

IDENTYFIKACJA RADIOWA (RFID) W TEORII OGRANICZEŃ (TOC)

Bartłomiej GŁADYSZ

Streszczenie: Opracowanie jest wynikiem studium koncepcyjnego możliwości zastosowania technologii identyfikacji radiowej (RFID) w rozwiązaniach organizacyjnych opisanych w teorii ograniczeń (TOC) w obszarze produkcji, dystrybucji, zarządzania projektami oraz finansów i miar. Wykazano, że nowoczesna technologia identyfikacji radiowej, jaką jest RFID, może znaleźć szerokie zastosowanie jako wsparcie rozwiązań opisanych w teorii ograniczeń (TOC).

Słowa kluczowe: identyfikacja radiowa (RFID), teoria ograniczeń (TOC), werbel-buforlina (DBR).

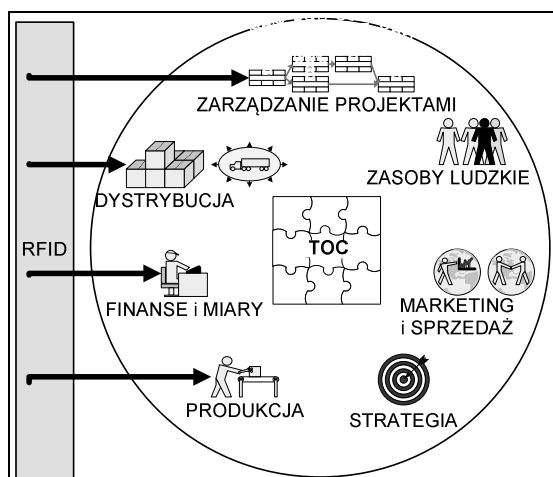
1. Wstęp

Ludzie od zawsze byli zainteresowani posiadaniem szczegółowych informacji o posiadanych dobrach. Dostęp do informacji o sposobie wykorzystania, lokalizacji, sposobie przetwarzania, transportowania, środkach użytych do wymienionych działań, czasie i terminach realizacji tych czynności itp. daje przedsiębiorcy możliwość lepszego zarządzania śledzonymi obiektami (przy czym obiekty mogą mieć różnorodny charakter – od środków transportu, opakowań zbiorczych, detali, poprzez zwierzęta, nawet do ludzi). Sprawny system identyfikacji pozwala nie tylko sprostać wymaganiom prawnym (żywność – HACCP, leki itp.), ale również także usprawniać realizowane w przedsiębiorstwie procesy.

Istnieje szereg metod identyfikacji. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat przedsiębiorcy zauważyli na zalety technologii automatycznej identyfikacji (zwłaszcza RFID). Identyfikacja jest istotnym elementem dla skutecznego wdrożenia rozwiązań teorii ograniczeń znajdującej coraz więcej wdrożeń i zyskującej znaczną popularność.

W wyniku zrealizowanego studium koncepcyjnego opracowany został schemat możliwości wykorzystania RFID w TOC (por. rys. 1).

Niniejszy artykuł stanowi prezentację części efektów pracy



Rys. 1. RFID dla TOC
Źródło: opracowanie własne

dypłomowej zrealizowanej w ramach studiów podyplomowych „Zarządzanie Ograniczeniami” (r. ak. 2007/08) prowadzonych przez Wydział Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej przy współpracy z Goldratt Schools i TOC Consulting.

