

UNIWERSYTET WARSZAWSKI

mgr inż. Marek Michał Markowski

**Determinanty projektowania systemu
informatycznego
dla przedsiębiorstw przetwarzających informacje
w czasie rzeczywistym
(Real-Time Enterprises)**

Streszczenie pracy doktorskiej

**Praca wykonana pod kierunkiem
Prof. dr hab. Jerzego Kisielnickiego
Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski
Katedra Systemów Informacyjnych Zarządzania**

Warszawa 2024

Spis treści

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | UZASADNIENIE WYBORU TEMATU | 3 |
| 2. | CEL, TEZA, PYTANIA BADAWCZE | 6 |
| 3. | PROCEDURA BADAWCZA | 7 |
| 4. | WYNIKI BADAŃ | 10 |
| 4.1 | DETERMINANTY SYNTETYCZNE (GLOBALNE)..... | 10 |
| 4.2 | DETERMINANTY CZĄSTKOWE (STRUKTURALNE) | 12 |
| 5. | WNIOSKI KOŃCOWE | 20 |
| 6. | KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ..... | 26 |
| 7. | LITERATURA PODSTAWOWA | 30 |
| 8. | GŁÓWNE POJĘCIA STOSOWANE W PRACY | 35 |

1. Uzasadnienie wyboru tematu

Nieustanne zmiany rynku i wzrost konkurencji powodują konieczność dynamicznego dostosowywania sposobu prowadzenia biznesu. Presja ciągłych zmian implikuje powstawanie wymagań względem technologii informatycznej, stanowiącej podstawowe narzędzie przetwarzania informacji w organizacjach (Hejduk, 2013; Pastuszek, 2023). Obecna rzeczywistość została zdominowana przez informację i technologie informatyczne (Kisielnicki, 2021). Twierdzi się wręcz, że informacja obok materii i energii stanowi trzeci element struktury świata a dane są podstawą nowej gospodarki cyfrowej (Zohuri i in., 2022).

Literatura przedmiotu potwierdza rosnące znaczenie informacji i szybkości jej przekazu oraz stale zwiększającą się złożoność otoczenia organizacji. Postępująca cyfryzacja rewolucjonizuje sposób działania przedsiębiorstw, dając początek nowym terminom i inicjatywom (Buer i in., 2021; Bueno i in., 2020). Wynika to m.in. z działania konkurencji w czasie rzeczywistym, postępującej automatyzacji wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa, w tym przebiegu procesów biznesowych (*Business Process Management*, BPM) i Internetu Rzeczy (*Internet of Things*, IoT) (Kirikkayis i in., 2023), Zrobotyzowanej Automatykacji Procesów (*Robotics Process Automation*, RPA) (Kirikkayis, 2023), automatyzacji procesów produkcyjnych (Vu i in., 2023), istnienia produktów światowych i nieustannego skracania cyklu ich życia, zmieniających się potrzeb klientów, nowego podejścia do komunikacji marketingowej, relacji i sprzedaży (Saabith i in., 2022), przenoszenia odpowiedzialności operacyjnej i planistycznej z ludzi na maszyny (Cohen i Singer, 2021), automatycznego wykrywania anomalii w czasie rzeczywistym (Stahmann, 2023) czy szerzej – inteligentnego monitorowania i sterowania w czasie rzeczywistym (Shao i in., 2019) oraz konieczności zarządzania permanentnymi zmianami (Konopi i in., 2022).

Przedsiębiorstwa muszą więc rozwijać elastyczność biznesową, adaptując nowe modele działania, wdrażając efektywne innowacje techniczne (Wielki, 2016; Liwarska-Fulczyk, 2020), ekonomiczne (Wilusz, 2020; Marszałek, 2022) oraz te dotyczące metod zarządzania (Grauer i in., 2010; Hejduk, 2011; Olabode i in., 2022). Stąd, jak uważają Karnouskos i Colombo (2011), potrzeba stosowania narzędzi zapewniających dostęp do krytycznych informacji w odpowiednim czasie i właściwym miejscu.

Wskutek ciągłych zmian świat, w którym funkcjonują dzisiejsze przedsiębiorstwa, stał się bardziej zmienny, niepewny, złożony, ryzykowny i niejednoznaczny (Schoemaker i in., 2018). Konkurowanie w zakresie czasu stało się istotne dla wielu przedsiębiorstw, a szybka odpowiedź to kluczowy czynnik sukcesu w zakresie zdarzeń krytycznych, minimalizujący koszty i utrzymujący doskonałość działań (Cundius i Alt, 2017; Zhang i in., 2022). W wysoce dynamicznym środowisku przedsiębiorstwa wymagają od swej kadry zarządzającej zręczności w prowadzeniu biznesu oraz dynamicznego podejmowania decyzji (Szyjewski,

2020), a więc szybkich i elastycznych odpowiedzi na zmiany zewnętrzne, co jest związane z pozyskiwaniem i przetwarzaniem danych w czasie rzeczywistym (Qi, 2022). Otrzymywanie raportów biznesowych w czasie rzeczywistym umożliwia szybkie rozwiązywanie problemów oraz pozyskiwanie informacji zwrotnej na temat wyników, łatwe wykrywanie i korygowanie błędów (Goar i Yadav, 2022) - stąd poprawa efektywności działań (Saabith i in., 2022).

Pozyskiwanie danych *real-time* stanowi fundament inteligentnego monitorowania i sterowania w czasie rzeczywistym wielu procesów biznesowych przedsiębiorstw, ułatwiając działania korygujące (Shao i in., 2019) m.in. w zakresie łańcucha dostaw (Ahmad i Sanjog, 2023), produkcji (Bazan i Estevez, 2022), sprzedaży, a nawet łączności z pracownikami i z zewnętrznymi interesariuszami (Gupta i in., 2023).

Taka konieczność natychmiastowej reakcji na zmiany biznesowe, zmniejszenie czasu realizacji procesów gospodarczych, bezzwłoczne pozyskiwanie informacji oraz jej współdzielenia stały się fundamentem idei przedsiębiorstwa przetwarzającego dane w czasie rzeczywistym (*Real Time Enterprise*, RTE). RTE dostarcza informacje w czasie rzeczywistym pracownikom, klientom, dostawcom i innym partnerom biznesowym. Koncepcja RTE znana jest od dawna (Gartner, 1999; Schulte i in., 2001), nowa jest natomiast możliwość implementacji tej strategii przy akceptowalnie rozsądnych kosztach. Wywodzi się ona z licznych rozważań dotyczących biznesu i technologii, tj. idea przedsiębiorstwa proaktywnego, przedsiębiorstwa bez opóźnień (*zero latency enterprise*), dużej szybkości (*high velocity enterprise*) czy „na czas” (*on-time enterprise*). Związana jest m.in. z kwestiami świadomości otoczenia biznesowego, reakcji przedsiębiorstwa, jego dostosowania i uczenia się, szybkiej akumulacji wiedzy, kultury nastawionej na zmiany (Chudaeva i in., 2019; Novikova i in., 2019). RTE wykonuje elastycznie definiowane procesy biznesowe, bazując na najlepszej informacji dostępnej ze wszystkich źródeł i dostarczanej bezzwłocznie do miejsca podejmowania decyzji (Olofson i Morris, 2013), w sposób automatyczny, obejmujący różne systemy, media i granice organizacji.

Jak twierdzi Mathes (2016), przedsiębiorstwo, które realizuje strategię RTE, potrzebuje dostępu do swoich danych w czasie rzeczywistym. Jest to postulat zgłaszany już wiele lat temu przez Rabina (2003), który uważał, że w RTE informacja jest dostarczana w chwili, gdy jest potrzebna, w sposób łatwy, w odpowiedniej formie graficznej, bazując na zdefiniowanych regułach biznesowych, które proaktywnie, pod wpływem zdarzeń alarmują kierownictwo o nowych szansach biznesowych lub problemach.

Możliwość realizacji koncepcji RTE pojawiła się więc wraz z cyfryzacją przedsiębiorstw (Bieliaieva i in., 2021) i możliwościami, jakie wnosi IT w zakresie zwiększania zdolności do wykrywania i wykorzystywania szans w czasie rzeczywistym (Overby i in., 2006; Park i in., 2017), poprzez zarówno rozbudowę istniejących systemów, jak i adopcję najnowszych technologii (Bharadwaj i in., 2013; George i in., 2016).

Systemy informatyczne są niezbędne do realizacji koncepcji RTE, więc konieczne jest określenie determinantów projektowania systemu informatycznego wspierającego działanie przedsiębiorstwa przetwarzającego dane w czasie rzeczywistym (RTE).

Lista determinantów, które mogą mieć wpływ na sukces przedsięwzięcia informatycznego t.j. projektowanie systemu informatycznego dla RTE, jest kwestią otwartą, ponieważ w dużej mierze zależy to od branży konkretnego przedsiębiorstwa. Niemniej istnieją pewne wspólne kryteria dotyczące tego zagadnienia.

Do weryfikacji uzyskanych z literatury rezultatów wybrano branżę farmaceutyczną, co wynikało to z następujących powodów:

1. jest to jeden z najszybciej rozwijających się sektorów gospodarki świata (Hole i in., 2021), którego ewolucja związana jest z ciągłymi, znaczącymi zmianami w modelu operacyjnym przedsiębiorstw (Gautam i Pan, 2016).
2. obejmuje szerokie spektrum działań, począwszy od badań i rozwoju (R&D), poprzez produkcję i dystrybucję, marketing leków oraz środków biologicznych, aż po monitorowanie i zapobieganie niepożądanym skutkom (EPFIA 2020).
3. na tle innych sektorów przemysł farmaceutyczny wyróżnia się wielkością nakładów na badania i rozwój, ponieważ wszystkie nowe leki wprowadzane na rynek są wynikiem długotrwałych, kosztownych i ryzykownych prac badawczo-rozwojowych (R&D) (Ng, 2015), wieloletnich badań klinicznych oraz czasochłonnych procesów zatwierdzania przez organy regulacyjne. Działania te wymagają zaawansowanej współpracy przedsiębiorstw farmaceutycznych z innymi podmiotami branżowymi, środowiskiem akademickim, organami państwowymi i organizacjami międzynarodowymi.
4. złożoność procesów biznesowych, skomplikowane wymagania regulacyjne i różnorodność otoczenia biznesowego stanowią wielkie wyzwanie dla technologii informatycznej zapewniającej możliwości ciągłego działania i wieloaspektowego raportowania, a także stanowiącej o perspektywach rozwoju przedsiębiorstw farmaceutycznych.

2. Cel, teza, pytania badawcze

Skuteczne zarządzanie przedsiębiorstwem w świecie nieustannie rosnącej konkurencji wymaga od technologii informatycznej realizacji potrzeb współczesnego biznesu.

Celem pracy jest sformułowanie rekomendacji użytecznych w projektowaniu systemu informatycznego dla przedsiębiorstwa przetwarzającego dane w czasie rzeczywistym (RTE).

W zakresie użyteczności naukowej celami są analiza literatury przedmiotu oraz wykonanie badań dotyczących determinantów projektowania systemu informatycznego dla RTE na przykładzie przemysłu farmaceutycznego.

Podstawowym celem jest konfrontacja literatury z praktyką – wyznaczenie determinantów za pomocą badań ankietowych pod kątem użyteczności w projektowaniu systemu informatycznego dla RTE. Wynikiem tych działań jest otrzymanie zbioru determinantów projektowania, co ułatwi to pracę w zakresie przygotowania, implementacji, rozwoju i utrzymania systemu informatycznego RTE, a jednostkom biznesowym pomoże w przekazywaniu ich wymagań oraz w korzystaniu z rezultatów implementacji. W skali całej organizacji będzie sprzyjać przepływowi wiedzy i wspólnemu budowaniu systemu IT, co powinno wpłynąć pozytywnie na konkurencyjność przedsiębiorstwa.

