



UNIwersytet
EKONOMICZNY
W POZNANIU

Tomasz Kawecki

**Metodyka integracji technologii semantycznych
wspomagająca realizację procesów traceability**

**Integration methodology of semantic technologies
supporting traceability processes**

Rozprawa doktorska

Promotor:

Prof. dr hab. Maciej Szymczak, prof. nadzw. UEP

Katedra Logistyki Międzynarodowej

Poznań 2017

**Wydział Gospodarki
Międzynarodowej**
al. Niepodległości 10,
61-875 Poznań
tel. + 48 61 856 92 55

wgm@ue.poznan.pl
www.ue.poznan.pl

Spis treści:

WSTĘP.....	3
1 ROZDZIAŁ PIERWSZY: ELEKTRONICZNA WYMIANA DANYCH	12
2 ROZDZIAŁ DRUGI: AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA W ŁAŃCUCHACH DOSTAW	23
2.1 AIDC - AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA I POZYSKIWANIE DANYCH	23
2.2 GLOBALNE IDENTYFIKATORY DLA OGNIW ŁAŃCUCHA DOSTAW	36
2.3 ELEKTRONICZNY KOD PRODUKTU.....	46
3 ROZDZIAŁ TRZECI: TRACEABILITY.....	52
3.1 TRACEABILITY W ŁAŃCUCHU DOSTAW	54
3.2 POZIOM DOKŁADNOŚCI IDENTYFIKACJI I ZWIĄZANE Z NIM KOSZTY	61
3.3 PROCES WYCOFANIA TOWARU Z RYNKU	64
4 ROZDZIAŁ CZWARTY: TECHNOLOGIE SEMANTYCZNE.....	80
4.1 SEMANTYKA I SIEĆ SEMANTYCZNA.....	81
4.2 METODY I SILNIKI WNIOSKOWANIA SEMANTYCZNEGO	89
4.3 ZASTOSOWANIA I DALSZY ROZWÓJ SIECI SEMANTYCZNEJ WWW	94
5 ROZDZIAŁ PIĄTY: ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ ROZWOJU KOMUNIKACJI ELEKTRONICZNEJ I WYBRANYCH ASPEKTÓW TRACEABILITY.....	99
5.1 KOMUNIKACJA ELEKTRONICZNA W UJĘCIU BADAŃ GUS 2008-2015	99
5.2 KOMUNIKACJA ELEKTRONICZNA W UJĘCIU DANYCH OPERATORA EDI I ORGANIZACJI GS1.....	113
5.3 BADANIA DOTYCZĄCE TRACEABILITY: CASE-STUDY ILIM, REDPRAIRIE.....	119
6 ROZDZIAŁ SZÓSTY: TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE ORGANIZACJĘ SYSTEMÓW WNIOSKOWANIA WSPIERAJĄCE REALIZACJĘ PROCESÓW TRACEABILITY	127
6.1 INFORMACJE TRACEABILITY W KOMUNIKATACH EDI.....	127
6.2 TECHNOLOGIE I INICJATYWY SEMANTYCZNE DOTYCZĄCE EDI	134
6.3 TECHNOLOGIE SEMANTYCZNE W SYSTEMACH I USŁUGACH LOGISTYCZNYCH.....	148
7 ROZDZIAŁ SIÓDMY: METODYKA INTEGRACJI TECHNOLOGII SEMANTYCZNYCH WSPOMAGAJĄCA REALIZACJĘ PROCESÓW TRACEABILITY	154
7.1 MODEL ARCHITEKTURY	156
7.2 MODEL PROCESU RECLAIM	160
7.3 PROCES WYCOFANIA PRODUKTU WSPIERANY TECHNOLOGIAMI SEMANTYCZNYMI.....	163
ZAKOŃCZENIE.....	169
SPIS TABEL.....	175
SPIS RYSUNKÓW	176
BIBLIOGRAFIA.....	178

Wstęp

Nowoczesne systemy informatyczne do obsługi obszaru logistyki charakteryzują się rosnącym stopniem skomplikowania strukturalnego i dynamiki, które to są wynikiem trendów w globalnej sytuacji ekonomicznej, dekompozycji łańcuchów dostaw i indywidualnych potrzeb klientów. Te trendy wpłynęły na zwiększenie potrzeby większej elastyczności w konfigurowaniu łańcuchów dostaw i dodatkowo wpłynęły na migrację z modelu centralnego usług informatycznych do modelu zdecentralizowanego w obszarze planowania i kontroli. Systemy logistyczne i ogólnie systemy informatyczne w przedsiębiorstwach stają przed kolejnymi wyzwaniami związanymi z wdrażaniem traceability w przedsiębiorstwach. Głównym celem takich wdrożeń jest zwykle sprostanie wymogom prawnym związanym z zapewnieniem bezpieczeństwa produktów, za które odpowiada producent lub przedsiębiorca wprowadzający towary do obrotu. Przepisy Unii Europejskiej regulują zagadnienia traceability od 1 stycznia 2005 r. poprzez obowiązujące akty prawne [Rozporządzenie WE 178/2002] ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego. Komisja Europejska powołała Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanowiła procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Obowiązek ciążyący na przedsiębiorstwach rynku spożywczego zgodnie z przepisami prawnymi [SKK 2016] dotyczy zdolności do identyfikacji „każdej osoby”, która dostarczyła im środek spożywczy lub substancję przeznaczoną do dodania do żywności.

Oprócz przemysłu spożywczego obowiązkiem śledzenia historii produktów obarczono również przedsiębiorców z branży motoryzacyjnej i farmaceutycznej. Wiele firm, które nie mają takiego obowiązku wdraża systemy traceability z powodów strategicznych, np. w przemyśle elektronicznym czy budowlanym. Przyglądając się rynkowi amerykańskiemu i historii nakazów zwrotów można przytoczyć wiele przykładów produktów, które zagrażały nie tylko bezpieczeństwu, ale i życiu konsumentów. Tylenol firmy Johnson & Johnson's występował w butelkach, które pokryte zostały cyjankiem potasu, co doprowadziło do śmierci siedmiu osób w sąsiedztwie Chicago w 1982 roku [Bloomberg 2017]. Firma wydała ponad 100 milionów dolarów na usunięcie 31 milionów butelek Tylenolu i ponowne wprowadzenie produktu na rynek. W branży motoryzacyjnej słynnym przypadkiem nakazu zwrotu było usuwanie 6,5 miliona opon firmy Bridgestone/Firestone w 2000 roku. Opony wykorzystywane

w autach Forda charakteryzowały się separowaniem bieżnika podczas wykorzystania, co doprowadziło do około 200 przypadków śmiertelnych wypadków i 3000 poważnych uszkodzeń ciała. Firma Bridgestone poniosła koszty rzędu 440 milionów dolarów, a Ford 3 miliardów dolarów [Bloomberg 2017]. Również w branży meblowej można zauważyć procesy nakazu zwrotu czy wycofania produktów. IKEA w 2014 roku ogłosiła, że wycofuje ze sprzedaży huśtawkę, której wadliwe mocowanie mogło powodować upadki i kontuzje, powiadamiając jednocześnie klientów, że powinni ją zwrócić do sklepu [RMF24 2014]. Podobnie w 2016 roku firma ta nakazała zwrot dwóch zabawek - pałeczek do perkusji i bębenków - które mogły powodować zadławienia ze względu na odrywanie się małych części [WP.PL 2016]. W Unii Europejskiej najczęściej wycofywane z rynku w 2015 roku były produkty z kategorii: owoce i warzywa (634 przypadki), produkty zawierające orzechy i nasiona (477), produkty mięsne i drobiowe (335) oraz mleczne (152) [Newseria.pl 2017]. Najczęstsze przyczyny usuwania towaru z rynku to błędy dotyczące etykiet i nie wyszczególniania wszystkich alergenów zawartych w produkcie, skażenia mikrobiologiczne oraz obecność substancji zewnętrznej. W 28 krajach UE w 2015 roku zarejestrowano średnio 13 przypadków wycofania produktów w tygodniu.

Ze względu na powyższe przedsiębiorstwa produkujące towary oraz wprowadzające je do obrotu monitorują łańcuchy dostaw, aby lepiej zrozumieć wpływ środowiskowy i społeczny towarów, które wytwarzają i sprzedają. Jest to rosnący trend biznesowy obejmujący transparentność łańcuchów dostaw. Jedną z powszechnie wykorzystywanych technologii w biznesie, która może wspomagać traceability jest EDI. Niestety analizując dane GUS dotyczące EDI można zaobserwować zjawisko, w którym wartości dotyczące wymiany danych z odbiorcami w łańcuchu dostaw są niższe, a wyższe dla wymiany danych z dostawcami. Można spekulować, że część informacji nie jest przekazywana elektronicznie w miarę przemieszczania się towaru w łańcuchach dostaw. Asymetria taka wynikać może z siły rynkowej poszczególnych przedsiębiorstw. O ile duże przedsiębiorstwa mogą wymagać od swoich dostawców komunikacji w sposób elektroniczny to mniejsze firmy będące detalistami i odbiorcami produkowanych i importowanych towarów nie mają siły rynkowej, która mogłaby skłonić duże firmy do przekazywania odpowiednich informacji, gdyż po stronie dostawcy informacji generuje to koszty oraz konieczność obsługi. W wyniku takiej asymetrii im dalej w łańcuchu dostaw, tym mniej informacji może docierać w sposób elektroniczny. Dodatkowo badania oparte o case study przeprowadzone w Instytucie

Logistyki i Magazynowania wskazują ciekawe przypadki firm, które mimo zastosowania standardów i komunikacji elektronicznej nie są w stanie sprawnie przekazywać informacji dotyczącej traceability.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji zasadne jest sformułowanie problemu badawczego, polegającego na **braku metodyki integracji technologii semantycznych zapewniającej wzrost skuteczności i efektywności procesów traceability oraz udostępniania informacji traceability na potrzeby organów administracji czy kontroli oraz na potrzeby partnerów biznesowych**. Metodyka integracji ma za zadanie wspierać realizację bieżących procesów traceability w przedsiębiorstwach, gwarantując jednocześnie efektywne i skuteczne wycofanie towarów z rynku i od konsumentów w przyszłości. Na podstawie zdefiniowanego problemu badawczego, sformułowano następujące cele pracy: cel główny - praktyczny oraz szereg celów pobocznych - teoretycznych.

Cel główny pracy to opracowanie metodyki wykorzystania mechanizmów semantyki do automatyzacji wnioskowania związanego z procesami traceability oraz wskazanie technologii i narzędzi informatycznych pozwalających na pozyskiwanie danych związanych z procesami traceability oraz zaproponowanie nowego modelu komunikacji elektronicznej.

Cele szczegółowe pracy to:

- krytyczna analiza, systematyzacja i aktualizacja wiedzy z zakresu elektronicznej wymiany danych oraz procesów śledzenia towarów w obliczu postępujących procesów globalizacji i tworzonych nowych technologii i modeli komunikacji,
- identyfikacja i precyzyjne określenie zakresu procesów traceability oraz uzupełnienie wiedzy w tym zakresie o model procesu biznesowego dla przedsiębiorstw podejmowanego po wycofaniu produktu z rynku,
- wskazanie możliwości wykorzystania mechanizmów *process mining* do rejestrowania wzorców zachowań występujących w łańcuchach dostaw, które mogą być elementem wejściowym dla mechanizmów wnioskowania,
- wskazanie rozwiązań informatycznych pozwalających na osiągnięcie wnioskowania semantycznego,
- wskazanie inicjatyw i projektów z obszaru EDI pozwalających na automatyczne lub pół-automatyczne przekształcanie zawartości informacyjnej dokumentów EDI do postaci wiedzy,

- stworzenie koncepcji nowego modelu komunikacji opartego o wymianę wiedzy we wspólnej przestrzeni komunikacyjnej,
- wskazanie inicjatyw i projektów z zakresu logistyki, które rozwijają najnowsze rozwiązania dotyczące zarządzania usługami logistycznymi w oparciu o technologie semantyczne,
- wskazanie nowych możliwości pozyskiwania wiedzy z punktu widzenia holistycznego podejścia do zarządzania informacją w łańcuchu dostaw.

Na podstawie wstępnego przeglądu literatury, wieloletniego zaangażowania w prace z zakresu traceability oraz aktywnego uczestnictwa w tworzeniu i rozwoju standardów elektronicznej wymiany danych w Polsce sformułowane zostały następujące zagadnienia badawcze ujęte w formie hipotez.

(H1) Przedsiębiorstwa w Polsce coraz częściej wdrażają elektroniczną wymianę danych. Nie wykorzystują jednak w pełni istniejących możliwości tej technologii.

Istnieją mechanizmy automatycznego wnioskowania, które w połączeniu z EDI mogą doprowadzić do pozyskania nowych informacji dotyczących procesów logistycznych, w szczególności takiej, która wspiera lub uzupełnia procesy śledzenia pochodzenia i ruchu towarów w łańcuchu dostaw. Oprócz mechanizmów wnioskowania można wykorzystać mechanizmy Business Process Mining pozwalające na wykrywanie wzorców procesowych występujących w łańcuchach dostaw. Dodatkowo można zaproponować inne modele komunikacji elektronicznej.

(H2) Zastosowanie międzynarodowych standardów wymiany danych, identyfikacji oraz oznaczania podmiotów i towarów w łańcuchach dostaw nie gwarantuje sprawnej realizacji procesów traceability.

Przypuszczalny jest związek pomiędzy odpowiednią identyfikacją kontrahentów i towarów (stosowaniem standardów w tym zakresie), a sprawnością udostępniania informacji na temat towarów. Wykorzystanie standardów globalnej identyfikacji może wpływać pozytywnie na realizację procesów traceability w łańcuchu dostaw, ale nie gwarantuje sprawnej realizacji tych procesów. Sprawność rozumiana jest, jako szybkość udostępniania informacji o towarach i kontrahentach, do których one zostały wysłane. Zdolność przedsiębiorstwa do wycofania tylko tych towarów, które obciążone są wadą bez wpływu na inne towary przedsiębiorstwa jest tutaj również brana pod uwagę.

Aby przeprowadzić weryfikację postawionych hipotez badawczych zastosowana została metodyka badań będąca zbiorem zasad i sposobów dotyczących wykonywania

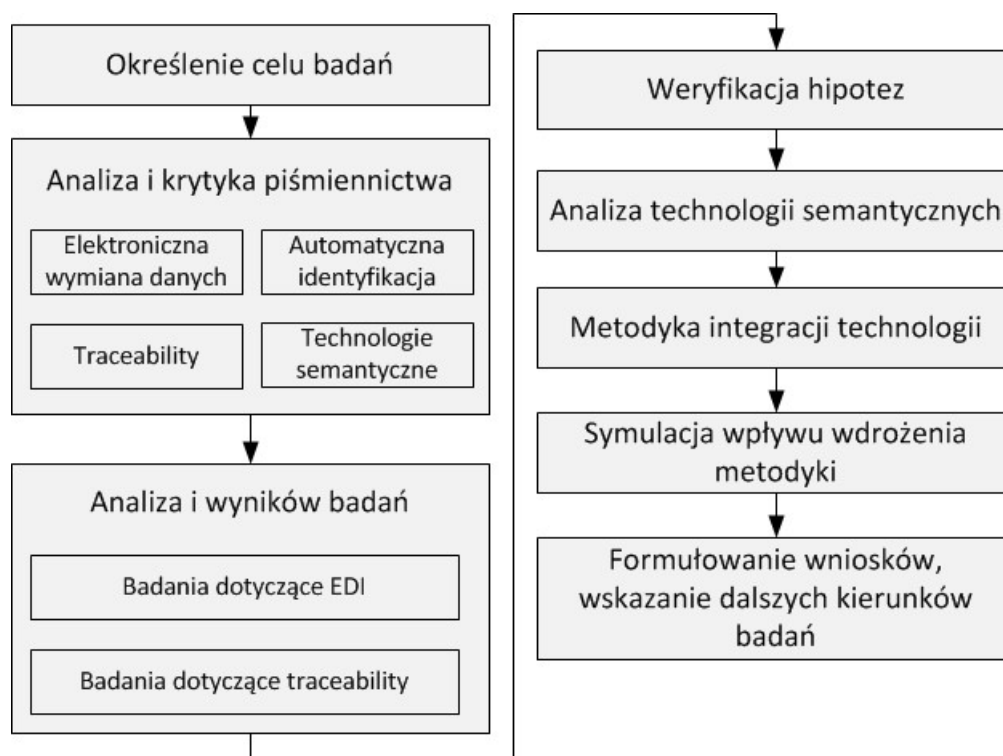
określonej pracy badawczej, albo osiągnięcia celu, w szczególności traktującym o szczegółowych normach postępowania w danej dyscyplinie naukowej [Nowak 2010]. Rozwiązanie przedstawionego problemu naukowego oparte zostało o określone metody badań, które są zespołem teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych, obejmujących całość postępowania autora pracy, które w konsekwencji doprowadzi do rozwiązywania zakreślonego problemu naukowego [Kamiński 2006].

W niniejszej pracy zastosowane zostały następujące metody i techniki badawcze:

- 1) Metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, która pozwoliła na rozpoznanie stanu wiedzy na tematy dotyczące elektronicznej wymiany danych, identyfikacji podmiotów biznesowych oraz towarów, jak również realizacji procesów traceability oraz towarzyszących tym zagadnieniom standardów. Analiza piśmiennictwa pozwoliła ponadto określić obserwowane aktualnie trendy w obszarze technologii semantycznych. Przeprowadzona analiza potwierdziła potrzebę realizacji badań i opracowania metodyki integracji technologii semantycznych wspomagająca realizację procesów traceability.
- 2) Metodę statystyczną, obejmującą analizę wyników badań przeprowadzonych przez GUS w latach 2008 - 2015 w obszarze elektronicznej wymiany danych pomiędzy przedsiębiorstwami w Polsce.
- 3) Metodę monograficzną, obejmującą analizę wyników badań organizacji procesów traceability w przedsiębiorstwach w Polsce (badania wtórne). Badanie monograficzne przeprowadzono w oparciu o wywiady bezpośrednie w przedsiębiorstwach, obserwację praktyk pracowników oraz analizę dokumentacji dotyczącej systemów informatycznych i informacyjnych.
- 4) Metoda symulacji komputerowej, która powiązana z modelowaniem procesu biznesowego wycofania towaru z rynku pozwoliła na porównanie możliwych różnic w realizacji tego procesu w warunkach implementacji odpowiedniego zestawu technologii w przedsiębiorstwie.
- 5) Metoda analizy i konstrukcji logicznej, która w efekcie pozwoliła na zaprojektowanie architektury i analizę porównawczą możliwych efektów implementacji metodyki integracji technologii semantycznych wspierających realizację procesów traceability.

Rysunek 1 przedstawia przebieg prowadzonych badań. W pierwszej kolejności po określeniu celu badań przeprowadzono studia literaturowe ukierunkowane na analizę

i krytykę dostępnego piśmiennictwa oraz wstępnego określenia wyzwań, przed jakimi stają przedsiębiorstwa w obszarze organizacji i zarządzania procesami logistycznymi z zakresu traceability. Dokonano także identyfikacji podstawowych wymagań dla przedsiębiorstw, wynikających z regulacji prawnych zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim, zarysowując trendy w przedmiotowym obszarze i prognozowane kierunki zmian. Informacje te zostały wykorzystane do opracowania metodyki integracji technologii semantycznych, jak również do samej analizy przeprowadzonych symulacji rekomendowanych zmian. Następnie przeprowadzone zostały analizy wyników badań - badania wtórne, na danych udostępnianych przez GUS, organizację GS1 oraz badania własne na danych dotyczących komunikacji elektronicznej realizowanej przez jednego z operatorów EDI w Polsce. W obszarze traceability przeanalizowane zostały studia przypadków pochodzące z badań zrealizowanych w Instytucie Logistyki i Magazynowania dotyczące firm w Polsce oraz wyniki badań firmy Redprairie dotyczące przedsiębiorstw amerykańskich. Analiza wyników badań pozwoliła na weryfikację hipotez. Kolejnym krokiem badań było przeprowadzenie analizy dostępnych technologii semantycznych w ujęciu ogólnym oraz ukierunkowanych logistycznie wdrożeń. W następnym kroku zaprojektowana została metodyka integracji technologii semantycznych wspomagająca realizację procesów traceability obejmująca model architektury informatycznej oraz model nowego procesu biznesowego z zakresu traceability o proponowanej nazwie „reclaim”. Następnie stosując symulacje komputerowe przedstawione zostały prognozowane czasy realizacji procesów wycofania produktu w sposób tradycyjny oraz w sposób wspierany technologiami semantycznymi. W ostatnim kroku badań sformułowane zostały wnioski oraz wskazane zostały dalsze kierunki badań.



Rysunek 1. Metodyka badań

Źródło: Opracowanie własne

Na **konstrukcję pracy** składa się **siedem rozdziałów**:

Rozdział pierwszy zawiera opis i krytykę piśmiennictwa, które dotyczy elektronicznej wymiany danych. Ujednolicone zostało tutaj słownictwo oraz porównane zostały różne definicje dotyczące EDI.

W rozdziale drugim przedstawione zostały zagadnienia dotyczące automatycznej identyfikacji w łańcuchach dostaw. W pierwszej części tego rozdziału analizie poddano mechanizmy AIDC, czyli automatycznej identyfikacji i pozyskiwania danych, do których należą kody kreskowe, identyfikacja radiowa oraz inne metody. W drugiej części rozdziału przedstawiono globalne identyfikatory dla ogniw łańcucha dostaw, które obejmują identyfikację partnerów biznesowych, towarów i surowców, jednostek logistycznych. Omówieniu poddane zostały również inne identyfikatory występujące w gospodarce oraz w trzeciej części rozdziału poruszone zostały zagadnienia dotyczące elektronicznego kodu produktu.

Rozdział trzeci przedstawia zagadnienia traceability w łańcuchu dostaw koncentrując się na zagadnieniach poziomu identyfikacji towarów oraz kosztów z nim związanych. Omówiony został również proces wycofania towaru z rynku.

Rozdział czwarty przedstawia technologie semantyczne. Omówione zostało pojęcie semantyki i sieci semantycznej oraz przedstawione zostały silniki wnioskowania i wykorzystywane w nich metody wnioskowania. Przedstawione zostały również zastosowania sieci semantycznej WWW oraz możliwe kierunki dalszego jej rozwoju.

W rozdziale piątym analizie poddane zostały wyniki badań rozwoju komunikacji elektronicznej i wybranych aspektów traceability. Analizy przeprowadzone zostały na danych dotyczących badań GUS i zagadnień komunikacji elektronicznej w latach 2008-2014. Aby przedstawić pełniejszy obraz sytuacji wewnątrz kraju oraz międzynarodowej analizie poddane zostały dane pochodzące z dodatkowych źródeł: operatora EDI, organizacji GS1, wyniki badań case-study przeprowadzonych przez Instytut Logistyki i Magazynowania oraz Redprairie.

Rozdział szósty zawiera analizę i ocenę technologii wspomagających organizację systemów wnioskowania dla realizacji procesów traceability. W pierwszej części rozdziału przeglądowi poddano zawartość informacyjną komunikatów EDI pod względem przenoszenia danych dotyczących traceability. Druga część rozdziału zawiera analizę technologii i nowych inicjatyw, które pojawiają się w obszarze EDI w związku z rozwojem semantyki i technologii informatycznych. Trzecia część rozdziału zawiera analizę technologii semantycznych, które rozwijane są dla systemów i usług logistycznych.

Rozdział siódmy zawiera metodykę integracji technologii semantycznych wspomagającą realizację procesów traceability, której elementami są model architektury oraz model nowego procesu z obszaru traceability. Rozdział ten zawiera również analizę porównawczą realizacji procesu wycofania produktu, która jest wspierana technologiami semantycznymi oraz w sposób tradycyjny. Dopełnieniem rozdziału są rozważania dotyczące zarządzania wiedzą, która pochodzi z systemów automatycznego wnioskowania.

W zakończeniu przedstawiono wnioski końcowe, podsumowujące wyniki przeprowadzonych badań.

W niniejszej rozprawie wykorzystano źródła, które mogą być pogrupowane w następujący sposób:

- pozycje zwarte z zakresu logistyki, zarządzania logistycznego, zarządzania traceability w przedsiębiorstwach, automatyzacji procesów logistycznych, automatycznej identyfikacji oraz elektronicznej wymiany danych oraz metodyki badań naukowych i teorii zarządzania,

- artykuły z krajowych i międzynarodowych czasopism naukowych, artykuły i referaty konferencyjne oraz wystąpienia konferencyjne,
- materiały źródłowe: pochodzące od operatora EDI i przedsiębiorstw,
- raporty realizowanych europejskich i międzynarodowych projektów badawczych oraz dokumenty Komisji Europejskiej.
- akty prawne istotne z punktu widzenia celu i zakresu badań.

Rozprawa została przygotowana zarówno w oparciu o najnowszą, dostępną literaturę, jak i literaturę historyczną dotyczącą przedmiotu badań i rozważań.

1 ROZDZIAŁ PIERWSZY: ELEKTRONICZNA WYMIANA DANYCH

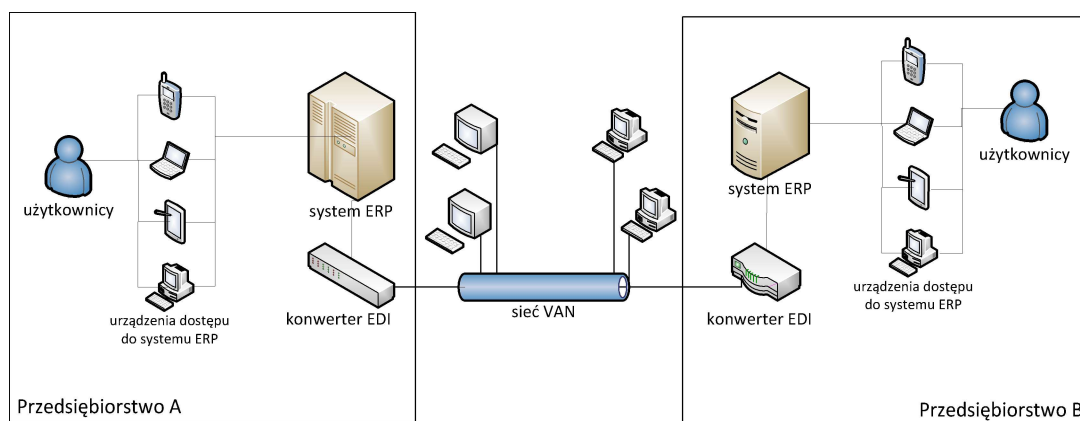
Elektroniczna Wymiana Danych (Electronic Data Interchange) to termin wykorzystywany do określenia wymiany informacji w postaci komunikatów sformatowanych zgodnie z ustalonymi standardami pomiędzy systemami informatycznymi partnerów handlowych przy minimalnej interwencji człowieka. Wśród definicji literaturowych często spotyka się takie, które nie oddają do końca istoty tej technologii. Zwłaszcza definicja wprowadzona przez INST. (National Institute for Standards and Technology) wydaje być się obciążona upływem czasu, gdyż powstała w 1996 roku [FIPS PUBS 1996]. Wspominana w niej jest wymiana danych pomiędzy komputerami, która może być wymianą na niskim poziomie fizycznej komunikacji sieciowej - wykonywaną np. zgodnie z protokołem TCP/IP. Zdaniem autora niniejszej pracy, EDI w ujęciu biznesowo-logistycznym należy rozumieć, jako wymianę komunikatów pomiędzy systemami informatycznymi, w której komunikaty są utworzone zgodnie z przyjętymi standardami lub zgodnie z umową partnerów. Należy jednak zauważyć, że wymiana tych informacji musi charakteryzować się wysyłaniem komunikatów, z których informacje mogą być ekstrahowane w sposób automatyczny - bezpośrednio z treści komunikatu a nie z zastosowaniem dodatkowych programów komputerowych rozpoznających tekst. Forma definicji zawierająca informację, jedynie o ściśle określonych standardach może być w obecnym świecie rozumiana, jako wymiana danych zawierających informacje w plikach np. PDF (Portable Document Format). PDF jest standardem ISO [ISO 32000-1: 2008], jednak wykorzystanie komunikacji elektronicznej pomiędzy systemami informatycznym z zawartością PDF nie będzie na ogół pozwalało na automatyczną ekstrakcję danych z plików PDF. Wyjątkiem od tej sytuacji jest zastosowanie plików PDF zawierających dane w XML Forms Data Format, jednak wykorzystanie tej technologii jest związane z ponoszeniem dodatkowych kosztów na licencje do odpowiedniego oprogramowania. Podobnie dotyczyć to będzie popularnych formatów plików generowanych przez pakiety oprogramowania biurowego. Zastosowanie EDI ma na celu integrację systemów informatycznych klasy ERP i automatyczne przetwarzanie informacji handlowych. Inne definicje wspominają również przesyłanie dokumentów biznesowych [USLEGAL 2015]. Należy jednak

pamiętać, że EDI może być wykorzystywane również w innych dziedzinach - nie tylko w biznesie. W USA popularnym obszarem zastosowania jest ochrona zdrowia oraz rozliczenia finansowe pomiędzy bankami i instytucjami ubezpieczeniowymi. Jedną z lepszych definicji EDI jest ta podawana przez GS1 (Global Standards One): „transfer ustrukturyzowanych danych zgodnie ze standardami komunikacji, z jednej aplikacji komputerowej do drugiej z wykorzystaniem środków komunikacji elektronicznej oraz przy minimalnej interwencji człowieka” [GS1 2015].

Historycznie EDI, jako technologia powstała w wyniku innowacji wdrażanych w obszarze logistyki wojskowej, podobnie jak wiele innych innowacji technologicznych z obszaru ICT [Gifkins i Hitchcock 1988]. Wstępne koncepcje, które powstały, jako odpowiedź na zapotrzebowanie wymiany znacznej liczby komunikatów zostały później ujęte w pierwszym standardzie TDCC (Transportation Data Coordinating Committee) w Stanach Zjednoczonych [TDCC 2014]. Do pierwszych systemów, które jako mechanizm integracji wykorzystywały EDI należały systemy kontroli frachtu, w których handlowcy składali deklaracje celne, przez co skracali czas odprawy [Gifkins i Hitchcock 1988].

Tradycyjne technologie zapewniające transmisję komunikatów EDI związane były z transmisją danych poprzez sieci telekomunikacyjne. Partnerzy łączyli się poprzez „wzdwonienie” się na modem kontrahenta i przesłanie danych. Popularne było wtedy wykorzystywanie dzierżawionych linii telekomunikacyjnych, czy osobnych (do łączy operatorów telekomunikacyjnych) pod względem infrastruktury sieci, np. w sieci Talex. W takim modelu komunikacji partnerzy, którzy integrowali swoje systemy stawali przed sytuacją, w której różni kontrahenci wykorzystywali różne sposoby transmisji, co wiązało się z zakupem i łączeniem różnych modemów czy innych urządzeń sieciowych. Aby odpowiedzieć na te ograniczenia powstały sieci VAN (Value Added Network). Tym terminem nazywane były usługi pośredniczenia w transmisji informacji. Sieć VAN rozpoznawała nadawcę i adresata wiadomości i przekazywała transmisję w odpowiednie miejsce. W takiej konstrukcji komunikacyjnej podmioty biznesowe, aby komunikować się z wieloma partnerami musiały posiadać tylko jedno urządzenie dostępowe - do sieci VAN (Rysunek 2 - konwerter EDI). Obecnie rozwiązanie takie przeszło rozwój i operatorzy EDI występujący w roli sieci VAN oferują transfer komunikacyjny z wykorzystaniem łącza internetowego. Pojęcie operatora EDI w ujęciu niniejszej pracy jest tożsame z pojęciem sieci VAN. Operatorzy zapewniają szereg usług dodatkowych takich, jak:

- konwersja komunikatów,
- szyfrowanie transmisji i treści,
- weryfikowanie poprawności komunikatów,
- wydzielanie wirtualnej sieci prywatnej (VPN - Virtual Private Network).

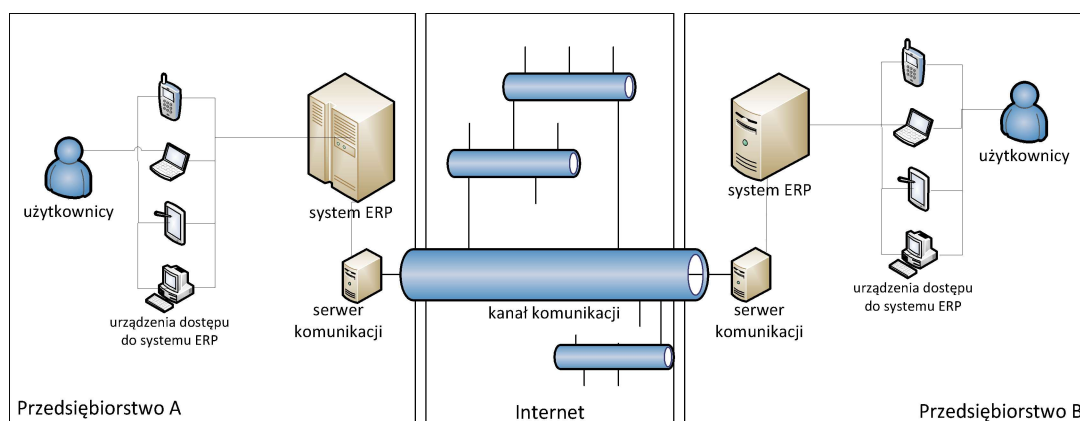


Rysunek 2. EDI - wykorzystanie sieci VAN

Źródło: Opracowanie własne

Przedsiębiorstwa mają również możliwość wdrażania elektronicznej wymiany danych bez operatora (

Rysunek 3). Komunikacja odbywa się w takiej sytuacji zwykle z wykorzystaniem Internetu i odpowiednich protokołów oraz mechanizmów pozwalających na zachowanie bezpieczeństwa i poufności komunikacji.



Rysunek 3. EDI bez udziału sieci VAN

Źródło: Opracowanie własne

W sytuacji komunikacji bez udziału sieci VAN przedsiębiorstwa samodzielnie muszą zadbać o utworzenie bezpiecznego kanału komunikacyjnego. Mogą tego dokonać z wykorzystaniem szeregu różnych sposobów. Jednym z popularniejszych rozwiązań jest wykorzystanie standardów AS (Applicability Statment) wytworzonych przez grupę roboczą EDIINT (Electronic Data Interchange - Internet Integration), powiązane z wykorzystaniem odpowiednich standardów, urządzeń i oprogramowania. Do rodziny standardów AS należą:

- EDIINT AS1 - oparty o komunikację e-mail, wykorzystuje SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)¹ i MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)²,
- EDIINT AS2 - oparty o protokół HTTP (HyperText Transfer Protocol)³,
- EDIINT AS3 - oparty o protokół FTP (File Transfer Protocol)⁴,
- AS4 - oparty o usługi sieciowe.

AS4 nie jest już produktem grupy EDIINT, która po 10 latach istnienia zakończyła swoją działalność w 2006 roku. Jest to profil standardu OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) ebMS 3.0 (electronic business Message Standard, ISO 15000-2: ebXML Messaging Service Specification), który należy do grupy standardów ebXML (Electronic Business using eXtensible Markup Language). Standard ebXML został utworzony przy współpracy OASIS i UN/CEFACT (United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business) a następnie przekazany do ISO, gdzie otrzymał status międzynarodowego standardu ISO 15000. Elementami ebXML są następujące standardy:

- ISO 15000-1: ebXML Collaborative Partner Profile Agreement,
- ISO 15000-2: ebXML Messaging Service Specification (ebMS3.0),
- ISO 15000-3: ebXML Registry Information Model,
- ISO 15000-4: ebXML Registry Services Specification,
- ISO 15000-5: ebXML Core Components Technical Specification.

Istnieją rozwiązania opensource, których podstawą jest standard ebXML. Przedsiębiorstwa wdrażające elektroniczną wymianę danych mogą wykorzystać

¹ Standaryzuje sposób komunikacji za pomocą standardu poczty elektronicznej e-mail.

² Standaryzuje strukturę dokumentu poczty elektronicznej e-mail.

³ Standaryzuje sposób przesyłania dokumentów hipertekstowych.

⁴ Jest to protokół transferu plików przez sieć Internet.

oprogramowanie Hermes MSH⁵, które zapewnia przesyłanie danych wraz z szyfrowaniem i podpisem elektronicznym. Inne projekty opensource, które pozwalają na utworzenie kanału komunikacji to:

- Holodeck B2B⁶,
- Webswell Connect⁷.

Oprócz kanałów komunikacji istnieje również projekt oraz oprogramowanie ebMail⁸, które zapewnia interfejs użytkownika pozwalający na wizualizację, wczytywanie i zapisywanie dokumentów elektronicznych przesłanych w postaci plików XML. Wysyłanie dokumentów w programie ebMail może być wykonywane poprzez ebMS lub z wykorzystaniem serwerów SMTP.

Standardy opisane powyżej dotyczą sposobów komunikacji pomiędzy różnymi organizacjami. Osobnym nurtem standardów są specyfikacje dotyczące samej struktury dokumentów elektronicznych, czyli komunikatów przesyłanych podczas transmisji informacji.

Dokument elektroniczny jest nośnikiem informacji – wykorzystywany w procesach logistycznych a w szczególności procesach traceability musi on zawierać informacje niezbędne do prawidłowego przeprowadzenia operacji wyszukiwania i łączenia faktów związanych z ruchem towarów. Biorąc pod uwagę definicję EDI dane występujące w wymianie informacji posiadają ściśle określoną strukturę - brak jest dowolności w konstruowaniu dokumentów, a partnerzy znają szczegółowe definicje elementów danych. Pozwala to na wdrożenie jednoznacznej komunikacji. Skorzystanie z międzynarodowych standardów pozwala na wdrożenie komunikacji, która będzie w przyszłości rozszerzalna i inne przedsiębiorstwa również będą mogły dołączyć do wymiany danych pod warunkiem, że skorzystają z tego samego standardu struktury informacji. Standardy opisują zasady syntaktyki, budowy komunikatów oraz katalogi danych i kodów wykorzystywanych w procesie komunikacji. Dzięki nim możliwa jest bezpośrednia komunikacja między systemami informatycznymi, gdzie ludzka interwencja jest ograniczona do niezbędnego minimum.

⁵ Dostępne pod adresem <http://www.cecid.hku.hk/hermes.php> [dostęp 12.02.2015]

⁶ Dostępne pod adresem <http://holodeck-b2b.org/> [dostęp 12.02.2015].

⁷ Dostępne pod adresem <http://sourceforge.net/projects/webswell/files/> [dostęp 12.02.2015].

⁸ Dostępne pod adresem <http://www.cecid.hku.hk/ebmail.php> [dostęp 12.02.2015].

Dane biznesowe można przysyłać w różnej formie, jednak jedynie forma czytelna dla komputerów będzie niosła za sobą wartość gdyż zaistnieje możliwość automatycznego wczytania danych do systemu. Dla zapewnienia interoperacyjności przedsiębiorstw tworzone są standardy międzynarodowe opisujące strukturę danych. Obecnie można wyróżnić dwa nurty standardów – pierwszy – tradycyjny oparty jest na standardzie UN/EDIFACT (United Nations Rules for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport). Jest to standard EANCOM. Drugim nurtem są standardy bazujące na składni języka XML (Extensible Markup Language), który jest językiem znaczników zdefiniowanym przez grupę roboczą XML w konsorcjum World Wide Web Consortium (W3C)⁹, do których należą GS1 XML, xCBL i UBL. Różnice w tych dwóch rodzinach standardów są znaczne - standardy EDIFACT wykorzystują litery, cyfry i znaki specjalne do zapisywania dokumentu w segmentach, czyli liniach następujących po sobie. Każdy zestaw liter i znaków ma odpowiednie znaczenie i interpretacja komunikatów takiego typu jest niemożliwa bez odpowiedniej dokumentacji. Składnia bazująca na XML umożliwia natomiast tworzenie dowolnych znaczników, a zatem możliwe jest stworzenie dokumentów opisujących wartości znajdujące się w odpowiednich znacznikach w sposób interpretowalny zarówno przez systemy informatyczne, jak i przez ludzi.

Na potrzeby prezentacji różnic pomiędzy standardami utworzone zostały dwa dokumenty elektroniczne bazujące na odmiennych składniach. Komunikat Cargo/Goods Handling and Movement (HANMOV) występujący w standardzie EANCOM w wersji z 2002 roku zawiera informacje, na podstawie których można wybrać odpowiednie elementy i odczytać informacje o ruchu towarów.

```
LIN+1++4000862141404:SRV'  
NAD+DP+5412345111115::9'  
NAD+DP+5412345111116::9'  
QTY+52:40  
DTM+2:20020101:102'
```

⁹ Jest to konsorcjum instytucji komercyjnych i edukacyjnych, które nadzoruje badania naukowe i promuje standardy we wszystkich dziedzinach związanych z siecią World Wide Web.

Rysunek 4. Fragment komunikatu elektronicznego - EANCOM 2002, Syntax 4

Źródło: Opracowanie własne

Fragment komunikatu (Rysunek 4) zawiera następujące informacje:

- w pierwszej linii - oznaczenie towaru – za pomocą numeru GTIN,
- w drugiej i trzeciej linii - oznaczenia miejsc – startu ruchu towaru i docelowego miejsca składowania - za pomocą numeru GLN,
- w trzeciej linii - ilość towaru przeniesionego,
- ostatnia linia - data operacji przeniesienia (standard umożliwia uzupełnienie daty o dokładną godzinę tej operacji).

Dokument zawierający te same informacje zapisany z wykorzystaniem składni XML (bazując na standardzie GS1 eCom) przedstawia Rysunek 5.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <goodsmove>
  - <movement>
    - <inventoryStartLocation>
      <gln>8712345678922</gln>
    </inventoryStartLocation>
    - <inventoryEndLocation>
      <gln>8712345678922</gln>
    </inventoryEndLocation>
    - <containedItemIdentification>
      <gtin>08712345678906</gtin>
    </containedItemIdentification>
    - <quantityContained>
      <value>700</value>
      - <unit>
        <measure>EA</measure>
      </unit>
    </quantityContained>
    - <goodsMovementDate>
      <deliveryDate>2004-02-26</deliveryDate>
    </goodsMovementDate>
  </movement>
</goodsmove>
```

Rysunek 5 Komunikat elektroniczny – GS1 eCOM

Źródło: Opracowanie własne

Dokument taki, dzięki wykorzystaniu składni XML zawierającej odpowiednie elementy, może być odczytany bez dysponowania szczegółową dokumentacją, pod warunkiem, że znaczniki danych będą opisane w naturalny i zrozumiały sposób. Niemniej jednak jest on nadal przeznaczony do integracji systemów informatycznych.

Czytelność dla użytkownika dokumentów XML można zapewnić poprzez zastosowanie transformaty XSLT (EXtensible Stylesheet Language Transformation). Transformata taka dla dokumentu, który przedstawia Rysunek 5 została zaprojektowana i przedstawia ją Rysunek 6.

