

AUTOREFERAT

1. **Imię i Nazwisko** Damian Pietrusiak

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

01.2017 **dydaktyka szkoły wyższej** – ukończony semestralny kurs dla pracowników naukowo-dydaktycznych Politechniki Wrocławskiej

06.2014 **certyfikowany Project Manager - MIĘDZYNARODOWY CERTYFIKAT zarządzania projektem IPMA poziom D – Certified Project Management Associate**, kurs podyplomowy - zarządzanie badaniami naukowymi, pracami rozwojowymi, komercjalizacją wyników badań oraz poprawą zdolności menedżerskich, „pm2pm”, Wrocław

09.2013 **doktor nauk technicznych** w dziedzinie Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn, **praca wyróżniona**, studia doktoranckie - Politechnika Wroclawska

07.2009 **magister inżynier** w specjalności Mechanika i Budowa Maszyn (od trzeciego roku wszystkie przedmioty w j. angielskim), studia magisterskie - Politechnika Wroclawska

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

10.2014-obecnie **adiunkt**, Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn, Wydział Mechaniczny Politechnika Wroclawska, Wroclaw

10.2013-09.2014 **asystent naukowo-dydaktyczny**, Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska, Wroclaw

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:

Osiągnięcie 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. stanowi cykl publikacji powiązanych tematycznie pt.

Damian Pietrusiak

Metoda oceny ustrojów nośnych z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych

w skład, których wchodzi monografie oraz artykuły i referaty konferencyjne.

b) publikacje lub inne prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

1. **publikacja w czasopiśmie (lista A - JCR)**

Pietrusiak D., *Assessment of the large machine's carrying structures with use of the factor of dynamic effects*, Maintenance and reliability 2017; 19 (4): 542--551, <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2017.4.7>.

2. **publikacja w czasopiśmie (lista A - JCR)**

Pietrusiak D., Smolnicki S., Stańco M. *The influence of superstructure vibrations on operational loads in the undercarriage of bulk material handling machine*, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2017, vol. 17, nr 4, s. 855-862, DOI: 10.1016/j.acme.2017.03.001, 2017

3. **publikacja konferencyjna**

Czmochowski J. , Moczko P., Pietrusiak D. ,Rusiński E., *Numeryczno-Eksperymentalna Analiza Drgań Zwałowarki W Stanach Nieustalonych*, XXX Konferencja Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych, Zakopane, 24-27 stycznia, 2017

4. **monografia**

Rusiński E., Czmochowski J., Moczko P. Pietrusiak D., *Surface Mining Machines – Problems of Maintenance and Modernization*, Springer 2017

5. **publikacja konferencyjna**

Pietrusiak D., Moczko P., Rusiński E., *Recent achievements in investigations of dynamics of surface mining heavy machines*, 24th World Mining Congress Proceedings , October 18-21, 2016, Rio de Janeiro, Brazil. Rio de Janeiro : IBRAM, s. 295-308, 2016

6. **publikacja konferencyjna (indeksowana w WoS)**
Czmochowski J., Moczko P., Pietrusiak D., Przybyłek G., Rusiński E., *Selected Aspects of Technical Condition State Assessment of Spreaders Operating in Lignite Mines*, Lecture Notes in Mechanical Engineering: Proceedings of the 13th International Scientific Conference Computer Aided Engineering, Polanica Zdrój, Poland, June 22-25, 89-98, 2016:
7. **publikacja konferencyjna (indeksowana w WoS)**
Pietrusiak D., Moczko P., Rusiński R., *World's largest movable mining machine vibration testing - numerical and experimental approach*. Proceedings of ISMA2016 International Conference on Noise and Vibration Engineering, 19 to 21 September, 2016 / eds. P. Sas, D. Moens, A. van de Walle. Leuven : Katholieke Universitet Leuven, s. 2287-2299, 2016
8. **publikacja w czasopiśmie (indeksowana w WoS - ESCI)**
Rusiński E., Czmochowski J. , Moczko P., Pietrusiak D., *Challenges and strategies of long-life operation and maintenance of technical objects*, FME Transactions 44, 219-228, 2016
9. **monografia**
Ocena stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, ed. Rusiński E., Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015
10. **publikacja konferencyjna**
Czmochowski J., Kowalczyk M., Pietrusiak D., Przybyłek G., Rusiński E., *Metodyka oceny stanu technicznego maszyn górniczych w kopalniach odkrywkowych*, Problemy rozwoju maszyn roboczych / red. Andrzej Kosucki. Łódź : Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2015. s. 65-76
11. **publikacja konferencyjna (indeksowana w WoS)**
Rusiński E., Moczko P., Pietrusiak D., *Low frequency vibrations of the surface mining machines caused by operational loads and its impact on durability*, Proceedings of ISMA2014 International Conference on Noise and Vibration Engineering ; USD2014 International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics, Leuven, 15 to 17 September, 2014 / eds. P. Sas, D. Moens, H. Denayer. Haverlee : Katholieke Universitet Leuven. Department Werktuigkunde, [2014]. s. 683-694.

12. publikacja w czasopiśmie

Rusiński E., Moczko P., Pietrusiak D., *Analiza dynamiki wielonaczyniowych koparek kołowych typu KWK*, *Górnictwo Odkrywkowe*. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 197-202

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

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 wielkogabarytowych ustrojów nośnych maszyn z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych. Wyniki tych prac przedstawione są w jednotematycznym cyklu publikacji wymienionych w punkcie 4b wniosku. Wkład wnioskodawcy w opracowanie metody dotyczy wszystkich etapów jej realizacji, rozwoju i zastosowania. Wnioskodawca jest autorem założeń, na bazie których opracował i przeprowadził prace badawcze w zakresie eksperymentalnym jak i numerycznym. Na tej podstawie opracował i zdefiniował własną metodę i zawarte w niej procedury, które mogą być z powodzeniem stosowane w praktyce prac badawczych jak i inżynierskich. Procentowy udział w publikacjach wymienionych w punkcie B1 wniosku wynosi od 15 do 100 procent.

Wielkogabarytowe ustroje nośne maszyn, z racji na rozmiar projektowy i wykonawczy przedsięwzięcia, kształtuje się z myślą o ich długoletniej eksploatacji. Skutkuje to tym, że obok spełnienia warunku wytrzymałości doraźnej wymaga się spełnienia również warunku wytrzymałości zmęczeniowej. Jest to szczególnie istotne w przypadku konstrukcji mechanicznych, gdzie przewiduje się występowanie obciążeń cyklicznie zmiennych, które w wielu przypadkach, są bezpośrednim następstwem dynamiki obiektu. Stanowi to podstawową różnicę w porównaniu do wielkogabarytowych ustrojów nośnych budowlanych, przewidzianych najczęściej do przenoszenia obciążeń jedynie statycznych, a więc konieczności spełnienia jedynie warunku wytrzymałości doraźnej. Obecność obciążeń dynamicznych przyczynia się postępującej degradacji ustroju nośnego, co przejawia się w co raz to częściej obserwowanych pęknięciach zmęczeniowych. Ustroje nośne o jakich mowa, najczęściej spotkać można w przemyśle górniczym, wydobywczym, przetwórstwa skalnego czy też w przemyśle przeładunkowym. Sytuacja jest w tym przypadku dodatkowo szczególnie, gdyż niektóre podstawowe procesy technologiczne (np. urabianie, kruszenie) bardzo często cechują się znacznymi obciążeniami dynamicznymi. Ze względu na środowisko w jakim najczęściej pracują tego rodzaju maszyny trudno jest stosować do redukcji drgań skuteczne ale niepodatne na uszkodzenia rozwiązania np. tłumiki drgań, które pomimo swej skuteczności nie znajdują zastosowania w tak trudnych warunkach eksploatacji. Ponadto bywa, że sama konstrukcja ustroju nośnego jest podatna na wzbudzenie (np. dużej rozpiętości konstrukcje nadwozi maszyn górnictwa odkrywkowego). Niejednokrotnie obserwuje się pracę w rezonansie omawianych ustrojów. Dowodzi to, iż wciąż aktualny jest problem skutecznego ograniczania obciążeń dynamicznych omawianych obiektów.

