

**KONCEPCJA WDROŻENIA TECHNOLOGII „INTERNETU RZECZY” W
SYSTEMIE LOGISTYCZNYM PRZEDSIĘBIORSTWA**

**INTERNET OF THINGS IN THE SYSTEM OF LOGISTICS COMPANY
IMPLEMENTATION CONCEPT**

Jakub PIZON

jakub.pizon@pollub.edu.pl

Politechnika Lubelska
Wydział Zarządzania
Katedra Organizacji Przedsiębiorstwa

Streszczenie: W artykule zaprezentowano koncepcje wdrożenia technologii Internetu rzeczy celem wskazania możliwego zastosowania tej technologii dla procesu logistyki przedsiębiorstwa. Wykazano niezbędną metodologię jak i architekturę logiczną systemu służącą skutecznemu zarządzaniu i sterowaniu procesem logistycznym. Przedstawiono trend ideowy w jaki wpisuje się koncepcja, a także zaproponowano możliwość wdrożenia w obrębie przedsiębiorstwa produkującego meble.

Abstract: The article presents Internet of Things (IoT) technology implementation concept in order to identify the possible application of this technology within company's logistics process. In order to effectively manage and control logistics process equal methodology and logical architecture of the system has been shown. What is more, article illustrate main idea of concept and describe the possibility to implement it within a company that produce furniture.

Słowa kluczowe: przemysł 4.0, system logistyczny, system produkcyjny, Internet rzeczy

Keywords: industry 4.0, logistic system, production system, the Internet of Things

WSTĘP

Cechą charakterystyczną procesu logistycznego jest fakt, że jest wielowymiarowy i angażuje dużą ilość zasobów. Zarządzanie tak dużą ilością unikalnych elementów stanowi wyzwanie organizatorskie i przedmiot wielu badań. Natomiast współczesny świat charakteryzuje intensywny rozwój informatyki daje inżynierom skuteczne narzędzia pozwalające na rozwiązywanie problemów organizacji produkcji. Jednak wykorzystanie tych narzędzi (chmura obliczeniowa, Internet rzeczy) wymaga prowadzenia prac badawczych, których celem będzie optymalne zastosowanie tych technologii. Tym samym problemy związane z procesami logistycznymi otwierają perspektywę dla rozwiązań Internetu rzeczy.

Do zweryfikowania tej perspektywy zastosowano metodologię badawczą opartą o badanie literaturowe w konfrontacji do wymagań proponowanej technologii i problemów realnego

przedsiębiorstwa w celu zaproponowania możliwości koncepcji jej wdrożenia do rozwiązania realnych problemów.

1. INTERNET RZECZY

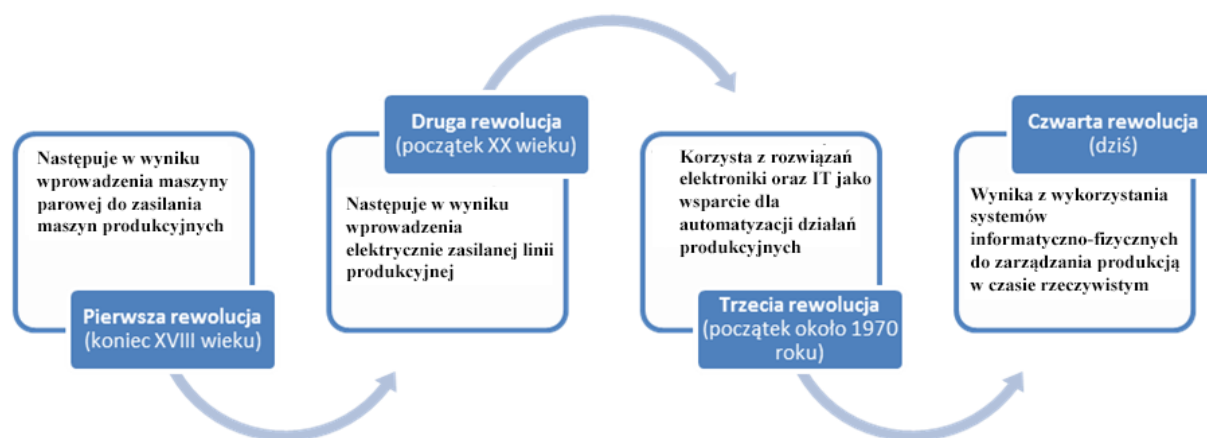
Internet rzeczy (ang. Internet of Things, IoT) to technologia, która jest wdrażana w wielu różnych zastosowaniach i konfiguracjach. Internet rzeczy definiowany jest jako technologia pozwalająca na automatyczną komunikację między aktywnymi elementami systemów technicznych. (Lipski, 2015) Internet rzeczy charakteryzuje bardzo duża aplikacyjność, tym samym wraz z upływem czasu i wzrastającą liczbą osób poznających tą technologię rośnie ilość praktycznych rozwiązań. Dlatego też, coraz częściej rozwiązania Internetu rzeczy można zaobserwować w obrębie sprzętu AGD i multimediiów, systemów bezpieczeństwa, systemów ochrony zdrowia, sprzętów codziennego użytku, rolnictwa czy też nawet domów.

