

ANDRZEJ SOŁTYSIK

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach¹

ROZWIĄZANIA PROGRAMOWE I SPRZĘTOWE WSPIERAJĄCE PROCESY WIRTUALIZACJI

Streszczenie

Niniejszy artykuł stanowi krótki przegląd zagadnień związanych z wirtualizacją. Skoncentrowano się na określeniu roli, jaką mogą odgrywać poszczególne rozwiązania programowe i sprzętowe ze wspieraniem procesów wirtualizacji. Podkreślone zostało także znaczenie integracji wieloplatformowych rozwiązań z wykorzystaniem nowych kanałów komunikacyjnych. Celem niniejszego opracowania jest omówienie roli, jaką odgrywają różnorodne rozwiązania programowe i sprzętowe wspierające procesy wirtualizacji.

Słowa kluczowe: wirtualizacja, sieci teleinformacyjne, systemy rozproszone.

Wprowadzenie

Dynamicznie rozwijające się organizacje poszukują coraz to lepszych rozwiązań pomagających osiągnąć i utrzymać przewagę konkurencyjną. Podstawą tego trendu tradycyjnie jest coraz szersze wykorzystywanie nowoczesnych technologii informatycznych wspomagających przenoszenie poszczególnych aspektów działalności biznesowej organizacji do cyberprzestrzeni i rozwój społeczeństwa informacyjnego. Powstają w ten sposób innowacyjne formy prowadzenia działalności zorganizowanej w różnych sferach ludzkiej aktywności. Każda współczesna organizacja jest w pewnym określonym stopniu zwirtualizowana. Współczesna technologia informacyjna daje możliwość posługiwania się szerokim wachlarzem rozwiązań z dziedziny lokalnych i globalnych sieci teleinformacyjnych, zwłaszcza technologii internetowych, dostępu w czasie rzeczywistym do rozproszonych baz danych, narzędzi multimedial-

¹ Katedra Informatyki, Wydział Informatyki i Komunikacji.

nych i hipermedialnych umożliwiających, obok tradycyjnej transmisji danych, transmisję obrazu i dźwięku, narzędzi sztucznej inteligencji, technologii agentowych, sprzętowej i programowej wirtualizacji zasobów i wielu innych.

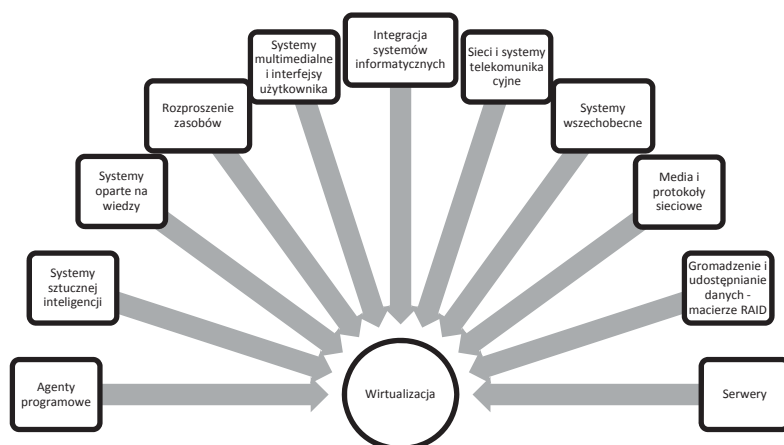
1. Wpływ wirtualizacji na funkcjonowanie współczesnej organizacji