```

- <xsl:stylesheet version="1.0">
- <xsl:template match="/">
- <html>
- <body>
- <h2>Goods Movement</h2>
- <table border="1">
- <tr bgcolor="#9acd32">
- <th align="left">Goods GTIN</th>
- <th align="left">Start Location (GLN)</th>
- <th align="left">End Location (GLN)</th>
- <th align="left">Quantity</th>
- <th align="left">Mes. Unit</th>
- <th align="left">Date/Time</th>
- </tr>
- <xsl:for-each select="goodsmove/movement">
- <tr>
- <td>
- <xsl:value-of select="containedItemIdentification/gtin"/>
- </td>
- <td>
- <xsl:value-of select="inventoryStartLocation/gln"/>
- </td>
- <td>
- <xsl:value-of select="inventoryEndLocation/gln"/>
- </td>
- <td>
- <xsl:value-of select="quantityContained/value"/>
- </td>
- <td>
- <xsl:value-of select="quantityContained/unit/measure"/>
- </td>
- <td>
- <xsl:value-of select="goodsMovementDate/deliveryDate"/>
- </td>
- </tr>
- </xsl:for-each>
- </table>
- </body>
- </html>
- </xsl:template>
- </xsl:stylesheet>

```

Rysunek 6 Transformata XSLT komunikatu elektronicznego

Źródło: Opracowanie własne

Stosując transformatę XSLT do wyświetlenia dokumentu, który przedstawia Rysunek 5 użytkownik otrzyma informacje zaprezentowane w czytelny i przyjazny sposób, który przedstawia Rysunek 7.

Goods GTIN	Start Location (GLN)	End Location (GLN)	Quantity	Mes. Unit	Date/Time
08712345678906	8712345678922	8712345678922	700	EA	2004-02-26

Rysunek 7 Dokument XML wyświetlony z zastosowaniem transformaty XSLT

Źródło: Opracowanie własne

Rodzina standardów składni dokumentów biznesowych bazująca na składni języka XML jest obecnie dynamicznie rozwijanym obszarem i towarzyszy jej wiele rozwiązań darmowych i otwartych, dzięki czemu ewentualne koszty inwestycyjne ponoszone na wdrożenie technologii EDI są obniżane. Otwartość i elastyczność składni XML pozwala również na łatwiejsze implementowanie nowych rozwiązań w przyszłości, bazujących na automatyzacji przetwarzania danych. Dysponując wyłącznie edytorem tekstowym i przeglądarką internetową można tworzyć dokumenty, przygotować je do integracji w oprogramowaniu ERP i przedstawiać ich wizualizację. Przedstawione propozycje są jedynie przykładem informacji, jakie mogą być przesyłane pomiędzy systemami przedsiębiorstw, a szersze wykorzystywanie standardów daje znacznie większe możliwości automatyzacji procesów śledzenia towarów w łańcuchach dostaw.

Podnoszenie efektywności w zarządzaniu łańcuchem dostaw w obliczu globalizacji staje się coraz bardziej pożądane i oczekiwane w przedsiębiorstwach. Jednym z głównych powodów zainteresowania tym aspektem jest optymalizacja kosztów operacyjnych, ale w dobie globalizacji wiele przedsiębiorstw wykonuje takie strategiczne posunięcia aby zwiększyć elastyczność swojej działalności i zapewnić sobie możliwości reagowania na niepewne sytuacje gospodarcze. [Gattorna 1998]. Wykorzystywanie EDI w przedsiębiorstwie pozwala na szybki dostęp do wiarygodnych danych umożliwiając szybkie reagowanie, które często może stanowić o przewadze konkurencyjnej firmy. Wykorzystanie odpowiednich komunikatów pozwala na informowanie partnerów o statusie realizacji zamówienia, czy też o statusie dostawy towarów i ich odbioru. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą efektywniej zarządzać produkcją i zapasami oraz lepiej gospodarować zasobami magazynowymi [Bujak i Śliwa 2009]. Istniejące standardy pozwalają na wdrażanie komunikatów prognozowania, co jeszcze bardziej pozwala na dostosowanie działalności firm do sytuacji gospodarczej. Przychody i przepływy pieniężne firmy oraz jej pozycja na

rynku są wartościami wynikającymi z odpowiedniej organizacji logistyki, a w tym z jakości procesów i dokumentów związanych z właściwą obsługą tych procesów zwłaszcza obszarze sprzedaży. Ten proces zwykle powiązany jest z logistyką towarów, której towarzyszą przepływy informacyjne w postaci dokumentów takich, jak listy przewozowe, awiza wysyłki, potwierdzenia dostawy, protokoły szkody, faktury oraz potwierdzenia płatności. Zadaniem dokumentów jest usprawnianie procesów logistycznych poprzez kolekcję i transfer informacji a odpowiednia organizacja i zarządzanie przepływem dokumentów może redukować koszty działania i przyspieszać procesy rozliczania dostaw, obsługi reklamacji i księgowania skracając tym samym cykl order-to-cash [Ciesielski 2011].

W obszarze automatyzacji łańcucha dostaw występuje szereg problemów związanych z różnorodnymi rozwiązaniami informatycznymi stosowanymi przez dostawców i kupujących. Firmy po stronie kupujących skupione są na automatyzacji zamówień, które kierowane są zwykle do kilku lub kilkunastu czołowych dostawców biorąc pod uwagę dostarczaną przez nich jakość i terminowość dostaw. Przedsiębiorstwa sprzedające są natomiast skupione na docieraniu do szerokiego grona odbiorców dążąc do ułatwionego procesu zamawiania standardowych produktów z możliwością śledzenia przesyłek. W literaturze przedmiotu [Dębicka 2012] można znaleźć stwierdzenia, że „kompleksowa komunikacja elektroniczna we wszystkich procesach łańcucha dostaw (Purchase-to-Pay) gwarantuje poprawę współpracy z partnerami biznesowymi oraz umożliwia optymalizację działań i redukcję kosztów”. Rzeczywista sytuacja gospodarcza nie jest jednak tak jednolita i prosta. Można stwierdzić, że rozwiązania EDI pozwalają na optymalizację wymiany dokumentów handlowych i logistycznych, jednak dla małych i średnich firm są to zwykle jedynie dodatkowe koszty, a efektów optymalizacji nie ma gdy firmy korzystają z EDI w formie WEBEDI, który nie jest zintegrowany z systemami typu MRP, ERP lub WMS. Ponadto występują sytuacje, w których różne przedsiębiorstwa korzystają z usług różnych operatorów EDI, co z kolei powoduje problemy z komunikacją i często opóźnienia w transferze komunikatów. Również w odpowiedzi na te negatywne zjawiska powstała niniejsza praca, która wprowadza nowy model komunikacji zastępujący EDI. Model ten w swoich założeniach pozwala komunikować się przedsiębiorstwom za pomocą wiedzy i wspólnej przestrzeni komunikacji a jego szczególnym zastosowaniem są procesy traceability i w dalszym etapie automatyczne wnioskowanie związane z towarami i zjawiskami występującymi w tych procesach.

2 ROZDZIAŁ DRUGI: AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA W ŁAŃCUCHACH DOSTAW

2.1 AIDC - automatyczna identyfikacja i pozyskiwanie danych

Automatyczna identyfikacja i pozyskiwanie danych AIDC (Automatic Identification and Data Capture) to zestaw metod, który służy do automatycznego rozpoznawania i identyfikowania obiektów oraz zbierania informacji o tych obiektach, aby następnie wprowadzić te dane do systemu informatycznego. W metodach AIDC z założenia interwencja człowieka jest minimalna, co z kolei minimalizuje ryzyko powstawania błędów biznesowych, a tym samym wspiera organizację procesów logistycznych w łańcuchach dostaw, w szczególności może również wspierać procesy traceability. Wśród nośników informacji wykorzystywanych w metodach AIDC wyróżnić można:

- kody kreskowe,
- identyfikacje radiową RFID (Radio Frequency Identification),
- metody biometryczne,
- paski magnetyczne,
- optyczne rozpoznawanie znaków OCR (Optical Character Recognition),
- inteligentne karty mikroprocesorowe (smart cards),
- rozpoznawanie głosu.

AIDC jest w swojej istocie procesem pozyskiwania danych zewnętrznych poprzez analizę obrazów, dźwięków czy fal radiowych. Dane zewnętrzne są pobierane przez czytnik, który konwertuje obraz lub inne medium na zapis cyfrowy. W ten sposób uzyskane dane są następnie przechowywane i wykorzystywane w systemie informacyjnym przedsiębiorstw służąc do odczytania identyfikacji produktów, weryfikowania tożsamości, zapewniania autoryzacji dostępu do zasobów czy też innym celom biznesowym. Sposób przenoszenia i pobierania danych zewnętrznych i ich przechowywanie może odbywać się z wykorzystaniem różnych technologii – ich wybór zależy od specyfiki środowiska, w którym rozwiązanie takie zostanie zaimplementowane.

Ze względu na ograniczone możliwości praktycznego wykorzystania wielu technologii automatycznego pozyskiwania danych dla celów rejestracji zdarzeń gospodarczych związanych z przepływem towarów (części, surowców itd.) i procesami

traceability w tej pracy skupiono się na dwóch metodach - najpopularniejszej metodzie oznaczania za pomocą kodów kreskowych i rosnącej pod względem popularności metodzie identyfikacji za pomocą fal radiowych. Pozostałe metody AIDC zostały jedynie przedstawione w krótkich opisach, gdyż możliwość ich aplikacji w środowiskach biznesowych do rejestracji przepływu towarów w łańcuchach dostaw jest ze względów praktycznych mocno ograniczona.

2.1.1 Kody kreskowe

Optyczna reprezentacja danych, którą można odczytać za pomocą czytnika maszynowego nazywana jest kodem kreskowym. W pierwszych implementacjach kody takie były przedstawiane w postaci okręgów współśrodkowych, naprzemiennie białych i czarnych. W takim kodzie dane były zapisane z wykorzystaniem grubości linii i odstępów. Kształt okręgu jednak był nieefektywny i został przeprojektowany w zestaw modułów - równoległych kresek, które są nazywane symbolikami jednowymiarowymi (1D). W trakcie ewolucji tej technologii symboliki rozwijały się i obecnie można spotkać kody zapisywane w postaci wzorów kwadratów czy innych wielokątów. Wszystkie określane są symbolikami 2D (dwuwymiarowymi) [Kosmacz-Chodorowska 2004].

Jednym z pierwszych przemysłowych wdrożeń kodów kreskowych było oznaczanie wszystkich produktów sprzedanych armii od 1 września 1981 roku za pomocą kodu Code39 przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych. W kolejnych latach technologia zyskała na popularności i największe zastosowanie kody kreskowe znalazły w obszarze automatyzacji procesów w punktach sprzedaży detalicznej. Ze względu na swoje charakterystyki i możliwości również w logistyce kody kreskowe stały się bardzo popularne [Kosmacz-Chodorowska 2004].

Patrząc na kod kreskowy można odnieść wrażenie, że jego pojemność informacyjna jest dość ograniczona. I jest tak w rzeczywistości, dlatego kody zwykle zawierają jedynie identyfikatory a dane powiązane z tymi identyfikatorami są przechowywane w systemach informatycznych. Wraz ze wzrostem potrzeb na rozszerzenie danych zawartych w kodzie opracowywano różne rodzaje i odmiany kodów, których obecna liczba przekroczyła już 400 rodzajów. Jednak wśród takiej liczby opracowanych rozwiązań jedynie kilkanaście znalazło powszechne zastosowanie w procesach gospodarczych. Wybór rodzaju kodu czyli zastosowanie odpowiedniej

symboliki w rozwiązaniu przemysłowym zależy od potrzeb i możliwości przedsiębiorstwa. W praktyce wyróżnia się obecnie trzy grupy rozwiązań: indywidualne, branżowe i globalne [Kosmacz-Chodorowska 2004].

Rozwiązania indywidualne w zakresie kodów kreskowych są często nazywane rozwiązaniami „prywatnymi” są kodami tworzonymi dla jednej organizacji. Biorąc pod uwagę współpracę tej organizacji z otoczeniem są to rozwiązania obciążone największym kosztem ze względu na konieczność dopasowywania rozwiązań kontrahentów, z którymi organizacja współpracuje.

Rozwiązania branżowe, jak sama nazwa wskazuje są tworzone dla określonej branży gospodarki. Wykorzystywanie kodów z rozwiązań branżowych zwykle wymaga umów pomiędzy współpracującymi organizacjami i wyznaczenia stron przechowujących podstawowe dane biznesowe (dane dotyczące lokalizacji i towarów). Bardzo trudno jest stosować kody z rozwiązań branżowych w przekroju całego łańcucha dostaw. Przy zastosowaniu branżowych rozwiązań dostawca towaru musi utrzymywać bazę danych z taką liczbą oznaczeń dla jednego produktu, ilu ma na ten produkt odbiorców. Z drugiej strony ten sam dostawca ma zupełnie różne oznaczenie u każdego ze współpracujących partnerów biznesowych. W rozwiązaniach takich samo zarządzanie zbiorami danych jest kłopotliwe oraz może powodować rozbieżności. W ujęciu usprawniania procesów traceability wielokrotne i różne oznaczenia dla tego samego elementu łańcucha dostaw są zjawiskiem niekorzystnym i powodują rozbieżności w sprawnej identyfikacji.

Rozwiązania globalne kodów kreskowych pozwalają na utrzymanie spójności danych w całej gospodarce, gdyż zarówno podmioty jak i przedmioty działań biznesowych są identyfikowane jednoznacznie i unikalnie w skali całego rozwiązania. Połączenie rozwiązania globalnego z katalogami elektronicznymi pozwala dodatkowo na globalną synchronizację danych, jak to ma miejsce w systemie GS1 (wcześniej EAN.UCC).

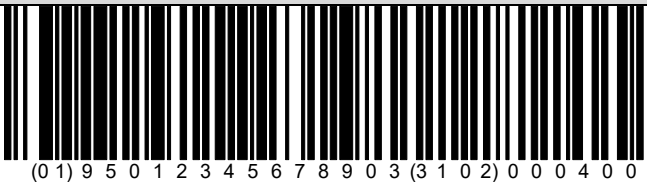
Na przestrzeni lat opracowanych zostało ponad 250 rodzajów kodów kreskowych, a biorąc pod uwagę ich różne odmiany liczba ta zwiększa się do około 400. W praktyce gospodarczej stosowanych jest jednak kilkanaście podstawowych symbolik, a w powszechnym użyciu globalnym zaledwie kilka. Różne rodzaje kodów przede wszystkim przedstawiają dane w inny sposób, ale również przenoszą inne informacje. Odpowiednie symboliki pozwalają na kodowanie wyłącznie cyfr, inne pozwalają na przenoszenie cyfr, liter i znaków dodatkowych. Istnieją również

symboliki pozwalające na przechowanie wszystkich kodów ASCII (128). W najnowszych rozwiązaniach symboliki kodów kreskowych pozwalają na kodowanie danych w różnych językach (w tym samym symbolu) oraz rekonstrukcję danych, jeśli nastąpiło częściowe uszkodzenie kodu. Wyróżniane są podstawowe dwie grupy kodów kreskowych: liniowe - jednowymiarowe i kody dwuwymiarowe.

Kody kreskowe występujące najczęściej są złożone z określonego zbioru równoległych linii ciemnych i jasnych występujących naprzemiennie. Linie ciemne i jasne różnej szerokości tworzą jednowymiarowe kody kreskowe [Janiak 2000, s. 31]. W takich kodach najczęściej przechowywane są identyfikatory pozwalające na odwołanie się do odpowiedniego artefaktu, którego dane przechowywane są w systemie informatycznym. Zastosowanie kodów jednowymiarowych jest ograniczone możliwościami przechowywania ograniczonej liczby danych w takim kodzie. Nad zapewnieniem poprawności odczytu danych czuwa cyfra kontrolna przechowywana w ostatniej wartości kodu. Tabela 1 przedstawia graficzną reprezentację najpopularniejszych kodów liniowych, do których należą: EAN/UPC: EAN-13, EAN-8, UPC-A, UPC-E, ITF, w tym ITF-14, kod 128 (w tym UCC/EAN-128), kod 39, kod 93.

Tabela 1 Kody liniowe

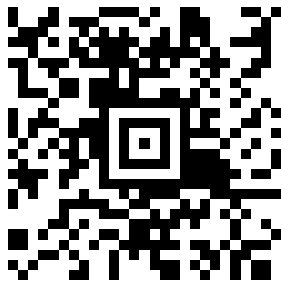
Graficzna prezentacja (przykład)	Symbolika kodu kreskowego
	EAN-13 i EAN-8
	UPC-A i UPC-E
	ITF-14

Graficzna prezentacja (przykład)	Symbolika kodu kreskowego
	GS1-128
	GS1 DataBar-14 i GS1 DataBar-14 Stacked Omnidirectional
	GS1 DataBar Expanded
	GS1 DataBar Expanded Stacked

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Kosmacz-Chodorowska 2004]

W latach 90 utworzona została nowa generacja kodów kreskowych dwuwymiarowych [Janiak 2000, s. 44]. Kody tego typu pozwalają na stosunkowo małej powierzchni na przechowanie znacznej liczby danych. W odróżnieniu od kodów typu liniowego, zamiast przechowywania jedynie identyfikatora obiektu w systemie informatycznym kody dwuwymiarowe pozwalają na przechowanie informacji biznesowej i połączenie z systemem informatycznym nie jest wymagane w momencie odczytywania danych. Niektóre z dwuwymiarowych symbolik pozwalają na dzielenie treści kodowanej na kilka kodów, co znacznie poprawia pojemność danych. Wraz z wdrożeniem nowej technologii kodowania należy jednak zadbać o wdrożenie nowej generacji czytników, gdyż tradycyjne laserowe czytniki dla kodów jednowymiarowych nie pozwalają na odczytanie danych zapisanych w symbolikach dwuwymiarowych. Do tego celu wymagane są czytniki wizyjne. Tabela 2 zawiera przykłady symbolik kodów dwuwymiarowych, do których należą między innymi: kod 49, kod 16K, PDF 417, DataMatrix, Maxi Code, Aztec Code, kod QR.

Tabela 2 Kody dwuwymiarowe

Graficzna prezentacja (przykład)	Symbolika kodu kreskowego
	kod Aztec
	kod QR

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Kosmacz-Chodorowska 2004]

W specyficznych przypadkach przemysłowych standardowe kody są niemożliwe do zastosowania, np. ze względu na małą powierzchnię i jednocześnie wymóg przenoszenia szerszego zakresu informacyjnego niż sam identyfikator. Organizacja GS1 wdrożyła nowe rozwiązania pozwalające na kodowanie kodowanie produktów o małej powierzchni czy wyrobów ważonych, które dostosowane byłyby do potrzeb całego łańcucha dostaw. Rozwiązanie zaproponowane przez GS1 ze względu na praktyczny aspekt wdrożenia było stworzenie kodów, które mogły być odczytywane przy użyciu obecnych technologii, niepociągających dodatkowych inwestycji w przedsiębiorstwach. Jako efekt prac powstały nowe grupy kodów kreskowych:

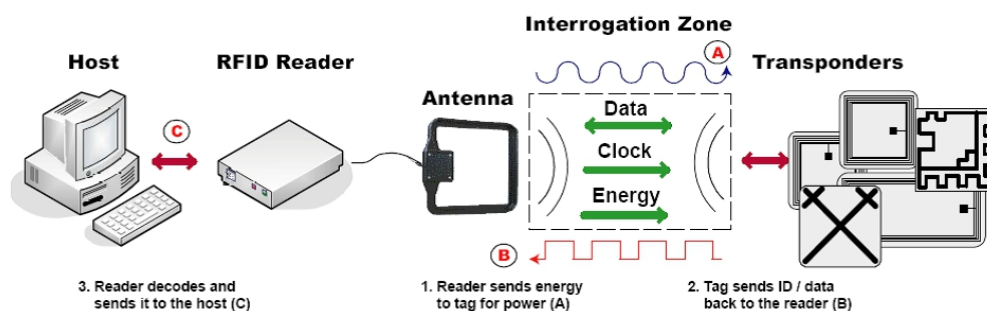
- symboliki o zmniejszonej powierzchni - RSS (Reduced Space Symbology),
- symboliki złożone, które łączą podstawowy symbol liniowy z elementem dwuwymiarowym.

2.1.2 Identyfikacja radiowa

Identyfikacja radiowa – RFID (Radio Frequency IDentification) jest relatywnie nową w gospodarce technologią automatycznej identyfikacji, która swoje szerokie zastosowanie znalazła w identyfikacji żywego inwentarza czy pojazdów AVI

(Automated Vehicle Identification). Specyfika popularności takich zastosowań jest związana z możliwością śledzenia obiektów w ruchu. RFID zostało po raz pierwszy wykorzystane podczas II Wojny Światowej, kiedy to widmo fal radiowych odbijane od nadlatujących samolotów jednoznacznie identyfikowało obiekt wrogi lub własny, funkcje te realizowane były za pomocą wielkich aktywnych transponderów. Harry Stockman a 1948 roku zaprezentował podstawy systemu RFID w publikacji pt. „*Communication by Means of Reflected Power*”. Współczesne rozwiązania technologiczne z tego zakresu bazują właśnie na zasadach określonych w tym dokumencie [Sweeney 2005, s. 29].

Rysunek 8 przedstawia typowy system RFID, który zwykle jest zbudowany z dwóch elementów: urządzenia nadawczo-odbiorczego i znacznika. Zgodnie z angielską nomenklaturą tłumaczoną na język polski znaczenie funkcjonalne urządzeń jest niedokładnie odwzorowane. Angielska nazwa urządzenia popularnie nazywanego „czytnikiem” (reader) jest niepoprawna, gdyż urządzenie to pełni również rolę urządzenia zapisującego informacje. Poprawną nazwą mógłby być termin „programator”, jednak ze względu na popularność określenia „czytnik” w tej pracy zamiennie używane są te dwa terminy w kontekście RFID. Drugim element infrastruktury systemu RFID jest urządzenie umieszczane na obiektach, które są identyfikowane. Najczęściej obiekt ten nazywany jest „tagiem” i kojarzony bezpośrednio jest z etykietą. Jest to układ elektroniczny wyposażony w antenę, zatem nazwy „elektroniczny znacznik” lub „etykieta radiowa” są najlepszymi odpowiednikami angielskiej nomenklatury. W ramach tej pracy, również ze względu na częstość występowania w rzeczywistości gospodarczej, wykorzystywany jest termin „tag”, który należy rozumieć właśnie jako znacznik elektroniczny RFID.



Rysunek 8 System RFID

Źródło: [El Khaddar i in. 2011]

RFID jako technologia charakteryzuje się innymi możliwościami w zależności od wykorzystywanej częstotliwości. Z tego względu RFID znalazło zastosowanie w różnych sektorach gospodarki. Tabela 3 prezentuje zastosowanie typowych rozwiązań RFID w podziale na najczęściej spotykane częstotliwości (LF – low frequency, HF – high frequency, UHF – ultra high frequency oraz mikrofałe).

Tabela 3 Porównanie cech użytkowych RFID w zależności od grupy częstotliwości

częstotliwość	LF (30-300 kHz)	HF (3-30 MHz)	UHF (300-3000 MHz)	mikrofałe (3-30 GHz)
dostępność	>30 lat	> 10 lat	US > 3 lata EU ~ 0,5 roku	> 10 lat
szybkość odczytu	niska	50 szt./s	600 szt./s	brak danych
maksymalna odległość odczytu	< 1 m	≈0,5 m	≈10 m	< 500 m (znaczniki aktywne)
szybkość transmisji danych	niska	średnia	duża	bardzo duża
typowe zastosowania	identyfikacja zwierząt, alarmy samochodowe, kontrola dostępu, identyfikacja osób	śledzenie produktów w łańcuchu dostaw (chłodniczych), identyfikacja osób, elektroniczne płatności w komunikacji	śledzenie produktów w łańcuchu dostaw, inwentaryzacja i paszportyzacja, inne	opłaty drogowe, inwentaryzacja i paszportyzacja części samolotów, kontrola dalekiego zasięgu
sektory docelowe	hodowla zwierzęca, przetwórstwo mięsne.	porty lotnicze, farmacja, ochrona zdrowia, logistyka, transport publiczny	logistyka, produkcja	linie lotnicze, przemysł zbrojeniowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [SKK 2015]

Znaczniki, których częstotliwość działania nie przekracza 100 MHz są zasilane poprzez zjawisko indukcji magnetycznej¹⁰ - urządzenie programujące wytwarza pole magnetyczne, które powoduje indukcję prądu w znaczniku oraz naładowanie kondensatora. Następuje wtedy wytworzenie i zgromadzenie energii koniecznej do zasilenia układu elektronicznego znacznika. Wykorzystanie zjawiska indukcji magnetycznej możliwe jest w bliskim dystansie programatora i znacznika.

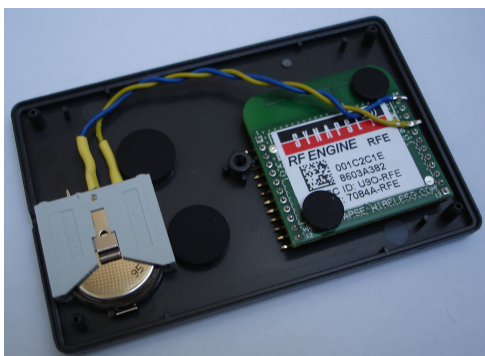
¹⁰ Indukcja elektromagnetyczna - powstawanie siły elektromotorycznej (SEM) w obwodzie elektrycznym obejmującym strumień magnetyczny, który zmienia się w czasie ze względu na zmienną indukcję pola magnetycznego lub ruch obwodu elektrycznego w polu magnetycznym. [PWN 2015]

Odczytanie informacji zawartych w znaczniku następuje poprzez wykorzystanie modulacji obciążenia (load modulation) polegające na tworzeniu modulowanego pola magnetycznego przez znacznik. Zmiana w parametrach pola magnetycznego jest bezpośrednio powiązana ze zmianą parametrów prądu indukowanego w antenie czytnika.

W komunikacji programatorów ze znacznikami działającymi większych odległościach oraz częstotliwościach wykorzystano zjawisko przechwytywania fali elektromagnetycznej (electromagnetic capture). Zjawisko to wykorzystuje rozchodzące się fale elektromagnetyczne pochodzące z anteny czytnika do zasilenia układu znacznika. Modulacja obciążenia nie może być wykorzystana do odczytania informacji ze względu na odległość pomiędzy znacznikiem a czytnikiem. W celu dokonania komunikacji wykorzystywane jest zjawisko rozproszenia wstecznego fali radiowej. Znacznik zmienia impedancję¹¹ układu elektronicznego i odbija część fali z powrotem w kierunku czytnika, który odczytuje informacje.

Znaczniki RFID mogą być klasyfikowane biorąc pod uwagę różnorodne kryteria: sposób wykonania, źródło zasilania, częstotliwości fali elektromagnetycznej obsługującej komunikację, pojemność pamięci, obecność dodatkowych sensorów. W praktyce wykorzystuje się klasyfikację, która dzieli znaczniki według rodzaju zasilania układu elektronicznego na aktywne, pasywne i pół-pasywne. Znaczniki aktywne (Rysunek 9) są urządzeniami najwyższej klasy skomplikowania (w ich skład wchodzi m.in.: układ elektroniczny z pamięcią, antena, bateria, często dodatkowy układ nadajnika i dodatkowe sensory: temperatury, wilgotności itp., obudowa) [Sweeney 2005, s. 52].

¹¹ Impedancja – oporność elektryczna - wielkość charakteryzująca przeciwdziałanie przepływowi prądu elektrycznego ze strony elementu przewodzącego. [PWN 2015]

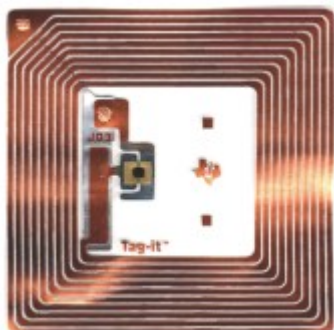


Rysunek 9 Znacznik aktywny (przykład)

Źródło: [Skinner 2010]

Pół-pasywne znaczniki są urządzeniami o mniejszym stopniu skomplikowania. Zawierają one zwykle antenę, układ elektroniczny i wewnętrzne źródło zasilania. Ich działanie jest zbliżone do znaczników pasywnych, jednak poprzez zastosowanie dodatkowego zasilania osiągany jest znacznie lepszy zasięg działania podczas komunikacji z programatorem.

Najmniej skomplikowanymi urządzeniami są znaczniki pasywne (Rysunek 10), które zawierają jedynie antenę i układ elektroniczny przechowujący informacje.



Rysunek 10 Znacznik pasywny

Źródło: [Kulpa 2012]

Ponieważ znaczniki RFID mogą być mocno skomplikowanymi urządzeniami w ramach istniejących inicjatyw standaryzacyjnych podzielono je według ich funkcjonalności na następujące klasy [Janiak 2000, s. 169]:

- *Klasa 0/1: znaczniki pasywne - podstawowa funkcjonalność* – klasa 0 obejmuje znaczniki zaprogramowane fabrycznie; klasa 0+/1 pozwala na programowanie przez użytkownika,

- *Klasa 2: znaczniki pasywne z dodatkową funkcjonalnością* – szyfrowanie, pamięć użytkownika z opcją odczytu i zapisu, itp.,
- *Klasa 3: układy pół-pasywne z bateryjnie zasilanym obwodem logicznym* – większy zasięg, możliwa komunikacja szerokopasmowa, proste układy sensorów, itp.,
- *Klasa 4: znaczniki aktywne* – nadajnik aktywny, komunikacja w układzie każdy z każdym, złożone układy sensorów,
- *Klasa 5: wystarczająca moc do zasilenia i aktywowania innych znaczników* – głównie czytniki.

Aby uruchomić przepływ informacji pomiędzy znacznikiem a systemem informatycznym wymagane jest użycie programatorów [Janiak 2000, s. 169].

Podstawowe funkcje tych urządzeń to między innymi:

- zasilenie znaczników pasywnych,
- komunikacja ze znacznikami (odczyt i zapis danych),
- inwentaryzacja znaczników,
- komunikacja z serwerami.

Programatory rozwinięte zostały pod względem technologicznym w znaczący sposób i obecnie są wyposażane w dodatkowe mechanizmy, do których zaliczyć można między innymi:

- możliwość filtrowania danych (np.: usuwanie wielokrotnych odczytów),
- mechanizm translacji danych,
- protokół antykolizyjny (umożliwia jednoczesny odczyt i zapis wielu znaczników),
- autoryzacja znaczników (unikanie niepożądanego dostępu do danych oraz zapewnienia autentyczności oznakowanych obiektów),
- szyfrowanie danych w celu zapewnienia ich bezpieczeństwa.

Przeglądając się liście funkcji można stwierdzić, że urządzenia te są w zasadzie komputerami przystosowanymi do spełniania określonych funkcji związanych z komunikacją radiową. Rysunek 11 przedstawia przykładowe stacjonarne i przenośne programatory.



Rysunek 11 Stacjonarne i przenośne programatory RFID

Źródło: [GAO 2015], [Mobile Data Force 2015]

Można przyjąć, że do systemu RFID należą również bramki. Jednak bramki RFID są infrastrukturą dodatkową - niewymaganą do podstawowego działania systemu RFID. Mogą one być wyposażone w dodatkowe elementy jak np. czujnik laserowy uruchamiający działanie programatora.

2.1.3 Inne metody AIDC

Systemy automatycznej identyfikacji bazujące na metodach biometrycznych pozwalają na pobranie i identyfikację charakterystyk biologicznych takich, jak odcisk palca, wzorec siatkówki (rogówki) lub wzorec głosu, a nawet kształt dłoni czy obrys twarzy. Systemy takie są wykorzystywane najczęściej do autoryzacji dostępu do konkretnych zasobów fizycznych. Systemy te nie znalazły zastosowania w logistyce, w obszarze monitorowania przepływu towarów ze względu na brak możliwości przypisania biologicznych wzorców i właściwości do wszystkich towarów.

Jeszcze do niedawna bardzo popularną technologią stosowaną w sektorze bankowości była identyfikacja za pomocą paska magnetycznego, która stopniowo zastąpiona została w ostatnich latach technologią RFID [Janiak 2000, s. 168]. Pasek ten pozwala na przechowywanie danych wykorzystując właściwości magnetyczne miniaturowych cząstek magnetycznych. Dane są odczytywane przez odpowiednie głowice, zatem kontakt fizyczny z nośnikiem danych jest wymagany. Z tego względu paski takie ulegają wycieraniu i rozmagnesowaniu wraz z liczbą odczytów. Rozwiązanie tego typu nie jest popularne w obszarze monitorowania ruchu towarów ze względu na wymaganie fizycznego kontaktu oraz niebezpieczeństwo utraty danych

przez czynniki środowiskowe, które może spowodować przyspieszone rozmagnesowanie paska.

Wraz z rozwojem technologii informatycznych i popularyzowaniem się wysyłek dokumentów drukowanych powstały technologie pozwalające na skanowanie obrazów i przekształcanie je na tekst elektroniczny. Technologie OCR (Optical Character Recognition) oznaczają optyczne rozpoznawanie znaków z obrazu (zawierającego pismo ręczne, maszynowe lub tekstu drukowany) wytworzonego za pomocą skanera na tekst elektroniczny. W jednej z najbardziej rozwiniętych form OCR wykorzystuje mechanizmy sztucznej inteligencji, które pozwalają na poprawne rozpoznawanie znaków tekstowych. Uczące się sieci neuronowe wspierają proces rozpoznawania znaków i polepszają jego wyniki. Ze względu na względnie długi czas potrzebny do rozpoznania tekstu, wymaganie zainstalowania skanerów i niski współczynnik niezawodności na poziomie przekraczającym 90% technologia ta nie znalazła szerokiego zastosowania w obszarze działalności gospodarczej związanej z ruchem towarów ze względów praktycznych. Dla porównania należy zaznaczyć, że niezawodność odczytu kodów kreskowych jest bliska 100%.

Inteligentne karty czipowe (ang. smart card) są wyposażone w mikroukłady wspomagane przez mikroprocesor oraz elektroniczną pamięć. Karty takie są w zasadzie mikrokomputerami pozbawionymi źródła zasilania i urządzeń peryferyjnych. Międzynarodowy standard ISO 7816 reguluje rozmiary, kształt i elementy elektroniczne, które mogą być wyposażeniem takich kart. Inteligentne karty zapewniają o wiele większe możliwości, jeżeli chodzi o przechowywanie i zarządzanie danymi w porównaniu z prostszymi kartami pamięciowymi i kartami wyposażonymi jedynie w pasek magnetyczny. Umożliwiają one zarządzanie pamięcią w sposób podobny do organizacji dysków (pliki, foldery, rekordy). W pamięci urządzenia mogą być zapisane dane lub może dochodzić do wykonania określonego kodu programu. Przechowywane na karcie dane mogą być zabezpieczone przed nieautoryzowanym dostępem i zmianami. Funkcje obsługi pamięci, czyli odczyt, zapis i wymazanie mogą być połączone ze specyficznymi warunkami kontrolowanymi zarówno przez sprzęt, jak i oprogramowanie. Karty inteligentne nie mają w dzisiejszej rzeczywistości zastosowania w monitorowaniu ruchu towarów w przedsiębiorstwach ze względu na rozmiary i koszt wytworzenia oraz wymóg bezpośredniego kontaktu lub bardzo bliskiego sąsiedztwa z czytnikiem. Wykorzystywane są one szeroko, jako karty identyfikacyjne, kredytowe oraz jako portmonetki elektroniczne w systemach pieniądza

elektronicznego. W zasadzie to inteligentne karty elektroniczne, które są obsługiwane bezprzewodowo (bezdotykowo) były niejako pierwowzorem znaczników RFID, które są ich zminiaturyzowaną postacią.

2.2 Globalne identyfikatory dla ogniw łańcucha dostaw

Automatyczna identyfikacja jest technologią, która może być wykorzystywana w najróżniejszych gałęziach przemysłu. Jednak wraz z ruchem towarów w łańcuchach dostaw firmy muszą odpowiednio identyfikować towary. Gdyby każda firma dysponowała swoim schematem identyfikującym - numerem lub innym oznaczeniem - śledzenie towarów poruszających się w łańcuchach wymagałoby bardzo dużego wysiłku związanego z mapowaniem prywatnych identyfikatorów przypisywanych towarom poprzez różne przedsiębiorstwa. Aby uniknąć takiej sytuacji i związanych z nią niezgodności podczas integracji przedsiębiorstw w łańcuchach dostaw organizacja GS1 tworzy standardy dotyczące stosowania metod automatycznej identyfikacji i elektronicznej komunikacji, ułatwiając realizację procesów biznesowych. Organizacja GS1 powstała w wyniku połączenia EAN (European Article Numbering) i UCC (Uniform Code Council) w 2005 roku. Jest zarządzana przez użytkowników organizacją nonprofit niezależną od partnerów biznesowych. GS1 stanowi 108 organizacji krajowych, a globalne standardy i rozwiązania przez nią wypracowane są wdrażane poprzez ponad milion członków systemu [ILiM 2008]. Standardy wypracowywane przez organizację GS1 stanowią całość i noszą wspólną nazwę „System GS1”. W skład tego systemu wchodzi kilka głównych projektów:

- GS1 BarCodes – standardy dotyczące kodów kreskowych,
- GS1 eCom – standardy dotyczące elektronicznej wymiany danych,
- GS1 GDSN – standardy dotyczące synchronizacji danych,
- GS1 EPCglobal – standardy dotyczące wdrażania technologii RFID.

Swoją szczególną wartość system GS1 prezentuje w przygotowaniu do obsługi śledzenia ruchu towarów, ze względu na możliwość niepowtarzalnej, globalnej identyfikacji zarówno jednostek handlowych, jak i jednostek logistycznych, czy też partii towarów i lokalizacji. System GS1, który zwykle stanowi klucz integracji różnych systemów informatycznych przedsiębiorstw może być wykorzystany do automatyzacji śledzenia ruchu materiałów, towarów i produktów gotowych.

Podstawą systemu GS1 są identyfikatory:

