

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej mgr inż. Pawła Ficka pt.: „**Określenie nośności stalowej obudowy odrzwiowej pokrytej torkretem**”

1. Wprowadzenie

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Pawła Ficka pt.: „*Określenie nośności stalowej obudowy odrzwiowej pokrytej torkretem*” opracowano w oparciu o zlecenie nr NOP/108/2022/R Rady Naukowej oraz Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa prof. dra hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 11.04.2022 r. Praca została napisana pod kierunkiem dra hab. inż. Marka Rotkegela, prof. GIG.

Przedmiotowa recenzja została wykonana zgodnie z wymogami obowiązującej Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o „stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” wraz z późniejszymi zmianami, w tym zmianami z dnia 3 lipca 2018 roku. W oparciu o treść tej ustawy rozprawa doktorska „powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne rozwiązanie problemu w oparciu o opracowanie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne, oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”.

Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa spełnia wymogi ustawy, a merytorycznie mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w obszarze dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Ocena zasadności podjęcia tematu pracy

Rozprawa dotyczy tematyki badawczej związanej z ważnym problemem utrzymania stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego, szczególnie w tych zakładach, w których dochodzi do znacznego osłabienia nośności stalowej obudowy ŁP w wyniku zachodzącej korozji. Zjawiska korozyjne występują w wielu kopalniach podziemnych z uwagi na bardzo duże zmineralizowanie wód

kopalnianych, przede wszystkim w zakresie chlorków i siarczków. Konsekwencją zasolenia wód jest występowanie związków mineralnych także w powietrzu kopalnianym, co wydatnie przyczynia się do postępów zjawisk korozyjnych. W celu ograniczenia zachodzenia niekorzystnych zjawisk w obudowie stalowej, bądź w celu zwiększenia nośności uszkodzonej obudowy, podejmuje się różne działania techniczne. Jednym z najczęściej stosowanych przez kopalnie jest pokrycie obudowy torkretem. Działania te prowadzone są zazwyczaj doraźnie, bez analizy oceny nośności takiego układu czy też współpracy skorodowanej obudowy ŁP z torkretem. Dlatego też naukowe podjęcie tematyki nośności obudowy ŁP pokrytej torkretem jest w pełni aktualne i zasadne.

3. Charakterystyka rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się z ośmiu rozdziałów merytorycznych oraz spisu literatury i zawarta jest na 198 stronach, w tym mieści się materiał ilustracyjny w postaci rysunków, tabel, zdjęć oraz spis literatury. Praca zawiera dodatkowo sześć załączników formatu A3, gdzie przedstawiono tabele z wynikami obliczeń numerycznych oraz układ węzłów modelu numerycznego.

W spisie literatury znajduje się 179 pozycji, przy czym w 9 przypadkach Doktorant jest współautorem publikacji i materiałów konferencyjnych. Jedna pozycja Autora pracy jest anglojęzyczna.

Rozdział 1

Stanowi wstęp pracy doktorskiej, gdzie na dwóch stronach zawarto bardzo ogólne wprowadzenie do tematu rozprawy wskazując na istotę problemu korozji obudowy oraz braku standardów w zakresie wzmacniania takiej obudowy za pomocą torkretu. Całość zobrazowano zdjęciami skali korozji obudowy, pochodzącymi z zakładu górniczego, w którym zatrudniony jest Doktorant.

Rozdział 2

Jest to bardzo obszerny fragment pracy zawarty na 45 stronach i choć tytuł wskazuje na opis skorodowania obudowy i sposobu jej wzmacniania, to rozdział zawiera znacznie więcej elementów tj.: charakterystykę obudowy stalowej i jej nośność, opis rodzajów korozji oraz jej wpływ na nośność obudowy ŁP, rodzaje i technologie nakładania torkretu na obudowę stalową, metody badań konstrukcji, charakterystykę pracy obudowy torkretowej z górotworem oraz metody projektowania

takiej obudowy. Można więc stwierdzić, że niniejszy rozdział jest przeglądem literatury w zakresie zagadnienia korozji obudowy stalowej ŁP począwszy od przyczyn a skończywszy na badaniu warstwy torkretu.

