

SYSTEMY PRODUKTOWO-USŁUGOWE. PRZEGLĄD METOD PROJEKTOWANIA

Krzysztof SANTAREK, Mariusz SALWIN

Streszczenie: W artykule zaprezentowano podstawowe kwestie dotyczące serwicyzacji i systemów produktowo-usługowych. Przedstawiono pojęcie systemów produktowo-usługowych, ich klasyfikację i główne elementy. Omówione zostały metody projektowania systemów produktowo-usługowych.

Słowa kluczowe: serwicyzacja, system produktowo-usługowy, projektowanie systemów produktowo-usługowych

1. Wstęp

Zmianom w gospodarce towarzyszy wzrost znaczenia i udziału sektora usług w PKB. Procesy te prowadzą do serwicyzacji gospodarki i powstawania systemów produktowo-usługowych stanowiących kombinację wyrobów materialnych i związanych z nimi usług (zwykle wielu). W referacie omówiono przesłanki powstania i rozwoju serwicyzacji, cechy i typologie systemów produktowo-usługowych oraz ich elementy (filary). Projektowanie systemów produktowo-usługowych wymaga podejścia integrującego aspekty strategiczne i operacyjne, specyfikę projektowania wyrobów materialnych i niematerialnych usług oraz uwzględnienia całego cyklu życia systemu produktowo-usługowego. Główną treścią referatu jest prezentacja i analiza istniejących metod projektowania systemów produktowo-usługowych.

2. Serwicyzacja

Trend do wzrostu produktywności i towarzyszące temu procesy racjonalizacji prowadzą do zmiany struktury gospodarki. W krajach, których ten proces dotyczy, prowadzi to do względnego zmniejszenia roli przemysłu i zmiany struktury zatrudnienia. Efektem tego jest stopniowa dezindustrializacja – proces w którym następuje likwidacja tradycyjnych gałęzi przemysłu, w tym zwłaszcza ciężkiego i wydobywczego, stanowiących przez ponad 200 lat jedną z głównych sił napędowych rozwoju gospodarczego. Stare paradygmaty takie jak ekonomika skali produkcji i racjonalizacja działań są zastępowane nowymi, w których główną rolę pełnią innowacje i kreatywność pracowników. Wraz z zanikiem tradycyjnych gałęzi przemysłu powstają nowe, w tym sektory przemysłu wysokiej techniki (high-tech) oraz rozwój sektora zaawansowanych usług. Trwałe zmiany w strukturze zatrudnienia prowadzą do powstania społeczeństwa postindustrialnego, czyli poprzemysłowego. Termin ten oznacza społeczeństwo, w którym głównym źródłem utrzymania są usługi, w tym zwłaszcza związane z wytwarzaniem, gromadzeniem, przetwarzaniem, udostępnianiem i dystrybucją informacji. Niekiedy używa się określenia społeczeństwo informacyjne, co oznacza społeczeństwo, w którym głównym towarem staje się informacja zaś podstawowym zajęciem wytwarzanie, przechowywanie, przetwarzanie i przesyłanie informacji. Istotą serwicyzacji wyrobów jest odchodzenie przedsiębiorstw produkcyjnych

od projektowania, wytwarzania i sprzedaży wyłącznie (bądź głównie) wyrobów materialnych do sprzedaży kombinacji (systemów) wyrobów i usług, będących w stanie łącznie (wspólnie) zaspokajać specyficzne wymagania klientów [1]. Główną cechą serwicyzacji jest dostarczanie klientom większej ilości usług i treści zdematerializowanych zamiast fizycznego produktu, co oznacza, że firmy powinny poszerzać modele biznesowe ze sprzedawania produktów na sprzedaż usług [2].

Serwicyzacja określana jest również jako integracja towarów i usług lub proces dodawania usług. Dotyczy to dostarczania klientom pakietów (zestawów) produktów, usług, wsparcia, samoobsługi i wiedzy [1]. Definiowana jest także jako tendencja lub zmiana, w ramach której firmy produkcyjne oferują swoim klientom więcej i lepsze komponenty serwisowe [3, 4].

3. Systemy produktowo-usługowe

Koncepcja systemów produktowo-usługowych powstała pod koniec lat dziewięćdziesiątych i wywodzi się ze Skandynawii. Pierwotnie rozumiano je jako zestaw dostępnych na rynku produktów i usług zdolnych do wspólnego zaspokajania potrzeb użytkownika. System produktowo-usługowy dostarczany jest przez jedno przedsiębiorstwo, lub przez sojusz przedsiębiorstw. Taki system może zawierać produkty (bądź tylko jeden) oraz usługi dodatkowe. Może on również zawierać usługę i dodatkowy produkt. Produkty i usługi mogą być równie ważne dla realizacji wszystkich funkcji [5].