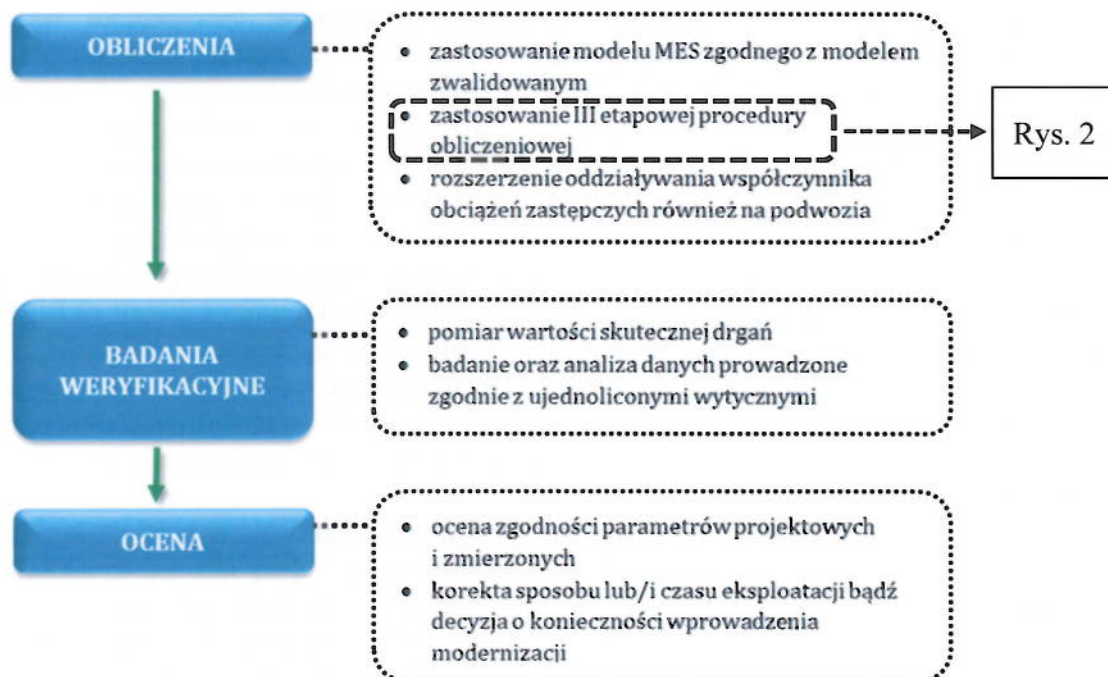
Projektowanie ustrojów nośnych maszyn wielkogabarytowych, po dziś dzień opiera się na rozwiązaniach powstałych w latach 80', które bazują na współczynniku zastępczych obciążeń dynamicznych. Zarówno definicja tego współczynnika jak i jego zakładane wartości nie odzwierciedlają rzeczywistych warunków eksploatacyjnych. Przejawia się to

w niestabilnej pracy oraz występowaniu licznych pęknięć ustrojów nadwozi oraz podwozi. Oparcie dynamiki maszyn wyłącznie na współczynniku zastępczym, jak to było robione dotychczas, pomija całkowicie istotę zjawisk związanych z drganiami badanych obiektów. Ponadto nie opracowano dotychczas metody weryfikacyjnych badań eksperymentalnych, która określałaby jednoznacznie sposób pomiaru i weryfikacji założonych obciążeń dynamicznych.

Przedstawione luki w stanie wiedzy na temat dynamiki ustrojów maszyn wielkogabarytowych stały się podstawą do opracowania metody, która umożliwi rozwiązanie przedstawionych problemów ale jednocześnie nie odcina się całkowicie od dotychczas stosowanych metod, dając tym samym możliwość stosunkowo łatwego i szybkiego jej wdrożenia.

Badania i wynikające z nich osiągnięcia składają się na autorską metodę oceny wielkogabarytowych ustrojów nośnych maszyn z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych.

Metoda ta składa się z 3 podstawowych kroków (Rys. 1). Pierwszy z nich to projektowanie oparte na III etapowej procedurze obliczeniowej bazującej na zwalidowanym modelu. Procedura ta, jako jedyna opisana w literaturze, oparta jest na zwalidowanym modelu (Rys. 2). Dodatkowo rozszerza obliczenia o uwzględnienie również wpływu obciążenia dynamicznego nadwozi na podwozia, które zidentyfikowano i badano w ramach prezentowych osiągnięć. Kolejnym krokiem metody oceny są następujące po powstaniu obiektu, weryfikacyjne badania eksperymentalne, oparte na autorskiej metodzie, dającej możliwość porównania założonych wartości normowych z rzeczywistymi. Dzięki tak pozyskanym informacjom, przechodzi się do kroku trzeciego metody oceny, w którym prowadzi się ocenę zgodności zidentyfikowanych parametrów z założeniami przyjętymi na etapie projektowania. Na tej podstawie możliwe jest podjęcie decyzji o zmianie sposobu lub/i czasu eksploatacji bądź też o konieczności wprowadzenia modernizacji w gotowym już obiekcie. Kolejne następujące po sobie kroki metody oceny, wraz z charakterystycznymi elementami każdego kroku, przedstawiono na rys. 1.



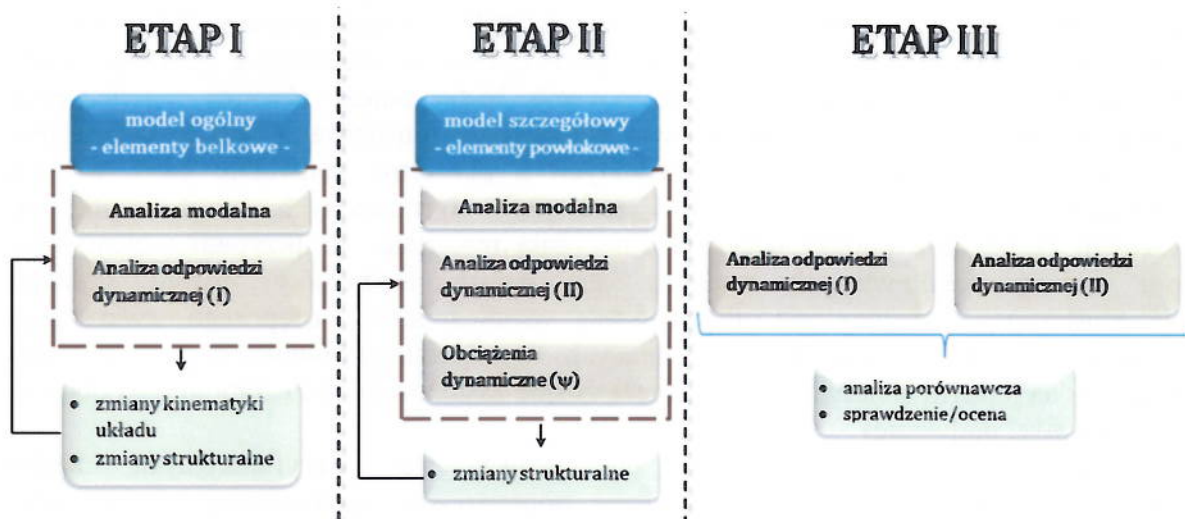
Rys. 1 . Metoda oceny ustrojów nośnych z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych

Krok 1 – OBLICZENIA. Dotychczas, obliczenia sprowadzały się do obliczeń quasi-statycznych, a więc pomijających zupełnie zjawiska związane z drzaniem maszyn. Nie sprawdzano możliwości wystąpienia rezonansów wywołanych pracą układu urabiania, nie identyfikowano również postaci mających szczególny udział w odpowiedzi dynamicznej, w obszarze poza rezonansowym. Prowadzone na ich podstawie obliczenia nie dają prawidłowych wyników w ujęciu ilościowym, co potwierdza fakt występowania dużej liczby pęknięć zmęczeniowych po latach eksploatacji. Potwierdzają to również badania doświadczalne na obiektach, które wykazują, że maszyny projektowane w ten sposób, w eksploatacji nie cechują się zakładanymi na etapie projektu wartościami współczynników dynamicznych lecz częstokroć przekraczają je kilkukrotnie.