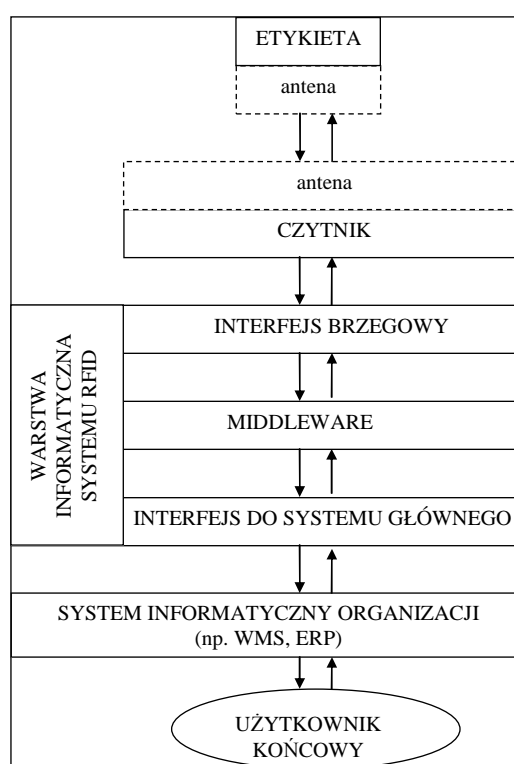
1.1. Identyfikacja radiowa (RFID)

„W najprostszy sposób, tak jak wynika to bezpośrednio z nazwy, identyfikacja radiowa – RFID (ang. *Radio Frequency Identification*) – jest to proces i infrastruktura fizyczna, w oparciu o które, przy zastosowaniu określonego protokołu za pośrednictwem fal radiowych przesyłany jest unikalny identyfikator z urządzenia do czytelnika.” [1].

Przebieg procesu identyfikacji przebiega w uproszczeniu w następujący sposób:

- czytnik za pomocą nadajnika wytwarza zmienne pole elektromagnetyczne wokół anteny – pole może być wytwarzane w sposób ciągły lub po wykryciu przez czujnik poruszającego się obiektu.
- etykiety, którymi oznaczone są obiekty wysyłają informacje do czytelnika za pośrednictwem fal radiowych – wysyłanie może odbywać się w sposób ciągły (etykiety aktywne – z własnym zasileniem) lub wzbudzone poprzez pole czytelnika
- czytnik dekoduje odebrane informacje i przekazuje je do systemu informatycznego.

Schemat zasady działania oraz infrastrukturę wykorzystywaną w technologii RFID pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat zasady działania RFID [2]

1.2. Teoria ograniczeń (TOC)

Twórcą teorii ograniczeń (ang. *Theory Of Constraints – TOC*) jest dr Eliyahu Goldratt, który został określony przez miesięcznik Fortune mianem "guru zarządzania". Teoria została zapoczątkowana w 1984 roku wydaniem [3], ale jej początki sięgają jeszcze wymyślenia algorytmu harmonogramowania produkcji OPT (ang. *Optimized Production Technology*).

Dużą zaletą Goldratt'a są książki, w których w przystępny i zrozumiały sposób prezentuje on podstawy TOC [3], [4], [5].

Podstawowym założeniem teorii ograniczeń jest skupienie uwagi na ograniczeniu, zgodnie z założeniem, iż usprawnienia dla ograniczeń będą przynosiły korzyści całej

organizacji (lokalnie-globalnie, czyli lokalne działanie – usprawnienie, a globalny efekt). Ograniczeniem nazywany jest taki czynnik, który uniemożliwia firmie osiągnięcie lepszych rezultatów. W filmie szkoleniowym „Cel” pokazana jest rola ograniczenia w organizacji na przykładzie marszu grupy osób. Cała wycieczka dojdzie do celu tak szybko, jak szybko dojdzie tam najwolniejszy piechur.

W trakcie wdrażania rozwiązań TOC konieczne jest postępowanie wg algorytmu nazywanego 5 krokami skupienia:

- zidentyfikuj (wybierz) ograniczenie systemu,
- zdecyduj jak eksploatować ograniczenie systemu,
- podporządkuj wszystko eksploatacji ograniczenia,
- wzmocnij – podnieś wydajność ograniczenia.
- jeśli ograniczenie zostało usunięte wróć do kroku 1.

