

# MODELOWANIE PROCESÓW WORKFLOW W SALI OPERACYJNEJ Z ZASTOSOWANIEM TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

Joanna BARTNICKA, Tomasz KŚCIUK

**Streszczenie:** Chirurgiczne procedury ortopedyczne, które realizowane są na bloku operacyjnym, charakteryzują się wysokim stopniem złożoności. Jest on wynikiem zaangażowania w proces leczenia pacjenta ortopedycznego rozbudowanej grupy: zasobów materiałowych, w tym specjalistycznej aparatury medycznej i narzędzi chirurgicznych; zasobów informacyjnych z zakresu medycznych i technicznych aspektów realizacji zabiegów chirurgicznych; zasobów ludzkich zawierających personel o różnych specjalizacjach, zapleczu kompetencyjnym i doświadczeniu zawodowym, a ponadto struktury przestrzennej i organizacji pracy. Biorąc pod uwagę tak wielowymiarowe podejście do procesów realizowanych w sali operacyjnej, warunkiem osiągnięcia wysokiego poziomu efektywności pracy jest synchronizacja i spójne działanie wszystkich zaangażowanych składników. W tym kontekście autorzy proponują sposób analizy relacji występujących pomiędzy nimi polegający na transformacji realnie wykonywanych zabiegów ortopedycznych do postaci komputerowego odwzorowania procesów workflow z zastosowaniem kodowania, modelowania i oceny w/w grup zasobów. Jako studium przypadku dobrano zabieg endoprotezoplastyki stawu biodrowego.

**Słowa kluczowe:** workflow, metody obserwacyjne, technologie informatyczne, efektywność pracy, endoprotezoplastyka stawu biodrowego

## 1. Wprowadzenie

Technologie komputerowe stanowią obecnie jeden z kluczowych atrybutów egzystencji człowieka począwszy od codziennych rutynowych czynności a kończąc na specjalistycznej działalności prowadzonej w toku pracy zawodowej.

Niewątpliwie, źródłem rozwoju technologii informatycznych było i nadal jest dążenie człowieka do osiągnięcia wysokiego poziomu jakości życia. Jednym z kluczowych determinantów warunkujących spełnienie pożądanej jakości życia jest bycie zdrowym i aktywnym. Podejmując rozważania na temat wartości zdrowia dla człowieka należy wziąć pod uwagę nie tylko jego indywidualne dobro, ale również kwestie dobrobytu społecznego.

Biorąc pod uwagę fakt, że wydatki na ochronę zdrowia systematycznie rosną (por. dane za lata 2003-2012 dla Polski [1] oraz że społeczne potrzeby zdrowotne ciągle wzrastają, jest pożądane opracowanie lub dobór takich metod i narzędzi, które będą wspomagały doskonalenie zarządzania ochroną zdrowia w dwóch płaszczyznach: operacyjnej i systemowej.

Niniejszy artykuł ma na celu zaprezentowanie podejścia procesowego w aspekcie poszukiwania efektywnego narzędzia wspomagającego i doskonalącego poziom operacyjny działania sali operacyjnej. Podstawą do opracowania takiego narzędzia jest model badania i analizy procesów workflow ze wspomaganiami wybranych technologii informatycznych. W

szczegółności celem badań była analiza wykonywania chirurgicznych procedur ortopedycznych. Przesłanką wyboru procedur ortopedycznych jako przedmiotu badań jest wysoki stopień złożoności przebiegu procesów pracy wykonywanych w sali operacyjnej. Odzwierciedleniem takiego stwierdzenia są wzajemne relacje występujące pomiędzy czterema grupami zasobów:

1. Zespół chirurgiczny złożony z personelu lekarskiego oraz personelu pielęgniarskiego o różnych specjalizacjach, kompetencjach, doświadczeniu zawodowym i zapleczu edukacyjnym;
2. Zasoby informacyjne i wiedza z zakresu medycznych i technicznych aspektów wykonania zabiegów chirurgicznych;
3. Aparatura medyczna, instrumentarium chirurgiczne, materiały i wyposażenie;
4. Infrastruktura przestrzenna, która jest istotna z punktu widzenia organizacji przestrzeni pracy w sali operacyjnej i która bezpośrednio wpływa na procesy workflow.