Na podstawie zebranych doświadczeń w obliczeniach numerycznych wielkogabarytowych ustrojów nośnych, opracowano autorskie podejście uwzględniające jednocześnie obliczenia z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych oraz obliczeń dynamicznych z zastosowaniem analizy modalnej (Obliczenia – krok pierwszy – rys. 1). Jak omówiono we wstępie, normowe wartości współczynnika obciążeń zastępczych są częstokroć niedotrzymywane. Przyjęte na tej podstawie założenia do obliczeń nie zapewniają zakładanej trwałości ustroju nośnego. Potwierdzają to liczne pęknięcia zmęczeniowe obserwowane w konstrukcji. Prezentowane podejście projektowo/obliczeniowe zostało opracowane i zweryfikowane podczas projektowania koparki KWK 1500.1 Zakłada ono stosowanie współczynników normowych, jednakże najważniejszy jest fakt optymalizacji ustroju nośnego pod kątem dynamiki tak aby zapewnić możliwe równomierny i najniższy rozkład odpowiedzi dynamicznej układu. Prowadzi się więc optymalizację stalowego ustroju nośnego pod kątem charakterystyk dynamicznych, co dotychczas nie było wykonywane. Przeprowadzenie takiej analizy, umożliwi utrzymanie wartości współczynników dynamicznych na zakładanym normowym poziomie. Opracowano szczegółowy model wspomnianej maszyny. Przeprowadzona została kompleksowa analiza charakterystyki modalnej układu i porównana została z zakładanym wymuszeniem eksploatacyjnym. Sama analiza na podstawie współczynnika dynamicznego, nie umożliwi identyfikacji istoty zjawisk dynamicznych i związanych z nimi problemów eksploatacyjnych. Dzięki przeprowadzonej analizie, wprowadzone zostały istotne zmiany np. zmiana kinematyki zawieszenia wysięgnika przeciwwagi. Najistotniejszy jest jednak fakt, iż optymalizacja ustroju nośnego pod kątem dynamicznym możliwa jest do realizacji już na etapie projektu wstępnego. Wprowadza to zupełnie nowe możliwości w zakresie możliwych do zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych. Współczynnik obciążeń zastępczych, ze względu na swoje zastosowanie do obliczeń zmęczeniowych, dotychczas znajdował zastosowanie dopiero wówczas, kiedy gotowy był kompletny projekt, a następnie model obliczeniowy, uwzględniający szczegółowo wszystkie połączenia węzłowe, gdyż to w nich właśnie lokalizowano potencjalne miejsca wrażliwe na przeciążenia. Zważywszy na fakt, iż na tym etapie, zakres zmian możliwych do wprowadzenia był bardzo ograniczony, to prowadziło to do ograniczania skutków, a nie do rozwiązywania przyczyn. Wprowadzenie optymalizacji ustroju nośnego już na etapie projektu wstępnego niemalże całkowicie rozwiązuje ten problem. Możliwe jest prowadzenie szerokich, zmian nawet tak istotnych jak modyfikacja układu podparcia i zawieszenia poszczególnych elementów maszyny.

Opracowana i zastosowana została procedura obliczeniowa, składająca się z trzech etapów. Przedstawiono ją na rysunku 2. Jej najistotniejszą zaletą jest to, iż nawiązuje do powszechnie przyjętych wytycznych do projektowania. Do obliczeń stosowana jest metoda elementów skończonych. Daje to możliwość łatwego wdrożenia do praktycznego stosowania. Istotną różnicą jest optymalizacja charakterystyk dynamicznych ustroju nośnego. Opracowana procedura składa się z trzech etapów, w każdym z których prowadzone są badania charakterystyk dynamicznych. Dotychczas stosowana praktyka obejmowała tylko jeden

element etapu II (Rys. 2 - „obciążenia dynamiczne”), stosując jedynie statyczne obliczenia z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych.



Rys. 2 . Procedura obliczeniowa realizowana w ramach metody

Przedstawiona powyżej procedura obliczeniowa pozwala istotnie obniżyć odpowiedź dynamiczną układu w warunkach rzeczywistych. Na etapie projektowania otrzymuje się niewyskalowane wartości odpowiedzi układu i nie reprezentują one wartości rzeczywistych. Przyjmuje się je natomiast jako poziom odniesienia i punkt wyjściowy do prowadzenia optymalizacji.

Krok 2 – BADANIA WERYFIKACYJNE. W celu przeprowadzenia badań weryfikacyjnych, opracowane zostało autorskie podejście. Zalecenia/informacje dotychczas dostępne w tym zakresie pozostawiały wiele niejasności. Ostatecznie nie istniała spójna procedura badań doświadczalnych, która miałaby na celu weryfikację ustalonych na etapie projektowania założeń.

Sumarycznie pod kątem dynamiki przebadano ponad 20 ustrojów nośnych wielkogabarytowych maszyn górnictwa odkrywkowego. Co istotne, zrealizowano również badania mające na celu sprawdzenie faktycznego wpływu dynamiki nadwozia na obciążenia podwozia. Dotychczas badanie tego typu nie były prowadzone. Co za tym idzie, podczas projektowania pomijano możliwość wystąpienia takiej zależności. Nie znajdowało to jednak odzwierciedlenia w obserwowanej degradacji ustrojów nośnych. Przeprowadzone badania wykazały wyraźną zależność w cyklach obciążeń występujących w podwoziu oraz drganiami głównej postaci nadwozia. Obserwacja ta umożliwiła uwzględnienie omawianego zjawiska w pierwszym kroku metody oceny – obliczeniach numerycznych.

Na podstawie przeprowadzonych badań doświadczalnych opracowano i ujednociono metodę eksperymentalnej weryfikacji rzeczywistych wartości współczynników zastępczych. Określa ona kryteria doboru punktów pomiarowych, dobór parametrów pomiaru oraz analizy sygnału. Najważniejsze z wytycznych metody to:

- punkty pomiaru definiować poza węzłami postaci drgań własnych
- wyznaczając współczynnik uwzględniający obciążenie elementów podwozi, punkty pomiaru definiować w środku masy elementów nadwozi
- w celu wyznaczenia współczynnika do obciążenia podwozia, zakres pasma rejestracji ograniczyć tylko do pierwszej postaci drgań
- wymagana rozdzielczość widma, w celu analizy zmian charakterystyk, wynosi 1/100 najniższej spodziewanej częstotliwości (pierwsza postać drgań nadwozia)

- prowadzona rejestracja oraz analiza sygnału powinna mieć na celu brak utraty energii sygnału.

W prowadzonych badaniach współczynnika obciążeń zastępczych, wartość szczytową (peak-to-peak) zastąpiono wartością skuteczną drgań (RMS) z całego pomiaru. Taka definicja współczynnika czyni go niewrażliwym na przeciążenia o charakterze jednostkowym, udarowym. W odróżnieniu od zaleceń normowych, badać należy również współczynnik obciążeń zastępczych w kierunku wzdłużnym maszyny/ustroju nośnego. Jest to szczególnie istotne w elementach bezpośrednio połączonych z platformą nadwozia, gdyż w tych przypadkach nawet niewielkie wartości nadwyżek dynamicznych mogą skutkować wyęzieniem istotnym z punktu widzenia zmęczenia materiału. W przypadku elementów ustroju nośnego stanowiących podporę dla innych elementów ustroju nośnego (część środkowa), konieczne jest zdefiniowanie współczynnika zastępczego, związanego odpowiednio z każdym z elementów obciążających. Wynika z tego również, iż punkt pomiaru wyznaczony na jednym elemencie ustroju może zostać zastosowany do oceny innego obszaru (część środkowa, podwozie)

Dzięki opracowaniu zaleceń do prowadzenia weryfikacyjnych badań eksperymentalnych możliwe było sprawdzenie poprawności, opracowanego na potrzeby kroku 1, modelu obliczeniowego. Badania eksperymentalne na nowej prototypowej koparce KWK 1500.1, porównano z badaniami przeprowadzonymi na koparkach tej samej klasy o zbliżonej konstrukcji: KWK 1500 oraz KWK 1200.

Wymienione koparki są to konstrukcje bliźniacze, w związku z tym spodziewać by się należało również podobnego zachowania pod względem dynamicznym. Analiza wyników badań eksperymentalnych wykazała istotną różnicę w zachowaniu elementów ustroju nośnego rejestrując nawet około pięciokrotnie niższy poziom drgań w stosunku do koparki KWK1500.

Zatem opracowany model numeryczny oraz przedstawiona procedura obliczeniowa wykazuje, iż możliwe jest zoptymalizowanie ustroju nośnego w taki sposób, aby spełnić założone wymagania projektowe/normowe. Jednym z najistotniejszych i kluczowych elementów opisanej procedury obliczeniowej jest zastosowanie autorskiego, zweryfikowanego modelu obliczeniowego tego rodzaju obiektów. Jest to obecnie jedyny przedstawiony w literaturze tego typu model. Wprowadza on jakość, która dotychczas nie była osiągnięta co potwierdziły weryfikacyjne badania doświadczalne.

Uzyskane w kroku pierwszym i drugim informacje umożliwiają dopiero właściwą ocenę rzeczywistego stanu dynamiki obiektu, co jest Krokiem 3 – OCENA, prezentowanej metody. W rezultacie, jeśli zachodzi taka konieczność, dokonuje się zmian w planie lub/i czasie eksploatacji, bądź też wprowadza modernizacje w gotowym już obiekcie.

Zaprezentowana metoda oceny wypełnia lukę pomiędzy naukowo rozwijanymi obecnie metodami obliczeniowymi, w zakresie dynamiki maszyn wielkogabarytowych, a metodami znanymi i powszechnie stosowanymi. Ponieważ, bazuje ona na współczynniku zastępczym do obliczeń dynamicznych, który jest podstawą tych obliczeń zgodnie z wytycznymi normowymi, czyni to przedstawioną metodą kompatybilną z wszystkimi obecnie obowiązującymi wymogami stawianym projektantom maszyn wielkogabarytowych.

