

# Koncepcja kierunków rozwoju systemów informatycznych

Patryk Krajewski\*, Witold Chmielarz\*\*

*Głównym celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowej, uwzględniającej obecne tendencje koncepcji typologii i kierunków rozwoju systemów informatycznych zarządzania. Analiza źródeł literaturowych i doświadczenia Autorów wskazują, że mimo obszernej literatury na ten temat, występujące w niej podziały i relacje kolejnych generacji systemów nie odpowiadają coraz bardziej złożonej rzeczywistości i potrzebom użytkowników. Prezentowana koncepcja powstała jako wynik burzy mózgów przeprowadzonej na WZ UW i zweryfikowanej konferencji z okazji 50-lecia informatyki w SGH w 2018 roku. W pierwszym podejściu wnioskiem z dyskusji był podział na trzy główne ścieżki rozwojowe, w drugim przypisanie nowoczesnych, innowacyjnych technologii zidentyfikowanym uprzednio kierunkom rozwojowym. Wyniki typologii wskazują na istnienie momentów przełomowych – kamieni milowych rozwoju, wyzwania stojące przed zastosowaniami systemów informatycznych w gospodarce oraz wady i zalety najnowszych technologii.*

**Słowa kluczowe:** systemy informatyczne zarządzania, rozwój systemów informatycznych, typologia systemów informatycznych.

Nadesłany: 05.01.19 | Zaakceptowany do druku: 25.03.19

## The concept of directions of development of information systems

*The main purpose of this article is to present a new concept of typology and directions of development of management information systems, taking into account current trends. The analysis of literature sources and the authors' experience indicate that despite the extensive literature on the subject, the divisions and relations of subsequent generations of systems appearing in it do not correspond to the increasingly complex reality and users' needs. The presented concept was created as a result of a brainstorming session at the Faculty of Management University of Warsaw and verified at conference on the 50th anniversary of computer science at the Warsaw School of Economics in 2018. In the first approach – the conclusion from the discussion was the division into three main development paths, in the second the assignment of modern, innovative technologies to previously identified directions development. The results of the typology indicate the existence of breakthrough moments – milestones of development, challenges facing the use of information systems in the economy, as well as the advantages and disadvantages of the latest technologies.*

---

\* **Patryk Krajewski** – mgr, doktorant Uniwersytetu Warszawskiego na Wydziale Zarządzania. 0000-0002-2535-7888.

\*\* **Witold Chmielarz** – prof. dr hab., Uniwersytet Warszawski, Wydział Zarządzania. <https://orcid.org/0000-0002-9189-1675>.

Adres do korespondencji: Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski, ul. Szturmowa 1/3, 02-678 Warszawa, Polska; e-mail: witek@wz.uw.edu.pl.

**Keywords:** management information systems, information system development, informatics systems typology.

Submitted: 05.01.19 | Accepted: 25.03.19

**JEL:** L15, M15, O39.

## 1. Wprowadzenie

Typologią rozwoju systemów informatycznych na potrzeby zarządzania organizacją zajmowano się od momentu powstania pierwszego komputera. Tematyka ta – w sensie klasyfikacji, uproszczeń i standaryzacji niezbędnych dla uporządkowania tej sfery stanowiła wielokrotnie podmiot i przedmiot rozważań wielu autorów w Polsce i za granicą. W Polsce tematyka ta została zapoczątkowana w środowisku wrocławskim książką z 1971 roku pod redakcją Z. Hellwiga, pt. *Automatyczne Przetwarzanie Informacji*. W tym czasie autor charakteryzował jedynie systemy przetwarzania transakcyjnego i tzw. zautomatyzowane systemy zarządzania, tak bowiem nazywały się wówczas pierwsze systemy oparte na hierarchicznych bazach danych. Późniejsze publikacje książkowe, aktualne w stosunku do bardzo szybko zmieniającej się rzeczywistości czy rozszerzające tę tematykę o systemy informacyjne zarządzania, systemy wspomagania decyzji i systemy eksperckie oraz ich zastosowania, to prace autorskie lub pisane pod redakcją (Wierzbicki, 1976; Radzikowski, 1979; Chmielarz, 1996; Niedzielska, 1998; Kisielnicki i Sroka, 1999). Chociaż środowisko informatyków ekonomicznych stale się powiększało, to publikacje na ten temat tworzone były głównie pod aktualne potrzeby istniejących programów nauczania lub projektów naukowych, w oparciu o aktualnie posiadane umiejętności i materiały osób, które je kreowały. W tej skomplikowanej sytuacji środowisko akademickie i tak radziło sobie bardzo dobrze – dowodem na to są kolejne wydania publikacji (Flakiewicz, 2002; Nowicki, 2006; Januszewski, 2008; Wrycza, 2010; Zawita-Niedźwiecki, 2010; Kisielnicki, 2014). Prace te przeważnie były inspirowane najnowszymi dokonaniem autorów istniejących od wielu lat na rynkach anglojęzycznych całych już serii wydawniczych, takich jak E. Turban z zespołem (np. Turban, 2018), K. Laudon i J. Laudon (2015)

czy specjalistyczna monografia P. Bocij (2008).

Niemal w każdej z przytoczonych pozycji literaturowych możemy się spotkać z inną genealogią, klasyfikacją bądź typologią rozwoju systemów informatycznych wspomagających zarządzanie. Najczęściej wymieniane są w nich systemy informatyczne w dowolnej postaci i porządku, a następnie szczegółowo charakteryzowane. Obecnie nastąpił kompletny chaos terminologiczny, pogłębiony zwyczajem do powrotu w informatyce do terminów z przeszłości i nadawania im nowych, nowoczesnych zgoła, a całym różnym znaczeń. Jeszcze inni autorzy w kolejnych wydaniach swoich książek przyjmują coraz bardziej skomplikowany punkt widzenia na kwestie klasyfikacyjne, czasem niemal całkowicie różny niż w swoich w pozycjach poprzednich.

Stąd w niniejszym artykule podjęto próbę, opartą na tendencjach integracyjnych z jednej strony, z drugiej zaś – na tendencjach konwergencyjnych, umożliwionych ciągłym postępem technologicznym, uporządkowania tej sfery. Zasadniczym więc celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowej, uwzględniającej obecne tendencje koncepcji typologii i kierunków rozwoju systemów informatycznych zarządzania.

Wyróżniono trzy rodzaje rozwoju systemów informatycznych opartych na różnych przesłankach koncepcyjnych, łączonych obecnie na podstawach platform korporacyjnych. Integracja – w sensie ideowym – polega na połączeniu elementów funkcjonalnych za pomocą relacji, tak by stanowiły składowe określonej strukturalnie całości. Integracja jest tu rozumiana jako proces scalania i zespalandia się poszczególnych, różnej klasy, postaci i formy powiązanych wzajemnie elementów w celu tworzenia funkcjonalnej całości, o użyteczności i/lub efektywności większej niż posiadałaby każda z tych części działająca oddzielnie (efekt synergii). Konwergencja – to kształtowanie się w ewolucyjnym procesie roz-

wojowym podobnych cech budowy, funkcji i wyglądu zewnętrznego różnych grup systemów funkcjonujących w takich samych warunkach środowiskowych, niezależnie od przyjętych szczegółowych rozwiązań innowacyjnych oraz przenikanie i kojarzenie zjawisk znajdujących się na ich pograniczu.