Teza: Rozwój przedsiębiorstw w obecnych warunkach funkcjonowania biznesu wymaga zastosowania systemów informatycznych przetwarzających informacje w czasie rzeczywistym.

Pytania badawcze pracy to:

1. Jakie są determinanty projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw RTE?
2. Czy dla zidentyfikowanych determinantów istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów z uwagi na:
 - a) Lokalizację geograficzną respondentów
 - b) Umiejscowienie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa
 - c) Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu

Pierwsze pytanie badawcze dotyczy określenia zbioru determinantów projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw RTE i stopnia ich użyteczności w tym projektowaniu (wagi). Punkt ciężkości, mający zarówno teoretyczne jak i praktyczne cele to określenie użyteczności wskazanych determinantów w przygotowaniu przedsięwzięcia projektowego dla RTE, takim jak projektowanie systemu informatycznego, który musi łączyć w czasie rzeczywistym wszystkie obszary biznesu.

Cząstkowe pytania badawcze dotyczą wagi każdego ze zidentyfikowanych determinantów ze względu na ich użyteczność w projektowaniu systemu informatycznego dla przedsiębiorstw RTE. Wyniki badań pozwoliły na wskazanie czynników sukcesu przedsięwzięcia projektowego, które zostały finalnie podzielone na cztery kategorie (Kisielnicki, 2021) – czynniki organizacyjne, ekonomiczne, techniczne i socjologiczno-psychologiczne

Drugim pytaniem badawczym jest kwestia znalezienia potencjalnych rozbieżności - statystycznie istotnych różnic w odpowiedziach (- gdzie p jest mniejsze od założonego poziomu istotności $\alpha = 0,05$) - co do oceny użyteczności zidentyfikowanych determinantów pomiędzy badanymi grupami respondentów. Odpowiedź na to pytanie pozwala na pełniejszą realizację projektowania systemu informatycznego dla RTE i wiąże się z jego późniejszą lepszą eksploatacją.

3. Procedura badawcza

Przedmiotem badań pracy jest wskazanie determinantów projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw przetwarzających informacje w czasie rzeczywistym (RTE).

Badania w dziedzinie zarządzania wymagają coraz bardziej złożonych metod prowadzenia badań empirycznych (Sułkowski i Lenart-Gansiniec, 2023). W ramach przygotowań przeanalizowano: rodzaj i zakres wymaganych danych, sposoby doboru próby, planowane porównania, dostępne techniki i narzędzia, przebieg analizy danych (Glinka i Czakon, 2021). Oszacowano również czas badań.

Podstawową metodą zastosowaną w pracy są badania ankietowe, których wynikiem będą informacje o determinantach projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw przetwarzających informacje w czasie rzeczywistym (*Real-Time Enterprises*). Zaletami ankietyzacji są: prostota przeprowadzenia takiego badania, niski koszt pozyskania dużej ilości informacji oraz łatwość uzyskania zadowalającego wyniku (Szyjewski, 2018).

Przyjęto założenie, że RTE stanowi wzorzec przedsiębiorstwa, który można stosować lub do którego można dążyć. Obszar badawczy został ograniczony do czołowych, międzynarodowych przedsiębiorstw branży farmaceutycznej, wdrażających lub integrujących systemy informatyczne biznesu.

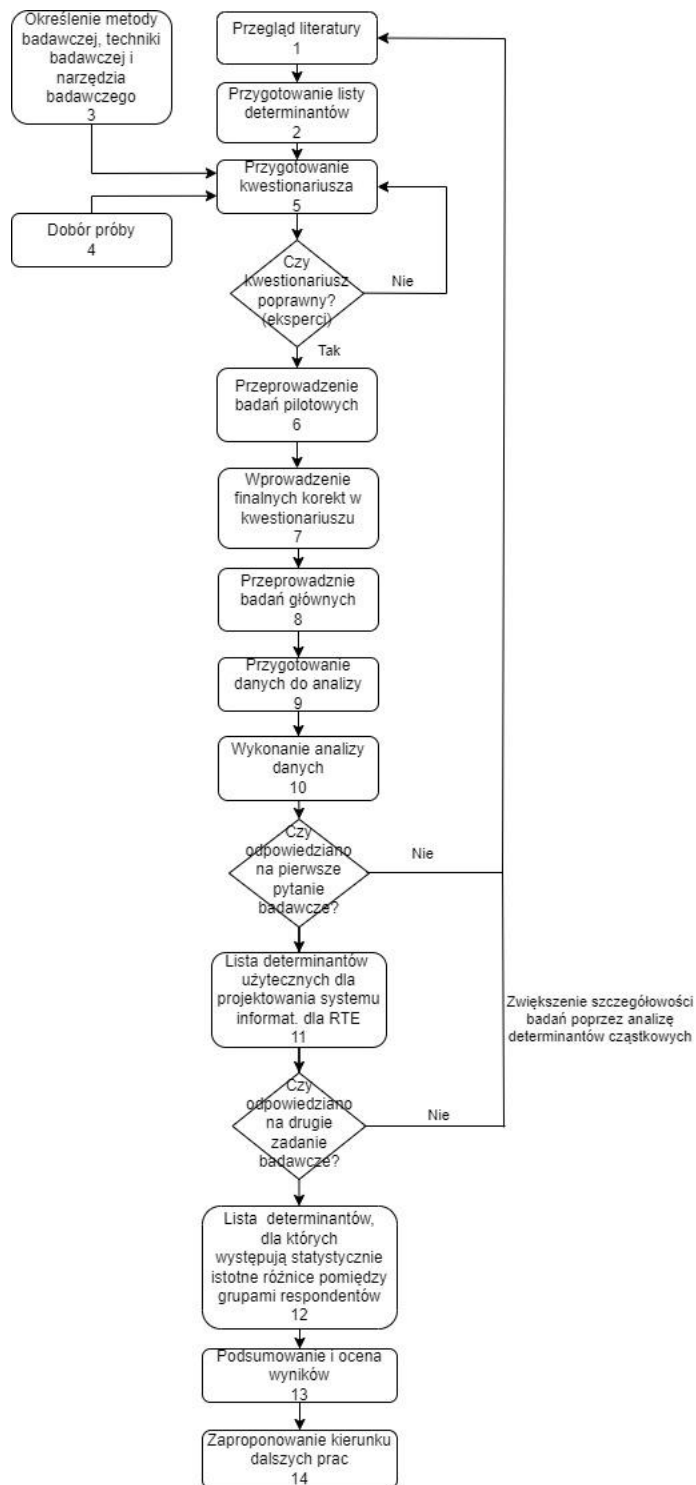
Znalezienie rozwiązań dla problemów określonych w pytaniach badawczych pracy wymagało analizy literaturowej a także krytycznego przeglądu informacji pozyskanych od ekspertów branżowych. Przy wyborze źródeł danych uwzględnione zostały dopasowanie do przyjętej konwencji i rodzaju potrzebnych danych, zapewnienie różnorodności i triangulacji oraz sama możliwość pozyskania danych i współpracy respondentów (Wieczorkowska-Nejtardt i Wierziński, 2007; Glinka i Czakon, 2021).

Procedura badawcza składa się z następujących kroków (Rysunek 1, strona 9):

1. Przegląd literatury - krytyczna analiza literatury w następujących obszarach: systemy informacyjne zarządzania, przedsiębiorstwa czasu rzeczywistego, projektowanie systemów informatycznych dla zarządzania, zarządzanie projektem (w tym czynniki: ryzyka, krytyczne, sukcesu, niepowodzeń), integracja systemów informatycznych przedsiębiorstwa, itd.,
2. Przygotowanie listy determinantów - identyfikacja determinantów użytecznych w projektowaniu systemu informatycznego RTE na podstawie wykonanej analizy,
3. Określenie metody badawczej, techniki badawczej i narzędzia badawczego,

4. Dobór próby,
5. Przygotowanie kwestionariusza
(sprawdzenie kwestionariusza przez ekspertów)
6. Przeprowadzenie badań pilotowych - weryfikacja użyteczności determinantów w projektowaniu systemu informatycznego dla przedsiębiorstwa czasu rzeczywistego wśród ograniczonej liczby respondentów (10 osób) celem końcowego sprawdzenia kwestionariusza,
7. Wprowadzenie finalnych korekt w kwestionariuszu,
8. Przeprowadzenie badań głównych - weryfikacja użyteczności determinantów w projektowaniu systemu informatycznego dla przedsiębiorstwa czasu rzeczywistego na docelowej próbie respondentów,
9. Przygotowanie zebranych danych do analizy,
10. Wykonanie analizy zebranych danych,
(Sprawdzenie czy odpowiedziano pierwsze pytanie badawcze)
11. Przygotowanie lista determinantów użytecznych w projektowaniu systemu informatycznego dla RTE,
(Sprawdzenie czy odpowiedziano drugie pytanie badawcze)
12. Przygotowanie listy determinantów, dla których występują statystycznie istotne różnice pomiędzy grupami respondentów,
13. Podsumowanie i ocena wyników,
14. Zaproponowanie kierunku dalszych prac.

W zakresie prowadzenia badań ankietowych zastosowano technikę ankiety mailowej – EMS, *Electronic Mail Survey*. W technice EMS ankieta (Sułkowski i Lenart-Gansiniec, 2021) jest wysyłana pocztą elektroniczną za pośrednictwem istniejących sieci komputerowych lub systemów poczty elektronicznej. Zazwyczaj ankieta taka jest przesyłana w treści wiadomości lub jako załącznik do e-mail. Respondent wpisuje więc odpowiedzi w treści wiadomości e-mail lub w załączonym pliku i odsyła je za również pomocą wiadomości e-mail. Ważnymi cechami ankiet EMS są: wygoda respondenta (w odróżnieniu od ankiet bezpośrednich i telefonicznych respondent odpowiada, gdy ma na to czas) oraz możliwość pominięcia odpowiedzi i późniejszy powrót do danego pytania.



Rysunek 1. Procedura rozwiązania problemu badawczego – rysunek szczegółowy
 źródło: opracowanie własne

4. Wyniki badań

Dane w pracy uzyskano poprzez badania ankietowe. Ankiety, stanowiące załączniki wiadomości e-mail, zostały wysłane do 300 respondentów pracujących w 20 międzynarodowych firmach farmaceutycznych – próba nielosowa (Babbie, 2003). Celem ankiety było określenie użyteczności determinantów projektowania systemu informatycznego dla RTE. Respondenci byli pytani o wskazanie stopnia użyteczności poszczególnych determinantów dla tego celu (pięciostopniowa skala Likerta: od 1 do 5, gdzie 1 – kategorycznie się nie zgadzam, 5 – stanowczo się zgadzam). Otrzymano łącznie 115 odpowiedzi z 8 firm.

Kraje zamieszkania respondentów to Arabia Saudyjska, Bangladesz, Białoruś, Brazylia, Bułgaria, Czechy, Dania, Egipt, Hiszpania, Indie, Irlandia, Izrael, Kenia, Maroko, Nigeria, Pakistan, Polska, RPA, Rumunia, Singapur, Słowacja, Szwajcaria, Ukraina, Węgry, Wielka Brytania, Wietnam.

Respondenci zajmowali stanowiska w następujących obszarach: zespół IT realizujący projektowanie, użytkownicy końcowi, kierownictwo, inni interesariusze.

Doświadczenie 115 respondentów w pracy z systemami IT dla biznesu: najmniej doświadczony: 4 miesiące, najbardziej doświadczony: 45 lat.

