

EDUKACJA ORAZ WYKORZYSTANIE INŻYNIERÓW W TECHNICIE XXI WIEKU

VÝCHOVA A UPLATNĚNÍ TECHNICKÝCH INŽENÝRŮ V XXI STOLETÍ



REDAKCJA NAUKOWA
W. BIAŁY, J. FRIES

EDUKACJA ORAZ WYKORZYSTANIE INŻYNIERÓW W TECHNICIE XXI WIEKU

VÝCHOVA A UPLATNĚNÍ TECHNICKÝCH INŽENÝRŮ V XXI STOLETÍ



RECENZENCI:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof KRAUZE

Dr hab. Alla MATUSZAK, prof. SSW Collegium Balticum

Każdy z rozdziałów monografii był recenzowany przez dwóch recenzentów.

Układ typograficzny autorów.

Projekt i opracowanie graficzne okładki: Michał ZASADZIEN

ISBN 978-83-940150-4-6

© Copyright by Publisher PA NOVA SA. Gliwice
ul. Górnych Wałów 42, 44-100 GLIWICE, POLAND
tel. +4832 400 41 02
fax. +4832 400 41 10

All rights reserved

Printed in Poland



Gliwice 2015

SPIS TREŚCI

prof. Ing. Josef JURMAN, CSc.	7
J. KAŻMIERCZAK SPOŁECZNE ODDZIAŁYWANIE INNOWACJI JAKO NOWE ZAGADNIENIE W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW	11
M. J. LIGARSKI MECHANIZMY ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA INŻYNIERÓW NA PRZYKŁADZIE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ	21
J. SITKO, K. MIDOR, M. ZASADZIEN PROBLEM ZASTOSOWANIA E - LEARNINGU JAKO ELEMENTU KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO W ASPEKcie FUNKCJONOWANIA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH	32
J. BRODNY, M. TUTAK, B. BORSKA ZASTOSOWANIE METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH DO ROZWIĄZYWANIE ZAGADNIEŃ MECHANICZNYCH W GÓRNICTWIE	42
K. KOTWICA, P. GOSPODARCZYK ZASTOSOWANIE W PROCESIE DYDAKTYCZNYM PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA ORAZ BADAŃ SYMULACYJNYCH NIETYPOWYCH MASZYN GÓRNICZYCH	58
D. TARNAPOWICZ, Z. MATUSZAK ELEKTROAUTOMATYKA OKRĘTOWA – NOWA SPECJALNOŚĆ NA WYDZIALE MECHANICZNYM AKADEMII MORSKIEJ W SZCZECINIE	72
M. MOLENDĄ, P. HĄBEK, W. BIAŁY AUDYT WEWNĘTRZNY JAKO SKUTECZNA METODA DIAGNOZOWANIA SYSTEMU ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ KSZTAŁCENIA NA UCZELNI WYŻSZEJ	81
Z. MATUSZAK, D. TARNAPOWICZ UWAGI O KSZTAŁCENIU OFICERA MECHANIKA OKRĘTOWEGO W AKADEMII MORSKIEJ W SZCZECINIE	93
A. ADAMKIEWICZ KSZTAŁCENIE OFICERÓW MECHANIKÓW W POLSKICH AKADEMIACH MORSKICH W ZAKRESIE TURBIN OKRĘTOWYCH	103

prof. Ing. Josef JURMAN, CSc.



ŽYCIORYS

Urodzony: 27 stycznia 1940 w Ostrawie, w dzielnicy Mariánské Hory.

W 1958 roku ukończył Technikum maszynowe w Opawie z wyróżnieniem. Po ukończeniu szkoły pracował jako konstruktor urządzeń przemysłu spożywczego. W roku 1959 został powołany do służby wojskowej. W 1962 został przyjęty do zakładów Ostroj w Opawie na stanowisko konstruktora konstrukcji stalowych. Dzięki odbyciu kursu specjalistycznego awansował na projektanta konstrukcji stalowych (1967-1970), a następnie na stanowisko projektanta maszyn górniczych (1971-1974).

W 1966 roku rozpoczął studia zaoczne w Wyższej Szkole Górniczej w Ostrawie, które ukończył w 1972 roku ze specjalnością maszyn górniczych.

W 1974 roku rozpoczął pracę w Katedrze Maszyn Górniczych Wyższej Szkoły Górniczej w Ostrawie. W latach 1974-1978 zajmował stanowisko pracownika ds. Wiedzy i rozwoju. W 1978 rozpoczął prowadzenie zajęć dydaktycznych.

W 1986 roku obronił pracę pt. „Wykrywanie twardych warstw w nadkładzie kopaliń węgla brunatnego” oraz uzyskał tytuł kandydata nauk technicznych (CSc). W roku 1989 uzyskał tytuł docenta w zakresie „Maszyn i urządzeń kopaliń podziemnych”. W roku 1998 obronił pracę habilitacyjną na temat „Oceny efektywności procesów wydobywania koparek wielonaczyniowych z wykorzystaniem monitoringu wiertniczego” oraz wygłosił wykład habilitacyjny na temat „Opory urabiania wynikające z twardości kopalin”. W tym roku został docentem specjalizacji „Maszyny i urządzenia wydobywcze oraz przeróbka surowców mineralnych”. W 2002 roku uzyskał tytuł profesora „Inżynierii konstrukcyjnej i procesowej” oraz wygłosił wykład inauguracyjny pt. „Wstęp do efektywnego wykorzystania energii w koparkach wielonaczyniowych”. W latach 1980-1982 ukończył studium podyplomowe pedagogiki uczelni wyższych.

Działalność naukowo-pedagogiczną w Katedrze Maszyn Górniczych dopełnia szereg zrealizowanych zadań oraz pełnionych funkcji:

- 1980-1994 – sekretarz katedry,
- 1980-1989 – inspektor ochrony ppoż. oraz członek technicznej komisji pożarowej VŠB,
- przez cały okres członek w Czeskim Związku Społeczności Nauk Technicznych,

- 1991 – nadal – członek państwowej komisji egzaminacyjnej dla kierunku „Maszyny i urządzania górnicze”,
- 1991-1992 – pełnomocnik Senatu Wydziału Mechanicznego w Radzie Szkół Wyższych,
- 1991-1992 – członek komisji ekonomicznej VŠB,
- 1992-1993 – wiceprzewodniczący Akademickiego Senatu Wydziału Mechanicznego,
- 1992-1994 – przewodniczący Akademickiego Senatu VŠB-TU Ostrava,
- 1992 – nadal – członek związku inżynierów mechaników,
- 1994-1997 – zarejestrowany jako specjalista z zakresu technik wiertniczych w Czeskim Związku Nagrody Jakości – „Czech made”,
- 1994 – nadal – członek komisji wykonawczej państwowych egzaminów doktorskich na kierunku „Konstrukcja maszyn i urządzeń produkcyjnych”,
- 1994 – nadal – członek komisji wykonawczej obron prac doktorskich na kierunku „Konstrukcja maszyn i urządzeń produkcyjnych”,
- 1994-1996 – członek Rady Naukowej Wydziału Mechanicznego VŠB-TU Ostrava,
- 1994-1996 – zastępca kierownika katedry,
- 1998-1999 – sekretarz Senatu VŠB-TU Ostrava,
- 1999-2009 – Przewodniczący komisji państwowych egzaminów dyplomowych dla studiów magisterskich Politechniki Czeskiej w Pradze dla kierunku inżynieria mechaniczna – maszyny i urządzenia transportowe, budowlane i rolnicze,
- 1999-2002 – prodziekan ds. ekonomicznych i prawnych Wydziału Mechanicznego VŠB-TU Ostrava,
- 1999-2005 – przedstawiciel Wydziału Mechanicznego VŠB-TU Ostrava w Radzie Szkół Wyższych,
- 2001-2006 – członek rady specjalistycznej dla programów studiów w inżynierii mechanicznej – konstrukcja maszyn i urządzeń produkcyjnych,
- 2001-2002 – członek komisji inwestycyjnej VŠB-TU Ostrava,
- 2001-2002 – członek komisji dyslokacyjnej VŠB-TU Ostrava,
- 2002-2009 – członek komisji państwowej komisji egzaminów doktorskich i obron Wydziału Mechanicznego Politechniki Czeskiej w Pradze,
- 2003-2007 – członek specjalistycznej rady górnictwa na Wydziale Górnictwa i Geologii VŠB-TUO,
- 2004 – do dziś – Przewodniczący komisji ds. państwowych egzaminów końcowych na Wydziale Technicznym SPU w Nitrze.

W uznaniu umiejętności pedagogicznych oraz naukowej wszechstronności Profesor J. Jurman otrzymał:

- Politechnika w Pradze – „Nagroda im. Jana Zwoniczka” za współpracę przy rozwoju Wydziału Mechanicznego w zakresie konstrukcji i budowy maszyn,
- VŠB-TU Ostrava, Wydział Mechaniczny – „Złoty medal za wkład w rozwój jednostki”,
- Politechnika Śląska – „Zasłużony dla Politechniki Śląskiej”.

ZAINTERESOWANIA NAUKOWE

Prof. J. Jurman zajmuje się głównie problematyką rozwoju, konstrukcji, eksploatacją maszyn i urządzeń górnictwa odkrywkowego i podziemnego oraz wiertnictwa. Jego działalność naukowa dotyczy głównie:

- oceny klasy energetycznej maszyn,
- monitoringu pracy maszyn i urządzeń,
- problematyki urabialności kopalin.

Prof. J. Jurman był promotorem:

- ponad 300 prac inżynierskich i magisterskich,
- 8 rozpraw doktorskich,
- recenzentem znacznej ilości rozpraw doktorskich i habilitacyjnych.

DZIAŁALNOŚĆ PUBLIKACYJNA

Całkowita liczba publikacji przekracza 260, z czego w 8 przypadkach jest współautorem monografii specjalistycznych, w 8 współautorem skryptów uniwersyteckich, autorem i współautorem 100 publikowanych referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych, 14 artykułów w prasie specjalistycznej, innych 26 opiniowanych oraz 49 nieopiniowanych artykułów z dziedziny nauk technicznych.

Jest i był kierownikiem 5 projektów badawczych i grantów.

REALIZOWANE PROJEKTY

1. Centrum nowoczesnych technologii dla górnictwa węgla brunatnego – podprojekt B – „Badania i rozwój nowego organu urabiającego koparki TC 2 przy minimalizacji wpływu na środowisko oraz minimalizacji zużycia energii (1999).
2. Centrum nowoczesnych technologii dla górnictwa węgla brunatnego – podprojekt B – „Zwiększenie ruchowej i funkcjonalnej niezawodności DPD” (2000).
3. GA 105/02/1091 – „Kompleksowy pomiar charakterystyk in situ maszyn górnictwa odkrywkowego dla zwiększenia niezawodności oraz żywotności z wykorzystaniem innowacyjnych procesów” (2002-2004).
4. GA 103/06/0617 – „Wpływ wykorzystania technik progresywnych na przyspieszenie procesów pomiarowych i technologicznych” (2006-2008).
5. FT-TA4/018 – „Nowe trendy w poprawie niezawodności maszyn górnictwa odkrywkowego przy wydobywaniu kopalin użytecznych”.
6. Program „Profesjonalne przygotowanie specjalistów – liderów transferu innowacji i nowych technologii do przedsiębiorstw na pograniczu polsko-czeskim”, nr projektu PL.3.22/2.3.00/09.01517.

SPOŁECZNE ODDZIAŁYWANIE INNOWACJI JAKO NOWE ZAGADNIENIE W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW

SOCIAL IMPACT OF INNOVATIONS AS A NEW CHALLENGE IN ENGINEERING EDUCATION

Politechnika Śląska

STRESZCZENIE

Artykuł jest kontynuacją wcześniejszych prezentacji przemysłu i koncepcji autora, dotyczących problemów, związanych z oddziaływaniem innowacyjnych technologii i produktów na różne obszary życia społecznego i określanych powszechnie terminem „Technology Assessment (TA)”. Wychodząc z obecnego stanu wieloaspektowych badań, a także włączając do tych rozważań problematykę tzw. „innowacji społecznych”, autor podejmuje próbę doprecyzowania zarówno obszaru potrzeb, jak i możliwości szerszego włączenia wybranych zagadnień pozatechnicznych do programów kształcenia inżynierów. Sformułowane w końcowej części artykułu wnioski odnoszą się głównie do perspektyw dalszych badań w omawianym obszarze.

SŁOWA KLUCZOWE

innowacyjne produkty i technologie, Technology Assessment, innowacje społeczne, kształcenie inżynierów

WPROWADZENIE

We współczesnym świecie techniki pojawia się – zarówno przed naukowcami jak i praktykami – szereg wyzwań nowych lub znacząco zmienionych w zestawieniu z tradycyjnym rozumieniem aktywności inżynierskiej. Głównym źródłem takich wyzwań jest styk techniki i innych dziedzin funkcjonowania społeczeństwa. Obok myślenia i działania „czysto inżynierskiego” coraz bardziej potrzebne jest widzenie problemów, np. związanych z pojawianiem się w otoczeniu człowieka innowacyjnych technologii i produktów. Problem ten dobrze ilustruje obszar badań nad oceną wpływu innowacyjnych technologii i produktów na szeroko rozumiane otoczenie społeczne, określane w publikacjach (np. [1-6]) terminem „Technology Assessment (TA)”. „Technology Assessment”, aczkolwiek jest stosunkowo nowym obszarem aktywności naukowej, ma już swoją ogólną filozofię, terminologię, a nawet pewne formy instytucjonalne ([7, 8, 9]).

Spektakularne przykłady silnego oddziaływania technologii na funkcjonowanie społeczeństwa to niewątpliwie techniki modyfikacji genetycznej zwłaszcza w produkcji żywności, nowe technologie w przemyśle farmaceutycznym czy energetycznym. Początek badań nad TA łączony jest w literaturze tematu najczęściej z pojawieniem się broni jądrowej. Opiswane przypadki obejmują także [2] wpływ telewizji na współczesne społeczeństwo. W podobnym kontekście wymienia się także całokształt problemów związanych z globalnym ociepleniem (wymiar naukowy, przemysłowy, ekonomiczny i społeczny).

Zarówno jednak w obszarze badawczym, jak i aplikacyjnym, ciągle brak jest spójnej metodologii umożliwiającej realizację zadań TA. Ponadto, w dostępnych publikacjach dość słabo obecny jest wymiar techniczny oceny mieszczącej się w takich zadaniach. Dlatego też zdecydowałem podjąć badania w tym właśnie obszarze. Moje wcześniejsze publikacje miały charakter bardziej przeglądowy [9, 10], kolejne [11], były poświęcone rozważaniom o charakterze metodologicznym. Podjąłem także problem wyzwań edukacyjnych, związanych z problematyką TA [12].

Relacje pomiędzy techniką a życiem społecznym pojawiają się również w nieco odmiennej perspektywie tzw. innowacji społecznych [13, 14]. Także tutaj opisywane są ciekawe przykłady rozwiązań technicznych, ukierunkowanych na wspomaganie specyficznych potrzeb społecznych. Można tu pokazać propozycję opracowaną w Szwecji, która polega na wyposażeniu wiat przystankowych komunikacji publicznej na terenach podbiegunowych w panele świetlne, które w okresie „nocy polarnej” zapewniają komfort świetlny oczekującym na przystankach ludziom. Podobnie jak w przypadku TA, także w obszarze innowacji społecznych możemy zaobserwować brak spójnej metodologii oraz nieobecność tych zagadnień w procesach kształcenia, w tym: kształcenia inżynierów. Ze względu na cel tego opracowania przyjmujemy, że z „inżynierskiego” punktu widzenia problem innowacji społecznych może być traktowany jako szczególny przypadek problemów TA

Dlatego też w artykule tym postanowiłem przedstawić swoje przemyślenia na temat wyzwań edukacyjnych, związanych z potrzebą włączenia nowocześnie wykształconych inżynierów do aktywnego badania i kształtowania relacji pomiędzy efektami działalności inżynierskiej a ich otoczeniem społecznym. Punktem wyjścia dla takich rozważań będzie dokonanie inwentaryzacji celów kształcenia w omawianym obszarze, z wyróżnieniem celów podmiotowych (czyli opisu profilu osobowego absolwentów w zakresie stanowiącym przedmiot tego opracowania). Następnie, w kolejnej części artykułu przedstawię swoją wizję celu przedmiotowego kształcenia, skupiając się na potrzebach i możliwościach uzupełnienia obecnego modelu kształcenia inżynierów o elementy, zapewniające absolwentowi studiów technicznych kompetencje z zakresu TA i innowacji społecznych.

CELE KSZTAŁCENIA INŻYNIERÓW W ZAKRESIE ODDZIAŁYWAŃ SPOŁECZNYCH INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII I PRODUKTÓW

Rozpocznijmy rozważania na temat celów kształcenia inżynierów w szeroko rozumianym obszarze TA od próby udzielenia odpowiedzi na pytanie o podmiot/podmioty realizujący przedsięwzięcie mieszczące się w tym obszarze („know-who?”). Weźmy pod uwagę fakt, iż w zadaniach TA pojawiają się dwie kategorie uczestników identyfikowalne poprzez następujące pytania:

1. kto powinien (i jest w stanie) przeprowadzić proces oceny społecznych oddziaływań produktów i technologii?
2. kto z takiej oceny powinien skorzystać?

Pytania powyższe prowadzą nas do stwierdzenia, że kształcąc potencjalnych uczestników procesów TA powinniśmy brać pod uwagę kształtowanie kompetencji zarówno grupy „dostawców” oceny, jak i jej „odbiorców”. Biorąc pod uwagę kierunek rozważań przedstawionych w tym opracowaniu, spróbujmy zastanowić się, czy i co „mają do zrobienia” w zakresie TA przedstawiciele świata techniki, zarówno naukowcy jak i praktycy/inżynierowie?

Ponieważ udzielenie odpowiedzi na powyższe pytanie wymaga w moim odczuciu odniesienia do konkretnego problemu, chcę przywołać tu przykład sprzed kilku lat. Rząd Finlandii zwrócił się wówczas do grupy ekspertów TA z prośbą o wskazanie propozycji innowacyjnych rozwiązań (technologii i/lub produktów), które z jednej strony przyczyniłyby się do poprawy dobrostanu społecznego, z drugiej zaś – dawałyby Finlandii szansę na wykorzystanie swojego potencjału naukowego i gospodarczego w celu uzyskania we wskazanym obszarze technologii i produktów przewagi konkurencyjnej w wymiarze co najmniej europejskim. Wśród przygotowanych przez ekspertów propozycji szczególnie preferowane było stworzenie (i zaoferowanie na rynku) zintegrowanych systemów transportu publicznego w przestrzeniach miejskich, opartych na pojazdach sterowanych automatycznie („samochody bez kierowców”). Niezwykle interesująca była zarówno dyskusja na temat tej propozycji pomiędzy ekspertami z różnych dziedzin, wchodzącymi w skład zespołu TA, a następnie – dyskusja pomiędzy „odbiorcami” tej propozycji (odbywająca się także w wymiarze międzynarodowym).

W przytoczonym przykładzie stosunkowo łatwo wyróżnić role poszczególnych grup uczestników procesu TA. To z kolei może być podstawą dla zdefiniowania profilu wymaganych kompetencji dla każdej z ww. grup.

Dla grupy ekspertów oczywisty wydaje się postulat wielokierunkowości (interdyscyplinarności) przygotowywanej oceny. Realizacja tego postulatu w perspektywie kształcenia specjalistów oznacza dla różnych kierunków kształcenia oceny spełnienia praktycznie tożsamyh postulatów:

- 1) eksperci uczestniczący w procesach TA powinni dysponować optymalnymi kwalifikacjami w swojej dziedzinie wiedzy,
- 2) eksperci uczestniczący w procesach TA powinni wykazywać otwartość na uzupełnianie swojego zasobu wiedzy i kompetencji o elementy innych dziedzin i/lub dyscyplin nauki,
- 3) eksperci uczestniczący w procesach TA muszą wykazywać zdolność skutecznego komunikowania się zarówno z innymi członkami grupy ekspertów, jak i z odbiorcami przygotowywanych ocen.

Jeśli mówimy o profilu odbiorcy oceny TA, to w literaturze tematu np. [1, 5, 10] wskazuje się na dwie zasadnicze grupy takich podmiotów. Dla uproszczenia możemy je określić terminami „decydenci polityczni” oraz „decydenci gospodarczy”. Te grupy odbiorców różnią się zazwyczaj:

- a) własnym poziomem merytorycznego przygotowania do absorpcji i skutecznego wykorzystania informacji zawartej w ocenie. Można przyjąć, iż decydenci gospodarczy wykazują ogólnie wyższy niż decydenci polityczni poziom „fachowej” wiedzy, dotyczącej ich obszaru działalności;
- b) horyzontem widzenia obszarów problemowych, których dotyczą podejmowane przez nich decyzje. Wydaje się, że horyzont taki w przypadku decydentów politycznych jest szerszy oraz – co istotne – obejmuje także (a przynajmniej powinien obejmować) hierarchiczne spojrzenie na obszar problemów, których dotyczy bezpośrednio lub z którymi powiązana jest pozyskiwana od ekspertów ocena.

Spróbujmy teraz, wykorzystując także przytoczony przykład, pokazać „inżynierski wymiar” zarówno grupy ekspertów, jak i grupy decydentów. W dyskusji ekspertów dominować powinny, w miarę możliwości, elementy oceny ilościowej, co pozwalałoby przede wszystkim na racjonalne uzasadnienie zarówno całościowej oceny przedstawianej decydującym, jak i elementów składowych oceny. W dyskusji decydentów powinna współistnieć umiejętność interpretacji ocen typu ilościowego oraz zdolność do uwzględniania ocen jakościowych dla wypracowania optymalnej decyzji końcowej. Widzimy, że dla wszystkich uczestników procesów TA postulowana kompetencja kluczowa to umiejętność formułowania odpowiednich kryteriów dokonywanych ocen.

Ze względu na podstawowy problem sformułowany w tym opracowaniu, to znaczy problem przygotowania inżynierów do uczestniczenia w procesach oceny oddziaływań społecznych innowacyjnych technologii i produktów, ograniczmy się w tym miejscu do krótkiego przeglądu typów kryteriów, stosowanych w realizacji zadań inżynierskich. Zagadnienie kryteriów oceny technologii i produktów oraz rozwój takich kryteriów wraz z rozwojem techniki omówiłem nieco szerzej w [10]. W opracowaniu tym wyróżniono następujące grupy kryteriów:

- a) kryteria w klasycznych procedurach optymalizacji (rozumianej jako wybór koncepcji/wariantu/rozwiązania dokonany na podstawie określonego kryterium lub zbioru kryteriów), występujące w różnorodnych działaniach inżynierskich,
- b) kryteria technologiczności, osiągnięć technicznych czy wreszcie szeroko rozumianej, „nowoczesności”,
- c) kryteria natury ekonomicznej, stanowiące pierwszą grupą kryteriów „nietechnicznych”, która w perspektywie historycznej wyraźnie zaważyła na ocenach technologii i produktów,
- d) kryteria „środowiskowe”, w tym: pojawienie się w myśleniu o technice, a także o wykorzystaniu dla jej potrzeb światowych zasobów i o ograniczoności tych zasobów, filozofii „zrównoważonego rozwoju”,
- e) kryteria „społeczne”, jako bezpośredni element zarówno ocen oddziaływań na społeczeństwo nowoczesnych technologii i produktów jak i tworzenia rozwiązań prospołecznych (wspomniana powyżej idea „innowacji społecznych” [13, 14]).

Umiejętność wzajemnej, skutecznej komunikacji uczestników interdyscyplinarnych działań oraz skuteczne wykorzystywanie adekwatnych kryteriów jako podstawy dokonywanych ocen to nie jedyne postulowane kompetencje, które powinniśmy uwzględniać w kształtowaniu profilu edukowania inżynierów dla potrzeb TA. Warto zastanowić się, co poza ww. umiejętnościami wpływać będzie na jakość funkcjonowania absolwentów takiego edukowania. Z jednej strony mamy tu do czynienia z problemami, warunkującymi jakość dokonanej oceny. Jakość taka zależy od kompetencji oceniającego, ale także (często w stopniu decydującym) np. od jego postawy etycznej. Niewątpliwie wymagane kompetencje determinują konieczność dokonywania ocen raczej przez zespoły, niż przez pojedynczych ekspertów. Pojawia się więc postulat kształtowania u absolwenta umiejętności pracy w zespole. Postulat ten wynika z wielości wątków (zagadnienia techniczne, socjologiczne, ekonomiczne a nawet prawne) których uwzględnienia wymaga ocena technologii. Wiele przykładów z naszej rzeczywistości wskazuje na potencjalne zagrożenia, wynikające z pominięcia któregoś z takich wątków w ocenie.

Podsumowując, proponuję następującą listę kluczowych kompetencji postulowanych w określeniu profilu kształcenia inżynierów pod kątem TA:

1. odpowiednia wiedza teoretyczna i doświadczenie praktyczne,
2. otwartość na nowe idee i pomysły („innowacyjność”) przy zachowaniu umiejętności racjonalnego/krytycznego oceniania takich pomysłów,
3. otwartość na współdziałanie ze specjalistami z innych dziedzin,
4. umiejętność jasnego formułowania swych przemyśleń i dowodzenia prawdziwości swoich racji dla potrzeb decydentów,
5. właściwa postawa etyczna,
6. umiejętność przekazywania swej wiedzy i doświadczeń (aspekt edukacyjny)

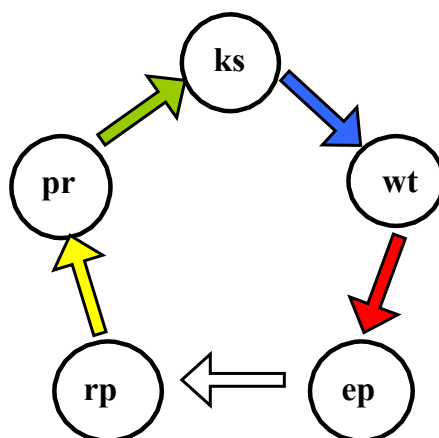
Dla zdefiniowanego zbioru celów kształcenia inżynierów w zakresie społecznych oddziaływań innowacji, spróbujmy teraz zaproponować sposób realizacji tych celów.

KSZTAŁCENIE INŻYNIERÓW W ZAKRESIE OCENY I KSZTAŁTOWANIA ODDZIAŁYWAŃ SPOŁECZNYCH INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII I PRODUKTÓW

Niech podstawą rozważań nad kształceniem inżynierów dla potrzeb TA będzie pytanie: dlaczego ludzie techniki, zarówno naukowcy jak i praktycy, uczestniczą w procesach TA? Najbardziej oczywista odpowiedź – „bo powinni” – wynika z jednej strony z faktu, iż trudno mówić kompetentnie o technologiach i produktach bez odpowiedniego zasobu wiedzy i kompetencji technicznych (inżynierskich).

Konkretyzując powyższy problem możemy zapytać: jakie zadania przynależą do działalności inżynierskiej i w jaki sposób inżynier je realizuje?. Uważam, że odpowiedzi na tak sformułowane pytanie można udzielić, wykorzystując jako punkt wyjścia koncepcje przedstawione w pracach Profesora Janusza Dietrycha [15]. Przyjmijmy, że inżynieria to obszar twórczego kreowania technosfery z uwzględnieniem wymagań ekosfery. Opis działań

związanych z wypełnianiem tej roli możemy oprzeć na zaproponowanym przez Profesora Dietrycha tzw. modelu procesu zaspokajania potrzeb (patrz rys. 1.).



Rys. 1. Model procesu zaspokajania potrzeb wg J. Dietrycha [15]

Łatwo zauważyć, iż model pokazany na rys. 1 może być także potraktowany jako swoisty szablon procesu kształcenia inżynierów. Zgodnie z tym modelem, poszczególne działania inżynierskie (rp – rozpoznanie potrzeby, pr – projektowanie, ks – konstruowanie, wt – wytwarzanie oraz ep – eksploatacja czyli użytkowanie gotowego wytworu) tworzą zamknięty cykl. Każdy z wymienionych elementów procesu zaspokajania potrzeb jest obecny w „klasycznym” modelu kształcenia inżynierów i może być także podstawą do rozważań o potrzebach i możliwościach modyfikacji takiego modelu zgodnie z potrzebami wskazanymi w tym artykule. Warto sformułować tu postulat, aby dla omawianych potrzeb uzupełnić model pokazany na rys.1 o inne niż uwzględnione w modelu bazowym relacje, wiążące ujęte w modelu typy działań.

Model cyklu zaspokajania potrzeb zakłada m.in. że rezultatem użytkowania (technologii lub produktu) jest zbiór obserwacji, stanowiący istotny element do identyfikowania nowych lub znacząco zmienionych potrzeb, co stanowi punkt wyjścia dla opracowania „nowego lub znacząco ulepszanego produktu lub procesu”. Można tu dostrzec związek z obecnie wykorzystywanymi szeroko pojęciami „innowacyjność” czy też „innowacja”, odniesionymi w tym przypadku do aspektu techniczno-technologicznego.

Odnosząc się do problemu oddziaływań społecznych możemy zauważyć, że jest potencjalnie obecny (możliwy do zidentyfikowania) we wszystkich wskazanych rodzajach działań inżynierskich:

- 1) W fazie rozpoznawania potrzeby, powiązanej z obserwacjami efektów użytkowania produktów „poprzedniej generacji”: informacja o stopniu i sposobie uwzględnienia danych pochodzących od dotychczasowych użytkowników w formułowaniu opisu nowej potrzeby może być istotna dla decyzji typu podstawowego: o podjęciu lub zaniechaniu kolejnych działań w omawianym cyklu. Warto w tym miejscu odnieść się jeszcze do zjawiska relatywnie nowego, jakim jest w obecnym świecie kreowanie potrzeb niekoniecznie przez inżynierów, ale np. przez specjalistów od marketingu.

- 2) W fazie koncipowania/projektowania technologii lub produktu: uwzględnienie kryteriów o charakterze społecznym w wyborze ostatecznego rozwiązania z pola rozwiązań możliwych staje się coraz bardziej powszechne. Informacja o uwzględnieniu (lub nie) takich kryteriów w projektowaniu jest niewątpliwie istotna także w procesie TA.
- 3) W fazie doboru cech konstrukcyjnych oraz wyboru procesu/procesów technologicznych dla potrzeb wytworzenia produktu również możemy doszukać się potencjalnych przesłanek dokonania ocen typu TA. W szczególności efektem procesu konstruowania są – rozumiane klasycznie – oddziaływania produktu wytworzonego zgodnie z konstrukcją na otoczenie. Umiejętność konstruktora w zakresie przedstawiania rzetelnych ocen jakościowych i ilościowych w zakresie takich oddziaływań to również potencjalnie istotny czynnik w „inżynierskim” aspekcie procesu TA.
- 4) Także procesy wytwórcze są przedmiotem decyzji, związanych z procesami TA. Możemy zaobserwować wiele tego typu uwarunkowań decyzyjnych, związanych np. z lokalizacją produkcji czy wyborem określonych technik wytwarzania.
- 5) Prawdopodobnie największe oddziaływanie społeczne ma faza użytkowania (eksploatacji) gotowych produktów i technologii. Sposoby skutecznego i efektywnego pozyskiwania informacji o społecznych uwarunkowaniach w tym zakresie są obecnie intensywnie rozwijane, m.in. z wykorzystaniem tzw. technik partycypacyjnych wykorzystywanych również w badaniach dotyczących TA (np. [16, 17]).

Powyższa lista stanowić może punkt wyjścia dla sprecyzowania koncepcji wzbogacenia programów kształcenia inżynierów o elementy, związane z identyfikowaniem i analizowaniem oddziaływań społecznych wytworów inżynierskich. Jako punkt wyjścia dla takiej koncepcji potraktujmy założenie, że chcemy wzbogacać i uzupełniać realizowane obecnie programy, nie zaś proponować rozwiązania całkowicie nowe.

W „klasycznym” modelu fazy rozpoznania potrzeb przyjmuje się, iż głównym źródłem wiedzy o istniejących potrzebach w obszarze technosfery są wiedza i doświadczenie inżynierskie, a potrzeby nowe lub znacząco zmodyfikowane (innowacyjne) są identyfikowane na podstawie praktycznych doświadczeń z wykorzystaniem dotychczasowych produktów i technologii. W ujęciu, wynikającym z badań nad TA podejście takie, traktujące rozwój techniki jako zjawisko samoistne i deterministyczne jest traktowane jako jedno z uprawnionych, rozważa się jednak także sytuacje, gdy innowacje technologiczne mają swe źródła nie tylko w deterministycznie rozumianym postępie techniki. Dlatego też uzasadniony wydaje się wniosek, aby modyfikacja programu kształcenia inżynierów uwzględniała na liście metod i narzędzi, wykorzystywanych w fazie rozpoznania potrzeb, także dorobek nauk nietechnicznych.

W fazie prac projektowo-konstrukcyjnych, uwzględnienie postulatów i potrzeb TA wymagać będzie niewątpliwie od przyszłych inżynierów – projektantów i konstruktorów – umiejętności w zakresie stosowania do potrzeb optymalnego wyboru rozwiązania oraz

doboru cech konstrukcyjnych ilościowych i jakościowych kryteriów o charakterze „nietechnicznym”. Wiemy z różnych przykładów dziejących się w niedalekiej przeszłości i obecnie, że wiele oddziaływań innowacyjnych produktów i technologii nie zostało właściwie rozpoznanych (przewidywanych?) w fazie projektowania i konstruowania, co spowodowało szereg niepożądanych skutków. Wydaje się więc zasadny postulat wzmocnienia kompetencji inżynierów, tworzących innowacyjne technologie i produkty, np. o umiejętność stosowania metod i narzędzi prognostycznych.

Elementy znaczących oddziaływań na sferę społeczną pojawiają się również w obszarze inżynierskiej działalności wytwórczej. Także w tym zakresie, gdy weźmiemy pod uwagę różnorakie doświadczenia praktyczne, postulat współpracy inżynierów ze specjalistami np. z obszaru ochrony środowiska czy nauk społecznych oraz skorzystania z dorobku tych nauk w zakresie metod i narzędzi wydaje się oczywisty. Postulat ten również przekłada się na odpowiednie uzupełnienie „klasycznego” programu kształcenia.

I wreszcie – etap użytkowania produktów i technologii. Model pokazany na rys. 1 jest podstawowym źródłem zdobywania wiedzy o praktycznych aspektach takiego użytkowania, zarówno pozytywnych jak i negatywnych. Zwłaszcza te drugie są cennym źródłem wiedzy potrzebnej w procesach TA. Wiedza taka pozwala z jednej strony weryfikować poprawność prognoz i założeń, wykorzystanych w fazie rozpoznania potrzeby oraz w projektowaniu i konstruowaniu, z drugiej zaś – pozwala na wprowadzanie odpowiednich (także z punktu widzenia oddziaływań społecznych) poprawek i zmian w produkcie/technologii. Tu z kolei można dojść do postulatu wyposażenia inżyniera – specjalisty w zakresie użytkowania/eksploatowania środków technicznych – w odpowiednie kompetencje w zakresie metod i narzędzi zarządzania wiedzą.

Z powyższych rozważań wyłania się docelowy profil wiedzy i kompetencji nowoczesnego inżyniera, który może i powinien być aktywnym uczestnikiem procesów TA i ma do wykonania w tym obszarze konkretne zadania. W szczególności można postulować aby „TA inżynier”:

- a) był wyposażony w wiedzę i umiejętności, gwarantujące rzetelne przeprowadzenie merytorycznej oceny technicznych własności i właściwości technologii/produktów.
- b) dysponował niezbędnym doświadczeniem i intuicją, umożliwiającą formułowanie oceny w warunkach niepełnej (nie w pełni dostępnej) informacji. Pożytecznym uzupełnieniem intuicji powinna być znajomość i umiejętność praktycznego stosowania naukowych metod predykcji (prognozowania).
- c) był dobrze zorientowany w aktualnych trendach rozwoju techniki i technologii, ze szczególnym uwzględnieniem innowacji i patentów.
- d) orientował się w teorii i praktyce procesów zarządczych, zwłaszcza – procesów decyzyjnych.
- e) był otwarty na współpracę ze specjalistami z innych dyscyplin i dziedzin.

PODSUMOWANIE

W kolejnych częściach tego opracowania podjąłem próbę przedstawienia uwarunkowań, związanych włączeniem do programów kształcenia inżynierów zagadnień, związanych z rozpoznawaniem oddziaływań społecznych innowacyjnych technologii i produktów oraz aktywnym kształtowaniem takich oddziaływań. W dalszych pracach badawczych zamierzam zaproponować wykorzystanie dla realizacji przedstawionych powyżej celów konkretnych, nowoczesnych metod i narzędzi kształcenia.

LITERATURA

- [1] Michael Decker, Miltos Ladikas (editors) "Bridges Between Science, Society and Policy Technology Assessment – Methods and Impacts", Springer ISBN: 3-540-21283-3, EPTA
- [2] Porter Alan; Frederick Rossini; Stanley R. Carpenter; and Alan Roper. 1980. A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis. New York: North Holland.
- [3] Porter, A.L., Porter, A.T., Mason, T.W., Rossini, F.A., and Banks, J. (1991), Forecasting and Management of Technology, New York: John Wiley
- [4] Richard Sclove, Reinventing Technology Assessment: A 21stCentury Model (Washington, DC: Science and Technology Innovation Program, Woodrow Wilson International Center for Scholars, April 2010)
- [5] Mohr Hans: "Technology Assessment in Theory and Practice", Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology, Vol. 4, No. 4 (Summer, 1999).
- [6] Schot/Rip (1997), The Past and Future of Constructive Technology Assessment in: Technological Forecasting & Social Change 54, 251-268.
- [7] Participatory Technology Assessment – European Perspective, December 2002, London, ISBN 0 85374 803 9, edited by Simon Joss & Sergio Belluci from the Centre for the Study of Democracy
- [8] European Participatory Technology Assessment – Participatory Methods in Technology Assessment and Technology Decision-Making; project report TEKNO.dk Report published on www.tekno.dk/europta October 18, 2000. Publisher: The Danish Board of Technology
- [9] Kaźmierczak J.: „Technology Assessment – wyzwanie dla inżynierów XXI wieku”, wykład podczas uroczystej inauguracji roku akademickiego 2012/2013 w Politechnice Śląskiej w Gliwicach, w dniu 1 października 2012 r.
- [10] Kaźmierczak J.: Ocena oddziaływań społecznych innowacyjnych produktów i technologii, w: Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, praca zbiorowa pod red. Ryszarda Knosali, tom I, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013
- [11] Kaźmierczak J.: Technology Assessment: uwagi na temat metodologii, metodyki i metod, w: Paradygmat sieciowy. Wyzwania dla teorii i praktyki zarządzania, praca zbiorowa pod red. A. Karbownika, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013, ISBN 978-83-7880-166-5
- [12] Kaźmierczak J.: Technology Assessment: Educational Challenge, in: Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, praca zbiorowa pod red. Ryszarda Knosali, tom II, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014
- [13] James A. Phills Jr., Kriss Deiglmeier, Dale T. Miller: Rediscovering Social Innovations, Stanford Social Innovation Review Fall, 2008
- [14] Guide to Social Innovations, European Commission, February 2013
- [15] Dietrych J.: System i konstrukcja, WNT, Warszawa 1978

ABSTRACT

This paper follows some earlier presentations of thoughts and concepts of the author, focused on problems of the impact of innovative technologies and products on various areas of social life, which are commonly referred to the term „Technology Assessment (TA)”. Starting from the current state of the research and including to the considerations the problems of so-called “Social Innovations” the author attempts to clarify both the needs and the possibilities of larger inclusion of selected topics for engineers training programs. The conclusions formulated in the final part of the article refer mainly to some perspectives of further research in the presented field.

KEYWORDS

innovative technologies and products, Technology Assessment, Social Innovations, Engineering Education

prof. dr hab. inż. Jan Kaźmierczak

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, POLSKA

e-mail: Jan.Kazmierczak@polsl.pl

MECHANIZMY ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA INŻYNIERÓW NA PRZYKŁADZIE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

MECHANISMS OF PROVIDING QUALITY OF ENGINEERING EDUCATION ON THE BASIS OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Politechnika Śląska

STRESZCZENIE

W pracy zaprezentowano przykład kompleksowego systemu zapewnienia jakości kształcenia funkcjonującego przez okres 6 lat w dużej, wielowydziałowej uczelni technicznej. Autor opracowania pełniący funkcje pełnomocnika rektora ds. systemu zwrócił uwagę na najważniejsze uwarunkowania wpływające na jego tworzenie, utrzymywanie i doskonalenie. Wykazał konieczność stworzenia systemu działającego na dwu poziomach. Przedstawił przykład opracowania standardów postępowania w dokumentacji systemu na poziomie ogólnym i lokalnym. Zasygnalizował konieczność ustawicznej pracy nad świadomością i przygotowaniem pracowników w zakresie systemu. Podkreślił potrzebę stałego zainteresowania funkcjonowania systemem i podał przykłady działań ukierunkowanych na jego utrzymywanie i doskonalenie.