Rosnąca ilość danych związanych z wszelkimi procesami zachodzącymi w organizacji wymusza użycie coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań programowych i sprzętowych. Bezustanna ewolucja sprzętu i oprogramowania pozwala na pokonywanie coraz to nowych barier. Oferowana przez współczesne komputery moc obliczeniowa rośnie znacznie szybciej niż koszty ich produkcji. W większości systemów informatycznych funkcjonujących we współczesnych organizacjach podstawową funkcjonalnością staje się możliwość jednoczesnej pracy wielu użytkowników w tym samym czasie. Jednocześnie wraz z rozwojem organizacji zwiększa się liczba użytkowników, ich zapotrzebowanie na zasoby obliczeniowe. Jest to szczególnie zauważalne w organizacjach wirtualnych, w których obrębie poszczególni użytkownicy mogą być dodatkowo w znacznym stopniu rozproszeni. Wirtualizacja organizacji pociąga za sobą zmianę podejścia do przetwarzania informacji. Gromadzone w systemach informatycznych informacje muszą być dostępne w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie. Wirtualizacja powoduje zacieśnianie i wdrażanie nowych form powiązań z partnerami biznesowymi, powstawanie nowych kanałów dystrybucji i marketingu, tworzenie rynku elektronicznego oraz centrów wirtualnych i centrów informacji (Kubiak, Korowicki 1997). Na przykład w sferze personalnej wirtualizacja ujmowana jest jako „proces przemiany przestrzeni organizacyjnej i budowanie więzi (także elektronicznych) na gruncie podzielanych systemów wartości między menedżerami liniowymi, kierownikami zespołów zadaniowych a menedżerami czy specjalistami personalnymi, w celu przekazania informacji i realizowania zadań kadrowych”, czego skutkiem jest ograniczenie, a nawet wyeliminowanie kontaktów bezpośrednich (Listwan 2010, s. 241). Skutkiem tych zmian jest wprowadzenie nowych form komunikacji, zapewniających stworzenie niezbędnej dla wirtualizacji infrastruktury komunikacyjnej, opartej w głównej mierze na otwartych systemach informatycznych zdolnych do współpracy z analogicznymi systemami partnerów biznesowych za pośrednictwem globalnej sieci, z wykorzystaniem kompatybilnych platform sprzętowych i programowych. Konieczne jest jednak ustalenie jednolitych standardów przetwarzania i formatów wymiany informacji. Przykładowo, w Polsce dostępnych jest ponad 100 niekompatybilnych platform ERP. Biorąc dodatkowo pod uwagę użycie oprogramowania służącego do wspomagania obsługi specjalistycznych, unikalnych procesów, organizacje stają przed ogromnym problemem zapewnienia integracji systemów działających na różnych platformach systemowo-programowych.

2. Rozwiązania programowe wykorzystywane w procesach wirtualizacji

Wirtualizacja stawia przed organizacją dodatkowe wyzwania dotyczące infrastruktury informatycznej. Przeniesienie organizacji do przestrzeni wirtualnej wymaga zapewnienia niezawodnego dostępu do wymaganych zasobów. Podstawą do zapewnienia wymaganej elastyczności systemów informatycznych jest ich modularność. Podczas tworzenia oprogramowania preferowane jest zastosowanie podejścia obiektowego, dzięki któremu system jest zbiorem luźno powiązanych autonomicznych komponentów, komunikujących się między sobą za pomocą odpowiednio zdefiniowanych interfejsów. Daje to możliwość dowolnego i elastycznego łączenia z innymi komponentami zewnętrznymi i wewnętrznymi i wchodzenia z nimi w dowolne interakcje. Sporym ułatwieniem może być także automatyczna konfiguracja systemu, możliwa dzięki dużej parametryzacji. Niezbędne jest kompleksowe wykorzystanie technologii internetowej ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań komunikacyjnych – związanych z przesyłem multimedialnym – oraz pełniejsze wykorzystanie rozwiązań intranetu, ekstranetu i portali korporacyjnych. Współdzielenie danych ułatwić może pełniejsze wykorzystanie hurtowni danych, co pozwoli także na integrację ze specjalizowanymi systemami CAD/CAM, czy automatyki przemysłowej.

Poszczególne grupy narzędzi wspierających procesy wirtualizacji są zazwyczaj bardzo trudne do wyodrębnienia. Dzieje się tak z powodu coraz większej integracji współczesnych systemów informacyjnych. Możliwe jest zdefiniowanie poszczególnych narzędzi (rys. 1), ale w praktyce niemożliwe jest odizolowanie ich od pozostałych przy zachowaniu pełnej funkcjonalności.



Rys. 1. Rozwiązania wspierające procesy wirtualizacji

Źródło: opracowanie własne.

Zapotrzebowanie na konkretny sprzęt i oprogramowanie zależy od specyfiki wirtualizowanych procesów i może być znacznie zróżnicowane.