TOC przewiduje szczególne rozwiązania dla różnych obszarów działalności firmy (produkcji, finansów i miar, dystrybucji, zarządzania projektami, zarządzania zasobami ludzkimi, strategii oraz marketingu i sprzedaży). Te szczególne rozwiązania wspierane są przez narzędzia logicznego wnioskowania oraz podejście holistyczne do przedsiębiorstwa. Należy pamiętać o tym, że TOC nie jest metodyką konkurencyjną w stosunku do innych znanych rozwiązań (np. Lean Manufacturing), lecz metodyki te powinno wykorzystywać się wspólnie w celu osiągnięcia lepszych rezultatów przez organizację.

Skuteczność TOC potwierdzają doświadczenia wielu firm korzystających z tych rozwiązań. Do najbardziej znanych organizacji stosujących teorię ograniczeń zalicza się Boeing, Ford Motor Company czy Lucent Technologies. Dowodem na to, że warto studiować teorię ograniczeń jest liczba pozycji literatury dotyczących tego zagadnienia. Autorzy [6] dowodzą, że znaki w środowisku naukowym i przemysłowym wskazują, iż TOC jest teorią znajdującą coraz większe uznanie i z teorii niszowej przechodzi do roli głównego nurtu zarządzania.

2. RFID w TOC dla produkcji

Dla obszaru produkcji teoria ograniczeń przewiduje rozwiązanie w oparciu o DBR (ang. Drum Buffer Rope) i sztafetę sportową (ang. roadrunner).

Werbel (ang. Drum) to harmonogram dla wąskiego gardła (krok Eksploatacja). Bufory (krok Podporządkowanie) (ang. Buffer) służą kontroli realizacji harmonogramu dla ograniczenia, podejmowaniu działań korygujących w przypadku odchylenia od harmonogramu (werbla). Lina (ang. Rope) jest harmonogramem wydawania materiałów zapewniającym ciągłość pracy ograniczenia (krok Podporządkowanie).

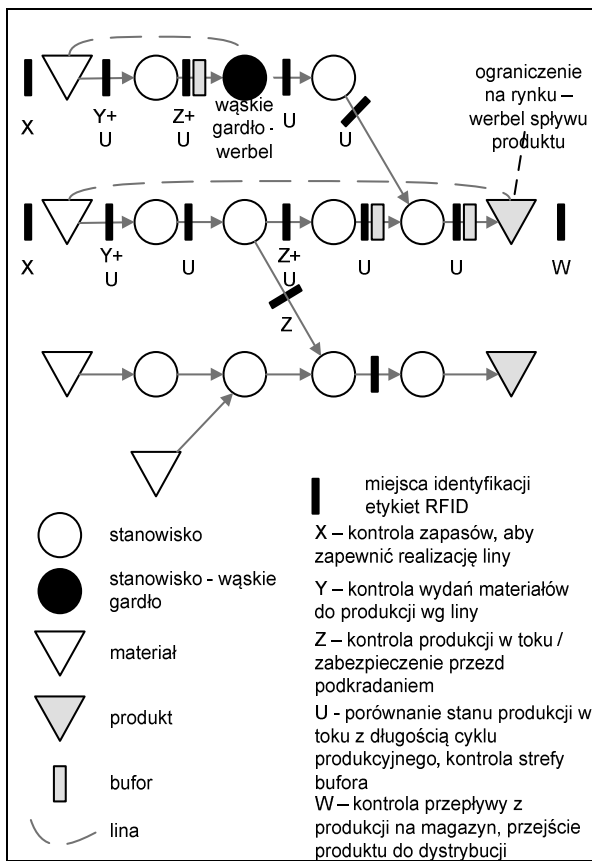
Sztafeta sportowa polega na automatycznym rozpoczynaniu kolejnych zadań po zakończeniu poprzednich (krok Podporządkowanie).