Serwicyzacja to zatem także strategia innowacji w biznesie oferująca zbywalne połączenie produktów i usług, które mogą wspólnie zaspokajać potrzeby i pragnienia klientów – o większej wartości dodanej i mniejszym wpływie na środowisko w porównaniu z już istniejącym systemem lub produktem [6].

Systemy produktowo-usługowe są modelem biznesowy, który ma na celu zapewnienie zrównoważonego rozwoju zarówno w zakresie konsumpcji jak też produkcji. Takie systemy wykorzystywane są przez przedsiębiorstwa oferujące połączenie produktu i związanych z nim usług [7].

W miarę ewolucji pojęcia systemów produktowo-usługowych pojawiło się określenie techniczny system produktowo-usługowy oraz przemysłowy system produktowo-usługowy.

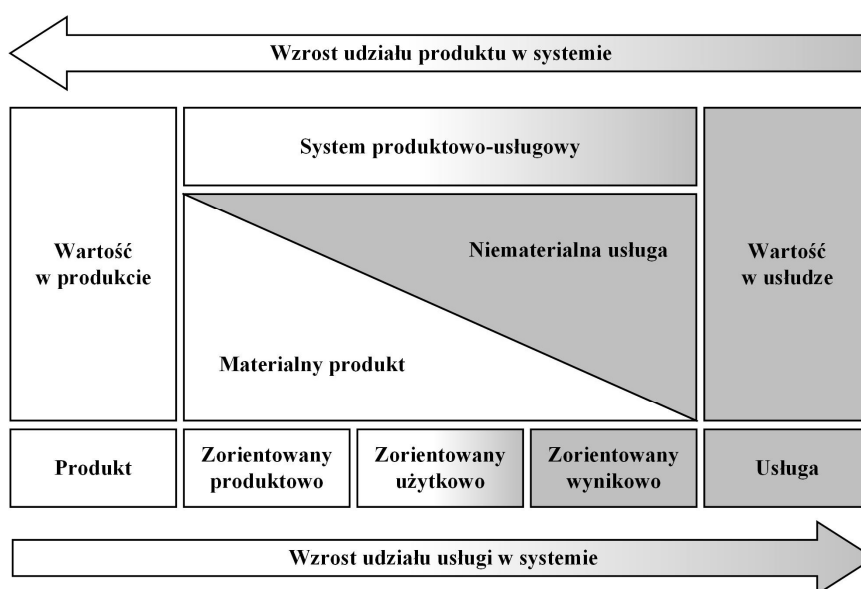
Techniczny system produktowo-usługowy uwypukla fizyczną stronę produktu rozszerzoną i dostosowaną poprzez usługi, które w większości stanowią jego niematerialną część. Taki rodzaj systemu produktowo-usługowego wyróżnia się najbardziej inwestycyjnym charakterem spośród wszystkich rodzajów systemu, podkreśla lepiej jego fizyczną część oraz lepiej oddaje relacje pomiędzy przedsiębiorcami wykorzystującymi te systemy, a klientami [8].

Przemysłowy system produktowo-usługowy można zdefiniować jako systematyczny pakiet, w którym usługi niematerialne są powiązane z produktami materialnymi w celu zakończenia różnych rodzajów działalności przemysłowej w całym cyklu życia produktu [9].

Przemysłowy system produktowo-usługowy charakteryzuje się zintegrowanym i wzajemnie ustalonym planowaniem, opracowywaniem, dostarczaniem i użytkowaniem produktów i usług wraz z ich nieodłącznymi komponentami oprogramowania w aplikacjach między firmami. Stanowi system socjotechniczny oparty na specjalistycznej wiedzy [10].

4. Klasyfikacja i filary systemów produktowo-usługowych

Systemy produktowo-usługowe dzieli się na systemy zorientowane produktowo, systemy zorientowane użytkowo oraz systemy zorientowane wynikowo (rys. 1).



Rys. 1. Klasyfikacja systemów produktowo-usługowych

Źródło: [11]

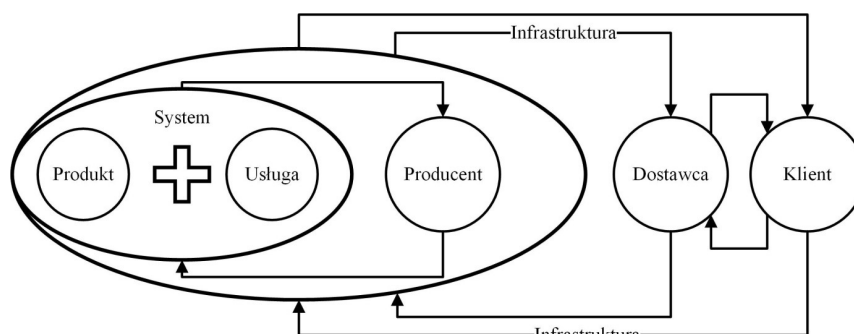
W pierwszej kategorii tych systemów producenci dostarczają materialny produkt, którego własność zostaje przeniesiona na klienta. Producent zapewnia również dodatkowe usługi, które obejmują naprawę, utrzymanie, dystrybucję, recykling, powtórne wykorzystanie, a także usług związane z doradztwem i pomocą klientom w optymalizacji wykorzystania danych produktów. W przypadku tego systemu produkt uważany jest za narzędzie wykorzystywane do dostarczania usług. W drugiej kategorii systemów to producenci są właścicielami produktów, klientom natomiast dostarczają możliwość korzystania z produktów oraz ich funkcji. Do wzorcowych przykładów tej kategorii systemów zalicza się dzierżawę, udostępnianie bądź wypożyczanie produktu. W trzeciej kategorii systemów producenci dostarczają konsumentom wyniki, rezultaty bądź zdolności jakie daje produkt. Producent oferuje dostosowane usługi, w celu zapewnienia określonych rezultatów, wyników lub zdolności za które płacą klienci [12].