Niezbędnym ogniwem łączącym poszczególne podmioty tworzące organizację są zintegrowane systemy informacyjne. Zarówno reorganizacja istniejącej, jak i utworzenie nowej organizacji wymaga stworzenia systemu informacyjnego, który będzie w stanie zintegrować przetwarzanie danych dotyczących poszczególnych procesów w niej zachodzących. Zintegrowane systemy informatyczne przeważnie tworzone są z modułów obsługujących poszczególne sfery działalności organizacji (marketing, planowanie, zaopatrzenie, techniczne przygotowanie i sterowanie produkcją, sprzedaż, dystrybucja, zarządzanie zasobami ludzkimi, moduł finansowo-księgowy, controlling, logistyka) (Adamczewski 2005). W kontekście wspierania wirtualizacji wśród najistotniejszych cech systemów zintegrowanych wyróżnić należy przede wszystkim możliwość elektronicznego połączenia i wchodzenia w interakcję z otoczeniem poprzez sieci teleinformatyczne, modułowość i wieloplatformowość.

Dla zapewnienia komunikacji i współpracy podmiotów rozproszonych geograficznie konieczne jest wykorzystanie niezawodnych rozwiązań telekomunikacyjnych. Rosnąca w ogromnym tempie ilość przesyłanych informacji oraz ich adresatów wymusza sięgnięcie po najefektywniejsze połączenia. Całokształt procesów wirtualizacji bazuje na sieciach komputerowych, zapewniających połączenie między rozproszonymi systemami informacyjnymi. Cennymi rozwiązaniami komunikacyjnymi wspierającymi wirtualizację mogą okazać się systemy wszechobecne, zapewniające połączenie możliwości lokalnych i globalnych połączeń teleinformatycznych, telefonii kablowej, komórkowej i satelitarnej, telewizji interaktywnej, Internetu, WWW, serwisów online. Przydatną cechą oferowaną przez systemy wszechobecne jest możliwość przetwarzania danych z wykorzystaniem nowych mobilnych urządzeń, oferujących dużą moc obliczeniową. Dzięki nim dostęp do niezbędnych informacji możliwy jest w każdym miejscu i w dowolnym momencie. Poza niezawodnym dostępem do informacji konieczne jest także zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Implementacja niezawodnych narzędzi chroniących przed nieuprawnionym dostępem pomoże zapewnić konkurencyjność rozwiązaniom i technologiom stosowanym przez organizację.

Coraz częściej przesyłanym typem danych są multimedia, charakteryzujące się dużym rozmiarem, przez co są niezwykle wrażliwe na opóźnienia. Podstawą przydatności danych multimedialnych w procesach wirtualizacji jest ich naturalna cecha, którą stanowi architektura rozproszona. Rozproszenie i replikacja danych multimedialnych jest procesem naturalnym, gdyż poszczególne typy multimediiów (audio, wideo, obrazy) są składowane na serwerach dedykowanych do udostępniania konkretnego typu danych.

Wykorzystanie transmisji strumieniowej eliminuje konieczność przechowywania przez odbiorcę całości transmisji i pozwala na niemal natychmiastowy dostęp

do jej zawartości. Szczególnie przydatne w procesach wirtualizacji jest jednocześnie użycie wielu strumieni, co pozwala na jednoczesną transmisję identycznego, bądź częściowo spersonalizowanego przekazu do poszczególnych odbiorców. Narzędzia multimedialne, wykorzystywane w procesach wizualizacji danych i procesów biznesowych, pozwalają na usprawnienie komunikacji poprzez wspieranie wymiany informacji z wykorzystaniem wszelkich dostępnych mediów w celu imitacji otaczającej człowieka rzeczywistości i sposobu jej postrzegania. Systemy multimedialne umożliwiają w sposób zintegrowany tworzenie, przetwarzanie, prezentację i dzięki dużej przepustowości sieci niezawodne przesyłanie informacji.

Rozproszenie systemów informacyjnych oraz baz danych pozwala na praktycznie nieograniczone zwiększanie efektywności i pojemności poprzez dodawanie nowych węzłów. Pozwala to, w połączeniu z odpowiednią alokacją i replikacją danych w poszczególnych węzłach, na zoptymalizowanie i przyspieszenie dostępu, zwiększenie bezpieczeństwa danych i równomierne rozłożenie obciążenia sieci. Jednakże aby rozproszenie danych skutecznie wspierało procesy wirtualizacji, konieczne jest:

- dokonanie wyboru odpowiedniego sposobu rozproszenia (alokacji) danych między poszczególne węzły,
- dokonanie właściwego wyboru danych, które mają być replikowane, aby zapewnić poszczególnym partnerom dostęp do zasobów niezbędnych do wykonywania zadań w ramach współpracy,
- integracja danych z różnych serwerów i platform systemowych przy przetwarzaniu zapytań, wymagająca niejednokrotnie dokonywania konwersji,
- stworzenie systemu umożliwiającego zarządzanie rozproszonymi transakcjami,
- odpowiednie utrzymanie, zabezpieczenie i pielęgnacja rozproszonych zasobów.