Warunkiem bezpiecznego i sprawnego działania w sali operacyjnej, a co za tym idzie efektywnego procesu leczenia pacjentów jest powiązanie wszystkich wymienionych zasobów w jeden harmonijny i zsynchronizowany organizm. Zbadanie tak złożonego zjawiska może, zdaniem autorów, odbyć się poprzez transformację zarejestrowanych zabiegów chirurgicznych do postaci modelowej procesu workflow odwzorowanego za pomocą kodowania, modelowania i analizy wyodrębnionych elementów procedury chirurgicznej (EPCh). W szczególności badania zostały skoncentrowane na tych EPCh, które wpływają na wydłużenie procesów pracy, a tym samym zmniejszają ich efektywność. Problem efektywności jest sygnalizowany w literaturze z zakresu medycyny jako istotny czynnik powiększający koszty realizowania procedur chirurgicznych [2, 3]. Biorąc pod uwagę czynnik czasu jako jeden z kluczowych determinantów wpływających na efektywność procesów realizowanych w sali operacyjnej, przyjęto założenie, że kluczowymi EPCh przyczyniającymi się do wydłużenia czasu realizacji procedury chirurgicznej są elementy ujęte w trzech kategoriach:

- Współpraca i komunikacja w zespole chirurgicznym,
- Techniczne umiejętności członków zespołu chirurgicznego,
- Zarządzanie zasobami materiałowymi.

## **2. Analiza workflow procedur chirurgicznych w świetle literatury przedmiotu**

Workflow procesów chirurgicznych jest przedmiotem wielu studiów badawczych. Niemniej jednak w literaturze przedmiotu można dopatrzeć się odmiennych sposobów myślenia i podejść do problematyki workflow w obszarze chirurgii. Różnice te są związane głównie z rodzajem adresata oraz przedmiotu badań uwzględniających analizę workflow, a ponadto metod w zakresie modelowania procesów workflow. Przykładowo w badaniach opisanych w [4] adresatem doskonalenia procesów pracy z użyciem analizy workflow są chirurdzy oraz pozostały personel sali operacyjnej. W szczególności celem w/w badań było poszukiwanie sposobu odciążenia chirurgów oraz personelu sali operacyjnej z wykonywania czynności manualnych oraz zadań związanych z wyszukiwaniem informacji poprzez wdrożenie inteligentnego systemu behawioralnego zawierającego funkcję pomocy uruchamianej automatycznie na podstawie sytuacji kontekstowej panującej w sali operacyjnej.

Innym podejściem do zastosowania analizy workflow jest podejście dedykowane pacjentowi i jego bezpieczeństwu. Na przykład wskazano możliwość integracji koncepcji

workflow z technologią RFID w zakresie identyfikacji danych pacjentów, ich lokalizacji oraz śledzenia w czasie rzeczywistym czynności wykonywanych w trakcie zabiegu operacyjnego w sali operacyjnej [5].

Z kolei wyniki badań opublikowane w [6] zostały skoncentrowane na przerwach w przebiegu workflow i ich znaczeniu w przewidywaniu występowania błędów chirurgicznych oraz ogólnych zakłóceń ujawniających się w ochronie zdrowia. Badanie ankietowe przeprowadzone wśród personelu pielęgniarskiego oraz lekarskiego wykazały, że przyczyną powstawania przerw w przebiegu procesów pracy są niesprawności i ograniczenia organizacyjne. Stąd też zalecanym rozwiązaniem jest przeprojektowanie procesów pracy.

Sposobem na skuteczne przewidywanie wystąpienia błędów medycznych jest zaprojektowanie odpowiedniego ekspertowego systemu podejmowania decyzji. Rozwiązanie to zostało rozpatrzone z punktu widzenia analizy workflow w leczeniu chirurgicznym i zaprezentowane w [7]. W szczególności opracowano prototypowe narzędzie wspomagające realizację chirurgicznych procedur małoinwazyjnych bazując na wskazówkach postępowania wynikających z analizy obrazów przedstawiających działania chirurgiczne wewnątrz jamy brzusznej. Ważnym komponentem funkcjonalności w/w narzędzia jest wizualizacja informacji.

Jeszcze inne zastosowanie komputerowo przeprowadzonej analizy procesu workflow jako narzędzia wspomagającego procedury leczenia pacjentów jest opisane w [8]. W szczególności analiza workflow była zastosowana dla symulowania rozwoju złośliwego nowotworu oraz badania hemodynamiki czaszki. Ponadto rekomendowano środowiska programowe w obszarze workflow, którymi są: GridWorm, Taverna, BPEL, GSEngine.