Analizując tematykę systemów produktowo-usługowych można wyróżnić filary z których zbudowany jest każdy z takich systemów. Do takich filarów zalicza się (rys. 2):

- produkt – w systemie postrzegany jest jako towar fizyczny wyprodukowany w celu sprzedaży, spełniający potrzeby oraz wymagania konsumenta,
- usługa – w systemie postrzegana jest jako działalność, będąca wartością dodaną dla klienta, realizowana według standardów komercyjnych,
- system – postrzegany jest jako zbiór produktów i usług oraz zależności pomiędzy nimi [13].
- infrastrukturę – w systemie postrzegana jest ona jako różnego rodzaju artefakty,

które są konieczne przede wszystkim do dostarczenia produktu czy też usługi (technologie, systemy informatyczne),

- sieć dostawców – to producenci, dostawcy, a także partnerzy (serwisy, warsztaty naprawcze, sprzedawcy) [14].



Rys. 2. Filary systemów produktowo-usługowych
Źródło: opracowanie własne

5. Projektowanie systemów produktowo-usługowych

W literaturze przedmiotu istnieje szereg metod projektowania systemów produktowo-usługowych. H. Luiten, M. Knot i T. van Der Horst opracowali metodę Kathalys służącą do opracowywania zrównoważonych systemów produktowo-usługowych. Wyróżnia się w niej pięć ścieżek, które powinny być jednocześnie opracowywane w ciągu pięciu faz projektu:

- przyszłe badania - informacja środowiskowa zestawiana jest z potrzebami, trendami wśród użytkowników i potencjałem technologicznym. Ma to swoje konsekwencje w wizji przyszłości. Scenariusze przyszłości są często tworzone w celu poznania możliwości i wygenerowania pomysłów związanych ze zrównoważonym rozwojem. Rezultatem tej fazy jest jeden lub więcej pomysłów na zrównoważone innowacje systemowe.
- projekt systemu - w tej fazie określone są szczegółowo ramy systemu, który będzie rozwijany. W tej fazie bardzo ważne jest zbudowanie trwałych relacji z partnerami i ich zaangażowanie. Rezultatem jest plan projektu wspierany przez konsorcjum partnerów.
- specyfikacje produktu/usługi - w tej fazie rozwijane są produkty i usługi. Wynikiem jest koncepcyjny model produktu(ów) i pomysły usług.
- przedstawienie w szczegółach i testowanie - ponieważ rozwiązania są raczej często czymś nowym dla użytkownika, faza praktycznego testowania jest konieczna aby ocenić wartość dodaną dla klienta i wpływ rozwiązania na środowisko.
- wdrożenie - w tej fazie następuje ostateczny rozwój systemu. Wszystkie specyfikacje są określone i system, nie będący jeszcze w końcowym stadium, ale blisko takiego stanu, jest testowany i oceniany. Wszystkie elementy systemu mogą być w pełni rozwijane.

Do pięciu ścieżek, które powinny być jednocześnie realizowane w każdej fazie projektu, zalicza się:

- rozwój integracji produktu i usługi - rozwój systemu produktowo-usługowego.

- zrównoważony rozwój - w trakcie realizacji projektu, musi zostać dokonana ocena wkładu w zrównoważony rozwój. Na początku projektu wykorzystywana jest informacja środowiskowa w celu określenia potencjalnych rozwiązań.
- organizacja - w większości przypadków zaangażowanych jest kilku partnerów. W trakcie projektu partnerzy zobowiązują się do czegoś i muszą to wykonać.
- użytkownik - na początku projektu przeprowadzone są badania dotyczące klienta w celu określenia rynkowych trendów, potrzeb i pragnień. W końcowej fazie projektu badania dotyczące klienta obejmują oceny akceptacji przez klienta nowego systemu i jego zachowań podczas użytkowania.
- ekonomiczna wykonalność – oceniana w trakcie realizacji całego projektu.