SŁOWA KLUCZOWE

jakość kształcenia, mechanizmy zapewnienia jakości, podejście systemowe, wyższa uczelnia techniczna

WPROWADZENIE

Rynek pracy stawia coraz wyższe wymagania dotyczące przygotowania inżynierów, którzy kończą wyższe uczelnie techniczne. Uczelnie próbują w różny sposób dostosować się do potrzeb i oczekiwań zmieniającego się rynku pracy. Tworzone są nowe kierunki studiów, modyfikuje się istniejące programy studiów. Zwraca się coraz większą uwagę na jakość kształcenia. Zaczyna się prowadzić systematyczne badania absolwentów i pracodawców. Złożoność wyzwań jakie stają przed uczelnią prowadzi do poszukiwania kompleksowych rozwiązań, które byłyby w stanie uchwycić wszystkie elementy odpowiedzialne za jakość kształcenia i powiązać je w jeden sprawnie działający układ. W literaturze od lat 80-tych dwudziestego wieku można znaleźć doniesienia o udanych próbach zastosowania koncepcji zarządzania jakością w szkolnictwie wyższym [1-4]. Podpisana w 1999 roku Deklaracja Bolońska była istotnym krokiem w stronę tworzenie Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego i rozpoczęła proces ujednolicania struktury systemów szkolnictwa. Deklaracja Bolońska zobowiązuje jej sygnatariuszy przede wszystkim do wprowadzenia czytelnych i porównywalnych stopni i dyplomów, mobilności studentów i pracowników, współpracy w zakresie zapewnienia jakości oraz rozwijania europejskiego wymiaru w edukacji wyższej [5]. Realizacja Procesu Bolońskiego w miarę upływu lat powodowała powstawanie kolejnych

wymagań dla uczelni. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w kolejnych nowelizacjach ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym oraz towarzyszących im zestawach rozporządzeń wprowadziło obowiązek posiadania wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia, uczelnie zostały zobligowane do opracowania programów kształcenia zgodnie z zasadami Krajowych Ram Kwalifikacji. W Polsce działa niezależna agencja Polska Komisja Akredytacyjna, która sprawuje nadzór nad jakością kształcenia. Aktualne standardy i kryteria oceny jakości obligują uczelnie m.in. do opisu programów kształcenia w języku efektów kształcenia oraz do stosowania odpowiednich metod ich weryfikacji. Zatem w obecnej sytuacji wyższa uczelnia techniczna staje przed wyzwaniami, z jednej strony zmieniających się potrzeb rynku pracy, z drugiej strony różnorodnych wymagań organów nadzorujących jest funkcjonowanie. Uczelnie w różny sposób próbują się dostosować do aktualnych wyzwań. Politechnika Śląska zdecydowała się na zbudowanie i rozwijanie kompleksowego systemu zapewnienia jakości kształcenia, który odnosi się do wszystkich elementów odpowiedzialnych za jakość kształcenia. Autor opracowania pełniąc od 2008 roku funkcję Pełnomocnika Rektora ds. Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia kieruje pracami dotyczącymi tworzenia, utrzymywania i doskonalenia systemu, i zamierza podzielić się swymi doświadczeniami i przemyśleniami w tym obszarze. Autor wcześniej opublikował dwie prace dotyczące uwarunkowań tworzenia systemu i rola audytu w systemie [6, 7]. W celu szerszego zaprezentowania różnych punktów widzenia systemu autor zaprosił do współpracy dwie osoby pełniące funkcje w Systemie Zapewnienia Jakości Kształcenia na poziomie jednego z wydziałów, audytora wewnętrznego i osobę odpowiedzialną za proces ankietyzacji. Dyskusja z tymi osobami oraz ich przemyślenia wpłynęły na wzbogacenie treści opracowania i umożliwiły przedstawienie postrzegania systemu z różnych punktów widzenia. Celem niniejszego opracowania jest zaprezentowanie przykładu kompleksowego systemu odpowiadającego za jakość kształcenia na wyższej uczelni technicznej, w którym uwzględniono różne uwarunkowania i starano się połączyć wiele elementów w jeden funkcjonujący układ.

PODSTAWOWE INFORMACJE O POLITECHNICE ŚLĄSKIEJ I JEJ WEWNĘTRZNYM SYSTEMIE ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA

Politechnika Śląska jest jedną z największych w Polsce uczelni technicznych, która w 2015 roku będzie obchodzić jubileusz 70-lecie swojej działalności. W strukturze uczelni znajduje się 16 jednostek podstawowych tj. 13 wydziałów: Architektury; Automatyki, Elektroniki i Informatyki; Budownictwa; Chemiczny; Elektryczny; Górnictwa i Geologii; Inżynierii Biomedycznej; Inżynierii Materiałowej i Metalurgii; Inżynierii Środowiska i Energetyki; Matematyki Stosowanej; Mechaniczny Technologiczny; Organizacji i Zarządzania; Transportu, dwa kolegia – Języków Obcych i Pedagogiczne oraz Centrum Naukowo – Dydaktyczne Instytut Fizyki. Siedziba główna uczelni mieści się w Gliwicach, dziewięć wydziałów Politechniki Śląskiej zlokalizowanych jest w Gliwicach, a pozostałe cztery – po dwa w Katowicach i Zabrze. Politechnika Śląska w roku akademickim 2014/2015 kształci ponad

26,5 tysiąca studentów, z czego ponad 19,5 tysiąca na studiach stacjonarnych. W swojej ofercie dydaktycznej posiada 50 kierunków studiów, w tym 37 niepowtarzających się. Na Politechnice Śląskiej prowadzone są następujące rodzaje studiów: studia I stopnia, studia II stopnia, studia III stopnia oraz studia podyplomowe. Decyzję o wdrożeniu Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia podjął Senat Uczelni w styczniu 2008 roku. Został zaprojektowany, opracowany i wdrożony przez pracowników Politechniki Śląskiej wewnętrzny system zapewnienia jakości kształcenia, który jest dostosowany do jej specyfiki i potrzeb. System obejmuje wymagania podstawowe, wybrane wymagania systemu zarządzania jakością zgodnego z wymaganiami norm ISO serii 9000 oraz wewnętrzne wymagania Politechniki Śląskiej. System funkcjonuje od 2008 roku, jest utrzymywany, rozwijany i doskonalony. Aktualnie SZJK obejmuje wszystkie jednostki prowadzące dydaktykę oraz wszystkie rodzaje studiów. System działa na dwu poziomach, na poziomie uczelni jako całości i na poziomie każdej jednostki podstawowej. Zostały wprowadzone i funkcjonują różne mechanizmy oceny i monitorowania systemu.

PRZYKŁAD KOMPLEKSOWEGO SYSTEMU ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA W DUŻEJ UCZELNI TECHNICZNEJ

System Zapewnienia Jakości Kształcenia funkcjonujący w Politechnice Śląskiej w czasie przygotowania opracowania (listopad 2014) funkcjonuje od sześciu lat. Jest to stosunkowo długi okres funkcjonowania, w czasie którego system był sprawdzany, testowany i oceniany, zarówno wewnętrznie, jak i zewnętrznie. Zgromadzono wiele doświadczeń, nasuwają się różne przemyślenia. Autor w tak krótkim opracowaniu nie jest w stanie dokładnie opisać działania systemu i wszystkich doświadczeń, które zebrano. Dokonał więc wyboru informacji, które jego zdaniem mają kluczowe znaczenie dla właściwego tworzenia i działania takiego systemu, i te informacje będą stanowiły podstawę dalszych rozważań.

Konieczność stworzenia dwupoziomowego systemu

Chcąc rzeczywiście wpływać na jakość kształcenia inżyniera należy uwzględnić wiele elementów i uwarunkowań. Pojawia się potrzeba stworzenia układu, w którym będą uwzględnione wszystkie potrzebne elementy i co równie ważne, elementy te będą wzajemnie powiązane tworząc jeden funkcjonujący system. W przypadku dużej, wielowydziałowej uczelni konieczne jest stworzenie systemu, który będzie działał na dwu poziomach, na poziomie uczelni jako całości i na poziomie każdej jednostki organizacyjnej. Przystępując do tworzenia takiego systemu trzeba połączyć dwa, wydawałoby się rozbieżne podejścia. Pierwsze to dążenie do opracowania regulacji, które będą uniwersalne i możliwe do zastosowania w każdej jednostce objętej systemem. Drugie to zamierzenie jak najlepszego dostosowania regulacji do potrzeb i specyfiki danej jednostki organizacyjnej. Aby udało się powiązać te dwa podejścia konieczne jest opracowanie dwupoziomowego systemu. System nadrzędny obowiązujący w każdej jednostce będzie obejmował najważniejsze regulacje wspólne dla całej uczelni. Na poziomie każdej jednostki będzie funkcjonował system podrzędny, w którym będą uwzględnione specyficzne i unikalne

rozwiązania, potrzebne dla tejże jednostki. Co więcej, te dwa poziomy systemu muszą wzajemnie współdziałać i przekazywać sobie potrzebne informacje. Koncepcja wydaje się słuszna, ale jak ją praktycznie zrealizować? Przykład Politechniki Śląskiej pokazuje, że jest możliwe stworzenie takiego dwupoziomowego, sprawnie funkcjonującego systemu, ale wymaga to dobrego przygotowania i dużego zaangażowania. Kluczowe znaczenie ma dobre zaprojektowanie takiego systemu, znalezienie lidera, który będzie przygotowany do zarządzania złożonym systemem, właściwy dobór zespołu, który będzie go tworzył oraz przeznaczenie odpowiedniej ilości czasu na jego opracowanie i wdrożenie. Tworząc koncepcję systemu trzeba cały czas pamiętać o jego dwupoziomowości. Konieczne jest wypracowanie rozwiązań, które będą obejmowały właściwą ilość regulacji możliwych do zastosowania na całej uczelni. Słowo właściwą w poprzednim zdaniu ma szczególne znaczenie. Uczelnia musi odpowiedzieć sobie na pytanie, ile regulacji jest jej tak naprawdę potrzebnych na poziomie centralnym. Zarówno nadmiar, jak i niedomiar regulacji jest niebezpieczny dla tworzonego systemu. Uczelnie przystępując do tworzenia systemu stają przed pokusą opisu wszystkich możliwych sytuacji. Jest to niezmiernie trudne i właściwie niemożliwe, aby w systemie opisać wszystkie mogące się pojawić sytuacje. Takie podejście spowoduje, że system będzie bardzo rozbudowany i złożony, co przełoży się z kolei na trudności przy jego wprowadzaniu. Zdaniem autora uczelnia powinna się zdecydować na w miarę prosty system, w którym będą uwzględnione tylko najważniejsze wymagania. Tworząc system na poziomie centralnym trzeba pamiętać, aby był on otwarty i przygotowany na wprowadzenie nowych rozwiązań w przyszłości. Projektując system należy zdawać sobie sprawę, że tworzymy szkielet systemu, który w przyszłości najpewniej będzie rozwijany i uzupełniany o nowe elementy, które będą wynikały z nowych potrzeb i regulacji, zarówno zewnętrznych, jak i wewnętrznych. Przyjęcie koncepcji stosunkowo prostego, otwartego na zmiany w przyszłości systemu wydaje się najbardziej pożądanym podejściem. Również biorąc pod uwagę tworzenie systemu lokalnego na poziomie danej jednostki organizacyjnej. W tym podrzędnym w stosunku do centralnego systemu układzie łatwiej będzie włączyć rozwiązania specyficzne dla danej jednostki i łatwiej je będzie modyfikować czy uzupełniać w przyszłości. Kolejne zagadnienie, które się pojawia na etapie projektowania systemu to zapewnienie spójności dwóch jego poziomów, centralnego i lokalnego. Projektując system trzeba budować jeden układ funkcjonujący na dwu poziomach. Ewentualny pomysł stworzenia dwóch systemów, jednego centralnego, przygotowanego ogólnie, drugiego lokalnego przygotowanego przez daną jednostkę i późniejsza próba ich integracji, najpewniej spowoduje bardzo poważne trudności, które nie rozwiązane będą skutkowały tym, że uczelnia będzie miała dwa i to zwykle nie powiązane ze sobą układy. Drugim kluczowym czynnikiem odpowiedzialnym za właściwie zaprojektowanie a później zbudowanie i wdrożenie systemu jest znalezienie na uczelni osoby, która będzie koordynowała cały proces tworzenia systemu, a później zarządzała systemem. Osoba ta powinna posiadać odpowiednią wiedzę i przygotowanie w zakresie zarządzania jakością oraz podejścia systemowego. Co więcej, poza właściwym przygotowaniem, powinna posiadać odpowiednie

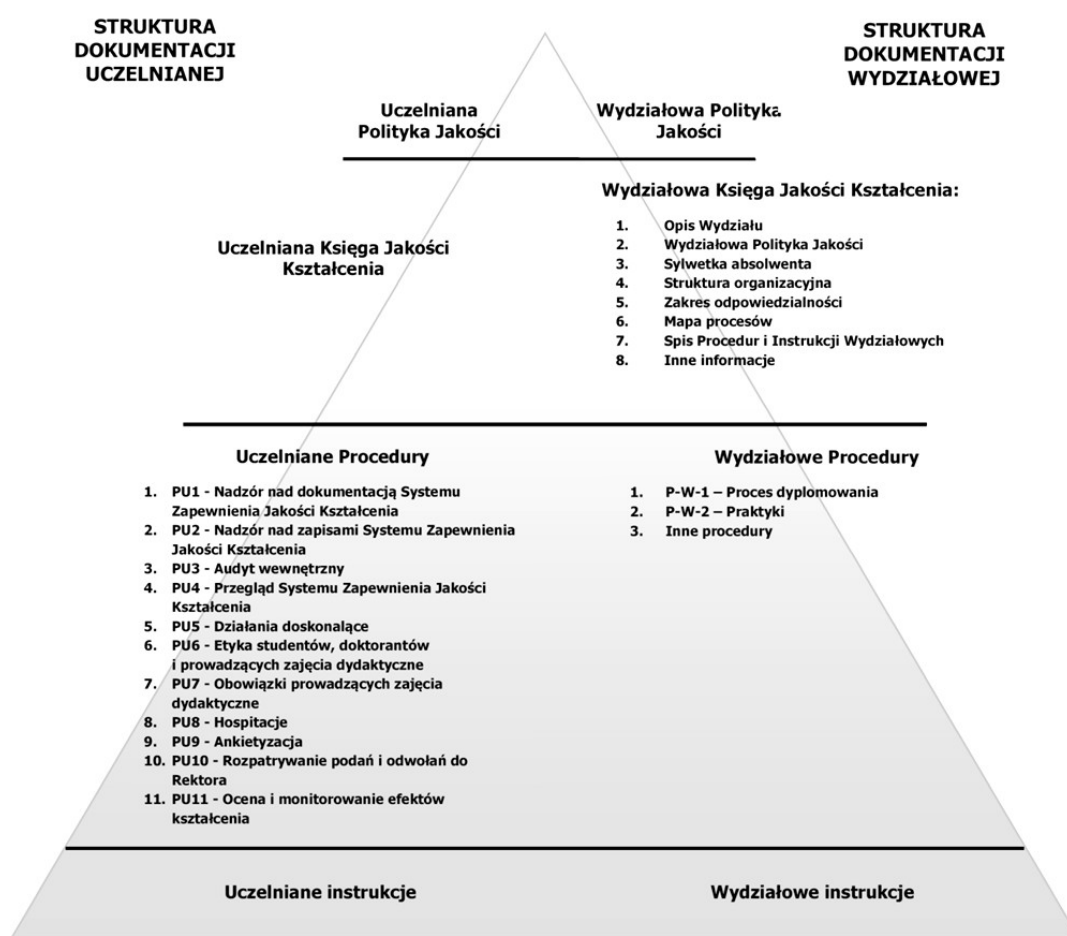
cechy osobowości, które będą ją predysponowały do motywowania i kierowania ludźmi. Podczas tworzenia systemu pojawi się wiele trudności, które trzeba rozwiązać, wielokrotnie osoba ta będzie musiała wypracować kompromis między różnymi zdaniem. Funkcja pełnomocnika rektora ds. systemu jest odpowiedzialnym stanowiskiem, wymagającym dobrego przygotowania, dużego zaangażowania i pochłaniającym dużą ilość czasu. Dlatego bardzo ważny jest właściwy dobór takiej osoby, odpowiednie jej przygotowanie oraz realne wsparcie ze strony najwyższego kierownictwa uczelni, które umożliwi jej wykonywanie powierzonych obowiązków. Trzecim kluczowym czynnikiem warunkującym odpowiednie tworzenie systemu jest właściwy dobór zespołu, który będzie odpowiadał za jego projektowanie, budowę i utrzymywanie. Biorąc pod uwagę dwupoziomowość systemu osoby do zespołu powinny być dobrane, w taki sposób, aby zapewnić ich udział, zarówno na poziomie centralnym, jak i na poziomie lokalnym. W Politechnice Śląskiej przyjęto następujące rozwiązanie. Powołano Uczelnianą Radę ds. SZJK, w skład której weszli wszyscy pełnomocnicy kierowników poszczególnych jednostek podstawowych, kierownik działu odpowiedzialnego za kształcenie na poziomie uczelni oraz przedstawiciele doktorantów i studentów. Radą kieruje Pełnomocnik Rektora ds. SZJK. Przyjęcie takiego składu osobowego zapewnia bezpośrednią łączność między poziomem centralnym systemu a jego poziomami lokalnymi. Pełnomocnicy kierowników poszczególnych jednostek organizacyjnych uczestniczą na co dzień w pracach dotyczących systemu na poziomie centralnym, a zarazem są przewodniczącymi powołanych na szczeblu lokalnym komisji, które odpowiadają za system na poziomie lokalnym. Czwartym kluczowym czynnikiem odpowiedzialnym za właściwe funkcjonowanie systemu jest przeznaczenie odpowiedniej ilości czasu na jego opracowanie i wdrożenie. Tworzenie dwupoziomowego systemu wymaga czasu i racjonalnego rozłożenia zadań. W pierwszej kolejności powinny zostać wypracowane rozwiązania na poziomie centralnym. Właściwy dobór zespołu tworzącego system powinien umożliwić uzyskanie konsensusu, co do uniwersalnych rozwiązań, które będą zastosowane w każdej jednostce. Uzyskanie zgody wymaga jednak odpowiedniej ilości czasu, w którym będzie miejsce na przedstawienie różnych punktów widzenia, dyskusję i wreszcie wypracowanie rozwiązań, które będą możliwe do zaakceptowania przez wszystkich. Należy stworzyć odpowiednie warunki, aby reprezentanci różnych jednostek organizacyjnych mogli przedstawić swoje oczekiwania, wysłuchać racji innych i w końcu wypracować ogólnie akceptowalne rozwiązania. Po opracowaniu systemu na poziomie centralnym trzeba przeznaczyć odpowiednią ilość czasu do opracowania rozwiązań na poziomie lokalnym. Tutaj również jest potrzebna współpraca przedstawicieli różnych komórek organizacyjnych danej jednostki i poszukiwanie rozwiązań, które będą dla niej optymalne. Po opracowaniu systemu należy przewidzieć właściwy czas potrzebny na jego wdrożenie. Wdrożenie systemu to zastosowanie regulacji, zarówno centralnych, jak i lokalnych w praktyce danej jednostki. Przekonanie ludzi do rozwiązań w systemie, przetestowanie regulacji i wprowadzenie niezbędnych korekt. To również czas potrzebny na „dotarcie” się nowych rozwiązań i włączenie ich do standardowo realizowanych działań. Na te wszystkie działania potrzebny

jest czas i ludzie kierujący wdrożeniem systemu powinni mieć świadomość odpowiedniej ilości czasu, który trzeba poświęcić na to, aby udało się dobrze zrealizować ten proces. Podczas wdrożenia systemu bardzo istotne jest dotarcie z informacjami o systemie do pracowników i przekonanie ich o celowości wprowadzonych regulacji.

Opracowanie standardu postępowania

Podczas tworzenia systemu zapewnienia jakości kształcenia konieczne jest opracowanie standardu postępowania w różnych sprawach. Przyjęcie koncepcji dwupoziomowego systemu skutkuje opracowaniem standardu postępowania na poziomie uniwersalnym, który będzie obowiązywał we wszystkich jednostkach i standardu postępowania na poziomie specyficznym, który będzie miał zastosowanie na poziomie danej jednostki. Projektując system standardy postępowania powinny być opisane w odpowiedniej dokumentacji. W przypadku dwupoziomowego systemu należy stworzyć koncepcję dokumentacji, która będzie zawierała dwa poziomy, centralny i lokalny, i co najważniejsze poziomy te będą ze sobą wzajemnie skorelowane. Projektując system w Politechnice Śląskiej przyjęto następującą strukturę dokumentacji (rys. 1). Dokumentację podzielono na dwie części, dokumentację, która będzie obowiązywała na poziomie całej uczelni nazwano uczelnianą. Dokumentacja, która będzie miała zastosowanie w konkretnej jednostce podstawowej nazwano wydziałową. Dokumentację uczelnianą, która zawiera uniwersalny standard postępowania tworzy Uczelniana Rada ds. SZJK, w której są przedstawiciele wszystkich jednostek objętych systemem. Dokumentację wydziałową, która zawiera lokalny standard postępowania tworzy odpowiednia komisja na poziomie konkretnej jednostki. Dokumentacja uczelniana i wydziałowa są między sobą powiązane. Jest określony standard zawartości dokumentacji wydziałowej, który może być rozwijany w zależności od potrzeb danej jednostki. Dokumentację uczelnianą i wydziałową podzielono na kilka wzajemnie powiązanych poziomów. Najwyższy poziom stanowi polityka jakości, w której określono podstawowe cele systemu. Na drugim poziomie znajduje się księga jakości, odpowiednio uczelniana lub wydziałowa, która jest dokumentem nadrzędnym, w którym opisano najważniejsze regulacje dotyczące systemu. Na trzecim poziomie znajdują się procedury, w których opisano standard postępowania w danych obszarach. Na czwartym poziomie przewidziane są instrukcje, które będą opisywały szczegółowo sposób postępowania w danej sprawie. Poszczególne poziomy dokumentów są ze sobą powiązane, z poziomu księgi są odwołania do odpowiednich procedur, z poziomu właściwej procedury może być odwołanie do danej instrukcji. Taka struktura dokumentacji tworzy system, czyli zbiór wzajemnie powiązanych i wzajemnie oddziałujących regulacji. Zaprezentowana koncepcja dokumentacji jest otwarta. W miarę potrzeb można opracowywać nowe procedury i instrukcje, które będą wkomponowane w istniejący układ. Przyjęcie takiej koncepcji dokumentacji umożliwia określenie i powiązanie różnych standardów postępowania. W aktualnie obowiązującej w Politechnice Śląskiej dokumentacji SZJK (rys. 1) na poziomie ogólnym czyli uczelnianym jest określona polityka jakości, jest uczelniana księga jakości, która zawiera podstawowe informacje dotyczące standardu postępowania obowiązującego w każdej jednostce. Opisano

11 procedur uczelnianych, w których opisano ogólny standard postępowania w danych obszarach. Aktualnie nie ma uczelnianych instrukcji, które normowałyby standard postępowania w konkretnej sprawie. Tworzący system przewidzieli jednak taką możliwość i z chwilą, w której okaże się, że istnieje potrzeba danej instrukcji stosunkowo łatwo będzie można ją wprowadzić do systemu. Druga część dotycząca dokumentacji wydziałowej zawiera ogólne wytyczne co powinno się znaleźć w wydziałowej księdze jakości, stawia wymaganie opracowania dwóch procedur: proces dyplomowania i praktyki, jeśli te mają zastosowanie w danej jednostce. Zachęca jednostki do rozważenia i opracowania innych procedur i instrukcji, jeśli takie byłyby potrzebne. Przyjęta koncepcja dwupoziomowej dokumentacji sprawdza się w praktyce. Określono ogólny standard postępowania, który obowiązuje na całej uczelni. Starano się opisać tylko najważniejsze zagadnienia, które są istotne dla funkcjonowania uczelni. Z chwilą pojawienia się potrzeby opracowania nowej procedury Uczelniana Rada ds. SZJK opracowuje projekt takiego dokumentu i jest on wprowadzany do systemu. Szczegółowe rozwiązania, które są potrzebne dla danej jednostki są zawarte w dokumentacji wydziałowej, która może być w każdej chwili uzupełniona o nowe regulacje. Nad dokumentacją uczelnianą sprawuje nadzór pełnomocnik Rektora ds. SZJK a za dokumentację wydziałową odpowiada odpowiedni pełnomocnik kierownika ds. SZJK w danej jednostce.



Rys. 1. Struktura dokumentacji Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia

Źródło: Uczelniana Księga Jakości Kształcenia, Politechnika Śląska, 2013

Praca nad zasobem ludzkim

Tworząc system zapewnienia jakości kształcenia niezwykle ważne jest dotarcie do pracowników uczelni. Społeczność akademicka jest szczególnie trudną zbiorowością, która nie lubi ograniczeń i sztywnych zasad postępowania. System ze swojej natury wprowadza pewien standard postępowania, dlatego na pewno spotka się z oporem ludzkim. Chcąc zminimalizować ten opór i ograniczyć jego występowanie należy bardzo umiejętnie realizować proces budowy systemu a później utrzymywać system. Na początkowym etapie tworzenia systemu do każdego pracownika powinna dotrzeć informacja po co jest system, co on może dawać i jakie korzyści może zaproponować. Ważne jest uświadomienie pracownikom w zakresie systemu i próba pozyskania pierwszych osób, które będą chciały się zaangażować w jego tworzenie. Trzeba dobrze przemyśleć, w jaki sposób przeprowadzić szkolenia wstępne w zakresie systemu, z jakimi grupami to zrobić i w jakim czasie. Ważne jest znalezienie właściwych osób, które po dobrym przygotowaniu zaczną pełnić w systemie odpowiedzialne funkcje. Szczególnej uwagi wymaga dobór osoby odpowiedzialnej za funkcjonowanie całego systemu. Dwupoziomowość systemu wymaga znalezienia osób, które będą działały na poziomie centralnym i na poziomie danej jednostki. Istotne jest aby powiązać te dwa poziomy. Przykład Politechniki Śląskiej pokazuje, że możliwy jest taki dobór osób i przydzielanie im odpowiedzialności w taki sposób, aby czuły się odpowiedzialne za całość systemu i za jego działanie na poziomie danej jednostki. Pełnomocnicy wszystkich kierowników jednostek tworzą uczelnianą radę, która odpowiada za tworzenie systemu na poziomie całej uczelni. Potrzebne jest dobre przygotowanie merytoryczne zespołów, które będą tworzyły system. Z doświadczeń Politechniki wynika, że ważne jest stworzenie odpowiedniego klimatu dla budowy systemu, ludzie bardziej zaangażują się wtedy, kiedy będą mogli tworzyć rozwiązania, które są im potrzebne, kiedy będą mogli wymieniać poglądy, dyskutować i twórczo pracować. Istotną rolę do odegrania ma lider takiej grupy, który powinien docenić różność poglądów ale starać się wypracowywać konsensus w ważnych sprawach. Podczas opracowywania kolejnych rozwiązań dotyczących systemu konieczne jest przekazywanie informacji dla pracowników, którzy będą na bieżąco uzyskiwali dane o postępie prac. Szczególnej uwagi wymagają szkolenia, podczas których będzie przekazywana wiedza dotycząca systemu. Kto powinien, i jak przeprowadzić te szkolenia żeby dotrzeć z konkretną informacją do każdego pracownika. Są to wyzwania, które stoją przed kierownictwem uczelni i wymagają do tego kierownictwa zaangażowania. Mimo nawet dobrze przeprowadzonych szkoleń będzie pojawiał się opór wobec nowych regulacji. Najlepszą formą ograniczenia tego oporu jest pokazanie korzyści jakie daje system, dobrych praktyk, które udało się uzyskać dzięki systemowi. Ważne jest również przeznaczenie odpowiedniego czasu na wdrożenie systemu, żeby ludzie mogli zaaklimatyzować się do nowej sytuacji, mogli zgłaszać swoje uwagi i postulaty. Na etapie wdrażania systemu potrzebne są konsultacje, wprowadzanie zmian i modyfikacji, które pokażą, że rozwiązania systemu chcą jak najlepiej dostosować się do potrzeb i oczekiwań jego użytkowników. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się tworzenie stosunkowo prostego, zrozumiałego i

przyjaznego dla użytkownika systemu. Ważną rolę pełni zaangażowanie i osobisty przykład ludzi, którzy pełnią w systemie funkcje. Praca nad zasobem ludzkim w zasadzie nigdy się nie kończy. Podczas utrzymywania i doskonalenia systemu trzeba cały czas pamiętać o potrzebie dalszej edukacji w zakresie wymagań systemu. Istotne jest, aby umiejętnie wprowadzać zmiany do regulacji. Burzliwie zmiany zewnętrznych regulacji prawnych dotyczących uczelni wymuszają wprowadzanie kolejnych regulacji do systemu. Należy zachować zdrowy rozsądek i umiar we wprowadzaniu zmian. Trzeba zawsze mieć świadomość, że wprowadzenie kolejnej regulacji może spowodować niezadowolenie i opór.

Rzeczywiste funkcjonowanie systemu

Aby system zapewnienia jakości kształcenia mógł właściwie funkcjonować potrzebne jest normalne zainteresowanie systemem i konsekwentna, ciągła praca. System powinien działać cały czas, odpowiednie zespoły (rady, komisje) powinny spotykać się w określonych odstępach czasu, aby monitorować funkcjonowanie systemu, rozwiązywać na bieżąco problemy i starać się drogą małych kroków doskonalić jego funkcjonowanie. W systemie są wbudowane różne mechanizmy zbierania danych. Istotne jest, żeby na bieżąco uzyskiwane dane były przetwarzane i wykorzystywane do podejmowania decyzji. O rzeczywistym funkcjonowaniu systemu świadczy jego normalne, codzienne działanie. Czy jest wykorzystywany przez pracowników, czy generuje on potrzebne informacje, czy ułatwia rozwiązywanie problemów. W dobrze funkcjonujący system są wbudowane różne mechanizmy jego monitorowania. Wśród tych mechanizmów ważną rolę do odegrania ma audyt wewnętrzny i przegląd systemu. W Politechnice Śląskiej prowadzone są dwa rodzaje audytów wewnętrznych, uczelniany i wydziałowy. Audyt wewnętrzny uczelniany jest prowadzony przez audytorów uczelnianych, którzy sprawdzają funkcjonowanie systemu we wszystkich jednostkach. Celem audytu jest potwierdzenie zgodności systemu w jednostce z wymaganiami ogólnymi opisanymi w dokumentacji uczelnianej i wymaganiami lokalnymi zawartymi w dokumentacji wydziałowej oraz jego doskonalenie. Audytorzy przygotowują po każdym audycie raport, w którym zawierają ocenę systemu, spostrzeżenia i uwagi, zalecenia doskonalące i w przypadku wykrycia problemów niezgodności. Jednostka po audycie realizuje działania poaudytowe ukierunkowane na rozwój i doskonalenie. Podobną rolę pełni audyt wewnętrzny wydziałowy, które jednostki przeprowadzają z wykorzystaniem własnych audytorów wewnętrznych, i jest on ukierunkowany na wewnętrzne potwierdzenie zgodności systemu oraz jego doskonalenie. Po zakończeniu każdego roku akademickiego prowadzone są przeglądy systemu na poziomie każdej jednostki, a następnie na poziomie całej uczelni. W oparciu o przygotowane przez pełnomocników materiały kierownictwo na odpowiednim szczeblu zastanawia się nad funkcjonowaniem systemu i podejmuje konkretne decyzje ukierunkowane na poprawę jego funkcjonowania. Kończąc rozważania o normalnym funkcjonowaniu systemu trzeba zwrócić uwagę na potrzebę jego dostosowania do zmieniających się wymagań. Zmieniają się wymagania zewnętrzne i wymagania wewnętrzne, system powinien reagować na takie zmiany. Oczywiście kierujący systemem, muszą znaleźć

odpowiedni czas na wprowadzenie zmian. Drobne zmiany wprowadza się na bieżąco, natomiast poważne zmiany, które wpływają na zmianę regulacji centralnych powinny być właściwie przygotowane i wprowadzane w odpowiednio dobranych odstępach czasu.

PODSUMOWANIE

Coraz wyższe wymagania dotyczące przygotowania inżynierów zmuszają uczelnie techniczną do poszukiwania całościowych rozwiązań. W pracy zaprezentowano przykład kompleksowego systemu zapewnienia jakości kształcenia, który funkcjonuje w Politechnice Śląskiej przez okres sześciu lat. System ten obejmuje wiele elementów odpowiedzialnych za jakość kształcenia, które powinny ułatwić uczelni dostosowanie do zmieniających potrzeb rynku pracy i różnorodnych wymagań organów nadzorujących jej funkcjonowanie. Autor opracowania, pełniący funkcje pełnomocnika rektora w zakresie systemu, starał się zwrócić uwagę na najważniejsze uwarunkowania wpływające na właściwe funkcjonowanie systemu. W przypadku wielowydziałowej uczelni technicznej konieczne jest stworzenie dwupoziomowego systemu, który będzie działał na poziomie uczelni i na poziomie każdej jednostki organizacyjnej. W opracowaniu zwrócono uwagę na kluczowe czynniki odpowiedzialne za właściwe tworzenie takiego systemu. Szczególne znaczenie ma odpowiednie zaprojektowanie systemu, w którym zostaną uwzględnione najważniejsze elementy odpowiedzialne za jakość kształcenia i elementy te zostaną powiązane w jeden sprawnie funkcjonujący układ działający na dwu poziomach. Ważną rolę do spełnienia ma osoba kierująca tworzeniem systemu. Istotne znaczenie ma właściwy dobór zespołu ludzkiego odpowiedzialnego za kształtowanie systemu oraz przeznaczenie odpowiedniej ilości czasu na jego opracowanie i wdrożenie. W dwupoziomowym systemie potrzebne jest opracowanie standardów postępowania, ogólnych na poziomie uniwersalnym i szczegółowych, dostosowanych do specyfiki jednostki na poziomie lokalnym. Zaprezentowano przykład dwupoziomowej dokumentacji, w której opisano standardy postępowania na tych dwu poziomach. Zwrócono uwagę na konieczność ustawicznej pracy na świadomością i przygotowaniem pracowników w kontekście wymagań systemu. Podano przykłady dobrych praktyk, które powinny wpłynąć na zmniejszenie oporu zasobu ludzkiego w stosunku do systemu. Wyraźnie zaakcentowano konieczność stałego zainteresowania funkcjonowaniem systemu i podano przykłady konsekwentnej pracy mającej na celu jego utrzymanie i doskonalenie. Podkreślono znaczenie dobrze prowadzonych audytów wewnętrznych i przeglądów systemu.

Przykład Politechniki Śląskiej pokazuje, że możliwe jest zbudowanie kompleksowego systemu zapewniania jakości kształcenia, który będzie dostosowany do specyfiki uczelni i będzie obejmował wiele elementów odpowiedzialnych za jakość kształcenia. Tworzenie i utrzymywanie takiego systemu wymaga jednak dobrego przygotowania i potrzebne jest duże zaangażowanie. Efektem takiego podejścia będzie posiadanie rozwiązań ukierunkowanych na spełnienie zmieniających się potrzeb w zakresie kształcenia studentów oraz potwierdzenie wymagań organów nadzorujących uczelnie. System zapewnienia jakości

kształcenia może przynosić uczelni i jej pracownikom wielorakie korzyści, pod warunkiem jednak, że cały czas będzie właściwie utrzymywany i doskonalony.

LITERATURA

- [1] Galvin W.F., Quality should be used everywhere in education as in business, Center for Quality of Management Journal, 1993, vol. 2, no 1, p. 31-33.
- [2] Schargel F.P., Why we need total quality management in education, Total Quality Management, 1996, vol. 7, no 2, p. 213-217.
- [3] Waks S., Frank M., Application of the total quality management approach principles and the ISO 9000 standards in engineering education, European Journal of Engineering Education, 1999, vol. 24, no 3, p. 249-258.
- [4] Grant D., Mergen E., Widrick S., Quality management in US higher education, Total Quality Management, 2002, vol. 13, no 2, p. 207-215.
- [5] The Bologna Declaration. Join Declaration of the European Ministers of Education, Bologna, 1999.
- [6] Ligarski M.J., Zapewnienie jakości kształcenia na wielowydziałowej uczelni wyższej, Monografia pod red. J. Żuchowskiego, Zarządzanie jakością wybranych procesów, Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom, 2010, s. 79-94.
- [7] Ligarski M.J., The role of audit in the education quality assurance system, Zeszyty Naukowe nr 217 Current, Trends in Commodity Science, red. H. Szymusiak, N. Czaja-Jagielska, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, 2011, s. 174-182.

ABSTRACT

In the work an example of complex system of providing quality of education is presented, functioning in the period of 6 years in a large, multi-faculty technical university. The author of the work, serving a function of rector's system representative, paid attention to the most important conditions that have influence on system creation, maintenance and development. He indicated a necessity to create the system functioning on two levels. He presented the example of designing a code of conduct for system documentation on a general and local level. He suggested a necessity of continuous work on employee awareness and preparation concerning the system. He emphasized the need of taking permanent interest in system functioning and provided examples of actions directed at its maintenance and development.

KEYWORDS

quality of education, mechanisms of providing quality, system approach, technical university

dr hab. inż. Mariusz J. Ligarski, prof. Pol. Śl.

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, POLSKA

e-mail: mariusz.ligarski@polsl.pl

PROBLEM ZASTOSOWANIA e-LEARNINGU JAKO ELEMENTU KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO W ASPEKCIE FUNKCJONOWANIA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH

THE PROBLEM OF THE USE OF e-LEARNING AS PART OF LIFELONG LEARNING IN TERMS OF THE OPERATION OF THE PRODUCTION PROCESS

Politechnika Śląska

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia istotne elementy systemu szkolenia, pozwalające na systematyczny i intensywny rozwój jednostek i grup zawodowych. Dokonano analizy porównawczej tradycyjnego i nowoczesnego systemu nauczania ze szczególnym uwzględnieniem e-learningu.

SŁOWA KLUCZOWE

nauczanie, e-learning, przemysł

WPROWADZENIE

Szkolenie pracowników przedsiębiorstwa, od najwyższego do najniższego szczebla, jest jednym z warunków sukcesu każdego systemu zarządzania.

Prawidłowe zarządzanie takim systemem wymaga od pracowników wyższego szczebla określonej wiedzy, a także ciągłego jej uzupełniania ze względu na zmiany w technikach i technologiach wytwarzania, stosowanie coraz to nowych rozwiązań i materiałów produkcyjnych, zmiany organizacji pracy oraz zmiany warunków bezpieczeństwa pracy.

Współczesna edukacja jest procesem ustawicznym i powinna obejmować wszystkich pracowników.

W dobie rozwoju informatyzacji i coraz szerszego dostępu do Internetu i intranetu, niezwykle przydatnym i rozwojowym narzędziem wspomagającym przepływ informacji i rozwój pracownika jest e-learning.

Może on być również podstawowym narzędziem w doskonaleniu zarządzania procesami technologicznymi.

Proces technologiczny obejmuje działania mające na celu zmianę materiału wejściowego w gotowy wyrób. Do istotnych aspektów procesu technologicznego należą [1]:

- zasoby ludzkie,
- opisane parametry produktu,
- systemy informatyczne wspomagające zarządzanie procesami technologicznymi,
- techniczne przygotowanie produkcji,
- organizację przestrzeni produkcyjnej,
- zaopatrzenie materiałowe,
- gospodarkę magazynową,
- utrzymanie ruchu,
- ocenę efektywności i doskonalenia procesu produkcyjnego.

Zarząd firmy często sprowadza proces technologiczny do formy uproszczonej, traktując go jako czarna skrzynka. Prowadzi to do podejmowania niewłaściwych decyzji i sprowadzania zagrożeń dla organizacji.

Braki w edukacji specjalistów prowadzą np. do mylenia pojęcia i zakresu obejmującego proces produkcyjny z procesem technologicznym.

Jednym z czynników przyczyniającym się do ograniczenia nieprawidłowości i funkcjonowania wymienionych aspektów produkcyjnych jest dbanie o zapewnienie kształcenia ustawicznego.

Podstawowa zasada takiego kształcenia jest zachowanie ciągłości i systematyczności procesu uczenia się, co zapewnia z jednej strony stały rozwój, a z drugiej – chroni przed zdezaktualizowaniem zdobytej wiedzy [2].

Pierwszy etap życia – kształcenie w szkołach podstawowych, średnich i wyższych – powinien być przygotowaniem do pracy i dalszej edukacji. Najbardziej rozbudowanym sektorem kształcenia w Polsce jest kształcenie zawodowe obejmujące m.in.:

- szkolenia bhp,
- z zakresu znajomości języków obcych,
- doskonalenia zawodowego,
- przygotowujące do uzyskania uprawnień zawodowych
- przyuczające do zawodu.

Cechą charakterystyczną polskiego systemu kształcenia ustawicznego od początku lat dziewięćdziesiątych jest rozproszony i intensywnie rozwijający się sektor usług szkoleniowych oraz dobra organizacja przebiegu szkoleń.

Europejski system szkoleń wykorzystuje nowoczesne technologie dostarczające możliwość kształcenia na bieżąco z użyciem Internetu. Wykształcenie na poziomie uczelni wyższej powinno dać absolwentowi umiejętności do dalszego zdobywania i pogłębiania wiedzy, zgodnie z aktualnymi potrzebami wynikającymi np. z konieczności przystosowania do wymagań rynkowych [3].

E-LEARNING

Klasyczne formy kształcenia pomimo zalety bezpośredniego kontaktu studenta z prowadzącym cechują się szeregiem ograniczeń czasowych, kosztowych i merytorycznych.

Aby rozwiązać wiele narastających problemów od wielu dziesięcioleci podejmowano próby uroszczenia i poszerzenia możliwości oraz dostępu wszystkich zainteresowanych pogłębianiem wiedzy i wiadomości.

Przed epoką Internetu, korzystano z kształcenia korespondencyjnego, co znacznie obniżało koszty kształcenia oraz pozwalało uelastyczyć i poszerzyć jego możliwości. W takim systemie uczestnik sam decyduje o czasie i miejscu oraz zakresie i sposobie wzbogacania swoich wiadomości.

Bardzo istotną sprawą jest przesunięcie odpowiedzialności za wyniki kształcenia z wykładowcy na studenta.

W tabeli 1 przedstawiono cechy charakterystyczne edukacji tradycyjnej i nowoczesnej.

