

SYSTEM REALIZACJI PRODUKCJI JAKO ROZSZERZENIE SYSTEMU ERP

Anna LENART

Streszczenie: W gospodarce opartej na wiedzy istotną rolę odgrywa szybkość przekazywania informacji potrzebnych do podejmowania decyzji. Niezbędnym zestawem narzędzi do zarządzania przedsiębiorstwem jest system ERP. Przedsiębiorstwa produkcyjne powinny stosować również działające w czasie rzeczywistym systemy realizacji produkcji. Celem artykułu jest prezentacja możliwości funkcjonalnych i korzyści z zastosowania systemu MES na przykładzie rozwiązań PSImes i Wonderware MES. W artykule opisano także system ERP jako model zintegrowanego systemu informatycznego oraz istotę i genezę systemów realizacji produkcji.

Słowa kluczowe: system ERP, system MES, PSImes, Wonderware MES, systemy realizacji produkcji.

1. Systemu ERP jako model zintegrowanego systemu informatycznego

Współczesne przedsiębiorstwa funkcjonują w warunkach dużej zmienności otoczenia dlatego muszą budować pozycję konkurencyjną poprzez doskonalenie swoich struktur, procesów i systemów oraz wdrażanie zmian jakościowych (innowacji) w różnych obszarach działalności organizacji. Rozwój przedsiębiorstw zależy od wprowadzanych zmian, które wpływają na potencjał przedsiębiorstwa i są skoordynowane z realizowaną strategią. Potencjał przedsiębiorstwa można rozpatrywać przez pryzmat funkcji i zasobów przedsiębiorstwa. Innowacje to „tworzenie lub modyfikowanie procesów, wyrobów, metod i technik działania, które postrzegane są przez daną organizację jako nowe i postępowe w danej dziedzinie i prowadzące do zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów będących w jego dyspozycji” [1]. „Implementacja innowacji jest obecnie wymogiem konkurencyjności przedsiębiorstwa i jego produktów oraz niezbędnym elementem w procesie rozwoju potencjału firmy i osiągnięcia operacyjnej efektywności realizowanych działań” [2].

Dostosowanie się przedsiębiorstwa do nowych warunków gospodarowania jest możliwe dzięki zastosowaniu zintegrowanych systemów informatycznych. Do modeli zintegrowanych systemów informatycznych zalicza się systemy [3]: planowania potrzeb materiałowych (*Material Requirements Planning* – MRP), planowania zasobów produkcyjnych (*Manufacturing Resource Planning* – MRP II) i planowania zasobów przedsiębiorstwa (*Enterprise Resource Planning* – ERP).

System ERP to podstawowy zestaw oprogramowania używany przez organizacje do koordynacji informacji we wszystkich obszarach zarządzania, który wspomaga zarządzanie procesami biznesowymi, stosując wspólną bazę danych i narzędzia raportowania [4]. Ponadto system ERP umożliwia modelowanie systemu zarządzania oraz pozwala śledzić powstawanie wartości dodanej i analizować skutki finansowe potencjalnych decyzji [3]. Systemy ERP zaczęto stosować w latach 90. XX w.

W systemach ERP można wyróżnić cztery obszary funkcjonalne [4]: marketing i

sprzedaż, zarządzanie łańcuchem dostaw, rachunkowość i finanse oraz zarządzanie zasobami ludzkimi (tab.1).

Tab. 1. Obszary funkcjonalne systemu ERP [4]

Obszar funkcjonalny	Funkcje
Marketing i sprzedaż	Marketing produktu Obsługa zleceń klientów Wsparcie klienta Zarządzanie relacjami z klientem Prognozowanie sprzedaży
Zarządzanie łańcuchem dostaw	Zaopatrzenie Zarządzanie materiałami Produkcja Transport Utrzymanie zakładu
Rachunkowość i finanse	Rachunkowość finansowa Alokacja i kontrola kosztów Planowanie i budżetowanie Zarządzanie przepływami pieniężnymi
Zarządzanie zasobami ludzkimi	Rekrutacja Zarządzanie personelem Płace Szkolenia