Metoda Kathalys daje wytyczne do realizacji projektów zrównoważonych systemów produktowo-usługowych, począwszy od ustalenia wizji przyszłości a skończywszy na stworzeniu i wdrożeniu zrównoważonego systemu składającego się z produktów i usług [15].

N. Morelli oparł projektowanie systemów produktowo-usługowych, na modelu rozwoju usług. Autor wyszczególnił dwa wymiary przestrzeni projektowej: przestrzeń problemową i przestrzeń rozwiązań. Należy zaznaczyć, że przestrzeń problemowa prowadzi do generowania nowych rozwiązań. Projektowanie systemu produktowo-usługowego przebiega w następujących etapach:

- określenie potrzeb klienta,
- analiza rynku,
- tworzenie struktury produktów i usług,
- organizacja produkcji wyrobów i świadczenia usług,
- testowanie,
- wdrożenie.

W procesie projektowania fazy identyfikacyjne (związane z badaniami potrzeb klienta, testowaniem koncepcji) nakładają się na fazy realizacji projektu (definiowanie specyfikacji, generowanie zbioru pojęć, określenie ostatecznej konfiguracji). W tej fazie niezwykle istotny jest proces iteracyjny, koncentrujący się na przesłankach, które ostatecznie mają być spełnione. Samo badanie rynku odbywa się również we wstępnej fazie projektu systemu produktowo-usługowego [16].

H. Bullinger, K.F. Ahnrich, T. Meiren, podkreślili znaczenie ustalenia kryteriów dotyczących inżynierskich (technicznych) aspektów produktu w definiowaniu systemów produktowo-usługowych. Badania wskazują, że rola projektantów podczas projektowania systemu, różni się od zadań realizowanych w tradycyjnym rozwoju produktów. Dużą trudność sprawia wyznaczenie kompromisu pomiędzy obiektami fizycznymi (produktami) a usługami. Wynika to z faktu, że w modelowaniu proponowanego systemu produktowo-usługowego, zazwyczaj przywiązuje się mniej uwagi do usług. Trudno przewidzieć ludzkie zachowania i oczekiwania względem usług. Autorzy wskazują, że w metodologii tworzenia systemów produktowo-usługowych należy rozwiązać następujące aspekty:

- identyfikację wymagań zainteresowanych stron zaangażowanych w system produktowo-usługowy, w tym ich preferencji i ewentualnych zmian w przyszłości;
- zrozumienie i identyfikacja wpływów, kompromisów i różnic między produktami i usługami w całym cyklu ich życia,
- opracowywanie zintegrowanych rozwiązań dla produktów i usług, które uznaje się za całościowo funkcjonalne,
- precyzyjne zdefiniowanie systemu produktowo-usługowego,

- kompleksowa ocena opracowanych koncepcji systemu produktowo-usługowego, która uwzględnia indywidualny produkt i usługi, celem określenia zależności między nimi.

Należy zaznaczyć, że autorzy koncepcji systemów produktowo-usługowych wyróżnili szereg etapów uwzględnianych przy tworzeniu skutecznego systemu produktowo-usługowego. Zostały one pogrupowane w sześć kategorii: specyfikacja kontekstu, pozycjonowanie i preferencje zainteresowanych stron, etapy projektowania, cykl rozwojowy, analiza cyklu życia i reprezentacja [17].

T. Alonso-Rasgado, T. Thompson, G. Elfström, B. Elfström, opisali proces projektowania produktu totalnego - Total Care Product (TCP), który integruje sprzęt (produkt) i usługi w ramach jednej metodologii projektowania. Autorzy wyróżnili pięć etapów w projektowaniu systemów wsparcia usług dla produktu funkcjonalnego: tworzenie koncepcji dla systemu wsparcia usług, identyfikacja wymaganych podsystemów, integracja podsystemów, które razem będą świadczyć usługi, modelowanie proponowanego systemu usług oraz testowanie i wdrażanie [18].

J. Aurich, C. Fuchs i C. Wagenknecht wprowadzili pojęcie systematycznego projektowania usług technicznych związanych z produktami, które opierają się na modularyzacji powiązanej z odpowiednim procesem projektowania. Proponują model usług technicznych zorientowany obiektowo w celu specyfikacji usług technicznych podczas ich rzeczywistego projektowania. Do elementów usług wymienionych w modelu zalicza się:

- opis komponentu, który zapewnia ogólny opis usługi technicznej zarówno werbalnie, jak i graficznie;
- odniesienie do części obejmuje opis produktów, komponentów produktu lub profili użytkowników adresowanych przez służbę techniczną wraz z zamierzonymi skutkami dla nich;
- funkcja składowa opisuje środki służące do realizacji funkcji serwisowych;
- zasoby komponentu obejmują zarówno fizyczne, jak i fizyczne zasoby niezbędne do realizacji usługi.

