród **20** publikacji zaindeksowanych przez bazę Scopus, **14** jest cytowanych. Liczba cytowań : **114** (**93** bez autocytowań) – dane z dnia 23.04.2019 r.

Liczba moich prac naukowych (włączając streszczenia w materiałach konferencyjnych i rozdziały w monografiach, których jestem autorem lub współautorem) indeksowana przez bazę **Google Scholar** wynosi **51**, liczba cytowani **207**, a indeks Hirscha jest równy **9**.

### Kierowanie i udział w projektach krajowych

Brałam udział jako wykonawca w projektach krajowych realizowanych we współpracy z innymi partnerami. W projektach tych pełniłam rolę koordynatora zadań realizowanych w Instytucie Informatyki Stosowanej, byłam wykonawcą oraz aktywnie uczestniczyłam w tworzeniu raportów z przeprowadzonych badań. Jako kierownik tematu badawczego realizowanego w ramach działalności statutowej Instytutu Informatyki Stosowanej podejmuję starania nad rozwojem metod ilościowego opisu obiektów na obrazach trójwymiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania ich w budowie i eksploatacji maszyn, jako narzędzie dające nowe możliwości w obszarach inżynierii produkcji, kontroli jakości i monitorowania stopnia eksploatacji elementów maszyn.

1. **Projekt celowy WKP 1/1.4.1/1/2006/121/121/678/2007** pt.: „Zintegrowanym system elektronicznej obsługi obywateli i przedsiębiorstw zapewniający realizację procedur urzędowych za pomocą Internetu”, kierownik zadania, wykonawca. Moim zadaniem był podział zadań szczegółowych pomiędzy zespół wykonawców oraz realizacja jednego z nich, koordynacja i sporządzenie raportu dla partnera projektu (firma COMARCH).
2. **Projekt celowy nr 6ZR92008C/07104** pt.: „WBOI Wirtualne Biuro Obsługi Inwestora” , wykonawca, kierownik zadania. Moim zadaniem było określenie zadań dla zespołu wykonawców oraz realizacja jednego z nich, a następnie sporządzenie raportu wewnętrznego, który był wykorzystany przez partnera projektu (firma COMARCH) do realizacji części projektowej.
3. **Projekt badawczy N N518 423536, 2009-2012**: Opracowanie i optymalizacja metod diagnozowania ryzyka złamania w osteoporozie na podstawie analizy trójwymiarowych obrazów kości beleczkowej uzyskanych w warunkach in vivo, wykonawca. Moim zadaniem był dobór parametrów analizy ilościowej struktur geometrycznych na obrazach trójwymiarowych, przeprowadzenie analizy obrazów z klinicznej tomografii komputerowej oraz mikrotomografii struktury beleczkowej oraz analiza uzyskanych wyników. Brałam udział w opracowaniu monografii, która powstała jako element kończący i podsumowujący projekt.
4. **Praca naukowa NR DS.: 14/12/2018**: Rozwój metod opisu ilościowego 3D materiałów kompozytowych – kierownik – moim zadaniem było opracowanie algorytmów analizy warstw nawierzchniowych. W ramach projektu powstało kilka artykułów naukowych w tym **H7**.

## 6. Omówienie dorobku i osiągnięć popularyzatorskich, dydaktycznych, organizacyjnych

### Aktywność w Towarzystwach Naukowych

W ramach swojej działalności naukowej i popularyzującej naukę prowadzę aktywną działalność w ramach trzech towarzystw naukowych. W *Polskim Towarzystwie Stereologicznym* miałam zaszczyt pełnić funkcję prezesa, a aktualnie jestem przewodniczącą Komisji Rewizyjnej. Od 2016 roku jestem również członkiem Zarządu Głównego *International Society for Stereology and Image Analysis*.



