

INTEGRACJA SYSTEMÓW SWZ I KbRS NA POTRZEBY ZINTEGROWANEGO SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WSPOMAGAJĄCEGO PLANOWANIE PRODUKCJI

Damian KRENCZYK, Krzysztof KALINOWSKI, Bożena SKOŁUD,
Cezary GRABOWIK

Streszczenie: W artykule przedstawiono metodę automatyzacji procesu tworzenia neutralnych formatów wymiany danych na potrzeby utworzenia zintegrowanego systemu wspomagającego podejmowanie decyzji w MŚP, z wykorzystaniem standardów języka XML, XML schema oraz XSLT. Opracowano definicję struktury dokumentu XML, zawierającego dane o systemie produkcyjnym na podstawie analizy danych wykorzystywanych w systemach SWZ i KbRS. Przedstawiono obecne możliwości opracowanej metody oraz podano kierunki dalszych badań w tym zakresie.

Słowa kluczowe: symulacja i wizualizacja procesów wytwórczych, język XML/ XML schema / XSLT, integracja.

1. Wprowadzenie

Oferowane na rynku systemy zarządzania klasy MRP II i ERP, ze względu na szeroki zakres działań, wysoki koszt wdrożenia oraz w konieczność dokonania zmian w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa implementowane są głównie w dużych przedsiębiorstwach. Dla MŚP koszt i czas wdrożenia systemów klasy ERP oraz specyfika tych systemów powodują, że nie są one implementowane. Dla zaspokojenia potrzeb takich przedsiębiorstw poszukuje się tańszych i bardziej uniwersalnych narzędzi. MŚP poszukują systemów kompleksowo zarządzających przedsiębiorstwem, ale takich, które kładą większy nacisk na zagadnienia techniczne niż biznesowe, czyli systemów klasy MES (ang. Manufacturing Execution System), a nawet tylko SFC (ang. Shop Floor Control) [4, 6, 8]. Odpowiedzią na opisane zapotrzebowanie jest projekt badawczo-rozwojowy, którego celem naukowym jest opracowanie metodyki integracji systemów komputerowych wspomagających działalność przedsiębiorstwa w obszarach planowania i sterowania produkcją przemysłową w zakresie harmonogramowania i reharmonogramowania produkcji, metodyki wspomaganie szybkiego podejmowania decyzji odnośnie do możliwości przyjęcia zlecenia produkcyjnego oraz sposobu jego realizacji, metodyk tworzenia rozproszonych systemów wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem oraz metodyk tworzenia neutralnych formatów wymiany danych pomiędzy istniejącymi rozwiązaniami autorskimi oraz komercyjnymi. Celem użytkowym projektu jest opracowanie modelu oraz prototypowego systemu wspomagającego funkcje planowania, sterowania i zarządzania produkcją przemysłową. W wyniku opracowania oraz implementacji omawianego systemu możliwe będzie zwiększenie efektywności działań w integrowanych obszarach decyzyjnych oraz tworzenie przez przedsiębiorstwa sektora MŚP organizacji wirtualnych.

Wynikiem projektu ma być utworzenie zintegrowanego systemu wspomagającego

podejmowanie decyzji w MŚP. Realizacja tego celu wymagać będzie wprowadzenia modyfikacji do niezależnie już powstałych systemów działających w ramach środowiska proEDIMS, wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem powstałego w Politechnice Wrocławskiej oraz systemów harmonogramowania SWZ i KbRS powstałymi w Politechnice Śląskiej tak, aby umożliwić ich współpracę poprzez opracowanie oraz implementację dedykowanego interfejsu wymiany danych pomiędzy wcześniej opracowanymi systemami. W pierwszym etapie realizacji projektu konieczna jest analiza jakościowa danych niezbędnych do prawidłowego współdziałania systemów organizacyjnego przygotowania i sterowania przepływami wieloasortymentowej produkcji współbieżnej (systemy SWZ oraz KbRS) oraz opracowanie metody i sposobu formalnego opisu struktury procesów produkcyjnych z uwzględnieniem dostępnych zasobów systemu produkcyjnego.

2. Analiza danych systemów KbRS i SWZ

Stworzenie neutralnego formatu wymiany danych pomiędzy systemami SWZ oraz KbRS wymagało przeprowadzenia analizy danych, wykorzystywanych w tych systemach, które są implementacją metodyki wspomagania szybkiego podejmowania decyzji odnośnie do możliwości przyjęcia zlecenia produkcyjnego (SWZ) oraz metodyki harmonogramowania i reharmonogramowania produkcji (KbRS).