Rozdział 3

Rozdział trzeci to jedno stronicowy opis celu i zakresu pracy doktorskiej. Za cel obrano „*opracowanie metody doboru parametrów betonu natryskowego wzmacniającego stalową obudowę odrzwiową*”, przy czym za podstawowy parametr przyjęto grubość warstwy torkretu. Jako zakres wymieniono „zagadnienia” które zawarto w treści pracy.

Rozdział 4

Rozdział czwarty to zdecydowanie najważniejszy fragment pracy zawarty na 75 stronach, gdzie dokonano charakterystyki przeprowadzonych badań laboratoryjnych i kopalnianych oraz zaprezentowano wyniki tych badań. Program badawczy obejmował wyznaczenie laboratoryjnej nośności złączy ciernych, których wartość przy ściskaniu wynosiła $700 \div 850$ kN. Dla porównania nośność złączy nowych wynosiła 180 kN. Maksymalne obciążenie skorodowanego złącza przy zginaniu wynosiło 580 kN (dnem do góry) i różniło się nieznacznie od nośności złącza nowego (563 kN).

W rozdziale tym przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych i kopalnianych parametrów zastosowanego torkretu. Wykorzystano w zasadzie dwa materiały, tj.: Cover TW 40 w odmianie ze zbrojeniem polimerowym i bez zbrojenia oraz Beton C20/25 F (zbrojony). Laboratoryjna wytrzymałość na ściskanie materiałów wynosiła 44-45 MPa, a na rozciąganie $2,9 \div 7,1$ MPa. Wyższe wartości R_r dotyczą materiału zbrojonego. W metodzie pull-out wartość R_c materiałów była bardziej zróżnicowana i wynosiła $26 \div 39$ MPa. W pracy zabrakło komentarza o przyczynach tego stanu.

Największym wyzwaniem wymagającym dużych nakładów pracy było przygotowanie w warunkach kopalnianych pełnoskalowych, specjalnie przygotowanych stanowisk do pomiaru nośności odrzwi ŁP8/V29 pokrytych torkretem oraz dokonanie na nich pomiarów nośności i przemieszczenia. Do obciążenia wykorzystano sekcję obudowy zmechanizowanej rozpartej na sąsiednich odrzwiach. Uzyskane wartości obciążenia sumarycznego wynosiły od 223 kN do 784 kN i różniły się zależnie od grubości warstwy torkretu, jego rodzaju oraz sposobu obciążenia

(liczby punktów obciążenia). Wyniki tych badań zilustrowane są wykresami zależności siły obciążającej od przemieszczenia oraz dobrej jakości dokumentacją fotograficzną.

W rozdziale tym powinna znajdować się także „*metoda analityczna wyznaczania nośności stalowej obudowy odrzwiowej i nośności obudowy zespolonej*”. W rozdziale tym nie stwierdzono jednak żadnej formuły matematycznej.

Rozdział 5

Rozdział piąty zatytułowany krótko „Symulacje komputerowe”, zawiera opracowane w programie COSMOS/M różne warianty numeryczne układu odrzwa ŁP – torkret. W modelach zmieniano miejsca przyłożenia sił czynnych oraz grubość i parametry warstwy torkretu opierając się na wynikach badań laboratoryjnych i kopalnianych. Wynikiem analiz było dla poszczególnych wariantów określenie: maksymalnych naprężeń rozciągających w torkrecie, maksymalnej nośności układu z uwagi na odrzwa $F_{\text{ŁP}}$ oraz maksymalnej nośności układu z uwagi na torkret F_{torkret} . W analizie wskazano miejsca w których występują największe wartości naprężeń. Uzyskane wartości są niższe dla F_{torkret} i wynoszą w zakresie od 339,9 kN dla obciążenia w dwóch punktach (grubość torkretu 20 cm) do 2134,6 kN dla obciążenia w czterech punktach (grubość torkretu 25 cm).

