AUTOREFERAT

Dr inż. Przemysław Moczko

W dokumencie zamieszczono:

- **Rozdziały 1 do 4** – Autoreferat przedstawiający osiągnięcia wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. oraz opis dorobku i osiągnięć naukowych.
- **Rozdział 4** – Wykaz opublikowanych prac naukowych (jednotematyczne cykle publikacji, monografia) związanych z przedmiotem wniosku.
- **Rozdział 5** – Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego § 4 oraz § 5.
- Wersja angielska powyższych materiałów.

AUTOREFERAT

1. Imię i Nazwisko: Przemysław Moczko

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2003 - stopień doktora nauk technicznych, Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, doktorat z wyróżnieniem, temat pracy:
„Numeryczno – doświadczalna metoda prognozowania trwałości elementów ustrojów nośnych", promotor prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rusiński.

1999 – tytuł mgr. inż., w dwóch specjalnościach (dwie prace magisterskie): a) konstrukcje mechaniczne, b) mechanika stosowana, Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej, Nagroda Rektora Politechniki Wrocławskiej dla najlepszego absolwenta Wydziału Mechanicznego w 1999 roku, Nagroda SIMP za najlepszą pracę magisterską.

1993 - technik mechanik, Technikum Samochodowe we Wrocławiu.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

Miejsce zatrudnienia:
Politechnika Wrocławska
Wydział Mechaniczny
Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
Historia zatrudnienia:
od 2004 adiunkt na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.
2003-2004 asystent na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

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

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Osiągnięcia naukowe w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, art. 16 pkt 2. stanowią jednotematyczne cykle publikacji pt.

1. „Numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn".

2. „Monitorowanie procesów i stanu technicznego maszyn wolno-obrotowych, wspomagane metodami numerycznymi".

Osiągnięcia techniczne w zakresie projektowania maszyn i urządzeń wraz z ich wdrożeniem do eksploatacji oraz weryfikacją doświadczalną efektów, prezentowane w jednotematycznych cyklach publikacji:

3a. „Układ urabiania i elementy skrawające maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego" – 1 zgłoszenie patentowe (wymienione w punkcie 5 wniosku)

3b. „Innowacyjny zespół wirujący wentylatora promieniowego WPK-5.35" – 1 patent, 4 zgłoszenia patentowe (wymienione w punkcie 5 wniosku)

Na jednotematyczne cykle publikacji powyższych osiągnięć składają się publikacje współautorskie. W publikacjach, w których wnioskodawca jest współautorem, udział merytoryczny realizowany był na każdym etapie przygotowania publikacji w tym również redakcję artykułów, (jako corresponding author). Udział procentowy w publikacjach współtworzonych przeze wnioskodawcę wynosi od 40% do 90% i jest potwierdzony przez współautorów w Załączniku A do niniejszego referatu.

b) Wykaz autorów, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Spis tworzących jednotematyczny cykl publikacji pt.: 1. „**Numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn**":

B1.1. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kanczewski Krzysztof: Numeryczno-doświadczalne prognozowanie trwałości elementów ustrojów nośnych maszyn, Transport Przemysłowy. 2003, nr 4, s. 25-29

B1.2. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Górski Artur: Numeryczno-doświadczalna metoda określania przestrzennego stanu naprężeń własnych w karbie kształtowym, Journal of Transdisciplinary Systems Science. 2004, vol. 9, spec. iss. 2, s. 747-754

B1.3. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Derlukiewicz Damian: Use of finite element method in designing and operation of basic machines of open-cast mining, Zbornik na Trudovi - Masinski Fakultet Skopje. 2004, G. 23, br. 2, s. 49-57

B1.4. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Muchaczow Jacek: Numeryczno-eksperymentalna analiza modalna drgań nadwozia koparki kołowej, Mechanika; ISSN 0011-4561, z. 1, Wydaw. Politechniki Krakowskiej, 2005. s. 357-366

B1.5. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Numerical-experimental analysis of bucket wheel excavator body vibrations, 22nd Danubia-Adria Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics, Italian Association for Stress Analysis, Monticelli Terme-Parma, Italy 2005, s. 294-295

B1.6. Rusiński Eugeniusz, Dudek Krzysztof, Moczko Przemysław: Degradacja ustrojów nośnych dźwigarów pierścieniowych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, Transport Przemysłowy. 2006, nr 2, s. 40-43

B1.7. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Analiza drgań nadwozia koparki kołowej wieloczerpakowej, Górnictwo Odkrywkowe. 2006, R. 48, nr 5/6, s. 97-100

B1.8. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Failure reasons investigations of dumping conveyor breakdown, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2007, vol. 23, iss. 1, s. 75-78

B1.9. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Rusiński Eugeniusz: Doświadczalno-numeryczna analiza modalna ustrojów nośnych maszyn, Problemy rozwoju maszyn roboczych. XX Konferencja naukowa, Zakopane 2007

B1.10. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Czmochowski Jerzy: Numerical and experimental analysis of a mine's loader boom crack, Automation in Construction. 2008, vol. 17, nr 3, s. 271-277

B1.11. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kowalczyk Marcin: Niektóre aspekty przyczyn awarii elementów i ustrojów nośnych koparek kołowych, Maszyny i pojazdy dla budownictwa i górnictwa skalnego Wrocław 2008, s. 30-38

B1.12. Rusiński Eugeniusz, Harnatkiewicz Piotr, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Numeryczno-doświadczalne określenie trwałości wałów napędowych podwozi gąsienicowych, Przegląd Mechaniczny. 2008, R. 67, nr 9, s. 47-50

B1.13. Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław, Rusiński Eugeniusz: Wybrane zagadnienia z pomiaru obciążeń działających na elementy układu napędowego koparek kołowych, Maszyny i pojazdy dla budownictwa i górnictwa skalnego Wrocław 2008, s. 39-46

B1.14. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Half-shaft undercarriage systems - designing and operating problems, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2009, vol. 33, nr 1, s. 62-69

B1.15. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego stalowych ustrojów nośnych, Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 302-305

B1.16. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: A combined numerical-experimental method for determining the spatial distribution of a residual stress in a notch, Materials Science-Poland. 2010, vol. 28, nr 1, s. 393-399

B1.17. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Evaluation of durability of elements of load-bearing structures, Design and selection of bulk material handling equipment and systems: mining, mineral processing, port, plant and excavation engineering. Vol. 2 / ed. by Jayanta Bhattacharya. Kolkata : Wide Publishing, 2012. s. 285-306

B1.18. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr: Estimating the remaining operating time of mining headframe with consideration of its current technical condition, 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013 Procedia Engineering 2013, vol. 57, s. 958-966

B1.19. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Numerical modeling and experimental measurements of the bucket

wheel excavator at operational load, ICOVP 2013 11th International Conference on Vibration Problems, Lisbon, Portugal 2013, s. 1-10

B1.20. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr, Pietrusiak Damian P: Identification and prevention of structural vibrations of high performance machines, ICOVP 2013 11th International Conference on Vibration Problems, Lisbon, Portugal 2013, s. 1-12

B1.21. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Assessment of the correlation between the numerical and experimental dynamic characteristics of the bucket wheel excavator in terms of the operational conditions, FME Transactions. 2013, vol. 41, nr 4, s. 298-304

B1.22. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Ocena stanu technicznego maszyn górnictwa odkrywkowego po wieloletniej eksploatacji wspomagana metodami numeryczno-eksperymentalnymi, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 7-12

B1.23. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Analiza dynamiki wielonaczyniowych koparek kołowych typu KWK / Eugeniusz Rusiński, Przemysław Moczko, Damian Pietrusiak. Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 197-202

B1.24. Rusiński E. Czmochowski J., Smolnicki T. Moczko P. i inni: Metodyka oceny stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego po wieloletniej Eksploatacji. Monografia w postaci książki. Zrecenzowana i przyjęta do druku. Przewidywana data publikacji: luty 2015r.

Spis tworzących jednotematyczny cykl publikacji pt.: 2. „**Monitorowanie procesów i stanu technicznego maszyn wolno-obrotowych, wspomagane metodami numerycznymi**”

B2.1. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Stamboliska Žaklina: Proactive condition monitoring of kiln roller plain bearings, Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 311-316

B2.2. Stamboliska Žaklina, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Prevention of failures at low-speed machinery by FEM aided condition monitoring, Systems: Journal of Transdisciplinary Systems Science. 2012, vol. 16, nr 1, s. 19-33

B2.3. Rusiński Eugeniusz, Stamboliska Žaklina, Moczko Przemysław: Proactive control system of condition of low-speed cement machinery, Automation in Construction. 2013, vol. 31, s. 313-324

B2.4. Konieczny Andrzej, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pawlos Witold, Stamboliska Žaklina: The influence of copper ore lithology on the grinding media wear, Wear. 2014, vol. 318, s. 40-48

B2.5. Stamboliska Žaklina, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Proactive Condition Monitoring of Low-Speed Machines, Springer International Publishing Switzerland 2015, Monografia w postaci książki. ISBN 978-3-319-10493-5, 2015.

Spis tworzących jednotematyczny cykl publikacji pt.: 3.1. „**Układ urabiania i elementy skrawające maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego**”

B3a.1. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Degradacja ustrojów nośnych kół czerpakowych koparek, Problemy Maszyn Roboczych. 2005, z. 25, s. 73-82

B3a.2. Kaczyński Paweł J, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Modyfikacja konstrukcji koła czerpakowego koparki kołowej, Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 329-333

B3a.3. Rusiński Eugeniusz, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław: Wybrane aspekty obliczeń wytrzymałościowych koła czerpakowego koparki kołowej, Górnictwo Odkrywkowe. 2009, R. 50, nr 4/5, s. 83-87

B3a.4. Rusiński Eugeniusz, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Numeryczno-doświadczalna metoda oceny sztywności korpusu przekładni napędu koła czerpakowego koparki kołowej, Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 181-186

B3a.5. Rusiński Eugeniusz, Harnatkiewicz Piotr, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Examination of the causes of a bucket wheel fracture in a bucket wheel excavator, Engineering Failure Analysis. 2010, vol. 17, nr 6, s. 1300-1312

B3a.6. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kaczyński Paweł J: Structural modifications of excavator's bucket wheel by the use of numerical methods, Solid State Phenomena 2010, vol. 165, s. 330-335

B3a.7. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Modernizacja zespołu urabiania koparek kołowych SchRs 4600, Górnictwo i Geoinżynieria. 2011, R. 35, z. 3/1, s. 217-230

B3a.8. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Evaluation of buckets number in purpose to avoid resonance, 28th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Budapest 2011, Scientific Society for Mechanical Engineering, 2011. s. 165-166

B3a.9. Rusiński Eugeniusz, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Optymalizacja charakterystyk dynamicznych wielonaczyniowej koparki kołowej na etapie projektu wstępnego, Górnictwo Odkrywkowe, R. 53, nr 3-4, s. 25-28, 2012

B3a.10. Czmochowski Jerzy, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław: Analiza wytrzymałościowa koła czerpakowego koparki w warunkach założonej wydajności. Górnictwo i Geoinżynieria. 2011, R. 35, z. 3/1, s. 73-80

B3a.11. Rusiński Eugeniusz, Dragan Szymon, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Implementation of experimental method of determining modal characteristics of surface mining machinery in the modernization of the excavating unit, Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2012, vol. 12, nr 4, s. 471-476

B3a.12. Pietrusiak Damian P, Moczko Przemysław, Czmochowski Jerzy: Field and numerical testing of the BWE SchRs4600.50 dynamic behavior, Topics in modal analysis. Vol. 7, Proceedings of the 31st IMAC, A Conference on Structural Dynamics, New York, Springer, cop. 2014 (dr. 2013). s. 525-532

B3a.13. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian, Zawiślak Maciej: Badania, projektowanie i modernizacje elementów układów urabiania maszyn podstawowych, Węgiel brunatny - szanse i zagrożenia : monografia, Kraków : Agencja Wydawniczo-Poligraficzna Art- Tekst, 2014. s. 365-376

B3a.14. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P, Cegiel Lesław, Michalczyk Andrzej, Olejarz Jerzy: Badania i modernizacja czerpaków koparek kołowych, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 234-241

Spis tworzących jednotematyczny cykl publikacji pt.: 3.2. „**Innowacyjny zespół wirujący wentylatora promieniowego WPK-5.35**”

B3b.1. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Projektowanie i optymalizacja wirników wentylatorów promieniowych przy wykorzystaniu metody elementów skończonych / Eugeniusz Rusiński, Przemysław Moczko, Grzegorz Przybyłek. Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 338-341

B3b.2. Rusiński Eugeniusz, Odyjas Piotr, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian: Ocena stanu dynamicznego wirnika wentylatora w zależności od rodzaju wykorzystanego modelu obliczeniowego, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 245-249

B3b.3. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr, Pietrusiak Damian: Tests of rotary machines vibrations in steady and unsteady states on the basis of large diameter centrifugal fans, Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability. 2014, vol. 16, nr 2, s. 211-216

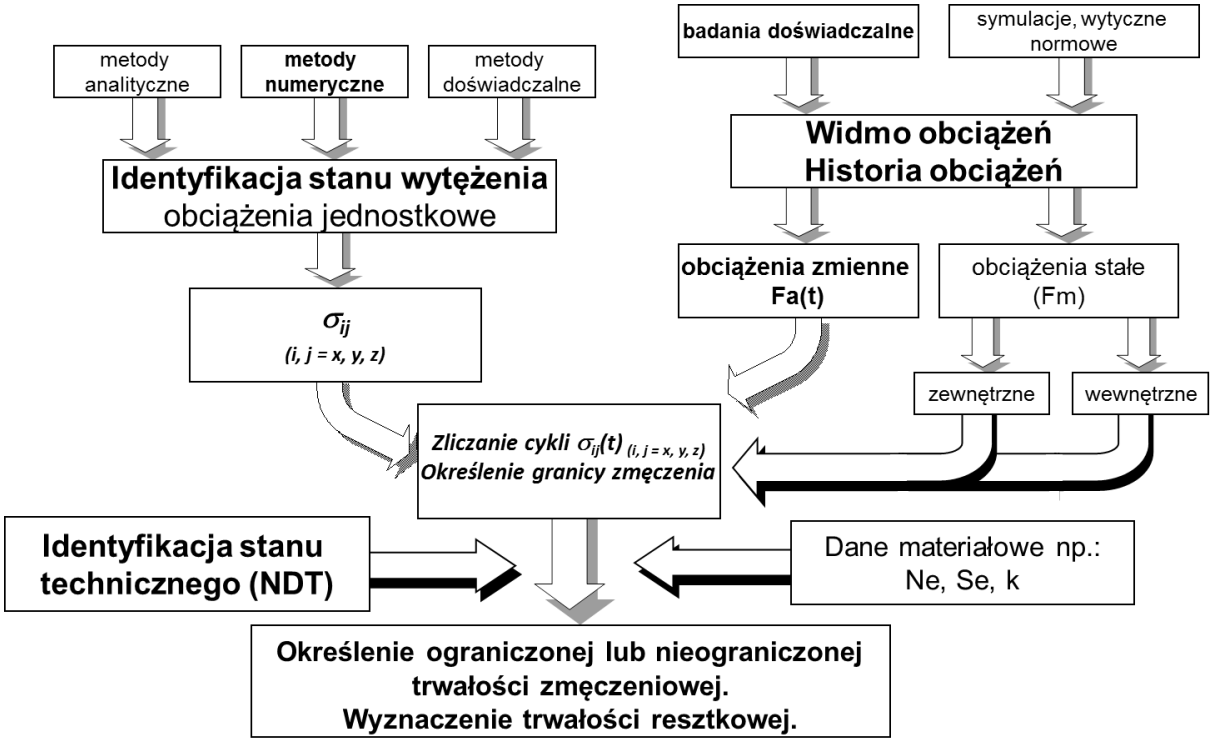
c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

1. Numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn

Osiągnięcie naukowe autora powyższego wniosku (wnioskodawcy), w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, stanowi opracowanie numeryczno-doświadczalnej metody oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn. Wyniki tych prac przedstawione są w jednotematycznym cyklu publikacji wymienionych w punkcie B1 wniosku. Wkład wnioskodawcy w opracowanie metody dotyczy wszystkich etapów jej realizacji, rozwoju i wykorzystania, zwłaszcza w zakresie opracowywania algorytmów obliczeniowych w podejściach ogólnym i szczegółowym, związanych z szacowaniem trwałości resztkowej oraz w zakresie planowania oraz realizacji badań obciążeń eksploatacyjnych na obiektach rzeczywistych. Procentowy udział w publikacjach wymienionych w punkcie B1 wniosku wynosi od 40 do 90 procent.

Podstawowym pytaniem pojawiającym się w trakcie eksploatacji różnego rodzaju maszyn i urządzeń, w tym maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, jest jak długo i bezpiecznie może jeszcze funkcjonować maszyna lub urządzenie, które przepracowało już określoną ilość lat. Jest to przede wszystkim problematyka trwałości resztkowej. Do tej pory brak jest jednoznacznych metod odpowiedzi na takie pytania, a tym bardziej nie istnieją wytyczne ujednolicające tryb postępowania w takich przypadkach. Podobna sytuacja ma miejsce, w przypadku maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, które ze względu na

koszt ich budowy, nie są obiektami łatwymi do wyeliminowania z eksploatacji. Z drugiej strony muszą one zapewniać bezpieczeństwo i pewność pracy, które to parametry stają się dużymi niewiadomymi, w przypadku obiektów eksploatowanych przez kilkadziesiąt lat. Zasadniczym problemem w tym przypadku jest ustrój nośny tych maszyn, który w zasadzie nie podlega remontom, w przeciwieństwie do części maszynowej. W tym celu opracowana została numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn. Schemat metody przedstawiono na rysunku 1.1. Główny nacisk w tej metodzie położony jest na numeryczną identyfikację stanu wytężenia przy wykorzystaniu trójwymiarowych modeli obliczeniowych bazujących na MES, który następnie wykorzystywany jest w obliczeniach zmęczeniowych. Drugim kluczowym składnikiem tej metody jest identyfikacja stanu obciążenia, którą prowadzi się głównie przy wykorzystaniu badań eksperymentalnych na analizowanych obiektach. Trzecim decydującym o skuteczności metody działaniem jest prognozowanie trwałości resztkowej bazujące na zidentyfikowanym stanie wytężenia i obciążenia analizowanych obiektów. Ostatnim, uzupełniającym działaniem, w ramach opracowanej metody, jest przeprowadzenie defektoskopowych badań nieniszczących, w celu określenia stanu ustroju nośnego, zwłaszcza w rejonach bezpośrednio odpowiedzialnych za bezpieczeństwo koparki oraz w miejscach wytypowanych, jako silnie wytężone na podstawie obliczeń zmęczeniowych. Badania te stanowią uzupełnienie wiedzy o stopniu degradacji ustroju nośnego i oceny jego trwałości.



