

Koncepcja badania procesu nauczania-uczenia się studenta i ucznia przy użyciu narzędzi doskonalenia jakości

1. Przyczyny podjęcia tematu

Oficjalne uznanie w UE i Polsce, że zapewnienie jakości kształcenia w szkołach wyższych ma istotne znaczenie dla rozwoju gospodarczego i społecznego kraju i regionu³ oraz wielowymiarowość zagadnienia jakości kształcenia powoduje coraz częstsze podejmowanie praktycznych i teoretycznych aspektów tego tematu. Podnosi się wagę, jaką dla jakości kształcenia w szkołach wyższych ma lub może mieć istnienie i funkcjonowanie w nich systemów zarządzania jakością zgodnych z międzynarodowymi standardami^{4 5 6}, w tym z normą ISO 9001^{6 7 8 9}, potrzeba uwzględnienia wielorakich czynników^{9 10 11} wpływających na jakość kształcenia oraz konieczność i zalety zastosowania do kształcenia w szkole wyższej podejścia procesowego^{9 12}, charakterystycznego dla zarządzania jakością i umożliwiającego m.in. pogłębioną analizę procesu kształcenia oraz jego doskonalenie. Jednak

¹ Sylwia Dudziak, doktorantka w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego.

² Barbara Sujak-Cyrul, dr, adiunkt naukowo-dydaktyczny specjalizujący się w zagadnieniach zarządzania jakością; Politechnika Wroclawska, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji, Zakład Obrabiarek, Automatyzacji i Organizacji Produkcji.

³ Porównaj np. z postanowieniami Traktatu z Maastricht z 1992 r. (zwłaszcza artykuły 126, 127, 308) i Deklaracją Bolońską z 1999 r.

⁴ Lisiecka K., *Jakość kształcenia narzędziem realizacji strategii szkoły wyższej*, Problemy Jakości, 9/2001, s. 9-12.

⁵ Cholewicka-Goździk K., *Akredytacja EQUIS dla WSiP im. Leona Koźmińskiego*, Problemy Jakości, 2/2005, s. 28-31.

⁶ Szegda A., Babiński J. *Analiza porównawcza wybranych modeli międzynarodowych systemów zapewnienia jakości kształcenia w szkolnictwie wyższym*, Zarządzanie Przedsiębiorstwem, 1/2002, s. 20-25.

⁷ Norma PN- EN ISO 9001: 2001, *Systemy zarządzania jakością. Wymagania*, PKN, Warszawa 2001 (Identyczna z EN ISO 9001: 2000 i ISO 9001:2000).

⁸ Dendura K., *Problemy zapewnienia jakości w kształceniu akademickim*, Problemy jakości, 9/1998, s. 13-14.

⁹ Skrzypek E., *Jakość procesu kształcenia w uczelni*, Problemy Jakości, 10/2001, s. 13-22.

¹⁰ Wawak T., Wawak S., *Polemiczny głos w sprawie jakości kształcenia w Polsce na przykładzie nauk ekonomicznych*, Problemy jakości, 10/2001, s. 23-34.

¹¹ Maciąg J., *Wzorzec jakości usługi edukacyjnej*, Problemy Jakości, 2/2005, s. 23-27.

¹² Sulkowski Ł., Koszmider M., *Analiza procesowa kształcenia w szkole wyższej*, Problemy Jakości, 11/2004, s. 11-12.

wszystkie znane autorkom prace dotyczące wyżej wymienionej tematyki podchodzą do procesu kształcenia w uczelni na dość wysokim poziomie ogólności. Natomiast brakuje w polskiej literaturze prac ukazujących możliwości, efekty i znaczenie zastosowania podejścia procesowego do jednostkowego procesu dydaktycznego (edukacyjnego) dla przeprowadzenia pogłębionej analizy jego przebiegu i skuteczności oraz wskazania możliwości jego dalszego doskonalenia.

Wychodząc od dość powszechnie akcentowanego założenia, że „jakość tkwi w szczegółach”, autorki podjęły próbę wypełnienia tej luki poprzez opracowanie i wstępne przetestowanie koncepcji badania jednostkowego procesu dydaktycznego – wytypowanego do badania procesu nauczania-uczenia się studenta i ucznia na przykładzie wybranych zajęć w Pracowni Dydaktyki Fizyki (PDF) Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego – z wykorzystaniem typowych dla zarządzania jakością metod i narzędzi dla wyłonienia prawdopodobnych przyczyn nie osiągnięcia założonych rezultatów w tym procesie i doskonalenia jakości tego procesu.

2. Ogólne założenia koncepcji badania procesu nauczania-uczenia się

Charakterystyczne dla zarządzania jakością podejście procesowe opiera się na przekonaniu (wynikającym z wieloletniego doświadczenia różnych organizacji i odzwierciedlone m in. w normach ISO serii 9000), że „*pożądany wynik osiąga się z większą efektywnością, gdy działania i związane z nimi zasoby są zarządzane jako proces*¹³”, przy czym proces definiuje się jako „*zbiór działań wzajemnie oddziałujących, które przekształcają wejścia w wyjścia*¹⁴”, oraz zauważa się, że „*wejścia procesu są zazwyczaj wyjściami innych procesów*¹⁵”. Prowadzi to do zrozumienia konieczności stosowania razem z podejściem procesowym także innego charakterystycznego dla zarządzania jakością podejścia – tzw. podejścia systemowego, oparte go na przekonaniu (także wynikającym z wieloletniego doświadczenia różnych organizacji), że „*zidentyfikowanie, zrozumienie i zarządzanie wzajemnie powiązаныmi procesami jako systemem przyczynia się do zwiększenia skuteczności i efektywności w osiąganiu celów*¹⁶”.



Rys. 1 Zobrazowanie procesu wg definicji zawartej w normie PN- EN ISO 9000 : 2001

Zastosowanie podejścia procesowego, charakterystycznego dla systemowego zarządzania jakością, do badania procesu nauczania-uczenia się pozwala na sformułowanie ogólnej koncepcji badania tego procesu z wykorzystaniem typowych dla

¹³ Norma PN- EN ISO 9000: 2001, *Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia*, PKN, Warszawa 2001 (Identyczna z EN ISO 9000: 2000 i ISO 9000:2000), s. 11 – jest to sformułowanie jednej z 8 zasad zarządzania jakością, tzw. podejścia procesowego.

¹⁴ Ibidem, s. 33 i s. 63 – def. 3.4.1

¹⁵ Ibidem, s. 33 – uwaga 1 do def. 3.4.1

¹⁶ Ibidem, s. 11 – jest to sformułowanie jednej z 8 zasad zarządzania jakością, tzw. podejścia systemowego do zarządzania.

zarządzania jakością metod i narzędzi doskonalenia jakości, w formie zalecenia wykonania następujących kroków:

1. Opisanie istniejącego procesu, przy użyciu:
 - A) Metody mapowania procesu
– celem ustalenia przebiegu istniejącego procesu, wraz ze zdefiniowaniem podprocesów a także wejść (danych i zasobów wejściowych, zasobów potrzebnych do realizacji procesu/podprocesów, czasami zwanych wsadami) oraz wyjść (wyników osiąganych po zrealizowaniu procesu, zwanych też rezultatami procesu), graficznym zobrazowaniem mapowania jest tzw. mapa procesu – patrz też pkt. 4.1;
 - B) schematu blokowego
– jest to dalsze postępowanie dla wyodrębnionych podprocesów, polegające na ich rozrysowaniu na poszczególne działania, następujące po sobie lub występujące równoległe z wykorzystaniem symboli typowych dla schematu blokowego – patrz też pkt. 4.2;
2. Przeprowadzenie analizy potencjalnych przyczyn nie osiągnięcia założonych rezultatów w tym procesie i poszczególnych podprocesach, określonych w pierwszym przybliżeniu jako:
 - A) wiadomości i umiejętności studenta,
 - B) wiadomości i umiejętności ucznia,
 - C) wynik doświadczenia (studenta i ucznia),
 - D) zapisy dokumentujące planowanie, wyniki doświadczenia i spostrzeżenia, przy użyciu indywidualnych lub grupowych metod pracy (m. in. burzy mózgów) i zapisaniu ich wyników w formie graficznej wykresu przyczynowo-skutkowego, in. wykresu Ishikawy lub wykresu „rybiej ości” – patrz też pkt. 4.3;
3. Przeprowadzenie analizy rodzajów błędów (wad, niezgodności) i ich skutków – w skrócie FMEA (*ang. Failure Mode and Effect Analysis*) – celem głębszego rozpoznania potencjalnych przyczyn nie osiągnięcia założonych rezultatów w procesie (wstępnie ustalonych przy pomocy wykresów przyczynowo-skutkowych), z uwzględnieniem wag tych przyczyn oraz wskazaniem środków do ich wczesnego eliminowania (tj. odpowiednich działań zapobiegawczych). Powinno to umożliwić wskazanie obszarów monitorowania i/lub ewentualne przeprojektowanie procesu nauczania-uczenia się poprzez wykorzystanie wiedzy i doświadczeń z już przeprowadzonej analizy/analiz – patrz też pkt. 4.4;
4. Na bazie otrzymanych wyników – opracowanie kart (formularzy) zbierania danych o rzeczywistych przyczynach nie osiągnięcia założonych rezultatów oraz kart obserwacji studenta dla umożliwienia systematycznego zbierania danych o rzeczywistych przyczynach nie osiągnięcia założonych rezultatów;
5. Zebranie określonych danych przy użyciu opracowanych kart zbierania danych i obserwacji studenta;
6. Opracowanie i zastosowanie arkuszy kontrolnych, w celu zestawienia zebranych danych, uzyskania danych zbiorczych i ich graficznego zobrazowania dla wstępnego wykrycia i uwidocznienia dominujących tendencji – patrz też pkt. 4.5;

7. Usystematyzowanie zebranych danych z uwzględnieniem ich nierównowagowego rozkładu i graficznego przedstawienia udziału każdej przyczyny w nieosiąganiu założonych rezultatów przez sporządzenie wykresu Pareto-Lorenza na bazie danych skumulowanych. Celem sporządzenia wykresu Pareto-Lorenza jest zidentyfikowanie przyczyn dających największy wkład w nie osiągnięcie założonych rezultatów, ponieważ według zasady Pareto ok. 20% przyczyn powoduje ok. 80% badanego skutku – patrz też pkt. 4.6;
8. Podjęcie ewentualnych działań doskonalących skupionych na wyeliminowaniu przyczyn dających największy wkład w nie osiągnięcie założonych rezultatów, w celu uzyskania najmniejszym wysiłkiem poprawy niezawodności/skuteczności procesu nauczania-uczenia się.