Podstawą systemu ERP jest podsystem zarządzania finansami (rachunkowość i finanse), który dostawcy oprogramowania rozszerzyli o metody zarządzania logistycznego, nakreślone przez stowarzyszenie APICS (*American Production and Inventory Control Society*) w standardzie MRP II. System ERP realizuje wewnątrz przedsiębiorstwa funkcje systemu zarządzania łańcuchem dostaw (*Supply Chain Management – SCM*). Ponadto udostępnia również rozbudowany funkcjonalnie podsystem zarządzania zasobami ludzkimi. W celu lepszego dopasowania produktów do potrzeb klienta i odzwierciedlenia wzrostu znaczenia obsługi klientów w systemach ERP wyodrębniono podsystem marketingu i sprzedaży. W ramach tego podsystemu dostępne są rozwiązania określane jako zarządzanie relacjami z klientem (*Customer Relationship Management – CRM*).

Najważniejsze korzyści z zastosowania systemów ERP to [3; 5; 6; 7]:

- skrócenie czasu dostarczania informacji,
- lepsze zarządzanie zleceniami,
- redukcja kosztów,
- poprawa poziomu obsługi klientów,
- integracja informacji ze wszystkich działów przedsiębiorstwa,
- poprawa efektywności procesów zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji,
- wspieranie realizacji strategii,
- poprawa płynności finansowej,
- zwiększenie kompetencji pracowników.

Kolejny etap w rozwoju zintegrowanych systemów informatycznych stanowią systemy kompleksowej integracji przedsiębiorstwa (*Total Enterprise Integration – TEI*). Systemy te realizują proces integracji wszystkich informacji i działań niezbędnych do pełnego wspomagania przedsiębiorstwa produkcyjnego i jego łańcucha dostaw. Systemy

TEI koncentrują się na tworzeniu strategicznych korzyści, a nie podnoszeniu efektywności operacyjnej. Umożliwiają one integrację wewnątrz przedsiębiorstwa i na zewnątrz poprzez łańcuch dostaw z klientami i dostawcami oraz ciągłe doskonalenie organizacji [8].

W systemach TEI wyróżnia się pięć obszarów funkcjonalnych [8]: wspomaganie kierownictwa, integrację klientów, integrację inżynierii, integrację wytwarzania i integrację usług wspomagających. W ramach integracji wytwarzania stosuje się systemy realizacji produkcji (*Manufacturing Execution System* – MES). Systemy TEI są narzędziem komunikacji dla podejmujących decyzje, ponieważ umożliwiają kierownictwu uzyskanie lepszych odpowiedzi na zadawane pytania i bardziej precyzyjne przewidywanie potencjalnych wyników przedsiębiorstwa będących skutkiem tych decyzji [8].

2. Istota i geneza systemów realizacji produkcji

W warunkach globalnej konkurencji systemy ERP stały się niewystarczające do wspomagania zarządzania operacyjnego i kontrolowania warsztatu produkcyjnego.

W latach 70. XX w. systemy sterowania warsztatem produkcyjnym (*Shop Floor Control*) wymieniały informację odnośnie zapotrzebowania z systemami MRP. Istniała jednak luka pomiędzy systemami planowania i rzeczywistego wykonania, ponieważ dane planistyczne były często opóźnione i niedokładne. Poważnym problemem był brak koordynacji w wykorzystaniu dostępnych zasobów celem osiągnięcia pożądanej wydajności. Trudno było monitorować procesy realizowane na hali produkcyjnej.

Równoległe do systemów MRP II od lat 80. XX w. rozwijają się systemy realizacji produkcji. System MES stosowany jest w obszarze warsztatu produkcyjnego, łączy systemy planistyczne z systemami automatyki przemysłowej i kontroluje przebieg procesów produkcyjnych. W systemach MES stosuje się sterowanie przez zdarzenia w odróżnieniu od sterowania przez transakcje charakterystycznego dla systemów MRP II [3]. Systemy MES zapewniają koordynację wykorzystania zasobów (pracownicy, maszyny, narzędzia, materiały) i synchronizację kluczowych zadań produkcyjnych w czasie rzeczywistym nie dopuszczając do powstawania jakichkolwiek opóźnień [9; 10]. System MES koordynuje zadania związane z fizycznym przepływem materiałów w przekroju całego zakładu, poprzez warsztat produkcyjny, magazyny a kończąc na załadunku na środki transportu. Umożliwia on połączenie „obszaru transakcyjnego planowania i sterowania w wymiarze dziennym, z planowaniem i sterowaniem zdarzeń fizycznych, dziejących się w czasie milisekund” [10]. System MES oferuje ciągłe sprzężenia zwrotne i kontrolę procesów produkcyjnych, dlatego może lepiej reagować na zmienne potrzeby klientów. MES reaguje w czasie rzeczywistym na zmiany na hali produkcyjnej i może kontrolować pracę pracowników obsługujących poszczególne urządzenia. Dla porównania systemy ERP i TEI reagują raz dziennie [8]. Zadaniem systemów MES jest wspomaganie zarządzania produkcją od naczelnego kierownictwa po personel wykonawczy zakładu w zakresie podejmowania decyzji, które efektywnie koordynują realizację produkcji.