Zgodnie z przedstawionym modelem opracowali oni systematyczny proces projektowania usług technicznych sugerując, że dostosowanie istniejących procesów projektowania produktów do specyfiki usług technicznych doprowadziłoby do lepszej ich akceptacji w przedsiębiorstwie [19].

H. Komoto i T. Tomiyama zaproponowali, aby w trakcie projektowania systemów produktowo-usługowych wykorzystać narzędzia wspierające działania obliczeniowe. W metodzie tej wykorzystują oprogramowanie CAD. W tej metodzie projektowania systemów produktowo-usługowych, projektanci określają cele dotyczące wymagań i ograniczeń systemu, jego jakości, otoczenia, w którym odbywa się działalność. Narzędzia CAD mogą być wykorzystywane zarówno przez dostawców jak i odbiorców [20].

E. G. Welp, H. Meier, T. Sadek i K. Sadek wskazują, że systemy produktowo-usługowe funkcjonujące w skali przemysłowej (zwane w ich koncepcji jako przemysłowe systemy produktowo-usługowe – IPS) mogą zawierać dowolną kombinację produktu i usługi. Sam rozwój koncepcji przemysłowych systemów produktowo-usługowych, przyczynia się do kształtowania rozwiązań, spełniających określone wymagania klienta. Wyroby muszą spełniać określone wymagania klientów. Autorzy proponują, aby rozwój koncepcji przemysłowych systemów produktowo-usługowych był odpowiedzialny za generowanie zasadniczych rozwiązań, które spełniają specyficzne wymagania klienta. Przedstawiają modelowe podejście do wspierania projektanta IPS generującego różnorodne modele

konceptyjne IPS² we wczesnej fazie rozwoju IPS. Określają oni trzy płaszczyzny systematycznego rozwoju koncepcyjnego IPS:

- płaszczyzna funkcji IPS,
- płaszczyzna obiektu IPS,
- płaszczyzna procesu IPS.

Określają również trzy różne typy elementów modelu:

- elementy systemu,
- elementy zakłóceń,
- elementy kontekstu.

Połączenie wszystkich typów elementów modelu, płaszczyzn i ich relacji stanowi heterogeniczny model koncepcyjny przemysłowego systemu produktowo-usługowego [21].

N. Mussang, P. Zwolinski i D. D. Brissaud opracowali metodę umożliwiającą techniczne projektowanie produktów i usług, w odniesieniu do pełnych wymagań systemowych. Podejście to wspiera kompleksowo projektowanie systemów produktowo-usługowych, począwszy od kształtowania struktury organizacji, aż do specyfikacji fizycznej produktów. Zastosowano w nim scenariusze operacyjne, aby możliwe było zidentyfikowanie głównych elementów (czyli obiektów fizycznych i jednostek usługowych). Projektowanie systemu produktowo-usługowego w tym ujęciu opiera się na modelu SADT (SADT - Structured Analysis and Design Technique), który jest zbiorem diagramów uporządkowanych w drzewa strukturalne, używanych do opisu działań na różnych poziomach szczegółowości [22].

P. Müller, N. Kebir, R. Stark i L. Blessing zaproponowali metodę rozwoju systemów-produktowo-usługowych o nazwie PSS Layer method. Metoda ta ma być stosowana we wczesnych fazach rozwoju, które obejmują sformułowanie zadania projektowego i fazy projektowania koncepcyjnego. Autorzy definiują metamodel dziewięciu głównych klas elementów systemu produktowo-usługowego: potrzeby, wartości, wyniki, podmioty, działania związane z cyklem życia, podstawowe produkty, otoczenie, kontrakty i finanse. Wszystkie klasy są prezentowane graficznie w celu uproszczenia prezentacji. Opracowany model zapewnia użytkownikowi strukturalny opis i całościowy obraz idei i koncepcji systemu produktowo-usługowego [23].

Y. Shimomura, T. Hara, T. Arai zaproponowali metodę zintegrowanego projektowania produktów i usług. Dobór usług należy rozpocząć już momencie wstępnego projektowania wyrobu, tak aby możliwe było maksymalizowanie wartości dla klienta. Wtedy możliwe jest uzyskanie efektu synergii. Podstawowym założeniem powinna być komplementarność produktów i usług. Model systemu produktowo-usługowego powinien dostosowywać się do zmiennych oczekiwań klienta (chodzi o generowaną wartość dla klienta). W zakresie parametrów modelu autorzy twierdzą, że funkcje najniższego poziomu są bezpośrednio związane z takimi atrybutami jak sprzęt, ludzie i oprogramowanie [24].