3. Wspieranie procesów wirtualizacji przez systemy oparte na wiedzy

Systemy oparte na wiedzy stanowią dzisiaj podstawę funkcjonowania organizacji. Dzięki ich zastosowaniu organizacja wykorzystuje swój potencjał ekonomiczny związany z potencjałem intelektualnym pracowników (Koźmiński 2001) oraz zdolna jest do wprowadzania innowacji (Fic M., Fic D. 2004, s. 270). Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii teleinformatycznych możliwe jest wspieranie procesów wirtualizacji poprzez ekstrahowanie wiedzy, jej przyswajanie, magazynowanie, przekazywanie i coraz efektywniejsze wykorzystywanie. Odpowiednio wykorzystana wiedza staje się jednym z podstawowych czynników wzrostu i podejmowania określonych decyzji. Z wiedzą nierozzerwalnie łączy się odkrywanie, kreowanie i utrzymanie kapitału ludzkiego. Tworzą go pracownicy, klienci,

dostawcy oraz osoby związane umowami. Kapitał ludzki dąży nieustannie do samodoskonalenia, poprzez gotowość do podnoszenia kwalifikacji zawodowych, kształtowanie wiedzy i umiejętności przez cały okres aktywności zawodowej. Z pojęciem kapitału ludzkiego wiąże się także kapitał intelektualny oznaczający zdolność do tworzenia wiedzy i jej transferu na użytek własny oraz innych podmiotów społeczno-gospodarczych.

W procesach wirtualizacji olbrzymi potencjał oferują systemy sztucznej inteligencji. Dzięki ich wykorzystaniu możliwe jest między innymi tworzenie inteligentnych systemów zarządzania dokumentami, usprawniających gromadzenie i klasyfikowanie dokumentów, znacznie zwiększających dostępność i przyspieszających wyszukiwanie, a także wersjonowanie, rejestrowanie wszelkich dokonywanych zmian. Podstawą zarządzania procesami mogą okazać się systemy obiegu pracy (*workflow*) – wspierające realizację określonych procedur i pozwalające na całkowitą bądź częściową automatyzację poszczególnych procesów biznesowych, zarządzanie przydziałem zadań i harmonogramem ich realizacji. Tradycyjnie systemy wspomagania decyzji i systemy eksperckie wspierają z kolei zarządzanie organizacją. Zaawansowane systemy informatyczne, usprawniające zarządzanie wiedzą, stwarzają warunki do efektywnej współpracy podmiotów w ramach organizacji wirtualnej, w wyniku której tworzona jest nowa wiedza i dzięki temu lepiej realizowane są cele.

Agenty programowe wspierające procesy wirtualizacji znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie zachodzą procesy oparte na wiedzy. Ze względu na realizowane funkcje mogą one spełniać zróżnicowane role. Przykładowym zastosowaniem w procesach wirtualizacji są agenty wyszukujące informacje w Internecie, przeszukujące sieć WWW w celu zlokalizowania potrzebnych informacji na podstawie podanych słów kluczowych. Przykładowo program śledzący systemy rekrutacyjne i portale społecznościowe w celu odnalezienia oferty kandydata posiadającego wymagane kompetencje. Bardzo ważnym w kontekście wirtualizacji rozwiązaniem są agenty monitorujące rozmieszczenie tematów w sieci, których zadaniem jest automatyczne informowanie podmiotów organizacji o pojawiających się wiadomościach, które należą do ich obszaru zainteresowań. Tego typu programy mogą monitorować określone ogólnodostępne serwisy internetowe w oczekiwaniu na pojawienie się określonych sygnałów, stanowiąc swoiste systemy wczesnego ostrzegania. W procesach wirtualizacji wykorzystywane mogą być także agenty poprawiające możliwości przeglądania stron WWW. Jednym z ważniejszych zastosowań agentów jest wspomaganie obsługi procesów komunikacyjnych zachodzących zarówno wewnątrz organizacji, jak i pomiędzy organizacją a jej otoczeniem – wirtualnych asystentów, czyli programów, które mają za zadanie inteligentne doradzanie użytkownikom. Wśród nich niezwykle istotną rolę spełniają programy konwersacyjne. Tego typu programy mogą pełnić niezwykle istotną rolę jako aktywne elementy interfejsu. Agenty mogą także wspierać optymalizację zaopatrzenia w surowce i dystrybu-

cji produktów gotowych przez Internet, ułatwiając ich odnalezienie oraz przetwarzając informacje ich dotyczące (Paprzycki 2003).