System MES jest czymś więcej niż tylko narzędziem planistycznym (w odróżnieniu od systemu MRP, który jest tylko narzędziem planistycznym). Jest rozszerzeniem MRP, które obejmuje [8]: wytwarzanie produktów, włączanie i wyłączanie maszyn, pomiar części, zmiany priorytetów zleceń, ustawianie i odczytywanie instrumentów pomiarowych, harmonogramowanie i zmiany w harmonogramach maszyn, przydzielanie i zmiany przydziału zapasów, przesunięcia zapasów na i ze stanowisk pracy, przydzielanie i zmiany przydziału personelu, zarządzanie procesem produkcyjnym oraz ustalanie sygnałów ostrzegawczych w przypadku realizacji procesu niezgodnie z ustalonymi warunkami.

Podstawowe obszary funkcjonalne systemu MES opisano w tabeli 2.

Tab. 2. Podstawowe obszary funkcjonalne systemów MES [8]

Obszar funkcjonalny	Charakterystyka
Interfejs do systemu planowania	Umożliwia integrację systemu MES z MRP, systemem planowania zdolności produkcyjnych (CRP), rachunkiem kosztów, sterowaniem zapasami i zarządzaniem cyklem życia produktu (PLM)
Zarządzanie zleceniami zakładowymi i PLC	Umożliwia zarządzanie i harmonogramowaniem pracy w zakładzie w czasie rzeczywistym oraz zarządzanie sterownikami PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>) w celu kierowania produkcją w czasie rzeczywistym; możliwa jest też integracja z zaawansowanym systemem planowania i harmonogramowania (APS)
Zarządzanie stanowiskiem roboczym	Odpowiada za planowanie i realizację operacji na stanowisku roboczym; umożliwia kontrolę stanowiska roboczego za pomocą urządzeń sterownych numerycznie CNC (<i>Computer Numeric Control</i>)
Śledzenie i zarządzanie zapasami	Umożliwia nabywanie, przechowywanie i obsługę danych szczegółowych każdej serii i jednostki zapasu; zapasy z punktu widzenia systemów MES oznaczają wszystko co jest potrzebne do produkcji: narzędzia, maszyny, materiały, półfabrykaty, rysunki konstrukcyjne z systemów komputerowo wspomaganego projektowania (CAD)
Zarządzanie przepływem materiałów	Przesunięcia materiałowe nie przynoszą wartości dodanej dlatego muszą być nieustannie kontrolowane i ograniczane do minimum; w tym zakresie stosuje się np. systemy automatycznego składowania i wyszukiwania zapasów
Gromadzenie danych	Umożliwia systemowi MES działanie na danych rzeczywistych; spełnia rolę biura informacyjnego i tłumacza dla wszystkich informacji pochodzących z zakładu (dane o parametrach procesów produkcyjnych wprowadzane są ręcznie lub zbierane automatycznie ze sterowników z przynajmniej minutową szczegółowością)
Zarządzanie wyjątkami	Daje możliwość reakcji systemu MES na nieprzewidywalne zdarzenia, takie jak zatrzymanie maszyny, nadmierne odpady i niedobory materiałów

Producentów systemów MES grupuje organizacja MESA (*Manufacturing Execution System Association*), która powstała w 1992 roku. Organizacja ta opracowała standard dla systemów MES, podobnie jak APICS dla systemów MRP II.