Na podstawie uzyskanych danych zostały wykonane obliczenia statystyczne za pomocą aplikacji Statistica 13.3. Statistica 13.3 to narzędzie analityczne umożliwiające m.in. przygotowanie i analizę danych, raportowanie oraz wdrażanie modeli analitycznych.

Wynikiem badań są odpowiedzi na pytania badawcze, które wskazują listę determinantów, ich wagi ze względu na użyteczność projektowania systemu informatycznego dla RTE oraz różnice w ich postrzeganiu w zależności od zdefiniowanych grup respondentów.

4.1 Determinanty syntetyczne (globalne)

W odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze (strona 6) wskazano 18 determinantów globalnych wraz z ich wagami (wartościami średnich arytmetycznych), uszeregowanych malejąco i podzielonych na 3 grupy w zależności od wagi. Wyniki zostały przedstawione w Tabeli 1:

- Grupa I obejmuje determinanty dużej wagi, najczęściej wskazywane, których średnia użyteczność dla projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw przetwarzających informacje w czasie rzeczywistym $> 4,2$,
- Grupa II obejmuje determinanty średniej wagi, rzadziej wskazywane, których średnia użyteczność dla projektowania systemu informatycznego dla RTE wynosi pomiędzy 4,1 a 4,2,
- Grupa III obejmuje determinanty niższej wagi, najrzadziej wskazywane, których średnia użyteczność dla projektowania systemu informatycznego dla RTE wynosi < 4.1 .

| # | Pytanie badawcze | Odpowiedzi na pytanie badawcze |
|----|--|---|
| 1. | Jakie są determinanty projektowania systemu informatycznego dla przedsiębiorstw RTE? | <p>Determinanty projektowania systemu informatycznego dla RTE to:</p> <p>(Grupa I)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zapewnienie elastyczności, skalowalności i odporności na awarie systemu średnia = 4,33 2. Konieczność zarządzania cyberbezpieczeństwem średnia = 4,31 3. Intensywna i przejrzysta komunikacja dotycząca zmian średnia = 4,28 4. Zapewnienie integracji i interoperacyjności przedsiębiorstwa średnia = 4,27 5. Metodyczny sposób zarządzania projektem średnia = 4,23 6. Zapewnienie właściwych szkoleń średnia = 4,22 7. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia monitorowania biznesu i sterowania opartego na modelach średnia = 4,22 <hr/> <p>(Grupa II)</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Wyzwania związane z wykonywaniem pracy, zaangażowaniem pracowników i ich bieżącym obciążeniem średnia = 4,16 9. Dokładnie rozpoznane i określone wymagania względem projektowanego systemu średnia = 4,15 10. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia opartych na danych systemów analizy, modelowania, kontroli, uczenia się i wsparcia podejmowania decyzji średnia = 4,13 11. Koordynacja prac projektowych w środowisku wielozespołowym średnia = 4,12 <hr/> <p>(Grupa III)</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia zorientowanej na usługi platformy współpracy produkcyjnej średnia = 4,10 13. Jednoznaczny cel projektu i docelowa wizja biznesu średnia = 4,10 14. Standaryzowana, sprawdzona, zapewniająca spójność technologia średnia = 4,07 15. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia cyfryzacji łańcucha dostaw średnia = 4,06 16. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia działań związanych z wprowadzeniem nowych produktów średnia = 4,05 17. Odpowiednie zarządzanie zmianą średnia = 4,02 18. Uwzględnienie w zakresie wdrożenia automatyzacji funkcji biznesowych średnia = 3,95 |

Tabela 1. Odpowiedzi na pierwsze pytania badawcze

źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

4.2 Determinanty cząstkowe (strukturalne)

Drugie pytanie badawcze (strona 6) dotyczy identyfikacji determinantów, dla których istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów na temat użyteczności determinantów z uwagi na: (a) lokalizację geograficzną respondentów, (b) umiejscowienie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa, (c) doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu.

W przypadku tego pytania badawczego dla pierwotnie wskazanych determinantów nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic odpowiedzi pomiędzy grupami respondentów. Dlatego też postanowiono o przeprowadzeniu bardziej szczegółowej analizy. Dotychczasowe determinanty potraktowano jako syntetyczne (globalne) i przygotowano listę determinantów cząstkowych (strukturalnych).

Wykonane badania dla determinantów strukturalnych pozwoliły wskazać te z nich, dla których istniała poszukiwana statystycznie istotna różnica w postrzeganiu ich użyteczności dla projektowania systemu informatycznego RTE pomiędzy badanymi grupami respondentów.

W ramach realizacji zadania, postępując zgodnie z procedurą badawczą, dla zebranych danych 130 determinantów cząstkowych sprawdzono założenia normalności rozkładu (test Shapiro-Wilka). Ponieważ wyniki były negatywne (zebrane dane nie posiadały rozkładu normalnego) nie można było wykonać analizy ANOVA.

Stąd też przeprowadzono test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa) wraz z analizą *post-hoc* dla wszystkich 130 determinantów cząstkowych w odniesieniu do trzech powyższych punktów (respondenci: lokalizacja geograficzna, struktura organizacyjna, doświadczenie). Przeprowadzono więc 390 łącznych analiz. Obliczenia wykonano w aplikacji Statistica 13.3.

Po przeanalizowaniu wyników badań statystycznie istotne różnice w odpowiedziach stwierdzono dla 7 poniższych determinantów cząstkowych:

1. udostępnianie danych użytkownikowi w preferowanej przez niego formie i czasie,
2. umożliwienie zarządzania nieustrukturyzowanymi danymi,
3. prosty sposób wprowadzania zmian w procesach biznesowych w IT (np. konfiguracja, bez twardego kodu: czasochłonny i kosztowny),
4. zapewnienie ergonomii i komfortu pracy,
5. inteligentny system zajęć szkoleniowych,
6. wykorzystanie RPA (*Robotic Process Automation*) do wdrożenia procesów biznesowych,
7. minimalizacja danych.

Wyniki obliczeń dla tych determinantów cząstkowych, dla których stwierdzono statystycznie istotne różnice w odpowiedziach respondentów przedstawiono na kolejnych stronach. Zestawienia pochodzą z programu Statistica 13.3 (wersja angielska) – stąd też ich format oraz język użyty w nagłówkach kolumn.

Dla każdego z 7 determinantów zaprezentowano (strony 14-17):

- wynik testu Kruskala-Wallis (ANOVA Kruskala-Wallis) – gdzie wartość p jest mniejsza od założonego poziomu istotności ($\alpha = 0,05$), jest to więc zależność istotna statystycznie. Oznacza to, że co najmniej jedna z badanych grup różni się w sposób statystycznie istotny od pozostałych w postrzeganiu użyteczności tego determinantu dla projektowania systemu informatycznego dla RTE.
- wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup (odpowiednik analizy *post-hoc* dla „klasycznej” ANOVY) - sprawdzenie, które grupy respondentów udzieliły odpowiedzi różniących się w sposób istotny statystycznie (różnice te zaznaczono kolorem czerwonym. Istotne statystycznie różnice w postrzeganiu użyteczności tego determinantu dla projektowania systemu informatycznego dla RTE zostały zaznaczone kolorem czerwonym.

1. Determinant cząstkowy: „Prosty sposób wprowadzania zmian w procesach biznesowych w systemach IT (np. konfiguracja, bez programowania)” - w zależności od lokalizacji geograficznej respondentów.

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; SimBPChange(ChM,AZ) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: Country-Group1 Kruskal-Wallis test: H (5, N= 115) =17,68769 p =,0034 | | | | |
|--|------|------------|-----------------|--------------|
| Depend.: SimBPChange(ChM,AZ) | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| EastEurope | 1 | 32 | 1547,500 | 48,35938 |
| Asia | 2 | 21 | 1402,500 | 66,78571 |
| UK | 3 | 38 | 2064,500 | 54,32895 |
| Africa | 4 | 16 | 1319,000 | 82,43750 |
| WestEurope,Isr | 5 | 7 | 291,000 | 41,57143 |
| othet | 6 | 1 | 45,500 | 45,50000 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| Multiple Comparisons p values (2-tailed); SimBPChange(ChM,AZ) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: Country-Group1 Kruskal-Wallis test: H (5, N= 115) =17,68769 p =,0034 | | | | | | |
|---|------------------------|------------------|----------------|--------------------|----------------------------|-------------------|
| Depend.: SimBPChange(ChM,AZ) | EastEurope R:48,359 | Asia R:66,786 | UK R:54,329 | Africa R:82,438 | WestEurope,Isr R:41,571 | othet R:45,500 |
| EastEurope | | 0,736229 | 1,000000 | 0,012652 | 1,000000 | 1,000000 |
| Asia | 0,736229 | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| UK | 1,000000 | 1,000000 | | 0,070079 | 1,000000 | 1,000000 |
| Africa | 0,012652 | 1,000000 | 0,070079 | | 0,102546 | 1,000000 |
| WestEurope,Isr | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 0,102546 | | 1,000000 |
| othet | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | |

2. Determinant cząstkowy: „Umożliwienie zarządzania nieustrukturyzowanymi danymi” - w zależności od umiejscowienia respondentów w strukturze przedsiębiorstwa

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; UnstrData(BI,Y) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: OccGroup-Group Kruskal-Wallis test: H (3, N= 115) =11,10544 p =,0112 | | | | |
|--|------|------------|-----------------|--------------|
| Depend.: UnstrData(BI,Y) | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| Management | 1 | 40 | 2779,000 | 69,47500 |
| Other Stakeholders | 2 | 17 | 702,000 | 41,29412 |
| IT End user | 3 | 9 | 450,500 | 50,05556 |
| IT Staff | 4 | 49 | 2738,500 | 55,88776 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| Multiple Comparisons p values (2-tailed); UnstrData(BI,Y) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: OccGroup-Group Kruskal-Wallis test: H (3, N= 115) =11,10544 p =,0112 | | | | |
|---|------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Depend.: UnstrData(BI,Y) | Management R:69,475 | Other Stakeholders R:41,294 | IT End user R:50,056 | IT Staff R:55,888 |
| Management | | 0,021047 | 0,686414 | 0,334955 |
| Other Stakeholders | 0,021047 | | 1,000000 | 0,719695 |
| IT End user | 0,686414 | 1,000000 | | 1,000000 |
| IT Staff | 0,334955 | 0,719695 | 1,000000 | |

3. Determinant cząstkowy: „Zapewnienie ergonomii i komfortu pracy” - w zależności od umiejscowienia respondentów w strukturze przedsiębiorstwa.