## 2. Procedura badawcza

Zastosowana procedura badawcza była podzielona na trzy, przedstawione poniżej, etapy:

- 1) krytyczną analizę źródeł literaturowych poprzez przegląd książek, artykułów, źródeł internetowych i baz danych – wynikiem tego badania było rozeznanie istniejących typologii i ich rozwoju opartego na kolejnych generacjach systemów informatycznych, powstałych w trakcie ich historycznego rozwoju;
- 2) na podstawie poprzedniego etapu – identyfikacja podstawowych komponentów podziału systemów informatycznych, oparta na typowych i unikalnych cechach tego, co jest przedmiotem klasyfikacji. Następnie wyróżniono istniejące dotychczas systemy informatyczne i przypisano je do stworzonych ścieżek klasyfikacji. Podstawowym zadaniem stało się tu wyselekcjonowanie „czystych” postaci systemów, tzn. nieposiadających naleciałości z poprzednich etapów rozwoju. Wynikiem tego etapu było przypisanie poszczególnych systemów informatycznych do zidentyfikowanych ścieżek rozwojowych. Dzięki temu powstał spójny i całościowy model deskrypcyjny rozwoju systemów informatycznych zarządzania;
- 3) na podstawie literatury i opinii ekspertów – specyfikacja najistotniejszych, współczesnych systemów informatycznych i na podstawie ich najważniejszych cech przypisanie ich do istniejących ścieżek rozwojowych.

Pierwszy etap tego badania nastąpił w 2014 r., kiedy na seminarium polsko-amerykańskim na Wydziale Zarządzania UW, dotyczącym miejsca i roli systemów informatycznych w gospodarce przeprowadzono dzięki pomocy ponad 40 uczestników tego spotkania specyfikację najważniejszych czynników podziału systemów informatycznych zarządzania w drodze ich historycznego rozwoju (Chmielarz, 2015). W kilka lat później, w 2018 r. szybki i różnorodny rozwój technologii informacyj-

nych spowodował konieczność weryfikacji stworzonej uprzednio koncepcji, dodając – zgodnie z opinią zgromadzonych ekspertów najnowsze technologie informacyjne do istniejących ścieżek rozwoju.

## 3. Wyniki analiz pierwszego etapu badań

Wyniki podjętych badań pozwoliły na stworzenie pierwotnej koncepcji rozwoju systemów informatycznych opartych na trzech podstawowych czynnikach:

- stopniowej komplikacji architektury logicznej systemów informatycznych, gdzie jako strukturę logiczną systemu informatycznego rozumiemy główne komponenty systemu, relacje pomiędzy nimi i relacje z użytkownikiem podejmującym za pomocą systemu informatycznego decyzje zarządcze;
- integracji funkcjonalnej systemów informatycznych, dostosowanej do aktualnych potrzeb organizacji i działającego w niej użytkownika;
- rozszerzeniu infrastrukturalnym systemów sieciowych – co oznacza w tym przypadku możliwości prowadzenia działalności gospodarczej za pomocą sieci oraz zastosowaniu rozwiązań sieciowych do współpracy z tradycyjnymi systemami informatycznymi.

Pierwsza ścieżka rozwojowa jest najlepiej rozpoznana w literaturze przedmiotu. Zajmowano się nią już od początków lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia, a rozwój jej był traktowany jako bezpośrednia implikacja postępu technologicznego. W ramach tej ścieżki wyróżniono rodzaje systemów rozwijające się od określonego momentu czasowego, takie jak:

- transakcyjne systemy informatyczne (*Transactional Processing Data Systems – TSP*); od roku 1951 do połowy lat sześćdziesiątych;
- systemy informacyjne zarządzania (*Management Information Systems – MIS*); od połowy lat sześćdziesiątych XX wieku;
- systemy wspomaganie decyzji (*Decision Support Systems – DSS*); od końca lat siedemdziesiątych XX wieku;
- systemy informacyjne kierownictwa (*Executive Information Systems – EIS*) i systemy wspomaganie kierownictwa (*Executive Support Systems – ESS*); lata osiemdziesiąte XX wieku;

- systemy eksperckie (*Expert Systems* – ES), lata dziewięćdziesiąte;
- systemy analityki biznesowej (*Business Intelligence Systems* – BIS); początek XXI wieku.

#### **Transakcyjne systemy przetwarzania**

– kategoria ta odnosi się do różnorodnych architektonicznie pierwszych prób stworzenia narzędzia, które pośrednio mogłoby służyć wspomaganie prowadzenia biznesu. Podstawową zaletą takiego narzędzia była szybkość w wykonywaniu prostych, standardowych operacji masowych. Głównym problemem, który wówczas występował, był niski rozwój technologiczny, który sprawiał, że przetworzenie danych, zanim mogło dojść do skutku, było obudowane szeregiem skomplikowanych ręcznych czynności i procedur administracyjno-organizacyjnych związanych z niedoskonałością istniejącego sprzętu i oprogramowania (Chmielarz, 2013).

Do powstania pierwszej klasy systemów informatycznych – **systemów informacyjnych zarządzania** – przyczyniły się głównie głębokie przemiany początkowo tworzonych systemów informacyjnych zarządzania, powodowane zamianą systemu wsadowego na system bezpośredniego dostępu do komputera, jak również zmiany dotyczące metodyki i technologii gromadzenia, przechowywania i dostępu do danych. Przede wszystkim dotyczy to powszechnego zastosowania w nich baz danych, początkowo dla tworzenia pierwszych systemów dziedzinowych (jednodziedzinowych), a następnie dla systemów wielodziedzinowych, które już w oparciu o wspólną bazę danych najczęściej są kojarzone z systemami informacyjnymi zarządzania. Struktura logiczna takiego systemu składała się z: użytkownika końcowego z interfejsem, odpowiedzialnym za komunikację z komputerem, bazy danych wraz z systemem zarządzania bazą danych oraz aplikacji – podsystemów oprogramowanie użytkowego pozwalającego użytkownikowi prowadzenie określonej działalności.

Najistotniejsza różnica **systemów wspomaganie decyzji** w stosunku do systemów informacyjnych zarządzania zawiera się w fakcie, że systemy klasy DSS dają menedżerowi oprócz intuicji, wiedzy, umiejętności i informacji narzędzia do wypracowywania decyzji. Narzędzia przybierają na ogół postać programów składających się z modeli matematycznych, statystycznych,

ekonometrycznych lub ich kombinacji, specjalizowanych na zagadnienia związane z zarządzaniem przedsiębiorstwem. Powstaje struktura architektoniczna zawierająca oprócz bazy danych z systemem zarządzania nią, tzw. bazę modeli, system zarządzania bazą modeli, bazę procedur (*solver*) oraz bazę danych i parametrów modeli.

Odpowiedzią na problemy komunikacyjne, które wraz z komplikacją struktury architektonicznej systemów wspomaganie decyzji pojawiły się w użytkowaniu tych systemów – stały się **systemy informowania kierownictwa** oraz **systemy wspomaganie kierownictwa**. Idea ich powstania była niezwykle prosta – początkowo miały jedynie zapewnić bezpośredni dostęp do możliwości systemu najwyższej kadry kierowniczej, poprzez zwiększenie możliwości prezentacyjnych danych z bazy danych (bazy modeli) oraz zrozumiałej prezentacji (wizualizacji graficznej) wyników przetwarzania modeli. Po raz pierwszy też zaczęto korzystać z danych z otoczenia ekonomicznego organizacji.

