

**Ryszard Bielski**

## **PROJEKT LOGISTYCZNEGO WDROŻENIA SYSTEMÓW KODÓW KRESKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM X**

### **Streszczenie**

Celem pracy jest przedstawienie projektu logistycznego wdrożenia systemów kodów kreskowych w magazynie przedsiębiorstwa X. Opierając się na informacjach dotyczących stanu faktycznego, przeprowadzone zostały badania procesu magazynowania. Po zidentyfikowaniu problemu zaproponowano wdrożenie systemu czytników kodów kreskowych, a także wykazano, że jest ono optymalnym rozwiązaniem, które usprawni wydajność badanego magazynu. Analizowana koncepcja zakłada uruchomienie aplikacji, która będzie obsługiwała terminal mobilny z czytnikiem kodów kreskowych. Aplikacja zainstalowana na terminalu mobilnym, będzie stanowiła integralną część systemu XYZ. Do realizacji koncepcji wymagany będzie zakup sprzętu w postaci: bezprzewodowego punktu dostępowego, czytnika kodów kreskowych oraz kolektora danych. Zaprezentowany w niniejszym artykule harmonogram wdrożenia, opracowany został przy wykorzystaniu metody PRINCE 2. Wybrano ją, ponieważ opiera się na metodyce realizacji projektów informatycznych, a tym samym zakłada podejście procesowe do zarządzania projektem, wprowadzając jednocześnie organizację pracy na każdym z etapów wdrożenia. Dzięki wykorzystaniu PRINCE 2 możliwa będzie wysoka standaryzacja, przy jednoczesnej dużej swobodzie działania osób odpowiedzialnych za każdy z etapów wdrożenia. Istotnym jest również to, że przyjęta metoda wymaga dokumentowania oraz zatwierdzania każdego z etapów, co umożliwi bieżącą analizę postępów wdrożenia i korygowanie ewentualnych błędów. Dzięki wykonaniu diagramu sieciowego możliwe będzie określenie ścieżki krytycznej projektu.

**Słowa kluczowe:** system kodów kreskowych, przedsiębiorstwo produkcyjne.

## **A PROJECT FOR THE LOGISTIC IMPLEMENTATION OF BARCODES SYSTEMS AT THE MANUFACTURING COMPANY X**

### **Abstract**

The aim of this paper is to present a logistic design of the implementation of barcode systems in enterprise X. Based on factual information, a study of the storage process was performed. Having identified the problem, a bar code reader system has been proposed, and it has been shown to be an optimal solution that will improve the efficiency of the magazine under investigation. The analyzed concept assumes the launch of an application that will support a mobile terminal with a bar code reader. The application installed on the mobile terminal will be an integral part of the XYZ system. To complete the concept, you will need to purchase equipment such as a wireless access point, a bar code reader, and a data collector. The implementation schedule presented in this work of the concept of the bar code



system in enterprise X was developed using the PRINCE 2 method. It was chosen because it is based on the IT project implementation methodology, and thus provides a process approach to project management while introducing excellent Organization of work at each stage of implementation. Thanks to the use of PRINCE 2, high standardization will be possible, while the freedom of action of those responsible for each stage of implementation will be possible. It is also important that the adopted method requires documentation and approval of each stage to enable ongoing analysis of implementation progress and correct any errors. Thanks to the implementation of the network diagram, it will be possible to determine the critical path of the project.

**Keywords:** barcodes systems, manufacturing company.

## Wstęp

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie projektu wdrożenia systemów kodów kreskowych w magazynie przedsiębiorstwa X. Przedsiębiorstwo X jest rzeczywistym podmiotem gospodarczym, jednak ze względu na ochronę danych, nie jest możliwe posługiwanie się jego nazwą. Przedsiębiorstwo to powstało w 1993 r. jako spółka cywilna, tworzona przez dwóch wspólników. Od początku swojego istnienia firma działała w branży motoryzacyjnej, prowadząc między innymi komis samochodowy i nieduży warsztat. W kolejnych latach firma rozwijała się zwiększając zakres usług, między innymi o blacharnię i lakiernię oraz stację kontroli pojazdów. W 1999 roku firma przekształciła się w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością i została autoryzowanym dealerem jednej w wiodących marek samochodowych w Polsce. Dzięki stałemu rozwojowi, w 2009 roku przedsiębiorstwo otworzyło salon sprzedaży i serwis kolejnej popularnej marki samochodowej w Polsce. Ze względu na wymogi importera, do zarządzania sprzedażą i serwisem konieczne było utworzenie nowego podmiotu gospodarczego. Właściciele zdecydowali się na spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością spółkę komandytową (sp. z o. o. sp. k.), w której komplementariuszem jest wcześniej istniejąca spółka z o. o., natomiast komandytariuszem, jeden ze wspólników tej spółki z o.o. W tym samym roku spółka wdrożyła system zarządzania jakością zgodny z ISO 9001.

Efektywna oraz dynamiczna gospodarka magazynowa wymaga wprowadzania stałych zmian oraz usprawnień<sup>1</sup>. Znakowanie towaru, w szczególności opakowań transportowych, odgrywa istotną rolę w organizowaniu i technice procesu magazynowego. Ich brak lub niska jakość może obniżyć efektywność procesów transportowych, a, szczególnie w odniesieniu do oznaczenia przeznaczenia ładunku, wrażliwości, czy sposobu obchodzenia się z nim podczas transportu, może spowodować poważne uszkodzenia lub całkowitą utratę wartości użytkowej i funkcjonalnej towaru. Z tego powodu właściwe oznakowanie pozwala na efektywne i bezpieczne manipulowanie ładunkiem, w tym może chronić

---

<sup>1</sup> Niemczyk A., *Zapasy i magazynowanie*, t. II, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2008, s. 103.

ładunek przed uszkodzeniami transportowymi oraz informować pracowników magazynu o potrzebie zachowania ostrożności w czasie procesów manipulacyjnych<sup>2</sup>. W dzisiejszych czasach znakowanie towaru odbywa się coraz częściej w sposób elektroniczny przy wykorzystaniu automatycznej identyfikacji obiektów (AutoID, ang. automatic identification). Wynika to z dużej niezawodności systemu oraz wygody jego stosowania, przy jednoczesnym niewielkim rozmiarze urządzeń<sup>3</sup>. Prowadzenie działalności magazynowej bez wsparcia nowoczesnych technologii i narzędzi informatycznych zasadniczo nie jest już możliwe. Wdrażanie w magazynach nowoczesnych narzędzi informatycznych, które są dostosowane do ich warunków technicznych oraz organizacyjnych, a także realizowanego procesu magazynowego, stanowią warunek ich prawidłowego działania<sup>4</sup>.

Opierając się na informacjach dotyczących stanu faktycznego w opisywanym przedsiębiorstwie, przeprowadzone zostały badania procesu magazynowania. Miały one na celu dostosowanie do funkcjonowania w warunkach rynkowej konkurencji. Zmiany te ukierunkowane są na:

- a) wzrost struktury asortymentowej składowanych towarów,
- b) zwiększenie przepustowości magazynu tak, aby spełnić oczekiwania klientów w odniesieniu do skracania czasu od złożenia zamówienia do otrzymania towaru,
- c) wzrost poziomu obsługi klienta w odniesieniu do kompletności oraz terminowości dostaw, jak również jakości dostarczanych towarów, czy też szybkiej reakcji na reklamacje zmiany zamówień,
- d) tworzenie warunków szybkiego dostępu do informacji na temat towarów cen i warunków dostaw oraz ograniczenia kosztów magazynowych<sup>5</sup>.

Po zidentyfikowaniu problemu zaproponowano wdrożenie systemu czytników kodów kreskowych. W automatycznej identyfikacji wykorzystywany jest system GS1. Standard ten obejmuje zbiór wielobranżowych rozwiązań oraz narzędzi identyfikacyjnych i komunikacyjnych, które są przeznaczone dla procesów logistycznych, realizowanych w łańcuchach dostaw oraz obsłudze administracyjnej<sup>5</sup>. Zapewniają one skodyfikowaną bazę wykorzystywaną do przekazywania określonych informacji. Wspomagają tym samym usprawnianie transakcji, ułatwiają koordynację oraz zapewniają wykorzystanie w sposób efektywny zasobów w łańcuchu dostaw. Dzięki wykorzystaniu globalnych identyfikatorów możliwe jest rozróżnianie towarów i ich lokalizacji<sup>6</sup>. Do standardowych nośników danych w systemie GS1 zalicza się ustandaryzowane kody kre-

---

<sup>2</sup> Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk, 2016, s. 35.