Informatyczny system wspomagania decyzji w zakresie działalności chirurgicznej był z kolei przedmiotem badań opisanych w [9]. Tutaj uwagę skoncentrowano na opracowaniu założeń ramowych dla tzw. Matrycy Zintegrowanego Workflow (ang. Workflow Integration Matrix).

Literatura przedmiotu dostarcza wiedzy na temat różnych sposobów modelowania i zapisu procesów workflow. Jednym z prezentowanych podejść jest zastosowanie do takiego modelowania wizualizacji i animacji 3D na podstawie dwuwymiarowej reprezentacji graficznej opisującej procesy chirurgiczne [10]. Innym podejściem do modelowania przepływu pracy jest wykorzystanie sieci narracyjnych, które zostały wdrożone w celu wizualizacji organizacyjnych i technologicznych procesów realizowanych w szpitalach. Opisane podejście podkreśla zmienność i wieloaspektowość analizowanych procesów pracy [11]. Z kolei w pracy [12] zaproponowano metody matematyczne w modelowaniu wyodrębnionych pięciu elementów pracy oraz ilościowej reprezentacji relacji pomiędzy nimi.

### **3. Materiał i metody**

Modelowanie procesów workflow według propozycji autorów zostało oparte na obserwacji oraz wideorejestracji zabiegów ortopedycznych w zakresie wymiany stawu biodrowego. Łącznie wykonano 6 rejestracji. Czas trwania rejestracji wynosił ok. 70 do 90 minut. Każdorazowo po zabiegu przeprowadzono panel ekspertów, na którym omawiano sytuacje problemowe występujące podczas zabiegu. W celu uporządkowania informacji dotyczących przebiegu procedury chirurgicznej, a następnie ich zastosowania w analizie workflow opracowano strukturę przebiegu zabiegu z wyodrębnieniem poszczególnych etapów zabiegu oraz stosowanych narzędzi chirurgicznych (tabela 1).

Tabela 1. Informacje nt. przebiegu zabiegu operacyjnego oraz zastosowanych narzędzi chirurgicznych

Nr etapu	Opis etapu	Narzędzia i materiały
Etap nr 1	Chirurg operator: 1.1 dostęp operacyjny - warstwowy dostęp poprzez tkanki miękkie do stawu Chirurg asystujący: 1.1 odsłanianie tkanek	nóż, penseta, nożyczki, elektroda do koagulacji tkanek, kochery, wytarcia/gaziki na peanach/, haki chirurgiczne
Etap nr 2	Operator: 2.1 odcięcie głowy kości udowej, 2.2 usunięcie głowy kości udowej ora opracowanie panewki frezami kostnymi 2.3 wbijanie lub wklejanie panewki sztucznej na cemencie kostnym Assistants: 2.1 odsunięcie tkanek	piła oscylacyjna, chwytak, łyżka putiego, podważki Wellera, podajnik
Etap nr 3	Operator: 3.1 opracowanie trzonu kości udowej pod trzpień protezy - frezy kostne do jamy szpikowej 3.2 wbijanie lub wklejanie trzpienia protezy na cemencie lub w sposób bezcementowy Chirurg asystujący: 3.1 odsunięcie tkanek	piła oscylacyjna, chwytak, łyżka putiego, podważki Wellera, podajnik
Etap nr 4	Operator: 4.1 dobór długości głowy protezy Chirurg asystujący: 4.1 odsunięcie tkanek	proteza
Etap nr 5	Operator: 5.1 zamknięcie rany i założenie dreny Chirurg asystujący: 5.1 odsłanianie tkanek	knife, tweezers, scissors, tissue coagulation electrode, kochers, peans

Na podstawie wstępnych wniosków z obserwacji zabiegów chirurgicznych, analizy materiału wideo oraz dyskusji panelowych odbytych każdorazowo po wykonanych zabiegach, zidentyfikowano jako główny problem w procesie workflow występowanie przerw rozumianych jako bezczynność chirurga operatora. Niemniej jednak szczegółowe przyczyny oraz dokładny czas przerw w pracy został określony na podstawie sporządzonego modelu workflow. W szczególności procedura chirurgiczna została poddana dekompozycji w taki sposób, aby możliwe było uwzględnienie w tworzonym modelu opóźnień czasowych pokazanych na tle określonej sytuacji kontekstowej.

