

## **Załącznik nr 3**

### **Autoreferat**

dr inż. Jacek Karliński

Politechnika Wrocławska  
Wydział Mechaniczny  
Katedra Konstrukcji i Badań Maszyn  
ul. /ukasiewicza 5  
50-371 Wrocław

## SPIS RZECZY

1. DANE OSOBOWE.....	3
2. POSIADANE STOPNIE I TYTU/ Y NAUKOWE.....	3
3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH.....	4
4. WSKAZANIE OSI GNI CIA NAUKOWEGO.....	4
4.1. Cykl publikacji powi zanych tematycznie pt.: š Modelowanie deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszynö .....	4
5. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO I OSI GNI TYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH WYKORZYSTANIA. ....	7
5.1. Osi gni cie naukowe.....	7
5.2. Problematyka badawcza .....	8
5.3. Istota problemu .....	9
5.4. Cel naukowy.....	10
5.5. Omówienie osi gni tych wyników.....	11
5.6. Wykorzystanie w praktyce.....	19
5.7. Bibliografia.....	20
6. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PO DOKTORACIE.....	22
7. PODSUMOWANIE DZIA/ ALNO CI NAUKOWO-BADAWCZEJ .....	29

## 1. DANE OSOBOWE

1. Imi i nazwisko: Jacek Karli ski
2. Stopie naukowy: doktor nauk technicznych
3. Miejsce i adres zatrudnienia:  
Politechnika Wroc€wska Wydzia€Mechaniczny  
Katedra Konstrukcji i Bada Maszyn  
ul. Ignacego/ ukasiewicza 7/9  
50-371 Wroc€w  
tel. +48 71 320 29 46, fax. +48 71 320 31 23  
adres e-mail: jacek.karlinski@pwr.edu.pl

## 2. POSIADANE STOPNIE I TYTU/ Y NAUKOWE

1. 11 lipca 1997 r.  
Magister in ynier,  
Politechnika Wroc€wska,  
Wydzia€Mechaniczny,  
Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn,  
Specjalno : Projektowo Konstrukcyjna,  
Temat pracy magisterskiej: ŹAnaliza kinematyczna i dynamiczna ko€  
czerpakowego koparkiö (**nagroda Rektora Politechniki Wroc€wskiej za  
prac dyplomow i bardzo dobre wyniki w nauce**)  
Promotor: Prof. dr hab. in . Eugeniusz Rusi ski
2. 23 pa dziernika 2001 r.  
Doktor nauk technicznych,  
Politechnika Wroc€wska,  
Wydzia€Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn,  
Dziedzina: nauki techniczne  
Dyscyplina: budowa i eksploatacja maszyn  
Specjalno ci: metody numeryczne, maszyny robocze  
Temat rozprawy doktorskiej: ŹNumeryczna analiza nieliniowych zagadnie  
odkszta€e konstrukcji poddanych obci eniom udarowymö (**wyró nienie  
Rady Wydzia€ Mechanicznego Politechniki Wroc€wskiej za rozpraw  
doktorsk** ),  
Promotor: Prof. dr hab. in . Eugeniusz Rusi ski (Politechnika Wroc€wska)  
Recenzenci: Prof. dr hab. in . Stanis€w Dobroci ski (Akademia Marynarki  
Wojennej w Gdyni),  
Dr hab. in . Jacek Grajert (Politechnika Wroc€wska)

### 3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

1. Od 1 pa dziernika 2000 r. do 30 wrze nia 2002 r.  
Asystent naukowo-dydaktyczny,  
Politechnika Wroc€wska,  
Wydzia€Mechaniczny,  
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn,  
Zak€d Komputerowego Wspomagania Projektowania.
2. Od 1 pa dziernika 2002 r. do dzisiaj  
Adiunkt w charakterze nauczyciela akademickiego naukowo-dydaktycznego,  
Politechnika Wroc€wska,  
Wydzia€Mechaniczny,  
Katedra Konstrukcji i Bada Maszyn.

### 4. WSKAZANIE OSI GNI CIA NAUKOWEGO

Jako osi gni cie naukowe, stanowi ce podstaw do wszcz cia post powania habilitacyjnego, wynikaj ce z art. 16 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (OBWIESZCZENIE MARSZA/ KA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 15 wrze nia 2017 r. w sprawie og€szenia jednolitego tekstu ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki Dz.U. 2017 poz 1789 ze zm.), przedstawiam:

**zgodnie z ust.2 pkt.1)** cykl publikacji powi zanych tematycznie, na który sk€da si czterna cie artyku€w naukowych opublikowanych w latach 2003-2018, pt.:

#### **šModelowanie deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszynö**

##### **4.1. Cykl publikacji powi zanych tematycznie pt.: šModelowanie deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszynö**

- A.1. Eugeniusz Rusi ski, **Jacek Karli ski**: *Wybrane zagadnienia z numerycznych symulacji zniszczenia kabin ochronnych maszyn górniczych* / Eugeniusz Rusi ski, Jacek Karli ski. Transport Przemys€wy. 2003, nr 4, s. 31-35, 4 rys., 1 fot., bibliogr. 8 poz., Summ. ISSN: 1640-5455  
Rodzaj pracy: Artyku€
- A.2. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski: *Numeryczna symulacja zniszczenia kabin ochronnych maszyn górniczych*. Górnictwo Odkrywkowe. 2003, R. 45, nr 4/5, s. 39-42, 10 rys., bibliogr. 8 poz., Summ. ISSN: 0043-2075 Referat z VI konferencji nt. Metody do wiadczalne w budowie i eksploatacji maszyn. Kudowa Zdrój, 18-21 maja 2003.  
Rodzaj pracy: Artyku€

- A.3. **Jacek Karli ski**, Zdzisław Wach: *Obliczenia wytrzymałciowe kabiny specjalistycznej maszyny do prowadzenia robót w kopalniach o szczególnie niskich wyrobiskach*. Transport Przemysłowy. 2006, nr 2, s. 33-35, 9 rys., bibliogr. 7 poz., Summ. ISSN: 1640-5455 Referat z 8 Konferencji Computer Aided Engineering, Polanica Zdrój, 21-24 czerwca 2006.  
Punktacja MNiSW z: 2010: 06;  
Rodzaj pracy: Artykuł
- A.4. **Jacek Karli ski**, Zdzisław Wach: *Analiza wytrzymałciowa MES konstrukcji ochronnej wozu Roof Master 2.2*. Górnictwo Odkrywkowe. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 292-298, 17 rys., Summ. ISSN: 0043-2075  
Punktacja MNiSW z: 2010: 06;  
Rodzaj pracy: Artykuł
- A.5. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski, Tadeusz Smolnicki: *Protective structures for construction and mining machine operators*. Automation in Construction. 2008, vol. 17, nr 3, s. 232-244, 25 rys., 2 tab., bibliogr. 19 poz. ISSN: 0926-5805 Referat z 8th International Scientific Conference Computer Aided Engineering. Polanica Zdrój, 2006. Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.05.008>  
Punktacja MNiSW z: 2010: 32;  
Lista Filadelfijska Impact Factor: 01.664  
Rodzaj pracy: Artykuł
- A.6. Damian Derlukiewicz, **Jacek Karli ski**, Artur Iluk: *The operator protective structures testing for mining machines*. Solid State Phenomena. 2010, vol. 165, s. 256-261, 7 rys., bibliogr. 5 poz. ISSN: 1012-0394 Lokalizacja elektroniczna: <http://www.scientific.net/SSP.165.256>  
Punktacja MNiSW z: 2010: 20;  
Rodzaj pracy: Artykuł
- A.7. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Działk: *Simulation tests of roll-over protection structure*. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2013, vol. 13, nr 1, s. 57-63, 13 rys., 1 tab., bibliogr. 16 poz. ISSN: 1644-9665 Lokalizacja elektroniczna: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2012.12.001>  
Punktacja MNiSW z: 2012: 15; 2013: 20; 2013-2016: 30;  
Lista Filadelfijska Impact Factor: 01.331  
Rodzaj pracy: Artykuł
- A.8. Paulina N. Działk, Mariusz Ptak, **Jacek Karli ski**, Artur Iluk: *Injury biomechanics of a mining machine operator* / Paulina Działk [i in.]. W: 2014 International Research Council on the Biomechanics of Injury [Dokument elektroniczny] : IRCOBI 2014 : conference proceedings, Berlin, Germany, 10th-12th September 2014. Zurich : International Research Council on the Biomechanics of Injury, 2014. s. 495-505, 14 rys., 3 tab., bibliogr 13 poz. [obj.

0,8]. (Conference proceedings - International Research Council on the Biomechanics of Injury), ISSN 2235-3151

Lokalizacja elektroniczna: [http://www.ircobi.org/downloads/irc14/pdf\\_files/60.pdf](http://www.ircobi.org/downloads/irc14/pdf_files/60.pdf)

Rodzaj pracy: Referat konferencyjny

- A.9. Paulina N. Dzia€k, Eugeniusz Rusi ski, **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak: *Analiza obci e dzia€uj cych na operatorów samojezdnych maszyn górnicznych podczas t pa / Paulina Dzia€k [i in.].* Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 191-196, 7 rys., 1 tab., bibliogr. 5 poz., Summ. ISSN: 0043-2075. XII Mi dzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac In ynierskich), Szklarska Por ba, 25-28 czerwca 2014. Lokalizacja elektroniczna: [http://www.igo.wroc.pl/wp-content/uploads/2015/09/go\\_30.pdf](http://www.igo.wroc.pl/wp-content/uploads/2015/09/go_30.pdf)  
Punktacja MNiSW z: 2013: 06; 2014: 06; 2013-2016: 07;  
Rodzaj pracy: Artyku€
- A.10. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Dzia€k, Krzysztof Ku€kowski: *Analiza zagro e dzia€uj cych na operatorów samojezdnych maszyn górnicznych.* Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 155-159, 9 rys., 1 tab., bibliogr. 9 poz., Summ. ISSN: 0043-2075. XII Mi dzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering (Komputerowe Wspomaganie Prac In ynierskich), Szklarska Por ba, 25-28 czerwca 2014. Lokalizacja elektroniczna: [http://www.igo.wroc.pl/wp-content/uploads/2015/09/go\\_24.pdf](http://www.igo.wroc.pl/wp-content/uploads/2015/09/go_24.pdf)  
Punktacja MNiSW z: 2013: 06; 2014: 06; 2013-2016: 07;  
Rodzaj pracy: Artyku€
- A.11. **Jacek Karli ski**, Paulina N. Dzia€k, Mariusz Ptak: *Metody wizyjne w procesie walidacji bada symulacyjnych.* W: Automotive Safety 2016 : problemy bezpiecze stwa w pojazdach samochodowych : X international science-technical conference, Kielce-Ameliówka, 22-24 lutego 2016 : materia€ konferencyjne / [red. Tomasz L. Sta czyk]. Kielce : Wydawnictwo Politechniki wi tokrzyskiej, 2016. s. 136-141, 7 rys., bibliogr. 4 poz. [obj. 0,4]. ISBN: 978-83-63792-70-1,  
Rodzaj pracy: Referat konferencyjny
- A.12. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Dzia€k, Eugeniusz Rusi ski: *The approach to mining safety improvement : accident analysis of an underground machine operator.* Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2016, vol. 16, nr 3, s. 503-512, 11 rys., 1 tab., bibliogr. 37 poz. ISSN: 1644-9665 Lokalizacja elektroniczna: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2016.02.010>  
Punktacja MNiSW z: 2015: 30; 2016: 30; 2013-2016: 30;  
Lista Filadelfijska Impact Factor: 02.216  
Rodzaj pracy: Artyku€

- A.13. Paulina N. Dzia€k, **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski: *Method of operator safety assessment for underground mobile mining equipment*. W: XVIIth Conference of PhD Students and Young Scientists: Szklarska Por ba, Poland, May 23-26, 2017 / T. A. Przylibski, D. Kasza (Eds.). [Les Ulis] : EDP Sciences, 2018. art. 00009, s. 1-9, 6 rys., 1 tab., bibliogr. 23 poz. [obj. 0,6]. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 29)  
Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182900009>  
Dost p open access  
Rodzaj pracy: Referat konferencyjny
- A.14. Paulina N. Dzia€k, **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak: *Development of mining machine seat model*. Proceedings. 2017, vol. 13, nr 5, cz. 2, s. 26532-26537, 8 rys., 4 tab., bibliogr. 5 poz. Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.08.112>  
Web of Science: 15  
Rodzaj pracy: Artyku€

## 5. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO I OSI GNI TYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH WYKORZYSTANIA.