Rozdział 6

Rozdział szósty obejmuje kolejną serię obliczeń numerycznych z wykorzystaniem danych z pomiarów. Przeanalizowano łącznie 4608 wariantów obliczeń zmieniając: rozstaw odrzwi obudowy (0,5 – 1,0 m), grubość warstwy torkretu (5 ÷ 25 cm), moduł Younga torkretu (10 ÷ 30 GPa), wytrzymałość na rozciąganie torkretu (1÷8 MPa), stopień korozji odrzwi ŁP, granicę plastyczności stali dla odrzwi (340, 480 i 550 MPa). Głównym celem tej serii obliczeń było określenie nośności obudowy ŁP 8/V29 z torkretem, przy której nie dojdzie do uszkodzenia obudowy. Wynikiem analiz są nomogramy (rys. 6.19), dla których podano w kN nośność 1 mb obudowy zależnie od rozstawu odrzwi, parametrów torkretu (R_i i E), grubości warstwy torkretu oraz nośności kształtownika (pełna lub brak).

Rozdział 7

Rozdział siódmy zatytułowany jest jako podsumowanie. Przedstawia wnioski i spostrzeżenia ogólne i bardziej szczegółowe wynikające z poszczególnych rozdziałów pracy doktorskiej.

3. Analiza rozprawy doktorskiej

Analizę przeprowadzono zgodnie ze schematem obejmującym następujące elementy rozprawy: ocena słuszności podjęcia tematu, znajomość literatury dotyczącej badanego zagadnienia, znajomość i prawidłowość zastosowania metod badawczych, umiejętność wnioskowania i interpretacji wyników, ocena realizacji celu oraz ocena najważniejszych osiągnięć i uwagi do pracy.

Jak wykazano na wstępie, podjęty temat badania rzeczywistej nośności budowy pokrytej torkretem w warunkach naturalnych jak najbardziej ma znaczenie nie tylko poznawcze, ale przede wszystkim jest ważny dla praktyki górniczej. Niniejsza praca jest na pewno pierwszą w Polsce, w której tak szeroko przeprowadzono badania *in situ* zmierzające do określenia rzeczywistej charakterystyki pracy obudowy ŁP oraz torkretu. W praktyce górniczej wzmocnienie obudowy torkretem jest stosowane od wielu lat, ale dotychczas wykonuje się to raczej w oparciu o pozyskane doświadczenie w danym zakładzie niż w oparciu o analizę nośności układu obudowa ŁP – torkret. Opracowanie metody doboru parametrów obudowy torkretowej powinno pomóc kopalniom stosującym tego typu wzmocnienie, w doborze bardziej optymalnych rozwiązań.

Oceniając pracę pod kątem przeglądu literatury można stwierdzić, że z zakresu tematyki liczba prac jest właściwa. W opisie przytoczono prace powstałe we wcześniejszych latach oraz pewną liczbę prac bieżących. Zakres samej pracy jest wielowątkowy (badania laboratoryjne, kopalniane, obliczenia numeryczne, monitoring), a więc i literatura tematu jest rozległa. W zdecydowanej większości przywołano prace polskie, obejmujące także materiały konferencyjne w postaci wygłoszonych referatów. Znajdują się tu także prace autorstwa Doktoranta, co wskazuje na zajmowanie się zagadnieniem od dłuższego czasu. Reasumując ten punkt należy uznać za właściwy.

Sposób cytowania literatury w tekście oraz opis zastosowany w spisie powinny być bardziej uporządkowane. Np. na str. 4 przywoływana jest pozycja (*Rułka i in., 1983*), przy czym brak takiej w spisie, choć jest wymieniona samodzielna praca prof. Rułki z roku 1983. Przy dwóch autorach cytowanie powinno obejmować dwa nazwiska, a nie np. „*Cholewa i in, 2013*” (str. 6). Kiedy jest dwóch i więcej autorów publikacji należy to uwzględnić, Autor dysertacji podaje tylko jedno nazwisko np. na str. 6 jest opis (*Majcherczyk, 2008*), a powinno być (*Majcherczyk i in., 2008*). Podobne niedokładności występują także w innych miejscach pracy.