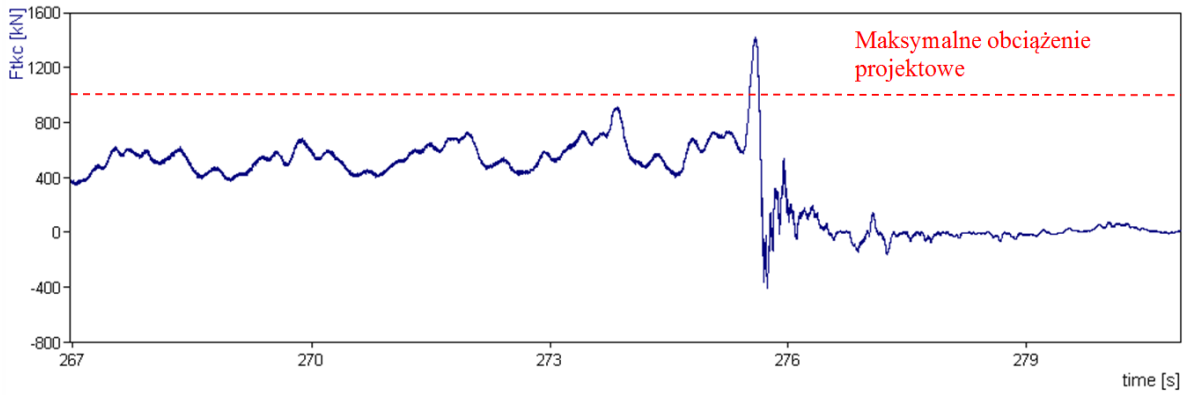
Rys. 1.1. Schemat blokowy metody wyznaczania trwałości resztkowej węzłów konstrukcyjnych

Na podstawie analizy wpływu zbioru różnych obciążeń na stan wytężenia ustrojów nośnych, w opracowanej metodzie wydzielone i zidentyfikowane zostały dwie grupy obciążeń zewnętrznych, które w zasadniczy sposób wpływają na stopień wyczerpania trwałości. Są to:

- obciążenia układu urabiania – siły skrawania,

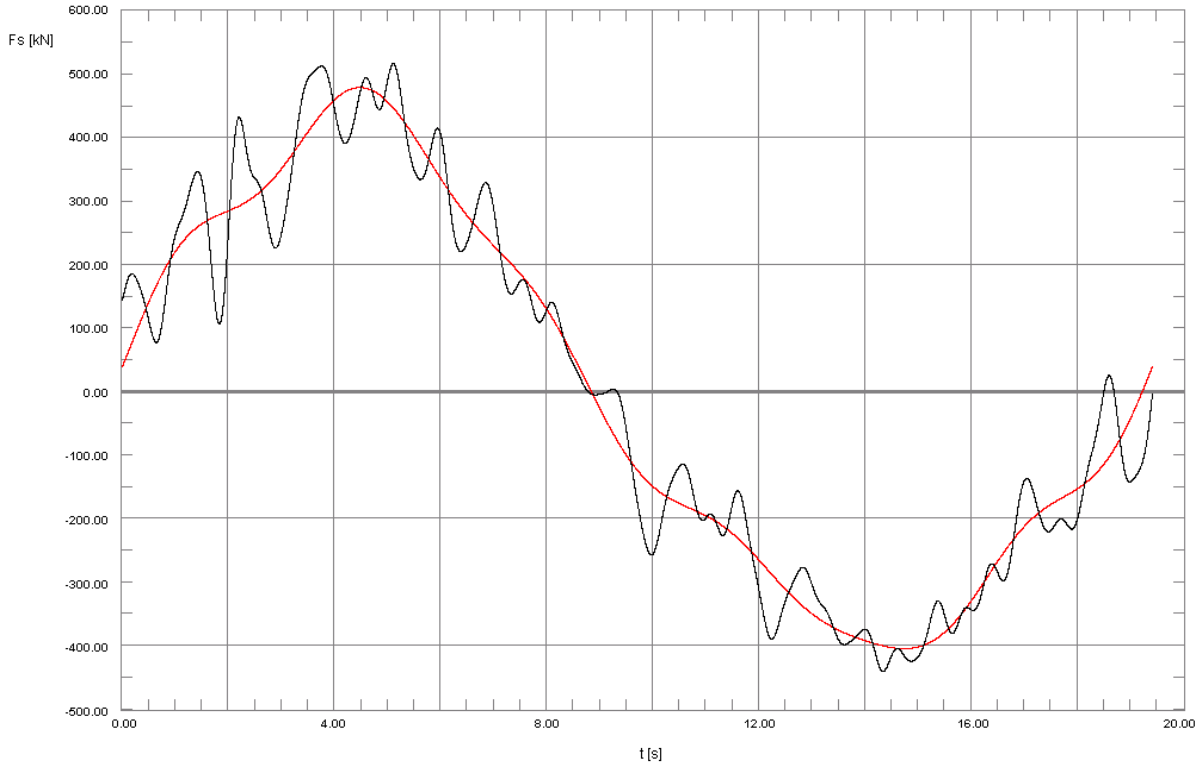
- obciążenia dynamiczne (drgania) poszczególnych elementów maszyny generowane przez eksploatację (urabianie, ruchy robocze).

W opracowanej metodzie obciążenia te są identyfikowane na podstawie badań eksperymentalnych przy wykorzystaniu systemów kondycjonująco-rejestrujących, wykorzystujących głównie czujniki drgań i czujniki tensometryczne. Co, jest zasadniczą nowością metody, to stwierdzenie, że wpływ tych drgań na trwałość ustroju nośnego jest różny i uzależniony od elementu maszyny i w opracowanej metodzie jest on określany dla każdego zespołu maszyny oddzielnie. Jest to realizowane na podstawie długoterminowych badań, w trakcie normalnej eksploatacji. Ważnym wnioskiem określonym na podstawie przeprowadzonych kilkuletnich badań na wielu maszynach podstawowych jest stwierdzenie, że podejście normowe do projektowania maszyn podstawowych, w którym drgania uwzględniane są poprzez współczynniki zwiększające obciążenia stałe, powoduje, w wielu przypadkach, niedoszacowanie tych obciążeń, a tym samym nieprawidłowe szacowanie trwałości. Taka sytuacja występuje między innymi, w przypadku układów urabiania maszyn podstawowych zwłaszcza nadkładowych, których obciążenia determinowane są zmiennymi oporami skrawania i zjawiskami dynamicznymi, generowanymi przez występujące w ośrodku urabianym wtrącenia nieurabialne. W trakcie eksploatacji obserwuje się częste przeciążenia układów urabiania, które normowo nie są uwzględniane w zmęczeniowym toku obliczeniowym, a które mogą wpływać zasadniczo na stopień wyczerpania trwałości. Przykład zarejestrowanego na koparce kołowej przebiegu obwodowej siły skrawania, z widocznym przeciążeniem układu, przedstawiono na rysunku 1.2. Na rysunku zaznaczono także wartość projektową obciążenia.



Rys. 1.2. Zmiana obwodowej siły skrawania koparki kołowej w czasie

Podobny przebieg obrazujący efekty dynamiczne występujące podczas urabiania koparki kołowej przedstawiono na rysunku 1.3. Kolorem czerwony przedstawiono jeden cykl zginania wału koła czerpakowego, a kolorem czarnym przebieg kompletny, który uwzględnia dynamikę procesu z dodatkowymi impulsami generowanymi przez wejścia czerpaków w ośrodek urabiany. Każdy z takich impulsów generuje dodatkowe jednostkowe uszkodzenie zmęczeniowe.



Rys. 1.3. Przebieg zginania wału koła czerpakowego obwodową siła skrawania F_s ze składowym wejścia czerpaków w ośrodek urabiany (kolor czarny) oraz przebieg bez tych składowych (kolor czerwony)

W opracowanej numeryczno-doświadczalnej metoda oceny stanu technicznego i prognozowania trwałości resztkowej ustrojów nośnych maszyn, uwzględniane są powyższe zjawiska w analizach numerycznych MES i obliczeniach zmęczeniowych wykorzystujących energetyczne hipotezy kumulacji uszkodzeń.

Opracowana metoda oceny stanu technicznego, pozwala na prowadzenie skutecznej oceny możliwości dalszej eksploatacji obiektów przeznaczonych do długotrwałej eksploatacji w warunkach obciążeń zmiennych. Metoda te dedykowana jest do oceny ustrojów nośnych maszyn podstawowych, jednak z powodzeniem może być wykorzystana do innych obiektów. W zależności od potrzeb, w metodzie stosuje się dwa podejścia: podstawowe i szczegółowe, do szacowania trwałości. Oba podejścia wykorzystują szczegółowe informacje na temat stanu wytężenia (modele numeryczne) analizowanego obiektu. W podejściu podstawowym dokonujemy analizy typu „zero jedynkowej", która pozwala określić, czy dany węzeł konstrukcyjny pracuje w zakresie ograniczonej lub nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej. Wykorzystuje się w tym przypadku wartości normowe dopuszczalnych zakresów naprężeń zmęczeniowych. Dzięki temu możliwe jest opracowanie skutecznego programu prac naprawczych zidentyfikowanych uszkodzeń i program badań okresowych pozwalających na dalszą bezpieczną eksploatację obiektu. Podejście szczegółowe, wykorzystuje modele numeryczne do opisu stanu wytężenia i informacje na temat stanu obciążenia uzyskiwane z badań eksperymentalnych. Bazując na energetycznych hipotezach wyczerpywania trwałości, umożliwia dokonanie wyznaczenia wartości uszkodzenia zmęczeniowego (kumulacja uszkodzeń zmęczeniowych) i oceny stopnia zużycia ustroju w stosunku do granicznej wartości kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych. W podejściu tym uzyskujemy więcej informacji w stosunku do podejścia podstawowego, gdyż możemy

szacować moment, w którym wystąpi pęknięcie zmęczeniowe, a w konsekwencji przewidywać także trwałość resztkową ustroju.
Najważniejszym czynnikiem wpływającym na poprawność wykorzystania metody jest identyfikacja obciążeń zmiennych oddziałujących na badany ustrój nośny. Badania identyfikacyjne obciążeń nie były dotychczas realizowane w taki sposób i w takim zakresie na maszynach podstawowych górnictwa odkrywkowego Jak już wspomniano, w opracowanej metodzie wyróżniono dwie grupy obciążeń decydujących w zasadniczy sposób o trwałości:

- obciążenia układu urabiania siłami skrawania,
- obciążenia ustroju nośnego siłami dynamicznymi, wynikającymi z drgań poszczególnych elementów maszyny.

Opracowana metoda jest wykorzystywana, w celu określania stanu technicznego maszyn podstawowych pracujących we wszystkich polskich kopalniach węgla brunatnego. Dotychczas przy jej użyciu przebadano około 20 maszyn. W wielu przypadkach udało się zidentyfikować istotne uszkodzenia ustrojów nośnych maszyn, które stanowiły poważne zagrożenie w dalszej pracy. Dwie z badanych maszyn zostały wycofane z eksploatacji. Dla pozostałych maszyn opracowano indywidualne programy naprawcze i szczegółowe plany badań okresowych pozwalające na prowadzenie dalszej i bezpiecznej eksploatacji.
Doświadczenia wynikające z przeprowadzonych dotychczas badań na maszynach podstawowych, pozwalają wyciągnąć następujące wnioski:

- Wartości obciążeń dynamicznych oddziałujące na ustroje nośne maszyn podstawowych, w wielu przypadkach przekraczają wartości podane lub wyznaczone na podstawie norm przedmiotowych.
- Istnieje zależność pomiędzy typami konstrukcji maszyn podstawowych (np. klasa C, maszyna kompaktowa, duża itp.) a charakterem i poziomem drgań globalnych i lokalnych.
- Udział obciążeń dynamicznych w procesie wyczerpywania trwałości jest największy na wysięgniku przeciwwagi i wysięgniku zrzutowym. Kolejne elementy ustroju nośnego koparki kołowej, w kierunku do wysięgnika koła czerpakowego, również poddawane są obciążeniom dynamicznym, jednakże udział tych obciążeń w generowaniu wytężenia i uszkodzenia zmęczeniowego zmniejsza się.
- Wraz ze wzrostem wielkości koparki kołowej, spada krotność współczynnika przeciążeniowego układu napędowego koła czerpakowego. Analogicznie, koparki o mniejszych wydajnościach i masie generują większe wartości przeciążeń, które wpływają na proces wyczerpywania trwałości.
- Możliwe jest prowadzenie dalsze bezpiecznej eksploatacji ustrojów nośnych maszyn pod warunkiem ich szczegółowej oceny przy wykorzystaniu opracowanej metody oceny stanu technicznego i szacowania trwałości resztkowej.

Wyniki powyższych pracy zostały przedstawione w publikacjach przedstawionych w części B1 wniosku. W pracach B1.1-B1.3, B1.12, B.1.15- B1.18, B1.22 przedstawiono szczegóły dotyczące opracowanej metody. W pracach B1.4, B1.5, B1.7, B1.9, B1.19-B1.21, B1.23 pokazano metodologie związaną z identyfikacją własności dynamicznych analizowanych maszyn. Prace B1.6, B1.8, B1.10, B1.11, B1.14 przedstawiają problematykę degradacji

ustrojów nośnych maszyn, identyfikacji uszkodzeń i analizy ich przyczyn. W pracy B1.13 przedstawiono eksperymentalne podejście dotyczące identyfikacji obciążeń układów urabiania maszyn podstawowych, które wykorzystywane są następnie do oceny ich stanu technicznego. Praca B1.24, w postaci monografii, stanowi podsumowanie prowadzonych prac związanych z prezentowaną metodą oceny stanu technicznego ustrojów nośnych maszyn (w tym maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego).

2. Monitorowanie procesów i stanu technicznego maszyn wolno-obrotowych wspomagane metodami numerycznymi

Osiągnięcie naukowe autora powyższego wniosku (wnioskodawcy), w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, stanowi wkład w opracowanie metod monitorowania procesów i stanu technicznego maszyn wolno-obrotowych. Wyniki tych prac przedstawione są w jednotematycznym cyklu publikacji wymienionych w punkcie B2 wniosku. Wkład wnioskodawcy w opracowanie metody dotyczy wszystkich etapów jej realizacji, rozwoju i wykorzystania, zwłaszcza w zakresie opracowywania procedur doboru technik pomiarowych, oraz w zakresie wykorzystania metod wspomagania komputerowego (MES) do analizy stanu obiektu z punktu widzenia wyboru parametrów monitorowania i wartości progowych sygnałów (ostrzeżenia, alarmy). Procentowy udział w publikacjach wymienionych w punkcie B1 wniosku wynosi od 50 do 60 procent.

Problematyka monitorowania stanu technicznego oraz procesów w maszynach wolno-obrotowych ciężkich jest stosunkowo słabo poznana ze względu na odmienne podejście wymagane w monitorowaniu. Wynika to głównie z faktu, że częstotliwości pracy urządzeń wolno-obrotowych, wynoszące poniżej 10 Hz, generują trudno rejestrowalne, a tym samym trudne w analizie sygnały amplitudowo-częstotliwościowe, jeśli stosuje się klasyczne metody diagnostyki maszyn (np. wibrodiagnostyka wykorzystująca akcelerometry). W przemyśle ciężkim, podstawowe urządzenia technologiczne często są urządzeniami wolno-obrotowymi. Jako główne elementy ciągów procesowych powinny cechować się jak najwyższą niezawodnością. Proaktywny monitoring takich obiektów jest jednak mało powszechny ze względu na niedocenianie korzyści, jakie można uzyskać stosując systemy monitorowania i błędne przekonanie, że wolnozmienność procesów umożliwia prowadzenie bezpiecznej eksploatacji. Dodatkowym utrudnieniem w budowie skutecznych systemów monitorowania jest poza doborem techniki i lokalizacji punktów pomiarowych, określenie wartości informacyjnych i alarmowych analizowanych sygnałów. Jest to związane z wysokim kosztem eksperymentów mających na celu ustalenie tych wartości (doprowadzenie do uszkodzenia urządzenia przy jednoczesnej rejestracji sygnałów monitorowania).

Z tego względu opracowana została nowa, kompletna metoda monitorowania stanu maszyn wolno-obrotowych, bazująca na dedykowanych technikach pomiarowych i wykorzystująca narzędzia wspomagające (MES), zarówno na etapie budowy systemu, jak również po jego uruchomieniu w trakcie optymalizacji nastaw. Zastosowanie metod numerycznych pozwala na wirtualną ocenę stanu urządzenia, w różnych warunkach eksploatacyjnych, symulowanie stanów awaryjnych, analizę wpływu zmian parametrów procesowych na stan obiektu, dobór i

optymalizację systemu pomiarowego (wymagana czułość czujników, lokalizacja), określanie. W ramach metody opracowano algorytmy doboru technik i lokalizacji punktów pomiarowych, toków obliczeniowych związanych z analizą sygnałów mierzonych i procedur określania wielkości progowych (ostrzegawczych i alarmowych) reprezentatywnych sygnałów monitorowania.

Metoda posiada następujące cechy i zalety:

- Możliwość ciągłego proaktywnego monitorowania stanu maszyny.
- Prowadzenie analiz i oceny wpływu (korelacji) procesów technologicznych na parametry monitorowania i w konsekwencji na stan obiektu.
- Metoda umożliwia dobór technik pomiarowych i przede wszystkim wybór optymalnych lokalizacji i układu punktów monitorowania z punktu widzenia ich czułości i korelacji z parametrami procesu oraz reprezentatywnymi sygnałami opisującymi stan obiektu.
- Opracowanie algorytmów obliczeniowych sygnałów monitorowanych.
- Ustalenie wartości parametrów informacyjnych, ostrzegawczych i alarmowych.
- Wczesne wykrywanie potencjalnych nieprawidłowości, dające możliwość podjęcia działań korygujących przy wykorzystaniu parametrów procesowych pracy (brak potrzeby zatrzymania maszyny).
- Bardziej elastyczna możliwość planowania wyłączeń maszyny monitorowanej.
- Zapobieganie poważnym awariom poprzez kontrolowanie rozwijającego się uszkodzenia.