Tabela 1

Cechy charakterystyczne edukacji tradycyjnej i nowoczesnej [3]

Cecha	Forma kształcenia	
	tradycyjna	nowoczesna
Wiedza	standardowa	indywidualizowana
Czas trwania nauki	określony	dowolny
Aktywność studenta	pasywna	aktywna
Podstawowe źródła informacji	przekaz ustny, książki i artykuły drukowane	elektroniczny przekaz, strony www, prezentacje
Cel kształcenia	dostarczanie ogólnej wiedzy	dostarczanie sprecyzowanej wiedzy
Sposób - czas nauki	ściśle określony	nieokreślony
Wymagania wobec uczestnika	dużo czasu na naukę	samodyscyplina, motywacja do samokształcenia
Koszty	100%	20-40%

UŻYTKOWANIE E-LEARNINGU

Intensywny rozwój narzędzi informatycznych oraz systematyczne poszerzanie użytkowania Internetu, Intranetu i in. pozwala na szerokie wykorzystanie i przepływ wiedzy z uwzględnieniem opisanych wcześniej warunków i możliwości.

E-learning stanowi uniwersalną metodę przekazywania i przyswajania wiedzy w różnym zakresie i może obejmować różnorodną tematykę.

Można do nich zaliczyć:

- szkolenia w zakresie bhp,
- wdrażanie systemu zarządzania,
- nowe techniki i technologie
- zarządzanie zasobami ludzkimi,
- ocena stanowiska pracy,
- radzenie sobie ze stresem,
- rekrutacja i selekcja pracowników,
- techniki informatyczne.

Ze szkoleń wykorzystujących techniki e-learningu bardzo często korzystają dorośli uczestnicy, częstokroć obciążeni codziennymi obowiązkami i pracą. Aby utrzymać odpowiedni poziom nauczania i efektywność nauczania należy odpowiednio podchodzić do problemu.

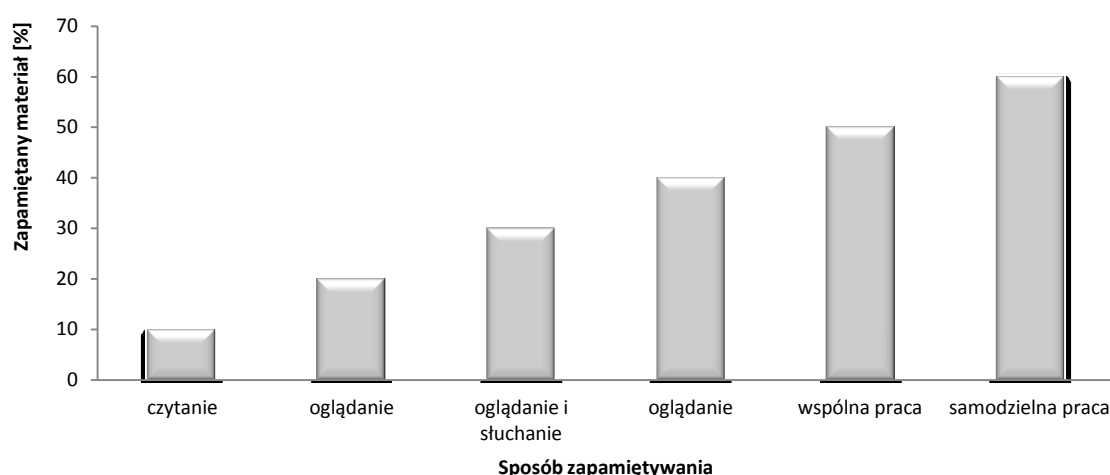
Jednym z istotnych czynników stanowiących ograniczenie w przyswajaniu wiedzy jest stopień zapamiętywania danych.

Na rysunku 1 przedstawiono efektywność zapamiętywania w zależności od przyswajania wiedzy.

Efektywność przyswajania wiedzy jest zależna od ilości i jakości czynników zewnętrznych wpływających na słuchacza.

Można tu wymienić:

- tekst dynamiczny, reagujący na działanie użytkownika w chwili kliknięcia myszą i przenoszący do elementów powiązanych,
- grafikę i fotografię,
- sygnały dźwiękowe, zwracające uwagę na szczególne elementy tematu,
- interaktywne ćwiczenia, gry, symulacje, angażujące studenta i pozwalające szybciej przyswoić zakres materiału.



Rys. 1. Efektywność zapamiętywania materiału w zależności od sposobu przyswajania wiedzy [4]

Do najlepszych ofert e-learningu dla pracowników przemysłowych możemy zaliczyć trzy:

- nauczanie z wykorzystaniem dysków CD,
- wykorzystanie kursów udostępnianych w sieci,
- na podstawie platformy edukacyjnej.

Do najlepszych sposobów możemy zaliczyć wykorzystanie platformy edukacyjnej. Pozwala ona wykorzystać różnorodne produkty, jak kursy opracowane wewnątrz przedsiębiorstwa lub kupowane od wyspecjalizowanych firm. Łączy się to jednak z wysokimi kosztami dlatego realizowane jest w dużych firmach.

Z drugiej strony najtańszym i najmniej uniwersalnym i efektywnym sposobem jest wykorzystanie dysków CD. Trudno tu kontrolować efektywność nauczania ale niskie koszty sprzyjają szerokiemu wykorzystaniu przez małe firmy.

Na rynku największym zainteresowaniem cieszą się szkolenia z zakresu [5, 6, 7]:

- obsługi aplikacji informatycznych,
- szkolenia dotyczące produktów i usług,
- szkolenia z zakresu przygotowanie prezentacji i negocjacji.

Brakuje natomiast ofert szkoleniowych z zakresu zarządzania procesem produkcyjnym. Można jedynie spotkać się z ofertami dotyczącymi zarządzania produkcją lub szkoleniami z zakresu BHP.

Często można się spotkać z zakresem szkoleń e-learningowych w kierunku znajomości i wykorzystania języków obcych a także specjalistycznych, wewnątrz danej firmy. E-learning jest wdrażany niemal we wszystkich ogniwach systemu edukacyjnego, począwszy od wiedzy na poziomach elementarnych, poprzez studia, jak i wiedzę specjalistyczną oraz biznesową. Obecnie to właśnie wiedza uważana jest za jeden z głównych czynników determinujących przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwa na rynku. Pomimo szeregu zastosowań narzędzi e-learningowych w przeróżnych organizacjach, jak np. szkoły, uniwersytety, instytucje samorządowe, organizacje pożytku publicznego, organizacje pozarządowe, czy przedsiębiorstwa, autor skupił swoją uwagę na wykorzystaniu e-learningu w biznesowych aspektach.

Rozwój e-learningu i główne strategie jego wykorzystania e-learning w języku polskim określany jest również takimi terminami, jak: nauka na odległość, kształcenie na odległość, zdalna edukacja, nauczanie elektroniczne, e-nauczanie, nauka online lub nauczanie hybrydowe.

Nowsze definicje traktują e-learning jako wykorzystanie technologii internetowych do stworzenia i dostarczenia pełnego spektrum wiedzy, zawierającego szeroki zakres instrukcji, zasobów informacyjnych oraz rozwiązań, których celem jest poprawa prosperowania całej organizacji, czy też lepszego wykorzystania i przyswojenia wiedzy przez pojedynczego użytkownika. E-learning traktowany był pierwotnie jako wykorzystanie Internetu, sieci komputerowych czy nośników cyfrowych do celów edukacyjnych. Historia w ten sposób rozumianego e-learningu sięga połowy lat osiemdziesiątych XX wieku, kiedy wybrane przedsiębiorstwa i organizacje idące z duchem czasu zdołały wprowadzić takie rozwiązania w życie. Poprzez kolejne lata rozwoju technologii i rozpowszechnienia komputerów osobistych, pojawiły się coraz to nowsze i bardziej wydajne rozwiązania, które spowodowały, że e learning stał się nieodzownym elementem procesów edukacyjnych w różnych aspektach.

Przedstawiona poniżej, krótka historia rozwoju e-learningu dotyczy rozwoju narzędzia w kolebce jego powstania, czyli w Stanach Zjednoczonych.

Należy zwrócić uwagę na to, że rozwój technologii informatycznych warunkujących również wykorzystanie e-learningu w Polsce, w stosunku do USA, jest opóźniony o kilka lat. Jednak większość trendów i rozwiązań, które pojawiły się na e-learningowym rynku USA

przekładają się na rozwój idei i narzędzi wspomagających edukację e-learningową. Na przełomie lat 80. i 90. dwudziestego wieku to powstanie pierwotnej wersji e-learningu – tzw. CBT (Computer Based Training), czyli nauki z wykorzystaniem komputera. CBT charakteryzował jednostronny przekaz bazujący na materiałach zgromadzonych na nośnikach cyfrowych (najczęściej dysk CD ROM). Kolejnym etapem rozwoju e-learningu było upowszechnienie eBooków (zwane również jako WBT – z ang. web based training – czyli nauczanie przez sieć), co w skrócie można zobrazować jako wykorzystanie technologii CBT poprzez Internet. Gdy wzrosła popularność Internetu i narodziły się pierwsze strony www, firmy i organizacje wykorzystujące dotychczas CBT rozpoczęły udostępnianie swoich elektronicznych książek (eBooks) w Internecie. Niestety zawartość i charakter materiałów CBT udostępnianych w sieci (online) nie ewoluował, a jedynie stał się bardziej dostępny. EBook połączony ze wsparciem powstał w odpowiedzi na zapotrzebowanie użytkowników korzystających z zasobów CBT dostępnych online.

LMS (Learning Management System z ang. System Zarządzania Nauczaniem) – pod koniec lat 90. przemysł e-learningowy doczekał się kolejnego przełomu. Na bazie specjalnie przemodelowanego systemu ERP (Enterprise Resource Planning – z ang. planowanie zasobów przedsiębiorstwa), powstały pierwsze Systemy Zarządzania Procesami Nauczania online. Pierwsze LMS oferowały gotowe, a zarazem szablonowe (tzw. z półki – z ang. off-the-shelf) platformy do rejestrowania użytkowników, katalogowania kursów, śledzenia postępów oraz raportowania wyników. Był to przełom, który ułatwiał korzystanie z kursów internetowych oraz pozwalał zarządzać kursami (dostępem do wiedzy), a także monitorować postępy uczestników.

Wirtualne klasy – powstawały niezależnie wówczas, gdy kompanie zajmujące się systemami zarządzania procesami edukacyjnymi pochłonięte były rozwojem biznesowych koncepcji LMS. E-zajęcia polegały na synchronicznym przekazywaniu rzeczywistych wydarzeń połączeniu z dostępem do zasobów CBT oraz symulacji. Obecnie rozwiązanie to umożliwia swobodny dostęp do zajęć wirtualnych. Podejście to kłóci się natomiast z główną zasadą e-learningu, która mówi o pełnej swobodzie wyboru czasu i miejsca pobierania nauki. Ze względu na charakter wirtualnych klas głównymi instytucjami korzystającymi z tego rozwiązania stały się uczelnie wyższe i uniwersytety. Najnowszym osiągnięciem rozwijających się technologii e-learningowych jest efekt synergii pomiędzy e-learningiem i e-zajęciami /warsztatami, co stanowi formułę blended learning (szkolenia mieszane), jednak w pełni w środowisku online. Ta wyszukana metodologia szkoleń asynchronicznych łączy w sobie trzy elementy, które decydują o jej wysokiej efektywności:

- ocena wstępna – pozwalająca na personalizację planu kursów;
- Live Labs, czyli dostęp do wirtualnych klas w formie asynchronicznej, dzięki czemu, użytkownicy systemu mają bieżący wgląd w procesy edukacyjne zachodzące w e-klasach;
- zestaw narzędzi pozwalających użytkownikom utrzymać zaangażowanie w proces edukacji oraz ułatwić odbiór przekazu.

Należy zaznaczyć, że przedstawiony cykl rozwoju narzędzi e-learningowych dotyczy różnych jego aspektów. Dla przykładu rozwój platform LMS stał się kluczowym czynnikiem przy wdrożeniu systemów e-learningowych w biznesie. Z kolei rozwój narzędzi ułatwiających uczestnictwo w wirtualnych klasach w głównej mierze przyczynił się do rozpropagowania e-learningu w systemie szkolnictwa. Od czasu narodzin e-learningu, powstało wiele narzędzi wspomagających procesy wdrożenia, jak i funkcjonowania systemów e-learningowych. Rozwiązania te na przestrzeni lat podlegają oczywiście ciągłym zmianom i ulepszeniom. Dla wzmocnienia przekazu/nauki na odległość stosuje się obecnie takie rozwiązania, jak: pliki MP3, strumieniowe przekazywanie nagranych materiałów video, animacje typu flash itd. Narzędzia te pozwalają na natychmiastowy dostęp do informacji w dowolnym czasie. Rozwój różnych form nauki na odległość spowodował, że na bazie pojęcia i specyfiki e-learningu wyłoniły się nurty, które czerpią z jego rozwiązań i są nierozdzielnie związane z pojęciem e-learningu [8].

RAPID E-LEARNING

Rapid e-learning definiuje często za pomocą pewnych kategorii, które odróżniają go od tradycyjnego e-learningu [8]:

- szkolenie może zostać przygotowane w mniej niż 21 dni,
- jego stworzenie nie wymaga specjalistycznej wiedzy ani udziału trzeciej strony we współtworzeniu,
- autorem kursu może być bezpośrednio ekspert (SEM),
- jego stworzenie nie wymaga wysokich nakładów,
- zawartość kursu może być szybko zdezaktualizowana,
- może on zawierać elementy wirtualnych klas,
- bywa samodzielny,
- jest krótki.

Ze względu na niską efektywność modeli przekazywania znacznych ilości informacji budowanych w oparciu o warsztaty czy wirtualne klasy, stworzono koncepcję przekazywania informacji w krótki i zwięzły sposób. Z założenia taka informacja miałaby być przekazywana bardzo szybko (z ang. rapid – szybko, gwałtownie) przy pomocy odpowiednio przygotowanego kursu. Skonstruowanie szkolenia rapid e-learningowego oznacza zapewnienie użytkownikowi możliwości szybkiego przyswojenia wiedzy niezbędnej do wykonywania powierzonych mu zadań. Oznacza to również konstruowanie programów szkoleniowych szybciej i taniej [9]. Należy dodać, że niektóre z przytoczonych wcześniej parametrów odróżniających klasyczny e-learning od rapid learningu mogą być jeszcze niższe. Oznacza to, że rapid e-learning to narzędzie idealne do rozwiązywania kryzysowych sytuacji w obszarach biznesowych (w mniejszym stopniu odpowiada na zapotrzebowania akademickie, aczkolwiek bywa równie pożyteczne). Wyobraźmy sobie sytuację, w której firma operująca przykładowo w branży detalicznej, zostaje zaatakowana w reklamie firmy konkurencyjnej. Pojawia się problem, w jaki sposób pracownicy firmy mają odpowiadać na

zastrzeżenia, które padły w spocie reklamowym? Z pomocą przychodzi tutaj system rapid e-learningu, który pozwala na przygotowanie w tempie niemal natychmiastowym odpowiedzi – oficjalnego stanowiska firmy, w postaci mini kursu wiedzy. Ów kurs, dzięki platformie zarządzania szkoleniami e-learningowymi (LMS) może dotrzeć do każdego z przedstawicieli firmy. Wiedza przygotowana przez ekspertów (Subject Matter Expert – SEM) staje się jednolitym komunikatem, którym posługują się wszyscy pracownicy.

Istotną cechą rapid e-learningu jest bezpośredni kontakt z ekspertem, który jest głównym odpowiedzialnym za rozwój zawartości merytorycznej kursu. Uczestnik kursu otrzymuje to, co jest głównie wytworem eksperta (przy zastosowaniu technologii e-learningowej). Rapid elearning jest bardzo bliski zarządzaniu wiedzą i polega na ujawnianiu wiedzy zamkniętej w głowach ekspertów. Jest metodą czy też pretekstem do ujawniania ukrytej wiedzy w korporacji. Istotna dla działalności firmy wiedza przestaje być własnością jednej osoby, przestaje być wiedzą czysto ekspercką, ale zostaje spisana i włączona w procesy zarządzania wiedzą w firmie [10].

MOBILE LEARNING (M-LEARNING)

Mobile learning łączy ze sobą technologie mobilnych urządzeń komunikacyjnych z e-learningiem, rozumianym tutaj, jako dowolna forma elektronicznych materiałów szkoleniowych bazujących na technologiach internetowych. Celem m-learningu jest rozwój zawartości merytorycznych kursów, połączony z integracją z aplikacjami mobilnymi, co powinno zapewniać przekazywanie wiedzy oraz możliwość korzystania z mobilnych kursów w odpowiednim dla siebie czasie i miejscu [11]. Większość użytkowników e-learningu nie jest skłonna przechodzić przez kursy i uczyć się z niewielkich ekranów urządzeń mobilnych. Są chętni w zamian pozyskiwać informacje we właściwym czasie, gdziekolwiek będą mieli ku temu chęć – zwłaszcza podczas długiego oczekiwania na samolot lub pociąg czy podczas oczekiwania na usługę serwisową albo klienta. Mobile learning jest nierozdzielnie związany z wykorzystaniem najnowszych zdobyczy technologicznych, takich jak:

- telefony komórkowe,
- urządzenia typu palmtop,
- tablety,
- smartfony,
- itp.

Kluczowym elementem klasyfikującym aplikacje jako m-learning jest możliwość wykorzystywania i przyswajania treści szkoleń w drodze (z ang. on the go). Przykładowo: materiały audio oraz multimedia mogą być dostępne podczas prowadzenia samochodu, zaś elektroniczne wersje dokumentów, regulaminów, krótkie kursy i wiele innych elementów, mogą być dostarczane do użytkownika za pomocą technologii mobilnych w każdym miejscu. Taki właśnie dostęp do wiedzy w drodze, traktowany jest w kategoriach kursów mobile learning.

Dzisiejsze technologie pozwalają wykorzystywać do tego celu takie narzędzia, jak:

- SMS (informacje tekstowe),
- m-learning bazujący na nagraniach audio (MP3, audycje radiowe),
- zadania i testy w technologii Java,
- specjalnie zaprojektowane moduły nauczania, korzystające z oprogramowań mobile learningowych,
- kursy audio-video korzystające z kamer telefonicznych,
- publikacje online oraz blogi możliwe dzięki technologii SMS, MMS, kamerom telefonicznym, emailom lub wyszukiwarkom internetowym,
- narzędzia GPS wbudowane w urządzenia przenośne [11].

Do urządzeń, które idealnie wpisują się w koncepcję mobile learningu należą takie urządzenia jak PDA (Personal Digital Assistant – w Polsce znany jako palm top) lub smart phones, czyli telefony nowej generacji. Urządzenia tego typu stały się z dnia na dzień (biorąc pod uwagę postęp technologiczny w tym zakresie) mobilnymi klasami wirtualnymi, w których można zwiększać swoje kompetencje i poszerzać wiedzę.

Według danych Reuters'a do końca listopada 2010 roku całkowita liczba podpisanych umów z operatorami sieci komórkowych osiągnęła na świecie liczbę 3,9 miliarda. Oznacza to, że statystycznie, co drugi mieszkaniec kuli ziemskiej posiada telefon komórkowy. Sprawia to, że urządzenia mobilne są najbardziej rozpowszechnionymi urządzeniami elektronicznymi na świecie, przewyższając swoją liczbą ilość aparatów telewizyjnych oraz komputerów osobistych łącznie [12]. Biorąc pod uwagę postęp technologiczny pośród urządzeń mobilnych można przypuszczać, że w przeciągu najbliższych lat wszystkie urządzenia mobilne będą zbliżone pod względem funkcjonalności do komputerów osobistych, na których możliwe będzie odczytywanie i przyswajanie wiedzy z pełni multimedialnych kursów mobile learningowych. Telefony komórkowe, smart phone oraz PDA są najpopularniejszymi przykładami urządzeń umożliwiających korzystanie z mobile learningu. Do pozostałych z nich, umożliwiających zdalną naukę należą również: portable media playery (przenośne odtwarzacze multimedialne), komunikatory osobiste, podręczne konsole do gier (np. PSP – Playstation Portable), Ultra-Mobile PC (mini komputery osobiste) itp.

PODSUMOWANIE

W obecnej sytuacji wzrastającej konkurencyjności gospodarki istotne stają się kształcenie ustawiczne, pozwalające łatwiej konkurować na rynku funkcjonującym organizacjom oraz pracownikom indywidualnym.

E-learning staje się coraz popularniejszym sposobem przekazywania wiedzy. Jednak jego wykorzystanie w zarządzaniu procesami technologicznymi nadal wymaga poszerzenia. Pozwoliłoby to na znaczne oszczędności związane z organizacją kształcenia, elastycznością czasu, wykorzystania infrastruktury, pomocy naukowych, kosztów przejazdów, utrzymania lokali, zastosowania materiałów szkoleniowych i zatrudniania wykładowców.

Wprowadze podwyższone koszty nauki w sieci powodują, że częściej korzystają z tych rozwiązań duże koncerny niż małe firmy jednak w dłuższej perspektywie jest to system rozwojowy.

LITERATURA

- [1] Zarządzanie procesem technologicznym - materiał instruktażowo-szkoleniowy, Fundacja Partnerstwo dla Środowiska, Kraków 2004.
- [2] Lengrand P.: An Introduction to Lifelong Education, Paris, 1970.
- [3] Piech K.: Life – time-learning – konieczność doby rewolucji informacyjnej a polityka edukacyjna państw. Instytut Wiedzy, Warszawa, 2002.
- [4] Chi M. i in. Self – exclamations: How study and Use Examples in Problem Solcing, Cognitive Science, 1989
- [5] www.ekursy.pl
- [6] www.wspinet.pl/ekursy
- [7] www.kursy-online.4system.com
- [8] Fox M.: Rapid E-Learning: Opportunities and Pitfalls, Kineo Briefing: Rapid E-learning, Kineo 2006 s. 1-2
- [9] Jimenz R.: 3 Minute e-learning, Vignettes for Training, Monogatari Press 2007, s. 25.
- [10] A blog from T. Cocheu, CEO of Altus Learning Systems and Board of Directors of eLearning Forum, may 2005.
- [11] Metcalf D.S, De Marco J.M.: Mobile Learning and Performance in the Palm of Your Hand, HRD Press, Inc, Amherst 2006, s. 2.
- [12] Duncan-Howell J., Lee K.: M-learning: Finding a place for mobile technologies within tertiary educational settings. In ICT: Providing choices for learners and learning. Proceedings ascilite, Singapore 2007, s. 223.

ABSTRACT

The article presents essential elements of training system, allowing for systematic and intensive development individuals and professional groups. A comparative analysis traditional and modern education system with special emphasis on e-learning.

KEYWORDS

teaching, e-learning, industry

dr inż. Jacek Sitko
dr inż. Katarzyna Midor
dr inż. Michał Zasadzień

Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, POLSKA
e-mail: jacek.sitko@polsl.pl
katarzyna.midor@polsl.pl
michal.zasadzien@polsl.pl

ZASTOSOWANIE METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH DO ROZWIĄZYWANIA ZAGADNIEŃ MECHANICZNYCH W GÓRNICTWIE

APPLICATION OF FINITE ELEMENT METHODS FOR SOLVING MECHANICAL PROBLEMS IN THE MINING INDUSTRY

Politechnika Śląska

STRESZCZENIE

Współczesną naukę, a w tym rozwiązywanie zagadnień mechanicznych, trudno wyobrazić sobie obecnie bez wykorzystania metod i technik numerycznych. Stwarzają one możliwości symulacji i analizy zjawisk, które dotychczas były praktycznie nie do rozwiązania. W coraz większym zakresie metody numeryczne są wykorzystywane także w górnictwie, gdzie stanowią alternatywę dla bardzo kosztownych i wielu przypadkach niebezpiecznych badań w warunkach rzeczywistych oraz dla badań stanowiskowych. Oprócz zastosowań badawczych metody numeryczne w coraz szerszym zakresie wprowadzane są także do procesu dydaktycznego. W opracowaniu omówiono powszechnie obecnie stosowaną do analizy zagadnień mechanicznych Metodę Elementów Skończonych oraz przedstawiono przykłady jej zastosowania w górnictwie. Prezentowane przykłady obejmują analizy wytrzymałościowe obudów korytarzowych i ścianowych stosowanych w górnictwie podziemnym oraz elementów systemu wyciągowego, a także przepływu strumienia powietrza przez wyrobiska górnicze.

SŁOWA KLUCZOWE

metoda elementów skończonych, obudowa górnicza, modelowanie

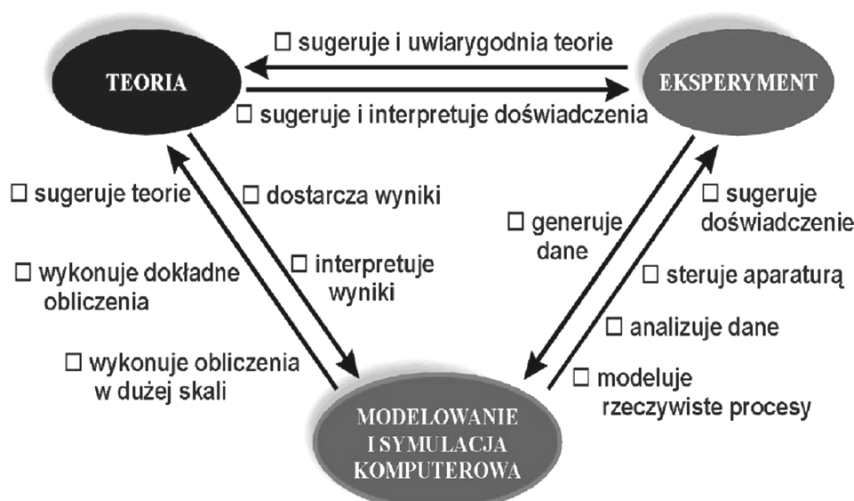
WSTĘP

Rozwój techniki komputerowej spowodował fundamentalne zmiany w prawie wszystkich dziedzinach współczesnej nauki. Zmiany te są szczególnie widoczne w naukach technicznych, wśród których prym wiodzie mechanika. Metody i techniki numeryczne stworzyły możliwości symulacji i analizy zjawisk, które dotychczas były praktycznie nie do rozwiązania. Można zatem przyjąć, że modelowanie i symulacja komputerowa to obecnie, obok teorii i eksperymentu, podstawowy filar współczesnej nauki (rys. 1) [1, 4, 7, 10].

Przedstawiony schemat od wielu lat jest z powodzeniem stosowany w wielu działach techniki. W naukach technicznych obserwuje się tendencję do przechodzenia od metod obliczeniowych do szeroko rozumianego modelowania. Również w górnictwie, szczególnie w obszarze zagadnień mechanicznych oraz wentylacyjnych, takie podejście do badań znalazło szerokie zastosowanie.

Proces modelowania nierozzerwalnie związany jest z symulacją komputerową. Pod pojęciem modelowania rozumiemy korzystanie z zależności i wnioskowań prowadzonych

przy użyciu aparatu logicznego i formalizmu matematycznego, czego wynikiem są między innymi przewidywania co do pewnych cech i zachowań rozpatrywanego układu. Pod pojęciem modelowania rozumiemy więc nie tylko otrzymanie konkretnego modelu, lecz cały cykl badawczy, od utworzenia modelu poczynając, przez jego weryfikację, interpretację, a kończąc na kolejnym przybliżeniu [1, 4, 7, 10].



Rys. 1. Filary współczesnej nauki i ich wzajemne zależności [1, 7]

Efektem procesu modelowania jest model, czyli bardziej lub mniej uproszczona reprezentacja realnego obiektu (procesu), który w swej złożoności sam w sobie, bez procedur jego idealizacji może być nie do opisu. Modelowanie jest to natomiast zestaw czynności, którymi posługujemy się w opisie naukowym rzeczywistości, polegający na badaniu modeli, stanowiących jej przybliżenie.

Zakładając, że model jest uproszczeniem istniejących systemów, procesów i zjawisk rzeczywistych, zasadnym jest stwierdzenie, iż w wielu przypadkach badania modelowe są ekonomiczną, intelektualną i pragmatyczną koniecznością.

Z taką koniecznością mamy do czynienia w przypadku badania obudowy górniczej obciążonej statycznie i dynamicznie, lin i urządzeń stosowanych w wyciągach szybowych oraz procesów związanych z wentylacją kopalń, a także w wielu innych zagadnieniach górniczych. Badania symulacyjne w przytoczonych przypadkach stanowią alternatywę w stosunku do kosztownych i trudnych do przeprowadzenia badań stanowiskowych oraz dołowych. Dodatkową zaletą badań modelowych jest także możliwość przeprowadzenia symulacji w znacznie szerszym zakresie zmiany parametrów opisujących badany obiekt oraz sposobów jego obciążenia niż w przypadku badań doświadczalnych. W przypadku badań na modelach strukturalnych dodatkowo istnieje możliwość wyznaczenia składowych stanu naprężenia i odkształcenia praktycznie w dowolnym punkcie badanego obiektu.

Oczywistym jest, iż wszystkie przedstawione zalety metod numerycznych mają sens tylko wtedy, gdy cały proces modelowania zostanie przeprowadzony prawidłowo. Zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1 w procesie pozyskiwania danych przy

opracowywaniu modelu, a później przy weryfikacji uzyskanych wyników, konieczne jest wspomaganie się badaniami eksperymentalnymi i teoretycznymi.

W niniejszym opracowaniu dokonano charakterystyki Metody Elementów Skończonych powszechnie obecnie stosowanej do analizy zagadnień mechanicznych oraz przedstawiono przykłady jej praktycznego zastosowania w górnictwie.

Pierwszy przykład obejmuje analizę wytrzymałościową obudowy podatnej stosowanej do zabezpieczenia podziemnych wyrobisk korytarzowych. Zastosowanie Metody Elementów Skończonych umożliwiło wyznaczenie stanu naprężenia i odkształcenia odrzwi tej obudowy oraz stojaka ciernego, stanowiących podstawowe elementy tej obudowy, przy obciążeniu statycznym i dynamicznym. Analizie poddano także złącze cierne, jako najistotniejszą część tej obudowy decydującą o jej parametrach pracy.

W kolejnym przykładzie przedstawiono wyniki analizy wytrzymałościowej sekcji obudowy zmechanizowanej poddanej obciążeniu statycznemu. Wynikiem obliczeń symulacyjnych było wyznaczenie stanów naprężenia i odkształcenia poszczególnych jej elementów.

W szerokim zakresie badania symulacyjne z wykorzystaniem MES stosowane są także do analiz wytrzymałościowych lin nośnych oraz urządzeń stosowanych w kopalnianym transporcie pionowym. Tych zagadnień dotyczy kolejny przykład, w którym przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych zawieszenia liny nośnej do urządzenia wyciągowego.

Metoda Elementów Skończonych wykorzystywana jest także do analizy zagadnień związanych z przepływami cieczy i gazów. Z tego zakresu przedstawiono przykłady badań przepływu strumienia powietrza przez wyrobiska górnicze oraz modelowania pożaru egzogenicznego w wyrobisku ścianowym.

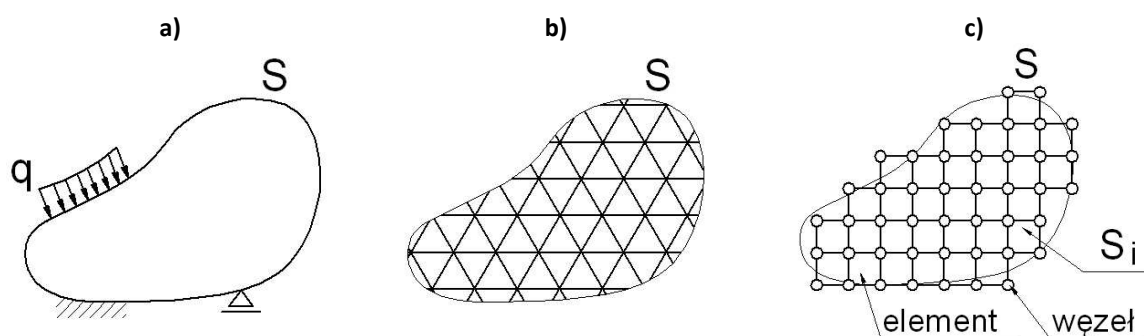
CHARAKTERYSTYKA METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

Metoda Elementów Skończonych należy do najbardziej popularnych metod komputerowych służących do rozwiązywania zagadnień brzegowych mechaniki. Jej istota polega na zastąpieniu ciągłego modelu układu mechanicznego modelem dyskretnym, który w opisie matematycznym przyjmuje postać układu równań algebraicznych.

Początek prac nad zastosowaniem MES przypada na lata 20 i 30-te XX wieku, kiedy to w USA opracowano metodę przemieszczeń do rozwiązywania zagadnień mechaniki konstrukcji. W kolejnych latach metoda ta była rozwijana, a szczególne znaczenie miały, między innymi, prace prowadzone w latach 60 i 70-tych przez O. C. Zienkiewicza, którego w światowej literaturze poświęconej metodom numerycznym uznaje się za „ojca metody elementów skończonych”. Wynikiem tych prac było opracowanie podstaw teoretycznych metody służącej do rozwiązywania wielu zagadnień z mechaniki ciała stałego, przepływów ciepła, mechaniki płynów, pól elektromagnetycznych, itp. W kolejnych latach największy wpływ na upowszechnienie się tej oraz innych metod numerycznych w technice miał rozwój technik informatycznych i mocy obliczeniowej komputerów.

Metoda Elementów Skończonych jest jedną z metod dyskretyzacji układów geometrycznych ciągłych, tj. podziału kontinuum na skończoną liczbę podobszarów (elementów). Idea metody zakłada modelowanie nawet bardzo złożonych konstrukcji (części i zespołów) poprzez ich reprezentację za pomocą możliwie prostych geometrycznie elementów składowych, nawet z uwzględnieniem nieciągłości i wielofazowości materiałowych. Główne założenie MES to podział modelu geometrycznego ciągłego na elementy skończone, łączące się w tzw. węzłach, czego efektem jest utworzenie modelu geometrycznego dyskretnego. W kolejnym etapie następuje aproksymacja rozwiązania w obszarze elementów za pomocą funkcji interpolacyjnych (funkcji kształtu) i wartości w węzłach. Równania metody elementów skończonych otrzymuje się ze sformułowania całkowitego (globalnego) zagadnienia, korzystając z zasady wariacyjnej lub metody residuów (reszt) ważonych [1, 7, 12].

Bardzo istotnym jest także fakt, że w wyniku procesu dyskretyzacji następuje transformacja układu o nieskończonej liczbie stopni swobody do postaci układu o skończonej liczbie stopni swobody. Na rysunku 2 przedstawiono kolejne fazy procesu dyskretyzacji niezbędnego w metodzie elementów skończonych dla modelu ciągłego [1, 7].



Rys. 2. Kolejne fazy dyskretyzacji modelu ciągłego:
a) model geometryczny ciągły, b) model dyskretny idealny, c) model dyskretny obliczeniowy [7]

Tok postępowania przy analizie z wykorzystaniem MES obejmuje trzy zasadnicze etapy.

W pierwszym (zwanym pre-processingiem), następuje wybór odpowiedniego modelu odpowiadającego konkretnym warunkom brzegowym, podział obszaru obliczeniowego na skończoną ilość elementów, wybór odpowiednich funkcji aproksymacji oraz ustalenie warunków brzegowych (materiały, podpory, obciążenia, kontakty). Bardzo istotne znaczenie w procesie modelowania ma zdefiniowanie obszaru obliczeniowego oraz jego podział na elementy. Szczególnie w przypadku skomplikowanych kształtów etap ten może pochłoniąć wiele czasu i wysiłku. W wielu przypadkach konieczna może być także współpraca z urządzeniami pomiarowymi, oprogramowaniem CAD oraz odrębnymi programami generowania siatek. Należy jednak podkreślić, że poprawnie zdefiniowana siatka elementów skończonych może być wykorzystana do rozwiązania szeregu zadań dla tego samego obiektu.

Po pełnym zdefiniowaniu rozwiązywanego problemu rozpoczyna się etap drugi (zwany processingiem), w którym uruchamiane są procedury obliczeniowe. W trakcie jego realizacji

utworzony zostaje model matematyczny obiektu w postaci układu równań liniowych, a następnie poprzez zastosowanie odpowiedniego algorytmu następuje jego rozwiązanie. Po pełnym zdefiniowaniu rozwiązywanego zadania uruchamiane są procedury obliczeniowe.

W trzecim etapie (zwanym post-processingiem), po uzyskaniu rozwiązania następuje najczęściej wizualizacja uzyskanych wyników.

Uzyskując rozwiązanie w Metodzie Elementów Skończonych należy pamiętać, że prawie każdy wynik obarczony jest błędem. Najistotniejszymi źródłami tych błędów są [1, 7, 12]:

- niedokładności modelowania (wynikające z zastosowany modelu matematycznego do opisu obiektu rzeczywistego),
- niedokładności związane z odwzorowaniem analizowanego obiektu, zależne od geometrii oraz nałożonej siatki elementów skończonych, (obszar obliczeniowy nie odpowiada dokładnie rzeczywistemu obszarowi zajmowanemu przez badany obiekt),
- przybliżone wartości współczynników cząstkowych równań różniczkowych oraz warunków brzegowych (charakterystyki materiałowe, parametry kontaktów itp.),
- niedokładności numeryczne wynikające z procesu dyskretyzacji oraz aproksymacji,
- zaokrąglenia obliczeń.

Uwzględniając wskazane wyżej przyczyny niedokładności uzyskanych wyników zasadnym jest poddanie ich w kolejnym etapie procesowi weryfikacji, który powinien swoim zakresem objąć możliwie jak najwięcej uzyskanych wyników.

Oceniając Metodę Elementów Skończonych można stwierdzić, że głównymi jej zaletami są [1, 7]:

- duża efektywność umożliwiająca jej zastosowanie praktycznie do każdej klasy problemu
- (wykorzystuje się do tego specjalistyczne oprogramowanie),
- możliwość uzyskania wyników dla obiektów o skomplikowanych kształtach i złożonych warunkach brzegowych, dla których niemożliwe jest przeprowadzenie obliczeń analitycznych,
- możliwość rozwiązania praktycznie dowolnego modelu dyskretnego,
- możliwość typizacji całego procesu,
- możliwość zastosowania metod całkowania typu explicit i implicit,
- możliwość prowadzenia symulacji w czasie rzeczywistym,
- możliwość przyjmowania różnych własności materiałów dla elementów tego samego obiektu poddawanego analizie, co znacznie poszerza zakres stosowania tej metody (np. do materiałów wielofazowych oraz materiałów o zmiennych własnościach w czasie),
- w funkcji temperatury,
- możliwość lokalnej regulacji wielkości elementów (łatwość adaptacyjnego zagęszczania i rozrzedzania siatki), co ma istotny wpływ na dokładność uzyskanych wyników (np. w obszarach kontaktowych),
- możliwość przyjmowania nieliniowych warunków brzegowych.

Metoda Elementów Skończonych posiada także wady, do których można zaliczyć [1, 7]:

- występowanie błędu numerycznego zależnego od: gęstości siatki, zmiany warunków
- brzegowych, własności materiałowych, kroku czasowego i innych,
- mniejszą dokładność wyznaczania sił wewnętrznych w stosunku do przemieszczeń,
- wygładzanie wartości ekstremalnych.

Reasumując można stwierdzić, że zastosowanie Metody Elementów Skończonych we wspomaganych komputerowo analizach inżynierskich umożliwia szybkie i względnie dokładne osiągnięcie wyników, których uzyskanie w sposób analityczny byłoby wyjątkowo trudne lub wręcz niemożliwe. Wykorzystanie MES do zweryfikowania poprawności funkcjonowania danego wyrobu umożliwia krokową lub dokładną optymalizację jego wybranych cech już od wczesnych etapów rozwoju produktu. Uzyskuje się dzięki temu możliwość radykalnego skrócenia czasu trwania uruchomienia produkcji nowego wyrobu lub modyfikacji wyrobu już znajdującego się w produkcji. Należy jednak mieć na uwadze, że wyniki analiz MES opisują zachowanie się układu w sposób przybliżony i zawsze są obarczone pewnym błędem, który w wielu przypadkach poprawnego prowadzenia analizy CAE można uznać za pomijalnie mały.

ZASTOSOWANIE MES DO ANALIZY PRACY GÓRNICZEJ OBUDOWY WYROBISK KORYTARZOWYCH I ŚCIANOWYCH

Od kilku lat Metoda Elementów Skończonych w coraz szerszym zakresie jest stosowana w górnictwie. Najczęściej wykorzystywana jest przy projektowaniu i badaniu elementów maszyn oraz obudów górniczych. W pojedynczych przypadkach stosuje się ją także do analiz stanów naprężenia i odkształcenia górotworu.

W przypadku obudów górniczych MES stosuje się z dużym powodzeniem do analiz wytrzymałościowych obudów podatnych wyrobisk korytarzowych oraz zmechanizowanych obudów ścianowych.

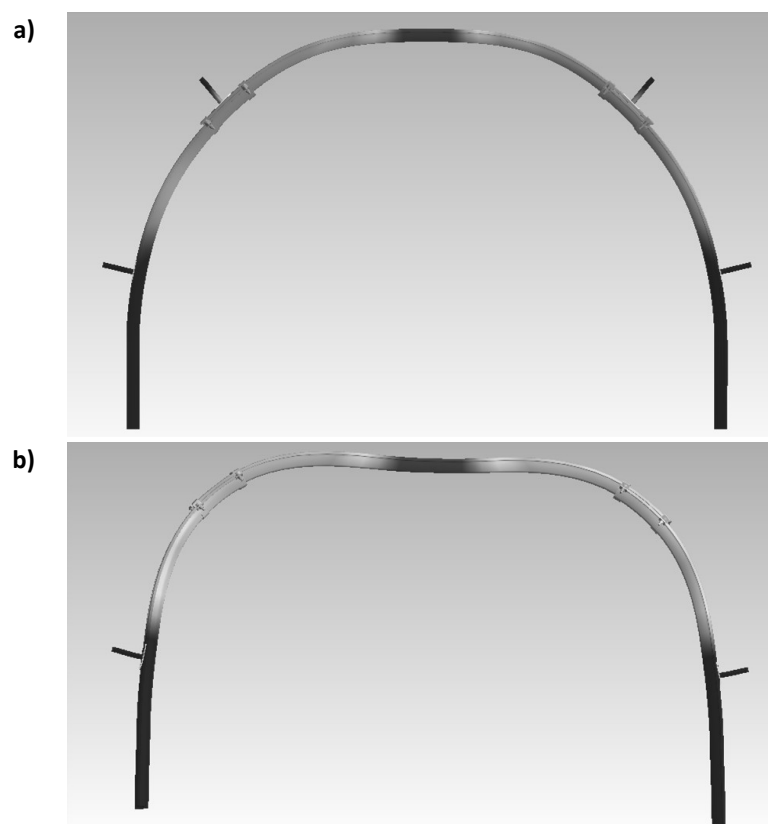
W obudowach podatnych wyrobisk korytarzowych Metoda Elementów Skończonych znalazła szerokie zastosowanie w analizie stanów naprężenia i odkształcenia odrzwi oraz stojaków ciernych stanowiących podstawowe elementy tej obudowy.

Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe stany naprężenia oraz deformację odrzwi obudowy podatnej obciążonej statycznie dla dwóch różnych przypadków jej podparcia bocznego (rozstawienia odporów bocznych) [3].

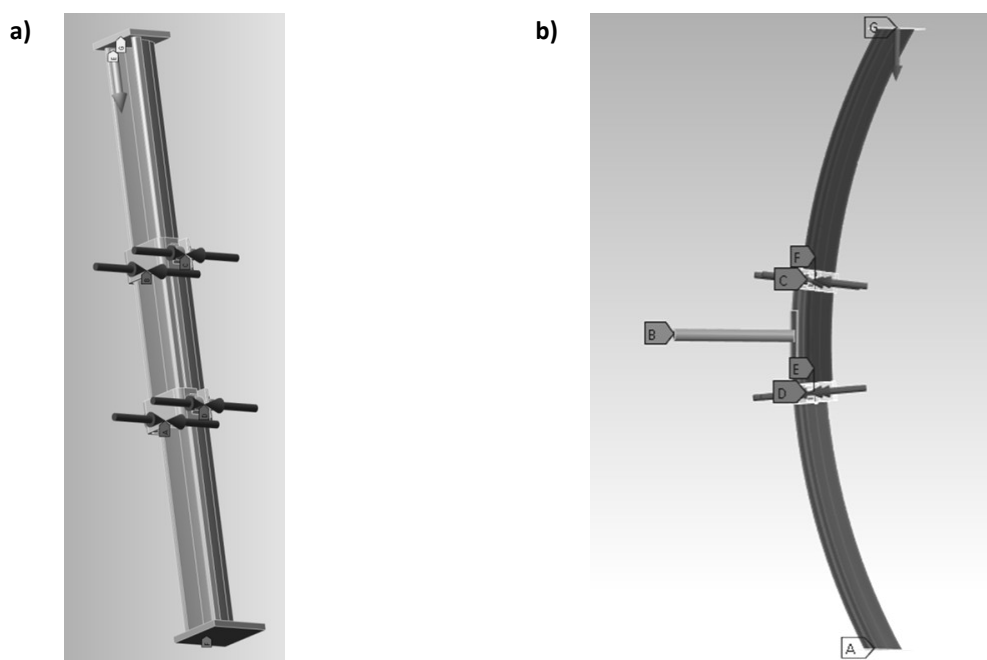
W przypadku obudów podatnych wyrobisk korytarzowych, najważniejszą ich częścią są złącza cierne decydujące o podstawowych parametrach tej obudowy, czyli o jej nośności i podatności. Analiza pracy tych złączy ma fundamentalne znaczenie przy konstrukcji oraz doborze typu obudowy do danych warunków eksploatacyjnych.

Zastosowanie MES umożliwia dogłębną analizę pracy tych złączy zarówno w przypadku ich obciążenia statycznego jak i dynamicznego. Podobnie jak i w innych przypadkach analiza ta musi być poprzedzona opracowaniem modelu strukturalnego badanego złącza, który w sposób możliwie jak najdokładniejszy odwzorowuje obiekt rzeczywisty. Bardzo istotne

znaczenie ma w tym przypadku przyjęcie odpowiednich warunków brzegowych, szczególnie w zakresie modelowania kontaktów między współpracującymi powierzchniami oraz obciążeń wstępnych w śrubach strzemion złączy.



Rys. 3. Stany naprężenia oraz deformacja odrzwi obudowy podatnej dla dwóch różnych odporów bocznych [3]



Rys. 4. Modele dyskretnie prostego (a) i łukowego (b) złącza ciernego z oznaczonymi warunkami brzegowymi [3]

Na rysunku 4 przedstawiono modele dyskretne prostego i łukowego złącza ciernego z oznaczonymi warunkami brzegowymi [3].

W omawianym przykładzie opracowane modele złączy ciernych poddano analizie, w czasie której zmieniano rodzaj oraz sposób ich obciążenia, a także parametry geometryczne złączy oraz warunki brzegowe.

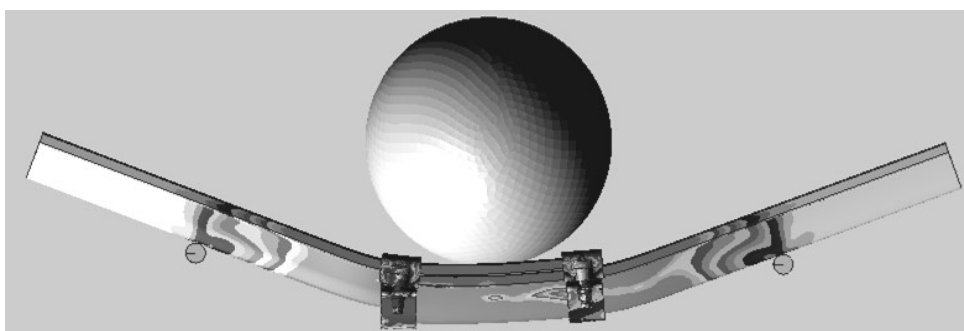
Źródłem obciążenia dynamicznego badanych złączy był uder swobodnie spadającej masy, co wynikało z możliwości weryfikacji uzyskanych wyników na podstawie badań stanowiskowych [2]. W przypadku tej analizy do rozwiązania zagadnienia początkowego, jakie stanowi układ równań różniczkowych zwyczajnych z odpowiednimi warunkami brzegowymi, wykorzystano metodę całkowania jawnego (explicit).

Metoda ta polega na tym, że równanie ruchu jest całkowane krok po kroku względem czasu, co oznacza, że ma być ono spełnione tylko w wybranych chwilach, a nie w całym przedziale całkowania [1, 12]. Jest to szczególnie istotne w przypadku obciążenia złącza ciernego uderem swobodnie spadającej masy, w trakcie którego mamy do czynienia z krótkotrwałym zjawiskiem dynamicznym przy jednoczesnym występowaniu szeregu zagadnień kontaktowych między współpracującymi elementami.

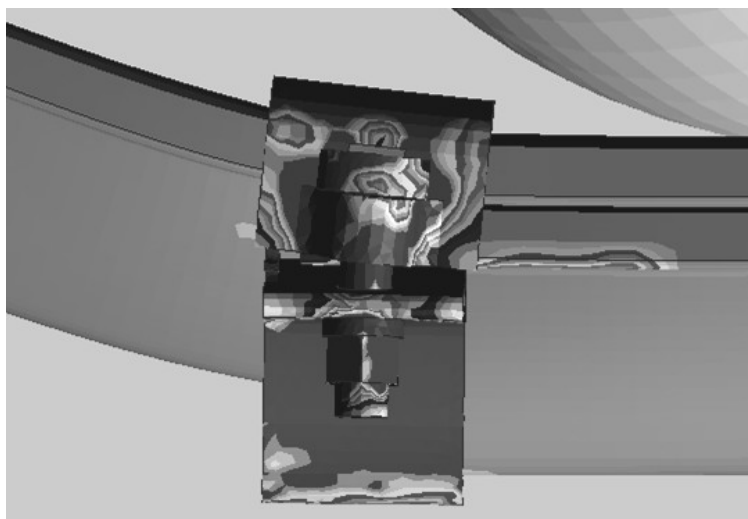
Zaletą metody całkowania jawnego jest stosunkowo szybki czas wyznaczania szukanych wartości w kolejnych chwilach czasowych. Zastosowanie diagonalizacji macierzy mas powoduje, że nie występuje konieczność odwracania macierzy w celu rozwiązania układu równań algebraicznych. Czas obliczeń jest zależny tylko od ilości stopni swobody modelu. Wadą tej metody jest konieczność stosowania krótkiego kroku czasowego przy całkowaniu, gdyż zbyt duży krok czasowy powoduje wystąpienie niestabilności.

Wynikiem przeprowadzonych analiz symulacyjnych było wyznaczenie rozkładów naprężeń i odkształceń analizowanych złączy oraz przebiegów czasowych sił i przemieszczeń poszczególnych ich elementów.

Na rysunku 5 przedstawiono rozkład naprężeń zredukowanych i stan odkształcenia prostego złącza ciernego poddanego dynamicznemu obciążaniu zginającemu, a na rysunku 6 rozkład naprężeń zredukowanych i stan odkształcenia strzemienia górnego tego złącza [4].

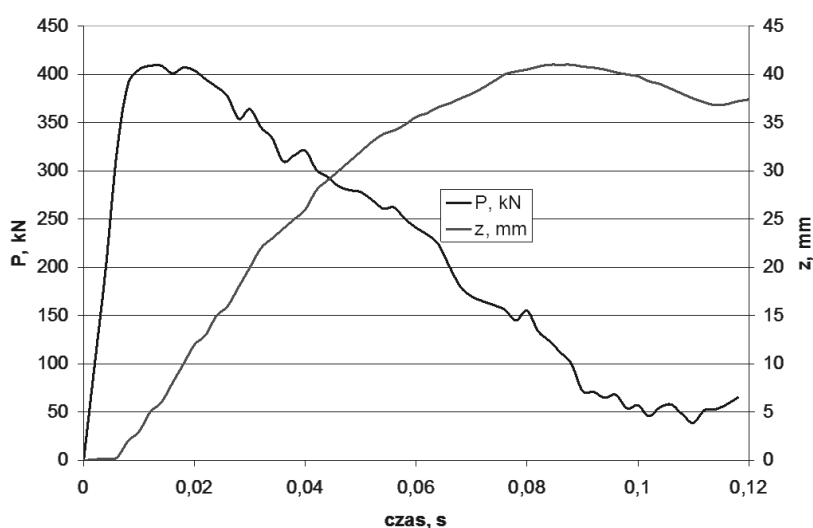


Rys. 5. Rozkład naprężeń zredukowanych i stan odkształcenia prostego złącza ciernego w czasie dynamicznego zginania [4]



Rys. 6. Rozkład naprężeń zredukowanych i stan odkształcenia strzemienia górnego złącza ciernego [4]

Dla analizowanego przypadku wyznaczono także czasowe przebiegi przemieszczenia (z) złącza oraz siły (P) przenoszonej przez zginane złącze cierne (rys. 7) [4].

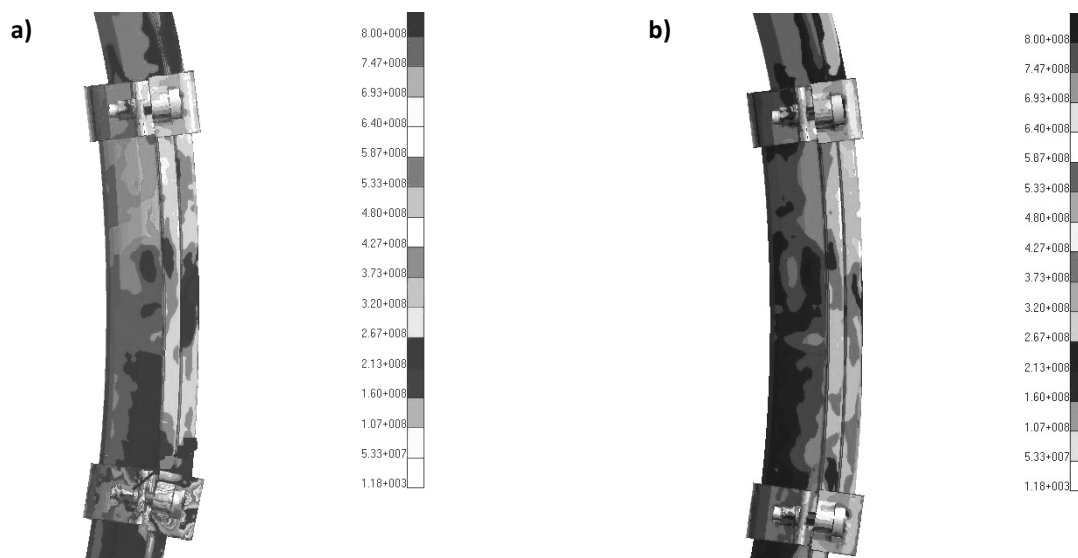


Rys. 7. Przebiegi czasowe przemieszczenia i siły przenoszonej przez zginane złącze cierne [4]

Na rysunku 8 przedstawiono natomiast stany naprężenia i odkształcenia łukowego złącza ciernego poddanego osiowemu dynamicznemu ściskaniu dla dwóch kolejnych faz jego obciążenia (zsuwu) [3].

Analizując uzyskane rozkłady można stwierdzić, że w czasie pracy złączy ciernych występuje niesymetryczny rozkład naprężeń w kształtownikach złącza oraz strzemionach.

Zastosowanie Metody Elementów Skończonych do analizy pracy złącza ciernego obciążonego statycznie i dynamicznie umożliwiło więc wyznaczenie, oprócz stanu naprężenia i odkształcenia, charakterystyk jego pracy określających czasowe zmiany sił przenoszonych przez ściskane i zginane złącza cierne oraz przemieszczeń poszczególnych jego elementów.



Rys. 8. Stan naprężenia i odkształcenia łukowego złącza ciernego w czasie zsuwu przy dynamicznym osiowym ściskaniu [3]

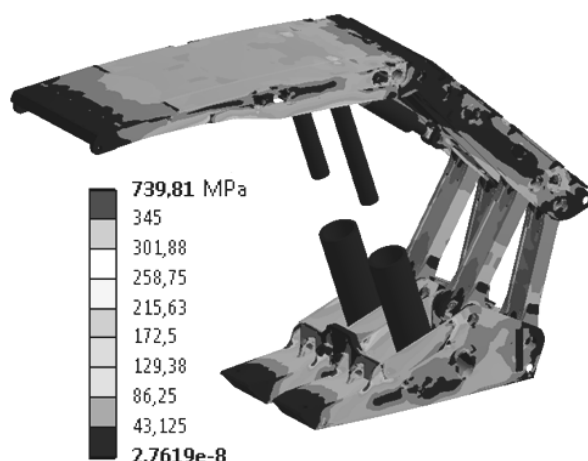
Można więc przyjąć, że wykorzystanie MES umożliwia prześledzenie całego procesu zmian stanów naprężenia i odkształcenia poszczególnych elementów złącza w czasie jego pracy.

Metodę Elementów Skończonych w szerokim zakresie wykorzystuje się także do analiz wytrzymałościowych obudów ścianowych. Konstrukcje te ze względu na wysoki stopień skomplikowania wymagają szczególnej uwagi w zakresie opracowania modelu dyskretnego, przyjęcia warunków brzegowych oraz zdefiniowania kontaktów między współpracującymi elementami.

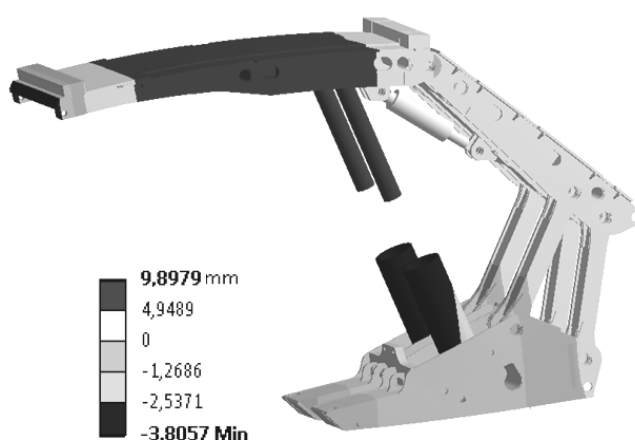
Na rysunku 9 przedstawiono model dyskretny sekcji obudowy zmechanizowanej typu BW 16/34 POz z założonym obciążeniem, na rysunku 10 rozkład naprężeń zredukowanych w jej elementach, a na rysunku 11 stan deformacji tej sekcji [11].



Rys. 9. Model dyskretny sekcji obudowy zmechanizowanej typu BW 16/34 POz z założonym obciążeniem [11]



Rys. 10. Rozkład naprężeń zredukowanych w sekcji obudowy zmechanizowanej typu BW 16/34 POz [11]



Rys. 11. Stan deformacji sekcji obudowy zmechanizowanej typu BW 16/34 POz [11]

Przedstawione przykłady zastosowania MES do analiz wytrzymałościowych obudów górniczych potwierdzają jej przydatność. Uzyskane rozkłady naprężeń zredukowanych oraz przemieszczeń w poszczególnych elementach badanych konstrukcji umożliwiają bardzo precyzyjną ocenę stanu ich wyężenia, co stanowi istotne źródło informacji dla projektantów i użytkowników tych obudów. Tak dokładna analiza stanów naprężenia i odkształcenia poszczególnych elementów tych konstrukcji nie jest możliwa do przeprowadzenia w trakcie badań w warunkach rzeczywistych jak i w przypadku badań stanowiskowych.

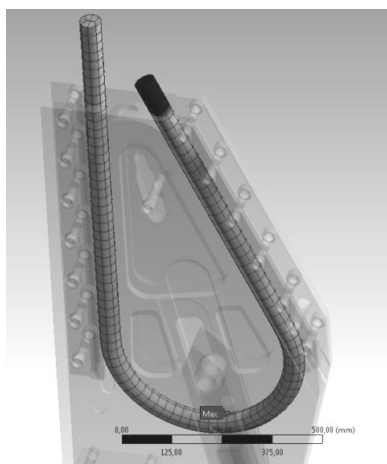
W celu weryfikacji opracowanych modeli oraz przyjętych warunków brzegowych, a w konsekwencji uwiarygodnienia uzyskanych rezultatów konieczna jest jednak weryfikacja przynajmniej niektórych z nich innymi metodami (np. w czasie badań stanowiskowych).

ZASTOSOWANIE MES DO ANALIZY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ ELEMENTÓW WYCIĄGÓW SZYBOWYCH

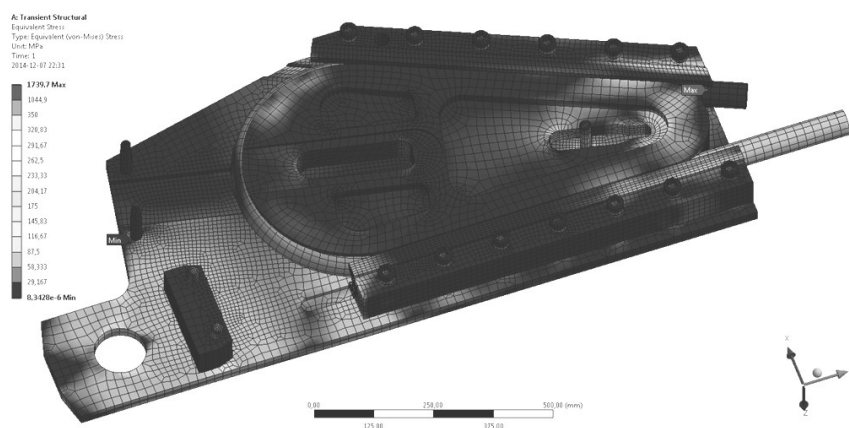
W coraz szerszym zakresie Metoda Elementów Skończonych wykorzystywana jest także do analizy wytrzymałościowej elementów wyciągów szybowych. Uwzględniając wysoki stopień bezpieczeństwa, jakiemu muszą odpowiadać te elementy, szczególnego znaczenia

nabiera odpowiednie odwzorowanie ich geometrii oraz zdefiniowanie warunków brzegowych.

Na rysunku 12 przedstawiono rozkład naprężeń zredukowanych w linii wyciągowej zamocowanej w zawiesiu linowym [9], a na rysunku 13 w samym zawiesiu [9], natomiast na rysunku 14 w bębnie pędnym maszyny wyciągowej [10].



Rys. 12. Rozkład naprężeń zredukowanych w linii wyciągowej w zawiesiu linowym [9]



Rys. 13. Rozkład naprężeń zredukowanych w zawiesiu liny wyciągowej [9]

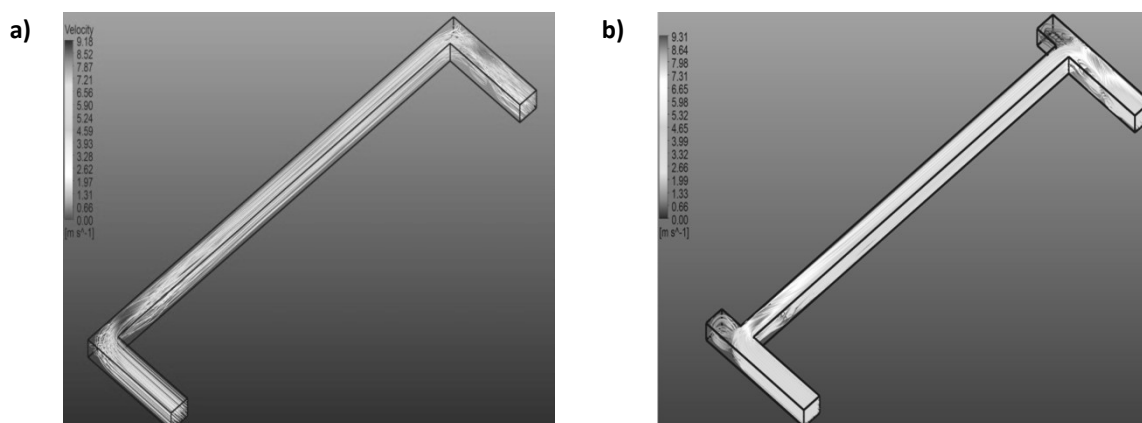


Rys. 14. Rozkład naprężeń zredukowanych w bębnie pędnym maszyny wyciągowej [10]

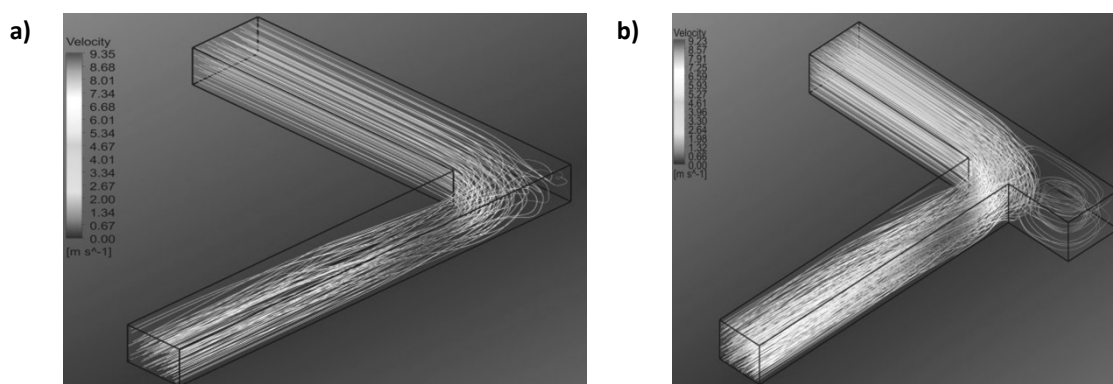
W ostatnich kilku latach, w coraz szerszym zakresie metodę elementów skończonych stosuje się do modelowania i analizy zjawisk wentylacyjnych w kopalniach węglowych. Jedną z głównych przyczyn tego są wysokie koszty oraz trudności w prowadzeniu badań w warunkach rzeczywistych, ze względu na skomplikowane warunki środowiskowe panujące w wyrobiskach górniczych i występujące tam zagrożenia związane z prowadzoną eksploatacją. Wyznaczenie parametrów przepływającego powietrza na podstawie bezpośrednich pomiarów, co jest najbardziej wiarygodnym sposobem, w takich wyrobiskach jest bardzo utrudnione, a w wielu przypadkach praktycznie niemożliwe.

Dla takich przypadków konieczne jest poszukiwanie innych, alternatywnych metod wyznaczenia parametrów przepływającego powietrza. Takie możliwości stwarzają badania modelowe przepływów oparte o symulacje numeryczne bazujące na Metodzie Elementów Skończonych.

Jako przykłady zastosowania tej metody, na rysunku 15 przedstawiono rozkłady prędkości strumienia przepływającego powietrza przez rejony ściany eksploatacyjnej bez wnęk (a) i z wnękami (b), a na rysunku 16 trajektorie cząstek strumienia powietrza przepływającego przez naroża analizowanych wyrobisk [5].



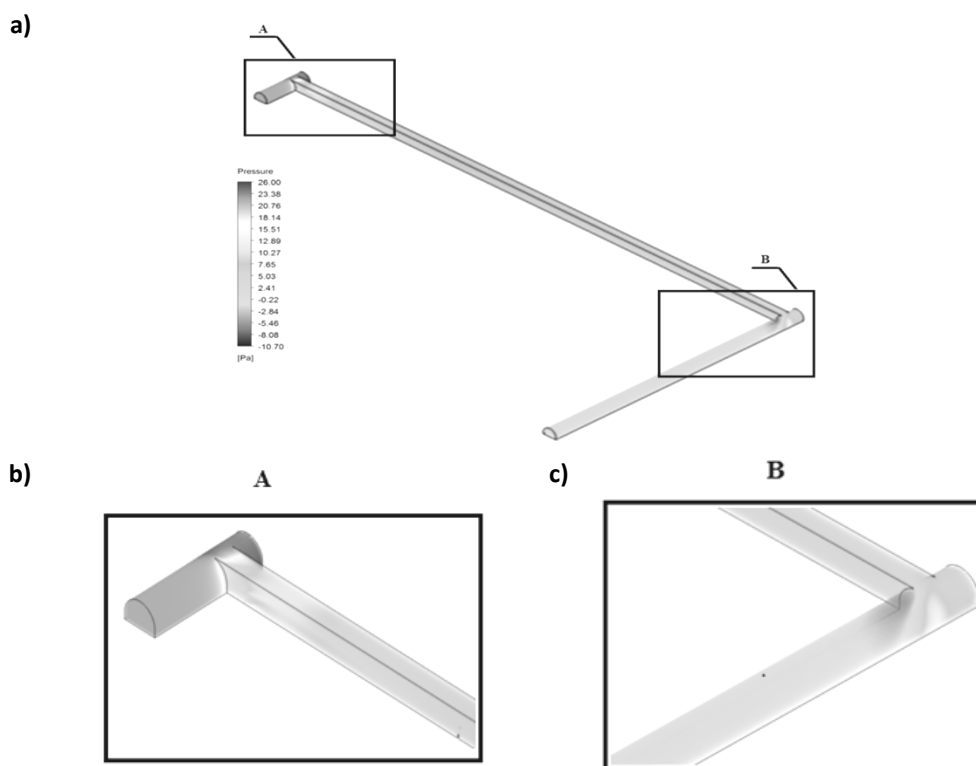
Rys. 15. Rozkład prędkości strumienia powietrza w ścianie eksploatacyjnej bez wnęk (a) i z wnękami (b) [5]



Rys. 16. Trajektorie cząstek strumienia powietrza w dolnym narożu ściany eksploatacyjnej bez wnęki (a) i z wnęką (b) [5]

Metody numeryczne wykorzystuje się także do analizy parametrów fizycznych i chemicznych strumienia powietrza przepływającego przez wyrobiska górnicze z ogniskiem pożaru w tych wyrobiskach.

Na rysunku 17 przedstawiono rozkład ciśnienia statycznego strumienia powietrza przepływającego przez układ wyrobisk z ogniskiem pożaru egzogenicznego zlokalizowanym w wyrobisku ścianowym [6].



Rys. 17. Rozkład ciśnienia statycznego strumienia powietrza przepływającego przez układ wyrobisk z ogniskiem pożaru egzogenicznego [6]

Podobnie, jak we wcześniej przedstawionych przykładach, wyniki uzyskane na podstawie symulacji numerycznych, w celu ich uwiarygodnienia, powinny podlegać, jeżeli to jest możliwe, przynajmniej częściowej weryfikacji w oparciu o badania eksperymentalne.

Przedstawione przykłady świadczą o tym, iż metody numeryczne stosowane do analizy przepływów powietrza stwarzają duże możliwości w zakresie wyznaczania parametrów tego przepływu i w przypadku wyrobisk górniczych powinny stanowić istotne uzupełnienie, a wielu przypadkach alternatywę w stosunku do badań w warunkach dołowych.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że obserwowana od wielu lat w naukach technicznych tendencja przechodzenia od metod obliczeniowych (analitycznych) do „modelowania” w szerokim tego słowa znaczeniu w coraz większym stopniu widoczna jest również w górnictwie.

Przedstawione przykłady zastosowania Metody Elementów Skończonych świadczą o rosnącym ich wykorzystaniu w procesie projektowania i badania urządzeń stosowanych w górnictwie oraz do badania zjawisk towarzyszących eksploatacji górniczej. Można przyjąć, że w przyszłości nastąpi dalsze poszerzanie zakresu stosowania metod numerycznych, a w tym Metody Elementów Skończonych w górnictwie. Badania symulacyjne mogą bowiem stanowić istotne uzupełnienie oraz alternatywę dla kosztownych badań stanowiskowych oraz badań prowadzonych w warunkach rzeczywistych.

Obecnie stosowanie Metody Elementów Skończonych w praktyce sprowadza się najczęściej do wykorzystania gotowych, sprawdzonych pakietów programów. Dla efektywnego posługiwania się tymi programami konieczne jest jednak zrozumienie istoty metody i jej podstaw matematycznych, a także dobra znajomość używanych programów i badanych zjawisk.

Oczywistym powinno być także weryfikowanie, w każdym przypadku, uzyskanych wyników przez uproszczone szacunkowe obliczenia analityczne, sprawdzenie jakościowej poprawności wybranych rezultatów cząstkowych oraz w miarę możliwości porównanie z wynikami badań stanowiskowych lub prowadzonych w warunkach rzeczywistych.

Reasumując można stwierdzić, że Metoda Elementów Skończonych jest poważną aplikacją z dziedziny mechaniki i jej stosowanie wymaga dużej precyzji formalnej. Pamiętać także wypada o niepodważalnym wkładzie polskich uczonych w rozwój teorii Metody Elementów Skończonych oraz praktycznych aspektów jej zastosowania w numerycznych obliczeniach inżynierskich.

LITERATURA

- [1] Burczyński T.: Metoda elementów brzegowych w mechanice. WNT, Warszawa 1995.
- [2] Brodny J.: Identyfikacja parametrów pracy złącza ciernego stosowanego w górniczej obudowie podatnej wyrobisk korytarzowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, seria Monografie nr 377. Gliwice 2012.
- [3] Brodny J.: Analysis of influence of selected factors on the operational parameters of the frictional joint and steel frames of yielding support. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014.
- [4] Brodny J.: Wykorzystanie metod numerycznych do analizy pracy złącza ciernego obciążonego dynamicznie. Zagrożenia i technologie. Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Kabiesza. Górnicze Zagrożenia Naturalne 2012 Prace Naukowe GIG. Str. 34-41
- [5] Brodny J., Tutak M.: Wpływ długości wyrobiska podścianowego za czołem ściany na przepływ powietrza. Wiadomości Górnicze 6/2014, str.351-359.
- [6] Brodny J., Tutak M.: Zastosowanie numerycznej mechaniki płynów do analizy przepływu strumienia powietrza przez wyrobisko górnicze z ogniskiem pożaru. Konferencja GZN. Główny Instytut Górnictwa. Kocierz 2014.
- [7] Kleiber M.: Metoda Elementów Skończonych w nieliniowej mechanice kontinuum. PWN, Warszawa 1985.
- [8] Kołodziej E. Analiza wytrzymałościowa bębna pędnego 4I-5000. Praca dyplomowa magisterska. IMG, Gliwice 2014 r.

- [9] Mondry P.: Analiza numeryczna wyężenia konstrukcji zawieszenia nośnego naczynia wyciągowego. Praca dyplomowa magisterska. IMG, Gliwice 2014 r.
- [10] Szmelter J.: Metody komputerowe w mechanice. PWN, Warszawa 1980.
- [11] Witek M.: Wpływ parametrów wytrzymałościowych skał spągowych na warunki pracy sekcji obudowy zmechanizowanej w ścianie. Praca doktorska. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2014.
- [12] Zienkiewicz O. C., Taylor R.C.: The Finite Element Method. Butterworth-Heinemann, London 2000.

ABSTRACT

The modern science is hard to imagine without the use of numerical methods and techniques. The development of these methods is particularly clear in the case of solving mechanical problems. Numerical and techniques methods provide opportunities for simulation and analysis of the phenomena that have been virtually impossible to resolve. Increasingly, they are also used in mining, where an alternative to the very expensive and in many cases dangerous test in real conditions and test bench. In addition to research applications of numerical methods to an increasing extent are also introduced to the learning process. The paper discusses the now widely used to analyze the mechanical issues Finite Element Method and presents examples of its use in mining. The examples include the strength analysis of the mining supports used in underground mining and the components of exhaust system, and the airflow through the mining excavations.

KEYWORDS

finite element method, mining support, numerical modeling

dr hab. inż. Jarosław Brodny, prof. Pol. Śl.¹
mgr inż. Magdalena Tutak²
mgr inż. Beata Borska³

¹ Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, POLSKA
e-mail: jaroslaw.brodny@polsl.pl

² Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, POLSKA
e-mail: magdalena.tutak@polsl.pl

³ Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, POLSKA
email: beata.borska@polsl.pl

ZASTOSOWANIE W PROCESIE DYDAKTYCZNYM PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA ORAZ BADAŃ SYMULACYJNYCH NIETYPOWYCH MASZYN GÓRNICZYCH

USAGE OF COMPUTER PROGRAMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS TO ASSIST THE ENGINEERING DESIGN AND SIMULATION RESEARCH OF UNCONVENTIONAL MINING MACHINES

Akademia Górniczo-Hutnicza

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania programów komputerowych do wspomagania projektowania inżynierskiego w procesie edukacyjnym studentów szkół wyższych o profilu mechaniczno-górnictwa. Na przykładzie wybranych rozwiązań maszyn i urządzeń opracowanych dla potrzeb górnictwa pokazano zastosowanie tych programów, głównie Autodesk Inventor i AutoCAD, w procesie ich projektowania przez studentów oraz badań symulacyjnych związanych z ich kinematyką, efektywnością oraz możliwością wystąpienia kolizji poszczególnych elementów konstrukcji podczas pracy.

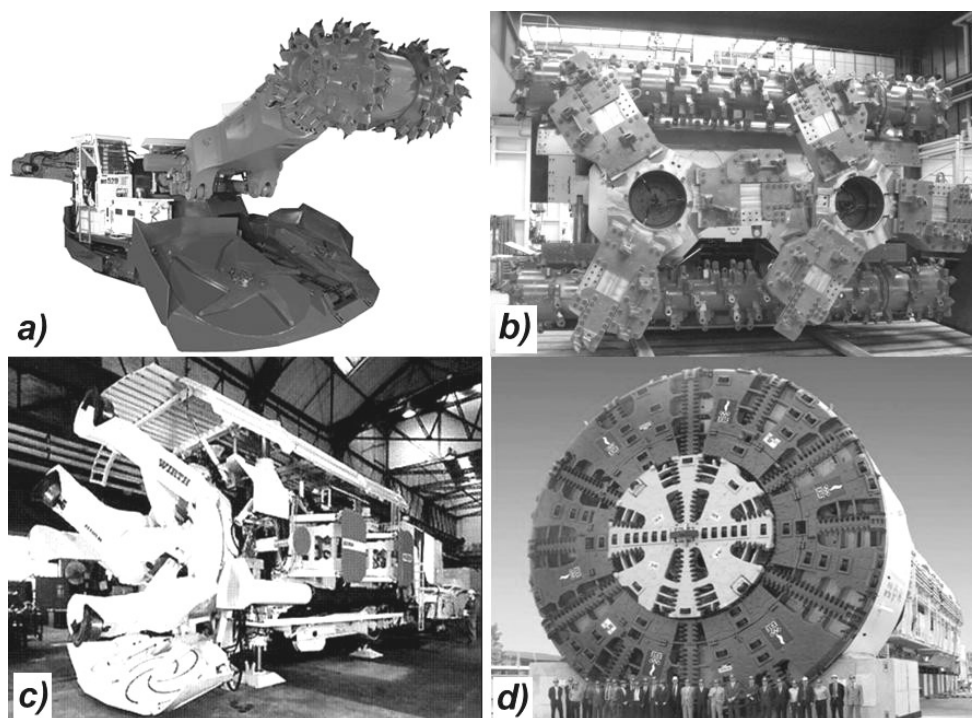
SŁOWA KLUCZOWE

Inventor, AutoCAD, Ansys, modelowanie, projektowanie, maszyna, symulacja, kombajn

WSTĘP

W przemyśle górnictwem, zarówno polskim jak i światowym, jak również w przypadku prac związanych z drążeniem wyrobisk tunelowych drogowych, kolejowych oraz komunalnych, bardzo często konstruowane i wykorzystywane są maszyny opracowywane specjalnie dla konkretnych warunków górnictwa-geologicznych oraz organizacyjno technicznych. Dotyczy to głównie kombajnów górniczych, stosowanych przy drążeniu wyrobisk korytarzowych oraz eksploatacji kopaliny użytecznej. Przykłady takich maszyn zaprezentowano na rysunku 1. Są to maszyny o gabarytach dochodzących niejednokrotnie do kilkuset metrów długości, masie przekraczającej 300 Mg, a w ekstremalnych przypadkach dochodzącej nawet do 3500 Mg, zainstalowanej sumarycznej mocy nawet ponad 3 MW i cenie przekraczającej w przypadku pełnoprzekrojowych kombajnów chodnikowych nawet kilkadziesiąt mln Euro. Powoduje to, że taka maszyna produkowana jest w bardzo krótkich

seriach lub wręcz jako egzemplarz prototypowy. Wymaga to więc opracowania konstrukcji tej maszyny w taki sposób, aby uniknąć występowania podczas jej eksploatacji awarii i przestojów związanych, np. z błędnym zaprojektowaniem niektórych elementów lub ich kolizją. Dlatego czołowi producenci takich maszyn wykorzystują tzw. wirtualne prototypowanie pozwalające na uniknięcie lub zminimalizowanie występowania takich sytuacji. Również w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych, AGH Kraków, w procesie dydaktycznym studentów na kierunkach mechaniczno-górnich, zaproponowano wprowadzenie zaawansowanych programów komputerowych do wspomagania projektowania inżynierskiego, pozwalających na szybkie i efektywne zaprojektowanie zadanego rozwiązania oraz poddanie go, np. badaniom wytrzymałościowym lub symulacjom komputerowym w zakresie kinematyki, pozwalającym na wykluczenie już na etapie projektowania słabych ogniw. Głównie wykorzystano pakiet do przestrzennego modelowania i symulacji pracy Autodesk Inventor, pakiety CAD/CAM do sporządzania dokumentacji technicznej oraz pakiet Ansys, Design Space do symulacji obciążeń. Wyniki wybranych prac wykonanych przez studentów lub przy ich dużym udziale przedstawiono poniżej.