Podstawowa różnica, dająca największe korzyści ze stosowania metody to fakt, iż prowadzone za jej pomocą obliczenia dają wynik zgodne nie tylko pod względem jakościowym ale również ilościowym w stosunku do przyjętych założeń. Niedoszacowane obciążenia dynamiczne, po dziś dzień są przyczyną przyspieszonej degradacji ustrojów nośnych. Prezentowana metoda, identyfikuje główne źródła obciążeń dynamicznych dając tym samym możliwość, za pomocą zmian projektowych, dostosować postać ustroju nośnego w taki sposób, aby odpowiedź dynamiczna, zmierzona w trakcie eksploatacji, odpowiadała wartościom zakładanym podczas obliczeń. Analiza dynamiczna ustroju na etapie projektu wstępnego, daje możliwości opracowywania zupełnie nowych struktur

ze zoptymalizowanymi charakterystykami dynamicznymi. Ponadto, utrzymanie charakterystyk dynamicznych na odpowiednim poziomie przyczynia się do łatwiejszej eksploatacji i możliwości precyzyjnego uzyskiwania parametrów techniczno-eksploatacyjnych związanych z wydobywaniem oraz, do zwiększenia precyzji w prognozowaniu trwałości.

Nie wskazano również dotychczas bezpośredniej zależności pomiędzy zmiennymi obciążeniami elementów podwozi a drganiami nadwozi. Zaprezentowane badania jasno wykazują taką zależność, a ponadto wskazują na możliwość ujęcia tego zjawiska z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych, co jest również istotnym elementem metody. Wykazana zależność daje również możliwości rozwijania innych alternatywnych metod szacowania trwałości zmęczeniowej podwozi maszyn wielkogabarytowych.

Na potrzeby weryfikacji wartości rzeczywistych obciążeń dynamicznych, opracowana została ujednoczona metoda prowadzenia badań eksperymentalnych. Jest ona również integralnym elementem metody oceny wielkogabarytowych ustrojów nośnych.

Przedstawiona metoda oceny wielkogabarytowych ustrojów nośnych z zastosowaniem współczynnika obciążeń zastępczych i badania, na podstawie, których została opracowana, ma dużą wartość na polu nauk technicznych i badań stosowanych. Oparcie metody na powszechnie stosowanym współczynniku obciążeń zastępczych daje duży potencjał do szybkiego zastosowania jej w praktyce. Potwierdza to powstała za jej pomocą koparka KWK 1500.1, którą projektowano stosując opisaną metodę.

Omówione powyżej osiągnięcie naukowe zostało przedstawione w cyklu dwunastu publikacji, z których większość jest o zasięgu międzynarodowym (Autoreferat – punkt 4 b.)

Publikacja nr 1 jest całościowym opisem metody, przedstawia ją na tle dotychczasowych osiągnięć w tej dziedzinie, opisuje kolejno jakie kroki należy podjąć w celu jej przeprowadzenia oraz opisuje bazy wyników badań, które opracowano w celu weryfikacji metody. Ponadto, publikacja 1 odwołuje się do licznych raportów technicznych (Wykaz dorobku habilitacyjnego – Punkt II.F), które zawierają szczegółowe dane z przeprowadzonych badań, na podstawie, których opracowano np. zestawienia dotyczące wartości współczynnika występujące na obiektach oraz wytyczne do prowadzenia weryfikacyjnych badań eksperymentalnych.

Kolejne publikacje prezentują poszczególne elementy metody (przedstawione w całości publikacji 1). Zaprezentowane są badania numeryczne i eksperymentalne oraz sama problematyka tematu. Ponadto przedstawione są również przykłady gdzie i w jakim celu metodę stosowano w części lub w całości. Publikacja nr 2 przedstawia badania, które wykazują zależności pomiędzy zmiennymi obciążeniami elementów podwozi a drganiami nadwozi. Dowodzi o zasadności stosowania współczynnika obciążeń zastępczych również do oceny podwozi. Publikacje nr 3 i 6 przedstawiają badania nad współczynnikiem obciążeń zastępczych na zwałowarkach. Publikacje 5 oraz 8 przedstawiają problematykę aktualnego stanu wiedzy i jego braki dotyczące obciążeń dynamicznych. Publikacja nr 7 przedstawia sposób i możliwości prowadzenia identyfikacji charakterystyk dynamicznych obiektów wielkogabarytowych. Publikacje 4 oraz 9 to monografie. W publikacji 4 Wnioskodawca był autorem lub współautorem wszystkich rozdziałów. W pozycji tej przedstawia on za równo ogólną problematykę eksploatacji maszyn górnictwa odkrywkowego (w tym zagadnienia obciążeń dynamicznych), prowadzenie badań numerycznych i eksperymentalnych z zakresu dynamiki i identyfikacji charakterystyk dynamicznych. Przedstawione są również przykłady konsekwencji niedoszacowania obciążeń tychże obiektów oraz zastosowanie elementów omawianej metody w eksploatacji i utrzymaniu wielkogabarytowych obiektów technicznych.

W publikacji 9 Wnioskodawca prezentuje przede wszystkim techniczne szczegóły przygotowania i prowadzenia eksperymentalnej identyfikacji charakterystyk obiektów wielkogabarytowych. Ponadto, Wnioskodawca omawia zagadnienia dotyczące budowy modeli do obliczeń omawianych obiektów oraz wykazuje zastosowanie opracowanej przez niego metody w ocenie stanu technicznego obiektów po wieloletniej eksploatacji. Publikacja 9 to przykład identyfikacji obciążeń dynamicznych na największej pracującej w Polsce wielonaczyniowej koparce kołowej. Publikacje nr 11 oraz 12 prezentują zastosowanie algorytmu obliczeniowego oraz weryfikacyjnych badań eksperymentalnych

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

Prowadzone przeze mnie badania naukowe po osiągnięciu stopnia naukowego doktora swoją tematyką sięgają wielu gałęzi branży mechanicznej, które zdeterminowane są wcześniej już podjętymi tematami badawczymi. Nie brak jest również nowych zagadnień. W ujęciu ogólnym zakres prowadzonych przeze mnie prac badawczych dotyczy przede wszystkim przemysłu ciężkiego, wydobywczego, energetycznego oraz inne (np.: motoryzacyjny, AGD). Wynika to z szeroko zakrojonej współpracy z podmiotami gospodarczymi i realizacji prac badawczych, które są odpowiedzią na zgłaszane w przemyśle potrzeby. Dzięki ukierunkowaniu na współpracę z gospodarką, wiele prac zakończonych zostało wdrożeniami.

Podstawowe cele realizowane w moich badaniach to podniesienie bezpieczeństwa pracy, ograniczenie kosztów eksploatacji oraz ograniczenie negatywnych oddziaływań na otoczenie i środowisko. W dobie walki z emisją CO₂ oraz ograniczania kosztów produkcji, wdrażane nowoczesne i innowacyjne rozwiązania mają szczególnie istotny wpływ na podniesienie konkurencyjność gospodarki.

Wśród najważniejszych osiągnięć/projektów ostatnich lat, w których brałem udział, należy wyróżnić m.in.:

- opracowanie nowego układu urabiania koparek wielonaczyniowych kołowych dla Kopalni Węgla Brunatnego. Prace wdrożeniowe są obecnie na etapie wykonywania organów urabiających (koło czerpakowe, czerpaki –wartość wdrożenia ~30mln PLN),
- badania i metoda oceny stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego po wieloletniej eksploatacji. Na ich podstawie przeprowadzone zostały w ostatnich latach modernizacje maszyn w kopalniach KWB Belchatów, KWB Turów oraz KWB Konin (szacunkowa wartość wdrożenia to ok. 10mln PLN),
- opracowanie nowych wirników wentylatorów stosowanych w głównych układach przewietrzania kopalń rudy miedzi. Wprowadzone innowacyjne rozwiązanie podnosi sprawność wentylatorów w zakresie 2%-6%, w stosunku do wentylatorów starej wersji. Przynosi to roczne oszczędności na poziomie 2,5mln PLN (przy średnim wzroście sprawności o 4%). Oszczędności te będą jeszcze większe wraz z wymianą wirników na kolejnych stacjach wentylatorowych,

Równoległe z badaniami ciężkich maszyn przemysłowych, zajmuję się również szeroko pojętą tematyką badań drgań oraz wibrodiagnostyką. Badania dotyczące drgań prowadzę na różnego rodzaju obiektach, począwszy od elementów pojazdów samochodowych czy urządzeń AGD (badania NVH - Noise, Vibration and Harshness) poprzez wielkogabarytowe wentylatory czy też kruszarki. Aktualnie prowadzę badania (zgłoszenie patentowe P.410380 z dnia 05.12.2014) nad zastosowaniem metamateriałów do budowy nowoczesnej funkcjonalnej bariery wibroakustycznej. Prace badawcze

i wdrozeniowe, w których brałem udział łącznie składają się na ponad 30 projektów, w których byłem kierownikiem lub wykonawcą. Osiągnięcia te dokumentowane są w postaci publikacji i raportów (Wykaz dorobku habilitacyjnego – punkt II). Prace te są rozpoznawalne na świecie o czym świadczy liczba zarejestrowanych cytowań - 56, dając indeks Hirsh'a na poziomie 6. Prowadzone przeze mnie badania wielokrotnie prezentowane były na konferencjach zagranicznych, również w sesjach plenarnych referatów zamawianych (cyklicznie na konferencji Material Handling Construction and Logistics). Na podstawie prowadzonych badań udzielone zostały 3 patenty, których jestem współautorem,

Tabele 1 i 2 przedstawione poniżej zawierają zbiorcze zestawienie dorobku przed i po uzyskaniu stopnia doktora.

