

Sylwester MARKUSIK*

ZINTEGROWANE SYSTEMY PROJEKTOWANIA MASZYN TRANSPORTOWYCH

Warunkiem zachowania konkurencyjności na rynku usług logistycznych jest szybkie reagowanie na potrzeby tego rynku, a więc krótki czas opracowania i oferowania nowych produktów i usług, i to przy braku swobody w ustalaniu ich ceny. Dotyczy to zarówno przedsiębiorstw produkcyjnych, jak i świadczących rozmaite usługi, w tym projektowe, badawcze, itd. Projektowanie współbieżne (Concurrent Engineering) powstało jako odpowiedź na nowe potrzeby rynku, w celu podniesienia na wyższy poziom sprawności technicznej działalności przedsiębiorstwa, głównie w sferze logistycznej, oraz wartościowania koncepcji i projektu.

1. WPROWADZENIE

Projektowanie jest to obmyślanie nowych wytworów i układów lub wytworów i układów powstających w wyniku przekształcania dotychczas istniejących. A więc projektowanie stanowi proces myślowy, który współcześnie w celu jego zracjonalizowania jest wspomagany systemami komputerowymi.

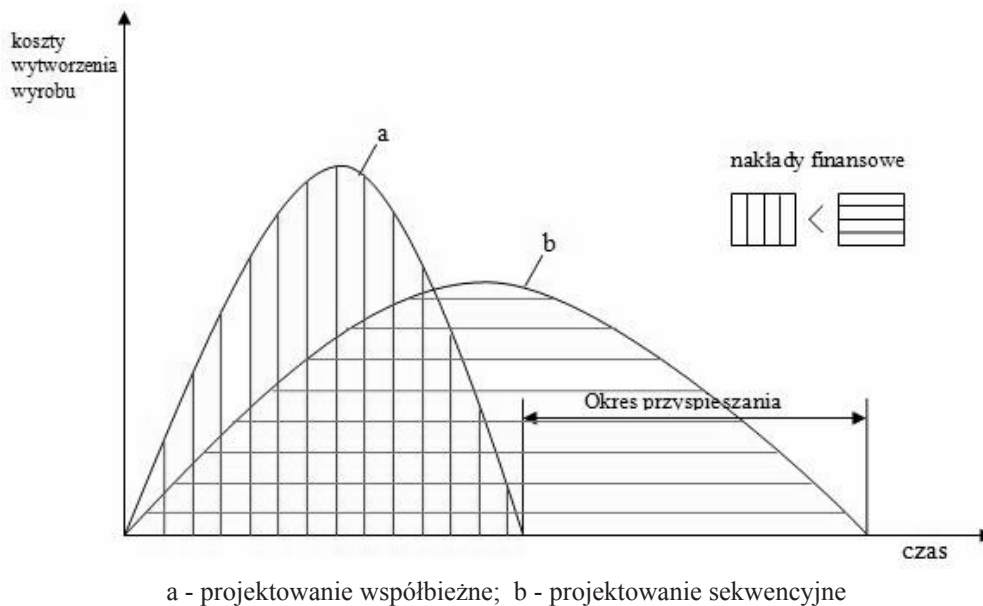
Rozwój komputerowych systemów graficznych, a szczególności systemów CAD – *Computer Aided Designing* (2D oraz 3D) spowodował, że projektowanie konstrukcji maszyn, w tym transportowych, wykonuje się systemami komputerowymi, w których dodatkowo znajduje się wiele innych informacji związanych z logistyką przedsiębiorstwa (komputerowe bazy danych). Systemy te obecnie dynamicznie się rozwijają, obejmując również sferę produkcji, magazynowania i marketingu. Są to: CAM – *Computer Aided Manufacturing* oraz CIM – *Computer Integrated Manufacturing*¹.

