

OPINIA

**o rozprawie doktorskiej mgra inż.
Lesława Jerzego KWIATKOWSKIEGO
p.t. "Monitorowanie budowlanych cykli
realizacyjnych instalacji przemysłowych
weryfikowane hybrydowymi technikami
pomiarowymi".**

Podstawa: *pismo Prodziekana ds. nauki Wydziału Budownictwa Politechniki
Opolskiej z 7 marca 2014*

1. Geneza i tematyka rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska mgra inż. Lesława Jerzego Kwiatkowskiego jest syntetycznym podsumowaniem kilkunastoletniej pracy koncepcyjnej, badawczej i wdrożeniowej, poświęconej geodezyjnemu monitoringowi realizacji złożonych instalacji i budowli przemysłowych o skomplikowanej geometrii.

Prażródłem profesjonalnego skupienia inż. Kwiatkowskiego na problematyce komputerowego wspomaganie procesu inwestycyjnego była Jego pasja informatyczna i wykształtowane przez lata doświadczeń krajowych i amerykańskich niezwykle kompetencje w tej dziedzinie.

W przedstawionym w pracach Autora ujęciu monitoring jawi się nie tylko jako kompleksowe, nowatorskie przedsięwzięcie pomiarowo-kontrolne, służące weryfikacji zgodności realizacji inwestycji z dokumentacją projektową, ale również jako podstawa analiz topologicznych zmieniającego się placu budowy.

W sferze pomiarowej korzysta Autor z najnowocześniejszego instrumentarium, na czele ze sprzętem do fotogrametrii, skanerem laserowym, mobilnym systemem pomiarowym i GPS em. Z reguły stosuje techniki hybrydowe – równoległe pomiary za pomocą kilku metod, np. fotogrametrii bliskiego zasięgu i naziemnego skaningu

laserowego. Efektem końcowym w nowych rozwiązaniach jest chmura punktów o znanych (pomierzonych) współrzędnych x / y / z lub obrazy fotogrametryczne.

Drugi równie kluczowy etap procedury stanowi scalanie i utrwalanie rozproszonych wyników etapu I. W przypadku pomiarów masowych, które są głównym przedmiotem niniejszych rozważań jedyną skuteczną metodą realizacji etapu II jest integracja informatyczna, której szkielet tworzą wspólnie przestrzenne modele obiektowe AutoCAD'a. Wkład mgr inż. Kwiatkowskiego w budowę przestrzennych modeli obiektowych wymagał ogromnego wysiłku programistycznego, owocującego kilkunastoma tysiącami linii kodu źródłowego, które obejmowały gro stojących do dyspozycji metod i własności modelu obiektowego AutoCAD'a.

Jako równie ważną postrzegam rolę mgr inż. Kwiatkowskiego w dziele pozyskiwania danych pomiarowych. Podejmując na szeroką skalę badania zawierające przedprodukcyjne testowanie metod i urządzeń pomiarowych osiągał On swobodny dostęp do najnowocześniejszych pionierskich rozwiązań, które twórczo adaptował.

2. Analiza treści rozprawy

Opiniowana rozprawa reasumuje na 121 stronach formatu A4 wyniki dotychczasowej twórczej pracy mgr inż. Kwiatkowskiego, poświęconej współczesnemu, kompleksowemu monitorowaniu wykonawstwa budowlanego.

Całość podzielona została na sześć rozdziałów. We wstępie (*rozdział 1*), obok przeglądu przedmiotowej literatury, znalazło się miejsce na sformułowanie problemu, określenie naukowego celu i zakresu rozważań, oraz na charakterystykę własnej drogi rozwojowej szczególnie w sferze informatycznej.

Osobny punkt wstępu poświęcony został ekonomicznym uwarunkowaniom realizacji inwestycji. Rozdział kończy autorski leksykon związany z tematyką rozprawy.

Rozważania *rozdziału 2* zogniskowane są na problematyce integracji zasobów dokumentacyjnych, opartej na platformie informatycznej. Pokazany jest jej złożony rozwój zapoczątkowany systemem szeroko rozumianego zarządzania przedsiębiorstwem SAP R/3, obejmującym umowy, zlecenia, oraz planowanie

i gospodarę zasobami. Współczesne stadium rozwojowe platformy informatycznej reprezentowane jest, a mówiąc ściślej identyfikowane przed produkt firmy Autodesk z roku 1999 – AutoCAD 2000, któremu zawdzięcza się upowszechnienie modelu 3D, jako fundamentu integracji informatycznej procesu projektowania i realizacji dużych i niekiedy bardzo skomplikowanych inwestycji. Znaczący oryginalny wkład mgra inż. Kwiatkowskiego w to dzieło, to rozszerzenie obiektowego środowiska informatycznego AutoCAD'a w kierunku gospodarki remontowej, Przełożyło się to na tysiące linii kodu źródłowego.