3. Proces nauczania-uczenia się realizowany w Pracowni Dydaktyki Fizyki

Autorki proponują poddać analizie proces nauczania-uczenia się (skrótowa nazwa: proces N-U) na przykładzie zajęć w Pracowni Dydaktyki Fizyki (PDF) Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego – laboratorium doświadczeń szkolnych, w którym kształcą się studenci (przyszli nauczyciele fizyki), ze względu na:

- a) kształcącą rolę bezpośredniego doświadczenia fizycznego, którego realizacja angażuje wszystkie zmysły studenta/ucznia co zapewnia wysoką skuteczność procesu realizacji doświadczenia, ponieważ nowa wiedza zostaje, zgodnie z teorią konstruktywizmu silnie wbudowana w istniejącą już strukturę wiedzy studenta/ucznia;
- b) jednoczesne uczestnictwo w procesie nauczania-uczenia się studenta i ucznia¹⁷, co odróżnia w/w PDF od pracowni dydaktyki fizyki prowadzonych w innych uczelniach w Polsce,
- c) wielowymiarowość procesu N-U, która rodzi potrzebę zidentyfikowania potencjalnych przyczyn nie osiągnięcia założonych rezultatów procesu, by im skutecznie zapobiegać.

Przygotowanie i przeprowadzenie lekcji przez studenta odbywa się z dobrowolnym udziałem wcześniej bliżej nieznanymi studentowi uczniom (z różnych szkół z woj. dolnośląskiego). Takie rozwiązanie pozwala w krótkim czasie na stwierdzenie przez studenta i nadzór dydaktyczny, czy student umie przełożyć nabyte doświadczenia w trakcie wykonywania eksperymentu uczniowskiego na skuteczne przeprowadzenie zajęć z uczniem.

Oczekiwany efekt zajęć w PDF jest zainicjowanie procesu kształtowania umiejętności decentracji¹⁸ wiedzy studentów¹⁹, przejawiające się w zmianie **poziomu operatywności wiedzy** studenta. Zgodnie z koncepcją poziomów operatywności

¹⁷ Sujak-Lesz K., Ryk L., Krajna A., *Kształtowanie umiejętności nauczycielskich poprzez (samo)doświadczenie* w: Błasiak W. (red.), *Perspektywy kształcenia nauczycieli fizyki*, Zeszyt 10 z serii *Problemy studiów nauczycielskich*, Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1997, s. 178-182.

¹⁸ Decentracja – przekładanie języka specjalistycznego na język zrozumiały dla ucznia na odpowiednim poziomie edukacyjnym.

¹⁹ Sujak-Lesz K., Krajna A., *Integracja kształcenia przyszłych nauczycieli fizyki w zakresie psychologii, pedagogiki i dydaktyki fizyki*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1990.

wiedzy²⁰ opisaną w pracy²¹, zmianę z poziomu **wiedzy praktyczno-prostej** do co najmniej **wiedzy praktyczno-teoretyczno-odtwórczej** studenta, uczestniczącego w procesie nauczania-uczenia się, rozumiemy jako przyrost umiejętności w trakcie procesu²². Na wejściu do procesu N-U wiedza studenta jest na poziomie **wiedzy praktyczno-odtwórczej**, natomiast założonym rezultatem końcowym procesu N-U jest co najmniej **wiedza praktyczno-teoretyczno-odtwórcza** studenta i ucznia.

Kształtowanie się wiedzy studenta odbywa się poprzez realizowanie równolegle celów laboratoryjnych jak i celów dydaktycznych według koncepcji Pracowni Dydaktyki Fizyki^{23 24}. Obejmuje to (cytuję za²²):

- a. zapoznanie studentów z typowym wyposażeniem pracowni szkolnej,
- b. kształtowanie umiejętności projektowania, zestawiania i poprawnego wykonywania szkolnych eksperymentów fizycznych,
- c. kształtowanie umiejętności metodycznego opracowania projektowanych pokazów i ćwiczeń uczniowskich,
- d. kształtowanie umiejętności praktycznego wykorzystania technicznych środków nauczania do realizacji różnych celów dydaktycznych,
- e. kształtowanie umiejętności przygotowania lekcji,
- f. kształtowanie umiejętności prowadzenia lekcji z udziałem uczniów szkół gimnazjalnych,
- g. kształtowanie umiejętności doboru specjalistycznej literatury dydaktycznej.

Zajęcia w pracowni są prowadzone według szerzej opisanego programu²⁴, który zawiera cykle ćwiczeń:

1. Ćwiczenia wstępne;
2. Zestawy doświadczeń szkolnych z programów nauczania fizyki w gimnazjum, tzw. właściwe zestawy doświadczalne;
3. Zestawy doświadczeń z programów nauczania przyrody w szkole podstawowej – realizowane na ostatnich zajęciach.

Ćwiczenia wstępne, noszące nazwy: *Źródła zasilania w szkolnej pracowni fizycznej*, *Projekcja ekranowa*; *Tor powietrzny*; *Wykorzystanie oscyloskopu w szkolnej pracowni fizycznej*. *Mikrokomputer jako przyrząd pomiarowy w szkolnej pracowni fizycznej*, przeprowadzane są przez studentów w grupach dwu osobowych. Ćwiczenia te mają zapoznać studentów z technikami przygotowywania i przepro-

²⁰ Pod pojęciem wiedzy autorki rozumieją wiadomości i umiejętności studenta/ucznia.

²¹ Zarębska J., *Poziom operatywności wiedzy z zakresu elektryczności u studentów fizyki – badania diagnostyczne i porównawcze efektywności zajęć laboratoryjnych*, Praca doktorska, Wrocław 1982.

²² Sujak-Lesz K., *Sekwencyjna struktura międzyprzedmiotowa z zakresu psychologii, pedagogiki i dydaktyki fizyki – zaproszenie do dyskusji*, [w:] Stępniewski I. (red.), *Wybrane problemy Dydaktyki Fizyki*, Wydawca CDN, Warszawa 1989, s. 190-197.

²³ *Pracownia Dydaktyki Fizyki* – niepublikowane materiały Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytetu Wrocławskiego, zebrane i opatrzone wstępem przez Sujak-Lesz K., Krajna A., Ryk L., Wrocław 2001.

²⁴ Ryk L., Sujak-Lesz K., Krajna A., *Zintegrowany program kształcenia kompetencji zawodowych przyszłych nauczycieli fizyki na studiach licencjackich w Uniwersytecie Wrocławskim* w: Błasiak W. (red.), *Perspektywy kształcenia nauczycieli fizyki*, Zeszyt 10 z serii Problemy studiów nauczycielskich, Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1997, s. 60-65.

wadzenia doświadczeń w szkolnej pracowni fizycznej (z tzw. techniką eksperymentu szkolnego).

Z właściwymi zestawami doświadczalnymi (patrz pkt. 2 powyżej) student pracuje samodzielnie, ponieważ kształci m.in. odpowiedzialność za proces nauczania-uczenia się z zakresu nauczania fizyki w gimnazjum. W szóstym tygodniu student przygotowuje się do pracy z uczniami, realizując wszystkie doświadczenia z zestawu. Z wykonanych doświadczeń student wybiera co najmniej 3 logicznie powiązane doświadczenia (np. zjawisko indukcji elektromagnetycznej, budowa i działanie prądu, budowa i działanie transformatora) i dostosowane do wiadomości i umiejętności ucznia z danej klasy gimnazjum, po wcześniejszym uzgodnieniu z ich nauczycielem fizyki. Student przeprowadza część właściwą lekcji (około 20 min) w oparciu o trzy wybrane doświadczenia. Na podstawie posiadanej wiedzy z dydaktyki fizyki pisze projekty scenariusza lekcji i karty pracy ucznia, a następnie konsultuje je z opiekunem dydaktycznym i w razie potrzeby uwzględnia zmiany uzgodnione z opiekunem.

W siódmym tygodniu student po raz pierwszy spotyka się z uczniami. Praca studenta z pojedynczym zespołem uczniów obejmuje cykl następujących czynności²⁵:

- „rozpoznanie” grupy;
- podjęcie decyzji metodycznych;
- działanie w interakcji z uczniem;
- autorefleksja – przemyślenie trafności użytych metod pracy z uczniami, wyciągnięcie wniosków i zastosowanie w pracy z nową grupą uczniów.

Jeden student pracuje na zajęciach z 4-5 grupami uczniów. Po zakończonych zajęciach uczniowie udzielają pisemnej informacji zwrotnej, odpowiadając na pytania:

Jakie doświadczenie podobało Ci się najbardziej? Dlaczego?

Jakie doświadczenia podobało Ci się najmniej? Dlaczego?