2.1. System KbRS

Prototypowy system harmonogramowania i reharmonogramowania produkcji KbRS jest komputerową implementacją metodyki harmonogramowania i reharmonogramowania produkcji. Poniżej przedstawiono elementy modelu systemu produkcyjnego, który wykorzystywanego w tej metodyce.

Rozważane są systemy produkcyjne o współbieżnej produkcji wieloasortymentowej. System produkcyjny (Ps), dla którego tworzony jest harmonogram składa się ze zbioru stanowisk M oraz zbioru zleceń produkcyjnych (zadań) Po :

$$Ps = (M, Po) \quad (1)$$

gdzie:

$$M = \{M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_I\}, I - \text{liczba zasobów,}$$

$$Po = \{Po_1, Po_2, \dots, Po_j, \dots, Po_J\}, J - \text{liczba zleceń produkcyjnych.}$$

Stanowisko M_i jest określone przez:

$$M_i = (Ca_i, a_i) \quad (2)$$

gdzie:

$$Ca_i - \text{kalendarz czasu pracy i-tego stanowiska,}$$

$$a_i - \text{typ stanowiska.}$$

System produkcyjny występuje w konfiguracji gniazdowej z maszynami równoległymi (*flexible job shop*). Typ stanowiska identyfikuje stanowiska równoległe – wzajemnie zastępujące się. W systemie produkcyjnym może występować h typów stanowisk ($1 \leq h \leq$

I).

W rozważanym modelu wyróżniono pojęcia procesu (P) i zlecenia produkcyjnego (Po). Proces jest związany z przepływem pojedynczego elementu (lub partii elementów) przez system, na którym wykonywane są operacje obróbkowe. Zlecenie produkcyjne może składać się z jednego lub więcej procesów, jeśli występują operacje montażowe. Przedmiotem harmonogramowania są zlecenia produkcyjne.

Proces Technologiczny

Proces może być realizowany w systemie zgodnie z procesem technologicznym, który określa sposób wykonania danego wyrobu, podzespołu lub elementu. W omawianym modelu stosowany jest zapis procesu technologicznego w postaci wielowariantowej, za pomocą grafu, który uwzględnia wszystkie możliwości realizacji procesu w systemie. W grafie tym krawędzie reprezentują operacje technologiczne a węzły – stany produkowanego wyrobu.

$$G_k = (V_k, D_k, \varphi) \quad (3)$$

gdzie:

G_k – k-ty, wielowariantowy proces technologiczny,
 V_k – uporządkowany zbiór stanów przedmiotu obrabianego (węzły),
 D_k – zbiór wszystkich możliwych operacji (krawędzie),
 φ – zbiór relacji.

Zbiór stanów przedmiotu obrabianego V_k oraz zbiór operacji D_k są opisane przez:

$$V_k = \{S_{1k}, \dots, S_{sk}, \dots, S_{sk}\} \quad (4)$$

$$D_k = \{O_{i_1, k}, O_{i_2, k}, \dots, O_{i_3, k}\} \quad (5)$$

gdzie:

S_{sk} – stan przedmiotu obrabianego,
 $O_{i_2, k}$ – operacja procesu P_k realizowana na stanowisku M_{i_2} ,
 $i_1, i_2, i_3 \in \{1, \dots, I\}$.

Zapis stanu przedmiotu obrabianego (S_{sk}) umożliwia identyfikację jego stanu w trakcie realizacji procesu technologicznego poprzez wskazanie, które z elementarnych powierzchni technologicznych ($s_{kf} \in \{0, 1\}$) zostały już obrabione, a które nie:

$$S_{sk} = (s_{k1}, s_{k2}, s_{k3}, \dots, s_{kf}, \dots, s_{kF}) \quad (6)$$

Sposób obróbki przedmiotów (przejście przedmiotu ze stanu S_A do S_B) określa operacja lub zabieg technologiczny:

$$O_{i, k} = (tb_{i, k}, t_{i, k}, ts_{i, k}, c_{i, k}) \quad (7)$$

gdzie:

$tb_{i, k}$ – czas rozpoczęcia,
 $t_{i, k}$ – czas trwania operacji,
 $ts_{i, k}$ – czas przygotowawczo zakończywowy,

$c_{i,k}$ – koszt operacji.