Kluczowy aspekt tej technologii oparty jest o możliwość przesyłania danych z sensorów czy też wyników przetwarzanych informacji. Implementacja tej kluczowej cechy jest możliwa dzięki rozwojowi technologii mobilnej zarówno od strony oprogramowania jak i sprzętu. Od strony oprogramowania elementem wskazywanym jako dominujący jest rozwój otwartych platform systemów operacyjnych z wiodącym liderem – systemem Android wywodzącym się technologii Linux. Natomiast od strony sprzętu wskazuje się, że możliwości realizacji takich rozwiązań pojawiły się z chwilą istotnego obniżenia kosztów produkcji mikroprocesorów i tym samym otworzenie perspektywy dla różnorodnych rozwiązań sprzętowych bez zwiększania kosztów produkcji (Azzola, 2015). Co więcej, tak samo jak obniżenie kosztów produkcji mikrokontrolerów przyczyniły się temu projekty mające na celu popularyzację otwartych platform mikrokontrolerów takie jak Arduino czy Raspberry Pi.

Możliwość nieodpłatnego korzystania z systemów mobilnych jak i niewielka cena mikrokontrolerów udostępniana z dużą ilością dokumentacji opisującej przykładowe rozwiązania jak i poradniki typu „zrób to sam” spopularyzowały i otworzyły drogę do budowy wielu różnych systemów wbudowanych w zastosowaniach hobbistycznych ale i w perspektywie komercyjnych zastosowań. Tym samym usystematyzowane narzędzia budowy systemów Internetu rzeczy stały się dostępne szerokiej rzeszy osób – czyli zupełnie inaczej jak w przeszłości, gdzie były dostępne tylko nielicznym.

Ten nurt w zakresie oprogramowania jak i sprzętu pozwolił, na to że narzędzia Internetu rzeczy stały się dostępne dla szerokiej liczby osób. Rozwiązania tworzone w tym nurcie, nazwano wbudowanymi systemami sterowania (ang. Embedded Systems). Za pierwszy system wbudowany jest uznawany system sterujący amerykańskim statkiem kosmicznym Apollo (NASA, 2015).

Systemy wbudowane definiuje się jako system komputerowy specjalnego przeznaczenia, który staje się integralną częścią obsługiwanego przez niego produktu na przykład mikrokontrolera (Marwedel, 2011). System wbudowany musi spełniać określone wymagania ściśle zdefiniowane do zadań, które ma wykonywać. Nie można więc nim nazywać typowego wielofunkcyjnego komputera osobistego. Każdy system wbudowany oparty jest na mikroprocesorze (lub mikrokontrolerze) zaprogramowanym do wykonywania ograniczonej ilości, jednego do kilku zadań. Systemy wbudowane stanowią podstawę do budowy rozwiązań systemów cyber-fizycznych (ang. Cyber Physical System). Systemy takie są wyewoluowały z systemów wbudowanych i są oparte na ścisłej współpracy kombinacji elementów obliczeniowych (czyli jednostek obliczeniowych lub mikrosystemów wbudowanych, połączonych ze sobą za pomocą systemu łączności), które kontrolują podmioty fizyczne. (Garetti , Fumagalli i Negri, 2010) Tego typu rozwiązanie stanowi podstawę budowy i funkcjonowania nowoczesnych systemów logistycznych wpisując się w trend opisywany mianem Przemysł 4.0.



Rys. 1. Cztery etapy rewolucji przemysłowej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: http://www.textile-future.com/textile-manufacturing.php?read_article=1829, dn.08.09.2015 r.

Przemysł 4.0 wskazuje, że zarówno urządzenia w obrębie linii produkcyjnej jak i systemy zarządzania przedsiębiorstwem komunikują się w czasie rzeczywistym i mogą być zarządzane zarówno z poziomu klienta mobilnego jak i stacjonarnego. System 4.0 działając w oparciu o wielkie zbiory danych generowanych przez system produkcyjny i pozwalające na reagowania na aktualne zmiany. Co więcej, poszczególne elementy systemów w ramach ich interoperacyjności mają możliwość dokonywania zmian tworząc w ten sposób inteligentne systemy zarówno produkcyjne jak i logistyczne. Koncepcja została zaproponowana przez rząd niemiecki i ma na celu informatyzację tradycyjnych gałęzi przemysłu. (Zukunftsprojekt Industrie 4.0, 2015)

1.1. Rozwiązanie typu beacon

Pośród różnych rozwiązań Internetu rzeczy na szczególną uwagę zasługuje rozwiązanie typu beacon. Beacon to urządzenie, którego głównym zadaniem jest emisja stałego, unikalnego sygnału korzystając z energooszczędnej technologii Bluetooth Low Energy (BLE). Urządzenie standardowo wykorzystując technologię Bluetooth Low Energy i może działać zasilane niewielką baterią nawet przez rok. Istnieją już też takie beacons, które są w stanie czerpać energię z fal elektromagnetycznych, dzięki czemu nie wymagają wymiany baterii (Okopień, 2015). Beacon w tłumaczeniu na język polski oznacza radiolatarnia – to w najlepszy sposób oddaje idee tego urządzenia. Urządzenie beacon sygnalizuje istnienie jakiegoś obiektu.

Unikalny sygnał to znacznik w postaci kodu urządzenia, odczytu z załączonego sensora, który jednoznacznie charakteryzuje dane urządzenie. W ten sposób dokonywane jest przypisywanie cyfrowych informacji przedmiotom fizycznym. Odmienne od technologii kodów kreskowych, nośnikiem informacji jest sygnał radiowy odpowiadający częstotliwościom bluetooth. Sygnał może być odebrany na odległość – nie ma konieczności odczytywania przez operatora numeru danego produktu. Odczytując sygnał beacons, możliwe jest określenie mocy sygnału, a tym samym jego odległość od urządzenia odczytującego – skanera, telefonu komórkowego czy też dedykowanej stacji (Brief.pl, 2015).