Zajęcia kończą się wspólnym podsumowaniem – ewaluacją procesu N-U oraz refleksją – studentów, opiekuna dydaktycznego oraz opiekuna technicznego.

4. Wybrane narzędzia i metody systemu zarządzania jakością

Poniżej opisano cztery narzędzia i dwie metody doskonalenia jakości, wymienione w rozdziale „Ogólne założenia koncepcji badania procesu nauczania-uczenia się” jako przewidziane do zastosowania przy badaniu wybranego procesu edukacyjnego, celem przybliżenia ich czytelnikom. Z dotychczasowych doświadczeń autorek wynika bowiem, że te narzędzia i metody doskonalenia jakości nie są powszechnie znane poza środowiskiem osób zawodowo zajmujących się zarządzaniem jakością.

4.1 Mapowanie procesu (procesów)

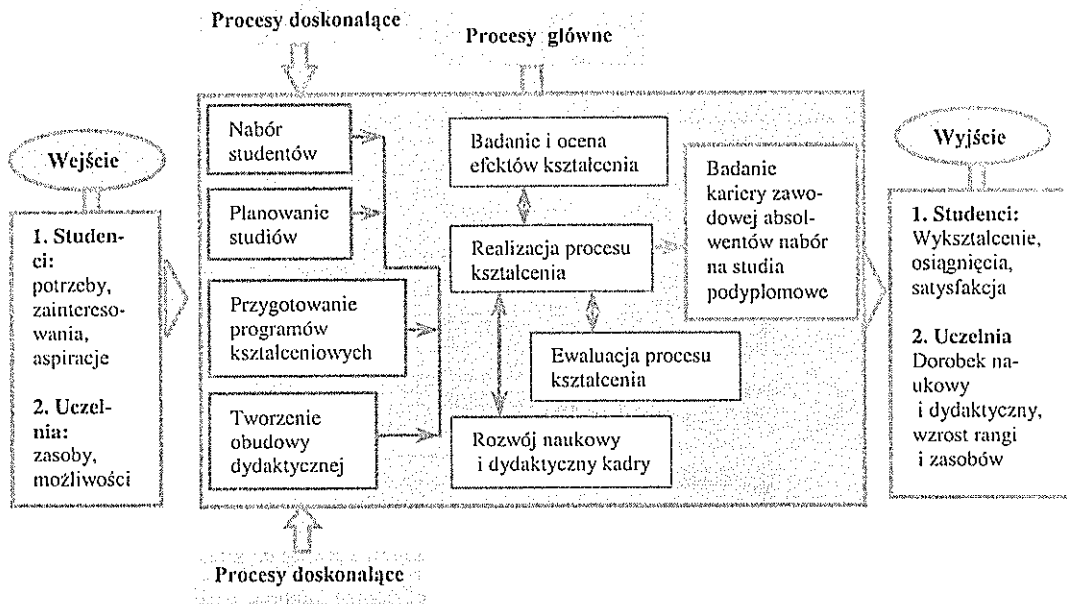
Mapa procesu jest ogólnym graficznym zobrazowaniem procesu jako powiązanych ze sobą podprocesów, z reguły przedstawionym na jednej kartce dla zapewnienia równoczesnego objęcia całości procesu przez osobę „czytającą” mapę. Analogicznie, mapa procesów organizacji jest ogólnym zobrazowaniem wszystkich istotnych procesów realizowanych w niej oraz ich wzajemnych powiązań, przedstawio-

²⁵ Wdrożona w Pracowni Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego *Koncepcja mikro-nauczania*, autorstwa Sujak-Lesz K., Krajna A., Ryk L. (materiał nie opublikowany).

nym na jednej kartce dla zapewnienia równoczesnego objęcia całości procesów przez osobę „czytającą” mapę.

Mapa procesu (procesów) może być rysowana z dużą dowolnością stosowanych symboli – zawsze będzie to podporządkowane klarownemu przedstawieniu procesu i powiązań tworzących go podprocesów, lub odpowiednio – procesów i ich powiązań.

Przykładowe zobrazowanie graficzne mapy procesów przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2 Przykładowa ogólna mapa procesów głównych realizowanych w szkole wyższej.

Źródło: ²⁶

4.2 Schemat blokowy procesu

Schemat blokowy, zwany często także schematem przepływu albo algorytmem, jest graficznym przedstawieniem przebiegu procesu „jako ciągu działań, przepływu informacji, przepływu materiałów itp.”²⁷.

Tworzenie schematu wymaga wykonania następujących kroków²⁸:

1. Określenie ram lub granic procesu – w tym ustalenie, czy tworzony schemat ma być prostą prezentacją informacji wystarczającą dla uzyskania najogólniejszego pojęcia o procesie, czy też ma być wielopoziomowym rozwinięciem wszystkich detalicznych czynności i momentów decyzyjnych,
2. Określenie etapów procesu – realizowanych działań i/lub czynności często wraz ze wskazaniem wykonawcy,

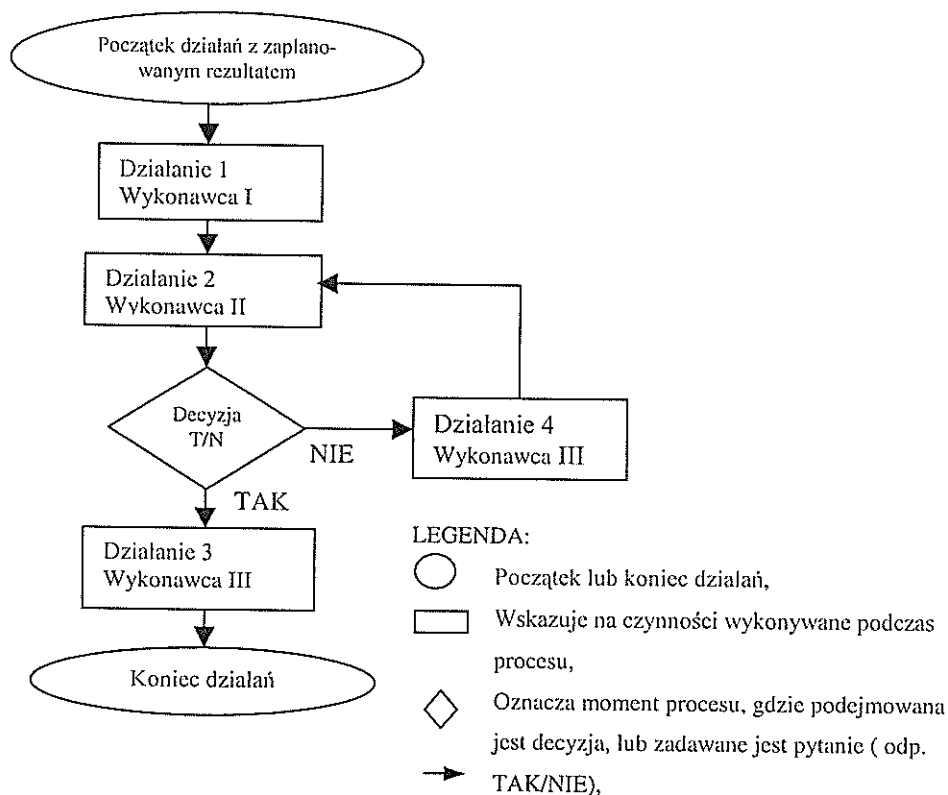
²⁶ Sulkowski Ł., Koszmider M., *Analiza procesowa kształcenia w szkole wyższej*, [w:] Problemy jakości, 11/2004, s.11.

²⁷ Hamrol A., Mantura W. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. PWN, Warszawa 2002, s. 218.

²⁸ Brassard M., Ritter D., *Pomocnik pamięci II*, Methuen USA 1994, s. 57-59.

3. Ustalenie kolejności etapów w procesie,
4. Narysowanie schematu blokowego przy pomocy przyjętych symboli,
5. Sprawdzenie i przeanalizowanie schematu pod kątem opuszczonych działań,
6. Dopracowanie schematu blokowego procesu wg zidentyfikowanych potrzeb.

Przykładowa konstrukcję schematu blokowego przedstawia rys. 3.



Rys. 3 Przykładowa konstrukcja schematu blokowego

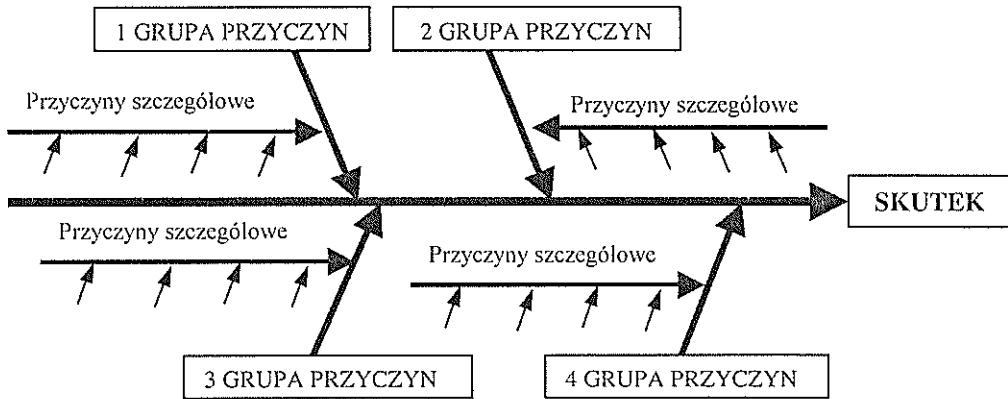
Źródło: opracowanie własne, zgodne z powszechnie przyjętymi założeniami.