* Prof.dr hab.inż. Sylwester Markusik, Politechnika Śląska

¹ Szewczyk J., *Koniec tysiąclecia – walka ze starym paradygmatem CAD/CAM* FORUM, Warszawa 2001

Warunkiem zachowania konkurencyjności na rynku usług logistycznych jest szybkie reagowanie na potrzeby tego rynku, a więc krótki czas opracowania i oferowania nowych produktów i usług, i to przy braku swobody w ustalaniu ich ceny (rys.1). Dotyczy to zarówno przedsiębiorstw produkcyjnych, jak i świadczących rozmaite usługi, w tym logistyczne, projektowe, badawcze, itd. Podstawowe znaczenie posiada tutaj jakość, która traktowana jest w warunkach konkurencyjnych jako wartość obligatoryjna (najczęściej uregulowana w standardach światowych wg PN-EN-ISO-9000). Wyprzedzenie konkurencji jest uwarunkowane szybkim wprowadzeniem na rynek oraz niskimi kosztami nowego wyrobu (maszyny) bądź usługi. Jednakże taka szybkość bywa często uważana za wroga jakości („lepsze jest wrogiem dobrego”), a obniżanie kosztów jest celowe tylko wtedy, gdy nie ma to ujemnego wpływu na sprawność przedsiębiorstwa.

Rys.1. Okres przyspieszenia przy projektowaniu współbieżnym



2. PROJEKTOWANIE WSPÓŁBIEŻNE (Concurrent Engineering)

Projektowanie współbieżne (*Concurrent Engineering*) powstało jako odpowiedź na te nowe potrzeby rynku, w celu podniesienia na wyższy poziom sprawności technicznej działalności przedsiębiorstwa, głównie w sferze logistycznej oraz wartościowania (koncepcji i projektu, jako tzw. *Value Engineering*). Istnieje aktualnie wiele definicji projektowania współbieżnego, za które uważa się zintegrowany logistyczny system zarządzania produkcją (od strony technicznej i ekonomicznej), ukierunkowany na osiągnięcie wysokiej konkurencyjności produktu bądź usługi, przy równoczesnym współdziałaniu pomiędzy wszystkimi funkcjonalnymi zespołami ludzkimi w przedsiębiorstwie, pomiędzy poszczególnymi firmami tworzącymi łańcuch logistyczny oraz pomiędzy dostawcą i odbiorcą². Przykładem tego typu działań mogą być współczesne inwestycje w duże maszyny transportowe (np.: układarki magazynowe, koparki, dźwignice kontenerowe, itd.), gdzie dostawa maszyny, w warunkach konkurencji globalnej, musi być zrealizowana w bardzo krótkim czasie (niewyobrażalnie krótkim w stosunku do np. lat 90. ubiegłego wieku, kiedy obowiązywała zasada

² Markusik S., *Warunki zarządzania przedsiębiorstwem innowacyjnym z uwzględnieniem systemów jakości*, Maszyny Dźwigowo-Transportowe, nr 3/1999.