Na podstawie opracowanej metody zbudowano i wdrożono do eksploatacji proaktywny system monitorowania stanu pieca cementowniczego. Obiekt ten jest typowym przykładem maszyny wolno-obrotowej ciężkiej. Jego masa wynosi około 500 ton, a prędkość obrotowa waha się w przedziale od 3 do 5 obrotów na minutę. Na podstawie przeprowadzonych symulacji numerycznych określono stany deformacji i naprężeń pieca wraz z podporami dla różnych stanów pracy i obciążeń urządzenia. Na tej podstawie zastosowano system pomiarowy bazujący na pomiarze przemieszczeń elementów podporowych pieca. W systemie zastosowano czujniki indukcyjne do rejestracji przemieszczeń, czujniki temperatur w węzłach obrotowych, pomiary termowizyjne temperatury powłoki pieca i dodatkowe dane procesowe, które wyprowadzono z układu sterowanie urządzenia. Lokalizacja czujników przemieszczeń pozwala na ocenę stanu podpór urządzenia oraz deformacji całego pieca wykrywając i monitorując następujące nieprawidłowe zjawiska mogące wystąpić podczas eksploatacji takie jak np.: przeciążenie łożysk, nierównomierna deformacja powłoki pieca wynikająca z zaburzeń w przepływie materiału wewnątrz pieca, uszkodzenie rolek i pierścienie wsporczych i inne. Szczegóły systemu wraz z opisem teoretycznym oraz przykładem zastosowania na piecu cementowym zostały przedstawione w pracy B2.3 (lista publikacji wymienionych w punkcie B2). W pracach B2.1 i B2.2 przedstawiono założenia proaktywnego monitorowania łożysk ślizgowych i opisano możliwości zapobiegania uszkodzeń maszyn wolnoobrotowych wspomagane metodami numerycznymi. Monografia B2.5 stanowi podsumowanie prowadzonych badań w zakresie proaktywnego monitorowania stanu technicznego maszyn wolno-obrotowych. Została zrecenzowana i obecnie znajduje się w końcowej fazie

edytorskiej. Zostanie wydana w postaci książki, w listopadzie 2014 roku, przez wydawnictwo Springer (New York).
Praca B2.4 przedstawia natomiast wyniki prac dotyczących monitorowania i szczegółowej analizy procesów zachodzących w maszynach wolnoobrotowych na przykładzie młynów do przeróbki rud miedzi. Praca koncentruje się na poszukiwaniu zależności pomiędzy cechami litologicznymi przerabianych rud, a zużyciem elementów mielących (mielników). Do określenia związków pomiędzy litologią a zużyciem wykorzystano laboratoryjne badania doświadczalne procesu zużycia, które następnie potwierdzono w trakcie eksperymentu przemysłowego, w którym monitorowano parametry technologiczne (zużycie mielników, zapotrzebowanie mocy, stopień wypełnienia młyna, wydajność) i litologię nadawy do młyna. W wyniku przeprowadzonych prac opracowano autorską funkcję wiążącą ze sobą te parametry. Funkcja ta wykorzystywana jest obecnie w KGHM Polska Miedź S.A., do poprawy efektywności eksploatacji młynów kulowych do przeróbki rud miedzi i do planowania zużycia mielników w kolejnych latach eksploatacji.

3a. Układ urabiania i elementów skrawające maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego

Osiągnięcie naukowe autora powyższego wniosku (wnioskodawcy), w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, stanowi osiągniecie techniczne w postaci układu urabiania i elementów skrawających maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego. Układ urabiania przeznaczony jest do koparek typu SchRs4600. Natomiast elementy skrawające, czerpaki do koparek kołowych typu SchRs4600, SchRs4000 i koparek łańcuchowych typu SRs710.
Wkład wnioskodawcy w projekt układu urabiania dla koparek typu SchRs4600, dotyczy wszystkich etapów jego realizacji, od opracowania projektu wstępnego poprzez badania numeryczne, modelowe i doświadczalne na koparkach SchRs4600, opracowanie projektu technicznego i nadzór nad produkcją układu urabiania. Procentowy udział w opracowaniu rozwiązania technicznego wynosi około 80%. Podobny wkład dotyczy projektów elementów skrawających dla koparek kołowych i łańcuchowych SchRs4600, SchRs4000 oraz ERs710. Wyniki zrealizowanych prac badawczych i projektowych przedstawiono w publikacjach wymienionych w punkcie B3a wniosku. Procentowy udział w przygotowaniu publikacji wynosi od 60 do 80 procent. Wymienione obiekty są już z wdrożone lub znajdują się w fazie wdrożenia.
Modernizacja maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego stanowi alternatywę do budowy nowych maszyn. Pozwala na zmianę ich parametrów lub umożliwia eliminację problemów związanych z użytkowaniem rozwiązań nastręczających wiele problemów techniczno-eksploatacyjnych takich jak przykładowo powtarzające się uszkodzenia, przyspieszone zużycie elementów maszyny, nadmierne drgania, rezonans i inne. Taki proces jest zazwyczaj bardziej złożony niż projektowanie nowej maszyny w całości, ponieważ element modernizowany, nie może wpływać negatywnie na istniejącą strukturę, która nie podlega zmianom modernizacyjnym. Istnieją w związku z tym także ograniczenia

projektowe, które należy uwzględniać podczas opracowywania modernizacji. W przypadku modernizacji układu urabiania koparek kołowych należy brać pod uwagę wiele czynników, wśród których można wymienić:

- wydajność koparki,
- moce napędów urabiania i obrotu,
- częstotliwości rezonansowe (w przypadku zmian liczby czerpaków),
- stateczność koparki (przy zmianie masy nowego układu, lub przy zmianie sił urabiania),
- współpraca z zespołami związanymi z modernizowanym układem (np., zsuwnia, zamek koła),
- inne wynikające ze specyficznych uwarunkowań techniczno-eksploatacyjnych.

Liczba czynników niezbędnych do uwzględnienia podczas procesu modernizacji zależy od jej zakresu i głównych założeń. Dlatego do każdej takiej pracy należy podchodzić w sposób indywidualny, dopasowany do wymaganych zmian. Pominięcie istotnych czynników w modernizacji może prowadzić do nie osiągnięcia celów modernizacji, wystąpienia awarii lub zagrożenia bezpieczeństwa pracy maszyny. W związku z tym, prace modernizacyjne muszą zawierać kompleksowy zakres prac modelowych, badań eksperymentalnych, symulacji numerycznych i badań weryfikacyjnych po wdrożeniu modernizacji do eksploatacji.
W przypadku modernizowanych koparek typu SchRs4600, dodatkowym utrudnieniem był fakt, że cechują się one dwiema całkowicie odmiennymi postaciami konstrukcyjnymi. Dwie koparki SchRs4600.30, to konstrukcje typu C z wysięgnikiem urabiania o długości 30 metrów. Natomiast koparka SchRs4600.50 należy do grupy maszyn dużych z wysięgnikiem koła czerpakowego o długości 50 metrów. Są to największe maszyny pracujące w polskich kopalniach odkrywkowych i jedne z większych na świecie. Oba typy maszyn posiadają identyczny układ urabiania i taką samą liczbę czerpaków, która wynosi 11 sztuk. Napęd koła odbywa się poprzez przekładnię główną, trzy stopniową o łącznej mocy 3 x 530 = 1590 *kW*.
Decyzja o przeprowadzeniu modernizacji układu urabiania koparek SchRs 4600 spowodowana była głównie następującymi czynnikami:

- występujące uszkodzenia kola czerpakowego zwłaszcza w rejonie piasty i czerpaków, powodujące nieplanowane przestoje i kosztowne remonty
- częste uszkodzenia przekładni napędu koła czerpakowego.

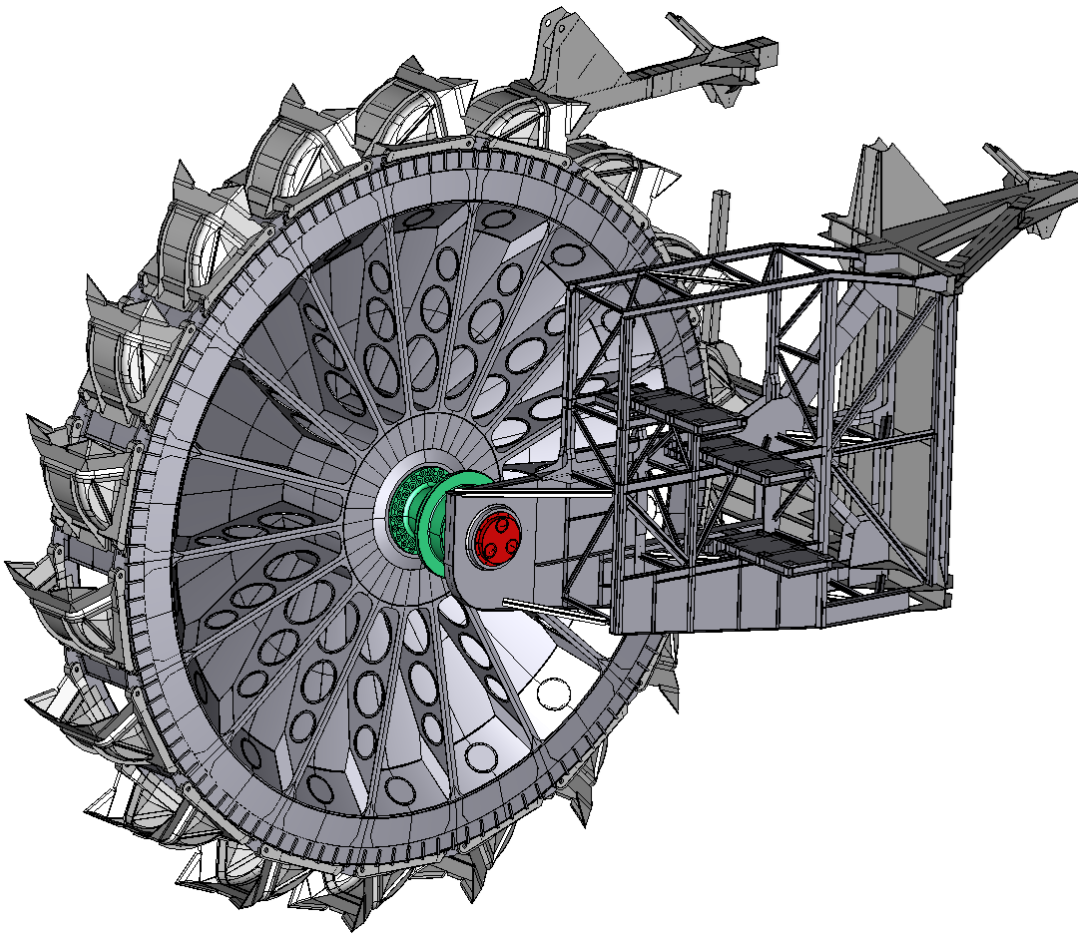
Taki stan rzeczy spowodowany jest niedostosowaniem konstrukcji układu urabiania do pogarszających się warunków urabiania, które przejawiają się między innymi licznym przeciążeniami układu na skutek uderzeń w ośrodki trudno lub nie urabialne. Dodatkowo negatywny wpływ na pracę układu ma mała liczba czerpaków (11 sztuk), która powoduję wysoką pulsacje obciążeń pochodzących od procesu urabiania i większe ryzyko występowania przeciążeń udarowych. W celu opracowania nowego układu urabiania dla koparek Schrs4600 zaplanowano i zrealizowano następujący program badań:

a) Pierwszy etap prac obejmował określenie charakterystyk modalnych koparek SchRs4600 w różnych warunkach pracy. W tym celu przeprowadzono badania doświadczalne na koparkach w zakresie eksploatacyjnej analizy modalnej. Badania doświadczalne przeprowadzono na dwóch typach maszyn (3 koparki), na różnych typach nadkładu jak również na węglu. Badania zrealizowano także dla różnych

stanów pracy koparek: urabianie, podjazdy i inne ruchy robocze. Do badań wykorzystano system pomiarowy rejestrujący przyspieszenia drgań poszczególnych elementów konstrukcyjnych. Dodatkowo rejestrowano obciążenia układu urabiania wynikające z procesy wydobycia. Wyniki badań wykorzystano do przeprowadzenia eksploatacyjnej analizy modalnej i na ich podstawie zidentyfikowano postacie i częstotliwości drgań własnych badanych maszyn.

b) Dysponując wynikami uzyskanymi z eksploatacyjnej analizy modalnej, przeprowadzono procedurę dostrajania zbudowanych wirtualnych modeli numerycznych maszyn, w celu uzyskania zgodności charakterystyk dynamicznych (w zakresie modalnym) z obiektami rzeczywistymi. Zgodne modele numeryczne wykorzystywane zostały do określenia charakterystyk modalnych koparek z wprowadzonymi zmianami w układzie urabiania. Ponadto wykorzystano je także do zidentyfikowania dodatkowych postaci drgań maszyn, które nie zostały wykryte podczas badań doświadczalnych. W wyniku badań doświadczalnych i numerycznych określono zakresy dopuszczalnych liczb czerpaków na koparkach, które są bezpieczne z punktu widzenia ryzyka wystąpienia rezonansu.
c) Na podstawie wyznaczonych charakterystyk modalnych koparek SchRs 4600 opracowano wstępne rozwiązania postaci konstrukcyjnej nowego koła i czerpaków spełniające kryteria określone w założeniach do projektu. Rozwiązania te poddano wstępnym obliczeniom wytrzymałościowym przy wykorzystaniu metody elementów skończonych i na podstawie wyników dokonano wyboru docelowego rozwiązania. Wariant ten został następnie poddany szczegółowym obliczeniom w zakresie wytrzymałości doraźnej, zmęczeniowej i wyboczeniowej. Na tej podstawie określono ostateczne rozwiązania konstrukcyjne nowego układu urabiania.
d) Kolejnym etapem prac było opracowaniem projektu konstrukcyjnego i technicznego urabiania w zakresie koła czerpakowego i czerpaków. W ramach projektu opracowano dwie wersje elementów urabiających (czerpaków) do urabiania nadkładu i węgla.
e) Nadzór wykonawczy nowego układu urabiania

Na rysunku 3a.1 przedstawiono widok na nowy układ urabiania koparki SchRs4600. Obecnie jest on w końcowej fazie wykonania dla pierwszej koparki SchRs4600. Rozpoczęto także prace nad kolejnym egzemplarzem. Wnioskodawca prowadzi nadzór autorki i wykonawczy prowadzonych prac.



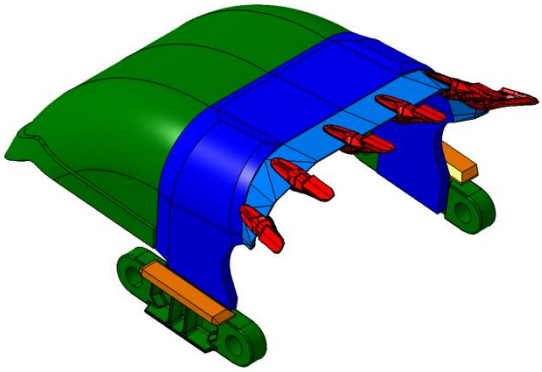
Rys. 3a.1. Nowy układ urabiania koparki SchRs4600

Wyniki powyższych prac związanych z projektem i wdrożeniem nowego układu urabiania dla koparek SchRs4600, przedstawiono w publikacjach, B3a.7, B3a.8, B3a.11, B3a.12 (lista publikacji wymienionych w punkcie B3a). W pracach tych przedstawiono poszczególne etapy procesu modernizacji układu urabiania koparek SchRs 4600. Ze względu na złożoność czynników i liczne ograniczenia wpływające na modernizacje istniejących maszyn, zaprezentowano kompletne podejście do procesu projektowania uwzględniające charakterystyki dynamiczne (modalne) maszyn o różnych postaciach geometrycznych i rzeczywiste warunki urabiania panujące na odkrywkach. Wykorzystano najnowocześniejsze narzędzia doświadczalne i numeryczne do realizacji procesu konstruowania tego typu obiektów. Zaprezentowany tok postępowania podczas modernizacji układu urabiania koparek SchRs 4600 pozwala na pełne ujęcie czynników decydujących o bezpieczeństwie i celowości zastosowania zmian w istniejącej złożonej strukturze maszyn. Szczególny nacisk położony jest na wyeliminowanie ryzyka zjawiska rezonansu ustroju nośnego koparek i zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości i trwałości nowych rozwiązań konstrukcyjnych układu urabiania. Dodatkowo w pracach B3a.1 do B3a.6 i B3a.9 oraz B3a.10 przedstawiono wyniki prac związanych z oceną stanu technicznego układów urabiania, badań dotyczących identyfikacji warunków, w jakich pracują oraz przykłady działań modernizacyjnych istniejących obiektów.