### 5.1. Osi gni cie naukowe

Osi gni cie naukowe 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 pó mniejszymi zmianami, stanowi jednotematyczny cykl publikacji zatytu€wany: **Modelowanie deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszyn**. Wyniki prac, zwi zane z osi gni ciami, przedstawione s w czternastu publikacjach wymienionych w rozdziale 4.1 wniosku. Istotnym wk€dem Wnioskodawcy w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn jest opracowanie, rozwój oraz aplikacja koncepcji wykorzystania bada symulacyjnych w analizie konstrukcji chroni cych operatorów maszyn. Wk€d wnioskodawcy polega na opracowaniu metodyki modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszyn z wykorzystaniem metody elementów sko czonych. Opracowana metodyka stanowi aplikacj wykorzystania metod numerycznych do oceny bezpiecze stwa i jest alternatyw dla bada eksperymentalnych. Wnioskodawca dokona€ analizy wymaga w zakresie bezpiecze stwa i zagro e wynikaj cych z eksploatacji w podziemnych zak€dach górnictwa oraz wynikaj cych z nich obci e mechaniczne. Na tej podstawie opracowano dwie autorskie procedury bada , stanowi ce uzupe€nienie metod stosowanych obligatoryjnie w badaniach konstrukcji chroni cych operatorów maszyn. Dla obecnie stosowanych bada eksperymentalnych Wnioskodawca opracowa€ alternatywne metody bada symulacyjnych wykonywanych z wykorzystaniem metody elementów sko czonych. Wnioskodawca opracowane metody bada uzupe€ni€ procedury obliczeniowe pozwalaj ce na wyznaczenie obci e niszczy cych. Opracowana metodyka definiuje istotny krok w procedurach bada , jakim jest sposób przygotowania obiektu bada (dobór oraz opracowanie modelu obliczeniowego). Zdefiniowano sposób budowy modeli dyskretnych konstrukcji chroni cych operatorów maszyn. W opracowanej metodyce zdefiniowano równie wybór algorytmu obliczeniowego do analizy zjawisk o charakterze dynamicznym

lub statycznym (w zależności od skutków sytuacji wypadkowych występujących podczas eksploatacji maszyn w górnictwie podziemnym). Wnioskodawca w opracowanej metodyce określi również warunki brzegowe poszczególnych typów analiz oraz kryteria oceny bezpieczeństwa konstrukcji chroniących operatorów. Wnioskodawca opracuje również metodę weryfikacji wyników badań symulacyjnych na podstawie badań eksperymentalnych na obiektach rzeczywistych z wykorzystaniem analizy obrazu oraz fotogrametrii.

Wszystkie etapy badań, w zaproponowanej metodyce, zostały przedstawione w publikacjach z wykorzystaniem przykładów liczbowych w postaci: modeli numerycznych, wykonanych symulacji, badań eksperymentalnych oraz analiz wyników.

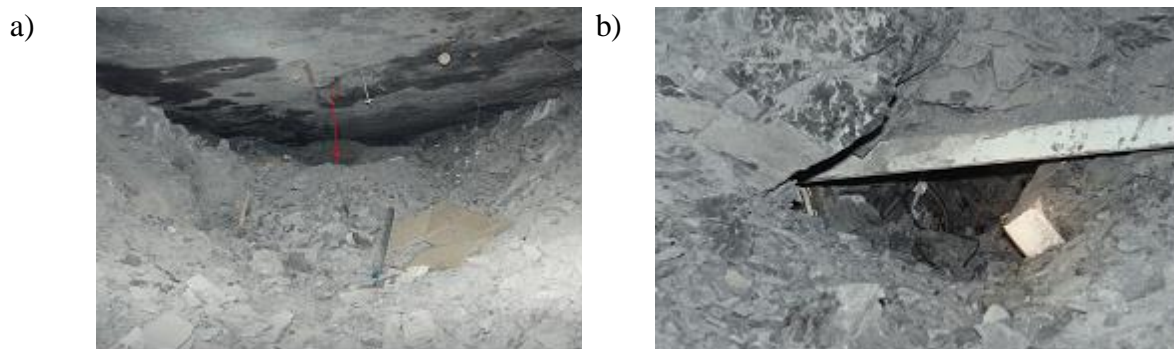
Metodyka badań została opracowana na podstawie do wiadomości Wnioskodawcy w zakresie analizy bezpieczeństwa operatorów samojazdnych maszyn górniczych. Przykłady liczbowe oraz badania eksperymentalne prezentowane w publikacjach odnoszą się do tej grupy maszyn. Opracowana metodyka może być jednak wykorzystana w badaniach konstrukcji chroniących operatorów pozostałych typów maszyn, a nawet w przypadku analizy bezpieczeństwa pojazdów (np. autobusów) o Regulamin 66 EKG).

Procentowy udział w publikacjach wymienionych w rozdziale 4.1 wniosku wynosi od 40 do 80 procent.

O wiadczenia współautorów publikacji stanowi załącznik nr 7 do Wniosku.

## 5.2. Problematyka badawcza

Głównym czynnikiem wpływającym na zagrożenia związane z procesem wydobywczym, w podziemnych kopalniach surowców mineralnych, są zagrożenia związane z tąpnięciami, które są najczęściej skutkiem wstrząsów sejsmicznych. Zjawiska, do których może dojść podczas tąpnia, mają najczęściej charakter dynamiczny i są to: obwałowania stropu [3], [13], [14], [26] (rys. 5.1), wyrzut skał ociosu oraz wypiętrzenie spogu (rys. 5.2). Dynamika tych zjawisk, ich skutki oraz brak możliwości przeciwdziałania sprawiają, że jest to jeden z najważniejszych czynników wpływających na zagrożenia związane w utratę zdrowia lub życia. Z tego punktu widzenia celowe i istotne jest podjęcie wszelkiego rodzaju badań i działań mających na celu ograniczenie skutków zaistnienia sytuacji wypadkowej. Aby działania te były skuteczne konieczna jest identyfikacja oraz zdefiniowanie obciążeń wywołanych tąpnięciami, które oddziałują na konstrukcje chroniące oraz operatorów.



Rys. 5.1. Maszyna zasypana w wyrobisku a) wskazanie miejsca zasypania maszyny  
b) widok z góry na udostępnioną kabinę operatora



W górnictwie rud miedzi oraz innych surowców mineralnych w Polsce i na świecie powszechna jest mechanizacja prac. Najczęściej stosowanymi maszynami są maszyny kołowe (wiertnice, kotwiarki, ładowarki, wozy odstawcze itp.). Zgodnie z obecnie obowiązującymi aktami prawnymi (Dyrektywa Maszynowa 2006/42/WE) maszyny takie są obligatoryjnie wyposażane w konstrukcje chroniące operatora podczas wywrócenia (ROPS – Roll-over protective structures – PN-EN ISO 3471) oraz konstrukcje chroniące przed spadającymi przedmiotami (FOPS – Falling-object protective structures – PN EN ISO 3449). Jedynie w Polsce stosowane są konstrukcje chroniące operatora przed obwałowaniami skał (RSPS – Rock slide protective structures – PN-G-59001).



**Rys. 5.2. Miejsce wypadku śmiertelnego operatora ładowarki budowanego skutkiem wyprężenia spogu - konstrukcja RSPS.**

W każdym z przypadków badań przewidzianych wymienionymi aktami prawnymi, podstawowym kryterium oceny jest nie naruszenie przestrzeni chronionej zdefiniowanej makiet DLV (Deflection Limiting Volume – przestrzeń granicznych odkształceń, przestrzeń chroniona). Ponadto, poszycie konstrukcji chroniącej nie może ulec przebiciu oraz nie może ulec zniszczeniu jej mocowanie, skutkujące przemieszczeniem konstrukcji chroniącej względem ramy maszyny (rys. 5.2).

Obecnie nie przewiduje się innego typu badań mających na celu ocenę bezpieczeństwa operatorów samojezdnych maszyn górniczych.

### **5.3. Istota problemu**

Zarówno konstrukcje FOPS jak i RSPS są badane i poddawane ocenie przy obciążeniach dynamicznych (uderzenie obciążeniem nikiem badawczym) [20]. Obecnie, w badaniach przewidzianych normami, pomija się wpływ obciążenia dynamicznego na organizm ludzki. W wielu przypadkach takim ujęciem problemu jest wystarczające i zapewniające bezpieczeństwo operatorowi maszyny. W przypadku maszyn górniczych, obserwowanym w ostatnich latach problemem jest stały wzrost ilości i energii tąpnięć, a tym samym wzrost wpływu obciążenia dynamicznego występujących podczas sytuacji wypadkowych.

Podczas tąpnięcia obserwowanym zjawiskiem jest wyprężenie spogu. Wywołane wyprężeniem spogu wymuszenie kinematyczne powoduje dynamiczne przemieszczenie maszyny w górę. W przypadku wyrobiska o wysokości nieznacznie przekraczającej wysokość maszyny, dochodzi do uderzenia o strop. Efektem tego są znaczne przyspieszenia działające na operatora maszyny. Innym niekorzystnym zjawiskiem dynamicznym występującym w podziemnych wyrobiskach kopalń są wyrzuty skał z ociosu, wywołujące obciążenia o kierunku bocznym.

W przypadku analizy uderzenia obecnie rozpatruje się jeden przypadek obciążenia: uderzenie, w kierunku pionowym, w górnej części poszycia kabiny. Na świecie i w większości przypadków w kraju, do analizy wytrzymałości konstrukcji chroniącej operatora na tego typu obciążenia stosuje się metodę badań zdefiniowaną w PN EN ISO 3449 – próba FOPS

[21], [22], [25]. Jedynie w Polsce obowiązują dla samojezdnych maszyn górniczych pracujących w podziemnych wyrobiskach kopalni, przepisy określające wytrzymałość ustroju nośnego konstrukcji chroniącej na obciążenia o charakterze dynamicznym związane z obciążeniem skał stropu [13], [14]. Metoda badania jest to sama z prób FOPS, różnica wynika z przyjętych, znacznie większych obciążeń, które zostały zdefiniowane w PN-G-59001:1992 Samojezdne maszyny górnicze - Konstrukcje chroniące operatora przed obciążeniami skał - Wymagania i badania (konstrukcje chroniące - RSPS). Norma PN-G-59001:1992 posiada obecnie status wycofanej.