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie dorobku przed uzyskaniem stopnia doktora

Publikacje naukowe		Liczba publikacji
Przed uzyskaniem stopnia doktora		
1	W czasopisma w bazie Journal Citation Report	6
2	Autorstwo/współautorstwo w monografii	
3	W czasopismach zagranicznych (inne niż w pkt. 1)	3
4	W czasopismach krajowych (inne niż w pkt. 1)	9
5	Zagraniczne materiały konferencyjne indeksowane w WoS (Web of Science)	
6	Zagraniczne materiały konferencyjne	9
7	Krajowe materiały konferencyjne	2
8	Patenty	0
		29

Tabela 2. Zbiorcze zestawienie dorobku po uzyskaniem stopnia doktora

Publikacje naukowe		Liczba publikacji
Po uzyskaniu stopnia doktora		
1	W czasopisma w bazie Journal Citation Report	5
2	Autorstwo/współautorstwo w monografii	2
3	W czasopismach zagranicznych (inne niż w pkt. 1)	
4	W czasopismach krajowych (inne niż w pkt. 1)	4
5	Zagraniczne materiały konferencyjne indeksowane w WoS (Web of Science)	4
6	Zagraniczne materiały konferencyjne	5
7	Krajowe materiały konferencyjne	3
8	Patenty	3
		26

Za bardzo istotny uważam również mój wkład w pełnieniu funkcji Redaktora. Byłem głównym redaktorem dwóch zwartych wydawnictw opublikowanych przez wydawnictwo Springer. Jedno z nich to monografia (Surface Mining Machines – Problems of Maintenance and Modernization) a drugie to materiały konferencyjne (Proceedings of the 13th International Scientific Conference Computer Aided Engineering). Druga z wymienionych pozycji jest szczególnie istotna, gdyż dzięki podjętym przeze mnie staraniom z w zakresie redaktorstwa i poziomu merytorycznego po raz pierwszy w historii konferencji materiały

zostały zakwalifikowane do bazy Web of Science. Obecnie pełnię rolę Lead Guest Editor numeru specjalnego czasopisma Shock and Vibration (IF-1.281).

Prowadzone przeze mnie badania charakteryzuje model współpracy, gdzie przemysł oparty jest na innowacji oraz nauce. Dzięki temu badania w pełni realizują aktualne trendy naukowo-technicznej i innowacyjnej nauki. Wiele prac należy do obszarów tematycznych o najwyższym potencjale naukowym i gospodarczym co potwierdza ich obecność na liście KIS (Krajowe Inteligentne Specjalizacje).

Realizowane przeze mnie prace mają również charakter międzynarodowy. Prowadziłem współpracę z takimi firmami jak np.: Sandvik (oddział Austria, Francja), Tenova Takraf (oddział Niemcy, Indie, Brazylia, Włochy). Realizowane wspólnie projekty miały charakter globalny a ich wyniki wdrażane są w takich krajach jak Brazylia, Kuwejt czy Indie.

W chwili obecnej jestem wykonawcą w projekcie finansowanym przez Komisję Europejską w ramach Funduszu Badawczego Węgla i Stali - "Coal mining operation, mine infrastructure and management, unconventional use of coal deposits" realizowanym w konsorcjum 9 instytucji z 4 krajów (Polska, Grecja, Rumunia, Czechy). Cele tego projektu skupiają się na podniesieniu bezpieczeństwa i obniżeniu energochłonności wydobycia utworów trudno-urabialnych.

W uznaniu za dotychczasowe osiągnięcia zostałem wyróżniony wieloma nagrodami m.in.: na XIII konferencji Computer Aided Engineering 2016, stypendiami „TOP 500 Innovators” (2015), Młoda Kadra Plus (2015) i inne. Pełna lista przedstawiona jest w załączniku „Wykaz dorobku habilitacyjnego”.

Najważniejsze z nich to staż zagraniczny w ramach programu TOP 500 Innovators. Staż realizowany był przez 9 tygodni na University of Cambridge oraz University of Oxford w Wielkiej Brytanii. W trakcie stażu zapoznawałem się z wiedzą w zakresie innowacji, komercjalizacji, zarządzaniem badaniami naukowymi i wdrażania ich wyników.

Prowadzone przeze mnie badania znalazły również zainteresowanie medialne co poskutkowało publikacją dwóch teksów o charakterze popularno-naukowym:

- „Urządzenia mogą działać ciszej” – Nauka w Polsce, 07.03.2016
- „Megamaszyny składają się z drobnych innowacji” – Nauka w Polsce, 03.03.2016

Udzielam się również aktywnie na rzecz środowiska akademickiego. Moja działalność obejmuje m.in.: organizowanie konferencji, m. in.: CAD (komitet organizacyjny od 2010 roku), Ko-oper Field – Interdyscyplinarna Konferencja Młodych Naukowców (komitet organizacyjny od 2010 roku). Działam również w komitetach naukowych konferencji i sympozjów (“Ko-oper Field – Interdyscyplinarna Konferencja Młodych Naukowców” “Seminarium Kół i Sekcji Naukowo Technicznych” organizowane przez SIMP Bydgoszcz) oraz jestem recenzentem w czasopismach (6 czasopism z listy JCR) oraz instytucjach (NCN, NCBiR). Jestem również członkiem Stowarzyszenia TOP 500 Innovators oraz Society for Experimental Mechanics. W roku 2014 pełniłem obowiązki opiekuna sekcji biomechaniki studenckiego koła inżynierii biomechanicznej „Biomba”. Aktualnie jestem promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej mgr inż. Marka Sawickiego („Modelowanie zjawisk reologicznych w kompozytowych ustrojach nośnych”).

SUMMARY OF PROFESSIONAL ACCOMPLISHMENTS

1. Name and Surname Damian Pietrusiak

2. Diplomas, scientific degrees – title, place and year

- 01.2017 **didactics in higher education** – one semester course for academy staff, Wrocław University of Science and Technology
- 06.2014 **Certified Project Manager** – international certification IPMA Level D – **Certified Project Management Associate**, „pm2pm”, Wrocław
- 09.2013 **PhD in technical sciences** – Machine Design and Operation, **dissertation with distinction**, PhD study – Wrocław University of Science and Technology
- 07.2009 **Master of Science Eng.** – specialization Mechanics and Machine Design, master studies – Wrocław University of Science and Technology

3. Information on employment

- 10.2014-obecnie **adjunct** – Department of Machine Design and Operation, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław
- 10.2013-09.2014 **assistant professor** - Department of Machine Design and Operation, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław

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):

a) 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:

Damian Pietrusiak

Method of the load carrying structures assessment with the application of the dynamic effects factor

which consist of monographies, journal and conference papers:

b) publications or other works which fold up on the scientific achievement:

1. **journal paper (A list - JCR)**

Pietrusiak D., *Assessment of the large machine's carrying structures with use of the factor of dynamic effects*, Maintenance and reliability 2017; 19 (4): 542–551, <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2017.4.7>.