W dysertacji zastosowano dwie główne metody badawcze tj. eksperymentalne badania laboratoryjne i polowe, które się nawzajem uzupełniają oraz analizy numeryczne. Badania są kompleksowe, właściwie zaplanowane i poprawnie zrealizowane. Wszystkie mierzone wielkości dotyczyły parametrów charakteryzujących układ „obudowa odrzwiowa ŁP – torkret”. Określono więc wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie dla torkretu, nośność stalowej obudowy ŁP w warunkach naturalnych, nośność odrzwi ŁP pokrytej torkretem w zależności od rodzaju torkretu, jego grubości oraz sposobu obciążenia. Na szczególne uznanie zasługuje właśnie ta część pracy doktorskiej. Zaplanowanie i zrealizowanie takiego eksperymentu wymagało niezwykłych nakładów organizacyjnych od Doktoranta oraz organizacyjnych i finansowych ze strony zakładu górniczego. Nie zmienia tego fakt, że Doktorant jest pracownikiem kadry kierowniczej w kopalni w której prowadzone były badania. Przygotowanie specjalnych odcinków badawczych w warunkach naturalnych, transport dużej liczby materiałów, w tym specjalnie oprzyrządowanej sekcji obudowy zmechanizowanej do obciążenia układu „obudowa ŁP-torkret” jest wyjątkowe z poznawczego punktu widzenia. Określenie rzeczywistego obciążenia, gdzie uzyskano wartości w zakresie 223÷784 KN, wskazuje na duży wpływ poszczególnych czynników. W części przypadków nośność była większa, na co wskazuje zniszczenie zawiesi, przy jednoczesnym braku uszkodzenia warstwy torkretu. Doktorant wykonał także dość złożone, a przede wszystkim bardzo liczne symulacje komputerowe wykorzystując do analizy program COSMOS/M, a opierając się na otrzymanych wynikach z badań kopalnianych. Uzyskał tym samym szerszy zakres charakterystyki pracy układu „obudowa ŁP-torkret”. Można więc uznać, że potrafi łączyć trudne, czasochłonne oraz złożone badania laboratoryjne i kopalniane z modelowaniem numerycznym, w którym sprawnie odwzorowuje zjawiska naturalne. Jediną uwagę można mieć tylko do niepełnego wykorzystanych badań ze skaningu

laserowego. Badania te mogły np. posłużyć do kalibracji modelu numerycznego w zakresie deformacji konturu obudowy.

Umiejętność prowadzenia pracy badawczej przez Doktoranta w warunkach laboratoryjnych i polowych oraz poprawne wykorzystanie modelowania matematycznego należy więc ocenić pozytywnie. Analiza otrzymanych wyników badań jest poprawna, choć skromna. Brakuje bardziej pogłębionych analiz wyników czy próby powiązania przyczyn otrzymania takich a nie innych rezultatów czy różnic między wynikami, mimo podobnych warunków. Szczególnie w zakresie badań stanowiskowych nośności obudowy ŁP z warstwą torkretu, gdzie otrzymywane są różne nośności przy zbliżonych parametrach układu „obudowa ŁP-torkret”. Także opis czy analiza części wykresów powinien być bardziej szczegółowy. Brak takich opisów sprawia, że nie ma uzasadnienia przy zamieszczaniu w pracy części rysunków czy zdjęć.