4.3 Diagram przyczynowo-skutkowy

Diagram przyczynowo-skutkowy, nazywany także wykresem Ishikawy lub „rybim szkieletem” umożliwia graficzne przedstawienie powiązań między przyczynami (działającymi czynnikami) i skutkami, które one powodują (patrz rys. 4). Podczas opracowania diagramu należy określić:

1. skutek – tzn. sformułować rozważany problem i wpisać go w diagram jako „głowa ryby”,
2. główne grupy przyczyn wpływających na rozważany problem i przypisać je w formie określeń do głównych „ości ryby”,
3. przyczyny szczegółowe (pierwszorzędne, drugorzędne i gdy potrzeba odpowiednio trzeciorzędne – i przypisać je w formie określeń do „drobniejszych ości” uszczegóławiających daną główną grupę przyczyn.

Grupę przyczyn ustala się wg potrzeb, często w procesach przemysłowych stosuje się grupowanie przyczyn wg schematu 6 M + E: Maszyna (*ang. Machin*), Metoda (*ang. Method*), Materiał (*ang. Material*), Człowiek (*ang. Man*), Zarządzanie (*ang. Management*), Pomiar (*ang. Measurement*) i Środowisko (*ang. Environment*)^{29 30}.

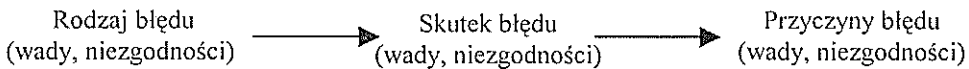


Rys. 4 Konstrukcja schematu przyczynowo-skutkowego

Źródło: opracowanie własne, zgodne z powszechnie przyjętymi założeniami.

4.4 FMEA – Analiza rodzajów błędów (wad, niezgodności) oraz ich skutków

Metoda FMEA (*ang. Failure Mode and Effects Analysis*) – analiza rodzajów błędów oraz ich skutków³¹ (znana także pod polską nazwą analiza przyczyn i skutków wad) „stosowana jest w celu ustalenia przyczyn obniżenia jakości zarówno produktu³², jak i procesu³³. Wnioski uzyskiwane w wyniku zastosowania tej metody umożliwiają podjęcie działań prowadzących do eliminacji niepożądanych (wywołujących negatywną ocenę klienta) cech produktu lub procesu”³⁴. Metoda ta wiąże w sposób systemowy następujące elementy:



²⁹ Brassard M., Ritter D., *Pomocnik pamięci II*, Methuen USA 1994, s. 25.

³⁰ Hamrol A., Mantura W. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. PWN, Warszawa 2002, s. 219-220.

³¹ Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Pdom Organizatora, Toruń 2001, s.163.

³² Zgodnie z PN-EN ISO 9000: 2001 przez „produkt - wyrób” rozumie się „wynik procesu” (lub inaczej - rezultat procesu) oraz klasyfikuje się „4 następujące kategorie wyrobu: usługi, wytwór intelektualny, przedmiot materialny, materiały przetworzone. Wiele wyrobów składa się z elementów należących do różnych kategorii wyrobu. Czy wyrób nazywany jest usługą, wytworem intelektualnym, przedmiotem materialnym czy materiałem przetworzonym zależy od elementu dominującego.”

³³ Zgodnie z PN-EN ISO 9000: 2001 przez „proces” rozumie się zbiór działań wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących, które przekształcają wejścia w wyjścia. Wejścia procesu są zazwyczaj wyjściami innych procesów.

³⁴ Dussault H. B. *Automated FMEA – Status and Future*, [w:] Proceedings, Annual Reliability and Maintainability Symposium, New York 1984, s. 1-5 [za:] Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń 2001, s.163.

Metodę FMEA polega na przeprowadzeniu następujących czynności³⁵ (patrz Tab.1):

- identyfikacji elementów składowych produktu lub wszystkich funkcji projektowanego procesu w kolejności technologicznej,
- sporządzenia w odniesieniu do wyznaczonych elementów listy możliwych błędów,
- sporządzenia listy prawdopodobnych skutków tych błędów,
- przyporządkowania możliwym błędom wartości prawdopodobieństwa ich wystąpienia NP. oraz wykrycia (*W*) oraz przyporządkowania tymże błędom wskaźników istotności z punktu widzenia klienta (*Z*),
- obliczenia wskaźników oceny $P = R \times W \times Z$ ³⁶ i uporządkowania ich malejąco,
- wskazania działań naprawczych w stosunku do elementów najbardziej istotnych.

Prawdopodobieństwo wystąpienia *R*, wykrycia *W*, oraz wskaźnika istotności *Z* z reguły ocenia się w skali od 1 do 10. „Nie ma jakiejś zasady, na której można oprzeć przypisywanie odpowiednich liczb, a która pasowałaby do wszystkich przypadków organizacji (...) lub wyrobów. Występują wprawdzie przypadki zastosowania wspólnych metod przypisywania wartości w przypadku określonych dziedzin (...), ale jak do tej pory w praktyce, wciąż jest to niewystarczające”³⁷

Tabela 1 Przykład formy graficznej do zapisu analizy rodzajów i skutków potencjalnych błędów (wad, niezgodności) dla projektowania procesu FMEA

Źródło: opracowanie na podstawie³⁸ z własnymi modyfikacjami.

| Po- zy- cja | Nr, na- zwa | Rodzaj, błędu, wady, niezgo- dności | Skutek, błędu, wady, niezgo- dności | Przy- czyna błędu, wady, niezgo- dności | Bieżąca kontrola | Bieżący stan | | | | Zalecane działania na- prawcze | Przepr- wadzona przez | Podjęte działa- nia | Uzyskany stan | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---|---|--|---------------------|-----------------|---|---|---|---|-----------------------------|---------------------------|------------------|---|---|---|--|--|--|
| | | | | | | R | W | Z | P | | | | R | W | Z | P | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

³⁵ Łańcucki J., Kowalska J., *Zarządzanie jakością przedsiębiorstwie*, Bydgoszcz 1995, s. 5 [za:] Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń 2001, s.163.

³⁶ w miejsce oznaczeń *C*, *P*, *Z*, *T* użytych w cytowanych źródłach autorki zastosowały często stosowane oznaczenia *P*, *R*, *W*, *Z*.

³⁷ Butler C. , *FMEA w: Zarządzanie jakością cz. 3, Metody i Techniki zapewnienia jakości*, Koch T., Dziuba R. (redaktorzy), *ITMiA Politechniki Wrocławskiej*, Wrocław 1994, s. 10.

³⁸ Ibidem, s. 5.

4.5. Arkusz kontrolny

Arkusze kontrolne służą do systematycznego zbierania i zapisywania danych ze źródeł historycznych lub z aktualnej obserwacji dotyczącej konkretnego wyrobu (rezultatu) lub procesu dla wyłonienia dominujących tendencji. W zależności od zaplanowanego przeznaczenia arkusz kontrolny może mieć różną (celowo dobraną) formę graficzną i nosić inną nazwę lepiej opisującą jego zastosowanie (np. Karta obserwacji studenta).

„Należy wyraźnie podkreślić, że mimo swojej prostoty, arkusze kontrolne są bardzo skutecznym narzędziem zbierania i porządkowania danych z pomiarów i obserwacji, możliwym do stosowania w różnorodnych warunkach”³⁹.

Tabela 2 Przykład formy graficznej Arkusza kontrolnego
Źródło: opracowanie na podstawie⁴⁰ z własnymi modyfikacjami

| Zbierane dane | PRZEDZIAŁ CZASOWY | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------|-------------|-------|
| | 1. | 2. | 3. | Razem |
| Pierwsza grupa danych | II | III | III | 8 |
| Druga grupa danych | III II | III III I | III | 19 |
| Trzecia grupa danych | II | I | I | 4 |
| Czwarta grupa danych | III III III | III III | III III III | 32 |
| Razem | 22 | 21 | 20 | 63 |

4.6 Wykres Pareto-Lorenza

Wykres Pareto-Lorenza (zwany także Diagramem Pareto) jest graficznym zobrazowaniem „nierównomierności rozkładu skutek-przyczyna”⁴¹ przez co ilustruje stwierdzoną empirycznie „Zasadę Pareto”, mówiącą że często mała liczba przyczyn jest źródłem większości skutków – tj. ok. 20% przyczyn powoduje ok. 80% badanego problemu. Przykład sporządzenia i zastosowania wykresu Pareto-Lorenza przedstawia rys. 5.

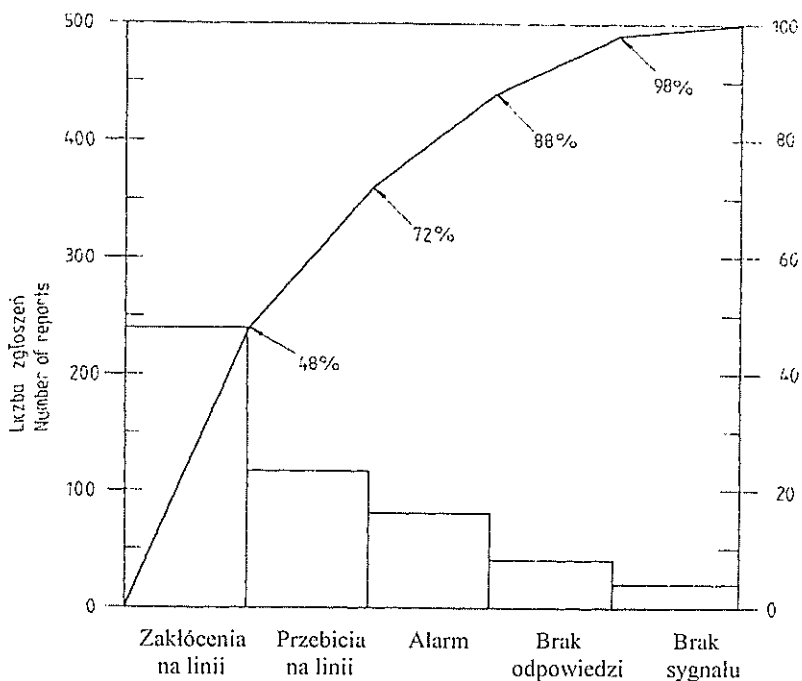
„Wykres Pareto-Lorenza jest prostą techniką graficzną, służącą do uszeregowania składników od najczęściej do najrzadziej występujących(...). Wykres Pareto-Lorenza pokazuje, w porządku malejącym, względny udział każdego składnika w całkowitym skutku. Względny udział może być oparty na liczbie zdarzeń, koszcie związanym z każdym składnikiem lub innych miarach wpływu na skutek. Prostokąty użyto w celu pokazania względnego udziału każdego składnika. Liniję sumarycznej częstości narysowano w celu pokazania skumulowanego udziału składników”⁴².