2. **journal paper (A list - JCR)**

Pietrusiak D., Smolnicki S., Stańco M. *The influence of superstructure vibrations on operational loads in the undercarriage of bulk material handling machine*, Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2017, vol. 17, nr 4, s. 855-862, DOI: 10.1016/j.acme.2017.03.001, 2017

3. **conference paper**

Czmochoowski J. , Moczko P., Pietrusiak D. ,Rusiński E., *Numeryczno-Eksperymentalna Analiza Drgań Zwałowarki W Stanach Nieustalonych*, XXX Konferencja Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych, Zakopane, 24-27 stycznia, 2017

4. **monography**

Rusiński E., Czmochoowski J., Moczko P. Pietrusiak D., *Surface Mining Machines – Problems of Maintenance and Modernization*, Springer 2017

5. **conference paper**

Pietrusiak D., Moczko P., Rusiński E., *Recent achievements in investigations of dynamics of surface mining heavy machines*, 24th World Mining Congress Proceedings , October 18-21, 2016, Rio de Janeiro, Brazil. Rio de Janeiro : IBRAM, s. 295-308, 2016

6. conference paper (WoS indexed)

Czmochowski J., Moczko P., Pietrusiak D., Przybyłek G., Rusiński E., *Selected Aspects of Technical Condition State Assessment of Spreaders Operating in Lignite Mines*, Lecture Notes in Mechanical Engineering: Proceedings of the 13th International Scientific Conference Computer Aided Engineering, Polanica Zdrój, Poland, June 22-25, 89-98, 2016:

7. conference paper (WoS indexed)

Pietrusiak D., Moczko P., Rusiński R., *World's largest movable mining machine vibration testing - numerical and experimental approach*. Proceedings of ISMA2016 International Conference on Noise and Vibration Engineering, 19 to 21 September, 2016 / eds. P. Sas, D. Moens, A. van de Walle. Leuven : Katholieke Universitet Leuven, s. 2287-2299, 2016

8. journal paper

Rusiński E., Czmochowski J., Moczko P., Pietrusiak D., *Challenges and strategies of long-life operation and maintenance of technical objects*, FME Transactions 44, 219-228, 2016

9. monography

Ocena stanu technicznego maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego, ed. Rusiński E., Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2015

10. conference paper

Czmochowski J., Kowalczyk M., Pietrusiak D., Przybyłek G., Rusiński E., *Metodyka oceny stanu technicznego maszyn górniczych w kopalniach odkrywkowych*, Problemy rozwoju maszyn roboczych / red. Andrzej Kosucki. Łódź : Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2015. s. 65-76

11. conference paper (WoS indexed)

Rusiński E., Moczko P., Pietrusiak D., *Low frequency vibrations of the surface mining machines caused by operational loads and its impact on durability*, Proceedings of ISMA2014 International Conference on Noise and Vibration Engineering : USD2014 International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics, Leuven, 15 to 17 September, 2014 / eds. P. Sas, D. Moens, H. Denayer. Haverlee : Katholieke Universitet Leuven. Department Werktuigkunde, [2014]. s. 683-694.

12. journal paper

Rusiński E., Moczko P., Pietrusiak D., *Analiza dynamiki wielonaczyniowych koparek kołowych typu KWK*, Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 197-202

c) Description of scientific theme of above papers, obtained results with description of their applications:

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 method of assessment of load carrying structures under the dynamic loads. The results of this work are presented in single-themed series of publications listed in point 4b of the application. The contribution of the applicant is significant in all stages of presented research and formulation of the method. On the basis of performed numerical and experimental test the author's method and algorithms were developed. All mentioned elements were already tested and implemented, by the applicant, in the real structures design and testing process. Percentage contribution of the applicant in the publications listed in the 4b point is from 15 to 100 percent.

Because of the enormous size of the undertaking, large-scale load-carrying structures of machines, are designed with long-term operation in mind. Therefore they must satisfy both the ultimate strength requirement as well as the fatigue strength requirement. This is particularly important in the case of mechanical structures, which are likely to undergo variable cyclic loading which, in many cases, directly result from the dynamics of structure what in many cases is the direct consequence of the object dynamics. This is the basic difference compared to large-scale load-carrying structures in the construction industry which are usually designed to transfer only static loads and thus only need to fulfill the ultimate strength requirement. Dynamic loads accelerate the progressing degradation of the load-carrying structure, which is manifested in an increasing number of fatigue cracks.

Such load-carrying structures are most often found in the mining, rock processing or bulk material handling industry. The situation in this case is even more special because some of the basic technological processes (e.g. excavating, crushing) are very often subject to large dynamic loads. Due to the environment in which such machines most often operate, it is difficult to use solutions that are effective at reducing vibrations but are not susceptible to damage. In addition, the design of load-carrying structure can be prone to excitation (e.g. long-span superstructures of surface mining machines). Quite common is the situation in which the mentioned objects operate in resonance. That points out that the problem of the dynamic loads of the large scale load carrying structures is still present.

Such machines are still being designed in accordance with standards from the 1980s, which define the dynamic effects factor, which, in turn, is used in calculations of fatigue life. Both the definition of this factor and its assumed values, in accordance with the standards, do not reflect the actual operating conditions. This is manifested in the occurrence of numerous cracks in superstructures and undercarriage structures. When design of the structure is based on the coefficient of the dynamic effects only, the actual phenomena related to the vibrations are neglected. What is more, up to now, no method for experimental verification of assumed, on the design stage, coefficient level was developed.

Presented shortages in the actual knowledge in the large scale structures dynamics, became the driver to develop method which enables to solve the stated problems, however corresponds to the design methods which are currently in use. As a result, the developed solution will be of high potential of direct application.

The achievement which was developed on the basis of research presented in this summary of professional accomplishments, creates complementary method of assessment of the large scale load carrying structures with the application of the dynamic effects factor.

The method consists of three main steps. First one is the design which is based on the three stage calculation procedure based on the validated numerical model. That procedure, as the first described in the literature, is based on the validated numerical model. Moreover, in this procedure, the influence of the superstructure dynamics on the alternating loads of the undercarriage elements is included. Identification of this relation is one of the elementary achievement of presented method. The following step is the experimental verification testing according to the recommendations which are included in the described method. Standardization of the testing, which was developed on the basis of the tests on over 20 objects, brings the possibility of verifications design assumed values with the actual load on the erected object. On the basis of the obtained results, the assessment, which is the thirds step of the method, can be performed. Thanks to that, the decision about the operation parameters or even the optimization of newly build structure is made. All the mentioned steps, with the characteristic elements, are presented in figure 1.

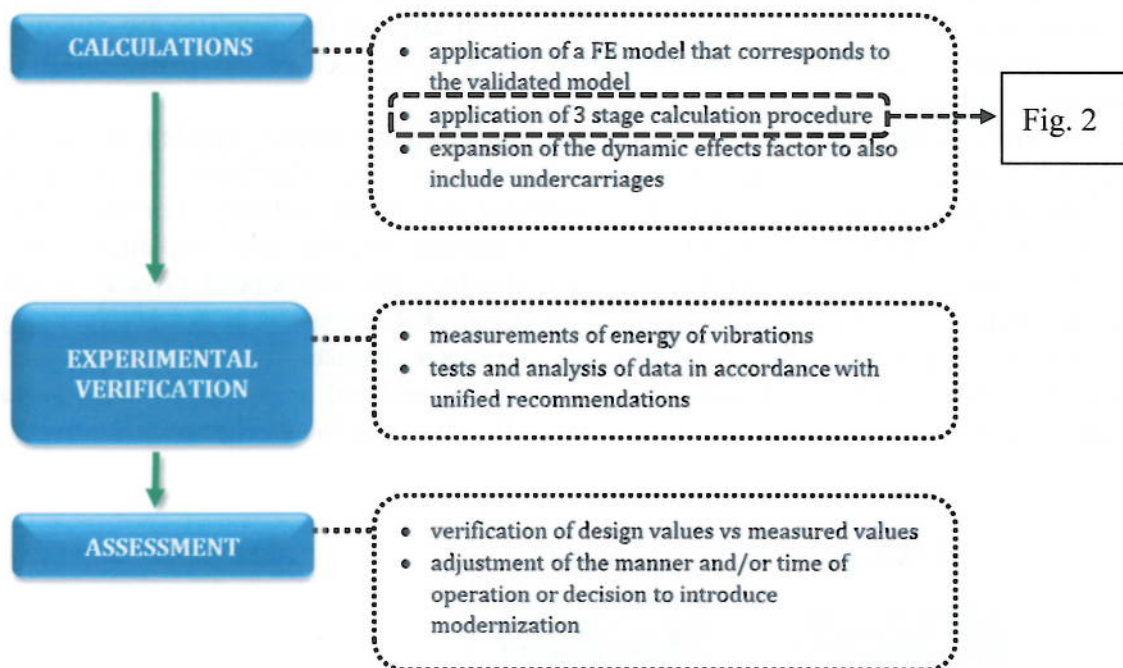


Figure 1. Method of the load carrying structures assessment with the application of the dynamic effects factor

Step 1 – CALCULATIONS. Up to now, calculations were limited to the quasi-static simulations, so the vibrations phenomena were neglected. The presence of excavating derived resonance was not checked. No investigations of the dynamic response in the out of the resonance band were done. Calculations conducted that way, give results of pure quality what is proven by commonly observed fatigue cracks. It is also confirmed by the measurements of the values of coefficient of dynamic effects on the real objects. In most of the cases the level cross assumed thresholds significantly.