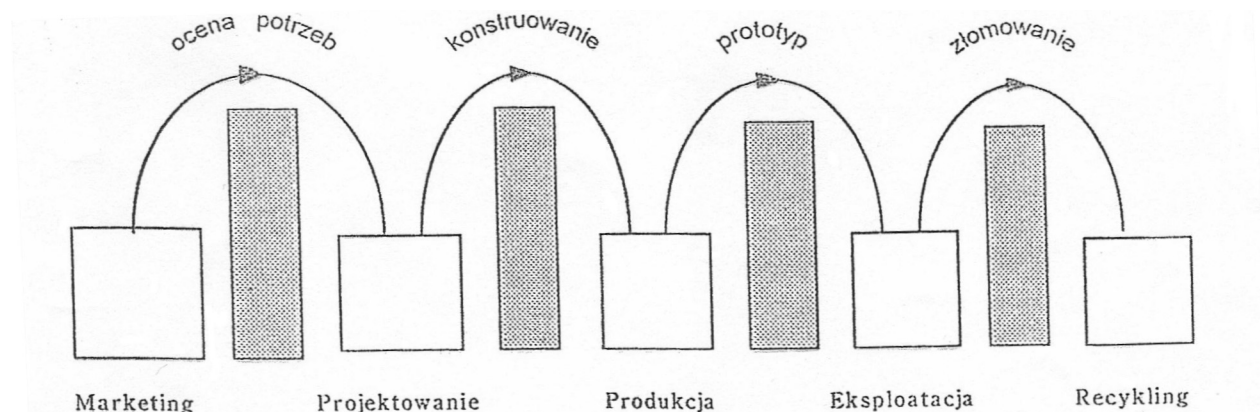
sekwencyjnego systemu tworzenia i eksploatacji maszyny) (rys. 2). Np. czas wykonania: projektu, produkcji i montażu na terminalu suwnicy kontenerowej w latach 90. ubiegłego wieku zawierał się w granicach 1,5 – 2 lat, gdy obecnie czas realizacji takiej inwestycji mieści się w przedziale 0,5 – 1 roku. Aby sprostać tak krótkim zadaniom czasowym, wiele zespołów ludzkich oraz przedsiębiorstw musi pracować równocześnie, np.: w fazie projektowania – zespoły mechaników, elektryków, budowlane, itd.; zespoły specjalistów u producenta oraz generalnego dostawcy maszyny. Stąd konieczność współpracy wielu specjalistycznych zespołów roboczych, korzystania ze wspólnych baz danych, pracy na tych samych systemach CAD i CIM, zwanej potocznie „elektronicznym okrągłym stołem” (rys.3). Porównanie okresu skrócenia czasu fazy projektowania i wytwarzania produktu lub usługi logistycznej przy systemie sekwencyjnym oraz współbieżnym przedstawiono na rys. 4³.

Równoczesna praca wielu zespołów ludzkich nad tym samym projektem stwarza jednak większe możliwości popełniania błędów, tak na etapie projektowania, jak i wykonawstwa (zwłaszcza w przypadku dużych maszyn transportowych). Skutki tego mogą być zminimalizowane bądź poprzez zwiększenie nakładów finansowych na etapie „wartościowania” produktu logistycznego, bądź poprzez odpowiednie systemy zarządzania jakością.

„Złota” zasada logarytmicznego narastania kosztów wytworzenia i eksploatacji maszyny lub całego systemu logistycznego pokazuje, że opłaca się ponieść wysokie koszty tworzenia systemu na etapie jego wartościowania, aby nie ponosić ich następnie w fazie produkcji bądź eksploatacji (rys. 5)⁴.

Należy pamiętać, że projektowanie współbieżne nie jest żadnym produktem, ale stanowi współczesny proces logistycznego wspomaganie tworzenia projektu i eksploatacji maszyny za pomocą sieci komputerowych, w wyspecjalizowanych zespołach ludzkich (rys. 6).

Rys. 2. Sekwencyjny system tworzenia i eksploatacji maszyn

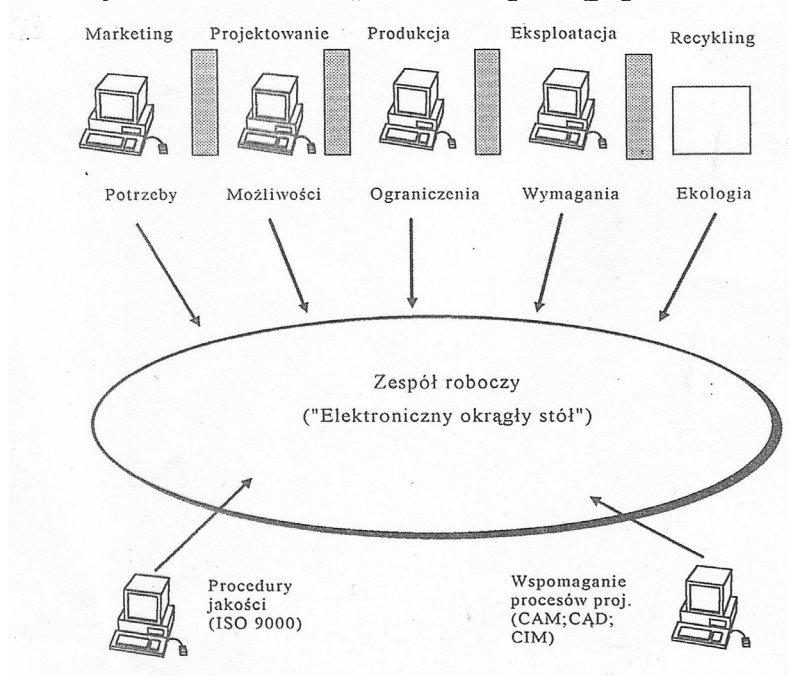


³ Markusik S., *Warunki zarządzania przedsiębiorstwem innowacyjnym z uwzględnieniem systemów jakości*, Maszyny Dźwigowo-Transportowe, nr 3/1999.