W produkcji zastosowania RFID dotyczą głównie monitorowania produkcji w toku. W rozwiązaniach produkcyjnych TOC ważna jest identyfikacja obiektów w odniesieniu do koncepcji DBR. Wykorzystanie identyfikacji radiowej do kontrolowania stanu produkcji w toku może przyczynić się do lepszej kontroli werbla, bufora i liny oraz realizacji sztafety sportowej.

Schemat przepływu materiałów przez produkcję i pozyskiwanie w trakcie tego procesu informacji w oparciu o odczyty RFID przedstawia rys. 3.

Lepszą kontrolę werbla można uzyskać dzięki:

- nadzorowaniu pracy werbla i kontrolowaniu, czy ograniczenie pracuje zgodnie z harmonogramem, rejestrację wejścia i wyjścia produkcji w toku z ograniczenia,
- nadzorowaniu dostaw z wcześniejszych komórek produkcyjnych do ograniczenia - kontrolowaniu czy nie ma opóźnień we wcześniejszych etapach procesu, a dostawy nie spowodują przerw w ciągłości pracy ograniczenia,
- kontrolowaniu ciągłości pracy ograniczenia,
- automatycznemu informowaniu odpowiednich osób w przypadku odstępstw od realizacji harmonogramu werbla i wymuszanie działań korygujących.



Rys. 3. Identyfikacja w trakcie przepływu produkcji [opr. wł.]

Lepszą kontrolę linii – podporządkowania werblowi – można zapewnić poprzez:

- nadzorowanie procesu wydawania surowców do produkcji,
- łatwe wyszukiwanie w magazynie surowców poprzez użycie ręcznego czytnika RFID, pozwoli to uniknąć ewentualnych opóźnień w wydaniach surowców i skrócić czas operacji magazynowych,
- kontrolowanie czy surowce są wydawane wg określonej wcześniej linii,
- automatyczne informowanie odpowiednich osób w przypadku odstępstw od realizacji zasady linii i wymuszanie działań korygujących.

Lepsze zarządzanie buforami można zapewnić poprzez:

- kontrolę operatorów, czy realizują zadania priorytetowe (czerwone i czarne strefy bufora), w przypadku odstępstw od priorytetów wymuszenie na kierownictwie działań korygujących,
- automatyczną kontrolę penetracji stref bufora,

- automatyczne tworzenie list zleceń znajdujących się w strefie czerwonej bufora lub zleceń czarnych (opóźnionych),
 - automatyczną lokalizację zleceń opóźnionych.
- Lepszą realizację założeń sztafety sportowej można uzyskać dzięki:
- automatycznemu przekazywaniu informacji do następnego zasobu po odczycie etykiety zlecenia na wyjściu zasobu poprzedzającego, co umożliwi automatyczny start kolejnych zasobów (z wyłączeniem zasobów na rozgałęzieniach),
 - odczytywaniu etykiet produkcji w toku na wyjściu i porównaniu z produkcją w toku kolejnych zasobów, co pozwala zabezpieczyć się przed podkradaniem dla zasobów na rozgałęzieniach procesu produkcyjnego.

3. RFID w TOC dla dystrybucji

Rozwiązanie TOC dla dystrybucji zakłada rozłączenie ogniw łańcucha dostaw i chronienie każdego ogniwa przed zakłóceniami poprzez odpowiedni bufor zapasu. Konieczne jest utrzymywanie odpowiedniego zapasu w odpowiednim miejscu i w odpowiednim czasie (krok Eksploatacja). należy również zapewnić odpowiednie warunki, aby umieścić właściwy zapas we właściwym miejscu i czasie (krok Podporządkowanie).