Pierwsze **systemy eksperckie** (Freyenfeld, 1984), konstruowane w latach siedemdziesiątych, architektonicznie nie zawierały nic nowego w stosunku do systemów wspomagających zarządzanie, opierały się na istniejącej w wielu językach programowania konstrukcji skoku warunkowego i bezwarunkowego. Dopiero druga generacja systemów eksperckich twórczo rozwinęła logiczną konstrukcję architektoniczną poprzednich klas systemów. Oprócz modeli ekonomicznych w bazie danych, wzięto w nich pod uwagę modele najlepszych praktyk zarządzania organizacją. Pojawiły się wówczas w systemach informatycznych nowe elementy strukturalne, z których najważniejsze wydają się: baza wiedzy i system zarządzania bazą wiedzy.

**System analityki biznesowej** – to system informacyjno-analityczny zbudowany w oparciu o hurtownię danych wraz z mechanizmami zbierania danych oraz wykorzystujący różne narzędzia analityczne, w szczególności narzędzia służące do analizy wielowymiarowej oraz eksploracji danych. W sferze informacyjnej oprócz bazy danych pojawia się hurtownia danych wraz z mechanizmami ekstrakcji danych z heterogenicznych źródeł danych oraz procesami ich przetwarzania do postaci wspólnej i odpowiedniej dla analityków

i użytkowników podejmujących decyzje biznesowe, wspomagana przez dziedzinowe lub branżowe bazy danych (*marts*) i ubudowana mechanizmami współpracy z narzędziami analitycznymi. W sferze modelowej powstały tzw. *Business Analytics* wszelkiego rodzaju narzędzia i aplikacje analityczne służące do szeroko rozumianego zarządzaniu wydajnością przedsiębiorstwa (Gołuchowski, 2007; Olszak, 2007; Januszewski, 2008). Użytkownik końcowy dla swych celów otrzymuje wielowymiarowe, niesłychanie skomplikowane narzędzie, którego nadmiarowość funkcji może mu wręcz przeszkadzać w podejmowaniu decyzji, nawet jeśli sięgnie po nowe media komunikacyjne (np. kokpitu menedżerskiego – *dashbord*).

O ile pierwsza z wyróżnionych ścieżek rozwojowych opierała się na komplikacji (multiplikacji) komponentów systemu i ich funkcjonalności, o tyle druga z nich opierała się na swoistych bilansach łączonych ze sobą w miarę rozwoju systemów zintegrowanych na podstawie integracji funkcjonalnej (Chmielarz, 2015). Integracja funkcjonalna oznacza, że różne funkcje systemu informatycznego są realizowane jakby były wykonywane w jednym, pojedynczym systemie. Dzięki temu z jednego stanowiska roboczego mamy teoretycznie dostęp do wszystkich możliwych form działalności istniejących w systemie poprzez jeden spójny interfejs i możliwość przełączania się pomiędzy różnymi zadaniami. W systemach zintegrowanych oznacza to dostęp do dowolnego systemu funkcyjnego oraz wszelkie możliwości współdziałania z poziomem tego systemu z innymi narzędziami zawartymi w systemie.

W rozwoju tego typu systemów wyróżnia się

- systemy planowania zasobów materiałowych (*Material Requirements Planning* – MRP); od połowy lat sześćdziesiątych;
- systemy planowania zasobów produkcyjnych (*Manufacture Resources Planning* – MRP II); od 1989 roku;
- systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa (*Enterprise Resources Planning* – ERP); od 1995 roku;
- systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa (*Entrepreneurship Resources Planning* – ERP II); od 1998 roku.

Wyszczególniono również wśród nich klasę systemów, w których dominującą sferą była przestrzeń internetowa i do niej zostały przeniesione podstawowe funkcje

systemu, czyli działające w tej sferze ERP (*electronic Enterprise Resource Planning* – e-ERP). Ich współdziałanie z gospodarką elektroniczną obejmuje obsługę różnych form transakcji elektronicznych (np. B2B, B2C, B2P), budowę interfejsów do istniejących systemów e-biznesowych (typu e-commerce, c-commerce), jak również wiązanie z systemami mobilnymi (m-commerce) oraz dzielenie się zasobami i funkcjonalnościami ERP poprzez portale korporacyjne w ramach sieci intranetu gospodarczego, czy ekstranetu.

Pierwszy system spełniający (choć w małym stopniu) przyjęte założenia – zarządzanie zapasami magazynowymi (*Inventory Control* – IC) powstał w 1964 r., dotyczył jednak tylko obsługi jednej z najłatwiejszych dziedzin działalności przedsiębiorstwa, jaką jest gospodarka magazynowa (Adamczyk i Chmielarz, 2005). Następnie zaczęto tworzyć systemy sterowania produkcją MRP. Początkowo systemy te tworzone były głównie na potrzeby seryjnej produkcji przemysłowej, w szczególności elektromaszynowej. Liczba branż, dla których opracowywano wspomaganie komputerowe systematycznie rosła. Do ich rozwoju przyczyniło się powstanie i rozwój norm produkcji przemysłowej oraz tworzenia systemów informatycznych zarządzania produkcją. Celami MRP były: redukcja zapasów magazynowych i międzyoperacyjnych; dokładne określanie czasów dostaw surowców i półproduktów; dokładne wyznaczanie kosztów produkcji; lepsze wykorzystanie posiadanej infrastruktury wytwórczej; szybsze reagowanie na zmiany zachodzące w otoczeniu oraz kontrola poszczególnych etapów produkcji. Rozszerzeniem specyfikacji MRP było uwzględnienie działania zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego (*Closed Loop MRP*), czyli planowania potrzeb materiałowych i zdolności produkcyjnych w zamkniętej pętli procesu produkcyjnego. Dzięki sprzężeniu zwrotnemu można było na bieżąco reagować na zmieniające się parametry produkcji. Standard ten w stosunku do poprzedniego został rozbudowany o elementy związane z procesem sprzedaży i wspierające podejmowanie decyzji na szczeblach strategicznego zarządzania produkcją. W miarę rozwoju MRP obejmowało kolejne obszary działalności przedsiębiorstwa, stając się stopniowo systemem obejmującym wszystkie podstawowe procesy zachodzące w przedsiębiorstwie.

W modelu **MRP II** bierze się pod uwagę wszystkie sfery zarządzania przedsiębiorstwem związane z przygotowaniem produkcji, jej planowaniem i kontrolą oraz sprzedażą i dystrybucją wyprodukowanych dóbr. Poza materiałami związanymi bezpośrednio produkcyjnymi, MRP II uwzględnia także materiały pomocnicze, zasoby ludzkie, pieniądze, czas, środki trwałe itp. Aby możliwe było współdziałanie modułów produkcyjnych z pozostałymi zaczęto opierać integrację wszystkich podsystemów w systemie zintegrowanym na bilansie finansowym, zamiast na bilansie produkcyjnym. To z kolei umożliwiło przeniesienie idei integracji systemów w obszarze organizacji poza sektor produkcyjny do sektora handlu, usług i finansów. Pogłębiło to ekstenywny rozwój tych systemów i opanowanie przez nie nowych rynków.