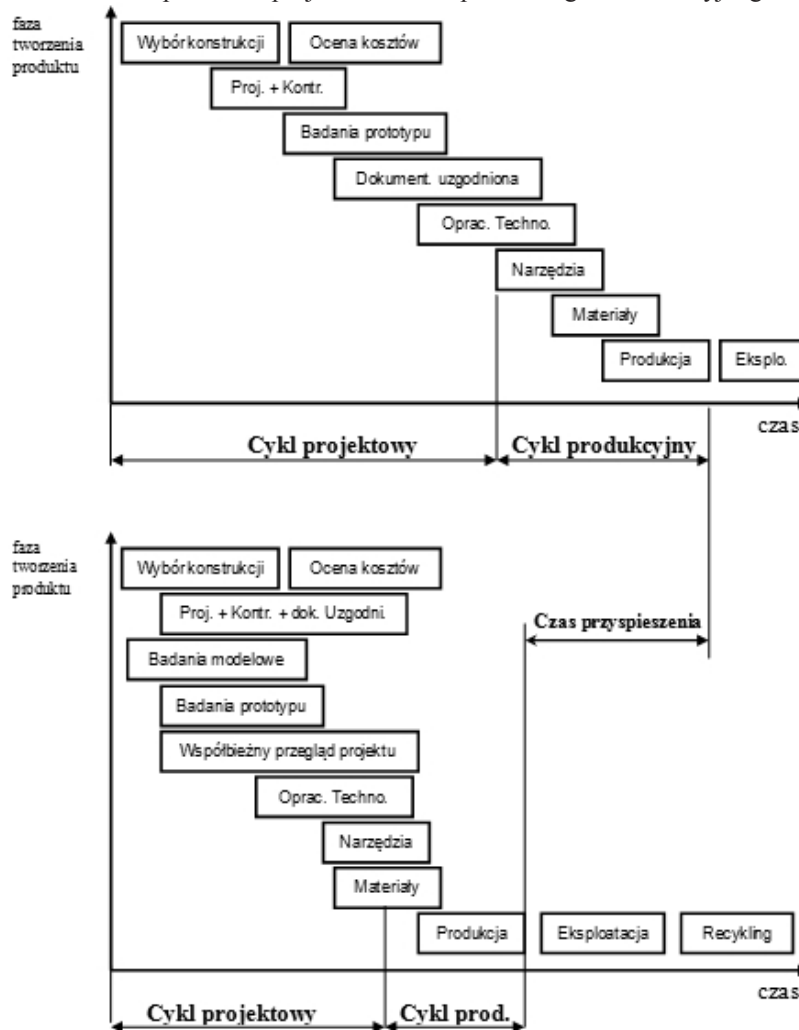
Szewczyk J., *Koniec tysiąclecia – walka ze starym paradygmatem CAD/CAM*, FORUM, Warszawa 2001.

⁴ Markusik S., *Warunki zarządzania przedsiębiorstwem innowacyjnym z uwzględnieniem systemów jakości*, Maszyny Dźwigowo-Transportowe, nr 3/1999.