Rozdział 3 dotyczy doboru i zestawienia sprzętu pomiarowego i informatycznego oraz oprogramowania stosowanego do monitorowania realizacji złożonych obiektów przemysłowych lub budowlanej infrastruktury instalacji przemysłowych.

Autor przedstawił tytułowe zadanie *rozdziału 3* respektując podział jego realizacji na 3 etapy:

- 1) gromadzenie i interpretacja danych wejściowych,
- 2) prace koncepcyjne i analizy topologiczne,
- 3) udostępnianie wyników analiz.

Pod względem prędkości i rozległości obszaru pozyskiwania danych z dowolną dokładnością aparatura pomiarowa, wykorzystywana przez mgra inż. Kwiatkowskiego do monitorowania wyprzedzała aktualne standardowe wyposażenie firm geodezyjnych o całą epokę. Idąc w kierunku zmniejszania zasięgu pomiarów i wzrostu poziomu ich szczegółowości Autor wskazał preferowane techniki i urządzenia pomiarowe, tj. GPS, fotogrametrię lotniczą, skaning lotniczy, fotogrametrię naziemną i skaning naziemny. Szczególną uwagę zwrócił na system mobilny, zamontowany na samochodzie, który umożliwił naprzemiennie pozyskiwanie danych w postaci współrzędnych 3D chmur punktów z okólnego skaningu laserowego i obrazów fotogrametrii naziemnej. Laserowe skanery naziemne i system mobilny udostępniane Autorowi, m.in. przy realizacji grantów, w których był On głównym wykonawcą, stanowiły własność Jego zespołu badawczego (m.in. skaner laserowy Trimble FX). Inne pomiary były zlecane wyspecjalizowanym firmom. Warto w tym miejscu wspomnieć jeszcze o rekomendowanej przez Autora rozprawy interesującej koncepcji wykorzystywania do pomiarów mini dronów.

Do analiz topologicznych używał Doktorant komputerów osobistych klasy PC z systemami operacyjnymi Microsoftu. Typowy stosowany przez Niego zestaw obejmował: procesor Intel o prędkości taktowania co najmniej 3.2 GHz, pamięć operacyjną co najmniej 16 GB, twardy dysk 1 TB, kartę graficzną GPU: nvidia GTX 1.5 GB lub szybszą. Stosowane oprogramowanie stanowiły: środowiska Windows 7x64 Professional, Autodesk Professional, MS Office Professional, oraz aplikacja Real Time 4D. Dochodziły do tego 64 bitowa przeglądarka plików rastrowych, program CADRaster do przetwarzania skanowanych dokumentów papierowych w AutoCAD'zie.

Dysponując ogromnym zbiorem współrzędnych chmury punktów z naziemnego skaningu laserowego lub innych aktualnie osiągalnych danych pomiarowych o porównywalnych walorach przystępował Doktorant do integracji informatycznej z zastosowaniem przestrzennego modelu obiektowego typu AutoCAD, wyposażonego w komplet informacji topologicznych.

Standardową ścieżką udostępniania wyników analiz topologicznych jest ich eksport do plików adobe*.pdf. Autor wybrał jednak najbardziej zaawansowaną technikę globalnej wirtualizacji, która odznacza się szczególnie wysokim poziomem efektów fotorealistycznych.

Ponownie zajął się Autor problematyką aparatury pomiarowej i środowiska informatycznego w rozdziale 4, tym razem jednak w aspekcie ewolucji inspirowanej wzrostem oczekiwań wobec monitoringu inwestycji budowlanych, zwłaszcza ze strony gospodarki remontowej. Postęp w tym zakresie zmierzał w ostatnich latach w kierunku:

- pełnego wykorzystania nowych generacji urządzeń pomiarowych i postępu w zakresie integracji informatycznej, do wirtualizacji procesu realizacyjnego,
- kompleksowego monitorowania zmian topologicznych placu budowy przy użyciu modelu obiektowego inwestycji,
- tworzenia nowego standardu dokumentacji powykonawczej, uwzględniającego topologiczne zmiany placu budowy.