Proces realizowany w systemie produkcyjnym jest reprezentowany przez wybrany podzbiór ze zbioru wszystkich operacji zawartych w wielowariantowym procesie technologicznym (jedna ze ścieżek w grafie):

$$P_k \subset D_k \quad (8)$$

Dysponując takim zapisem technologii możliwe jest dokonanie wyboru najkorzystniejszego wariantu realizacji procesu (ścieżki w grafie wielowariantowego procesu technologicznego) w zależności od przyjętych kryteriów oceny i bieżącej sytuacji w systemie produkcyjnym.

Zlecenie Produkcyjne

Wyrób może posiadać hierarchiczne złożoną strukturę, w której mogą występować zarówno operacje obróbkowe jak i montażowe (demontażowe). Są one uwzględnione w zleceniu produkcyjnym, opisanym przez:

$$Po_j = (C_j, r_j, d_j, pr_j, b_j, sh_j) \quad (9)$$

gdzie:

C_j – zbiór ograniczeń kolejnościowych,
 r_j – najwcześniejszy możliwy termin rozpoczęcia (*release date*),
 d_j – termin zakończenia (*due date*),
 pr_j - priorytet,
 b_j – liczba sztuk w partii transportowej,
 sh_j – strategia harmonogramowania.

Jeżeli występują operacje montażowe, ograniczenia kolejnościowe porządkują wykonanie procesów reprezentujących jego podzespoły i elementy. Każdy z elementów składowych opisany jest przez własny proces. Ograniczenia kolejnościowe j -tego zlecenia opisane są przez:

$$C_j = \{(P_{k_1,j}, P_{k_2,j}), (P_{k_4,j}, P_{k_3,j}), \dots\} \quad (10)$$

gdzie:

każda para określa następstwo procesów, $P_{k_l,j}$ – proces k_l w j -tym zleceniu poprzedza proces $P_{k_2,j}$, proces $P_{k_4,j}$ poprzedza $P_{k_3,j}$, k_1, k_2, k_3, k_4 – identyfikatory procesów.

2.2. System SWZ

Prototypowy system weryfikacji zleceń produkcyjnych SWZ jest komputerową implementacją metodyki wspomaganie szybkiego podejmowania decyzji o możliwości przyjęcia zlecenia produkcyjnego. Poniżej przedstawiono elementy modelu systemu produkcyjnego, wykorzystywanego w tej metodyce.

Rozpatrywane systemy produkcyjne charakteryzują się mało- i średnio-seryjną produkcją wieloasortymentową. Pomiędzy każdą parą maszyn przydzielono magazyny

międzyzasobowe. Marszruty procesów krzyżują się na zasobach. Zasoby marszruty tworzą sieć, której węzłami są zasoby dzielone. W systemie realizowany jest skończony zbiór asortymentów wyrobów. Każdy asortyment identyfikowany jest przez proces produkcyjny. Marszruta produkcyjna jest zdeterminowana przez proces technologiczny, charakterystyczny dla danego rodzaju produktu. Określa ona kolejność i ilość operacji na zasobach, na których musi zostać przetworzony materiał, aby otrzymać postać produktu finalnego.

Systemem produkcyjnym S nazywamy trójkę: $S = (\{M_i, i = 1, 2, \dots, m\}, \{P_j, j = 1, 2, \dots, n\}, \{B_{i,k}, i=1,2,\dots,m, k=1,2,\dots,m, i \neq j\})$, która określa zbiór zasobów, zbiór procesów produkcyjnych oraz zbiór magazynów międzyzasobowych o znanej pojemności, gdzie:

- M_i – i-ty zasób,
- P_j – j-ty proces,
- B_{ik} – magazyn międzyzasobowy przydzielony do zasobów sąsiadujących (M_i, M_k).

Pracę systemu produkcyjnego charakteryzuje okres powtarzalności systemu T_c (zwanego dalej okresem systemu), który jest wyznaczony przez zasoby krytyczne, albo odpowiada okresowi rozliczeniowemu. Dysponowany fundusz czasu T_i każdego z zasobów M_i w okresie T_c spełnia relację $T_i \leq T_c$.