Przy czym zdefiniowano dwie grupy EPCh, w ramach których opóźnienia czasowe mogą wystąpić:

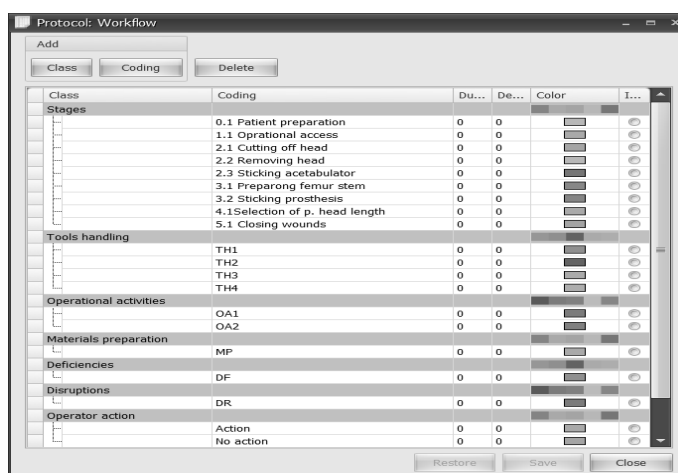
1. Okołooperacyjne EPCh, tj. działania nie związane bezpośrednio z czynnościami przy pacjencie, jak np. podawanie i odbieranie narzędzi, przygotowywanie materiałów;
2. Operacyjne EPCh, tj. działania chirurga bezpośrednio przy pacjencie.

W ramach powyższych dwóch grup EPCh opracowano system kodowania informacji oznaczających czynności lub stany wpływające na przebieg wykonania procedury (Tabela 2). Wyszczególnione EPCh stanowią klasy (Class), w obrębie których następuje ich uszczegółowienie z nadaniem kodów (Coding).

Tabela 2. Wykaz czynności i stanów w przebiegu procedury chirurgicznej poddanych kodowaniu

EPCh - Class	EPCh - Coding
Podawanie narzędzi chirurgicznych	Narzędzie podane przez pielęgniarkę operacyjną po wydanej komendzie (TH1)
	Narzędzie podane przez pielęgniarkę operacyjną bez komendy (TH2)
	Pobranie narzędzia samodzielnie przez chirurga operatora bez wydanej przez niego komendy (TH3)
	Pobranie narzędzia samodzielnie przez chirurga operatora pomimo komendy skierowanej bezpośrednio do pielęgniarki operacyjnej (TH4)
Czynności operacyjne	Korygowanie czynności chirurgów asystujących przez chirurga operatora (OA1)
	Przejęcie czynności chirurgów asystujących przez chirurga operatora (OA2).
Przygotowanie materiałów	Przygotowanie materiałów (MP)
Zakłócenia	Np. korygowanie oświetlenia podczas zabiegu (DR)
Braki	Brak materiałów, narzędzi itp. (DF)
Działanie chirurga operatora	Chirurg operator aktywny (Action)
	Chirurg operator pasywny (nie wykonuje żadnych czynności) (No action)

Zdefiniowane kody zostały następnie zaimplementowane do programu CAPTIV (rys. 1) oraz zsynchronizowane z zapisem wideo procedury chirurgicznej (rys. 2).



Rys. 1. Okno programu CAPTIV z przypisanymi kodami dotyczącymi poszczególnych etapów procedury chirurgicznej i EPCh



Okno synchronizacji EPCh z zapisem wideo

EPCh - Coding

Rys. 2. Okno programu CAPTIV 7000 umożliwiające synchronizację kodów z zapisem wideo procedury chirurgicznej