A. Tan, T. C. McAloone, L. E. Hagelskjær zaproponowali cztery fazy systemu produktowo-usługowego, które należy wziąć pod uwagę: propozycję wartości, cykl życia produktu, sieć działań, aktywne modelowanie procesów. Elementy te tworzą dziedzinę projektowania całego systemu. Natomiast analiza tych faz ułatwia zrozumienie, jakie są aktualne oczekiwania względem produktów i usług. W modelu tym autorzy nawiązali do cyklu Deminga (PDCA), składającego się z następujących faz: planowanie, wykonanie, sprawdzenie, działanie. Należy zaznaczyć, że każda z faz w tej koncepcji wspiera się nawzajem w celu zapewnienia spójności działań. Koordynacja i integracja działań rozwojowych, które nie są objęte powyższymi czterema, fazami sprawia, że projektowanie systemu produktowo-usługowego jest nie tylko związane ze strategią biznesową, lecz

również wpływa na cały model biznesowy przedsiębiorstwa [25].

Według A. V. G. Vijaykumara, R. Hussaina, R. Roy'a, A. Tiwariego i S. Evansa w projektowaniu systemu produktowo-usługowego powinno się uwzględnić potrzeby klienta, możliwości klienta, zakres produktów i usług, obowiązki interesariuszy [26].

Przedsiębiorstwo HFC w projektowaniu systemów produktowo-usługowych stosuje metodykę zarządzania projektami PMI (Project Management Institute, www.pmi.org). W tym podejściu, w trakcie tworzenia systemu produktowo-usługowego należy opracować poszczególne zadania przewidziane planem oraz skoordynować oraz zsynchronizować działania wszystkich wykonawców. Istotne są aspekty realizacji projektu oraz regularne dokumentowanie przebiegu jego realizacji. Do powodzenia projektu przyczynia się sprawne funkcjonowanie zespołu [27].

Podejście do projektowania systemów produktowo-usługowych rozwijane przez Y. S. Kim, W. Lee, S. R. Kim, H. Jeong, J. H. Kim nazywane jest modelem przystępności, który należy rozumieć jako swoistą informację na temat wykorzystania określonego obiektu czy też zjawiska. W tym ujęciu możliwe jest połączenie produktu i usługi w wyniku uzyskania informacji na temat oczekiwań konsumentów względem takiego wyrobu. Metoda składa się z następujących etapów:

- badania użytkowników i produktów – w tej fazie gromadzone są informacje o działaniach użytkowników i ewentualnej strukturze produktów. Realizowane są badania dotyczące poszczególnych zadań i modelowania funkcjonalnego w celu zrozumienia oczekiwań użytkowników.
- analizy przychodów - jest to istotny aspekt dotyczące relacji między użytkownikami a produktami. Definiowanie tych związków jest realizowane w dwóch etapach: zrozumienie wymagań użytkownika oraz interpretowanie wymagań pod względem ich dostępności (osiągalności).
- analizy interakcji – w tym etapie tworzy się sieć powiązań pomiędzy użytkownikami i funkcjami produktu. W trakcie kojarzenia zadań użytkownika i funkcji technicznych produktu rozważane są trzy rodzaje interakcji: fizyczne, poznawcze i kompleksowe. Grupowanie elementów interakcji dokonywane jest w celu zdefiniowania funkcjonalnych możliwości ich wykonalności.
- symulacji i oceny – w tej fazie projektanci wykorzystują ocenę zaleceń i opcji opartych na zidentyfikowanych interakcjach.

Plan usług oraz funkcje całego systemu są powiązane. Z całego zestawu usług należy wybrać docelowe funkcje i czynności; wtedy też zdefiniowane zostaną elementy usługi. W dalszej kolejności po zdefiniowaniu elementu usługi przeprowadzana jest analiza interakcji funkcji i czynności, a także zidentyfikowanie niezbędnych cech związanych z wykonalnością. Generowanie możliwych sposobów realizacji wymaganych funkcji realizowane jest przy wykorzystaniu metody morfologicznej. Na koniec definiowane są elementy produktu, a następnie opracowywane są alternatywne koncepcje systemu produktowo-usługowego [28].

G. Vasantha, R. Roy, A. Lelah, D. Brissaud podjęli próbę opracowania modelu oceny dojrzałości systemu produktowo-usługowego. Wzięto pod uwagę zróżnicowany zakres parametrów systemów produktowo-usługowych. Na podstawie analizy metodologii projektowania systemów produktowo-usługowych zaproponowanych w literaturze wygenerowano model dojrzałości systemu produktowo-usługowego [29].

Metoda opracowana przez P. Marquesa, P. F. Cunha, F. Valente, A. Leitao łączy zarówno rozwój produktów i jak i usług. Składa się ona z czterech etapów:

- etap 0 – przygotowanie organizacji – na tym etapie dąży się do alokacji zasobów,

aby możliwe było stworzenie systemu produktowo-usługowego (rozwiązania), którego oczekują klienci.