Elementy rozwiązania dystrybucyjnego to magazyn regionalny, w którym kompensowane są zakłócenia wielu ogniw oraz dynamiczne zarządzanie buforami. Szczegóły rozwiązania można przedstawić w następujących punktach:

- utrzymywanie w każdym ogniwie ilości zapasów zapewniającej pokrycie maksymalnego popytu w maksymalnym czasie uzupełnienia z poprzedniego ogniwa,
 - składanie przez ogniwa tylko zamówień uzupełniających,
 - monitorowanie buforów wszystkich produktów,
 - ustanowienie odpowiednich miar,
 - edukacja pracowników w każdym ogniwie, aby utrzymać odpowiedni poziom buforów i zapewnić priorytet dla właściwego zarządzania buforami,
 - dynamiczne zarządzanie buforami, czyli uzupełnianie buforów i jeżeli to konieczne zmiana ich wielkości.
- Dla rozwiązania dystrybucyjnego RFID można zastosować jako wsparcie dla dynamicznego zarządzania buforami. Etykietami można oznaczać wszystkie pozycje magazynowe, a odczyty mogą mieć miejsce na bramach magazynu (wejście i wyjście) oraz w poszczególnych częściach magazynu. Zastosowanie RFID pozwala usprawnić procesy dystrybucji poprzez:
- automatyczne odczyty wielkości zapasu dla każdego produktu/półproduktu/materiału – możliwość ciągłej obserwacji stanu zapasu,
 - automatyczną kontrolę stanu penetracji stref bufora,
 - automatyczne tworzenie propozycji zmian wielkości bufora w oparciu o dane dotyczące odczytów penetracji stref bufora,
 - automatyczne lokalizowanie i informowanie o strefach czerwonych i wymuszanie działań korygujących,
 - automatyczne tworzenie list zamówień odświeżających poprzez porównanie odczytu etykiet dla danej pozycji magazynowej z poziomem uzupełnienia,
 - monitorowanie dostaw w drodze (traktowanych jako część zapasu) – wdrożenie RFID u dostawcy pozwoli zautomatyzować proces przekazywania informacji o

wysłaniu dostawy – eliminacja błędów dla tej informacji i zmniejszenie zaangażowania pracowników w przepływ informacji (wyeliminowanie zbędnych telefonów, rozmów, potwierdzeń),

- automatyczne odczyty na wejściu zapasu do magazynu – kontrolowanie rzeczywistego momentu przyjęcia zapasu i ustalenie rzeczywistych cykli dostaw poprzez porównanie z momentem wysłania dostawy od dostawcy,
- skrócenie czasu potrzebnego na wydanie surowców do produkcji dzięki automatycznej lokalizacji pozycji magazynowych,
- skrócenie czasu kompletacji zamówienia dla klienta dzięki automatycznej lokalizacji wyrobów gotowych w magazynie,
- poprawienie poziomu obsługi klienta poprzez dostarczanie mu rzeczywistej informacji o statusie jego zamówienia (informacja o produkcji w toku, informacja o wyjeździe dostawy z magazynu oraz informacja o terminie dostarczenia zamówienia, jeśli klient również stosuje RFID).

4. RFID w TOC dla zarządzania projektami

Rozwiązanie TOC dla zarządzania projektami nazywane jest zarządzaniem łańcuchem krytycznym (ang. Critical Chain Project Management – CCPM). Łańcuch krytyczny uwzględnia sytuację konfliktu zasobów, kiedy w tym samym czasie zasób musi realizować różne zadania. Jedno z działań jest przesuwane w czasie tak, aby nie kolidowało z drugim. Łańcuch krytyczny to najdłuższa sekwencja zadań w projekcie, które powiązane są ze sobą poprzez logiczną zależność następstwa w procesie lub poprzez realizację na tym samym zasobie.

Łańcuch krytyczny jest ograniczeniem dla projektu. Najpierw trzeba znaleźć najkrótszy łańcuch (krok Identyfikacja). Następnie rozstrzygnąć o sposobie jego Eksploatacji (dodanie czasowego bufora projektu), a potem Podporządkować się temu rozwiązaniu (dodanie buforów zasilających zasoby tworzące łańcuch krytyczny). Należy zmienić szacunki czasów trwania czynności na ambitne, ale osiągalne (50% prawdopodobieństwa ukończenia zadania w terminie), a usuniętą rezerwę czasu przenieść do buforów. Zarządzanie buforami pozwala podejmować akcje zapobiegające opóźnieniom w realizacji projektu.