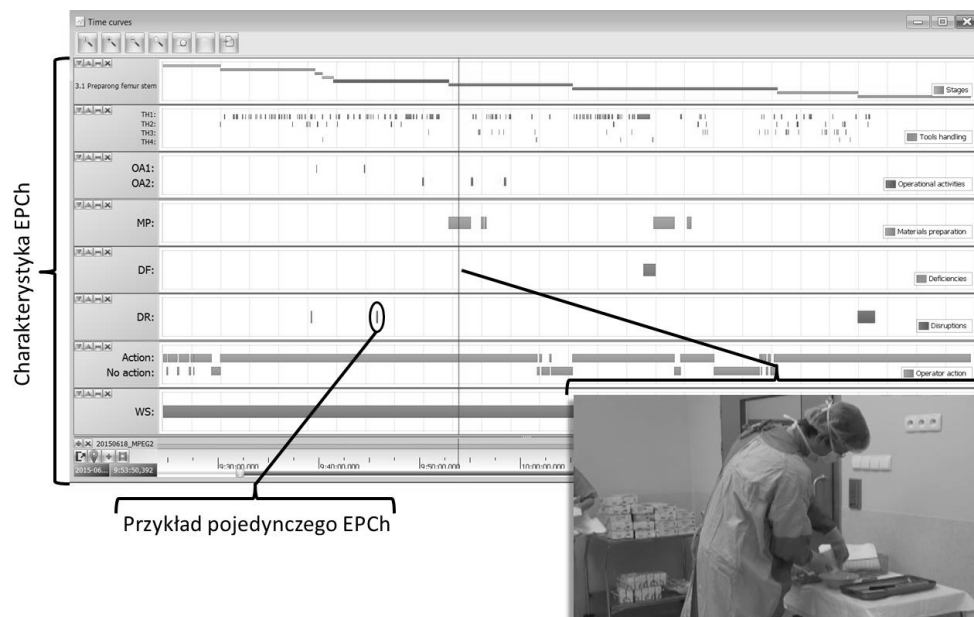
Opisana wyżej operacja powiązania kontekstowego określonych EPCh z materiałem wideo stała się podstawą do przeprowadzenia analizy jakościowej oraz ilościowej związanej z przepływem pracy ze szczególnym uwzględnieniem czynnika czasu.

#### 4. Dyskusja wyników badań – studium przypadku

Na rys. 3 przedstawiono graficzną reprezentację procesu workflow w sali operacyjnej dla wybranego przypadku zabiegu operacyjnego endoprotezoplastyki stawu biodrowego z endoprotezą cementową. Całkowity czas zabiegu wynosił 1:32:01,848 h.

W zabiegu uczestniczył siedmioosobowy zespół chirurgiczny w składzie: chirurg operator, dwóch chirurgów asystujących, pielęgniarka operacyjna, pielęgniarka operacyjna asystująca, lekarz anestezjolog oraz pielęgniarka anestezjologiczna.

Podstawą opracowania struktury przepływu pracy było uwzględnienie w jednym miejscu graficznego odwzorowania wszystkich etapów realizacji procedury oraz wszystkich EPCh. Odwzorowanie to ma postać poziomych wykresów o długości zgodnej z czasem trwania określonego składnika workflow.



Rys. 3 Graficzne przedstawienie procesu workflow endoprotezoplastyki stawu biodrowego

Proponowany sposób graficznego odwzorowania przepływu pracy pozwala na jakościową analizę procesu jako całości oraz jego elementów składowych. Przykładowo na rys. 3 przedstawiono powiązanie poszczególnych EPCh pomiędzy sobą i określonym miejscem w zapisie wideo. Powiązanie to reprezentowane jest za pomocą pionowej osi przebiegającej przez wszystkie EPCh i stanowiącej jednocześnie narzędzie nawigacji w całym przebiegu procesu workflow, w tym również w zapisie wideo. W szczególności analiza jakościowa może obejmować porównanie poszczególnych EPCh wg kryterium długości (jako wizualnej oceny długości wykresów) i częstotliwości wystąpienia, a ponadto analizę kolejności zdarzeń i odstępy między zdarzeniami. W omawianym przypadku charakterystycznymi elementami procesu workflow wpływającymi na efektywność procesu wydłużając czas trwania były:

- zdarzenia powodujące zakłócenia w przebiegu czynności (DR), wśród których dwa dotyczyły nieprawidłowego oświetlenia pola operacyjnego i konieczność jego korekty, a trzeci problemy z drożnością pompy ssąco-płuczącej, która w konsekwencji musiała zostać wymieniona na nową;
- przypadków pasywnej postawy chirurga operatora (No action), wynikających m.in. z oczekiwania na narzędzia chirurgiczne i materiały oraz zespolenia kleju kostnego służącego do mocowania protezy;
- zdarzenia opisujące brak narzędzi lub materiałów (DF);
- sytuacje, w których chirurg operator był zmuszony korygować sposób wykonania czynności przez chirurga asystującego (OA1);
- sytuacje, w których chirurg operator był zmuszony przejąć wykonanie czynności przez chirurga asystującego (OA2).