³⁹ Hamrol A., Mantura W. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. PWN, Warszawa 2002, s. 221.

⁴⁰ Brassard M., Ritter D., *Pomocnik pamięci II*, Methuen USA 1994, s. 35.

⁴¹ Hamrol A., Mantura W. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. PWN, Warszawa 2002, s. 219.

⁴² Norma PN-ISO 9004-4 +AC1:1996, *Zarządzanie jakością i elementy systemu jakości. Wtyczka do doskonałości jakości*, PKN, Warszawa 1996 (identyczna z ISO 9004-4:1993 +AC1:1994), s. 38.



Rys. 5 Przykład wykresu Pareto

Źródło:⁴³

Powyższy wykres pokazuje, że zakłócenia na linii i przebiecia na linii stanowią 72% zgłoszeń kłopotów telefonicznych i że to one wskazują na największe sposobności do doskonalenia⁴⁴.

5. Wstępne wyniki wykorzystania metod i narzędzi zarządzania jakością do analizy procesu nauczania-uczenia się w PDF

W niniejszym rozdziale autorki przedstawiają pierwsze próby zaadoptowania i zastosowania uprzednio wymienionych narzędzi i metod do badania wybranego podstawowego procesu edukacyjnego realizowanego w szkole wyższej, przy czym:

- pod pojęciem podstawowego procesu edukacyjnego realizowanego w szkole wyższej autorki rozumieją: **jednostkowy proces edukacyjny składający się ze zbioru skoordynowanych i nadzorowanych działań, z podaniem dat rozpoczęcia i zakończenia, podejmowanych dla osiągnięcia celu spełniającego określone wymagania, z uwzględnieniem ograniczeń dotyczących czasu, kosztów i zasobów – taki jak wykład, seminarium, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne lub logicznie wydzielona część jednego z wyżej wymienionych – realizowany w ramach z góry ustalonego programu dla określonej grupy studentów w czasie nie dłuższym niż jeden semestr**⁴⁴.

⁴³ Ibidem, s. 41.

⁴⁴ Powyższa definicja została opracowana na bazie definicji przedsięwzięcia /def. nr 3.4.3/ zawartej w normie PN-EN ISO 9000; 2001 „Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia”, PKN, Warszawa 2001, z uwzględnieniem specyfiki organizacji semestralnej procesów edukacyjnych w szkole wyższej.

- analizując wejścia do procesu (dane i zasoby wejściowe potrzebne do realizacji procesu i tworzących go podprocesów) oraz wyjścia z procesu („produkty – wyroby” rozumiane jako wyniki/rezultaty osiągnięte po zrealizowaniu procesu i tworzących go podprocesów), autorki skupiają uwagę na głównych danych i zasobach oraz rezultatach istotnych ze względu na osiągnięcie założonego celu prowadzenia wybranego podstawowego procesu edukacyjnego.

5.1 Pierwsza mapa procesu nauczania-uczenia się w PDF

Wyniki pierwszej próby procesowego podejścia do nauczania-uczenia się studenta i ucznia przedstawiono w formie mapy procesu nauczania-uczenia się studenta i ucznia na bazie realizacji pojedynczego zestawu doświadczeń szkolnych – patrz mapa procesu na rys. 6, oparta o słowny opis procesu zawarty w niniejszej pracy rozdziale: **Proces nauczania-uczenia się realizowany w Pracowni Dydaktyki Fizyki**

Traktując wyżej wymieniony proces N-U jako główny proces kształcenia w PDF, wyróżniono w nim cztery powiązane z sobą podprocesy: trzy kolejno występujące po sobie podprocesy realizacji przyrostu wiedzy (wiadomości i umiejętności):

- A – Realizacja doświadczeń przez studenta,
- B – Planowanie przebiegu lekcji przez studenta,
- C – Realizacja doświadczeń przez ucznia pod opieką studenta

oraz czwarty:

D – nadzoru opiekuna dydaktycznego i opiekuna technicznego podczas realizacji podprocesów A, B, C.

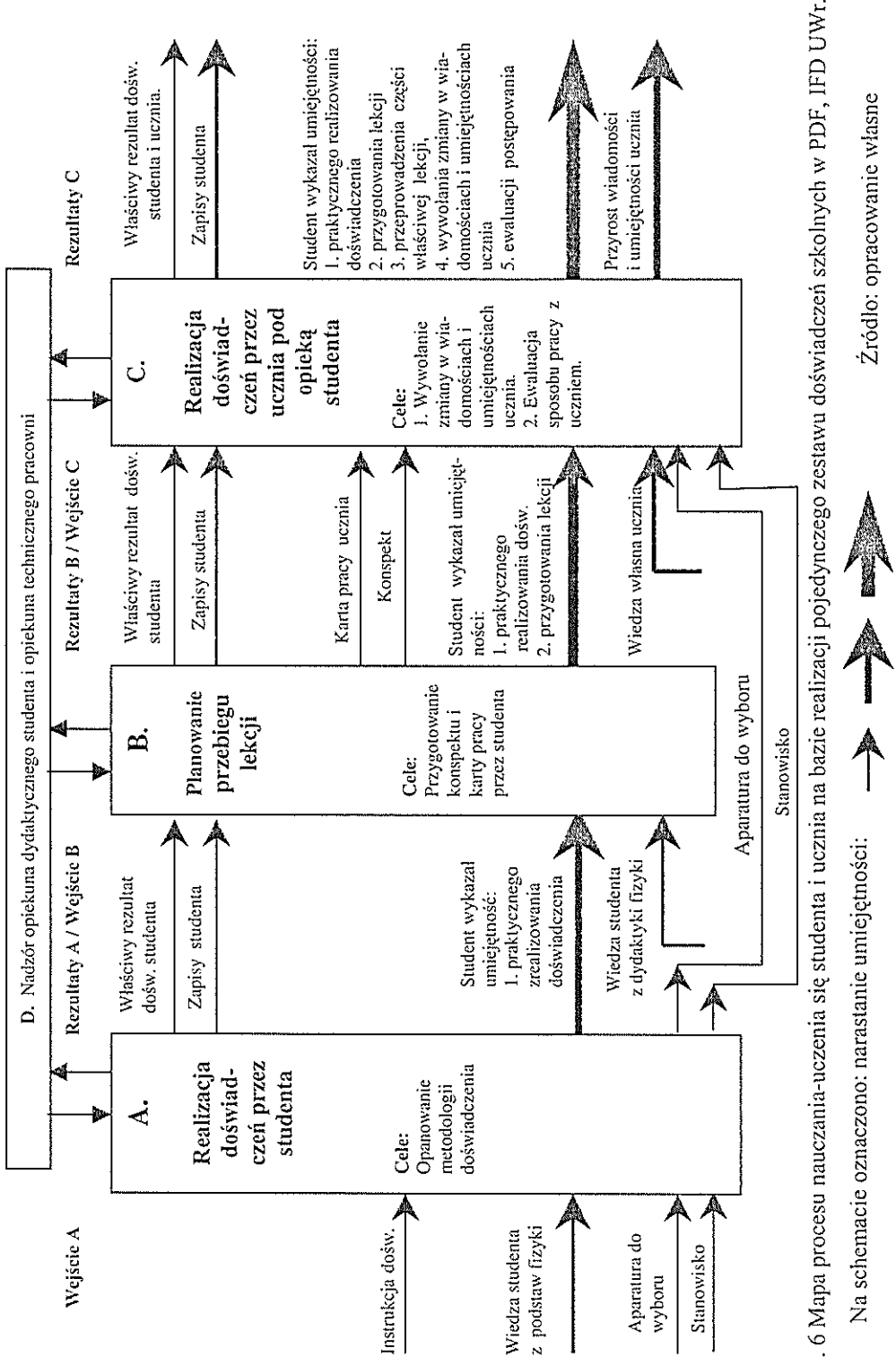
Każdy z podprocesów A, B, C opisany jest danymi wejściowymi i wyjściowymi, a strzałki określają kierunek opisywanego procesu, a także kierunek wchodzenia danych/zasobów oraz kierunek wychodzenia rezultatów z każdego z podprocesów. Szczególną wagę przywiązano do wizualizacji narastania wiadomości i umiejętności studenta i ucznia po przejściu przez każdy podproces, z uwzględnieniem posiadanej przez nich pewnej wiedzy na wejściu.

Podproces D nie ma bezpośrednio wymienionych danych wejściowych i rezultatów, ponieważ są nimi głównie dane wejściowe / wyjściowe odpowiednio podprocesów A, B, C.