**ERP** szybko stał się systemem obejmującym całość procesów produkcji i dystrybucji, który integruje różne obszary działania przedsiębiorstwa, usprawnia przepływ krytycznych dla jego funkcjonowania informacji i pozwala szybko odpowiadać na zmiany popytu zgłoszonego z zewnątrz. Informacje te są uaktualniane w czasie rzeczywistym i dostępne w momencie podejmowania decyzji. Jednym z najistotniejszych wyróżników tego typu systemów jest zastosowanie dwukierunkowych mechanizmów optymalizujących planowanie oraz wbudowana w system możliwość integracji z zewnętrznymi podmiotami w ramach łańcucha dostaw i sprzedaży (Lech, 2003).

Systemy zintegrowane były to de facto systemy o zmoltiplikowanej do granic możliwości ilości funkcji – oparte na kompleksie – jeśli tak to można uprościć – ząbających się wzajemnie bilansów. I tak dla systemów IC był to bilans magazynowy, dla MRP – materiałowy, dla MRPII – finansowy, w przypadku ERP – bilans okołoprodukcyjny, następnie dla ERP II – logistyczny i pełny bilans komunikacyjny dla eERP, w sumie stanowiące bilans całościowy organizacji. Prostota działania tych systemów na szczeblu stanowiska pracy to nadal zachęcająca i atrakcyjna cecha dla użytkowników tych systemów na poszczególnych stanowiskach pracy.

Równolegle rozpoczął się rozwój **systemów sieciowych**. Dotyczył on głównie działalności organizacyjnych, w których informacje zbierane są w sposób rozproszony, a przetwarzane następnie w sposób

scentralizowany, po czym ponownie dystrybuowane przestrzennie (Chmielarz, 2007). Budowa takich systemów w wyspecjalizowanych branżach (bilety lotnicze, bankowość, turystyka, służba zdrowia itd.) rozpoczęła się już w latach sześćdziesiątych. Niemniej jednak dwie cechy charakterystyczne odstręczały potencjalnych użytkowników: wysoka awaryjność i wysoka cena prywatnych, jednostkowych sieci tworzonych dla dużych, bogatych odbiorców. Jednak cel takich przedsięwzięć był oczywisty – z jednej strony było to zdobycie silnej przewagi konkurencyjnej za pomocą zupełnie nowej technologii, z drugiej zaś – wygoda użytkownika i to zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego klienta firmy.

W rozwoju tego typu systemów wyróżnia się następujące klasy systemów:

- oparte na sieciach prywatnych; od 1970 roku,
- oparte na sieciach komercyjnych; od 1985 roku,
- oparte na sieci Internet; od 1991 roku.

Pierwsza generacja – całkowicie jednorodnych **sieci prywatnych**, własnych i jednostkowych, stworzona została na potrzeby określonej sieci standardów (dokumentacyjnych, komunikacyjnych, transmisyjnych). Łączność w nich odbywała się poprzez napisane specjalnie do tego celu, własne oprogramowanie zarówno sieciowe, jak i aplikacyjne, a sam proces transmisyjny odbywał się przez bardzo kosztowne sieci prywatne. W związku z tym mogła ona dotyczyć tylko wielkich, bardzo bogatych i innowacyjnych użytkowników, na ogół w sektorach o wysokiej koncentracji produkcji i kapitału. Jednocześnie rozwiązania takie były bardzo bezpieczne, ze względu na ograniczony dostęp do sieci.

Generacja druga – **sieci komercyjnych** była oparta na rozwoju technologii informacyjnych, postępującej standaryzacji (powstanie nowych standardów branżowych i regionalnych), komunikujących się na platformie komercyjnych sieci VAN (*Value-Added Network*) – medium umożliwiającego oprócz transmisji, konwersję między różnymi systemami. Charakteryzuje się lepszą (mniej awaryjną, bezbłędną) i tańszą transmisją danych. Zmniejszanie kosztów powoduje rozszerzenie zasięgu zastosowań systemów elektronicznego przesyłania dokumentów na przedsiębiorstwa średnie. Sieci są nadal relatywnie bezpieczne w porównaniu z późniejszymi

rozwiązaniami internetowymi. Takie sieci stanowią alternatywne rozwiązanie dla firm chętnych do korzystania z gotowej infrastruktury telekomunikacyjnej stworzonej przez zewnętrzne firmy, w zamian za opłatę subskrypcyjną oraz opłatę za przesłanie sieci danych.

Mimo że historia powstania i kształtowania się **systemów opartych na sieci Internet** sięga daleko głębiej w przeszłość, w jego gospodarczych zastosowaniach wyróżnia się na ogół trzy zasadnicze fazy: pierwotną (przedkryzysową – do 2001 r.), przejściową (kryzys – lata 2001–2003) oraz wtórną (postkryzysową, społecznościową od 2004 r.).

W pierwszej (pierwotnej) fazie, po ukształtowaniu technicznej infrastruktury Internetu oraz zapewnieniu w nim możliwości prowadzenia biznesu, nastąpiło przekształcenie i przystosowanie systemów sieciowych tworzonych dotąd na zasadach prywatnych i komercyjnych do uwarunkowań Internetu i samego Internetu do obsługi zarówno relacji pomiędzy organizacjami (B2B), jak i relacji pomiędzy organizacjami (B2C). Mechanizmy tych przystosowań kształtowały się do połowy lat dziewięćdziesiątych. Opierały się one na kilku podstawowych narzędziach: poczcie elektronicznej; oprogramowaniu zapewniającym dostęp do zasobów sieci WWW oraz komunikatorach sieciowych. W fazie przejściowej – będącej reakcją na nadto aż optymistyczny wydźwięk lat poprzednich – w wyniku pęknięcia dot.com-owej „bańki internetowej”, nastąpiło znormalnienie relacji do sfery elektronicznej. Sfera biznesu elektronicznego zaczyna podlegać zaś normalnym i sprawdzonym zasadom ekonomii. Liczne upadki firm internetowych zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w krajach europejskich spowodowane były złymi relacjami inwestycji i kosztów realizacji zamówień w stosunku do zysków, nielogiczną konkurencją cenową w ramach danej branży, złą logistyką dostaw, niskim poziomem organizacyjnym pracy, złym rozeznaniem rynków, niechęcią do działań związanych z rozpoznaniem rynku, wciąż słabą infrastrukturą techniczną (szeroki front inwestycji z lat 1997–2000 dopiero zaczynał przynosić powoli efekty) oraz czynnikami społeczno-kulturowymi (brakiem tradycji sprzedaży zdalnej, oporem przed zmianami i tradycjami). Już od drugiej połowy 2001 r.

do połowy 2003 r. nastąpiło szybkie wyjście z kryzysu – upadły firmy najsłabsze, pozostałe zmieniały asortyment na inny lub różnorodny. Wtórna, bo opierająca się na wcześniejszych doświadczeniach, faza ewolucji sieci Internet zaczyna się w zasadzie od roku 2004. Charakteryzuje ją szereg zjawisk i w obrębie samego Internetu i w jego otoczeniu, które były całkiem nowe w stosunku do wcześniej rozwijanych. Przede wszystkim trzeba zauważyć rosnącą, a potem pod względem kontaktów dominującą rolę multimedialnej części Internetu. To właśnie wówczas zaczęła się rozwijać technologia Web 2.0, bazująca nie tylko na nowych narzędziach, lecz także na narastającym zaangażowaniu użytkowników. W rezultacie następować zaczęła bardzo wyraźna zmiana jakościowa, jeśli chodzi o całościowe funkcjonowanie tej globalnej sieci oraz sposobu jej wykorzystania przez wszystkich jej użytkowników (Fox i Madden, 2006). Najważniejszymi narzędziami technologii Web 2.0 są: szybsze i wydajniejsze wyszukiwarki nowej generacji; oprogramowanie opierające się na aktywności użytkownika – z mechanizmami typu Wiki; szeroka gama blogów; podcasty i wideoasty; światy wirtualne oraz portale społecznościowe (Wielki, 2012).