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Depend.: Ergono(IPV,BK) | Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Ergono(IPV,BK) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: OccGroup-Group Kruskal-Wallis test: H (3, N= 115) =8,735980 p =,0330 | | | |
|----------------------------|---|---------|--------------|-----------|
| | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| Management | 1 | 40 | 2339,500 | 58,48750 |
| Other Stakeholders | 2 | 17 | 761,500 | 44,79412 |
| IT End user | 3 | 9 | 741,000 | 82,33333 |
| IT Staff | 4 | 49 | 2828,000 | 57,71429 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| Depend.: Ergono(IPV,BK) | Multiple Comparisons p values (2-tailed); Ergono(IPV,BK) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: OccGroup-Group Kruskal-Wallis test: H (3, N= 115) =8,735980 p =,0330 | | | |
|----------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| | Management R:58,487 | Other Stakeholders R:44,794 | IT End user R:82,333 | IT Staff R:57,714 |
| Management | | 0,936205 | 0,315332 | 1,000000 |
| Other Stakeholders | 0,936205 | | 0,037860 | 1,000000 |
| IT End user | 0,315332 | 0,037860 | | 0,250470 |
| IT Staff | 1,000000 | 1,000000 | 0,250470 | |

4. Determinant cząstkowy: ”Udostępnianie danych użytkownikowi w preferowanej przez niego formie i czasie” - w zależności od doświadczenia respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Depend.: Form2Use(BI,U) | Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Form2Use(BI,U) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =15,80279 p =,0033 | | | |
|----------------------------|---|---------|--------------|-----------|
| | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| 0-(5) | 1 | 8 | 735,500 | 91,93750 |
| 10-(20) | 2 | 36 | 1784,000 | 49,55556 |
| 5-(10) | 3 | 22 | 1483,500 | 67,43182 |
| 20-(30) | 4 | 37 | 1926,000 | 52,05405 |
| 30-(50) | 5 | 12 | 741,000 | 61,75000 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| Depend.: Form2Use(BI,U) | Multiple Comparisons p values (2-tailed); Form2Use(BI,U) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =15,80279 p =,0033 | | | | |
|----------------------------|--|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 0-(5) R:91,938 | 10-(20) R:49,556 | 5-(10) R:67,432 | 20-(30) R:52,054 | 30-(50) R:61,750 |
| 0-(5) | | 0,011456 | 0,750389 | 0,021555 | 0,472972 |
| 10-(20) | 0,011456 | | 0,475639 | 1,000000 | 1,000000 |
| 5-(10) | 0,750389 | 0,475639 | | 0,866873 | 1,000000 |
| 20-(30) | 0,021555 | 1,000000 | 0,866873 | | 1,000000 |
| 30-(50) | 0,472972 | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | |

5. Determinant cząstkowy: „Różnice odpowiedzi dla determinantu cząstkowego „Inteligentny system zajęć szkoleniowych” - w zależności od doświadczenia respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; ArtifTur(ChB,DH) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =14,69413 p =,0054 | | | | |
|---|------|------------|-----------------|--------------|
| Depend.: ArtifTur(ChB,DH) | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| 0-(5) | 1 | 8 | 207,000 | 25,87500 |
| 10-(20) | 2 | 36 | 2275,500 | 63,20833 |
| 5-(10) | 3 | 22 | 1299,000 | 59,04545 |
| 20-(30) | 4 | 37 | 1966,000 | 53,13514 |
| 30-(50) | 5 | 12 | 922,500 | 76,87500 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| Multiple Comparisons p values (2-tailed); ArtifTur(ChB,DH) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =14,69413 p =,0054 | | | | | |
|--|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Depend.: ArtifTur(ChB,DH) | 0-(5) R:25,875 | 10-(20) R:63,208 | 5-(10) R:59,045 | 20-(30) R:53,135 | 30-(50) R:76,875 |
| 0-(5) | | 0,041740 | 0,159664 | 0,360013 | 0,008046 |
| 10-(20) | 0,041740 | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| 5-(10) | 0,159664 | 1,000000 | | 1,000000 | 1,000000 |
| 20-(30) | 0,360013 | 1,000000 | 1,000000 | | 0,320884 |
| 30-(50) | 0,008046 | 1,000000 | 1,000000 | 0,320884 | |

6. Determinant cząstkowy: „Wykorzystanie RPA (Robotic Process Automation) do wdrażania procesów biznesowych” - w zależności od doświadczenia respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Implem(RPA,DP) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =17,16900 p =,0018 | | | | |
|---|------|------------|-----------------|--------------|
| Depend.: Implem(RPA,DP) | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank |
| 0-(5) | 1 | 8 | 523,500 | 65,43750 |
| 10-(20) | 2 | 36 | 2208,500 | 61,34722 |
| 5-(10) | 3 | 22 | 1531,500 | 69,61364 |
| 20-(30) | 4 | 37 | 1534,500 | 41,47297 |
| 30-(50) | 5 | 12 | 872,000 | 72,66667 |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup.

| Multiple Comparisons p values (2-tailed); Implem(RPA,DP) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =17,16900 p =,0018 | | | | | |
|--|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Depend.: Implem(RPA,DP) | 0-(5) R:65,438 | 10-(20) R:61,347 | 5-(10) R:69,614 | 20-(30) R:41,473 | 30-(50) R:72,667 |
| 0-(5) | | 1,000000 | 1,000000 | 0,652699 | 1,000000 |
| 10-(20) | 1,000000 | | 1,000000 | 0,108900 | 1,000000 |
| 5-(10) | 1,000000 | 1,000000 | | 0,017187 | 1,000000 |
| 20-(30) | 0,652699 | 0,108900 | 0,017187 | | 0,048589 |
| 30-(50) | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 | 0,048589 | |

7. Determinant cząstkowy: „Minimalizacja danych” w zależności od doświadczenia respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu

a) Test Kruskala-Wallisa (ANOVA Kruskala-Wallisa)

| | | Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; DataMin(GDP,EE) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =16,46620 p =,0025 | | | |
|-----------------------------|------|--|-----------------|--------------|--|
| Depend.: DataMin(GDP,EE) | Code | Valid N | Sum of Ranks | Mean Rank | |
| 0-(5) | 1 | 8 | 708,000 | 88,50000 | |
| 10-(20) | 2 | 36 | 1775,000 | 49,30556 | |
| 5-(10) | 3 | 22 | 1540,000 | 70,00000 | |
| 20-(30) | 4 | 37 | 1938,000 | 52,37838 | |
| 30-(50) | 5 | 12 | 709,000 | 59,08333 | |

b) Wielokrotne porównywanie średnich rang dla wszystkich grup

| | | Multiple Comparisons p values (2-tailed); DataMin(GDP,EE) (Spreadsheet1_(Recovered)) Independent (grouping) variable: YofExp-Group Kruskal-Wallis test: H (4, N= 115) =16,46620 p =,0025 | | | | |
|-----------------------------|----------|---|----------|----------|----------|--|
| Depend.: DataMin(GDP,EE) | 0-(5) | 10-(20) | 5-(10) | 20-(30) | 30-(50) | |
| | R:88,500 | R:49,306 | R:70,000 | R:52,378 | R:59,083 | |
| 0-(5) | | 0,02634 | 1,00000 | 0,05460 | 0,53239 | |
| 10-(20) | 0,02634 | | 0,21814 | 1,00000 | 1,00000 | |
| 5-(10) | 1,00000 | 0,21814 | | 0,49633 | 1,00000 | |
| 20-(30) | 0,05460 | 1,00000 | 0,49633 | | 1,00000 | |
| 30-(50) | 0,53239 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | | |

Podsumowanie powyższych wyników zawarte jest w: Tabela 2. Przeprowadzone przy pomocy aplikacji Statistica 13.3 obliczenia wykazały, że dla 18 determinantów globalnych (syntetycznych) nie istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy zdefiniowanymi grupami respondentów. Obliczenia wskazały natomiast, że różnice takie istnieją dla 7 spośród 130 determinantów cząstkowych (strukturalnych), co wyszczególniono w tabeli.

W przypadku każdego z tych determinantów podano wartość p dla testu ANOVA Kruskala-Wallisa, która była większa od założonego poziomu istotności $\alpha=0.05$. Stanowi to potwierdzenie, że dana różnica jest istotna statystycznie.

| # | Pytanie badawcze | Odpowiedzi na pytanie badawcze |
|----|--|--|
| 2. | <p>Czy dla zidentyfikowanych determinantów istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów z uwagi na:</p> <p>a) Lokalizację geograficzną respondentów</p> <p>b) Umiejscowienie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa</p> <p>c) Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu</p> | <p>Dla zidentyfikowanych determinantów syntetycznych (globalnych) nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic.</p> <p>Dla zidentyfikowanych determinantów cząstkowych istnieją natomiast statystycznie istotne różnice ($p < \alpha = 0,05$) odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów (poniżej).</p> <p>[w analizach założono poziom istotności = 0.05]</p> <p>Z uwagi na lokalizację geograficzną respondentów istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów dla determinantu cząstkowego:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosty sposób wprowadzania zmian w procesach biznesowych w systemach IT (np. konfiguracja, bez programowania) wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,034 < 0,05 $p < \alpha$ <p>Z uwagi na umiejscowienie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów dla determinantów cząstkowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umożliwienie zarządzania nieustrukturyzowanymi danymi wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,012 < 0,05 $p < \alpha$ • Zapewnienie ergonomii i komfortu pracy wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,330 < 0,05; $p < \alpha$ <p>Z uwagi na doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu istnieją statystycznie istotne różnice odpowiedzi pomiędzy badanymi grupami respondentów dla determinantów cząstkowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udostępnianie danych użytkownikowi w preferowanej przez niego formie i czasie wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,0033 < 0,05 $p < \alpha$ • Inteligentny system zajęć szkoleniowych wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,054 < 0,05 $p < \alpha$ • Wykorzystanie RPA (Robotic Process Automation) do wdrażania procesów biznesowych wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,018 < 0,05 $p < \alpha$ • Minimalizacja danych wartość p dla testu Kruskala-Wallisa = 0,025 < 0,05 $p < \alpha$ |

Tabela 2. Odpowiedzi na drugie pytanie badawcze

źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Rozwinięcie informacji dotyczących odpowiedzi na drugie pytanie badawcze (zaprezentowanych w: Tabela 2) znajduje się poniżej w: Tabela 3. Wskazuje ona determinanty cząstkowe (strukturalne), parametr/cechę porównania i grupy respondentów dla których wystąpiła statystycznie istotna różnica w postrzeganiu użyteczności tych determinantów w projektowaniu systemu informatycznego dla RTE.

| # | Determinant cząstkowy (strukturalny) | Parametr/Cecha próby do porównania grup | Porównywane grupy respondentów, dla których stwierdzono różnice | |
|---|---|--|---|---------------------|
| | | | Grupa I | Grupa II |
| 1 | Udostępnianie danych użytkownikowi w preferowanej przez niego formie i czasie | Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu | 0-(5) lat | 10-(20) lat |
| | | | 0-(5) lat | 20-(30) lat |
| 2 | Umożliwienie zarządzania nieustrukturyzowanymi danymi | Umieszczenie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa | Kadra zarządcza | Inni interesariusze |
| 3 | Prosty sposób wprowadzania zmian w procesach biznesowych w systemach IT (np. konfiguracja, bez programowania) | Lokalizacja geograficzna respondentów | Afryka | Europa Wschodnia |
| 4 | Zapewnienie ergonomii i komfortu pracy | Umieszczenie respondentów w strukturze przedsiębiorstwa | Użytkownicy końcowi IT | Inni interesariusze |
| 5 | Inteligentny system zajęć szkoleniowych | Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu | 0-(5) lat | 10-(20) lat |
| | | | 0-(5) lat | 30-(50) lat |
| 6 | Wykorzystanie RPA (Robotic Process Automation) do wdrażania procesów biznesowych | Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu | 5-(10) lat | 20-(30) lat |
| | | | 20-(30) lat | 30-(50) lat |
| 7 | Minimalizacja danych | Doświadczenie respondentów w pracy z systemami informatycznymi dla biznesu | 0-(5) lat | 10-(20) lat |

Tabela 3. Determinanty cząstkowe (strukturalne), dla których stwierdzono istotną statystycznie różnicę pomiędzy grupami respondentów w ocenie użyteczności tych determinantów dla projektowania systemu informatycznego dla RTE

źródło: opracowanie własne

5. Wnioski końcowe

Uzyskane wyniki z badań potwierdzają przyjętą w pracy tezę. Dla jej zweryfikowania przeprowadzono badania nad zastosowaniem technologii informatycznych w działalności przedsiębiorstw przetwarzających dane w czasie rzeczywistym (RTE) bazowały na danych ankietowych zebranych wśród przedsiębiorstw przemysłu farmaceutycznego. Pozwoliły one na określeniu determinantów a więc czynników decydujących o realizacji nowych przedsięwzięć projektowych.