5.2 Pierwszy schemat blokowy podprocesu realizacji doświadczenia przez studenta

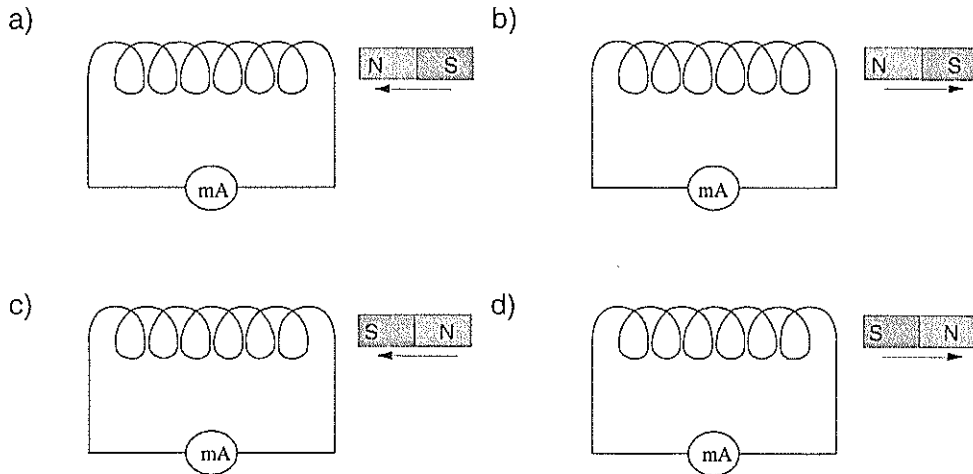
Dalsza szczegółowa analiza podprocesów A, B, C za pomocą narzędzi i metod doskonalenia jakości wymaga skupienia uwagi na konkretnym doświadczeniu uczniowskim z zestawu doświadczeń szkolnych, ponieważ istotnie determinuje to rezultaty analizy.

Do dalszej analizy podprocesów A, B, C autorki wybrały z zestawu doświadczeń pojedyncze doświadczenie uczniowskie *Indukcja elektromagnetyczna*, którego schemat ideowy przedstawiono na rys.7.



Rys. 6 Mapa procesu nauczania-uczenia się studenta i ucznia na bazie realizacji pojedynczego zestawu doświadczeń szkolnych w PDF, IFD UW.

Obserwacje jednej z autorek potwierdzają potrzebę głębszej analizy ww. doświadczenia, ponieważ studenci nie potrafili zaciekawić uczniów realizacją tego doświadczenia, przez co uczniowie zazwyczaj wskazują, w informacji zwrotnej, na omawiane doświadczenie jako nudne i mało ciekawe.



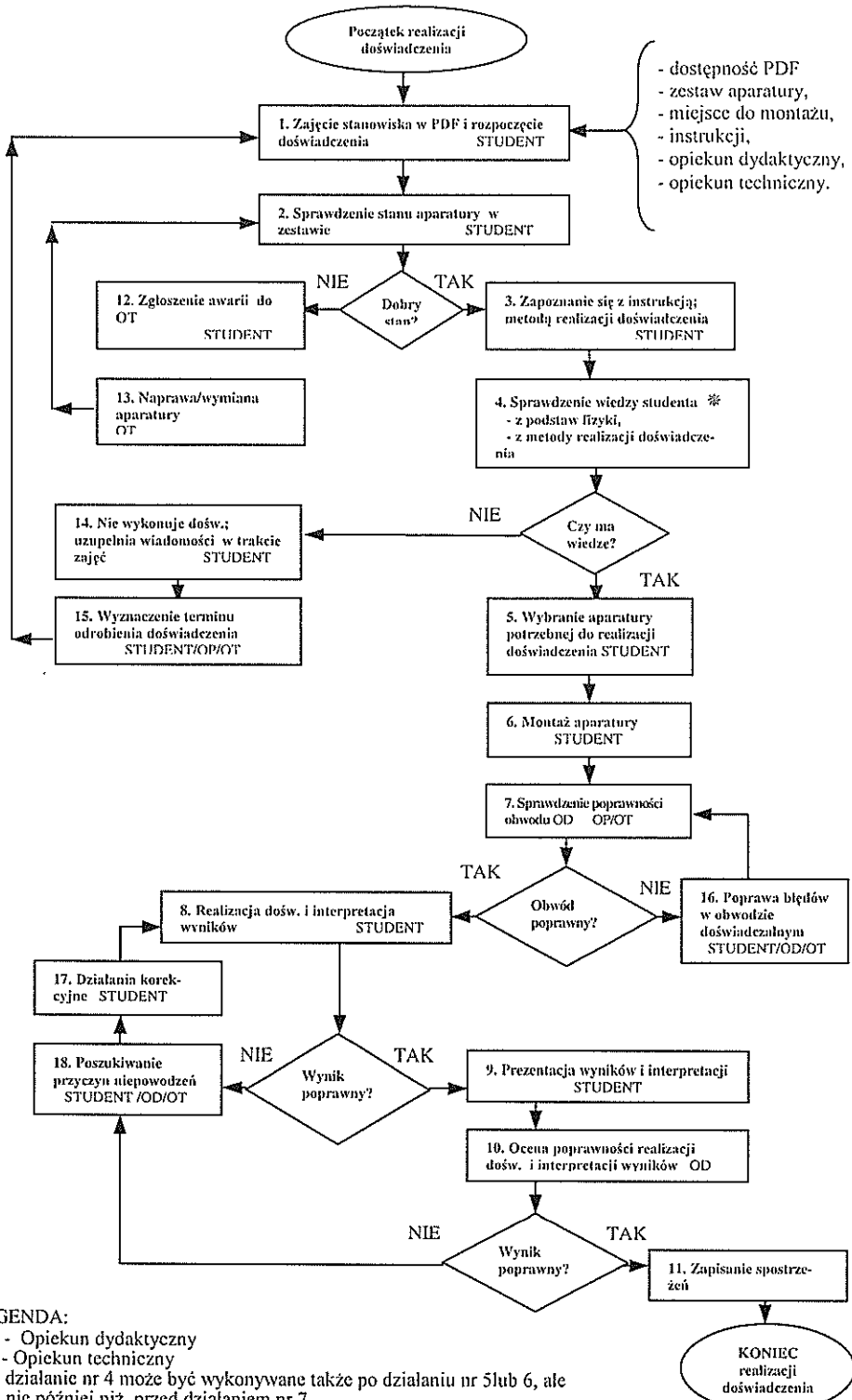
Rys. 7 Schemat ideowy doświadczenia uczniowskiego
Indukcja elektromagnetyczna w PDF^{45 46}

Strzałki na rys. 7 oznaczają względny ruch magnesu i zwojnicy, tzn. na rys. 3a), b) magnes zwrócony biegunem północnym przybliża/oddala się od nieruchomej zwojnicy lub zwojnica przybliża/oddala się do nieruchomego magnesu; na rys. 3c) i d) przy pokazano analogiczny ruch przy zmianie bieguna magnesu na południowy.

Przykładowy wynik uszczegółowienia analizy działań i ich kolejności realizacji w ramach podprocesu A dla doświadczenia uczniowskiego *Indukcja elektromagnetyczna* przedstawiono na rys. 8.

⁴⁵ Kulawik T. Francuz-Ornat G., *Fizyka i astronomia. Moduł 3. Elektryczność i magnetyzm. Zeszyt ćwiczeń*, Wyd. Nowa Era, Warszawa 2004, s. 73.

⁴⁶ Autorki celowo zastąpiły galwanometr (w oryginalnej wersji rysunku) miliamperomierzem, dla oddania praktyki stosowanej w PDF przy realizacji tego doświadczenia, która zapewnia dokładny odczyt wartości natężenia prądu w dwóch kierunkach.



Rys. 8 Schemat blokowy podprocesu A procesu N-U, dla doświadczenia uczniowskiego *Indukcja elektromagnetyczna* Źródło: opracowanie własne