<sup>3</sup> Ibidem, s. 35.

<sup>4</sup> Korzeniowski A., [i in.], *Opakowania w systemach logistycznych*, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2010, s. 65.

<sup>5</sup> Kozłowski R., *Wykorzystanie zaawansowanych technologii teleinformatycznych w zarządzaniu magazynami*, [w:] *Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach rozwoju wysokich technologii*, red. S. Lachiewicz, A. Zakrzewska-Bielawska, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008, s. 93.

skowe oraz znaczniki radiowe RFID (ang. Radio Frequency Identification)<sup>6</sup>. W podsumowaniu wykazano, że przedstawiane rozwiązanie usprawni wydajność badanego magazynu.

## 1. Wymagania zarządcze projektu

Zadaniem przedmiotowego projektu jest usprawnienie procesu magazynowego w przedsiębiorstwie X. Przede wszystkim będzie on umożliwiał automatyczną identyfikację:

- jednostek detalicznych oraz zbiorczych, które są oznaczane kodami kreskowymi przez importera, podczas przyjmowania dostaw;
- towarów, które znajdują się w magazynie przedsiębiorstwa X podczas wydawania towaru do serwisu oraz sprzedaży „przez ladę”, jak również podczas inwentaryzacji<sup>7</sup>.

Realizacja projektu wpłynie również na poprawę wydajności magazynu oraz poziomu obsługi klienta, a także na wyższy poziom konkurencyjności przedsiębiorstwa X na silnie konkurencyjnym rynku lokalnym. Osiągnięcie powyższego celu jest przede wszystkim uzależnione od właściwie przygotowanego rozwiązania informatycznego. W jego ramach kluczowy jest optymalny dobór urządzeń odczytujących kody kreskowe. Niemniej, do pełnej realizacji projektu niezbędna jest także korekta procedur jakościowych dotyczących magazynu, związanych z systemem zarządzania jakością, zgodnym ze standardami normy ISO.

W celu określenia szczegółowych wymagań technicznych, konieczne jest dokonanie analizy istniejącego systemu informatycznego w przedsiębiorstwie X. Na tej podstawie zostaną określone wymogi sprzętowe i te, dotyczące oprogramowania, niezbędne dla funkcjonowania systemu kodów kreskowych w magazynie.

W niniejszym projekcie przyjęto założenie, iż w ramach jego realizacji wykorzystane zostanie aktualnie funkcjonujące w magazynie stanowisko robocze, na którym zainstalowane jest oprogramowanie Autostacja. Do tego komputera podłączony zostanie czytnik kodów kreskowych. Ponadto w magazynie przedsiębiorstwa X zainstalowany zostanie kolektor danych – mobilny terminal z czytnikiem kodów kreskowych. Dzięki temu urządzeniu możliwa będzie identyfikacja towarów zlokalizowanych w magazynie w sposób mobilny – poza stanowiskiem roboczym. Schemat funkcjonowania systemu identyfikacji kodów kreskowych zaprezentowano na rysunku 1.

---

<sup>6</sup> Huber N., Michael K., McCathie L., *Barriers to RFID Adoption in the Supply Chain*, 2007 1st Annual RFID Euasia, 2007, s. 1-6, doi: 10.1109/RFIDEURASIA.2007.4368128.

<sup>5</sup> Janiak T., *Kody kreskowe. Rodzaje, standardy, sprzęt, zastosowania*, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2010, s.79.

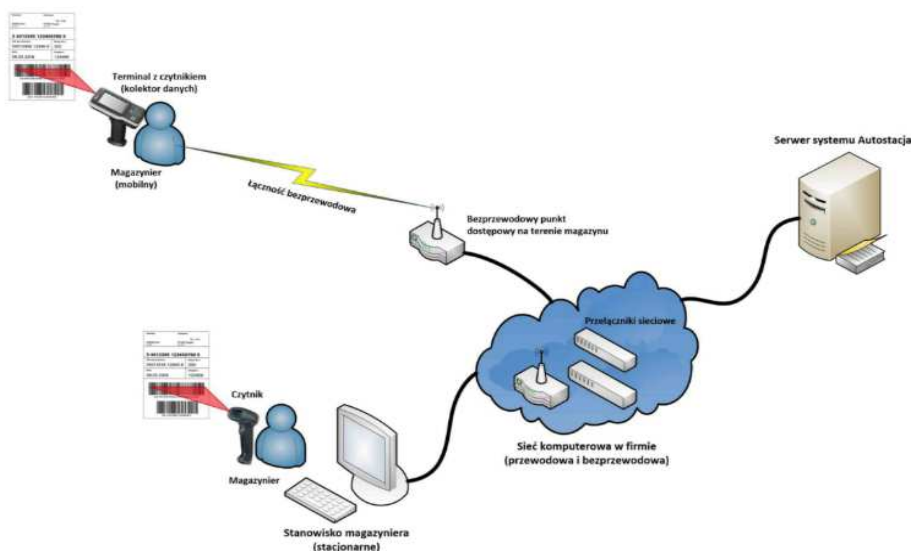
<sup>6</sup> Grębowiec M., *Kody kreskowe jako element logistyki i identyfikacji produktów spożywczych*, „Logistyka” 4/2014, s.35.

## 2. Wymagane zasoby techniczne

Wymagania techniczne niosą za sobą konieczność określenia wymogów sprzętowych. Obejmują one pięć obszarów problemów, związanych z wdrożeniem systemu, które dotyczą:

- sprzętu serwerowego, odnoszącego się do serwera, na którym zainstalowane są bazy danych programu Autostacja;
- sprzętu desktopowego, który obejmuje stację roboczą, gdzie pracują pracownicy magazynu;
- sprzętu sieciowego, który związany jest z organizacją infrastruktury teleinformatycznej w przedsiębiorstwie;
- czytników kodów kreskowych, jakie mają działać w magazynie w ramach nowej funkcjonalności systemu;
- kołektorów danych, czyli terminalowych czytników kodów kreskowych.

**Rys. 1.** Projekt schematu obsługi kodów kreskowych w magazynie przedsiębiorstwa X.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych w przedsiębiorstwie X oraz Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk 2016, s. 42.

W odniesieniu do sprzętu serwerowego oraz desktopowego w niniejszym projekcie nie przewidziano zmian w zakresie rozbudowy lub nowej konfiguracji istniejącego sprzętu. Zarówno serwer z bazami danych, jak i komputer w magazynie są dostosowane do obsługi programu Autostacja. Jest to sprzęt, który został zakupiony zgodnie z wymogami Importera w tym zakresie. Uruchomienie na nim dodatkowej funkcjonalności w postaci odczytu kodów kreskowych nie wpłynie na konieczność zmiany, czy rozbudowy sprzętu.

W odniesieniu do sprzętu sieciowego, jak wskazano wcześniej, w przedsiębiorstwie X istnieje przewodowa sieć komputerowa. Do funkcjonowania terminalu mobilnego, w obrębie magazynu wymagana jest sieć bezprzewodowa. Z tego powodu w ramach niniejszego projektu koniecznym jest zakup jednego punktu dostępowego sieci bezprzewodowej, który będzie zlokalizowany na terenie magazynu. Zostanie on podłączony do już istniejącej infrastruktury teleinformatycznej. Optymalny sprzęt zakupiony w ramach tego obszaru powinien spełniać minimalne wymagania odnośnie zasięgu oraz jakości przesyłanego sygnału. Nie bez znaczenia jest także niewygórowana cena urządzenia.

W projekcie zaproponowano bezprzewodowy punkt dostępowy X1, posiadający zasięg, w którym bez problemu można objąć magazyn w przedsiębiorstwie X. Dzięki dużej mocy radiowej, urządzenie obsługuje do 300 Mbps przepustowości dla pasma 2,4 GHz, co daje gwarancję wysokiej jakości przesyłanego sygnału oraz zapewnia pokrycie pełnego obszaru sieci. Co istotne, w przypadku rozbudowy magazynu, w przyszłości nie będzie konieczności wymiany urządzenia. Wybrany router obsługuje bowiem do 8 identyfikatorów SSID na ze-spół, mogący logicznie dzielić punkty dostępu na kilka wirtualnych punktów dostępowych w ramach jednej platformy sprzętowej. Oznacza to możliwość współużytkowania przez użytkowników szybkiego dostępu do Internetu oraz utworzenia bezpiecznej sieci bezprzewodowej, pozwalającej udostępniać wybrany sprzęt w całym magazynie. Co więcej, urządzenie może zarządzać do 1000 punktów dostępowych z jednego kontrolera wirtualnego, umieszczonego w sieci albo w chmurze. Dodatkową zaletę proponowanego urządzenia stanowi łatwość jego instalacji, dzięki kreatorowi D-Link Click'n Connect (DCC), znajdującemu się na płycie CD dołączonej do produktu.