- etap 1 – planowanie – identyfikacja potrzeb klienta i rynku, opracowywane są pomysły i definiowane cele systemu, ma miejsce analiza związana z określeniem potencjalnych korzyści i kosztów projektu. Na tym etapie uwzględniane są również istniejące już rozwiązania. Wszystkie pomysły oceniane są z perspektywy klientów. Na tej podstawie formułowane są wstępne założenia systemu produktowo-usługowego.
- etap 2 – projektowanie - faza projektowania koncentruje się na zintegrowanym zarządzaniu produktem i usługami, z wykorzystaniem zdefiniowanych procesów i dostępnych środków, metod i technik koniecznych do realizacji projektu. Rozwój koncepcji systemu następuje w oparciu o badania i wcześniej zidentyfikowane potrzeby i wymagania klientów. Ma również miejsce testowanie systemu w celu znalezienia możliwych ulepszeń.
- etap 3 – wdrożenie – po zakończeniu procesu projektowania systemu produktowo-usługowego rozpoczyna się sprzedaż zintegrowanego produktu. Konieczne jest zatem przygotowanie i przeprowadzenie działań w zakresie logistyki, marketingu i organizacji. Możliwe jest świadczenie usług przez partnerów zewnętrznych, jednak należy prowadzić kontrolę ich działalności. Zachodzi również konieczność szkolenia w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu świadczonych usług. W tym etapie działalności może zaistnieć potrzeba wprowadzenia zmian, a także rekonfiguracji systemu, aby dostosować się do zmiennego środowiska [15].

J. Ost Scherer, A. P. Kloeckner, J. L. Durate Ribeiro, G. Pezzotta zastosowali podejście marketingowe. Według tego podejścia w pierwszej kolejności następuje generowanie pomysłów. Następnie dokonywana jest ich ocena, selekcja i wybór. Projektowane są założenia dla systemu produktowo usługowego, jego projektowanie, realizacja (budowa, wytworzeni) a na końcu akcja promocyjna i komercjalizacja (wprowadzenie na rynek) [25].

6. Wnioski

W artykule dokonano przeglądu osiągnięć w zakresie metodologii projektowania systemów produktowo-usługowych. Przedstawiona wnikliwa prezentacja podejść i metod projektowania systemów produktowo-usługowych pokazuje na istotne znaczenie tego typu rozwiązań, a zarazem intensywne prace badawcze w tym zakresie.

Metodyki projektowania systemów produktowo-usługowych skupiają się zasadniczo na trzech: problemach: procesach projektowania integrujących produkty i usługi, definicjach nowych terminologii oraz rozważaniach dotyczących planowania i projektowania etapów cyklu życia produktu. Duża większość z przedstawionych podejść do projektowania to propozycje naukowców, tylko kilka z nich zostało z powodzeniem wdrożone do praktyki przemysłowej.

Warto zaznaczyć, iż niektóre podejścia i metodyki projektowania systemów produktowo-usługowych uwzględniają kontekst strategiczny, czyli osadzenie w modelu biznesowym działalności. Należy również wskazać, iż przeanalizowane podejścia i modele są tworzone, opracowywane i prezentowane po prostu na bardzo ogólnym, przez co uwzględniając uwarunkowania runku i działalności określonego przedsiębiorstwa, a także całej branży, występują ich trudności adaptacyjne.

W kolejnych etapach prac należy dokonać kompleksowej analizy metod projektowania systemów produktowo-usługowych ze szczególnym uwzględnieniem wymagań

technicznych. Niezbędna tu będzie kompleksowa analiza metod i wyznaczenie ich cech wspólnych i różniących. Wszystko to przyczyni się do zidentyfikowania luki badawczej i opracowania własnej metody projektowania.