Opierając się na przedstawionym w poprzednim rozdziale odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze można wyciągnąć następujące wnioski dla determinantów globalnych:

Wniosek 1: Konieczność zapewnienia ciągłej pracy projektowanego systemu.

Najczęściej wskazywane przez respondentów determinanty (Tabela 2, punkt 1, kolumna „Odpowiedzi na pytanie badawcze”, determinanty oznaczone 1 i 2, ale także determinant nr 14) dotyczą zapewnienia elastyczności, skalowalności, odporności na awarie i działania cyberprzestępcze. Spełnienie tych warunków wiąże się z koniecznością ciągłej (nieprzerwanej) pracy projektowanego systemu IT dla RTE. Wynikający z presji warunków rynkowych i rozwoju technologii proces projektowania systemów informatycznych musi umożliwiać realizację nowszych potrzeb przedsiębiorstwa bez wdrażania czasochłonnych i kapitałochłonnych zmian w kodzie programów. Elastyczność systemów IT stała się tak ważna w wielu systemach IT, że od niej może zależeć przetrwanie biznesu. Szczególnie dotyczy to RTE, gdzie świadomość sytuacyjna i natychmiastowa reakcja są podstawą działania. Odnosząc się do wymienionego tu determinantu dotyczącego elastyczności w trakcie projektowania systemu informatycznego RTE należy zapewnić możliwości m.in.:

- prostej modyfikacji elementów systemu bez zakłócania pracy całości,
- standaryzacji procesów i procedur, co umożliwi ich prostszą modyfikację,
- wsparcia dla współpracy i komunikacji pomiędzy różnymi działami przedsiębiorstwa i zespołami projektowymi w celu ułatwienia wymiany pomysłów i wiedzy,
- zapewnienia integracji technologii informatycznej automatyzującej procesy biznesowe,
- dodawania lub usuwania zasobów IT, które mogą obsłużyć różne poziomy obciążenia zadaniami (skalowalność),

Z kolei przedostatni element determinantu „Zapewnienie elastyczności, skalowalności i odporności na awarie systemu” - skalowalność systemu IT (*scalability*) - oznacza jego zdolność do „rozszerzania się” lub „kurczenia” w celu dopasowania się do zmian obciążenia, bez pogorszenia wydajności. Determinant ten stanowi o wymaganej zdolności systemu RTE do radzenia sobie ze zwiększonym lub rosnącym obciążeniem pracą. Skalowalny system może obsłużyć większą liczbę użytkowników i transakcji, zapewnić szybszy i płynniejszy przepływ procesów biznesowych. Bez skalowalności system może nie móc

spełnić wymagań interesariuszy i może mieć trudności z zapewnieniem pozytywnego doświadczenia użytkownika.

Odporność na awarie jest kolejnym kluczowym elementem (determinantem) artykułowanym przez respondentów. Ma zasadnicze znaczenie dla systemu RTE – umożliwia oferowanie potrzebnych usług nawet w przypadku awarii komponentów lub też jednej lub więcej usterek. Awaria dotyczy nieprawidłowego zachowania systemu zaobserwowanego przez użytkownika (człowieka lub inny system komputerowy). W zakresie działania RTE można stosować rozmaite techniki odporności na awarie (dotyczące np. odzyskiwania po awarii, rozwiązania wysokiej niezawodności i zwiększenia dostępności) oraz techniki tolerancji błędów.

Kolejny kluczowy determinant dotyczy obszaru priorytetowego dla bazującego na technologii informatycznej RTE – zarządzania cyberbezpieczeństwem. Zarządzanie cyberbezpieczeństwem koncentruje się na sposobach organizacji ludzi, zasobów i procesów związanych z bezpieczeństwem IT. Odnosi się do wysiłków organizacji związanych z ochroną zasobów informatycznych zagrożonych np. poprzez szpiegostwo przemysłowe, oszustwo, sabotaż (dotyczący nie tylko IT, lecz także linii produkcyjnych, systemów laboratoryjnych, kontroli itp.), zniszczenia i kradzieży danych (np. danych osobowych – PII, *personal identifiable information*), chronionych informacji zdrowotnych – PHI, *protected health information*), danych dotyczących własności intelektualnej, danych transakcyjnych itp.). W trakcie projektowania systemu informatycznego RTE trzeba więc uwzględniać przyszłe wykorzystanie wszelkich praktyk technologicznych, administracyjnych, prawnych, proceduralnych i pracowniczych, aby zmniejszyć narażenie RTE na ryzyko związane z przestępczością internetową.

Wniosek 2: W zakresie zarządzania zmianą, zasobami ludzkimi i biurem projektów (PMO) istotne jest doskonalenie komunikacji planowanych zmian, poprawa istniejącego systemu zarządzania projektem, szkolenia pracowników i zwiększenie ich zaangażowania.

Wskazywane przez respondentów determinanty (Tabela 2, punkt 1, determinanty oznaczone nr 3, 5, 6, 8, 11 i 17) obejmują konieczność komunikacji planowanych zmian, właściwego zarządzania projektem, chęci i możliwości zaangażowania pracowników, ich szkolenia – czyli przede wszystkim kwestie wykorzystania zasobów ludzkich w projektowaniu systemu IT dla RTE. Komunikacja dotycząca zarządzania zmianą to informacja przekazywana interesariuszom, pozwalająca zrozumieć cel wprowadzania zmiany, wpływ na role pracowników i zapewniająca większą świadomość działań projektowych. Powinna być prowadzona skutecznie, regularnie dostarczać związane aktualizacje na temat postępów, włączać pracowników w procesy decyzyjne i zapewniać skuteczne mechanizmy informacji zwrotnej. Jest to szczególnie istotne przy projektowaniu systemu informatycznego RTE stanowiącego fundament działania tego przedsiębiorstwa.

Realizacja postulatu zawartego w determinancie „Metodyczny sposób zarządzania projektem” jest szerokim zagadnieniem, związanym przede wszystkim z przyjęciem i realizacją odpowiedniej metodyki projektowej, czyli systemem metod, zasad i reguł zarządzania projektem. Standaryzacja, strukturalizacja i organizacja metod pracy służy zapewnieniu pomyślnej realizacji projektu. Metodyka ustanawia wspólną płaszczyznę dla wszystkich obszarów projektowych w przedsiębiorstwie. W przypadku projektowania systemu IT dla RTE wymaga szczególnej uwagi ze względu na prawdopodobną konieczność tworzenia, wdrożenia i łączenia rozmaitych systemów IT w różnych technologiach i współpracę wielu zespołów eksperckich.

Odpowiednio dobrana metodyka pomoże zmniejszyć ryzyko nieosiągnięcia celów projektowych, uniknąć powielania wysiłków, zwiększy pewność, że projekt będzie dobrze zarządzany i prowadzony w sposób zdyscyplinowany i spójny. Zarządzanie ryzykiem to również problem wyboru odpowiedniej strategii zarządzania ryzykiem w projekcie (Szyjewski, 2015).

W niniejszej pracy nie wskazuje się konkretnej metodyki zakładając, że decyzja o jej wyborze zależy od specyfiki i uwarunkowań konkretnego przedsiębiorstwa.

Zapewnienie szkoleń w przypadku projektowania systemu IT dla RTE dotyczy zarówno zespołu informatycznego (np. architekci rozwiązań, programiści, konsultanci), jak i zaangażowanych użytkowników końcowych, ekspertów dziedzinowych i innych interesariuszy. Początkowym celem szkoleń będzie tu wspólne, całościowe zrozumienie wymagań związanych z przygotowaniem systemu i metodami osiągnięcia tego celu. Szkolenia obejmą więc zarówno aspekty techniczne, jak i organizacyjne, pozwalając użytkownikom poznać planowe procesy biznesowe i wspomagając rozwiązywanie wyzwań dotyczących projektowania i wdrożenia systemu.

Zaangażowanie pracowników jest znaczącym czynnikiem realizacji projektów IT. Dotyczy to zarówno fazy projektowania, jak i implementacji. W fazie projektowania niezbędny jest odpowiedni przepływ wiedzy biznesowej od pracowników do zespołu IT oraz wiedzy technicznej w drugą stronę. W przypadku projektowania złożonego systemu umożliwiającego działanie RTE uczestnictwo pracowników jest szczególnie istotne. Bazując na swoim doświadczeniu, pracownicy mogą już na etapie projektowania wskazywać, które rozwiązania mają szanse spełnić wymagania, a które należy odrzucić. Pozwala to na redukcję czasu i środków. Jednocześnie zaangażowanie pracowników jest również czynnikiem przechodzenia projektu z jednej fazy do drugiej, a zaangażowani pracownicy chętniej zaakceptują zmiany.

Znaczącą kwestią projektową jest również wsparcie zaangażowanych pracowników w ich bieżących działaniach na dotychczasowych stanowiskach pracy. Przedsiębiorstwo RTE, pracując nad systemem informatycznym, powinno zapewnić udogodnienia, np. zatrudniając dodatkowe osoby wspomagające pracę zaangażowanych w projektowanie systemu ekspertów (*backfilling*). Wśród czynników mających wpływ na zaangażowanie pracowników są odpowiednie przywództwo i system nagradzania.

Wniosek 3: Zapewnienie integracji i interoperacyjności przedsiębiorstwa oraz użycie systemów monitorowania biznesu jako podstawa wymagań funkcjonalnych.

Od strony działalności gospodarczej istotne są zapewnienie integracji i interoperacyjności przedsiębiorstwa, monitorowanie biznesu, wykorzystanie systemów analizy, modelowania, kontroli, uczenia się i wspomagania podejmowania decyzji – zatem integracja i analityka mają stanowić podstawę wymagań funkcjonalnych (Tabela 2, punkt 1, determinanty oznaczone nr 4,7 i 10).

Integracja przedsiębiorstwa jest podstawowym warunkiem działania RTE – związane jest to z szybkim przepływem procesów biznesowych. Integracja dotyczy zarówno modelowania przedsiębiorstwa (np. globalnej architektury systemu, przepływów pracy, spójności danych), jak i technologii informatycznych. Integracja biznesowa jest uważana za kluczowy krok w kierunku przedsiębiorstwa połączonego w sieć. Wniosek o konieczności zapewnienia interoperacyjności odnosi się do współlistnienia, autonomii i środowisk sfederowanych, podczas gdy integracja odnosi się do koncepcji koordynacji i spójności. Ogólnie uważa się, że integracja wykracza poza zwykłą interoperacyjność i obejmuje zależności funkcjonalne (Panetto i Cecil, 2013). Zintegrowana grupa systemów musi z konieczności być interoperacyjna. W przypadku RTE integracja systemów dotyczy ich interoperacyjności na platformach heterogenicznych (tj. ERP, BW, CRM). Dla prawidłowego rozwoju RTE istotne jest również utrzymanie spójności systemu pomiędzy perspektywą biznesową a perspektywą IT.

Monitorowanie działalności biznesowej RTE jest kolejnym elementem (determinantem) umożliwiającym skuteczną realizację operacji przedsiębiorstwa wskazywanym przez respondentów. RTE będzie wykorzystywać systemy gromadzenia danych w czasie rzeczywistym, systemy integracyjne, narzędzia analityczne, systemy wspomagania podejmowania decyzji itd. Działalność w czasie rzeczywistym wymaga monitoringu w czasie rzeczywistym. Dotyczy to śledzenia wszelkich aspektów biznesu, porównywania wartości bieżących z referencyjnymi, począwszy od szeroko rozumianego łańcucha dostaw, poprzez gospodarkę magazynową, produkcję, sprzedaż, obsługę klienta po zapewnienie prawidłowego działania systemów IT. Konieczne jest monitorowanie wskaźników procesów, wykrywanie anomalii i podejmowanie natychmiastowych działań w celu ograniczenia ryzyka.