Czytnik kodów kreskowych wykorzystywany będzie na stanowisku komputerowym magazyniera. Ze względu na sposób dostawy towaru, a także różne gabaryty towarów i akcesoriów przyjmowanych do magazynu, w projekcie założono zakup czytnika mobilnego z ograniczonym zasięgiem pracy, z którym magazynier będzie mógł się przemieszczać w obrębie stacji roboczej a nie całej powierzchni magazynu. Mając na uwadze stosunek funkcjonalności do ceny urządzenia, w niniejszym projekcie zaproponowano zakup czytnika kodów kreskowych – Y1.

Zaproponowany czytnik kodów kreskowych jest urządzeniem dedykowanym do wymagających środowisk pracy, jak np.: punkty sprzedaży, magazyny czy punkty przeładunkowe. Urządzenie jako czytnik wykorzystuje diodę LED. Odczytuje kody kreskowe jedno i dwuwymiarowe, a opcjonalnie także czcionki OCR. Wysoka czułość pozwala także na odczyt kodów o dużej gęstości, jak również dużych kodów logistycznych, czy też kodów złej jakości i uszkodzonych. Urządzenie posiada także możliwość identyfikacji kodów bezpośrednio z monitora LCD. Wbudowana zielona dioda LED potwierdza prawidłowy odczyt kodu. Urządzenie charakteryzuje się również dużym zasięgiem odczytu (1–44 cm), odpornością na wielokrotne upadki z wysokości do 1,9 m, a także brakiem ele-

mentów ruchomych, mogących ulegać uszkodzeniu. Czytnik posiada wygodny uchwyt pistoletowy i może pracować w dwóch trybach: automatycznym i manualnym. Może być także używany jako czytnik ręczny albo stacjonarny. W projekcie przewiduje się zakup jednego tego typu urządzenia.

Do bieżącej analizy stanów magazynowych oraz realizacji codziennych czynności magazyniera, w ramach projektu, niezbędny jest zakup kolektora danych – terminalowego czytnika kodów kreskowych. Terminal jest urządzeniem pracującym bezprzewodowo. Przy ich wykorzystaniu magazynier będzie mógł sprawdzić towar w strefie składowania oraz stany magazynowe poszczególnych towarów. Ze względu na wielkość magazynu, liczbę zatrudnionych osób oraz dzienną wielkość obrotów magazynowych w przedsiębiorstwie X, w niniejszym projekcie przyjęto, że wystarczające będzie jedno urządzenie tego rodzaju.

Należy podkreślić, że wybór kolektora danych, podobnie jak w przypadku dwóch wcześniejszych urządzeń, należy dokonać analizując stosunek ceny do jakości urządzenia. Warto jednak zwrócić uwagę, że w przypadku omawianego produktu, ze względu na zbliżoną funkcjonalność tego typu urządzeń, należy bardziej skupić się na jego cenie. Jakość urządzenia w uproszczeniu można utożsamić z podstawowymi funkcjonalnościami, które winno ono spełniać, tj. posiadanie: czytnika kodów kreskowych; wyświetlacza ciekłokrystalicznego, na którym prezentowane są wyniki; klawiatury sterującej i/lub ekranu dotykowego; komunikacji przewodowej; systemu operacyjnego Microsoft Windows CE 6.0; dużej wytrzymałości upadkowej; niskiej wagi; baterii o dużej pojemności.

Mając na uwadze powyższe, do niniejszego projektu zaproponowano przenośny terminal danych Z1 z laserowym czytnikiem kodów kreskowych odczytującym kody jedno- i dwuwymiarowe. Produkt ten jest dedykowany do pracy w trudnych warunkach przemysłowych. Jego trwała konstrukcja chroni urządzenie w czasie wielokrotnych upadków z wysokości do 1,8 m. Urządzenie posiada ergonomicznie zaprojektowaną, kompaktową obudowę, funkcyjną klawiaturę zawierającą 29 klawiszy oraz kolorowy, dotykowy wyświetlacz 3,5" LCD. Zbieranie, przechowywanie oraz przesyłanie danych możliwe jest dzięki wysokiej jakości modułowi skanującemu, dużej pamięć oraz komunikacji bezprzewodowej, wykorzystującej Bluetooth oraz Wi-Fi. Urządzenie jest wyposażone w system operacyjny Microsoft Windows CE 6.0 Professional. Ponadto czytnik wyposażony jest w pojemną baterię litowo-polimerową 3900 mAh, która zapewnia płynną kilkugodzinną pracę urządzenia.

Podsumowując wymagania sprzętowe projektu, do jego realizacji wymagany jest zakup trzech urządzeń: bezprzewodowego punktu dostępowego, czytnika kodów kreskowych i kolektora danych.

Wszystkie trzy urządzenia zostały wybrane w taki sposób, aby spełniały wymagania magazynu w przedsiębiorstwie X, ale także charakteryzowały się niewygórowaną ceną na tle innych tego rodzaju urządzeń.

### 3. Wymagania w zakresie oprogramowania

Wdrożenie zaproponowanego w niniejszej pracy projektu, poza sprzętem, wymaga także odpowiednich rozwiązań dotyczących minimalnego oprogramowania. Wymogi, które go dotyczą zarówno w odniesieniu do stanowiska stacjonarnego, jaki i do terminalu mobilnego, odnoszą się do trzech zasadniczych obszarów:

- oprogramowania serwerowe, które obejmuje system operacyjny (minimum Windows 2012 R2 Standard) oraz bazy danych (Microsoft SQL 2014 Server), konieczne do prawidłowego funkcjonowania oprogramowania Autostacja;
- oprogramowanie desktopowe, obejmujące system operacyjny zainstalowany w komputerze znajdującym się w magazynie (Microsoft Windows 7 Professional);
- oprogramowanie terminalowe, które obejmuje system operacyjny, na jakim będzie pracować oprogramowanie do lokalizacji elementów w magazynie w sposób mobilny (Microsoft Windows CE 6.0).

Z analizy systemu informatycznego w przedsiębiorstwie X wynika, że na serwerze obsługującym oprogramowanie Autostacja zainstalowany jest Windows 2012 R2 Standard oraz bazy danych Microsoft SQL 2014 Server. Ponadto wszystkie stacje robocze w przedsiębiorstwie (w tym także ta zlokalizowana w magazynie) posiadają zainstalowany system operacyjny Microsoft Windows 7 Professional. Powyższe jest bowiem niezbędne do prawidłowego funkcjonowania Autostacji.

Z powyższego wynika zatem, że jedyny wymóg, jaki musi zostać spełniony, odnosi się do odpowiedniej wersji systemu operacyjnego na mobilnym terminalu z czytnikiem kreskowym. Przedsiębiorstwo X nie musi jednak dokonywać dodatkowego zakupu wspomnianego oprogramowania. Ze specyfikacji kolektora danych Z1 wynika bowiem, że urządzenie posiada zainstalowany system operacyjny Microsoft Windows CE 6.0 Professional.

Mając na uwadze przedstawioną analizę należy stwierdzić, że w odniesieniu do oprogramowania, przedsiębiorstwo X w ramach zaproponowanego wdrożenia nie musi ponosić żadnych dodatkowych kosztów. Posiadane systemy operacyjne zarówno serwerowe, jak i te, zainstalowane na stacjach roboczych pozwalają bez zakłóceń pracować przy wykorzystaniu oprogramowania Autostacja. Z kolei system operacyjny urządzenia mobilnego stanowi integralną część kolektora danych, stąd nie wymaga ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z jego zakupem.



## 4. Wdrożenie projektu

### 4.1. Budżet projektu

W celu wdrożenia projektu niezbędnym jest poniesienie następujących kosztów rodzajowych przeznaczonych na:

- a) zakup sprzętu;
- b) wdrożenia;
- c) szkolenia pracowników.

Mając na uwadze dotychczasowe rozważania, koszty związane z zakupem sprzętu obejmują trzy urządzenia: czytnik kodów kreskowych, kolektor danych oraz bezprzewodowy punkt dostępowy. Zestawienie kosztów tych urządzeń zaprezentowano w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zestawienie kosztów sprzętu w ramach projektu.