Literatura

1. Vandermerwe S., Rada J., Servitization of Business: Adding value by adding services, *European Management Journal*, Vol. 6, 1988, s. 314-324
2. Sakao T., Shimomurab Y., Sundin E., Comstock M., Modeling design objects in CAD system for Service/Product Engineering, *Computer-Aided Design*, Vol. 41, 2009, s. 197-213.
3. Ward Y., Graves A., Through-life management. The provision of integrated customer solutions by aerospace manufacturers, University of Bath, School of Management, Working Paper Series, 2005, s. 6-7.
4. Ren G, Gregory M., Servitization in manufacturing companies: a conceptualization, critical review and research agenda. 16th Annual Frontiers in Service Conference, San Francisco, 4-7 October; 2007.
5. Goedkoop M. J., van Halen C. J. G., te Riele H. R. M., Rommens P. J. M., Product service systems, ecological and economic basis. PriceWaterhouseCoopers N. V. / PiMC, Storm C. S., Pre Consultants, 1999.
6. Manzini, E., Vezzoli, C., Clark, G., Product-Service Systems: using an existing concept as a new approach to sustainability, *Journal of Design Research*, Vol. 1, 2001, s. 12-18.
7. Santarek K., Salwin M.: Systemy produktowo-usługowe, w: Knosala R. (red.): „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Tom I, Opole 2017, s. 863-873.
8. Azarenko A., Roy R., Shehab E., Tiwari A., Technical product-service systems: some implications for the machine tool industry, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20, 2009, s. 700-722.
9. Jiang P., Fu Y., A new conceptual architecture to enable iPSS as a key for service-oriented manufacturing executive systems, *International Journal Internet Manufacturing Services*, Vol. 2, 2009, s. 30-42.
10. Meier H., Roy R., Seliger G., Industrial product-service system e-IPS2, *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, Vol. 59, 2010a, s. 607-627.
11. Tischner U., Verkuijl M., Tukker A., First Draft PSS Review, SusProNet Report, Cologne, Germany, TNO-STB, Delft, 2002.
12. Tukker A., Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability?, *Experiences from SusProNet, Business Strategy and the Environment*, Vol. 13, 2004, s. 246-260.
13. Baines T. S., Lightfoot H. W., Evans S., Neely A., Greenough R., Peppard J., Roy R., Shehab E., Braganza A., Tiwari A., Alcock J., Angus J., Bastl M., Cousens A., Irving P., Johnson M., Kingstone J., Lockett H., Martinz V., Michele P., Tranfield D., Walton I., Wilson H., State-of-the-art in product-service systems, *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 49, nr 22, 2007, s. 1543-1552.
14. Lim C., Kim K., Hong Y., Park K., PSS Board: a structured tool for product-service system process visualization, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 37, 2012, s. 42-53.
15. Luiten H., Knot M., van Der Horst T., Sustainable Product-Service-Systems: the Kathalys method, *Proceedings 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, 2001, s. 190-197.

16. Morelli N., Designing product/service systems. A methodological exploration, *Design Issues*, Vol. 18, nr 3, 2002, s. 3-17.
17. Bullinger H., Ahnrich K. F., Meiren T., Service engineering—methodical development of new service products, *International Journal of Production Economics*, 2003, Vol. 85, nr 3, s. 275-287.
18. Alonso-Rasgado T., Thompson G., Elfström B., The design of functional (total care) products, *Journal of Engineering Design*, Vol. 15, nr. 6, 2004, s. 515-540.
19. Aurich J., Fuchs C., Wagenknecht C., Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14, nr 17, 2006, s. 1480-1494.
20. Komoto H., Tomiyama T.: Integration of a service CAD and a lifecycle simulator, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, nr 57, 2008, s. 9-12.
21. Welp E.G., Meier H., Sadek T., Sadek K., Modelling approach for the integrated development of Industrial Product-Service Systems, *The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems 2008*.
22. Maussang N., Zwolinski P., Brissaud D., Product-Service System design methodology: from the PSS architecture design to the products specifications, *Journal of Engineering Design*, Vol. 20 nr 4, 2009, s. 349 -366.
23. Müller P., Kebir N., Stark R., Blessing L., PSS Layer Method – Application to Microenergy Systems, w: Sakao T., Mattias L., *Introduction to Product/Service-System Design*, 2009, Springer Publisher, s. 3-29.
24. Shimomura Y., Hara T., Arai T., A unified representation scheme for effective PSS development, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, nr 58, 2009, s. 379-382.
25. Tan A., McAlone T. C., Hagelskjær L. E., Reflections on product/service-system (PSS) conceptualisation in a course setting, *International Journal of Design Engineering* 2009.
26. Vijaykumar A. V. G., Hussain R., Roy R., Tiwari A., Evans S., A framework for designing product-service systems, *International Conference on Engineering Design, ICED11, Technical University of Denmark, 15-18 August 2011*, s. 3-10.
27. <http://www.hfcsystems.pl/oferta/zarzadzanie-oferta-produktowo-uslugowa/>, dostęp dnia 07.07.2017r.
28. Kim Y. S., Lee S. W., Kim S. R., Jeong H., Kim J. H., A Product-Service Systems design method with integration of product elements and service elements using affordances, <http://servdes.org/pdf/2012/kim-lee-kim-jeong-kim.pdf>.
29. Vasantha G., Roy R., Lelah A., Brissaud D., A review of product-service systems design methodologies, *Taylor & Francis*, Vol. 9, nr 23, 2012, s. 635-659.
30. Marques P., Cunh P. F., Valente F., Leitao A., A methodology for product-service systems development, *Procedia CIRP*, nr 7, 2013, s. 371-376.
31. Scherer J. O., Kloeckner A. P., Duarte Ribeiro J. L., Pezzotta G., Product-service system (PSS) design: using Design Thinking and Business Analytics to improve PSS design, *Procedia CIRP*, Vol. 47, 2016, s. 341-346.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SANTAREK,
 Mgr inż. Mariusz SALWIN
 Zakład Organizacji Procesów Produkcyjnych,
 Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych
 Wydział Inżynierii Produkcji, Politechnika Warszawska
 02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85
 tel./fax: (0-22) 234 8271/(0-22) 849 9390
 e-mail: k.santarek@wip.pw.edu.pl, mariusz.salwin@onet.pl