Można dodatkowo zauważyć wielokrotne pobieranie narzędzi przez chirurga operatora bez pomocy pielęgniarki operacyjnej (TH3, TH4). Z drugiej strony odnotowano poprawną współpracę pomiędzy chirurgiem a pielęgniarką operacyjną, która w większości

przypadków natychmiast podawała wskazane przez operatora narzędzia (w czasie od 0 do max. 2 sek.) lub podawała poprawne narzędzia nie czekając na komendę. Ponadto zwrócono uwagę na wystąpienie kilkukrotnego przygotowania materiału do mocowania protezy przez chirurga operatora.

Przechodząc do ilościowej analizy przebiegu przedmiotowej procedury, przedstawiono charakterystykę w/w EPCh w wymiarze liczbowym w tabeli 3.

Tabela 3. Liczba wystąpień EPCh podczas realizacji zabiegu endoprotezoplastyki stawu biodrowego, wraz z czasem trwania

<b>EPCh - Coding</b>	<b>Liczba wystąpienia EPCh</b>	<b>Czas trwania [h]</b>
Narzędzie podane przez pielęgniarkę operacyjną po wydanej komendzie (TH1)	n=112	0:07:10,725
Narzędzie podane przez pielęgniarkę operacyjną bez komendy (TH2)	n=21	0:00:24,501
Pobranie narzędzia samodzielnie przez chirurga operatora bez wydanej przez niego komendy (TH3)	n=29	0:00:32,840
Pobranie narzędzia samodzielnie przez chirurga operatora pomimo komendy skierowanej bezpośrednio do pielęgniarki operacyjnej (TH4)	n=6	0:00:07,875
Korygowanie czynności chirurgów asystujących przez chirurga operatora (OA1)	n=2	0:00:04,091
Przejęcie czynności chirurgów asystujących przez chirurga operatora (OA2).	n=3	0:00:26,531
Przygotowanie materiałów (MP)	n=5	0:04:58,116
Zakłócenia, np. korygowanie oświetlenia podczas zabiegu (DR)	n=3	0:01:54,126
Brak materiałów, narzędzi itp. (DF)	n=1	0:01:09,851
Chirurg operator pasywny (nie wykonuje żadnych czynności) (No action)	n=13	0:10:02,503

Biorąc pod uwagę EPCh, które wywierają bezpośredni wpływ na wydłużenie zabiegu operacyjnego, można stwierdzić, że całkowity czas po zsumowaniu czasów cząstkowych EPCh wynosi 0:26:51,159 h co stanowi ponad 29% czasu trwania całego zabiegu. Na uwagę zasługuje wysoka częstotliwość podawania narzędzi, co generuje niemal 8% czasu trwania całego zabiegu, przy podkreśleniu błyskawicznej reakcji pielęgniarki operacyjnej. Podawanie narzędzi jest jedną z kluczowych czynności okołoperacyjnych i nie może być wyeliminowana z procesu workflow. Należy jednak zwrócić uwagę na inny aspekt tej operacji, który może być poddany analizie pod kątem doskonalenia ergonomii. Otóż każdy przypadek podawania narzędzi (TH1, TH2, TH3, TH4) wiąże się z przyjmowaniem przez chirurga operatora pozycji skrętnej. Taki sposób sięgania po narzędzie z jednej strony



przyczynia się do wydłużenia czasu trwania czynności, a z drugiej jest czynnikiem potęgującym stres posturalny pracownika.

Kolejnym istotnym elementem workflow, wpływającym na wydłużenie czasu trwania zabiegu operacyjnego jest pasywna postawa chirurga operatora. W głównej mierze związana jest z oczekiwaniem na zespolenie kleju kostnego służącego do mocowania protezy, co blokuje jakiegokolwiek czynności chirurgiczne. Pozostałe EPCh mają wpływ marginalny, niemniej jednak należy wziąć po uwagę wysoką jakość organizacyjną oraz doświadczenie zespołu chirurgicznego w zakresie współpracy w analizowanym zabiegu. Pożądanym jest zatem przeprowadzenie szerszej zakrojonych analiz uwzględniających zmienność personelu lekarskiego i pielęgniarskiego, który pozwoli na wskazanie powtarzalnych sytuacji problemowych w procesach workflow.