Wartość dodaną zastosowania beacons nie stanowi sam beacon jako urządzenia, ale możliwości aplikacyjne wykorzystania identyfikowalności obiektów w otaczającej nas przestrzeni.

Technologia beacon dopiero przy zastosowaniu oprogramowania analizującego przekazywany sygnał uzyskuje kontekst stanowiący wartość dodaną. Oprogramowanie odbiera sygnał, sprawdzany jest unikalny identyfikator beaconsa i zgodnie z wbudowaną logiką dostarcza użytkownikowi pożądane treści.

Urządzenie typu beacon nie ma ustandaryzowanego wyglądu. Obudowa urządzenia na ogół pełni funkcję ochronną wewnętrznego układu elektronicznego. Ze względu na to może przybierać różny kształt i być dostosowana do potrzeb danego zadania. Co więcej, pełni też funkcję marketingową identyfikując, poprzez kształt, producenta danego rozwiązania.



Rys. 2. Beacon produkowany przez firmę Estimote

Źródło: <http://estimote.com/>, dn. 09.09.2015 r.



Rys. 3. Beacon produkowany przez firmę Comarch

Źródło: <http://www.beacon.comarch.pl/>, dn. 09.09.2015 r.

Ceny urządzeń typu beacon kształtują się na poziomie kilkudziesięciu, a nawet czasem kilkuset złotych. Wartość zależy głównie od ilości sygnałów, które ma generować. Urządzenia, które mają generować zaledwie jeden sygnał kosztują niewiele stąd

implementacja takiego rozwiązania jest ekonomicznie dostępna zarówno dla dużych przedsiębiorstw jak i tych małych.

2. WDROŻENIE

Cechą charakterystyczną technologii Internetu rzeczy jest fakt, że jako sama w swej naturze nie wnosi wartości dodanej. Dopiero kontekst w jakim została zastosowana decyduje o jej przydatności. Poniższe opracowanie rozważa perspektywę wdrożenia technologii Internetu rzeczy w systemie logistycznym. System logistyczny rozumiany jest jako celowo zorganizowany, połączony zespół elementów (podsystemów) takich jak: transport, magazynowanie, produkcja, odbiorcy wraz z relacjami pomiędzy nimi oraz ich właściwościami, które wpływają na przepływ towarów i usług, środków finansowych i informacji (Pisz, Sęk i Zielecki, 2013). Dobrze funkcjonujący i zintegrowany system logistyczny zapewnia prawidłowe działanie firmy (Gołębska, 2011). Dlatego też, ze względu na istotną rolę jaką pełni w przedsiębiorstwie stanowi on istotny przedmiot zainteresowania rozwiązań technologii Internetu rzeczy. W celu zobrazowania takiego wdrożenia tej technologii artykuł rozważa koncepcję zaimplementowania jej w systemie logistycznym przedsiębiorstwa z branży stolarskiej, które zajmuje się produkcją mebli kuchennych i ma swoją siedzibę na terenie miasta Lublin.

2.1. Proces wdrożenia

Proces wdrożenia systemów można zredukować lub rozłożyć do dwóch logicznych aspektów. Pierwszym z nich jest przyjęta metodyka, a drugim koncept zastosowania wdrażanej technologii:

- Zadaniem metodyki jest zagwarantowanie przeprowadzenia całego procesu zapewniając realizację postawionych celów i dotrzymując terminów realizacji,
- Zadaniem koncepcji jest realizacja wartości dodanej technologii.

Tym samym proces wdrożenia powinien zakończyć się w wyznaczonym terminie, przynosząc w efekcie realną korzyść dla danego przedsiębiorstwa. By spełnić to wymaganie konieczny jest dobór metodyki i koncepcji wdrożenia.

Jeśli chodzi o metodykę wdrożenia to można tutaj korzystać z wzorców projektowych i już opracowanych metodyk wdrożenia systemów takie jak IFS Applications, AIM czy też

DyNAMICS, bądź też przeprowadzić wdrożenie w oparciu o metodyki zarządzania projektami typu Prince 2.0 czy też metodyki Project Management Institute.

Wybór właściwej metodyki jest ważny, ale nie kluczowy, nawet wdrożenie systematycznego planu wykonywania kolejnych elementów wdrożenia konsekwentnie realizowany zapewni sukces realizowanego projektu. Kluczową rolę pełni koncepcja wdrożenia.

2.2. Koncepcja

Koncepcja wdrożenia to sposób w jaki zostanie zaimplementowana wybrana technologia. Wskazanie realnej koncepcji wdrożenia technologii informatycznej wymaga odniesienia się do realnych uwarunkowań przedsiębiorstwa sporządzonych w drodze systematycznej analizy jaką jest analiza przedwdrożeniowa, która ma na celu identyfikację wszystkich warunków brzegowych ze strony przedsiębiorstwa w stosunku do wdrażanej technologii.

Dlatego też, podstawą do przedstawienia koncepcji wdrożenia jest analiza przedwdrożeniowa. Na potrzeby przedstawienia procesu wdrożenia przedmiotem analizy przedwdrożeniowej będzie proces logistyczny przykładowego przedsiębiorstwa.