#### 4. Wyniki analiz drugiego etapu badań

Od 2010 roku sytuacja dotycząca kierunków rozwoju systemów informatycznych zarządzania diametralnie się zmieniła. Powstało szereg nowych technologii, które powinny być wkomponowane w schemat opracowany na pierwszym etapie. Wśród najważniejszych wymienić należy:

- systemy Big Data (BDS);
- wirtualną i rozszerzoną rzeczywistość (VR, AR);
- trzecią generację systemów ERP (The Third Generation ERP III);
- przetwarzanie w chmurze (*Cloud Computing* – C C) i przetwarzanie we mgle (*Fog Computing* – FC);
- internet rzeczy i internet wszechrzeczy (*Internet of Things* – IoT; *Internet of Everything* – IoE);
- Smart Information Systems: inteligentne miasta (*smart cities*), inteligentne przedsiębiorstwa (*smart factories, smart companies*), inteligentne systemy (*smart systems*).

W tym miejscu trzeba zidentyfikować powyższe pojęcia, by w prawidłowy sposób umiejscowić je w tworzonej koncepcji rozwoju.

Termin **Big Data** funkcjonuje w świadomości organizacji od wielu lat, lecz prawdziwy rozkwit obserwujemy od roku 2014, choć już w 2011 r. McKinsey Global Institute w swoim raporcie wskazuje ten obszar jako wyznaczenie kolejnej granicy w drodze do innowacji. Big Data w owym opracowaniu zostało określone jako duże ilości danych, które mogą być pochwycone, przesłane, zagregowane, przechowywane i analizowane. Choć bardziej właściwe wydaje się połączenie Big Data z Big Data Analytics, czyli zestawy danych i techniki ich analizy w aplikacjach, które są tak duże i złożone, że wymagają zaawansowanych i unikalnych rozwiązań w celu ich przechowywania, zarządzania, analizowania i wizualizowania. Systemy Big Data będą w dalszym ciągu się rozwijać w każdym możliwym sektorze biznesu, możliwości, jakie daje gromadzenie i analiza danych, w niedalekiej przyszłości pozwolą na jeszcze mocniejsze wsparcie BI oraz systemów decyzyjnych w organizacjach. Systemy Big Data znajdują się w fazie ciągłego rozwoju, wiele organizacji już od wielu lat zbiera bardzo liczne dane i je przechowuje, problem w dalszym ciągu stanowi ich analiza i skuteczne wykorzystanie, choć wszystko wskazuje na to, że to jedynie kwestia czasu.

**Wirtualna rzeczywistość** jest obiektem badań od wielu lat. Przez pojęcie „wirtualnej rzeczywistości” rozumiemy technologie pozwalające na sztuczne wykreowanie otaczającego nas świata, z uwzględnieniem wszystkich dostępnych zmysłów. VR z powodzeniem wykorzystuje się w wielu branżach, nieocenione wydaje się zastosowanie rzeczywistości wirtualnej przy tworzeniu różnego rodzaju symulatorów, począwszy od samolotów cywilnych i wojskowych, poprzez bolidy Formuły 1, na medycynie, branży turystycznej, budowlanej czy grach komputerowych kończąc.

Wraz z rozwojem wirtualnej rzeczywistości pojawiła się jej odmiana, a mianowicie **rzeczywistość rozszerzona**, czyli uzupełnienie otaczającego nas świata, który odbieramy wszystkimi zmysłami, o dodatkowe obiekty. Obiekty te można dowolnie umieścić w rzeczywistości, co w znaczący sposób wspomaga naszą wyobraźnię. Oczywiście niezależnie od tego czy mówimy o VR, czy

o AR, aby móc korzystać z tej technologii, niezbędne są narzędzia. W dalszym ciągu dużym problemem w rozwoju technologii jest wydajność sprzętowa potrzebna do opracowania adekwatnych aplikacji. Obecnie większości ludzi VR oraz AR wydaje się być zarezerwowane dla branży gier komputerowych (do czego przyczynił się sukces gry Pokemon Go), lecz nie należy zapominać o potencjale tej technologii. Organizacje z różnych branż bardzo szybko zorientowały się w możliwościach, jakie daje sztuczne wykreowanie świata oraz różnych obiektów. Operacje medyczne, wyścigi Formuły 1 czy pilotowanie Airbusa A380 jest możliwe dzięki wykorzystaniu tej technologii, co pozwala z jednej strony skutecznie edukować, z drugiej zaś – skutecznie ograniczać koszty.

Rok 2020 będzie rokiem dość szczególnym, ponieważ osoby urodzone w latach rozwoju *social media* będą na rynku pracy stanowiły blisko połowę wszystkich pracowników. W sytuacji, kiedy do organizacji dołączają osoby wychowane na Facebook’u, Instagramie, SnapChacie czy Messengerze, czyli jednym słowem osoby dość zaawansowane technologicznie, trudno oczekiwać, aby chciały się trochę uwstecnić i zaczęły pracować na systemach z poprzedniej epoki. Systemy **ERP II** dawały poprzednim pokoleniom wszystko, czego potrzebowały, kompletny system zarządzania przedsiębiorstwem uzupełniony o CRM, komunikację uzupełniały maile i rozmowy telefoniczne. Obecnie technologia w organizacji musi sprostać wymogom nowych użytkowników, którzy bycie online uważają za jedną z kluczowych wartości. Systemy ERP trzeciej generacji mają stanowić odpowiedź na wyzwania stawiane organizacjom przez tzw. pokolenie millenialsów, w kwestii komunikacji z poziomu tego samego systemu, w którym wykonuje się swoją pracę. Komunikacja to jeden aspekt, zupełnie innym jest fakt, że nowe systemy mają nie tylko ułatwić i przenieść komunikację na poziom jednego systemu czy stać się atrakcyjne wizualnie, lecz także mają sprostać i być w stanie obsłużyć nowe obszary, takie jak Big Data. Nie mówimy tutaj o czymś zupełnie nowym, to raczej platforma, której rolą jest integracja istniejących systemów firmowych, takich jak np. systemy SAP z wymogami przyszłości, jak wspomniana przed chwilą analiza Big Data (Fotache, Hurbean, 2014, Wood 2015).