- służący do identyfikacji jednostek handlowych: GTIN (Global Trade Item Numer - Globalny Numer Jednostki Handlowej) - oznaczenie jednostki handlowej (towaru, surowca, półfabrykatu, części) niepowtarzalne w skali światowej [kody kreskowe - EAN/UPC, ITF-14, UCC/EAN-128, RSS, złożone];
- służący do identyfikacji jednostek logistycznych: SSCC (Serial Shipping Container Code - Seryjny Numer Jednostki Wysyłkowej / Logistycznej) oznaczenie kodowe jednostki logistycznej, unikatowy w skali świata identyfikator wykorzystujący 18-cyfrową standardową strukturę numeru GS1 [kod kreskowy UCC/EAN-128];
- służący do identyfikacji lokalizacji fizycznej: GLN (Global Location Numer – Globalny Numer Lokalizacyjny) numer lokalizacyjny GS1 identyfikujący podmiot gospodarczego lub lokalizacji fizycznej w ramach podmiotu (kod kreskowy - UCC/EAN-128).

Identyfikatory GS1 są unikatowe w skali świata i jednocześnie są nieznaczące, gdyż nie przechowują żadnych informacji biznesowych. Zapewniają identyfikację poszczególnych obiektów łańcucha dostaw (produkty, palety, lokalizacje), nie zawierając żadnej informacji o nich. Dzięki stałej długości, określonej formatowi i wbudowanej cyfrze kontrolnej stanowią warstwę bezpieczeństwa i pozwalają na wykrywanie pomyłek.

Według zasad systemu GS1 jedna organizacja krajowa GS1 działa na terenie jednego kraju. Zajmuje się ona ustalaniem zasad funkcjonowania systemu GS1 w danym kraju i wprowadza szczegółowe rozwiązania w zakresie standardów w podmiotach zainteresowanych wdrożeniem. Do obowiązków takiej organizacji należy zarządzanie numerami identyfikacyjnymi przydzielanymi odpowiednim podmiotom. W Polsce funkcję organizacji krajowej pełni Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu (ILiM).

2.2.1 Identyfikacja partnerów biznesowych

Do jednoznacznej identyfikacji partnerów biznesowych w systemie GS1 wykorzystywany jest numer GLN. Jest on identyfikatorem lokalizacji oraz może być wykorzystany do oznaczenia jednostek prawnych przedsiębiorstwa (np.: działy, filie). Identyfikator GLN złożony jest z identyfikatora przydzielonego dla organizacji, właściwego numeru lokalizacji i cyfry kontrolnej. Identyfikowane mogą być

lokalizacje na różnym poziomie szczegółowości - zaczynając od centrali firmy i jej filii, poprzez działy i budynki, aż do konkretnych doków przeładunkowych czy półek magazynowych. W elektronicznej wymianie danych identyfikator ten jest wykorzystywany do jednoznacznej identyfikacji partnerów biznesowych oraz do identyfikacji konkretnych obiektów - np. miejsca dostawy towaru. Tabela 4 przedstawia strukturę identyfikatora GLN, który w zależności od potrzeb przedsiębiorstwa może mieć różne konfiguracje. Im dłuższy numer podmiotu gospodarczego tym mniejsza pula numerów szczegółowej lokalizacji, którą dysponuje firma.

Tabela 4 Struktura GLN

Prefiks GS1 PL	Numer podmiotu gospodarczego	Numer szczegółowej lokalizacji	Cyfra kontrolna
590	P1 P2 P3 P4	L1 L2 L3 L4 L5	K
590	P1 P2 P3 P4 P5	L1 L2 L3 L4	K
590	P1 P2 P3 P4 P5 P6	L1 L2 L3	K
590	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7	L1 L2	K
590	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8	L1	K
590	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9		K

Źródło: Na podstawie: [GS1 2015]

Prefix GS1 jest identyfikatorem krajowej organizacji GS1, która jest odpowiedzialna za nadanie danego identyfikatora. Numer podmiotu gospodarczego jest numerem przypisanym przez organizację GS1 dla danego przedsiębiorstwa. W zależności od potrzeb, firma otrzymuje do dyspozycji odpowiednią pulę numerów, w ramach której przydziela identyfikatory do konkretnych lokalizacji. Organizacja dysponująca własną pulą numerów GLN powinna informować swoich kontrahentów i partnerów o powiązaniach pomiędzy identyfikowanymi lokalizacjami i ich numerami. Spotykane są rozwiązania, gdzie na poziomie krajowym istnieją bazy numerów GLN. Aby zapewnić jednoznaczność numerów wykorzystywane są identyfikatory zastosowań (IZ). Identyfikator Zastosowań (IZ) - to kod, który nadaje znaczenie biznesowe dla danych następujących po nim. Dane występujące po IZ mogą zawierać znaki alfanumeryczne o długości do 30 znaków. Zależnie od wykorzystanego numeru IZ, pola danych są stałej lub zmiennej długości. I tak dla przykładu IZ 00 oznacza, że następuje po nim numer SSCC, po IZ – 01 numer GTIN, po IZ 10 – oznaczenie partii produkcyjnej, po IZ 15 – data minimalnej trwałości, po IZ 37 – liczba jednostek

handlowych w jednostce logistycznej. Dzięki wykorzystaniu identyfikatorów zastosowań w ramach systemu GS1, numery GLN i GTIN pozostają jednoznaczne nawet, jeśli zawierają dokładnie te same cyfry. Typowym zastosowaniem numerów GLN jest identyfikacja lokalizacji biorących udział w ruchu towarów: magazynu, wydzielonego obszaru w magazynie, półki magazynowej lub sklepowej, adres dostawy, hali produkcyjnej, całej firmy, czy też wydziału firmy.

2.2.2 Identyfikacja towarów i surowców

Numer GTIN jest identyfikatorem GS1 pozwalającym na identyfikację jednostek handlowych towarów. Składa się z prefiksu GS1, numeru przydzielonego dla przedsiębiorstwa, numeru przypisanego do jednostki handlowej i cyfry kontrolnej. W specyfikacji GS1 wyróżniane są 4 wersje numerów GTIN, mające różne zastosowania: GTIN-8, GTIN-12, GTIN-13 i GTIN-14. Wybór struktury numeru zależy od rodzaju towaru i zakresu aplikacji użytkownika.

GTIN-8 składa się z 7 cyfr zawierających prefiks GS1 i numer jednostki handlowej oraz cyfrę kontrolną. Wykorzystywany jest do oznakowywania małych przedmiotów z ograniczoną powierzchnią druku (np. drobne artykuły spożywcze, kosmetyczne). W tym identyfikatorze nie ma numeru przedsiębiorstwa - przypisanie takich numerów do konkretnych towarów następuje w krajowej organizacji GS1.

Tabela 5 Struktura GTIN 8

Prefiks GS1 PL	Oznaczenie jednostki	Cyfra kontrolna
590	T1 T2 T3 T4	K

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Wikipedia 2015]

GTIN-12 zawiera 12 cyfr zawierających prefiks GS1 US, numer jednostki handlowej oraz cyfrę kontrolną. Wykorzystywany jest w rzadkich przypadkach do standardowych towarów w szczególności podczas transakcji z kontrahentami w Stanach Zjednoczonych. Od ponad 10 lat firmy z USA akceptują już numery GTIN-13 i identyfikator GTIN-12 stał się w zasadzie nieużywany.

Tabela 6 Struktura GTIN 12

Prefiks GS1 US	Oznaczenie jednostki	Cyfra kontrolna
N1 N2 N3	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8	K

Źródło: [GS1 2015]

GTIN-13 to numer, który zawiera 13 cyfr. Składają się na niego prefiks GS1, numer firmy i numer jednostki handlowej oraz cyfra kontrolna. Wykorzystywany jest do oznaczania standardowych towarów.

Tabela 7 Struktura GTIN 13

Prefiks GS1 PL	Numer jednostki kodującej (numer firmy)	Oznaczenie jednostki	Cyfra kontrolna
590	J1 J2 J3 J4	T1 T2 T3 T4 T5	K
590	J1 J2 J3 J4 J5	T1 T2 T3 T4	K
590	J1 J2 J3 J4 J5 J6	T1 T2 T3	K
590	J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7	T1 T2	K

Źródło: [GS1 2015]

GTIN-14 jest identyfikatorem wykorzystywanym do oznaczeń jednostek towarów, które nie są bezpośrednio sprzedawane. Są to zwykle kartony lub skrzynki zawierające jednostki handlowe identyfikowane numerami niższego poziomu (GTIN-13, GTIN-12, GTIN-8). Dodatkowy znak odróżniający GTIN-13 od GTIN-14 to znak wskaźnika umieszczany na początku identyfikatora. Przyjmuje on wartości od 1 do 8 dla jednostek handlowych o stałej ilości, a wartość 9 dla jednostek handlowych o zmiennej ilości. Przy przydzielaniu tej cyfry należy uwzględnić rodzaj opakowania zbiorczego i liczbę zawartych w nim jednostek

Tabela 8 Struktura GTIN 14

Wskaźnik	Prefiks GS1 PL	Numer jednostki kodującej (numer firmy)	Oznaczenie jednostki	Cyfra kontrolna
1	590	J1 J2 J3 J4	T1 T2 T3 T4 T5	K
2	590	J1 J2 J3 J4 J5	T1 T2 T3 T4	K
3	590	J1 J2 J3 J4 J5 J6	T1 T2 T3	K
4	590	J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7	T1 T2	K

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [GS1 2015]

Identyfikatory GTIN mogą być umieszczane w znacznikach radiowych, ale najpopularniejszym ich zastosowaniem jest umieszczenie ich w kodzie kreskowym. W systemach ERP mogą być wykorzystywane w bazach danych, jako główne identyfikatory towarów firmy, a w ramach EDI numery te mogą być przesyłane w dokumentach elektronicznych. W ramach EDI identyfikatory ograniczają liczbę danych jaka musi być przesyłana ponieważ firmy nie muszą już umieszczać opisów

i nazw produktów. GTIN jest stabilnym, i globalnie uznanym standardem identyfikacji a jego zadaniem jest stworzenie identyfikatora, który jednoznacznie wskaże na informacje dotyczące danego produktu. Poprzez kompatybilną identyfikację usprawnia handel gdyż jednoznacznie identyfikuje różne poziomy pakuowania towarów, co z kolei ułatwia zarządzanie zapasami.

Identyfikator GTIN sam w sobie nie identyfikuje pojedynczej sztuki jednostki handlowej. Jest to identyfikator klasy jednostek handlowych. Dopiero zastosowanie odpowiedniego identyfikatora zastosowań (IZ) wraz z danymi dotyczącymi np. numeru seryjnego pozwala na zidentyfikowanie konkretnej sztuki jednostki handlowej. Identyfikator zastosowań jest umieszczany na kodzie kreskowym a po nim następują odpowiednie dane biznesowe - mogą to być np. numer seryjny lub data produkcji. W zależności od zastosowanych danych zmniejszają lub zwiększają się zbiory identyfikowanych produktów za pomocą numeru GTIN i odpowiedniego identyfikatora zastosowań.

2.2.3 Identyfikacja jednostek logistycznych

Aby zagwarantować niepowtarzalną identyfikację jednostek logistycznych wykorzystywane są numery SSCC - Seryjny Numer Jednostki Logistycznej (SSCC - Serial Shipping Container Code). Identyfikator SSCC towarzyszy jednostce logistycznej w całym cyklu jej życia. Identyfikowane jednostki mogą być dowolnego składu i przeznaczenia (przechowywanie lub transportu). SSCC zapewnia identyfikowalność i możliwość śledzenia w całym łańcuchu dostaw. Automatyczne skanowanie numeru SSCC związanego z każdą jednostką logistyczną umożliwia śledzenie fizycznie przemieszczanych towarów, dzięki połączeniu fizycznego ruchu i przepływu związanych z nimi informacji. Zastosowanie SSCC jest uzasadnione, gdy niezbędna jest identyfikacja pojedynczych jednostek logistycznych lub jeśli odbiorca towaru czy przewoźnik wymagają informacji powiązanych z przesyłką, aby zapewnić odpowiednie warunki przechowywania i transportu np. nieprzerywanie łańcucha chłodniczego, określony sposób przeładunku.

Jednostki logistyczne są dowolną kombinacją towarów. Mogą być spakowane w jeden karton, umieszczone razem na jednej palecie, ale mogą również wypełniać cały kontener czy cały samochód dostawczy. SSCC jest identyfikatorem takiej przesyłki, a szczegółowe informacje dotyczące znajdujących się wewnątrz elementów przechowywane są w systemach informatycznych.

Tabela 9 przedstawia możliwości konfiguracji numeru SSCC w zależności od puli numerów przypisanych do firmy (w zależności od długości numeru identyfikacyjnego firmy). Identyfikator SSCC złożony jest z cyfry uzupełniającej, numeru firmy, numeru jednostki logistycznej i cyfry kontrolnej.

Tabela 9 Struktura SSCC

IZ	Cyfra uzupełniająca	Prefiks GS1	Numer identyfikacyjny firmy	Indywidualny numer jednostki logistycznej	Cyfra kontrolna
00	D	590	J1 J2 J3 J4	S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9	K
00	D	590	J1 J2 J3 J4 J5	S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8	K
00	D	590	J1 J2 J3 J4 J5 J6	S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7	K
00	D	590	J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7	S1 S2 S3 S4 S5 S6	K

Źródło: [GS1 2015]

Przed właściwym numerem SSCC występuje identyfikator zastosowania z wartością 00, który wskazuje, że dane umieszczone za nim to właśnie numer SSCC. Cyfra uzupełniająca pozwala na poszerzenie zawartości numeru seryjnego w kodzie SSCC, co jednocześnie pozwala na powiększenie puli numerów.

Numer SSCC jest podstawowym identyfikatorem wykorzystywanym do umieszczania oznaczeń na etykiecie logistycznej, która wykorzystywana jest do oznaczania i monitorowania przepływu ładunków w postaci jednostek transportowych. Dane zawarte na etykiecie umieszczane są w dwóch reprezentacjach - czytelnej wzrokowo oraz w postaci zakodowanej w kodzie kreskowym - wykorzystywana jest symbolika GS1-128. Według badań GS1, w krajach skandynawskich około 90% etykiet na paletach w obszarze magazynowania i dystrybucji to etykiety zgodne z wytycznymi GS1. W Polsce zaledwie 4% uczestników systemu GS1 stosuje standardy etykiety [ILiM 2015].

Wdrożenie standardowej etykiety logistycznej przynosi szybki zwrot z inwestycji i wymierne korzyści, do których należy skrócenie czasu przyjęcia dostawy o ok 50% (przy wykorzystaniu elektronicznego awiza) w porównaniu do przyjęcia towaru realizowanego tradycyjnie [Frąckowiak 2009].

W ramach etykiety logistycznej można wyróżnić 3 obszary:

- obszar dostawcy zawierający informacje o zawartości jednostki logistycznej,
- obszar odbiorcy zawierający dane wymagane przez odbiorcę ładunku np. numer zamówienia,
- obszar przewoźnika zawierający dane wspierające transport, np. kod trasy.

Zgodnie z wytycznymi GS1 standardowa etykieta logistyczna zawiera numer SSCC, a przy reprezentacji kodowej umieszczony jest identyfikator zastosowania 00. Jeżeli w łańcuchu dostaw wykorzystywana jest elektroniczna wymiana danych to numer SSCC na etykiecie jest wystarczającym elementem, gdyż reszta informacji jest z nim połączona w ramach systemów informatycznych, które przyjmują informacje z komunikacji EDI. Jeżeli narzędzia takie są niedostępne lub nie nastąpiła pełna integracja systemów etykieta logistyczna może zawierać dodatkowe dane wymagane do obsługi przesyłki w łańcuchu dostaw. Te dodatkowe elementy informacyjne etykiety mogą zostać przedstawione w formie kodów kreskowych.

FREE INFORMATION	
e.g. Company Name of Sender, Address, Product Description, ...	
SSCC: 390123451234502013	
CONTENT: 9012345057879	COUNT: 160
BATCH/LOT: 887622	BEST BEFORE: 21.4.2008



(02)09012345057879(15)080421(37)0160



(00)390123451234502013(10)887622

Rysunek 12 przedstawia przykładowe informacje, jakie może zawierać etykieta logistyczna.



Rysunek 12 Etykieta logistyczna - przykład

Źródło: [Frąckowiak 2009]

Kody SSCC służą do śledzenia ładunków w wielu różnych branżach wspierając automatyzację kompletowania wysyłek, procesy dostawy i śledzenie towarów w trakcie ich przetwarzania. W typowym procesie biznesowym numer SSCC wykorzystywany jest w następujący sposób:

- a) przygotowanie jednostki towarowej i przypisanie jej kodu SSCC,
- b) wydruk numeru SSCC w postaci czytelnej i kodowej - etykieta i umieszczenie jej na jednostce towarowej,
- c) ścieżka towaru może być rejestrowana poprzez skanowanie numeru SSCC w każdym punkcie przeładunkowym,
- d) informacje dotyczące szczegółowej zawartości jednostki towarowej przesyłane są do kontrahenta za pomocą EDI np. w komunikacie awiza wysyłki,
- e) podczas dostawy odbiorca towaru skanuje etykietę logistyczną i sprawdza zgodność zawartości i informacji przesłanej za pomocą EDI.

Innym zastosowaniem kodów SSCC jest oznaczanie poszczególnych partii produktów za ich pomocą wspierając tym samym wewnętrzne śledzenie ruchu towarów i materiałów.

2.2.4 Inne identyfikatory

W powszechnym wykorzystaniu do zidentyfikowania wszelkich trwałych zasobów w danej organizacji (obiektów fizycznych, stanowiących pozycje wyposażenia w ramach środków trwałych) służą dwa identyfikatory GS1:

- Globalny Identyfikator Zasobów Zwrotnych - GRAI (Global Returnable Asset Identifier),
- Globalny Identyfikator Zasobów Indywidualnych - GIAI (Global Individual Asset Identifier).

Zasoby zwrotne to m. in. opakowania wielokrotnego użytku czy urządzenia służące do transportu, ale posiadające określoną wartość jak, np.: palety, butle gazowe, beczki, skrzynki. Identyfikowanie tych zasobów umożliwia ich śledzenie i rejestrację powiązanych danych i wydarzeń (np. powiązanie towar - paleta - czy określona partia towaru była transportowana za pomocą określonej palety).

Zasoby indywidualne to fizyczne obiekty identyfikowane w ramach organizacji (np. obiekty muzealne, komputery, wózki widłowe). Wykorzystanie takich identyfikatorów pozwala na dodanie kolejnej warstwy informacyjnej do procesów śledzenia ruchu towarów - np.: rejestrowanie informacji o tym, który wózek widłowy załadował konkretną partię towaru lub jaki pas transmisyjny był odpowiedzialny za sortowanie w centrum przeładunkowym.

Relacje usługowe identyfikowane są za pomocą globalnego numeru relacji usługowej - GSRN (Global Service Relation Number). Jest to unikalny i jednoznaczny numer identyfikujący dla usługodawcy, który pozwala na przechowywanie informacji związanych z usługą lub zbiorem usług świadczonych na rzecz usługobiorcy. GSRN może być wykorzystywany do identyfikacji relacji usługowej między innymi w następujących sytuacjach:

- świadczenie usług medycznych - identyfikacja pacjenta, zleconych badań, należności,
- programy lojalnościowe - odnotowanie nagród, upominków, zbieranych punktów,
- członkostwo w klubach - identyfikacja członków, praw dostępu do urządzeń, opłat.

GSRN podobnie jak GTIN nie identyfikuje pojedynczej usługi, jako jednostki handlowej, a oznacza pewną klasę usług.

Globalny numer identyfikacji wysyłki (GSIN - Global Shipment Identification Number) jest numerem nadawanym przez nadawcę ładunku, który identyfikuje logiczne zgrupowanie jednostek fizycznych do celów wysyłki transportowej. Identyfikator ten może być również wykorzystywany w komunikacji EDI, jako numer wysyłki czy listu przewozowego przez wszystkich partnerów w łańcuchu dostaw. Numer ten został zaproponowany przez WCO (World Customs Organisation) do jednoznacznego oznaczania listu przewozowego UCR (Unique Consignment Reference).

Globalny identyfikator przesyłki (GINC, Global Identification Number for Consignment) to numer nadawany przez przewoźnika do identyfikacji logicznego zgrupowania fizycznych jednostek logistycznych towarów, które są przez danego przewoźnika obsługiwane i przeznaczone były do transportu, jako całość. Numer może być również nadawany przez nadawcę po uprzednim uzgodnieniu schematu nadawania numerów z przewoźnikiem.

2.3 Elektroniczny kod produktu

Elektroniczny kod produktu (Electronic Product Code - EPC) jest standardem składni pozwalającej na tworzenie unikalnych identyfikatorów, które mogą być przypisywane obiektom fizycznym, jednostkom towarowym, lokalizacjom, czy innym identyfikowalnym obiektom, które występują w łańcuchach dostaw. Kanoniczną reprezentacją EPC jest URI (Universal Resource Identifier). Ujednolicony identyfikator zasobów jest standardem internetowym wprowadzonym za pomocą dokumentu RFC 2396, który definiuje sposób identyfikacji zasobów w sieci. Kody te mają różnorakie reprezentacje, do których należą między innymi formy binarne odpowiednie do wykorzystania w identyfikacji radiowej (RFID) oraz formy tekstowe, które pozwalają na współdzielenie danych pomiędzy systemami informatycznymi przedsiębiorstw. Standard danych znacznika EPC GS1 (EPC TDS - Tag Data Standard) definiuje format danych kodu EPC oraz zapewnia schematy kodowania i numerowania również dla identyfikatorów GS1 w ramach EPC [GS1 2014]. Po zakodowaniu unikalnych EPC w ramach znaczników RFID możliwy jest odczyt danych za pomocą fal radiowych nawet na dystansie ponad 10 metrów i bez bezpośredniej widoczności elementu identyfikowanego. To właśnie te główne cechy technologii RFID mogą poprawić widoczność w łańcuchu dostaw oraz poprawić dokładność magazynową. Elektroniczny

kod produktu został zaprojektowany tak, że jest uniwersalnym i unikalnym identyfikatorem w skali świata bez względu na czas jego istnienia. Obecnie identyfikatory EPC obsługują 7 spośród identyfikatorów systemu GS1 oraz identyfikator ogólny i identyfikator EPC. Kody te mogą być wykorzystywane nie tylko w ramach technologii RFID i odpowiednich znaczników. Mogą być konstruowane na podstawie optycznie rozpoznawanych nośników informacji takich, jak kody kreskowe jednowymiarowe i dwuwymiarowe (np. Data Matrix). Kanoniczna reprezentacja kodu EPC jest agnostyczna w stosunku do technologii symboliki zastosowanej do połączenia identyfikatora z obiektem fizycznym.

EPC został zaprojektowany tak, aby sprostać potrzebom różnych gałęzi gospodarki i zagwarantować jednoznaczność wszystkich oznaczeń zgodnych z EPC. Niektóre z istniejących identyfikatorów GS1 są bezpośrednio gotowe na transformację w EPC - np. GRAI, który identyfikuje indywidualne obiekty. Niestety w przypadku GTIN identyfikowana jest klasa obiektów a nie indywidualna instancja tego obiektu. Dlatego aby zapewnić unikalność w EPC wykorzystywany jest SGTIN, który łączy w sobie numer GTIN i unikalny numer seryjny.

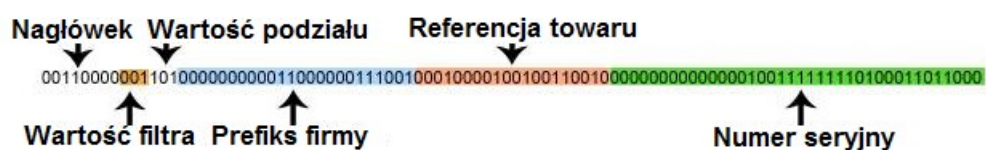
Zgodnie ze standardem GS1 ogólna składnia dla kodu EPC zawierającego SGTIN definiowana jest w następujący sposób:

urn:epc:id:sgtin:CompanyPrefix.ItemRefAndIndicator.SerialNumber

Przykład zawierający dane biznesowe:

urn:epc:id:sgtin:0614141.112345.400

Specyfikacja EPC integruje w sobie istniejące schematy kodowania i definiuje nowe dla elementów, które tego wymagają. Każdy schemat kodowania w ramach EPC jest rozróżniany za pomocą odrębnej przestrzeni nazw. W notacji URI przestrzenie takie są umieszczane za pomocą prefiksów URI takich, jak urn:epc:id:sgtin czy urn:epc:id:sscc. W kodowaniu binarnym identyfikatora EPC przestrzeń nazw jest natomiast wskazywana przez wykorzystanie nagłówka binarnego (zwykle to pierwsze 8 bitów kodowania identyfikatora EPC). Rysunek 13 przedstawia przykład binarnego kodowania w ramach EPC, które zawiera kod GTIN oraz numer seryjny dla produktu.



Rysunek 13 EPC - binarna reprezentacja kodu SGTIN-96

Źródło: [Bar Code Graphics 2017]

Można przypuszczać, że znaczniki EPC nie zastąpią w pełni identyfikatorów przedstawianych w kodach kreskowych i etykiet tekstowych ze względu na prawne obowiązki producentów, które wymagają trwałych i bezpiecznych oznaczeń na produktach. EPC oraz technologia RFID wspomagają natomiast identyfikację towarów pod względem efektywności i szybkości działania. We wdrożeniach RFID nie jest wymagany bezpośredni kontakt pomiędzy znacznikiem a czytnikiem - nie musi być zachowana linia wzroku, zatem można np. odczytać zawartość kartonu bez ręcznego odpakowywania go.

EPC jest produktem, który powstał w wyniku pracy konsorcjum ponad 120 globalnych korporacji i laboratoriów uniwersyteckich pod nadzorem MIT Auto-ID Center. Obecnie jest zarządzany przez EPCglobal Inc., która jest filią GS1. Jest to komponent sieci EPCglobal. Większość obecnie wdrożonych znaczników RFID EPC jest zgodnych z normą ISO/IEC 18000-6C. EPC w wersji 1.3 zawierał następujące schematy kodowania:

- General Identifier (GID): GID-96,
- Serialized Global Trade Item Number (SGTIN): SGTIN-96, SGTIN-198,
- GS1 Serial Shipping Container Code (SSCC): SSCC-96,
- GS1 Global Location Number (GLN): SGLN-96, SGLN-195,
- GS1 Global Returnable Asset Identifier (GRAI): GRAI-96, GRAI-170,
- GS1 Global Individual Asset Identifier (GIAI): GIAI-96, GIAI-202,
- DOD Construct DoD-96.

W wersji 1.4 dodano dwa nowe schematy kodowania:

- Global Service Relation Number (GSRN): GSRN-96,
- Global Document Type Identifier (GDTI): GDTI-96.

W listopadzie 2014 utworzona została najnowsza wersja standardu - Tag Data Standard opatrzona numerem v1.9, która zawiera również definicję formatu banku pamięci identyfikatora znaczników (TID).

2.3.1 EPC Information Services (EPCIS)

EPCIS jest standardem EPCglobal zaprojektowanym, aby zapewnić współdzielenie danych EPC w ramach przedsiębiorstwa lub pomiędzy organizacjami. Współdzielenie danych pozwala na uzyskanie wspólnego przeglądu na temat sytuacji związanej z obiektami wyposażonymi w znaczniki EPC w ujęciu biznesowym. Wstępna wersja standardu EPCIS została uzgodniona 12 kwietnia 2007 roku i definiowała podstawowe elementy związane z wymaganiami zdefiniowanymi przez społeczność EPCglobal. W takiej postaci EPCIS może być wykorzystywany w każdym wdrożeniu i w dowolnej gałęzi przemysłu. Standard ten wyposażony jest w mechanizmy rozszerzania tak, aby użytkownicy i grupy gospodarcze mogły wdrażać specyficzne implementacje i obsługiwać nietypowe wymagania.

Standard EPCIS definiuje interfejsy umożliwiające uzyskiwanie danych EPC i w dalszej kolejności wykonywanie zapytań z wykorzystaniem zestawu operacji serwisowych i powiązanego modelu danych. Pobieranie danych EPC i wykonywanie zapytań w typowym wdrożeniu opiera się o tworzenie baz danych jednak w modelu wymiany informacji pomiędzy aplikacjami, wymiana danych może nastąpić z pominięciem baz danych. Standard EPCIS definiuje jedynie interfejsy pomiędzy aplikacjami, które odpowiedzialne są za odczytywanie danych EPC oraz te interfejsy, które pozwalają na dostęp do tych danych i wykonywanie odpowiednich operacji. Standard nie opisuje, w jaki sposób operacje serwisowe i bazy danych powinny być zaimplementowane. Interfejsy zapewniają interoperacyjność a wdrożenia pozwalają na zachowanie elastyczności i tworzą pole do konkurencji.

EPCIS jest odmienny od pozostałych elementów architektury EPCglobal w trzech głównych aspektach:

- EPCIS obsługuje jedynie dane historyczne - niższe warstwy standardu obsługują jedynie przetwarzanie danych EPC w czasie rzeczywistym,
- EPCIS pozwala na więcej niż zwykłe obserwacje EPC włączając znaczenie relatywne do świata fizycznego i określonych faz procesu biznesowego. Niższe warstwy standardu pozwalają jedynie na prowadzenie obserwacji.

- EPCIS w typowych zastosowaniach jest stosowany w bardziej skomplikowanym i zróżnicowanym środowisku informatycznym niż niższe warstwy architektury EPCglobal. Powodowane jest to przez zestaw czynników: wymaganie dotyczące współdzielenia danych EPCIS pomiędzy przedsiębiorstwami, które najprawdopodobniej mają inne rozwiązania IT, stała natura danych EPCIS, postrzeganie danych EPCIS, jako naturalnego punktu wejścia do innych systemów informatycznych organizacji.

Architektura EPCglobal definiuje listę ról i standardów związanych z kodami EPC:

- EPCIS aplikacja pobierająca dane (EPCIS Capturing Application): nadzoruje działanie elementów architektury niższego poziomu i dostarcza informacji na temat kontekstu biznesowego poprzez koordynację z innymi źródłami informacji, które biorą udział w określonym kroku procesu biznesowego.
- EPCIS aplikacja dostępowa (EPCIS Accessing Application): jest odpowiedzialna za wykonywanie ogólnych procesów biznesowych przedsiębiorstwa ze wsparciem danych powiązanych z EPC.
- Repozytorium EPCIS (EPCIS-enabled Repository): Przechowuje zdarzenia z poziomu EPCIS i udostępnia je do wykonywania zapytań przez aplikację dostępową.
- Aplikacja partnerska (Partner Application): System partnera handlowego, który pełni tę samą rolę, jak aplikacja dostępowa, ale jest zlokalizowany na zewnątrz sieci organizacji odpowiadającej na zapytania.

W ramach architektury EPCIS zdefiniowane zostały trzy interfejsy. Pierwszy z nich jest interfejsem pozyskiwania informacji (EPCIS Capture Interface), który definiuje dostarczanie informacji na temat zdarzeń z aplikacji pobierających dane do repozytoriów i do aplikacji dostępowych oraz do aplikacji partnerskich. Drugi interfejs zajmuje się kontrolą zapytań (EPCIS Query Control Interface) nadzorując operacje, w których aplikacje dostępowe i aplikacje partnerskie mogą wykorzystać, aby pozyskać dane EPCIS po ich odczytaniu pierwotnym. W ramach tego interfejsu można definiować zapytania na dwa sposoby: pierwszy jest połączeniem bezpośrednim na żądanie a drugi jest subskrypcją na realizowanie zapytania periodycznego. Rezultaty zapytań na żądanie oraz periodycznych są dostarczane asynchronicznie do odbiorców z wykorzystaniem trzeciego interfejsu odpowiedzi na zapytanie (EPCIS Query Callback Interface).

W standardzie EPCIS zdefiniowane są dwa typy danych - dane dotyczące zdarzeń (event data) oraz dane ogólne (master data). Dane dotyczące zdarzeń powstają podczas realizacji procesów biznesowych i są zapisywane poprzez interfejs pozyskiwania informacji i publikowane do zapytań przez interfejs kontroli zapytań. Dane ogólne są dodatkowymi informacjami, które dostarczają koniecznego kontekstu wymagane do interpretacji danych dotyczących zdarzeń.

Pozyskiwanie informacji w ramach EPCIS wykonywane jest z wykorzystaniem standardu interfejsu nazywanego protokołem odczytu (Reader Protocol). Jest to protokół umożliwiający komunikację pomiędzy urządzeniem, które może odczytywać i zapisywać dane w znacznikach RFID (programator) i oprogramowaniem.

Praktyczne wykorzystanie EPCIS jest konstruowane w dwóch modelach. W pierwszym z nich EPCIS funkcjonuje, jako warstwa współdzielenia i przechowywania informacji w łańcuchu dostaw. Przykładem są norweskie łańcuchy dostaw żywnościowych, gdzie EPCIS jest wykorzystywane do zbierania informacji o towarach, które są przemieszczane w łańcuchu za pomocą palet. Każda paleta rejestruje produkty, które na niej leżały. W drugim modelu EPCIS jest sercem architektury bazującej na zdarzeniach, a aplikacje informatyczne w przedsiębiorstwach bazują na informacjach przekazywanych przez EPCIS. W ten sposób ułatwione jest również współdzielenie informacji pomiędzy różnymi systemami i pomiędzy różnymi organizacjami. W takim modelu można poznać pełen obraz fizycznego obrotu różnych obiektów identyfikowanych, które poruszają się w ramach realizacji procesów biznesowych. EPCIS jest w takim modelu wykorzystywany do rejestracji informacji logistycznej, nadzoru cyklu życia towarów i do pozyskiwania informacji z sensorów środowiskowych.

Od publikacji standardu EPCIS w sierpniu 2006 roku powstało już wiele implementacji EPCIS, wśród których można zauważyć przejście z modelu klient-serwer do modelu opartego na rozwiązaniach w chmurze obliczeniowej.

3 ROZDZIAŁ TRZECI: TRACEABILITY

Ogólna definicja pojęcia traceability jest podana w normie [ISO 8402:1994], gdzie pojęcie to definiowane jest jako: *the ability to trace the history, application or location of an entity by means of recorded identifications*. Jest to zatem zdolność śledzenia historii, wykorzystania czy lokalizacji pewnej jednostki za pomocą środków rejestrowanej identyfikacji. W nowszej normie [ISO 9000:2000], pojęcie traceability ma mniej specyficzną definicję: *the ability to trace the history, application or location of that which is under consideration*. Zatem traceability jest rozumiane, jako zdolność śledzenia historii, wykorzystania i lokalizacji tego, co jest przedmiotem rozważań. W obu przypadkach umieszczone zostały dodatkowe klauzule stwierdzające, że w odniesieniu do produktów traceability pociąga za sobą możliwość prześledzenia pochodzenia materiałów i części, historii przetwarzania oraz dystrybucji, a następnie lokalizację produktu po dostarczeniu. Definicja, która powstała w 2000 roku pojęcie „rejestrowanej identyfikacji” nie jest wykorzystywane, co oznacza, że zgodnie z normą ISO 8402 metody i instrumenty, które podają wartości na temat własności jednostek (np. dla towarów spożywczych urządzenia, które mierzą poziom tłuszczu, wody, kolor itd) nie są zgodne z definicją traceability, a według normy ISO 9000 przeciwnie - są zgodne z definicją. Dla branży spożywczej to starsza definicja ma szersze zastosowanie a metody i instrumenty dostarczające pomiarów są uważane, jako źródło mechanizmów kontrolnych dla traceability, które pozwalają na kontrolę zapisów w rejestrowanej identyfikacji.

Traceability w ramach przemysłu spożywczego jest definiowane, jako *zdolność do śledzenia ruchu produktów żywnościowych przez określone stadia produkcji, przetwarzania i dystrybucji*. Zdolność do śledzenia jest tutaj rozumiana, jako możliwość śledzenia produktów w przód i w tył łańcucha dostaw. Ruch produktów może być rozumiany, jako pochodzenie materiałów, historię przetwarzania czy dystrybucji [FMRIC 2007]. W dokumentacji francuskiej organizacji normalizacyjnej AFNOR (fr. Association Française de Normalisation) traceability w rolnictwie i przetwórstwie żywności jest rozumiana w dwóch kombinacjach: produkt/proces oraz produkt/lokalizacja [AFNOR 2016]. Jest to przepływ substancji i związanych z nimi informacji. W ramach dokumentu ISO 22005:2007 traceability to zdolność śledzenia