W przypadku norm zharmonizowanych (FOPS i ROPS) warunki przeprowadzenia prób oraz kryteria oceny zostały opracowane dla maszyn przeznaczonych do robót ziemnych (np. budowlanych) i nie uwzględniają szeregu zagrożeń występujących podczas eksploatacji złóż rud i surowców mineralnych oraz prac tunelowych (zagrożeń związanych z tąpnięciami). W związku z tym, nie ma obecnie dedykowanych i obligatoryjnych przepisów prawnych definiujących: sposób badania, kryteria oceny oraz metody badania konstrukcji chroniących operatorów samojezdnych maszyn górniczych. Ponadto, w przypadku badań eksperymentalnych (FOPS, ROPS), zakres informacji uzyskanych w badaniu (próby niszczenia), sprowadza się do stwierdzenia naruszenia, bądź nie, przestrzeni chronionej (przebiegi granicznych odkształceń zdefiniowanych makiet DLV). Przyjęta w przepisach metoda badania nie umożliwia, w sposób celowy, kształtowania ustroju nośnego konstrukcji chroniącej operatora, poprzez poprawę jej właściwości związanych z postaciami strukturalnymi oraz stosowanymi do jej budowy materiałami [17].

Specyfika samojezdnych maszyn górniczych jest ich ograniczona wysoko zdeterminowana wysokością wyrobiska. Skutkuje to ograniczeniem przestrzeni, w której pracuje operator takiej maszyny.

Obecnie prowadzone prace, mające na celu ocenę wytrzymałości konstrukcji chroniących operatorów za pomocą badań symulacyjnych [2], [8], [9], [10], koncentrują się przede wszystkim na odwzorowaniu sposobu przeprowadzania badań zdefiniowanych w przepisach. Publikowane w tym zakresie prace przedstawiają definicję warunków brzegowych opartą o normy (FOPS, ROPS) i wykorzystanie metody elementów skończonych do analizy zagadnień dotyczących oceny bezpieczeństwa w badaniach symulacyjnych [15], [16], [18], [24], [27]. Brak jest wprowadzenia dodatkowych elementów w procedurach przedstawionych badań, które w bardziej wyczerpujący i jasny sposób definiowałyby zachowanie się konstrukcji (np. określąby moment zniszczenia wynikający z globalnej utraty stateczności lub uplastycznienia) [1], [3], [4], [5].

Ponadto, należy zaznaczyć, że dotychczas prezentowane metody badań nie uwzględniają wpływu obciążeń dynamicznych na organizm ludzki. Nie ma w literaturze wiarygodnych przykładów analiz lub badań skutków wpięcia stopu oraz wyrzutu skał z ociosu [7].

#### 5.4. Cel naukowy

Celem naukowym prac badawczych Wnioskodawcy będzie rozwój oraz aplikacja koncepcji wykorzystania badań symulacyjnych w analizie konstrukcji chroniących operatorów maszyn i następnie opracowanie metodyki **modelowania deformacji konstrukcji chroniących operatorów maszyn** z wykorzystaniem metody elementów skończonych.

W zakresie prac badawczych uwzględniono konieczność eksperymentalnej weryfikacji wyników badań symulacyjnych konstrukcji chroniących operatorów samojezdnych maszyn górniczych [6], [11], [12].

Opracowana metodyka powinna uwzględniać nowe typy obciążeń, związane

z wyst puj cymi obecnie zagro eniami, zw€szcza w g€rnictwie podziemnym (np. wypi trzenie sp gu, wyrzut ska€z ociosu) oraz umo liwia wyznaczenie deformacji konstrukcji chroni cej, wynikaj cych ze zidentyfikowanych nowych obci e zwi zanych z sytuacjami wypadkowymi.

Istotne jest r€wnie to, aby opracowana metodyka mog€ stanowi alternatyw do bada przeprowadzanych eksperymentalnie, co determinuje konieczno rozwi zania i usystematyzowania problematyki zwi zanej z dobozem modelu numerycznego [19], [21], [23].

### 5.5. Om€wienie osi gni tych wynik€w

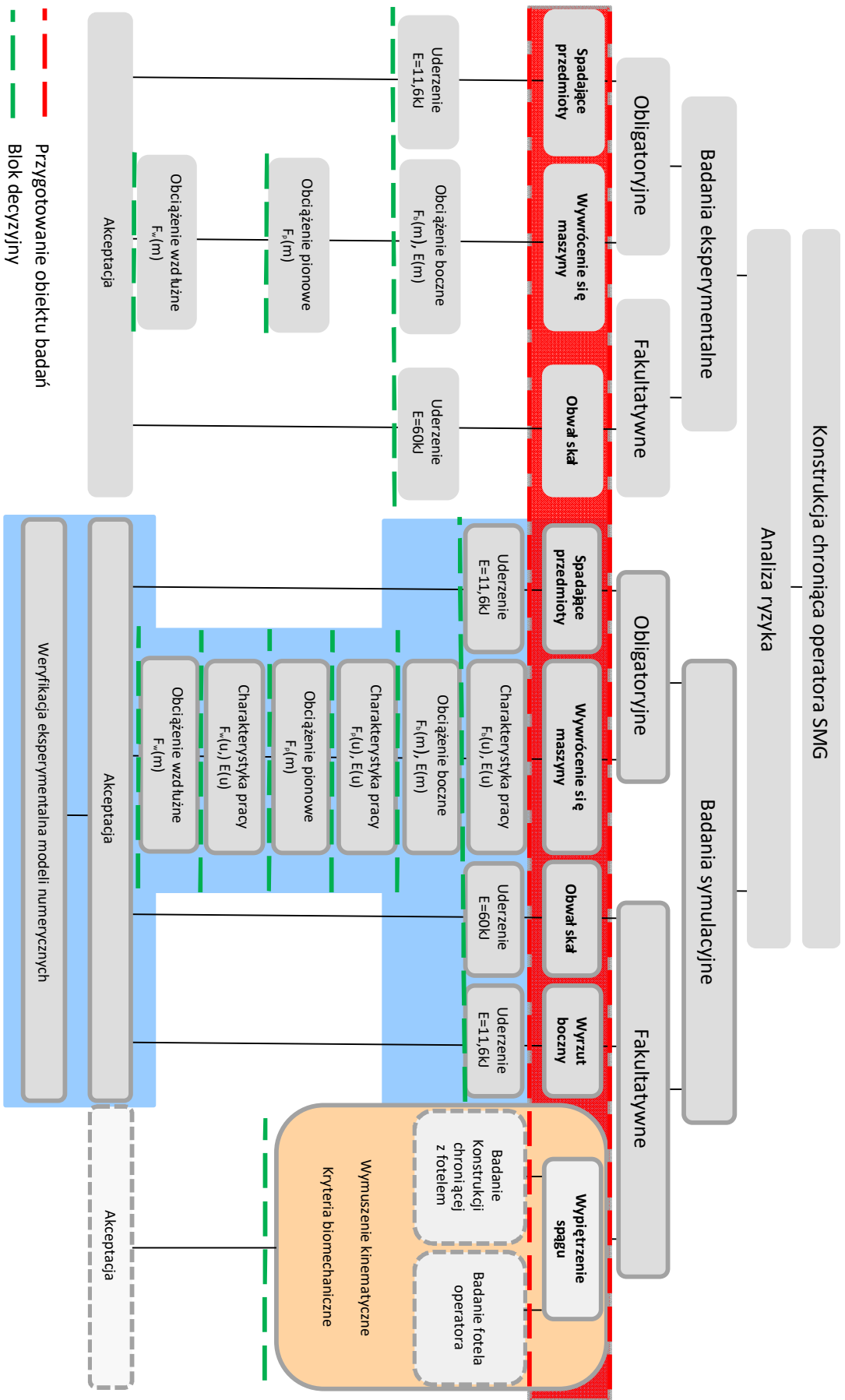
Cele bada naukowych Wnioskodawcy skupi€ si na opracowaniu metod **modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operator€w maszyn**. W badaniach symulacyjnych do analizy zagadnie wykorzystano metod element€w sko czonych, która daje mo liwo rozwi zywanie zagadnie m.in. z zakresu z mechaniki konstrukcji. Obecnie jest ona jednym z podstawowych z narz dzi komputerowego wspomagania bada naukowych i analiz in ynierskich. Dok€dno uzyskanych wynik€w, w tej metodzie, zale y m.in. od: b€d€w zwi zanych z definicj modelu fizycznego, b€d€w modelu matematycznego oraz b€d€w numerycznych (b€d obliczeniowy). Konieczne by€, wi c rozwi zanie i usystematyzowanie zagadnie zwi zanych m.in. z wyborem typu modelu dyskretnego, algorytmu obliczeniowego, sposobu definicji warunk€w brzegowych oraz uzupe€nienia metod bada o elementy (kryteria oceny, spos€b analizy) pozwalaj ce prognozowa zachowanie si konstrukcji chroni cej przy obci eniach statycznych i dynamicznych. Konieczne r€wnie by€, opracowanie skutecznej metody weryfikacji w badaniach eksperymentalnych, wynik€w uzyskanych w badaniach symulacyjnych.

Wnioskodawca opracowa€ metodyk **modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operator€w maszyn**. Opracowana metodyka stanowi aplikacj wykorzystania metod numerycznych do oceny bezpiecze stwa i jest alternatyw dla bada eksperymentalnych. Algorytm bada konstrukcji chroni cych operator€w samojezdnych maszyn g€rniczych Wnioskodawca rozszerzy€ metody bada symulacyjnych (rys. 5.3).

Przedstawia on mo liwo ci oceny bezpiecze stwa konstrukcji chroni cych zar€wno na drodze eksperymentalnej (obecnie stosowane metody bada ) jak i symulacyjnej (ocena proponowana przez Wnioskodawc ). W przypadku bada symulacyjnych istotnym etapem, decyduj cym o wiarygodno ci bada symulacyjnych, jest etap przygotowania obiektu bada (na rys. 5.3 obszar ograniczony czerwonymi przerywanymi liniami). Szczeg€lnie istotne jest to ze wzgl du na wp€w odpowiedniego doboru modelu (fizycznego i matematycznego) na wyniki uzyskane w badaniach symulacyjnych. Model taki opr€cz opisu geometrii, poprzez dyskretyzacj obszaru, okre la r€wnie w€sno ci materia€we, interakcje mi dzy jego elementami oraz uwzgl dnia nieliniowo ci: geometryczn oraz fizyczn . Etap ten zawiera wyb€r algorytm€w analizy, dla poszczeg€lnych metod bada , z uwzgl dnieniem ich w€sno ci wynikaj cych ze sposobu rozwi zywania r€wna ruchu.

Problematyka zwi zana z wyborem algorytmu obliczeniowego do rozwi zywania zagadnie statycznych i dynamicznych zosta€ przedstawiona w pracy:

- A.1. Eugeniusz Rusi ski, **Jacek Karli ski**: *Wybrane zagadnienia z numerycznych symulacji zniszczenia kabin ochronnych maszyn g€rniczych*. Transport Przemys€wy. 2003, nr 4, s. 31-35, 4 rys., 1 fot., bibliogr. 8 poz., Summ. ISSN: 1640-5455, Rodzaj pracy: Artyku€



Rys. 5.3. Badania konstrukcji chroniących operatorów samojazdnych maszyn górniczych.