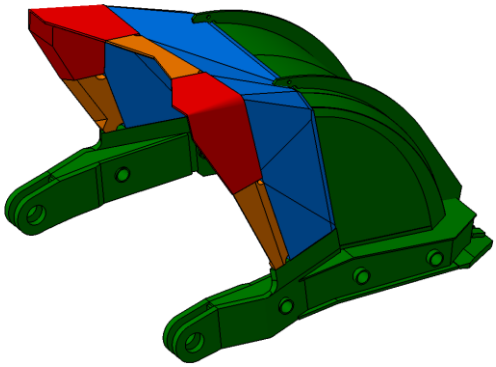
Elementy urabiające, czyli czerpaki, zaprojektowane przez wnioskodawcę dla koparek kołowych SchRs4600, SchRs4000 oraz łańcuchowych ERs710, są kluczowymi elementami

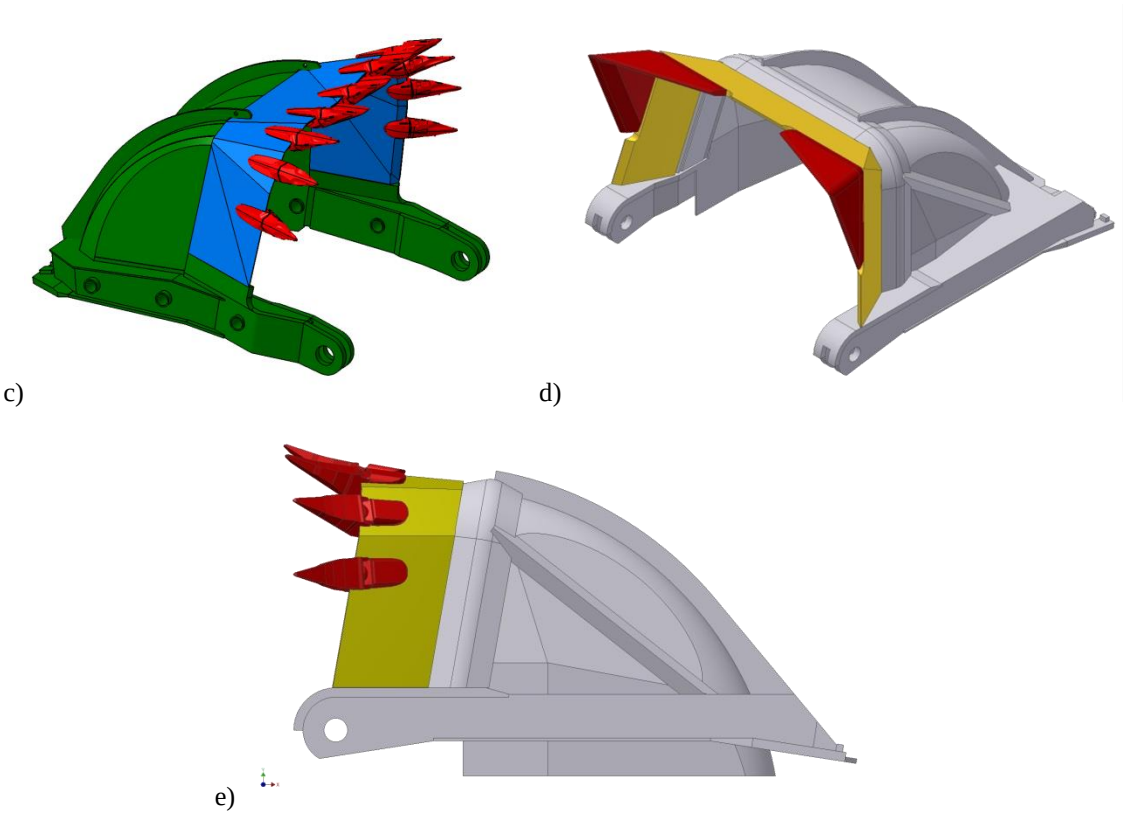
decydującymi o dyspozycyjności, energochłonności i kosztochłonności procesu urabiania nadkładu i węgla. Muszą zapewniać stabilność procesu urabiania, jak najdłuższą bezawaryjną pracę i jednocześnie jak najniższe koszty związane z wymianą, remontem i zapotrzebowaniem energii podczas urabiania. Biorąc pod uwagę wymagania stawiane tego typu elementom, zaprojektowane zostały nowe czerpaki do w/w maszyn. Ze względu na wysokie koszty wymiany, transportu czerpaków i ich dalszego remontu, polegającego głównie na wymianie zębów lub naroży i noży, podjęto decyzję o zastosowaniu szybko-wymiennych zębów typu ESCO, które nie wymagają demontażu czerpaka w celu przeprowadzenia wymiany. Założono, że czerpaki wyposażone w zęby przeznaczone będą głównie do urabiania węgla. Natomiast w przypadku urabiania nadkładów, zwłaszcza trudno urabialnych, opracowano projekty czerpaków wyposażonych w naroża. W celu opracowania projektów czerpaków wykorzystano nowoczesne metody numeryczne do oceny projektowanych obiektów w zakresie wytrzymałości doraźnej, zmęczeniowej i wyboczeniowej. Natomiast w celu optymalizacji geometrii elementów skrawających zastosowano zaawansowane analizy numeryczne w zakresie przepływowym. Opracowano własną metodę oceny geometrii elementów skrawających stosując własne kryterium związane z siłami generowanymi w trakcie skrawania. Jest to całkowicie nowe podejście do projektowanie tego typu elementów, niestosowane dotychczas w kraju i na świecie. W efekcie przeprowadzonych prac powstały projekty i na ich podstawie nowe czerpaki do wymienionych maszyn. Przykładowe rysunki i zdjęcia prezentujące je, pokazano poniżej (rys. 3a.2).

a)



b)





Rys. 3a.2. Nowe czerpaki dla koparek kołowych i łańcuchowych a)ERs710, b) i c)SchRs4000, d: i e) SchRs4600

Wyniki powyższych prac przedstawiono także w publikacjach B3a.13, B3a.14 (lista publikacji wymienionych w punkcie B3a). W ramach realizacji prac powstało także jedno zgłoszenie patentowe pt.: „System mocowania czerpaków", zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 27.05.2013 r. – P404090. W rozdziale numer 5 wniosku przedstawiona jest lista wszystkich patentów i zgłoszeń patentowych wnioskodawcy wraz z informacja na temat procentowego udziału w prawach autorskich.

3b. Innowacyjny zespół wirujący wentylatora promieniowego WPK-5.35

Osiągnięcie naukowe autora powyższego wniosku (wnioskodawcy), w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami, stanowi osiągniecie techniczne w postaci innowacyjnego wirnika wentylatora promieniowego WPK-5.35.

Wkład wnioskodawcy w osiągnięcie techniczne, dotyczy wszystkich etapów jego realizacji, od opracowania projektu, poprzez badania numeryczne, modelowe i doświadczalne po wdrożeniu oraz nadzór nad produkcją zespołów wirujących. Procentowy udział w opracowaniu rozwiązania technicznego wynosi około 80%.

Opracowany zespół wirujący wentylatorów WPK-5.35, wykorzystywany jest w układach głównego przewietrzania kopalń podziemnych KGHM Polska Miedź S.A. Jest to największy ze stosowanych zespołów w tego typu zastosowaniach. Średnica wirnika promieniowego wynosi 5.3 metra, przy masie ok 10 ton i mocy 3 MW. W wirniku zastosowano szereg innowacyjnych rozwiązań, których część została zgłoszona do ochrony patentowej. Listę zgłoszeń przedstawiono poniżej. Wirnik zespołu został zoptymalizowany z punktu widzenia

wytrzymałościowego, modalnego i przepływowego przy pomocy najnowocześniejszych narzędzi do obliczeń numerycznych. W efekcie uzyskano urządzenia, których sprawność wzrosła w zakresie od 2% do 6% w stosunku do wentylatorów w starej wersji, co przekłada się na oszczędności roczne dochodzące do 2.500.000- zł na sześć wentylatorów (przy średnim wzroście sprawności o 4%). Dotychczas wyprodukowano 10 sztuk zespołów wirujących w nowej wersji. Obecnie trwają prace nad zastosowaniem podobnych rozwiązań na innych typach wentylatorów promieniowych.

W ramach projektu i wdrożenia zespołów wirujących wentylatorów WPK-5.35, dokonano identyfikacji warunków pracy tego typu urządzeń i wymagań im stawianych oraz opracowano założenia projektowe. Na podstawie kompleksowych wirtualnych badań w zakresie wytrzymałościowym, zmęczeniowym, przepływowym i modalnym opracowano autorskie rozwiązania, które miały na celu uzyskanie zakładanych parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Przykładem może tu być nowy typ uszczelnienia wlotu wirnika jak również wykorzystano nowe rozwiązania połączenia łopat wirnika i tarczą nośną i pokrywą. Zoptymalizowano także geometrię kanałów wirnika w celu uzyskania jak najwyższej sprawności. Wykorzystanie nowoczesnych narzędzi do symulacji numerycznych pozwoliło na teoretyczną weryfikacje i optymalizację postaci konstrukcyjnej wirnika pod kątem stawianych mu wymagań. W kolejnym etapie zbudowano prototyp wirnika, który poddano wstępnym testom kontrolnym na stanowisku pomiarowym, a następnie zabudowano go na wentylatorze głównego przewietrzania kopalń. Weryfikacyjne badania tensometryczne w warunkach normalnej eksploatacji pozwoliły na walidację modeli numerycznych. Głównym założeniem projektowym było podniesienie sprawności urządzenia. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów przepływowych określono przyrost sprawności wentylatora o ok 6% w stosunku do wentylatora dotychczas stosowanego. Wpłynęło to na obniżenie zapotrzebowania energetycznego urządzenia o ok 400 kW. Jest to wynik bardzo dobry, który przynosi wymierne korzyści finansowe i sprzyja ochronie środowiska. Każdy kolejny wdrożony wirniki poddany został podobnym testom weryfikacyjnym w zakresie energochłonności. We Efekt wdrożenia został nagrodzony w konkursach organizowanych przez Naczelną Organizację Techniczną, jako nowatorskie osiągnięcie techniczne, skutecznie rozwiązujące postawiony problem naukowo-techniczny. Został także zgłoszony do uzyskania tzw. Białego Certyfikatu, potwierdzającego najwyższą energooszczędność i uprawniającego do uzyskania preferencyjnych cen na energię elektryczną. Widok na nowy wirnik zespołu wirującego wentylatora promieniowego WPK-5.35 przedstawiono na rysunku 3b.1.

Rys. 3b.1. Nowy wirnik wentylatora promieniowego WPK-5.35 na stanowisku pomiarowym i przygotowany do montażu

Wyniki powyższych prac przedstawiono także w publikacjach B3b.1 do B3b.3 (lista publikacji wymienionych w punkcie B3b). W tabeli 3b.1 przedstawiono listę patentów i zgłoszeń patentowych, które powstały podczas prac nad projektem zespołu wirującego oraz w trakcie prac badawczych nad innymi typami wentylatorów. Wnioskodawca jest współautorem w wymienionych zgłoszeniach. W rozdziale numer 5 wniosku przedstawiona jest lista wszystkich patentów i zgłoszeń patentowych wnioskodawcy wraz z informacja na temat procentowego udziału w prawach autorskich.

Tabela 3b.1. Patenty i zgłoszenia patentowe dotyczące urządzeń wentylacyjnych

Patent. Polska nr P397042 z dnia 21.11.2011 pt.: Wirnik wentylatora promieniowego.
Zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 17.06.2013 r. – P404351 pt.: Kierownica wlotowa wentylatora.
Zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 27.01.2014 r. – 406965 pt.: Wentylator osiowy.
Zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 10.07.2014 r. – W.123230 pt.: Przyrząd montażowy wirnika wentylatora osiowego
Zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 10.09.2014 r. - 409432 r. pt.: Wentylator osiowy.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych (artystycznych).

W punkcie numer 4 wniosku wymienione zostały jednotematyczne serie publikacji związanych przedstawionymi osiągnięciami. W tabeli 5.1 **zestawiono sumaryczna liczbę wszystkich publikacji** wnioskodawcy po uzyskaniu stopnia doktora, z podziałem na typ publikacji.

Tabela 5.1. Zestawienie publikacji wnioskodawcy po uzyskaniu stopnia doktora

Typ publikacji	Liczba publikacji
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	15
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych z tzw. "listy	11

filadelfijskiej" (źródło: Web of Science)	
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych z Impact Factor (baza JCR)	11
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych na liście czasopism MNiSW	52
Artykuły ogółem: Międzynarodowe: Krajowe:	66 28 38
Referaty konferencyjne ogółem: Międzynarodowe: Krajowe:	28 11 17
Rozdziały w książkach ogółem: Międzynarodowe: Krajowe:	6 2 4
Monografie: Międzynarodowe:	1 1

Wnioskodawca **jest współautorem 1 patentu i 9 zgłoszeń patentowych**:

1. „Wirnik wentylatora promieniowego". Patent według zgłoszenia nr P397042 z dn. 21.11.2011r. Udział: 15%
2. „Sposób diagnozowania uszkodzeń łożyska i obudowa diagnostyczna łożyska". Zgłosz. pat. nr P 401106 z dn. 05.10.2012r. Udział: 33%
3. „Sposób diagnozowania uszkodzeń łożyska i przyrząd diagnostyczny łożysk tocznych". Zgłosz. pat. nr P 401070 z dn. 05.10.2012. Udział: 33%
4. „System mocowania czerpaków". Zgłoszenie do ochrony w UP RP z dn. 27.05.2013 r. – P404090. Udział: 50%
5. „Kierownica wlotowa wentylatora". Zgłosz. pat. nr P404351 z dn. 17.06.2013 r. Udział: 12%
6. „Wentylator osiowy". Zgłoszenie do ochrony w UP RP nr 406965 z dn. 27.01.2014 r. Udział: 14%
7. „Ślimak chłodnicy". Zgłoszenie do ochrony w UP RP nr P.408111 z dn. 27.01.2014 r. Udział: 10%
8. „Przyrząd montażowy wirnika wentylatora osiowego" Zgłoszenie do ochrony w UP RP nr W.123230 z dn. 10.07.2014 r. Udział: 28%
9. „Wentylator osiowy". Zgłoszenie do ochrony w UP RP nr 409432 z dn. 10.09.2014 r. Udział: 14%
10. „Bariera wibroakustyczna i sposób jej regulacji" Zgłoszenie do ochrony w UP RP nr P410380 z dn. 05.12.2014 r. Udział: 40%

Wskaźniki wnioskodawcy związane z dorobkiem zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego § 4. pkt. 3-8 oraz § 5 wynoszą (stan na dzień 01.01.2015):

- § 4. pkt. 3: sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **12.57**

- § 4. pkt. 4: liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): **40**
- § 4. pkt. 5: indeks Hirsch'a opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS): **3** (brak jednego cytowania do osiągnięcia indeksu 4)
- § 4. pkt. 6: kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach: spis projektów **przedstawiono w tabeli 5.2**

Tabela 5.2. Zestawienie projektów badawczych

Tytuł projektu	Charakter udziału
Projekt celowy, 6 ZR8 2009C/07268, Innowacyjny wirnik wentylatora promieniowego nowej generacji do układów głównego przewietrzania kopalń,	Główny wykonawca
Program INNOTECH II projekt nr INNOTECH-K2/IN2/0/182572/NCBR/13, Typoszereg innowacyjnych wentylatorów osiowych do miejscowego przewietrzania kopalń zwłaszcza o niskich pokładach	Główny wykonawca
Projekt rozwojowy, nr NR03 – 0068 - 10/2010, Opracowanie projektu nowej generacji układu urabiającego koparki kołowej	Główny wykonawca
Projekt badawczy, Metodyka oceny stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego po wieloletniej eksploatacji	Główny wykonawca
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06342; Budowa prototypowej chłodnicy śrubowej odbioru popiołów dennych z kotła energetycznego.	Wykonawca
Projekt badawczy 4 T07 C 041 28; Numeryczne modelowanie elementów maszyn w układach obciążonych dynamicznie.	Wykonawca
Projekt badawczy N R03 0040 06; Opracowanie układu zabezpieczającego mechanizm urabiania i ustrój nośny koparki	Wykonawca
Projekt badawczy, N N501 120436, Identyfikacja obciążeń udarowych mechanizmów urabiania i ustrojów nośnych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego	Wykonawca
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06342 Budowa prototypowej chłodnicy śrubowej odbioru popiołowa dennych z kotłowa energetycznych	Wykonawca
Projekt celowy, 6 T12 2004 C/06356 Budowa specjalistycznej maszyny do mechanizacji prowadzenia wybranych robót w podziemiach kopalń o szczególnie niskich wyrobiskach	Wykonawca
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06374 Budowa prototypowej samojezdnej maszyny górniczej przeznaczonej do pracy w trudnych warunkach eksploatacyjnych charakteryzujących sie małą wysokością wyrobisk górniczych oraz dużymi pochyleniami do wiercenia otworów strzałowych.	Wykonawca
Projekt celowy, ROW 644 2005 Budowa typoszeregu teleskopowych siłowników hydraulicznych o długości roboczej do 12m	Wykonawca
Projekt celowy, 6 ZR8 2005 C/06639 Modernizacja połączenia wału koła czerpakowego z przekładnią planetarną w napędzie układu urabiania koparek KWK 1500 i KWK 1200M	Wykonawca
Projekt celowy, 6 ZR8 2005 C/06690 Opracowanie technologii pomiaru i optymalizacji sił naciągu w cięgnach	Wykonawca

zawieszenia oraz sił podparcia komór paleniskowych, cyklonów i ciągów konwekcyjnych kotłów fluidalnych	
Projekt badawczy,N501 027 32/2432 Numeryczno doświadczalna identyfikacja modeli dynamicznych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego	Wykonawca
Projekt celowy, ROW II 184/2006 Wysięgnik kamerowy linowo - cięgnowy o rozpiętości 20m	Wykonawca
Projekt rozwojowy, R03 004 02 Opracowanie układu zwiększającego bezpieczeństwo kierowcy ciężarówki podczas zderzenia	Wykonawca
Projekt badawczy, 4 T07 C 041 28 Numeryczne modelowanie elementów maszyn w układach obciążonych dynamicznie	Wykonawca
Projekt badawczy, N502 056 31/2006 Modele zużycia odkształceniowego łożysk wielkogabarytowych w aspekcie dystrybucji obciążeń	Wykonawca

- § 4. pkt. 7: międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność odpowiednio naukową albo artystyczną:
  - ✓ **Nagroda** I stopnia w konkursie „Mistrz Techniki FSNT NOT" za wybitne osiągnięcia w dziedzinie techniki: „Wirnik wentylatora promieniowego nowej generacji do układów głównego przewietrzania kopalń". Wrocław 2010.
  - ✓ **Nagroda** Jeleniogórskiej Rady FSNT NOT za opracowanie: „Wirnik wentylatora promieniowego nowej generacji do układów głównego przewietrzania kopalń", Jelenia Góra 2011.
  - ✓ **Wyróżnienie** w konkursie Mistrza Techniki Zagłębia Miedziowego za rozwiązanie: „Modernizacja wentylatorów zabudowanych w stacjach wentylatorów głównych przy szybach R-VIII oraz R-X".
- § 4. pkt. 8: wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych:
  Wyniki prowadzonych przez wnioskodawcę prac, przedstawione zostały na 28 konferencjach (11 międzynarodowych, 17 krajowych).
- § 5. pkt. 1: uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych:
  Udział w realizacji programu strategicznego „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii'', zadanie nr 1 - „Opracowanie technologii dla wysokosprawnych „zero-emisyjnych" bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO2 ze spalin'', finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – 2010÷2014.
- § 5. pkt. 2: udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji:
  Udział w konferencjach naukowych przedstawiono w § 4. pkt. 8. Dodatkowo wnioskodawca **brał udział w komitetach organizacyjnych i naukowych** następujących konferencji:

- ✓ Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych. Zakopane 2004 – komitet organizacyjny.
- ✓ Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich, Polanica Zdrój 2004, 2006, Szklarska Poręba 2008, 2010 – komitet organizacyjny.
- ✓ Termowizja w Diagnostyce Konstrukcji Kraków 2010 – komitet naukowy.