Systemy MES wywodzą się z systemów MRP tak, jak wszystkie inne systemy biznesowe. Początkowo były tworzone w formie dedykowanych systemów sterowania automatyka przemysłową, a później rozwiązań branżowych [10]. Funkcjonalność systemów MES ulegała zmianie. Początkowo włączono część funkcji MRP II. Obecnie systemy MES są łączone z innymi systemami, np. ERP, SCM, CRM i APS. W literaturze systemy MES są też traktowane jako jeden z modułów systemów ERP [11]. Systemy MES i ERP potrzebują siebie nawzajem do efektywnego działania.

Najważniejsze korzyści z zastosowania systemu MES to [10; 12]:

- redukcja kosztów produkcji,
- redukcja czasu rejestracji danych z produkcji,

- lepsza jakość produktów,
- redukcja kosztów utrzymania zapasów,
- szybsza reakcja na zmiany potrzeb klienta.

System MES realizuje również funkcje charakterystyczne dla systemu SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Jest to „ujednolicony interfejs do sterowników produkcyjnych i autonomicznych systemów przemysłowych” [10]. SCADA to oprogramowanie do wizualizacji i rejestracji danych produkcyjnych. Ponadto do bezpośredniego kontaktu operatora z obsługiwanym urządzeniem stosowane są też interfejsy wizualizacji procesów (*Human Machine Interface* - HMI). Systemy SCADA i HMI dostarczają dane systemom MES. W tym kontekście systemy MES służą jako łącznik pomiędzy systemami SCADA i HMI oraz systemami ERP.

3. Możliwości funkcjonalne i korzyści z zastosowania systemów MES

W artykule zaprezentowano możliwości funkcjonalne i korzyści z zastosowania systemu realizacji produkcji na przykładzie rozwiązań PSImes i Wonderware MES, które mogą stanowić innowacyjne rozszerzenie systemów ERP.

Jednym z systemów klasy MES jest PSImes niemieckiej firmy PSI. PSImes zapewnia optymalizację procesów produkcyjnych od przyjęcia zlecenia do wytworzenia gotowego produktu i pozwala zaplanować co do minuty proces produkcyjny z uwzględnieniem dostępnych zasobów. Bezpośrednie połączenie z produkcją pozwala w czasie rzeczywistym śledzić postęp realizacji zaplanowanych zleceń produkcyjnych. Graficzna prezentacja danych umożliwia szybkie reagowanie na zachodzące zdarzenia i wyeliminowanie czynności, które nie przynoszą wymiernych korzyści.

Najważniejsze moduły systemu PSImes niemieckiej firmy PSI to [13]:

- moduł stanowisko dyspozytorskie (SD),
- moduł zarządzania zleceniami (GAT),
- moduł rejestracji danych z produkcji (RDP),
- moduł kontroli czasu pracy (KCP),
- moduł utrzymania ruchu (PSImaintenance).

Moduł stanowisko dyspozytorskie jest narzędziem do szczegółowego planowania realizacji zleceń na poszczególnych stanowiskach pracy z uwzględnieniem dostępnych zasobów i zdolności produkcyjnych. Umożliwia również śledzenie produkcji i terminów realizacji oraz dokonywanie symulacji. Oferuje ponad 20 reguł planowania i umożliwia w krótkookresowym horyzoncie zaplanować operacje do wykonania na każdym stanowisku pracy z dokładnością co do minuty, z uwzględnieniem dostępnych zasobów (maszyny, ludzie, narzędzia, materiały). Zbiór reguł pozwala na automatyczne zaplanowanie operacji minimalizujące czas realizacji zleceń i uwzględniające np. czasy przebrojenia, nakładania operacji i czasy oczekiwania. Dane prezentowane są w postaci graficznej na wykresach Gantta, co przyspiesza reagowanie na pojawiające się problemy. Moduł ten może działać jako niezależnie lub jako rozszerzenie systemu ERP [13].

Moduł zarządzania zleceniami pozwala na przejście z systemu ERP danych zleceń produkcyjnych i zasobów oraz ich uzupełnienie o dane niedostępne w systemie ERP, a konieczne do zaplanowania produkcji na poziomie warsztatu produkcyjnego. Moduł GAT może służyć również jako rozwiązanie zastępujące system ERP i pozwalające na bezpośrednie wprowadzanie wszystkich danych dotyczących marszrut technologicznej i zleceń produkcyjnych [13].