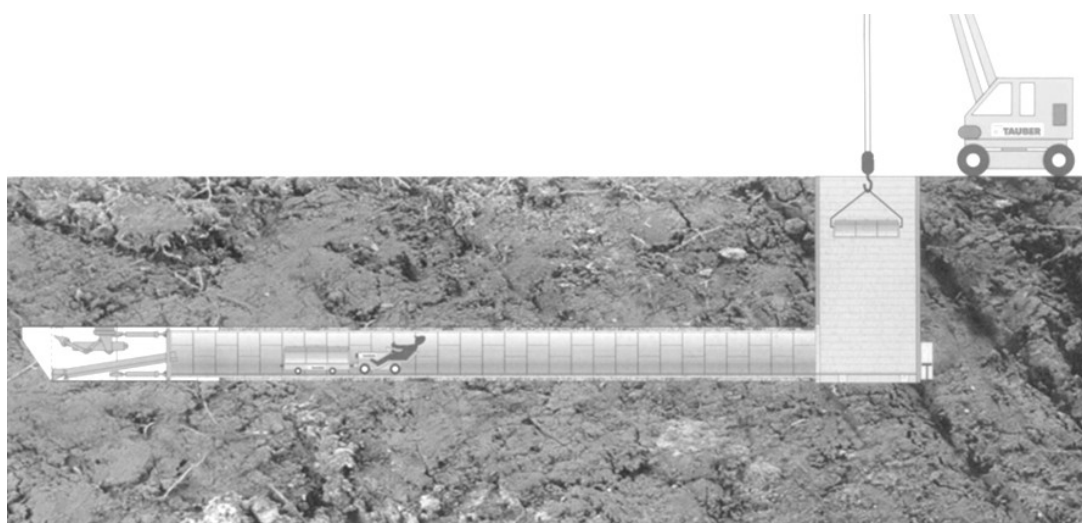
Rys. 1. Widok: a) kombajnu chodnikowego ramionowego typ MR 520, b) kombajnu chodnikowego wieloorganowego MF 420, c) kombajnu chodnikowego urabiającego metodą tylnego wycinania, d) kombajnu pełnoprzekrojowego osłonowego typu TBM [wg 5]

WYBRANE PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA INŻYNIERSKIEGO W PROCESIE EDUKACYJNYM STUDENTÓW

W Katedrze MGPIiT, AGH Kraków opracowano wiele rozwiązań maszyn i urządzeń efektywnie wykorzystywanych w przemyśle górniczym. Poniżej zaprezentowano kilka

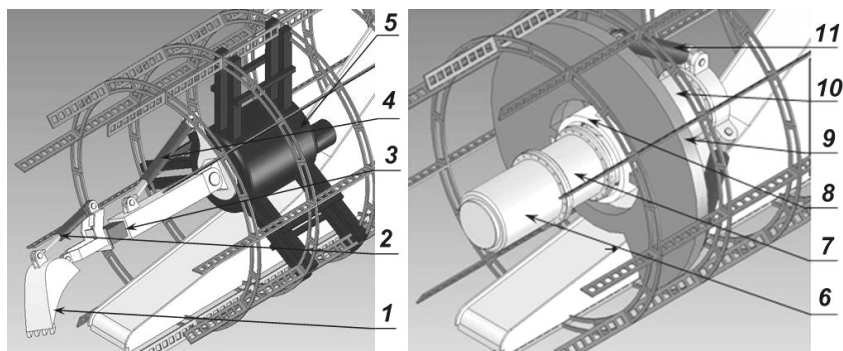
wybranych projektów, wykonanych przez lub przy znacznym udziale studentów AGH Kraków i wykorzystujących w procesie projektowym zaawansowane pakiety do wspomagania projektowania inżynierskiego. Jako pierwszy opisano projekt modułowej maszyny do bezwykopowego drążenia mini tuneli o średnicy do 2,5 m. Maszyna ta została opracowana na potrzeby wykonywania w terenach zurbanizowanych mini tuneli wykorzystywanych przez infrastrukturę komunalną – głównie kanały ściekowe lub kanały zbiorcze wodociągowe, telekomunikacyjne, gazowe itp. Wykorzystanie tradycyjnej technologii odkrywkowej stwarza bardzo duże problemy logistyczne oraz utrudnienia w ruchu a ponadto generuje bardzo długi czas wykonywania takich instalacji. Dlatego zaproponowano maszynę do minimum ograniczającą wykonywanie prac ziemnych. Dotyczyło to głównie wykonania tak zwanych sztolni startowej oraz końcowej, natomiast tunel pomiędzy tymi sztolniami drążony był pod ziemią. Sposób wykonywania takiego tunelu przedstawiono na rysunku 2, natomiast założenia projektowe wymieniono poniżej:

- zastosowanie modułowej budowy maszyny do drążenie tuneli w celu otrzymania maszyny wielowariantowej, z różnymi modułami dla urabiania skał o zróżnicowanych własnościach fizyko mechanicznych,
- ograniczenie średnicy drążonych tuneli do 2500 mm,
- rozpoczęcie pracy maszyny w komorze startowej i jej zakończenie w komorze końcowej,
- dążenie do urabiania ciągłego dla każdego zastosowanego modułu urabiającego, przy zautomatyzowaniu czynności stawiania obudowy i wyeliminowanie obecności człowieka z zagrożonych miejsc,
- moduł urabiający oraz moduł transportowy będą chronione zespołem tarczy,
- zastosowanie modułu rozporowego tylko przy urabianiu skał twardych,
- możliwość rozbudowy o nowe moduły,
- łatwość dostępu do zespołów maszyny, celem przeprowadzenia remontów, regulacji, itp.



Rys. 2. Sposób wykonania tunelu z wykorzystaniem proponowanego rozwiązania maszyny

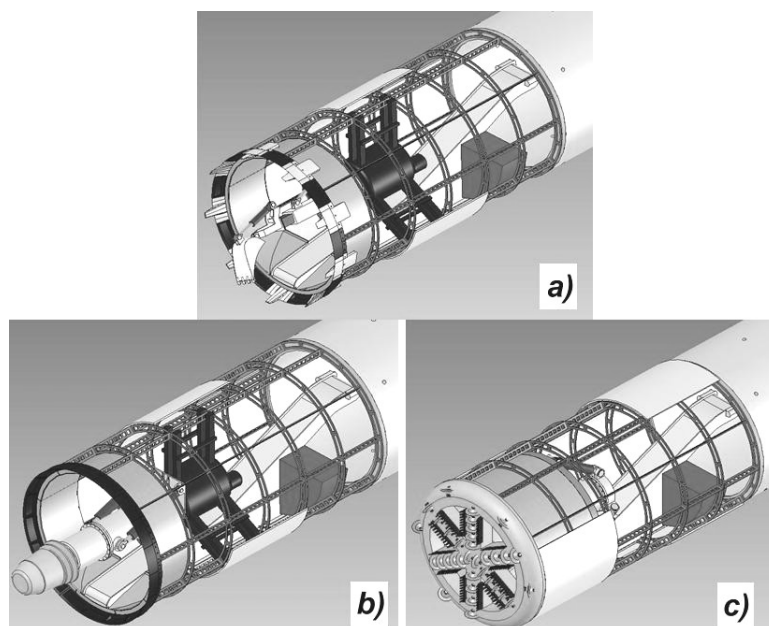
Maszyna ta wymagała, ze względu na możliwość pracy w zróżnicowanych warunkach górniczo-geologicznych, zastosowania wymiennych głowic urabiających, systemów stawiania obudowy oraz przemieszczania się maszyny. Wykorzystanie w procesie projektowym pakietu Autodesk Inventor umożliwiło opracowanie modeli przestrzennych wszystkich modułów maszyny a następnie sprawdzenie kompatybilności i poprawności ich pracy dla różnych wariantów. Widok opracowanych modeli modułów urabiających, z wyszczególnieniem podstawowych podzespołów maszyny, pokazano na rysunku 3, natomiast rozwiązania konstrukcyjne maszyny dla trzech różnych wersji pokazano na rysunku 4.



Rys. 3. Model przestrzenny modułu urabiającego maszyny modułowej [1]

1 – łyżka, 2 – siłownik zamykający, 3 – ramię wysuwne, 4 – siłownik podtrzymujący, 5 – układ obrotowy, 6 – przekładnia, 7 – sprzęgło, 8 – przegub, 9 – przegroda, 10 – silnik napędowy, 11 – siłowniki sterujące

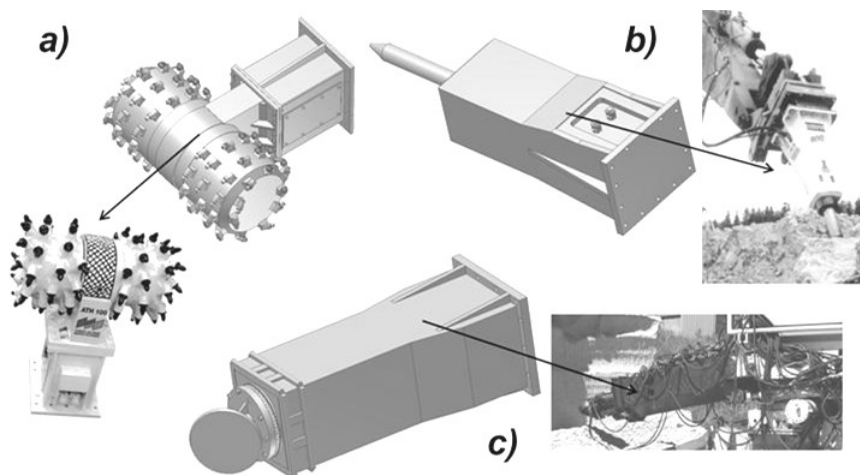
Maszyna została wyposażona w moduł urabiający w trzech wersjach – układ z ramieniem koparkowym dla urabiaiania gruntów i luźnych formacji skalnych (rys. 4a), układ z organem frezującym do urabiaiania skał średniozwięzłych (rys. 4b) oraz układ z tarczą dyskową pełnoprzekrojącą (rys. 4c) przeznaczona do skał zwięzłych i bardzo zwięzłych.



Rys. 4. Model przestrzenny rozwiązania maszyny do drążenia tuneli o średnicach do 2500 mm z głowicą urabiającą: a) koparkową, b) frezującą, c) dyskową [1]

Alternatywnie zamiast organu frezującego na ramieniu przewidziano do zamontowania zespół z dyskowym narzędziem aktywnym, urabiającym skałę zwięzłą poprzez udarowe kruszenie. Natomiast w przypadku tarczy pełoprzekrojowej przewidziano także rozwiązanie wyposażone w noże skrawające w miejsce narzędzi dyskowych. Urobek ładowany jest na przenośnik taśmowy, którym transportowany jest do tyłu maszyny. Moduły urabiające i odstawczy są zabudowane w osłonie tarczowej. Osłona ta jest na czas urabiania dociskana przez zespół siłowników hydraulicznych, opierających się o wcześniej wykonaną z żelbetowych elementów prefabrykowanych obudowę pierścieniową. Do zakładania obudowy prefabrykowanej maszyna została wyposażona w specjalny manipulator. Wyniki przeprowadzonej analizy geometrycznej oraz wykonanych symulacji kinematycznych pozwoliły na stwierdzenie, że maszyna taka jest możliwa do wykonania i zastosowania dla założonych warunków jej pracy.

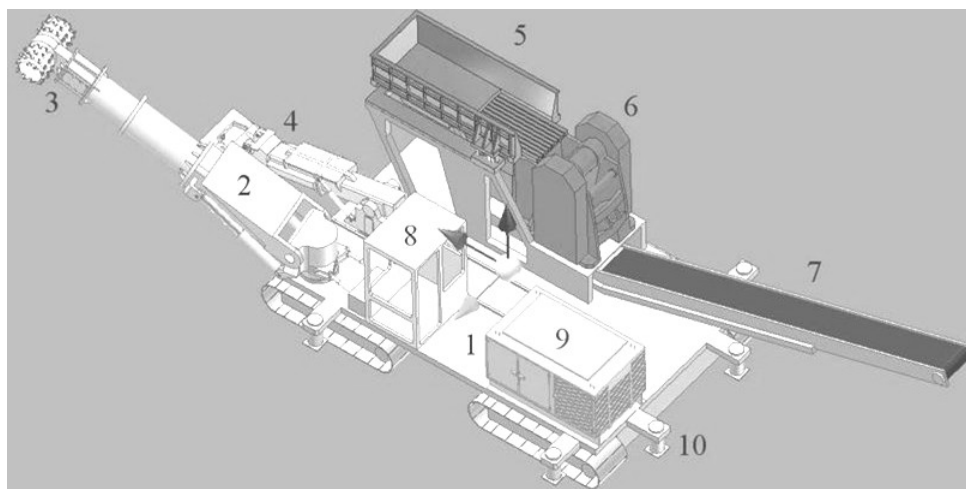
Podobne rezultaty uzyskano przy opracowywaniu projektu dla modułowej maszyny zespołowej do mechanicznego pozyskiwania i wstępnej przeróbki surowców mineralnych. Jest to projekt maszyny dla małych lokalnych kopalni odkrywkowych surowców skalnych. Obecnie w Polsce pozyskuje się materiał skalny dla potrzeb drogownictwa oraz kolejnictwa z kopalń zlokalizowanych głównie w południowej części Polski. Urabiany jest on zazwyczaj za pomocą tradycyjnych metod związanych z wykorzystaniem materiałów wybuchowych. Taka metoda nie zawsze jest możliwa w małych, lokalnych kopalniach. Dlatego zaproponowano rozwiązanie maszyny modułowej pozwalającej na urabianie surowca skalnego z wykorzystaniem metod mechanicznych.



Rys. 5. Modele modułów urabiających przewidzianych do zastosowania w maszynie: [2]
a) hydrauliczna głowica frezująca, b) ciężki hydrauliczny młot udarowy,
c) głowica z aktywnym narzędziem dyskowym

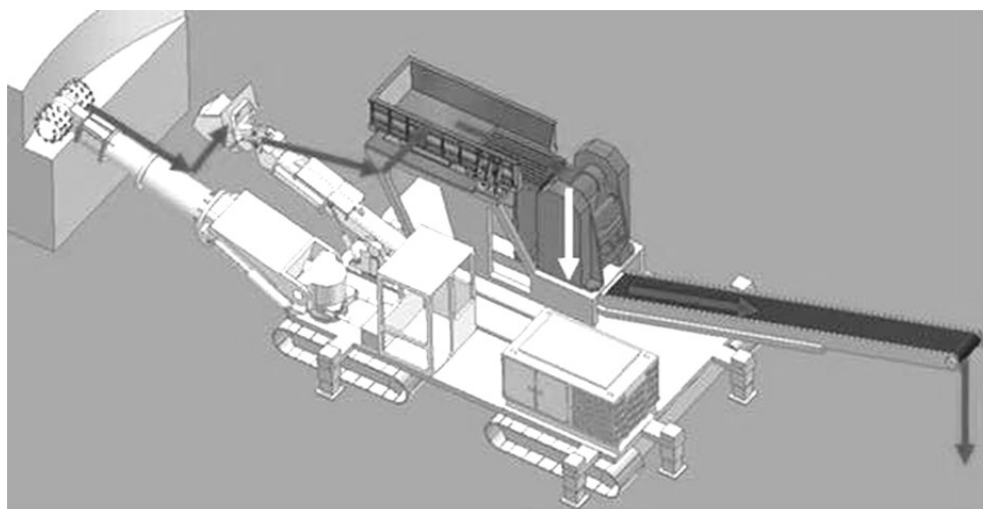
W projekcie takiej maszyny opracowano przestrzenne moduły elementów funkcjonalnych takich jak zespoły urabiające (rys. 5), ładujące, przeróbcze czy transportowe. Zaproponowano trzy rozwiązania zespołów urabiających, wcześniej już opisane ramię z aktywnym narzędziem dyskowym (rys. 5c) , ramię z zabudowanym ciężkim młotem hydraulicznym (rys. 5b) oraz ramię z zamocowaną hydrauliczną głowicą frezującą (rys. 5a).

Wykorzystując ww. programy komputerowe zestawiono kilka wariantów maszyny dla urabiania różnych rodzajów skał. Jedno z rozwiązań, wykorzystujące ramie z zamontowaną hydrauliczną głowicą frezującą przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Model przestrzenny projektu wstępnego zespołowej maszyny do mechanicznego urabiania i przeróbki surowców skalnych: [2]

1 – Platforma, 2 – Ramię, 3 – Moduł urabiający, 4 – Moduł ładujący, 5 – Przenośnik wibracyjny,
6 – Kruszarka szczękowa, 7 – Przenośnik taśmowy, 8 – Kabina operatora, 9 – Agregat hydrauliczny,
10 – Hydrauliczne stopy podporowe

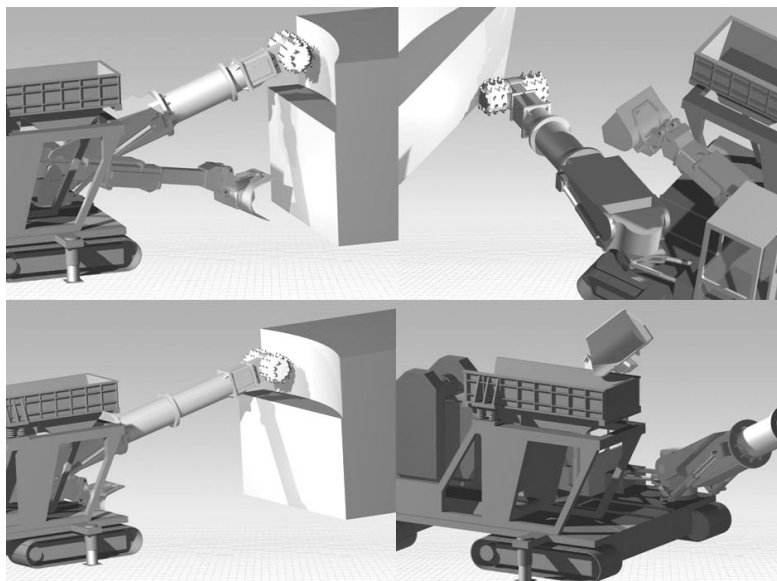


Rys. 7. Schemat procesu eksploatacyjnego surowca skalnego z wykorzystaniem proponowanego rozwiązania maszyny [2]

Według zaproponowanego rozwiązania maszyna umożliwia, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 7, równoczesne urabianie calizny skalnej z wykorzystaniem wybranego modułu urabiającego, ładowanie urobku z wykorzystaniem łyżki z ładowarki bocznie wysypującej oraz jego wstępną przeróbkę, wykorzystując kruszarkę szczękową oraz przesiewacz wibracyjny. Dla opracowanych wariantów maszyny wykonano symulacje poprawności ich pracy, umożliwiające wykrycie ewentualnych stanów kolizyjnych przy zawrębianiu, urabianiu, ładowaniu oraz odstawie (rys. 8) jak też symulacje pozwalające na

oszacowanie produktywności maszyny, jej stateczności, gabarytów i masy. Podstawowe parametry techniczne maszyny zespołowej do mechanicznego urabiania i przeróbki surowców skalnych to:

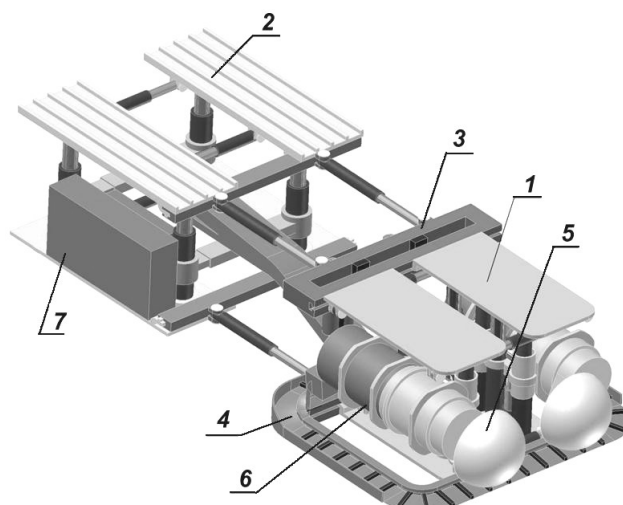
- Szacunkowa zbiorcza masa maszyny: 40 000 kg
- Wysokość maszyny: 4225 mm
- Szerokość maszyny: 6600 mm
- Długość całkowita maszyny: 20400 mm
- Szacunkowa teoretyczna wydajność: 120-220 m³/dobę



Rys. 8. Model maszyny zespołowej podczas symulacji poprawności pracy i ewentualnych kolizji poszczególnych podzespołów [2]

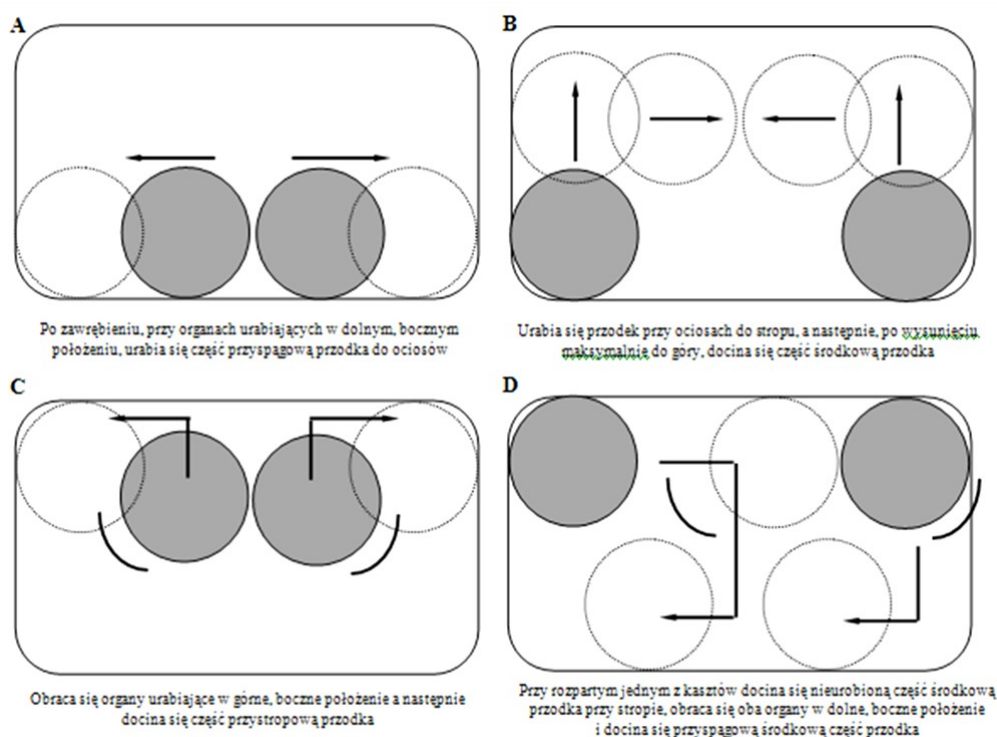
Inny problem miała grupa studentów podczas rozwiązywania problemu zastąpienia tradycyjnego systemu urabiania rud miedzi z wykorzystaniem materiału wybuchowego metodą mechaniczną. Nie posiadali oni wystarczającej wiedzy dla opracowania rozwiązania maszyny na etapie projektu wstępnego, jednak była ona dostateczna na wykonanie koncepcji takiej maszyny. Przy wykorzystaniu modeli ogólnie dostępnych maszyn i urządzeń takich jak np., zmechanizowana obudowa podporowa, zespoły siłowników hydraulicznych oraz opracowując modele zespołów urabiających, odstawczych i zasilających, bazujące na podzespołach już znanych i stosowanych w górnictwie podziemnym, zaproponowano rozwiązanie maszyny zespołowej do mechanicznego urabiania skał zwięzłych z dwoma mimośrodowymi organami urabiającymi, przedstawione na rysunku 9. W pakiecie Autodesk Inventor wykonano model przestrzenny, który pozwolił na opracowanie technologii pracy maszyny umożliwiającej jej zastosowanie w procesie urabiania rud miedzi oraz przeprowadzono symulacje jej pracy, pozwalającą na oszacowanie jej wydajności. Zaproponowane schematy urabiania czoła przodka z wykorzystaniem opracowanej koncepcji maszyny pokazano na rysunku 10. Z wykorzystaniem ww. pakietu komputerowego

opracowano również symulację pracy maszyny, potwierdzającą możliwość urabiania zgodnie z zaproponowanymi schematami.



Rys. 9. Model przestrzenny maszyny zespołowej do mechanicznego urabiania skał zwięzłych z dwoma mimośrodowymi organami urabiającymi: [materiały własne]

1 – kaszt rozporowy I, 2 – kaszt rozporowy II, 3 – układ przesuwny, 4 – przenośnik odstawczy, 5 – organy urabiające, 6 – mimośrodowe układy napędowe, 7 – agregat zasilający



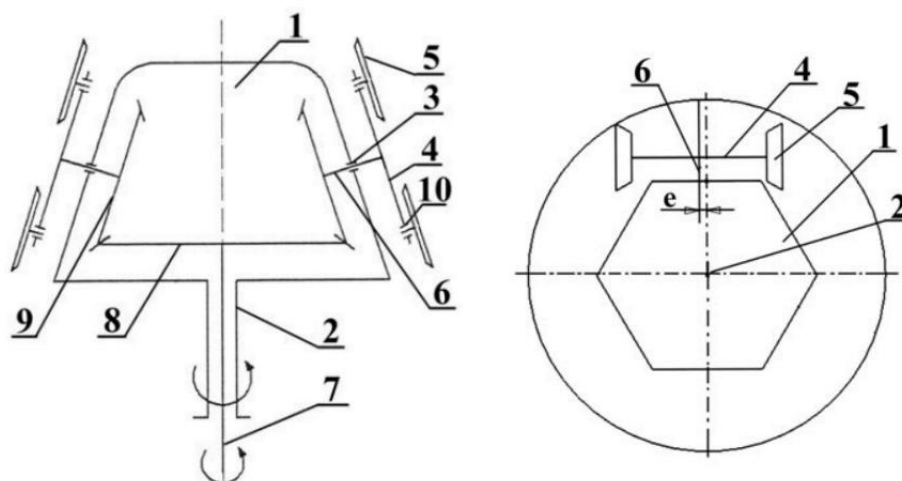
Rys. 10. Schemat urabiania czoła przodka maszyną zespołową do mechanicznego urabiania skał

Dla efektywnego zastosowania w polskich kopalniach rud miedzi opracowana koncepcja wymaga jeszcze wiele wysiłku na udoskonalenie jej konstrukcji i zaadoptowanie do panujących w tych kopalniach warunków górniczo-geologicznych. Jednak koncepcja ta

spełnia podstawowe warunki pozwalające na stwierdzenie, że będzie ona w stanie efektywnie urabiać rudy miedzi.

Opisane powyżej rozwiązania nie wykroczyły poza studium projektowe. Natomiast pełnym sukcesem we wdrożeniu rozwiązania zakończył się projekt innowacyjnego rozwiązania głowicy urabiającej z narzędziami dyskowymi o złożonej trajektorii ruchu. Wykorzystanie narzędzi dyskowych na organach chodnikowych kombajnów ramionowych było rozważane już dużo wcześniej, jednak proste próby zastąpienia narzędzi skrawających narzędziami dyskowymi nie zakończyły się powodzeniem.

Dlatego w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych opracowano koncepcję konstrukcyjną organu z narzędziami dyskowymi niesymetrycznymi o złożonej trajektorii ruchu, zamocowanych na trzech obracających się względem korpusu organu tarczach. Zaprezentowano ją na rysunku 11.

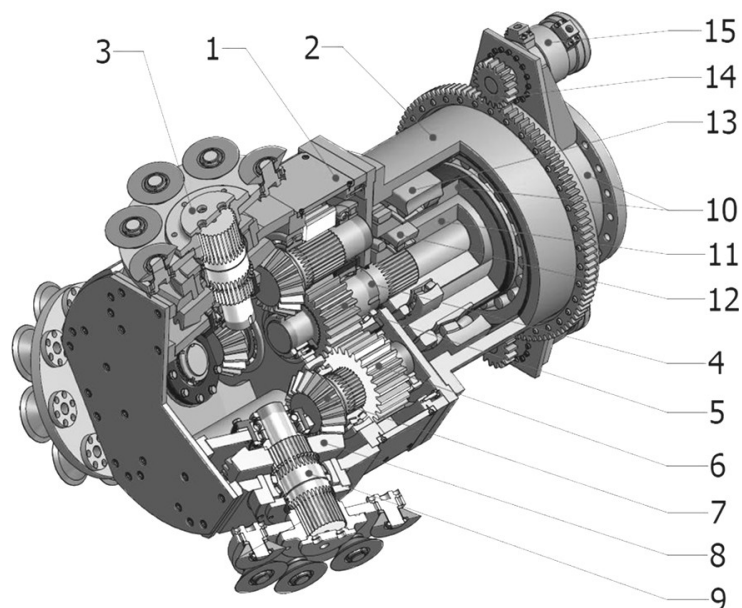


Rys. 11. Koncepcja organu wyposażonego w narzędzia dyskowe o złożonej trajektorii ruchu [3]

Organ urabiający składa z niezależnie napędzanego korpusu i osadzonych w nim, napędzanych tarcz z niesymetrycznymi narzędziami dyskowymi. Korpus organu (1) napędzany jest przez wał zewnętrzny (2). W korpusie tym, w gniazdach (3) osadzone są wały napędowe (6) z tarczami (4), na których zamocowane są w łożyskowanych gniazdach (10) narzędzia dyskowe (5). Liczba tych narzędzi najkorzystniej powinna wynosić 6 do 8 sztuk. Napęd na wały napędowe (6) przekazywany jest przez niezależny względem wału zewnętrznego (2), wewnętrzny wał napędowy (7) oraz zespół przekładni stożkowych (8) i (9) lub alternatywnych. W koncepcji nowego rozwiązania organu ważnym jest zapewnienie przesunięcia osi wałów napędowych (6) tarcz (4) o wartość e w taki sposób, aby nie przecinały się z osią wału napędowego (2) korpusu głowicy (1). Takie mimośrodowe usytuowanie osi tarcz z narzędziami, nie większe niż 25-30 mm, powinno umożliwić bezproblemowe ich zawieranie się w caliznę.

W nowym rozwiązaniu organu z narzędziami dyskowymi o złożonej trajektorii ruchu założono, że napędy dla obydwu ruchów powinny być osobne, aby umożliwić niezależne sterowanie wartością ich prędkości obrotowej. Korpus głowicy napędzany będzie wałem

drążonym, natomiast napęd tarcz realizowany będzie wałem wewnętrznym, poprzez przekładnię umieszczoną wewnątrz korpusu. Do prac projektowych nad innowacyjnym organem urabiającym przyjęto założenia opracowane na podstawie wyników wcześniej wykonanych badań laboratoryjnych urabiania próbek skalnych pojedynczą tarczą z narzędziami dyskowymi. Założono, że: średnica narzędzi dyskowych $D = 160$ mm, kąt ostrza $\beta = 30-45^\circ$, średnica tarcz z dyskami $600 \text{ mm} \leq D_u \leq 850$ mm, liczba dysków na tarczach $l_d \leq 8$ sztuk, liczba obrotów tarcz $20 \leq n_t \leq 60$ 1/min, moment obrotowy tarcz z dyskami $M_t \approx 2500-3500$ Nm.

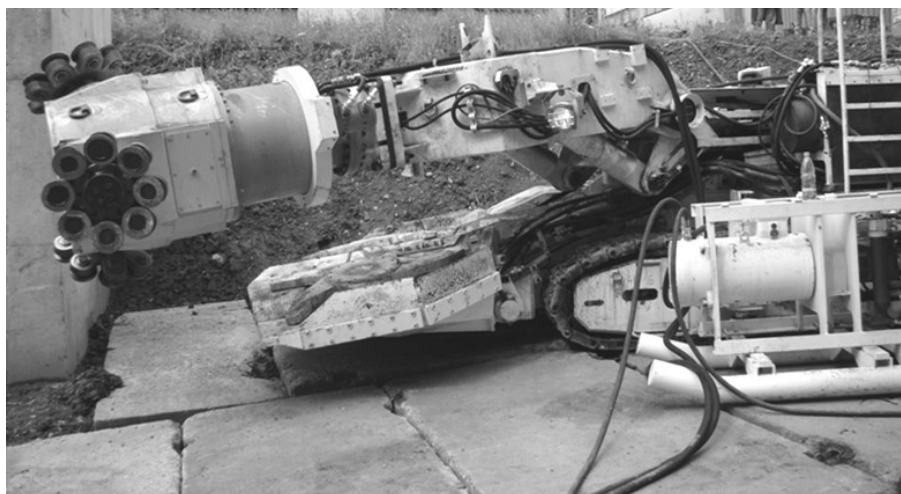


Rys. 12. Model nowego rozwiązania głowicy z narzędziami dyskowymi o złożonej trajektorii [3]

1 – przekładnia główna, 2 – przekładnia pomocnicza, 3 – tarcza dyskowa, 4 – wał wejściowy, 5 – koło zębate centralne, 6 – koło zębate orbitalne, 7 – zębnik, 8 – koło talerzowe, 9 – wał wyjściowy, 10 – wspornik, 11 – łącznik, 12,13 – łożyska, 14 – przekładnia korpusu, 15 – silnik hydrauliczny

Założono opracowanie i przystosowanie nowego rozwiązania głowicy dla modelu produkowanego przez zakłady REMAG S.A. średniego kombajnu chodnikowego KR150. Na podstawie analizy głowic frezujących wykorzystywanych na tym kombajnie założono, że długość nowego rozwiązania nie powinna przekraczać 1750 mm, jej średnica 860 mm a masa 5 ton. Opracowany wstępny model głowicy zakładał zabudowanie na jego kadłubie trzech tarcz z narzędziami dyskowymi. Kadłub płaszczka będzie miał możliwość niezależnego obrotu względem tarcz z narzędziami dyskowymi. Widok tego modelu przedstawiono na rysunku 12. Głowica ta, zaprojektowana jako alternatywa dla chodnikowych kombajnów ramionowych, przeszła pozytywne próby komputerowych badań symulacyjnych a zauważone mankamenty niezwłocznie poprawiono. Również symulacja jej pracy na jednym z kombajnów typ KR 150 wypadła zadowolająco. Na podstawie opracowanego modelu sporządzono projekt techniczny głowicy, umożliwiający jej wykonanie w metalu. Egzemplarz głowicy przeznaczony do zabudowy na kombajnie KR 150 i wstępnych badań poligonowych został

wykonany w zakładach REMAG S.A. Jej widok przed przystąpieniem do prób poligonowych pokazano na rysunku 13.



Rys. 13. Widok ramienia kombajnu KR 150 z głowicą z narzędziami dyskowymi o złożonej trajektorii przed przystąpieniem do badań poligonowych [3]

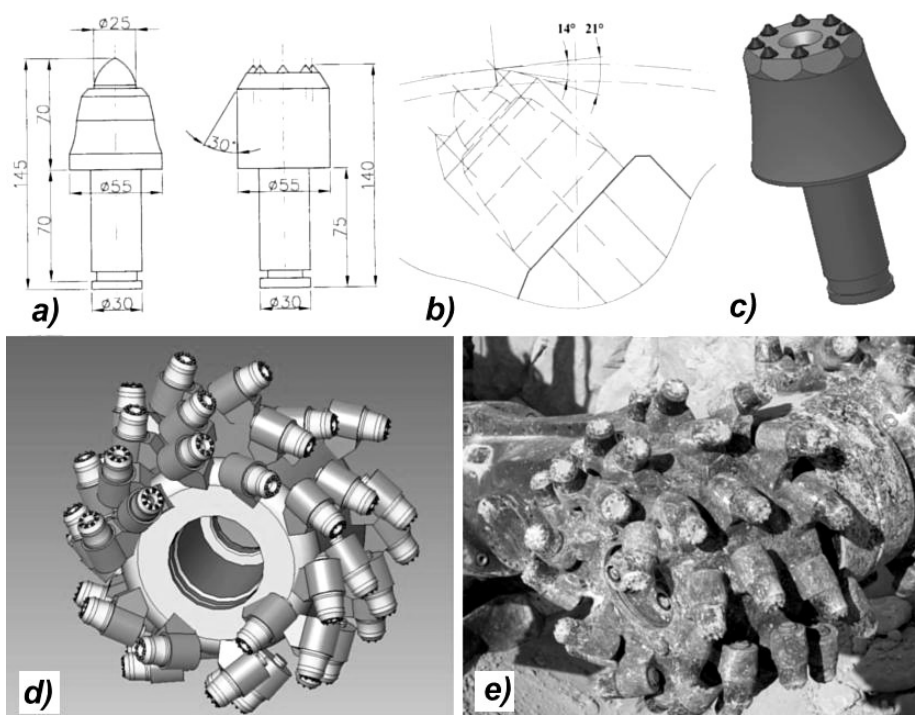
Badania poligonowe głowicy z narzędziami dyskowymi niesymetrycznymi o złożonej trajektorii przeprowadzono na stanowisku badawczym w postaci wielkogabarytowego bloku betonowego, wykonanego na terenie zakładów REMAG S.A. Sprawdzano efektywność urabiania i stopień zużycia narzędzi dyskowych jak też granulację uzyskanego urobku dla różnych konfiguracji liczby i kierunku obrotów. Widok kombajnu z nowym rozwiązaniem podczas jednej z przeprowadzonych prób urabiania przedstawiono na rysunku 14.



Rys. 14. Widok kombajnu KR 150 z nowym rozwiązaniem głowicy z narzędziami dyskowymi niesymetrycznymi o złożonej trajektorii podczas jednej z prób poligonowych [3]

Nowe rozwiązanie głowicy pracowało bez większych zastrzeżeń. Najkorzystniejsze efekty pracy – duże uziarnienie urobku, małe obciążenie silników napędowych oraz ograniczone drgania, uzyskano przy obrotach kadłuba głowicy przeciwnych do ruchu wskazówek oraz obrotach tarcz z narzędziami dyskowymi zgodnymi z ruchem wskazówek dla obrotów kadłuba głowicy około 20 1/min, przy wartości obrotów tarcz około 60 1/min. Nie stwierdzono większych oznak zużycia się narzędzi dyskowych.

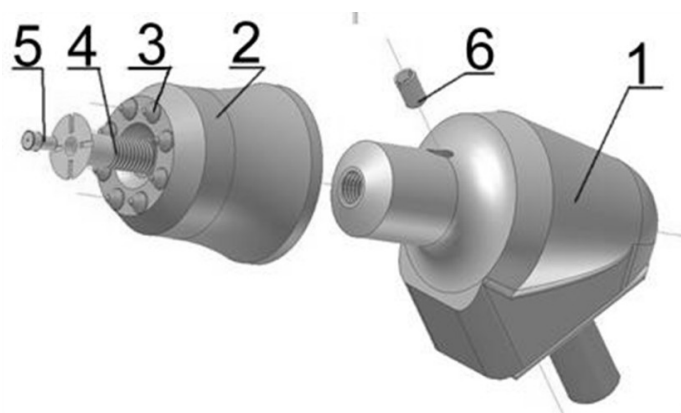
Także pozytywnym rezultatem wdrożenia, z udziałem studentów, zakończył się projekt nowego rozwiązania noża koronowego jako alternatywa standardowych narzędzi dla organów kombajnów chodnikowych. Opracowany model takiego noża został poddany symulacjom komputerowym, które umożliwiły udoskonalenie jego konstrukcji (rys. 15a, b, c). Zweryfikowały to wykonane badania stanowiskowe. W efekcie opracowano model organu z takimi nożami a pozytywny wynik badań komputerowych pozwolił na wykonanie egzemplarza prototypowego (rys. 15d i e). Próby poligonowe w warunkach przemysłowych wykazały pełną przydatność i konkurencyjność nowego rozwiązania noży w porównaniu do narzędzi standardowych. Badania te wykonano w kopalni wapienia w Iłży. Po pracy w czasie 8-mio godzinnej zmiany roboczej nowe narzędzia nie wykazywały większych oznak zużycia.



Rys. 15. Widok rozwiązania i modelu przestrzennego noża koronowego oraz modelu i wykonanego rozwiązania organu z nożami koronowymi po próbach eksploatacyjnych [4]

Nowe rozwiązanie narzędzia koronowego było również podstawą do opracowania innowacyjnego rozwiązania noża koronowego specjalnego (rys. 16) ze zraszaniem i smarowaniem wysokociśnieniowym. Takie rozwiązanie ma na celu do minimum ograniczenie oporów związanych z obracaniem się narzędzia w uchwycie poprzez usuwanie z pomiędzy współpracujących powierzchni korpusu noża i trzpienia uchwytu zanieczyszczeń w postaci

drobin pyłu i urobku. Dodatkowo zabudowana w osi narzędzia dysza wysokociśnieniowa umożliwia zraszanie obszaru urabianej calizny skalnej, ograniczając ilość generowanego pyłu oraz wpływa korzystnie na chłodzenie narzędzia a tym samym zwiększenie jego trwałości.



Rys. 16. Model nowego rozwiązania noża koronowego specjalnego ze zraszaniem i smarowaniem wysokociśnieniowym:

1 – korpus uchwyty, 2 – korpus noża, 3 – słupki z węgliku, 4 – mocowanie korpusu noża, 5 – dysza zraszająca, 6 – dysza smarna

PODSUMOWANIE

Na podstawie przedstawionych przykładów projektów maszyn i urządzeń przeznaczonych dla górnictwa, wykonywanych przez lub przy dużym udziale studentów, można wykazać znaczną pomoc zaawansowanych komputerowych pakietów do wspomagania projektowania inżynierskiego w procesie tworzenia maszyny dla konkretnych warunków pracy. Pozwalają one na stworzenie wiernego modelu przestrzennego maszyny, umożliwiającego zasymulowanie jej pracy, obciążenia i ewentualnych stanów awaryjnych, co w konsekwencji zmniejsza do minimum ryzyko skonstruowania wadliwego rozwiązania. Ogranicza także koszty procesu produkcyjnego - od pomysłu do wykonania egzemplarza przemysłowego.

LITERATURA

- [1] K. Kotwica,; 2009, Koncepcja maszyny zespołowej do drążenia minituneli o średnicy do 2500 mm w ośrodku skalnym o zróżnicowanych własnościach fizykomechanicznych. Kwartalnik „Górnictwo i geoinżynieria”, AGH Kraków, Rok 33, zeszyt 3/1,
- [2] K. Kotwica, P. Gospodarczyk, J. Reś.: 2009, Modułowa maszyna zespołowa do mechanicznego urabiania i przeróbki surowców skalnych dla potrzeb drogownictwa i budownictwa w lokalnych kopalniach odkrywkowych. Transport przemysłowy i maszyny robocze. Nr 3 (5)/2009, Wrocław,
- [3] K. Kotwica, P. Gospodarczyk, G. Stopka, A. Kalukiewicz: 2010, The designing process and stand tests of a new solution of a mining head with disc tools of complex motion trajectory for compact rocks mining. Quarterly Mechanics and Control, Vol. 29 No. 3, Kraków,
- [4] K. Kotwica, P. Gospodarczyk, A. Kalukiewicz, D. Łapa: 2006, Noże koronowe – narzędzia nowej generacji do urabiania skał zwięzłych. Maszyny Górnicze nr 4/2006, Gliwice.
- [5] K. Kotwica, A. Klich: Maszyny i urządzenia do drążenia wyrobisk korytarzowych i tunelowych. Monografia. Instytut Techniki Górniczej KOMAG Gliwice, Gliwice 2011

ABSTRACT

The article presents the possibility of using computer programs to assist the engineering design in the educational process of students of technical universities of mechanical and mining profile. For example of few selected solutions of machineries and equipments, developed for the mining industry, the application of these programs, mainly Autodesk Inventor and AutoCAD was shown. The process of design by students, and simulation tests related to their kinematics, efficiency and the possibility of collisions of individual elements of the structure during operation was described.

KEYWORDS

Inventor, AutoCAD, Ansys, modeling, designing, machine, simulation, longwall shearer

dr hab. inż. Krzysztof Kotwica
dr inż. Piotr Gospodarczyk

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych
i Transportowych
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, POLSKA
e-mail: kotwica@agh.edu.pl
piogos@agh.edu.pl

ELEKTROAUTOMATYKA OKRĘTOWA – NOWA SPECJALNOŚĆ NA WYDZIALE MECHANICZNYM AKADEMII MORSKIEJ W SZCZECINIE

MARINE ELECTRO AUTOMATION – A NEW SPECIALTY AT THE FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING OF MARITIME UNIVERSITY OF SZCZECIN

Akademia Morska w Szczecinie

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiona jest charakterystyka kształcenia oficerów elektroautomatyków okrętowych na nowej specjalności, którą utworzono na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie. Przedstawiono szczególne wymagania jakie stawiane są absolwentom podejmującym pracę na stanowisku oficera elektroautomatyka. Specyfika pracy absolwentów tej specjalności wymusza na uczelni wysokie standardy kształcenia, w których istotną rolę odgrywają nowoczesne laboratoria specjalistyczne.