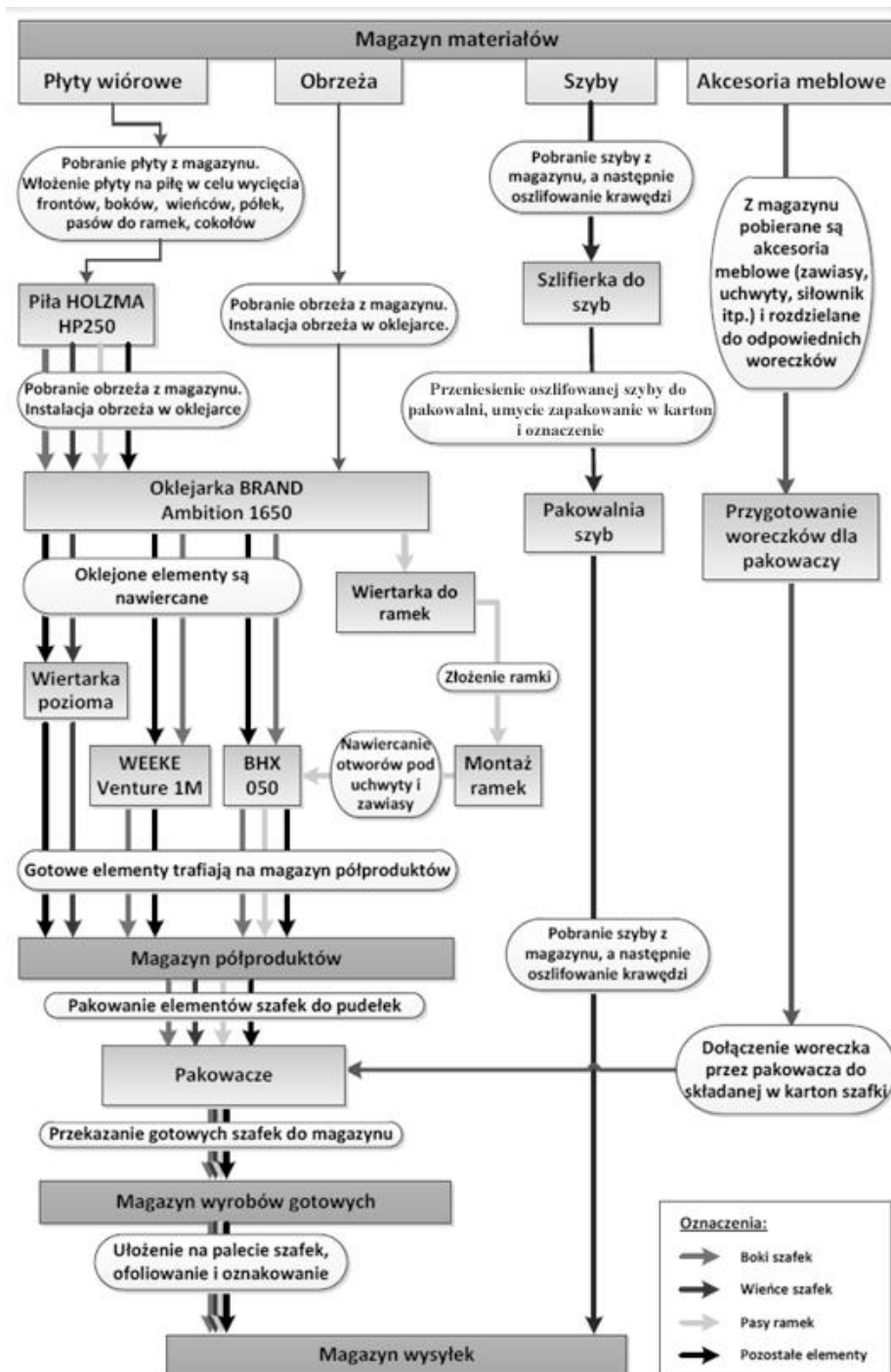
Literatura wskazuje, że zakres analizy przedwdrożeniowej może różnić się w zależności od przyjętej metodologii przeprowadzenia całego przedsięwzięcia. W ramach każdej analizy przedwdrożeniowej powinny zostać zrealizowane następujące elementy:

- konstrukcja modelu dziedziny problemu,
- analiza wymagań użytkownika,
- analiza infrastruktury informatycznej niezbędnej do wdrożenia systemu,
- wstępna definicja projektu (Moś, 2012).

2.3. System logistyczny

W wyniku analizy przedsiębiorstwa z branży stolarskiej, które zajmuje się produkcją mebli w perspektywie wdrożenia technologii Internetu rzeczy wskazano, że asortyment wyrobów przedsiębiorstwa jest stały i ograniczony. Decyduje o tym fakt, że firma produkuje meble kuchenne do dużej sieci hipermarketów. W ofercie firmy znajduje się około 46 modeli szafek. Występują one w 6 kolorach z podziałem na prawe i lewe, w związku z powyższym w asortymencie występuje ponad 500 typów i wariantów produkowanych szafek meblowych.

Przedsiębiorstwo produkuje ok. 2,5 – 4,5 tyś. szafek na miesiąc. Szafki produkowane są z laminowanych płyt wiórowych o wymiarach 2800x2070x18 (mm). System logistyczny przedsiębiorstwa zorganizowany jest w obrębie procesu produkcyjnego funkcjonującego w firmie. Schemat procesu produkcyjnego prezentuje Rys. 4.



Rys. 4. Schemat procesu produkcyjnego produkcji szafek kuchennych

Źródło: (Kłosowski, 2011)

Pierwszym etapem procesu produkcyjnego jest cięcie płyt pobieranych z magazynu materiałów, na pile panelowej. Następnie pocięte elementy trafiają na stanowisko okleiniwania, gdzie w zależności od ich rodzaju są oklejane. Zabieg ten może dotyczyć jednej strony elementu wyciętego z płyty lub wielu, np. półka będzie wymagała oklejenia tylko z jednej strony, zaś blat z czterech stron. Oklejone elementy dalej trafiają na inne obrabiarki, gdzie przeprowadzane są zabiegi frezowania lub nawiercania otworów np. pod kołki, uchwyty, lub zawiasy. Tak przygotowane elementy szafek kuchennych składowane są w magazynie półfabrykatów.