Ze wzgl du na warto kroku ca€owania równa ruchu skutecznym sposobem rozwi zywania zagadnie dynamicznych, w przypadku, których dochodzi do znacznych zmian konfiguracji pierwotnej modelu (du e ugi cia konstrukcji oraz odkszta€enia w materiale) jest jawne ca€owanie równa ruchu. Metoda jest warunkowo stabilna i zale y od warto ci kroku ca€owania. Ten z kolei zale y od wielko ci najmniejszego elementu sko czonego w analizowanym modelu oraz od jego w€sno ci materia€owych. Aplikacj algorytmu do rozwi zania zagadnie zwi zanych z obwa€m ska€zaprezentowano w dwóch pracach:

- A.2. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski: *Numeryczna symulacja zniszczenia kabin ochronnych maszyn górniczych*. *Górnictwo Odkrywkowe*. 2003, R. 45, nr 4/5, s. 39-42, 10 rys., bibliogr. 8 poz., Summ. ISSN: 0043-2075 Referat z VI konferencji nt. Metody do wiadczalne w budowie i eksploatacji maszyn. Kudowa Zdrój, 18-21 maja 2003. Rodzaj pracy: Artyku€
- A.3. **Jacek Karli ski**, Zdzisław Wach: *Obliczenia wytrzyma€ciowe kabiny specjalistycznej maszyny do prowadzenia robót w kopalniach o szczególnie niskich wyrobiskach*. *Transport Przemys€owy*. 2006, nr 2, s. 33-35, 9 rys., bibliogr. 7 poz., Summ. ISSN: 1640-5455 Referat z 8 Konferencji Computer Aided Engineering, Polanica Zdrój, 21-24 czerwca 2006. Punktacja MNiSW z: 2010: 06; Rodzaj pracy: Artyku€

Istotny w tych pracach jest równie opis sposobu budowy modeli dyskretnych z wykorzystaniem elementów pow€kowych uwzgl dniaj cy specyfik analizowanego ustroju no nego oraz wyst puj ce w nim zjawiska kontaktowe. Prace przedstawiaj tak e otrzymane wyniki bada symulacyjnych oraz ich interpretacj dla podnoszonej konstrukcji chroni cej operatora samojezdnej maszyny górniczej oraz dla konstrukcji chroni cej pasa erów (proponycja zastosowania metody bada jak dla operatorów).

Zaproponowana metoda analizy konstrukcji innych ni konstrukcje chroni ce operatorów samojezdnych maszyn górniczych (np. konstrukcje chroni ce pasa erów w pojazdach górniczych, modu€y wypoczynkowe, kabiny operatorów stacjonarnych maszyn górniczych, konstrukcje chroni ce operatorów kompleksów cianowych itp.) znalaz€a zastosowanie w praktyce. Obecnie jest stosowana w przypadkach, w których operator lub pasa er (nie tylko samojezdnej maszyny górniczej), nara ony jest na skutki obwa€i ska€ ze stropu.

Zagadnieniem zwi zanym z wyborem metody jawnego ca€owania równa ruch, w metodzie elementów sko czonych, jest mo liwo uwzgl dniaj nia zmian charakterystyki materia€owej na skutek pr dko ci odkszta€enia w materiale. Problematyka wyboru modelu materia€u i definicji zwi zków konstytutywnych uwzgl dniaj cych zjawiska dynamiczne zachodz ce w materiale (umocnienie z pr dko ci odkszta€enia) podczas prób dynamicznych omówiono z kolei w pracy:

- A.4. **Jacek Karli ski**, Zdzisław Wach: *Analiza wytrzyma€ciowa MES konstrukcji ochronnej wozu Roof Master 2.2*. *Górnictwo Odkrywkowe*. 2008, R. 50/2, nr 4/5, s. 292-298, 17 rys., Summ. ISSN: 0043-2075  
Punktacja MNiSW z: 2010: 06; Rodzaj pracy: Artyku€

W pracy przedstawiono stosowane w analizie modele uwzgl dniaj ce zmian w€sno ci na skutek dynamicznego odkszta€enia materia€w konstrukcyjnych (wp€w pr dko ci odkszta€enia).

Prac podsumowuj c osi gni cia Wnioskodawcy w zakresie oceny deformacji konstrukcji chroni cych operatorów samojezdnych maszyn górnicych przy obci eniach zwi zanych ze spadaj cymi przedmiotami oraz obwa€m ska€ze stropu jest praca:

- A.5. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski, Tadeusz Smolnicki: *Protective structures for construction and mining machine operators*. Automation in Construction. 2008, vol. 17, nr 3, s. 232-244, 25 rys., 2 tab., bibliogr. 19 poz. ISSN: 0926-5805 Referat z 8th International Scientific Conference Computer Aided Engineering. Polanica Zdrój, 2006. Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.05.008>  
Punktacja MNiSW z: 2010: 32;  
Lista Filadelfijska Impact Factor: 01.664  
Rodzaj pracy: Artyku€

Praca przedstawia równie propozycj metody przeprowadzenia próby ROPS, z wykorzystaniem metody elementów sko czonych, wg wymaga zdefiniowanych w PN-EN ISO 3471.

Mo liwo ci praktycznego wykorzystania proponowanej metody przeprowadzania bada symulacyjnych konstrukcji chroni cych operatorów samojezdnych maszyn górnicych zale od wiarygodno ci uzyskanych wyników. Zarówno pod wzgl dem jako ciowym jak i ilo ciowym. Konstrukcje chroni ce podczas bada , pod wp€wem obci e dynamicznych, ulegaj odkszta€eniom plastycznym (nieliniowo fizyczna). W zwi zku z wyst puj cymi w znacznych obszarach analizowanych ustrojów odkszta€eniami plastycznymi, wykorzystanie wyników tensometrii oporowej nie pozwala na w€ciw weryfikacj modeli obliczeniowych. Naturalnym sposobem przeprowadzenia walidacji wyników bada symulacyjnych wynikaj cym z kryteriów oceny konstrukcji chroni cych jest wyznaczenie ugi w analizowanym obiekcie.

Na tym etapie bada opracowano metod wyznaczenia ugi konstrukcji z wykorzystaniem analizy obrazu oraz interferometrii laserowej. Przeprowadzone badania pozwoli€ na wyznaczenie ugi dynamicznych w wytypowanych do porównania punktach charakterystycznych analizowanej konstrukcji chroni cej. Metod pomiaru oraz wyniki bada eksperymentalnych i walidacj modelu numerycznego przedstawiono w pracy:

- A.6. Damian Derlukiewicz, **Jacek Karli ski**, Artur Iluk: *The operator protective structures testing for mining machines*. Solid State Phenomena. 2010, vol. 165, s. 256-261, 7 rys., bibliogr. 5 poz. ISSN: 1012-0394 Lokalizacja elektroniczna: <http://www.scientific.net/SSP.165.256>  
Punktacja MNiSW z: 2010: 20;  
Rodzaj pracy: Artyku€

Pozwoli€ to, po raz pierwszy, wyznaczy dynamiczn strza€ ugi cia podczas badania wytrzyma€ ci konstrukcji chroni cej operatora obci onej udarowo (masa obci nika badawczego 2200 kg, energia uderzenia 60 000 J). Do tej pory ocen naruszenia, b d nie, makiety DLV prowadzono organoleptycznie. Po raz pierwszy, w badaniach tego typu, u yto wibrometru laserowego (mo liwo rejestracji ugi w zakresie +/-150mm z bardzo du dok€dno ci ). Do celów analizy obrazu wykorzystano bibliotek OpenCV (<https://opencv.org/> - Berkeley Software Distribution Licenses).

Ograniczeniem wykorzystania wibrometru laserowego do wyznaczenia ugi (interferometria laserowa) jest mo liwo pomiaru ugi cia w jednym punkcie. Skutkuje to brakiem mo liwo ci weryfikacji sposobu deformowania si konstrukcji chroni cej. Jedynym skutecznym sposobem wyznaczenia ugi w wielu punktach jednocze nie jest

analiza obrazu.

Wyniki prac nad wyznaczeniem dynamicznych ugi konstrukcji przy wykorzystaniu profesjonalnego systemu TEMA Motion (<http://www.imagesystems.se/tema/>) przedstawiono w pracy:

- A.11. **Jacek Karli ski**, Paulina N. Dzia€k, Mariusz Ptak: *Metody wizyjne w procesie walidacji bada symulacyjnych*. Automotive Safety 2016 : problemy bezpiecze stwa w pojazdach samochodowych : X international science-technical conference, Kielce-Ameliówka, 22-24 lutego 2016 : materia€ konferencyjne / [red. Tomasz L. Sta czyk]. Kielce : Wydawnictwo Politechniki wi tokrzyskiej, 2016. s. 136-141, 7 rys., bibliogr. 4 poz. [obj. 0,4]. ISBN: 978-83-63792-70-1, Rodzaj pracy: Referat konferencyjny

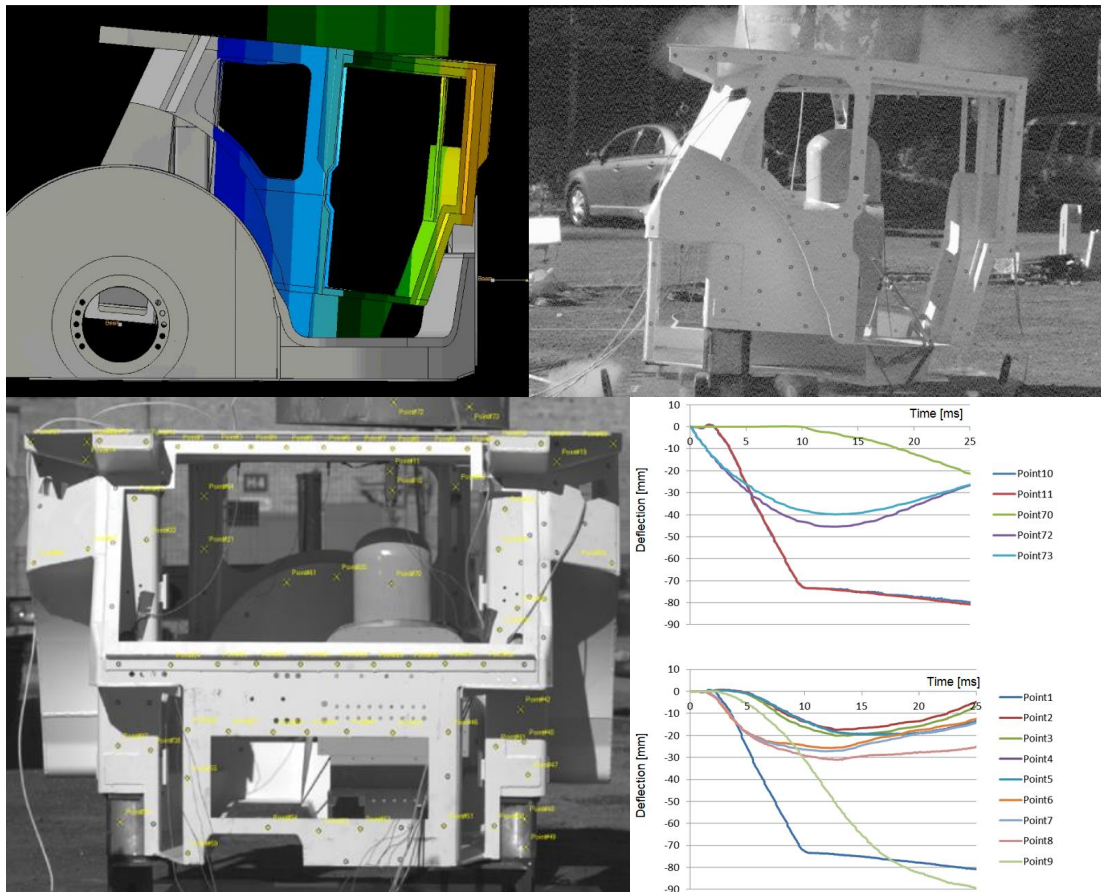
W przedstawionym przyk€dzie obraz rejestrowano szybko kamer (Phantom V12 firmy VISIONresearch) z pr dko ci 11000 klatek na sekund z rozdzielczo ci 800x600 pikseli. Sposób o igraniczenia zwi zane z mo liwo ci rejestrowania obrazu wp€waj na dok€dno pomiaru. W pracy przedstawiono analiz b€du metody wraz z przyk€dem zastosowania.