Rozwiązanie dla projektów przewiduje również sztafetę sportową (przekazanie zadania dalej od razu po jego ukończeniu).

Dla środowiska wieloprojektowego ustanawia się werbel (harmonogram zasobów wykorzystywanego przez wiele projektów, którego przebrojenia mają największy wpływ na terminowość). Harmonogram na werblu jest mechanizmem synchronizacji projektów i pozwala usunąć wielozadaniowość dla zasobów. Do harmonogramu werbla konieczne jest dodanie bufora czasowego zdolności, aby wyrównać obciążenia innych zasobów. Dodatkowo na końcu każdej ścieżki zasilającej werbel dodajemy minimalny bufor zasilający werbla.

W CCPM niezwykle istotne jest ciągłe monitorowanie pracy zasobów znajdujących się na łańcuchu krytycznym. Tylko w ten sposób można upewnić się, że operacje dla tych zasobów realizowane są zgodnie z poczynionymi założeniami. Stosowane jest zarządzanie buforami czasowymi. Zarządzanie buforami obejmuje bufor projektu, bufor zasilający zasobu z łańcucha krytycznego, bufor zdolności werbla i bufor zasilający werbla. Znacząc wielkości buforów i posiadając informacje o zasobach i materiałach wykorzystywanych do

realizacji zadań, dla których tworzone są bufor, można zautomatyzować proces śledzenia stanu penetracji stref bufor na dwa sposoby.

Oznaczenie etykietami RFID środków trwałych pozwala porównywać termin odczytu i miejsce odczytu tagu, z terminami odczytanymi z łańcucha krytycznego i w ten sposób określać strefę bufora (przy założeniu, że zasoby realizujące zadania są przemieszczane pomiędzy różnymi lokalizacjami). Takie rozwiązanie ma wady związane z koniecznością ciągłego programowania czytników, jeśli miejsca pracy zasobów są całkowicie niepowtarzalne (każdy projekt w zupełnie innym miejscu).

Drugą możliwością jest znakowanie etykietami RFID materiałów, które przechodzą przez zasoby leżące na łańcuchu krytycznym oraz kontrola miejsca i terminu odczytu tagu, a następnie ich porównanie z harmonogramem i określenie strefy bufora. Wadą tego przypadku jest sytuacja, dla której każdy projekt wykorzystuje zupełnie inne materiały.

Zastosowanie RFID pozwala kontrolować werbel dla środowiska wieloprojektowego (uruchamiania różnych projektów na jednym z najbardziej obciążonych zasobów, którego przezbrojenia mają najbardziej negatywny wpływ na możliwości realizacji projektów). Taka kontrola możliwa jest w sytuacji oznaczania zasobów jak i oznaczania materiałów.

Należy podkreślić, że wdrożenie RFID dla zarządzania projektami jest trudnym procesem. Wynika to z braku powtarzalności zadań i konieczności każdorazowego dostosowywania informacji w etykiecie oraz sieci czytników do konkretnego projektu. Jednocześnie werbel może się zmieniać, co będzie kolejnym czynnikiem utrudniającym wdrożenie. Można powiedzieć, że stosowanie identyfikacji radiowej ma większe uzasadnienie w sytuacji, gdy werbel jest zwykle ten sam oraz jeśli zasoby nie zmieniają często swojej lokalizacji (nie trzeba wtedy każdorazowo dostosowywać infrastruktury odczytującej tagi), czyli można zauważyć pewną powtarzalność w realizacji zadań (ze względu na miejsce ich realizacji lub materiały wykorzystywane w procesie).