- § 5. pkt. 3: otrzymane nagrody i wyróżnienia:
  - ✓ **Nagroda I-stopnia** za pracę dyplomową magisterską z dziedziny Mechaniki i Budowy Maszyn – 1999r.
  - ✓ **Nagroda Rektora** za bardzo dobre wyniki na wydziale Mechanicznym PWr – 1999r.
  - ✓ **Wyróżnienie** za prezentację pracy na XIII Konferencji PRMR 2000r.
  - ✓ **Wyróżnienie Dziekana** Wydziału Mechanicznego za Pracę Doktorską – 2003r.
  - ✓ **I miejsce** w sesji plakatowej na XIX Konferencji PRMR 2006r.
  - ✓ **Nagroda Rektora** Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego wkładu w działalność Uczelni – 2010r.
  - ✓ **Nagroda Dziekana** Wydziału Mechanicznego za działalność Naukowo Dydaktyczną – 2012r.
  - ✓ **I miejsce** w Konkursie Eksperyment Łańcuchowy, organizowanym przez Uniwersytet Jagielloński – 2014r.
- § 5. pkt. 4: udział w konsorcjach i sieciach badawczych:
  Wnioskodawca brał lub bierze udział w **trzech Konsorcjach Naukowo-Badawczych w ramach programu INNOTECH dotyczącego wsparcia nauki i przedsiębiorstw w zakresie realizacji innowacyjnych przedsięwzięć z różnych dziedzin nauki i branż przemysłu.**
- § 5. pkt. 5: kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z przedsiębiorcami, w ramach prac naukowo-badawczych:
  Spis projektów obejmujących lata 2011-2013 przedstawiono **w tabeli 5.3**.

Tabela 5.3. Prace naukowo-badawcze i badania stosowane realizowane we współpracy z przedsiębiorcami przez wnioskodawcę w charakterze Kierownika

Tytuł projektu, rok realizacji	Charakter Udziału
Optymalizacja osadzenia koła czerpakowego i tulei drążonej na osi koła czerpakowego koparek KRUPP, 2014	Kierownik projektu
Analiza wytrzymałościowa wału koła czerpakowego koparki K-42, 2014	Kierownik projektu
Badanie obciążeń lin odciągowych koparki SchRs4600.50, 2014	Kierownik projektu
Wykonanie pomiarów weryfikacyjnych wentylatora POLLRICH w instalacji mokrego odpylania gazów szybowych, 2014	Kierownik projektu
Weryfikacja projektu wirnika wentylatora promieniowego typu WPK-3.9/APC	Kierownik projektu
Doświadczalne ważenie i wyważanie koparki ERs 710, 2013	Kierownik projektu
Optymalizacja pracy stacji wentylatorów głównego przewietrzania kopalni,	Kierownik

2013	projektu
Consultancy services for checking of static calculations and structural design for Specialized Mining Equipment & Conveyors-BWE700, 2013-2014	Kierownik projektu
Consultancy services for checking of static calculations and structural design for Specialized Mining Equipment & Conveyors-BWE1400, 2011-2014	Kierownik projektu
Redesign of the gas flow duct-lines in raw material preparation no.4, 2013	Kierownik projektu
Badanie rozkładu naprężeń w uszkodzonym węźle wysięgnika koła czerpakowego, ocena uszkodzeń oraz opracowanie zakresu i technologii naprawy, 2012	Kierownik projektu
Wykonanie obliczeń statycznych i wytrzymałościowych do projektu techniczno-roboczego konstrukcji nośnej koparki KWK 1500.1 dla kopalni Turów wg normy PN-G-4700-2. Etap 2.4, Analiza wytrzymałościowa i modalna nadwozia koparki, 2012	Kierownik projektu
Projekt nowego czerpaka (710L) dla koparek ERs 710 z wymiennymi zębami i ślizgami. Etap I, Projekt wstępny, 2012	Kierownik projektu
Projekt nowego czerpaka (R40M) dla koparek SchRs 4000 do urabiania utworów trudno urabialnych. Etap I, Projekt wstępny, 2012	Kierownik projektu
Badania konstrukcji wsporczej kruszarki CJ 615, określenie przyczyn awarii i opracowanie programu naprawczego, 2012	Kierownik projektu
Badania konstrukcji wsporczej kruszarki Cj 615, określenie przyczyn awarii i opracowanie programu naprawczego, 2012	Kierownik projektu
Badanie rozkładu naprężeń w uszkodzonym węźle wysięgnika koła czerpakowego, ocena uszkodzeń oraz opracowanie zakresu i technologii naprawy, 2012	Kierownik projektu
Wykonanie obliczeń statycznych i wytrzymałościowych do projektu techniczno-roboczego konstrukcji nośnej koparki KWK 1500.1 dla kopalni Turów wg normy PN-G-47000-2, 2012	Kierownik projektu
Określenie wpływu układów przepływowych na żywotność i sprawność wirników wentylatorów głównego przewietrzania kopalni, 2011	Kierownik projektu
Obliczenia zmęczeniowe Volvo 7705LH (wyposażonego w Sandomaty) przy wykorzystaniu MES, 2011	Kierownik projektu
Opinia techniczna (atestacyjna) koparki Rs-560 po montażu i uruchomieniu w zakresie części elektrycznej i mechanicznej, 2011	Kierownik projektu
Ocena stanu technicznego zużycia maszyn podstawowych pracujących w KWB Konin, Ocena stopnia degradacji starych wysięgników koparek SRs 1200 pod kątem dopuszczenia tych wysięgników do dalszej pracy lub wykonanie nowych, 2011	Kierownik projektu
Wykonanie obliczeń sprawdzających koła czerpakowego koparki SchRs 4000, 2011	Kierownik projektu

- § 5. pkt. 8: osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki:
  - ✓ opracowanie programu zajęć kursu „Podstawy projektowania maszyn i urządzeń oraz CAD III”
  - ✓ przygotowanie materiałów szkoleniowych i prowadzenie szkoleń w zakresie CAD/CAE/FEM dla pracowników firm: WHIRPOOL, WROZAMET, DR. SCHNEIDER,

- ✓ doskonalenie szkolenia w ramach zaawansowanych metod obliczeniowych w systemie CAD/FEM CATIA.
- ✓ miejsce w pierwszej dziesiątce najlepiej ocenianych nauczycieli akademickich na Wydziale Mechanicznym – 2013r.

- § 5. pkt. 9: opieka naukowa nad studentami:
  Wnioskodawca był p**romotorem 30 prac magisterskich i inżynierskich.**
- § 5. pkt. 12: wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców:
  Wnioskodawca **zrealizował około 150 projektów na zamówienie przedsiębiorców krajowych i zagranicznych.**
  Dodatkowo wnioskodawca posiada także **status międzynarodowego niezależnego eksperta (tzw. Independent Expert)** w zakresie oceny projektów, wykonania i dopuszczenia do eksploatacji specjalistycznego wyposażenia kopalni. W ramach tej działalności współpracuje z największymi firmami projektującymi i dostarczającymi w/w wyposażenie, takimi jak: ThyssenKrupp. MAN TAKRAF, TENOVA, SANDVIK, VOEST ALPINE, Larsen&Toubro, MBA India. W związku z tym odbył następujące **staże badawcze**:
  - ✓ Indie –NLC Ltd, w charakterze konsultanta – 2 miesiące
  - ✓ Austria – Voest Alpine MH, w charakterze konsultanta – 1 miesiąc
  - ✓ Niemcy – MAN TAKRAF, w charakterze konsultanta – 2 tygodnie
  - ✓ Niemcy – ThyssenKrupp Fordertechnik, w charakterze konsultanta – 2 tygodnie
  - ✓ Macedonia – TITAN, w charakterze konsultanta – 1 miesiąc

- § 5. pkt. 14: recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych:
  Wnioskodawca recenzował publikacje w następujących czasopismach zagranicznych:
  - ✓ Automation in Construction,
  - ✓ Engineering Failure Analysis.

AUTOREFERAT

1. Name and Surname: Przemysław Moczko

2. Diplomas, scientific degrees, Title of the PhD dissertation.

2003 – PhD in technical sciences, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Machine Design and Operation of Wroclaw University of Technology, PhD with distinction, title:
„Numerical - experimental method for predicting the durability of superstructures elements", mentor prof. dr hab. inż. Eugeniusz Rusiński.

1999 – Master of Science of two specializations (two master works done): a) mechanical construction, b) applied mechanics, Faculty of Mechanical Engineering of Wroclaw University of Technology, Rector Award for the best student of Faculty of Mechanical Engineering in 1999, Award of SIMP for the best Master work.

1993 – technician, Automotive Technical School in Wroclaw.

3. Information on employment

Place of employment:
Wroclaw University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Department of Machine Design and Research
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
Employment history:
since 2004 Adjunct in Faculty of Mechanical Engineering of Wroclaw University of Technology.
2003-2004 Assistant in Faculty of Mechanical Engineering of Wroclaw University of Technology.

4. Achievement within the meaning of art.16 par.2 of the 14th March 2003 Act on Academic Degrees and Academic Title and Degrees and Title in Art (Dz. U. no 65, pos. 595 with changes):

d) The title of the scientific/ artistic achievement.

The scientific achievement within the meaning of art.16 par.2 of the 14th March 2003 Act on Academic Degrees and Academic Title and Degrees and Title in Art (Dz. U. no 65, pos. 595 with changes) are a single-themed series of publications entitled:

1. **„Numerical-experimental method for evaluating the technical condition and residual life prediction of machines superstructures"**.
2. **„Processes and condition monitoring of low speed machines aided with numerical methods"**.

Technical achievement in the design of machines and equipment with their implementation to operation and experimental verification of the effects, presented in single-themed series of publications:

3a. „Excavation unit and cutting elements for opencast mining machines" – 1 invention application (listed in section 5 of the form)

3b. „An innovative rotating unit of centrifugal fan WPK-5.35" – 1 invention, 4 invention applications (listed in section 5 of the form)

This single-themed series of publications consist of jointly-authored publications. In all publications applicant has contributed significantly at every stage of preparations including editorial stage as corresponding author.

The percentage share in the co-written publications is within the range of 40%-90% and it is confirmed by the co-author in Appendix A to this form.

e) List of authors, publications titles, publication year, publisher.

Single-themed list of publications entitled: **1.** „ **Numerical-experimental method for evaluating the technical condition and residual life prediction of machines superstructures**":

B1.25. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kanczewski Krzysztof: Numeryczno-doświadczalne prognozowanie trwałości elementów ustrojów nośnych maszyn, Transport Przemysłowy. 2003, nr 4, s. 25-29, in Polish

B1.26. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Górski Artur: Numeryczno-doświadczalna metoda określania przestrzennego stanu naprężeń własnych w karbie kształtowym, Journal of Transdisciplinary Systems Science. 2004, vol. 9, spec. iss. 2, s. 747-754, in Polish

B1.27. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Derlukiewicz Damian: Use of finite element method in designing and operation of basic machines of open-cast mining, Zbornik na Trudovi - Masinski Fakultet Skopje. 2004, G. 23, br. 2, s. 49-57

B1.28. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Muchaczow Jacek: Numeryczno-eksperymentalna analiza modalna drgań nadwozia koparki kołowej, Mechanika; ISSN 0011-4561, z. 1, Wydaw. Politechniki Krakowskiej, 2005. s. 357-366, in Polish

B1.29. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Numerical-experimental analysis of bucket wheel excavator body vibrations, 22nd Danubia-Adria Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics, Italian Association for Stress Analysis, Monticelli Terme-Parma, Italy 2005, s. 294-295

B1.30. Rusiński Eugeniusz, Dudek Krzysztof, Moczko Przemysław: Degradacja ustrojów nośnych dźwigarów pierścieniowych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, Transport Przemysłowy. 2006, nr 2, s. 40-43, in Polish

B1.31. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Analiza drgań nadwozia koparki kołowej wieloczerpakowej, Górnictwo Odkrywkowe. 2006, R. 48, nr 5/6, s. 97-100, in Polish

B1.32. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Failure reasons investigations of dumping conveyor breakdown, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2007, vol. 23, iss. 1, s. 75-78, in Polish

B1.33. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Rusiński Eugeniusz: Doświadczalno-numeryczna analiza modalna ustrojów nośnych maszyn, Problemy rozwoju maszyn roboczych. XX Konferencja naukowa, Zakopane 2007, in Polish

B1.34. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Czmochowski Jerzy: Numerical and experimental analysis of a mine's loader boom crack, Automation in Construction. 2008, vol. 17, nr 3, s. 271-277

B1.35. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kowalczyk Marcin: Niektóre aspekty przyczyn awarii elementów i ustrojów nośnych koparek kołowych, Maszyny i pojazdy dla budownictwa i górnictwa skalnego Wrocław 2008, s. 30-38, in Polish

B1.36. Rusiński Eugeniusz, Harnatkiewicz Piotr, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Numeryczno-doświadczalne określenie trwałości wałów napędowych podwozi gąsienicowych, Przegląd Mechaniczny. 2008, R. 67, nr 9, s. 47-50, in Polish

B1.37. Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław, Rusiński Eugeniusz: Wybrane zagadnienia z pomiaru obciążeń działających na elementy układu napędowego koparek kołowych, Maszyny i pojazdy dla budownictwa i górnictwa skalnego Wrocław 2008, s. 39-46, in Polish

B1.38. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Half-shaft undercarriage systems - designing and operating problems, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2009, vol. 33, nr 1, s. 62-69

B1.39. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Numeryczno-doświadczalna metoda oceny stanu technicznego stalowych ustrojów nośnych, Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 302-305, in Polish

B1.40. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: A combined numerical-experimental method for determining the spatial distribution of a residual stress in a notch, Materials Science-Poland. 2010, vol. 28, nr 1, s. 393-399

B1.41. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Evaluation of durability of elements of load-bearing structures, Design and selection of bulk material handling equipment and systems: mining, mineral processing, port, plant and excavation engineering. Vol. 2 / ed. by Jayanta Bhattacharya. Kolkata : Wide Publishing, 2012. s. 285-306

B1.42. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr: Estimating the remaining operating time of mining headframe with consideration of its current technical condition, 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013 Procedia Engineering 2013, vol. 57, s. 958-966

B1.43. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Numerical modeling and experimental measurements of the bucket

wheel excavator at operational load, ICOVP 2013 11th International Conference on Vibration Problems, Lisbon, Portugal 2013, s. 1-10

B1.44. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr, Pietrusiak Damian P: Identification and prevention of structural vibrations of high performance machines, ICOVP 2013 11th International Conference on Vibration Problems, Lisbon, Portugal 2013, s. 1-12

B1.45. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Assessment of the correlation between the numerical and experimental dynamic characteristics of the bucket wheel excavator in terms of the operational conditions, FME Transactions. 2013, vol. 41, nr 4, s. 298-304

B1.46. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Ocena stanu technicznego maszyn górnictwa odkrywkowego po wieloletniej eksploatacji wspomagana metodami numeryczno-eksperymentalnymi, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 7-12, in Polish

B1.47. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Analiza dynamiki wielonaczyniowych koparek kołowych typu KWK1500, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 197-202, in Polish

B1.48. Rusiński E. Czmochowski J., Smolnicki T. Moczko P. i inni: Metodyka oceny stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego po wieloletniej Eksploatacji. Monograph book. Expected date of publication: February 2015$^{'th}$, in Polish

Single-themed list of publications entitled: 2. „**Processes and condition monitoring of low speed machines, aided with numerical methods**”

B2.6. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Stamboliska Žaklina: Proactive condition monitoring of kiln roller plain bearings, Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 311-316

B2.7. Stamboliska Žaklina, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Prevention of failures at low-speed machinery by FEM aided condition monitoring, Systems: Journal of Transdisciplinary Systems Science. 2012, vol. 16, nr 1, s. 19-33

B2.8. Rusiński Eugeniusz, Stamboliska Žaklina, Moczko Przemysław: Proactive control system of condition of low-speed cement machinery, Automation in Construction. 2013, vol. 31, s. 313-324

B2.9. Konieczny Andrzej, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pawlos Witold, Stamboliska Žaklina: The influence of copper ore lithology on the grinding media wear, Wear. 2014, vol. 318, s. 40-48

B2.10. Stamboliska Žaklina, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Proactive Condition Monitoring of Low-Speed Machines, Springer International Publishing Switzerland 2015, Monograph book, ISBN 978-3-319-10493-5, 2015.