Dany jest system $S = (\{M_i, i = 1, 2, \dots, m\}, \{P_j, j = 1, 2, \dots, n\}, \{B_{i,k}\})$. Macierz struktury systemu M_s jest to macierz o wymiarach $m \times n$. Elementy macierzy przyjmują wartości:

$$ms_{ij} = \begin{cases} k, & \text{jeżeli } j\text{-ty proces występuje } k \text{ razy w regule przydzielonej do } i\text{-tego zasobu,} \\ 0, & \text{jeżeli } j\text{-ty proces nie przechodzi przez } i\text{-ty zasób.} \end{cases} \quad (11)$$

Proces Technologiczny

Proces opisuje macierz procesu MP_j o wymiarach $3 \times H_j$. Pierwszy wiersz macierzy wskazuje zasób, na którym realizowane są kolejne operacje w marszrucie j-tego procesu. Drugi wiersz wskazuje czas trwania operacji na zasobie określonym w pierwszym wierszu tej samej kolumny. Trzeci wiersz macierzy zawiera czasy przygotowawczo-zakończeniowe związane z przystąpieniem do realizacji procesu na zasobie określonym w pierwszym wierszu. H_j jest liczbą operacji w marszrucie j-tego procesu. Macierz ma postać:

$$MP_j = \begin{bmatrix} mp_{11} & mp_{12} & \dots & mp_{1h} & \dots & mp_{1H_j} \\ mp_{21} & mp_{22} & \dots & mp_{2h} & \dots & mp_{2H_j} \\ mp_{31} & mp_{32} & \dots & mp_{3h} & \dots & mp_{3H_j} \end{bmatrix}, \quad (12)$$

gdzie:

- MP_j – macierz j-tego procesu,
- h – numer kolejnej operacji (zgodnie z kolejnością operacji określonych przez marszrutę),
- H_j – liczba operacji w marszrucie j-tego procesu,
- mp_{1h} – nr zasobu, na którym realizowana jest h-ta operacja,
- mp_{2h} – czas trwania h-tej operacji,
- mp_{3h} – czas przygotowawczo-zakończeniowy związany z przystąpieniem do realizacji h-tej operacji.

Zlecenie Produkcyjne

Zlecenie produkcyjne stanowi wyraz żądań stawianych przez klienta w stosunku do systemu wytwórczego (producenta). Zlecenie obejmuje wytworzenie określonej serii jednorodnych wyrobów w ograniczonym czasie w systemie, w którym mogą być jednocześnie realizowane inne zlecenia produkcyjne.

Model zlecenia uwzględnia przebieg procesów w systemie i odzwierciedla potrzeby klienta. Zlecenie produkcyjne określone jest poprzez: wielkość zlecenia, termin realizacji, wielkość partii produkcyjnej, marszrutę oraz czasy operacji na poszczególnych zasobach systemu.

Zleceniem produkcyjnym nazywamy szóstkę $Z_j = (P_j, I_j, t_j, M_{P_j}, F_j, T'_j, j=1, \dots, n)$, gdzie:

- P_j – j-ty proces produkcyjny,
- I_j – wielkość zlecenia - liczba elementów, jaką trzeba wykonać, żeby skompletować zlecenie (zgodnie z j-tym procesem),
- t_j – zadany termin zakończenia realizacji j-tego zlecenia,
- M_{P_j} – macierz procesu produkcyjnego; określają liczbę i kolejność zasobów w j-tym procesie produkcyjnym,
- F_j – wielkość partii produkcyjnej j-tego zlecenia,
- T'_j – okres wprowadzania partii produkcyjnej j-tego zlecenia,
- n – liczba zleceń realizowanych w systemie.

Zlecenie produkcyjne odpowiada procesowi produkcyjnemu. Każdy z procesów jest opisany przez macierz procesu M_{P_j} . Decyzje o wielkości serii i terminie ich realizacji należą do klienta. Wielkość partii produkcyjnej determinowana jest aktualnym stanem systemu oraz planowanym terminem zakończenia. Przy podejmowaniu decyzji o wielkości partii producent jest dodatkowo determinowany wielkością dostępnej pojemności magazynów międzyoperacyjnych lub magazynu centralnego.