SŁOWA KLUCZOWE

oficer elektroautomatyk okrętowy, edukacja, konwencja STCW

WSTĘP

W porównaniu ze statkami budowanymi kilkadziesiąt lat temu, obecne statki są w pełni zautomatyzowane. Praca załogi maszynowej zmieniła się z wachtowej na bez wachtową. Kompleksowa automatyzacja statku jest wynikiem zainstalowania na jednostkach pływających rozbudowanych, skomputeryzowanych systemów sterowania i monitoringu.

Wysoki stopień automatyzacji określony jest przez zespół cech charakteryzujących techniczną realizację układów sterowania i monitoringu. Uwzględnia się przy tym właściwości: układu człowiek – urządzenie, układów sterowania, układów kontroli, pracy systemów ze względu na niezawodność i bezpieczeństwo [1].

Wraz z rozwojem na statkach technik mechatronicznych Oficer Elektroautomatyk Okrętowy stał najbardziej poszukiwanym przez armatorów pracownikiem. Zawód ten daje możliwości zatrudnienia bezpośrednio na statkach, jak również w przemyśle lądowym związanym z gospodarką morską. Dzisiaj praktycznie na każdym statku, bez względu na wielkość i zaawansowanie systemów eksploatacja statku jest niemożliwa bez elektroautomatyka.

Powstała na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie specjalność Elektroautomatyka Okrętowa jest odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie specjalistów z

tej dziedziny. Absolwent otrzymuje dyplom inżyniera, pozwalający zajmować stanowisko oficera elektroautomatyka na statkach floty handlowej oraz podejmować pracę inżynierską w przedsiębiorstwach lądowych. Absolwenci tej specjalności są obecnie najlepiej opłacanymi specjalistami zatrudnianymi na statkach armatorów polskich i zagranicznych. Przykładowo Polska Żegluga Morska – największy w Polsce armator, nieprzerwanie poszukuje do pracy w załogach pływających elektroautomatyków okrętowych.

Efektom kształcenia elektroautomatyków okrętowych na Akademii Morskiej w Szczecinie jest uzyskanie wiedzy i kompetencji zgodnych z wytycznymi Międzynarodowej Konwencji STCW. Międzynarodowa konwencja o wymaganiach w zakresie wyszkolenia marynarzy, wydawania im świadectw oraz pełnienia wacht STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) [3], sporządzona w Londynie dnia 7 lipca 1978 roku, weszła w życie 28 kwietnia 1984 roku i od tej daty obowiązuje w Polsce (Dz. U. z 1984 r., Nr 39, poz. 201 i 202). Wielokrotnie poprawiana i ostatecznie zmodyfikowana przez wprowadzenie w 1995 roku dwóch kodeksów, zawiera wykaz minimalnej wiedzy teoretycznej i praktycznej, umiejętności oraz wymaganych certyfikatów i uprawnień niezbędnych do wykonywania zadań na poszczególnych stanowiskach statku. Na konferencji państw stron konwencji STCW, która odbyła się w 2010 r. w Manili, wprowadzono istotne poprawki do konwencji STCW („poprawki z Manili”). Poprawki konwencji obejmowały wymogi dla starszych marynarzy i stworzono nowe profile zawodowe, między innymi profil zawodu – oficer elektroautomatyk. Akademia Morska w Szczecinie jest członkiem Krajowej Izby Morskiej, posiada certyfikat ISO9001:2008 i jako pierwsza na świecie otrzymała certyfikat zgodności kształcenia z wymogami STCW [3, 4].

SPECYFIKA ZAWODU OFICER ELEKTROAUTOMATYK OKRĘTOWY

Rozwój technologii okrętowych skutkuje coraz większym nasyceniem statków różnego rodzaju urządzeniami elektrycznymi. Pełna automatyzacja statków, ich skomputeryzowanie, powoduje, że rosną wymagania, co do kwalifikacji oficerów elektroautomatyków nadzorujących elektryczne urządzenia okrętowe.

Obowiązki zawodowe oficera Elektroautomatyka okrętowego:

- sprawuje funkcje kierownika statkowej służby elektrycznej w celu utrzymania w stałej gotowości technicznej elektrycznych urządzeń siłowni statkowej, oświetlenia nawigacyjnego, oświetlenia zasadniczego i awaryjnego pomieszczeń statkowych, sygnalizacji, układów automatyki statkowej i urządzeń elektro- nawigacyjnych zgodnie z obowiązującymi przepisami międzynarodowymi i krajowymi oraz instrukcjami armatora,
- organizuje i wykonuje napraw urządzeń elektrycznych zgłaszanych przez kierowników poszczególnych działów statkowych,
- zabezpiecza stan techniczny i ilościowy części zamiennych,
- uczestniczy w operacjach manewrowych, cumowniczych i kotwiczenia,

- opracowuje specyfikację prac remontowych oraz nadzór nad ich wykonaniem przez pracowników stoczniowych,
- utrzymuje w ciągłej sprawności technicznej elektrycznych systemów awaryjnych,
- współpracuje z odpowiednimi służbami technicznymi i pracowniczymi armatora,
- sporządza sprawozdania o stanie technicznym statkowych urządzeń elektrycznych,
- szkoli załogę z zakresu bhp i ppoż. przy obsłudze elektrycznych urządzeń statkowych.

Wieloletnia praktyka (jednego z autorów) na stanowisku elektroautomatyka okrętowego może prowadzić do stwierdzenia, że zawód ten jest specyficzny. Elektroautomatyk okrętowy musi posiadać rozległą wiedzę z wszystkich specjalności elektrycznych (maszyny elektryczne, instalacje i urządzenia elektryczne, metrologia, systemy komputerowe, systemy energetyczne, energoelektronika). Ważna jest znajomość działania urządzeń i systemów mechanicznych. Specyfika zawodu związana jest również z tym, że elektroautomatyk jest w pracy osamotniony. Mechaników, na średniej wielkości statkach, jest trzech lub czterech. Mogą konsultować między sobą problemy zawodowe, które muszą rozwiązać. Elektroautomatyk musi rozwiązywać problemy sam. Pomoc serwisu, ze względu na koszty, jest zazwyczaj rzadko wykorzystywana.



Rys. 1. Praca Elektroautomatyka Okrętowego na statku

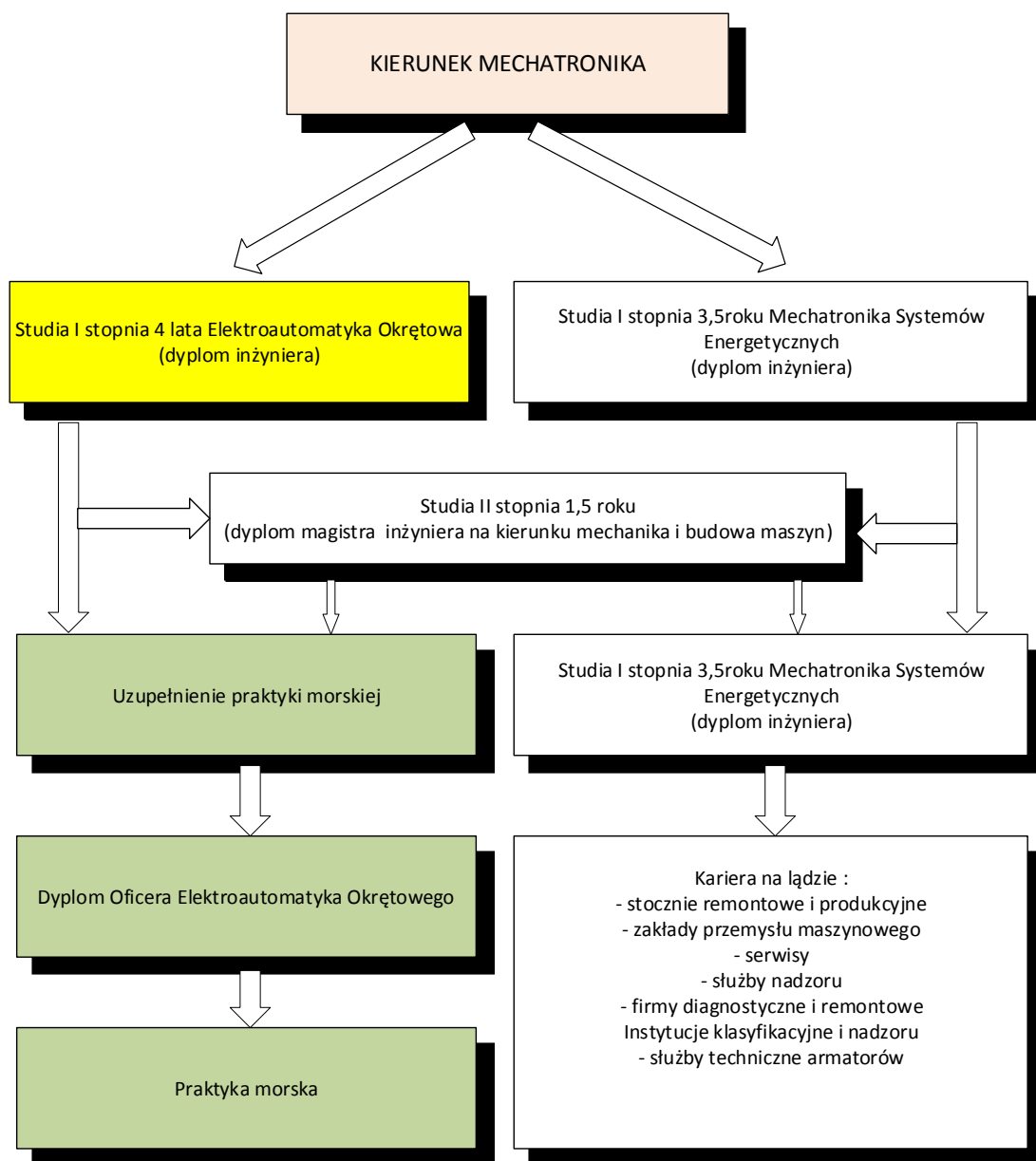
Źródło : <http://www.full-ahead.net>

CHARAKTERYSTYKA SPECJALNOŚCI ELEKTROAUTOMATYKA OKRĘTOWA

Elektroautomatyka Okrętowa jest specjalnością, która powstała w roku akademickim 2010/2011 w ramach kierunku Mechatronika na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie.

Studia pierwszego stopnia na kierunku Mechatronika prowadzone są dwóch specjalnościach: Elektroautomatyka Okrętowa (EO) i Mechatronika Systemów Energetycznych (MSE). Studenci po czterech latach studiów i uzupełnieniu praktyki morskiej zdają egzamin przed Uczelnianą Komisją Egzaminacyjną (wymóg art.74 ust 3 ustawy Prawo o

szkolnictwie wyższym) uzyskując dyplom potwierdzający kompetencje dla oficerów elektroautomatyków. Podczas studiów studenci zdają egzaminy cząstkowe, które potwierdzają ich wiedzę i umiejętności zawodowe zgodne z Konwencją STCW. Struktura kierunku Mechatronika przedstawiona jest na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura kierunku Mechatronika na wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie

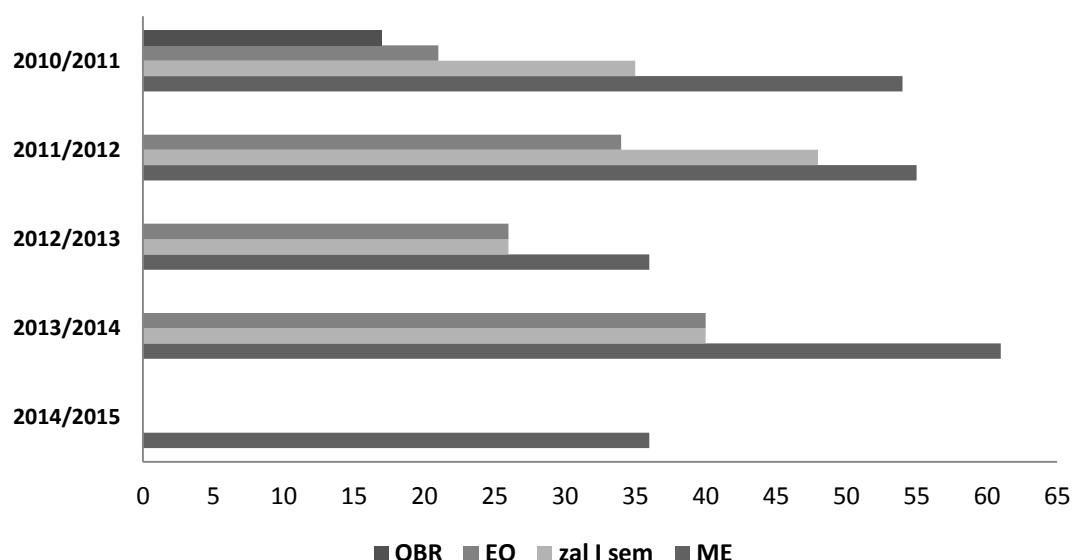
Studenci specjalności „Elektroautomatyka okrętowa” zdobywają wiedzę i umiejętności niezbędne do podjęcia pracy, jako oficer elektroautomatyk okrętowy [2]. Absolwent jest przygotowany do:

- obsługi maszyn i urządzeń okrętowych i lądowych wraz z ich układami mechatronicznymi,
- obsługi siłowni okrętowych,

- organizowania i nadzorowania pracy w siłowniach okrętowych i lądowych,
- diagnozowania maszyn i urządzeń okrętowych i lądowych,
- organizowania, nadzorowania i przeprowadzania prac remontowych w siłowniach okrętowych i lądowych,
- podjęcia studiów drugiego stopnia.

Studenci po ukończeniu studiów I stopnia mogą kontynuować naukę na studiach II stopnia, które trwają 1,5 roku, uzyskując dyplom magistra inżyniera na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn.

Wraz z rozwojem kierunku Mechatronika na AM od 2010 roku ilość studentów wybierających specjalność EO stale rosła. W roku akademickim 2010/2011 ilość studentów EO w stosunku do ilości studentów całego kierunku ME wynosiła 60%, w 2011/2012 wynosiła 70%, a już w latach 2012/2013 i 2013/2014 wyniosła 100%. Wynika z tego, że studenci wybierają chętnie specjalność Elektroautomatyk Okrętowy. Histogram specjalności EO na kierunku Mechatronika przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 3. Histogram ilości studentów specjalności Elektroautomatyka Okrętowa na kierunku Mechatronika w latach 2010-2015

OBR – absolwenci specjalności elektroautomatyka okrętowa

OE – studenci na specjalności elektroautomatyka okrętowa

zal I sem – studenci, którzy zaliczyli I semestr studiów na kierunku mechatronika

ME – studenci na kierunku mechatronika

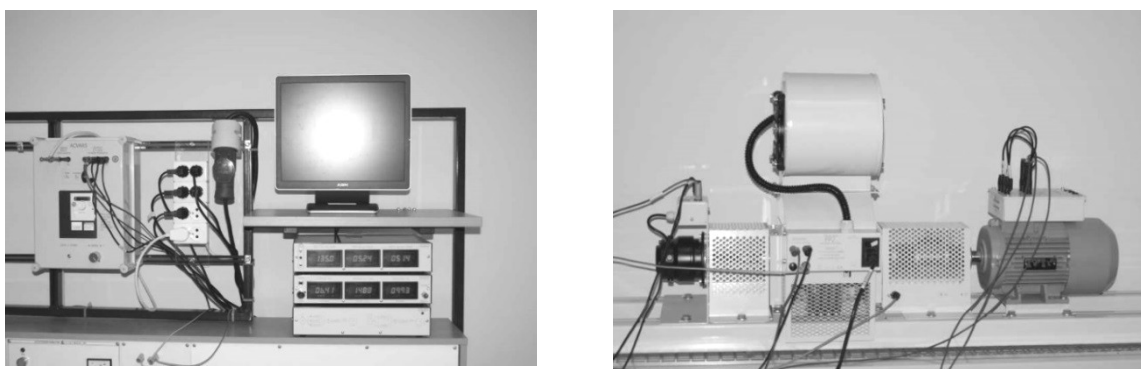
BAZA DYDAKTYCZNA DLA SPECJALNOŚCI ELEKTROAUTOMATYKA OKRĘTOWA

Główne znaczenie dla nowoczesnej bazy dydaktycznej mają laboratoria specjalistyczne. Ważne też jest przygotowanie i wiedza pracowników dydaktycznych. Przykładowo w Zakładzie Elektrotechniki i Elektroniki Okrętowej AM większość kadry dydaktycznej posiada wieloletnią praktykę morską na stanowisku Oficer Elektroautomatyk Okrętowy. Pozwala to na przekazywanie wiedzy studentom łącząc wiedzę teoretyczną z wiedzą praktyczną.

Kierunek Mechatronika na wydziale Mechanicznym AM powstał dzięki dofinansowaniu ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego projektu pn. „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie” Akademia Morska w Szczecinie otrzymała blisko 3 mln zł na realizację niniejszego projektu. Powstały nowoczesne laboratoria np. robotyki czy energoelektroniki [7, 8].

W laboratorium maszyn elektrycznych zbudowano kilka stanowisk laboratoryjnych. Przykładem może być nowoczesne stanowisko do badania silnika asynchronicznego klatkowego. Stanowisko jest wyposażone w dwa systemy zasilania silnika: autotransformator trójfazowy oraz energoelektroniczny przemiennik częstotliwości. Ważnym elementem układu jest specjalnie zaprojektowany hamulec, który pozwala na programowanie różnego charakteru obciążenia silnika, co jest istotne w systemach okrętowych. Stanowisko laboratoryjne do badania silnika asynchronicznego klatkowego przedstawione jest na rysunku 4.

W ramach projektu „Zielona Energetyka” [5] w Akademii Morskiej w Szczecinie powstały laboratoria wyposażone w najnowsze rozwiązania technologiczne, z których studenci specjalności elektroautomatyka będą mogli korzystać już w niedalekiej przyszłości. Obecnie korzystają z tych laboratoriów w ramach kół naukowych. Laboratorium w kształcie zaproponowanym w projekcie jest pierwszym tego typu w Polsce i jednym z nielicznych w Europie.



Rys. 4. Stanowisko laboratoryjne badania silnika klatkowego

W ramach projektu powstały stanowiska laboratoryjne, które obejmują:

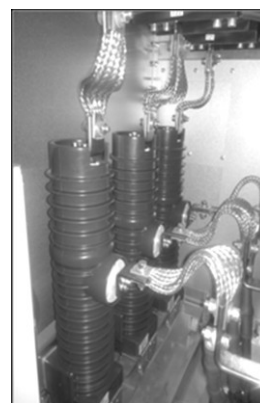
- stanowisko badania prądnicy pierścieniowej,
- stanowisko badania prądnicy klatkowej,
- stanowisko badania transformatora 0,4/15 kV,
- stanowisko badania wyłącznika zwarcowego SN,
- stanowisko badania przekładników napięciowych i prądowych WN,
- stanowisko badania urządzeń i aparatów WN,
- stanowisko obróbki sygnałów z urządzeń energetycznych stanowiska do statystycznej analizy wyników.

Na rysunku 5 przedstawiono stanowisko do badania różnych rodzajów źródeł wytwarzania energii elektrycznej (prądnica synchroniczna, prądnica pierścieniowa, prądnica klatkowa). Możliwe jest badanie pracy samotnej prądnicy, pracy równoległej i synchronizacji prądnic. Stanowisko te pozwala również na badanie prądnicy z napędem o różnej prędkości wirowania, co w coraz bardziej popularnych okrętowych systemach wytwarzania energii elektrycznej opartych o prądnice wałową ma szczególne znaczenie. Wyposażone jest w wiele układów energoelektronicznych z możliwością ich programowania z wykorzystaniem logiki programowalnej FPGA.



Rys. 5. Nowoczesna rozdzielnica 0,4 kV z polami synchronizacji prądnic klatkowej, pierścieniowej i synchronicznej

Ważną częścią tego stanowiska jest możliwość badania jakości energii elektrycznej uzyskiwanej z różnych źródeł, możliwości jej poprawy poprzez zastosowanie filtrów aktywnych. Możliwe jest również badanie układów „Shore To Ship” (STS), czyli uzyskującego w ostatnich latach coraz większą popularność systemu połączenia statków z elektroenergetyczną siecią lądową podczas postoju w porcie.



Rys.6. Stanowisko laboratoryjne WN (15kV) oraz wnętrze pola liniowego 15 kV

Konwencja STCW wprowadziła wymagania wobec elektroautomatyków okrętowych i mechaników na poziomie zarządzania i operacyjnym odnośnie wiedzy i biegłości instalacji wysokiego napięcia (HV – High Voltage). Elektroautomatycy pływający na statkach z instalacją wysokich napięć powinni posiadać certyfikaty HV. Zrozumienie instalacji HV jest

ważne również ze względu na systemy STS, które są instalowane na statkach gdzie główny system elektroenergetyczny jest Low Voltage (Niskie Napięcie).

W ramach projektu [5] powstało stanowisko TWN (Techniki Wysokich Napięć) (rys. 6).

Studenci na stanowisku laboratoryjnym TWN mogą przeprowadzać badania przede wszystkim aparatów i urządzeń HV, które są instalowane w systemach okrętowych.

WNIOSKI

System kształcenia elektroautomatyków okrętowych na Akademii Morskiej w Szczecinie pozwala na opanowanie wiedzy i kompetencji niezbędnych do pracy w tym specyficznym zawodzie. Programy nauczania oparte są na wytycznych Międzynarodowej Konwencji STCW i rozporządzeniach wynikających z ustawy o Bezpieczeństwie Morskim, potwierdzone okresowo przez odpowiednie organy administracyjne i poświadczane Certyfikatem uznania uczelni w zakresie STCW.

Kwalifikacje kadry dydaktycznej a przede wszystkim baza dydaktyczna oparta na nowoczesnych laboratoriach pozwala na realizację założeń programów nauczania na specjalności Elektroautomatyk Okrętowy.

Zwiększająca się automatyzacja systemów okrętowych oraz specyfika pracy w zawodzie oficer Elektroautomatyk Okrętowy powoduje, że zawód ten jest poszukiwany na rynku pracy, a absolwenci tej specjalności natychmiast znajdują zatrudnienie.

LITERATURA

- [1] R. Śmierzchalski Automatyzacja systemu elektroenergetycznego statku. Gdańsk 2004 ISBN-83-921110-5-2
- [2] Plan studiów i program nauczania dla kierunku Mechatronika na specjalności Elektroautomatyka okrętowa (EO) studia stacjonarne I stopnia. Maszynopis, Akademia Morska, Szczecin 2011.
- [3] International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978 (London, 7 July 1978)
- [4] Akt końcowy Konferencji Stron Międzynarodowej Konwencji o wymaganiach w zakresie wyszkolenia marynarzy, wydawania świadectw i pełnienia wacht (STCW) z 1978 r. Philippine International Convention Centre w Manili, 21 do 25 czerwca 2010 r
- [5] ZIELONA ENERGETYKA - Rozwój bazy B+R dla energetyki wiatrowej na Akademii Morskiej w Szczecinie. <http://www.zielonaenergetyka.eu/>
- [6] Zbigniew Matuszak. Charakterystyka kształcenia oficera mechanika okrętowego w Akademii Morskiej w Szczecinie w czasie postępującej globalizacji. General and Professional Education 1/2012 pp. 29-35 ISSN 2084-1469
- [7] Wniosek o dofinansowanie projektu PROGRAM OPERACYJNY KAPITAŁ LUDZKI. Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie. Maszynopis, Akademia Morska, Szczecin 2009.
- [8] Zbigniew Matuszak. Mechatronics as the new field of study at Maritime University of Szczecin. General and Professional Education 1/2010

ABSTRACT

This paper presents the characteristics of the Marine Electro Automation Officer training on the new specialty, which has been created at the Faculty of Mechanical Engineering of Maritime Academy in Szczecin. The article delineates specific requirements that are placed on graduates taking up work as Marine Electro Automation Officers. The work specificity of the graduate specialty imposes high standards of education on the University with modern specialized laboratories playing an important role.

KEYWORDS

Marine Electro Automation officer, education, convention on STCW

dr inż. Dariusz Tarnapowicz¹
dr hab. inż. Zbigniew Matuszak prof. AM²

¹ Akademia Morska w Szczecinie
Instytut Elektrotechniki i Automatyki
Okrętowej
ul. Wały Chrobrego 1-2,
70-500 Szczecin, POLSKA
email: d.tarnapowicz@am.szczecin.pl

² Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
ul. Wały Chrobrego 1-2,
70-500 Szczecin, POLSKA
email: z.matuszak@am.szczecin.pl

AUDYT WEWNĘTRZNY JAKO SKUTECZNA METODA DIAGNOZOWANIA SYSTEMU ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ KSZTAŁCENIA NA UCZELNI WYŻSZEJ

INTERNAL AUDIT AS AN EFFECTIVE METHOD OF DIAGNOSING QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN HIGHER EDUCATION

Politechnika Śląska

STRESZCZENIE

W niniejszym artykule opisano problematykę skuteczności audytowania systemu zapewnienia jakości kształcenia funkcjonującego w uczelni wyższej. W pierwszej części artykułu opisano regulacje prawne stanowiące wymagania wobec polskich uczelni wyższych w zakresie opracowywania i funkcjonowania systemu zapewnienia jakości kształcenia (SZJK). W dalszej części opracowania przedstawiono budowę SZJK na przykładzie Politechniki Śląskiej. Kolejną część artykułu stanowi wyszczególnienie zasad audytowania, których przestrzeganie uznać należy za podstawowy warunek skuteczności procesu audytowania, także w kontekście systemów zapewnienia jakości kształcenia funkcjonujących na uczelniach wyższych.

W dalszej kolejności opisano jedną z procedur SZJK, która w Politechnice Śląskiej reguluje proces audytów wewnętrznych. Proces ten opisano w kontekście jego skuteczności w odniesieniu do Wydziału Organizacji i Zarządzania, stanowiącego podstawową jednostkę organizacyjną Politechniki Śląskiej.

Ostatnia część artykułu zawiera opis uwarunkowań skuteczności procesu audytowania SZJK na uczelniach wyższych. Ta część artykułu została opracowana na podstawie wyników badań przeprowadzonych w Politechnice Śląskiej w latach 2008-2014. Badania przyjmowały formę obserwacji uczestniczącej. Autorzy opracowania realizowali proces badawczy jako osoby odpowiedzialne za zarządzanie procesem audytów oraz osoby audytowane. Dzięki wynikom badań możliwe było sformułowanie rekomendacji, które w założeniu mają przyczynić się do zapewnienia skuteczności procesu audytowania systemów zapewnienia jakości kształcenia na uczelniach wyższych.

SŁOWA KLUCZOWE

jakość, jakość edukacji, system zapewnienia jakości kształcenia, audyt wewnętrzny

WSTĘP

Uczelnie wyższe w Polsce to instytucje, które charakteryzując się wysokim stopniem sformalizowania. Formalizacja ta wynika z regulacji prawnych, w szczególności Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym, która w założeniu ma, między innymi, gwarantować wysoką jakość procesu kształcenia na wszystkich kierunkach studiów. Jednym z podstawowych wymagań wspomnianej ustawy jest wdrożenie w uczelni wyższej systemu zarządzania procesem kształcenia tzw. systemu zapewnienia jakości kształcenia (SZJK). System taki powinien nie tylko gwarantować jakość procesu kształcenia [1], ale powinien też być nieustannie doskonalony. W celu doskonalenia, SZJK powinien być systematycznie i skutecznie

diagnozowany. Jednym z podstawowych metod diagnozowania systemów zarządzania, a taki charakter ma SZJK, jest audyt wewnętrzny [2].

W pierwszej części artykułu opisano regulacje stanowiące podstawy prawne do budowy systemu zapewnienia jakości kształcenia na uczelniach wyższych w Polsce. Kolejną część artykułu stanowi opis SZJK funkcjonującego w Politechnice Śląskiej. Po przytoczeniu w kolejnej części artykułu zasad audytowania, które zawiera norma ISO 19011 [3], analizie poddano jedną z procedur SZJK Politechniki Śląskiej – procedurę audytu wewnętrznego. Dzięki temu możliwe było sformułowanie uwarunkowań skuteczności audytu wewnętrznego na uczelni wyższej. Wspomniane uwarunkowania sformułowano w postaci rekomendacji dla osób zarządzającymi audytami wewnętrznymi. Rekomendacje w założeniu autorów mają przyczynić się do zapewnienia skuteczności proces audytowania SZJK na uczelniach wyższych.

WYMAGANIA W ZAKRESIE SYSTEMU ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA

Pojęcie systemu zapewnienia jakości kształcenia (SZJK) pojawia się w nadrzędnym akcie prawnym obowiązującym uczelnie wyższe w Polsce jakim jest ustawa „Prawo o szkolnictwie wyższym” [4]. Niestety szczegółowych wymagań w zakresie SZJK ustawa nie precyzuje. W ustawie sformułowano natomiast wymagania wobec ministra właściwego do spraw szkolnictwa wyższego, który ma określić, w drodze rozporządzenia:

- podstawowe kryteria i zakres oceny programowej, [...] uwzględniając m.in. działanie wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia,
- podstawowe kryteria i zakres oceny instytucjonalnej, [...] uwzględniając m.in. funkcjonowanie i doskonalenie systemów zapewnienia jakości kształcenia.

Zgodnie z wymaganiami ustawy minister właściwy, a jest nim aktualnie w Polsce Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego wydał rozporządzenie w sprawie podstawowych kryteriów i zakresu oceny programowej oraz oceny instytucjonalnej [5].

Zgodnie z treścią rozporządzenia podstawowymi kryteriami oceny programowej jest m.in. działanie i skuteczność wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia w zakresie oceny realizacji zakładanych efektów kształcenia na kierunku studiów i dokonywania zmian w programie kształcenia mających na celu jego doskonalenie.

Natomiast do podstawowych kryteriów oceny instytucjonalnej zaliczono m.in. funkcjonowanie i doskonalenie systemów zapewnienia jakości kształcenia w jednostce z uwzględnieniem ich konstrukcji i oddziaływania na jakość kształcenia w jednostce. Warto dodać, iż ocena instytucjonalna obejmuje ocenę działalności podstawowej jednostki organizacyjnej uczelni albo całej uczelni, w przypadku gdy uczelnia ta nie posiada podstawowej jednostki organizacyjnej prowadzącej co najmniej jeden kierunek studiów.

Niestety szczegółowych wymagań w zakresie budowy systemu zapewnienia jakości kształcenia ani ustawodawca, ani właściwy minister nie podają. Więcej szczegółów dowiadujemy się z materiałów publikowanych przez Polską Komisję Akredytacyjną (PKA).

W statucie Polskiej Komisji Akredytacyjnej [6] znajdują się szczegółowe kryteria oceny programowej i instytucjonalnej. Jedno z kryterium oceny programowej dotyczy systemu zapewnienia jakości, pomimo, iż nie pojawia się tu słowo kształcenia, wydaje się zasadne utożsamianie ze sobą tych systemów. Kryterium to ma postać [6]:

Jednostka rozwija wewnętrzny system zapewniania jakości zorientowany na osiągnięcie wysokiej kultury jakości kształcenia na ocenianym kierunku studiów.

- 1) Jednostka wypracowała przejrzystą strukturę zarządzania kierunkiem studiów oraz dokonuje systematycznej, kompleksowej oceny efektów kształcenia; wyniki tej oceny stanowią podstawę rewizji programu studiów oraz metod jego realizacji zorientowanej na doskonalenie jakości jego końcowych efektów,
- 2) w procesie zapewniania jakości i budowy kultury jakości uczestniczą pracownicy, studenci, absolwenci oraz inni interesariusze zewnętrzni.

Kryteria oceny instytucjonalnej zawarte w statucie PKA precyzyjniej określają wymagania w zakresie wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia. Kryterium oceny w zakresie SZJK ma postać [6]:

Jednostka stosuje skuteczny wewnętrzny system zapewnienia jakości kształcenia.

- 1) Struktura podejmowania decyzji w zarządzaniu jakością jest przejrzysta i zapewnia udział pracowników, studentów, doktorantów, słuchaczy oraz interesariuszy zewnętrznych w podejmowaniu istotnych decyzji dotyczących jakości kształcenia.
- 2) wewnętrzne procedury zapewnienia jakości kształcenia mają charakter kompleksowy, przeciwdziałają powstawaniu zjawisk patologicznych i zapewniają weryfikację i ocenę efektywności wszystkich czynników wpływających na jakość kształcenia, a w szczególności umożliwiają:
 - a) ocenę stopnia realizacji efektów kształcenia, zdefiniowanych dla prowadzonych przez jednostkę studiów,
 - b) udział pracodawców i innych przedstawicieli rynku pracy w określaniu i ocenie efektów kształcenia,
 - c) monitorowanie losów absolwentów w celu oceny efektów kształcenia na rynku pracy,
 - d) monitorowanie i okresowe przeglądy programów kształcenia,
 - e) ocenę zasad oceniania studentów, doktorantów i słuchaczy oraz weryfikację efektów ich kształcenia,
 - f) ocenę jakości kadry prowadzącej i wspierającej proces kształcenia, w tym także przez studentów, doktorantów i słuchaczy, oraz realizowanej polityki kadrowej,
 - g) ocenę poziomu naukowego jednostki,
 - h) ocenę zasobów materialnych, w tym infrastrukturę dydaktyczną i naukową, a także środki wsparcia dla studentów,
 - i) funkcjonowanie systemu informacyjnego, tj. sposobu gromadzenia, analizowania i wykorzystywania stosownych informacji w zapewnieniu jakości kształcenia,

- j) publiczny dostęp do aktualnych i obiektywnie przedstawionych informacji o programach studiów.

Analiza regulacji prawnych nie pozwala na precyzyjną odpowiedź na pytanie jak zbudować system zapewnienia jakości kształcenia na uczelni wyższej. Jedynie statut Polskiej Komisji Akredytacyjnej pozwala zidentyfikować wymagania w zakresie funkcji jakie ma spełniać SZJK. Sama budowa i proces wdrażania systemu zapewnienia jakości kształcenia pozostają dowolne.

BUDOWA SYSTEMU ZAPEWNIENIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

System zapewnienia jakości kształcenia (SZJK) na Politechnice Śląskiej zbudowano w 2008 roku w oparciu o ówczesne, wspomniane wymagania prawne, kryteria Polskiej Komisji Akredytacyjnej oraz wybrane wymagania normy ISO 9001 [7]. System zapewnienia jakości kształcenia tworzy dokumentacja wykonawcza – uczelniana księga jakości kształcenia i uczelniane procedury. Dokumentacja ta obowiązuje wszystkie podstawowe jednostki organizacyjne które, upraszczając nazewnictwo jednostek Politechniki Śląskiej, można utożsamiać z wydziałami. Każdy z wydziałów, biorąc pod uwagę własną specyfikę kształcenia, jest obecnie zobligowany do opracowania wydziałowej księgi jakości oraz kilku procedur dotyczących procesu dyplomowania (pierwszy i drugi stopień studiów) oraz praktyk studenckich.

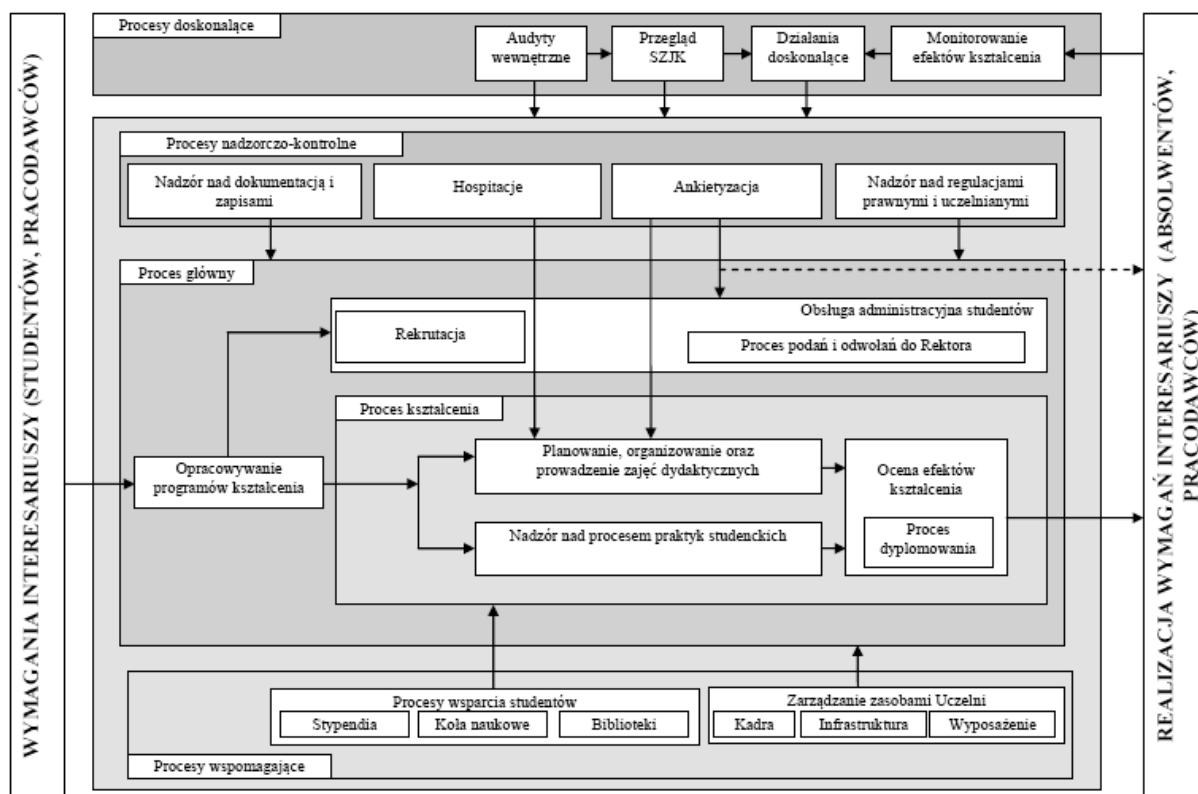
Procedury uczelniane obecnie regulują postępowanie na wszystkich wydziałach w zakresie:

- nadzoru nad dokumentacją SZJK,
- nadzoru nad zapisami,
- audytów wewnętrznych,
- przeglądu SZJK,
- działań doskonalących,
- etyki,
- obowiązków prowadzących zajęcia dydaktyczne,
- hospitacji,
- ankietyzacji,
- podań i odwołań do rektora,
- oceny i monitorowania efektów kształcenia.

Rysunek 1 obrazuje procesy składające się na systemu zapewnienia jakości kształcenia Politechniki Śląskiej.

Analiza rysunku pozwala stwierdzić, iż zakres systemu wynikający z mapy procesów jest zdecydowanie obszerniejszy niż wskazywałyby na to wymienione wcześniej procedury. Pojawiają się tam, między innymi, procesy materialnego wsparcia studentów np. (postępowanie stypendialne) czy opracowywanie programów kształcenia. To tylko jedne z przykładów działań, które oceniane są podczas akredytacji przez Polską Komisję

Akredytacyjną, a które nie zostały opisane w postaci procedur. Działania te opisane zostały formalnie za pomocą innych wewnętrznych regulacji uczelnianych np. zarządzeń rektora, czy regulaminów. Dlatego niezmiernie ważna jest świadomość, iż system zapewnienia jakości kształcenia Politechniki Śląskiej to kompleksowy zestaw regulacji wykraczający znacząco poza zbiór wymienionych wcześniej procedur. Szczególnie ważne wydaje się to podczas audytów wewnętrznych, które muszą być oparte o wszystkie regulacje wewnętrzne składające się na SZJK uczelni.



Rys. 1. Mapa procesów SZJK obowiązującego w Politechnice Śląskiej

Źródło: Uczelniana Księga Jakości Kształcenia Politechniki Śląskiej

SKUTECZNOŚĆ AUDYTOWANIA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Audyt („audit” wg. ISO) norma PN-EN ISO 9000:2006 [8] definiuje jako: systematyczny, niezależny i udokumentowany proces uzyskiwania dowodu i jego obiektywnej oceny w celu ustalenia stopnia spełnienia kryterium audytu. Dla naczelnego kierownictwa szczególnie pomocne w procesie zarządzania organizacją są audyty wewnętrzne. Są to audyty realizowane przez pracowników danej organizacji. Audyty wewnętrzne są także wymagane, w organizacjach, które funkcjonują w oparciu o znormalizowane systemy zarządzania. W szczególności wymienić tu można system zarządzania jakością oparty na normie ISO 9001. Audyty wewnętrzne spełniają dwie zasadnicze funkcje w ramach systemu zarządzania jakością. Z uwagi na swój diagnostyczny charakter zaliczane są do narzędzi utrzymania systemu zarządzania jakością [9]. Ponadto stanowią narzędzie doskonalenia organizacji. [10].

Niezmiernie ważne dla skuteczności procesu audytu jest przestrzeganie zasad audytowania. Zasady audytowania zawarte są w normie ISO 19011. Aktualne wydanie normy z roku 2012 zawiera listę 6 zasad, tj.:

Zasada nr 1

Rzetelność: podstawa profesjonalizmu.

Zaleca się, aby audytorzy oraz osoba zarządzająca programami audytów:

- wykonywali swoją pracę uczciwie, sumiennie i odpowiedzialnie,
- stosowali się do wszystkich mających zastosowanie wymagań prawnych,
- wykazywali się kompetencją podczas wykonywania swojej pracy,
- wykonywali swoją pracę w sposób bezstronny, tzn. byli uczciwi i działali bez uprzedzeń,
- byli wyczuleni na wszelkie wpływy, które mogą oddziaływać na dokonywane oceny podczas przeprowadzania audytu.