## 5. Podsumowanie

Przedstawiony sposób zapisu procesu workflow wykonanego na podstawie zarejestrowanych zabiegów chirurgicznych wraz z możliwością prowadzenia przekrojowych analiz jakościowych i ilościowych pozwolił na szczegółową charakterystykę czynników kształtujących efektywność procedury.

Wyniki badań pozwalają uznać za zasadne dalsze, szerszej zakrojone postępowanie badawcze uwzględniające zmienność warunków wykonania zabiegów operacyjnych, oraz poszukiwanie rozwiązań doskonalących zidentyfikowane elementy workflow.

Artykuł został opracowany częściowo w ramach badań statutowych o symbolu BK-223/ROZ-3/2015, pt.: "Znaczenie inżynierii produkcji w rozwoju innowacyjnych produktów i usług" realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji Politechniki Śląskiej oraz projektu pt. "Online Vocational Training course on ergonomics for orthopaedic Minimally Invasive Surgery", finansowanego przez Komisję Europejską. Artykuł odzwierciedla wyłącznie poglądy autorów i Komisja nie może ponosić odpowiedzialności za treści w nim zawarte.

## Literatura

1. Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Społecznych i Warunków Życia, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/narodowy-rachunek-zdrowia-za-2012-rok,4,5.html>, dostęp 07.07.2015
2. Stahl J. E., Sandberg W. S., Daily B., Wiklund R., Egan M. T., Goldman J. M., Isaacson K. B., Gazelle S., Rattner D. W., Reorganizing patient care and workflow in the operating room: a cost-effectiveness study, *Surgery*. 2006;139:717-28
3. Harders M., Malangoni M. A., Weight S., Sidhu T., Improving operating room efficiency through process redesign, *Surgery*. 2006, 140 (4):509-514
4. Franke S., Meixensberger J., Neumuth T., Multi-perspective workflow modeling for online surgical situation models. *Journal of Biomedical Informatics*. 2015; 54:158–166
5. Liu Ch. C.H., Chang Ch.-H., Su M.-Ch., Chu H.-T., Hung S.-H., Wong J.-M., Wang P.-Ch., RFID-initiated workflow control to facilitate patient safety and utilization efficiency in operation theater, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2011; 104:435–442

6. Elfering A., Nützi M., Koch P., Baur H., Workflow Interruptions and Failed Action Regulation in Surgery Personnel Workflow interruptions during surgery may cause a threat to patient's safety, *Safety and Health at Work*. 2014;5:1-6
7. Jalote-Parmar A., Badke-Schaub P., Ali W., Samset E., Cognitive processes as integrative component for developing expert decision-making systems: A workflow centered framework, *Journal of Biomedical Informatics*. 2010;43:60–74
8. Zasada S. J., Coveney P. V., Computational Biomedicine: The Role of Workflow Tools, *Procedia Computer Science*. 2012;1:2753–2761
9. Jalote-Parmar A., Badke-Schaub P., Workflow Integration Matrix: a framework to support the development of surgical information systems, *Design Studies*. 2008;29: 338–368
10. Lemke H.U., Trantakis C., Köchy K., Müller A., Strauss G., Meixensberger J., Workflow analysis for mechatronic and imaging assistance in head surgery, *International Congress Series*. 2004;1268:830–835
11. Hayes G. R., Lee Ch. P., Dourish P., Organizational routines, innovation, and flexibility: The application of narrative networks to dynamic workflow, *International Journal of Medical Informatics*. 2011;80:161–177
12. Numasakia H., Harauchi H., Ohno Y., Inamura K., Kasahara S., Monden M., Sakon M., New classification of medical staff clinical services for optimal reconstruction of job workflow in a surgical ward: Application of spectrum analysis and sequence relational analysis, *Computational Statistics & Data Analysis*. 2007;51:5708 – 5717

Dr inż. Joanna BARTNICKA  
 Instytut Inżynierii Produkcji  
 Wydział Organizacji i Zarządzania  
 Politechnika Śląska  
 41-800, Zabrze, ul Roosevelta 26-28  
 tel./fax: +48 (32) 277 73 11/ +48 (32) 277 73 62  
 e-mail: Joanna.Bartnicka@polsl.pl

Lek. med. Tomasz KŚCIUK  
 SPZOZ Zespół Szpitali Miejskich w Chorzowie  
 Oddział Chirurgii Urazowo - Ortopedycznej  
 ul. Strzelców Bytomskich 11  
 41-500 Chorzów  
 mail: ksciuk@interia.pl