Mimo że pojęcie „**chmury obliczeniowej**” (**Cloud Computing**) pierwszy raz pojawiło się już w 1996 roku (Gillet i Kapor, 1997), definicje, które aktualnie wydają się najcelniejsze powstały dopiero w latach 2008–2010 (Buyya, Yeo, Venugopal, Broberg i Brandic, 2009). Chmura obliczeniowa jest modelem umożliwiającym dostęp na żądanie użytkownika do dowolnych zasobów dostarczanych w formie usługi, najczęściej przy wykorzystaniu sieci Internet (Zhang, Cheng i Boutaba, 2010). Najczęściej płatności odbywają się w modelu *pay-per-use*. Aktualnie możemy rozróżnić następujące rodzaje chmur (Dziembek, 2016): publiczne, prywatne i hybrydowe.

Pomiędzy urządzeniem a chmurą znalazło się miejsce dla rozwiązania mającego stanowić uzupełnienie, a mianowicie **mgły obliczeniowej** (Fog Computing). Mgła obliczeniowa przenosi przetwarzanie części danych bliżej miejsca ich generowania, na brzegi sieci (Bonomi, Milito, Zhu i Addepalli, 2012). Dzięki temu chmura sama w sobie zostaje w znaczny sposób odciążona, ponieważ część danych jest składowana, przetwarzana i analizowana pomiędzy chmurą. Mgła pozytywnie wpływa na wydajność, ale również bezpieczeństwo niektórych danych. Może również stanowić istotne wsparcie dla wszelkich urządzeń typu mobilnego (Cisco, 2015).

Pierwszy raz termin „**internet rzeczy**” (**IoT**) pojawił się w 1999 roku za sprawą Kevina Ashtona (1999), w odniesieniu do łańcucha dostaw. Internet rzeczy to sieć różnego rodzaju urządzeń, które dzięki zastosowanym technologiom są na stałe podłączone do globalnej sieci. Urządzenia te są w stanie zbierać i przesyłać uzyskiwane dane za pomocą sieci do systemów, które są w stanie je odpowiednio przetworzyć, zapisać i przeanalizować, następnie zaś wracają z określonymi wnioskami. Liczba urządzeń inteligentnych wchodzących w skład internetu rzeczy według szacunków firmy Cisco w roku 2020 ma sięgnąć nawet ok. 50 mld (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammedi, Aledhari i Ayyash, 2015). Czym tak naprawdę jest IoT, to wszystko z czym mamy do czynienia na co dzień, nawet jeśli o tym nie pomyślimy: nasz smart watch, który nie tylko odgrywa rolę zegarka, ale przede wszystkim jest naszym asystentem „zdrowotnym” i indywidualnym trenerem, a jego rolą jest pilnowanie systematyczności treningów oraz ich intensywności i postę-

pów; nasz dom, w którym możemy zdalnie sterować ogrzewaniem, oświetleniem oraz wieloma innymi zmiennymi czy floty samochodowe oparte na telematyce (dzięki IoT organizacje potrafią zoptymalizować zarządzanie flotą, wykorzystując uzyskiwane informacje odnośnie do realizowanych tras, miejsc postoju, tankowania, spalania, sposobu jazdy kierowców i wielu innych) (Miorandi, Sicari, De Pellegrini i Chlamtac, 2012). Oczywiście IoT nie funkcjonuje bez odpowiedniej architektury, poza samym urządzeniem, którego rolą jest zbieranie wszystkich możliwych danych, mamy tu również odpowiednią sieć, którą owe dane muszą zostać przekazane, a także chmurę obliczeniową, gdzie dane zostaną przechowane i przeanalizowane. IoT to przyszłość każdej branży, począwszy od branży gospodarstwa domowego i AGD, gdzie nasza lodówka sama będzie wiedziała, jakie składniki się kończą i automatycznie zamówi je w sklepie online, poprzez branżę automotive, która będzie dążyła do optymalizacji kosztowej oraz bezpieczeństwa kierowców, kończąc na branży medycznej, gdzie odpowiednie urządzenia będą w stanie na bieżąco analizować stan naszego zdrowia. IoT ma nie tylko swoje szanse, lecz także wiele ograniczeń, takich jak: ilość przekazywanych danych i koniecznych do składowania i analizy, szybkość transferu czy zasięg, a także tak przyziemne, jak pojemność i szybkość zużycia baterii, która jest w danym urządzeniu zainstalowana. IoT to początek drogi, którą kroczy technologia, prawdziwą przemianą będzie **internet wszechrzeczy** (Internet of Everything – IoE). IoE to określenie całości rozwiązania z uwzględnieniem ludzi, urządzeń, infrastruktury, czyli sieci oraz funkcjonujących procesów. IoE to już w zasadzie rozwiązania typu Smart, gdzie wszystkie procesy posiłkują się ciągle gromadzonymi i przetwarzanymi informacjami. Cechami charakterystycznymi dla IoT oraz IoE jest duża ilość i różnorodność urządzeń, które są w stanie zbierać skrajnie różne dane, w zależności od przeznaczenia. Skalowalność, ponieważ liczba urządzeń „przyłączonych” rośnie w tempie wykładniczym, lokalizacja i śledzenie, dzięki wbudowanej technologii, ale również potencjalne możliwości samoorganizacyjne (Brachman, 2013).

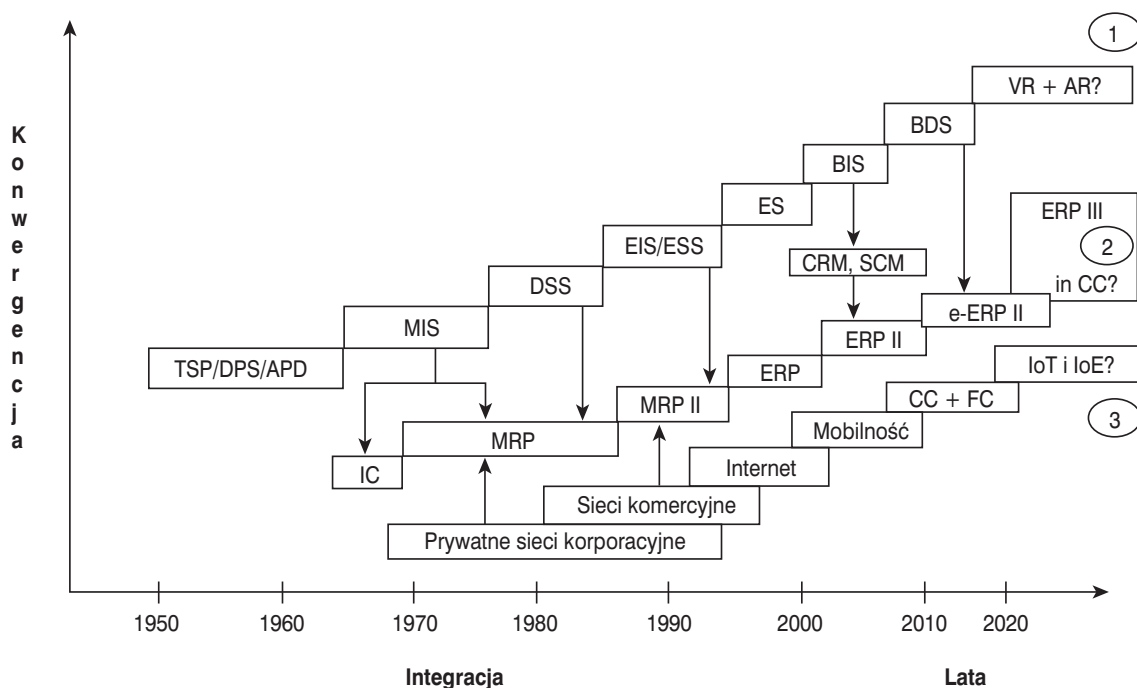
Patrząc przez pryzmat aktualnie rozwijanych trendów technologicznych, należy