Zasada nr 2

Uczciwe przedstawienie wyników: obowiązek przedstawiania spraw dokładnie i zgodnie z prawdą.

Zaleca się, aby ustalenia z audytu, wnioski z audytu oraz raporty z audytu odzwierciedlały działania audytowe dokładnie i zgodnie z prawdą. Zaleca się odnotowywanie w raporcie znaczących przeszkód napotkanych podczas audytu oraz nierozstrzygniętych lub rozbieżnych opinii pomiędzy zespołem audytującym a audytowanym. Zaleca się, aby komunikacja była zgodna z prawdą, dokładna, obiektywna, na czas, zrozumiana i pełna.

Zasada nr 3

Należyta staranność zawodowa: pracowitość i rozsądek w audytowaniu.

Zaleca się, aby audytorzy wykazywali się starannością odpowiednią do ważności zadań, jakie wykonują, oraz do zaufania, jakie mają do nich klienci audytu i inne strony zainteresowane. Ważnym czynnikiem w wykonywaniu ich pracy z należytą starannością zawodową jest zdolność do racjonalnego osądzania we wszystkich sytuacjach audytowych.

Zasada nr 4

Bezpieczeństwo informacji.

Zaleca się, aby audytorzy wykazywali się dyskrecją w użyciu i ochronie informacji, do których mają dostęp w wyniku wykonywania swoich obowiązków. Zaleca się, aby informacje audytowe nie były wykorzystywane do osobistych korzyści audytora, klienta audytu czy też w sposób szkodliwy dla uzasadnionych interesów audytowanego. Zasada ta obejmuje poprawne obchodzenie się z wrażliwymi i poufnymi informacjami.

Zasada nr 5

Niezależność: podstawa bezstronności audytu oraz obiektywności wniosków z audytu.

Zaleca się, aby audytorzy byli niezależni od działań poddanych audytowi, gdy tylko jest to możliwe oraz aby we wszystkich przypadkach działali w sposób wolny od uprzedzeń i konfliktu interesów. W przypadku audytów wewnętrznych, zaleca się aby audytorzy byli niezależni od kierowników operacyjnych odpowiedzialnych za audytowany obszar. Zaleca się, aby audytorzy zachowywali obiektywizm podczas całego procesu audytu, aby zapewnić, że ustalenia i wnioski z audytu będą oparte wyłącznie na dowodach z audytu.

Zasada nr 6

Podjęcie oparte na dowodach: racjonalna metoda uzyskiwania wiarygodnych i odtwarzanych wniosków z audytu w systematycznym procesie audytu.

Zaleca się, aby dowód z audytu był weryfikowalny. Z reguły audyt opiera się na próbkach dostępnych informacji oraz prowadzony jest w ograniczonym czasie z użyciem ograniczonych zasobów. Zaleca się odpowiedni dobór próbki, ponieważ jest to ściśle związane z zaufaniem, jakie można mieć do wniosków z audytu.

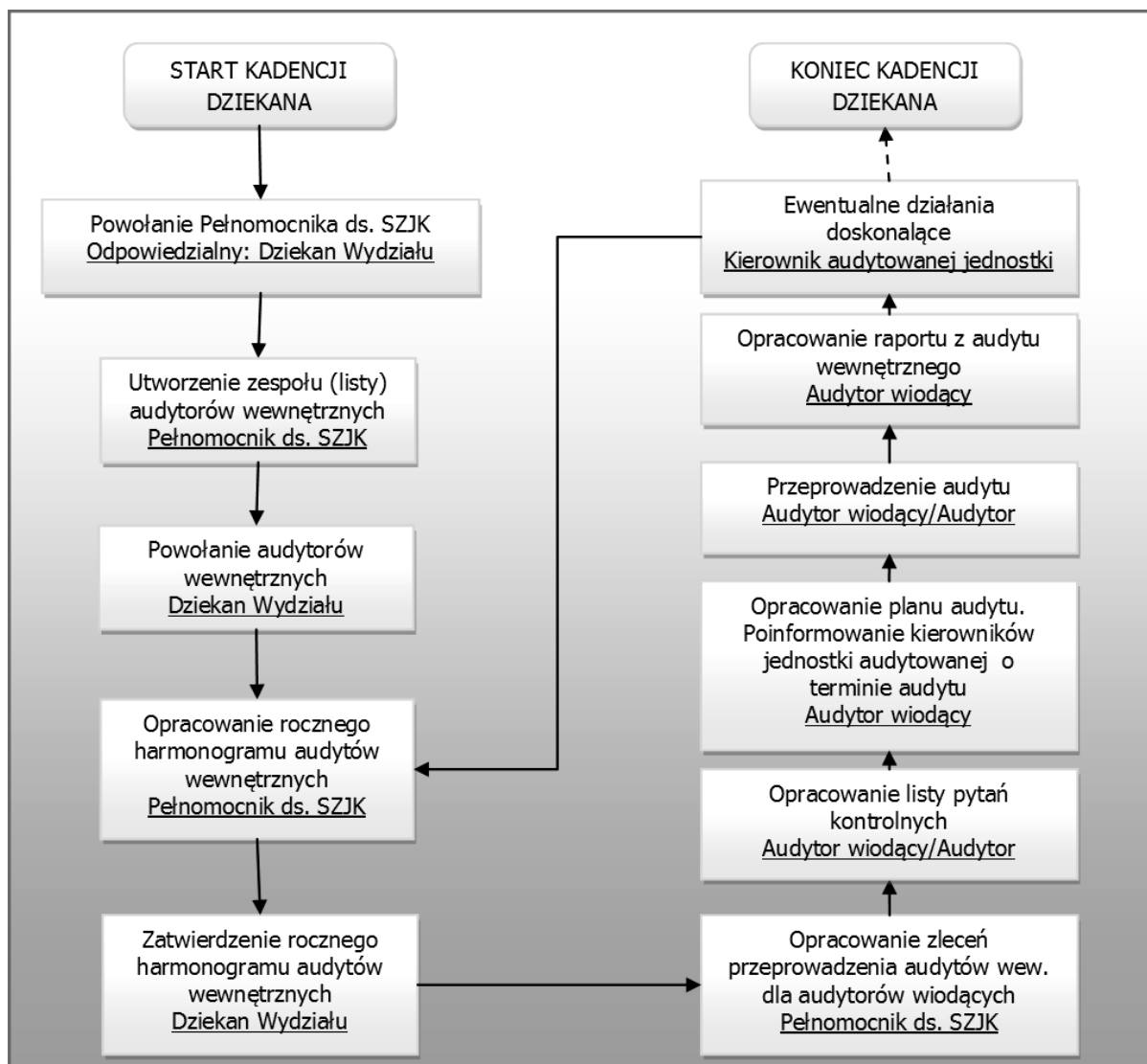
Z uwagi, iż do opracowania systemu zapewnienia jakości kształcenia Politechniki Śląskiej zastosowano wybrane elementy standardu opisanego w normie ISO 9001 procedura opisująca postępowanie w zakresie audytu wewnętrznego stała się jedną z podstawowych procedur SZJK. Włączenie wspomnianej procedury do SZJK miało na celu skuteczne diagnozowanie SZJK, a w konsekwencji utrzymywanie i doskonalenie jakości kształcenia.

PROCES AUDYTÓW WEWNĘTRZNYCH W PODSTAWOWEJ JEDNOSTCE ORGANIZACYJNEJ

W zasadniczej mierze o skuteczności procesu audytowania decyduje prawidłowe zarządzanie procesem audytów. Zarządzanie to na Politechnice Śląskiej odbywa się w oparciu o procedurę audytów wewnętrznych, która obowiązuje wszystkie podstawowe jednostki uczelni, w tym także Wydział Organizacji i Zarządzania. Wspomniana procedura opisuje cykl audytów wewnętrznych, który przedstawiony został w odniesieniu do wspomnianego wydziału na rysunku 2. Na wydziale procesem audytów zarządza powołany przez dziekana pełnomocnik ds. systemu zapewnienia jakości kształcenia. Do zadań pełnomocnika należy m.in. przygotowanie listy z propozycjami kandydatów na audytorów wewnętrznych. Listę zatwierdza dziekan.

Audytorów dobiera się bardzo starannie spośród pracowników wydziału. Są to pracownicy o odpowiednich kompetencjach i cechach osobowości [3]. Wszystkie okoliczności i cechy audytora wskazujące na możliwość braku przestrzegania podczas audytu wspomnianych sześciu zasad audytowania powinny stanowić przeszkodę w powołaniu takiej osoby do pełnienia funkcji audytora wewnętrznego. Jako dobrą praktykę należy uznać powoływanie do zespołu audytorów pracowników z przynajmniej kilku jednostek wewnętrznych wydziału [instytutów/katedr]. Pozwala to zachować zasadę niezależności i uniknąć audytowania przez audytora własnej jednostki. Do zespołu audytorów na Wydziale Organizacji i Zarządzania powoływane są osoby zarówno z grona dydaktyków, jak i

pracowników administracji. Dobór zespołu audytorów uznać należy za podstawowy warunek skuteczności audytów wewnętrznych.



Rys. 2. Cykl audytów wewnętrznych na Wydziale Organizacji i Zarządzania

Kolejny z warunków skuteczności audytowania to odpowiednio przygotowany roczny harmonogram audytów wewnętrznych. Na Wydziale Organizacji i Zarządzania każda z wewnętrznych jednostek organizacyjnych objęta zakresem SZJK audytowana jest zgodnie z wcześniej przygotowanym harmonogramem przynajmniej raz w roku. Podstawę opracowania harmonogramu stanowi struktura organizacyjna wydziału. Wewnętrzne wydziałowe jednostki organizacyjne prowadzące procesy dydaktyczne (instytuty, katedry) oraz jednostki administracyjne (dziekanat, biuro obsługi studentów) stanowią główne obszary audytu.

Harmonogram audytów ma postać tabeli, w której wyszczególnione są jednostki organizacyjne wydziału oraz miesiące roku kalendarzowego w których dane jednostki będą

audytowane. Dla każdej wewnętrznej jednostki organizacyjnej wydziału planowany jest osoby audyt.

Zasadnicze znaczenie dla skuteczności procesu audytu ma także odpowiednie wyznaczenie zakresu audytu. Zakres audytu na Wydziale Organizacji i Zarządzania ma postać wyszczególnienia dokumentów, które mogą mieć postać:

- wymagań prawnych,
- uczelnianej/wydziałowej księgi jakości kształcenia,
- uczelnianych/wydziałowych procedur SZJK,

Informacje na temat zakresu audytu każdorazowo wyszczególnione są w zleceniach audytu przygotowywanych przez pełnomocnika dziekana ds. SZJK. Każdy audyt zlecany jest jednemu audytorowi wiodącemu.

Audytorzy wiodący zgodnie z procedurą zobligowani są przygotować specjalny plan (plan audytu) dla każdego ze zleconych im audytów. Wspomniany plan zawiera szczegółowo rozpisanie czynności audytów wraz z podaniem czasu w jakim będą realizowane. Tak przygotowany plan audytu, z odpowiednim wyprzedzeniem, trafia do kierownika audytowanej jednostki organizacyjnej.

Audytor wiodący (ewentualnie zespół audytorów) przed przystąpieniem do audytu – diagnozowania stanu funkcjonowania SZJK na stanowiskach pracy – zobligowany jest przygotować tzw. listę pytań kontrolnych. Lista ta opracowywana jest w oparciu wyszczególniony w zleceniu zakres audytu.

Audytorzy wyposażeni w listy pytań kontrolnych wykonują czynności audytowe zgodnie z planem audytu. Niezmiernie ważne jest z punktu widzenia skuteczności audytów by podczas audytu były przestrzegane zasady audytowania. Wartość informacji zawierającej diagnozę systemu jest wprost proporcjonalna do rzetelności i fachowości realizacji audytów. Jedynie dobrze zaplanowany i przeprowadzony zgodnie z zasadami audytowania audyt będzie generował wiarogodne i precyzyjne informacje diagnostyczne.

W przypadku stwierdzenia niezgodności audytorzy wewnętrzni zobligowani są do formalnego uruchomienia działań korygujących. Uruchomienie wspomnianych działań następuje poprzez wystawienie karty niezgodności. Karta ta wymaga wpisania przyczyny niezgodności i zaplanowania działań korygujących. Specjalny druk stanowiący załącznik do procedury audytu wewnętrznego, determinuje skuteczność działań korygujących. Bez potwierdzenia przez audytora skuteczności przeprowadzenia działań nie możliwe jest tzw. zamknięcie karty niezgodności. Dlatego audytor, który niezgodność zidentyfikował, wystawił kartę niezgodności, ustalił z kierownikiem audytowanej jednostki działania korygujące, dopiero po sprawdzeniu ich skuteczności realizacji działań korygujących może zamknąć formalnie kartę niezgodności. Taka procedura sprzyja doskonalącej funkcji audytów wewnętrznych na wydziale.

Bez względu na wyniki, audyt wewnętrzny każdorazowo kończy się raportem z audytu. Zgodnie z procedurą obowiązek sporządzenia raportu z audytu spoczywa na audytorze wiodącym. Na omawianym wydziale raport, każdorazowo opracowywany jest zgodnie ze

wzorem stanowiącym załącznik do procedury audytu wewnętrznego. Do raportu w postaci załączników dołączane są wypełnione listy pytań kontrolnych oraz, jeśli były wystawione, karty niezgodności. Termin opracowania i przekazania stronom zainteresowanym raportu z audytu reguluje procedura i wynosi on 7 dni. Opierając się na kilkuletnim doświadczeniu można stwierdzić, iż precyzyjna i transparentna procedura, zawierająca formularze dokumentów stosowanych podczas audytu jest niezwykle pomocna audytorom oraz pozytywnie wpływa na skuteczność audytowania.

UWARUNKOWANIA SKUTECZNEGO DIAGNOZOWANIA SZJK

Audyt wewnętrzny SZJK uczelni można określić jako skuteczny kiedy dostarcza obiektywnej i rzetelnej informacji na temat przestrzegania przez uczelnię wymagań zawartych w regulacjach stanowiących SZJK.

Podstawowym warunkiem skuteczności audytu wewnętrznego na uczelni jest uwzględnienie podczas jego planowania:

- wszystkich regulacji tworzących SZJK. Procedury, regulaminy wydane w formie zarządzeń rektora powinny stanowić podstawy planowania audytów wewnętrznych. W innym przypadku nadzorcza rola audytu wewnętrznego będzie ograniczona.
- wszystkich jednostek organizacyjnych uczelni/wydziałów funkcjonujących w oparciu o regulacje tworzące SZJK. Planowanie audytów wewnętrznych powinno opierać się na aktualnych schematach organizacyjnych uczelni oraz schematach jej podstawowych jednostek organizacyjnych.

Kolejnym warunkiem skuteczności audytowania SZJK na uczelni wyższej jest przestrzeganie sześciu zasad audytowania. Zasady wymienione w aktualnej normie ISO 19011 muszą być respektowane na każdym etapie – planowania i realizowania audytów wewnętrznych SZJK uczelni wyższej.

W celu przestrzegania wspomnianych wcześniej zasad zarządzając procesem audytów wewnętrznych należy:

- starannie dobierać audytorów. Zespół audytorów powinni tworzyć pracownicy dydaktyczni i administracyjni. W szczególności dobór zespołu audytorów na wydziałach powinien wykluczać konieczność przeprowadzania audytu przez pracownika audytowanej jednostki – instytutu/katedry. Pozwoli to zachować zasadę niezależności i obiektywność w ocenie dowodów z audytu.
- systematycznie podnosić kwalifikacje audytorów. Przeprowadzają ten proces skutecznie jedynie audytorzy posiadający odpowiednie kwalifikacje, nie tylko w zakresie przeprowadzania audytu, ale także wymagań, których realizację audytują.
- odpowiednio motywować audytorów. Praca audytora nie jest pracą łatwą. Audyt to działanie czasochłonne, wymagające pełnego zaangażowania pracownika-audytora w przygotowanie się do audytu. Wymaga opracowania planu audytu oraz listy pytań kontrolnych. W tym celu audytor każdorazowo dokonuje czasochłonnej analizy aktualnych wymagań SZJK, które stanowią podstawę weryfikacji pracy jednostki. Nie

mniej czasochłonny jest proces samego audytu. Diagnozowanie przestrzegania procedur w jednostkach organizacyjnych wiąże się z czasochłonną i skrupulatną oceną wielu dokumentów. Rzetelność tych działań w oczywisty sposób uwarunkowana jest odpowiednią motywacją audytora.

– ustalić formalne zasady zapewniające bezpieczeństwo informacji podczas audytowania SZJK.

W tym celu należy ustalić precyzyjne zasady dostępu do informacji pochodzącej z audytów. Zapewni to poufność procesu audytu oraz pozwoli na szczerą komunikację podczas jego realizacji pomiędzy audytowanym i audytorem.

Wszystkie wymienione wcześniej zalecenia powinny stanowić podstawę do opracowania procedury audytów wewnętrznych. Wydaje się to podstawowym warunkiem aby procedura ta stanowiła skuteczną metodę diagnozowania SZJK uczelni wyższej.

PODSUMOWANIE

Obowiązujące regulacje prawne w Polsce wymagają od uczelni wyższych wdrożenia i doskonalenia tzw. systemu zapewniania jakości kształcenia (SZJK). Badania realizowane na Politechnice Śląskiej dowiodły, iż system ten można z sukcesem zbudować w oparciu o standard ISO 9001 oraz wymagania Polskiej Komisji Akredytacyjnej. W celu zapewnienia i ciągłego doskonalenia jakości kształcenia na uczelniach wyższych nieodzowne wydaje się skuteczne diagnozowanie SZJK. Do tego celu należy wykorzystać, podobnie jak w przypadku systemu zarządzania jakością opartego na normie ISO 9001, procedurę audytów wewnętrznych. Wyniki badań autorów pozwoliły na opracowanie zaleceń, które powinny stanowić podstawę do opracowywania procedury audytów wewnętrznych na uczelni wyższej. Opracowanie procedury audytu wewnętrznego, między innymi, w oparciu o 6 zasad audytowania, zwiększy szansę, iż stanie się ona skuteczną metodą diagnozowania systemu zapewnienia jakości kształcenia.

LITERATURA

- [1] Gębczyńska A., Molenda M., Szczęśniak B., Zasadzień M., Analiza aspektów technicznych i organizacyjnych jakości kształcenia studentów Politechniki Śląskiej; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Org. Zarz. z. 52; 2011 r.
- [2] Midor K.; Audyt wewnętrzny w doskonaleniu systemu zarządzania jakością. [w: Systemy wspomagania w inżynierii produkcji. Innowacyjność, jakość, zarządzanie. Monografia.] Red. Witold Biały, Katarzyna Midor. Gliwice : Wydaw. PA NOVA, 2013 r.
- [3] PN-EN ISO 19011:2012 - Wytyczne dotyczące audytowania systemów zarządzania.
- [4] Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym.
- [5] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie podstawowych kryteriów i zakresu oceny programowej oraz oceny instytucjonalnej.
- [6] Uchwała Nr 1/2011 Polskiej Komisji Akredytacyjnej z dnia 10 listopada 2011 r. w sprawie Statutu Polskiej Komisji Akredytacyjnej.
http://www.pka.edu.pl/wp-content/uploads/2014/10/statut_final_10.11.2011.pdf
- [7] PN-EN ISO 9001:2009 – Systemy zarządzania jakością. Wymagania.

- [8] PN-EN ISO 9000:2006 – Podstawy i terminologia.
- [9] Kleniewski A., Utrzymanie systemu a wartość dodana, Problemy Jakości, Lipiec, 2010 r.
- [10] Ligarski M.J., Podejście systemowe do zarządzania jakością w organizacji, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2010 r.

ABSTRACT

This paper describes the issue of auditing effectiveness of the quality assurance system in higher education. The first part of the paper describes the regulations which are requirements for Polish universities in developing and functioning of the quality assurance system (QAS). In the following part the example of the construction of QAS at Silesian University of Technology is presented.

Next the principles of auditing are specified, considered as a basic condition for the effectiveness of the auditing process, including the context of quality assurance systems operating at the universities.

Subsequently, one of the procedures of QAS is described, which regulates internal audits at the Silesian University of Technology. This process is described in terms of its effectiveness in relation to the Faculty of Organization and Management, which is the basic organizational unit of the Silesian University of Technology.

The last part of the paper contains a set of determinants of the effectiveness of the audit process of QAS in higher education. This part of the paper is based on the research conducted at the Silesian University of Technology in 2008-2014. The authors of the research process performed as the persons responsible for managing the audit process as well as those who was audited.

With the results of the study it was possible to formulate recommendations which should ensure the effectiveness of the audit process of quality assurance systems in higher education.

KEYWORDS

quality, education quality, education quality assurance system, internal audit

dr inż. Michał Molenda
dr inż. Patrycja Hąbek
dr hab. inż. Witold Biały

Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze, POLSKA
e-mail: michal.molenda@polsl.pl
patrycja.habek@polsl.pl
witold.bialy@polsl.pl

UWAGI O KSZTAŁCENIU OFICERA MECHANIKA OKRĘTOWEGO W AKADEMII MORSKIEJ W SZCZECINIE

REMARKS ON MARINE ENGINEER OFFICER EDUCATION IN THE MARITIME UNIVERSITY OF SZCZECIN

Akademia Morska w Szczecinie

STRESZCZENIE

Scharakteryzowano proces dydaktyczny na kierunku mechanika i budowa maszyn na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie. Opisano sylwetki absolwentów różnych specjalności tego kierunku (eksploatacja siłowni okrętowych, diagnostyka i remonty maszyn urządzeń okrętowych). Szczególną uwagę zwrócono na opis sylwetki absolwenta specjalności eksploatacja siłowni okrętowych. Absolwenci tej specjalności kształceni są do zajmowania stanowisk oficerów mechaników okrętowych na statkach różnego typu. Zwrócono uwagę na charakter prowadzonych zajęć dydaktycznych i praktycznych. Przytoczono najważniejsze dokumenty będące podstawą organizacji studiów, w tym dokumenty regulujące kształcenie oficerów mechaników okrętowych.

SŁOWA KLUCZOWE

kształcenie, oficer mechanik okrętowy

WSTĘP

Wydział Mechaniczny Akademii Morskiej w Szczecinie uczestniczy w światowym systemie kształcenia oficerów mechaników okrętowych. Jest wydziałem państwowej uczelni technicznej. Akademia Morska podlega bezpośrednio Ministerstwu Infrastruktury i Rozwoju a opiera swoje funkcjonowanie również na Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 27.07.2005 r. z późn. zm. [1].

Na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie na studiach pierwszego stopnia na kierunku mechanika i budowa maszyn kształceni są oficerowie mechanicy okrętowi w specjalnościach eksploatacja siłowni okrętowych oraz diagnostyka i remonty maszyn urządzeń okrętowych.

Studia stacjonarne i niestacjonarne w specjalność eksploatacja siłowni okrętowych, przygotowują do pracy na stanowiskach eksploatacji instalacji energetycznych – przede wszystkim siłowni okrętowych. W tym zakresie oferowany program studiów i praktyk studenckich spełnia wymagania do zajmowania w siłowni statku stanowisk na poziomie zarządzania zgodnie z międzynarodową Konwencją STCW 78/95.

Absolwenci specjalności eksploatacja siłowni okrętowych są przygotowani do podjęcia studiów drugiego stopnia, obsługi maszyn i urządzeń okrętowych i lądowych, obsługi siłowni okrętowych i lądowych, organizowania i nadzorowania pracy w siłowniach okrętowych i lądowych, diagnozowania maszyn i urządzeń okrętowych i lądowych, organizowania, nadzorowania i przeprowadzania prac remontowych w siłowniach okrętowych i lądowych.

Zgodnie z posiadaną wiedzą i umiejętnościami uzyskanymi podczas studiów są szczególnie predysponowani do zajmowania stanowisk pracy w składzie członków załóg statków jako oficerowie działu maszynowego, w służbach dozoru technicznego armatorów, w służbach towarzystw klasyfikacyjnych, w stocznich produkcyjnych i remontowych, w przedsiębiorstwach przemysłu okrętowego oraz innych zajmujących się wytwarzaniem i eksploatacją maszyn, w jednostkach projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych związanych z przemysłem okrętowym i maszynowym, w administracji morskiej.

Absolwenci specjalności diagnostyka i remonty maszyn urządzeń okrętowych posiadają kwalifikacje do zajmowania stanowisk: w załogach obiektów morskich, w stocznich remontowych, działach utrzymania ruchu takich przedsiębiorstw jak: elektrociepłownie, papiernie, huty, porty, oczyszczalnie ścieków, przepompownie i inne. Charakteryzują się ogólną wiedzą inżynierską, wiedzą inżynierską z zakresu budowy i funkcjonowania maszyn i urządzeń roboczych (energetycznych), specjalistyczną wiedzą dotyczącą diagnozowania maszyn (z uwzględnieniem specyfiki związanej z diagnozowaniem maszyn i urządzeń okrętowych), wiedzą z zakresu obsługi maszyn i urządzeń oraz ich systemów, wiedzą specjalistyczną z zakresu nowoczesnego planowania i przeprowadzania napraw i remontów. Ta specjalistyczna wiedza obejmuje w szczególności metody kontroli jakości elementów maszyn, analizę uszkodzeń, technologię montażu, diagnostykę maszyn i urządzeń, planowanie remontów, technologię napraw i regeneracji elementów maszyn.

Akademia Morska jest członkiem Krajowej Izby Morskiej. Jako pierwsza uczelnia morska na świecie otrzymała certyfikat zgodności kształcenia z wymogami Międzynarodowej konwencji o wymaganiach w zakresie wyszkolenia marynarzy, wydawania świadectw oraz pełnienia wacht, 1978 (Standards of Training, Certification and Watchkeeping – STCW 78/95) [2] dotyczącej szkolenia oficerów nawigatorów, mechaników okrętowych i marynarzy. Posiada także system organizacji procesu dydaktycznego potwierdzony certyfikatem na zgodność z wymogami systemu zarządzania jakością ISO 9001:2008 oraz certyfikaty systemu zarządzania bezpieczeństwem zgodne z Międzynarodowym kodeksem zarządzania bezpieczeństwem – ISM (International Safety Management code) [3] i certyfikaty systemu ochrony statku szkolnego wydane na podstawie International Ship and Port Facility Security Code – ISPS) [4].

Na Wydziale Mechanicznym, jak i na pozostałych wydziałach Akademii Morskiej, wprowadzony jest system Zarządzania Jakością zgodny z normami serii PN-ISO 9001:2008 certyfikowany przez Lloyd's Register Quality Assurance. W celu zobiektywizowania oceny nabytej wiedzy i umiejętności wprowadza się, jako narzędzie pomocnicze testy wiedzy i umiejętności, aż do wykonywania zadań na obiektach rzeczywistych.

Wydział Mechaniczny Akademii Morskiej w Szczecinie, kształcący oficerów mechaników okrętowych, istnieje w strukturze organizacyjnej Uczelni od chwili jej powstania tj. od 20 sierpnia 1968 r. Kontynuuje tradycje Wydziału Mechanicznego Państwowej Szkoły Morskiej w Szczecinie (pomaturalnej), która istniała do roku 1968.

Z uwagi na różnorodność dziedzin wiedzy, którą musi opanować absolwent Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej w Szczecinie, programy nauczania spełniają wymagania kształcenia Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego [5] oraz wymagania Konwencji STCW 78/95 [2]. Zgodnie z wymaganiami Konwencji STCW 78/95 w planach studiów i programach nauczania rozbudowany jest system praktyk zawodowych, zwłaszcza na statkach morskich, umożliwiając absolwentowi uzyskanie stopnia oficera mechanika wachtowego. Absolwent Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej, wymienionych wcześniej specjalności (tzw. kierunków pływających) otrzymuje wszystkie świadectwa umożliwiające mu zatrudnienie u wszystkich armatorów obiektów pływających na świecie.

Przebieg możliwej kariery zawodowej absolwenta Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej w Szczecinie przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przebieg możliwej kariery zawodowej absolwenta Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej w Szczecinie [6]

UWAGI O METODACH DYDAKTYCZNYCH I ORGANIZACJI KSZTAŁCENIA OFICERÓW MECHANIKÓW OKRĘTOWYCH

W procesie dydaktycznym kształcenia oficerów mechaników okrętowych stosowane jest szerokie spektrum metod nauczania m.in.: tradycyjny przekaz ustny uzupełniony nowoczesnymi środkami audiowizualnymi (prezentacje elektroniczne, m.in. PowerPoint, FLASH), ćwiczenia praktyczne oparte na bezpośredniej obserwacji i pomiarze, praca w laboratoriach specjalistycznych i komputerowych (oprogramowanie biurowe i specjalistyczne, komercyjne oraz wolne oprogramowanie/open source).

Proporcje pomiędzy wykładami, a ćwiczeniami audytoryjnymi i laboratoryjnymi wyraźnie uwzględniają stosowanie metod aktywnych w dydaktyce, które pozwalają studentowi bezpośrednio uczestniczyć w procesie zdobywania wiedzy. Zakłada się, że absolwenci specjalności podejmą pracę, która wymagać będzie samodzielności przy podejmowaniu decyzji.

W ramach wykonywanych prac dyplomowych, studenci samodzielnie przeprowadzają studia literaturowe, przygotowują projekty badawcze, opracowują plany badań, realizują badania, weryfikują hipotezy badawcze oraz dokonują interpretacji uzyskanych wyników.

Zajęcia dydaktyczne realizowane są odpowiednio w grupach audytoryjnych, ćwiczeniowych, laboratoryjnych. W zależności od formy studenci uczestniczą w zajęciach w odpowiednio licznych grupach, pozwalających na efektywne przeprowadzenie procesu dydaktycznego. Zajęcia wykładowe prowadzone są dla grup audytoryjnych, w skład których wchodzi wszyscy studenci danego roku. W przypadku, gdy przedmioty mają takie same treści programowe i taką samą liczbę godzin w tygodniu poszczególne specjalności na danym kierunku studiów łączone są w jedną grupę audytoryjną. Zajęcia ćwiczeniowe odbywają się dla tzw. grup ćwiczeniowych, natomiast zajęcia laboratoryjne prowadzone są dla tzw. grup laboratoryjnych.

Praktyki zawodowe umożliwiają studentom weryfikację i doskonalenie zdobytej wiedzy. Celem praktyk jest ogólne wdrożenie do systemu pracy w przemyśle i na statku, wykształcenie podstawowych umiejętności i zachowań potrzebnych w przyszłym zawodzie, kształtowanie cech osobowych niezbędnych do pracy w zespole lub na morzu, jak również umożliwienie uzyskania podstawowych świadectw niezbędnych do odbywania praktyk na statkach.

W czasie praktyk student zapoznaje się m.in. z technologią montażu i remontów podstawowych obiektów technicznych statku, zasadami pomiarów i weryfikacji części, zasadami posługiwania się narzędziami mechanicznymi, zasadami bezpieczeństwa obsługi urządzeń mechanicznych i elektrycznych oraz bezpieczną organizacją pracy w siłowni statku oraz zakładach przemysłowych, zasadami sporządzania zamówień części i korespondencją z serwisem, organizacją i koordynacją prac wyposażeniowych lub remontowych, w tym przygotowaniem dokumentacji zdawczo-odbiorczej i poremontowej, przebiegiem wacht i służby maszynowej w porcie i na morzu, organizacją pracy w siłowni podczas manewrów portowych i kotwiczenia.

Podczas praktyk student dokonuje weryfikacji wiedzy nabytej w toku studiów uczestnicząc w rozwiązywaniu rzeczywistych zagadnień technicznych związanych z kierunkiem kształcenia.

Po wprowadzenie Krajowych Ram Kwalifikacji, wzrosło znaczenie uzyskiwania tzw. kompetencji przez absolwentów specjalności pływających prowadzonych na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie.

CHARAKTERYSTYKA KOMPETENCJI OFICERÓW MECHANIKÓW OKRĘTOWYCH

Pojęcia kompetencji poprzez definicje sprowadzać można do różnic między kompetencjami behawioralnymi oraz kompetencjami twardymi [7, 8]. Kompetencje behawioralne dotyczą potencjału osoby, w tym i absolwenta uczelni, możliwości generowania jego zachowań, które można uważać za poszukiwane, odpowiednie i niezbędne w kontekście pracy na określonym stanowisku pracy. Pojęcie kompetencji w tym przypadku odnoszone jest do zdobytych (wyuczonych) zasobów wiedzy, umiejętności, postaw zawodowych, które umożliwiają absolwentowi uczelni skuteczne wykonywanie zadań społecznych, w tym również w miejscach pracy. Kompetencje behawioralne koncentrują się na jakościowym aspekcie funkcjonowania człowieka, tj. na jego sposobie zachowania się. Oznacza to możliwość wystąpienia sytuacji, w której osoba zachowująca się w taki sposób, w jaki się od niej się oczekuje, nie uzyskuje akceptacji i efektów, których się po niej oczekuje. Kompetencje behawioralne oznaczają konieczność obserwacji osoby w działaniu w celu możliwości oceny, czy jest ona osobą kompetentną oraz rozpatrywania ich jako potencjału, który może być dalej rozwijany, modyfikowany i rozszerzany o nową wiedzę i zachowania. Czynnościom tym sprzyjają wszelkiego rodzaju praktyki studenckie, staże i okresy próbne przed zatrudnieniem na docelowym stanowisku pracy.

Pojęcie kompetencji twardych odnosi się do progowych wymagań, które muszą być spełnione przez absolwenta uczelni, aby mógł on rozpatrywać możliwość podjęcia pracy na określonym stanowisku pracy lub pełnienie określonej funkcji zawodowej lub społecznej [8]. Taki sposób ujęcia kompetencji koncentruje się na oczekiwanych wynikach działania absolwenta uczelni na określonym stanowisku pracy [9, 10]. Tak więc kompetencje twarde można nazwać zewnętrznymi wobec osób, gdyż są kryteriami ocen ich możliwości zawodowych. Kompetencje behawioralne opisują potencjał, który można określić również mianem cech społeczno-psychicznych osoby. Kompetencje twarde są często określane w ścisłych przedziałach, a w niektórych przypadkach nawet w kategoriach binarnych (zero-jedynkowych). Absolwent uczelni albo posiada określone kompetencje (wykształcenie), albo ich nie posiada i nie może w wyniku ich braku pełnić zajmować określonego stanowiska zawodowego. Również i w tym przypadku sprawdzeniu tych kompetencji służą praktyki studenckie i zawodowe, staże i okresy próbne przed zatrudnieniem na docelowym stanowisku pracy.

Z powyższej charakterystyki kompetencji wynika, że absolwent uczelni wyższej powinien charakteryzować się określonymi kompetencjami behawioralnymi i tzw. twardymi. System

kształcenia w szkole wyższej powinien umożliwiać nabycie umiejętności związanych z tymi kompetencjami. Powinien sprzyjać temu system kształcenia na wyższych uczelniach.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA METOD NAUCZANIA W WYŻSZEJ UCZELNI TECHNICZNEJ

Poniżej scharakteryzowano metody, które występują w wyższych uczelniach technicznych z uwzględnieniem tych, które umożliwiają nabywanie kompetencji.

Podstawową metodą nauczania w uczelni wyższej jest wykład. Jego cechą charakterystyczną jest w zasadzie jednokierunkowa komunikacja, która przebiega od wykładowcy do studentów, którzy z kolei są z reguły biernymi odbiorcami treści przekazywanych przez wykładowcę. Wykład prowadzony w tradycyjny sposób jest mało efektywną metodą przekazywania wiedzy i w ogóle nie ma wpływu na rozwój umiejętności oraz specyficznych postaw studentów [11]. Wykład jest metodą nauczania, jednak jest ograniczoną metodą budowania kompetencji. Skupia się przede wszystkim na aspekcie poznawczym (prezentacja wiedzy do pobrania), a nie koncentruje się na aspektach behawioralnych (umiejętnościach) oraz motywacyjnych (postawach wobec określonych problemów, zagadnień).

Studenci są osobami dorosłymi i tak traktowani są w czasie studiów. Powinni być odpowiedzialni za swój intelektualny i zawodowy rozwój. Tak więc w ich przypadku powinny mieć zastosowanie różnego rodzaju zagadnienia, które są przedmiotem badań i stosowania w andragogice. Nauczanie dorosłych, a do takich należy zaliczać studentów, zwłaszcza na ostatnich latach studiów, kiedy jeszcze wchodzi w grę nabywanie kompetencji jest procesem trudnym. Stąd też szczególnego znaczenia nabierają na tym etapie różnego rodzaju aktywne metody nauczania.

W uczelniach technicznych rolę taką pełnią zajęcia ćwiczeniowe i laboratoryjne. Ćwiczenia w tych uczelniach są z reguły częścią praktyczną, opierającą się na wiedzy teoretycznej przekazywanej na wykładach. Treści teoretyczne z wykładów są bazą do czynności wykonywanych na ćwiczeniach. Ćwiczenia w uczelniach technicznych mają różną postać, lecz z reguły koncentrują się na zastosowaniu procedur matematycznych związanych z teoretycznymi treściami wykładów.

Najbardziej praktycznym etapem (metodą) nauczania, nie uwzględniając praktyk i stażów w zakładach pracy, są zajęcia laboratoryjne w specjalnie przygotowanych pracowniach (rys. 2) oraz zajęcia na tzw. symulatorach, tj. stanowiskach symulujących rzeczywiste urządzenia lub stanowiska pracy (rys. 3).

W uczelniach technicznych, tradycyjna metoda nauczania, jakimi są wykłady, stanowią znacznie poniżej 50% łącznego czasu zajęć dydaktycznych. Struktura zajęć jest więc jak najbardziej właściwa, ze względu na możliwości kształtowania kompetencji i zdobywania wiedzy, jednak wskazana jest większa współpraca z przemysłem w celu zdobywania doświadczenia i obycia na przemysłowych stanowiskach pracy.



Rys. 2. Zajęcia w laboratorium montażu maszyn Katedry Diagnostyki i Remontu Maszyn na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie [12]



Rys. 3. Zajęcia w symulatorze siłowni okrętowej na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie [13]

PODSUMOWANIE

Skuteczne budowanie potencjału kompetencyjnego studenta oznacza równoczesne oddziaływania na sferę poznawczą, behawioralną oraz motywacyjną [12]. Sprzyjać temu może stosowanie odpowiednich metod nauczania, w uczelniach technicznych opartych głównie o laboratoria i symulatory i angażowanie studentów w proces własnego nauczania i uczenia się. Metodami nauczania, które można uznać za metody kompetencyjne, są tzw. metody aktywizujące. Forma takich zajęć jest możliwa do zrealizowania zasadniczo w niedużych grupach studentów, a więc obok zajęć laboratoryjnych w formie seminariów, konwersatoriów lub ćwiczeń. Trudno jest je zastosować podczas typowego wykładu. Można przyjąć, że metody aktywizujące opierają się na założeniu, że wiedza podana tradycyjnego wykładu jest albo w bardzo niewielkim stopniu przyswajana lub uniemożliwia kształtowanie i rozwijanie rzeczywistych kompetencji. Stosowanie aktywnych metod nauczania oznacza, że

student musi wykonać określony wysiłek aby uzyskać wiedzę, wypróbować określone umiejętności i przekonać się do nabytych umiejętności. Tak więc metody kształtujące kompetencje powinny sprzyjać nabywaniu wiedzy, rozwijaniu umiejętności oraz modelowaniu określonych postaw społecznych studenta.

Aktualnie podstawę opracowywanych planów i programów studiów na kierunku mechanika i budowa maszyn stanowią:

- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 roku dotyczące standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków, jakie musi spełnić uczelnia by prowadzić studia Międzynarodowe i makrokierunki [5];
- Załącznik nr 65 do Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. określający standardy kształcenia na kierunku Mechanika i budowa maszyn;
- Konwencja STCW 78/95.

Istotny nacisk położono również na uzyskanie pełnej zgodności planów i programów studiów z postanowieniami zawartymi w „Karcie Bolońskiej” (w tym z europejskim trójstopniowym systemem studiów).

W ogólnej strukturze programów studiów wyróżniono przedmioty przypisane ze standardami nauczania, do grupy podstawowych, kierunkowych oraz zawodowych, a także innych przedmiotów nietechnicznych nazywanymi przedmiotami ogólnymi. Uwzględniając specyfikę Akademii Morskiej, wyróżniono również w programach nauczania przedmioty, które zostały narzucone przez Urzędy Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) wraz ze standardami STCW 78/95 [2].

Przy budowie programów studiów uwzględniono wymagania zawarte w różnych standardach nauczania. Przyjęto między innymi, że:

- przedmiotom należącym do grup przedmiotów podstawowych i kierunkowych przypisana jest minimalna liczba godzin oraz liczba odpowiadających im punktów ECTS, w tym 1 semestr praktyki morskiej,
- studia I stopnia realizowane zgodnie z Konwencją STCW (pływające), trwają 8 semestrów w tym 1 semestr praktyki morskiej przy liczbie godzin zajęć nie mniejszej niż 2400 i liczbie punktów ECTS (European Credit Transfer System) 240,
- plan studiów i program nauczania umożliwia studentom wybór treści programowych z zakresów i na zasadach ustalonych przez uczelnię.

W programach studiów uwzględniono zajęcia wychowania fizycznego, języków obcych, technologii informacyjnej oraz przedmiotów humanistycznych wraz z odpowiednią przypisaną im liczbą godzin oraz punktów ECTS. W programach studiów uwzględniono również zajęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.

Wyraźne wyeksponowanie w programach poszczególnych przedmiotów zakresu praktycznych umiejętności wymaganych od studenta decyduje o tym, że w procesie

nauczania niezbędne staje się kompleksowe połączenie eksperymentu, obserwacji i pomiaru z podejmowaniem działań praktycznych uzależnionych od prawidłowej interpretacji wyników. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu rzeczywistych urządzeń, w jakie wyposażone są laboratoria, a także pracy na symulatorze siłowni okrętowej, która pozwala na opanowanie umiejętności podejmowania trafnych decyzji. Praktyki zawodowe realizowane w zakładach przemysłowych oraz na statkach umożliwiają studentom weryfikację i doskonalenie zdobytej wiedzy.