Lp.	Sprzęt	Ilość [szt.]	Cena jednostkowa [brutto]	Cena ogółem [brutto]
1.	Czytnik kodów kreskowych Y1	1	850,00 PLN	850,00 PLN
2.	Kolektor danych Z1 wraz z uchwytem	1	2.999,00 PLN	2.999,00 PLN
3.	Bezprzewodowy punkt dostępowy X1	1	300,00 PLN	300,00 PLN
<b>SUMA</b>				<b>4.149,00 PLN</b>

Źródło: Opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 1, największy koszt w ramach zakupów sprzętu stanowi kolektor danych. Niemniej, łączny koszt sprzętu na poziomie 4.149,00 PLN jest kwotą, która nie przekracza możliwości finansowych przedsiębiorstwa X.

Wdrożenie projektu oraz szkolenie pracowników może być powierzone zewnętrznej firmie, z którą przedsiębiorstwo X posiada podpisaną umowę na obsługę informatyczną. Koszty te jednak wykraczają poza zadania określone w umowie, stąd koniecznym będzie poniesienie dodatkowych kosztów w tym zakresie. Szacowane przez zewnętrzną firmę informatyczną koszty wdrożenia i szkolenia pracowników zaprezentowano w tabeli 2.

**Tabela 2.** Zestawienie kosztów usług związanych z wdrożeniem projektu.

Lp.	Usługa	Ilość godzin	Cena jednostkowa [brutto]	Cena ogółem [netto]
1.	Podłączenie sprzętu	1	100,00 PLN	100,00 PLN
2.	Instalacja oprogramowania oraz uruchomienie funkcjonalności Autostacji	4	100,00 PLN	400,00 PLN
3.	Szkolenie pracowników	4	100,00 PLN	400,00 PLN
4.	Dodatkowe zdalne wsparcie pracowników magazynu w ciągu dwóch pierwszych tygodni pracy	4	50,00 PLN	200,00 PLN
<b>SUMA</b>				<b>1.100,00 PLN</b>

Źródło: Opracowanie własne.

Należy zwrócić uwagę, że dodatkowe zdalne wsparcie pracowników magazynu w ciągu dwóch pierwszych tygodni pracy jest kosztem szacowanym, określonym na wypadek, gdyby pracownicy magazynu mieli problemy z obsługą nowo zakupionych urządzeń. W przypadku braku takich problemów albo potrzeby wsparcia w mniejszym lub większym zakresie, koszt ten może ulec zmianie. Łączne koszty wdrożenia projektu przedstawia tabela 3.

**Tabela 3.** Ogólne koszty wdrożenia.

Lp.	Koszt	Cena ogółem [brutto]
1.	Sprzęt	4.149,00 PLN
2.	Wdrożenie i szkolenia pracowników	1.100,00 PLN
<b>SUMA</b>		<b>5.249,00 PLN</b>

Źródło: Opracowanie własne.

Szacowany łączny koszt projektu wynosi 5 249,00 PLN i może on ulec zmianie w przypadku zmian w wielkości wsparcia ze strony firmy informatycznej po wdrożeniu projektu. Zaprezentowana kwota jest akceptowalna dla zarządu przedsiębiorstwa X.

Wybór oraz wycena na potrzeby projektu sprzętu teleinformatycznego wraz z kosztami jego wdrożenia i szkoleń pracowników stanowi element analizy przedwdrożeniowej. Działanie to jest jednocześnie bazą wyjściową do stworzenia szczegółowego harmonogramu wdrożenia projektu.

## 4.2. Harmonogram wdrożenia

Harmonogram wdrożenia projektu przeprowadzony zostanie zgodnie z metodyką PRINCE2. Został on przedstawiony w tabeli 4.

**Tabela 4.** Harmonogram realizacji projektu wprowadzenia systemu kodów kreskowych.

Nazwa zadania	Czas trwania (dni)	Nazwy zasobów	Dokument wynikowy dla Właścicieli	Podmiot odpowiedzialny za dokument
uruchomienie projektu – przygotowanie informacji wejściowych	7	kierownik magazynu; właściciele przedsiębiorstwa; pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej; dział finansowo-księgowy	harmonogram – raport	kierownik magazynu
zainicjowanie projektu	2	właściciele przedsiębiorstwa		
Etap 1 wdrożenia – zakup sprzętu	14	dział finansowo-księgowy; kierownik magazynu	zestawienie kupionego sprzętu – akceptacja	kierownik magazynu
Etap 2 wdrożenia – podłączenie sprzętu	1	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej	raport o podłączeniu sprzętu	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej
Etap 3 wdrożenia – instalacja oprogramowania oraz uruchomienie funkcjonalności Auto stacji	1	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej	raport o instalacji i uruchomieniu oprogramowania	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej
Etap 4 wdrożenia – szkolenia pracowników magazynu	1	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej	raport o przeszkoleniu pracowników	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej
Etap 5 wdrożenia – dodatkowe wsparcie zdalne	14	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej	zestawienie konsultacji zdalnych	pracownicy zewnętrznej firmy informatycznej
zamknięcie projektu – analiza wykonalności	3	kierownik magazynu	przyjęcie analizy wykonalności	kierownik magazynu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych w przedsiębiorstwie X oraz Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk, 2016, s. 50.

Przyjmuje się w niej założenie, że wdrażany projekt musi zostać rozpoczęty oraz zakończony w uporządkowany sposób, jak również poddany kontroli. Po zakończeniu poszczególnych etapów wdrożenia, konieczne jest, aby osoby, które są za nie odpowiedzialne, tworzyły dokument (w przypadku małych projektów może to być notatka) podsumowujący dany etap. Ponadto, po zakończeniu projektu musi zostać wykonana ocena biznesowych skutków projektu.

Wdrożenie projektu podzielone zostało na etapy i zadania, których realizacja jest konieczna do tego, by możliwe było przejście do kolejnego kroku. Wszystkie one są zdarzeniami krytycznymi. Oznacza to, że opóźnienie lub brak wykonania któregośkolwiek z nich wpłynie na konieczność wprowadzenia korekty czasu realizacji projektu.

Podczas uruchomienia projektu, główną osobą odpowiedzialną będzie kierownik magazynu, działający w porozumieniu z właścicielem przedsiębiorstwa i działem finansowo-księgowym, wspierany przez zewnętrzną firmę informatyczną. Musi on przede wszystkim dokonać analizy i rozplanowania poszczególnych zadań z harmonogramu prac w taki sposób, aby jak najmniej kolidowały one z pracą magazynu. Etap ten zostanie zamknięty raportem, którego zatwierdzenie przez właścicieli przedsiębiorstwa będzie pozwalało na przejście do kolejnego etapu.

Następnie konieczne jest zainicjowanie projektu, właściciele przedsiębiorstwa podejmą decyzję o zakupie sprzętu przez kierownika magazynu lub dział finansowo-księgowy. W tej części nie wymaga się raportu z realizacji etapu. Decyzja o zakupie rozpoczyna natomiast zasadniczy proces wdrożenia projektu, który podzielony został na pięć etapów.

Kolejny krok, będący pierwszym etapem wdrożenia, obejmuje zakup sprzętu. Przyjęto założenie, że przedsiębiorstwo dokona zakupu samodzielnie, bez ogłaszania przetargu, co jest uzasadnione przy niewielkiej skali zakupów. Zakłada się, że nawet jeśli konieczne byłoby sprowadzenie sprzętu np. ze sklepu internetowego, to czas potrzebny na zakup nie powinien przekroczyć 14 dni. Etap ten zakończony zostanie wówczas, gdy zamówiony sprzęt znajdzie się na terenie przedsiębiorstwa. Na jego zakończenie konieczne jest sporządzenie zestawienia zakupionego sprzętu, które w formie raportu przedłożone zostanie do akceptacji właścicielom przedsiębiorstwa. Akceptacja dokumentu oznaczać będzie rozpoczęcie następnego etapu prac.

Kolejne cztery etapy wdrożenia zostaną przeprowadzone przez pracowników zewnętrznej firmy informatycznej. Podczas etapu 2, mają oni obowiązek sprawdzenia zakupionego sprzętu. W dalszej kolejności winni oni dokonać jego instalacji w magazynie, zgodnie z rozmieszczeniem wskazanym na etapie uruchomienia projektu przez kierownika magazynu. Zainstalowany sprzęt powinien także zostać przetestowany, a czas i sposób instalacji powinien zostać ustalony z kierownikiem magazynu. Tak jak w przypadku etapu 1, również etap 2 powinien zakończyć się sporządzeniem raportu, w którym pracownicy ze-

wewnętrznej firmy informatycznej powinni określić, czy podłączony przez nich sprzęt gotowy jest do zainstalowania oprogramowania.