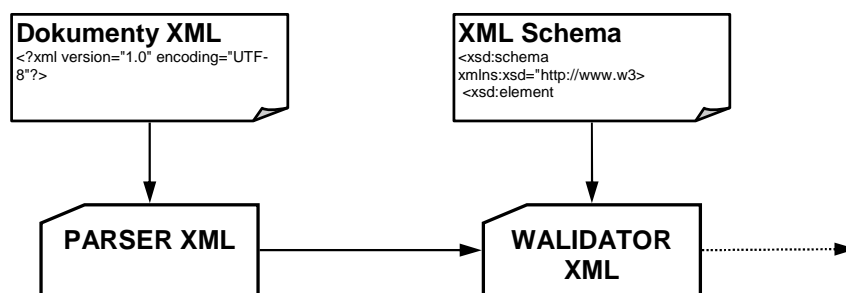
3. Neutralny format wymiany danych pomiędzy SWZ i KbRS

Dla podanych w poprzednich rozdziałach modelach systemu produkcyjnego, wykorzystywanych w systemach SWZ i KbRS rozpoczęto prace nad metodą integracji tych systemów wykorzystującą Rozszerzalny Język Znaczników XML (Extensible Markup Language) przeznaczony do reprezentowania różnych danych w ustrukturalizowany sposób. Wybór języka XML, jako języka zapisu danych na potrzeby integracji SWZ i KbRS został podyktowany tym, iż XML jest obecnie bardzo popularny i stosowany coraz częściej w obszarach związanych z wymianą oraz analizą danych pozyskiwanych i przetwarzanych w systemami informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem na różnych szczeblach i obszarach funkcjonalnych (ERP, SCM, MRP, MES itd.) [2, 7, 9]. Specyfikacja języka XML została określona przez organizację W3C (World Wide Web Consortium) [1]. Początkowo został opracowany jako język wymiany informacji w sieci WWW, szybko jednak znalazł zastosowanie także w innych dziedzinach zarówno w sieci jak i poza nią. Język XML jest obecnie szeroko stosowany w systemach elektronicznej wymiany danych (EDI) ze względu na swoją uniwersalność i wygodę w stosowaniu. Posiada on szereg zalet, które spowodowały, że stał się on bardzo popularny, takich jak: możliwość zapisu informacji w sposób sformalizowany, możliwość zapisywania informacji bez względu na ich typ, duża elastyczność zapisu - ponieważ nie istnieje predefiniowany zbiór znaczników, nie posiada on ograniczenia semantyki, a interpretacja

dokumentu określona jest w aplikacji przetwarzającej dokument XML, prostota i czytelność zapisu danych – umożliwiającą łatwe zrozumienie zapisanych informacji i tworzenie dokumentów XML dzięki stosowaniu dowolnych znaczników opisujących dane, niezależność od platformy, co daje możliwość wymiany dokumentów pomiędzy różnymi systemami, oraz przystosowanie do obsługi w sieciach komputerowych.

Pierwszym krokiem w realizacji tworzenia neutralnych formatów wymiany danych pomiędzy systemami SWZ i KbRS było opracowanie definicji struktury dokumentu XML, zawierającego dane dotyczące procesów produkcyjnych z uwzględnieniem dostępnych zasobów systemu produkcyjnego przedstawione w punkcie 2.

Najpopularniejsze obecnie standardy służące definiowaniu struktury dokumentu XML to opracowane przez W3C *Document Type Definition* (DTD) oraz *XML Schema* [3], który uważany jest następcą standardu DTD. Zdecydowano, że definiowanie struktury dokumentu zostanie przeprowadzone z wykorzystaniem *XML Schema* ze względu na to, że *XML Schema* jest także zapisywany w języku XML (posiada on zapis strukturalny), jest bardziej rozbudowany w porównaniu do standardu DTD oraz pozwala na definiowanie ograniczeń dotyczących danych. Dzięki zastosowaniu schematu można także tworzyć nowe definicje struktury, czy połączyć informacje z kilku schematów, co ma duże znaczenie w dalszym procesie rozbudowy formatu wymiany danych z komercyjnym systemem klasy ERP ProEDIMS. Definicja struktury dokumentu XML w postaci schematu określa sposób przygotowania poprawnego dokumentu XML, wraz z informacjami dotyczącymi m.in. typów danych, atrybutów oraz zakresów dopuszczalnych wartości. Wreszcie schemat służy także do kontroli poprawności dokumentu (walidacji pliku XML) podczas procesu transformacji dokumentów w aplikacjach XML. Realizacja procesu walidacji dokumentu może być przeprowadzona z wykorzystaniem ogólnodostępnych na rynku (często darmowych) programów, takich jak XMLSpy czy XMLFox. Istnieją także gotowe biblioteki funkcji dla wielu języków programowania (Delphi, Java, VisualStudio, PHP – języków źródłowych rozpatrywanych systemów), które można wykorzystać do tego celu dla dokumentów przygotowanych zgodnie z zaproponowanym w tej pracy schematem, lub opracowania schematów „pośredniczących” dla danych pozyskiwanych w postaci dokumentów XML z systemów informatycznych stosowanych w przedsiębiorstwie (rys. 1).