Obecnie do celów weryfikacji wyników analiz Wnioskodawca wykorzystuje równie fotogrametri , co pozwala na wyznaczenie ugi trwa€ch (po wykonanej próbie) ze znacznie wi ksz dok€dno ci .

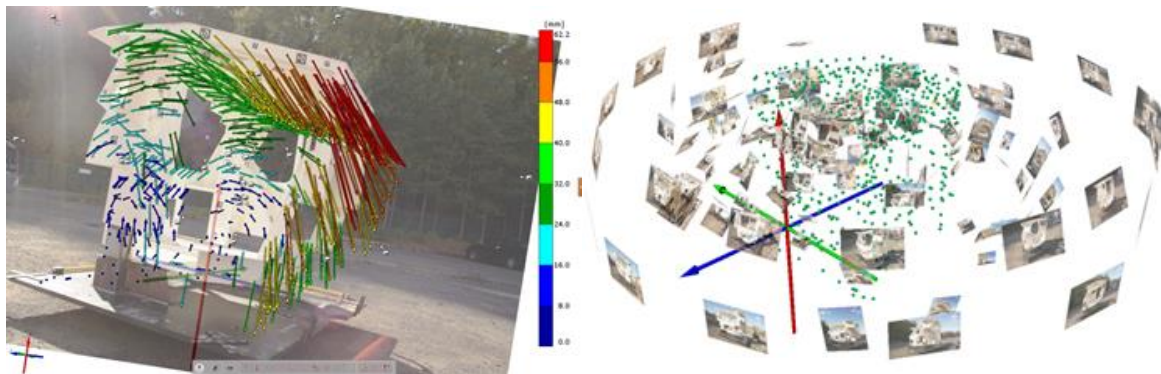
Przyk€d bada , w których wykorzystano analiz obrazu przedstawiono na rys. 5.4, natomiast badania fotogrametryczne na rys.5.5.

Trzecia metoda bada opracowana przez Wnioskodawc okre la sposób badania z wykorzystaniem metody elementów sko czonych konstrukcji chroni cych przy obci eniach zwi zanych z wywróceniem si maszyny. Pod wzgl dem definicji warunków brzegowych analiza metoda ta wykorzystuje ustalenia zdefiniowane w normie PN-EN ISO 3471 (ROPS). Wnioskodawca uzupe ni€ metod bada (rys. 5.3) o dodatkowe etapy bada polegaj ce na wyznaczeniu charakterystyki pracy (zale no si€ od ugi cia). Pozwala to dodatkowo, na wyznaczenie obci e niszczy cych przy obci eniach kolejno: bocznym, pionowym i wzd€nym, zwi zanych z utrat stateczno ci konstrukcji lub uplastycznieniem przekrojów s€pów (dodatkowe kryteria oceny). Sposób oceny oraz metod analizy z wykorzystaniem metody elementów sko czonych konstrukcji chroni cej przy wywróceniu si maszyny zaprezentowano w pracy:

- A.7. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Dzia€k: *Simulation tests of roll-over protection structure*. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2013, vol. 13, nr 1, s. 57-63, 13 rys., 1 tab., bibliogr. 16 poz. ISSN: 1644-9665 Lokalizacja elektroniczna: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2012.12.001>  
Punktacja MNiSW z: 2012: 15; 2013: 20; 2013-2016: 30;  
Lista Filadelfijska Impact Factor: 01.331  
Rodzaj pracy: Artyku€



Rys. 5.4. Porównanie deformacji konstrukcji chroni cej oraz wyznaczone ugi cia ó analiza obrazu



Rys. 5.5. Badania fotogrametryczne ó ugi cia trwa€

Wnioskodawca opracowa€ równie dwie autorskie metody bada , stanowi ce uzupe€nienie metod stosowanych obligatoryjnie w badaniach konstrukcji chroni cych operatorów maszyn. Przyczynkiem do ich opracowania by€wypadek miertelny do którego dosz€ w dniu 9 lutego 2010 r., o godz. 15:20 w Zak€adach Górniczych Rudna (KGHM Polska Mied S.A).

Opracowanie metod poprzedzi€ analiza zagro e dzia€j cych na operatorów samojezdnych maszyn górniczych (dane dotycz ce wypadkowo ci w KGHM Polska Mied S.A. oraz analiza wypadku z dnia 9 lutego 2010) przedstawiona w pracy:

- A.10. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Dzia€k, Krzysztof Ku€kowski:  
*Analiza zagro e dzia€j cych na operatorów samojezdnych maszyn górniczych.*  
 Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 155-159, 9 rys., 1 tab., bibliogr. 9 poz., Summ. ISSN: 0043-2075



Na podstawie dokonanej analizy danych statystycznych oraz analizy wypadków (przyk€ ad w artykule) zdefiniowano dwa nowe zagro enia wynikaj ce z: wypi trzenia sp gu oraz wyrzut ska€ z ociosu.

Badania symulacyjne przeprowadzone na kilku przyk€ adach i otrzymane dzi ki temu wyniki pozwoli€ na zdefiniowanie warunków brzegowych do analiz wytrzyma€ ciowych fotela operatora i jego mocowania. Omawiane wyniki to zakresy zmian przyspiesze dzia€ j cych na fotel operatora w miejscu jego mocowania do kabiny. Wyniki bada symulacyjnych oraz ustalone warunki brzegowe do analiz zosta€ zaprezentowane w pracy:

- A.9. Paulina N. Dzia€ k, Eugeniusz Rusi ski, **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak: *Analiza obci e dzia€ j cych na operatorów samojedznych maszyn górnicznych podczas t pa* . Górnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 191-196, 7 rys., 1 tab., bibliogr. 5 poz., Summ. ISSN: 0043-2075

Opracowane dane pozwalaj na ocen wp€ wu, jaki maj zjawiska dynamiczne wywo€ ne wypi trzeniem sp gu oraz wyrzutem ska€ z ociosu na organizm ludzki.

Do bada symulacyjnych konieczne jest opracowanie modelu fotela operatora w zakresie obejmuj cym jego geometri (oddzia€ wanie poprzez kontakt na cia€ ludzkie) oraz jego w€ sno ci (wyznaczenie danych materia€ wych oraz charakterystyki sztywno ci zawieszenia). Badania w tym zakresie i ich wyniki uj to w pracy:

- A.14. Paulina N. Dzia€ k, **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak: *Development of mining machine seat model*. Proceedings. 2017, vol. 13, nr 5, cz. 2, s. 26532-26537, 8 rys., 4 tab., bibliogr. 5 poz. Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.08.112>  
Web of Science: 15, Rodzaj pracy: Artyku€

Wyniki bada pozwalaj cych na ocen skutków obci e dynamicznych dzia€ j cych na operatorów podczas wypi trzenia sp gu lub wyrzutu ska€ z ociosu, dla wyznaczonych przez Wnioskodawc warunków brzegowych, przedstawiono w pracach:

- A.8. Paulina N. Dzia€ k, Mariusz Ptak, **Jacek Karli ski**, Artur Iluk: *Injury biomechanics of a mining machine*. 2014 International Research Council on the Biomechanics of Injury: IRCOBI 2014 : conference proceedings, Berlin, Germany, 10th-12th September 2014. Zurich : International Research Council on the Biomechanics of Injury, 2014. s. 495-505, ISSN 2235-3151,
- A.12. **Jacek Karli ski**, Mariusz Ptak, Paulina N. Dzia€ k, Eugeniusz Rusi ski: *The approach to mining safety improvement : accident analysis of an underground machine operator*. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2016, vol. 16, nr 3, s. 503-512, 11 rys., 1 tab., bibliogr. 37 poz. ISSN: 1644-9665 Lokalizacja elektroniczna: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2016.02.010>, Punktacja MNiSW z: 2015: 30; 2016: 30; 2013-2016: 30; Lista Filadelfijska Impact Factor: 02.216
- A.13. Paulina N. Dzia€ k, **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski: *Method of operator safety assessment for underground mobile mining equipment*. W: XVIIth Conference of PhD Students and Young Scientists: Szklarska Por ba, Poland, May 23-26, 2017 / T. A. Przylibski, D. Kasza (Eds.). [Les Ulis] : EDP Sciences, 2018. art. 00009, s. 1-9, 6 rys., 1 tab., bibliogr. 23 poz. [obj. 0,6]. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 29), Lokalizacja elektroniczna: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182900009>.

Rozwiniecie metody badania foteli operatorów oraz jej usystematyzowanie wraz określeniem biomechanicznych kryteriów oceny są obecnie przedmiotem badań realizowanych w ramach przewodu doktorskiego mgr in . Pauliny Dziaćki pt.: „Metoda oceny bezpieczeństwa operatorów maszyn”

**Podsumowując**, do najważniejszych dokonań Wnioskodawcy przedstawionych w ramach jednotematycznego cyklu publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe można zaliczyć :

1. Opracowanie metodyki badań symulacyjnych konstrukcji chroniących operatorów samojezdnych maszyn górniczych, jako alternatywy badań eksperymentalnych.
2. Zdefiniowanie, w ramach opracowanej metodyki, dwóch metod badań (jawne całkowanie równa ruchu o metoda elementów skończonych) służących do oceny bezpieczeństwa konstrukcji w przypadku spadających przedmiotów i obwieszeń skał ze stropu (próby FOPS i RSPS).
3. Zdefiniowanie metody badań symulacyjnych konstrukcji chroniących operatora przy wywróceniu się maszyny (niejawne całkowanie równa ruchu o metoda elementów skończonych).
4. Wprowadzenie dodatkowych kroków i kryteriów oceny do analizy konstrukcji chroniących operatorów przy wywróceniu się maszyny, polegających na wyznaczeniu charakterystyki pracy (analiza przebiegu charakterystyki pracy o definicja zniszczenia przy utracie stateczności).
5. Opracowanie metody walidacji wyników badań symulacyjnych z wykorzystaniem analizy obrazu (ugięcia dynamiczne) oraz fotogrametrii (ugięcia trwałe).
6. Przeprowadzenie zgodnie z opracowanymi metodami walidacji wyników badań symulacyjnych.
7. Dokonanie analizy zagrożeń oraz definicji na ich podstawie obciążenia działających na operatora podczas tąpni (wypiętrzenie spęgu, wyrzut skał z ociosu).
8. Zdefiniowanie warunków brzegowych (wymuszenia kinematycznych) do analiz wytrzymałościowych mocowania fotela operatora.
9. Opracowanie metody badania foteli operatorów, dla przypadków wynikających z wypiętrzenia spęgu oraz wyrzutu skał z ociosu.
10. Opracowanie metodyki budowy modeli obliczeniowych kabin operatorów samojezdnych maszyn górniczych (przygotowanie obiektu badań symulacyjnych).