Kolejnym etapem produkcji jest operacja kompletowania i pakowania. Pracownik na tym stanowisku ma za zadanie pobranie z magazynu półfabrykatów elementów szafek z magazynu materiałów pudełek do pakowania oraz akcesoriów meblowych np. zawiasów, śrub, uchwytów, szyb. Po skompletowaniu następuje spakowanie szafek w pudełka i naklejenie odpowiedniej etykiety. Szafki są wysyłane w postaci kompletów do samodzielnego montażu przez klienta. Do transportu wewnętrznego w przedsiębiorstwie stosowane są wózki paletowe ręczne oraz wózki widłowe. Te drugie stosowane są również wykorzystywane do zastosowań zewnętrznych.

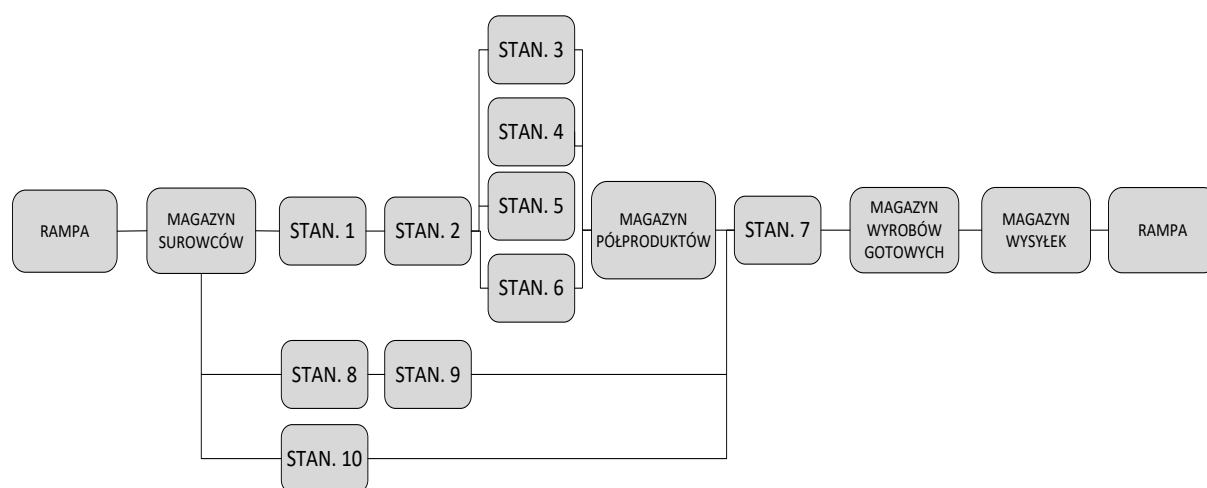
Tym samym zadaniem systemu logistycznego w obrębie procesu produkcyjnego jest utrzymanie ciągłości i koordynacja transportu od dostawcy do odbiorcy oraz transportu wewnętrznego, a także gospodarowanie odpadami.

Natomiast już sam proces logistyczny zorganizowany jest w obrębie w kolejnych stanowisk identyfikujących miejsca, do których transportowane są kolejne detale – na kolejnych etapach procesu produkcyjnego. Niektóre stany charakteryzują składowanie detali – szczególnie te, w początkowej ale i w części końcowej procesu. Stany w środkowej części charakteryzuje składowanie detali celem obróbki na stanie produkcyjnym.

Proces logistyczny rozpoczyna się gdy transport zewnętrzny dostarcza materiały do magazynu na wejściu procesu. Kolejno z ciężarówki materiały rozładowywane są za pomocą wózków transportowych i składowane w magazynie surowców. Następnie na halę produkcyjną przewożone są materiały na wózkach widłowych. Wózek pobiera odpowiedni pakiet palet z magazynu materiałów i na predefiniowane pole przewozi odkładcze znajdujące się przy pile. Dalej po obróbce na pile sprawdzane są elementy pod względem wymiaru

i jakości i składowane na kolejnym polu odkładczym. Potem przenoszone na stanowisko oklejania. Później po tej operacji analogicznie elementy przenoszone są na kolejne obrabiarki, gdzie przeprowadzane są zabiegi frezowania czy nawiercania otworów. Kolejno elementy przewożone są wózkiem widłowym do magazynu półfabrykatów.

Kolejne działania polegają na kompletowaniu i pakowaniu. Zadaniem pakowacza jest pobranie z magazynu półfabrykatów, wszystkich elementów potrzebnych do skompletowania zaplanowanej na dany dzień do wykonania ilości i umieszczeniu jej na ręcznym wózku paletowym. Po skompletowaniu wszystkich elementów na wózku przemieszcza się go na stanowisko pakowacza, gdzie sortuje i pakuje poszczególne elementy szafek w pudełka. W przedsiębiorstwie jest komórka, w skład której wchodzi 3 osoby, które zajmują się rozwiązywaniem zagadnień logistycznych (Kulisz, 2014).



Rys. 5. Wewnętrzny system logistyczny przedsiębiorstwa

Źródło: (Kulisz, 2014)

W wyniku analizy przedwdrożeńowej zidentyfikowano proces logistyczny oraz jego sposób monitorowania. Kluczową kwestię stanowi fakt, że wskazany system logistyczny działa jedynie w oparciu o klasyczne metody kontroli sprowadzające się do fizycznej kontroli ilości detali w kolejnych etapach produkcji. Konieczność utrzymywania dziennika produkcji w formie zeszytu, który nie zawsze zawiera wszelkie potrzebne do planowania produkcji dane.