Działalność operacyjna RTE wymaga również przetwarzania danych w czasie rzeczywistym. Systemy modelowania biznesu pozwalające na zaprojektowanie przedsiębiorstwa i stałą możliwość jego modyfikacji stanowią o jego elastyczności. Systemy pozyskiwania danych ze wszelkich obszarów działalności zasilają działające w czasie rzeczywistym systemy analityczne. Stanowi to podstawę dla systemów monitorowania i podejmowania decyzji. Z kolei systemy szkoleniowe pozwalają w szybkim tempie dostosować możliwości personelu do wykonywania nowych zadań. W świetle ostatnich postępów technologicznych znaczące staje się również zastosowanie uczenia maszynowego (ML) do wspomagania działania RTE.

Wniosek 4: Konieczność zbilansowania determinantów w procesie projektowania systemu informatycznego.

Bilansowanie determinantów w procesie projektowania systemu informatycznego związane jest z jak najwcześniejszym rozpoczęciem współpracy pomiędzy wszystkimi stronami zaangażowanymi w projektowanie (Tabela 2, punkt 1, determinanty oznaczone nr 12, 15, 16 i 18). W szczególności dotyczy to pracowników biznesowych przedsiębiorstwa oraz zespołów IT. Celem jest, by:

- coraz lepsze zrozumienie wymagań było w równowadze z pojawiającym się zrozumieniem rozwiązania,
- lepsze zrozumienie wymagań kształtowane było na podstawie dostępnych technologii,
- zrozumienie rozwiązania miało odniesienie do potrzeb przedsiębiorstwa i jego możliwości realizacyjnych.

A więc finalnie zaprojektowanie jak najlepszego systemu informatycznego dla RTE.

Wniosek 5: Konieczność jednoznacznego określenia wymagań względem projektowanego systemu jest fundamentem realizowanych prac projektowych.

Efektywne tworzenia oprogramowania wymaga od początku projektu właściwego pozyskiwania, analizy i udokumentowania wymagań, a także prawidłowego wdrażania i zarządzania tymi wymaganiami na późniejszych etapach prac (Jääliñoja i Oivo, 2023). Istotność wymagań dotyczących systemu wynika z faktu, że wszystkie działania związane z jego projektowaniem opierają się właśnie na wymaganiach (Tabela 2, punkt 1, determinanty oznaczone nr 9 i 13).

W idealnych warunkach uzgodnione przez strony wymagania powinny być w trakcie projektowania i wdrożenia przełożone na tworzony system. Jednak w rzeczywistości zdefiniowane wymagania często podlegają zmianom. Tworzy to trudności w utrzymaniu spójności w ramach projektowanego systemu oraz w zakresie jego planowanej współpracy z innymi systemami. Szczególnie może być to widoczne w przypadku RTE, gdzie środowisko informatyczne jest złożone i wymagające.

Wynika stąd konieczność takiego przygotowania wymagań, by były one jednoznaczne i mierzalne. Należy też pamiętać o zapewnieniu ciągłego przepływu informacji pomiędzy zaangażowanymi stronami, odpowiednio wczesnego zaangażowania projektantów i testerów oprogramowania (już na etapie weryfikacji wymagań) oraz prawidłowego przygotowania przypadków testowych, służących potwierdzeniu spełnienia wymagań. Dobrą metodą walidacji opracowanych wymagań jest również prototypowanie wstępnych wymagań.

Natomiast wnioski wynikające z różnic wskazywanej użyteczności determinantów cząstkowych (strukturalnych) dla projektowania systemu informatycznego dla RTE (Tabela 2, punkt 2) związane są z

głównie z doświadczeniem respondentów w pracy z systemami IT dla biznesu i dotyczą: (a) danych, (b) przygotowania i przyszłych warunków pracy z systemem, (c) wdrażania procesów biznesowych i możliwości ich zmiany.

Wnioski, które można wyciągnąć na podstawie wykonanych badań determinantów cząstkowych (strukturalnych), są następujące:

- Statystycznie istotne różnice dotyczące wskazywanej użyteczności determinantów cząstkowych (strukturalnych) dotyczą względnie niedużej liczby tych elementów (7 ze 130). Świadczy to o dużej zgodności opinii pomiędzy poszczególnymi grupami respondentów.
- W zdecydowanej większości przypadków różnice w postrzeganiu użyteczności determinantów związane są z doświadczeniem respondentów w pracy z systemami IT dla biznesu (a nie z lokalizacją geograficzną czy miejscem w strukturze przedsiębiorstwa).
- Statystycznie istotne różnice wskazywanej użyteczności odnoszą się do:
 - danych (Tabela 3, punkty 1, 2 i 7),
 - przygotowania i przyszłych warunków pracy z systemem (Tabela 3, punkty 4 i 5),
 - zmiany w procesach i wdrażania procesów biznesowych ((Tabela 3, punkty 3 i 6),

co nakreśla obszary projektowania systemu informatycznego, których wyjaśnienie i doprecyzowanie wymaga zwiększonych nakładów czasu i pracy. Kwestia wykorzystania ich wyników w innych obszarach biznesu wymaga dokładnego rozważenia.

6. Kierunki dalszych badań

Transformacja w kierunku Przemysłu 5.0

W niniejszej pracy nawiązano do koncepcji Przemysłu 4.0 (Industry 4.0) w kontekście transformacji biznesu oraz w zakresie implementacji wersji branżowej zwanej Pharma 4.0. Kolejnym krokiem rozwoju jest koncepcja Przemysłu 5.0 (Coelho i in. 2023), wzmacniająca rolę i wkład przemysłu w obszarze społecznym, wychodząca poza ramy określone przez efektywność i produktywność. Przemysł 5.0 wykorzystuje nowe technologie do zapewnienia satysfakcji pracowników i intensyfikuje ich rolę. Bazując na badaniach i innowacjach zwiększa świadomość ekologiczną działań, dąży do zrównoważonego, skoncentrowanego na człowieku rozwoju. Punktem odniesienia staje się tworzenie wartości dodanej dla ludzi, społeczeństwa i środowiska.

W zakresie cyklu produktu farmaceutycznego wdrożenie Przemysłu 5.0 związane może być z realizacją przez personel zadań o większej wartości, jak też implementacją inteligentnych, bardziej wydajnych i opartych na danych procesów produkcji, łączących ludzi i technologie. Możliwość wyzwolenia ludzkiej wyobraźni oraz zwiększenia kreatywności w zakresie innowacji i odkryć znajduje zastosowanie w obszarze badań i rozwoju (B&R).

Wykorzystanie IT do integracji procesów, systemów, produktów i infrastruktury zapewni płynny przepływ danych pozwalając zespołom skupić się na udoskonalaniu i optymalizacji procesów produkcyjnych zamiast na ich utrzymywaniu. IT pomoże również w modelowaniu procesów produkcyjnych, przenoszeniu ich w sieciach biznesowych przedsiębiorstw, szybkim ich dostosowaniu do spełnienia wymagań prawnych i operacyjnych, wskazywaniu nieefektywności, wsparciu optymalizacji zasobów naturalnych i zużycia energii. Całość tych działań powinna skutkować m.in. zwiększoną wydajnością, elastycznością i krótszym czasem wprowadzenia leku na rynek.

Umieszczenie RTE w koncepcji Organizacji 4.0 i chmury zarządzania

Organizacja 4.0 to sieć organizacji tworzona dobrowolnie dla realizacji wspólnych celów (Pastuszak, 2023). Środowiskiem działania Organizacji 4.0 jest chmura obliczeniowa, a do jej działania niezbędne jest funkcjonowanie sieci łączności mobilnej i przemysłowego Internetu Rzeczy.

Chmura zarządzania (cloud management) to model zarządzania organizacją (przedsiębiorstwem), który umożliwia wszechobecny, wygodny dostęp sieciowy do współdzielonej puli konfigurowalnych i szybko dostępnych zasobów organizacyjnych (Pastuszak, 2023). Bazując na zasobach zewnętrznego partnera i infrastrukturze informatycznej, chmura zarządzania pozwala na redukcję wyzwań przed którymi staje organizacja np. w zakresie zakupu/zaangażowania zasobów czy kosztów ich utrzymania i szkoleń.

Umiejscowienie koncepcji RTE w Organizacji 4.0 i Chmury zarządzania dotyczyć może zarówno wspólnych obszarów funkcjonalnych jak i wykorzystania tej samej technologii informatycznej.

Sztuczna Inteligencja i RTE

W niniejszej pracy nawiązano do faktu wykorzystaniu sztucznej inteligencji (*artificial intelligence*, AI) w kontekście technologii informatycznej używanej w przemyśle farmaceutycznym. Sztuczna inteligencja (AI) koncentruje się m.in. na inteligentnym modelowaniu wspierającym rozwiązywanie problemów i podejmowaniu decyzji. Ogromny potencjał zmian w biznesie jaki niesie ze sobą korzystanie z AI wymaga dalszych badań (Loureiro i in., 2021; Sestino i De Mauro, 2022).

AI w działalności przedsiębiorstw farmaceutycznych dotyczy np. procesu odkrywania i opracowywania leków, gdzie algorytmy AI mogą analizować ogromne ilości danych biologicznych i chemicznych w celu identyfikacji potencjalnych leków i przewidywania ich właściwości.

W zakresie optymalizacji badań klinicznych sztuczna inteligencja może pomóc w najbardziej kosztownych działaniach takich jak rekrutacja pacjentów oraz identyfikacja populacji badawczej, jak również w analizie danych z badań w czasie rzeczywistym.

Z kolei wykorzystanie algorytmów AI w kontroli produkcji farmaceutycznej i łańcucha dostaw zapewni ich optymalizację i większą wydajność, usprawni procesy kontroli jakości i zarządzania popytem. Natomiast systemy monitorowania oparte na sztucznej inteligencji (np. stale noszone czujniki) umożliwią przestrzeganie zaleceń lekarskich i zdalną opiekę nad pacjentami.

Możliwość przetwarzania dużych wolumenów danych pacjentów przez algorytmy AI pozwolą udoskonalić metody medycyny precyzyjnej np. przewidując odpowiedzi na leczenie i wspomagając podejmowanie spersonalizowanych decyzji.

Sztuczna inteligencja może też być wykorzystywana do zarządzania zgodnością działań z przepisami i zapewniania bezpieczeństwa leków; na przykład w zakresie wykrywania wczesnych sygnałów i przewidywaniu zdarzeń niepożądanych.

Komputery kwantowe

Komputery kwantowe stanowią niezwykle obiecujący obszar IT, który może znacząco przyspieszyć prace badawczo-rozwojowe w przemyśle farmaceutycznym. Zastosowanie tego typu komputerów dotyczy szeregu obszarów działania takich jak: modelowanie molekularne i projektowania leków, pozyskiwanie danych genomicznych dla celów medycyny precyzyjnej, przygotowanie badań klinicznych i przewidywanie ich wyników. Komputery kwantowe mogą w istotny sposób skrócić terminy i obniżyć koszty całego procesu opracowywania leków (Blunt i in. 2022; Santagati i in., 2024). Wykorzystanie kwantowych technik obliczeniowych będzie wymagać całościowego planu działania dla przedsiębiorstwa farmaceutycznego obejmującego budowanie specjalistycznej wiedzy, przygotowania szkoleń, zarządzania zmianami czy aktualizację standardowych procedur operacyjnych (SOPs). Konieczna będzie również pełna integracji zarówno na poziomie oprogramowania jak i płynnego przepływu pracy od wirtualnych badań

przesiewowych po badania kliniczne oraz zapewnienia ścisłej współpracy pomiędzy zespołami zajmującymi się obliczeniami kwantowymi, architektami systemów informatycznych i pacjentami.