W przyszłości, kierunki dalszych badań naukowych wg Wnioskodawcy, powinny obejmować następujące zagadnienia:

1. Monitorowanie zjawisk zachodzących w górotworze na skutek eksploatacji zębów (ze względu na stałe zwiększanie się głębokości wydobywania).
2. Badania nad zjawiskiem wyrzutu skał z ociosu polegające na uściśleniu przyczyn wyrzutu skał w zależności np. od twardości skał i głębokości wydobywania.
3. Analiza zjawiska wypiętrzenia spęgu w układzie spęgu o maszyna o operator. (badania z wykorzystaniem kryteriów biomechanicznych)
4. Opracowanie metod oceny wpływu na organizm ludzki obciążenia mechanicznych związanych z wypiętrzeniem spęgu.

## 5.6. Wykorzystanie w praktyce

Metody bada symulacyjnych pozwalaj ce na **modelowanie deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszyn** z wykorzystaniem metody elementów sko czonych, opracowane przez Wnioskodawc , s obecnie stosowane w praktyce. Stosowane s zarówno w procesie projektowania nowych konstrukcji chroni cych operatorów samojezdnych maszyn górnicznych, jak i podczas certyfikacji wyrobów (badania konstrukcji chroni cych ó badania obligatoryjne).

Szczególnie istotne z uytylitarnego punktu widzenia, jest wykorzystanie zaproponowanych przez Wnioskodawc metod w procesie projektowania. Dprowadzi to na przestrzeni kilkunastu lat, do zmiany postaci strukturalnej konstrukcji chroni cych operatorów samojezdnych maszyn górnicznych. Obecnie s to konstrukcje zamkni te, cz sto posiadaj ce mo liwo podnoszenia. Zmiana wysoko ci, poprzez podniesienie kabiny, poprawia widoczno operatorowi (standardowa wysoko transportowa maszyny dla górnictwa podziemnego rud miedzi to obecnie 1,7 m). Zwi kszeniu uległ równie kubatura kabin (dwu a nawet trzykrotnie), stwarzaj c operatorowi bardziej ergonomiczne warunki pracy.

Projektowane w latach 90 ubiegłego wieku konstrukcje chroni ce zbudowane były podobnie, ich otwarta struktura oparta była o czterosłupow , przestrzenn ram z płaskim dachu chroni ca przed spadaj cymi skałami. Konstrukcje te nie posiadały mo liwo ci podnoszenia co ograniczało widoczno operatorowi. Nie zapewniały równie ochrony przy wyrzucie skał z ociosu. Obecnie, s to zamkni te, klimatyzowane kabiny, cz sto wyposa one w filtry umo liwiaj ce prace w rodowisku, w którym wyst puj szkodliwe gazy (np. siarkowodór w Zakładach Górniczych Polkowice-Sierszowice). Strukturalnie współczesne konstrukcje chroni ce (w przypadku wozów wierzco-kotwicznych) posiadaj najcz ciej dwa teleskopowe słupy, umo liwiaj ce podniesie, zamkni tej (szczelnej) kabiny, w której poszycie oraz szyby odporne na uderzenia chroni operatora przed skutkami wyrzutu skał z ociosu. Kabiny wozów odstawczych oraz ładowarek posiadaj struktur zamkni t , wykonan z blachownic, tworz c kapsuŁo chroni c operatora. Taka budowa konstrukcji chroni cych operatorów samojezdnych maszyn górnicznych umo liwia ochron nie tylko przed skutkami t pni w postaci oddziaŁwa mechanicznych, ale równie przed oddziaŁwaniem temperatury oraz szkodliwych gazów. PrzykŁadem wozu wierzco, w którym zastosowano podnoszon , zamkni t kabin jest Samojezdny Wóz Wierzco typu Face Master 1.7L. Kabina wyposa ona jest w filtr kabinowy, którego współautorem jest Wnioskodawca (Wzór u ytkowy. Polska, nr 69399. Urz dzenie filtrowentylacyjne do kabin samojezdnych maszyn górnicznych: F24F 3/16, B01D 46/00. ZgŁosz. nr 124129 z 05.12.2016. Opubl. 29.09.2017 / Mine Master Sp. z o.o., Wilków, PL ; Lesław Ostapów, Jacek Kulas, Jacek Karli ski, Piotr / awicki, Paulina N. DziaŁak).



Rys. 5.6. Samojezdny Wóz Wierzco typu Face Master 1.7L

Projekt prototypu samojezdnego wozu wierzco typu Face Master 1.7L powstał przy współpracy Mine Master sp. z o.o. oraz Politechniki WrocŁawskiej. Projekt konstrukcji chroni cej opracowano z wykorzystaniem metod zaproponowanych przez Wnioskodawc . Oprócz bada obligatoryjnych, wykonano równie badania, których celem była ocena

skutków wypi trzenia sp gu oraz wyrzutu skał ociosu. Metodyka **modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszyn** została wykorzystana przez Wnioskodawcę podczas realizacji projektu:

- INNOTECH-K2/IN2/30/182199/NCBR/12 System poprawy bezpieczeństwa i warunków pracy operatorów samojezdnych maszyn przeznaczonych do prac w górnictwie podziemnym i prac tunelowych.

Rozwiązania opracowane wspólnie przez Mine Master sp. z o.o. oraz Politechnikę Wrocławską (m. in. w zakresie bezpieczeństwa) znalazły uznanie i zostały wyróżnione nagrodami:

- I nagroda w konkursie na najbardziej Innowacyjny Produkt 2015 - III Kongres Rud Miedzi i Żelaza Face Master 1.7L,ö,
- Nagroda Gospodarcza "Dolnośląski Gryf" w kategorii "Innowacyjny projekt i współpraca biznesu z nauką" za projekt "Samojezdna Wiertnica Face Master 1.7L z układem wspomagania procesu wiercenia FGS" z 2015.

Opracowane metody **modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operatorów maszyn**, w przypadku badań obowiązkowych, są obecnie stosowane do oceny bezpieczeństwa konstrukcji chroni cych operatorów przez akredytowane laboratorium badawcze Katedry Konstrukcji i Badań Maszyn Politechniki Wrocławskiej (certyfikat akredytacji nr AB 659). Laboratorium, jako pierwsze w Polsce, uzyskało akredytację laboratorium badawczego, w którym do badań wykorzystuje się metod elementów skończonych. Na dzień złożenia wniosku, zgodnie z przedstawionymi przez Wnioskodawcę metodami badawczymi, analizie poddano 115 różnych typów konstrukcji chroni cych m.in. dla maszyn produkcji:

- Mine Master sp z o.o. o kilkudziesięć szt.
- KGHM ZANAM S.A. o kilkanaście szt.
- Polremaco sp z o.o. o kilka szt.
- Zakład Mechaniczny LENA sp z o.o. o kilkanaście szt.
- CATERPILLAR o 1 szt.
- SANDVIK o 2 szt.
- BOART LONGYEAR Polska sp z o.o. o kilkanaście szt.
- GHH Fahrzeuge GmbH o 2 szt.

## 5.7. Bibliografia

- [1] Agius, Dylan J.; Kourousis, Kyriakos I.; Takla, Monir; et al., Enhanced non-linear material modelling for analysis and qualification of rollover protective structures, Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part D-Journal Of Automobile Engineering Volume: 230 Issue: 11 Pages: 1558-1568 Published: SEP 2016
- [2] Alfaro, J. R., Arana, I., Arazuri, S., & Jaren, C. Assessing the safety provided by SAE j2194 standard and code 4 standard code for testing ROPS, using finite element analysis. 2010. Journal of Biosystems Engineering, vol. 105, pp. 189-197
- [3] B. Clark, N. Perera, D. Thambiratnam, Safety enhancement of operator protection systems on self-propelled mining equipment, Australasian Mine Safety Journal 3 (5) (2011).

- [4] Clark B., Perera N., Thambiratnam D., Enhancing the impact energy absorption in roll over protective structures, *International Journal of Crashworthiness*, Volume 13, No. 2, Taylor & Francis Ltd., 2008
- [5] Clark, B.J.: The Behaviour of ROPSs subjected to static and dynamic loading conditions, PhD thesis, QUT, Brisbane, Australia. (2006)
- [6] Fabbri A., Ward S., Validation of a finite element program for the design of roll-over protective framed structures (ROPS) for agricultural tractors, *Biosystems Engineering* (2002)
- [7] G. Wang, C. Chen, Y. Zhang, Y. Zhang, J. Si, Effect of lateral stiffness coefficient of leader ROPS on human injury in a lateral rollover incident, *Biosystems Engineering* 113 (2) (2012)
- [8] Harris JR, Mucino VH, Etherton JR, et al . Finite element modeling of rollover protective structures in static testing and rear overturns. *Journal of Agricultural Safety and Health* 2000; 6 :215625.
- [9] Harris JR, Ronaghi M, Snyder KA. Analyzing tractor rollovers using finite element modeling. *Analysis Solutions* 1998; 2 (4):2465.
- [10] Harris, J.R, Mucino, V.H, Etherton, J.R., Snyder, K.A., Means, K.H., Finite Element Modeling of ROPS in Static Testing and Rear Overturns, *Journal of Agricultural Safety and Health*, 6(3), August 2000.
- [11] Hiro N.T., Ito T.: ROPS Structure Cab of Production Technology, *Komatsu Technical Report*, VOL.54, No.161 (2008), pp.9-16
- [12] J. Tokarczyk, Methods for verification of virtual prototypes of mining machines for strength criterion, in: *Proc. World Congr. Eng.*, 2011
- [13] Kalita, M. Konstrukcja ochronna operatora ładowarki górniczej w wietle przepisów i bada niszcz cych *Maszyny Górnicze*, 2013, R. 3<1, nr 1, 16-21
- [14] Kalita, M. Prosta ski, D. Tokarczyk, J. Wyrobek, E. Konstrukcje ochronne operatorów górniczych maszyn przodkowych *Maszyny Górnicze* 2006 R. 24, nr 4, 45-52
- [15] Kenichi Yamagata Daisuke Tsumura Introducing a Simulation of a Cab Protecting Operator during Rolling over of a Hydraulic Excavator *Komatsu Technical Papers* vol52 no 158 (2006)
- [16] Khorsandi, Farzaneh; Ayers, Paul D.; Truster, Timothy J., Developing and evaluating a finite element model for predicting the two-posts rollover protective structure nonlinear behaviour using SAE J2194 static test *BIOSYSTEMS ENGINEERING* Volume: 156 Pages: 96-107 Published: APR 2017
- [17] Li, Wei-ping; Tao, Jian-jian; Liu, Ming-yang, Nonlinear analysis and uncertainty optimisation of mining dump truck's ROPS based on TPS-HDMR *International Journal Of Heavy Vehicle Systems* Volume: 22 Issue: 1 Pages: 73-92 Published: 2015
- [18] Mangado, J., Arana, J, I., Jaren, C., Arazuri, S., & Arnal, P. Design calculation on roll-over protective structures for agricultural tractors. 2007. *Journal of Biosystems Engineering*. vol. 96, No. 2, pp. 1816191.
- [19] Rojek J.: Numeryczna analiza nieliniowych zagadnie mechaniki konstrukcji z€ onych z cz ci odkszta€alnych i sztywnych: zastosowanie do analizy kabin ci gników. Praca doktorska. IPPT PAN Warszawa 1992.
- [20] Rusi ski E, Smolnicki T.: Modelling of dynamic response of loader protection constructions. *Metody Komputerowe w In ynierii L dowej*. 1993, t. 3, nr 1, s. 43-56
- [21] Rusi ski E, Smolnicki T.: Numerische Simulation von Schutzkonstruktionen fuer Lader. *Deutsche Hebe- und Fordertechnik*. 1993, Jg 39, H. 1/2, s. 63-68.
- [22] Shuuichi Kaneda Tomoki Tamagawa Introduction of Simulation of Falling Object Protective Structures, *Komatsu Technical Papers* vol49 no 151 (2003)
- [23] Smolnicki T.: Nieliniowe modele belek cienko ciennych w obliczeniach ustrojów no nych maszyn. *Raporty Inst. Konstr. Eksp. Masz. PWroc*. 1993, Ser. PRE nr 13. 228 s. Rozprawa doktorska
- [24] Thambiratnam, D. P. and Clark, B. J. and Perrera, N. J.: Performance of a roll over protective structure for a bulldozer. *Journal of Engineering Mechanics*, 135(1). pp. 31-40. Queensland University of Technology, Brisbane, Australia 2009
- [25] Thambiratnam, David P. and Clark, Brian J. and Perera, Nimal J. (2008) Dynamic Response of a Rollover Protective Structure. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 23(6):pp. 448-464.
- [26] Tokarczyk j.: Method for virtual prototyping of cabins of mining machines operators, *archives of mining sciences* Volume: 60 Issue: 1 Pages: 329-340 Published: MAR 2015
- [27] Tomas, J.A., Altamore, P., and Sheffield, S.R.: Computer simulation of ROPS for earthmoving vehicles, *Quarry Magazine*, July 1997.