Mgr inż. Paweł Ficek za cel obrał *„opracowanie metody doboru parametrów betonu natryskowego wzmacniającego stalową obudowę odrzwiową”*. Moim zdaniem cel został osiągnięty, a należy tego szukać głównie na rys. 6.19 i 6.20, które są podsumowaniem obliczeń przeprowadzonych na kilku tysiącach modeli. Trzeba jednak wyraźnie wskazać, że zdecydowanie brakuje szczegółowego opisu metody, tym bardziej, że rys. 6.20 zatytułowany jako *„przebieg procesu doboru obudowy...”* jest praktycznie nieczytelny. Ten fragment pracy powinien być zdecydowanie bardziej rozbudowany, a teraz znajduje się w opisanym jednym ciągiem rozdziale 6 *„Nośność obudowy mieszanej”*. Zagłębiając się szczegółowo w całą pracę doktorską można dość łatwo wywnioskować jak powinna przebiegać procedura wzmocnienia obudowy ŁP torkretem. Mając do dyspozycji tylko rozdział 6 pracy, byłoby to znacznie trudniejsze, a dysponując tylko rys. 6.20 niemożliwe. Ponadto powinien się znaleźć w rozdziale 6 przykład walidacyjny lub inny bardziej szczegółowy opis metody doboru torkretu do skorodowanej obudowy ŁP. Trzeba jednak zaznaczyć, że w pracach doktorskich pisanych przez pracowników przemysłu, podobnie jak w analizowanej sytuacji, z reguły występuje większa „oszczędność słów”.

Recenzowana praca mgr inż. P. Ficka świadczy jednak o właściwym przygotowaniu Doktoranta do samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Praca napisana jest w sposób spójny i metodycznie poprawny, a więc wskazuje na odpowiedni poziom wiedzy Doktoranta w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Do najważniejszych zalet pracy zaliczam przeprowadzenie bardzo unikatowych badań w skali przemysłowej w zakresie określenia nośności obudowy ŁP pokrytej torkretem o różnych parametrach. Posiadają one dużą wartość poznawczą i użyteczną. Wskazują na ilościowy wpływ parametrów torkretu oraz sposób obciążenia na nośność układu „obudowa ŁP – torkret”. Takie badania dotychczas nie były prowadzone w Polsce. Nie do przecenienia są także badania laboratoryjne nośności skorodowanych złącz łuków ŁP pobranych bezpośrednio z wyrobisk górniczych. Badania te wykazały pracę takich złącz praktycznie jako konstrukcji sztywnej. Intuicyjnie wyczuwa się, że takie połączenie będzie miało większą nośność, lecz w badaniach potwierdzono wartość siły określając ją na ok. 700-800 kN dla pojedynczego złącza.

Wymienione wyżej badania laboratoryjne i kopalniane, w tym parametrów zastosowanego torkretu, pozwoliły na skalibrowanie modeli numerycznych do oszacowania nośności układu „obudowa ŁP – torkret”. Na tej podstawie zaproponowano nomogram do określania grubości warstwy torkretu do wzmocnienia obudowy ŁP, zależnie od własności mechanicznych torkretu oraz nośności skorodowanych odrzwi ŁP.

Doktorant umiejętnie wykorzystuje, interpretuje i wprowadza metody badawcze do bardzo złożonych analiz naukowych i praktycznych. Zaproponowana metoda doboru obudowy torkretowej w aspekcie spodziewanej nośności układu „obudowa ŁP – torkret” może stanowić ważny przyczynek do poprawy stateczności wyrobisk korytarzowych w skorodowanej obudowie ŁP, ale także może pozwolić na znaczącą poprawę wyników finansowych przy wyraźnym ograniczeniu liczby i długości przebudowywanych wyrobisk. Praca doktorska jako całość wnosi więc do tematyki projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych nowe aspekty poznawcze i użyteczne, ale także ma wymiar praktyczny.

Podczas czytania i analizy dysertacji nasuwają się pewne uwagi dyskusyjne oraz krytyczne o charakterze ogólnym i szczegółowym:

- w opisach i charakterystyce materiału wzmacniającego obudowę wykorzystywane są sformułowania „beton natryskowy” i „torkret”. Z kontekstu zdań wynika, że pojęcia te stosowane są niekiedy zamiennie. Moim zdaniem powinny być one zdefiniowane na początku pracy i konsekwentnie stosowane.