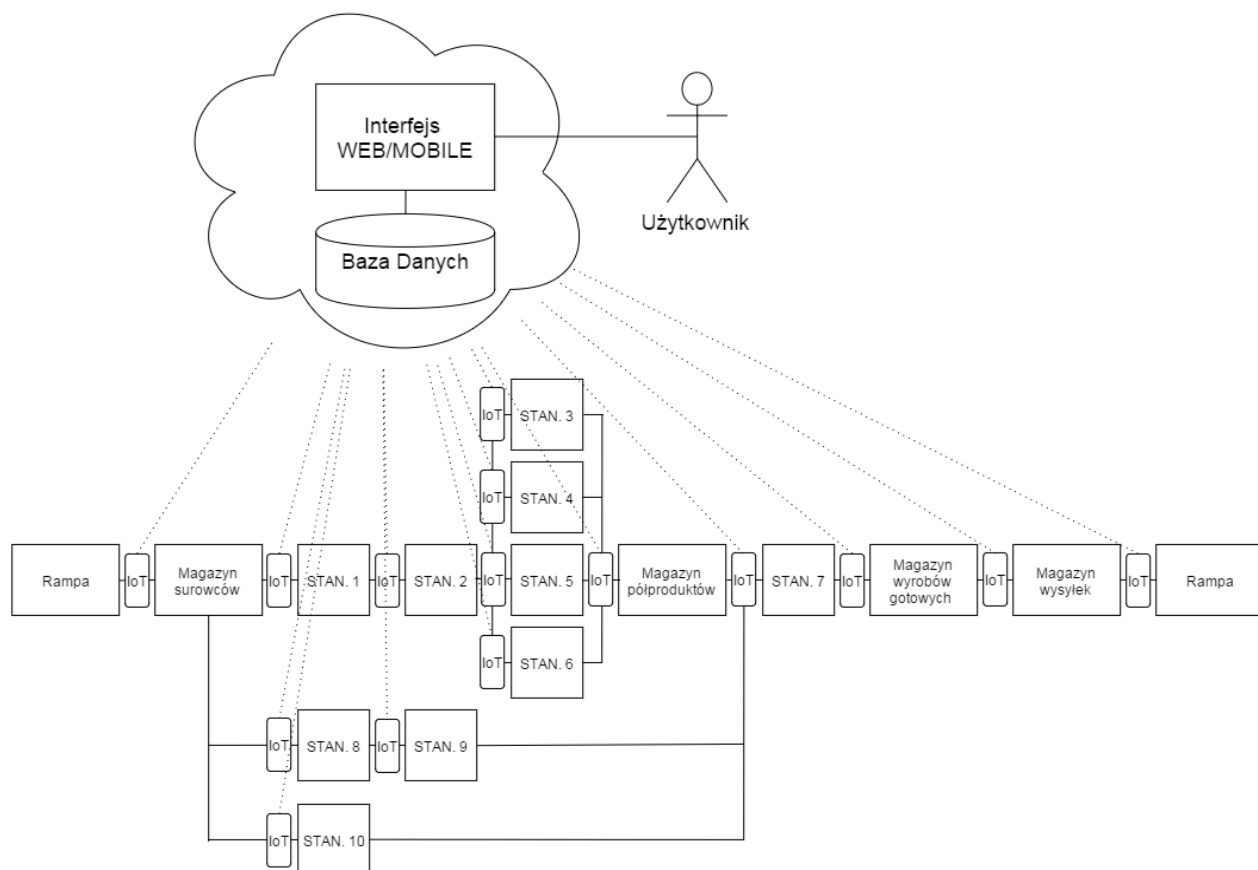
Dlatego też, zarządzający procesem nie ma możliwości zebrania, uzyskania bieżącej informacji na temat tego ile detali jest już gotowych, a ile jest w trakcie realizacji. Jego decyzje w obrębie planowania produkcji są oparte na danych ale też w dużej mierze na doświadczeniu i intuicji. Decyzje te mają znaczący wpływ na przebieg procesu wytwarzania,

a to z kolei wpływa na aspekt ekonomiczny. Taki model zakłada bardzo dużą niestabilność i bardzo dużą wrażliwość systemu nie tylko na czynniki zewnętrzne, ale i przede wszystkim na subiektywizm oceny pracownika odpowiedzialnego za podejmowanie decyzje. Tym samym proces planowania produkcji wiąże się z dużym ryzykiem. Zbyt duża ilość wyprodukowanych detali które zalegają na magazynie, bądź też ich brakiem i niemożliwością realizacji zamówienia w terminie.

Rozwiązaniem postawionego problemu będzie stworzenie koncepcji systemu monitorowania z wykorzystaniem beaconów. Stworzony system będzie miał za zadanie gromadzenie danych z produkcji i przekazywanie ich do zarządzającego. Co więcej, zadaniem systemu będzie analiza przechowywanych danych historycznych, danych zamówień oraz stanu zapasów.

Podstawą przyjętego systemu będzie architektura logiczna rozwiązania realizująca założenia:

- Beacons przymocowane do detali będą jednoznacznie identyfikować detale i wybrane pojemniki zbiorcze w obrębie linii produkcyjnej,
- Identyfikowanie detali i wybranych pojemników zbiorczych przebiega w wyznaczonych miejscach procesu logistycznego,
- Beacons jednoznacznie identyfikują dokładnie jeden rodzaj detalu,
- Dane położenia będą identyfikowane przez czytniki danych,
- Dane o położeniu czytników będą identyfikowane w obrębie stanowisk,
- Czytniki (IoT) w formie systemów wbudowanych oparte o układ Arduino przekazywać będą dane do analizy przy pomocy interfejsu WiFi,
- Infrastruktura sieci lokalnej pozwala na przekazywanie danych do sieci Internet,
- Dane przekazane przez czytniki (IoT) będą analizowane w czasie rzeczywistym przez oprogramowanie analityczne osadzone w modelu chmury obliczeniowej.