4. Rozwiązania sprzętowe wspierające procesy wirtualizacji

Urządzenia i systemy operacyjne umożliwiają wirtualizację zasobów sprzętowych i programowych, wspierając tradycyjne systemy informatyczne w chwili, gdy nie są one w stanie zaspokoić w optymalnym stopniu zapotrzebowania użytkowników na poszczególne zasoby. Wirtualizacja pozwala na zoptymalizowanie wykorzystania posiadanych zasobów sprzętowych i programowych, tak aby nie było konieczności nadmiernego rozbudowywania infrastruktury sprzętowej, a moc obliczeniowa posiadanego przez organizację sprzętu komputerowego była w pełni wykorzystana przez oprogramowanie. Konieczne jest jednak bezustanne monitorowanie bieżącego wykorzystania poszczególnych zasobów, tak aby każdy z użytkowników mógł elastycznie i efektywnie wykorzystywać niezbędne na swoim miejscu pracy systemy informatyczne. Niewykorzystane moce obliczeniowe serwerów mogą być zoptymalizowane przez zastosowanie odpowiedniego oprogramowania pozwalającego na ich współdzielenie pomiędzy wiele rozwiązań programowych jednocześnie. Możliwa jest instalacja i użytkowanie wielu systemów operacyjnych na jednym urządzeniu, a co za tym idzie mniejsza dywersyfikacja konfiguracji sprzętowych. Powoduje to znaczne obniżenie kosztów utrzymania gotowości sprzętu i jego serwisowania, pozwala na mniejsze zużycie energii elektrycznej oraz ułatwia zarządzanie całym środowiskiem.

Wśród urządzeń wspierających procesy wirtualizacji zauważyć można nieustanny rozwój technologiczny. Urządzenia wspierają zgodnie ze swoim przeznaczeniem określone funkcjonalności. Z punktu widzenia wirtualizacji najistotniejsza wydaje się być rola szybkich, bezpiecznych i niezawodnych urządzeń gromadzących, udostępniających i transportujących informacje. Wśród urządzeń służących do przechowywania danych swą pozycję ugruntowały redundantne macierze dyskowe (RAID). W nowoczesnych centrach danych utrzymywane są wielodyskowe macierze, najczęściej RAID poziomu 5 lub 6 (bezpieczniejsze, ale mniej wydajne). Zwykle macierze są mirrorowane, a dodatkowym zabezpieczeniem jest technologia aktywnego dysku zapasowego (hot spare), który w razie awarii automatycznie zastępuje uszkodzony element. Jest to niezwykle istotne w środowiskach, gdzie liczy się minimalizacja czasu ryzyka wystąpienia awarii kolejnego dysku oraz utraty danych. Wspecjalizowane urządzenia poza obsługą nadmiarowości dają także możliwość szybkiego wielokanałowego dostępu poprzez sieć Internet. W miejscach stosowanych w latach 90. ubiegłego wieku rozwiązań zwanych „fully fault tollerant systems” jest wprowadzana dodatkowa replikacja i umieszczenie replik w alternatywnych lokalizacjach z jednoczesnym zapewnieniem jednego lub kilku kanałów

bezpośredniego połączenia. Uzupełnieniem macierzy są zaawansowane systemy zapewniające tworzenie kopii bezpieczeństwa.

Poza wydajnymi obsługującymi wszystkie niezbędne protokoły transmisyjne urządzeniami sieciowymi i szybkimi optycznymi i miedzianymi łączami (stosowane są urządzenia o prędkości od 1, 10, do nawet 40, 100 GB/s) niezbędne są także możliwie najszybsze urządzenia dostępowe. Nie należy także zapominać o lokalizacji centrów danych zapewniających z jednej strony odpowiednie warunki dla urządzeń, a z drugiej bezpieczeństwo i dostęp do możliwie najszybszej infrastruktury. Warto także zadbać o alternatywne możliwości dostępu i transportu, podpisując umowy z kilkoma dostawcami usług jednocześnie i stosując rozwiązania równoważące ruch sieciowy.