Blockchain i RTE

Blockchain to rozproszona baza danych transakcji, ksiąg rachunkowych i zdarzeń cyfrowych, która zapewnia zdecentralizowaną niezmienną platformę, która służy jako niezmienna platforma dla uczestniczących stron. Z punktu widzenia RTE koncepcja blockchain może być wykorzystywana w zakresie (Ghazal i in., 2021; Goma i in., 2023; Xin, 2024):

1. Zarządzania łańcuchem dostaw – śledzenie surowców i produktów, monitorowanie jakości,
2. Przechowywanie i udostępnianie danych - niezawodne przechowywanie i efektywne wykorzystanie danych, zdecentralizowana i bezpieczna księga rachunkowa do zarządzania aktywami cyfrowymi,
3. Rozliczenia księgowe i crowdfunding – wspomaganie finansowania, poprawa poziomu kontroli realizacji transakcji pieniężnych,
4. Inteligentny handel – tworzenie inteligentnych kontraktów w oparciu o blockchain, automatyczne rozliczenia umów.

Główna siła zastosowania Blockchain dla tak szerokiego zakresu wynika z jego cech t.j: decentralizacja, pseudonimowość (pseudonymity), przejrzystość, demokracja, niezmienność, audytowalność, tolerancja błędów i bezpieczeństwo (Bhutta i in., 2022). W zakresie rozwiązań przyszłościowych przewiduje się stosowanie blockchain (Qiao, 2022) m.in. w ochronie własności intelektualnej, Internecie Rzeczy (IoT), cyfrowych bliźniaków (digital twins; łącząc cyfrowy obraz symulacyjny ze światem fizycznym) czy jako niezawodne źródło danych dla sztucznej inteligencji (AI).

DARQ

Koncepcja DARQ obejmuje technologię księgi rozproszonej (DLT), sztuczną inteligencja (AI), rzeczywistość rozszerzoną (XR) i obliczenia kwantowe (Q). Technologią kompatybilną do DARQ jest SMAC (*Social, Mobile, Analytics, Cloud*). Oczekiwanyimi rezultatami zastosowania DARQ mogą być (Kisielnicki i Zadrozny, 2021) :

1. Dla obszaru technologii księgi rozproszonej (DLT), w tym blockchain: zwiększenie bezpieczeństwa transakcji, rozbudowa sieci transakcji finansowych, eliminacja zaufanych stron trzecich.
2. Dla obszaru sztucznej inteligencji (AI): wspomaganie optymalizacji procesów i podejmowania decyzji na różnych poziomach zarządzania, zastępowanie pracowników na różnych stanowiskach, funkcja doradcze (tj. prawna, finansowa).

3. Dla obszaru rozszerzonej rzeczywistości (XR): nowe sposoby doświadczania otaczającej rzeczywistości, wykorzystanie wizualizacji i symulacji 3D w nauce i doskonaleniu umiejętności, zmniejszenie potrzeby przemieszczania się.
4. Dla obszaru obliczeń kwantowych (Q): innowacyjne sposoby rozwiązywania najtrudniejszych problemów obliczeniowych.

Te oczekiwane rezultaty zastosowania tych technologii będą miały wpływ na działanie RTE. Obecnie poszczególne technologie DARQ są już stosowane w różnych branżach, wpływając na produktywność biznesu i jego procesy (Kaur i Tanwar, 2024), jednak łączenie technologii DARQ będzie również napędzać innowacje i możliwości związane z nadchodzącą erą postcyfrową (Sehdev i Verma, 2020).

Zrobotyzowana automatyzacja procesów (RPA) i RTE

RPA (*Robotic Process Automation*) to ogólny termin łączący robotykę i automatyzację procesów biznesowych obejmująca tzw. boty naśladujące ludzkie działania w celu wykonywania czynności powtarzalnych (Flehsig i in., 2022). RPA można wykorzystać w cyfrowej transformacji przedsiębiorstwa, powiązane jest bowiem z takimi obszarami jak zarządzanie procesami biznesowymi, cyfrowa siła robocza i systemy informacyjne (Afriliana i Ramadhan, 2022).

Z punktu widzenia przedsiębiorstw czasu rzeczywistego RPA może służyć automatyzacji procesów biznesowych - RPA skróci czas przetwarzania, wykonując zadania bezbłędnie i z minimalnymi przerwami. RPA może też przekształcać procesy biznesowy, tak aby były bardziej zwinne, skuteczne, skalowalne i wydajne (Ketkar i Gawade, 2021).

7. Literatura podstawowa

1. Afriliana, N., & Ramadhan, A. (2022). The Trends and Roles of Robotic Process Automation Technology in Digital Transformation: A Literature. *Journal of System and Management Sciences*, 12(3), 51-73.
2. Ahmad, Z., & Sanjog, J. (2023). Real-Time Information Flow Across the Supply Chain-An Overview. *Emerging Trends in Mechanical and Industrial Engineering: Select Proceedings of ICETMIE 2022*, 477-485.
3. Barenji, R.V., Akdag, Y., Yet, B., Oner, L. (2019) Cyber-physical-based PAT (CPbPAT) framework for Pharma 4.0. *Int. J. Pharm.* 2019 *International Journal of Pharmaceutics*, 567, 118445.
4. Bazan, P., & Estevez, E. (2022). Industry 4.0 and business process management: state of the art and new challenges. *Business Process Management Journal*, 28(1), 62-80.
5. Beleiu, I., Crisan, E., Nistor, R. (2015). Main factors Influencing Project Success. *Interdisciplinary Management Research*, 11:59-72, s.71.
6. Bueno, A., Godinho Filho, M., & Frank, A. G. (2020). Smart production planning and control in the Industry 4.0 context: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 149
7. Correia, S. R. V., Martens, C. D. P. (2023). Cloud computing projects: critical success factors. *RAUSP Management Journal*, 58, 5-21
8. Cundius, C.& Alt, R. (2017). A Process-Oriented Model to Business Value - the Case of Real-Time IT Infrastructures. *Proc. 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 4-7 stycznia 2017, 5017.
9. Curcio, K., Malucelli, A., Reinehr, S., Paludo, M. A. (2016). "An analysis of the factors determining software product quality: A comparative study," *Computer Standards and Interfaces*, vol. 48, 10-18.
10. DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2016). Information systems success measurement. *Foundations and Trends® in Information Systems*, 2(1), 3-4.
11. Dikert, K., Paasivaara, M., & Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 119, 87-108.
12. Flyvbjerg, B., & Gardner, D. (2023). *How Big Things Get Done: Lessons from the World's Top Project Manager*. Macmillan, 47
13. Fortune, J., & White, D. (2006). Framing of project critical success factors by a systems model. *International journal of project management*, 24(1), 53-65.
14. Gejke, C. (2018). A new season in the risk landscape: Connecting the advancement in technology with changes in customer behaviour to enhance the way risk is measured and managed. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*, 11(2), 148-155.
15. Gleason, J. (2013). Comparative power of the ANOVA, randomization ANOVA, and Kruskal-Wallis test.
16. Glinka, B., & Czakon, W. (2021). *Podstawy badań jakościowych*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
17. Goliński, M. (2019). Pomiar gospodarki cyfrowej w badaniach Unii Europejskiej. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych/Szkoła Główna Handlowa*, (54 *Rozwój gospodarki informacyjnej: wybrane aspekty*), 155-

169. Gruszczyński L. A. (2003), *Kwestionariusze w socjologii. Budowa narzędzi do badań surveyowych.*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2003, 20.
18. Graczyk-Kucharska, M., Szafranski, M., Gütmen, S., Goliński, M., Spychała, M., Weber, G. W., ... & Özmen, A. (2020). Modeling for human resources management by data mining, analytics and artificial intelligence in the logistics departments. *Smart and Sustainable Supply Chain and Logistics—Trends, Challenges, Methods and Best Practices: Volume 1*, 291-303.
 19. Hecke, T. V. (2012). Power study of ANOVA versus Kruskal-Wallis test. *Journal of Statistics and Management Systems*, 15(2-3), 241-247.
 20. Herath, S., & Chong, S. (2021). Key Components and Critical Success Factors for Project Management Success: A Literature Review. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(4), 431-443.
 21. Hmina, H., & Hniche, O. (2022). Understanding and measuring project success, a key ingredient in project management: An analytical research paper. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(6-1), 292-305.
 22. Hole, G., Hole, A. S., & McFalone-Shaw, I. (2021). Digitalization in pharmaceutical industry: What to focus on under the digital implementation process?. *International Journal of Pharmaceutics: X*, 3, 100095.
 23. Howell, D., Windahl, C., Seidel, R. (2010). A project contingency framework based on uncertainty and its consequences, *International Journal of Project Management*, vol. 28, 256-264.
 24. Hyvari, I. (2006). Success of Projects in Different Organizational Conditions, *Project Management Institute*, 37(4), 31-41.
 25. Idogawa, J., Bizarrías, F. S., & Câmara, R. (2023). Critical success factors for change management in business process management. *Business Process Management Journal*.
 26. Imtiaz, M. A., Al-Mudhary, A. S., Mirhashemi, M. T., & Ibrahim, R. (2013). Critical success factors of information technology projects. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 7(12), 3154–3158.
 27. Iriarte, C., & Bayona, S. (2020). IT projects success factors: a literature review. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 8(2), 50, 62-64.
 28. Jääliñoja, J., Oivo, M. (2023) *Software Requirements Implementation and Management*, VTT Technical Research Centre of Finland.
 29. Jelonek, D. (2018). *Systemy informacyjne zarządzania przedsiębiorstwem*. PWE, Warszawa.
 30. Jenko, A., Roblek, M. (2016). "A primary human critical success factors model for the ERP system implementation," *Organizacija*, vol. 49, 145-160.
 31. Karbownik, A., & Spalek, S. (2005). Krytyczne czynniki sukcesu w zarządzaniu projektami. *Przegląd organizacji*, (1), 15-18.
 32. Kaur, B. P., & Aggrawal, H. (2013). Exploration of success factors of information system. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 10(1), 226..

33. Kawamura, T. , Takano, K., (2014). Factors affecting project performance of IS development: evidence from Japanese IT vendors, *Journal of information processing*, vol. 22, 689-700.
34. Kejarawal, A., & Orsini, F. (2016, August) On the Definition of Real-Time: Applications and Systems. w *Trustcom/BigDataSE/I SPA*, 2016 IEEE: 2213-2220.
35. Kisielnicki, J. (2021). DARQ technology as a digital transformation strategy in terms of global crises. *Problemy Zarządzania*, 19(3 (93)), 150-167.
36. Kisielnicki, J. (2022b). *Zarządzanie projektami. Ludzie – procedury – wyniki*. Wydawnictwo Nieoczywiste. Warszawa
37. Kisielnicki, J., & Markowski, M. M. (2021a). Organizations Operating in Real Time (Real-Time Enterprise) and the Role of IT as a Tool Supporting Their Management Systems. In *Encyclopedia of Organizational Knowledge, Administration, and Technology* (pp. 582-596). IGI Global.
38. Kisielnicki, J., & Markowski, M. M. (2021b). Real time enterprise as a platform of support management systems. *Foundations of Management*, 13(1), 7-20.
39. Kisielnicki, J., & Misiak, A. M. (2021). Management Support Systems Type Business Intelligence (BI) and Factors Determining Their Implementation. In *Encyclopedia of Organizational Knowledge, Administration, and Technology* (pp. 1059-1074). IGI Global.
40. Konopik, J., Jahn, C., Schuster, T., Hoßbach, N., & Pflaum, A. (2022). Mastering the digital transformation through organizational capabilities: A conceptual framework. *Digital Business*, 2(2), 100019.
41. Krajewski, P., & Chmielarz, W. (2019). Koncepcja kierunków rozwoju systemów informatycznych. *Studia i Materiały/Wydział Zarządzania. Uniwersytet Warszawski*, (1, cz. 1), 69-79.
42. Kuglin, B., & Thielmann, H. (2004) *Real-Time Enterprise in der Praxis: Fakten und Ausblick*, Springer
43. Kyte, A., (2004). *The Real-Time Enterprise: Service Oriented*. Event Driver, Gartner.
44. Luskham D.C. (2011). *Event processing for business: organizing the real-time enterprise*, John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 15-16
45. Matejun, M., (2023) *Metody, techniki i narzędzia gromadzenia danych w badaniach mieszanych w: Sułkowski, Ł., & Lenart-Gansiniec, R. (red). Metody badań mieszanych w naukach o zarządzaniu*. Akademia WSB, Dąbrowa Górnicza.
46. Misiak, A.M. (2016) *Determinanty implementacji systemów Business Intelligence*, praca doktorska pod kierunkiem prof.dr hab.inż. Jerzego Kisielnickiego, Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania
47. Olszak, C. M. (2022). Business intelligence systems for innovative development of organizations. *Procedia Computer Science*, 207, 1754-1762.
48. Ouarhim, A., & Baïnaa, K. (2019). Towards a real-time business processes validation algorithm. *Procedia computer science*, 148, 582.
49. Panetto, H., & Cecil, J. (2013). Information systems for enterprise integration, interoperability and networking: theory and applications. *Enterprise Information Systems*, 7(1), 1-6.