W 3 etapie wdrożenia, na podłączonym sprzęcie zostanie zainstalowane stosowne oprogramowanie. Uruchomiona zostanie także wyłączona do tej pory funkcjonalność Autostacji do obsługi kodów kresowych. Informatycy powinni także wykonać testy, w których sprawdzą działanie programu, zarówno na stanowisku stacjonarnym, jak i w sieci bezprzewodowej w połączeniu z kolektorem danych. Wyniki przeprowadzonych testów muszą zostać opisane w firmie raportu kończącego omawiany etap prac.

Etap 4 wdrożenia obejmuje szkolenie pracowników magazynu, przez informatyków z zewnętrznej firmy. Szkolenia zostaną przeprowadzone tak, aby nie zakłócić pracy magazynu. Ze względu na najniższe obroty, sugeruje się, aby szkolenie przeprowadzone zostało w sobotę. Szkolenie będzie miało charakter teoretyczny oraz praktyczny. Po jego zakończeniu pracownicy magazynu powinni znać podstawy funkcjonowania oraz wykorzystania systemu kodów kreskowych w magazynie. Muszą również umieć wykonywać podstawowe czynności związane z obsługą systemu. Na koniec tego etapu zewnętrzna firma informatyczna powinna wykonać raport obejmujący zagadnienia poruszane na szkoleniu oraz wiedzę i umiejętności, jakie dzięki firmie nabyli pracownicy magazynu.

Etap 5 wdrożenia jest etapem obejmującym dodatkowe zdalne wsparcie pracowników magazynu w ciągu dwóch pierwszych tygodni pracy. Należy zauważyć, że w czasie przewidzianych na ten etap 14 dni może się zdarzyć, że pracownicy magazynu nie będą potrzebowali wsparcia ze strony informatyków. Niemniej dla rozliczenia kosztów tego etapu istotne jest, aby zewnętrzna firma informatyczna wykonała zestawienie czasu i ilości wykonanych w tym okresie konsultacji telefonicznych.

Ostatnia część zaprezentowanego harmonogramu, obejmująca zamknięcie projektu, powinna stanowić szczegółową analizę jego efektywności. Powinna ona zostać wykonana na podstawie raportów z każdego etapu projektu, a także przeprowadzonych w magazynie badań empirycznych, obejmujących poszczególne etapy procesu magazynowania. Powyższe powinien wykonać kierownik magazynu. Analizę należy wykonać ponownie w okresie do 12 miesięcy po zamknięciu projektu.

### **4.3. Obszary poprawy wydajności magazynu**

W literaturze dostępne są różnego rodzaju metody do oceny nakładów oraz efektów obejmujących realizację projektu. W niniejszej pracy wykorzystano wskaźnik całkowitej efektywności wyposażenia produkcyjnego (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*). Zwykle wykorzystuje się go do zobrazowania stanu systemu produkcyjnego, na podstawie analizy zasobów technicznych. Obrazuje jak efektywnie pracują maszyny i w jak efektywny sposób przedsiębiorstwo wykorzystuje zasoby produkcyjne.

Zaprezentowany w pracy projekt ma za zadanie poprawić wydajność magazynu, która przede wszystkim wiąże się z czasem realizacji operacji magazynowych. Decyzja o wykorzystaniu wskaźnika OEE wynika przede wszystkim z faktu, że jest on nierozdzielnie powiązany z czasem. Ponadto we wskaźniku tym do analizy wykorzystuje się dostępność oraz poziom jakości procesu, co wynika z ogólnie znanej formuły:

$$\text{OEE} = \text{Dostępność} \times \text{Wykorzystanie} \times \text{Jakość} \times 100\%$$

Dostępność w OEE jest związana z przestojami w procesach<sup>8</sup>, natomiast wykorzystanie dotyczy straty ich prędkości, a jakość odnosi się do poprawności realizacji procesu. W teorii przyjmuje się, że dla prawidłowo przebiegającego procesu OEE powinno się przyjąć wartość docelową na poziomie minimum 85%, przy założeniu, że składowe tego wskaźnika to:

- a) dostępność na poziomie minimum 90%;
- b) wykorzystanie zasobów minimum 95%;
- c) jakość realizacji procesu minimum 99%.

W przedstawianym projekcie poprawa wydajności magazynu odnosi się do trzech zasadniczych procesów:

- a) przyjęcia towaru;
- b) wydania towaru;
- c) inwentaryzacji.

Wymienione procesy w magazynie przedsiębiorstwa X nie przebiegają zawsze w tym samym czasie. W szczególności procesy przyjęcia i wydania w dużej mierze uzależnione są od wielkości przyjmowanej partii towaru oraz wielkości zamówienia. Niemniej w celu obliczenia poziomu wydajności magazynu przed wdrożeniem systemu kodów kreskowych przyjęto uśrednione czasy poszczególnych procesów podane przez kierownika magazynu.

Na podstawie tych informacji do pomiaru OEE przyjęto następujące parametry czasowe:

- a) dzięki określeniu poszczególnych okien całkowity czas procesu (A) – jest to czas, który upłynął od rozpoczęcia procesu do jego zakończenia;
- b) czas operacyjny (B), to czas przeznaczony na realizację procesu, po uwzględnieniu przestojów w postaci przygotowania dokumentacji papierowej;
- c) czas operacyjny netto (C) to czas trwania procesu, który uwzględnia czynniki wpływające na to, że proces magazynowy przebiega z mniejszą szybkością niż szybkość maksymalna; w analizowanym projekcie jest to czas operacyjny pomniejszony o czas poświęcony na fizyczne porównywanie

---

<sup>8</sup> Misiurek B., *Metodyka standaryzacji autonomicznych procesów eksploatacyjnych zorientowana na poprawę efektywności maszyn zautomatyzowanych*, Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2014 s. 22–23.

przyjmowanego/inwentaryzowanego/wydawanego towaru z dokumentacją papierową, a także sprawdzanie jego lokalizacji w programie;

- d) czas efektywny (D) to czas trwania procesu magazynowego, który pozostaje po odjęciu od czasu całkowitego różnych strat związanych z nieprawidłowym przebiegiem procesu. W analizowanym magazynie straty te będą dotyczyły przede wszystkim pomyłek przy liczeniu towaru, pomyłek z jego identyfikacją i nieprawidłową lokalizacją.

Dzięki określeniu poszczególnych okien czasowych możliwe było obliczenie wartości poszczególnych wskaźników, wchodzących w skład OEE, dla każdego z trzech analizowanych w magazynie procesów (tabela 5). Wskaźniki te obliczane są z następujących wzorów<sup>9</sup>:

a) dostępność =  $\frac{B}{A}$

b) efektywność =  $\frac{C}{B}$

c) jakość =  $\frac{D}{C}$

Z obliczeń zaprezentowanych w tabeli wynika, że wszystkie trzy procesy magazynowe realizowane w przedsiębiorstwie X charakteryzują się niską wydajnością, na którą największy wpływ ma bardzo niska efektywność. Najmniej wydajny jest proces dokonania inwentaryzacji (OEE=26%), natomiast najbardziej wydajny proces przyjęcia towaru (OEE=42,5%).

---

<sup>9</sup> Willmott P., McCarthy D., *TPM: a route to world-class performance*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2001, s.79-80; Iannone R., Nenn M.E, *Managing OEE to Optimize Factory Performance*, InTech Open Science and Open Minds, InTech 2013, s. 33.

**Tabela 5.** OEE dla trzech procesów magazynowych w przedsiębiorstwie X.

Nazwa procesu	Dane do pomiaru				Wskaźnik składowy OEE	Wartość wskaźnika	OEE
	Czas A	Czas B	Czas C	Czas D			
Przyjęcie towaru	40 min.	35 min.	20 min.	17 min.	Dostępność	88%	42,5%
					Efektywność	57%	
					Jakość	85%	
Wydanie towaru	15 min.	12 min.	8 min.	6 min.	Dostępność	80%	40,0%
					Efektywność	67%	
					Jakość	75%	
Inwentaryzacja	96 h	32 h	28 h	25 h	Dostępność	33%	26,0%
					Efektywność	88%	
					Jakość	89%	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych w przedsiębiorstwie X oraz Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk 2016, s. 51.