Ewolucja aparatury jest dobrze widoczna przy prezentacji najnowszej generacji urządzeń, do której zaliczyć należy: GPS, fotogrametrię bliskiego zasięgu, skanery laserowe i mobilne zestawy pomiarowe, na tle tradycyjnego sprzętu pomiarowego, reprezentowanego przez teodolity czy niwelatory. Szczególnie spektakularnie wypada porównanie prędkości pomiarów masowych przy użyciu

mobilnego hybrydowego systemu pomiarowego RIEGL VMX – 250, zastosowanego przez Autora do monitoringu w Elektrowni Opole w roku 2011, z tempem pojedynczych pomiarów którymś z tradycyjnych urządzeń. Zestaw RIEGL VMX – 250, złożony z 2 skanerów laserowych mierzy współrzędne 600000 punktów na sekundę.

Rozdział 5 całkowicie odbiega strukturą treści i jej podziału na zagadnienia od poprzednich. Tamte (z wyłączeniem wstępu) zogniskowane były na istocie, roli i przebiegu monitoringu i jego etapów, bez wiązania z konkretnymi przedsięwzięciami inwestycyjnymi, *rozdział 5* jest lapidarnym przeglądem wdrożeń 14 poważnych projektów badawczych, zrealizowanych przez Autora w latach 1997 – 2012 na zlecenia dużych elektrowni zawodowych (El. Bełchatów, El. Jaworzno III, El. Opole, El. Dolna Odra, El. Kozienice), a także ZA Kędzierzyn, Cementowni Góraźdze i Norgips Sp. z o.o. w Opolu. 7 prac uzyskało wsparcie instytucji centralnych jako projekty celowe, 2 jako projekty strategiczne. Zadania podejmowane w ramach projektów badawczych były bardzo różnorodne: kompleksowy monitoring, dokumentacja powykonawcza, opracowanie modelu 3D. We wszystkich wdrożeniach Autor odgrywał rolę kluczowego wykonawcy, inżyniera kontraktu, etc,

Wnioski (*rozdział 6*) nie wymagają osobnego komentarza, reasumują bowiem precyzyjnie dyskutowane wcześniej osiągnięcia rozprawy.

3. Ocena dorobku zawartego w rozprawie

Dorobek naukowy mgr inż. Lesława Jerzego Kwiatkowskiego, zawarty w opiniowanej rozprawie doktorskiej zasługuje w moim przeświadczeniu na szczególnie wysoką ocenę. Autor zajął się w swej pracy badawczej i wdrożeniowej niezmiernie ważną i aktualną, lecz wciąż nie do końca docenianą przez uczestników procesu inwestycyjnego, problematyką monitorowania wykonawstwa budowlanego. Co istotniejsze w aspekcie oceny dorobku, Jego analizy monitoringu są daleko bardziej zaawansowane od prób innych badaczy. O nowatorstwie podejścia mgr inż. Kwiatkowskiego do tematu decyduje wiodąca rola, jaką przyznaje w tych analizach informatyce. Są to przede wszystkim koncepcje i szczegółowe opracowania przestrzennych modeli 3D obiektów i infrastruktury

budownictwa przemysłowego na bazie obiektowych modeli wektorowych oraz ich wirtualizacje. Należy podkreślić znaczenie wszystkich tych działań w aspektach strategicznego planowania skomplikowanych inwestycji przemysłowych, monitorowania ich realizacji, w tym weryfikacji zgodności produktu finalnego z dokumentacją projektową i kontroli zmian topologicznych placu budowy, a także oceny tempa degradacji konstrukcji i planowania remontów.

Aby rzetelnie i sprawiedliwie ocenić naukową wartość dorobku zawartego w dysertacji doktorskiej i w innych pracach badawczych mgra inż. Kwiatkowskiego trzeba przełamać pokutujący wciąż w środowiskach opiniotwórczych stereotyp „nienaukowości” programowania komputerowego. Stereotyp ten, będący reliktem czasów dominacji w dysertacjach analiz zagadnień nieliniowej fizyki matematycznej, kiedy programy komputerowe były relatywnie prostymi przekładami mniej lub bardziej złożonych algorytmów na język komputera, nie znajduje uzasadnienia w przypadkach programów lub kodów źródłowych, dla których nie ma algorytmów matematycznych, np. w przypadkach kodów graficznych typu AutoCAD.