sobie zadać pytanie, co dalej? W którą stronę będzie zmierzała technologia? Odpowiedź prawdopodobnie już pojawiła się na rynku ponieważ wszystkie z wymienionych kierunków rozwojowych mają ze sobą jedną wspólną cechę, idealnie się uzupełniają. Przetwarzanie w chmurze jest uzupełnione przez przetwarzanie we mgle, które z kolei wspiera IoT oraz IoE, a te z kolei stanowią podwaliny pod rozwiązania typu Smart (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista i Zorzi, 2014). Wydawać by się mogło, że „Smart” będzie kolejnym etapem ewolucji systemów teleinformatycznych

przedsiębiorstw. Ponieważ Smart ma na celu integrację i uzupełnianie się konkretnych rozwiązań (Xu, He i Li, 2014).

**Smart Information Systems<sup>1</sup>**, choć jeszcze nie nazwane, będą stanowiły klamrę spinającą poszczególne ścieżki rozwoju technologii. Zaczynamy dostrzegać, że te granice są mocno zacierane i powoli zaczynają być po prostu zbyt czyste, ponieważ celem każdego rozwiązania jest wykorzystanie i analiza jednego najcenniejszego zasobu każdej organizacji na świecie, czyli informacji. Ilustracją trzech ścieżek rozwojowych jest rysunek 1.

Rysunek 1. Miejsce zastosowania nowych technologii na ścieżkach rozwoju systemów informatycznych zarządzania



Źródło: opracowanie własne.

## 5. Podsumowanie

Zaprezentowane w niniejszym artykule wyniki poszukiwań badawczych wnoszą wkład w badania nad kierunkami rozwoju systemów informatycznych zarządzania, a szczególnie przedstawieniu nowej koncepcji chronologii zmian typologii w tym zakresie. Nowe propozycje dotyczą umiejscowienia nowych technologii na schemacie rozwoju wynikającym z pierwszego etapu badań. Wynikają też z nich wnioski odnośnie do kamieni milowych rozwoju systemów informacyjnych zarządzania:

1. Powstanie standardów języków oprogramowania, systemów operacyjnych, sprzętu oraz standardów produkcyjnych (norm) – przełom lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX wieku. Bez powstania tych standardów trudno by było mówić o jakiegokolwiek typologii systemów, ze względu na brak wspólnych kryteriów dla wyodrębnienia ich typów (klas), oraz niemożliwe by było tworzenie standardowych, spełniających normy produkcyjne systemów dla branż.

2. Integracja informacyjna systemów transakcyjnych wokół bazy danych – lata sześćdziesiąte XX wieku. Oczywiście od tego czasu nadal powstają systemy cząstkowe, choć synergia cechująca systemy zintegrowane decyduje o ich popularności, dlatego też, pomimo że systemy zintegrowane nadal należą do klasy systemów informacyjnych zarządzania, zastąpiły niemal całkowicie systemy cząstkowe.
  3. Narastające przyłączanie funkcjonalności systemów zintegrowanych TSP – od połowy lat sześćdziesiątych XX wieku. Każda następna generacja posiadała zestaw nowych, gotowych do wykorzystania funkcji systemu.
  4. Komunikacja z bazą danych (języki query) – lata siedemdziesiąte XX wieku. Był to pierwszy krok w kierunku ułatwienia komunikacji z bazą danych. Od tego momentu cały czas trwają prace nad zarządzaniem komunikacją z systemem informatycznym w kierunku języka naturalnego, by decydent nie musiał znać struktury bazy danych, a mógł uzyskać z niej dowolne informacje.
  5. Stadia rozwoju systemów wspomagania decyzji (DSS) – od końca lat siedemdziesiątych XX wieku: pojedyncze modele, biblioteka modeli, generacja modeli automatyzacja generacji, wyboru i zastosowania modeli).
  6. Tworzenie od podstaw pierwszych sieci korporacyjnych i standardów branżowych (istniejących też do dziś np. SWIFT) – od lat siedemdziesiątych XX wieku.
  7. Włączanie rozwiązań sieciowych do systemów informacyjnych zarządzania (sieci korporacyjne, sieci komercyjne, Internet – intranet i extranet, przetwarzanie w chmurze i we mgle) – od lat siedemdziesiątych XX wieku.
  8. Oprogramowanie analityczne hurtowni danych (*data mining*, *tekst mining* etc.) – lata dziewięćdziesiąte XX wieku. Stworzono nowe możliwości zdobywania dodatkowej wiedzy o zjawiskach gospodarczych na podstawie posiadanych już informacji.
  9. Modularność i mutacje rozwiązań (ERP) – od lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Umożliwienie użytkownikowi dokonania wstępnego wyboru zakresu potrzebnego mu systemu w wyspecyfikowanej branży/sektorze.
  10. Włączanie rozwiązań wspomagających podejmowanie decyzji do systemów informacyjnych zarządzania – od lat osiemdziesiątych XX wieku. Odbywało się to systematycznie od systemów wspomagających decyzje, poprzez systemy informowania i wspomagania kierownictwa, po systemy analityki biznesowej.
  11. Sieci wszechobecne – komercjalizacja (standardy działania) i uspołecznienie Internetu – od lat dziewięćdziesiątych XX wieku.
  12. Sieci mobilne i ich infrastruktura – od początku XXI wieku.
  13. Automatyczne przyłączanie do istniejących systemów narzędzi analityki biznesowej (*Business Analytics*) – od początku XXI wieku.
  14. Automatyczne przyłączanie do istniejących systemów – narzędzi masowego przetwarzania danych Big Data Systems.
- Z przytoczonych powyżej rozważań wynikają trzy punkty zwrotne w rozwoju systemów informatycznych zarządzania:
- stworzenie wspólnej bazy (następnie hurtowni danych) dla systemów transakcyjnych w systemach informacyjnych zarządzania;
  - rozdzielenie idei i realizacji systemów wspomagania decyzji i systemów eksperckich;
  - rozdzielenie systemów analityki biznesowej (BIS) i systemów sztucznej inteligencji (AIS) oraz ich obecne scalanie w ramach koncepcji internetu rzeczy i systemów wirtualnej rzeczywistości.
- Ze skomplikowanej sytuacji, jaką przedstawiamy, wynikają podstawowe wyzwania rozwojowe systemów informacyjnych zarządzania:
- integracja (techniczna, informacyjna, funkcjonalna, sieciowa);
  - bezpieczeństwo, w szczególności systemów mobilnych i infrastruktury przetwarzania w chmurze i przetwarzania we mgle;
  - automatyzacja włączania analityki biznesowej (*Business Analytics*) w istniejące systemy informatyczne wspomagające zarządzanie;
  - włączanie nowych technologii: systemów masowego przetwarzania danych (Big Data Systems), wirtualnej rzeczywistości.

ści (VR) i rozszerzonej rzeczywistości (AR), internetu rzeczy (IoT) i internetu wszechrzeczy (IoE) do gospodarki narodowej i sfery społecznej.