5.3 Pierwszy schemat przyczynowo-skutkowy – analiza problemu zaistniałego w trakcie wykonywania doświadczenia

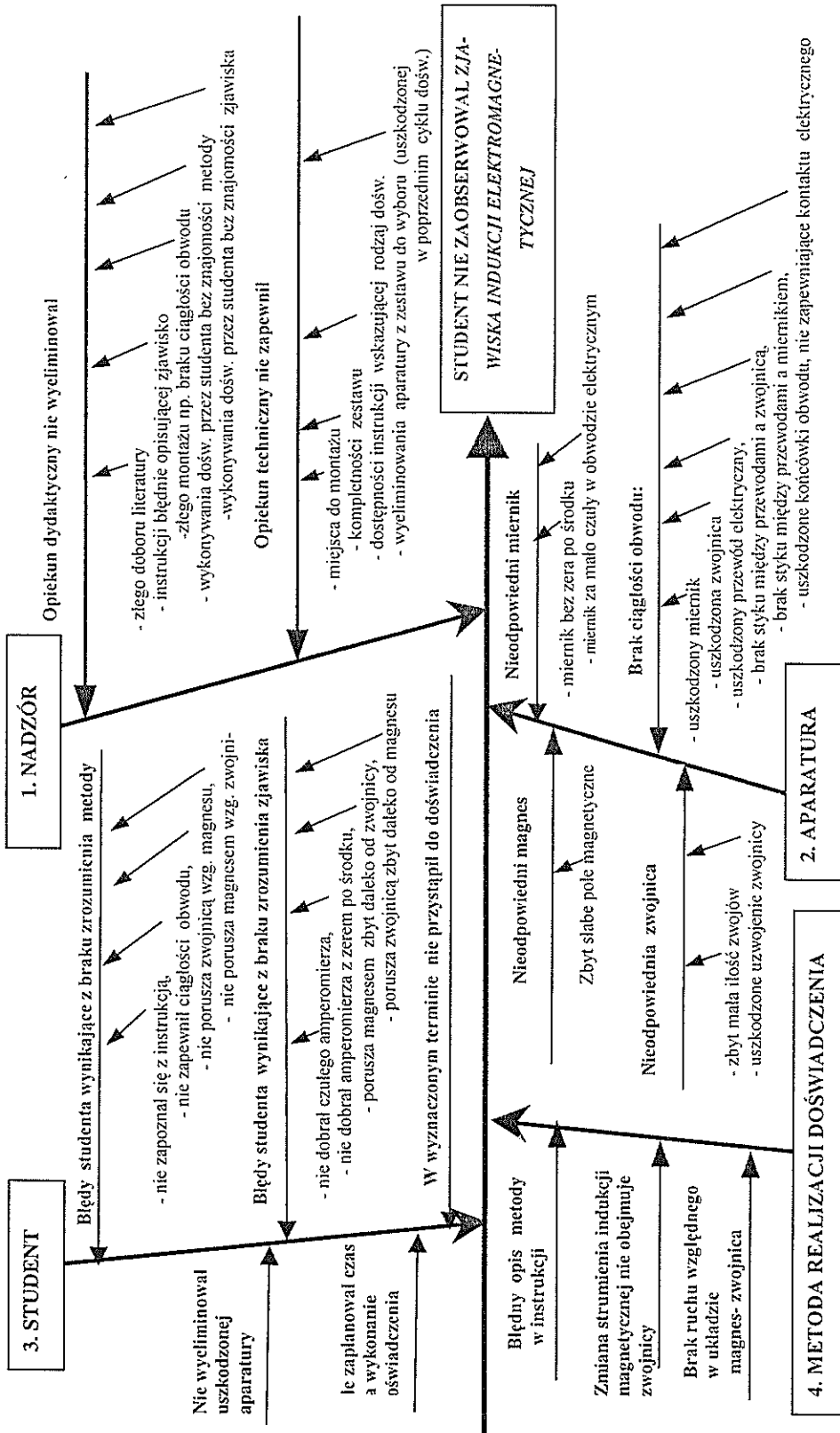
Poniżej przedstawiono opracowany diagram przyczynowo-skutkowy zaadoptowany do analizy problemu zaistniałego w trakcie wykonywania doświadczenia przez studenta na zajęciach w PDF w podprocesie A dla doświadczenia *Indukcja elektromagnetyczna* – rozważono problem nie obserwowania zjawiska indukcji elektromagnetycznej przez studenta (rys. 9).

Używając diagramu przyczynowo-skutkowego jako narzędzia wyłoniono:

- 4 główne grupy przyczyn mające wpływ na niepowodzenie pokazu doświadczenia związane z:
 - ☞ nadzorem,
 - ☞ aparaturą,
 - ☞ atudentem,
 - ☞ metodą realizacji doświadczenia.
- 14 szczegółowych przyczyn pierwszorzędnych, mających wpływ na ww. przyczyny główne:
 - ☞ Nadzór – 2 przyczyny (opiekun dydaktyczny nie wyeliminował; opiekun techniczny nie zapewnił),
 - ☞ Aparatura – 4 przyczyny (nieodpowiedni magnes; nieodpowiednia zwojnica; brak ciągłości obwodu; nieodpowiedni miernik),
 - ☞ Student – 5 przyczyn (błędy wynikające z braku zrozumienia metody; błędy wynikające z braku zrozumienia zjawiska; w wyznaczonym terminie student nie przystąpił do doświadczenia; nie wyeliminował uszkodzonej aparatury),
 - ☞ Metoda realizacji doświadczenia – 3 przyczyny (brak względnego ruchu w układzie magnes-zwojnica; zmiana strumienia indukcji elektromagnetycznej nie obejmuje zwojnic; błędny opis metody w instrukcji),
- 28 szczegółowych przyczyny drugorzędnych, mające wpływ na ww. 14 przyczyn:
 1. Nadzór – 2 przyczyny – 9 przyczyn szczegółowych,
 2. Aparatura – 4 przyczyny – 11 przyczyn szczegółowych,
 3. Student – 5 przyczyn – 8 przyczyn szczegółowych,
 4. Metoda realizacji doświadczenia – 3 przyczyny – 0 przyczyn szczegółowych.

Przywołane powyżej przyczyny drugiego rzędu są wyszczególnione na diagramie przyczynowo-skutkowym (rys. 9).

Zastosowanie diagramu przyczynowo-skutkowego pozwoliło zidentyfikować stosunkowo dużą liczbę potencjalnych przyczyn mających wpływ na nie obserwowanie zjawiska indukcji, zebraną w formie graficznej na jednej stronie – co ułatwia całościową dalszą analizę zdefiniowanego problemu oraz skłania do rozważenia możliwości podjęcia ewentualnych działań podproces A przy realizacji konkretnego doświadczenia *Indukcja elektromagnetyczna*.



Rys. 9 Przyczyny wpływające na nie zaobserwowanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej (diagram przyczynowo-skutkowy)
Źródło: opracowanie własne

5.4 Pierwsza próba analizy FMEA

Kontynuując wcześniejszą analizę przyczynowo-skutkową na przykładzie realizacji doświadczenia *Indukcja elektromagnetyczna* (patrz rys. 9) – dla wyłonionej w ten sposób głównej grupy przyczyn nazwanej „APARATURA”, przeprowadzono pierwszą próbę fragmentarycznej analizy FMEA podprocesu A pod kątem potencjalnych rodzajów błędów, jakie student może popełnić zestawiając aparaturę doświadczalną. Wyniki tej analizy FMEA przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Fragment analizy potencjalnych rodzajów błędów i ich skutków (FMEA)

Źródło: opracowanie własne

| Doświadczenie uczniowskie: Indukcja elektromagnetyczna, pozycja 2. Aparatura Rozważono potencjalne błędy jakie może popełnić student zestawiając aparaturę doświadczalną. | | | | | |
|---|-------------------------------|--|--|---|--|
| Nr części nazwa | Rodzaj błędu | Skutek | Przyczyna | Zalecane działania naprawcze | Przeprowadzone przez |
| 1. Obwód elektryczny | Brak ciągłości obwodu | Nie obserwujemy zjawiska indukcji elektromagnetycznej – brak przepływu prądu | 1. Uszkodzony przewód elektryczny. 2. Brak styku między przewodami a zwojnicą. 3. Brak styku między przewodami a miernikiem. 4. Uszkodzone końcówki przewodu, nie zapewniające kontaktu elektrycznego. 5. Uszkodzony miernik 6. Uszkodzona zwojnica | 1. Sprawdzić przewody; wymienić przewód. 2. Sprawdzić styki, zapewnić kontakt elektryczny. 3. Sprawdzić styki, zapewnić kontakt elektryczny. 4. Sprawdzić stan końcówek, wymienić końcówki na nieuszkodzone lub zapewnić przewód z dobrymi końcówkami. 5. Wymienić miernik na sprawny 6. Wymienić uszkodzoną zwojnicę. | 1. Student; OT 2. Student; OD; OT 3. Student; OD; OT 4. OT; Student 5. Student, OT 6. Student, OT |
| 2. Miernik | Nieodpowiedni miliamperomierz | Nie obserwujemy przepływu prądu – brak wychylenia wskazówki | 1. Miernik za mało czuły w obwodzie elektrycznym. 2. Miernik bez zera po środku | 1. Przełączyć zakres miernika na czulszy; lub wymienić miernik na bardziej czuły. 2. Zmienić miernik na miliamperomierz z zerem po środku. | 1. Student 2. OT, Student |
| 3. Zwojnica | Nieodpowiednia zwojnica | Zbyt małe wzbudzenie prądu indukcyjnego | 1. Zbyt mała ilość zwojów. | 1. Wymienić na zwojnicę z większą ilością zwojów | 1. Student; |
| 4. Magnes | Nieodpowiedni magnes | Zbyt małe wzbudzenie prądu indukcyjnego | Zbyt słabe pole magnetyczne magnesu | 1. Użyć magnes z silniejszym polem magnetycznym | 1. Student |

Ze względu na nowatorskie zastosowanie FMEA do procesu dydaktycznego, na tym etapie nie dokonano jeszcze oceny prawdopodobieństwa wystąpienia (R), wykrycia błędu (W) i wskaźników istotności z punktu widzenia klienta (Z). Po zebraniu większej ilości doświadczeń tego typu metodologii do procesu N-U należy ustalić zasady przypisywania wartości liczbowych do R , W , Z dla określenia priorytetów błędów, zgodnie z zaleceniami⁴⁷.

Przeprowadzenie nawet tak fragmentarycznej analizy FMEA już pozwoliło powiązać w logiczną całość potencjalne rodzaje błędów popełnianych przez studenta z ich skutkami oraz z przyczynami tych błędów, a także określić rodzaje zalecanych działań naprawczych.

Zidentyfikowane działania naprawcze powinny zostać wykorzystane przez Nadzór (opiekuna dydaktycznego i technicznego) dla uwrażliwienia studenta (jeszcze przed przystąpieniem do realizacji doświadczenia) na uniknięcie potencjalnych przyczyn, mających wpływ na nie osiągnięcie założonych rezultatów (nie obserwowanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej). Może to skłonić do ewentualnej zmiany w metodzie pracy ze studentem w PDF.

5.5 Pierwsza karta zbierania danych

Na bazie wyników otrzymanych z analizy FMEA przedstawionych w Tab.3, opracowano pierwszą propozycję karty (formularza) zbierania danych dla umożliwienia systematycznego zbierania danych o rzeczywistych przyczynach nie osiągania założonych rezultatów przez studenta w podprocesie A dla dowolnego doświadczenia szkolnego realizowanego w PDF – patrz rys. 10.