Single-themed list of publications entitled: 3a. „**Excavation unit and cutting elements for opencast mining machines**"

B3a.15. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław: Degradacja ustrojów nośnych kół czerpakowych koparek kołowych , Problemy Maszyn Roboczych. 2005, z. 25, s. 73-82, in Polish

B3a.16. Kaczyński Paweł J, Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Modyfikacja konstrukcji koła czerpakowego koparki , Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 329-333, in Polish

B3a.17. Rusiński Eugeniusz, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław: Wybrane aspekty obliczeń wytrzymałościowych koła czerpakowego koparki kołowej , Górnictwo Odkrywkowe. 2009, R. 50, nr 4/5, s. 83-87, in Polish

B3a.18. Rusiński Eugeniusz, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Numeryczno-doświadczalna metoda oceny sztywności korpusu przekładni napędu koła czerpakowego koparki kołowej , Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 181-186, in Polish

B3a.19. Rusiński Eugeniusz, Harnatkiewicz Piotr, Kowalczyk Marcin, Moczko Przemysław: Examination of the causes of a bucket wheel fracture in a bucket wheel excavator, Engineering Failure Analysis. 2010, vol. 17, nr 6, s. 1300-1312

B3a.20. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Kaczyński Paweł J: Structural modifications of excavator's bucket wheel by the use of numerical methods, Solid State Phenomena 2010, vol. 165, s. 330-335

B3a.21. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław: Modernizacja zespołu urabiania koparek kołowych SchRs 4600, Górnictwo i Geoinżynieria. 2011, R. 35, z. 3/1, s. 217-230, in Polish

B3a.22. Rusiński Eugeniusz, Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Evaluation of buckets number in purpose to avoid resonance, 28th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Budapest 2011, Scientific Society for Mechanical Engineering, 2011. s. 165-166

B3a.23. Rusiński Eugeniusz, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Optymalizacja charakterystyk dynamicznych wielonaczyniowej koparki kołowej na etapie projektu wstępnego, Górnictwo Odkrywkowe, R. 53, nr 3-4, s. 25-28, 2012

B3a.24. Czmochowski Jerzy, Kaczyński Paweł J, Moczko Przemysław: Analiza wytrzymałościowa koła czerpakowego koparki w warunkach założonej wydajności. Górnictwo i Geoinżynieria. 2011, R. 35, z. 3/1, s. 73-80, in Polish

B3a.25. Rusiński Eugeniusz, Dragan Szymon, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P: Implementation of experimental method of determining modal characteristics of surface mining machinery in the modernization of the excavating unit, Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2012, vol. 12, nr 4, s. 471-476

B3a.26. Pietrusiak Damian P, Moczko Przemysław, Czmochowski Jerzy: Field and numerical testing of the BWE SchRs4600.50 dynamic behavior, Topics in modal analysis. Vol. 7, Proceedings of the 31st IMAC, A Conference on Structural Dynamics, New York, Springer, cop. 2014 (dr. 2013). s. 525-532

B3a.27. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian, Zawiślak Maciej: Badania, projektowanie i modernizacje elementów układów urabiania maszyn podstawowych, Węgiel brunatny - szanse i zagrożenia : monografia, Kraków : Agencja Wydawniczo-Poligraficzna Art- Tekst, 2014. s. 365-376, in Polish

B3a.28. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian P, Cegiel Lesław, Michalczyk Andrzej, Olejarz Jerzy: Badania i modernizacja czerpaków koparek kołowych, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 234-241, in Polish

Single-themed list of publications entitled: 3b. „**An innovative rotating unit of centrifugal fan WPK-5.35**”

B3b.4. Rusiński Eugeniusz, Moczko Przemysław, Przybyłek Grzegorz: Projektowanie i optymalizacja wirników wentylatorów promieniowych przy wykorzystaniu metody elementów skończonych. Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 338-341, in Polish

B3b.5. Rusiński Eugeniusz, Odyjas Piotr, Moczko Przemysław, Pietrusiak Damian: Ocena stanu dynamicznego wirnika wentylatora w zależności od rodzaju wykorzystanego modelu obliczeniowego, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 245-249, in Polish

B3b.6. Czmochowski Jerzy, Moczko Przemysław, Odyjas Piotr, Pietrusiak Damian: Tests of rotary machines vibrations in steady and unsteady states on the basis of large diameter centrifugal fans, Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability. 2014, vol. 16, nr 2, s. 211-216

f) Description of scientific purpose of above papers, obtained results with description of their applications

3. Numerical-experimental method for evaluating the technical condition and residual life prediction of machines superstructures.

Scientific achievement the author of the application (the applicant), as defined in the Act on academic degrees and academic titles and degrees and titles in the art of 14 March 2003, as amended, is the development of numerical and experimental methods to assess the technical condition and residual life prediction of machines superstructures.

The results of this work are presented in single-themed series of publications listed in section B1 of the application. The contribution of the applicant to develop a method applies to all phases of implementation, development and use, particularly in developing algorithms in general and the specific approaches associated with the estimation of residual life and in the planning and implementation of the load tests on real objects. Percentage contribution of the applicant in the publications listed in the B1 point is from 40 to 90 percent.

The main question arising in the course of operation of various types of machinery and equipment, including basic opencast mining machines is how long and safely can still operate a machine or device that has already gone through a certain amount of years. It is primarily a problem of residual life. So far there is no conclusive methods answers such questions, and the more there are no guidelines codifying procedure in such cases. The situation is similar in the case of open-cast mining machines that due to the cost of their construction, they are not easy to be excluded from exploitation. On the other hand, they must ensure the safety and security work. These parameters are, however, large uncertainties in the case of facilities operated for several years. The main problem in this case is the superstructure of the machine,

which is in principle not subject to refurbishment, as opposed to mechanical components of the machine.

For this purpose numerical-experimental method for evaluating the technical condition and residual life prediction superstructures machines was developed. Diagram of the method is shown in figure 1.1. The main focus of this method lies in the numerical identification of the stress effort by using three-dimensional computational models based on FEM, which then is used in the calculation of fatigue. Another key component of the method is to identify operational loads, which is carried out primarily with the use of experimental tests on investigated machines. Another action that determines the effectiveness of the method is the residual life prediction based on the identified stress effort and the load acting on the analyzed objects. The last, complementary action within the developed method is to perform non-destructive testing in order to determine condition of the supporting structure, especially in the regions directly responsible for the safety of excavators and in areas selected as highly strenuous on the basis of the calculation of fatigue. These studies complement the knowledge of the extent of degradation of the supporting structure and assess its residual life.

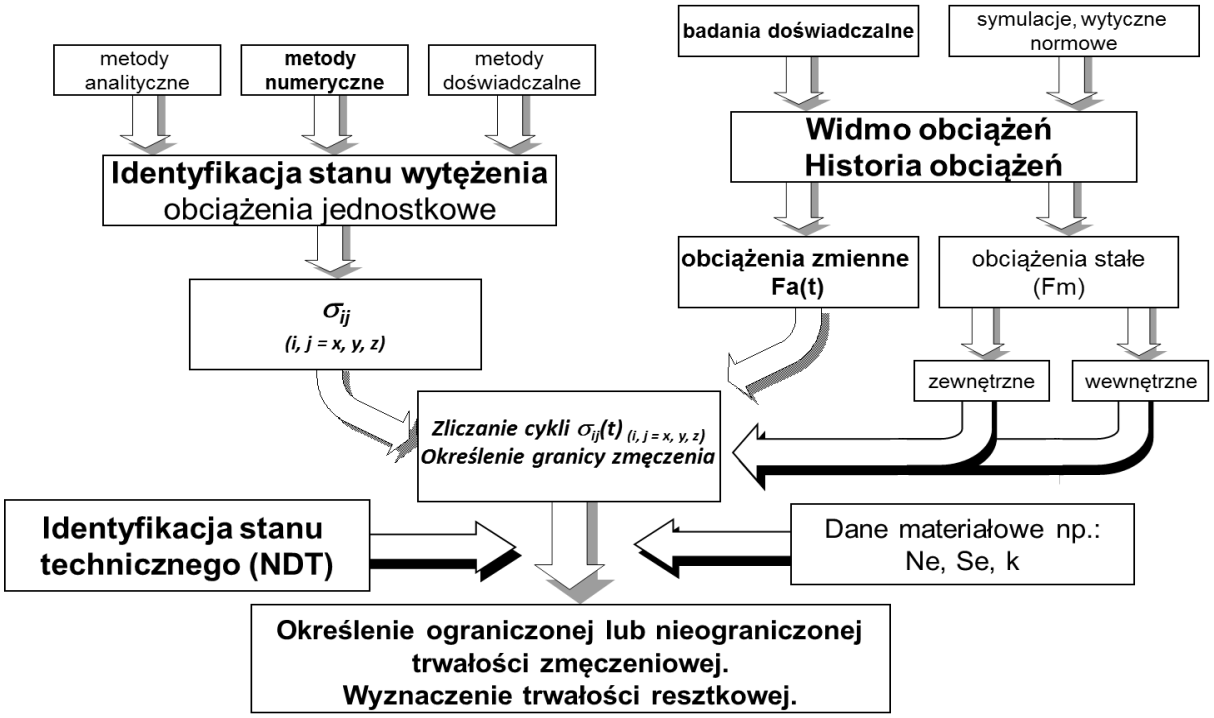


Fig. 1.1. Block diagram of the method for determining the residual life of structural nodes

Based on the analysis of the impact of a set of different loads on the superstructures state effort, two groups of external loads have been isolated and identified in developed method. These loads significantly affect the calculated residual life of the structure. These are as follows:

- Load the cutting - cutting forces
- Dynamic loads (vibration) of individual machine components generated by the exploitation (excavation, movements).

In the developed method, loads are identified on the basis of experimental tests using – measuring&recording systems, which mainly use vibration sensors and strain gauges.
What is the essential novelty of the method is the finding, that the effect of these oscillations on the durability of the supporting structure is different and depends on the element of the machine. In the developed method it is defined for each machine element separately. This is done on the basis of long-term tests during normal operation. Important conclusion, which has risen based on the basis of several years of research on large numbers of mining machines is that standardized approach of designing of mining machines is wrong. This is due to fact that vibrations considered as constant loads multiplying factors are underestimated. Such a situation occurs for example, in the case of overburden excavating units of mine machines especially, which are determined by the variable cutting loads and dynamic phenomena, generated by occurring in the overburden rocks inclusions. During operation frequent overloads of excavation unit are present and such loads are not included (as per standards requirements) in fatigue resistance calculations, which may affect substantially the degree of fatigue utilization. An example recorded during operation of bucket wheel excavator presenting overload of excavation unit is shown in figure 1.2. In the figure design value of cutting force is marked as well.

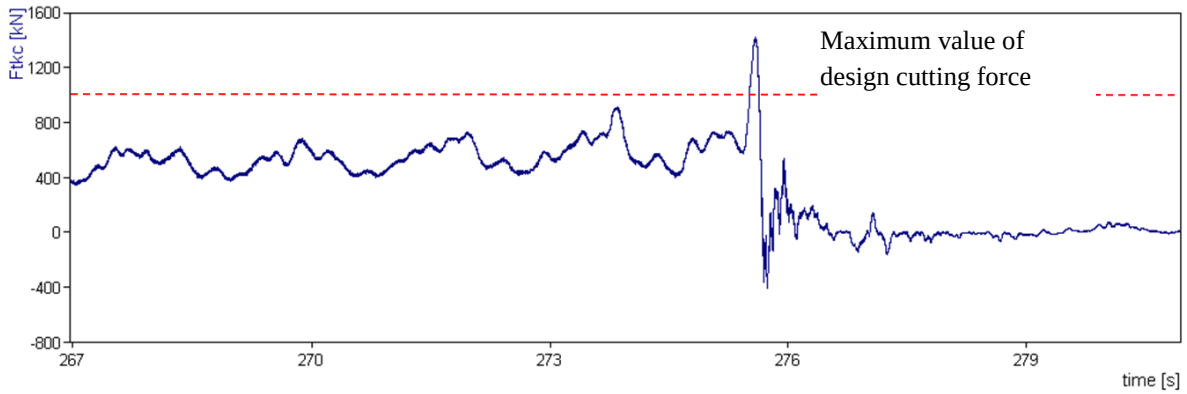


Fig. 1.2. Cutting force time signal

A similar graph showing dynamic effects occurring during excavation of bucket wheel excavator is shown in figure 1.3. The red color shows one cycle of the bucket wheel shaft bending while the black color shows complete time signal, which takes into account the dynamics of the process with additional pulses generated by the entry of buckets in the overburden. Each of such additional pulse generates additional fatigue failure and thus influence remaining life amount.

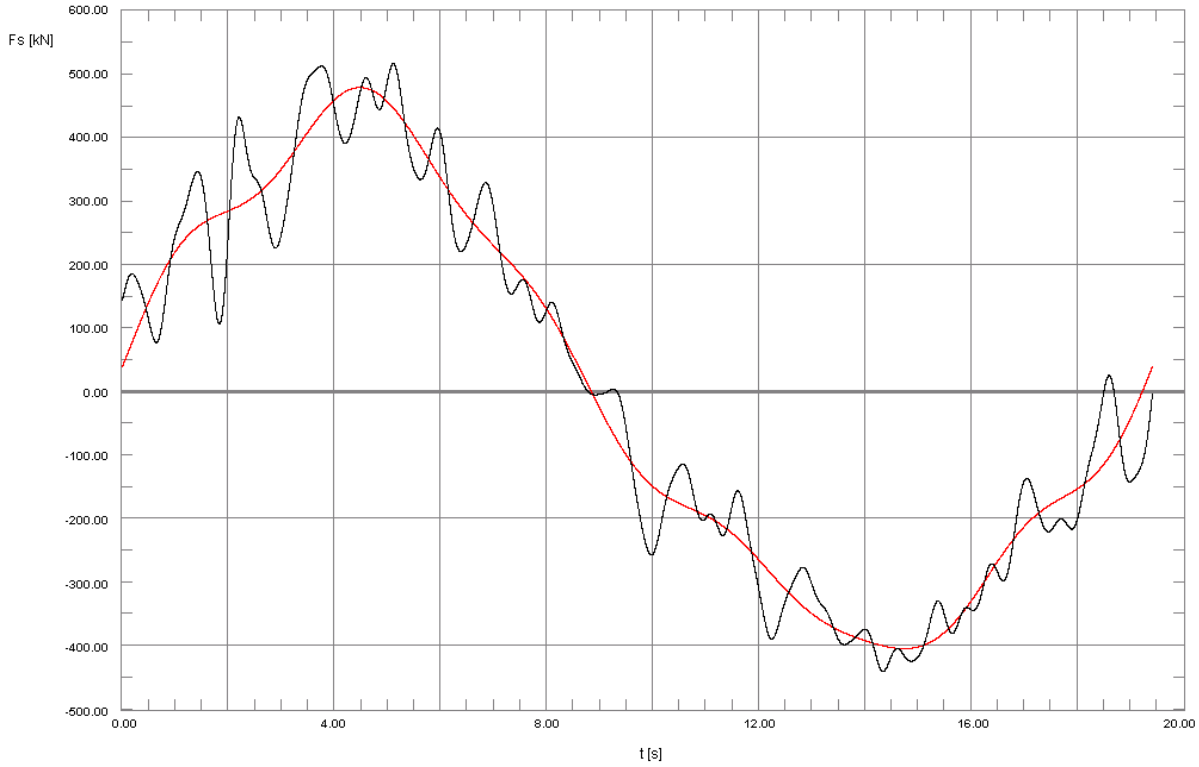


Fig. 1.3. Time signal of the bucket wheel shaft bending caused by cutting force Fs with buckets „pulses" component (black) and the same signal but without this component (red) considered

In the developed numerical-experimental method for evaluating the technical condition and residual life prediction of machines superstructures, these phenomena are taken into account in the FEM numerical analyses and calculations using fatigue damage accumulation hypothesis.

The technical condition assessment method allows effectively asses the possibility of further operation of facilities designed for long-term operation under variable loads. This method is dedicated to the evaluation of mining machines superstructures, but can be successfully used for other objects too. Depending on needs, the method uses two approaches for fatigue life estimations: basic and detailed. Both approaches use detailed information about the stress effort (numerical models) of the analyzed object. The basic approach provides "yes or no" answer whether the structural node of construction works for a limited or unlimited fatigue resistance. In this case standardized values of fatigue permissible stress range are considered. This approach enables to develop an effective program of repair works of identified fatigue failures as well as periodic testing program allowing continuation of safe operation of the tested machine.

Detailed approach takes into account numerical models to describe the effort effort and data about the operational loads derived from experimental long and short-term tests. Based on the durability depletion hypothesis, allows the user to determine the value of fatigue damage (accumulation of fatigue damage) and evaluation of the remaining life of the structure in relation to the limit of cumulative fatigue damage. In this approach, we obtain more information in comparison to the basic approach, because we can estimate the moment at which fatigue failure occurs and, consequently, to predict the residual life of the structure.

The most important factor influencing the correctness of the use of the presented method is to identify the variable operational loads affecting tested superstructure. An identification loads test have not been implemented in such a way and range to the opencast mining machines. As already mentioned two important loads groups are considered in the developed method:

- Cutting forces acting on the excavation unit.
- Dynamic forces acting on load carrying structures resulting from the vibration of elements of the machine.

The developed method is used to determine the technical condition of the opencast mining machines working in all Polish mines. So far, over 20 machines have been investigated and tested with the use of this method. In many cases significant damages of machines superstructures were found. If not identified on time, serious danger for operation and future work could be observed. Two of the tested machines were withdrawn from operation. For other machines individual programs for maintenance and periodic inspection were developed. Such actions enabled further safe operation.

Based on the investigations made with consideration of the presented method, allow to put the following conclusions:

- The dynamic loads acting on the supporting structures of opencast mining machines, in many cases, exceed the values specified in the standards concerned.
- There is a relationship between the types of construction of opencast mining machines (eg. Class C, compact machine, large, etc..) and the nature and level of global and local vibrations.
- The share of dynamic loads in the fatigue process is the biggest at the counterweight boom and discharge boom. Further elements of the supporting structure of opencast mining machine, in the direction of the bucket wheel boom, also are subjected to dynamic loads. However, the share of the dynamic loads in generating stress effort and fatigue damage is reduced.
- As the size of bucket wheeled excavator increases, the overload factor of excavation unit decreases. Similarly, the excavators with smaller capacities and mass generate higher dynamic overloads, which affect their durability.
- It is possible to carry out further safe operation of the machine superstructures if the detailed condition assessment using the developed method will be used. With such approach the technical condition can be checked and residual life estimated correctly.

The results of the above study were presented in the series of publications described in part B1 of the application. Papers B1.1-B1.3, B1.12, B1.18 B.1.15-, B1.22 show the details of the developed method. The works of B1.4, B1.5, B1.7, B1.9, B1.19-B1.21, B1.23 present methodologies related to identification of the dynamic properties of the analyzed machines. Works B1.6, B1.8, B1.10, B1.11, B1.14 show the problems of machines superstructures degradation, faults identification and analysis of their causes. The B1.13 work presents experimental approach for the operational loads identification of opencast mining machines. These loads are used then to assess their condition. The work B1.24, in the form of monograph, provides a summary of the work associated with the presented method of technical condition assessment of machines superstructures (including opencast mining machines).

4. Processes and condition monitoring of low speed machines aided with numerical methods

Scientific achievement the author of the application (the applicant), as defined in the Act on academic degrees and academic titles and degrees and titles in the art of 14 March 2003, as amended, is the contribution to the development of methods for processes and the technical condition monitoring of slow-speed machines.

The results of this work are presented in single-themed series of publications listed in section B2 of the application. The contribution of the applicant to develop a method applies to all phases of implementation, development and use, particularly in developing procedures for the selection of measurement techniques, and the use of computer-aided methods (FEM) to analyse the condition of the object to make the choice of monitoring parameters and signal thresholds (warnings, alarms). Percentage contribution of the applicant in the publications listed in the B1 point is from 50 to 60 percent.

Technical condition monitoring of low-speed machines and processes in the heavy industry is relatively poorly understood, due to the different approach required for monitoring. This is mainly due to the fact that the operating frequency of low speed device, of less than 10 Hz, is difficult to generate a registerable signals, and therefore difficult for the analysis in amplitude-frequency domain, when using a classical method of diagnostics of machines (eg. Vibro-diagnostics using accelerometers).