Moduły RDP i KCP umożliwiają rejestrowanie zdarzeń zachodzących na hali produkcyjnej, co jest niezbędne do oceny stanu realizacji zleceń produkcyjnych, a także rachunku kosztów i rozliczania czasu pracy. Dane dotyczące pracowników i maszyn są rejestrowane elektronicznie, a następnie analizowane i wizualizowane. Moduł rejestracji danych z produkcji można zintegrować z dowolnym systemem planowania produkcji. Jest to komunikacja dwukierunkowa. Z systemu planowania produkcji pochodzą dane dotyczące operacji technologicznych, które należy zrealizować na danym stanowisku pracy. Są one wyświetlane na ekranie terminali. Do systemu planowania produkcji przesyłane są komunikaty zwrotne np. o rozpoczęciu i zakończeniu operacji. Integracja modułów RDP i SD pozwala na pracę w trybie rzeczywistym i elastyczne modyfikowanie planu produkcji w odpowiedzi na zachodzące zdarzenia. Dyspozytor w czasie rzeczywistym informowany jest o opóźnieniach w stosunku do planu [13].

Moduł utrzymania ruchu pozwala zaplanować przeglądy okresowe, wymianę zużytych elementów oraz naprawy wymuszone awariami. Wszystkie istotne zdarzenia są dokumentowane, dzięki czemu dostępne są raporty niezawodności maszyn i urządzeń, wskaźniki wydajności oraz koszty napraw i remontów. Moduł ten łączy w sobie zarządzanie aktywami, utrzymaniem procesów produkcyjnych i logistycznych w ramach przedsiębiorstwa. Ponadto automatycznie znajduje i podpowiada kolejność realizowania procesów naprawczych, udostępniając technikom elektroniczne instrukcje. Moduł utrzymanie ruchu wspiera utrzymanie ciągłości ruchu, naprawy i przeglądy oraz rejestruje historię serwisowanego sprzętu [13].

Główne możliwości funkcjonalne systemu Wonderware MES amerykańskiej firmy Wonderware to [14]:

- monitorowanie i śledzenie produkcji w toku,
- dynamiczne kierowanie produkcją,
- monitorowanie i śledzenie stanów magazynowych,
- tworzenie historii powstania produktu,
- śledzenie dostępności maszyn i ich wykorzystanie,
- śledzenie kluczowych wskaźników wydajności i jakości,
- zarządzanie obiegiem dokumentów.

W tabeli 3 zaprezentowano korzyści z zastosowania systemu Wonderware MES w podziale na odbiorców i funkcje systemu. Firma Wonderware oferuje również rozwiązanie Wonderware InTouch. Jest to oprogramowanie zaprojektowane do wizualizacji oraz kontroli procesów produkcyjnych, w zgodne wytycznymi dla systemów SCADA i HMI. Udostępnia ono użytkownikom dane bezpośrednio z systemów sterownia i produkcji [14].

Tab. 3. Korzyści z zastosowania systemu Wonderware MES [14]

Odbiorcy	Funkcja	Korzyść
Kierownictwo produkcji, Kadra zarządzająca, Dział technologiczny	Rejestracja historii produkcji	Możliwość odtworzenia całej historii produkcji; możliwości analiz i optymalizacji technologii produkcji
	Konfiguracja modelu produktu z użyciem interfejsu graficznego	Możliwość szybkiej reakcji na zmieniające się potrzeby rynku

	Łączenie systemu MES z urządzeniami produkcyjnymi i automatycznego zbierania danych	Informacja o parametrach technologicznych wymienianych z systemami sterowania umożliwia dokładną analizę ich wpływu na produkcję
	Dystrybucja zleceń produkcyjnych bezpośrednio do operatorów na linii produkcyjnej	Skrócenie czasu reakcji na pojawienie się nowych lub modyfikację istniejących zleceń produkcyjnych
Dział utrzymania ruchu	Raporty na temat awarii i ich przyczyn	Możliwość analizy i optymalizacji pracy maszyn i urządzeń
	Automatyczna rejestracja czasu pracy maszyn wraz z ostrzeżeniami o zbliżającym się przeglądzie lub czynnościach konserwacyjnych	Automatycznie generowane informacje o przeglądach i konserwacji pozwalają na zmniejszenie ilości awarii maszyn i urządzeń