## 6. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PO DOKTORACIE

Prowadzone przez Wnioskodawc prace naukowe, po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, skupiaj si wokó€ wykorzystania bada symulacyjnych do analizy ustrojów no nych maszyn i urz dze . Podejmowana problematyka badawcza wynika ze wspó€pracy Wnioskodawcy z producentami ró nego typu maszyn i urz dze stosowanych w górnictwie podziemnym (w kraju oraz za granic ). Obszar bada Wnioskodawcy dotyczy w szczególno ci takich zagadnie jak ocena bezpiecze stwa, ocena wytrzyma€ci ustrojów no nych samojezdnych maszyn górnicznych oraz wyznaczenie ich trwa€ci. Z racji wspó€pracy Wnioskodawcy z przedsi biorcami, wi kszo wyników bada znalaz€ swoje zastosowanie w praktyce i zosta€ wykorzystana na etapie opracowania projektów a nast pnie wdro ona. Na podstawie przeprowadzonych przez Wnioskodawc analiz sposobu u ytkowania, zosta€ opracowane metody obliczeniowe uwzgl dniaj ce obci enia zwi zane z eksploatacj maszyn w warunkach podziemnych zak adów górnicznych (m.in. dla warunków zwi zanych z jazd maszyn). Efektem tych prac s publikacje, w których zdefiniowano sposób analizy ustrojów no nych samojezdnych maszyn górnicznych dla obci e wynikaj cych z jazdy. Zosta€ to przedstawione w nast puj cych pracach:

1. **Jacek Karli ski**, Tomasz Janisiów, Eugeniusz Rusi ski: *Symulacja pokonywania przeszkód terenowych przez pojazd górniczny*. Samochody Specjalne. 2002, t. 6, nr 5, s. 79-81, 10 rys., bibliogr. 5 poz. ISSN: 1428-5495, Rodzaj pracy: Artyku€
2. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski, Tadeusz Lewandowski: *New generation automated drilling machine for tunnelling and underground mining work*. Automation in Construction. 2008, vol. 17, nr 3, s. 224-231, 20 rys., 1 tab., bibliogr. 10 poz. ISSN: 0926-5805 Referat z 8th International Scientific Conference Computer Aided Engineering. Polanica Zdrój, 2006. Punktacja MNiSW z: 2010: 32; Lista Filadelfijska Impact Factor: 01.664 Rodzaj pracy: Artyku€
3. Tadeusz Smolnicki, **Jacek Karli ski**, Lesław Ostapów: *Wyznaczanie stateczno ci samojezdnej maszyny roboczej górnictwa podziemnego podczas jazdy*. Górnictwo Odkrywkowe. 2010, R. 51, nr 4, s. 25-28, 3 rys., 5 tab., bibliogr. 5 poz., Summ. ISSN: 0043-2075 Punktacja MNiSW z: 2010: 06; Rodzaj pracy: Artyku€
4. Damian Derlukiewicz, **Jacek Karli ski**: *Static and dynamic analysis of telescopic boom of self-propelled tunnelling machine*. Journal of Theoretical and Applied Mechanics. 2012, vol. 50, nr 1, s. 47-59, 10 rys., bibliogr. 19 poz., Streszcz. ISSN: 1429-2955 Punktacja MNiSW z: 2010: 13; 2012: 15; Lista Filadelfijska Impact Factor: 00.452 Rodzaj pracy: Artyku€

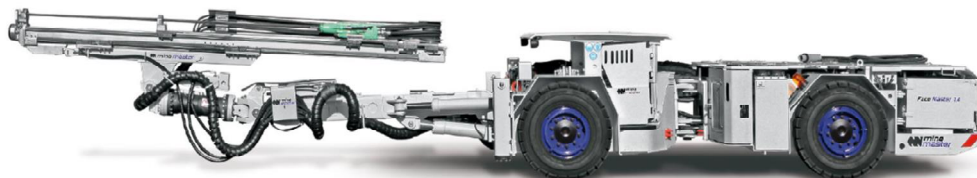
5. **Jacek Karli ski**, Eugeniusz Rusi ski, Paulina N. Dzia€k, Mariusz Ptak: *Analiza wytrzyma€ciowa €dowarki kopalnianej SLP8*. G€rnictwo Odkrywkowe. 2014, R. 55, nr 4/5, s. 13-18, 10 rys., 1 tab., bibliogr. 4 poz., Summ. ISSN: 0043-2075. XII Mi dzynarodowa konferencja naukowa Computer Aided Engineering, Szklarska Por ba, 25-28 czerwca 2014. Punktacja MNiSW z: 2013: 06; 2014: 06; 2013-2016: 07; Rodzaj pracy: Artyku€
6. **Jacek Karli ski**, Mariusz Sta co, Paulina N. Dzia€k: *Determination of the dynamic overloads in the loader structure*. Materials Today: Proceedings. 2017, vol. 4, nr 5, cz. 1, s. 5843-5848, 8 rys., 4 tab., bibliogr. 5 poz. ISSN: 2214-7853 Web of Science: 15 Rodzaj pracy: Artyku€

Opracowane metody bada symulacyjnych w zakresie **modelowania deformacji konstrukcji chroni cych operator€w maszyn** oraz oceny trwa€ci ustroj€w maszyn wykorzystywane s w trakcie realizacji prac projektowych przez najwi kszych krajowych producent€w samojezdnych maszyn g€rniczych takich jak:

- KGHM ZANAM S.A
- Mine Master sp z o.o..

Maszyny (wybrane jako przyk€d), w kt€rych wykorzystano opracowane przez Wnioskodawc , metody analizy na etapie projektowania (badania symulacyjne konstrukcji chroni cych, ustroj€w no nych ram podwozi oraz organ€w roboczych) to przyk€dowo:

- Samojezdne wozy wierz ce:



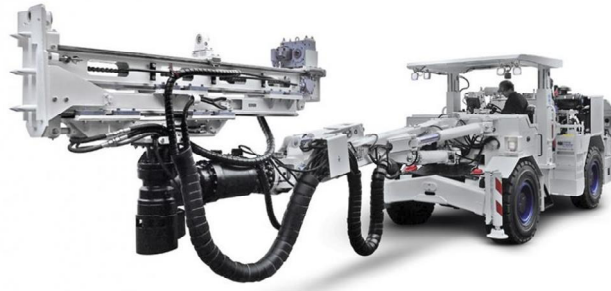
Rys. 6.1. Face Master 1.4 [ r€d€ Mine Master sp. z o.o.]



Rys. 6.2. Face Master 1.7 [ r€d€ Mine Master sp. z o.o.]



Rys. 6.3. Face Master 2.1 [ r€d€ Mine Master sp. z o.o.]



Rys. 6.4.Face Master 2.3BR [ ród€: Mine Master sp. z o.o.]



Rys. 6.5. Face Master 3.0Mk3 [ ród€: Mine Master sp. z o.o.]

- Samojezdne wozy kotwi ce:



Rys. 6.6. Roof Master 1.4 [ ród€: Mine Master sp. z o.o.]



Rys. 6.7. Roof Master 1.4 Automatic [ ród€: Mine Master sp. z o.o.]

- / adowarka kopalniane



Rys. 6.8./ adowarka kopalniana LKP-0702 [ ród€: KGHM ZANAM S.A.]





Rys. 6.9./ adowarka kopalniana LKP-1601B [ ród6: KGHM ZANAM S.A.]



Rys. 6.10./ adowarka kopalniana LKP-1701 [ ród6: KGHM ZANAM S.A.]

Do najwa niejszych osi gni projektowych, oprócz tych wymienionych w punkcie 5.6, nale m.in.:

- Modyfikacja wysi gnika uk 6du roboczego wozów wierz cych ó typ B40L, wdno onego przez Mine Master sp z o.o.
- Opracowanie wysi gnika uk 6dów roboczych wozów wierz co ó kotwi cych ó typ B40HD, wdno onego przez Mine Master sp. z o.o.
- Opracowanie lekkiego wysi gnika uk 6dów roboczych wozów wierz cych ó typ B36, wdno onego przez Mine Master sp. z o.o.
- Opracowanie lekkiego wysi gnika uk 6dów roboczych wozów wierz cych ó typ B32, wdno onego przez Mine Master sp. z o.o.
- Opracowanie konstrukcji chroni cej operatora kompleksu urabiaj cego ACT ó wdno nej przez firm CATERPILLAR
- Opracowanie modu 6w wypoczynkowych dla górników spe 6ciaj cych norm RSPS ó wdno onych przez KGHM ZANAM S.A.
- Opracowanie wozu do przewozu ludzi ó wdno onego przez Zak 6ady Mechaniczne LENA
- Opracowanie urz dze w technologii kszta 6owego 6czenia ruroci gu (G 6wica do podnoszenia segmentów rur, urz dzenie do pozycjonowania segmentów rur, urz dzenie do 6czenia segmentów rur) dla projektu MOHO NORD ó wdno onych przez HEEREMA, GMC Ltd, PROTEA sp z o.o..