ruchu żywności i towarów żywnościowych przez określone stadia produkcji, przetwarzania i dystrybucji [ISO 22005:2007].

Zgodnie z rozporządzeniem Unii Europejskiej [EC 2002] *traceability* zdefiniowane zostało, jako: *zdolność śledzenia drogi żywności, paszy, zwierzęcia hodowlanego lub substancji przeznaczonej do dodania lub która może być dodana do żywności lub paszy na wszystkich etapach produkcji, przetwarzania i dystrybucji*. W tej definicji szczegółowo określono, co ma być śledzone, jednak wszystkie te definicje mają pewną słabość - wykorzystują określenie *śledzenia*, które w dokumentach definiujących nie zostało sprecyzowane. W wielu kontekstach i pozycjach angielskojęzycznych śledzenie jest określane przez wyrazy bliskoznaczne: *trace*, *track*, czy też *follow*. Według dokumentacji GS1, śledzenie w rozumieniu pojęcia *trace* jest rozumiane, jako zdolność identyfikacji pochodzenia i składników produktu (podczas poruszania się w górę łańcucha dostaw), podczas gdy śledzenie w rozumieniu *track* oznacza możliwość identyfikacji dystrybucji i lokalizacji (podczas poruszania się w dół łańcucha dostaw).

Ciekawe i wydaje się, że najbardziej pełne podejście dotyczące definiowania *traceability* w ujęciu pojęć *track* i *trace* zostało przedstawione w podręczniku 7.1 programu EDES¹² [EDES 2012]. Zgodnie z informacjami EDES *traceability* stara się osiągnąć dwa różne i uzupełniające się cele. Wymaga zatem rozróżnienia co najmniej dwóch różnych pojęć:

- *traceability* logistyki produktu: możliwość zlokalizowania produktu w czasie i przestrzeni. Pojęcie *tracking* wypełnia cele operacyjne fizycznego śledzenia produktu aż do jego ostatecznego przeznaczenia lub osiągnięcia końca cyklu życia. Ten rodzaj śledzenia będzie typowo wykorzystywany w przypadku wycofywania produktu z rynku. Śledzenie w ujęciu *tracking* udziela odpowiedzi na pytania: „gdzie” i „kiedy”.

¹² EDES, program stworzony, aby przeprowadzić inicjatywę UE na rzecz poprawy standardów bezpieczeństwa żywności w krajach rozwijających się, otrzymał 29,5 mln euro finansowania na współpracę z państwami Afryki, Karaibów i Pacyfiku, aby zapewnić, że żywność, którą produkują spełnia aktualne standardy bezpieczeństwa żywności w UE.

- traceability zawartości produktu: możliwość dostarczenia wszelkich informacji dotyczących cyklu życia produktu (pochodzenie składników¹³, operacje przetwarzania, uzupełniające komponenty). Śledzenie w takim ujęciu jest procesem jakościowym. Może być procesem zastosowanym, aby znaleźć przyczynę problemu jakości, w celu sprawdzenia zgodności podanych cech produktu. Śledzenie w ujęciu *tracing* odpowiada na pytania: „co?”, „z czego?”, „jak?”, „przez kogo?” i „dlaczego?”.

Pomimo niejasności i braku literaturowej definicji słowa „śledzenie” w ujęciu *trace* czy *track* koncepcja traceability jest jasna. Każde ogniwo łańcucha dostaw rejestruje czynności wykonywane w stosunku do produktu i zapewnia mechanizmy dostępu do tych informacji.

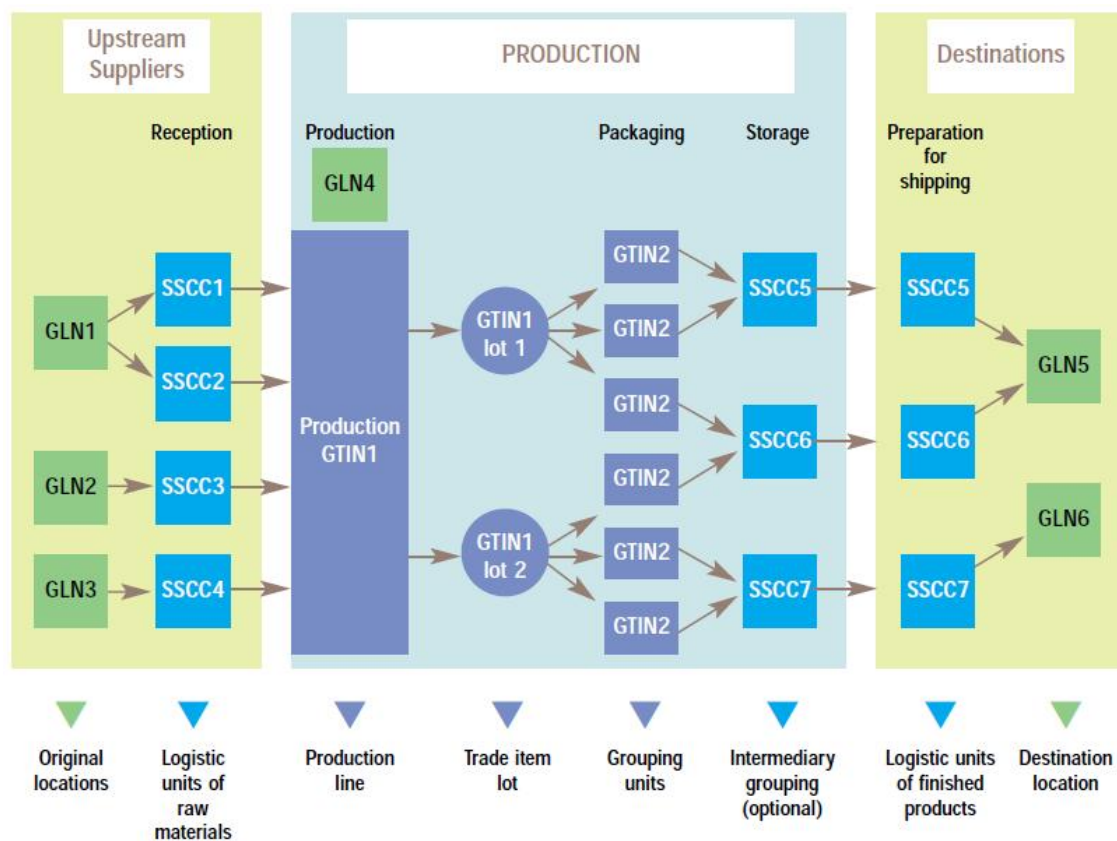
3.1 Traceability w łańcuchu dostaw

Traceability w łańcuchu dostaw jest rezultatem dwóch odrębnych procesów biznesowych określanych, jako traceability zewnętrzne i wewnętrzne. Traceability zewnętrzne obejmuje możliwość jednoznacznego wskazania produktu i informacje transportowe dotyczące ruchu towarów pomiędzy partnerami [GS1 2007]. Traceability wewnętrzne natomiast obejmuje swoim zakresem zdolność organizacji do identyfikacji połączenia towarów wykorzystywanych jako składniki z produktami końcowymi, jeśli w danym ogniwie łańcucha dostaw następuje wytworzenie nowego produktu [GS1 2007].

Rozpatrując transformację produktu w łańcuchu dostaw istnieją dwa typy ogniw. W pierwszym istniejący proces produkcyjny jest sekwencją działań transformujących zestaw surowców, części, dodatków i komponentów w jeden określony produkt końcowy [Jansen-Vullers van Dorp i Beulens 2003]. W przemyśle spożywczym do takich typów ogniw należą też miejsca przerobu towarów spożywczych jak np. rzeźnia. Drugim typem ogniw występujących w łańcuchach dostaw są miejsca, w których produkt nie podlega transformacjom - typowo są to stadia dystrybutora czy detalisty. Global Traceability Standard stworzony przez GS1 zdefiniował wytyczne dotyczące traceability dla obu tych typów ogniw. Rysunek 14

¹³ Dla przemysłu spożywczego to dodatkowo śledzenie składników składających się na żywność, nasiona lub sadzonki, operacje uprawy, wejścia wykorzystywane w produkcji, pasza dla zwierząt, usługi weterynaryjne, zabiegi fitosanitarne, operacje przetwarzania i inne.

prezentuje graficznie sposób powiązania informacji na temat surowców i produktów gotowych, który wraz z zastosowaniem odpowiednich wytycznych pozwala na zachowanie informacji traceability.



Rysunek 14 Zarządzanie danymi traceability w środowisku produkcyjnym

Źródło: [GS1 Malezja 2015]

Zarządzanie identyfikacją w środowisku produkcyjnym charakteryzuje się następującymi cechami:

- kilka lokalizacji dostawców (identyfikowane numerami GLN 1-3), którzy dostarczają surowce i materiały (identyfikowane numerami SSCC 1-4),
- w obszarze przyjęcia towarów surowce są magazynowane lub przekazywane do procesu produkcyjnego,
- w obszarze produkcyjnym (identyfikowanych numerem GLN 4), jednostki konsumenckie (identyfikowane numerem GTIN 1) są wytwarzane w odrębnych partiach (każda identyfikowana odrębnym numerem partii).

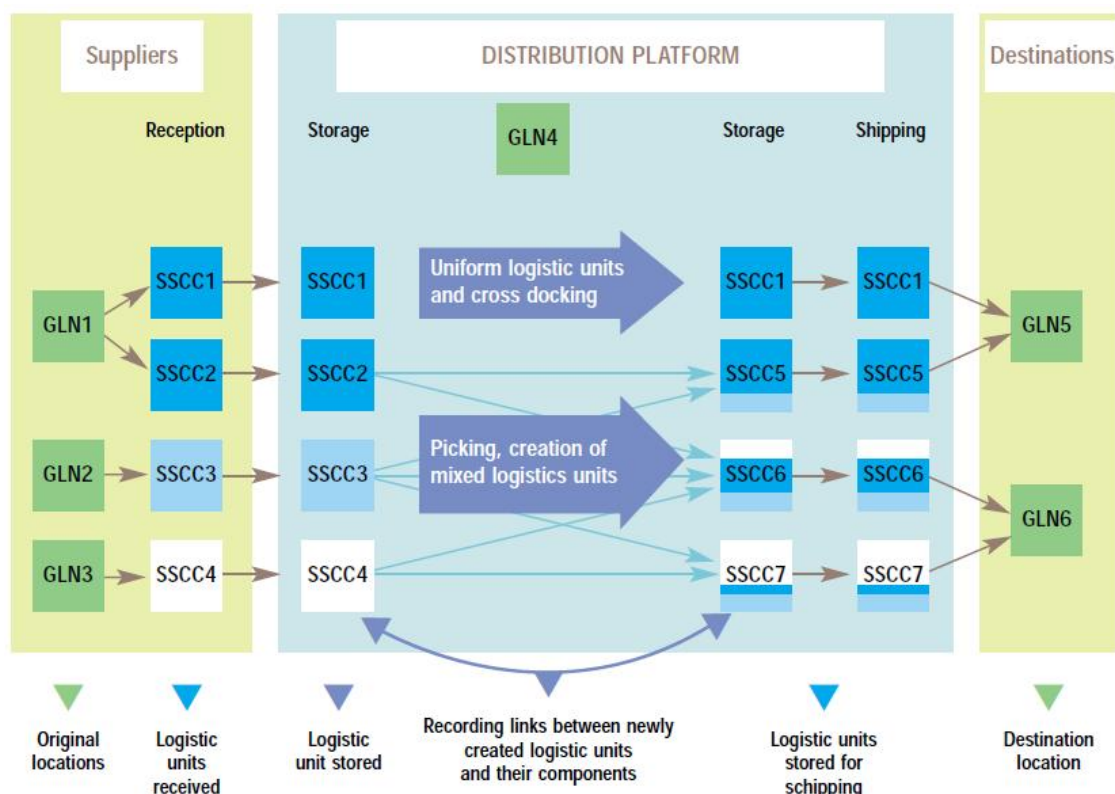
- w obszarze pakowania, jednostki konsumenckie (identyfikowane numerem GTIN 1 oraz numerami partii) są pakowane w standardowe jednostki grupujące, np. w kartony (identyfikowane numerem GTIN 2),
- w kolejnych dwóch obszarach magazynowania i przygotowania do transportu tworzone są palety (identyfikowane numerami SSCC 5-7), które są następnie wysyłane do lokalizacji klientów (identyfikowanych numerami GLN 5-6).

Kluczowe zasady dotyczące zachowania informacji traceability w środowisku produkcyjnym dotyczą kilku obszarów tego środowiska. W obszarze przyjęcia numery SSCC lub inne identyfikatory przychodzących palet są rejestrowane i łączone z identyfikatorami dostawcy np. GLN. Przy każdej zmianie miejsca położenia palety jej identyfikator jest łączony z identyfikatorem nowego miejsca z zachowaniem całej historii lokalizacji (np. przejście do magazynu, przejście do produkcji).

W obszarze produkcji numery SSCC palet wraz z numerami GTIN i numerami partii materiałów i surowców wykorzystanych w procesie produkcyjnym są rejestrowane i łączone z identyfikatorem produktu finalnego np. GLN i jego numerem partii. W ostatnim stadium procesu produkcyjnego tworzone są standardowe opakowania produktów np. kartony, które otrzymują nowy identyfikator GTIN połączony z numerem partii produkcyjnej.

W obszarze pakowania, przechowywania oraz transportu numery GTIN standardowych opakowań zbiorczych są łączone z numerami SSCC palet, na których są wysyłane do kontrahentów. Identyfikatory palet są z kolei łączone z lokalizacjami, do których są wysyłane - GLN.

Rysunek 15 przedstawia graficzną prezentację koncepcji zarządzania informacjami traceability w środowisku dystrybucyjnym zgodną ze standardem GS1. W rozpatrywanej sytuacji towary wewnątrz przedsiębiorstwa nie podlegają transformacji.



Rysunek 15 Zarządzanie danymi traceability w środowisku dystrybucyjnym

źródło: [GS1 Malezja 2015]

Zarządzanie identyfikacją w środowisku dystrybucyjnym charakteryzuje się następującymi cechami:

- kilka lokalizacji dostawców (identyfikowanych numerami GLN 1-3), które dostarczają produkty gotowe (identyfikowane numerami SSCC 1-4),
- w centrum dystrybucji (identyfikowanym numerem GLN 4) w obszarze przyjęcia palety są przechowywane i przekazywane do procesu komisjonowania,
- w procesie komisjonowania zamówienia są kompletowane poprzez wysłanie palet jednorodnych lub poprzez tworzenie palet mieszanych. W przypadku palet jednorodnych numer SSCC jest przekazywany dalej w niezmienionej formie, a dla palet utworzonych (mieszanych) przypisywane są odrębne identyfikatory SSCC (5-7) z produktami pochodzącymi z palet identyfikowanych numerami SSCC 2-4.
- w ostatnich dwóch krokach procesu - podczas przechowywania i przygotowania do transportu, zarówno palety jednorodne (identyfikowane numerem SSCC 1),

jak i mieszane (identyfikowane numerami SSCC 5-7) są wysyłane do klientów, a lokalizacje do wysłania towarów identyfikowane są numerami GLN (5-6).

Kluczowe zasady dotyczące zachowania informacji traceability w środowisku dystrybucyjnym dotyczą różnych obszarów tego środowiska. W zakresie przyjęcia towarów numery SSCC palet przychodzących są rejestrowane wraz z połączeniem z numerami GLN dostawców. Przy każdej zmianie miejsca położenia palety jej identyfikator jest łączony z identyfikatorem nowego miejsca z zachowaniem całej historii lokalizacji (np. przejście do magazynu, przekazanie do komisjonowania, przekazanie do dystrybucji).

W obszarze komisjonowania i dystrybucji numery SSCC niezmodyfikowanych palet przekazanych do dystrybucji z obszaru magazynowania, czy też przekazane za pomocą cross-dock bez operacji magazynowania, są rejestrowane i łączone z numerami GLN lokalizacji odbiorcy. Nowe palety zawierające standardowe opakowania zbiorcze pochodzące z palet dostawców otrzymują odrębne numery SSCC, które są łączone z numerami SSCC palet towarów wykorzystanych przy ich kompletacji. Jeśli jest to możliwe to zachowane jest również połączenie z numerami GTIN towarów oraz ich numerami partii. Połączenie takich ilości informacji może być kłopotliwe i wymagać dużego obciążenia i tak jak w przypadku procesu produkcyjnego nieopłacalne może okazać się identyfikowanie pojedynczej sztuki produktu finalnego, tak w przypadku centrum dystrybucyjnego nieopłacalne może być przechowywanie wszystkich połączeń informacyjnych. W przypadku przedsiębiorstw dystrybucyjnych wprowadza się pojęcie *okna czasowego*, którego długość jest definiowana przez każdą firmę indywidualnie. Okno czasowe pozwala na zastosowanie mniejszego stopnia dokładności traceability dla towarów. Nowe palety utworzone w pewnym oknie czasowym są łączone z paletami wykorzystanymi w tym samym okresie. Numer SSCC jest rejestrowany i łączony z numerem GLN lokalizacji odbiorcy.

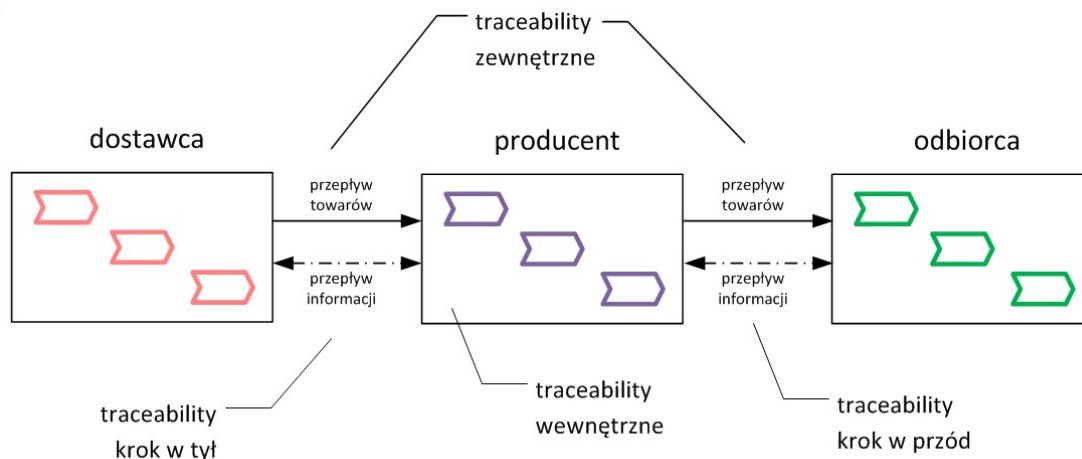
Wytyczne GS1 dotyczą w takim ujęciu raczej procesu traceability zewnętrznego i śledzenia przepływu towaru wzdłuż łańcucha dostaw. Zachowane jest połączenie pomiędzy towarami opuszczającymi przedsiębiorstwo, a surowcami i materiałami wykorzystanymi w procesie produkcji czy kompletacji zamówienia, ale większość danych dotyczących wewnętrznych procesów przedsiębiorstwa nie jest w wytycznych GS1 brana pod uwagę. Wytyczne GS1 mogą być oczywiście uogólnione i zamiast specyficznych dla tego standardu identyfikatorów wykorzystywane mogą być inne

mechanizmy jednak wykorzystanie standardów globalnych jest rekomendowane ze względu na transparentność identyfikatorów w całym łańcuchu dostaw.

W 1990 roku J. Bertrand zdefiniował proces produkcyjny, jako sieć kroków produkcyjnych, które są agregowane w operacje dla celów kontroli produkcyjnej [Bertrand Wortmann i Wijngaard 1990]. Operacje są wykonywane w jednostkach pojemności (*capacity units*). Operacje produkcyjne wykonywane są z uwzględnieniem różnych zmiennych, które wpływają na jakość wyniku każdej z operacji. Na potrzeby traceability wymagane jest rejestrowanie zarówno tych zmiennych, jak i ich wartości dla poszczególnych operacji. Należy również rejestrować jednostki pojemności, w których wykonane zostały operacje produkcyjne. Operacje produkcyjne definiowane są, jako „czarne skrzynki” z określonymi charakterystykami, które nie mogą być zmieniane wewnętrznie. Rozbieżności na poziomie wejść materiałowych lub warunków operacji mogą powodować rozbieżności na poziomie produktów. Jednak znając odchylenia od normy surowców i rejestrując warunki operacji można z pewnym poziomem pewności określić odchylenia od normy produktów wynikowych [Bertrand Wortmann i Wijngaard 1990]. Zatem wiedza na temat zmiennych wpływających na operacje produkcyjne jest ważna z punktu widzenia traceability. W szczególności jej znaczenie podkreślane jest w przemyśle spożywczym, gdzie zmienne mogą obejmować temperaturę hodowli, lekarstwa, jakie zostały podawane zwierzętom czy informacje o zastosowanej karmie. Z punktu widzenia traceability należy zatem rejestrować jednostki pojemności, ponieważ odchylenia od jakości mogą być związane z warunkami panującymi w takiej jednostce np. substancje chemiczne znajdujące się w glebie, czy też w wodzie. W ten sposób zdefiniowane wytyczne rejestrowania informacji traceability mogą mieć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu. Zalecane jest również rejestrowanie obserwacji, które zawiera trzy argumenty: lokalizację, datę i czas, identyfikator towaru. Z wykorzystaniem tych argumentów można odpowiednio określać dane traceability w powiązaniu z różnymi lokalizacjami, jakie produkt może zajmować podczas przechodzenia przez łańcuch dostaw.

W literaturze przedmiotu [FMRIC 2007] można odnaleźć jeszcze pojęcia dotyczące traceability „krok wstecz” (ang. one-step-back traceability) oraz „krok w przód” (ang. one-step-forward traceability). Pierwsze z tych pojęć oznacza zdolność do identyfikacji dostawcy odpowiednich materiałów, a drugie zdolność do identyfikacji kupującego produktu. Pojęcia te są zatem składowymi traceability zewnętrznego. Rysunek 16 przedstawia na uproszczonym schemacie łańcucha dostaw relacje

między różnymi ujęciami traceability. Połączenie traceability wewnętrznego oraz zewnętrznego stosowanego na poziomie każdego ogniwa łańcucha dostaw pozwala na zdefiniowanie pojęcia traceability łańcucha dostaw [FMRIC 2007].



Rysunek 16 Traceability - różne ujęcia

Źródło: Opracowanie własne.

Pod pojęciem systemu traceability należy rozumieć zestaw mechanizmów, który zapewnia identyfikację, zachowanie połączeń pomiędzy informacjami, pobieranie i przechowywanie informacji oraz jej weryfikację [FMRIC 2007]. System traceability jest zatem zbiorem zasad i procedur, sposobów organizacji procesów, wytycznych dotyczących zarządzania zasobami (ludzkimi, materiałowymi) oraz wymagań prawnych obowiązujących przedsiębiorstwo. Systemy traceability mogą wykorzystywać technologie informatyczne, ale istnieje również możliwość stosowania systemu traceability z ich pominięciem. Samo posiadanie systemów informatycznych z drugiej strony, nie gwarantuje istnienia systemu traceability.

Oprócz strategii traceability, która pozwala na śledzenie „krok w przód” oraz „krok wstecz” można jeszcze odnaleźć podejście, w którym dane dotyczące traceability są agregowane w ogniwie łańcucha dostaw, uzupełniane i przesyłane do kolejnego ogniwa w łańcuchu. Podejście takie jest obecne również w wytycznych GS1 w ramach dokumentu awiza wysyłki, który został rozwinęty o dwa moduły rozszerzeń:

- awizo wysyłki - rozszerzenie dla traceability ryb,
- awizo wysyłki - rozszerzenie dla traceability mięsa.

extension	
meat_despatch_advice_line_item_extension:meatDespatchAdviceLineItemExtension	
animalIdentification	
animalIdentificationNumber	AU71244008
meatActivityHistory	
meatProcessingActivityTypeCode	BREEDING
codeListVersion	
currentStepIdentification	1
nextStepIdentification	2
countryOfActivityCode	BE
codeListVersion	
dateOfDeparture	2004-03-01
movementReasonCode	Sale for fattening
codeDescription	
codeListAgencyCode	
codeListAgencyCodeListVersion	
codeListAgencyName	
codeListName	
codeListURI	
codeListVersion	

Rysunek 17 Awizo wysyłki - rozszerzenie dla traceability mięsa - fragment

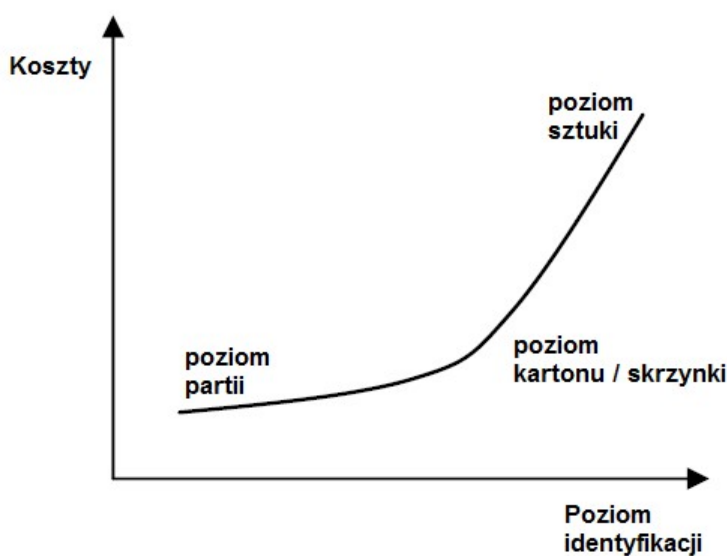
Źródło: [GS1 XML ... 2015]

Dokumenty awiza zostały rozszerzone o dane i informacje pochodzące z poszczególnych etapów procesu wytwórczego, co pozwala na uzupełnianie informacji traceability wraz z przepływem produktów przez łańcuch dostaw.

3.2 Poziom dokładności identyfikacji i związane z nim koszty

Poziom identyfikacji jest bezpośrednim wyznacznikiem dokładności traceability i związanej z nią pewnej ilości towarów [Jansen-Vullers van Dorp i Beulens 2003]. Identyfikacja na poziomie jednostki, w którym każdy produkt ma swój unikalny numer np. za pomocą SGTIN czy EPC jest najdokładniejszym poziomem traceability w łańcuchu dostaw. Zastosowanie takiego poziomu identyfikacji pociąga za sobą dodatkowe koszty związane z obsługą takiego poziomu dokładności, w przypadku kodów kreskowych będą to koszty związane z zarządzaniem informacją lub ewentualne opóźnienia związane z kalibracją maszyn drukujących etykiety, ale w przypadku

identyfikacji RFID każdy produkt jednostkowy wyposażony w znacznik RFID pociąga za sobą dodatkowy koszt. Skomplikowanie informacji i zarządzanie identyfikatorami produktów znacznie wzrasta podczas zastosowania identyfikacji jednostkowej. Identyfikacja i zarazem dokładność traceability spada gdy identyfikatory zastosowane zostaną do wyższych poziomów pakowania - kartonów czy palet. Jeszcze większy spadek dokładności zanotowany jest, jeśli identyfikacja dotyczy partii produkcyjnej, a niektóre przedsiębiorstwa np. w łańcuchu mleczarskim stosują identyfikację na poziomie dziennej produkcji danego towaru. Wraz ze spadkiem dokładności poziomu identyfikacji jakość i dokładność traceability oraz koszty związane z zarządzaniem informacją spadają [Iakovou i in. 2016]. Istnieje zatem zależność kosztowo-informacyjna, którą firma w zależności od specyfiki swojej działalności musi dostosować. Rysunek 18 prezentuje tę zależność. Traceability wyższej dokładności oznaczać będzie niższe koszty związane z wycofaniem produktu z rynku, gdyż dokładniej zidentyfikowane będą towary, które należy usunąć, podczas gdy identyfikacja partii towarowej, czy dziennej produkcji w typowej sytuacji powodować będzie ponoszenie wyższych kosztów podczas wycofywania produktów z rynku.



Rysunek 18 Dokładność traceability i koszty identyfikacji

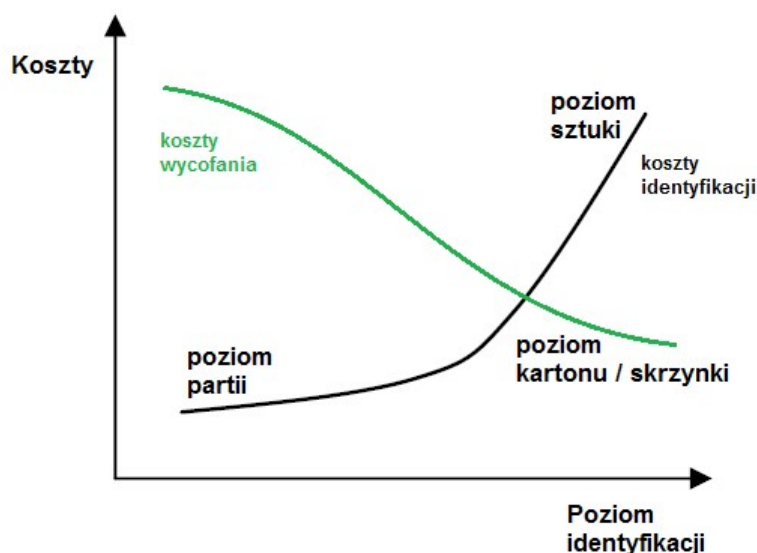
Źródło: Na podstawie [Iakovou i in. 2016]

Wydaje się, że najbardziej racjonalnym wyborem będzie identyfikacja na poziomie opakowań hurtowych lub palet, gdzie dokładność traceability pozostaje na dobrym poziomie, a koszty związane z zarządzaniem informacją nie osiągają wysokiego

poziomu. Jednak, dla niektórych branż, takich jak motoryzacyjna lub elektroniczna bardziej opłacalne może być zastosowanie identyfikacji na poziomie jednostkowym, ze względu np. na liczbę napraw serwisowych, które musieliby wykonywać przy zastosowaniu identyfikacji na wyższym poziomie opakowań. Różnica w szczegółowości identyfikacji będzie bezpośrednio rzutować na liczbę produktów wycofywanych z obrotu a tym samym na koszty. I tak w zależności od poziomu szczegółowości identyfikacji wycofanie produktu z rynku może obejmować:

- wszystkie produktu z określonej organizacji (bez względu na identyfikację czy datę produktu),
- wszystkie produktu o określonym numerze GTIN lub innym identyfikatorze (bez względu na datę produktu),
- produkty oznaczone określonym identyfikatorem (np. numerem GTIN) wytworzone w określonym przedziale czasowym,
- produkty oznaczone określonym identyfikatorem (np. numerem GTIN) wytworzone w określonym przedziale czasowym i w określonej lokalizacji,
- produkty oznaczone określonym identyfikatorem (np. numerem GTIN) wytworzone w określonym przedziale czasowym, w określonej lokalizacji, z zaznaczeniem linii produkcyjnej,
- produkty oznaczone określonym identyfikatorem (np. numerem GTIN) wytworzone w określonym przedziale czasowym, w określonej lokalizacji, z zaznaczeniem partii lub serii produkcyjnej lub określonym zakresem numerów seryjnych.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania przygotować można reprezentację graficzną pozwalającą na wyznaczenie opłacalności poziomu identyfikacji pod względem kosztów wycofywania towaru z rynku. Rysunek 19 prezentuje taką zależność. Zielona krzywa reprezentująca koszty wycofania produktu z rynku będzie kształtować się w odmienny sposób w zależności od rozpatrywanej gałęzi przemysłu. To właśnie kształt tej krzywej decydować będzie o opłacalnym poziomie identyfikacji produktów.



Rysunek 19 Punkt opłacalności poziomu identyfikacji względem kosztów wycofania produktu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Iakovou i in. 2016]

3.3 *Proces wycofania towaru z rynku*

Wdrażaniu traceability w przedsiębiorstwach z punktu widzenia strategicznego może przyświecać kilka różnych celów. Głównym celem wymaganym ustawowo jest zapewnienie bezpieczeństwa produktów, za które według prawa polskiego odpowiada producent lub przedsiębiorca, który produkty wprowadza do obrotu. Przepisy Unijne również regulują sprawy związane z traceability od 1 stycznia 2005 r. poprzez obowiązujące akty prawne [Rozporządzenie WE 178/2002] przepisy ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności.

Zgodnie z wytycznymi prawnymi [SKK 2016] „podmioty działające na rynku spożywczym powinny móc zidentyfikować każdą osobę, która dostarczyła im środek spożywczy lub substancję przeznaczoną do dodania do żywności. W tym celu podmioty te powinny utworzyć systemy i procedury umożliwiające przekazanie takich informacji na żądania właściwych władz. Polega to głównie na prowadzeniu i przechowywaniu dokumentacji umożliwiającej zidentyfikowanie dostawców i odbiorców środków spożywczych oraz ich składników.”

Oprócz przemysłu spożywczego obowiązkiem śledzenia historii produktów obarczono również przedsiębiorców z branży motoryzacyjnej i farmaceutycznej. Wiele firm, które nie mają takiego obowiązku wdraża systemy traceability z powodów strategicznych, np. w przemyśle elektronicznym czy budowlanym. Przyglądając się rynkowi amerykańskiemu i historii nakazów zwrotów można przytoczyć wiele ciekawych przykładów. Tylenol firmy Johnson & Johnson's występował w butelkach, które pokryte zostały cyjankiem potasu, co doprowadziło do śmierci siedmiu osób w sąsiedztwie Chicago w 1982 roku [Bloomberg 2017]. Firma wydała ponad 100 milionów dolarów na usunięcie 31 milionów butelek Tylenolu i ponowne wprowadzenie produktu na rynek. W branży motoryzacyjnej słynnym przypadkiem nakazu zwrotu było usuwanie 6,5 miliona opon firmy Bridgestone/Firestone w 2000 roku. Opony wykorzystywane w autach Forda charakteryzowały się separowaniem bieżnika podczas wykorzystania, co doprowadziło do około 200 przypadków śmiertelnych wypadków i 3000 poważnych uszkodzeń ciała. Firma Bridgestone poniosła koszty rzędu 440 milionów dolarów, a Ford 3 miliardów dolarów [Bloomberg 2017]. Również w branży meblowej można zauważyć procesy nakazu zwrotu czy wycofania produktów. IKEA w 2014 roku ogłosiła, że wycofuje ze sprzedaży huśtawkę, której wadliwe mocowanie mogło powodować upadki i kontuzje, powiadamiając jednocześnie klientów, że powinni ją zwrócić do sklepu [RMF24 2014]. Podobnie w 2016 roku firma ta nakazała zwrot dwóch zabawek - pałeczek do perkusji i bębenków - które mogły powodować zadławienia ze względu na odrywanie się małych części [WP.PL 2016].

W Unii Europejskiej najczęściej wycofywane z rynku w 2015 roku były produkty z kategorii: owoce i warzywa (634 przypadki), produkty zawierające orzechy i nasiona (477), produkty mięsne i drobiowe (335) oraz mleczne (152) [Newseria.pl 2017]. Najczęstsze przyczyny usuwania towaru z rynku to błędy dotyczące etykiet i nie wyszczególniania wszystkich alergenów zawartych w produkcie, skażenia mikrobiologiczne oraz obecność substancji zewnętrznej. W 28 krajach UE w 2015 roku zarejestrowano średnio 13 przypadków wycofania produktów w tygodniu. Dla porównania w USA odnotowano 9 tygodniowo, a w Polsce w całym 2014 zarejestrowano 133 przypadki nakazu zwrotu i wycofania produktu [Newseria.pl 2017]. W Australii według danych FSANZ (Food Standards Australia New Zealand) w 2013 roku odnotowywano około 5 procesów wycofania w miesiącu. Wycofania powodowane były w równych częściach przez skażenie mikrobiologiczne,

niepoprawne etykietowanie oraz skażenie fizyczne, czy chemiczne. Około 90% nakazów zwrotu związanych z etykietowaniem dotyczyło niezadeklarowanych alergenów [Dingley 2013].

W branży elektronicznej także obserwowane są nakazy zwrotu i wycofania produktów. W 2006 roku firma DELL musiała wycofać 4 miliony laptopów ze względu na baterie produkowane przez firmę Sony [Bloomberg 2017]. Litowo-jonowe akumulatory zagrażały pożarem ze względu na nadmierne przegrzewanie się. Według analityków ten nakaz zwrotu kosztował firmy Dell i Sony 400 milionów dolarów. Nadmierne nagrzewające się baterie, ściśnięte w zamkniętej przestrzeni, jaką stanowi obudowa smartfona były również przyczyną nakazu zwrotu dla 2,5 miliona smartfonów Galaxy Note 7, w zaledwie dwa miesiące po premierze telefonu. Według portalu LA Times firma poniesie koszty rzędu 5,3 miliarda dolarów [LA Times 2016].

Głównym celem wdrażania systemu traceability jest sprawne przeprowadzenie procesów wycofania niebezpiecznych produktów z rynku. W literaturze można odnaleźć rozróżnienie pomiędzy procesem wycofania towaru, który trafił już do konsumenta (ang. recall nazywanym nakazem zwrotu [Kosmacz-Chodorowska 2010] i oznaczający każdy sposób, który ma na celu zwrot niebezpiecznego produktu po dostarczeniu i udostępnieniu dla konsumenta przez producenta lub dystrybutora), a takim, który jeszcze nie został sprzedany (ang. withdrawal nazywanym wycofaniem produktu [Kosmacz-Chodorowska 2010] oznaczający każdy sposób zapobiegający dystrybucji, wystawianiu i oferowaniu produktu). W zależności od specyfiki branży przemysłowej procesy te mogą znacznie różnić się zakresem wykonywanych czynności, jak i kosztami. Jako przykład może posłużyć wykonywanie określonych napraw serwisowych dla aut, w których wykryta została wada po tym, jak auta trafiły już do swoich użytkowników, np. w kilkunastu krajach porównane do wykonania takich napraw, kiedy wada zostanie wykryta jeszcze przed dostarczeniem samochodów do konsumentów końcowych. W literaturze amerykańskiej oraz australijskiej można znaleźć trochę odmienny punkt widzenia definiujący procesy wycofania produktu i nakazu zwrotu. Nakaz zwrotu (recall) jest inicjowany przez przedsiębiorstwo w związku z zagrożeniem zdrowia i życia konsumentów i obejmuje wszystkie ogniwa łańcucha dostaw - zatem również konsumentów [Fatemi i Neumann 2015] [Dingley 2013].

Proces nakazu zwrotu może być procesem jednej z trzech klas:

- Klasa pierwsza procesu oznacza, że istnieje znaczące prawdopodobieństwo, że wykorzystanie produktu doprowadzi do poważnych negatywnych konsekwencji zdrowotnych lub śmierci [Fatemi i Neumann 2015].
- Klasa druga oznacza, że wykorzystanie produktu może doprowadzić do czasowych lub medycznie odwracalnych konsekwencji zdrowotnych lub prawdopodobieństwo poważnych negatywnych konsekwencji zdrowotnych jest mniej znaczące [Fatemi i Neumann 2015].
- Klasa trzecia oznacza, że wykorzystanie produktu obarczone jest małym prawdopodobieństwem negatywnej reakcji zdrowotnej [Fatemi i Neumann 2015].

Wycofanie produktu w ujęciu amerykańskim i australijskim definiowane jest, jako usunięcie towaru z łańcucha dostaw, ale nie obejmującego konsumentów lub zaprzestanie sprzedaży produktu. Produkt w tym procesie nie niesie zagrożeń dla życia i zdrowia konsumentów, ale może być niezgodny z przepisami prawa np. nieprawidłowo oznaczony pod względem wagi. Produkt posiadający niepełną informację np. dotyczącą alergenów będzie obejmowany procesem nakazu zwrotu - recall [Fatemi i Neumann 2015] [Dingley 2013].

Wycofanie produktu lub nakaz zwrotu z inicjatywy przedsiębiorstwa następuje po wystąpieniu incydentu lub sytuacji kryzysowej. Incydem nazywamy każdą sytuację, która daje podstawy do przypuszczenia, że nastąpiło odchylenie od prawnych wymogów lub norm wewnętrznych w zakresie bezpieczeństwa lub jakości produktu [Kosmacz-Chodorowska 2010]. Kryzysem natomiast określany jest incydent, który jest podstawą do przypuszczeń, że produkty rozprowadzane w ramach łańcucha dostaw lub dostępne na rynku mogą być szkodliwe dla zdrowia ludzi lub zwierząt [Kosmacz-Chodorowska 2010]. Jednak wycofanie produktu przez przedsiębiorstwo może być również wynikiem postępowania administracyjnego uprawnionego organu. W polskim porządku prawnym Inspekcja Handlowa, która kontroluje produkty pod względem spełnienia wymagań bezpieczeństwa przekazuje informacje do prezesa Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów. Prezes następnie wszczyna odpowiednie postępowanie administracyjne. Podstawą do podjęcia działań prezesa mogą być również informacje rynkowe pochodzące od konsumentów czy organów nadzoru bezpieczeństwa towarów innych Państw Członkowskich UE. W ramach europejskiej wymiany informacji na obszarze Jednolitego Rynku Unii Europejskiej, Polska

współpracuje poprzez system RAPEX (Rapid Alert System for dangerous non-food products). System ten utworzono w 1984 roku dla zapewnienia wysokiego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa konsumentów zgodnie z wytycznymi Dyrektywy 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów. System RAPEX ma na celu organizację szybkiej wymiany informacji pomiędzy państwami członkowskimi i Komisją Europejską. Informacje dotyczą produktów stwarzających zagrożenie oraz środków podjętych w danym kraju, dzięki którym nastąpi ograniczenie lub wykluczenie towarów z obrotu. Rysunek 20 prezentuje przykładowe zgłoszenie w systemie RAPEX. Niestety w wielu pozycjach brakuje danych dotyczących kodu kreskowego czy numeru partii. Wymiana informacji w systemie RAPEX dokonywana jest z wykorzystaniem Narodowych Punktów Kontaktowych (National Contact Points) – w Polsce takim punktem jest Departament Nadzoru Rynku w Urzędzie Ochrony Konkurencji i Konsumentów. Aby zapewnić wymianę informacji UOKiK uzupełnia rejestr danymi na temat towarów uznanych za niebezpieczne oraz środków naprawczych, które zostały przez przedsiębiorców podjęte. Komisja Europejska natomiast za pośrednictwem systemu informuje stronę polską o produktach innych państw członkowskich, które stanowią zagrożenie dla konsumentów.

Risk level	Product user	Year - Week	No. Ref.	Notifying country	Product (Click on the photo to enlarge)	Risk	Measures adopted by notifying country
Other 	Consumer	2015 - 7	41 A11/0011/15	Finland	Category: Childcare articles and children's equipment Product: Pushchair Brand: Akjax Name: Unknown Type/number of model: Torent Batch number/Barcode: Unknown OECD Portal Category: 54000000 - Baby Care Description: Combination pushchair with a chassis, a removable cot, adjustable handle and covers. Country of origin: Poland 	Injuries, Entrapment, Choking The restraint system is not adequate to protect a child from falling, which may result in injuries. There are accessible holes in the front of the pushchair where a child's finger may become trapped. The small plastic label on the handle is accessible and may easily detach. A small child may put it in the mouth and choke. The product does not comply with the relevant European standard EN 1888.	Voluntary measures: Withdrawal of the product from the market Compulsory measures: Withdrawal of the product from the market

Rysunek 20 Przykładowe zgłoszenie w systemie RAPEX

Źródło: [EC 2015]

System RAPEX w swoim zakresie obejmuje konsumenckie produkty nieżywnościowe oraz takie, co do których istnieje prawdopodobieństwo, że mogą być przez konsumenta bezpośrednio użyte.

Tabela 10 prezentuje w ujęciu liczbowym zgłoszenia, które są wysyłane przez Polskę (zgłoszenia z Polski) oraz zgłoszenia, które dotyczą polskich towarów i przedsiębiorców (zgłoszenia dotyczące Polski). Analizując dane dotyczące zgłoszeń wykonywanych przez polskie organy można zauważyć trend malejący w zakresie ostatnich pięciu lat, gdzie ich liczba spadła z poziomu 71 zgłoszeń wykonanych w 2010 roku do poziomu 15 zanotowanych w 2015 roku.

Tabela 10 Zgłoszenia w systemie RAPEX w latach 2010-2015

	2015	2014	2013	2012	2011	2010
zgłoszenia z Polski	15	10	33	17	51	71
zgłoszenia dotyczące Polski	25	31	23	20	20	33