1. *Polskie Towarzystwo Stereologiczne*:
  - od 2002 r członek zwyczajny,
  - od 2012 do 2016 r – prezes,
  - od 2016 r. – przewodnicząca Komisji Rewizyjnej;
2. *Polskie Towarzystwo Metod Komputerowych w Mechanice*:
  - od 2017 członek zwyczajny;
3. *International Society for Stereology and Image Analysis*:
  - od 2007 r. – członek zwyczajny,
  - od 2016 r. – członek Zarządu Głównego;

### **Działalność organizacyjna**

---

W ramach swojej działalności brałam udział w organizacji licznych konferencji naukowych krajowych i międzynarodowych. Dwukrotnie byłam zastępcą przewodniczącego komitetu organizacyjnego konferencji międzynarodowej organizowanej w Polsce i dwukrotnie byłam członkiem *Advisory Board* konferencji międzynarodowych, organizowanych poza Polską. Szczegółowy wykaz konferencji wraz z pełnionymi przeze mnie funkcjami zamieściłam w **Załączniku 5, II C**.

### **Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism**

---

Jako redaktor czasopisma naukowego znajdującego się na liście JCR biorę udział w procesie oceny artykułów naukowych o tematyce związanej z zastosowaniem metod komputerowych do oceny struktur geometrycznych z obszaru inżynierii mechanicznej. Jestem redaktorem mogącym podjąć decyzję o odrzuceniu lub przyjęciu artykułu do druku.

Byłam również redaktorem dwóch numerów czasopism o zasięgu międzynarodowym, w których opublikowane zostały artykuły po współorganizowanych przeze mnie konferencjach. Wykaz czasopism w których pełniłam lub pełnię funkcje redaktora zamieściłam w **Załączniku 5, II G**.

### **Recenzowanie publikacji w czasopismach**

---

Od kilku lat jestem stałym recenzentem czasopism naukowych z listy JCR:

*Image Analysis and Stereology* – 5 recenzji

*Journal of Materials Engineering and Performance* – 2 recenzje

*Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik* - 1 recenzja

### **Recenzja projektów europejskich**

---

W 2018 roku miałam zaszczyt otrzymać zaproszenie do zespołu ekspertów oceniających wnioski projektów w ramach programu Horyzont 2020 (**Załącznik 5, pkt. II O**).

Brałam udział w ocenie merytorycznej wniosków na etapie 1 (12 wniosków) w lutym 2018 r. i byłam redaktorem opinii końcowych wypracowanych przez zespół. Następnie otrzymałam zaproszenie do wąskiego grona ekspertów oceniających wnioski, które przeszły pierwszy etap, do oceny końcowej, decydującej o przyznaniu finansowania. Brałam udział w pracy zespołów w Brukseli (wrzesień 2018 r.) nad ostatecznym kształtem opinii końcowej dla 4 wniosków projektowych.

### **Wykonanie ekspertyzy lub inne opracowanie na zamówienie**

---

Wykonałam 5 ekspertyz o innowacyjności (**Załącznik 5, II M**).

### **Działalność dydaktyczna**

---

Moje osiągnięcia dydaktyczne obejmują opracowanie treści merytorycznych prowadzonych przeze mnie zajęć na studiach I i II stopnia oraz studentów studiów podyplomowych prowadzonych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej. Szczegółowy wykaz przedmiotów zamieściłam w **Załączniku 5, II I**.

Byłam promotorem **21** prac inżynierskich oraz **21** prac magisterskich. Od 2014 roku pełnię rolę promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim (**Załącznik 5, II J**).

Byłam organizatorem *Wiosennego Seminarium Stereologii i Analizy Obrazu* (2014 r) dla studentów studiów doktoranckich i asystentów naukowo-dydaktycznych.

Pełniąc obowiązki dyrektora ds. dydaktycznych aktywnie brałam udział we wprowadzaniu Krajowych Ram Kwalifikacji na naszym Wydziale, brałam udział w tworzeniu programów studiów dla otwieranych nowych kierunków studiów na Wydziale Mechanicznym: *Informatyka Stosowana* dla studiów I i II stopnia (2012 r.).

W ramach działalności organizacyjnej w latach 2012-2013 brałam udział jako członek **Zespołu Merytorycznego** w opracowaniu *Uczelnianego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia* za co otrzymałam Nagrodę Rektora Zespołową I Stopnia w 2013 roku.