Rys. 6. Technologia Internetu rzeczy (IoT) zaimplementowana w obrębie wewnętrznego systemu logistycznego przedsiębiorstwa

Źródło: Opracowanie własne

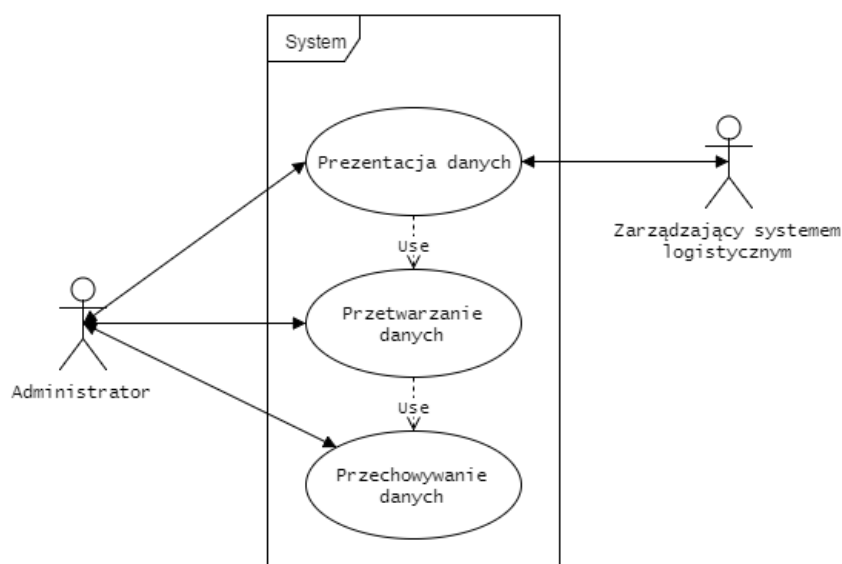
Wskazana architektura stanowi zestawienie elementów tworzących system logistyczny przedsiębiorstwa wraz z elementami infrastruktury Internetu rzeczy. W wyniku otrzymujemy system realizujący założenia i pozwalający odpowiedzieć na problem badawczy.

Sekwencja działań systemu opiera się na przekazywaniu danych z poziomu technicznego produkcji do poziomu zaimplementowanej logiki w postaci systemu analizującego i prezentującego dane. W ten sposób uzyskujemy system cyber-fizyczny, który bezpośrednio odpowiada procesom i zadaniom realizowanym w obrębie procesu logistycznego przedsiębiorstwa.

W obrębie założonej architektury logicznej realizowane są trzy przypadki użycia: przechowywanie danych, przetwarzanie danych, prezentacja wyników. Poszczególne przypadki są rozumiane następująco:

- Przechowywanie danych – rozumiane jest jako ogół procesów, które zostaną zaimplementowane w celu gromadzenia danych – implementacja systemu zbierania danych, identyfikacji i gromadzenia w modelu bazy relacyjnej,
- Przetwarzanie danych – ciągła w czasie rzeczywistym analiza danych w oparciu analizę identyfikacji trendów, identyfikacji reguł i zależności zachodzących pomiędzy kolejnymi elementami systemu (metody data mining, Big Data) w celu implementacji procedur monitorowania. Implementacja reguł predykcyjnych istotne stany produkcyjne takie jak: obciążanie magazynu,
- Prezentacja wyników – implementacja warstwy graficznej aplikacji – pulpitu zarządczego wskazującą aktualny stan produkcji. Prezentacja komunikatów obszarów w których niezbędna jest optymalizacja i dodatkowe działanie.

W interakcje z systemem wchodzi użytkownicy obierający dwie role jako administrator oraz zarządzający systemem logistycznym. Różnicę pomiędzy użytkownikami definiuje poziom uprawnień. Administrator ma do dostęp do konfiguracji systemu jak i do jego funkcjonalności w obrębie zarządzania procesem logistycznym natomiast zarządzający systemem logistycznym – typowy użytkownik – tylko do funkcjonalności.



Rys. 7. Diagram przypadków użycia

Źródło: Opracowanie własne

2.4. Korzyści wykorzystania technologii Internetu rzeczy

Korzyści zaproponowanej koncepcji systemu stanowi holistyczne rozwiązanie pozwalające uzyskać korzyści takie jak:

- Monitorowanie procesu logistycznego w czasie rzeczywistym – monitorowania pozwala na ustalenie aktualnego procesu logistycznego uwzględniając jego obciążenie i wydolność. W ten sposób możliwa jest aktualna ocena stanu procesu i pojęcie skutecznej decyzji.
- Przetwarzanie danych – dane procesu w formie elektronicznej identyfikowane w formie rekordu danych (Oborski, 2015) i zorganizowane w obrębie bazy relacyjnej pozwalają na ich szybki transfer i obróbkę. Dane w takiej formie mogą być transferowane do zaawansowanych aplikacji pozwalających na analizę krzyżową, wyszukiwanie zależności, a także możliwość porównywania aktualnych danych do poprzednich.
- Diagnostyka – warto podkreślić fakt, że w ramach monitorowania system zdobywa właściwość bezpośredniej diagnostyki procesu logistycznego. Brak przekazania półproduktów z jednego stanu do drugiego w wyznaczonym czasie wskazuje, że w obrębie procesu logistycznego zaszły jakieś niepokojące zmiany, które mogą wywołać kosztowne przestoje. Identyfikacja takich elementów może zostać przeprowadzona w ramach algorytmów predykcyjnych kojarzące odpowiednie zdarzenia w obrębie procesu logistyki z zaobserwowanymi aktualnymi stanami.