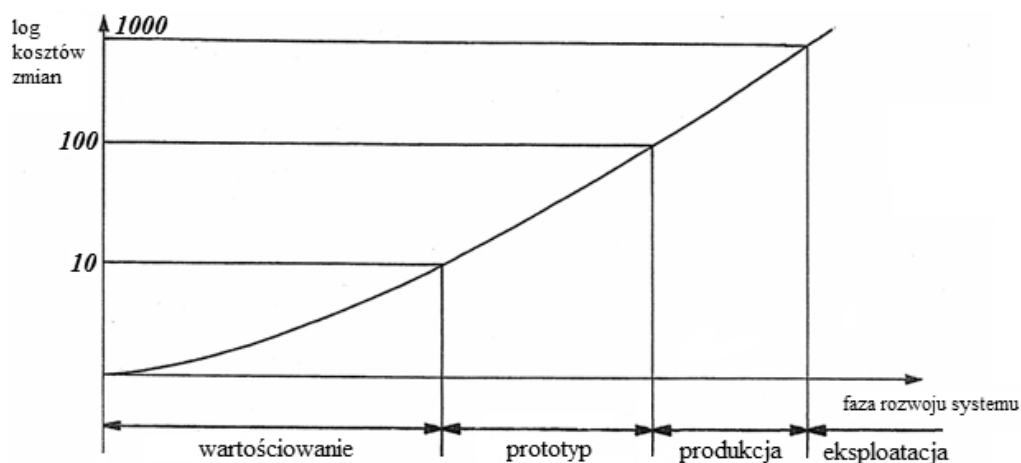
Rys. 3. Zasada działania „elektronicznego okrągłego stołu”



Rys. 4. Porównanie procesów projektowania współbieżnego i sekwencyjnego w czasie



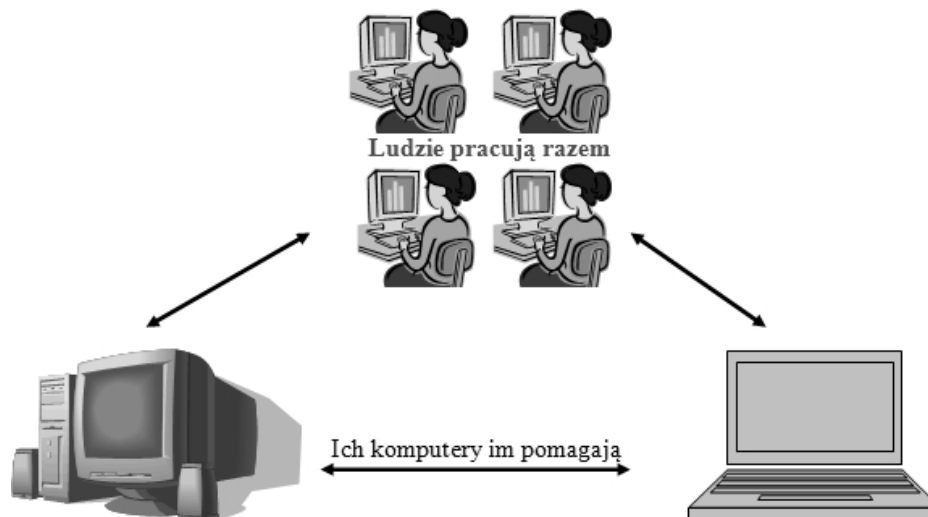
Rys. 5. Narastanie kosztów wprowadzanych zmian w różnych fazach tworzenia systemu logistycznego