Przy budowie programów studiów starano się uwzględnić kryteria FEANI (Europejskiej Federacji Krajowych Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych).

Absolwenci tzw. kierunków pływających tj. takich, których ukończenie umożliwia pracę w siłowni statku, kończą wszystkie niezbędne kursy wymagane do pracy na morzu. Specyfika rynku pracy oficerów mechaników okrętowych powoduje, że podejmują oni pracę na statkach armatorów obcych bander, w pełni uczestnicząc w globalnym rynku pracy.

LITERATURA

- [1] Dziennik Ustaw 2005 nr 164 poz. 1365. Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym z późn. zm.
- [2] Dziennik Ustaw z 1984 Nr 39 poz. 201. Międzynarodowa konwencja o wymaganiach w zakresie wykształcenia marynarzy, wydawania świadectw oraz pełnienia wacht, 1978 z późn. zm.
- [3] Międzynarodowy kodeks zarządzania bezpieczeństwem (kodeks ISM) z poprawkami oraz znoweli-zowane wytyczne do wdrażania, Międzynarodowa Organizacja Morska IMO, Polski Rejestr Statków S.A. (International Safety Management code (ISM code) with the amendments and new guidelines for implementation, IMO, Polish Register of Ships), Gdańsk 2001.
- [4] International Ship and Port Facility Security Code (ISPS). 2003 Edition, IMO, ISBN 92-801-5149-5.
- [5] Dziennik Ustaw 2007 nr 164 poz. 1166. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. w sprawie standardów kształcenia dla poszczególnych kierunków oraz poziomów kształcenia, a także trybu tworzenia i warunków, jakie musi spełniać uczelnia, by prowadzić studia międzykierunkowe oraz makrokierunki.
- [6] http://rekrutacja.am.szczecin.pl/kierunki_ksztalcenia.php [dostęp 3.11.2014].
- [7] Armstrong M., Zarządzanie zasobami ludzkimi. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2000.
- [8] Whiddett, S., Hollyforde, S., Modele kompetencyjne w zarządzaniu zasobami ludzkimi. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- [9] Difort-Dura A., Matuszak Z., Mechatronika – nowy kierunek nauczania na Akademii Morskiej w Szczecinie. General and Professional Education, 1/2010, s. 36-41.
- [10] Matuszak Z., Charakterystyka kształcenia oficera mechanika okrętowego w Akademii Morskiej w Szczecinie w czasie postępującej globalizacji. General and Professional Education, 1/2012, s. 29-35.
- [11] Silberman, M., Auerbach. C., Metody aktywizujące w szkoleniach. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- [12] <http://www.am.szczecin.pl/wydzial-mechaniczny/instytuty-i-zaklady-wm/kdirm/laboratoria-kdirm/783-laboratorium-montazu-maszyn> [dostęp 3.11.2014].
- [13] <http://www.am.szczecin.pl/wydzial-mechaniczny/instytuty-i-zaklady-wm/ieso/laboratoria-ieso> – [dostęp 22.11.2014].

ABSTRACT

The paper characterizes the teaching process based on the mechanical engineering undergraduate programs at the Faculty of Mechanical Engineering of Maritime University of Szczecin. The profiles of graduates in different specializations of this direction (engine room operation, diagnostics and repair of marine machinery equipment) are presented. Particular attention is paid to the description of the engine room operation graduate profile specialization. Graduates of this direction are trained for the positions of engineer officers on ships of various types. Attention is drawn to the characteristic features of various types of classes and practical training. The most important documents underlying the organization of studies, including the documents governing the training of marine engineer officers are quoted.

KEYWORDS

education, marine engineer officer

dr hab. inż. Zbigniew Matuszak prof. AM¹
dr inż. Dariusz Tarnapowicz²

¹ Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
ul. Wały Chrobrego 1-2,
70-500 Szczecin, POLSKA
email: z.matuszak@am.szczecin.pl

² Akademia Morska w Szczecinie
Instytut Elektrotechniki i Automatyki
Okrętowej
ul. Wały Chrobrego 1-2,
70-500 Szczecin, POLSKA
email: d.tarnapowicz@am.szczecin.pl

KSZTAŁCENIE OFICERÓW MECHANIKÓW W POLSKICH AKADEMIACH MORSKICH W ZAKRESIE TURBIN OKRĘTOWYCH

TEACHING ENGINEER OFFICER AT POLISH MARITIME ACADEMIES IN THE FIELD OF SHIP TURBINE

Akademia Morska w Szczecinie

STRESZCZENIE

W referacie przedstawiono cele i wymagania w kształceniu oficerów mechaników okrętowych. Omówiono zastosowanie ciepłych maszyn wirnikowych na statkach XXI wieku zgodnie z aktualnymi wymaganiami Międzynarodowej Organizacji Morskiej oraz Krajowych Ram Kwalifikacji. Porównano plany i programy studiów trzech polskich uczelni morskich w zakresie turbin okrętowych, na kierunku dyplomowania napędy turbinowe i ciepłych maszyn wirnikowych na specjalności diagnostyka maszyn i urządzeń okrętowych. Wskazano na rosnące zapotrzebowanie na specjalistów tego typu w związku z rozwijającym się wykorzystaniem energii wtórnej w okrętowych układach głębokiej utylizacji ciepła. Pokazano potrzeby przyszłości żeglugi w kształceniu personelu przygotowanego do eksploatacji tak turbin parowych, jak i spalinowych, jako narzędzia do odzysku energii odpadowej najniższych poziomów energetycznych.

SŁOWA KLUCZOWE

kształcenie, oficer mechanik, turbina okrętowa, energia odpadowa, statek

WSTĘP

Kształcenie oficerów mechaników okrętowych jest realizowane przez trzy wydziały akademickie uczelni morskich: dwa wydziały mechaniczne Akademii Morskiej w Gdyni i w Szczecinie oraz przez Wydział Mechaniczno-Elektryczny Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Są to studia w zakresie nauk technicznych. Celem kształcenia jest uzyskanie przez absolwenta kwalifikacji pierwszego stopnia na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, a w szczególności przygotowanie ich do nadzorowania i bezpiecznej eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych oraz przygotowanie do pracy na statku. W ramach tego kierunku na studiach pierwszego stopnia zdefiniowany został profil ogólnoakademicki oraz profil praktyczny.

Absolwent studiów o profilu ogólnoakademickim posiada podstawową wiedzę i umiejętności konieczne do zrozumienia zagadnień z zakresu budowy, wytwarzania i eksploatacji maszyn. Posiada gruntowną znajomość zasad mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów a także wiedzę szczegółową, w zakresie eksploatacji urządzeń energetycznych i instalacji przemysłowych. Potrafi obsługiwać, remontować i utrzymywać w ruchu maszyny i urządzenia energetyczne [2, 6, 7].

Absolwent studiów o profilu praktycznym dodatkowo posiada doświadczenie w obsłudze i utrzymaniu w ruchu maszyn i urządzeń energetycznych siłowni okrętowych, właściwe dla oficera mechanika wachtowego, jak również jest przygotowywany jako oficer mechanik okrętowy do:

1. Pracy w zespole, służbach techniczno-okrętowych towarzystw klasyfikacyjnych, służbach dozoru technicznego armatorów, składzie członków załóg obiektów pływających i oceanotechnicznych.
2. Diagnostyki stanu technicznego maszyn i urządzeń energetycznych oraz instalacji okrętowych i przemysłowych.
3. Obsługi siłowni okrętowych, potwierdzonego dyplomem oficera mechanika.
4. wachtowego wydanego przez odpowiedni organ administracji morskiej.

Absolwent otrzymuje tytuł zawodowy inżyniera, uprawnienia do uzyskania dyplomu mechanika okrętowego na poziomie operacyjnym i zarządzania i jest przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia. Tym samym postawione do osiągnięcia efekty kształcenia sytuują pro-gramy kształcenia oficerów morskich jako członków załóg statków są wyzwaniem dla poziomu wiedzy na miarę XXI wieku.

Efekty kształcenia i program nauczania dla profilu praktycznego muszą spełniać wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra właściwego dla gospodarki morskiej w sprawie programów szkoleń i wymagań egzaminacyjnych w zakresie kwalifikacji zawodowych marynarzy. Jednocześnie efekty kształcenia oraz program dla profilu praktycznego studiów musi spełniać wymagania Międzynarodowej Konwencji w Sprawie Norm Szkolenia, Wydawania Świadectw i Pełnienia Wacht dla Marynarzy (STCW 78/95) oraz wymagania Unii Europejskiej zawarte w regulacji EMSA (ang. European Maritime Safety Agency) [6, 7].

ZASTOSOWANIE TURBOZESPOŁÓW ZESPOŁÓW NAPĘDOWYCH NA STATKACH

Turbiny okrętowe są jednym z wielu elementów układów energetycznych statków morskich i obiektów oceanotechnicznych. Znajdują zastosowanie tak w głównych jak i pomocniczych układach napędowych. W głównych układach napędowych oraz do napędu mechanizmów pomocniczych (prądnic i pomp) współczesnych statków morskich stosowane są tłokowe silniki spalinowe (silniki o zapłonie samoczynnym), turbiny parowe i turbinowe silniki spalinowe oraz ich kombinacje w różnych zespołach i układach przetwarzających energię. Wybór rodzaju układu energetycznego statku uwarunkowany jest rodzajem i przeznaczeniem jednostki, natomiast dobór silników cieplnych następuje w procesie wielokryterialnej oceny techniczno-ekonomicznej tak do układu energetycznego jak i do całej jednostki stosownie do przewidywanych zadań.

Znaczna przewaga zastosowań w napędach i układach okrętowych silników o zapłonie samoczynnym spowodowała w pewnych okresach „nieustabilizowane” zainteresowanie armatorów i firm crew’ingowych załóg statków morskich specjalistami w zakresie eksploatacji turbin okrętowych, a szerzej rozumianych, cieplnych maszyn wirnikowych.

Dlatego każda z Akademii Morskich – ośrodków kształcących załogi statków morskich, realizuje proces kształcenia studentów w tym zakresie według zróżnicowanych, indywidualnych planów i programów, uwzględniających specyfikę środowiska żeglugowego/armatorskiego, okrętowego i akademickiego, w jakich funkcjonuje każda z uczelni [2, 5, 6, 7, 8].

W historycznym rozwoju napędów turbinowych dopiero zastosowanie dopracowanych konstrukcji przekładni redukcyjnych w okrętowych układach przeniesienia napędu istotnie otworzyło możliwości zastosowania turbin, najpierw parowych w napędach okrętowych. Już w czasie pierwszej wojny światowej zaczęto stosować ten typ silnika również na statkach o mocach napędu głównego rzędu kilku tysięcy kilowatów, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych, które nie rozwijały produkcji dużych, wolnoobrotowych tłokowych silników spalinowych [3, 4].

W Europie napęd turbinowy stosowany był w tym czasie głównie na zbiornikowcach i dużych szybkich statkach pasażerskich oraz jednostkach militarnych, wymagających dużych mocy napędowych. Renesans napędu turbinowego we flocie statków towarowych, który nastąpił w latach pięćdziesiątych XX stulecia, był wynikiem znacznego postępu technologicznego w budowie turbin parowych, kotłów i stosowanych obiegów cieplnych oraz pojawienia się superzbiornikowców, w tym gazowców do przewozu LPG i LNG. Wymagały one mocy napędowych, których nie rozwijały wówczas budowane tłokowe silniki spalinowe [3, 4]. Mimo dalszego postępu w budowie okrętowych siłowni turbinowych, czego wyrazem było osiągnięcie na początku lat 80. jednostkowego zużycia paliwa w granicach 0,22 kg/kWh, napęd turbinowy nie wytrzymał konkurencji ze spalinowymi silnikami tłokowymi. Na rysunku 1 przedstawiono Okrętowy turbozespół parowy napędu głównego typu MS-2 Mitsubishi Heavy Industries Ltd. [12].

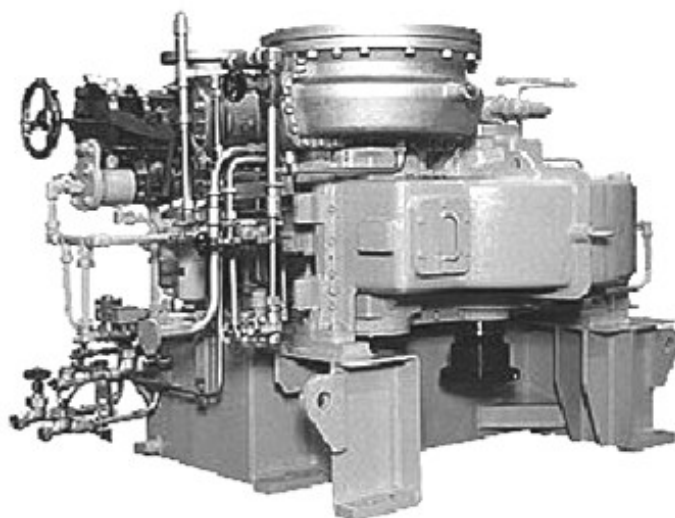


Rys. 1. Okrętowy turbozespół parowy napędu głównego typu MS-2 Mitsubishi Heavy Industries Ltd. [12]

Dominacja turbiny parowej, jako okrętowego silnika napędowego dużej mocy zakończyła się pod koniec lat siedemdziesiątych XX w. i była bezpośrednim następstwem kryzysu paliwowego i żeglugowego.

Obecnie ten typ głównego silnika napędowego w układzie z przekładnią mechaniczną stosowany jest na zbiornikowcach służących do transportu skroplonego gazu ziemnego. Obserwowany rozwój w budowie zbiornikowców LNG typu Q-Flex i Q-Max o pojemnościach powyżej 200 000 m³, spowodowany jest wzrostem globalnego handlu skroplonym gazem ziemnym. Stymuluje on zarówno postęp w rozwoju napędów spalinowo-elektrycznych, jak i budowę turbin parowych o coraz większych mocach.

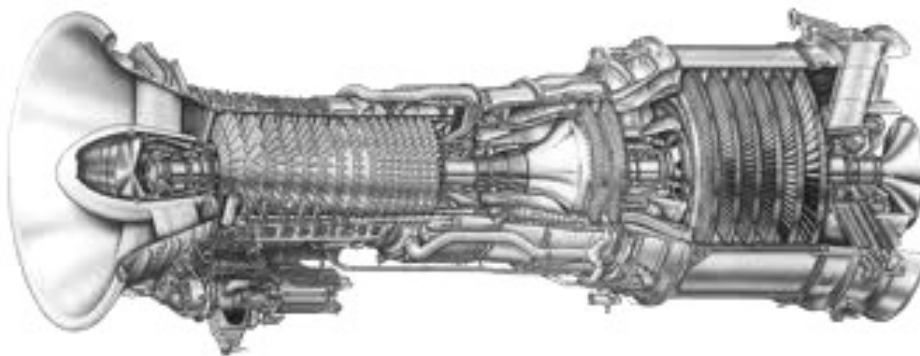
Równolegle budowane były i są turbiny pomocnicze napędzające prądnice na statkach do przewozu LNG, dużych zbiornikowcach i kontenerowcach oraz turbiny do napędu pomp ładunkowych. Na rysunku 2 przedstawiono widok parowej turbopompy ładunkowej Naniwa typu EN-120GN.



Rys. 2. Widok parowej turbopompy ładunkowej Naniwa typu EN-120GN [13]

Turbinowe silniki spalinowe stosowane są na jednostkach tam, gdzie szczególnie ważne są takie ich specyficzne zalety jak mała masa właściwa, zwartość budowy, podatność do automatyzacji, możliwość szybkiej wymiany modułowej, a mniejsze znaczenie może mieć efektywność energetyczna. Jak dotychczas ustępują one pod względem sprawności, zwłaszcza wolnoobrotowym dwusuwowym tłokowym silnikom spalinowym o zapłonie samoczynnym. Jednak okrętowe turbinowe silniki spalinowe typu lekkiego dużych mocy, np. LM 6000 firmy General Electric, osiągają już sprawność 42%, zaś sprawność najnowszej generacji morskich, turbinowych zespołów spalinowych typu ciężkiego z regeneracją, super Marine Gas Turbine japońskiej produkcji, przekracza 39% i przewiduje się dalszy jej wzrost do 50% [3, 10]. Na rysunku 3 przedstawiono przekrój turbinowego silnika spalinowego LM2500 General Electric Marine Engines, stosowanego tak w napędach głównych jak i do napędu prądnic okrętowych [10].

W skład silnika wchodzi takie maszyny przepływowe jak komora spalania, jak również osiowe ciepłe maszyny wirnikowe: sprężarka i turbiny spalinowe – napędzające sprężarkę i turbinę napędową.

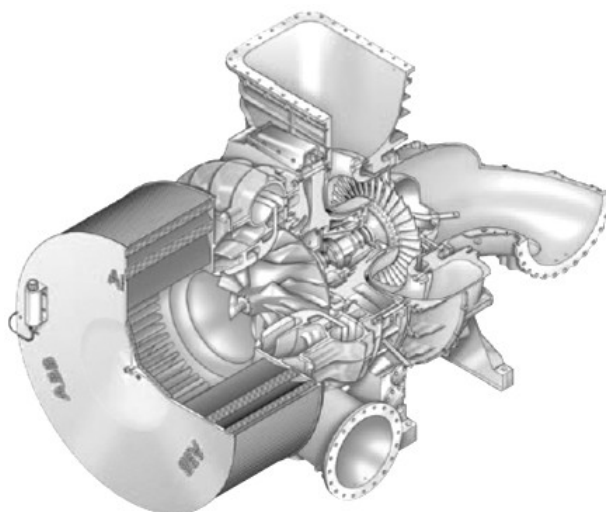


Rys. 3. Przekrój turbinowego silnika spalinowego LM2500 General Electric Marine Engines [10]

ZASTOSOWANIE TURBIN W NOWYCH TECHNOLOGIACH ENERGETYCZNYCH NA STATKACH Z NAPĘDEM MOTOROWYM

Sprawność układu energetycznego statku zależy od stopnia wykorzystania ciepła uzyskiwanego ze spalania paliwa organicznego w głównych elementach układu energetycznego – silnikach cieplnych i kotłach. Współczesne rozwiązania siłowni okrętowych zapewniają technologicznie najwyższą efektywność konwersji energii chemicznej paliwa w inne postacie. Najprostszym sposobem powszechnie dzisiaj stosowanym na statkach motorowych jest współpraca silnika o zapłonie samoczynnym z układem doładowania za pomocą turbosprężarki/turbosprężarek.

Zespół wirnikowy turbosprężarki składa się z promieniowej sprężarki i promieniowej lub osiowej turbiny spalinowej. Na rysunku 4 pokazano przekrój turbosprężarki ABB modelu TPL85-B12 [1]. Jest ona pierwszym etapem odzysku ciepła odpadowego (energii wtórnej) na drodze wylotu spalin z silnika tłokowego.

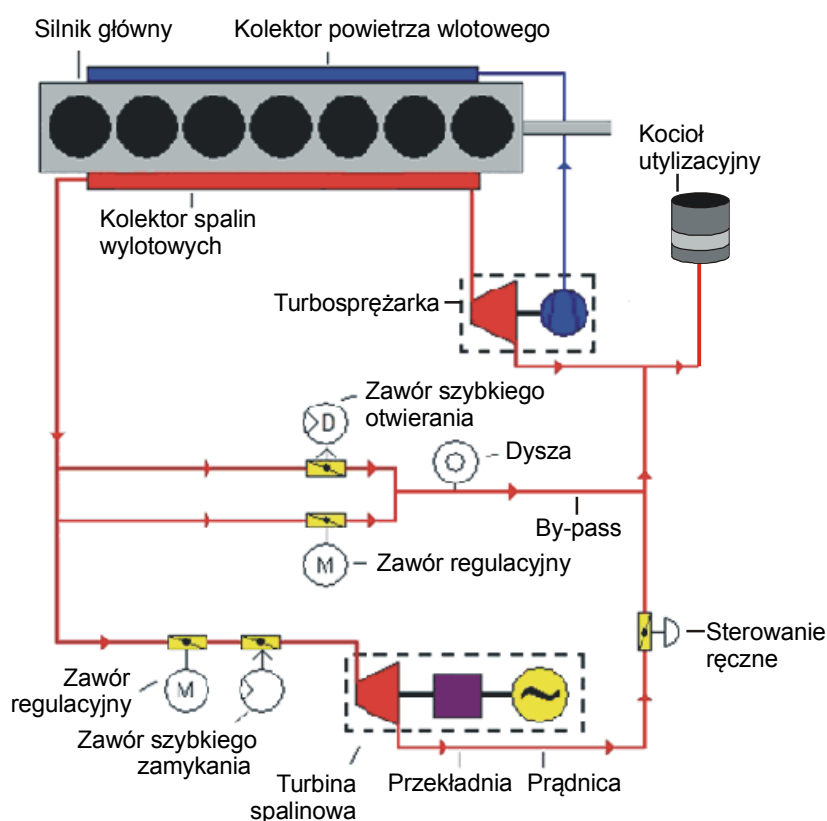


Rys. 4. Przekrój turbosprężarki ABB modelu TPL85-B12 [1]

Postępujący wzrost mocy napędu głównego współczesnych statków wskutek m.in. zwiększania ich nośności i prędkości powoduje nadmiar ciepła spalin wylotowych z silników, niezbędnego do wytwarzania pary grzewczej w kotłach utylizacyjnych. Stan taki pozwala na

realizację bardziej zaawansowanych sposobów użytecznego wykorzystania energii odpadowej.

Istnieje wiele możliwych rozwiązań układów odzysku ciepła na statkach motorowych. Ich konfiguracja zależy od typu statku, jego wielkości, prędkości eksploatacyjnych, rodzaju oraz mocy spalinowych silników o zapłonie samoczynnym. Najprostszym jest układ z turbiną spalinową mocy zwrotnej, pracujący według schematu przedstawionego na rysunku 5 [4, 9]. Układ ten składa się z silnika głównego, turbosprężarki o dużej wydajności oraz utylizacyjnej turbiny spalinowej mocy zwrotnej napędzającej poprzez przekładnię i sprzęgło prądnicę prądu przemiennego. Energia niesiona przez strumień spalin opuszczających silnik główny jest częściowo odzyskiwana w turbosprężarkach do sprężania powietrza doładowującego oraz do zasilania utylizacyjnej turbiny spalinowej. Do jej napędu wykorzystywane jest około 10% strumienia masy spalin opuszczających silnik [3, 4]. Spaliny wylotowe odprowadzane są z układu poprzez kolektor zbiorczy. Rozwiązanie to stanowi dodatkowe źródło energii elektrycznej i jest coraz częściej oferowane w nowobudowanych jednostkach.

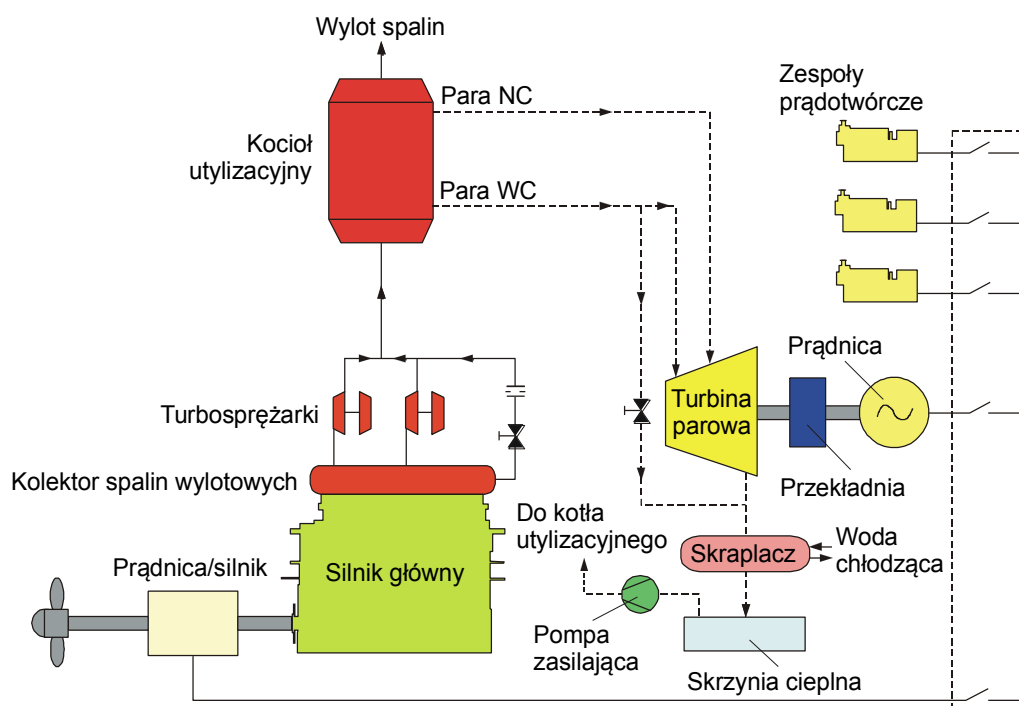


Rys. 5. Schemat układu odzysku energii odpadowej ze spalinową turbiną utylizacyjną [4]

Turbina spalinowa mocy zwrotnej może pracować w zakresie 50÷100% obciążenia nominalnego silnika głównego. Przepływ spalin wylotowych z kolektora jest regulowany przez kryzę na wylocie z kolektora zbiorczego spalin. Przy mocy silnika poniżej 50% następuje odcięcie przepływu spalin zasilających turbinę mocy zwrotnej m.in. ze względu na ich zbyt mały strumień. Uniemożliwiłoby to bowiem właściwą pracę turbosprężarki doładowującej silnik. Stopień rozprężania oraz wielkość możliwych do przyjęcia strumieni masy spalin

turbiny mocy zwrotnej są porównywalne z odpowiednimi parametrami turbosprężarek. Temperatura spalin opuszczających turbinę jest zbliżona do temperatury spalin za turbosprężarką.

Przedstawiony na rysunku 6 układ odzysku ciepła jest odpowiednikiem układu z utylizacyjną turbiną parową napędzającą prądnicę (rys. 5) [4, 11].



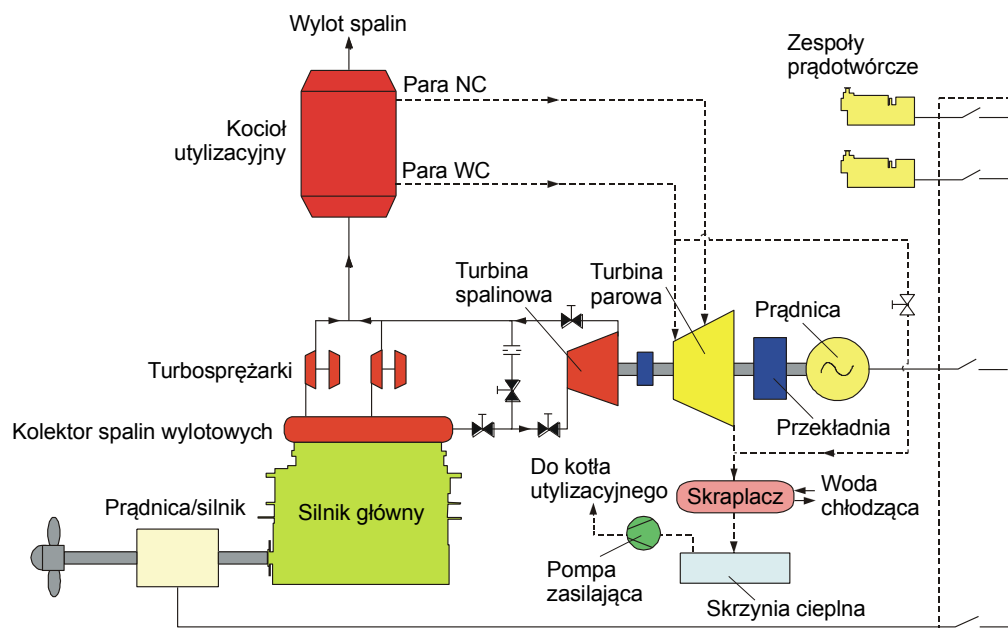
Rys. 6. Schemat układu odzysku ciepła odpadowego z kotłem utylizacyjnym z utylizacyjną turbiną parową, turbiną spaliniową i układem prądnica wałowa/silnik elektryczny [4]

Zaawansowany układ głębokiej utylizacji ciepła przedstawiony na rysunku 7, składa się z kotła utylizacyjnego, turbin parowej i spaliniowej, prądnicy synchronicznej napędzanej przez te turbiny oraz prądnicy wałowej zasilającej wspólną sieć elektroenergetyczną statku z niezależnymi zespołami prądotwórczymi [4, 11]. Wirnik spaliniowej turbiny mocy zwrotnej sprzęgnięty z wirnikiem turbiny parowej, poprzez układ przeniesienia napędu (przekładnię i sprzęgło) napędza prądnicę synchroniczną. Turbina parowa zasilana jest parą przegrzaną z kotła utylizacyjnego. Zastosowanie prądnicy wałowej zwiększa sprawność systemu energetycznego statku. Po raz pierwszy takie rozwiązanie zostało zastosowane na kontenerowcu m/v Gudrun Maersk [7].

Zastosowanie układu z turbiną spaliniową i parową znacznie podwyższa jego efektywność. Dzięki zwiększeniu ilości wytworzonej energii elektrycznej przy obciążeniach silnika głównego powyżej 50% mocy nominalnej, sprawność układu wzrasta nawet o 10% [3, 9].

Przedstawione przykłady układów odzysku ciepła odpadowego wskazują na potrzebę znajomości budowy i eksploatacji cieplnych maszyn wirnikowych (turbin i sprężarek) również przez załogi statków motorowych, a nie tylko z napędami turbinowymi. Tym samym wraz z

rozwojem konstrukcji i własności turbin zainteresowanie i potrzeba kształcenia w zakresie eksploatacji turbin jest uzasadniona i będzie wzrastać.



Rys. 7. Schemat głębokiej utylizacji ciepła odpadowego z kotłem utylizacyjnym, turbiną parową, turbiną spalinową i układem prądnica wałowa/silnik elektryczny [11]

PLANY I PROGRAMY KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE CIEPLNYCH MASZYN WIRNIKOWYCH – TURBIN I SPRĘŻAREK

Z przedstawionego zakresu zastosowań cieplnych maszyn wirnikowych na statkach można przewidywać zatrudnienie absolwentów akademii morskiej na statkach z napędem za pomocą silników tłokowych lub turbinowych. W swej praktyce zawodowej każdy z absolwentów może trafić na dowolną jednostkę oceanotechniczną, a coraz częściej nie są to statki towarowe, a specjalistyczne, jak FPSO i inne typu np. „off shore”. Dlatego absolwent powinien być merytorycznie przygotowany do podjęcia pracy zawodowej na każdym statku, gdzie będzie musiał sprostać zadaniom użytkowania i obsługi, na poziomie operacyjnym i zarządzania w stosunku do wszystkich przedstawionych powyżej cieplnych maszyn wirnikowych. Każda z uczelni przygotowuje do tych zadań inaczej, według zróżnicowanych programów.

Wydział Mechaniczny Akademii Morskiej w Szczecinie

Kształcą studentów różnicując przedmioty realizowane w ramach specjalności Eksploatacja Siłowni Okrętowych dla kierunków dyplomowania: Układy napędowe z silnikami tłokowymi i Napędy turbinowe. W zakresie napędów turbinowych są to cztery przedmioty, realizowane w następującej ilości godzin wykładów:

1. Eksploatacja okrętowych turbin parowych i gazowych 36 godzin,
2. Kotły parowe główne 15 godzin plus 5 godzin zajęć na symulatorze siłowni okrętowych,
3. Urządzenia i instalacje obsługujące turbiny okrętowe 12 godzin,

4. Eksploatacja okrętowych siłowni turboparowych 12 godzin.

Treści programowe przedmiotów ukierunkowane przede wszystkim na kształtowanie problemów eksploatacji tak siłowni turbinowych jak i gazowych nie obejmują studiujących na kierunku dyplomowania Układy napędowe z silnikami tłokowymi. Przedmioty te są realizowane w trakcie VII i VIII semestru studiów.

Programy studiów specjalności Diagnostyka i Remonty Maszyn i Urządzeń Okrętowych przewidują na trzecim semestrze studiów 15 godzin wykładów plus 10 godzin pracy własnej studentów z Ciepłych Maszyn Wirnikowych, jako przedmiot do wyboru [7]. Obejmują one w sposób skondensowany najważniejsze zagadnienia przedmiotu dla potrzeb utrzymania ruchu i stanu/nadzoru z monitoringiem turbosprężarek, przekazywane podczas sześciu wykładów:

1. Klasyfikacja maszyn przepływowych. Ciepłe maszyny wirnikowe. Definicje i określenia. Maszyny robocze. Silniki ciepłe. Funkcje maszyn przepływowych w podstawowych technologiach energetycznych.
2. Równania stanu mediów roboczych. Powietrze i spaliny. Bilans energetyczny maszyn ciepłych turbosprężarki. Demontaż i naprawa turbosprężarki – wykład z pokazem.
3. Sprawność konwersji energii w procesach ekspansji i sprężania. Sprawność izentropowa, politropowa i izotermiczna. Sprawność mechaniczna i efektywna maszyny wirnikowej. Sprawność dysz i dyfuzorów.
4. Podstawowe związki dla palisad profilów. Geometria palisady łopatkowej. Siły działające na profil w palisadzie. Formuła Kuty-Żukowskiego. Palisada prostoliniowa. Palisada kołowa. Wskaźniki bezwymiarowe i podobieństwo przepływów. Charakterystyczne liczby Macha.
5. Stopień cieplnej maszyny wirnikowej. Równania energii dla stopnia maszyny i jego elementów. Wieniec łopatek kierowniczych i wirnikowych. Równanie Eulera. Stopień osiowy i stopień promieniowy. Stopień maszyny ekspansyjnej maszyny sprężającej. Wielowieńcowy stopień akcyjny (stopień Curtisa).
6. Turbiny wielostopniowe. Linia ekspansji. Sprawność turbiny wielostopniowej. Zależność między sprawnością wewnętrzną turbiny i sprawnością stopnia. Współczynnik odzyskania ciepła tarcia (samoprzegrzania).

Wydział Mechaniczno-Elektryczny Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni

W planach i programach studiów specjalności Eksploatacja Siłowni Okrętowych przewiduje jeden przedmiot Turbiny Okrętowe, realizowany podczas 60 godzin na VI semestrze zajęć, w tym 36 godzin wykładów i 24 godziny ćwiczeń rachunkowych, laboratoryjnych i na obiektach rzeczywistych. Obejmuje on teorię obiegów termodynamicznych, zagadnienia budowy, instalacje obsługujące, charakterystyki, problemy eksploatacji oraz diagnostykę na potrzeby utrzymania i odtwarzanie charakterystyk, tak turbozespołów spalinowych jak i parowych. Ćwiczenia laboratoryjne wykonywane są na gorących stanowiskach silników lotniczych GTD-350 (badanie charakterystyk i bilans energetyczny) i na TG-16 (rozruch silnika).

Wydział Mechaniczny Akademii Morskiej Gdyni

Na kierunku studiów mechanika i budowa maszyn, w planach i programach studiów specjalności Eksploatacja Siłowni Okrętowych i Obiektów Oceanotechnicznych przewiduje jako przedmioty do wyboru:

- nr 30 Kotły okrętowe I, II; na IV semestrze 30 godzin wykładów i 15 ćwiczeń oraz na VII semestrze 15 godzin projektowania;
- nr 31 Turbiny okrętowe; na V semestrze 30 godzin wykładów, 15 godzin ćwiczeń i 15 godzin laboratorium, zawierające teorię stopnia turbiny, straty energii w stopniu, obieg porównawczy turbiny parowej, obiegi złożone, regulację i charakterystyki turbin parowych, jej eksploatację, obieg cieplny turbiny gazowej, teorię stopnia sprężarki, konstrukcję i uszkodzenia cieplnych maszyn wirnikowych; łącznie 60 godzin kontaktowych, 10 czytania literatury i 20 przygotowania do ćwiczeń;
- nr 42 Eksploatacja siłowni turbo parowych w ilości 30 godzin wykładów dotyczących eksploatacji kotłów parowych (15 godzin), eksploatacji instalacji obsługi turbiny parowej (7 godzin); eksploatacji okrętowych turbin parowych (8 godzin).

PODSUMOWANIE

Współcześnie dominujący udział stanowią układy napędowe morskich statków towarowych z tłokowymi wolnoobrotowymi silnikami spalinowymi, w których turbiny występują zawsze w układach turbodoładowania. Rośnie również zainteresowanie rozwiązaniami napędów okrętowych, w których wykorzystywane są zarówno spalinowe jak i parowe utylizacyjne turbiny mocy zwrotnej, wykorzystujące energię odpadową tłokowych silników spalinowych, w różny sposób wspomagające napęd główny. Istnieje przy tym wiele możliwych rozwiązań układów napędowych statków towarowych, w których występują turbiny parowe lub turbinowe silniki spalinowe jako podstawowy napęd główny. Ich eksploatacja może być powierzona absolwentowi każdej z wymienionych uczelni.

Wymagania stawiane absolwentom Akademii Morskiej na tle możliwego spektrum eksploatacji turbin w okrętownictwie i transporcie morskim pokazuje złożoność interdyscyplinarnego problemu kryjącego się pod pojęciem turbina okrętowa i jej eksploatacja w układzie energetycznym statku. Tym bardziej trudnym jest wykształcenie gotowego specjalisty do wykonywania obowiązków oficera mechanika na statku, tylko w oparciu o proces dydaktyczny w uczelni. W omawianych planach i programach przedmiotów dotyczących kształcenia w zakresie turbin można zauważyć pewną odwagę dydaktyczną wydziałów poprzez kształcenie w zakresie eksploatacji turbin, bez teoretycznego przygotowania w budowie turbin lub większą uwagę poświęconą przez wydziały mechaniczne akademii rodzajom turbin, w których kształceniu posiadają już ugruntowane doświadczenia dydaktyczne, np. w zakresie eksploatacji turbinowych silników spalinowych lub siłowni turboparowych. Pomocną w takich przypadkach jest doświadczona kadra i funkcjonująca baza laboratoryjna. Uzupełniającymi w szczególnych przypadkach są kursy doskonalące umiejętności personelu załóg, organizowane często przez samych armatorów.

LITERATURA

- [1] ABB Turbochargers TPL-B, ABB 2006
- [2] Adamkiewicz A., Behrendt C., Cwilewicz R., Dzida M., Michalski R.: Kształcenie studentów w zakresie turbinowych napędów okrętowych w uczelniach morskich. Materiały XVIII Międzynarodowego Sympozjum Siłowni Okrętowych, Wyższa Szkoła Morska w Gdyni, Gdynia 1996, str. 27-41
- [3] Adamkiewicz A., Michalski R.: Zastosowanie cieplnych maszyn wirnikowych w nowych technologiach energetycznych środków transportu morskiego. Autobusy. Systemy transportowe. 2010 ISSN 1509-5878 nr 6
- [4] Adamkiewicz A., Michalski R., Zeńczak W: Wybrane problemy technologii konwersji energii w okrętowych systemach energetycznych. KAPRINT Lublin 2012, ISBN 978-83-934328-8-2
- [5] Karta przedmiotu: Turbiny okrętowe. Kierunek: Mechanika i budowa maszyn. Specjalność: Eksploatacja Siłowni Okrętowych. Poziom studiów: I stopnia Akademia Marynarki Wojennej Gdynia, Wydział Mechaniczno-Elektryczny. Prowadzący: dr inż. Bogdan Pojawa
- [6] Plany i programy studiów stacjonarnych I stopnia. Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Mechaniczny. Kierunek: Mechanika i budowa Maszyn, Specjalność: Eksploatacja Siłowni Okrętowych. Szczecin 2011
- [7] Plany i programy studiów stacjonarnych I stopnia. Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Mechaniczny. Kierunek – Mechanika i budowa Maszyn, Specjalność – Diagnostyka i Remonty Maszyn i Urządzeń Okrętowych. Szczecin 2011
- [8] Program przedmiotu Nr 31 Turbiny Okrętowe, Kierunek MiBM/studia pierwszego stopnia, Specjalność: Eksploatacja Siłowni Okrętowych i Obiektów Oceanotechnicznych, Akademia Morska w Gdyni, Wydział Mechaniczny, Gdynia 2014.
- [9] TCS-PTG Savings With Extra Power, Augsburg, Germany, MAN Diesel & Turbo 2011. Schwarz J.F.
- [10] www.geaviation.com/engines/marine/engines – dostęp z dnia 01.02.2012
- [11] www.mandieselturbo.com – dostęp z dnia 10.02.2012.
- [12] www.mhi.co.jp/en/products – dostęp z dnia 25.02.2012.
- [13] www.naniwa-pump.co.jp/english/product/pp/cpt_en.html – dostęp z dnia 18.04.2011.

ABSTRACT

This paper presents aims and requirements of teaching ship engineers. Application of turbines on 21st century ships, in compliance with the current requirements of the International Maritime Organisation and National Qualification Framework, has been discussed. Syllabuses of three Polish maritime academies, offering education at turbine power and gas rotor machines majoring in diagnostics of machines and ship equipment, have been compared. Increasing needs for such specialists have been shown due to the development of waste recovery in ship systems. Future needs for educating personnel to operate both steam and gas turbines as means to recuperate waste energy of the lowest energy level have been indicated.

KEYWORDS

education, engineer officer, marine turbine, waste energy, ship

dr hab. inż. Andrzej Adamkiewicz, prof. AM

Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny,
Katedra Diagnostyki i Remontów Maszyn,
ul. Podgórna 51/53, 70-205 Szczecin, POLSKA
e-mail: a.adamkiewicz@am.szczecin.pl