Systemy MES są stosowane głównie w przedsiębiorstwach produkujących złożone wyroby, np. branży motoryzacyjnej, sprzętu elektronicznego i sprzętu gospodarstwa domowego. Z raportu Aberdeen Group [15] wynika, że 83% dużych przedsiębiorstw stosuje systemy ERP, a 46% wykorzystuje systemy ERP w integracji z systemami MES. Dzieje się tak dlatego, że systemy ERP mają ograniczony wpływ na przebieg procesów produkcyjnych. Dopiero połączenie poziomów planowania i realizacji umożliwia pełną optymalizację procesów produkcyjnych od szczebla zarządu po pojedyncze stanowisko na linii produkcyjnej.

4. Podsumowanie

Dobrze prosperujące przedsiębiorstwa produkcyjne, działające na dynamicznie rozwijającym się rynku, dostrzegają znaczenie budowania doskonałości operacyjnej w uzyskiwaniu trwałej przewagi konkurencyjnej. Jednym z przykładów może być wprowadzanie innowacji w zakresie realizacji produkcji. Kluczowym czynnikiem uzyskania doskonałości operacyjnej jest umiejętność zintegrowania systemów produkcyjnych z systemami biznesowymi.

W przedsiębiorstwach produkcyjnych coraz częściej wdrażane są systemy MES, które zapewniają wizualizację i realizację procesu produkcyjnego oraz transfer danych do systemów ERP. Systemy MES umożliwią przekształcanie celów biznesowych w zadania operacyjne oraz zrozumienie wpływu działań biznesowych na wyniki przedsiębiorstwa.

System klasy MES stanowi rozszerzenie systemu ERP. Wdrażanie systemów MES jest szczególnie istotne w warunkach globalnej konkurencji i ciągłego skracania cyklu życia produktów, ponieważ umożliwia bardziej optymalne wykorzystanie linii produkcyjnych, a także oferowanie krótszych czasów dostaw oraz lepszego poziomu obsługi klientów.

Literatura

1. Penc J.: Innowacje i zmiany w firmie. Transformacja i sterowanie rozwojem przedsiębiorstwa. Placet, Warszawa, 1999.

2. Brzeziński M. (red.): Wprowadzenie do nauki o przedsiębiorstwie, Difin, Warszawa, 2007.
3. Lenart A.: Zintegrowane systemy informatyczne klasy ERP. Teoria i praktyka na przykładzie systemu BAAN IV. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 2005.
4. Monk E., Wagner B.: Concepts in Enterprise Resource Planning. Thompson Course Technology, Boston, 2006.
5. Hamilton S.: Maximizing Your ERP System. A Practical Guide for Managers. McGraw-Hill, New York, 2003.
6. Sumner M.: Enterprise Resource Planning. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2005.
7. Woźniak-Sobczak B. (red.): Łańcuch tworzenia wartości dodanej przedsiębiorstwa. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice, 2007.
8. Langenwater G. A.: Enterprise Resources Planning and Beyond. Integrating Your Entire Organization. The St. Lucie Press/APICS Series on Research Management, Boca Raton, 2000.
9. Bielecki W.T.: Informatyzacja zarządzania. PWE, Warszawa, 2001.
10. Popończyk A., MES – systemy sterowania i zarządzania produkcją, Informatyka, nr 7-8, 2000, s. 36-39.
11. Kapp K.M., Latham W.F., Ford-Latham H.M.: Integrated Learning for ERP Success. A Learning Requirements Planning Approach. The St. Lucie Press/APICS Series on Research Management, Boca Raton, 2001.
12. There is No Execution without Integration. MES Adoption Drives Performance. Aberdeen Group, March, 2007.
13. PSImes, www.psipolska.com, www.psi.de
14. Wonderware MES, www.astor.com.pl; global.wondeware.com
15. Competitive Advantages Abound for Discrete Mid-Market Manufacturers, Aberdeen Group, June, 2007.

Dr Anna LENART
 Katedra Informatyki Ekonomicznej
 Uniwersytet Gdański
 81-864 Sopot, ul. Piaskowa 9
 tel./fax.: (0-58) 551 59 31
 e-mail: anna.lenart@univ.gda.pl