Na obecnym poziomie rozwoju sprzętu komputerowego możliwe jest użycie kilku alternatywnych rozwiązań serwerowych. Można przeprowadzać wirtualizację w oparciu o kilka bardzo wydajnych „superserwerów”, bądź w oparciu o klastry tworzone z kilku mniej wydajnych maszyn. W obu przypadkach możliwe jest zastosowanie sprzętowej i programowej wirtualizacji zasobów i dystrybucja niezbędnego do działania organizacji oprogramowania w postaci tzw. maszyn wirtualnych, co z kolei pozwala na użytkowanie systemów nawet na mniej wydajnych stacjach roboczych. Warunkiem jest wyeliminowanie wąskich gardeł w postaci infrastruktury przechowującej i transportującej.

Wśród urządzeń wspierających procesy wirtualizacji niezwykle istotne są przenośne urządzenia z nieprzerwanym wszechobecnym dostępem do sieci wyposażone w multimedialne urządzenia wejścia/wyjścia. Niezwykle istotny jest w tym kontekście rozwój ogólnodostępnych technologii mobilnych 3G, 4G (smartfony, tablety i urządzenia przenośne umożliwiające odbiór i przetwarzanie zawartości multimedialnej).

Podsumowanie

W opracowaniu wskazany został potencjał oferowany przez współczesne technologie informatyczne w kontekście wspierania procesów wirtualizacji. Wirtualizacja organizacji pozwala na zniwelowanie różnic występujących w środowiskach systemowych partnerów, użytkowanym przez nich sprzęcie i oprogramowaniu. Proces ten wymaga jednak zastosowania odpowiednich rozwiązań programowo-sprzętowych ułatwiających integrację i wszechobecny dostęp do niezbędnych zasobów. Podstawę integracji stanowi cyfrowy charakter nadany poszczególnym zasobom poprzez wirtualizację. Konieczne jest jednak zapewnienie odpowiednich warunków wymiany informacji przez poszczególne podmioty tworzące organizację. Największe oczekiwania stawiane są przed sieciami i rozwiązaniami telekomunikacyjnymi, ponieważ wirtualizacja wymaga zapewnienia niezawodnej, bezpiecznej

i niczym nie zakłóconej wymiany rozproszonych zasobów w czasie rzeczywistym. Wszechobecny charakter stosowanych rozwiązań i multimedialne interfejsy użytkownika pozwalają na uzyskanie dostępu do niezbędnych zasobów w każdym miejscu i w dowolnym czasie. Olbrzymim potencjałem dysponują systemy oparte na wiedzy, a w szczególności agenty programowe, mogące wyręczyć użytkowników w wielu działaniach. Bazę dla tych rozwiązań stanowić winno trwałe i niezawodne zaplecze sprzętowe uwzględniające najnowsze technologie.

Literatura

1. Adamczewski P. (2005), *Zintegrowane systemy informatyczne wspomagania zarządzania*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku.
2. Fic M., Fic D. (2004), *Partnerstwo w społeczeństwie wiedzy*, w: M. Dudka (red.), *Stosunki gospodarcze Unii Europejskiej. Wybrane kierunki polityki wspólnotowej*, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
3. Kubiak F., Korowicki A. (1997), *Model organizacji wirtualnej i jej kooperacyjne systemy informacyjne Idea przyszłości czy praktyka na dziś*, www.computerworld.pl/artykuly/290007_4/.
4. Koźmiński A. (2001), *Jak tworzyć gospodarkę opartą na wiedzy?*, w: *Strategia rozwoju Polski u progu XXI wieku*, Kancelaria Prezydenta RP i Komitet Prognoz Polska 2000 Plus, PAN, Warszawa.
5. Listwan T. (2010), *Rozwój badań nad zarządzaniem zasobami ludzkimi w Polsce*, w: S. Lachiewicz, B. Nogalski (red.), *Osiągnięcia i perspektywy nauk o zarządzaniu*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa.
6. Paprzycki M. (2003), *Agenci programowi jako metodologia tworzenia oprogramowania*, www.e-informatyka.pl/wiki/Agenci_programowi_jako_metodologia_tworzenia_oprogramowania.

SOFTWARE AND HARDWARE SUPPORT VIRTUALIZATION PROCESSES

Summary

This article provides a brief overview of the issues related to virtualization. The focus is on determining the role played by the various software and hardware solutions to the support of virtualization processes. The importance of cross-platform integration solutions using new communication channels was also underlined.

Keywords: virtualization, data communications networks, distributed systems.