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [EC 2015]

Rejestr systemu RAPEX nie zawiera informacji na temat środków farmaceutycznych, wyrobów medycznych, pasz ani żywności. Żywność oraz produkty paszowe posiadają odrębny system informacji ostrzegania o niebezpiecznych produktach - RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed of the European Union). Jest to system obowiązujący we wszystkich krajach Unii Europejskiej.

W Polsce utworzony został Krajowy System Informowania o Niebezpiecznych Produktach Żywnościowych, który obejmuje również informacje na temat środków żywienia zwierząt. System ten powstał na podstawie zapisów ustawy z 22 stycznia 2000 roku o ogólnym bezpieczeństwie produktów (Dz.U. nr 15, poz. 179), a od 2003 roku został częścią składową systemu RASFF. Rysunek 21 prezentuje przykładowe zgłoszenie zarejestrowane w systemie.

Notification details - 2015.1572

Salmonella (5 out of 5 samples /10g) in chilled minced meat preparation from Poland

Reference:	2015.1572	Notification type:	food - alert - official control on the market
Notification date:	11/12/2015	Action taken:	recall from consumers
Last update:	11/01/2016	Distribution status:	no distribution from notifying country
Notification from:	Slovakia (SK)	Product:	chilled minced meat preparation
Classification	alert	Product category:	meat and meat products (other than poultry)
Risk decision	serious	Published in RASFF Consumers' Portal	has been published before

Hazards

Substance / Hazard	Category	Analytical result	Units	Sampling date
Salmonella	pathogenic micro-organisms	5 out of 5 samples	/10g	04/12/2015

Countries/organisations concerned (D = distribution, O = origin)

Poland (O) Slovakia (D)

Rysunek 21 Przykładowe zgłoszenie w systemie RASFF

Źródło: [RASFF Portal 2016]

Krajowy system RASFF składa się z następujących elementów [WSSE 2011]:

- KPK - Krajowy Punkt Kontaktowy – umiejscowiony w Głównym Inspektoracie Sanitarnym; do tego elementu informacje przesyłane są przez poszczególne podpunkty oraz przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej;
- PKPK - Podpunkt Krajowego Punktu Kontaktowego (PKPK) – do tego elementu informacje przesyłane są przez inspekcje podległe Ministrowi Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz przez Inspekcję Handlową;
- organy kontroli żywności (na poziomie województwa, powiatu oraz punktów granicznych) nadzorowane przez Ministra Zdrowia oraz Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi;
- organy Inspekcji Handlowej – jednostki terenowe;
- naukowo-badawcze jednostki biorące udział w procesie oceny ryzyka w ramach systemu.

Wymiana informacji w ramach systemu RASFF jest bardzo podobna do systemu RAPEX. W każdym z krajów, który jest członkiem systemu występuje krajowy punkt kontaktowy połączony z centralnym punktem kontaktowym systemu. Punkty kontroli położone na zewnętrznych granicach Unii Europejskiej są również podłączone do systemem. Dla każdego z punktów utworzona jest dedykowana skrzynka pocztowa

e-mail, która obsługuje informacje rozpowszechniane w systemie. W ramach systemu istnieją formularze obejmujące trzy rodzaje powiadomienia: powiadomienie o zagrożeniu, powiadomienie informacyjne oraz wiadomości. Pierwszy z wymienionych typów powiadomienia dotyczy sytuacji, w której wymagana jest natychmiastowa interwencja. W przypadku powiadomienia informacyjnego taka interwencja nie jest wymagana, ale powiadomienie takie może dostarczyć dodatkowych informacji o źródłach zagrożenia. Wiadomości to typ zgłoszenia, które dostarcza informacji niepowiązanych bezpośrednio z zagrożeniami w obszarze żywności. Tabela 11 przedstawia dane liczbowe dotyczące powiadomień w systemie RASFF na przestrzeni lat 2010-2015. Zgłoszenia z Polski to powiadomienia wysłane przez polskie organy uczestniczące w systemie, natomiast zgłoszenia dotyczące Polski są powiadomieniami, których powodem są produkty wytworzone w Polsce. W kategorii powiadomień zgłoszonych w systemie przez Polskę najwyższa wartość zanotowana została w 2011 roku (223). Od tego czasu można zaobserwować trend malejący do wartości 89 zgłoszeń w 2015 roku. Liczba powiadomień dotyczących polskich produktów nie charakteryzuje się specyficznym trendem na przestrzeni przedstawionych lat wahając się pomiędzy 358 zgłoszeniami w 2011 roku a 249 zgłoszeniami w roku 2010, w 2015 roku zgłoszeń było 262 zatem na zbliżonym poziomie do roku 2010.

Tabela 11 Zgłoszenia w systemie RASFF w latach 2010-2015

	2015	2014	2013	2012	2011	2010
zgłoszenia z Polski	89	132	120	180	223	140
zgłoszenia dotyczące Polski	262	331	294	343	358	249

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [RASFF Portal 2016]

W systemie RASFF po otrzymaniu informacji o sytuacji kryzysowej dotyczącej bezpieczeństwa żywności krajowy punkt kontaktowy odpowiedzialny jest za identyfikację produktu, oszacowanie zagrożenia z uwzględnieniem przeprowadzonych testów i analiz oraz zebranie danych dotyczących wykonanych testów na produkcie i informacji dotyczących pochodzenia produktu. Każdy punkt kontaktowy jest zobowiązany do niezwłocznego wysyłania informacji o zagrożeniach do centralnego punktu informacyjnego.

Zarówno system RASFF jak i RAPEX posiadają możliwości eksportu informacji w postaci dokumentów XML. W przypadku RASFF informacje takie pozyskuje się dla indywidualnego zgłoszenia natomiast dla systemu RAPEX możliwe jest pozyskiwanie tygodniowych zestawień dotyczących zgłoszeń. O ile system RAPEX publikuje w swoich zestawieniach informacje na temat producenta i identyfikuje produkt podając wartość identyfikatora dla kodu kreskowego (jeśli takowa jest dostępna) o tyle system RASFF nie publikuje danych dotyczących przedsiębiorstwa i nie identyfikuje produktu. Brak jednoznacznej identyfikacji utrudnia ostrzeganie przedsiębiorstw jednak informacje na temat nazwy produktu, kraju pochodzenia oraz grupy, do jakiej należy dostarczają informacji kontekstowej, która jest wartościową informacją dla systemów opartych o wiedzę. Informacje na temat producenta oraz produktu nie są publikowane najprawdopodobniej w celu ochrony interesów przedsiębiorców, których reputacja i wartość marki mogłyby znacznie ucierpieć w związku ze zgłoszeniami kryzysowymi. RASFF i RAPEX są systemami informacyjnymi. Wszelkie działania i nadzór administracyjny są nadzorowane w krajach członkowskich za pomocą odpowiednich urzędów lokalnych. W Polsce po stwierdzeniu, że produkt stwarza zagrożenie dla życia i zdrowia użytkowników, prezes UOKiK może w drodze decyzji administracyjnej nałożyć na producenta lub dystrybutora określone obowiązki. Do uprawnień prezesa UOKiK należy nałożenie zakazu wprowadzania produktu na rynek lub nakazanie dodatkowego oznakowania ostrzeżeniami o powodowanych zagrożeniach, czy też ostrzeżenie konsumentów poprzez kampanie informacyjne. Możliwe jest również nałożenie nakazu wyeliminowania zagrożenia a także pełnego wycofania produktu z rynku i od konsumentów. W sytuacji wycofania produktu od konsumentów przedsiębiorca produkujący lub dystrybuujący jest zobowiązany do odkupienia towaru po cenie nabycia bez względu na stopień zużycia czy możliwe zniszczenia towaru. Jeśli konsument posiada dowód zakupu może wystąpić z roszczeniem zwrotu pieniędzy do dystrybutora, a gdy takiego dowodu nie posiada powinien zwrócić się z roszczeniem do producenta. Jeśli produkt został uznany za niebezpieczny ze względu na niespełnienie wymagań bezpieczeństwa zostaje on wpisany do rejestru produktów niebezpiecznych.

Data dokonania wpisu	2016-01-08
Data ostatniej modyfikacji wpisu	2016-01-08
Numer identyfikacyjny wpisu	331
Opis decyzji	Decyzja nr DNR-1/111/2015 z dnia 1 grudnia 2015 r.
Rozporządzenie	
Działania organów celnych	
Nazwa produktu	Rozpalka do grilla 0,5
Kod wg Polskiej Klasyfikacji Wyrobów i Usług (PKWiU)	19.20.29.0 Oleje smarowe otrzymane z ropy naftowej; preparaty z ciężkich frakcji, gdzie indziej niesklasyfikowane
Model	Numer indeksowy 649-327-00-6 i data produkcji: 12.03.2015 r.
Kod produktu (EAN)	Kod EAN:5900950987411
Opis	Rozpalka ma postać parafinowanego płynu i przeznaczona jest do rozpalania paliw np.: w grillach. Produkt pakowany jest w butelkę z ciemnego tworzywa sztucznego o pojemności 0,5 l, która posiada zamknięcie w kształcie plastikowej nakrętki, wyposażonej w mechanizm utrudniający otwarcie jej przez dzieci. Na opakowaniu umieszczono etykietę, na której podano następujące informacje: „Rozpalka do grilla 0,5 l, dystrybutor: Grill - Impex sp. z o. o. sp. k., 06-231 Młynarze, Sieluń 4a, kod EAN 5900950987411; Podpalka do grilla zgodna z normą EN 1860 – 3:2003/A1:2006; Skład: Niskowrząca frakcja naftowa obrabiana wodorem (oznakowanie WE 265-150-3); Numer indeksowy 649-327-00-6; Termin przydatności: 3 lata od daty produkcji; Data produkcji: 12.03.2015.”
Kategorie konsumentów narażonych na niebezpieczeństwo wynikające z używania produktu	• Wszyscy
Kraj wytworzenia produktu	brak danych
 zdjęcie 1	

Rysunek 22 Fragment wpisu w rejestrze produktów niebezpiecznych

Źródło: [UOKiK 2016]

UOKiK prowadzi dodatkowo rejestr wyrobów niezgodnych z zasadniczymi wymaganiami, rejestr produktów niespełniających szczegółowych wymagań bezpieczeństwa oraz rejestr innych produktów. Przedsiębiorcy, którzy wprowadza produkty niebezpieczne na rynek grożą sankcje w postaci kary pieniężnej w wysokości do 100 tys. zł. Rysunek 22 przedstawia fragment wpisu w rejestrze produktów niebezpiecznych. Wśród informacji można odnaleźć identyfikację towaru za pomocą kodu GS1 (wykorzystywana jest jeszcze stara nazwa kodu EAN). Jest to numer GTIN. Dodatkowo występuje nazwa produktu, kraj wytworzenia, model, informacje o producencie oraz dystrybutorze wraz ze zdjęciami. Niestety rejestry UOKiK nie posiadają możliwości eksportu danych. Być może rejestry taką możliwość posiadają technicznie jednak na stronie internetowej rejestru takie opcje są niedostępne. Prezes UOKiK może oprócz nakładania na przedsiębiorcę obowiązku informacyjnego podjąć własne kroki mające na celu poinformowanie opinii publicznej o produktach stwarzających zagrożenie dla konsumentów [UOKiK Kompetencje ... 2016].

W polskim porządku prawnym bezpieczeństwo produktów regulowane jest za pomocą dwóch ustaw:

- ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności [Ustawa z 30 sierpnia 2002],
- ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów [Ustawa z 12 grudnia 2003].

Według zapisów tych ustaw to prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów jest w większości przypadków organem, który może nakazać wycofanie z rynku produktu niebezpiecznego.

Ustawa o systemie oceny zgodności obejmuje zagadnienia bezpieczeństwa produktu poprzez zdefiniowanie wymagań dotyczących określonych cech wyrobu, jego projektu czy sposobu wytwarzania. Przepisom tym podlegają wyroby określone w dyrektywach nowego podejścia [Oznakowanie-ce 2016] wydanych przez Unię Europejską. Można wśród nich znaleźć artykuły budowlane, zabawki, urządzenia ciśnieniowe czy urządzenia medyczne i windy. Zanim postępowanie administracyjne zakończy się wycofaniem produktu z rynku wykonywana jest kontrola jednego z wymienionych organów:

- wojewódzcy inspektorzy Inspekcji Handlowej;
- inspektorzy pracy;
- Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej;
- organy Inspekcji Ochrony Środowiska;
- Prezes Urzędu Transportu Kolejowego;
- organy nadzoru budowlanego;
- Prezes Wyższego Urzędu Górniczego;
- dyrektorzy urzędów morskich;
- wojewódzcy inspektorzy transportu drogowego.

Inne organy prowadzące postępowania administracyjne, które mogą doprowadzić do wycofania produktu z rynku to [Drzewiecki 2014]:

- okręgowi inspektorzy pracy;
- Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej;
- wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska;
- Prezes Urzędu Transportu Kolejowego;
- organy nadzoru budowlanego;
- Prezes Wyższego Urzędu Górniczego;
- dyrektorzy urzędów morskich;
- wojewódzcy inspektorzy transportu drogowego.

Jeśli podczas kontroli stwierdzone zostaną niezgodności związane ze spełnianiem zasadniczych wymagań organ wszczyna postępowanie, którego stroną jest podmiot wprowadzający do obrotu lub użytku wyrób niezgodny z wymaganiami lub jego

dystrybutor. W wyniku decyzji administracyjnej organ właściwy posiada uprawnienia, aby [Ustawa z 30 sierpnia 2002]:

- nakazać wycofanie wyrobu z obrotu lub z użytku;
- zakazać udostępniania wyrobu;
- ograniczyć udostępnianie wyrobu;
- nakazać stronie postępowania powiadomienie konsumentów lub użytkowników wyrobu o stwierdzonych niezgodnościach z zasadniczymi lub innymi wymaganiami, określając termin i sposób powiadomienia.

Niespełnienie zasadniczych wymagań dotyczących produktów nie zawsze musi kończyć się wydawaniem decyzji nakładającej powyższe obowiązki na podmioty gospodarcze. Przedsiębiorcy mogą dobrowolnie usunąć niezgodności produktu w trakcie kontroli, czy też w trakcie postępowania, które w takim przypadku zostaje umorzone.

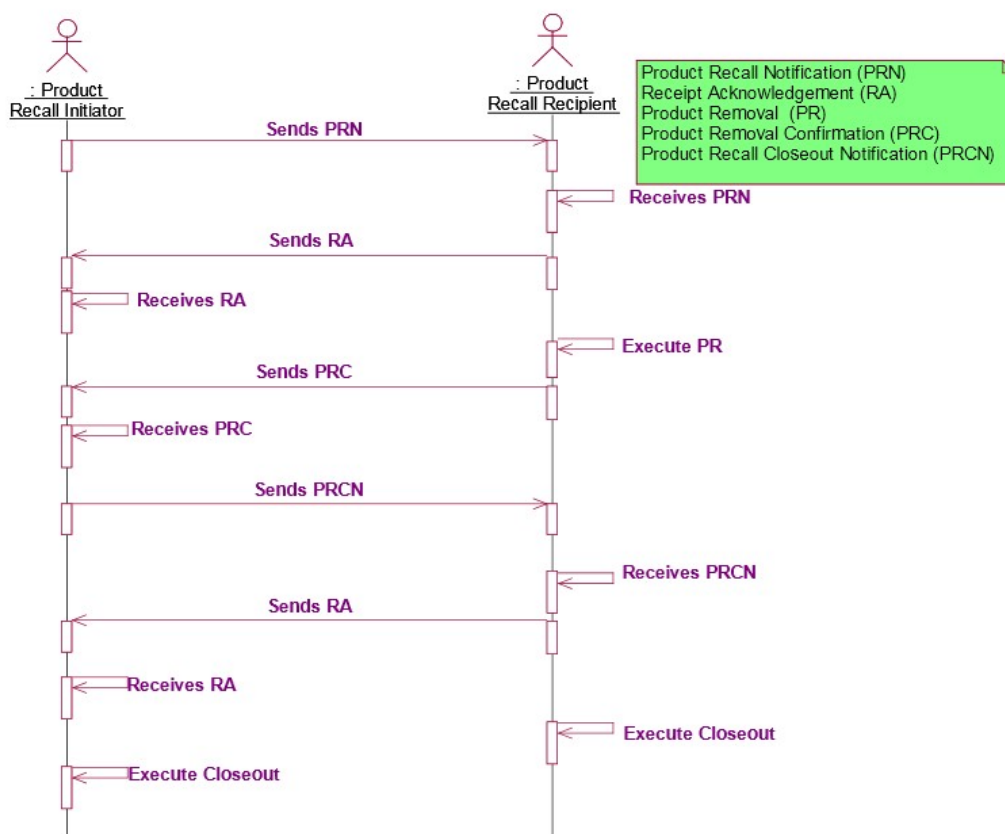
Dla produktów nieobjętych przez dyrektywy nowego podejścia specyficznymi wymaganiami bezpieczeństwa ocenę wykonuje się na podstawie ustawy o ogólnym bezpieczeństwie produktów. Wycofanie produktu z rynku w takim przypadku może być nakazane przez organ nadzoru - Prezesa Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów. W przypadku stwierdzenia, że produkt nie jest bezpieczny, organ nadzoru w drodze decyzji:

- 1) w przypadku produktów, które nie zostały wprowadzone na rynek:
 - a) nakazuje wyeliminowanie zagrożeń stwarzanych przez produkt,
 - b) zakazuje wprowadzania produktu na rynek i nakazuje podjęcie czynności niezbędnych do zapewnienia przestrzegania tego nakazu;
- 2) w przypadku produktów wprowadzonych na rynek, nakazuje:
 - a) wyeliminowanie zagrożeń stwarzanych przez produkt,
 - b) natychmiastowe wycofanie produktu z rynku,
 - c) ostrzeżenie konsumentów, określając termin i formę ostrzeżenia,
 - d) wycofanie produktu od konsumentów i jego zniszczenie.

Stroną postępowania jest producent lub dystrybutor, w szczególności przedsiębiorca odpowiedzialny za pierwszy etap dystrybucji na polskim rynku. Postępowanie prowadzone przez Prezesa UOKiK poprzedzone jest kontrolą przeprowadzaną przez Inspekcję Handlową [Drzewiecki 2014].

System GS1 przygotował wytyczne dotyczące wycofania produktu oraz traceability ogólnie w ramach dokumentu Global Traceability Standard, a także w dokumencie Traceability for Seafood, U.S. Implementation Guide. Przygotowany został również zestaw wytycznych implementacyjnych standardu traceability w zależności od gałęzi w branży spożywczej, który obejmuje: mięso i drób, ryby i owoce morza, wina, świeże owoce i warzywa. W ramach obszaru obejmującego mięso i drób wytyczne powstały nawet w rozbiciu na różne typy mięsa. W ramach standardów GS1 przygotowane zostały również wytyczne dotyczące traceability w obszarze ochrony zdrowia.

Rysunek 22 przedstawia diagram sekwencji dla procesu wycofania produktu według ogólnych wytycznych GS1 dotyczących traceability. Diagram ten prezentuje kolejność czynności i sekwencję wysyłanych komunikatów elektronicznych zapewniających przepływ informacji dotyczący wycofywanego z rynku produktu.



Rysunek 23 Diagram sekwencji dla wycofania produktu

Źródło: [GS1 2012]

Zgodnie z wytycznymi GS1, aby zapewnić dobre przygotowanie przedsiębiorstwa do efektywnej reakcji na incydenty i sytuacje kryzysowe, firmy powinny w ramach swojej struktury wyodrębnić zespoły zajmujące się śledzeniem towarów oraz regularnie przeprowadzać symulacje procesów wycofania towarów z rynku i od konsumentów. Pozwoli to na bieżące monitorowanie efektywności działania również pod względem czasowym. Partnerzy biznesowi, którzy rozpoczynają proces wycofania muszą przede wszystkim przekazać informację na temat identyfikacji produktu oraz informacje dodatkowe, które wspomagają wycofanie produktu z rynku [National Fisheries Institute 2011]:

- identyfikacja produktu i jego atrybuty,
- numery partii czy serii produkcyjnych,
- partnerzy handlowi, których dotyczy wycofywanie,
- lokalizacja produktu,
- daty i czas dostawy,
- informacje na temat ilości.

Wraz ze wzrostem dokładności informacji na temat produktów wycofywanych z rynku zmniejsza się ich liczbę, co bezpośrednio wpływa na koszty. Zakres wycofywanych produktów zależy również od poziomu dokładności identyfikacji towarów. Powiadomienia wysyłane do partnerów w łańcuchu dostaw powinny zawierać informacje, które w jak najbardziej precyzyjny sposób pozwolą zidentyfikować towar oraz jego pozycję w systemie dystrybucji. Z kolei kontrahenci powinni w odpowiedzi definiować, jak daleko w łańcuchu dostaw produkty zostały przekazane oraz, czy trafiły one do konsumentów. Jeśli konsumenci mogli nabyć niebezpieczne towary, publiczne informacje i powiadomienia powinny zostać ogłoszone na temat wycofywania produktu z rynku. Mogą to być ogłoszenia prasowe, internetowe czy nawet telewizyjne i radiowe. Przykładem takiej notyfikacji publicznej jest informacja opublikowana w styczniu 2016 na temat wycofywania pakowanych ryb w sieci Biedronka ze względu na zbyt dużą zawartość rtęci. Jeśli produkt dotarł do poziomu półki sklepowej lub usługodawcy gastronomicznego należy zakładać, że został przez konsumenta zakupiony. Partnerzy łańcucha dostaw powinni bezpośrednio kontaktować się z konsumentami, jeśli istnieje taka możliwość. Dostawca produktu z wykorzystaniem odpowiednich pozycji w dokumencie powiadomienia PRN (Product Recall Notification) przekazuje instrukcje do partnerów, w jaki sposób należy wycofać

produkt stwierdzając czy ma on zostać zniszczony, zwrócony czy zabezpieczony w powierzchni magazynowej do odbioru. Dokładność identyfikacji produktu może być bardzo szeroka - np. określony typ towaru wyprodukowany przez danego producenta, ale może być również bardzo wąska - np. określony towar identyfikowany numerem seryjnym wyprodukowany określonego dnia w zdefiniowanej godzinie oraz ze wskazaniem linii produkcyjnej. Aby umożliwić sprawne wycofanie produktu z rynku przez sprzedawców detalicznych, hurtowych, przedsiębiorstwa z branży przetwórstwa spożywczego zwykle wykorzystywane są dwie metody identyfikacji produktów do wycofania:

- informacja przeznaczona do odczytu przez człowieka, dzięki której pracownik odpowiedzialny za wizualną identyfikację kartonów czy opakowań detalicznych może sprawnie usunąć odpowiednie elementy z półek sklepowych, lodówek czy półek magazynowych,
- informacja elektroniczna zawierająca informacje o identyfikacji towarów zwykle spójną z kodami kreskowymi czy tagami RFID pozwalającą na zidentyfikowanie i usunięcie produktów typowo z centrów dystrybucji, magazynów i sklepów.

W typowych sytuacjach biznesowych przekazywane są zarówno informacje elektronicznej identyfikacji, jak i wizualnej do odczytu przez człowieka, aby zapewnić możliwość wycofania produktu na wszystkich etapach łańcucha dostaw. W niektórych ogniwach łańcucha możliwe jest wykorzystanie systemów np., zarządzania magazynem i zlokalizowania produktu za pomocą danych elektronicznych a w innych ogniwach np. w małych sklepach detalicznych wymagana jest identyfikacja wizualna wykonywana przez pracowników.

Standard GS1 dotyczący traceability został zaprojektowany, jako wymiana szeregu dokumentów elektronicznych. Taki format może być skomplikowany i kosztowny. Przedsiębiorstwa wdrażają elektroniczną komunikację mając na celu zmniejszenie obrotu papierowego i przez to uzyskanie oszczędności pozwalających na usprawiedliwienie inwestycji w technologie EDI. Komunikaty służące do obsługi śledzenia towarów i wycofywania ich z rynku nie będą pojawiać się w ramach komunikacji przedsiębiorstw w takiej ilości, aby usprawiedliwiać inwestowanie w rozwój technologii EDI i inwestycję w integrację systemów ERP z komunikatorami EDI dla zestawu dokumentów, które będą występowały rzadko. Sytuacja taka może być właśnie powodem, dlaczego wdrożenia tego standardu nie są liczne. Odpowiedzią

na taki stan rzeczy może być wprowadzenie tanich, dedykowanych usług poświęconych traceability, które omijać będą tradycyjne wdrożenia EDI i związane z nimi koszty. GS1 proponuje również wykorzystanie formularzy PDF - *Rapid Recall Express*. Formularze te pozwalają na wypełnienie informacji dotyczących towarów wycofywanych z rynku i rozesłanie ich do partnerów handlowych. Rysunek 24 przedstawia wycinek z formularza Rapid Recall Express dotyczący informacji ogólnych na temat wycofywania produktu. Formularz ten pozwala dalej na wprowadzenie informacji o produkcie odpowiednio dla poziomu opakowania konsumenckiego oraz opakowania zbiorczego. Możliwe jest również przekazanie instrukcji do partnerów związanych z obsługą towarów oraz informacji na temat osób kontaktowych, które zajmują się danym procesem wycofania.

General Information

Recall Reason Code*

Recall Reason Description*

Explanation for Recall

Distribution From Date (Format: mm/dd/yyyy)

Distribution To Date (Format: mm/dd/yyyy)

Distribution Area*

Original Distribution Area Details

Reportable Food?*

FDA ICSR Number

Responsible Regulatory Agency* ☐ CPSC ☐ EPA ☐ FDA ☐ State Level ☐ USDA ☐ Other ☐ N/A

Rysunek 24 Fragment formularza PDF - Rapid Recall Express GS1

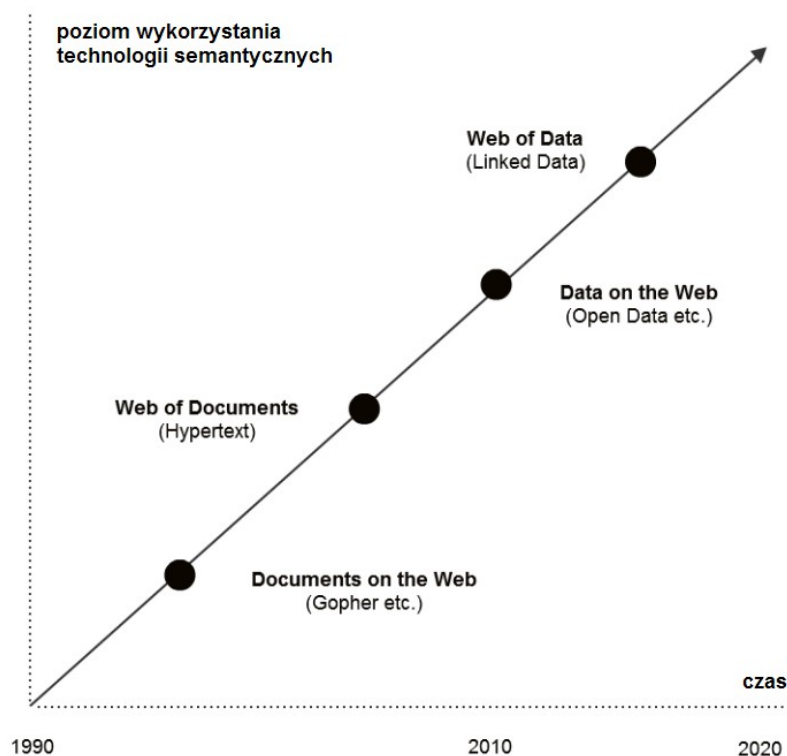
Źródło: [GS1 US 2016]

GS1 umożliwia pobranie formularza powiadomienia dotyczącego pojedynczego produktu lub osobnego formularza za pomocą, którego możliwe jest zgłaszanie wielu procesów wycofania za pomocą jednego dokumentu. Rozwiązanie formularza pozwala jedynie na ręczne wpisywanie danych, co może powodować błędy. Brak jest możliwości przesyłania danych multimedialnych, jak np. zdjęcia produktów.

4 ROZDZIAŁ CZWARTY: TECHNOLOGIE SEMANTYCZNE

Historia sztucznej inteligencji pokazuje, że wiedza jest krytycznym elementem dla inteligentnych systemów informatycznych. W wielu przypadkach dokładniejsza wiedza może być ważniejsza dla rozwiązania zagadnienia niż lepsze algorytmy. Aby system informatyczny był naprawdę inteligentny należy odpowiednią wiedzę pozyskać, przetworzyć, wykorzystywać ponownie w odpowiednich miejscach i momentach oraz skutecznie komunikować do odpowiednich elementów systemu. W tym celu wykorzystać można technologie pozwalające na wdrożenie automatycznego przetwarzania wiedzy, do których należą ontologie, semantyka i sieć semantyczna oraz bazy wiedzy. Ponadto możliwe jest wykorzystanie systemów wnioskujących, które operując na formalnie zapisanej wiedzy mogą przeprowadzać zaawansowane procesy wnioskowania bez formalnej definicji algorytmów, które są wymagane np. w systemach eksperckich.

Stosowanie obecnie odnośników internetowych jest mechanizmem wręcz oczywistym, jednak 20 lat temu była to przełomowa koncepcja. W podobnej sytuacji znajdujemy się dziś, gdyż wiele organizacji nie potrafi jeszcze poprawnie publikować danych w sieci, co oznacza, że łączenie danych w sieci jeszcze nie może być w pełni zrealizowane. Rysunek 25 przedstawia graficzną reprezentację ewolucji sieci internetowej. Mimo, że idea połączonych otwartych danych (LOD - Linked Open Data) nie osiągnęła jeszcze tak wysokiego poziomu popularności, jak stosowanie hiperłączy, to istnieje już znacząca ilość źródeł wiedzy. Potocznie nazywana chmura LOD obejmuje ponad 50 miliardów faktów z różnych domen, w tym m.in. geografii, mediów, biologii, chemii, ekonomii itp. Wiedza ta charakteryzuje się zróżnicowanym poziomem jakości, ale większość źródeł pozwala na wykorzystanie informacji w celach komercyjnych. Rysunek 27 prezentuje fragment grafu LOD.



Rysunek 25 Ewolucja sieci WWW

Źródło: [Bauer i Kaltenböck 2016]

4.1 Semantyka i sieć semantyczna

Pojęcie semantyki pochodzi z języka greckiego (gr. σημαντικός *sēmantikós*) i w tłumaczeniu dosłownym oznacza „znaczący”. Jest to obszar badawczy zajmujący się analizą znaczenia i powiązania pomiędzy określeniami (słowa, frazy, symbole i znaki) i ich znaczeniem. Semantyka językowa zajmuje się badaniem znaczenia, które jest wykorzystywane do zrozumienia ludzkich wyrażen w ramach języka. Inne formy semantyki obejmują np. semantykę języków programowania czy formalną logikę. Termin ten po raz pierwszy wprowadził francuski filolog Michel Bréal. Semantyka w ujęciu informatycznym dotyczy bezpośrednio zagadnienia przetwarzania języka naturalnego (NLP - natural language processing). Termin semantyki jest również używany w stosunku do pewnych typów struktur danych zaprojektowanych w określony sposób i wykorzystywanych do reprezentowania zawartości informacyjnej. To właśnie takie zastosowanie semantyki jest głównym obszarem poruszonym w tej pracy.

Modele semantyczne tworzone są poprzez wykorzystanie sieci semantycznych i semantycznych modeli danych. Sieć semantyczna, która jest również nazywana siecią

pojęć, jest grafem kierowanym, którego wektory reprezentują pojęcia a wierzchołki reprezentują relacje pomiędzy nimi. Sieć semantyczna na poziomie ontologii oznacza definicję wokabularza, który jest pomocny przede wszystkim dla ludzi, ale może być również używany w przetwarzaniu maszynowym. W sieciach semantycznych relacje pomiędzy konceptami są następujące:

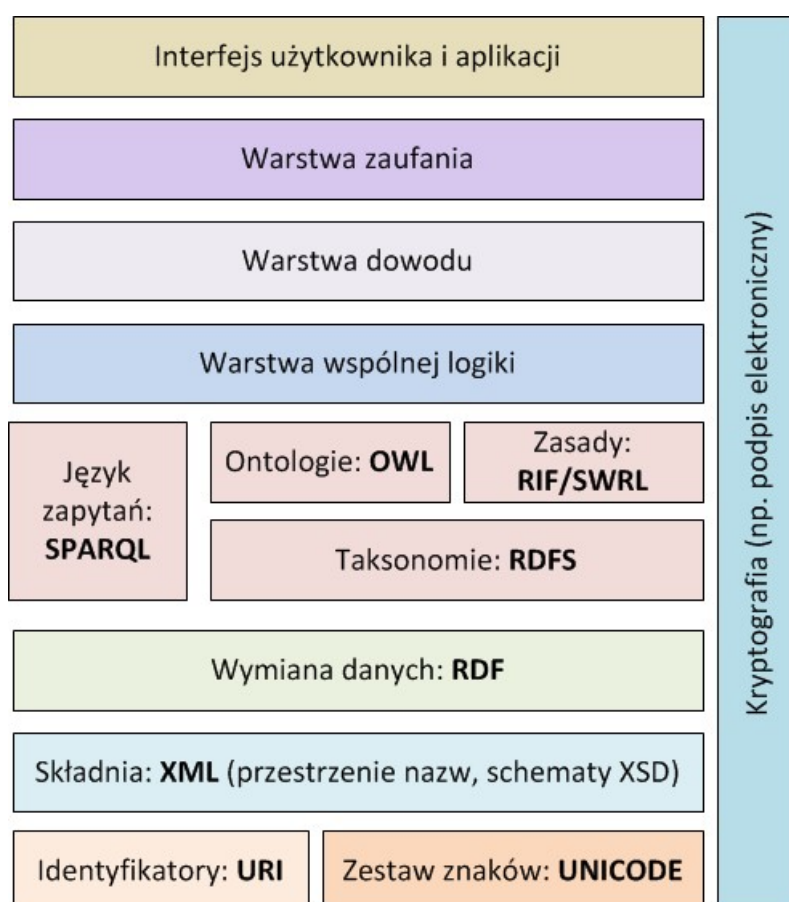
- synonim - pojęcie A wyraża to samo, co pojęcie B,
- antonim - pojęcie A wyraża przeciwność pojęcia B,
- meronim, holonim - oznacza relacje: bycie częścią lub posiadanie jako część, pomiędzy pojęciami,
- hyponim, hypernim - włączenie semantycznego zasięgu pomiędzy pojęciami w obu kierunkach.

Sieci semantyczne zostały stworzone, jako próba utworzenia interlingua, wspólnego języka, który mógłby być wykorzystany do tłumaczenia pomiędzy różnymi językami naturalnymi. Przykładem jest WordNet, który opisuje związki pomiędzy słowami angielskimi i definiuje je za pomocą języka naturalnego. Części WordNet zostały przetłumaczone na inne języki z zachowaniem połączeń pomiędzy pojęciami, zatem możliwe jest wykorzystanie tych informacji do tłumaczeń.

Mapy tematyczne są syntaktycznie ustandaryzowaną formą sieci semantycznych, która pozwala na wykorzystanie tematów (konceptji), asocjacji (związków) pomiędzy tematami i wystąpien do stworzenia ontologii domenowej. Określona mapa tematyczna może być wykorzystana do przedstawienia sytuacji w danej domenie.

Sieć semantyczna WWW jest pojęciem, które określa wizję zaprezentowaną przez Tima Bernersa-Lee [Berners-Lee, Hendler i Lassila 2001], który zdefiniował potrzebę ewolucji obecnej sieci Internet, w taki sposób, aby systemy informatyczne mogły przetwarzać dokumenty w formach, które nie posiadają zdefiniowanych struktur semantycznych. Automatyczne przetwarzanie zawartości dokumentów wymaga jednak nie tylko wiedzy o składni tych dokumentów, ale również o semantyce - znaczeniu określonych terminów i możliwych zależności. Wykorzystując język angielski możliwe jest odróżnienie pojęcia sieci semantycznej w rozumieniu modelu (semantic network) a w rozumieniu wizji Tima Bernersa-Lee (semantic web). Niestety w języku polskim zarówno słowo „network”, jak i „web” tłumaczone są, jako sieć. Na potrzeby tej pracy sieć semantyczna w ujęciu wizji Tima Bernersa-Lee nazywana będzie siecią semantyczną WWW i oznaczać będzie „semantic web”.

Obecna sieć WWW jest ogromną biblioteką połączonych dokumentów, które są przesyłane przez systemy informatyczne i prezentowane do odczytu człowieka. Sieć WWW zawiera duże ilości informacji i wiedzy, jednak systemy informatyczne służą jedynie, jako medium dostarczające i prezentujące zawartość dokumentów opisujących wiedzę. To użytkownik jest odpowiedzialny za połączenie informacji z różnych źródeł i odpowiednie ich zinterpretowanie. Semantyczna sieć WWW jest próbą ulepszenia istniejącego stanu w taki sposób, aby systemy informatyczne mogły przetwarzać informację prezentowaną w sieci WWW, interpretować ją i łączyć fakty z różnych źródeł, aby wspomóc użytkowników w procesie wyszukiwania wiedzy. Sieć WWW jest rozległym systemem hipertekstowym, a semantyczna sieć WWW ma być rozległym systemem wiedzy. Semantyczna sieć WWW jest projektem, który ma zapewnić wspólne rozwiązania szkieletowe umożliwiające współdzielenie danych i wiedzy prowadzonym przez konsorcjum World Wide Web (W3C). Rysunek 26 prezentuje architekturę semantycznej sieci WWW.



Rysunek 26 Architektura semantycznej sieci WWW

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Obitko 2016], [Berners-Lee 2000]

W ramach tej architektury pierwsza warstwa obejmująca identyfikatory i zestaw znaków pochodzi z istniejącej sieci WWW. Unicode jest standardem kodowania międzynarodowych zestawów znaków i pozwala na wykorzystanie wszystkich języków ludzkich (pisanie i odczyt) w ramach zasobów sieciowych z wykorzystaniem standardowej formy. URI (Uniform Resource Identifier) to zestaw znaków w ustandaryzowanej formie pozwalający na unikalną identyfikację zasobów np. dokumentów. Podzbiorem URI jest standard URL (Uniform Resource Locator), który zawiera mechanizmy dostępu i lokalizacje sieciowe dokumentów - np. <http://www.traceability.org>. Osobnym podzbiorem URI jest URN, który pozwala na identyfikację zasobu bez wskazywania na jego lokalizację np. urn:isbn:0-123-45678-9. Wykorzystanie URI w środowisku rozproszonym pozwala na zapewnienie zrozumiałej identyfikacji wszystkich zasobów. Międzynarodowym wariantem URI jest IRI (Internationalized Resource Identifier) pozwalający na wykorzystanie znaków Unicode w ramach identyfikatorów.

Warstwa określająca obowiązującą składnię to warstwa XML (Extensible Markup Language). W ramach tej warstwy występują przestrzenie nazw oraz schematy dokumentów zapewniając mechanizmy kontroli składni i tym samym jednoznaczne wykorzystanie wspólnej składni w ramach sieci semantycznej. Dokumenty XML mogą zawierać elementy zagnieżdżane, które mogą być opisane za pomocą atrybutów oraz przenosić dane. Przestrzenie nazw wykorzystywane są w dokumentach XML, aby zapewnić różne słowniki tagów XML w ramach jednego dokumentu XML. Schematy dokumentów XML to XSD (XML Schema Definition) definiują strukturę i składnię dokumentów XML.

W języku XML występuje mechanizm schematron, który pozwala na zapisanie reguł logicznych występujących pomiędzy elementami dokumentu XML. Jest to język walidacji oparty na regułach pozwalający na definiowanie twierdzeń o obecności lub nieobecności wzorców w drzewie dokumentu XML. Schematron to strukturalny język schematowy wyrażany za pomocą składni XML i wykorzystujący wybrane elementy języka XPath. W standardowej implementacji schemat schematronu XML jest przetwarzany w kodzie XSLT. Wykorzystując schematron możliwe jest zapisanie ograniczeń dla elementów drzewa XML, których nie można wyrazić za pomocą mechanizmu schematu dokumentu XML (XSD) czy dokumentu DTD (document type definition). Można zdefiniować wymaganie wartości elementu, które jest kontrolowane przez element tego samego typu lub można zdefiniować wymaganie dotyczące

elementu głównego (root), aby posiadał określone atrybuty. Schematron może również definiować związki pomiędzy wieloma dokumentami XML. W obecnej wersji schematron jest rekomendacją ISO z 2006 roku [ISO/IEC 19757-3].

Podstawowym formatem reprezentacji danych w ramach sieci semantycznej jest RDF (Resource Description Framework). Jest to schemat pozwalający na zapisanie informacji dotyczących zasobów w postaci grafu. Pierwotnie RDF był wykorzystywany do przechowywania metainformacji na temat zasobów WWW opisujących tytuł, autora i datę modyfikacji strony internetowej jednak jest na tyle elastyczny, że może być wykorzystywany do przechowywania dowolnych danych. W ramach RDF opisowi podlegają zasoby (resource, subject) za pomocą określonego zbioru stwierdzeń (statements), w ramach, którego każde stwierdzenie definiuje właściwość (predicate) opisywanego zasobu oraz wartość tej właściwości (object). Połączenia RDF subject-predicate-object tworzą graf danych a przedstawione mogą być m.in. za pomocą grafu elementarnego, w notacji języka XML, czy w języku trójkowym N3. Składnią normatywną dla RDF jest XML w formie RDF/XML. Dla standardu RDF stworzona została również formalna semantyka. W ramach trójek RDF istnieje dowolność pozwalająca na stworzenie słownika terminów, który może być wykorzystany do bardziej szczegółowych opisów. Stwierdzenia w notacji RDF podlegają również reifikacji, dzięki czemu mogą być traktowane jak zasoby, które to z kolei mogą być opisywane poprzez stwierdzenia wyższego rzędu.