In heavy industry, basic technological devices are often slow-speed machines. The main elements of the process should be characterized by the highest reliability. Proactive monitoring of such objects is however not popular due to the underestimation of the benefits that can be achieved using monitoring systems and the misconception that slow changing process allows keeping safe operation. An additional difficulty in the design of effective monitoring systems, beyond the choice of technique and the location of measurement points, is to determine the value of information and alarm signals analyzed. It is related to the high cost of experiments designed to determine such values (bringing damage to the machine while monitoring signal recording).

For these reasons, a new, complete method for condition monitoring of slow-rotating machine was developed. This method bases on dedicated measuring techniques and uses support tools (MES), both during the construction phase of the system, as well as after start of operation during the settings optimization process. The use of numerical methods allows virtual evaluation of the machine in different operating conditions, simulating emergency cases, evaluating of impact of process parameters on the state of the object, the selection and optimization of the measuring system (required sensitivity of the sensors, location), determination. As part of the method algorithms and techniques choice location of measurement points were developed as well as algorithms of computing-related analysis of measured signals and procedures for determining the threshold (warning and alarm) of representative monitoring signals.

The method has the following features and benefits:

- The continuous proactive monitoring of machine condition.

- Conducting analysis and impact assessment (correlation) processes for monitoring parameters and, consequently, on the condition of the machine.
- The method enables the selection of measurement techniques and foremost choice of optimal locations of monitoring points from sensitivity point of view and their correlation with the process parameters and signals describing the condition of the object.
- The development of computational algorithms for monitored signals.
- Determining the thresholds parameters (information, warning and alarm parameters).
- Early detection of potential irregularities, giving the opportunity to take corrective actions using the process parameters of operation (no need to stop the machine).
- More flexible operation (scheduled switching off).
- Prevention of major accidents by controlling the growing damage.

On the basis of the developed method, a proactive monitoring system of cement rotary kiln was built and implemented into operation. This is a typical example of the heavy low speed machine. Its mass is about 500 tons and the rotational speed is in the range of 3 to 5 rpm. On the basis of numerical simulations deformation and stress states of the furnace along with supports for different operating conditions and service loads were defined. On this basis, the measuring system based on displacement measurements of the supporting elements of the kiln was applied.

The system consists of inductive sensors to record displacements, temperature sensors in the supporting rollers, infrared measurements of the temperature of the kiln shell and additional process data, which is derived from the system control unit. Displacement sensors allow the assessment of the support device and the deformation of the whole kiln detecting and monitoring the following abnormal phenomenon which may occur in operation such as: bearings overload, uneven deformation of the shell of the furnace resulting from disturbances in the flow of material inside the kiln, damage of rollers and support tires and other.

Details of the system and its theoretical description and example of application to a cement kiln are as shown in work B2.3 (see the list specified in part B2). Works B2.1 and B2.2 present guidelines of proactive monitoring of plain bearings and describe the possibility of damage preventing of the low-speed machines supported by numerical methods. Work B2.5, monograph, summarizes research in the field of proactive monitoring of the technical condition of low speed machines. It will be published in book form in November 2014 by the publishing house Springer (New York, Switzerland).

Work B2.4 presents results of the monitoring and detailed analysis of the processes occurring in low-speed machines on the example of the mills for processing copper ore. The work focuses on the search of relationships between lithological characteristics of the processed ore, and wear of the grinding media. In order to determine the relationship between lithology and grinding media consumption laboratory experimental studies of the wear process were used. Results of such laboratory tests were then confirmed during the industrial experiment, in which the monitored process parameters (grinding media consumption, power demand, the degree of filling of the mill, performance) and lithology of the feed to the mill were recorded. As a result of the work new universal function describing relationships between above parameters was established. This function is currently used in KGHM SA (copper production

company), to improve efficiency of operation of ball mills for processing copper ore and estimate grinding media consumption planning in subsequent years of operation based on copper ore lithology.

3a. Excavation unit and cutting elements for opencast mining machines

Scientific achievement of author of the application (the applicant), as defined in the Act on academic degrees and academic titles and degrees and titles in the art of 14 March 2003, as amended, is the technical achievement: Excavation unit and cutting elements for opencast mining machines. The excavation system is designed for opencast mining excavators SchRs4600 type. The cutting elements, buckets are designed for the bucket wheel excavators SchRs4600, SchRs4000 and bucket chain excavators SRs710. The contribution of the applicant to design excavation unit applies to all phases of implementation, development and use, particularly in preliminary design, numerical and experimental investigations and tests, detailed design project and manufacturing supervision. Percentage share of the author in the development of the technical solution is about 80%. A similar contribution refers to the project of cutting elements for bucket wheeled and chain excavators SchRs4600, SchRs4000 and ERs710.

The results of research and design are presented in the publications listed in section B3a of application. Percentage share of author of publications preparation varies from 60 to 80 percent. These objects are already implemented or in advantage stage of implementation.

Modernization of the opencast mining machines is an alternative to building new equipment. It allows to change the parameters or eliminates problems associated with the use of solutions that cause technical and operational problems, such as, repeated damage, accelerated wear of machine components, excessive vibration, resonance, and others. This process is more complicated than the design of the new machine as a whole. Modernized element should not adversely affect the existing structure, which is not subject to modernization. Therefore, there are design limitations that must be taken into account during the development of modernization. In the case of modernization of the bucket wheel excavators many factors must be taken into account, among which the most important are as follows:

- performance parameters,
- capacity of bucket wheel drive and slew drive,
- resonant frequencies (in the case of changes in the number of buckets)
- excavators stability factors (when changing the weight of the new system, or when cutting forces change),
- fitting with units associated with the modernized system (eg., chute, wheel lock)
- others due to the specific technical and operational conditions.

The number of factors, which are necessary to be taken into account during the process of modernization, depends on the scope and goals. Therefore, for any such work should be approached on an individual basis, tailored to the necessary changes. The omission of relevant factors in work may result in failure to achieve the objectives of modernization, failure or security risk operation. Therefore, modernization work must include a comprehensive scope

of theoretical studies, experimental studies, numerical simulation and verification tests after the implementation of the modernization into operation.

In the case of modernization of bucket wheel excavators SchRs4600, additional difficulty was the fact that they are characterized by two completely different types of construction. Two excavators SchRs4600.30 are C-type structures with the mining boom of 30 meters length. In contrast, SchRs4600.50 excavator machine belongs to a group of large machines with bucket wheel boom of 50 meters length. Both types are the largest machines in Polish opencast mines and one of the largest in the world. Both types of machines have the same excavation unit and the same number of buckets, which are 11. The bucket wheel is driven by three stage drive with a total capacity of 3 x 530 = 1590 kW. The decision to proceed with the modernization of the excavating unit of SchRs 4600 excavators was mainly made due to the following problems occurring:

- bucket wheel damages occurring especially in the area of the wheel hub and buckets, causing unplanned downtime and costly repairs
- frequent failures of the bucket wheel drive unit.

This situation is caused by the incompatibility of the of the excavation unit to the heavier and heavier mining conditions that create numerous overloads of the system as a result of digging overburden with inclusions of rock and stones. In addition, the negative impact on the operation of the system has a small number of buckets (11 units), which is causing high pulsation loads from mining process and the greater the risk of overloads. In order to design and develop a new excavation unit for bucket wheel excavators Schrs4600 the following scope of work was carried out:

f) The first stage involved identifying the modal characteristics of excavators SchRs4600 under different operating conditions. For this purpose, the experimental tests were conducted on excavators in terms of operational modal analysis. Experimental tests were performed on two types of machines (3 excavators), for different types of overburden as well as lignite. The study was carried out also for the different operating modes of excavators: digging, travelling and other movements. During all the tests, the measuring system recording the vibration acceleration of individual components of machines was used. In addition, the system recorded the load resulting from digging processes. The test results were used to carry out the operational modal analysis. On this basis natural frequencies and mode shapes of the tested machines were identified.

g) With the results obtained from operational modal analysis and created numerical models of excavators, tuning procedure was performed on each model in order to comply dynamic characteristics (in terms of modal) with real objects. Compatible numerical models were used to determine the modal characteristics of excavators with modifications in the excavation unit. In addition, such tuned models were also used to identify additional mode shapes of vibrations, which were not detected during the experimental studies. As a result of experimental and numerical investigations, permissible and optimal numbers of buckets for excavators, which are safe from the risk of resonance point of view, were specified.

h) On the basis of established modal characteristics of SchRs 4600 excavators a preliminary design solution of the new wheels and buckets that meet the set out designing criteria of the project was developed. These solutions were subjected to

preliminary strength calculations using finite element method. Based on the results of calculations target solution was chosen. This variant was then subjected to detailed calculations in terms of ultimate strength, fatigue and buckling resistance. On this basis the final design solutions of the new excavation unit were defined.

i) The next stage was to develop technical project of excavation unit which consists of bucket wheel and buckets. In the project two versions of buckets were developed: for overburden and lignite mining.

j) Supervision on manufacturing of the new excavation unit.

Figure 3a.1 shows a view of the new excavation unit of bucket wheel excavators SchRs4600. It is now at the final phase of the implementation for the first excavators SchRs4600. Manufacturing of another unit has been started also. Author of this application is responsible of supervision of works.

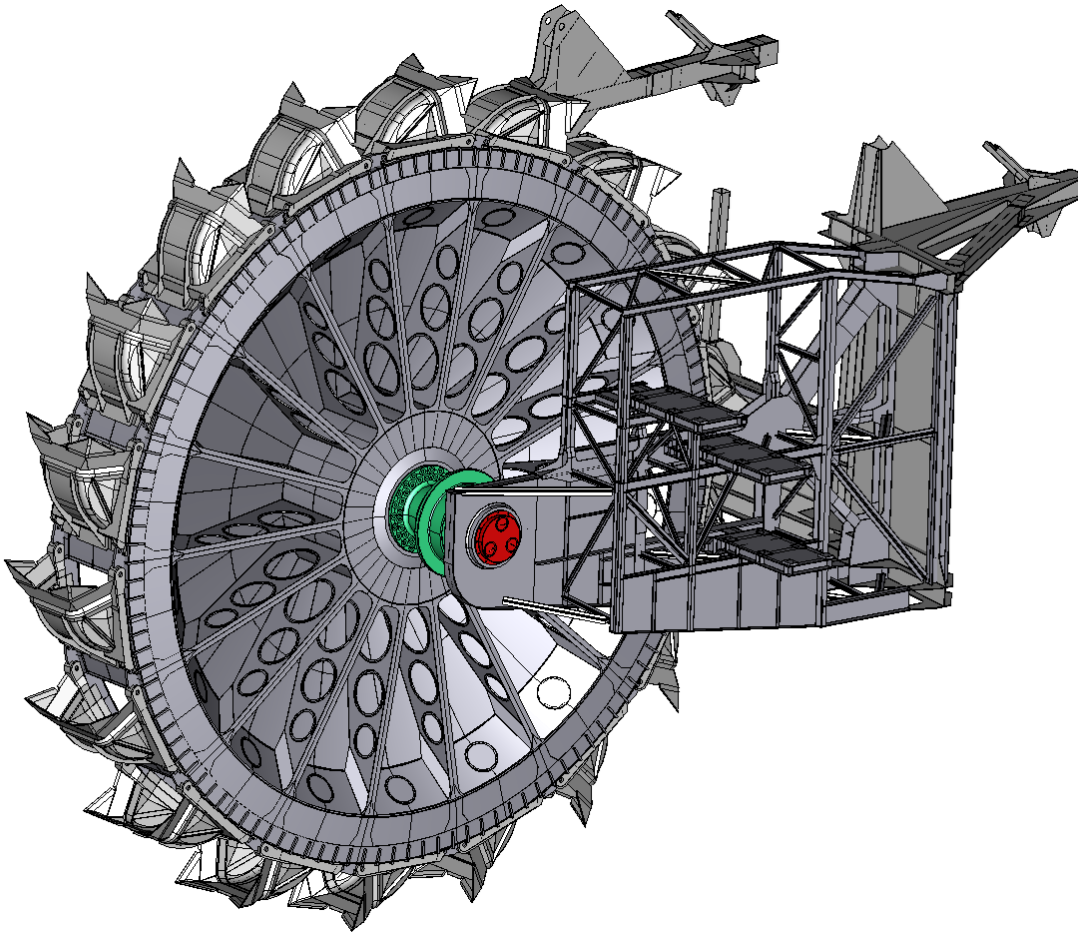


Fig. 3a.1. New excavation unit of bucket wheel excavator SchRs4600

Results of the above works on the project and the implementation of a new excavation unit for bucket wheel excavators SchRs4600 are presented in publications, B3a.7, B3a.8, B3a.11, B3a.12 (list of publications of section B3a). In these works the all stages of the process of modernization of SchRs4600 excavators are shown. Due to the complexity of this process and numerous limitations affecting the modernization of existing machines, modernization is presented as complete approach to the design process, taking into account the dynamic characteristics (modal) of machines with different geometric forms and the actual conditions

prevailing in opencast mines. The most modern experimental and numerical tools were used for the process of designing such facilities.

Presented approach to the modernization of the bucket wheel excavators SchRs 4600 allows for full recognition of the factors determining the safety and usefulness of the modernization in the existing structure of complex machines. Particular focus is paid on eliminating the risk of resonance superstructure excavators and providing adequate strength and durability of the new design solutions of excavation unit. Work B3a.1 B3a.6 and B3a.9 and B3a.10 present the results of work related to the assessment of the technical condition of excavation units, research on identifying operating conditions and examples of modernization of existing facilities.

Cutting elements - buckets, designed by the applicant to SchRs4600, SchRs4000 bucket wheel excavators and ERs710 bucket chain excavator, are core elements which determine the reliability, energy consumption and costs of process of overburden and lignite excavating. They must ensure the stability of the mining process, the longest trouble-free operation and at the same time the lowest replacement costs, renovation and energy demand during operation. New buckets are designed for these machines with consideration of specific requirements for this type of machines and cutting elements.

Due to the high cost of replacement, transport of buckets and further renovation (teeth, cutting corners and knives replacing), it was decided to use the quick-removable teeth ESCOs that do not require disassembly of the bucket in order to carry out the exchange. It was assumed that the buckets provided with teeth are intended to be primarily used for lignite mining. However, in the case of overburden excavation, in particular hard overburden, buckets equipped with fitted corners were designed. For this purpose modern numerical methods were used to evaluate the designed facilities in terms of ultimate strength, fatigue and buckling. However, in order to optimize the geometry of the cutting edges advanced numerical CFD analyzes were conducted. New method of assessing the geometry of cutting elements using own criteria associated with the forces generated during cutting was implemented. It is a completely new approach to design of this type of elements, which has never been used so far in the country and in the world. As a result of the work carried out, projects of new buckets for mentioned machines were designed. Based on projects new buckets were manufactured. Examples of 3D models and photographs showing them, are shown below (fig. 3A.2).

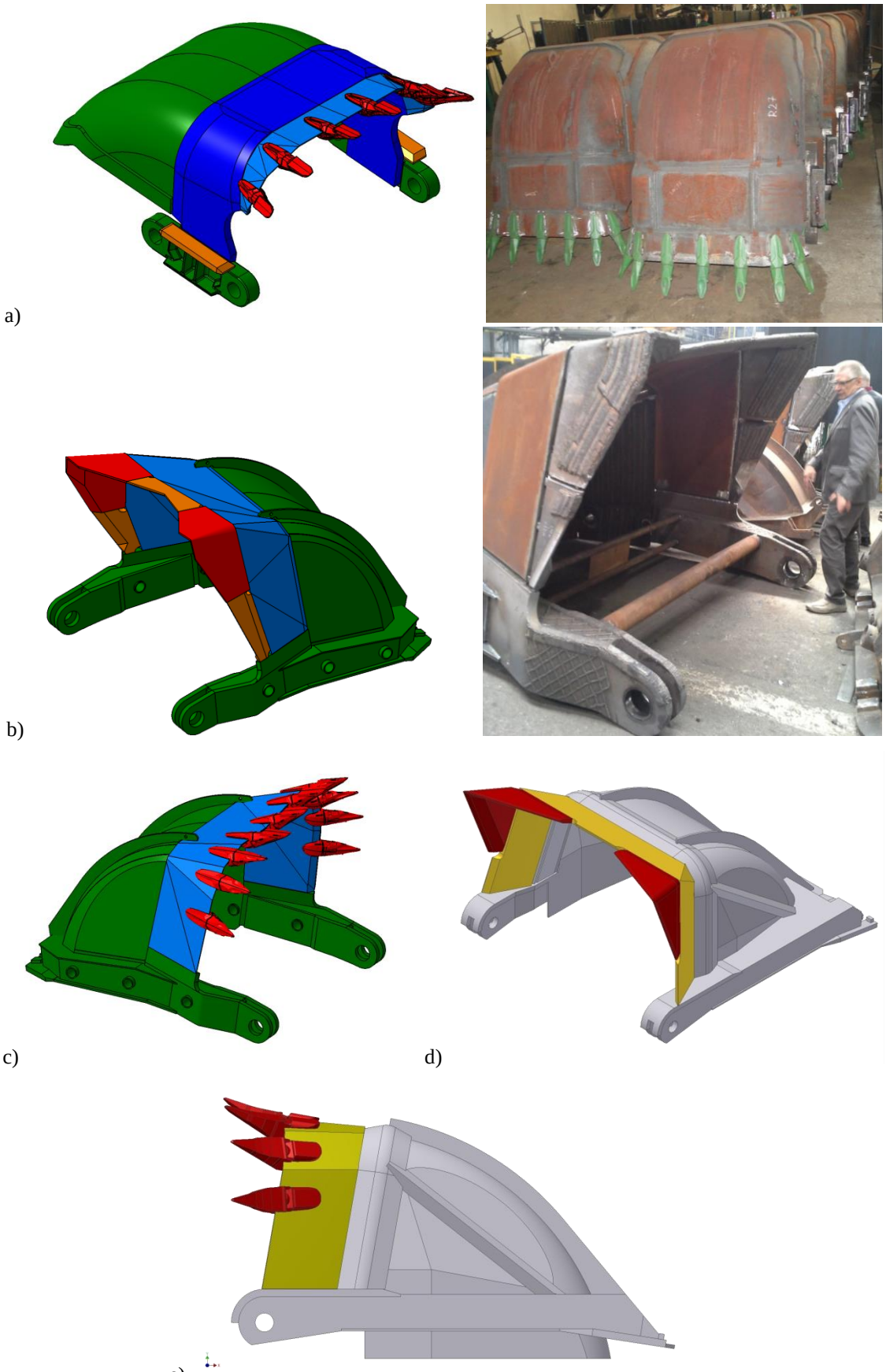


Fig. 3a.2. New buckets for bucket wheel and bucket chain excavators a)ERs710, b) and c)SchRs4000, d) & e) SchRs4600

Results of these works are also presented in publications B3a.13, B3a.14 (list of publications listed in section B3a). As part of the work the following invention application was created: "Buckets mounting system", no. P404090 dated. 27.05.2013 r. -. In the chapter number 5 of the application list of all inventions and inventions applications are presented.