- Stąd pojawia się pytanie czy dla Doktoranta pojęcie „beton natryskowy” i „torkret” są tożsame;
- na rys. 2.2 (str. 7) podany jest „schemat doboru i projektowania wyrobisk korytarzowych”. Czy jest to schemat literaturowy, autorski czy wynika z doświadczeń zawodowych Doktoranta;
 - w rozdziale 2 pracy opisane są możliwości metod numerycznych przy projektowaniu obudowy, brak jest jednak wad. Jakie są największe trudności przy stosowaniu ich do analizy pracy obudowy ŁP, czy też układu „obudowa ŁP-torkret”;
 - w tabeli 2.4 i 2.5 na str. 37 opisane są pewne cechy górotworu, przy czym te same opisy nazwano raz jako „rodzaj skał” a raz jako „stabilność górotworu”. Opis powinien być zunifikowany;
 - przy opisie laboratoryjnych badań nośności złącz, powinny być podane wszystkie parametry geometryczne, w tym wielkość „strzałki s”. Ponadto na rysunkach na str. 54 zamieszczono wykresy „przebiegów” $F_s=f(\Delta L)$. Osie poziome powinny być opisane raczej jako „ ΔL [mm]” niż „L [mm]”;
 - na rys. 4.17 (str. 61) szczegółowy opis elementów sekcji obudowy nie jest istotny, ważna jest głównie masa (ciężar);
 - w rozdziale „4.3. Poligon badawczy” poza istotnymi danymi podano kilka informacji nie mających znaczenia dla tematu pracy np. „baza zasobowa na 31.12.2011 r.”;
 - w wielu przypadkach, w rozdziałach 4 i 5 pracy przedstawiane są po 2÷4 rysunki, a opis jest jeden. Tymczasem każdy rysunek / zdjęcie powinno być opisane. W innym przypadku pokazywanie kilku grafik nie ma uzasadnienia;
 - dla części zdjęć opis jest nieadekwatny, np. na rys. 4.51 (str. 87) jest zdjęcie opisane jako „Widok stanowisk badawczych 4-9”. Ze zdjęcia nie można wywnioskować, gdzie poszczególne stanowiska się znajdują;
 - na str. 81 podano w odniesieniu do wytrzymałości na ściskanie torkretu, że „Parametr ten jest kluczowy, w doborze betonu natryskowego...”. Wcześniej pisano, że bardzo ważna jest wytrzymałość na rozciąganie czy zginanie. Proszę Doktoranta o opinię w tym zakresie;

- w tabeli 4.12 str. 82 podano, że gęstość (opisana w pracy jako „wydatek”), wynosi „1,95 – 1,20 Mg/m³”, powinno być raczej „1,95 – 2,20 Mg/m³”. Proszę o informację jak interpretować tę wielkość;
- na str. 91 przywołuje się rys. 4.46, powinno być 4.56;
- przy badaniach na rozciąganie (str. 96-97), nie podano wymiarów próbek. Jakie były wymiary próbek oraz czy Doktorant uczestniczył w realizacji badań, bowiem nie wynika to wprost z pracy;
- w rozdziale 4.5 przedstawiono wyniki badań stanowiskowych układu „obudowa ŁP-torkret”. Brak informacji o stali z której wykonano odrzwia ŁP8/V29. Czy badane odrzwia były połączone rozporami z sąsiednimi, jeśli tak to w jaki sposób wpłynęło to na wielkość obciążenia podczas badań;
- na str. 113 podano: „Wyniki badań uzyskanych sił oraz drogę przedstawia rys. 4.88.”, przy czym na rys. 4.88 jest zależność siły od czasu, a nie od drogi;
- W rozdziale 5.2 przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych w części powołując się na dane z rozdz. 5.1. Dotyczy to np. modelownia rozpór, złączy, odporu bocznego, który raz odniesiony jest do mb a raz jako wartość całkowita bez podania długości działania. Proszę o wyjaśnienie;
- W tabeli 5.3 znajdują się parametry wytrzymałościowe torkretu R_c i R_r . O ile wytrzymałość na rozciąganie jest zróżnicowana (2,9-7,16 MPa) o tyle wytrzymałość na ściskanie jest taka sama (45 MPa). Z czego wynika wartość R_c oraz czy uwzględniano w obliczeniach numerycznych badania połowe wytrzymałości „pull out”. Proszę o informacje czy badano moduł sprężystości podłużnej torkretu E , która to wartość jest również istotnym parametrem wpływającym na wyniki obliczeń;
- na str. 142 podano, że przy sztywności elementu 2 MN/m, odpór ociosu wynosi sumarycznie 252 MN/m. Czy jest to poprawna wartość;
- w rozdziale 5 powtarzane są wybrane rys. z rozdziału 4, np. rys. 5.21 jest taki sam jak rys. 4.102. Dotyczy to także rys. 5.24, 5.27, 5.30;
- na str. 156 w opisie tabeli 5.4 stwierdzono, że „nośność układu zależy przede wszystkim od grubości nałożonej warstwy betonu natryskowego i jego parametrów wytrzymałościowych...”. Proszę o komentarz do wyników maksymalnych obciążeń, dla obciążenia nr 1, 3 i 9, bowiem nie do końca odpowiadają one powyższemu stwierdzeniu;