Aby zapewnić standardową formę opisu taksonomii i innych form ontologicznych wykorzystywany jest schemat RDF (RDF Schema) - RDFS, który został stworzony wraz z formalną semantyką w ramach RDF. Wykorzystując RDFS możliwe jest tworzenie podstawowych form ontologii, gdyż pozwala on na opisywanie taksonomii klas, właściwości oraz relacji. Wykorzystywane są następujące właściwości:

- `rdfs:subClassOf` - do tworzenia taksonomii klas za pomocą subsumpcji,
- `rdfs:subPropertyOf` - do tworzenia taksonomii relacji,
- `rdfs:domain` i `rdfs:range` - do określania powiązań pomiędzy klasami za pomocą relacji.

W ramach języka RDFS można wykorzystać właściwości `rdf:type`, które pozwalają na typowanie zasobów oraz posługiwanie się obiektami klas.

Do bardziej skomplikowanych i zaawansowanych ontologii wykorzystywany jest OWL (Web Ontology Language). Język ten swoje korzenie ma w obszarze logiki opisowej oferując więcej możliwości niż RDFS. Syntaktycznie jest zgodny z RDF, więc

podobnie, jak RDFS, definiuje dodatkowy, ustandaryzowany słownik dotyczący konstruktorów językowych. Jako formę składniową OWL opiera się na języku XML, jednak różnorodność form zapisu jest szersza - RDF, RDFS, N3 i inne. OWL pozwala na definiowanie semantyki dokumentów poprzez specyfikację wiedzy dziedzinowej. Umożliwia definiowanie ontologii, jako zbioru definicji pojęć, właściwości (relacji, atrybutów) oraz obiektów będących instancjami pojęć i relacji. W ramach OWL wyróżniane są trzy warstwy języka:

- OWL lite - pozwalająca na definiowanie taksonomii pojęć ontologicznych opartej o relację sumbsumpcji i nakładanie prostych ograniczeń na relacje – jedynie w postaci więzów licznosciowych (cardinality constraints). W warstwie lite nie ma możliwości formułowania rozszerzonych definicji pojęć - nie ma zatem mechanizmów konstruktorów klas pozwalających na tworzenie nowych pojęć;
- OWL DL (description logic) - warstwa oferująca pełne wsparcie dla logiki opisowej za pomocą mechanizmów semantycznych. Umożliwia kreację rozszerzonych definicji klas za pomocą wielokrotnego nakładania ograniczeń. Wykorzystanie ograniczeń w znaczący sposób poprawia efektywność i rozstrzygalność systemów bazujących na wiedzy z tej warstwy. Nie dziwi, zatem fakt, że warstwa OWL DL jest najpowszechniej wykorzystywana w Semantycznej Sieci;
- OWL Full - pozwalająca na pełne wykorzystanie możliwości OWL i syntaktyczne spektrum RDF. Warstwa ta jest zbiorem konstruktorów, które nie posiadają ograniczeń, co może wpływać negatywnie na efektywność np. wnioskowania i niską rozstrzygalność systemów bazujących na tej warstwie. W warstwie OWL Full dowolność jest na tyle ważna, że warstwa ta nie posiada formalnie zdefiniowanej semantyki.

Wykorzystując mechanizm importowania możliwie jest tworzenie ontologii OWL w sposób modułowy, gdzie poszczególne moduły zawierające ontologie tworzone są na różnych poziomach szczegółowości a następnie składane są w jeden zbiór np. tworząc bazę dla systemów wnioskowania. OWL obecnie obsługuje szerokie spektrum metod i języków stosowanych w semantyce dokumentów. Można do nich zaliczyć XML, XSD, RDF oraz RDFS. Integracja z językami znaczników pozwala na dalsze rozbudowywanie ontologii o inne zastosowania i języki np. SWRL pozwalający na tworzenie reguł.

RDFS oraz OWL posiadają zdefiniowaną semantykę, która może być wykorzystana do mechanizmów wnioskowania w ramach ontologii i baz wiedzy opisanych przy użyciu tych języków. Aby zapewnić szersze mechanizmy wnioskowania niż konstruktory klas dostępne w ramach tych języków, osobno tworzone są języki związane z zasadami - RIF (Rule Interchange Format) oraz SWRL (Semantic Web Rule Language). Język SWRL został stworzony przez konsorcjum W3C, jako propozycja języka reprezentacji reguł. Reguły zapisywane są z wykorzystaniem składni XML, ale możliwe jest również wykorzystanie składni RDF. Wykorzystywany jest do zapisu reguł semantycznych rozszerzając język OWL o reguły (klauzule Horna), które mogą operować na pojęciach ontologicznych. SWRL jest połączeniem języków OWL-DL, OWL-Lite z elementami RuleML. Reguły w SWRL zbudowane są z wykorzystaniem schematu obejmującego nagłówki i część główną reguły. Część główna reprezentuje warunki a nagłówek definiuje efekt wystąpienia określonych warunków. Wynikiem reguły jest zazwyczaj dodanie nowej danej do bazy wiedzy, oznaczające zaistnienie określonego faktu. Tak dodana informacja do bazy wiedzy może dalej podlegać kolejnym regułom. SWRL może być rozszerzony poprzez dodanie funkcji wbudowanych w formie ograniczeń definiowanych za pomocą języka SWRLB (SWRL Built-ins). Ograniczenia można zastosować do wartości zmiennych występujących w regułach oraz wykorzystać do tworzenia zapisu zależności pomiędzy zmiennymi. Podobnie, jak OWL Full język SWRL posiada szersze możliwości niż OWL DL, jednak jego reguły mogą również być nierozstrzygalne.

Aby odpytywać dane RDF oraz ontologie RDFS i OWL wraz z bazami wiedzy wykorzystywany jest SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language). Ten język zapytań przypomina SQL, ale wykorzystuje trójki RDF oraz zasoby dla parowania części zapytania i zwracania wyników zapytania. Ponieważ zarówno RDFS jak i OWL bazują na RDF język SPARQL może być wykorzystany do zadawania zapytań bezpośrednio to ontologii oraz baz wiedzy. SPARQL może również pełnić rolę protokołu dostępu do danych RDF. Ponieważ język ten charakteryzuje podobieństwo do szeroko rozpowszechnionego języka SQL programiści zapytań będą mieli ułatwione zadanie związane z wykorzystywaniem technologii semantycznych.

SPARQL pozwala na zadawanie zapytań w postaci grafów RDF. W zapytaniach uwzględniana jest wiedza zawarta w danych. W ramach zapytań SPARQL istnieją wzorce, które przyjmują formę trójek RDF wraz ze słowami kluczowymi języka zapytań. W ramach zapytania wyróżnić można trzy części:

- prefiksy: zawierają adresy URI danych, ontologii i innych dokumentów,
- rodzaj zapytania: zawiera informację dotyczącą sposobu przetwarzania zapytania (SELECT, CONSTRUCT, ASK, DESCRIBE),
- wzorzec zapytania: trójka RDF oraz dodatkowe elementy (FILTER, ORDER BY, OPTIONAL itd.).

Język SPARQL oprócz tego, że jest językiem zapytań w obszarze semantyki, pełni również rolę protokołu przesyłu danych typu RDF w technologii web service: WSDL 2.0 i SOAP 1.2. Dodatkowo stanowi podstawę w rozwoju SPARQL Query Results XML Format, który jest specyfikacją standardu dokumentów opisujących rezultaty dla zapytań SPARQL typu SELECT i ASK.

Oczekuje się, że wszystkie mechanizmy semantyczne i zasady będą wywołane w warstwach poniżej dowodu (proof) a rezultat będzie wykorzystany, aby zapewnić wnioskowanie. Dowody formalne wraz z zaufanymi wejściami do warstwy dowodu będą oznaczały, że rezultatom można zaufać, co demonstruje górna warstwa architektury. Dla zapewnienia wiarygodności źródeł można wykorzystać mechanizmy kryptograficzne jak np. podpis elektroniczny do weryfikacji źródła pochodzenia informacji. Powyżej tych warstw możliwe jest zbudowanie warstwy interfejsu użytkownika.

Rozwój Semantycznej Sieci WWW spowodował dodatkowo powstawanie nowych narzędzi ujętych w poszczególnych warstwach architektury, które pozwalają na tworzenie Sieci semantycznej. Poszczególne elementy mogą być wykorzystywane do:

- tworzenia meta informacji pozyskiwanych z Internetu lub relacyjnych baz danych,
- tworzenia baz wiedzy i ontologii dziedzinowych,
- realizowania procesów analizowania i wnioskowania na danych opisanych semantycznie,
- realizowania zapytań nieformalnych, które rozumiane są i interpretowane przez systemy informatyczne.

4.2 Metody i silniki wnioskowania semantycznego

4.2.1 Inferencja

Według słownika języka polskiego inferencja to „proces myślowy, w którym na podstawie zdań już uznanych za prawdziwe dochodzi się do uznania nowego twierdzenia” [SJP 2016]. To właśnie zasady logiczne inferencji są podstawą do tworzenia nowych aplikacji dla automatycznych silników wnioskowania bazujących na semantycznej sieci. Wiedza zapisana za pomocą OWL może być przetwarzana logicznie, a zatem można na niej dokonywać wnioskowania inferencyjnego z zachowaniem określonych reguł, na które wskazuje definicja inferencji w nurcie filozoficznym - „wnioskowanie logiczne polegające na przejściu od sądu prawdziwego do sądu również prawdziwego, przy użyciu określonych reguł” [Albo 2016].

4.2.2 Wnioskowanie w przód (forward chaining)

Wnioskowanie w przód jest jedną z dwóch głównych metod wnioskowania wykorzystywaną w silnikach inferencji. Logicznie jest to powtarzalne stosowanie implikacji matematycznej - *jeżeli p to q* ($p \rightarrow q$). Jest to popularne rozwiązanie wykorzystywane w systemach eksperckich oraz systemach produkcyjnych opartych o zasady. Wnioskowanie w przód rozpoczyna się od dostępnego zestawu danych i zastosowania zasad inferencji do ekstrakcji dodatkowej informacji - na przykład poprzez pytania do użytkownika, dokąd nie zostanie osiągnięty cel. Silnik inferencji wykorzystuje wnioskowanie w przód i przeszukuje zasady inferencji, dokąd nie napotka spełnionego warunku prawdziwości klauzuli „jeżeli” dla określonej zasady. Gdy taka zasada zostaje znaleziona silnik może skonkludować klauzulę „to” i w rezultacie dodać nową informację do swojego zasobu danych [Hayes-Roth, Waterman i Lenat 1983]. Silniki inferencji będą powtarzały taki proces, aż dojdą do wyznaczonego celu. Nazwa wnioskowania w przód związana jest ze sposobem działania, w którym silnik inferencji zaczyna od danych i przetwarza odpowiednie elementy aż do odnalezienia odpowiedzi. Jest to odwrotny sposób wnioskowania niż we wnioskowaniu wstecz a zasady są przetwarzane w odwrotnej kolejności. Ponieważ to dane decydują o tym, które zasady są wybrane i wykorzystane metoda wnioskowania w przód nazywana jest również wnioskowaniem bazującym na danych. W przeciwieństwie do sposobu wnioskowania wstecz, który

nazywany jest wnioskowaniem bazującym na celu. Wnioskowanie w przód jest częstym podejściem realizowanym przez systemy eksperckie takie, jak np. CLIPS. Jedną z zalet wnioskowania w przód w stosunku do wnioskowania wstecz jest możliwość pojawienia się nowych inferencji po otrzymaniu nowych danych, co oznacza, że ta metoda jest bardziej dostosowana do dynamicznych sytuacji, w których warunki są zmienne [Kaczor, Bobek i Nalepa 2010].

4.2.3 Wnioskowanie wstecz

Wnioskowanie wstecz (backward chaining) jest metodą inferencji, która w uproszczeniu może być opisana, jako wnioskowanie wstecz od celu. Wykorzystywana jest w narzędziach sztucznej inteligencji, silnikach inferencji i automatach udowadniających twierdzenia matematyczne [Feigenbaum 1988]. Systemy używające wnioskowania wstecz zwykle najpierw wykorzystują strategię analizy dogłębnej np. w języku Prolog.¹⁴ Wnioskowanie wstecz rozpoczyna się od listy celów (lub hipotez) i wykonuje wnioskowanie inferencyjne wstecz od następnika do poprzednika w celu analizy, czy są tam dane potwierdzające któryś z następników [Russell i Norvig 2009]. Silnik inferencji wykorzystujący wnioskowanie wstecz przeszukuje zasady inferencji, dokąd nie odnajdzie takiej, w której następnik (klauzula „to”) spełnia określony warunek, czyli pozwala osiągnąć cel. Jeżeli poprzednik (klauzula „jeżeli”) dla niego jest prawdziwy to jest on dodawany do listy celów (aby potwierdzić cel należy również zapewnić dane, które potwierdzają odnalezioną regułę).

4.2.4 Wnioskowanie oportunistyczne

Wnioskowanie oportunistyczne (opportunistic reasoning) jest metodą wyboru strategii logicznej inferencji w zastosowaniach sztucznej inteligencji. Określone metody wnioskowania mogą być wykorzystane, aby wyciągać wnioski bazując na zestawie określonych faktów w bazie wiedzy np. wnioskowanie w przód oraz wstecz, jednak podczas wnioskowania oportunistycznego fragmenty wiedzy mogą być analizowane w przód lub wstecz w najbardziej oportunistycznym momencie [Craig 1995]. Wnioskowanie oportunistyczne jest wykorzystywane, gdy liczba możliwych inferencji

¹⁴ Michel Chein; Marie-Laure Mugnier (2009). Graph-based knowledge representation: computational foundations of conceptual graphs. Springer. p. 297. ISBN 978-1-84800-285-2.

jest bardzo duża i system wnioskowania musi być zdolny do zaadaptowania swojego zachowania do nowych danych, które mogą powstać lub zostać dostarczone np. przez użytkownika. Wnioskowanie tego typu jest stosowane np. w systemach medycznych [Turner 1988].

4.2.5 Logika probabilistyczna

Logika probabilistyczna, czy też wnioskowanie probabilistyczne zostały stworzone w celu połączenia teorii prawdopodobieństwa, aby obsłużyć sytuacje związane z brakiem pewności z możliwościami logiki dedukcyjnej pozwalającej na wykorzystanie deterministyczności i określonych struktur. Poprzez połączenie tych dwóch obszarów powstały bogatsze formalizmy o szerokim spektrum możliwych obszarów zastosowań. Logika probabilistyczna próbuje znaleźć naturalne rozszerzenie dla tradycyjnej logiki - rezultaty przez nią definiowane są wyrażane poprzez wartości, czy wzory określające prawdopodobieństwo. Jedną z trudności związanych z logiką probabilistyczną jest zwykle multiplikacja złożoności obliczeniowych i komponentów logicznych. Inną trudnością są możliwe wystąpienia rezultatów sprzecznych z intuicją, czy też zdrowym rozsądkiem, jak te w teorii Dempster-Shafera. Różne punkty widzenia i potrzeba obsłużenia szerokiego wachlarza kontekstowego doprowadziły do powstania wielu różnych propozycji dotyczących logiki probabilistycznej. W dużym uogólnieniu nurty w teorii logiki probabilistycznej można podzielić na dwie klasy: logiki, które próbują rozszerzyć probabilistycznie podstawy logiki tradycyjnej, takie jak sieci logiczne Markova oraz takie, które próbują rozwiązać problemy niepewności i braku dowodu (logiki dowodowe).

4.2.6 Silniki wnioskowania

Wraz z zastosowaniem formalnych struktur do opisu wiedzy za pomocą języków RDF, RDFS i OWL pojawiły się możliwości uzyskiwania nowych faktów za pomocą wnioskowania. Aby sprostać wymaganiom formalności zapisu wiedzy i procesu wnioskowania powstał szereg nowych algorytmów oraz silników wnioskujących wykorzystywanych w różnych narzędziach. Systemy wnioskujące umożliwiają w procesie analizy wiedzy wykorzystanie wiedzy opisanej w postaci ontologicznej. Istniejące systemy baz wiedzy pozwalają na dokonywanie zapytań, podczas gdy w tle realizowane jest wnioskowanie.

Silnik wnioskowania semantycznego jest oprogramowaniem, które potrafi przeprowadzić logiczne wnioskowanie dotyczące konsekwencji na podstawie istniejących faktów i aksjomatów. Pojęcie systemu wnioskowania semantycznego jest uogólnieniem pojęcia silnika inferencji, gdyż mechanizm taki posiada szerszy zestaw mechanizmów umożliwiających przeprowadzenie procesu wnioskowania. Zasady logiczne wnioskowania są najczęściej definiowane za pomocą języka ontologii, ale również często za pomocą języka logiki opisowej. Wiele silników wnioskowania wykorzystuje logikę predykatową pierwszego rzędu do wykonania wnioskowania - inferencja najczęściej poprzedzana wnioskowaniem w przód i w tył (forward / backward chaining). Istnieją jednak również mechanizmy wnioskowania probabilistycznego, które prowadzą swoje zadania w warunkach niepewności np. sieć logiki probabilistycznej (probabilistic logic network). Wśród komercyjnych wdrożeń systemów wnioskowania semantycznego znaleźć już można oprogramowanie dostępne na rynku, np. Bossam, które bazuje na silniku zasad opartym o algorytm RETE¹⁵, zawierającym wbudowane wsparcie dla wnioskowania opartego o ontologie OWL, zasady SWRL oraz RuleML. W obszarze rozwiązań komercyjnych dostępne jest również narzędzie RacerPro, dla którego dostępne są licencje akademickie. Oprogramowanie pozwalające na wnioskowanie semantyczne jest również oferowane przez największych dostawców rozwiązań IT i tak w komercyjnych zastosowaniach odnaleźć można narzędzie Oracle 11g RDFS/OWL, które pozwala na wnioskowanie z wykorzystaniem danych w postaci RDF i ontologii w postaci OWL. W ramach komercyjnych rozwiązań firmy Allegro dostępne jest narzędzie AllegroGraph, które jest bazą danych opartą o RDF pozwalającą na realizację zapytań oraz wnioskowanie z wybranymi aksjomatami OWL i RDFS. Istnieje wiele rozwiązań darmowych z zamkniętym kodem źródłowym, lub dostępnych nieodpłatnie z otwartym kodem. Wybrane narzędzia zostaną omówione w następujących paragrafach.

Silnik wnioskowania Cyc - wyposażony jest w mechanizmy wnioskowania łańcuchowego (chaining) w przód i wstecz oraz w liczne moduły specjalistyczne zapewniające logikę wyższego rzędu. Występuje w dwóch odmianach - ReasarchCyc oraz OpenCyc.

¹⁵ RETE to algorytm dopasowywania wzorców implementowany w systemach zasad produkcyjnych. Wykorzystywany jest do podjęcia decyzji, która zasada powinna zostać zainicjowana w oparciu o zbiór danych.

KAON2 - to narzędzie niekomercyjne obsługujące mechanizmy wnioskowania z wykorzystaniem RDFS, OWL-DL oraz SWRL. Narzędzie to wspiera również obsługę ontologii F-Logic¹⁶ oraz umożliwia połączenie z relacyjnymi bazami danych.

Internet Business Logic - jest silnikiem wnioskowania zaprojektowanym dla twórców aplikacji dla użytkowników końcowych. Wyposażony jest w możliwość automatycznego generowania i uruchamiania złożonych sieciowych zapytań SQL, których efekty są wyjaśniane z wykorzystaniem języka naturalnego (angielski) na poziomie użytkownika końcowego.

Edytor dot15926 - framework zarządzania ontologiami, który został zaprojektowany z myślą o tworzeniu ontologii zgodnych ze standardem ISO [ISO 15926]. Pozwala na wykonania analizy danych opartej o wzorce oraz wspiera definiowanie zasad za pomocą skryptów w języku Python.

CWM - jest silnikiem wnioskowania łańcuchowego w przód, który umożliwia wykonywanie kwerend, sprawdzanie, transformowanie i filtrowanie informacji. Podstawowym językiem, który obsługuje jest RDF jednak narzędzie to zostało rozszerzone i zawiera wsparcie dla reguł oraz obsługuje RDF/XML, czy też serializacje N3.

Drools - silnik wnioskowania łańcuchowego w przód oparty na zasadach inferencji i wykorzystujący zmodyfikowaną i ulepszoną implementację algorytmu RETE. Narzędzie to uruchamiane jest w ramach środowiska Apache.

Flora-2 - jest systemem reprezentacji wiedzy i wnioskowania opartym o zasady i zorientowanym obiektowo. Również uruchamiany jest z wykorzystaniem oprogramowania Apache.

Jena (lub Jena 2) - to framework open-source wykorzystywany do budowy rozwiązań semantycznej sieci WWW. Wyposażony jest w zestaw modułów wnioskowania semantycznego oraz narzędzia do składowania danych (RDF) czy realizacji zapytań. Oprogramowanie to uruchamiane jest w ramach środowiska Apache.

Prova - jest silnikiem sieci semantycznej opartym o zasady obsługującym integrację danych poprzez kwerendy SPARQL i systemy typów, wśród których obsługiwane są RDFS oraz OWL.

¹⁶ F-logic (frame logic) jest językiem reprezentacji wiedzy i ontologii. Pozwala na połączenie zalet koncepcyjnego modelowania z językami obiektowymi oferując jednocześnie prostą składnię.

Pellet - jest narzędziem, które obsługuje wnioskowanie semantyczne oparte o źródła RDFS, ontologie OWL oraz zasady SWRL. Pellet wspiera OWL 2.

FaCT++ - jest oprogramowaniem otwartym, które pozwala na wnioskowanie w warstwie OWL logiki deskrypcyjnej.

4.3 Zastosowania i dalszy rozwój sieci semantycznej WWW

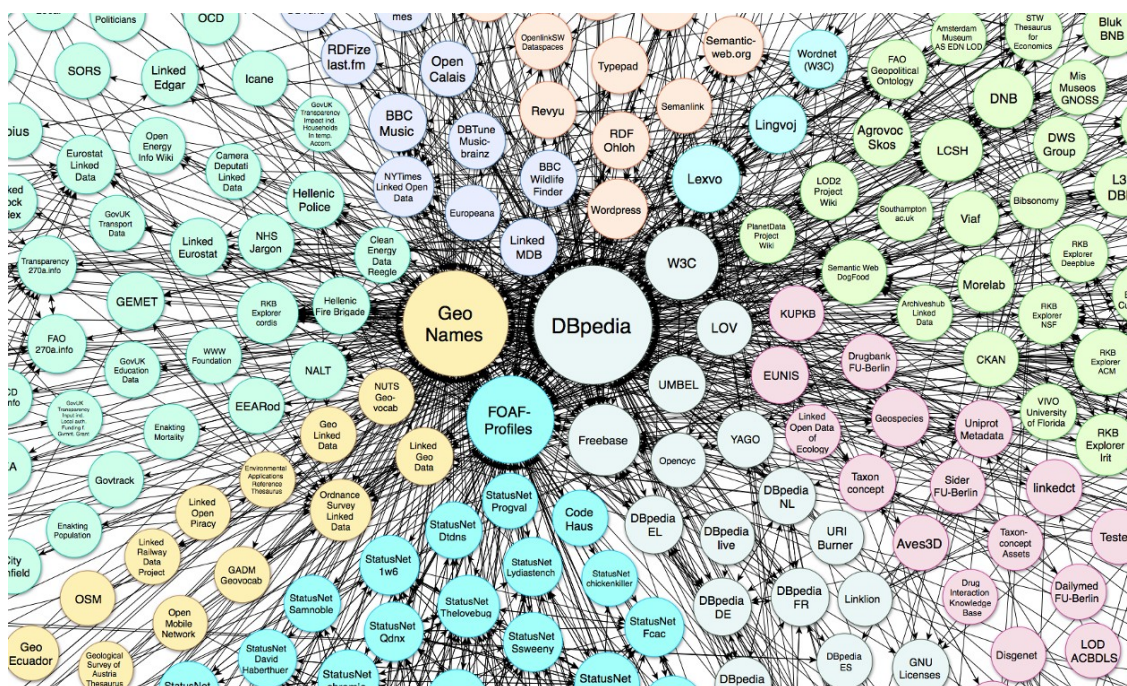
Sieć semantyczna WWW stosowana jest już obecnie coraz szerzej pozwalając na wdrażanie i uruchamianie nowych rozwiązań w różnych obszarach. Jednym z takich obszarów są wyszukiwarki, które nie zawsze potrafią prawidłowo odpowiedzieć na zadawane zapytanie. Podczas odpowiadania na pytanie dla ludzi wyzwaniem jest znajomość odpowiedzi, gdyż wymaga ona posiadania wiedzy często z wielu dziedzin i łączenia ze sobą faktów, aby wyciągnąć wnioski - dla maszyn natomiast wyzwaniem jest także zrozumienie pytania. Dlatego w wynikach wyszukiwania odpowiedzi często dotyczą innych dokumentów niż te, które są odpowiedzią na zadane zapytanie. Rozwijane są semantyczne wyszukiwarki, do których zapytania można zadawać w języku naturalnym a wyniki posiadają uzasadnienie oraz dodatkowe odsyłacze do dokumentów zawierających odpowiednie informacje i dane. PowerSet (www.powerset.com) jest jedną z takich wyszukiwarek semantycznych. To innowacyjna wyszukiwarka semantyczna, do której zapytania można kierować w języku naturalnym. Na ten moment obsługiwany jest jedynie język angielski, a odpowiedzi udzielane są na podstawie danych pochodzących ze stron WWW, Wikipedii oraz bazy Freebase. Dzięki mechanizmom semantycznym i maszynowemu „rozumieniu” treści zapytania wyszukiwarka pozwala na uzyskanie najbardziej adekwatnych wyników. Obecnie Microsoft zakupił firmę, która stworzyła tę przeglądarkę. Podobnie w zasobach firmy Microsoft pozostaje usługa Yahoo! SearchMonkey, która na mocy porozumienia pomiędzy firmami Yahoo! i Microsoft została zamknięta w październiku 2010 roku. Narzędzia wyszukiwania Yahoo! zostają na mocy tego porozumienia zastąpione wyszukiwarką Microsoft - Bing. Niemniej jednak usługa SearchMonkey trafiła na listę czołowych 10 usług semantycznych w 2008 roku [McManus 2008]. Narzędzia indeksujące tej wyszukiwarki pozwalają na analizowanie danych RDF, danych z rodziny microformats i innych danych, które są opisane semantycznie wyświetlając dodatkowe linki dołączane do otrzymanych wyników.

Inną wyszukiwarką bazującą na mechanizmach semantycznych jest Hakia pozwalająca na zadawanie zapytań w języku naturalnym. Niestety od kwietnia 2014 roku dostęp publiczny do tej wyszukiwarki został wyłączony - obecnie wyszukiwarka wykorzystywana jest wyłącznie we wdrożeniach komercyjnych i prywatnych [Hakia.com 2016]. Wyszukiwarka Hakia odpowiada na wiele pytań korzystając z własnych zasobów przy użyciu algorytmu semantycznego oceniania i rankingowania, zwykle nie odsyłając internauty do konkretnych stron. Wyszukiwarka miała w swoich założeniach i w fazie rozwoju nawiązywać dialog z użytkownikiem, pozyskując w ten sposób dodatkowy kontekst uszczegóławiający zapytanie i poprawiający wyniki wyszukiwania.

Mechanizmy semantyczne wykorzystywane są również w rozwiązaniach typu Wiki, jak np. Semantic MediaWiki, która jest rozszerzeniem MediaWiki umożliwiającym adnotację danych semantycznych za pomocą stron wiki. Dane, które zostały zakodowane mogą być wykorzystywane w wyszukiwaniu semantycznym, agregacjach czy też mogą być eksportowane do formatu RDF i CSV. W tym wdrożeniu semantyka pozwala użytkownikom na szybsze znalezienie informacji, a także poprawia jakość i spójność zawartych informacji. Dodatkowo na podstawie danych opisanych semantycznie automatycznie mogą być wytworzone mapy czy wygenerowane listy zawierające odpowiednie dane (np. lista miast z liczbą ludności posegregowana malejąco). Semantyczna Wiki o nazwie BiomedGT pozwala na wspólne tworzenie biomedycznych terminologii przez ekspertów z całego świata. Ta instancja wiki dotyczy głównie zagadnień chorób nowotworowych, a opracowana została przez National Cancer Institute Center for Bioinformatics oraz przez firmę Apelon, Inc.

Innym obszarem zastosowania semantyki poza wyszukiwarkami i systemami Wiki są bazy wiedzy, które mają na celu gromadzenie danych i wiedzy z różnych źródeł. Jedną z takich baz była Freebase, która umożliwiała integrację informacji pochodzących z różnych serwisów WWW. Dane takie musiały być opisywane za pomocą znaczników definiowanych przez Freebase. System umożliwiał wyszukiwanie zintegrowanych informacji na zadany temat, a odpowiedzi przedstawiane były w postaci ustrukturalizowanej informacji wraz z odwołaniami do źródeł zewnętrznych, takich jak: Wikipedia, NNDB, IMDb czy New York Times. Freebase była bazą tworzoną przez amerykańską firmę Metaweb dostępną publicznie do marca 2007 roku. Firma Metaweb została zakupiona przez Google 16 lipca 2010 zasilając bazę wiedzy

Google's Knowledge Graph. W obecnej formie Freebase istnieje, jako dane źródłowe¹⁷ do 31 sierpnia 2016 r. W bieżącej wersji z maja 2016 roku dane Freebase zawierały ponad 1,9 miliarda trójek opisujących wiedzę i aktualizowanych tygodniowo. Formatem danych jest notacja N-Triple RDF, a plik skompresowany zajmuje 22 gigabajty, które po dekompresji osiągają rozmiar 250 gigabajtów. Inną inicjatywą tworzącą i zbierającą wiedzę z otwartych zbiorów danych RDF w pojedynczy globalny graf jest projekt Linking Open Data. Rysunek 27 przedstawia graf LOD w wersji z 30 sierpnia 2014 roku, zawierający powiązania RDF pomiędzy heterogenicznymi bazami danych opisanymi za pomocą trójek RDF. Graf skonstruowany w ten sposób może być odpytywany w języku SPARQL, a z wykorzystaniem ontologii i odpowiednich narzędzi można przeprowadzać wnioskowanie. Źródłami danych dla projektu Linked Data są: Wikidata, DBpedia, GeoNames, UMBEL i FOAF.



Rysunek 27 Graf LOD (fragment)

Źródło: [Schmachtenberg i inni 2014]

Sieć semantyczna WWW w obecnym kształcie pozwala już znacznie zbliżyć się do wizji jej oryginalnego pomysłodawcy z lat 90-tych. Nie jest, co prawda, możliwe jeszcze zrealizowanie systemów w pełni „rozumiejących” i zdolnych do podejmowania decyzji, ale solidne fundamenty tych technologii zostały już stworzone.

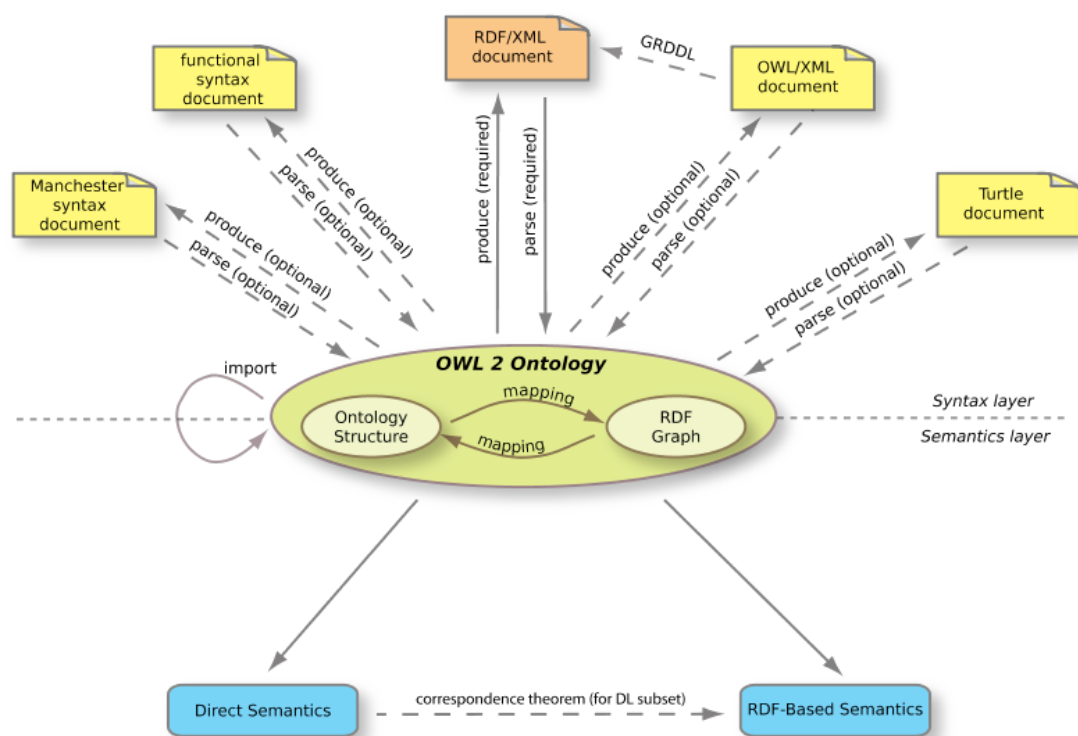
¹⁷ <https://developers.google.com/freebase/#freebase-rdf-dumps> (dostęp 04.05.2016 r.)

Jednym z projektów, który wzbogacił szereg narzędzi semantycznych był projekt LarKC (Large Knowledge Collider), który powstał w ramach 7 Programu Ramowego Unii Europejskiej mając za zadanie zbudowanie platformy dla szerokiego i rozproszonego wnioskowania niekompletnego, które umożliwia usunięcie barier skalowalności obecnie istniejących systemów wnioskowania dla sieci semantycznej WWW. Wśród głównych celów projektu zdefiniowano stworzenie rozproszonej platformy wnioskowania i zapewnienie realizacji procesów wnioskowania zarówno na klastrach komputerowych wysokiej klasy, jak i na sprzętach przeznaczonych do użytku domowego. W ramach projektu wypracowane zostały metody i narzędzia pozwalające na połączenie wnioskowania z wyszukiwaniem i ekstrakcją informacji oraz narzędzia pozwalające na definiowanie kompromisu, pomiędzy jakością odpowiedzi (jej kompletnością) a czasem jej uzyskania. Projekt wypracował również algorytmy pozwalające na wnioskowanie z określonym prawdopodobieństwem. Obecnie dostępna jest wersja 3.0 platformy LarKC oraz zestaw 33 wtyczek do platformy realizujących różne funkcje z obszarów wnioskowania, identyfikacji informacji, jej transformacji oraz wyboru. Do kategorii wnioskowania należy 10 wtyczek realizujących różne funkcje związane z wnioskowaniem maszynowym.

OWL 2 jest nową wersją języka opisu ontologii, która wykorzystywana jest m. in. przez algorytmy projektu LarKC. Rysunek 28 przedstawia strukturę OWL 2, która wprowadza wiele innowacji w stosunku do pierwszej wersji:

- nowe konstrukcje zwiększające siłę wyrazu języka,
- poszerzona liczba akceptowalnych typów danych,
- opracowanie nowej składni – OWL 2 Manchester Syntax,
- rozszerzone możliwości adnotacji,
- zredefiniowanie dotychczas istniejących aksjomatów w celu ułatwienia ich zrozumienia, wydajniejszej implementacji oraz prostszego tworzenia ontologii,
- wprowadzenie profili w zależności od skali problemu oraz efektywności procesu wnioskowania,
- zachowanie kompatybilności w stosunku do pierwszej wersji języka OWL.

Rysunek 28 Struktura OWL 2



Źródło: [W3C 2012]

5 ROZDZIAŁ PIĄTY: ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ ROZWOJU KOMUNIKACJI ELEKTRONICZNEJ I WYBRANYCH ASPEKTÓW TRACEABILITY

5.1 Komunikacja elektroniczna w ujęciu badań GUS 2008-2015

Badania prowadzone przez Główny Urząd Statystyczny dotyczą wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych, które obejmują również handel elektroniczny w przedsiębiorstwach. Badania takie prowadzone są od 2002 r. za pomocą modelowych kwestionariuszy, które opracowane zostały przez służby statystyczne państw krajów członkowskich UE oraz Eurostat - Urząd Statystyczny UE. W pierwszym roku wykonania badania swoim zasięgiem objęło ono 15 krajów członkowskich, w których przebadano ok. 137 000 przedsiębiorstw zatrudniających co najmniej 10 osób. Pierwsze z takich badań przeprowadzonych w Polsce miało miejsce w 2004 roku. Na pilotażowy charakter tego badania wskazują liczby - przebadano jedynie 6 tysięcy firm z całego kraju. Badanie pt. „Wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w przedsiębiorstwach” zostało wprowadzone na stałe do Programu badań statystycznych statystyki publicznej w Polsce. Prowadzone jest w ramach tematu „Wskaźniki społeczeństwa informacyjnego”, a jego realizacja odbywa się, co roku w kwietniu. Swoim zakresem badanie obejmuje podmioty zatrudniające co najmniej 10 osób. Prowadzona działalność gospodarcza musi występować w następujących sekcjach¹⁸:

- sekcja C – przetwórstwo przemysłowe,
- sekcja D – wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych,
- sekcja E – dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją,
- sekcja F – budownictwo,
- sekcja G – handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów samochodowych, włączając motocykle,
- sekcja H – transport i gospodarka magazynowa,

¹⁸ Sekcje podzielone według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) 2007.

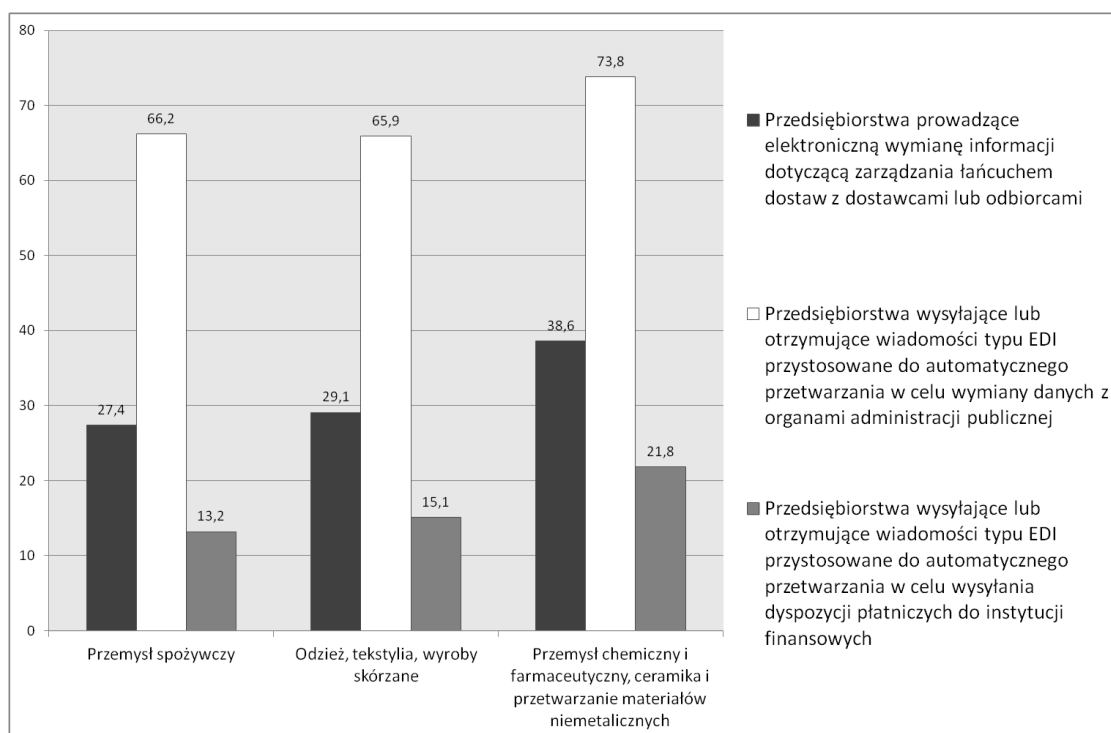
- sekcja I – działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi,
- sekcja J – informacja i komunikacja,
- sekcja K – działalność finansowa i ubezpieczeniowa,
- sekcja L – działalność związana z obsługą rynku nieruchomości,
- sekcja M – działalność profesjonalna, naukowa i techniczna (bez działu 75 - weterynaria),
- sekcja N – działalność w zakresie usług administrowania i działalność wspierająca,
- z sekcji S – grupa 95.1 naprawa i konserwacja komputerów i sprzętu komunikacyjnego.
- grupowanie obejmujące sektor ICT: grupy/działy PKD (26.1-26.4) + (26.8) + (46.5) + (58.2) + (61) + (62) + (63.1) + (95.1)

Badanie to jest prowadzone metodą reprezentacyjną, np. w 2014 roku przeprowadzono je na próbie liczącej 19 tys. przedsiębiorstw, co przekłada się na nieco ponad 18% całej zbiorowości określonej w ramach zakresu podmiotowego. Próba do badania dobierana jest według założeń określonych przez GUS. Do próby w całości brane są warstwy macierzowe dzielone według rodzaju działalności przedsiębiorstw i ich wielkości a zawierające niską liczbę przedsiębiorstw. W podobny sposób traktowane są wybrane warstwy złożone z dużych przedsiębiorstw w poszczególnych rodzajach działalności. Inne badane jednostki alokowane są do próby przy wykorzystaniu metody jednakowej precyzji w każdej warstwie (według rodzaju działalności) oraz alokacji Neymana. W badaniu GUS zastosowana została rotacja próby, która powoduje, że jednostki włączone w danym roku do badania nie zostały zlikwidowane w roku poprzednim i nie występowały w próbie sprzed dwóch lat. Rotacja próby nie dotyczy przedsiębiorstw dużych, czyli takich, które zatrudniają co najmniej 250 osób - takie przedsiębiorstwa uczestniczą w każdym badaniu. W 2014 roku sprawozdanie SSI-01 zostało złożone przez 14 948 podmiotów spośród wszystkich wylosowanych. To właśnie w tym badaniu znajdują się informacje dotyczące automatycznej wymiany danych na potrzeby organizacji łańcucha dostaw. Niestety kwestionariusz badania ulegał modyfikacjom wraz z upływem czasu i z roku na rok informacje uzyskiwane od respondentów obejmowały mniejszą ilość informacji. Niemniej jednak podstawowe informacje

dotyczące EDI zostały zbadane oraz przedstawione w tej pracy. Metodyka badania oparta jest na modelu stworzonym przez Eurostat na bazie konsultacji z ekspertami urzędów statystycznych krajów członkowskich oraz przedstawicielami Komisji Europejskiej i OECD. Przy tworzeniu kwestionariuszy do badań brane były pod uwagę krajowe potrzeby zgłaszane podczas konsultacji.