3b. An innovative rotating unit of centrifugal fan WPK-5.35

Scientific achievement of author of the application (the applicant), as defined in the Act on academic degrees and academic titles and degrees and titles in the art of 14 March 2003, as amended, is the technical achievement: The innovative rotating unit of centrifugal fan WPK-5.35. The contribution of the applicant to design rotating unit applies to all phases of implementation, development and use, particularly in design, numerical and experimental investigations and manufacturing supervision. Percentage share of the author in the development of the technical solution is about 80%.

The new designed rotating unit of WPK-5.35 fans, is used in main ventilation systems of underground mines of KGHM copper company. It is the largest of the units used in this type of applications. The diameter of the radial impeller equals 5.3 meters with weight of about 10 tons and power of 3 MW. The rotor is designed with many innovative solutions, which are subjects of invention applications. The list of inventions and inventions applications is shown below.

The rotor assembly has been optimized from the strength, modal and flow point of view with the help of advanced tools for numerical calculations. The result is a centrifugal fan with increased efficiency in a range of 2% to 6% with respect to the fan in the old version. Such efficiency rise results in an annual saving of up to 2.500.000 Polish zloty per six fans (with an average increase of efficiency 4%). The ten numbers of rotating units in the new version have been produced so far. Currently, works are underway to apply similar innovative solutions for other types of centrifugal fans.

As part of the design and implementation rotating units of WPK-5.35 fan, identification of operating conditions of this type of equipment and detailed design requirements were identified. On the basis of comprehensive virtual strength, fatigue, and modal flow research, new innovative solutions were developed, which aimed to achieve the defined technical and operational parameters. An example might be a new type of rotor inlet seal as well as the new solutions used in the connection of rotor blades and support disc and cover. Geometry of impeller channels were also optimized in order to achieve the highest possible efficiency. The use of modern tools for numerical simulation allowed the theoretical verification and optimization of rotor design for given requirements. In the next stage a prototype of the unit was built. Pre-control tests were made on the testing stand. Finally the new rotating unit was installed on the WPK-5.35 fan. In order to validate numerical models verification strain gauges tests, were performed under normal operating conditions. As already mentioned, the main goal of the design was to increase efficiency of the fan. In the next step flow measurements were done. Increase of fan efficiency of about 6% was achieved in comparison to the fan previously used. This resulted reduction in energy consumption for about 400 kW.

This is very good result, which brings financial benefits and helps to protect the environment. Each subsequent implemented rotating unit has been subjected to similar tests in the field of

verification of efficiency and energy consumption. The effect of implementation was awarded in the competitions organized by the NOT organization as an innovative technical achievement, effectively solving the technical and scientific problem. It has also been reported to achieve so called White Certificate, confirming the highest energy efficiency and entitlement to a preferential price for electricity. View of the new impeller of centrifugal fan assembly WPK-5.35 is shown in Figure 3B.1.

Fig. 3b.1. New rotating unit of the centrifugal fan WPK-5.35 on testing bench and ready for installation

The results of these works are also presented in publications B3b.1 to B3b.3 (list of publications listed in section B3b). Table 3B.1 shows a list of inventions and invention applications, that were created during the works on the rotating unit and during research on other types of fans. The applicant is a co-author in these applications. In the chapter number 5 of the application, there is a list of all inventions and inventions applications presented with information on the percentage of the copyrights.

Table 3B.1. Inventions and inventions applications

Invention no.: P397042 dated 21.11.2011 – Impeller of centrifugal fan.
Invention application dated 17.06.2013 – P404351: Fans flow control device.
Invention application dated 27.01.2014 – 406965: Axial fan.
Invention application dated 10.07.2014 – W.123230: The rotor assembly tool for axial fan.
Invention application dated 10.09.2014 – 409432: Axial fan.

5. Description of the other scientific achievements.

In section 4 of the application, lists of single-themed series of publications related to scientific and technical achievements are presented. Table 5.1 summarizes the **total number of all publications** of the applicant after obtaining a doctoral degree, divided by type of publication.

Table 5.1. Summary of publications of the applicant after obtaining the degree of doctor

Type of publication	No. of

	publications
author or coauthor of scientific papers in journals indexed in Journal Citation Reports (JCR)	15
author or coauthor of scientific papers in journals from Philadelphian's list (source: Web of Science)	11
author or coauthor of scientific papers in journals with Impact Factor	11
author or coauthor of scientific papers in journals recognized by MNiSW (Ministry of Science and Higher Education)	52
Total numbers of scientific papers: International: National:	66 28 38
Total numbers of conference proceedings: International: National:	28 11 17
Total numbers of chapters in scientific books: International: National:	6 2 4
Monographs: International:	1 1

Applicant is co-author of 1 invention and 9 inventions applications:

11. „Impeller of centrifugal fan". Invention no. P397042 dated 21.11.2011r. Copyrights: 15%
12. „Methods for diagnosing bearing damage, diagnostic housing of bearing". Invention application no. P 401106 dated 05.10.2012r. Copyrights: 33%
13. „ Methods for diagnosing bearing damage, diagnostic tool for rolling bearings". Invention application no. P 401070 dated 05.10.2012. Copyrights: 33%
14. „ Buckets mounting system". Invention application no. P404090 dated 27.05.2013 r. –. Copyrights: 50%
15. „ Fans flow control device". Invention application no. P404351 dated 17.06.2013 r. Copyrights: 12%
16. „Axial fan". Invention application no. 406965z dated 27.01.2014 r. Copyrights: 14%
17. „Helical conveyor cooler for fly ash". Invention application no. P.408111 dated 27.01.2014 r. Copyrights: 10%
18. „ The rotor assembly tool for axial fan" Invention application no. W.123230 dated 10.07.2014 r. Copyrights: 28%
19. „Axial fan". Invention application no. 409432 dated 10.09.2014 r. Copyrights: 14%
20. „ Vibroacoustic barrier and the way of its regulation" Invention application no. P410380 dated 05.12.2014 r. Copyrights: 40%

Coefficients related to the achievements of the applicant in accordance with the Regulation of the Minister of Science and Higher Education, dated 1 September 2011th, on criteria for assessing the achievements of the person applying for the habilitation degree, § 4 Section. 3-8 and § 5 are as follows (01.01.2015):

- § 4. pt. 3: sum of impact factors of scientific publications according to Journal Citation Reports (JCR)**: 12.57**
- § 4. pt. 4: number of citation according to Web of Science (WoS): **40**
- § 4. pt. 5: Hirsch index according to Web of Science (WoS): **3** (one citation is missing to obtain H=4)
- § 4. pt. 6: leading of international or national scientific projects or taking part in such projects: **as shown in table 5.2**

Table 5.2. List of scientific projects

Title	Type of membership
Projekt celowy, 6 ZR8 2009C/07268, Innowacyjny wirnik wentylatora promieniowego nowej generacji do układów głównego przewietrzania kopalń,	Project manager
Program INNOTECH II projekt nr INNOTECH-K2/IN2/0/182572/NCBR/13, Typoszereg innowacyjnych wentylatorów osiowych do miejscowego przewietrzania kopalń zwłaszcza o niskich pokładach	Project manager
Projekt rozwojowy, nr NR03 – 0068 - 10/2010, Opracowanie projektu nowej generacji układu urabiającego koparki kołowej	Project manager
Projekt badawczy, Metodyka oceny stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego po wieloletniej eksploatacji	Project manager
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06342; Budowa prototypowej chłodnicy śrubowej odbioru popiołów dennych z kotła energetycznego.	Team member
Projekt badawczy 4 T07 C 041 28; Numeryczne modelowanie elementów maszyn w układach obciążonych dynamicznie.	Team member
Projekt badawczy N R03 0040 06; Opracowanie układu zabezpieczającego mechanizm urabiania i ustrój nośny koparki	Team member
Projekt badawczy, N N501 120436, Identyfikacja obciążeń udarowych mechanizmów urabiania i ustrojów nośnych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego	Team member
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06342 Budowa prototypowej chłodnicy śrubowej odbioru popiołowa dennych z kotłowa energetycznych	Team member
Projekt celowy, 6 T12 2004 C/06356 Budowa specjalistycznej maszyny do mechanizacji prowadzenia wybranych robót w podziemiach kopalń o szczególnie niskich wyrobiskach	Team member
Projekt celowy, 6 T07 2004 C/06374 Budowa prototypowej samojezdnej maszyny górniczej przeznaczonej do pracy w trudnych warunkach eksploatacyjnych charakteryzujących sie małą wysokością wyrobisk górniczych oraz dużymi pochyleniami do wiercenia otworów strzałowych.	Team member
Projekt celowy, ROW 644 2005 Budowa typoszeregu teleskopowych siłowników hydraulicznych o długości roboczej do 12m	Team member
Projekt celowy, 6 ZR8 2005 C/06639 Modernizacja połączenia wału koła czerpakowego z przekładnią	Team member

planetarną w napędzie układu urabiania koparek KWK 1500 i KWK 1200M	
Projekt celowy, 6 ZR8 2005 C/06690 Opracowanie technologii pomiaru i optymalizacji sił naciągu w cięgnach zawieszenia oraz sił podparcia komór paleniskowych, cyklonów i ciągów konwekcyjnych kotłów fluidalnych	Team member
Projekt badawczy,N501 027 32/2432 Numeryczno doświadczalna identyfikacja modeli dynamicznych maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego	Team member
Projekt celowy, ROW II 184/2006 Wysięgnik kamerowy linowo - cięgnowy o rozpiętości 20m	Team member
Projekt rozwojowy, R03 004 02 Opracowanie układu zwiększającego bezpieczeństwo kierowcy ciężarówki podczas zderzenia	Team member
Projekt badawczy, 4 T07 C 041 28 Numeryczne modelowanie elementów maszyn w układach obciążonych dynamicznie	Team member
Projekt badawczy, N502 056 31/2006 Modele zużycia odkształceniowego łożysk wielkogabarytowych w aspekcie dystrybucji obciążeń	Team member

- § 4. pt. 7: foreign or national awards for scientific or art activities:
  - ✓ **First Prize** award in the competition "Master of Technology FSNT NOT" for outstanding achievements in the field of engineering: "New generation of radial fans impellers for main ventilation mining systems". Wroclaw, 2010.
  - ✓ **Award** of the FSNT NOT Council (Jelenia Góra) for technical achievement: "New generation of radial fans impellers for main ventilation mining systems", Jelenia Góra 2011.
  - ✓ Distinction in the Master of Technology Competition (Copper industry) for technical achievement entitled: "Modernization of fans installed in the main ventilation R-VIII and RX stations"
- § 4. pt. 8: presentations on international or national thematic conferences:
  Results of the applicant's researches were presented at 28 conferences (11 international, 17 domestic).
- § 5. pt. 1: participation in European, international or national programs:
  Participation in the European program: „Advanced technologies for energy", task No. 1 -„ Development of technologies for high efficient, „ zero-emission " coal power blocks, integrated with Carbon Capture and Storage (CCS) system - 2010÷2014.
- § 5. pt. 2: participation in international or national conferences or organizing committees:
  Participation in international or national conferences are listed in § 4. pt. 8. **Participation in organizing committees is as follows:**
  - ✓ Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych. Zakopane 2004 – organizing committee.

- ✓ Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich, Polanica Zdrój 2004, 2006, Szklarska Poręba 2008, 2010 – organizing committee.
- ✓ Termowizja w Diagnostyce Konstrukcji Kraków 2010 – scientific committee.

- § 5. pt. 3: awards and distinctions:
  - ✓ **First Prize award** for the master thesis in the field of Mechanics and Mechanical Engineering – 1999r.
  - ✓ **Rector's Award** for very good results at the Faculty of Mechanical Engineering – 1999r.
  - ✓ **Award** for the presentation of the work at the XIII Conference PRMR 2000.
  - ✓ **Dean** of the Faculty of Mechanical Engineering **award** for doctoral thesis – 2003r.
  - ✓ **First place** in the poster session at the XIX Conference PRMR 2006.
  - ✓ **Award of Rector of Wroclaw University of Technology** for Scientific and Didactic activities – 2010r.
  - ✓ **Award of Dean of Faculty of Mechanical Engineering** for Scientific and Didactic activities – 2012.
  - ✓ **First Prize award** in the competition Chain Experiment, organized by the Jagiellonian University – 2014.
- § 5. pt. 4: participation in consortia and scientific networks:
  Applicant participates in three Scientific Research consortia under the program INNOTECH, which supports science and business in the implementation of innovative projects in various fields of science and industry.
- § 5. pt. 5: Leadership of scientific projects made in cooperation with industry partners. **Projects are listed in Table 5.**

Table 5.3. Scientific projects made by applicant in cooperation with industry partners

Title	Type of membership
Optymalizacja osadzenia koła czerpakowego i tulei drążonej na osi koła czerpakowego koparek KRUPP, 2014	Project manager
Analiza wytrzymałościowa wału koła czerpakowego koparki K-42, 2014	Project manager
Badanie obciążeń lin odciągowych koparki SchRs4600.50, 2014	Project manager
Wykonanie pomiarów weryfikacyjnych wentylatora POLLRICH w instalacji mokrego odpylania gazów szybowych, 2014	Project manager
Weryfikacja projektu wirnika wentylatora promieniowego typu WPK-3.9/APC	Project manager
Doświadczalne ważenie i wyważanie koparki ERs 710, 2013	Project manager
Optymalizacja pracy stacji wentylatorów głównego przewietrzania kopalni, 2013	Project manager
Consultancy services for checking of static calculations and structural design for Specialized Mining Equipment & Conveyors-BWE700, 2013-2014	Project manager
Consultancy services for checking of static calculations and structural	Project

design for Specialized Mining Equipment & Conveyors-BWE1400, 2011-2014	manager
Redesign of the gas flow duct-lines in raw material preparation no.4, 2013	Project manager
Badanie rozkładu naprężeń w uszkodzonym węźle wysięgnika koła czerpakowego, ocena uszkodzeń oraz opracowanie zakresu i technologii naprawy, 2012	Project manager
Wykonanie obliczeń statycznych i wytrzymałościowych do projektu techniczno-roboczego konstrukcji nośnej koparki KWK 1500.1 dla kopalni Turów wg normy PN-G-4700-2. Etap 2.4, Analiza wytrzymałościowa i modalna nadwozia koparki, 2012	Project manager
Projekt nowego czerpaka (710L) dla koparek ERs 710 z wymiennymi zębami i ślizgami. Etap I, Projekt wstępny, 2012	Project manager
Projekt nowego czerpaka (R40M) dla koparek SchRs 4000 do urabiania utworów trudno urabialnych. Etap I, Projekt wstępny, 2012	Project manager
Badania konstrukcji wsporczej kruszarki CJ 615, określenie przyczyn awarii i opracowanie programu naprawczego, 2012	Project manager
Badania konstrukcji wsporczej kruszarki Cj 615, określenie przyczyn awarii i opracowanie programu naprawczego, 2012	Project manager
Badanie rozkładu naprężeń w uszkodzonym węźle wysięgnika koła czerpakowego, ocena uszkodzeń oraz opracowanie zakresu i technologii naprawy, 2012	Project manager
Wykonanie obliczeń statycznych i wytrzymałościowych do projektu techniczno-roboczego konstrukcji nośnej koparki KWK 1500.1 dla kopalni Turów wg normy PN-G-47000-2, 2012	Project manager
Określenie wpływu układów przepływowych na żywotność i sprawność wirników wentylatorów głównego przewietrzania kopalni, 2011	Project manager
Obliczenia zmęczeniowe Volvo 7705LH (wyposażonego w Sandomaty) przy wykorzystaniu MES, 2011	Project manager
Opinia techniczna (atestacyjna) koparki Rs-560 po montażu i uruchomieniu w zakresie części elektrycznej i mechanicznej, 2011	Project manager
Ocena stanu technicznego zużycia maszyn podstawowych pracujących w KWB Konin, Ocena stopnia degradacji starych wysięgników koparek SRs 1200 pod kątem dopuszczenia tych wysięgników do dalszej pracy lub wykonanie nowych, 2011	Project manager
Wykonanie obliczeń sprawdzających koła czerpakowego koparki SchRs 4000, 2011	Project manager

- § 5. pt. 8: educational and science or art popularization achievements.
  - ✓ The development of the scope of course "Designing of machinery and equipment and CAD III".
  - ✓ preparing training data and conducting training in CAD / CAE / FEM for employees of: WHIRPOOL, WROZAMET, DR. SCHNEIDER,
  - ✓ improvement of training within the advanced computational methods in CAD / FEM CATIA.
  - ✓ top ten best rated teachers at the Faculty of Mechanical Engineering - 2013.
- § 5. pt. 9: Scientific supervision on students:
  Supervision of **30 master's and bachelor theses**.

- § 5. pt. 12: preparation of expertise or other documents for public organs, local governments or industry:
  The applicant has completed about **150 projects on request of domestic and foreign industry**.
  Applicant has the status of an International **Independent Expert** in the evaluation of projects, execution and taking into operation of specialized mining equipment. As part of this activity he cooperates with major international companies providing this tipe of equipment: ThyssenKrupp. MAN TAKRAF, Tenova, Sandvik, VOEST ALPINE, Larsen & Toubro, India MBA. Applicant has completed the following **research internships**:
  - ✓ India – NLC Ltd, as consultant – 2 months
  - ✓ Austria – Voest Alpine MH, as consultant – 1 month
  - ✓ Germany – MAN TAKRAF, as consultant – 2 weeks
  - ✓ Germany – ThyssenKrupp Fordertechnik, as consultant – 2 as consultant
  - ✓ Macedonia – TITAN, as consultant – 1 month.
- § 5. pt. 14: Reviewing international and national projects and publications in national and international journals:
  Applicant has reviewed publication in the following foreign journals:
  - ✓ Automation in Construction,
  - ✓ Engineering Failure Analysis.