50. Pankratz, O., Basten, D. , Pansini, F. , Terzieva, M. , Morabito, V. ., Anaya, L. A. (2014). Ladder to success- eliciting project managers' perceptions of IS project success criteria, *International Journal of Information Systems and Project Management*, 2, 5-24.
51. Parida, V., Sjödin, D., Reim, W. (2019) *Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute
52. Park, Y., El Sawy, O. A., & Hong, T. (2020). Digital Transformation to Real-Time Enterprise to Sustain Competitive Advantage in the Digitized World: The Role of Business Intelligence and Communication Systems. *Korea Business Review*, 24, 105-130.
53. Pastuszak, Z. (2023). *Przedsiębiorstwo w gospodarce 4.0. Chmura zarządzania*. Wydawnictwo UMCS.
54. Pastuszak, Z., Dikhanbayeva, D., Tokbergenova, A., Lukhmanov, Y., Shehab, E.,, & Turkyilmaz, A. (2021). Critical factors of industry 4.0 implementation in an emerging country: Empirical study. *Future Internet*, 13(6), 137.
55. Pawłowski, M., & Pastuszak, Z. (2019). Integracja kanałów w modelu sprzedaży omnichannel. *Przegląd Organizacji*, (8), 18-25.
56. Pospieszny, P., Czarnacka-Chrobot, B., & Kobylinski, A. (2018). An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms. *Journal of Systems and Software*, 137, 184-196.
57. PWC & EFPIA (2019) *Economic and societal footprint of the pharmaceutical industry in Europe*, <https://www.efpia.eu/media/412939/efpia-economic-societal-footprint-industry-final-report-250619.pdf>
58. Reinhardt, I. C., Oliveira, J. C., & Ring, D. T. (2020). Current perspectives on the development of industry 4.0 in the pharmaceutical sector. *Journal of Industrial Information Integration*, 18, 100131
59. Roy, V., Schoenherr, T., & Jayaram, J. (2023). Digital enabled agility: Industry 4.0 unlocking real-time information processing, traceability, and visibility to unleash the next extent of agility. *International Journal of Production Research*, 1-22.
60. Smith, F.O. (2009). *The Power of Real Time Intelligence*. *Control Engineering*, maj 2009
61. Sony, M., & Naik, S. (2020). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning & Control*, 31(10), 799-815.
62. Sudhakar, G. P. (2012). A model of critical success factors for software projects. *Journal of Enterprise Information Management*, 25(6), 537-558.
63. Stevenson, D., & Starkweather, J. A. (2017). IT project success: The evaluation of 142 success factors by IT PM professionals. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 8(3), 1-21.
64. Strojny, J., & Jedrusik, A. (2018). Stakeholder analysis during a reorganization project in local government institutions-key methodological aspects.

65. Subiyakto, A. , Ahlan, A. R. , Kartiwi, M., Sukmana, H. T. (2015). Influences of the input factors towards the success of an information system project, *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 13, 686-693
66. Sułkowski, Ł., & Lenart-Gansiniec, R. (2023). *Metody badań mieszanych w naukach o zarządzaniu*. Akademia WSB, Dąbrowa Górnicza.
67. Szołtysek, J. (2017). *Użyteczność w logistyce*. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*. ISSN 2083-8611. Nr 337, 88
68. Szyjewski, Z. (2015). Koszty ryzyka w projektach. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych/Szkoła Główna Handlowa*, (38), 287-298.
69. Trocki, M. (2016) *Projektowania Organizacji Projektowej*, w: (red) Trocki, M. Bukłaha, E, (2016) *Zarządzanie projektami – wyzwania i wyniki badań*. Oficyna Wydawnicza, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
70. Trocki, M. (2017). *Metodyki i standardy zarządzania projektami*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa.
71. Urbanelis, R. (2017) *Czynniki niepowodzeń projektów IS/IT w Polsce*, praca doktorska pod kierunkiem prof.dr hab.Michała Trockiego, SGH.
72. Westfall, A. (2020). *Information technology project failure caused by inadequate project scoping: an exploratory qualitative inquiry on inadequate project scopes (Doctoral dissertation, Capella University)*.
73. Wieczorkowska-Nejtardt, G., & Wierzbński, J. (2007). *Statystyka: Analiza badań społecznych*. Wydawnictwo Naukowe Scholar.
74. Wielki, J. (2016). Internet rzeczy i jego wpływ na modele biznesowe współczesnych organizacji gospodarczych. *Studia Ekonomiczne*, (281), 208-219.
75. Wyrozębski, P. (2020). *Wyzwania biur zarządzania projektami (PMO) w zwinnych organizacjach*. W: *Zwinne zarządzanie projektami w dużych organizacjach, raport badawczy Katedry Zarządzanie Projektami SGH pod red. P. Wyrozębski*, Warszawa 2020.
76. Wyrozebski, P. (2023). *Zarządzanie wiedzą projektową*. Difin, Warszawa.
77. Yogaantara, H., & Fajar, A. N. (2022). Analysis Of Factors Causing Information Systems Projects Delays In It Consulting Company. *Journal Of Theoretical And Applied Information Technology*, 100(23).
78. Youssef, J. R., Zacharewicz, G., Chen, D., & Vernadat, F. (2018). EOS: enterprise operating systems. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2714-2732, 16
79. Zaman, U., Jabbar, Z., Nawaz, S., & Abbas, M. (2019). Understanding the soft side of software projects: An empirical study on the interactive effects of social skills and political skills on complexity–performance relationship. *International Journal of Project Management*, 37(3), 444-460.
80. Ziemba, E., & Chmielarz, W. (Eds.). (2022). *Information Technology for Management: Business and Social Issues: 16th Conference, ISM 2021, and FedCSIS-AIST 2021 Track, Held as Part of FedCSIS 2021, Virtual Event, September 2–5, 2021, Extended and Revised Selected Papers (Vol. 442)*. Springer Nature.

8. Główne pojęcia stosowane w pracy

Czas rzeczywisty – pojęcie czasu rzeczywistego (*real time*, RT) dotyczy optymalizacji całej organizacji i odpowiedniego przygotowania operacji (Smith, 2009). Termin „czas rzeczywisty” (*real time*) może być używany w celu opisanego dowolnej działalności związanej z przetwarzaniem informacji, w ramach której należy odpowiadać na zewnętrznie generowane zadania losowe w skończonym i z góry określonym czasie (Young, 1982). Współczesne pojęcie czasu rzeczywistego najczęściej stosowane jest w następujących znaczeniach (Ziemia, 2005): (a) natychmiast, (b) na bieżąco, (c) z przewidywalnym czasem reakcji.

Determinanta, determinant – 1. czynnik wpływający na coś w zasadniczy sposób (Dubisz, 2003); 2. wszelki element, którego funkcja polega na wyznaczaniu (determinowaniu) czegoś (Doroszewski i Skorupka, 1996). Synonimy do słowa „determinanta” to: „czynnik sprawczy”, „kryterium”, „ogranicznik”. „uwarunkowanie”. Termin „determinanty” najczęściej jest wymiennie używany z czynnikami kluczowymi, bezpośrednimi czy krytycznymi w literaturze naukowej (Misiak, 2017). W literaturze nie ma jednoznacznego określenia pojęcia determinanta. Zgodnie z przyjętą tezą skoncentrowano się na tych determinantach, których spełnienie przyczynia się do sukcesu projektu mającego na celu realizację przedsięwzięcia informatycznego dla RTE.

Projektowanie – termin ten nie ma jednoznacznej definicji; można go rozpatrywać jako: (a) celowe, ukierunkowane działanie, polegające na rozwiązywaniu problemu, (b) podejmowanie decyzji w obliczu niepewności i przy wysokiej karze za błąd, (c) działanie twórcze – powołanie do istnienia czegoś nowego i użytecznego, czegoś, co poprzednio nie istniało.

Projekty są działaniami o dużej złożoności i wysokim stopniu niepowtarzalności (Wyrozębski, 2014), przedsięwzięciami wprowadzającymi znaczną zmianę w organizacji, zmiany w procesach, strukturach organizacyjnych. Wymagają zaangażowania znacznych, lecz limitowanych środków rzeczowych, ludzkich, finansowych, są realizowane zespołowo przez zespół wysoko kwalifikowanych wykonawców różnych dziedzin (interdyscyplinarnie), związane z wysokim ryzykiem technicznym, organizacyjnym i ekonomicznym oraz wymagające zastosowania specjalnych metod przygotowania i realizacji (Trocki i Gucza, 2007).

Projektowanie systemu informatycznego jest etapem tworzenia i eksploatacji systemu sytuowanym przed jego kodowaniem/konfiguracją i testowaniem (Kisielnicki, 2021). Projektowanie systemów informatycznych związane jest z odkrywaniem celów, definiowaniem problemów i wskazywaniem rozwiązań dotyczących zrównoważonych zastosowań IT (Bodker i in., 2009).

Przedsiębiorstwo przetwarzające informacje w czasie rzeczywistym – zwane również przedsiębiorstwo czasu rzeczywistego, z ang. *Real Time Enterprise* (RTE) – jest definiowane jako przedsiębiorstwo przetwarzające informacje w czasie rzeczywistym, organizacja skoncentrowana na

błyskawicznej zdolności do odpowiedzi na potrzeby rynku i klienta, ekspresowym podejmowaniu decyzji, przezroczystości i natychmiastowym współdzieleniu informacji pomiędzy grupami wewnętrznymi (Borg 2011, Šibalija, 2018), które potrafi wykrywać zdarzenia (szanse i zagrożenia) i zarządzać nimi w szybko i nieprzewidywalnie zmieniającym się środowisku (Park i in., 2020).

System informatyczny – to zbiór środków technicznych, opartych na sprzęcie komputerowym, stanowiących infrastrukturę zarządzania systemu informacyjnego (Kisielnicki, 2021).

Użyteczność - różnica między efektem potencjalnym a efektem pożądanym, w zakresie „związany z potencjałem (materialnym i niematerialnym) obszaru realizacji, który wykorzystany w sposób sprzyjający realizacji celu prowadzi niezawodnie do założonego celu. Innymi słowy – sprzyja realizacji, jest przydatny, pomocny w osiągnięciu celu” (Szołtysek, 2017).