Wnioskodawca, w ramach prowadzonej działalności naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia doktora, kierował lub brał udział jako wykonawca w projektach finansowanych ze środków budżetowych (tabela 6.1)

Tabela.6.1. Zestawienie projektów

Lp.	Numer i Tytuł projektu	Charakter udziału
Projekty badawcze i rozwojowe		
1.	R03 004 02 Opracowanie układu zwi kszej bezpiecstwo kierowcy ci arówki podczas zderzenia	Główny wykonawca prac B+R*
2.	0 T07A 054 29 Numeryczne i eksperymentalne badania energochłono ci elementów cienko ciennych połączonych metod zgrzewania oporowego podczas quasi-statycznego i dynamicznego ciskania	Kierownik projektu
3.	N501 111233 Badania energochłono ci klejonych i zgrzewanych struktur cienko ciennych o zmiennym przekroju wykonanych ze stali o wysokiej wytrzymał ci	Wykonawca prac B+R
4.	N501 224237 Badania i analiza mo liwo ci poprawy bezpiecstwa biernego pieszego.	Kierownik projektu
Projekty realizowane we współpracy z przedsiębiorcami		
5.	6 T07 0036 2002 C/05776 Budowa prototypowej Samojazdnej Maszyny Górniczej przeznaczonej do wiercenia otworów strzałkowych oraz wykonywania zmechanizowanych prac kotwowych w podziemnych wyrobiskach kopal surowców mineralnych	Główny wykonawca prac B+R*
6.	ROW-I-158-2003 Budowa typoszeregu pomp wielotłoczkowych przeznaczonych do zabudowy w przystawkach skrzyni biegów samochodów ci arowych	Główny wykonawca prac B+R*
7.	ROW-I-374-2003 Adaptacja seryjnego samochodu terenowego na wielofunkcyjny samochód opancerzony specjalnego przeznaczenia	Wykonawca prac B+R
8.	6 T12 2004 C/06356 Budowa specjalistycznej maszyny do mechanizacji prowadzenia wybranych robót w podziemiach kopal o szczególnie niskich wyrobiskach	Główny wykonawca prac B+R*
9.	6 T07 2004 C/06374 Budowa prototypowej samojazdnej maszyny górniczej przeznaczonej do pracy w trudnych warunkach eksploatacyjnych charakteryzuj cych si mał wysoko ci wyrobisk górniczych oraz du ym pochyleniami do wiercenia otworów strzałkowych	Główny wykonawca prac B+R*
10.	ROW-III-040-2009 Opracowanie i wdro enie do produkcji typoszeregu specjalistycznych stacji filtruj cych oleju w maszynach górnictwa podziemnego	Główny wykonawca prac B+R*
11.	INNOTECH-K1/IN1/19/156235/NCBR/12 Projekt i wykonanie ładowarki z innowacyjnym nap dem hydromechanicznym sterowanym elektronicznie do zastosowa w górnictwie podziemnym i robotach tunelowych	Główny wykonawca prac B+R*
12.	INNOTECH-K2/IN2/30/182199/NCBR/12 System poprawy bezpiecstwa i warunków pracy operatorów samojazdnych maszyn przeznaczonych do prac w górnictwie podziemnym i prac tunelowych	Główny wykonawca prac B+R*
13.	RPOP.01.03.02-16-030/14-00 Opracowanie i wdro enie innowacyjnego oprzyrz dowania do realizacji poŁcze mechanicznych rur typu ICP (Intelligently Connected Pipe) w firmie Protea Sp. z o.o.	Główny wykonawca prac B+R*

14.	POIR.01.01.01-00-0582/15 Hybrydowy zdalnie sterowany robot wielozadaniowy do prac budowlanych	Wykonawca prac B+R
15.	CuBR2/1 Automatyczne urządzenie do rozbijania brył typu URB/ZS-3 w wyrobiskach podziemnych kopalni rudy miedzi <b>- Analiza wytrzymałościowa ustroju nośnego - Usługa PWR</b>	Główny wykonawca prac B+R*
16.	CuBR2/6 Samojezdny wóz kotwicy KOT-170A z automatycznym górnikiem kotwicy <b>- Analiza wytrzymałościowa wysiłownika roboczego - Usługa PWR</b>	Wykonawca prac B+R
17.	POIR.01.01.01-00-D011/16 Nowa generacja modułowych maszyn, wiertnic i kotwicz, z napędami bateryjnymi, przeznaczonych do pracy w podziemnych kopalniach rud miedzi i surowców mineralnych <b>- Analiza wytrzymałościowa ustrojów nośnych, opracowanie kinematyki układów roboczych, opracowanie koncepcji postaci strukturalnej - Usługa PWR</b>	Główny wykonawca prac B+R*
18.	POIR.01.01.01-00-1219/17 Opracowanie innowacyjnej zdalnie sterowanej mini koparki zasilanej prądem jednofazowym do 240V <b>- Analiza wytrzymałościowa ustrojów nośnych, opracowanie koncepcji postaci strukturalnej - Usługa PWR</b>	Wykonawca prac B+R
19.	POIR.01.01.01-00-0441/18 RapidSteel ó opracowanie zintegrowanego systemu narzędzi do optymalizacji i automatyzacji procesu projektowania oraz robotyzacji produkcji wysoko obciążonych komponentów <b>- Analiza danych eksploatacyjnych (Big Data), analiza wytrzymałościowa ustrojów nośnych, optymalizacja, opracowanie koncepcji postaci strukturalnej - Usługa PWR</b>	Wykonawca prac B+R

\*Główny wykonawca prac B+R ó kierowanie pracami pod wzgl dem merytorycznym i organizacyjnym.

Za prowadzon dzia€lno naukow oraz wdroweniow Wnioskodawca po uzyskaniu stopnia doktora otrzyma€nagrody wymienione w tabeli 6.2.

Tabela .6.2. Otrzymane nagrody

Lp.	Nagrody i wyró nienia
Nagrody za dzia€lno naukow	
1.	Nagrody Rektora Politechniki Wroc€wskiej, Wroc€w 2016, 2017, 2018
2.	Nagroda Dziekana Wydzia€ Mechanicznego Politechniki Wroc€wskiej, Wroc€w 2002
3.	Medal Br zowy za d€gioletni s€ b , Warszawa 2016
Nagrody za dzia€lno wdroweniow ó nagrody zespo€we	
4.	Wyró nienie w konkursie Techniki NOT Zag€bia Miedzioowego za wybitne osi gni cia w dziedzinie techniki za rok 2006 za rozwi zanie šSamojezdny Wóz Kotwi cy Niski typu ROOF MASTER 1,4 AUTOMATIC.
5.	Mistrz Techniki Zag€bia Miedzioowego 2006 za rozwi zanie: "Face Master 2.5 - Samojezdna maszyna wiertnicza wyposa ona w komputerowy system wspomagania procesu wiercenia"
6.	Dolno l ski Mistrz Techniki 2006 za rozwi zanie: "Face Master 2.5 - Samojezdna maszyna wiertnicza wyposa ona w komputerowy system wspomagania procesu wiercenia".
7.	Nagroda Prezesa Rady Ministrów I stopnia za wybitne krajowe osi gni cia naukowo-techniczne, którego wdrowenie przynios€ wymierne efekty ekonomiczne lub efekty spo€eczne za rok 2007, 5 lutego 2009
Nagrody za dzia€lno wdroweniow ó nagrodzone produkty	
8.	I nagroda w konkursie na najbardziej Innowacyjny Produkt 2015 - III Kongres Rud Miedzi šFace Master 1.7Lö
9.	Nagroda Gospodarcza "Dolno l ski Gryf" w kategorii 'Innowacyjny projekt i współpraca biznesu z nauk ' za projekt "Samojezdna Wiertnica Face Master 1.7L z uk€dem wspomagania procesu wiercenia FGS" - 2015

Szczegó€wy wykaz osi gni oraz informacja o dorobku naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym zosta€przedstawiony w Za€czniku nr 5 do Wniosku.

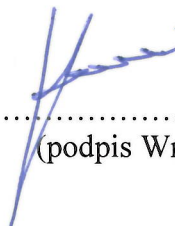
**7. PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ**

Nazwa	przed uzyskaniem stopnia doktora	po uzyskaniu stopnia doktora	ogółem
Prace niepublikowane	66	260	326
Prace publikowane	20	113	133
współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports	0	13	13
artykuły międzynarodowe	0	16	16
artykuły krajowe	7	51	58
rozdziały w księgach międzynarodowych	0	2	2
rozdziały w księgach krajowych	0	2	2
referaty konferencyjne międzynarodowe	5	24	29
referaty konferencyjne krajowe	8	15	23
udzielone patenty	0	1	1
wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione	0	1	1
wygotowanie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych	2	9	11
udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych	10	40	50
Sumaryczny IF prac na dziełach publikacji	0	10,083	10,083
Liczba punktów MNiSW prac na dziełach publikacji	0	545	545
Liczba cytowa (Web of Science) ó bez autocytova	0	73	73
Liczba cytowa (Scopus) ó bez autocytova	0	108	108
Indeks Hirscha (Web of Science)	0	5	5
Indeks Hirscha (Scopus)	0	6	6
Oryginalne osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego	8	21	29
Międzynarodowe lub krajowe projekty badawcze	1	4	5
Projekty realizowane we współpracy z przedsiębiorcami	6	15	21
Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową	2	5	7
Nagrody za działalność wdrożeń (w tym nagrodzone produkty)	0	7	7

**SUMARYCZNE ZESTAWIENIE KRYTERIÓW OSI GNI WNIOSKODAWCY**  
wg Rozporz dzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wy szego z dnia 01.09.2011r w sprawie kryteriów oceny osi gni osoby ubiegaj cej si o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Lp.	Kryterium według §3 pkt 4, §4 i §5	tak/liczba/brak
1.	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports OCR)	13
2.	Zrealizowane oryginalne osi gni cia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	21
3.	Udzielone patenty: a) mi dzynarodowe b) krajowe	a) brak b) 1
4.	Wynalazki, wzory u ytkowe i przemys łowe, które uzyska ły ochron i zosta ły wystawione na mi dzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	1
5.	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych ni znajduj ce si w bazie JCR	79
6.	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz	260
7.	Sumaryczny <i>impact factor</i> wg listy Journal Citation Raport (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania	10,083
8.	Liczba cytowa publikacji wg bazy Web of Science (WoS)	73
9.	Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (WoS)	5
10.A	Kierowanie projektami badawczymi c) mi dzynarodowymi, d) krajowymi.	a) brak b) 2
10.B	Udzia ły w projektach badawczych: a) mi dzynarodowych b) krajowych	a) brak b) 2
11.	Mi dzynarodowe i krajowe nagrody za dzia łno naukow	5
12.	Wyg ę szenie referatów na tematycznych konferencjach: a) mi dzynarodowych b) krajowych	a) 1 b) 8
13.	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach mi dzynarodowych i krajowych	10
14.	Aktywny udzia ły w konferencjach: a) mi dzynarodowych b) krajowych	a) 27 b) 13
15.	Udzia ły w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych: a) mi dzynarodowych b) krajowych	a) brak b) 5
16.	Otrzymane nagrody i wyróż nienia inne ni wymienione wy ej	7
17.	Udzia ły w konsorcjach i sieciach badawczych	2
18.	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z: a) naukowcami z innych o rodków polskich, b) naukowcami z o rodków zagranicznych, c) przedsi biorcami.	a) brak b) brak c) 11
19.	Udzia ły w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	brak
20.A	Cz ę nostwo w mi dzynarodowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych: a) ogó łem b) w tym z wyboru.	a) brak b) brak
20.B	Cz ę nostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych: a) ogó łem, b) w tym z wyboru.	a) brak b) brak
21.	Osi gni cia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	17
22.	Opieka naukowa nad studentami	133
23.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze: a) opiekuna naukowego, b) promotora pomocniczego	a) brak b) 2
24.	Sta e w o rodkach naukowych lub akademickich a) zagranicznych, b) krajowych	a) brak b) brak
25.	Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	2
26.	Udzia ły w zespo ła ch eksperckich i konkursowych	brak

27.	Recenzowanie projektów: a) międzynarodowych, b) krajowych	a) brak b) brak
28.	Recenzowanie publikacji w czasopismach: a) międzynarodowych, b) krajowych	a) 23 b) 0
29.	Inne osiągnięcia	5
	Łącznie liczba spełnionych kryteriów	25

  
.....  
(podpis Wnioskodawcy)