Planuje się wykorzystanie zaproponowanej karty do zbierania danych o błędach popełnianych przez studentów i ich częstotliwości, w odniesieniu do wszystkich doświadczeń szkolnych realizowanych w PDF w ciągu semestru akademickiego.

| KARTA ZBIERANIA DANYCH O REALIZACJI DOŚWIADCZENIA | | |
|--|-----------------------|-----|
| Nazwa doświadczenia: | rok akademicki: | |
| | semestr: | |
| Zakreśl odpowiedź np. | | |
| Czy w Pracowni Dydaktyki Fizyki przeprowadzasz doświadczenia szkolne? <input checked="" type="checkbox"/> TAK <input type="checkbox"/> NIE | | |
| 1. Czy instrukcja jest zrozumiała? | TAK | NIE |
| Jeśli NIE, to która część jest niezrozumiała? | | |
| 2. Czy Twoim zdaniem instrukcja zawiera błędy merytorycznych? | TAK | NIE |
| Jeśli TAK, to jakie? | | |
| 3. Czy aparatura w zestawie jest kompletna? | TAK | NIE |
| Jeśli NIE, to czego brakuje? | | |
| 4. Czy jakaś aparatura w zestawie jest uszkodzona? | TAK | NIE |
| Jeśli TAK, to jaka? | | |
| d) Czy właściwy dobór aparatury do doświadczenia był trudny? | TAK | NIE |
| Jeśli TAK, to jaki element lub w jakim zakresie? | | |
| | | |

⁴⁷ Butler C., FMEA w: *Zarządzanie jakością cz. 3, Metody i Techniki zapewnienia jakości*, Koch T., Dziuba R. (redaktorzy), ITMiA Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994, s. 10.

| | | |
|---|--------------|-----|
| e) Czy zapewnienie ciągłości obwodu za pierwszym razem było trudne? Jeśli TAK, to co prawilo trudność? | TAK | NIE |
| 7. Ile razy montowałeś układ doświadczenia zanim uzyskałeś układ poprawny? (* zakreśl liczbę prób) | 1* 2 3 4 5 6 | |
| 8. Jak zapewniłeś czytelność i estetykę układu doświadczalnego? | | |
| 9. Czy ostateczny układ doświadczalny był bezpieczny? | TAK | NIE |
| 10. Czy wg Ciebie zasadne jest użycie statywów w montażu tego doświadczenia? | TAK | NIE |
| Jeśli TAK, to ile razy montowałeś układ statywów zanim uzyskałeś układ poprawny? (* zakreśl liczbę prób) | 1* 2 3 4 5 6 | |
| 12. Zapisz własne spostrzeżenia: | | |

Rys. 10 Propozycja karty zbierania danych o realizacji dowolnego doświadczenia szkolnego realizowanego w PDF

Źródło: opracowanie własne

6. Wnioski

Zaproponowana w pracy koncepcja badania jednostkowego procesu dydaktycznego, bazująca na charakterystycznym dla zarządzania jakością podejściu procesowym przy wykorzystaniu typowych dla zarządzania jakością metod i narzędzi doskonalenia jakości, wydaje się być pierwszą tego typu kompleksową próbą odnotowaną w literaturze dotyczącej jakości kształcenia w polskich szkołach wyższych.

Wyniki wstępnego przetestowania koncepcji w wybranym zakresie w ramach badania jednostkowego procesu dydaktycznego – wytypowanego do badania procesu nauczania-uczenia się studenta i ucznia na przykładzie wybranych zajęć w Pracowni Dydaktyki Fizyki (PDF) Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego – wskazują na użyteczność i zasadność zastosowania narzędzi i metod zarządzania jakością do badania tego typu procesu zgodnie z zaproponowanymi ogólnymi założeniami w/w koncepcji. Analiza procesu nauczania-uczenia się w Pracowni Dydaktyki Fizyki w zaproponowanym ujęciu procesowym umożliwia bowiem wyłonienie obecnie bezpośrednio niemierzalnych czynników wpływających na ostateczny rezultat procesu oraz wskazanie całej gamy potencjalnych przyczyn nie osiągnięcia założonych rezultatów i zidentyfikowanie na tej bazie możliwości wprowadzenia do procesu działań naprawczych (z wyprzedzeniem zapobiegających potencjalnemu wystąpieniu w procesie nie osiągnięcia założonych rezultatów). Zamierzeniem autorki jest przeprowadzenie szerszej analizy procesu dla większej liczby doświadczeń szkolnych jakie przeprowadza student wraz z uczniem w PDF.

Tym samym niniejsza praca ukazuje potencjalne możliwości, efekty i znaczenie zastosowania podejścia procesowego do jednostkowego procesu dydaktycznego (edukacyjnego) dla przeprowadzenia pogłębionej analizy jego przebiegu i skuteczności oraz wskazania możliwości jego dalszego doskonalenia.

Bibliografia:

- Brassard M., Ritter D., *Pomocnik pamięci II*, Methuen USA 1994.
- Butler C., FMEA [w:] *Zarządzanie jakością cz. 3, Metody i Techniki zapewnienia jakości*, Koch T., Dziuba R. (redaktorzy), ITMiA Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.
- Cholewicka-Goździk K., *Akredytacja EQUIS dla WSZiP im. Leona Koźmińskiego*, [w:] *Problemy Jakości*, 2/2005.
- Dendura K., *Problemy zapewnienia jakości w kształceniu akademickim*, [w:] *Problemy jakości*, 9/1998.
- Dussault H. B. *Automated FMEA – Status and Future*, [w:] *Proceedings, Annual Reliability and Maintainability Symposium*, New York 1984, s. 1-5 [za:] Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń 2001.
- Hamrol A., Mantura W. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. PWN, Warszawa 2002.
- Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń 2001.
- Koncepcja mikronauczania* wdrożona w Pracowni Dydaktyki Fizyki IFD Uniwersytetu Wrocławskiego, autorstwa: Sujak-Lesz K., Krajna A., Ryk L. (materiał nie opublikowany).
- Kulawik T. Francuz-Ornat G., *Fizyka i astronomia. Moduł 3. Elektryczność i magnetyzm. Zeszyt ćwiczeń*, Wyd. Nowa Era, Warszawa 2004.
- Lisiecka K., *Jakość kształcenia narzędziem realizacji strategii szkoły wyższej*, [w:] *Problemy jakości* nr 10/2001.
- Lańcucki J., Kowalska J., *Zarządzanie jakością przedsiębiorstwie*, Bydgoszcz 1995, s. 5 [za:] Karaszewski R., *TQM teoria i praktyka*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń 2001.
- Norma PN-ISO 9004-4 +AC1:1996, *Zarządzanie jakością i elementy systemu jakości. Wytyczne doskonalenia jakości*, PKN, Warszawa 1996 (identyczna z ISO 9004-4:1993 +AC1:1994).
- Norma PN- EN ISO 9000: 2001, *Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia*, PKN, Warszawa 2001 (identyczna z EN ISO 9000: 2000 i ISO 9000:2000).
- Norma PN- EN ISO 9001: 2001, *Systemy zarządzania jakością. Wymagania*, PKN, Warszawa 2001 (identyczna z EN ISO 9001: 2000 i ISO 9001:2000).
- Maciąg J., *Wzorzec jakości usługi edukacyjnej*, *Problemy Jakości*, 2/2005.
- Pracownia Dydaktyki Fizyki – niepublikowane materiały Instytutu Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytetu Wrocławskiego*, zebrane i opatrzone wstępem przez Sujak-Lesz K., Krajna A., Ryk L., Wrocław 2001.
- Ryk L., Sujak-Lesz K., Krajna A., *Zintegrowany program kształcenia kompetencji zawodowych przyszłych nauczycieli fizyki na studiach licencjackich w Uniwersytecie Wrocławskim* [w:] Błasiak W. (red.), *Perspektywy kształcenia nauczycieli fizyki*, Zeszyt 10 z serii *Problemy studiów nauczycielskich*, Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1997.
- Skrzypiek E., *Jakość procesu kształcenia w uczelni*, [w:] *Problemy jakości* 10/2001.
- Sujak-Lesz K., Krajna A., *Integracja kształcenia przyszłych nauczycieli fizyki w zakresie psychologii, pedagogiki i dydaktyki fizyki*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1990.
- Sujak-Lesz K., Ryk L., Krajna A., *Kształtowanie umiejętności nauczycielskich poprzez (samo)doświadczenie* [w:] Błasiak W. (red.), *Perspektywy kształcenia nauczycieli fizyki*, Zeszyt 10 z serii *Problemy studiów nauczycielskich*, Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1997, s.178-182.
- Sujak-Lesz K., *Sekwencyjna struktura międzyprzedmiotowa z zakresu psychologii, pedagogiki i dydaktyki fizyki – zaproszenie do dyskusji*, [w:] Stępiński I. (red.), *Wybrane problemy Dydaktyki Fizyki*, Wydawca CDN, Warszawa 1989.
- Sułkowski Ł., Koszmider M., *Analiza procesowa kształcenia w szkole wyższej*, [w:] *Problemy jakości*, 11/2004.
- Szegda A., Babiński J. *Analiza porównawcza wybranych modeli międzynarodowych systemów zapewnienia jakości kształcenia w szkolnictwie wyższym*, [w:] *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 1/2002.
- Wawak T., Wawak S., *Polemiczny głos w sprawie kształcenia w Polsce na przykładzie nauk ekonomicznych*, [w:] *Problemy jakości* 10/2001.