- przy opisie układu „skorodowana obudowa ŁP – torkret” w rozdziale 6 stosowany jest często opis „brak kształownika”. Przy takim opisie nie powinno się podawać „rozstawu odrzwi” skoro kształownika nie ma. Powinno się raczej konsekwentnie podawać „całkowicie skorodowany kształownik”, co wskazywałoby na brak nośności;
- w pracy przeprowadzono imponującą liczbę kilku tysięcy wariantów obliczeniowych. W jaki sposób automatyzowano obliczenia przy zmianach poszczególnych parametrów;
- w jaki sposób dobierano obciążenia dla wyników zamieszczonych na rys. 6.3, 6.4 i 6.5 odpowiednio: 104,00 kN, 172,8 kN i 241,7 kN;
- z wykresów 6.6, 6.7 i 6.8 wynika, że wraz z rozstawem odrzwi rośnie nośność układu „obudowa ŁP – torkret”. Dla torkretu o grubości 5 cm i $E=30$ GPa, nośność układu wynosi ok. 6 MN dla rozstawu odrzwi 0,5 m oraz ok. 9,4 MN dla rozstawu odrzwi 1,0 m. Wynika z tego, że wzrost rozstawu odrzwi zwiększa nośność. Proszę o wyjaśnienie;
- rys. 6.10, 6.11 i 6.12 na str. 169-170 mają niewłaściwe jednostki na osi pionowej, powinno być MPa;
- rys. 6.16, 6.17 i 6.18 na str. 174-175 mają w legendzie niekompletne oznaczenia krzywych (więcej krzywych niż opisów w legendzie);
- w pracy stwierdzono pewne usterki stylistyczne (np. str. 28 niezrozumiałe stwierdzenie „*Ziarno drobne wskutek większej w całości spoiwa powierzchni, ...*”), inne oznaczenia we wzorze i opisie (np. wzór 2 str. 21), niejasny opis wzór 4 str. 34 - „masa strumienia prędkości” określona w [kg]. Na str. 36 podano, że podatność obudowy ŁP jest rzędu „kilkunastu do kilkudziesięciu milimetrów”, podczas gdy w praktyce podatność jest rząd wielkości większa. Na rys. 2.20 str. 40 w opisie występuje „folia PCV”, której nie zaznaczono na rysunku. Brak konsekwencji w terminologii „kotwi” – „kotew”. W pracy stwierdzono także skróty myślowe, np. „*skanowanie laserem*” na str. 73. Szczegółowe dane w tym zakresie przekazano Doktorantowi.

Powyższe uwagi mają charakter porządkowy i uzupełniający, a więc mają na celu dopracowanie metody projektowej zaproponowanej przed Doktoranta lub korektę manuskryptu przed ewentualną publikacją.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Ficka pt.: „**Określenie nośności stalowej obudowy odrzwiowej pokrytej torkretem**” spełnia wymagania obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. nr 65 pozycja 595 z dnia 16.04.2003r. z późniejszymi zmianami), a tym samym rekomenduję Radzie Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