Niska wydajność procesu inwentaryzacji związana jest z jej bardzo niską dostępnością. Ta z kolei odnosi się do faktu, że inwentaryzacja przeprowadzana jest przez 4 dni, ale każdego dnia jedynie przez 8 godzin roboczych. Biorąc pod uwagę wskaźniki składowe OEE i ich wartości optymalne, najbardziej zbliżona do optimum jest dostępność w procesie przyjęcia i inwentaryzacji towaru (88% na 90%). Osiągnięty przez przedsiębiorstwo X wynik w obszarze analizowanych procesów magazynowych wskazuje, że zarówno zasoby rzeczowe, jak i zasoby ludzkie w obszarze magazynu nie są wykorzystywane w pełni.

W projekcie przyjęto, iż dzięki wdrożeniu w magazynie systemu kodów kreskowych w trzech omawianych procesach, przede wszystkim skróceniu ulegnie całkowity czas realizacji poszczególnych procesów. Zmniejszą się ponadto straty czasu związane z przestojami, czas związany z fizyczną obsługą procesu czy też czas poświęcony na poprawę błędnie przyjętych dostaw, wydanych zamówień oraz zinwentaryzowanych dóbr. Prognozy OEE po wdrożeniu w magazynie przedsiębiorstwa X systemu kodów kreskowych zaprezentowano w tabeli 6.

Jak wynika z prognozy zaprezentowanej w tabeli 6, wdrożenie w magazynie przedsiębiorstwa X systemu kodów kreskowych powinno wpłynąć na poprawę wydajności pracy magazynu, zarówno w zakresie dostępności, efektywności, jak też jakości przebiegu przyjęcia towaru, jego wydania oraz inwentaryzacji. Pomimo że analizowany magazyn w żadnym z trzech objętych projektem obszarów nie osiągnie optymalnego OEE, jego wydajność w odniesieniu do przyjęcia i wydania towaru powinna wzrosnąć blisko dwukrotnie.



Analizując proces przyjęcia towaru należy zauważyć, że cały czas poświęcony na tę operację skróci się o ok. 15 minut, a w jego ramach efektywny czas pracy zwiększy się o 2 minuty. Taka zmiana nie wpłynie w zasadzie na poziom dostępności, ale zwiększy efektywność procesu o 34 p.p. oraz jego jakość o 10 p.p. Takie zmiany będą możliwe przede wszystkim ze względu na eliminację czynności, które obecnie powodują wydłużenie analizowanego procesu w czasie, takie jak: sprawdzenie zgodności dostarczonego towaru z dokumentem WZ otrzymanym od kierowcy, a także czy dokument ten zgodny jest ze złożonym u dostawcy zamówieniem lub ewentualne ustne poinformowanie pracownika magazynu, gdzie zgodnie z systemem lokacyjnym ma umieścić towar.

**Tabela 6.** Prognozowane OEE dla trzech procesów magazynowych przedsiębiorstwie X po wdrożeniu systemu kodów kreskowych.

Nazwa procesu	Dane do pomiaru				Wskaźnik składowy OEE	Wartość wskaźnika	OEE
	Czas A	Czas B	Czas C	Czas D			
Przyjęcie towaru	25 min.	22 min.	20 min.	19 min.	Dostępność	88%	76,0%
					Efektywność	91%	
					Jakość	95%	
Wydanie towaru	12 min.	11 min.	10 min.	9 min.	Dostępność	92%	75,0%
					Efektywność	91%	
					Jakość	90%	
Inwentaryzacja	90 h	30 h	27 h	26 h	Dostępność	33%	28,9%
					Efektywność	90%	
					Jakość	96%	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych w przedsiębiorstwie X oraz Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk, 2016 s. 51.

Dzięki systemowi kodów kreskowych w czasie przyjęcia towaru będzie następowo odczytanie informacji z kodu kreskowego i automatyczna identyfikacja i konfrontacja towaru z zamówieniem elektronicznym, przy jednoczesnym przekazaniu informacji o lokalizacji towaru do kolektora danych.

Proces wydania towaru z magazynu w przedsiębiorstwie X obecnie odbywa się w taki sposób, że po otrzymaniu zlecenia wydania towaru z działu serwisu lub od doradcy serwisowego sprzedającego towar „przez ladę”, magazynier ręcznie wpisuje w Autostacji poszczególne pozycje asortymentowe na dokument WZ po wcześniejszym sprawdzeniu dostępności poszukiwanego towaru. Po wdrożeniu systemu kodów kreskowych będzie on mógł umieszczać daną pozycję asortymentową na dokumencie wydania w sposób automatyczny po zeskanowaniu.

waniu kodu kreskowego. Przyjęto, że taka zmiana skróci całkowity czas wydania towaru o 3 minuty, a wydłuży czas efektywnej pracy o 3 minuty. W ten sposób w omawianym obszarze magazyn przekroczy optymalny poziom dostępności o 2 p.p. docelowo zwiększając ją, w porównaniu z okresem sprzed wdrożenia, o 12 p.p.

O 24 p.p. wzrośnie efektywność analizowanego procesu, a o 15 p.p. poziom jego jakości.

W magazynie przedsiębiorstwa X inwentaryzacja bez wykorzystania czytników kodów kreskowych wymagała pracy 3 osób (magazynier + 1 osoba z administracji + 1 doradca serwisowy) przez 4 dni robocze. Mając na uwadze to, że mogła być ona przeprowadzana jedynie przez 8 godzin dziennie, a w trakcie tych godzin pracownicy korzystali z przerw śniadaniowych oraz na realizację pilnych obowiązków na własnych stanowiskach, problemem była niska dostępność w tym obszarze. Niestety, ze względu na specyfikę działania magazynu, pomimo zmniejszenia czasu potrzebnego na analizowany proces o 6 godzin, nie udało się zwiększyć dostępności procesu, a efektywnie wykorzystany czas zwiększył się jedynie o 1 godzinę. Jednocześnie z uwagi na to, że pracownikom znacznie łatwiej będzie przy wykorzystaniu kolektorów danych, zlokalizować poszczególne towary w części składowej magazynu, a ich nazwy i ilości będą po zeskanowaniu kodu widoczne na wyświetlaczu kolektora, o 2 p.p. wzroście efektywność analizowanego procesu, a o 8 p.p. jego jakość. Niewątpliwie jednak inwentaryzacja będzie procesem, w którym wzrost efektywności będzie najniższy.

Należy podkreślić, że w pierwszym okresie po wdrożeniu projektu, wydajność magazynu może być niższa niż przed jego wdrożeniem. Taka sytuacja będzie wynikiem przede wszystkim faktu, iż magazynierzy mogą pracować wolniej, ucząc się obsługi nowych urządzeń. Z tego powodu postuluje się przeprowadzenie dokładnych pomiarów efektywności rozwiązania najwcześniej po upływie 6 miesięcy od jego wdrożenia.

Podsumowując, prognozuje się, że wdrożenie w magazynie przedsiębiorstwa X systemu kodów kreskowych wpłynie na zoptymalizowanie czasu realizacji trzech procesów magazynowych: przyjęcia towaru, jego wydania i inwentaryzacji. Umożliwi ono także częściową eliminację dokumentacji papierowej, ograniczając tym samym liczbę błędów popełnianych w czasie wpisywania pozycji towarowych na dokumentach oraz podczas przekazywania informacji dotyczących jego lokalizacji w strefie składowania.

#### **4.4. Prognoza zmiany wskaźników efektywności magazynu**

Efektywność magazynu można mierzyć przy wykorzystaniu licznych mierników i wskaźników. Nie wszystkie jednak odnoszą się do obszarów, które zostaną zoptymalizowane dzięki realizacji zaproponowanego w niniejszej pracy projektu. Stąd w niniejszym artykule analiza wskaźnikowa obejmie jedynie wybrane wskaźniki efektywności pracy magazynu zaprezentowane w tabeli 7.