Wynikają z nich przypuszczalne kierunki rozwoju systemów informacyjnych zarządzania, które powinny koncentrować się na:

- w sferze architektury logicznej – stopniowe przekształcanie i zastępowanie systemów analitki biznesowej (*Business Intelligence*) w systemy przetwarzania danych masowych (Big Data);
- w sferze integracyjnej – scalanie sfery informacyjnej i materialnej – poprzez łączenie systemów informacyjnych zarządzania z internetem rzeczy (wszechrzeczy) i wirtualnej (rozszerzonej) rzeczywistości;
- w sferze sieciowej – włączenie mechanizmów przetwarzania w chmurze i we mgle – w infrastrukturę systemów sieciowych.

Wydaje się, że zwieńczeniem wykorzystania systemów informatycznych zarządzania będzie integracja ich z systemami daleko posuniętej inteligentnej automatyki przemysłowej oraz systemami ułatwiającymi i usprawniającymi życie codzienne. Biorąc pod uwagę analizowaną koncepcję systemy inteligentne (*smart*) powinny zwieńczać opisaną nią rozwój.

## Przypisy

- 1 Systemy inteligentne (*Smart Information Systems*): inteligentne miasta (*smart cities*), inteligentne fabryki (*smart factories, smart companies*), inteligentne systemy (*smart systems*).

## Bibliografia

Adamczyk, A. i Chmielarz, W. (2005). *Zintegrowane systemy informatycznego wspomaganie zarządzania*. Warszawa: Wydawnictwo WSEI.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. i Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(4), 2347–2376.

Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986> (22.03.2019).

Bocij, P., Chaffey, D., Greasley, A. i Hickie, S. (2008). *Business Information Systems: Technology, Development and Management for E-Business*. New Jersey: Prentice Hall.

Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J. i Addepalli, S. (2012). *Fog computing and its role in the internet of things*. Paper presented at the MCC'12 – Proceedings of the 1st ACM Mobile Cloud Computing Workshop, s. 13–15.

Brachman, A. (2013). *Raport Obserwatorium ICT, Internet Przedmiotów*. SO RIS. Pozyskano 22 marca 2019 r. z: [http://obserwatoriumict.pl/site/assets/files/1059/internet\\_rzeczy-wybrane\\_zastosowania.pdf](http://obserwatoriumict.pl/site/assets/files/1059/internet_rzeczy-wybrane_zastosowania.pdf).

Buyya, R., Yeo, C.S., Venugopal, S., Broberg, J. i Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, 25(6), 599–616.

Chen, H., Chiang, R.H.L. i Storey, V.C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 36(4), 1165–1188.

Chen, M., Mao, S. i Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 71–209.

Chen, P.C.L. i Zhang, C. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on big data. *Information Sciences*, 275, 314–347.

Chmielarz, W. (1996). *Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie. Aspekt modelowy w budowie systemów*. Warszawa: Dom Wydawniczy Elipsa.

Chmielarz, W. (2007). *Systemy elektronicznego biznesu*. Warszawa: Difin.

Chmielarz, W. (2013). *Zarządzanie projektami a rozwój systemów informatycznych zarządzania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe WZ UW.

Chmielarz, W. (2015). *Information Technology Project Management*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe WZ UW.

Cisco. (2015). *Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are* (white paper).

Dziembek, D. (2016). Cloud Computing – Charakterystyka i Obszary Zastosowań w Przedsiębiorstwach. W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji* (t. 2, s. 725–739). Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją (PTZP).

Flakiewicz, W. (2002). *Systemy informacyjne w zarządzaniu*. Warszawa: C.H. Beck.

Fotache, D. i Hurbean, L. (2014). *ERP III: the promise of a new generation*. The Proceedings of the IE2014 International Conference, Bucharest, s. 265–271.

Fox, S. i Madden, M. (2006). *Riding the Waves of "Web 2.0"*. Pew Internet & American Life Project. Pozyskano 21 lutego 2019 r. z: [http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP\\_Web\\_2.0.pdf](http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP_Web_2.0.pdf).

- Freyenfeld, W.A. (1984). *Decision Support Systems*. Manchester: NCC Publications.
- Gallagher, A.G., Ritter, E.M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M.P., Moses, G. i Satava, R.M. (2005). Virtual reality simulation for the operating room: Proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Annals of Surgery*, 241(2), s. 364–372.
- Gilet, S. i Kapor, M. (1997). The Self-governing Internet: Coordination by Design. W: B. Kahin, J. Keller (red.), *Coordination of Internet*. Cambridge: MIT Press. Pobrano z: <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP197/CCSWP197.html>.
- Gołuchowski, J. (2007). *Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji* (wyd. II). Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.
- Hellwig, Z. (red.). (1971). *Automatyczne przetwarzanie informacji*. Warszawa: PWE.
- Januszewski, A. (2008). *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania* (t. I, II). Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN.
- Kisielnicki, J. i Sroka, H. (2005). *Systemy informacyjne biznesu*. Warszawa: Wydawnictwo Placet.
- Kisielnicki, J. (2014). *Zarządzanie i informatyka*. Warszawa: Wydawnictwo Placet.
- Laudon, K.C. i Laudon, J.P. (2015). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. New York: Pearson Education Inc., Prentice Hall.
- Lech, P. (2003). *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II – Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*. Warszawa: Difin.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. i Kishino, F. (1995). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Paper presented at the Proceedings of SPIE – the International Society for Optical Engineering, 2351, s. 282–292.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. i Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497–1516.
- Niedzielska, E. (red.). (1998). *Informatyka ekonomiczna*. Warszawa: PWE.
- Nowicki, A. (red.). (2006). *Komputerowe wspomaganie biznesu*. Warszawa: Wydawnictwo Placet.
- Olszak, C. (2007). *Tworzenie i wykorzystanie systemów Business Intelligence na potrzeby współczesnej organizacji*. Katowice: Wydawnictwo Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach.
- Radzikowski, W. (1979). *Informatyka w gospodarce narodowej*. Warszawa: Książka i Wiedza.
- Turban, E., Outland, J., King, D., Lee, J.K., Liang, T.-P. i Turban, D.C. (2018). *Electronic Commerce 2018. A Managerial and Social Networks Perspective*. Springer.
- Wielki, J. (2012). *Modele wpływu przestrzeni elektronicznej na organizacje gospodarcze*. Wrocław: Wydawnictwo UE Wrocław.
- Wierzbicki, T. (red.). (1976). *Wstęp do informatyki w zarządzaniu*. Warszawa: PWN.
- Wood, B. (2015). *ERP vs. ERP2 vs. ERP3 Future Enterprise Applications*. R3now Consulting. Pozyskano 16 marca 2019 r. z: <http://www.r3now.com/erp-vs-erp-ii-vs-erp-iii-future-enterprise-applications/>.
- Wrycza, S. (red.). (2010). *Informatyka ekonomiczna*. Warszawa: PWE.
- Wu, X., Zhu, X., Wu, G. i Ding, W. (2014). Data mining with big data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 26(1), 97–107.
- Xu, L.D., He, W. i Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233–2243.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L. i Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.
- Zawiła-Niedźwiecki, J., Rostek, K. i Gąsioriewicz, A. (red.). (2010). *Informatyka gospodarcza*. Warszawa: C.H. Beck.
- Zhang, Q., Cheng, L. i Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25–32.