2.5. Perspektywa rozwoju

Obecnie, dzięki intensywnemu rozwojowi technologii informatycznych, coraz większa ilość procesów przedsiębiorstwa może być zarządzana z poziomu systemu informatycznego. Poziom zarządzania oraz rodzaje zastosowań oprogramowania zależą głównie od potrzeb biznesowych jak i produkcyjnych przedsiębiorstwa. W oparciu o zaimplementowany proces zbierania danych, automatyzując kolejne części procesu logistycznego możliwa jest implementacja kontrolera sztucznej inteligencji autonomicznie zarządzającym procesem (Pizoń, 2015). W ten sposób tworząc narzędzie wsparcia podejmowania decyzji w obrębie procesu wytwarzania.

3. PODSUMOWANIE

Podsumowując, w wyniku analizy problemów z obszaru zarządzania produkcją i logistyką w przedsiębiorstwie produkcji mebli, zaproponowano koncepcję realizacji systemu monitorowania w oparciu o technologię Internetu rzeczy mających na celu poprawę stabilności technologicznej oraz minimalizację kosztów działalności.

Zaprezentowana koncepcja pozwoli na aktywne monitorowanie, diagnozę stanu procesu logistycznego przy realizacji danych aktualnych zamówień oraz na podstawie danych historycznych w celu optymalizacji procesu logistycznego. Tym samym artykuł prezentuje istotne i niezbędne aspekty w obrębie rozważanej koncepcji, pokazując jej specyfikę, przedstawiając rozwiązanie i określając realną korzyść wdrożenia proponowanej koncepcji.

Przewidywane efekty wdrożenia systemu to uzyskanie elastyczności zarówno w zakresie samego procesu transportu, jak i obsady stanowiska osoby odpowiedzialnej za ten proces. W skutek czego przewidywane jest skrócenie czasu obróbki, a w efekcie poprawa wydajności procesu przy założonej jakości wykonania i polepszenie konkurencyjności produkcji. Tym samym zwiększona zostanie efektywność przedsiębiorstwa, a także możliwe będzie usprawnianie i optymalizacja kolejnych elementów procesu logistycznego wedle kluczowego procesu.

Wdrożenie koncepcji wsparcia procesu logistycznego przy pomocy technologii Internetu rzeczy stanowi podstawę do osiągnięcia celu przedsiębiorstwa w krótkiej perspektywie. Co więcej, stworzone narzędzie procesu logistycznego posłuży jako bezpośrednie narzędzie dla osiągnięcia celów długoterminowych przedsiębiorstwa. Dzięki czemu przedsiębiorstwo zmniejszy ryzyko działalności i zwiększy swoją konkurencyjność.

LITERATURA

1. Azzola, F. (2015, Czerwiec). Pobrano z lokalizacji <http://www.survivingwithandroid.com/2015/06/internet-of-things-android-arduino.html>, (07.09.2015).
2. *Brief.pl*. (2015, 9 9). Pobrano z lokalizacji Jak działają beacons?: http://www.brief.pl/artykul,2164,jak_dzialaja_beacons.html, (07.09.2015).
3. Garetti, M., Fumagalli, L. i Negri, E. (2010, Czerwiec). Role of ontologies for cps implementation in manufacturing. *Management and Production Engineering Review*.

4. Kłosowski, G. (2011). Zastosowanie symulacji komputerowej w sterowaniu przepływem produkcji mebli. *Zarządzanie przedsiębiorstwem*, str. s.33.
5. Kulisz, M. (2014). Identyfikacja systemu logistycznego na przykładzie przedsiębiorstwa produkującego meble. *Systemy Logistyczne Wojsk*. nr 40/2014
6. Lipski, J. (2015). Internet rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją. W R. Knosala, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. (strony 755-766). Opole: Polskie Towarzystwo Zrządzania Produkcją.
7. Marwedel, P. (2011). *Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems*. Springer.
8. Moś, M. (2012). Analiza przedwdrożeniowa a realizacja projektów IT. *Zarządzanie i Finanse*, strony 395--403.
9. NASA. (2015). *Apollo Guidance, Navigation, and Control (GNC) Hardware Overview*. Pobrano z lokalizacji <http://ntrs.nasa.gov/>:
<http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20090016290.pdf>, (09.09.2015).
10. Oborski, P. (2015). Integrated monitoring system of production processes. *Management and Production Engineering Review*.
11. Okopień, P. (2015, 09 09). *Beacony, czyli przyszłość internetu rzeczy, a także polskiej myśli technologicznej - raport Spider's Web*. Pobrano z lokalizacji Spiders Web: <http://www.spidersweb.pl/2014/09/beacon-przyszlosc-technologii.html>, dn. (09.09.2015).
12. Pisz, I., Sęk, T. i Zielecki, W. (2013). *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
13. Pizoń, J. (2015). utonomiczny system produkcyjny. W M. Stoma i A. Dudziak, *Wybrane problemy z zakresu zarządzania i inżynierii produkcji*. Lublin: Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis.
14. *Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. (2015). Pobrano z lokalizacji <http://www.bmbf.de/de/9072.php> (10.09.2015.)