**Tabela 7.** Wybrane wskaźniki efektywności magazynu.

Nazwa wskaźnika	Struktura wskaźnika	Interpretacja wskaźnika
wskaźnik poprawnie przyjętych dostaw	gdzie: wskaźnik poprawnych dostaw $= \frac{D^D}{D_o} \times 100\%$  DD - dostawy bezbłędne; Do - dostawy ogółem	Wskazuje poziom poprawności dostaw przyjętych do magazynu. Powinien przyjmować wartość zbliżoną do jedności. Im wyższa wartość wskaźnika, tym lepsza organizacja oraz zarządzanie w magazynie.
wskaźnik bezbłędnych WZ	gdzie: wskaźnik poprawnych dostaw $= \frac{W^D}{W_o} \times 100\%$  WD - WZ wystawione bezbłędnie; WO - WZ wystawione ogółem	Wskazuje ile WZ w wydaniach ogółem wystawionych zostało prawidłowo. Im wskaźnik bliższy jedności tym lepiej, gdyż oznacza to lepszą organizację magazynu.
wskaźnik niekompletnych zamówień	gdzie: wskaźnik poprawnych dostaw $= \frac{Z^n}{Z_o} \times 100\%$  Zn - zamówienia niekompletne; Zo - zamówienia ogółem	Pokazuje ile z zamówień zostało skompletowanych nieprawidłowo. Im wskaźnik niższy tym lepsza jest organizacja magazynu.
średnie dzienne wydanie	gdzie: wskaźnik poprawnych dostaw $= \frac{S_w}{D}$  Sw – suma wydań; D – liczba dni w okresie	Pokazuje ile zamówień klienckich jest realizowanych przez magazyn średnio w ciągu dnia.
wydajność pracy	gdzie: wskaźnik poprawnych dostaw $= \frac{W_o}{P}$  Wo – wielkość obrotów magazynowych; P – średnia liczba pracowników magazynu	Pokazuje ile średnio obrotów magazynowych przypada na jednego pracownika magazynu.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Dudziński Z., Kizyn M, *Vademecum gospodarki magazynowej*, Wydawnictwo ODDK, Gdańsk 2002, s. 451–502.

W celu obliczenia wymienionych w tabeli 7 wskaźników, konieczne było pozyskanie elementarnych danych na temat pracy magazynu w przedsiębiorstwie X. Dane uzyskane zostały z programu Autostacja i udostępnione przez kierownika magazynu. Ze względu na relatywnie niewielki ruch w magazynie, do analizy

przyjęto dane za okres od 01.07.2016 do 31.12.2016 roku. W przypadku trzech pierwszych wskaźników, aby móc je porównać z wynikami historycznymi, przyjęto niezmiennosc liczb dostaw i wystawionych dokumentów WZ.

Mając na uwadze wskaźnik poprawnie przyjętych dostaw należy wskazać, że w magazynie przedsiębiorstwa X dostawy realizowane są najczęściej codziennie. W analizowanym okresie magazyn przyjął 113 dostaw. W tym samym czasie błędnie przyjętych zamówień było 7. Błędy w zamówieniach dotyczyły przede wszystkim problemów z ustaleniem przez magazyniera prawidłowej ilości towaru oraz jego jakości. Mając na uwadze powyższe, wskaźnik poprawnie przyjętych dostaw w przedsiębiorstwie X kształtował się następująco:

$$\text{wskaźnik poprawy dostawy} = \frac{106}{113} \times 100\% = 93,81\%$$

Mając na uwadze powyższe można stwierdzić, że przed wdrożeniem analizowany wskaźnik był stosunkowo wysoki. Nie oznacza to jednak, że nie może on ulec zwiększeniu. Zastosowanie systemu kodów kreskowych powinno bowiem wyeliminować większość pomyłek magazyniera i dodatkowo pomóc w szybszym ustaleniu miejsca popełnienia błędu. Przyjmuje się, że liczba błędnie przyjętych dostaw w okresie 6 miesięcy po wdrożeniu powinna spaść do 2. Oznacza to, że analizowany wskaźnik, przyjmując tę samą liczbę dostaw ogółem, powinien wynieść 98,23%.

W odniesieniu do wskaźnika bezbłędnie wystawionych WZ, w analizowanym półroczu w magazynie przedsiębiorstwa X wystawiono 1262 dokumenty WZ zarówno do zleceń warsztatowych, jak i w ramach sprzedaży „przez ladę”. W tym czasie błędnie wystawionych dokumentów było około 90 (jest to wartość szacunkowa, gdyż dokumentów takich zwykle nie poprawia się korektą, tylko dokonuje poprawki przez zatwierdzeniem, stad w systemie nie ma informacji o tego typu pomyłkach). Na podstawie powyższych informacji wskaźnik bezbłędnie wystawionych WZ przed wdrożeniem projektu kształtował się następująco:

$$\text{wskaźnik bezbłędnych wydań} = \frac{1172}{1262} \times 100\% = 92,87\%$$

Na powyższy poziom analizowanego wskaźnika wpływają takie błędy jak:

- a) niezgodna z zamówieniem ilość towaru na WZ;
- b) nieprawidłowo wpisany rodzaj towaru na WZ.

Prognozuje się, że wdrożenie w magazynie przedsiębiorstwa X systemu kodów kreskowych znacząco wyeliminuje obydwie błędy. Jeśli po zeskanowaniu na danym towarze kodu kreskowego, jego nazwa oraz ilość będą umieszczane w automatyczny sposób na dokumencie magazynowym, zostaną ograniczone błędy, które występują podczas ręcznego wpisywania poszczególnych pozycji na WZ. W projekcie przyjęto założenie, że w okresie 6 miesięcy po wdrożeniu nowego systemu, ilość niepoprawnie wystawionych dokumentów WZ powinna się obniżyć do około 15. To spowoduje, że wskaźnik bezbłędnie wystawionych dokumentów wynieść powinien 98,81%.

Wskaźnik zamówień niekompletnych obliczony zostanie w oparciu o liczbę WZ wystawionych w analizowanym okresie, która jak już wcześniej wspomniano, wyniosła 1262. Z tego zamówienia niekompletne wyniosły 46 sztuk. Na podstawie powyższych danych wskaźnik zamówień niekompletnych przed wdrożeniem systemu kodów kreskowych kształtował się następująco:

$$\text{wskaźnik zamówień niekompletnych} = \frac{46}{1262} \times 100\% = 3,65\%$$

Wydanie zamówień niepełnych w magazynie przedsiębiorstwa X wynika prawie wyłącznie z błędów ludzkich, związanych z nieprawidłową kompletacją zamówienia albo niewłaściwym wypisaniem dokumentów. Dzięki wdrożeniu systemu kodów kreskowych prognozuje się, że tego typu błędy zostaną wyeliminowane, a liczba niekompletnych zamówień klienckich spadnie w kolejnych sześciu miesiącach do 3. Tym samym wskaźnik zamówień niekompletnych powinien spaść do poziomu 0,02%.

Wdrożenie systemu kodów kreskowych powinno również wpłynąć na zwiększenie średniej liczby wydań. Powyższe będzie wynikało ze skrócenia czasu wydania towaru z 15 do 12 minut (20%). Przyjmując założenie, że zaoszczędzone 20% czasu przełoży się na dodatkowe 20% więcej wydań można uznać, że w kolejnych sześciu miesiącach po wdrożeniu o taki odsetek zwiększy się liczba wystawionych WZ. Jeśli zatem wskaźnik średnich dziennych wydań w okresie styczeń-czerwiec wyniósł:

$$\text{wskaźnik średnich dziennych wydań} = \frac{1262}{147} = 8,59$$

to zakładając 20% wzrost liczby wydań i przyjmując dla łatwiejszego porównania taką samą liczbę dni pracujących, po wdrożeniu systemu kodów kreskowych wskaźnik średnich dziennych wydań wyniesie:

$$\text{wskaźnik średnich dziennych wydań} = \frac{1515}{147} = 10,31$$

Zwiększenie liczby wydań będzie w analizowanym przedsiębiorstwie przede wszystkim czynnikiem, który pozwoli obsłużyć większą liczbę klientów.

Wdrożenie systemu kodów kreskowych w magazynie powinno także wpłynąć na wydajność pracy. Przed wdrożeniem wielkość obrotów magazynowych w okresie styczeń-czerwiec wyniosła 674 802, 36 zł. Stąd wskaźnik wydajności pracy wyniósł:

$$\text{wskaźnik wydajności pracy} = \frac{674802,36}{2} = 337404,18$$

Szacuje się, że 20% wzrost liczby zleceń nie przełoży się na taki sam wzrost wartości obrotów magazynowych, ponieważ wydawane towary mają zróżnicowaną wartość. Po konsultacji z magazynierem przyjęto, że obroty magazynowe mogą wzrosnąć o około 12%.