The Applicant experience in numerical simulations of large scale structures, gave the possibility to develop unique approach in which the dynamic effects factor, simultaneously with the dynamic assessment with use of modal analysis is combined (Calculations – step 1 – fig. 1.). As already mentioned in the introduction, the normative levels of coefficient of dynamic effects are significantly exceeded in reality. As a result, conducted on that basis calculations give as the output structure which is not fatigue robust.

The process of verification of the calculation method was done while designing of the prototype machine KWK 1500.1. The most important is fact that the superstructure optimization with respect to the dynamic behavior, in purpose to provide uniform response, was done. This crucial element was not present in the coefficient of dynamic effects calculations method. The optimization of dynamic characteristics influences response of the structure, securing that way that the level of dynamic factors on the expected normative values. The detailed discrete model of the investigated object was developed. The obtained modal characteristics was used as a base for the operational excitation assessment. That way the possible dynamic problems were identified. The dynamic effects factor analysis only, does not give this possibility. With presented approach, general structure assessment is done, what enables to solve root causes of high dynamic loads which can be the superstructure elements configuration, supporting element system kinematics etc. The stage at which this assessment is done is also crucial factor. While coefficient based assessment gave significant output when the structure was already shaped in detail, the optimization of dynamic characteristics starts at the preliminary design stage. Thanks to that, wide range of structural changes is still possible to implement. Assessment done with the factor of dynamic effect, leads to the situation where the structure is modified to sustain the loads, so it is focused on overcoming resultant problems, not the root causes.

The calculation procedure, which was developed and already applied, consists of three stages (Figure 2.). Its biggest advantage is that the algorithm is based on the design/calculation methods which are in common use in the industry. For the calculations, Finite Element Analysis is applied. That combination, enables easy implementation of the newly developed algorithm to the common practice. The introduced novelty is dynamics characteristics optimization. Investigation of those characteristics is present in every stage of presented algorithm. The commonly used approach consisted of only one element of the new algorithm, which was dynamics/fatigue analysis realized by the quasi-static simulations with use of the factor of dynamic effects (Stage II – dynamic loads; figure 2).

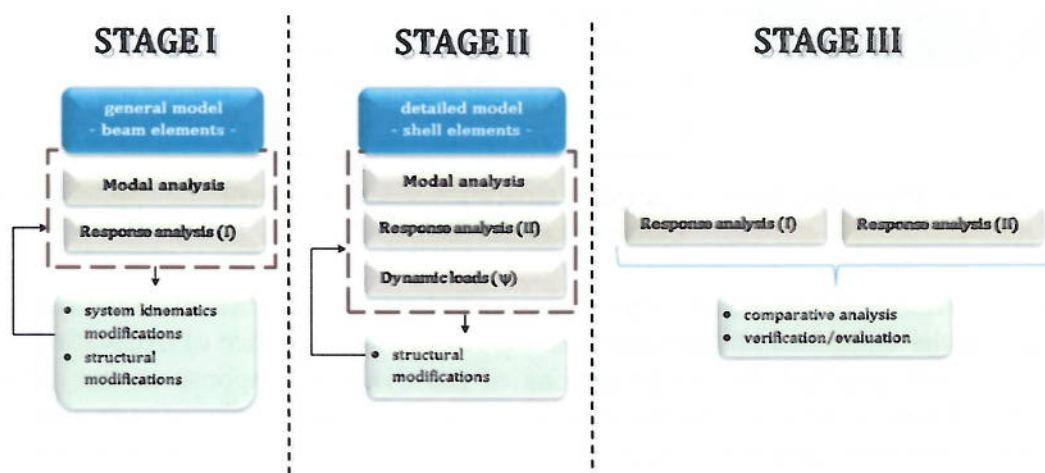


Figure 2. The calculation procedure which is the element of the assessment method

With the pretend approach, the real operational values of the structure response can be decreased. The unscaled characteristic obtained in the design stage is the reference level in the optimization process. Its real values are verified in the experimental step of the method.

Step 2 – EXPERIMENTAL VERIFICATION. In purpose to conduct the experimental validation, it was required to develop author's method. The recommendations/information available present, characterizes with many knowledge gaps. As a result, no clear and unified procedure of the experimental testing is available, so there is no validation procedure of the normative assumptions.

For the development of this method, over 20 large scale load carrying structures were experimentally examined. Additionally, the research covered the influence of the superstructure dynamics to the undercarriage also. Up to now, testing of that type were not done. As a consequence, the influence of the fluctuations of the loads in undercarriage caused by the superstructure vibrations were neglected on the design stage. That approach found reflection in the damage of real structures, where the fatigue cracks in the undercarriage elements were present. The performed research revealed clear correlation between vibrations and load fluctuation cycles, where the leading load derives from the 1st global vibration mode of the superstructure. Identification of this relation enabled to include its influence in the first step of the assessment method – numerical calculations.

On the basis of conducted field testing, the unified experimental method of validation of the real values of the dynamic effects factor was developed. The method describes criterion of measurement points selection, data acquisition parameters and signal post processing parameters. The main recommendations of the method are:

- the measurement points cannot coincide with nodes of natural frequency mode shapes
 - when determining the factor that takes into account the loads to elements of undercarriages, the measuring points should be defined in the center of mass of the superstructure elements
 - when determining the factor in order to apply load to the undercarriage, the bandwidth range should be limited only to the first mode shape
 - in order to analyze the changes in characteristics, the required spectral resolution should be 1/100 of the lowest expected frequency (the first mode shape of the superstructure)
- the goal of data acquisition and signal analysis should be zero loss of signal energy.

In addition, in the studies of the dynamic effects factor, the peak-to-peak value was replaced by the RMS value over the entire measurement. Such a definition of the factor makes it insensitive to individual impact overload. In contrast to the recommendations in the standard, the tests should also include the dynamic effects factor in the longitudinal direction. This is particularly important in elements that are directly connected with the superstructure platform, because in these case, even small values of dynamic effects can lead to strain that is relevant in terms of material fatigue. In the case of elements of the load-carrying structure that support other elements (the central section), it is necessary to define the dynamic effects factor associated with each of the loading elements respectively. It also follows that the measurement point designated on one element can be used to evaluate a different area (central section, undercarriage).

The developed recommendations for experimental validation were applied during the validation of the numerical model which was developed to the needs of the step 1, the calculation procedure. The results of the experimentally investigated values of the dynamic effects factor representing behavior of the new, prototype, excavator KWK 1500.1 were compared with excavators KWK 1500 and KWK 1200 of the same class and similar design.

As mentioned, listed machines characterizes with carrying structures of comparable shape and size, it was expected to observe also similar dynamic behavior of those structures. However, the application of the method (figure 1) in the design of the excavator KWK 1500.1 significantly influenced its dynamic behavior. As a result, the identified values of dynamic effects on the new prototype machine, in some regions are even up to five time lower than in the other machines.

That fact proves that with the developed model and the method it is possible to optimize machine carrying structure the way that the dynamic characteristics match those set on the design stage. The most important, basic element to obtain such a result is application of authors, validated numerical model. Up to now, the only presented in the worldwide literature, validated model of that type. It introduces the quality which was not present in the large machine structures design what was verified by the experimental tests.

The data obtained as the result of step first and second, allow to conduct realistic assessment of the structure dynamics, what is the method Step 3 – ASSESSMENT. That step informs about the necessity to bring update in the machine operation plan or modernization which must be implemented to the structure.

As presented, the developed method fills the gap between scientific/research approach in calculations and assessment methods of large machines carrying structures and the methods which are preset in common industrial use. While the developed method is based on the dynamic effects factor which is the main measure in present standards, the method is compatible with all the necessary requirements for design which are the industry demand.

The primary difference, which offers the greatest benefits from the application of this method, is that the result produced by calculations using this method is not only qualitative but also quantitative. Underestimated dynamic loads lead to the accelerated degradation of load-carrying structures. The presented method makes possible to apply changes in design in order to customize the load-carrying structure in such a manner that the dynamic response, measured during operation, corresponds to the values assumed in calculations. Dynamic analysis of the structure, at the preliminary design stage, offers the possibility to develop completely new structures with optimized dynamic characteristics. In addition, if dynamic characteristics are maintained at the appropriate level, operation becomes easier and not only precise technical and operational parameters related to extraction can be obtained but the precision of estimation of durability can be improved.

Also, up to now no indication has been made thus far of a direct correlation between variable loads acting on elements of undercarriages and superstructure vibrations. The presented studies clearly show that such a correlation exists and, in addition, indicate the possibility to approach this phenomenon with the dynamic effects factor, which is also an important element of the method. The demonstrated correlation also offers the possibility to develop other alternative methods for estimating fatigue life of undercarriages of large-scale machines.

To verify the actual values of dynamic loads, a unified method for conducting experimental research has been developed. It is also an integral part of the method of evaluating large-scale load-carrying structures.