### **Inne osiągnięcia organizacyjne**

---

W ramach działań mających na celu poszerzenie współpracy międzynarodowej studentów studiów magisterskich oraz doktoranckich działałam na rzecz współpracy z Faculty of Mechanical Engineering, Czech Technical University w Pradze. W ramach współpracy trzykrotnie (2010, 2012 i 2013 r.) brałam udział w konferencji: *Student's Conference STC* w Pradze jako członek komisji oceniającej prezentowane przez studentów i doktorantów referaty, oraz sprawowałam opiekę naukową nad 3 studentami reprezentującymi Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej.

## 7. Podsumowanie – sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć

### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW OSIĄGNIĘĆ WNIOSKODAWCY

wg. Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01.09.2011 r.

w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

	Kryterium według §3 p.4, §4 i §5	Liczba	
		Przed doktorem	Po doktoracie
1.	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy <i>Journal Citation Report</i> (JCR)		9
2.	Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne		
3.	Udzielone patenty: a) międzynarodowe b) krajowe		
4.	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach		
5.	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR	16	25
6.	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów dokumentacji prac badawczych, ekspertyzy		5
7.	Sumaryczny <i>Impact Factor</i> według listy <i>Journal Citation Reports</i> (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania	0	7,749
8.	Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)		86 (66)
9.	Indeks Hirscha według bazy Web of Science		7
10.A	Kierowanie projektami badawczymi: a) międzynarodowymi b) krajowymi		0 1
10.B	Udział w projektach badawczych: a) międzynarodowych b) krajowych	0 2	0 4
11.	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową		
12.	Wygłoszenie referatów na konferencjach naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	0 3	10 1
13.	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych		
14.	Aktywny udział w konferencjach naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	1 3	15 2
15	Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych: a) międzynarodowych b) krajowych	1 0	8 2
16.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej		2
17.	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych		
18.	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z: a) naukowcami z innych ośrodków polskich b) naukowcami z ośrodków zagranicznych c) przedsiębiorcami, innymi niż wymienione wyżej		

19.	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism		<b>3</b>
20.A	Członkostwo w międzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych		
	a) ogółem	<b>0</b>	<b>1</b>
	b) w tym z wyboru	<b>0</b>	<b>1</b>
20.B.	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych		
	a) Ogółem	<b>1</b>	<b>2</b>
	b) W tym z wyboru	<b>0</b>	<b>1</b>
21.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki		<b>2</b>
22.	Opieka naukowa nad studentami		<b>3</b>
23.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze:		
	a) Opiekuna naukowego		<b>0</b>
	b) Promotora pomocniczego		<b>1</b>
24.	Stáže w ośrodkach naukowych lub akademickich		
	a) zagranicznych		<b>0</b>
	b) krajowych		<b>3</b>
25.	Wykonanie ekspertyzy lub inne opracowanie na zamówienie		<b>5</b>
26.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych		<b>1</b>
27.	Recenzowanie projektów:		
	a) międzynarodowych		<b>16</b>
	b) krajowych		<b>0</b>
28.	Recenzowanie publikacji w czasopismach:		
	a) międzynarodowych		<b>8</b>
	b) krajowych		<b>0</b>
29.	Inne osiągnięcia Promotorstwo prac inżynierskich/magisterskich		<b>42</b>

19.	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism		3
20.A	Członkostwo w międzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych		
	a) ogółem	0	1
	b) w tym z wyboru	0	1
20.B.	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych		
	a) Ogółem	1	2
	b) W tym z wyboru	0	1
21.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki		2
22.	Opieka naukowa nad studentami		3
23.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze:		
	a) Opiekuna naukowego		0
	b) Promotora pomocniczego		1
24.	Staże w ośrodkach naukowych lub akademickich		
	a) zagranicznych		0
	b) krajowych		3
25.	Wykonanie ekspertyzy lub inne opracowanie na zamówienie		5
26.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych		1
27.	Recenzowanie projektów:		
	a) międzynarodowych		16
	b) krajowych		0
28.	Recenzowanie publikacji w czasopismach:		
	a) międzynarodowych		8
	b) krajowych		0
29.	Inne osiągnięcia Promotorstwo prac inżynierskich/magisterskich		42

Aneta Gądek-Moszczak  
Kraśń, 25.04.2018r