Oznacza to, że wskaźnik wydajności pracy po wdrożeniu projektu wyniesie:

$$\text{wskaźnik wydajności pracy} = \frac{742282,60}{2} = 371141,30$$

Podsumowując, należy wskazać, że zaproponowany w niniejszej pracy projekt wdrożenia systemu kodów kreskowych będzie miał istotny wpływ na usprawnienie codziennej pracy magazynu w przedsiębiorstwie X oraz na poprawę jego wydajności.

Realizacja projektu wpłynie przede wszystkim na ograniczenie pomyłek w dokumentacji magazynowej, co spowoduje poprawę wskaźników wydajności magazynu, a w konsekwencji jakości obsługi klientów.

W związku z zaproponowanym rozwiązaniem wdrożenia systemu kodów kreskowych w magazynie, przedsiębiorstwo poniesie koszt 5.824,00 PLN. Zgodnie z harmonogramem projekt będzie realizowany przez 43 dni robocze, aczkolwiek wśród tych dni ujęto jedną sobotę, podczas której odbędą się szkolenia pracowników. Wszystkie zadania i wszystkie punkty kontrolne projektu są jego elementami krytycznymi. Tym samym brak czy opóźnienie realizacji któregośkolwiek z nich spowoduje przerwanie lub opóźnienie projektu.

Realizacja inwestycji wpłynie na zwiększenie wydajności magazynu oraz poprawę jego efektywności. Zmiany przeanalizowanych parametrów zbiorczo przedstawiono w tabeli 8.

**Tabela 8.** Zmiany wybranych parametrów funkcjonowania magazynu.

Nazwa parametru	Wartość przed wdrożeniem	Wartość po wdrożeniu	Wielkość zmiany
OEE Przyjęcie towaru	42,5%	76,0%	33,5 p. p.
OEE Wydanie towaru	40,0%	75,0%	35,0 p. p.
OEE Inwentaryzacja	26,0%	28,9%	2,9 p. p.
wskaźnik poprawnie przyjętych dostaw	93,81%	98,23%	4,42 p. p.
wskaźnik bezbłędnych WZ	92,87%	98,81%	5,94 p. p.
wskaźnik niekompletnych zamówień	3,65%	0,02%	3,63 p.p.
średnie dzienne wydanie	8,59	10,31	1,72
wydajność pracy	337 404,18	371 141,30	33 737,12

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk 2016, s. 60.

Jak wynika z tabeli 8, w związku z wdrożeniem w magazynie przedsiębiorstwa X systemu kodów kreskowych, przewiduje się poprawę wydajności i efektywności magazynu we wszystkich analizowanych obszarach. Należy jednak zwrócić uwagę, że w celu weryfikacji powyższej prognozy konieczne będzie ich zbadanie po upływie 6 miesięcy od chwili zakończenia wdrożenia.

### **Zakończenie**

W celu wyeliminowania strat czasu, związanych z koniecznością ręcznej obsługi przyjęć oraz wydań towaru i prowadzenia ręcznej inwentaryzacji, jako optymalne rozwiązanie dla przedsiębiorstwa X wskazane zostało wprowadzenie w magazynie systemu identyfikacji towaru za pomocą kodów kreskowych.

W projekcie przyjęto założenie dostosowania systemu kodów kreskowych do istniejącej w przedsiębiorstwie infrastruktury teleinformatycznej, co znacząco obniżyło koszty wdrożenia. Ponadto w ramach projektu przyjęto uruchomienie funkcjonalności obsługi kodów kreskowych w programie Autostacja, co również wpłynęło na ograniczenie kosztów zakupu oprogramowania i szkolenia pracowników.

Koszt projektu oszacowano na kwotę 5 249,00 PLN. Szacowany czas jego wdrożenia zaplanowano na 43 dni. Czas ten obejmuje część koncepcyjną, zakup sprzętu, wdrożenia sprzętu oraz oprogramowania, a także szkolenia pracowników. W analizowanym projekcie brak jest zadań równoległych. Z tego powodu wszystkie zadania i wszystkie punkty kontrolne są jego elementami krytycznymi.

Efektywność pracy magazynu została obliczona przy wykorzystaniu wskaźnika OEE. Z jego prognozy wynika, że zaproponowane wdrożenie w magazynie systemów kodów kreskowych powinno wpłynąć na poprawę wydajności pracy magazynu, zarówno w zakresie dostępności, efektywności, jak też jakości przebiegu przyjęcia towaru, jego wydania oraz inwentaryzacji. Pomimo że analizowany magazyn w żadnym z trzech objętych projektem obszarów nie osiągnie optymalnego OEE, jego wydajność w odniesieniu do przyjęcia i wydania towaru powinna wzrosnąć blisko dwukrotnie. Wdrożenie systemu kodów kreskowych umożliwi ponadto częściową eliminację dokumentacji papierowej, ograniczając tym samym liczbę błędów popełnianych w czasie wpisywania pozycji towarowych na dokumentach oraz podczas przekazywania informacji, dotyczących jego lokalizacji w strefie składowania.

Analiza wskaźników efektywności pozwala z kolei stwierdzić, że realizacja zaproponowanego projektu wpłynie na wzrost wskaźnika poprawnych dostaw dzięki wyeliminowaniu większości pomyłek magazyniera i dodatkowo pomoże w szybszym ustaleniu miejsca popełnienia błędu. W projekcie przyjęto także założenie, że w okresie 6 miesięcy po wdrożeniu nowego systemu, spadnie ilość niepoprawnie wystawionych dokumentów WZ, co z kolei spowoduje wzrost wskaźnika bezbłędnie wystawionych dokumentów. Ze względu na to, że wyda-

nie zamówień niepełnych w magazynie przedsiębiorstwa X wynika prawie wyłącznie z błędów ludzkich, związanych z nieprawidłową kompletacją zamówienia albo niewłaściwym wypisaniem dokumentów, wdrożenie systemu kodów kreskowych spowoduje znaczące obniżenie poziomu wskaźnika zamówień niekompletnych. Realizacja projektu powinna także wpłynąć na zwiększenie średniej liczby wydań, co będzie wynikało ze skrócenia czasu wydania towaru. Zwiększenie liczby wydań będzie w analizowanym przedsiębiorstwie przede wszystkim czynnikiem, który pozwoli obsłużyć większą liczbę klientów. Wdrożenie systemu kodów kreskowych w magazynie powinno także wpłynąć na wzrost wydajności pracy.

Podsumowując, wdrożenie w magazynie przedsiębiorstwa X systemu identyfikacji towaru przy wykorzystaniu kodów kreskowych spowoduje optymalizację czasu trwania podstawowych procesów magazynowych. To z kolei wpłynie na wzrost efektywności magazynu, a ostatecznie całego przedsiębiorstwa.

### **Bibliografia**

1. Dudziński Z., Kizyn M., *Vademecum gospodarki magazynowej*, Wydawnictwo ODDK, Gdańsk 2002.
2. Grębowiec M., *Kody kreskowe jako element logistyki i identyfikacji produktów spożywczych*, „Logistyka” 2014, nr 4.
3. Huber N., Michael K., McCathie L., Barriers to RFID Adoption in the Supply Chain, 2007 1st Annual RFID Euasia, 2007, doi: 10.1109/RFIDEURASIA.2007.4368128.
4. Iannone R., Nenn M.E., *Managing OEE to Optimize Factory Performance*, InTech Open Science and Open Minds, InTech 2013.
5. Janiak T., *Kody kreskowe. Rodzaje, standardy, sprzęt, zastosowania*, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2010.
6. Kozłowski R., *Wykorzystanie zaawansowanych technologii teleinformatycznych w zarządzaniu magazynami*, [w:] *Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach rozwoju wysokich technologii*, red. S. Lachiewicz, A. Zakrzewska-Bielawska, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008.
7. Korzeniowski A., [i in.], *Opakowania w systemach logistycznych*, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2010.
8. Misiurek B., *Metodyka standaryzacji autonomicznych procesów eksploatacyjnych zorientowana na poprawę efektywności maszyn zautomatyzowanych*, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2014.
9. Niemczyk A., *Zapasy i magazynowanie*, tom II, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2008.



10. Willmott P., McCarthy D., *TPM: a route to world-class performance*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2001.
11. Zaborski M., *Implementation QR code to warehouse economy*, WSB, Gdańsk 2016.

### **Informacje o autorze**

dr inż. Ryszard Bielski  
Sopocka Szkoła Wyższa,  
Wydział Architektury, Inżynierii i Sztuki, Polska  
e-mail: rbielski@wsb.gda.pl