5. RFID w TOC dla finansów i miar

Teoria ograniczeń w sferze finansów kładzie nacisk na zwiększanie przerobu, czyli przychodu pomniejszonego o całkowite koszty zmienne (ang. Throughput Accounting), co odróżnia ją od tradycyjnych podejść skupiających się przeważnie na minimalizowaniu kosztów.

Wykorzystanie RFID do znakowania materiałów pozwoli uzyskać pewne informacje o kosztach materiałowych poszczególnych wyrobów gotowych. Jest to istotne, gdyż umożliwi określenie rzeczywistych kosztów materiałowych dla różnych produktów, a co za tym idzie lepsze wyznaczenie przerobu dla poszczególnych produktów i ocenę zyskowności. Odczyty informacji o czasie zaangażowania poszczególnych zasobów do produkcji poszczególnych produktów dają możliwość dokładniejszego określenia kosztu wytworzenia (poprzez alokację robocizny, energii itp. do konkretnych produktów).

Dla miary złotówkodni przerobu, etykietowanie RFID umożliwia dokładne określenie liczby dni opóźnienia niedostarczonych klientowi wyrobów.

Jako specyficzną miarę dla organizacji teoria ograniczeń przewiduje także złotówkodni zapasu. Wyznaczenie tej wielkości często jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe, a w najlepszym przypadku obarczone dużą niepewnością. Wykorzystanie identyfikacji radiowej do znakowania materiałów, surowców, produkcji w toku i wyrobów gotowych pozwoli określić liczbę dni, które dana pozycja zapasu znajdowała się w organizacji. Zestawienie informacji o czasie przebywania w firmie z informacją o wartości konkretnej pozycji zapasu umożliwia dokładne określenie wskaźnika złotówkodni zapasu dla różnych

kategorii zapasu, jak również globalnie dla całej organizacji. Dzięki znakowaniu etykietami RFID możliwe jest dokładniejsze aktualizowanie wartości zapasu produkcji w toku w oparciu o informacje na jakim etapie produkcji znajdują się zapas.

6. Podsumowanie

Wykazano, że nowoczesna technologia identyfikacji radiowej, jaką jest RFID, może znaleźć szerokie zastosowanie jako wsparcie rozwiązań opisanych w teorii ograniczeń (TOC).

Z przeprowadzonej analizy literatury niezbicie wynika, że zarówno identyfikacja radiowa, jak i teoria ograniczeń są rozwiązaniami przyszłościowymi, które warto stosować i, którym szczególną uwagę poświęcają naukowcy i przede wszystkim przedsiębiorcy. Amerykańskie ministerstwo obrony (DoD) wymaga od firm, z którymi współpracuje stosowania TOC i RFID, co jest najlepszym dowodem, że w przewidywalnej przyszłości ich wdrożenie nie będzie już nowinką techniczno-organizacyjną, ale warunkiem koniecznym do przetrwania organizacji na rynku w warunkach konkurencji.

Ocena efektywności rozwiązań opartych o zastosowanie RFID jest zagadnieniem złożonym i zróżnicowanym w zależności od specyfiki przedsiębiorstwa. Oszacowanie nakładów inwestycyjnych na ogół nie stwarza problemów. Koszt wdrożenia RFID składa się z kosztu etykiet i urządzeń. Etykiety często używane są wielokrotnie, ale czasem trzeba dokonywać ich stałych zakupów. Dodatkowy koszt stanowi oprogramowanie i wynagrodzenie dla integratora wdrażającego rozwiązanie oraz wynagrodzenia pracowników zaangażowanych w projekt. Większy kłopot sprawia ocena korzyści z wdrożenia. Szacowanie korzyści oparte jest o określenie wpływu wdrożenia na poprawę kontroli i sterowania poziomem zapasów – eliminacja zbędnych buforów i lepsze wyznaczanie norm sterowania zapasami, możliwość skuteczniejszych działań interwencyjnych, poprawę logistyki (skrócenie cyklu produkcyjnego), zwiększenie transparentności łańcucha dostaw (wewnętrznego i zewnętrznego) – skrócenie cyklu produkcyjnego, skrócenie czasu reakcji na wadę, dokładniejsze analizy popytu, poprawę zarządzania aktywami.