W ocenie dorobku pracy nie można pominąć sekwencji wdrożeniowej. Fakt, że wyniki badań naukowych zostały zaimplementowane w kilkunastu dużych Zakładach Przemysłowych, w tym w większości elektrowni zawodowych i uzyskały wielomilionowe wsparcie finansowe ze strony Komitetu Badań Naukowych, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz obecnie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, jako projekty celowe (7) i projekty strategiczne (2), wydatnie podnosi aplikacyjną wartość tego dorobku o bardzo wymierny efekt ekonomiczny

Na koniec jeszcze jeden fakt godny szczególnego podkreślenia. Od doktoranta wymaga się 2 prac ogłoszonych drukiem. jako warunku otwarcia przewodu doktorskiego. Mgr inż. Kwiatkowski legitymuje się 65 publikacjami (sic !), w tym recenzowanymi pracami zamieszczonymi w aktach 15 konferencji międzynarodowych. Na szczególną uwagę zasługują 2 recenzowane referaty wygłoszone i opublikowane przez Doktoranta na 2 Azjatyckiej Konferencji w roku 2001 w Teheranie i na 5 Konferencji EMEA One Team w roku 2000 w Nicei.

4. Uwagi krytyczne

Nie mam żadnych uwag merytorycznych, czego można się było spodziewać, zważywszy kompetencje Autora.

Uwagi o dostrzeżonych kilkunastu drobnych uchybieniach formalnych przekazałem Mu osobiście. Pozostała uwaga o charakterze ogólnym, dotycząca przejrzystości treści i komfortu studiowania pracy. Nie sposób zarzucić Autorowi nieumiejętności redagowania. Ma bogate słownictwo i potencjalną lekkość stylu. A mimo to czytanie pracy ze zrozumieniem nastęrcza trudności. Wszystkiemu winne są: hermetyczny język, charakterystyczny dla osób zajmujących się cywilizacyjnymi nowościami, np. informatyką i przesadna dbałość o precyzję i zwięzłość sformułowań. Zbyt dużo jest w tekście neologizmów, neosemantyzmów, a przede wszystkim zbitek słownych. Poprzestaną na jednym przykładzie ilustrującym ze strony 13 (cytuje): „.....efektywnej realizacji hybrydowych pomiarów masowych dedykowanych akwizycji ewolucji topologii powstających obiektów i instalacji.....”. Podobnych ciągów można zacytować znacznie więcej.

5. Wnioski

Powyższy krytycyzm nie umniejsza w żadnym stopniu wartości pracy i nie obniża jej jednoznacznie wysokiej oceny.

Podsumowując ocenę dorobku zawartego w rozprawie doktorskiej mgr inż. Lesława Jerzego Kwiatkowskiego można sformułować następujące wnioski:

- 1) recenzowana rozprawa jest wybitnym dziełem badawczym, umiejscowionym zasadniczo w dyscyplinie budownictwo,
- 2) ściśle mówiąc jest to typowa praca interdyscyplinarna, związana aplikacyjnie z dziedziną „organizacja i zarządzanie w budownictwie”, a metodologicznie i w zakresie aparatury z informatyką i metrologią,
- 3) kwalifikację „wybitne dzieło badawcze” uzasadniają: bezdyskusyjne nowatorstwo tematyczne i warsztatowe (badania w wielu aspektach prekursorskie), oraz efektywne pokonanie spektrum problemów bardzo trudnych pod względem konceptualnym, teoretycznym i technicznym,

4) wyniki badań rozprawy zostały szeroko wdrożone w wielu sztandarowych zakładach przemysłowych przynosząc poważne efekty ekonomiczne.

Rozprawa doktorska mgr inż. Lesława Jerzego Kwiatkowskiego spełnia w całej rozciągłości, a nawet z dużym naddatkiem wymagania Ustawy z 14 marca 2003 o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki; z późniejszymi zmianami. Wnoszę zatem o przyjęcie przez Radę Wydziału Budownictwa Politechniki Opolskiej rozprawy doktorskiej mgra inż. Lesława Jerzego Kwiatkowskiego i dopuszczenie Go do publicznej obrony. Praca bezwzględnie zasługuje na wyróżnienie.