3. KOSZTY TWORZENIA NOWYCH KONSTRUKCJI MASZYN

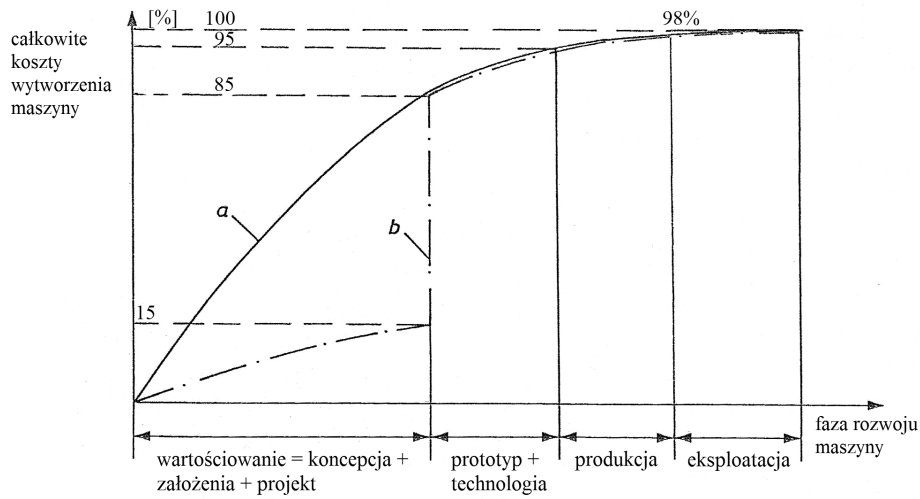
Wielkość nakładów finansowych poniesionych na etapie wartościowania maszyny jest różna, w zależności od branży przemysłowej (np. motoryzacyjnej – rys.7a) lub powtarzalności produkcji nowego wytworu (rys.7b). Posiada to ścisły związek z dalszym cyklem logistycznego tworzenia nowych konstrukcji maszyn, ponieważ wzrost nakładów finansowych na proces wartościowania pozwala uniknąć kosztownych błędów, które mogą powstać na etapie produkcji (rys.5).

Rys. 6. Zasady współdziałania zespołów ludzkich w systemie Concurrent Engineering



Podstawowym kryterium w fazie logistycznego wartościowania projektowanej konstrukcji jest opłacalność nowo powstałej maszyny lub uzyskanie w miarę klarownej odpowiedzi na pytanie: czy nowy produkt odniesie sukces w konkurencji na wolnym rynku.

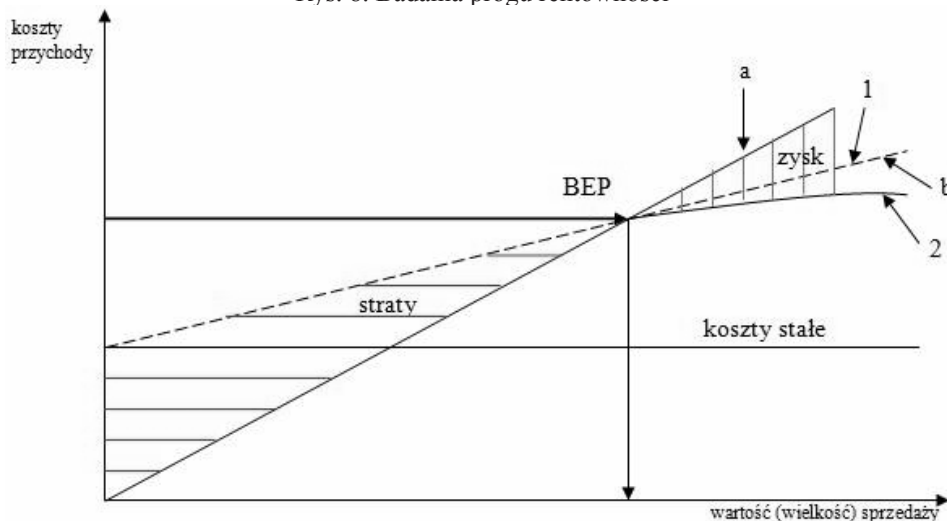
Rys. 7. Nakłady finansowe na wytworzenie nowego wyrobu



a - w czołowych firmach (np. motoryzacyjnych); b - dla maszyn produkcji jednostkowej (duże maszyny transportowe jak: suwnice, koparki, żurawie itd.)

Narzędziem do realizacji tych zadań jest analiza mikroekonomiczna. Niezależnie od czynników technicznych, należy wziąć pod uwagę niektóre (przynajmniej) kategorie ekonomiczne jak: koszty produkcji, nakłady kapitałowe w fazie przedprodukcyjnej, inwestycje w kapitale trwałym, przewidywany zysk (brutto, netto) i inne [3]. Zbyt późne wprowadzenie maszyny na rynek lub zbyt wysokie koszty uruchomienia jej produkcji (rys. 1 lub 8b) mogą doprowadzić do sytuacji, w której produkcja nowego wyrobu będzie generowała straty finansowe. Logistyka projektowania współbieżnego wymaga tu badania progu rentowności, tzw. BEP (Break Even Point), który określa wielkość produkcji (lub wartość sprzedaży), od której w efekcie wprowadzenia nowego wyrobu na rynek powstaje zysk (rys. 8). Działania związane z jak najszybszym wprowadzeniem na rynek nowego wyrobu muszą w efekcie doprowadzić do przyjęcia strategii logistycznej Concurrent Engineering w przedsiębiorstwie, pomimo ryzyka związanego z równoległym działaniem przez wiele zespołów ludzkich.