Rys. 1. Walidacja dokumentu XML z wykorzystaniem XML Schema

Opracowany schemat XML na potrzeby metody tworzenia neutralnych formatów wymiany danych pomiędzy istniejącymi rozwiązaniami, zawiera definicję struktury dokumentu XML, dla danych opisujących zasoby składające się na system wytwórczy, tj.: maszyny, magazyny międzyoperacyjne, magazyny wejściowe i wyjściowe dla produktów,

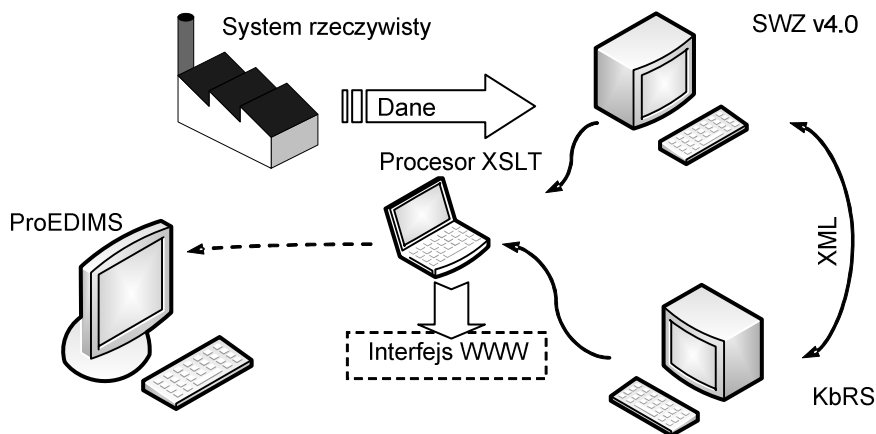
które mają być realizowane w systemie oraz dane dotyczące procesów produkcyjnych, tj. marszruty technologiczne, dane o czasach przygotowawczo zakończyeniowych, czasach jednostkowych realizacji operacji na zasobach systemu produkcyjnego oraz dane dotyczące harmonogramu pracy zasobów. Schemat XML zawierający definicję struktury dokumentu XML dla danych o systemie produkcyjnym przedstawia rys. 2.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <xs:schema version="1.00" id="Production_System_Data" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
- <xs:element name="Production_System">
- <xs:complexType>
- <xs:all>
- <xs:element name="Resources">
- <xs:complexType>
- <xs:sequence maxOccurs="unbounded">
- <xs:element name="Resource">
- <xs:complexType>
- <xs:all>
<xs:element name="Id" type="xs:integer" />
<xs:element name="Name" type="xs:string" />
<xs:element name="Capacity" type="xs:decimal" />
- <xs:element name="Schedule">
- <xs:complexType>
- <xs:sequence maxOccurs="unbounded">
- <xs:element name="Sequence">
- <xs:complexType>
- <xs:all>
<xs:element name="Id" type="xs:positiveInteger" />
<xs:element name="Process_Id" />
</xs:all>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:all>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
- <xs:element name="Processes">
- <xs:complexType>
- <xs:sequence maxOccurs="unbounded">
- <xs:element name="Process">
- <xs:complexType>

```

Rys. 2. XML Schema dla danych o systemie produkcyjnym



Rys. 3. Transformacja dokumentów XML

Przedstawione rozwiązania związane z definiowaniem oraz przekształcaniem danych pozyskanych z systemów proEDIMS, SWZ oraz KbRS, wspomagających proces zarządzania przedsiębiorstwem, stanowiąc będą podstawę opracowania metodyki integracji rozważanych obszarów decyzyjnych oraz utworzenia komputerowego systemu wspomagającego techniczno-organizacyjne przygotowanie produkcji.

Jej implementacja praktyczna realizowana jest poprzez rozbudowę autorskich programów o wspólny interfejs wymiany danych pomiędzy poszczególnymi modułami zintegrowanego środowiska planowania, dający możliwość zapisania danych dotyczących zasobów systemu oraz realizacji zleceń w plikach XML, zgodnie z opracowanymi schematami XML. Proces przetwarzania plików XML w oparciu o opracowany arkusz XSLT [5] realizowany może być w dwojaki sposób. Pierwszy z nich wykorzystuje dostępne oprogramowanie zawierające procesory XSLT (XMLSpy). Drugi sposób działa w oparciu o opracowany interfejs wykorzystujący funkcje procesorów XSLT (rys. 3).

4. Wnioski