W badaniu GUS przedstawiona została definicja EDI, które rozumiane jest, jako wysyłanie lub otrzymywanie wiadomości (np. zamówień, transakcji płatniczych, deklaracji podatkowych itp.) w uzgodnionym lub standardowym formacie, który pozwala na ich automatyczne przetwarzanie, ale nie obejmuje wiadomości wprowadzanych ręcznie. Definicja ta jest zgodna z definicją i rozumieniem EDI przez autora niniejszej pracy.

Wykres 1 przedstawia, jak w wybranych gałęziach gospodarki kształtował się odsetek przedsiębiorstw wykorzystujących wiadomości typu EDI przystosowane do automatycznego przetwarzania na zewnątrz przedsiębiorstwa w trzech kategoriach: jednostek prowadzących elektroniczną wymianę informacji dotyczącej zarządzania łańcuchem dostaw, przedsiębiorstw wykorzystujących wiadomości typu EDI do komunikacji elektronicznej z instytucjami finansowymi oraz przedsiębiorstw wykorzystujących wiadomości typu EDI do komunikacji elektronicznej z organami administracji publicznej.



Wykres 1 Przedsiębiorstwa wykorzystujące wiadomości typu EDI przystosowane do automatycznego przetwarzania na zewnątrz przedsiębiorstwa w 2014 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [GUS 2014]

Analizując kategorie można zauważyć, że najwyższym odsetkiem pozytywnych odpowiedzi charakteryzuje się komunikacja z administracją publiczną. Zdecydowanie częściej firmy wymieniały wiadomości z organami administracji publicznej. Największą aktywność pod tym względem wykazują przedsiębiorstwa prowadzące działalność związaną z wytwarzaniem i zaopatrywaniem w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę oraz działalność związaną z finansami i ubezpieczeniami. Ze względu na zagadnienie traceability autor niniejszej rozprawy wybrał trzy gałęzie gospodarki, których zagadnienia traceability dotyczą w większym stopniu niż w pozostałych, zwłaszcza, jeśli chodzi o dotrzymanie jakości i bezpieczeństwo konsumentów.

Wykres 2 przedstawia odsetek przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji w latach, w których GUS prowadził takie badanie - brak jest zatem danych za rok 2011 i 2013. Do roku 2012 zaobserwować można tendencję wzrostową, która następnie notuje spadek. W swoich kwestionariuszach GUS precyzuje określenia dotyczące elektronicznej wymiany danych w dziale C kwestionariusza SSI 01: „Automatyczna wymiana danych oznacza:

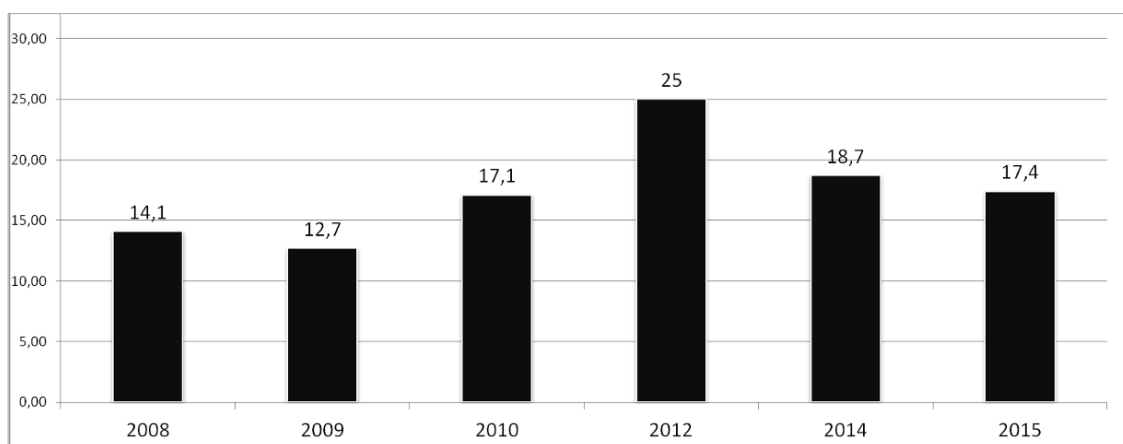
- wysyłanie i/lub otrzymywanie wiadomości (np. zamówień, faktur, transakcji płatniczych, opisów produktów, dokumentów transportowych i deklaracji podatkowych),
- w uzgodnionym lub standardowym formacie, który pozwala na ich automatyczne przetwarzanie np. EDI, EDIFACT, ODETTE, TRADACOMS, XML, xCBL, cXML, ebXML,
- z wyjątkiem ręcznego wprowadzania wiadomości przesyłanych pocztą elektroniczną,
- poprzez sieci komputerowe” [GUS 2010].

W tym obszarze przedsiębiorcy deklarowali, czy wysyłali dyspozycje płatnicze do instytucji finansowych, zamówienia do dostawców, faktury elektroniczne, otrzymywali faktury elektroniczne, zamówienia od odbiorców a także, czy wysyłali lub otrzymywali informacje o produktach (katalogi, cenniki), dokumenty transportowe (np. listy przewozowe) [GUS 2010].

Przedsiębiorcy odpowiadali również, czy wymiana danych dotyczy komunikacji z organami administracji publicznej w obszarze wysyłania zeznań podatkowych, danych statystycznych, danych do programu „Płatnik”) [GUS 2010].

Dział D badania GUS obejmował wymianę informacji dotyczących zarządzania łańcuchem dostaw, a zatem „wymianę wszystkich typów informacji z dostawcami lub odbiorcami w celu koordynacji dostępności i dostaw towarów lub usług do odbiorcy końcowego, z uwzględnieniem informacji dotyczących popytu, zapasów, produkcji, sprzedaży, dystrybucji i rozwoju produktu” [GUS 2010].

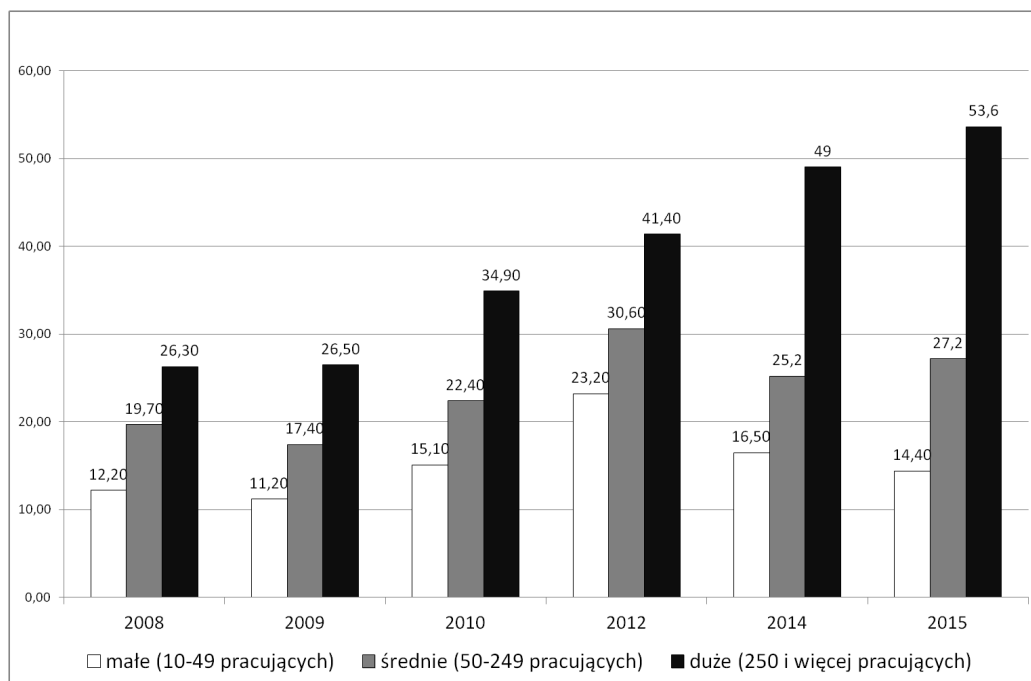
Przedsiębiorcy stwierdzali czy prowadzili elektroniczną wymianę informacji z dostawcami i/lub odbiorcami dotyczącą: poziomu zapasów, planów produkcji, prognoz dotyczących popytu lub postępu w realizacji dostaw (tzn. dystrybucji surowców lub produktów końcowych) z wykorzystaniem wymiany informacji poprzez strony internetowe (przedsiębiorstwa, partnerów biznesowych lub portale) oraz automatycznej wymiany danych (EDI, XML, EDIFACT) [GUS 2010].



Wykres 2 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

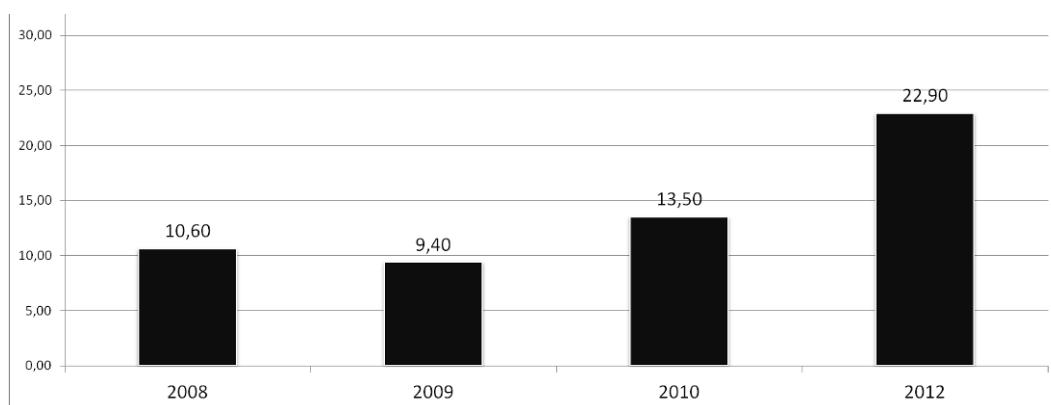
Wykres 3 prezentuje dane procentowe w podziale według struktury zatrudnienia obrazujące odsetek przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji. Analizując wykres można zauważyć, że dla kategorii firm dużych, odsetek przedsiębiorstw rośnie osiągając ponad 53% w 2015 roku. W kategorii firm średnich tendencję wzrostową można zaobserwować do roku 2012, gdzie wartość przekroczyła 20%, a następnie zanotowany jest nieznaczny spadek w kolejnych dwóch latach. Wartości opisujące firmy małe są podobne do tych dla firm średnich w swoim przebiegu z tą różnicą, że w latach 2014 i 2015 zanotowane zostały większe spadki wśród przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji.



Wykres 3 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji w podziale według struktury zatrudnienia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

Wykres 4 przedstawia wartości procentowe reprezentujące udział przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji z dostawcami w ogólnej liczbie przebadanych przedsiębiorstw.

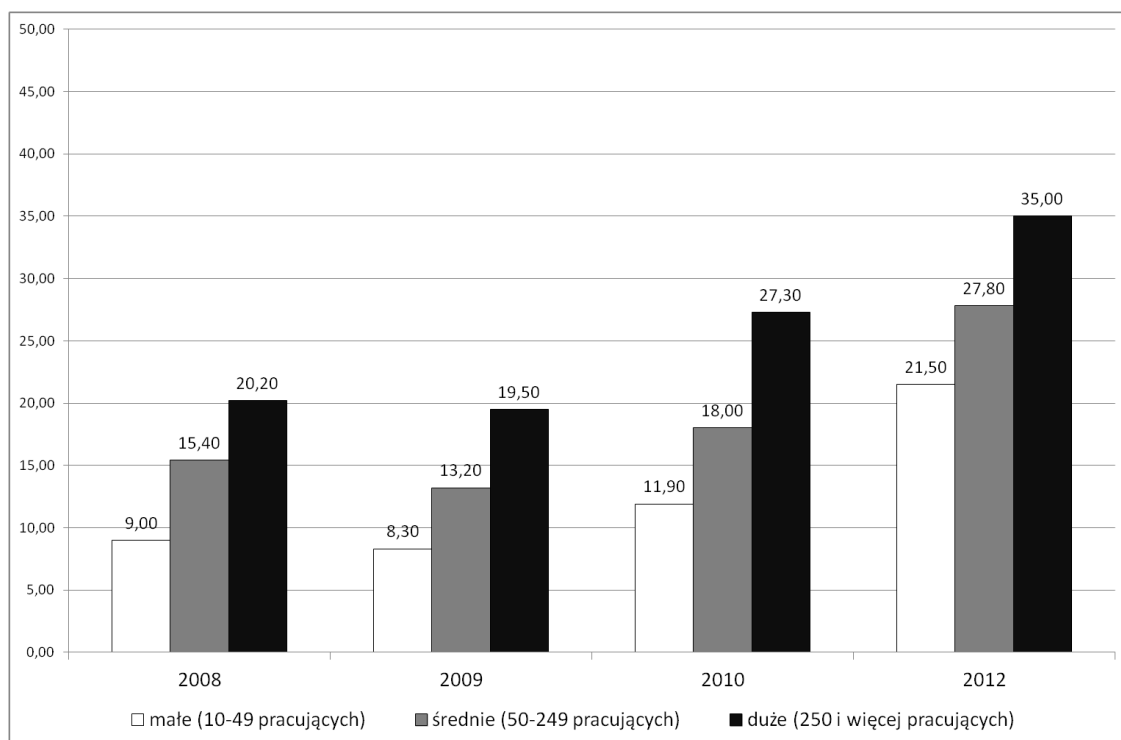


Wykres 4 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji z dostawcami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012].

Wykres 5 przedstawia natomiast informacje na temat przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji z dostawcami w podziale według struktury

zatrudnienia. Wśród zbadanych kategorii najwyższą dynamiką charakteryzują się przedsiębiorstwa duże, których odsetek w ciągu 4 lat wzrósł o prawie 15 p.p. (dla średnich 12 p.p. a małych 12,5 p.p.).

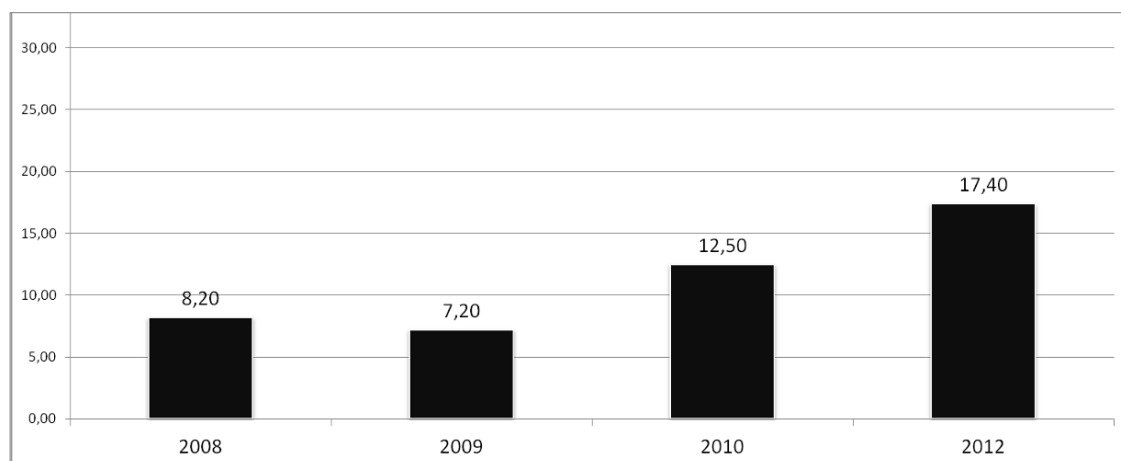


Wykres 5 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji z dostawcami w podziale według struktury zatrudnienia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012].

Główny Urząd Statystyczny zdecydował się na zmianę metodyki badawczej w 2014 roku i od tego czasu zaprzestano badania tej kategorii wśród przedsiębiorstw. Wykres 6 przedstawia procentowe wartości informujące o odsetku przedsiębiorstw prowadzących wymianę elektroniczną z odbiorcami. Ciekawym zjawiskiem, które można zaobserwować są niższe wartości dla wymiany danych z odbiorcami, a wyższe dla wymiany danych z dostawcami. Można spekulować, że część informacji nie jest przekazywana elektronicznie w miarę przemieszczania się towaru w łańcuchach dostaw, gdyż firmy chętniej komunikują się elektronicznie z dostawcami niż ze swoimi odbiorcami. Asymetria taka wynikać może z siły rynkowej poszczególnych przedsiębiorstw. O ile duże przedsiębiorstwa mogą wymagać od swoich dostawców komunikacji w sposób elektroniczny to mniejsze firmy będące detalistami i odbiorcami produkowanych i importowanych towarów nie mają siły rynkowej, która mogłaby skłonić duże firmy do przekazywania odpowiednich informacji, gdyż po stronie

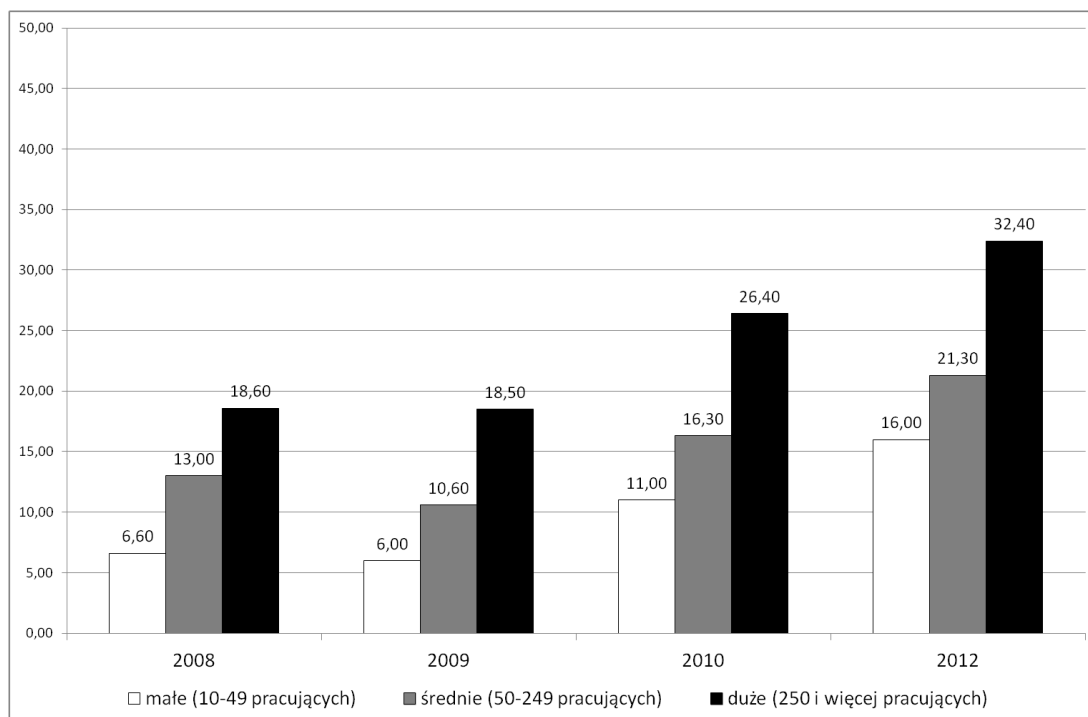
dostawcy informacji generuje to koszty oraz konieczność obsługi. W wyniku takiej asymetrii im dalej w łańcuchu dostaw, tym mniej informacji może docierać w sposób elektroniczny, jeśli spojrzeć na to z perspektywy całej gospodarki.



Wykres 6 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji z odbiorcami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012].

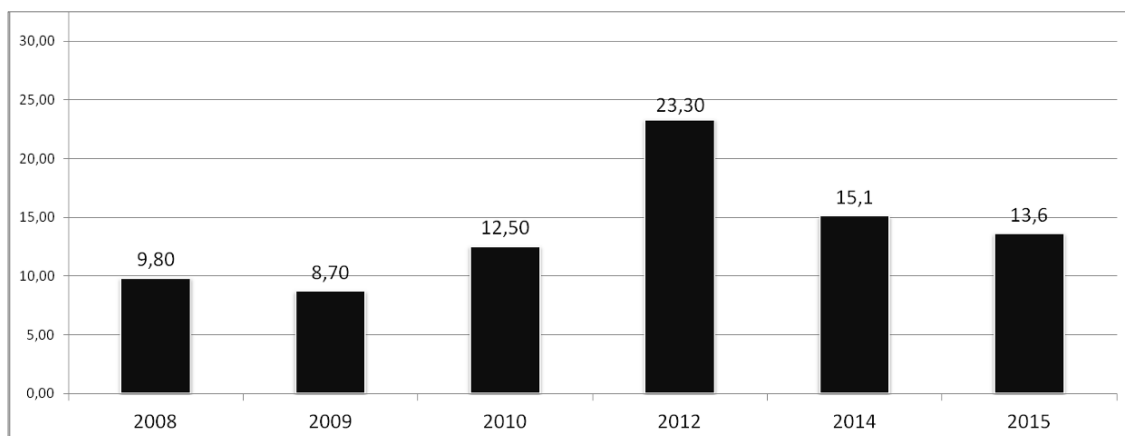
Podobnie jak w przypadku elektronicznej wymiany danych z dostawcami tak i dla kategorii oznaczającej wymianę danych z odbiorcami Główny Urząd Statystyczny zdecydował się na zmianę metodyki badawczej w 2014 roku i od tego czasu zaprzestano badania tej kategorii. Wykres 7 przedstawia te informacje w podziale według struktury zatrudnienia. Charakterystyka wykresu jest podobna do badanej kategorii wymiany informacji z dostawcami jednak tutaj można zauważyć większe różnice pomiędzy firmami średnimi a dużymi i tak dla roku 2012 różnica ta wynosi około 11 p.p., podczas gdy dla wymiany informacji z odbiorcami wynosi około 7 p.p.



Wykres 7 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji z odbiorcami w podziale według struktury zatrudnienia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012].

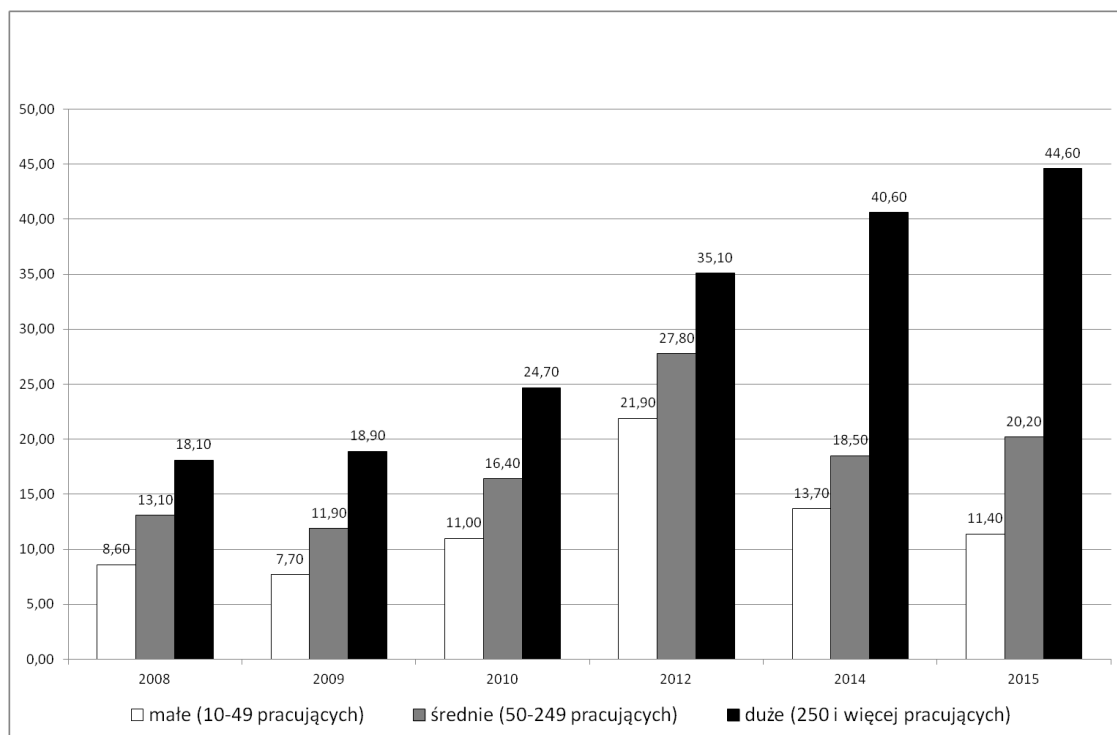
Główny Urząd Statystyczny postanowił wprowadzić rozdział we wcześniejszych latach prowadzenia omawianego badania na dwa typy elektronicznej wymiany informacji: nieautomatyzowaną wymianę przez strony internetowe oraz automatyczną wymianę informacji za pomocą XML i EDIFACT. Pierwsza kategoria badana przez GUS dotyczy przesyłania informacji poprzez własne strony internetowe przedsiębiorstw, strony internetowe partnerów biznesowych, różne portale internetowe, a w tym poprzez rozwiązania typu WEB EDI. W żadnym z wymienionych przypadków nie dochodzi do integracji systemów klasy ERP, a dane są wprowadzane ręcznie za pomocą mechanizmu formularzy elektronicznych umieszczanych na stronach WWW. Wykres 8 przedstawia odsetek przedsiębiorstw prowadzących nieautomatyzowaną wymianę informacji. Analizując dane przedstawione na tym wykresie można zauważyć stabilny wzrost wartości od roku 2008 do 2012 z niewielkim spadkiem w 2009. Lata 2014 i 2015 charakteryzują się zauważalnym spadkiem odsetka przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji przez strony internetowe.



Wykres 8 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji przez strony internetowe

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

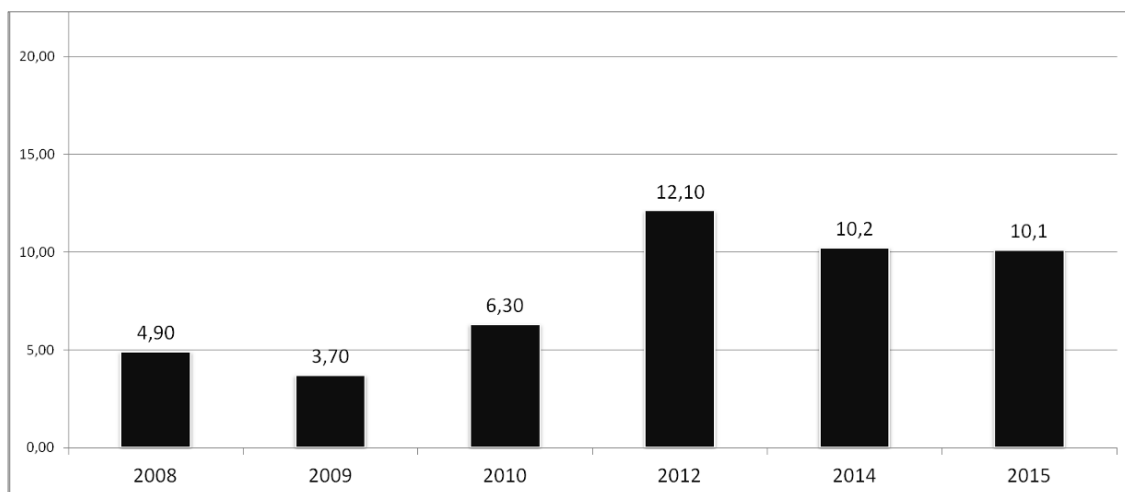
Wykres 9 przedstawia dane dotyczące przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji poprzez strony internetowe w podziale według struktury zatrudnienia. Również na tym wykresie można zauważyć prawidłowości występujące w innych kategoriach - stabilny wzrost wartości do 2012 roku z zauważalnym spadkiem w roku 2014. Jednak zaskakujący jest tutaj wzrost w kategorii przedsiębiorstw dużych i znaczna różnica pomiędzy przedsiębiorstwami średnimi a dużymi, która nie występowała wcześniej w takim stopniu. Analizując dane można stwierdzić, że w 2014 roku wymiana informacji przez strony internetowe stała się mniej popularna niż w 2012 roku wśród przedsiębiorstw średnich i małych, ale znacznie bardziej popularna wśród przedsiębiorstw dużych.



Wykres 9 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji przez strony internetowe w podziale według struktury zatrudnienia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

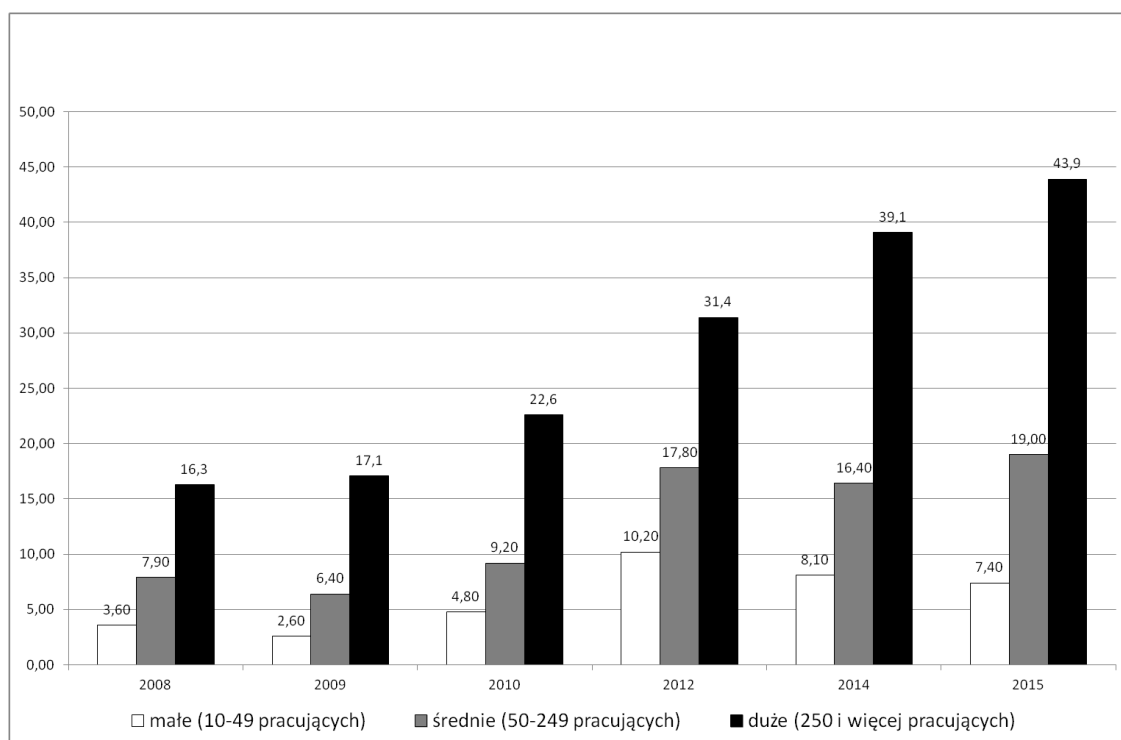
Wykres 10 prezentuje odsetek przedsiębiorstw, które zdecydowały się na wdrożenie zautomatyzowane. W obu przypadkach brak jest danych za 2011 i 2013 rok gdyż w tych latach badanie to nie było prowadzone. Można zauważyć ponownie podobne prawidłowości, jak w poprzednio omawianych kategoriach. Wielkości opisujące odsetek przedsiębiorstw rosną do 2012 roku, aby w 2014 roku zanotować spadek. Porównując wielkości w poszczególnych latach prowadzonych badań można zauważyć, że niezautomatyzowana wymiana informacji jest popularniejsza od wdrożeń automatycznych o około 5 punktów procentowych poza rokiem 2012 gdzie różnica sięgnęła aż 11 punktów procentowych. Wynika to najprawdopodobniej z różnicy kosztów i stopnia skomplikowania wdrożeń elektronicznej wymiany zautomatyzowanej, która jest droższa i bardziej skomplikowana niż wymiana informacji niezautomatyzowana wykonywana za pomocą stron internetowych.



Wykres 10 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji poprzez automatyczną wymianę danych (XML, EDIFACT).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

Wykres 11 prezentuje informacje na temat przedsiębiorstw prowadzących elektroniczną wymianę informacji poprzez automatyczną wymianę danych w podziale według struktury zatrudnienia. Pomimo, że ogólnie odsetek przedsiębiorstw stosujących tą metodę zmalał w 2014 roku w stosunku do roku 2012 to analizując dokładniej dane można stwierdzić, że spadek dotyczył przedsiębiorstw małych, przedsiębiorstwa średnie odnotowały bardzo niski spadek - 1,4 p.p. a przedsiębiorstwa duże odnotowały znaczący wzrost prawie 8 p.p. W obu przypadkach podobnie, jak w poprzednich kategoriach brak jest danych za 2011 i 2013 rok ze względu na specyfikę prowadzonych badań GUS.



Wykres 11 Przedsiębiorstwa prowadzące elektroniczną wymianę informacji poprzez automatyczną wymianę danych (XML, EDIFACT) w podziale według struktury zatrudnienia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [GUS 2008], [GUS 2009], [GUS 2010], [GUS 2012], [GUS 2014], [GUS 2015].

Analizując dane pozyskane z badań GUS można zauważyć, że do 2012 roku wzrastał udział przedsiębiorstw stosujących elektroniczną wymianę danych. Następnie w kolejnych latach maleje ogólny odsetek przedsiębiorstw stosujących EDI, jednak analizując przedsiębiorstwa pod względem struktury zatrudnienia można zauważyć, że odsetek stosujących EDI spada wśród przedsiębiorstw małych, wśród przedsiębiorstw średnich zaobserwować można nieznaczny wzrost, a wśród przedsiębiorstw dużych notowany jest znaczny wzrost.

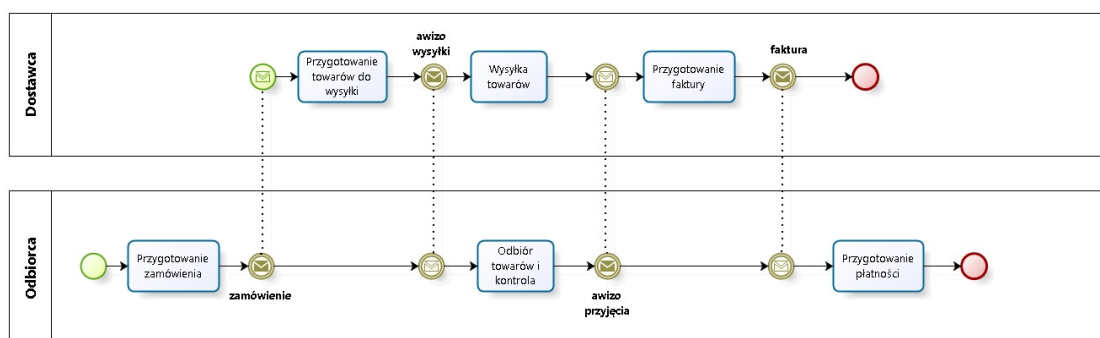
5.2 Komunikacja elektroniczna w ujęciu danych operatora EDI i organizacji GSI

Badanie własne operatora EDI zostało przeprowadzone poprzez analizę danych statystycznych dotyczących dwóch lat - 2008 oraz 2012. Pozyskane dane oznaczały elektroniczne przesłanie danego typu dokumentu, jednak bez rozróżniania czy są to rozwiązania bazujące na stronach internetowych, czy też rozwiązania automatycznego przesyłania danych pomiędzy systemami klasy ERP. Niestety sprawdzenie statystyczne danych nie było możliwe, gdyż pozostali operatorzy EDI w Polsce nie udostępnili swoich statystyk, jednak analiza danych od największego operatora, który obsługuje większość rynku EDI w Polsce powinna w adekwatny sposób odzwierciedlać sytuację wśród przedsiębiorstw polskich.

Tezą autora niniejszej pracy jest stwierdzenie, że przedsiębiorstwa nie wykorzystują do końca możliwości, jakie daje im wdrożenie technologii EDI. Aby poprzeć to stwierdzenie danymi przeprowadzona została analiza wymienianych dokumentów wśród klientów największego operatora EDI w Polsce. Pod stwierdzeniem wykorzystywania możliwości EDI rozumiane jest optymalizowanie procesów dostawy i odbioru towarów oraz uproszczenie sposobu rozliczenia poprzez dostarczanie odpowiednich danych w komunikatach EDI pozwalających na minimalizowanie występowania faktur korygujących. Rysunek 29 prezentuje w notacji BPMN¹⁹ [OMG 2011] fragment modelowego scenariusza elektronicznej wymiany danych w zakresie dostawy towaru i rozliczenia finansowego. Zgodnie z tym scenariuszem proces inicjowany jest przygotowaniem i wysłaniem dokumentu zamówienia. Po kompletacji towarów następuje powiadomienie odbiorcy towarów o wysyłce za pomocą komunikatu awiza wysyłki. Komunikat ten pozwala na przygotowanie organizacyjne odbioru towarów (rezerwacja doku, magazynu, obsługi). Po odebraniu towarów przedsiębiorca odsyła informację zwrotną na temat odebranych towarów zaznaczając jednocześnie wszelkie rozbieżności pomiędzy towarami deklarowanymi w awizie wysyłki a towarami otrzymanymi fizycznie w dostawie. Na podstawie awiza przyjęcia dostawca towarów wystawia fakturę. Minimalizowane jest tutaj występowanie faktury

¹⁹ Business Process Model and Notation - Notacja i Model Procesu biznesowego - jest to graficzna notacja służąca do opisywania procesów biznesowych charakteryzująca się jednoznacznością. Z tego względu jest ona przydatna zarówno do opisów procesów na potrzeby oprogramowania klasy ERP, jak i Workflow. Notacja ta jest obsługiwana przez ponad 70 rynkowych narzędzi informatycznych.

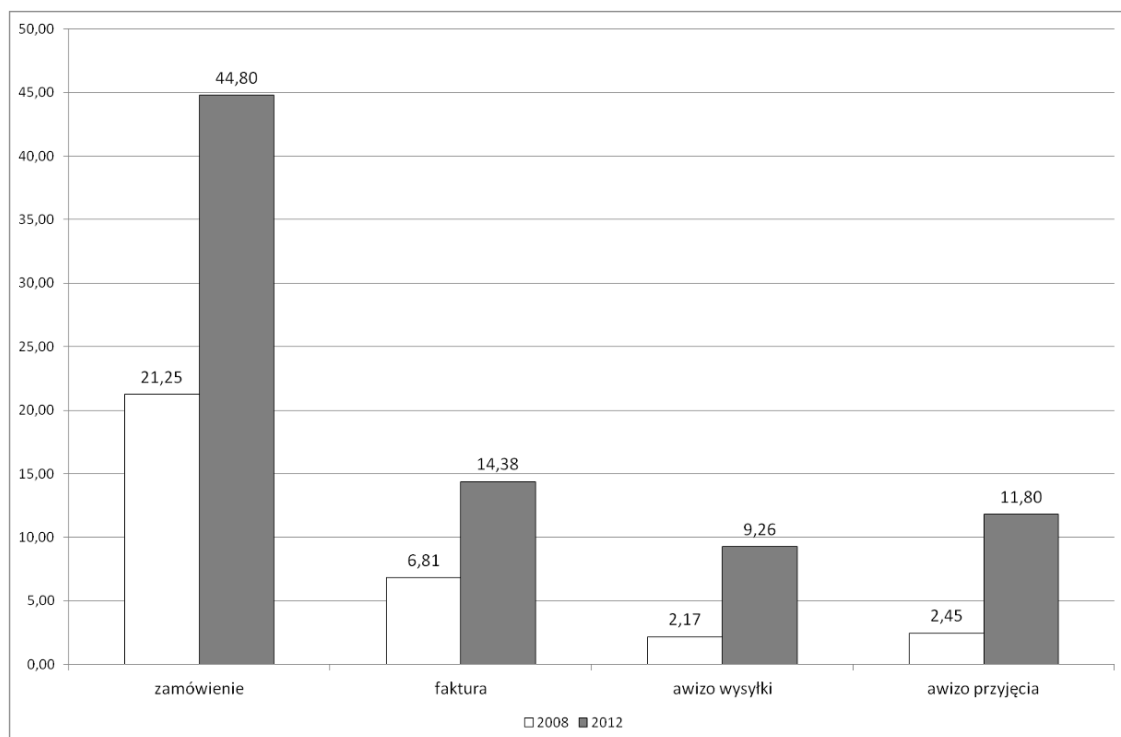
korekty, gdyż dokument awiza przyjęcia zawierać będzie poprawne informacje na temat zrealizowanej dostawy i rzeczywistych towarów, które w niej się znajdowały.



Rysunek 29 Fragment modelowego scenariusza komunikacji EDI w notacji BPMN

Źródło: Opracowanie własne

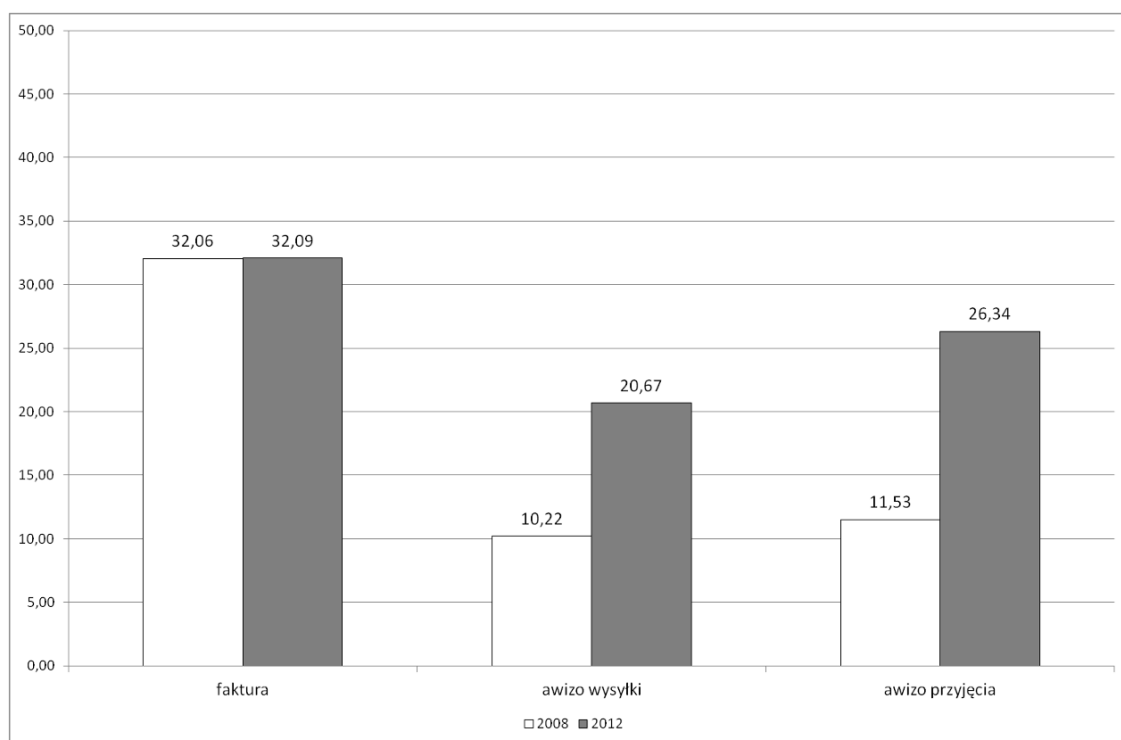
To właśnie wdrożenie takiego zestawu czterech podstawowych dokumentów pozwala na większe wykorzystanie możliwości oferowanych przez komunikację EDI, w tym m. in. redukcję występowania korekt dla faktur oraz optymalizację procesów związanych z przyjęciem dostarczanego towaru. Wykres 12 prezentuje procentowy udział poszczególnych typów dokumentów w ogólnej liczbie wysłanych komunikatów elektronicznych przez badanego operatora w latach 2008 oraz 2012. Dla wszystkich typów dokumentów można zauważyć wzrost wolumenu, który może oznaczać nowe wdrożenia lub zwiększoną liczbę wysyłanych dokumentów danego typu. Zaobserwować można znaczną przewagę wysyłanych zamówień nad pozostałymi typami dokumentów. Również faktura elektroniczna przeważa znacznie nad awizacją dostawy i przyjęcia.



Wykres 12 Udział poszczególnych typów dokumentów w ogólnej liczbie przesyłanych dokumentów elektronicznych poprzez strony internetowe i automatyczną wymianę danych (XML, EDIFACT itp.) - dane wyrażone w procentach.

Źródło: Opracowanie własne

prezentuje udział poszczególnych typów dokumentów w stosunku do liczby zamówień. Analizując dane można stwierdzić, że dla wszystkich wysłanych zamówień w 2012 roku tylko w 32% przypadków wysłana była faktura, w 20% przypadków awizowana była wysyłka towarów a w 26% przypadków awizowane było przyjęcie towarów. Oznacza to, że przedsiębiorcy korzystający z usług badanego operatora w pewnej wielkości pomijają wdrażanie dokumentów awizacji a wdrażają rozliczenia finansowe, czyli wystawianie faktury elektronicznej. Taki typ wdrożeń oznacza niewykorzystywanie możliwości, jakie oferuje EDI gdyż pomijana jest optymalizacja procesów odbioru dostawy i rozliczeń bez występowania faktury korekty dla przypadków przedsiębiorstw, które tych dokumentów nie wdrażają.



Wykres 13 Udział poszczególnych typów dokumentów w stosunku do liczby zamówień przesyłanych poprzez strony internetowe i automatyczną wymianę danych (XML, EDIFACT itp.) dane wyrażone w procentach.

Źródło: Opracowanie własne

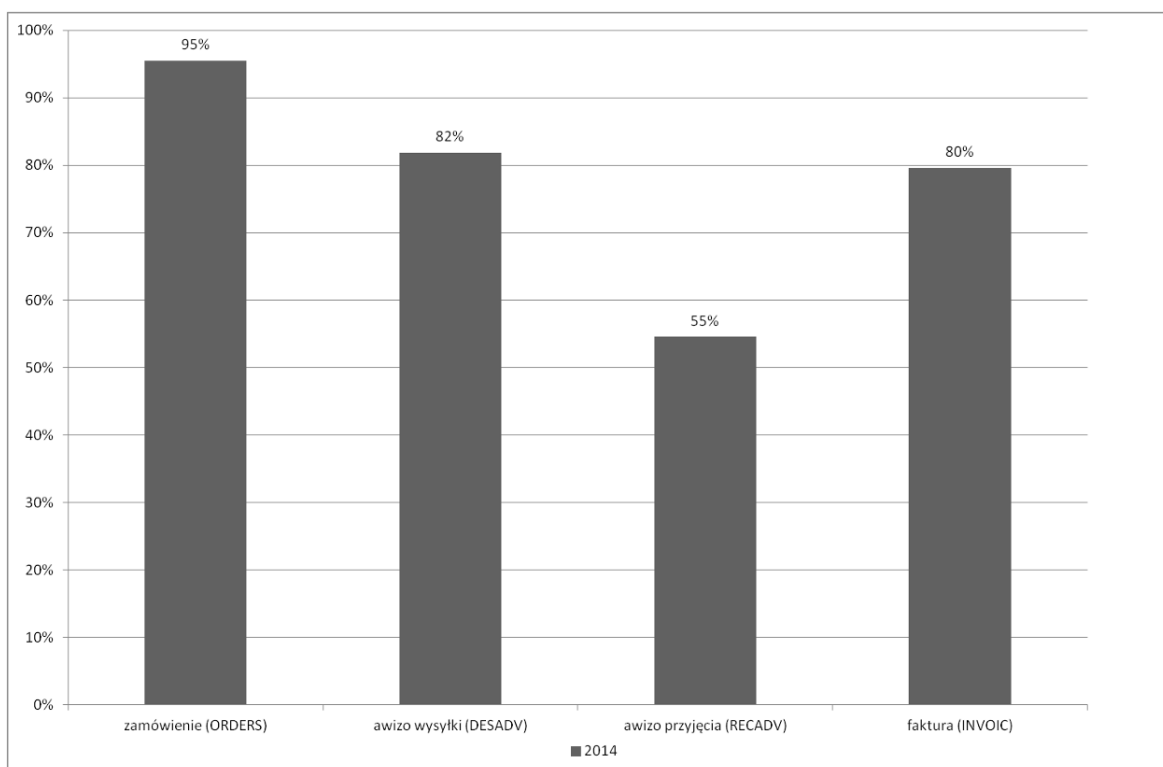
Można zatem stwierdzić, że wśród przedsiębiorstw obsługiwanych przez badanego operatora prawie 75% nie wykorzystuje w pełni możliwości oferowanych przez technologię EDI. Wiele przypadków ma prawdopodobnie uzasadnienie biznesowe jednak należy zauważyć pewną prawidłowość, która jest potwierdzana danymi.

Badanie organizacji GS1 [Iwicka i Grangard 2015] prezentuje dane dotyczące implementacji standardów komunikacji elektronicznej eCom w 2014 roku. Wśród tych standardów znajdują się dwa elementy - EANCOM oraz GS1 XML - które bazują na różnych składniach. W przypadku pierwszego składnią jest standard EDIFACT, a w drugim przypadku, jak sama nazwa wskazuje, składnią podstawową jest standard XML. W badaniu GS1 uczestniczą kraje członkowskie organizacji GS1 - spośród 72 organizacji członkowskich 54 wykazały wykorzystanie eCom w kraju. Raport swoim zakresem obejmuje implementację standardów, a w szczególności:

- typ i wersję standardu zaimplementowanego,
- liczbę podmiotów implementujących,

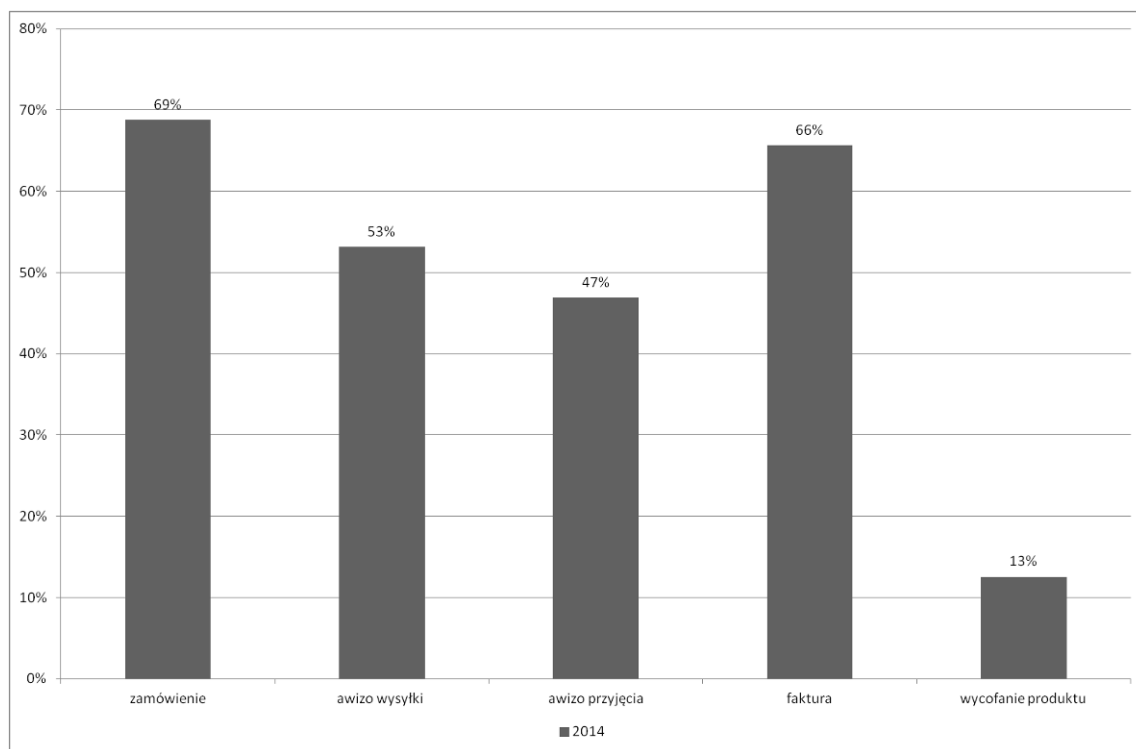
- typ komunikatu,
- wdrożenia w sektorach zainteresowania systemu GS1: transport i logistyka, opieka zdrowotna, zamówienia publiczne,
- metody komunikacji wykorzystywane podczas wymiany komunikatów eCom.

Wykres 14 przedstawia odsetek krajów wśród krajów członkowskich organizacji GS1, w których zaobserwowane zostało przynajmniej jedno wdrożenie odpowiedniego komunikatu ze standardu EANCOM. Wykres 15 natomiast przedstawia odsetek krajów wśród krajów członkowskich organizacji GS1, w których zaobserwowane zostało przynajmniej jedno wdrożenie odpowiedniego komunikatu ze standardu GS1 XML.



Wykres 14 Wybrane komunikaty standardu EANCOM wśród krajów członkowskich organizacji GS1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Iwicka i Grangard 2015]



Wykres 15 Wybrane komunikaty standardu GS1 XML wśród krajów członkowskich organizacji GS1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Iwicka i Grangard 2015]

W przypadku obu wykresów można zaobserwować, że nawet analizując wdrożenia elektronicznej wymiany danych na poziomie agregacji kraju komunikaty awizacji wysyłki i przyjęcia towarów oraz faktury są mniej popularne niż komunikat zamówienia. W pewnym stopniu wskazuje to na zjawisko niewykorzystywania pełnych możliwości wdrożonych technologii EDI również w skali globalnej. Brak wdrożeń pozostałych komunikatów może również wynikać z braku potrzeby biznesowej, czy braku uzasadnienia biznesowego dla wdrożeń jednak, jeśli wdrażana jest faktura elektroniczna to dokumenty awizacji mogą w znaczny sposób poprawić procesy logistyczne oraz pozwalają ograniczyć występowanie faktur korekt. Dodatkowo na wykresie 15 uwzględniony został komunikat „wycofanie produktu”, który swoją postać ma opracowaną wyłącznie w standardzie bazującym na składni XML. Jak widać odsetek krajów, w których zaobserwować można jego wdrożenie, jest bardzo niski. Prawdopodobnie ze względu na brak realnych korzyści biznesowych powstających po wdrożeniu tego komunikatu w porównaniu do komunikatów, które generują znaczne oszczędności np. zamówienie i faktura.

5.3 *Badania dotyczące traceability: case-study ILiM, RedPrairie*

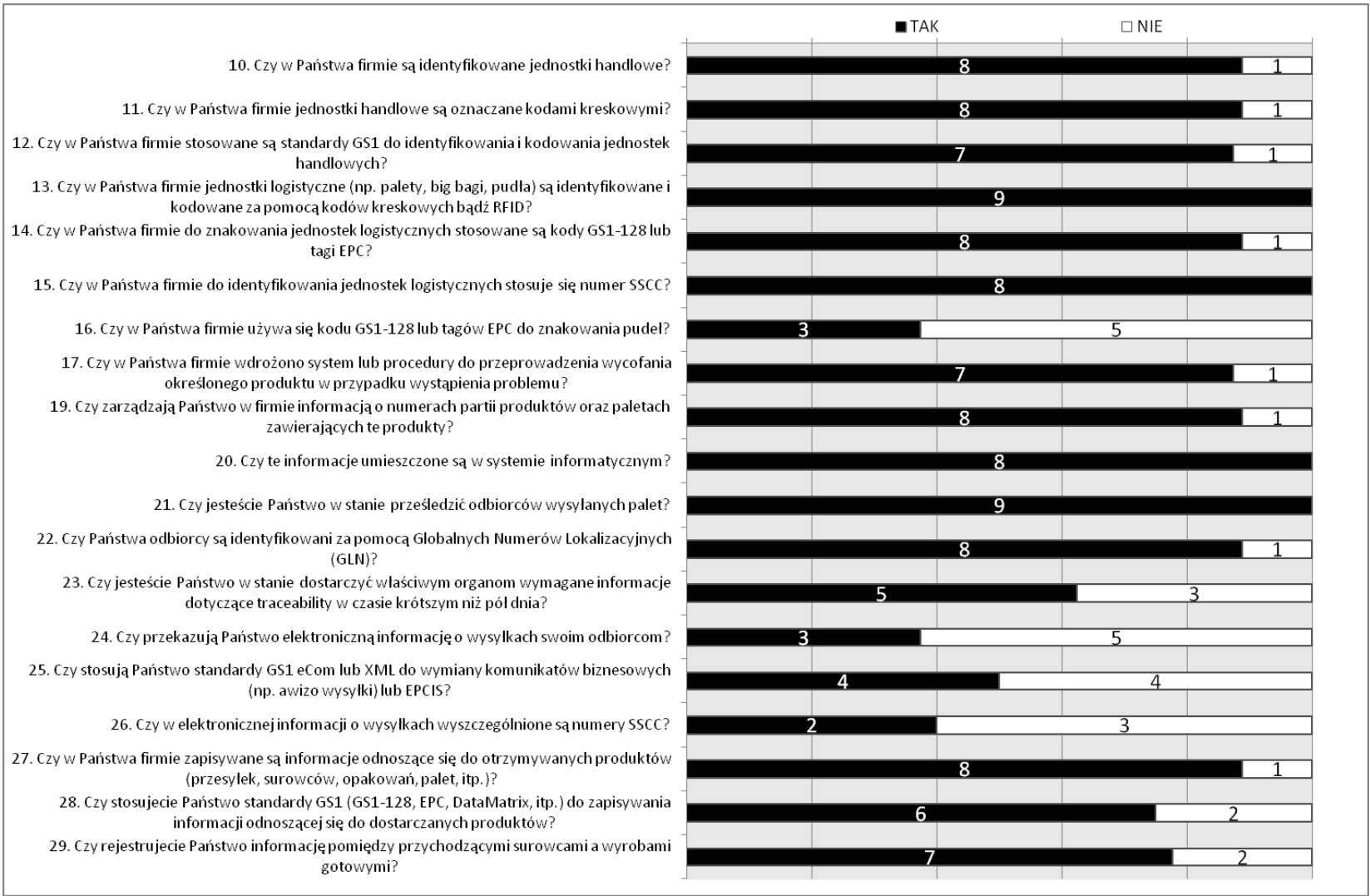
W ramach prac badawczych Instytutu Logistyki i Magazynowania (ILiM) nad systemem ŚŚPT (System Śledzenia Pochodzenia Towarów) pod przewodnictwem Grzegorza Sokołowskiego przeprowadzone zostały badania potencjalnych użytkowników takiego systemu. ŚŚPT został wdrożony w laboratorium, jako prototyp produktu wykorzystywany dla celów szkoleniowych i demonstracyjnych. Badania zostały przeprowadzone za pomocą metody kwestionariuszowej „dom”, wyniki ankiet zostały następnie uszczegółowione poprzez wywiad bezpośredni lub kontakty drogą elektroniczną. Kwestionariusz do badań został opracowany przez pracowników Instytutu Logistyki i Magazynowania na podstawie kwestionariusza oceny stworzonego przez organizację GS1: „GS1 Traceability Initial Diagnosis Check List”. Celem badania było zebranie danych na temat funkcjonowania przedsiębiorstwa w szeroko pojętym obszarze traceability. Za pomocą kwestionariusza zgromadzone zostały informacje dotyczące procesów zachodzących w przedsiębiorstwie oraz sposobów funkcjonowania firmy w obszarze przepływu towarów. Wyniki ankietowe podlegały uszczegóławianiu i uzupełnianiu poprzez wywiad, który polegał głównie na prowadzeniu rozmów telefonicznych, utrzymywaniu kontaktu poprzez e-mail oraz spotkania bezpośrednie. Głównym celem badania było stworzenie obrazu dużych polskich firm w obszarze wykorzystywania systemów traceability w następujących aspektach:

- ogólne informacje i zarządzanie traceability,
- identyfikacja i etykietowanie,
- wymiana informacji,
- traceability w zaopatrzeniu.

W ramach badania pozyskano informacje od 9 dużych firm polskich, wśród których były firmy produkcyjne oraz dystrybucyjne, ale również występował operator logistyczny. Poprzez taki dobór podmiotów do badania oddano reprezentację wszystkich ogniw łańcucha dostaw. Ponieważ badanie objęło jedynie 9 firm poprzez jego wyniki nie można wnioskować na temat całej zbiorowości przedsiębiorstw w Polsce. Jednak wyniki badania odzwierciedlają pewien obraz sytuacji na rynku polskim w obszarze wykorzystania systemów traceability. Wykres 16 przedstawia wybrane wyniki dotyczące badania ŚŚPT w obszarze traceability i komunikacji elektronicznej. Analizując poszczególne pytania i udzielone odpowiedzi przedstawione

na wykresie możliwe jest wskazanie dwóch obszarów, które potencjalnie powodować mogą trudności w realizacji procesów traceability:

- identyfikacja i etykietowanie, której dotyczy pytanie nr 16 „Czy w Państwa firmie używa się kodu GS1-128 lub tagów EPC do znakowania pudeł?” – uzyskano 5 odpowiedzi negatywnych i 3 pozytywne; częstym zjawiskiem, jakie można zaobserwować wśród przedsiębiorstw jest opieranie systemu identyfikacji na oznakowaniu jednostek logistycznych i opakowań detalicznych, z pominięciem poziomu pośredniego hierarchii opakowań, czyli pudeł i opakowań zbiorczych, który z punktu widzenia traceability może również być istotny;
- wymiana informacji, której dotyczy pytanie nr 24 „Czy przekazują Państwo elektroniczną informację o wysyłkach swoim odbiorcom?” – również 5 odpowiedzi negatywnych przy 3 pozytywnych; odpowiedź na to pytanie może być uzależniona od tego, jakie komunikaty są wdrożone w przedsiębiorstwie - w obszarze traceability jednym z najważniejszych komunikatów jest awizo wysyłki (despatch advice – komunikat DESADV w standardzie EANCOM);



Wykres 16 Wybrane wyniki dotyczące traceability i komunikacji elektronicznej w badaniu SŚPT przeprowadzonym w ILiM

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiet.

Tabela 12 Wybrane przypadki i pytania z badania case-study ILiM

	Obiekt 1	Obiekt 2	Obiekt 3
10. Czy w Państwa firmie są identyfikowane jednostki handlowe?	TAK	TAK	TAK
11. Czy w Państwa firmie jednostki handlowe są oznaczane kodami kreskowymi?	TAK	TAK	TAK
12. Czy w Państwa firmie stosowane są standardy GS1 do identyfikowania i kodowania jednostek handlowych?	TAK	NIE	TAK
13. Czy w Państwa firmie jednostki logistyczne (np. palety, big bagi, pudła) są identyfikowane i kodowane za pomocą kodów kreskowych bądź RFID?	TAK	TAK	TAK
14. Czy w Państwa firmie do znakowania jednostek logistycznych stosowane są kody GS1-128 lub tagi EPC?	TAK	NIE	TAK
23. Czy jesteście Państwo w stanie dostarczyć właściwym organom wymagane informacje dotyczące traceability w czasie krótszym niż pół dnia?	NIE	NIE	NIE
24. Czy przekazują Państwo elektroniczną informację o wysyłkach swoim odbiorcom?	NIE	NIE	NIE
29. Czy rejestrujecie Państwo informację pomiędzy przychodzącymi surowcami a wyrobami gotowymi?	NIE	NIE	TAK

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiet.

Wśród trzech przebadanych obiektów zaobserwowana została ciekawa korelacja istniejących czynników. Tabela 12 przedstawia, jak na pytania dotyczące standardów i identyfikacji odpowiadały przedsiębiorstwa, które nie są w stanie dostarczać wymaganych informacji dotyczących traceability w czasie krótszym niż pół dnia. We wszystkich trzech przypadkach identyfikowane są jednostki handlowe oraz następuje oznakowanie ich za pomocą kodów kreskowych, w dwóch przypadkach stosowane są standardy GS1 do identyfikacji i identyfikowania. Ta sama sytuacja dotyczy jednostek logistycznych - trzy przypadki, w których są one identyfikowane i w dwóch przypadkach stosowane są kody kreskowe lub tagi EPC. Mimo takiego wyposażenia w technologie identyfikacji i wykorzystanie standardów, w tych trzech przypadkach organizacje nie są w stanie dostarczyć właściwym organom wymaganych informacji dotyczących traceability w czasie krótszym niż pół dnia. Co ciekawe to również we wszystkich trzech przypadkach firmy te nie przekazują informacji elektronicznej o wysyłkach swoim odbiorcom oraz w dwóch przypadkach nie zachowują informacji o powiązaniach pomiędzy przychodzącymi surowcami a wyrobami gotowymi. Przyglądając się tym obiektom można stwierdzić, że odpowiednia identyfikacja na wysokim poziomie (nie tylko jednostki logistyczne, ale również jednostki handlowe) oraz wykorzystanie standardów, nie gwarantują efektywności w uzyskiwaniu informacji

traceability. Warto zauważyć również, że w dwóch z tych przypadków firmy posiadają dedykowany system traceability, a trzecia posiada system ERP.

W 2012 roku firma *Commerce in Motion* zleciła przeprowadzenie badania mającego ocenić możliwości przedsiębiorstw amerykańskich w aspekcie śledzenia ruchu towarów i informacji w łańcuchu dostaw oraz wycofywania towarów z rynku. Badanie miało dotyczyć zarówno wnętrza przedsiębiorstw, jak i ruchu towarów w górę i w dół łańcucha dostaw. W ramach badania na pytania ankietowe odpowiedziało prawie 130 menedżerów z obszaru firm CPG²⁰, producentów napojów i produktów spożywczych, wśród których około 77% reprezentowało firmy z rocznym przychodem przekraczającym 500 milionów dolarów. *Commerce in Motion* współpracując z *Gatepoint Research* zaprosiło w kwietniu 2012 roku wybranych menedżerów łańcucha dostaw do udziału w badaniu zatytułowanym „Zarządzanie traceability w łańcuchu dostaw”. Wśród zaproszonych menedżerów:

- 43% reprezentowało firmy z branży z branż: medycznej, farmaceutycznej, chemicznej, itp.,
- 41% reprezentowało przedsiębiorstwa spożywcze (wraz z napojami),
- 16% reprezentowało firmy z obszaru produktów konsumenckich,
- 100% zajmowało stanowisko dyrektora lub wyższe w swojej organizacji,
- 77% reprezentowało jednostki generujące co najmniej 500 milionów dolarów rocznego przychodu,
- 54% wykorzystywało mniej niż 20 centrów dystrybucji,
- 29% wykorzystywało pomiędzy 21 a 100 centrów dystrybucji,
- 17% wykorzystywało ponad 100 centrów dystrybucji.

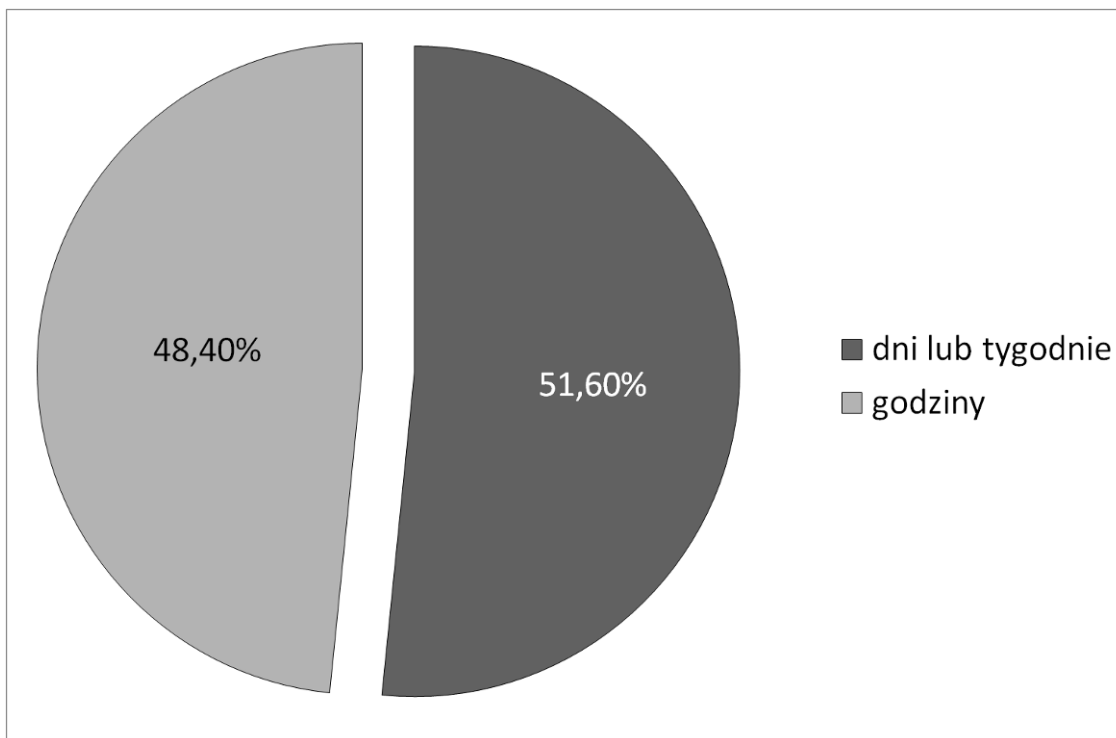
Wykres 17 prezentuje, jak kształtują się możliwości przebadanych przedsiębiorstw w kontekście czasu, który musiałby być poświęcony na wycofanie określonego produktu lub partii produktu. Szybka reakcja na zagrożenie w łańcuchu dostaw jest niezbędna, aby zminimalizować ryzyko i odpowiedzialność przedsiębiorstwa. Organizacje muszą być w stanie:

- szybko zidentyfikować towary stanowiące zagrożenie,
- przekazać informacje do partnerów i odpowiednich organów administracji,

²⁰ ang. Consumer Packaged Goods - towary konsumenckie, które są używane i kupowane przez konsumentów dość często, jak np. obuwie, produkty chemiczne i środki czystości.

- podjąć działania mające na celu usunięcie zagrożenia.

W aspekcie szybkości wycofywania produktów pionierzy są w stanie wykonać te czynności w ciągu kilku godzin. Niestety ponad połowa spośród przebadanych firm zaznaczyła, że potrzebuje znacznie więcej czasu, i zaklasyfikowała się w przedziale dni i tygodni.

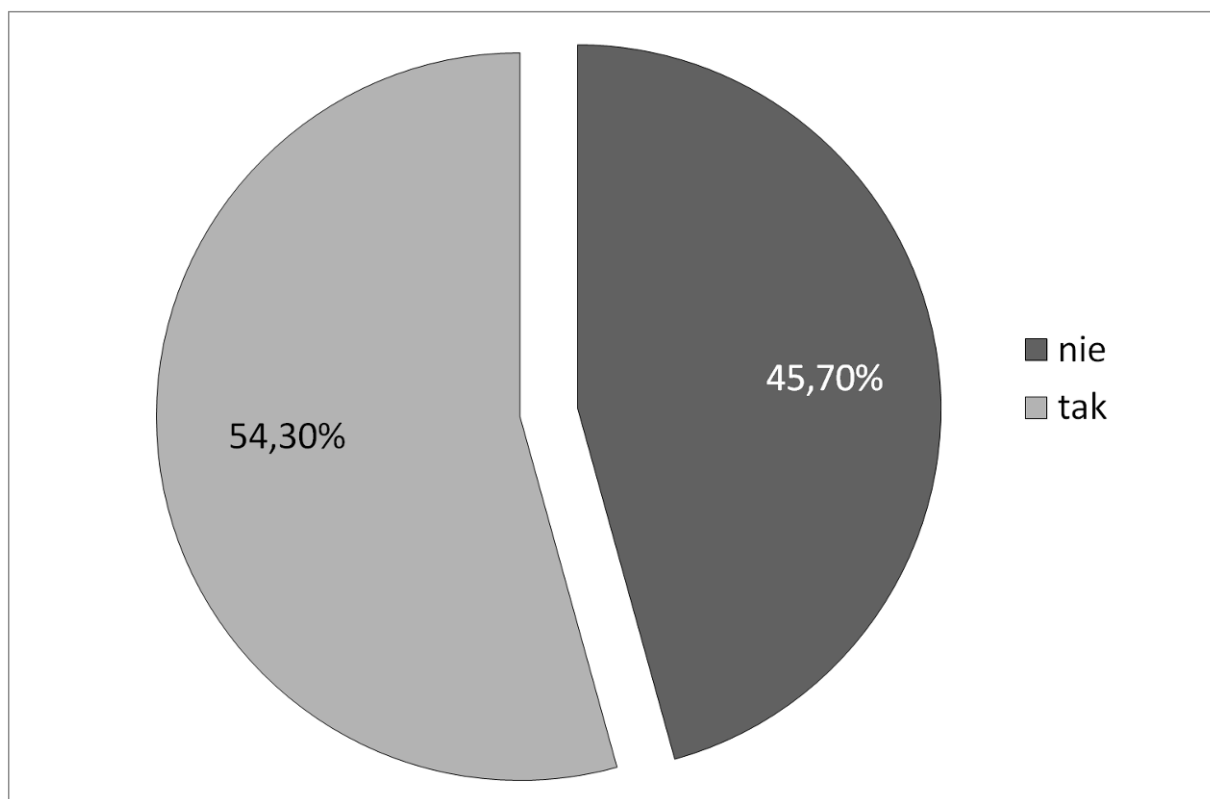


Wykres 17 Odsetek odpowiedzi na pytanie: „Jaki przedział czasowy w Twojej firmie musi być przeznaczony na wycofanie produktu lub partii produktu z rynku?” w badaniu RedPrairie, 2012.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [RedPrairie 2012].

Wykres 18 prezentuje, jak kształtują się możliwości wśród przebadanych przedsiębiorstw dotyczące wycofania produktu z rynku i wpływu tego procesu na inne towary lub partie produkcyjne. W tym przypadku nieco poniżej połowy wśród przebadanych przedsiębiorstw udzieliło negatywnej odpowiedzi. Oznacza to, że firmy uczestniczące w badaniu prawie w połowie przypadków nie są w stanie odpowiednio identyfikować towarów, śledzić ich przepływu przez łańcuch dostaw oraz nie są w stanie wyizolować niebezpiecznych towarów narażając się na ponoszenie wysokich kosztów wycofania produktu z rynku. W badaniu dotyczącym efektywności procesów wycofania towarów, które było przeprowadzone przez Deloitte w imieniu GMA, FMI oraz GS1 US [Deloitte 2010], przedsiębiorstwa z branży spożywczej i towarów konsumenckich wskazały, że średni koszt wycofania towaru to 10 milionów dolarów. Ta kwota nie zawiera w sobie dodatkowych kosztów związanych z utratą

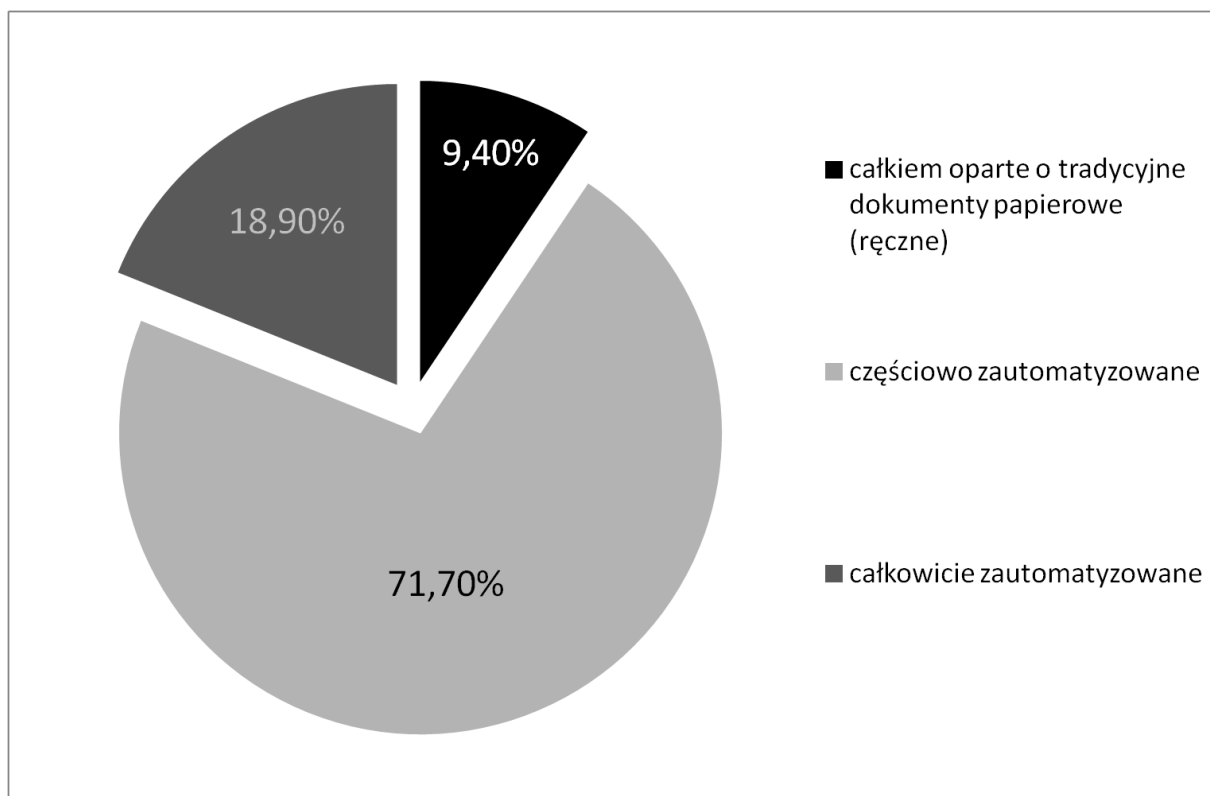
wizerunku marki i utratą przychodu ze sprzedaży, a co najważniejsze nie zawiera kosztów społecznych związanych z dystrybucją niebezpiecznych towarów do konsumentów.



Wykres 18 Odsetek odpowiedzi na pytanie: „Jeśli w Twojej organizacji dojdzie do wycofania produktu lub partii produktu z rynku, to czy jest ona w stanie wycofać produkt bez wpływu na inne towary, czy partie produkcyjne?” w badaniu RedPrairie, 2012.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [RedPrairie 2012].

Wykres 19 przedstawia strukturę odpowiedzi badanych przedsiębiorstw dotyczące poziomu automatyzacji procesów śledzenia towarów. Prawie 10% respondentów procesy śledzenia realizuje w oparciu o tradycyjne dokumenty papierowe. Większość z respondentów - ponad 70% - posiada, choć częściową automatyzację procesów śledzenia, a prawie 20% spośród zbadanych firm może pochwalić się pełną automatyzacją.