Rys. 8. Badania progu rentowności



gdzie: a - przychody ze sprzedaży wyrobu; b - koszty całkowite (stałe + zmienne)
 1- koszty całkowite dla przypadku produkcji seryjnej (np. sprzęgła);
 2- koszty całkowite maszyny w produkcji jednostkowej

Optymalny poziom produkcji, z punktu widzenia maksymalizacji zysku przedsiębiorstwa wyniesie⁵:

$$Z_{\max} = p \cdot q - c \cdot (q) \quad \text{dla } q > 0 \quad (1)$$

gdzie:

- p - jednostkowa cena sprzedaży wyrobu;
- q - ilość sprzedanych wyrobów (wielkość produkcji);
- c - koszty jednostkowe własne

Koszty całkowite produkcji wyrobu (suma kosztów zmiennych i stałych):

$$TC = c \cdot q \quad (2)$$

Natomiast próg rentowności jest określony jako:

$$BEP = \frac{\text{koszty stałe}}{\text{koszty jednostkowe (zmiennie)}} \quad (3)$$

4. WNIOSKI

- System Concurrent Engineering w projektowaniu maszyn jest możliwy do realizacji przy sprawnym obiegu informacji. Aby procesy logistyczne mogły sprawnie funkcjonować, konieczny jest prawidłowy obieg komunikacyjny i odpowiednie przekazywanie informacji w przedsiębiorstwie, jak i pomiędzy przedsiębiorstwami współpracującymi z sobą w tych procesach.
- Koszty wartościowania w procesie projektowania, zwłaszcza w systemie Concurrent Engineering są decydujące o nakładach finansowych związanych z wprowadzeniem nowego wyrobu na rynek.
- Analizy przedrealizacyjne nowych projektów maszyn transportowych (studium wykonalności, biznes plan) muszą uwzględniać konieczność wyznaczenia progu rentowności nowego produktu.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Korzeń Z., *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, Tom I i II, Biblioteka Logistyka ILiM. Poznań 1999.
- [2] Markusik S., *Warunki zarządzania przedsiębiorstwem innowacyjnym z uwzględnieniem systemów jakości*, Maszyny Dźwigowo-Transportowe, nr 3/1999.
- [3] Junnemann R., *Materialfluss und logistik. Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen*, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1989.
- [4] Szewczyk J., *Koniec tysiąclecia - walka ze starym paradygmatem CAD/CAM*, FORUM, Warszawa 2001.
- [5] Markusik S., Szytko J., *Economic conditions In Concurrent Engineering*, Proceedings XII International Conference „CAD/CAM Robotics and Factories of the Future”, London, 1996.
- [6] *Concurrent Engineering; The Route to World Class Engineering Management*. Hewlet Packard Co., 1994.

⁵ Markusik S., Szytko J., *Economic conditions In Concurrent Engineering*, Proceedings XII International Conference „CAD/CAM Robotics and Factories of the Future”, London, 1996

INTEGRATED SYSTEMS FOR DESIGNING TRANSPORTATION MACHINES

SUMMARY

Quick reaction on logistics service market, which is short time of designing and offering new products with the lack of its price establishment possibility, is the most important condition of competitive superiority preservation. It concerns both production and services enterprises, which are qualified in designing, research etc. Concurrent Engineering arose as an answer to the new market needs with the aim of increasing the technical efficiency of business on a higher level, mainly in the area of logistics and evaluation of the concept and project.

Recenzent: dr hab. inż. Tomasz Nowakowski