W tab. 1 podsumowano możliwości wykorzystania RFID w rozwiązaniach TOC.

Tab. 1. Możliwe zastosowania RFID w TOC

Obszar TOC	Możliwe zastosowanie RFID
Produkcja	DBR – werbel, bufor, lina; Roadrunner – sztafeta sportowa
Dystrybucja	Dynamiczne zarządzanie buforami
Zarządzanie projektami	Zarządzanie buforami; Werbel
Finanse i miary	Złotówkodni przerobu; Złotówkodni zapasu

Zródło: opracowanie własne

Zastosowanie RFID dla produkcji i dystrybucji stwarza bardzo duże możliwości usprawnień procesów w oparciu o zwiększenie transparentności przepływu materiałów i produktów w ramach łańcucha wewnętrznego firmy, jak również w ramach łańcucha dostaw z dostawcami i klientami. Jednocześnie ustanowienie sprawnych i niezawodnych mechanizmów identyfikacji obiektów jest warunkiem koniecznym do wdrożenia teorii ograniczeń w zakresie produkcji i dystrybucji. Takie mechanizmy można ustanowić w oparciu o zastosowanie RFID.

Wykorzystanie RFID do zarządzania projektami wg TOC jest obarczone pewnymi warunkami, które wynikają z konieczności istnienia pewnych elementów powtarzalności projektów. Może to być miejsce pracy zasobu, rodzaj wykorzystywanych zasobów, rodzaj wykorzystywanych materiałów lub przewidywalność i stałość werbla w środowisku wieloprojektowym.

RFID pozwala w skuteczny sposób realizować założenia wielu rozwiązań opisanych w teorii ograniczeń, nie jest jednak jedyną technologią, która może wspierać rozwiązania wymagające dokładnej identyfikacji obiektów (również inne niż TOC). Decyzja o wdrożeniu identyfikacji radiowej musi być poparta wnikliwymi analizami organizacyjnymi i gospodarczymi. Zawsze należy sobie zadać pytanie: czy RFID rozwiązuje problem z identyfikacją, czy są lepsze sposoby na rozwiązanie tych problemów? Technologia identyfikacji radiowej może być wykorzystywana zarówno w typowych rozwiązaniach TOC takich jak rozwiązanie produkcyjne, dystrybucyjne, zarządzanie projektami oraz finanse i miary, jak również w nietypowych rozwiązaniach i w wielu dziedzinach wymagających usprawnienia w zakresie identyfikacji obiektów.

Literatura

1. Banks J., Hanny D., Pachano M. A., Thompson L. G.: RFID applied., John Wiley & Sons, Hoboken – New Jersey – USA 2007.
2. Gładysz B.: Analiza systemów identyfikacji obiektów w łańcuchach logistycznych., sprawozdanie z pracy własnej nr 503G11033750, IOSP WIP PW, Warszawa 2007.
3. Goldratt E.: Cel: doskonałość w produkcji., Wyd. Werbel, Warszawa 2000.
4. Goldratt E.: Cel II: to nie przypadek., Mintbooks 2007.
5. Goldratt E.: Łańcuch krytyczny., Wyd. Werbel, Warszawa 2000.
6. Watson K., Blackstone J., Gardiner S.: The evolution of a management philosophy: The theory of constraints., Journal of Operations Management 25 (2007), s. 387–402.

Mgr inż. Bartłomiej GŁADYSZ
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych
Wydział Inżynierii Produkcji
Politechnika Warszawska
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85
tel./fax.: (0-22) 234 85 85
e-mail: bgladysz@wip.pw.edu.pl