The proposed method of evaluating large-scale load-carrying structures with the application of the dynamic effects factor as well as the studies on the basis of which it has been developed, are of high value in the field of technical sciences and applied research. Because the method is based on the commonly used dynamic effects factor it has a great potential for quick application in practice. This is confirmed by the KWK 1500.1 excavator, which was designed and built using the described method.

The described achievement was in details presented in the cycle of twelve publications, which most are the international publications (Summary of professional accomplishments – point 4 b).

Publication no 1 is the general description of all the steps and elements of the developed method. Its position between the actual and developing method is presented. The references to all the underlying databases and researcher which became the basis for formulation of the method final form are described. Moreover, one can find the direct links to the plenty of technical reports in which the details of experimental test of the dynamic factors are given (Habilitation achievement list – Point II.F). Those data are the survey of presented statistics and developed recommendations for experimental testing.

Following publications give the description of the particular elements, steps of the method and research which were conducted in purpose to formulate the method rules. The results presented in the publications covers the numerical and experimental research as well. Additionally, in some of the publications, the application of the method in all steps or in particular parts is described. Publication no 2 presents research, which describe correlation of the superstructure vibrations and undercarriage alternating loads. The presented research proves correctness of the application factor of dynamic effect for undercarriage element assessment. Publications 3 and 6 presents the research on the factor of dynamic effects on the spreaders. Publication 5 and 8 presents the shortages of the common functioning standards and recommendations when talking about the dynamic loads of heavy machines structures. Publication 7 presents the methods and possibilities of the investigations of dynamic characteristics of large scale load carrying structures. Publications 4 and 9 are the monographies. In the publication no 4 the Applicant was the author or co-author of all the chapters. This monography presents the general problems of the design and maintenance of surface mining machines (including the dynamics), experimental testing and numerical calculations of the structures. Plenty of examples of the consequences of the dynamic loads underestimation are presented in the book. In parts of the monography one can find the application of the described in the application method of dynamics assessment. In the publication 9, applicant presents the technical aspects of the test set up and on-site experimental testing of the large scale structures. Moreover, the aspects of numerical model preparation are presented. Additionally, the method developed by applicant is presented in the application of the technical condition assessment of the objects after many years of operation. Publication 9 is the case study, where identification of dynamic characteristics of the largest bucket wheel excavator operating in Poland is presented. Publications 11 and 12 presents the application of the numerical calculations algorithm and the experimental validation tests.

5. Description of the other scientific achievements.

Scope of the research conducted by the applicant after achieving the PhD degree covers many branches of the mechanical engineering and in many cases follows the research paths determined in the first years of the scientific work. However, new research topics were also developed. In general, the scope of the scientific research covers mainly the heavy industry, mining and bulk handling industry, power industry and other (e.g. automotive, home appliance). The research field are mostly determined by cooperation with industry and conducted within that cooperation research and development tasks. As most of the works are the answer for the needs and requests formulated by the industrial partners, many of the results found its direct implementation.

The main goals of the research conducted by the Applicant are the increase in safety operation of the structures, reduction of the operational and maintenance costs and elimination of the negative influence on the surroundings and environment. As the actual topic is CO₂ emission reduction and reduction in production costs, implemented new and innovative solutions are especially important and plays significant role in the increase of the competitiveness of the economy.

The most important achievements/research project in recent years, in which Applicant took part were:

- development of the new excavation unit for the bucket wheel excavators working in Polish brown coal mine. The implementation is in progress, the physical elements are in production (bucket wheel, buckets – assumed value of the commercialization – 30mln PLN)
- research and method of technical condition assessment of the surface mining machines after many years of operation. On that basis, in recent years, the renovation in mine KWB Bełchatów, KWB Turów and KWB Konin (assumed commercial value – 10mln PLN)
- development of the new impellers for the fans of the main ventilation system of the underground mines of copper. The developed innovative solution increases the efficiency of the fans about 2% to 6% in relation to the fans of old design. As result, yearly savings on the energy of the operation equals around 2,5mln PLN (when assumed average efficiency increase is 4%). The total amount of savings increase with the following modernization of the remaining ventilation stations.

Simultaneously with the research on the heavy industrial machines, the applicant conducts widespread investigations on the vibrations and vibroacoustics. Research in this field are proceeded starting from automotive, through the house appliance (NVH) and spreading to larger structures like mining ventilation fans, crushers etc. At this moment the research on the application of the acoustic metamaterials in construction of the functional vibroacoustic barrier (patent application P.410380 from 05.12.2014) are being developed. In general, the industrial research and R&D commercial works in which the applicant was involved, in numbers, exceeded over 30 projects. Those achievements are documented in numerous publications and technical reports (Habilitation achievement list – Point II). The publications are recognized in the world which indicates the number of citations – 56 (according to WoS, no auto citations), resulting in h-index on the level 6. The results of the conducted research, several times were presented on the international conferences, also in the sessions of the invited key lectures (periodically on the Material Handling Construction and Logistics Conference). On the basis of the applicant inventions three patents were granted.

In the tables below (Table 1 and Table 2) all the publication achievements in general are listed.

Another important achievement in the Applicant academy career are his duties as the Editor. Up to now the applicant was the main editor of two book type publications released by the Springer Publishing House. First of them is the monography (Surface Mining Machines – Problems of Maintenance and Modernization) and the second are the international conference proceedings (Proceedings of the 13th International Scientific Conference Computer Aided Engineering). The second position is especially worth to distinguish, from the point of view of the editorial duties, while for the first time in the history of the conference, the proceedings are indexed in the Web of Science database. At this moment the Applicant holds the position of the Lead Guest Editor of the special issue of the Shock and Vibration journal (IF-1.281).

Table 1. List of publications released till the PhD degree title completion

Publications		Number of publications
Till the PhD degree title completion		
1	In Journal Citation Report database	6
2	Monography author or co-author	
3	International journals (other than in point 1)	3
4	Domestic journals (other than in point 1)	9
5	International proceedings indexed in WoS databas (Web of Science)	
6	International proceedings	9
7	Domestic proceedings	2
8	Patents	0
		29

Table 2. List of publications released after the PhD degree title completion

Publications		Number of publications
Till the PhD degree title completion		
1	In Journal Citation Report database	5
2	Monography author or co-author	2
3	International journals (other than in point 1)	
4	Domestic journals (other than in point 1)	4
5	International proceedings indexed in WoS databas (Web of Science)	4
6	International proceedings	5
7	Domestic proceedings	3
8	Patents	3
		26

The conducted research characterizes close cooperation with the industrial partners what is the realization of the model where industry is bases on the knowledge and innovation. Many of the research topic match with the "KIS" list of Polish government (list of the "Key Leading Specialties").

Plenty of the projects in which applicant took part had and have international character. The applicant cooperates with the companies form all around the world e.g. Sandvik (Austria, France), Tenova Takraf (Germany, India, Brazil, Italy). The mutual cooperation resulted with projects which results are implemented in countries like Brazil, Kuwait, India or other.

At this moment, the applicant is the contractor in the project finance by the European Commission within the Research Fund For Coal and Steel - "Coal mining operation, mine infrastructure and management, unconventional use of coal deposits". The project is realized by the consortium of 9 institutions from 4 countries (Poland, Greece, Romania, Czech Republic). The main goals of this project are the operation safety increase and decrease of the energy and time consumption during hard mineable materials excavation.

In appreciation for the applicant achievements he was granted with several grants and distinctions e.g. distinction during the XIII Computer Aided Engineering Conference (2016), TOP 500 Innovators (2015), Young Staff (2015) and others. Full list is included in the appendix "Habilitation achievement list".

The most important among others is the TOP 500 Innovators scholarship which was granted for the 9 weeks internship at the University of Cambridge and University of Oxford in Great Britain. During that internship the comprehensive knowledge in the field of innovation, commercialization, IP and research management was presented.

The research conducted by the Applicant, found interests also in the media, what resulted with the publication of two articles of popular science character:

- „Machines can operate in silence” – Nauka w Polsce, 07.03.2016
- „Megamachines are made of small innovations” – Nauka w Polsce, 03.03.2016

The applicant stays active also in the academy life. Since 2010 he is an active member of organizing committee of the "CAD" conference and "Ko-oper Field" conference. Parallel with the organizing committees he is also member of the scientific committees of the "Ko-oper Field" conference and the "Bydgoszcz SIMP Seminars". Moreover he is an active expert in the National Center for R&D and the National Science Centre, reviewer in 6 journals indexed on the Journal Citation Report list. He is also the member of the TOP 500 Innovators Association and the Society for Experimental Mechanics. In year 2014 he was the supervisor of the students research group "Biomba". At this moment the Applicant is the co-supervisor of the PhD thesis of MSc Eng. Marek Sawicki of the title "Modeling of the rheological phenomena in the composite load carrying structures".