W artykule przedstawiono sposób realizacji wymiany danych pomiędzy systemami SWZ i KbRS z wykorzystaniem neutralnych formatów zapisu danych (XML), na potrzeby realizowanego projektu budowy systemu zarządzania poprzez integrację istniejących systemów ProEDIMS, SWZ i KbRS. Prowadzone są także badania nad możliwością wykorzystania istniejących i rozwijanych obecnie standardów stanowiących implementacji języka XML, dotyczących wymiany informacji pomiędzy różnymi jednostkami uczestniczącymi w cyklu życia produktu, przez organizacje i konsorcja producentów i dystrybutorów związanych z przemysłem (np. B2MML - Business To Manufacturing Markup Language, PSLX - Planning and Scheduling Language on XML Specification). Zaawansowane są także prace nad możliwością zastosowania protokołów sieciowych.

Wynikiem końcowym projektu będzie prototypowy system zarządzania MŚP. Zespół deklaruje, iż będzie kontynuował prace nad systemem oraz doprowadzi do jego wdrożeń w przedsiębiorstwach sektora MŚP.

Projekt ten jest finansowany w ramach grantu badawczo-rozwojowego NCBiR nr N R03 0073 06/2009.

Literatura

1. Bray T., Paoli J., Sperberg-McQueen C. M., Maler E., Yergeau F. eds: Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition) W3C Recommendation. 2008 <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/>.
2. Chen Yuh-Jen, Chen Yuh-Min: An XML-based modular system analysis and design for supply chain simulation. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Elsevier Science Publishers B. V., 25(2009), pp. 289–302.
3. Gao S., Sperberg-McQueen C. M., Thompson H. S., Editors: XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures. World Wide Web Consortium (W3C), 2008, <http://www.w3.org/TR/xmlschema11-1/>.
4. Kalinowski K., Skołod B., Grabowik C., Krenczyk D.: Komputerowe wspomaganie techniczno-organizacyjnego przygotowania produkcji w małych i średnich przedsiębiorstwach. *Przegląd Mechaniczny* 2008, nr 7/8, s. 41-44.
5. Kay M. eds.: XSL Transformations (XSLT) Version 2.0. W3C Recommendation, 2007, <http://www.w3.org/TR/xslt20/>.

6. Krenczyk D.: Metoda wspomagania planowania produkcji z wykorzystaniem systemów SWZ i Enterprise Dynamics. Informacyjne aspekty zarządzania i sterowania produkcją. Red. A. Świć. Lublin : Wydaw. Uczelniane Politechniki Lubelskiej, 2005, s. 19-25.
7. Okamoto A, Gen M., Sugawara M.: Integrated data structure and scheduling approach for manufacturing and transportation using hybrid genetic algorithm. *Journal of Intelligent Manufacturing* (2006) 17, pp. 411–421.
8. Skołud B., Krenczyk D., Kalinowski K., Ćwikła G., Grabowik C.: zintegrowany system wspomagania zarządzania produkcją w małych i średnich przedsiębiorstwach. Materiały V Konferencji Naukowo-Technicznej Inteltrans 2009, Wydawnictwo PK, Kraków 2009.
9. Tao Y., Hong T.; Sun S.: An XML implementation process model for enterprise applications. *Computers in Industry*, Elsevier Science Publishers B. V., v. 55 (2004) pp. 181–196.

Prof. dr hab. inż. Bożena SKOŁUD

Dr inż. Damian KRENCZYK

Dr inż. Krzysztof KALINOWSKI

Dr inż. Cezary GRABOWIK

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych

i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania

Wydział Mechaniczny Technologiczny

Politechnika Śląska

44-100 Gliwice, ul. Konarskiego 18a

e-mail: damian.krenczyk(krzysztof.kalinowski)(bozena.skolud)(cezary.grabowik)@polsl.pl