Wykres 19 Odsetek odpowiedzi na pytanie: „Jakim stopniem automatyzacji charakteryzują się procesy śledzenia w Twojej firmie?” w badaniu RedPrairie, 2012.

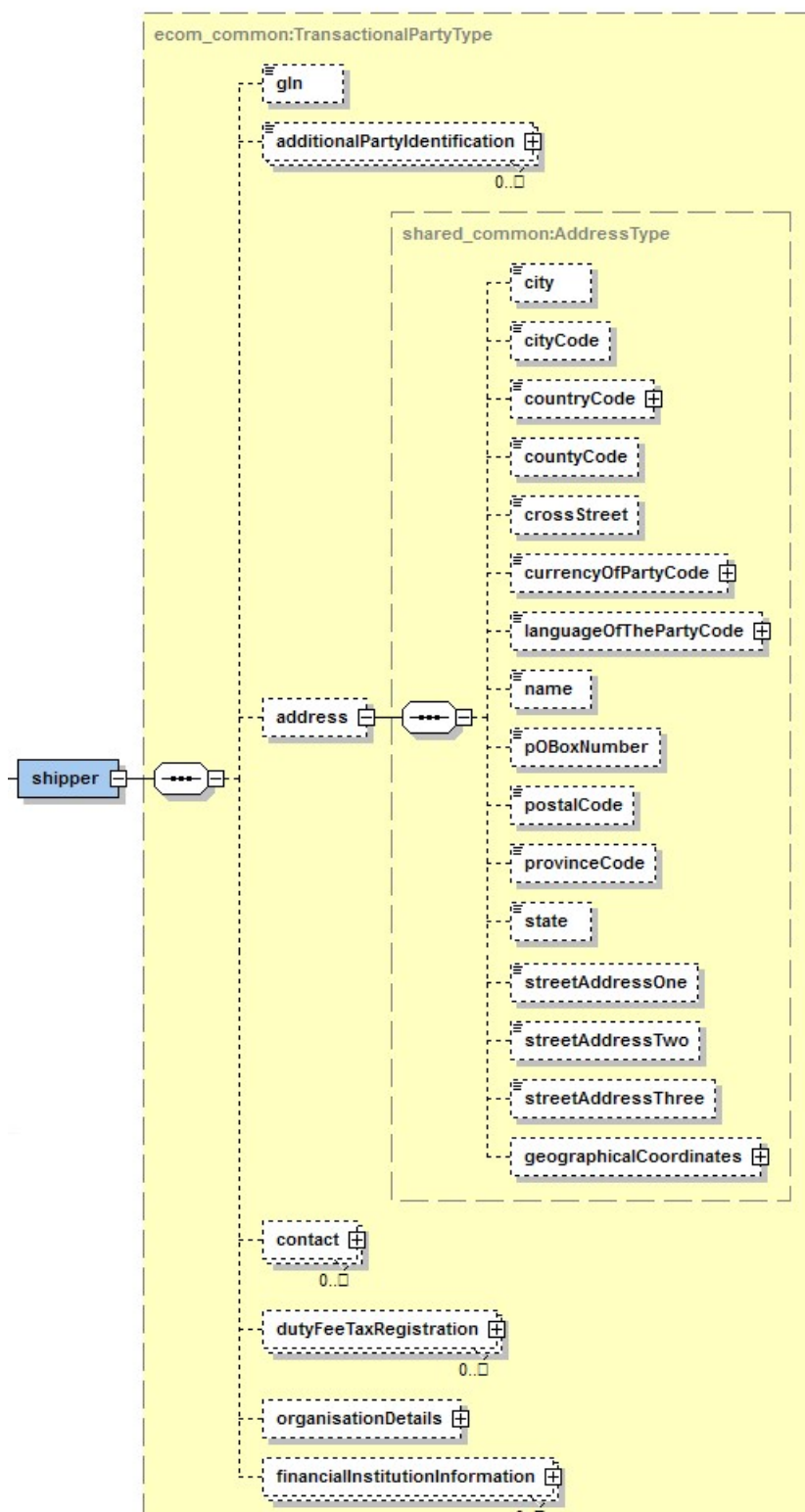
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [RedPrairie 2012].

Badania sponsorowane przez RedPrairie a przeprowadzone przez Commerce in Motion we współpracy z Gatepoint Research przedstawiają obraz 130 dużych firm amerykańskich, wśród których mimo wysokiego stopnia automatyzacji procesów śledzenia nadal efektywność procesów wycofania towaru z rynku jest w połowie przypadków niska, gdyż wpływa na inne towary lub partie produkcyjne. W połowie przypadków wśród przebadanych przedsiębiorstw czas wycofywania towarów z rynku jest długi, gdyż przedsiębiorstwa te wskazały przedział dni i tygodni.

6 ROZDZIAŁ SZÓSTY: TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE ORGANIZACJĘ SYSTEMÓW WNIOSKOWANIA WSPIERAJĄCE REALIZACJĘ PROCESÓW TRACEABILITY

6.1 Informacje traceability w komunikatach EDI

Przyglądając się istniejącym standardom elektronicznej wymiany danych można zauważyć, że bez względu na to, czy standardy pochodzą z rodziny standardów opartych o składnię EDIFACT czy też o składnię w języku XML zastosowane zostały podobne mechanizmy dotyczące identyfikacji organizacji występujących w łańcuchach dostaw oraz towarów przepływających przez te łańcuchy. Większość standardów dokumentów elektronicznych, które są obecnie publikowane i stosowane w obrocie gospodarczym (m. in. GS1 eCom, OASIS UBL, xCBL) zawierają rozwinięte elementy dotyczące identyfikacji podmiotów gospodarczych oraz towarów. Często stosowaną metodą jest identyfikowanie podmiotów wyłącznie za pomocą kodów, co ma swoje korzenie w historycznym rozwoju przesyłania informacji, kiedy to wraz z rosnącą ilością przesyłanych danych ponoszono wyższe opłaty, więc unikano przesyłania danych powtarzanych przy każdej komunikacji, jak właśnie adresy czy opisy towarów. Można zatem identyfikować podmioty samymi kodami, wykorzystywane są identyfikatory systemu GS1 oraz inne. Możliwe jest również podawanie pełnych danych podmiotów oraz towarów w każdym przesyłanym dokumencie elektronicznym. Rysunek 30 przedstawia obraz struktury danych z pliku XSD komunikatu Advance Shipment Notice standardu xCBL. Można wykorzystując taką strukturę podać jedynie numer GLN lub inny kod odpowiadający za identyfikację podmiotu lub podać pełne dane adresowe.



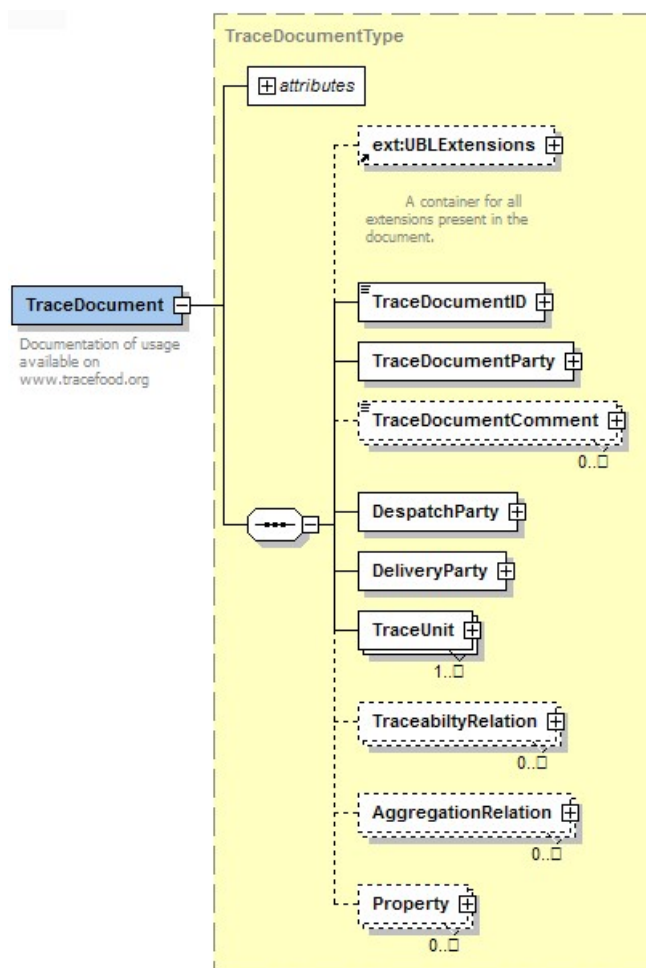
Rysunek 30 Struktura danych dla podmiotu w standardzie GS1 eCom

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentacji standardu [GS1 Despatch advice 2016]

Wśród istniejących standardów można zauważyć różne trendy dotyczące rozwoju komunikacji elektronicznej dla celów traceability. Jednym z takich trendów jest tworzenie dedykowanych dokumentów elektronicznych dla celów traceability, które np. towarzyszą towarom podczas ich przemieszczania się przez łańcuch dostaw lub są wysyłane w przypadku wystąpienia określonej sytuacji biznesowej. Innym trendem jest tworzenie dedykowanych dokumentów, które wysyłane są jedynie podczas zaistnienia określonego wydarzenia biznesowego, które wymaga komunikacji dotyczącej traceability. Można również zauważyć trzeci trend, w którym istniejące komunikaty EDI są wzbogacane o informacje dedykowane dla zapewniania traceability w łańcuchu dostaw. W niniejszym rozdziale przedstawione zostaną te trzy wymienione trendy.

6.1.1 TraceCore XML

W latach 2005 - 2009 w prowadzonym przez Unię Europejską projekcie „Trace” firmy Maritech, FoodReg oraz TraceTracker były głównymi organizacjami, które tworzyły specyfikację standardu TraceCore XML (TCX) [TraceCoreXML 2015]. Jest to standard opisujący dokument XML, który ma przechowywać i wymieniać informacje dotyczące traceability pomiędzy organizacjami w łańcuchu dostaw. W swoim założeniu standard TCX miał zawierać tylko podstawowe informacje a kolejne mogłyby być dodawane poprzez mechanizmy rozszerzeń. Strukturę dokumentu śledzenia przedstawia Rysunek 31. Dokument taki miał być w założeniu generowany i przesyłany pomiędzy podmiotami w łańcuchu dostaw przy każdym fizycznym ruchu towaru. Założenie takie wydaje się być mocno ograniczające dla użytkowników a nawet mało logiczne, gdyż na temat ruchu towarów w łańcuchach dostaw informacje wymieniane są za pomocą istniejących już dokumentów elektronicznych takich, jak awizo wysyłki i awizo dostawy. Stosowanie dodatkowego dokumentu, który porusza się wraz z towarami w łańcuchu dostaw wydaje się być sztucznym wymogiem powodującym redundancję informacji oraz dodatkowe obciążenie w postaci tworzenia kolejnego dokumentu elektronicznego.



Rysunek 31 Struktura dokumentu śledzenia standardu TraceCore XML (najwyższy poziom)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [TraceCoreXML 2015]

Specyfikacja TCX nie uzyskała wielu zwolenników i poza kilkoma podmiotami trudno jest wyszukać informacje o jej stosowaniu. Firma Norges Sildesalgslag zastosowała TCX dla śledzenia połowów dzikich ryb. Islandzka firma Matis wdrożyła TCX w oprogramowaniu „FisHmark”, a firma Afcon wykorzystała specyfikację TCX w projekcie ramowym Unii europejskiej „Chill-On”. W momencie pisania tej pracy witryna internetowa przechowująca oryginalne informacje o TCX - www.tracefood.org - jest niedostępna a pliki specyfikacji były dostępne pod innym adresem internetowym²¹. Twórcy specyfikacji próbowali nawiązać współpracę z różnymi organizacjami standaryzującymi takimi, jak ISO, GS1, OASIS oraz głównie z EPCglobal. Jednak biorąc pod uwagę, że EPC podjęło współpracę z GS1 to i ten kierunek rozwoju TCX został zamknięty.

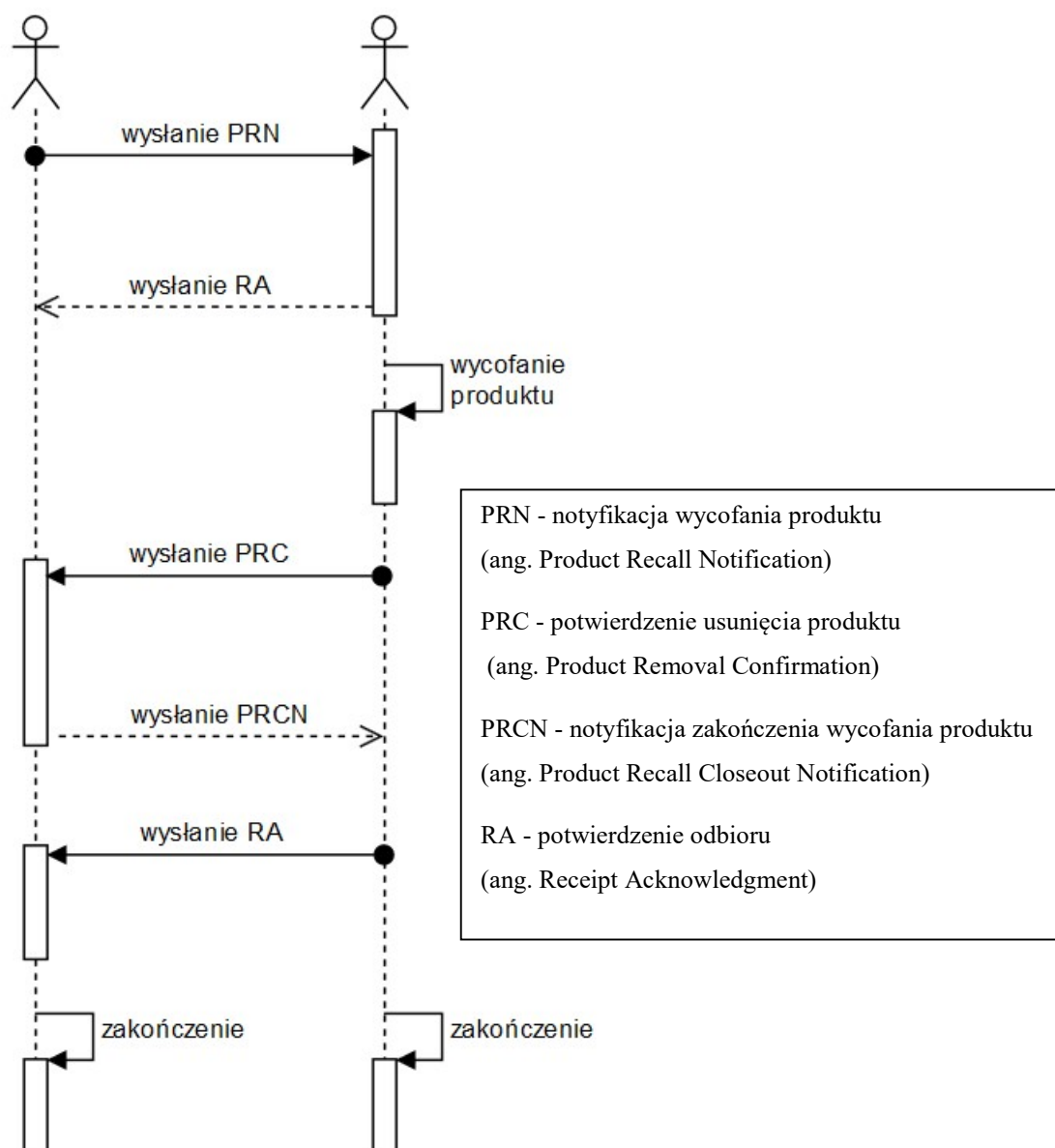
²¹ <http://tracefood.sintef.no/images/tracecore/TraceCoreXMLv2rc2.zip>

6.1.2 GS1 - standard komunikatu wycofania produktu

W ramach zestawu standardów GS1 istnieje zestaw wiadomości elektronicznych umożliwiający wycofywanie produktów z różnych punktów łańcucha dostaw. Funkcjonuje on pod nazwą: Product Recall Business Message Standard. W ramach tego standardu dostępne są trzy komunikaty biznesowe:

- notyfikacja wycofania produktu (Product Recall Notification)
Komunikat PRN powiadamia odpowiednie podmioty z łańcucha dostaw o potrzebie usunięcia określonych produktów, które stanowią niebezpieczeństwo dla konsumentów;
- potwierdzenie usunięcia produktu (Product Removal Confirmation)
Komunikat PRC umożliwia odpowiednim podmiotom potwierdzenie, które produkty zostały usunięte z łańcucha dostaw w oparciu o żądanie w komunikacie PRN;
- notyfikacja zakończenia wycofania produktu (Product Recall Closeout Notification)
Komunikat PRCN umożliwia powiadomienie podmiotu inicjującego wycofanie, że działania biznesowe związane z komunikatem PRN wysłanym uprzednio zostały ukończone.

Rysunek 32 przedstawia kolejność wysyłanych komunikatów elektronicznych podczas realizacji procesu biznesowego wycofywania towaru z łańcucha dostaw.



Rysunek 32 Choreografia komunikacji biznesowej w standardzie GS1 Product Recall Business Message Standard

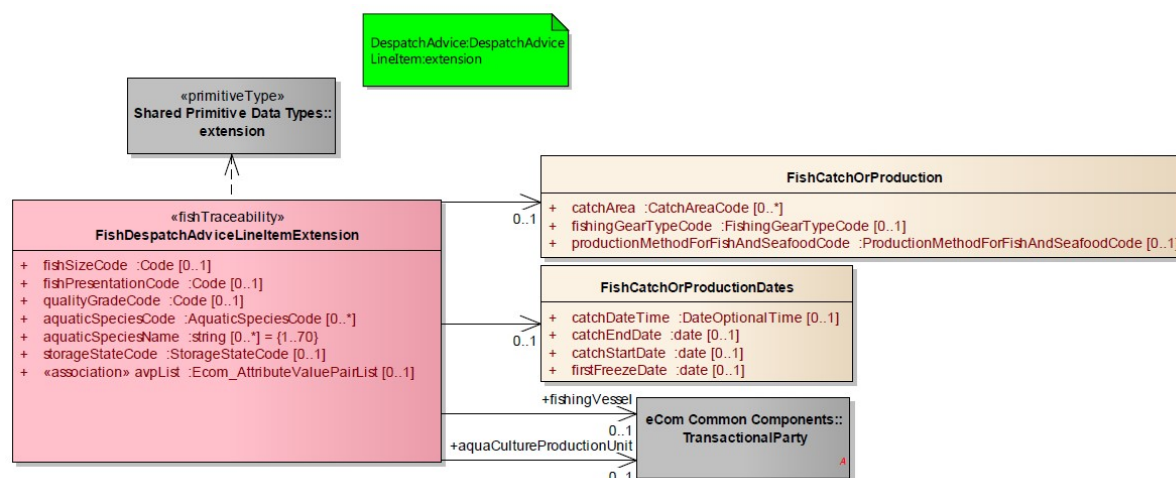
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [GS1 Product recall 2016]

Wykorzystując ten standard przedsiębiorcy muszą wdrożyć określone komunikaty elektroniczne. Na diagramie można zaobserwować, że wysyłane są trzy odrębne komunikaty biznesowe oraz komunikat potwierdzenia odbioru. Rozwiązanie takie wymaga od przedsiębiorców integracji systemów ERP z komunikacją elektroniczną, jedynie dla celów wycofywania produktu z rynku. Można przypuszczać, że wycofywanie produktów nie jest zjawiskiem występującym często w przedsiębiorstwie, a w związku z tym inwestycja w uruchamianie komunikacji elektronicznej w tak szerokim zakresie (aż trzy dokumenty) może być dla przedsiębiorców niezasadniona. Potwierdza to niski odsetek krajów, w których

wykorzystywany jest komunikat wycofania produktu (Wykres 15 Wybrane komunikaty standardu GS1 XML wśród krajów członkowskich organizacji GS1 str. 118). Taki sposób organizacji komunikacji na potrzeby traceability może również nie być wystarczająco efektywnym sposobem pod względem czasu, gdyż przesłanie komunikatów elektronicznych z wykorzystaniem operatorów EDI może trwać nawet 24 godziny, co oznaczać będzie w specyficznych przypadkach różnice pomiędzy inicjacją wycofania a jej rzeczywistą realizacją na poziomie nawet dwóch dni roboczych.

6.1.3 GS1 - rozszerzenia do komunikatu awiza wysyłki

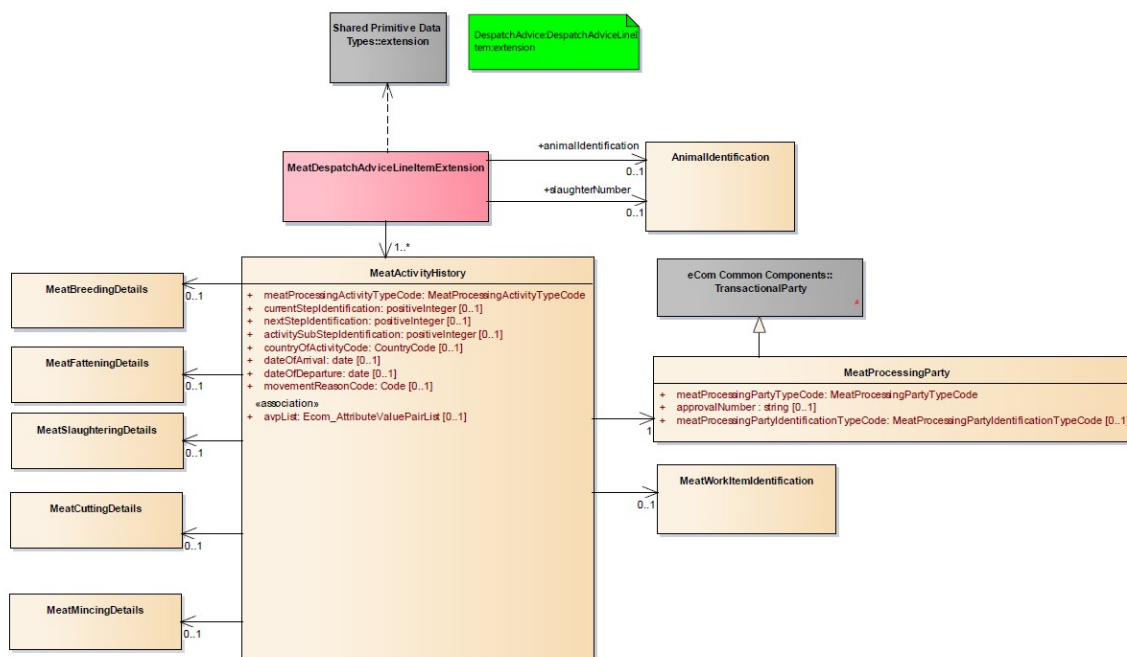
Organizacja GS1 wprowadza nowy sposób rozwoju standardu, w którym komunikat awiza wysyłki jest wzbogacany o informacje dedykowane dla zapewniania traceability w łańcuchu dostaw. Stworzone zostały dwa typy rozszerzeń, które uzupełniają komunikat awiza wysyłki o informacje dedykowane dla śledzenia towarów rybnych i mięsnych. Rysunek 33 przedstawia diagram klas prezentujący model informacyjny dla śledzenia ryb, który zawiera dodatkowe informacje dotyczące m. in. obszaru i czasu połowu.



Rysunek 33 Diagram klas rozszerzenia komunikatu awiza wysyłki dla śledzenia ryb w standardzie GS1 eCom

Źródło: [GS1 Despatch advice 2016]

Rysunek 34 przedstawia rozszerzenie dla informacji dotyczących towarów mięsnych w dokumencie awiza wysyłki w standardzie GS1 eCom. Tutaj rozszerzenie jest bardziej rozbudowane niż w przypadku ryb i obejmuje szczegóły różnych etapów procesu produkcji mięsa od hodowli i tuczenia do etapu przetwarzania mięsa.



Rysunek 34 Diagram klas rozszerzenia komunikatu awiza wysyłki dla śledzenia mięsa w standardzie GS1 eCom

Źródło: [GS1 Despatch advice 2016]

Przyglądając się poszczególnym propozycjom dotyczącym wzbogacania komunikacji elektronicznej o informacje traceability można stwierdzić, że wdrażanie osobnych dokumentów wiąże się z odpowiednią inwestycją, która może być nieuzasadniona ze względu na dość rzadkie wykorzystywanie. Komunikaty dotyczące traceability nie będą wysyłane codziennie a jedynie w przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnej. Wydaje się, że strategia tworzenia rozszerzeń dla informacji opisujących produkty występujące w komunikatach elektronicznych jest podejściem, które może zaowocować znacznym stopniem wykorzystania, gdyż nie wymaga wdrażania dodatkowych komunikatów a wzbogacenia dokumentów już istniejących w obiegu.

6.2 Technologie i inicjatywy semantyczne dotyczące EDI

Semantyka dotycząca komunikatów elektronicznej wymiany, a w szczególności informacji, które są w tych komunikatach przenoszone jest przedmiotem różnych badań. Obecnie można już znaleźć odpowiednie metody i narzędzia, aby rozpocząć implementacje semantycznych systemów wnioskujących na danych biznesowych, które można uzyskać w sposób automatyczny lub pół-automatyczny z informacji przesyłanych za pomocą EDI.

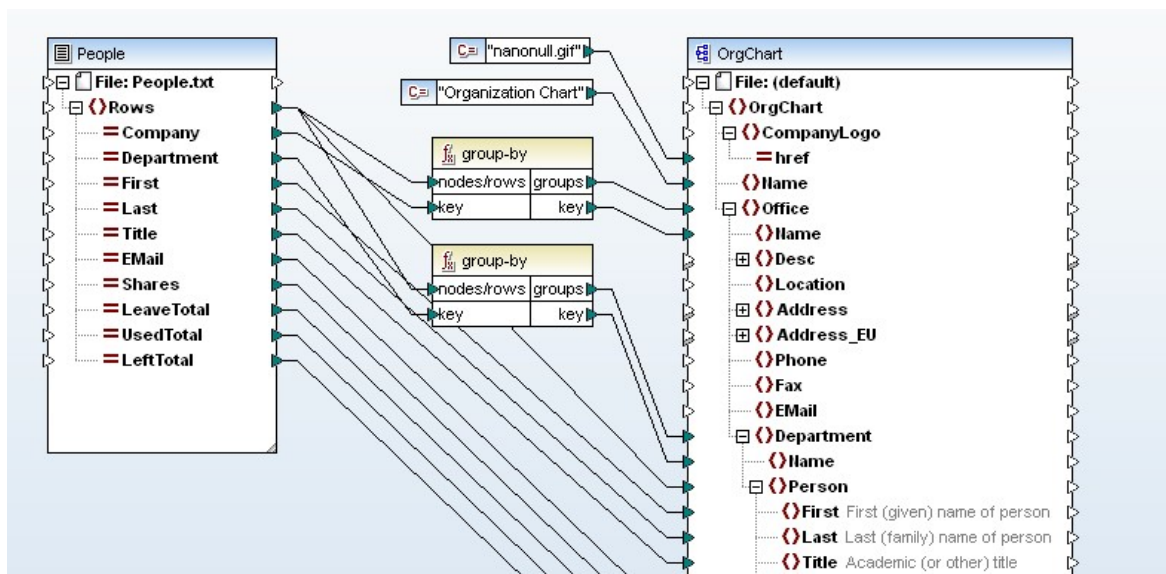
6.2.1 Konwersja komunikatów EDI do postaci semantycznej

W rzeczywistości biznesowej przedsiębiorstw, w ramach realizacji procesów logistycznych i handlowych, wiele czynności jest powtarzalnych i wraz z upływem czasu czynności takie przyjmują pewne standardowe formy. Podobna sytuacja dotyczy komunikatów EDI, które przesyłane są pomiędzy przedsiębiorstwami. W dużym stopniu komunikaty te są powtarzalne i wysyłane pomiędzy tymi samymi podmiotami. W takiej sytuacji możliwe jest wykorzystanie narzędzi konwersji plików i stworzenie postaci semantycznej komunikatów EDI wysyłanych zarówno z wykorzystaniem składni EDIFACT jak i XML. Aby wykonać takie konwersje należy przygotować „szkielet” semantyczny, a następnie wkomponować w niego dane biznesowe pochodzące z komunikatów EDI. Istnieją na rynku narzędzia typu open-source oraz komercyjne, które pozwalają na wykonanie takich działań. Jednym z narzędzi komercyjnych jest pakiet narzędzi formy Altova, wśród których znajduje się oprogramowanie MapForce pozwalające m. in. na:

- mapowanie plików płaskich oraz CSV (comma-separated values), (komunikaty w składni EDIFACT należą do typu plików płaskich),
- mapowanie płaskich plików do skomplikowanych struktur danych,
- łączenie wielu źródeł danych,
- mapowanie różnych źródeł do jednej lub wielu struktur wynikowych,
- przygotowywanie plików płaskich do importu do baz danych,
- natychmiastowe tworzenie wyników konwersji danych,
- generowanie kodu źródłowego dla mapowania plików płaskich (kod źródłowy może być wykorzystany w dowolnym kompilatorze i posłużyć do stworzenia plików wykonywalnych w systemie operacyjnym).

Wykorzystując narzędzia takie, jak Altova MapForce możliwa jest zatem integracja plików płaskich z plikami wykonanymi w składni XML, bazami danych, danymi w standardzie XBRL (również składnia XML), czy nawet z usługami sieciowymi. Podobnym narzędziem pozwalającym na mapowanie plików i ich konwersję jest Microsoft BizTalk Mapper. Oprogramowanie MapForce pozwala na obsługę płaskich plików zarówno, jako źródło informacji oraz jako docelowy format mapowania. Nie jest wprowadzone ograniczenie mapowania jeden do jednego, a zatem możliwe jest mieszanie różnych źródeł i docelowych formatów i tworzenie dowolnej kombinacji mapowanych formatów danych.

Tworzenie mapowania w ramach oprogramowania tego typu polega na wczytaniu w interfejsie oprogramowania pliku źródłowego i docelowego. W przypadku konwertowania do plików RDF, plikiem docelowym powinien być przygotowany „szkielet” wyposażony w elementy semantyczne. Następnie interfejs programu pozwala na łączenie odpowiednich pól pomiędzy wczytanymi plikami i stosowanie różnych funkcji na wartościach przechowywanych w tych polach. Rysunek 35 przedstawia interfejs mapowania w programie Altova MapForce.



Rysunek 35 Interfejs mapowania plików w programie Altova MapForce

Źródło: [Altova 2016]

Narzędzia mapujące pozwalają na odpowiednią obsługę pustych elementów w plikach docelowych, które mogą zawierać również puste elementy lub być pomijane w docelowej strukturze danych. Narzędzie firmy Altova umożliwia podgląd w czasie rzeczywistym wyników konwersji zgodnie z obrazem, który przedstawia Rysunek 36. W obsłudze tego narzędzia możliwe jest również mapowanie uwzględniające bazy danych, którego wynikiem jest wygenerowany skrypt SQL, który może być wywołany w stosunku do bazy danych i przeprowadzi on aktualizację danych zgodnie z wykonanym mapowaniem. Należy oczekiwać rozwoju takich narzędzi, które będą pozwalać na manipulację danymi w ujęciu semantycznym i wzbogacenie ich funkcji o generowanie skryptów języka zapytań do bazy wiedzy - SPARQL.



Rysunek 36 Fragment wyniku konwersji w programie Altova MapForce

Źródło: [Altova 2016]

6.2.2 Adnotacje semantyczne dla komunikatów EDI

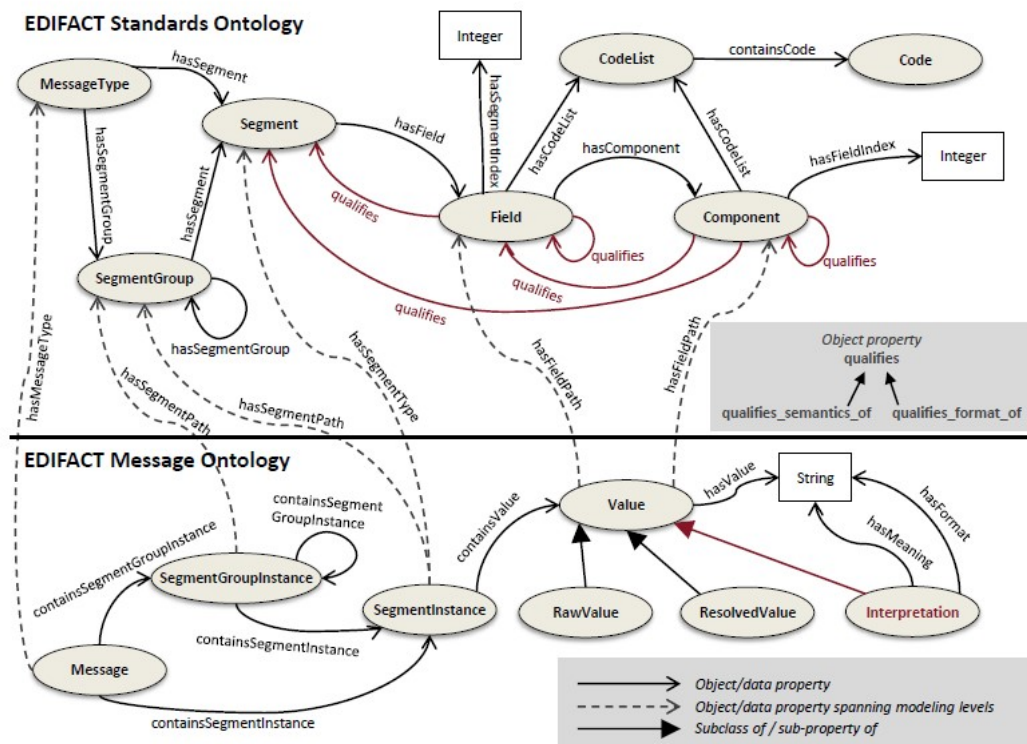
W ramach 14 konferencji *International Conference on Commerce and Enterprise Computing* zaprezentowane zostało opracowanie [Engel i inni 2012], w którym wiedeńscy badacze zaprezentowali podejście do konceptualizacji komunikatów EDIFACT z wykorzystaniem technologii semantycznych. Referat i podejście do problemu miał na celu zaprezentowanie metody pozwalającej na maszynową analizę komunikatów EDIFACT i ich automatyczne przetwarzanie w semantycznie poprawny sposób. Zaproponowane podejście zapewnia mechanizmy pozwalające na modelowanie związków semantycznych pomiędzy elementami wiadomości EDIFACT wewnątrz ontologii. To z kolei umożliwia na automatyczną semantycznie poprawną interpretację danych biznesowych. Swoje podejście autorzy opracowania nazwali EDIonto.

Rysunek 37 przedstawia w swojej górnej części ontologię dla standardu EDIFACT zaprezentowaną przez autorów podejścia EDIonto. Wśród zdefiniowanych pojęć znajdują się *typy komunikatów* (klasa *MessageType*), *grupy segmentów* (*SegmentGroup*), *segmenty* (*Segments*), proste elementy danych (*Field*), *złożone elementy danych* (*Component*), *listy kodów* (*CodeList*) oraz *kody* zawierane w listach (*Code*). Instancje tych pojęć mogą być połączone i ułożone w strukturę chierarchiczną w ten sam sposób, w jaki zorganizowane są w standardzie EDIFACT, za pomocą odpowiednio zdefiniowanych właściwości. Na tym samym rysunku zaobserwować można spis tychże właściwości:

- posiada grupę segmentów (*hasSegmentGroup*),
- posiada segment (*hasSegment*),
- posiada element prosty (*hasField*),
- posiada element złożony (*hasComponent*),
- posiada listę kodów (*hasCodeList*),

- posiada kod (hasCode).

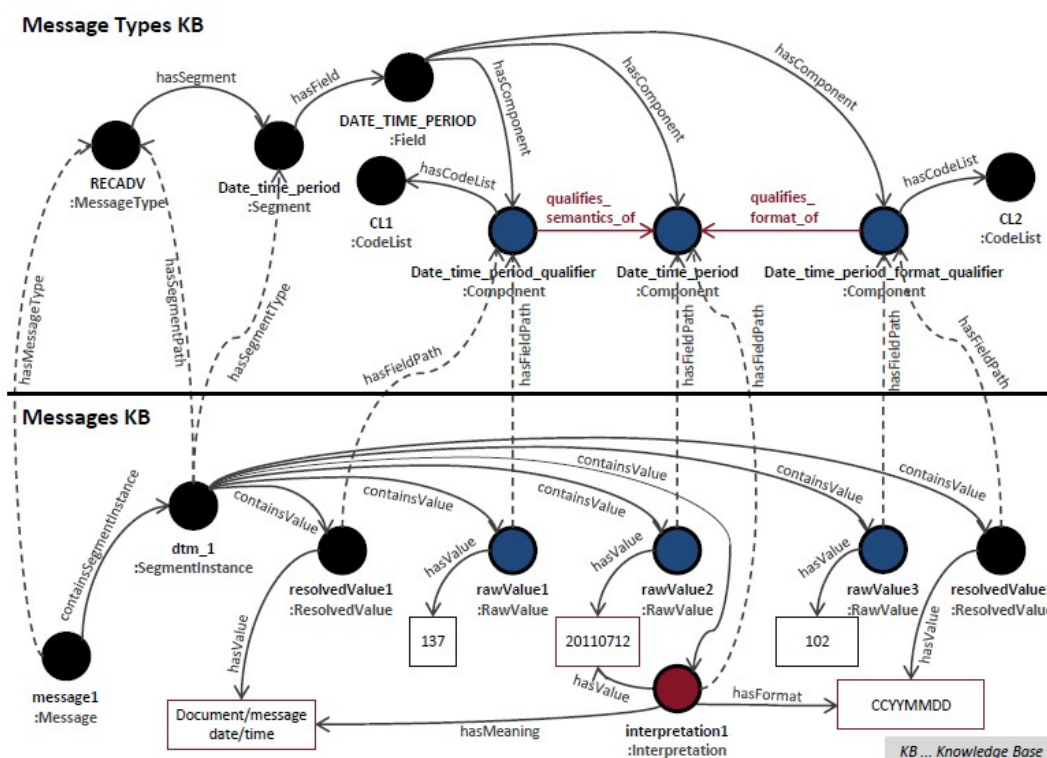
Aby zachować kolejność elementów dodatkowe właściwości danych zostały zdefiniowane, w taki sposób, aby opisać indeks dla segmentu i elementu danych: posiada indeks segmentu (hasSegmentIndex) oraz posiada indeks elementu (hasFieldIndex).



Rysunek 37 Ontologia komunikatu oraz standardu EDIFACT

Źródło: [Engel i inni 2012].

Ontologie opisują pojęcia i rzeczywistość. Aby opisać konkretne typy komunikatów w podejściu EDIonto autorzy wykorzystali bazy wiedzy. Rysunek 38 przedstawia fragment bazy wiedzy zawierający komunikat RECADV (Receiving Advice - awizo przyjęcia) standardu EDIFACT oraz segment DTM (Date/time/period - data/czas/okres).



Rysunek 38 Fragment bazy wiedzy zawierający komunikat RECADV standardu EDIFACT oraz segment DTM

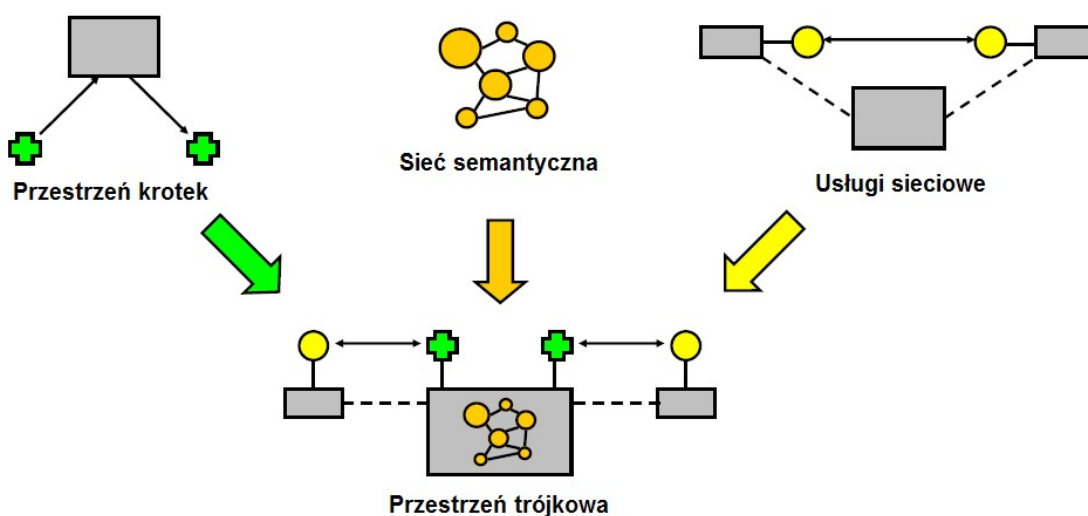
Źródło: [Engel i inni 2012].

W swoim podejściu autorzy EDIonto wykorzystali silnik tworzenia ontologii Protege oraz silnik wnioskowania Jena. Dodatkowo biblioteki Smooks pozwoliły na konwersję komunikatów w standardzie EDIFACT do składni języka XML. Następnie autorzy porównali ontologiczną reprezentację komunikatów EDIFACT z przemysłu motoryzacyjnego wygenerowaną za pomocą EDIonto, GEFEG.FX oraz Smooks. Przy takim porównaniu jasnym wynikiem jest, że jedynie podejście EDIonto pozwala na semantycznie poprawną interpretację komunikatów EDIFACT przez systemy informatyczne. Autorzy podejścia EDIonto oczekują, że podejście to umożliwi realizację działań biznesowych, w których komunikaty muszą być dalej przetwarzane przez algorytmy lub prezentowane użytkownikowi do celów weryfikacji, czy też wizualizacji danych biznesowych zawartych w komunikatach. Wśród dalszych celów autorów opracowania znaleźć można również informacje o wykorzystaniu podejścia EDIonto do stworzenia bazy wiedzy pozwalającej na automatyczną walidację dowolnych komunikatów EDIFACT. Wykorzystując podejście EDIonto możliwe będzie przeprowadzenie wnioskowania na komunikatach EDIFACT, pochodzących z różnych źródeł i tworzonych według różnych wytycznych. Należy jednak pamiętać, że komunikaty EDIFACT tworzone są często w oparciu o tzw. krajowe wytyczne

wdrażania, które oprócz samej konstrukcji syntaktycznej, przeanalizowanej i zamodelowanej w podejściu EDIonto, mogą mieć zdefiniowane reguły biznesowe. Takich reguł nie umieszcza się w specyfikacjach EDIFACT i należy zadbać o to, aby były zamodelowane w ramach ontologii i w bazach wiedzy.

6.2.3 Rozproszone bazy wiedzy

Celem projektu TripCom jest przesunięcie sieci WWW ze stadium zestawu informacji czytelnych dla człowieka i łączących ludzi do stadium sieci, która łączy aplikacje i systemy bazując na semantyce danych przetwarzanych maszynowo. Stawiając czoła ograniczeniom obecnej technologii usług sieciowych w projekcie TripCom zaproponowano nowy paradygmat komunikacyjny pozwalający na stworzenie sieciowych usług semantycznych - stąd nazwa projektu Triple Space Communication (TripCom), co w tłumaczeniu oznacza komunikację w przestrzeni trójkowej. Rysunek 39 przedstawia wymiary projektu, którymi są trzy połączone technologie bazowe: przetwarzanie w przestrzeni krotek²², sieci semantyczne WWW oraz usługi sieciowe.



Rysunek 39 Koncepcja projektu TripCom

Źródło: [Triple Space Communication, 2016]

²² Przestrzeń krotek (ang. tuple space) to według definicji słownikowej [Płoski 1999] „abstrakcyjna przestrzeń obiektów języka Linda, w odniesieniu do której procesy mogą wykonywać operacje „umieść” (in) i „zabierz” (out) dotyczące poszczególnych krotek. Przestrzeń krotek i możliwość badania jej stanu umożliwia synchronizowanie procesów.”

Technologia przetwarzania w przestrzeni krotek ma swoje korzenie w obszarze przetwarzania równoległego i pozwala na stworzenie infrastruktury umożliwiającej asynchroniczną komunikację z wykorzystaniem wirtualnej współdzielonej pamięci. Wielu partnerów może wiarygodnie wymieniać dane poprzez trwałe komendy publikowania i odczytywania. Poprzez rozłączenie partnerów komunikacyjnych w czasie, referencji i w przestrzeni komunikacja przetwarzania w przestrzeni krotek redukuje potrzebę wiedzy a priori na temat komunikacji. Przestrzeń krotek wywodzi się z języka programowania Linda, który jest zestawem funkcji rozszerzających inne języki programowania, umożliwiających współbieżne przetwarzanie danych. W języku tym współbieżność realizowana jest w oparciu o koncepcję logicznie współdzielonej, rozproszonej pamięci. Współbieżne procesy posiadają dostęp do jednej, współdzielonej przestrzeni danych, w której mogą gromadzić dane i z której mogą zgromadzone dane odczytywać. Ta właśnie wspólna przestrzeń nazwana została przestrzenią krotek [Płoski 1999] [Triple Space Communication, 2016].

Technologia sieci semantycznej WWW pozwala na dynamiczne zarządzanie i parowanie partnerów komunikacyjnych poprzez adnotacje semantyczne. Poprzez stworzenie ontologii zapewniona zostaje wspólna terminologia osiągnięta przez konsensus, a to z kolei zapewnia interoperacyjność. Łączenie i kojarzenie semantycznie połączonych danych może zredukować potrzebę bezpośredniego mapowania wymagań komunikacyjnych.

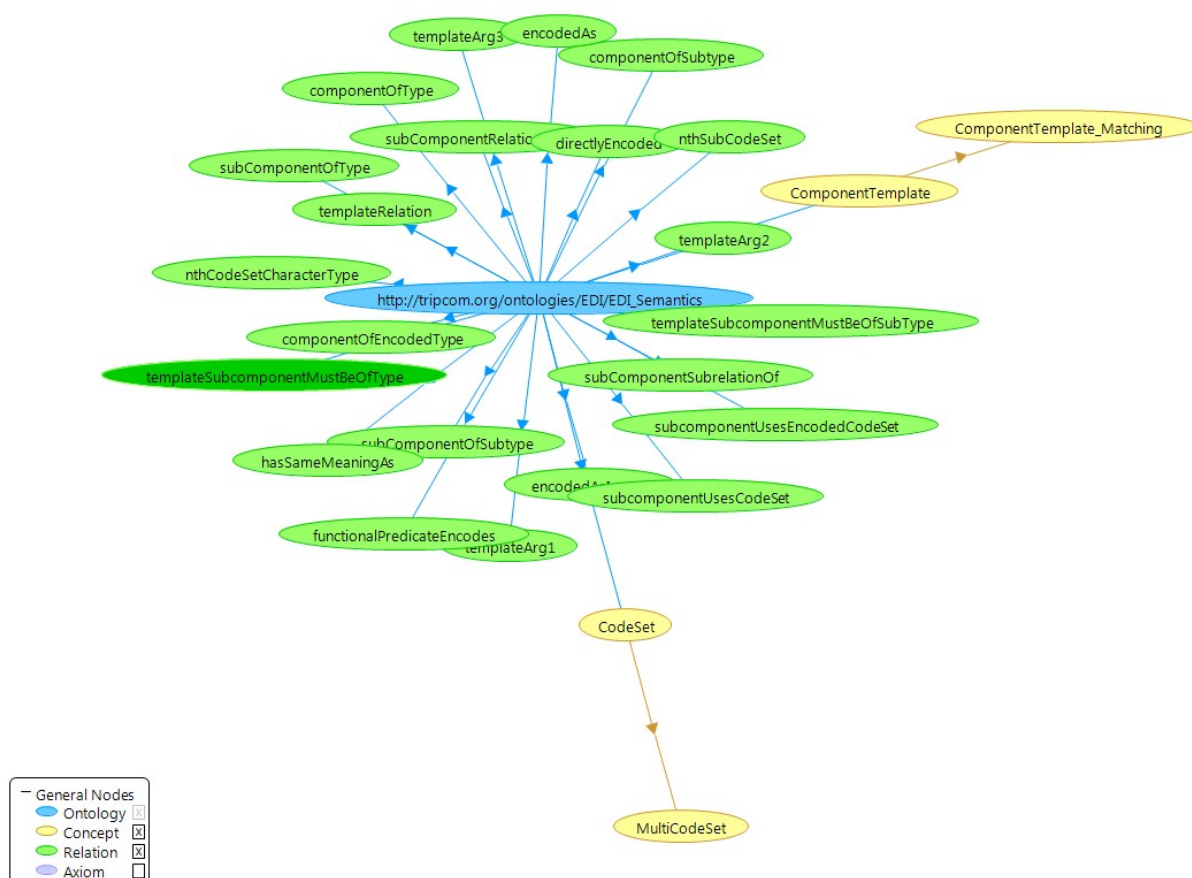
Technologia usług sieciowych dostarcza wirtualnego modelu komponentów pozwalającego na unifikację heterogenicznego świata komponentów. Umożliwia ona wykorzystanie istniejących funkcjonalności bez obciążania osobliwymi cechami powstającymi przy wykorzystaniu middleware, jak np. mechanizmy wywołania czy protokoły transportowe. Usługi sieciowe są dobrze rozumianym i ustandaryzowanym protokołem komunikacji zapewniającym strukturę i architekturę wymiany danych pomiędzy aplikacjami biznesowymi. Zgodnie z koncepcją wypracowaną w projekcie przestrzeni krotek jest rozszerzana w taki sposób, aby obsługiwać trójki RDF w ramach przestrzeni. Funkcje związane z komunikacją, m.in. dotyczące publikowania i odczytywania są wzbogacane w taki sposób, aby obsługiwać wymiar semantyczny danych. Dopasowywanie elementów wykorzystuje silnik wnioskowania oparty o inferencję. Projekt ten pozwolił na ustanowienie mechanizmu publikowania danych komunikacyjnych zgodne z paradygmatem sieci ciągłej publikacji i odczytywania, przez co komunikacja pomiędzy systemami osiągnąć może stadium prawdziwej komunikacji sieciowej. Dostawca danych może publikować informacje w dowolnym momencie (autonomiczność czasowa), bez zależności od medium przechowywania danych (autonomiczność lokalizacji) i bez informacji na temat potencjalnych konsumentów danych

(autonomiczność referencji). Systemy komunikacyjne i ich procesy mogą nie mieć informacji o sobie wzajemnie - wymieniają informacje za pomocą przestrzeni krotek bez ustanawiania bezpośredniego połączenia. Rozdzielenie dotyczy również czasu aktywności systemów i środowisk, w których się znajdują. W projekcie prace merytoryczne realizowane były w podziale na pakiety robocze, wśród których wyróżnić można m. in.:

- pakiet 1 - przechowywanie - zajmujący się specyfikacją architektury przechowywania informacji i jej interfejsami;
- pakiet 2 - reprezentacja wiedzy w przestrzeni trójkowej - swoimi pracami obejmujący reprezentację RDF w przestrzeni krotkowej oraz specyfikację ontologii dla przestrzeni trójkowej;
- pakiet 3 - interakcje w przestrzeni trójkowej - dotyczący dopasowywania semantycznego w rozproszonych przestrzeniach oraz narzędzia zapytań semantycznych w rozproszonej przestrzeni trójkowej;
- pakiet 4 - przestrzeń trójkowa i semantyczne usługi sieciowe - obejmujący integrację architektoniczną przestrzeni trójkowych z infrastrukturą usług sieciowych;
- pakiet 5 - bezpieczeństwo i zaufanie - definiujący model bezpieczeństwa i zaufania dla architektury referencyjnej oraz prototypowaniem infrastruktury bezpieczeństwa;
- pakiet 6 - architektura przestrzeni trójkowej oraz integracja komponentów - obejmujący procedury współpracy i zasady zarządzania konfiguracją dla rozwoju oraz architekturę referencyjną wyposażoną w odpowiednie mechanizmy interakcji API;
- pakiet 7 - infrastruktura ontologiczna dla procesów biznesowych i danych - poddający analizie standardy EDI oraz tworzący ontologie dla składni EDIFACT.

Ontologie EDI w projekcie TripCom zostały wykorzystane do zdefiniowania prawie 240 zestawów kodów, dla prawie 150 elementów danych kodowych, które były obecne w przynajmniej jednym podzbiorze wybranym w projekcie, co zaowocowało przypisaniem wartości dla ponad 4680 kodów. Liczba ta nie zawiera kodów lokalizacji UN (UNLOCODES), które są używane w EDIFACT i definiują ponad 100 000 lokalizacji na ziemi. W ramach prac nad ontologiami wykorzystane zostały również ontologie pochodzące z innych źródeł w tym m. in. z projektu OpenCyc. Ogólnie w ramach ontologii projektu TripCom stworzono ponad 2400 klas i 850 relacji przy dodatkowym wykorzystaniu ponad 1000 klas i 90 relacji z ontologii OpenCyc [Foxvog 2008]. Niestety obecnie utrzymywana

strona projektu TripCom²³ nie pozwala na pozyskanie wszystkich ontologii wytworzonych w projekcie, jednak za pomocą mechanizmów wyszukiwających archiwizowanie stron internetowych można dotrzeć do kilku²⁴ z nich. Rysunek 40 przedstawia jedną z ontologii wytworzonych w projekcie TripCom.



Rysunek 40 Wizualizacja ontologii semantyki EDI wykonanej w projekcie TripCom

Źródło: Opracowanie własne wykonane za pomocą narzędzia Web Service Modeling Toolkit

Wykorzystanie rozproszonych baz wiedzy pozwala na stworzenie nowego sposobu komunikacji biznesowej zastępującego EDI. Model ten w swoich założeniach pozwala komunikować się przedsiębiorstwom za pomocą sieci semantycznej, usług sieciowych i wspólnej przestrzeni krotek.

²³ <http://tripcom.sti2.at/> [dostęp 21.09.2016 r.]

²⁴ Wykorzystując adres <http://web.archive.org/web/20100311181819/http://www.tripcom.org/ontologies> [dostęp 21.09.2016 r.] możliwe było uzyskanie 6 ontologii wytworzonych w projekcie.

6.2.4 Eksploracja procesów biznesowych w oparciu o EDI

W typowym podejściu zarządzania procesami biznesowymi uwydatniane jest zamierzenie przedsiębiorstwa, co do wykonywania określonych działań. Mining procesów pozwala na ujawnienie, jakie działania firma rzeczywiście podejmuje poprzez odkrywanie i analizę procesów biznesowych bazując na rejestrowaniu odpowiednich zdarzeń. W popularnie stosowanych podejściach do eksploracji (ang. mining) procesów koncentrowano się na wewnętrznych procesach przedsiębiorstw. Projekt EDImine²⁵ poszerzył zakres zastosowań eksploracji i przedstawił metodykę, narzędzia oraz formalnie zapisane fragmenty baz wiedzy dla procesów realizowanych między różnymi organizacjami, bazując na wymianie komunikatów EDI [Engel, van der Aalst i in. 2012].

Uczestnicy projektu EDImine zajęli się analizą kilku obszarów badawczych. Pierwszym z nich było zbadanie możliwości utworzenia choreografii procesów biznesowych przebiegających między organizacjami na podstawie komunikatów EDI, które są między nimi wysyłane. Ponieważ projekt EDImine nie koncentrował się na przedsiębiorstwach działających w Polsce wyniki analizy i zagadnienia badawcze mogą nie przystawać do rzeczywistości, w jakiej działają firmy w Polsce. Bazując na doświadczeniach grupy EDI [Grupa robocza ECR 2016] można stwierdzić, że firmy w Polsce przed wdrożeniem komunikacji EDI podpisują umowy, w których dokładnie opisują, jaki typ dokumenty może być wysyłany pomiędzy stronami umowy. Można również wyróżnić grupę firm kierujących się specyficznymi zasadami dotyczącymi komunikacji EDI - jeden dokument zamówienia odpowiada jednemu dokumentowi faktury, awiza wysyłki i jednemu dokumentowi faktury korekty. Wyszukiwanie wzorców procesowych w tak skonstruowanym środowisku ma oczywiście niską wartość poznawczą, gdyż może jedynie potwierdzić lub wskazać rozbieżności pomiędzy kontraktem a faktycznymi transferami dokumentów biznesowych. Jednakże analiza wymienianych dokumentów powiązana z danymi dotyczącymi komunikacji i fizycznego ruchu - np. czasy odpowiedzi pomiędzy poszczególnymi komunikatami, czas ubiegający pomiędzy wysłaniem komunikatu a określonym przemieszczeniem towarów - mogą dostarczyć ważnych informacji biznesowych w postaci wzorców zachowań. Utworzenie takich wzorców i dalej analiza bieżącej wymiany informacyjnej mogą pozwalać na alarmowanie organizacji, jeśli pojawią się jakieś odstępstwa od zwykle występujących wzorców procesowych. Odstępstwa takie mogą oznaczać określone zjawiska występujące w łańcuchach dostaw i mogą pozwolić wykrywać „shrinkage”, wprowadzanie towarów

²⁵ <http://edimine.ec.tuwien.ac.at/> [dostęp 21.09.2016 r.]

podrabianych na rynek, możliwe wydarzenia niepożądane w łańcuchach (np. przerwanie łańcucha chłodniczego).

Drugim obszarem badawczym projektu była analiza redundancji przesyłanych danych i możliwość powstawania rozbieżności semantycznych podczas wielokrotnego przetwarzania tych samych informacji. Celem projektu jest wykrycie zestawu informacji niezbędnych do wykonania następnego kroku w procesie i zestawu informacji redundantnych. Założenia tego obszaru są niestety w konflikcie z założeniami wielu standardów komunikacji EDI. Zgodnie z wytycznymi w takich standardach na początku współpracy organizacji wymieniane są informacje podstawowe, które następnie są w komunikacji bieżącej pomijane. I tak firmy wymieniają się informacjami o lokalizacjach i jednostkach organizacji, aby następnie pomijać pełne dane teleadresowe a posługiwać się jedynie identyfikatorem podmiotu lub lokalizacji (np. GLN). W taki sam sposób firmy wymieniają się katalogami produktów, aby w dalszej komunikacji podawać jedynie identyfikatory produktów (np. GTIN) zamiast pełnej informacji o produkcie. Istnieją oczywiście wyjątki od tej reguły, kiedy to dokumenty EDI są definiowane pod względem zawartości przez przepisy prawa, jak to ma miejsce w Polsce gdzie komunikat faktury pod względem swojej zawartości musi odpowiadać wymaganiom zdefiniowanym dla faktury tradycyjnej w ustawie [Ustawa z dnia 7 grudnia 2012] i za każdym razem, kiedy jest wysyłany musi zawierać np. nazwę i adres dostawcy usług, nazwę lub opis dostarczonej usługi, itp. W przypadku wymiany takich dokumentów zawsze będzie występowała redundancja danych, jednak w rzeczywistości przedsiębiorstw dane te nie są przetwarzane i obsługiwane - istnieją one w dokumentach EDI, ale w systemach ERP obsługiwane są dane pozyskane podczas wymiany informacji podstawowych. Takie zachowanie pozwala na zachowanie zgodności z wymaganiami prawnymi, a jednocześnie dane pozyskane w wymianie informacji podstawowych mogą być weryfikowane z danymi pozyskiwanymi w wymianie bieżących komunikatów handlowych. Z punktu widzenia tej pracy analitycznej zagadnienie analizy redundancji nie jest obszarem zainteresowania.

Trzecim obszarem badawczym poruszonym w projekcie EDImine jest próba połączenia informacji uzyskanych na poziomie technologii IT (z wzorców procesów oraz komunikatów EDI) z decyzjami biznesowymi. Celem projektu było uzyskanie dodatkowej wartości w zakresie informacji, która definiuje związki z organizacjami współpracującymi.

Wykorzystując podejście eksploracji procesów fizycznych oraz przesyłania komunikatów elektronicznych narzędzie EDImimer pozwala na wykorzystanie semantycznych technologii do zaawansowanej wizualizacji zawartości komunikatów EDI i pozwala użytkownikom na automatyczne i ręczne mapowanie pomiędzy zdarzeniami biznesowymi a komunikatami EDI.

W swoich dalszych pracach autorzy podejścia zamierzają przeprowadzić badania z wykorzystaniem danych EDI pochodzących z przemysłowych wdrożeń oraz przeprowadzą obszerniejszą ocenę samego narzędzia i metodyk.

6.2.5 Ocena silników wnioskowania

Silniki wnioskowania nie są jednorodnymi programami komputerowymi. W zależności od wersji i specyfiki, według jakiej zostały wytworzone różnią się w swoim sposobie działania. W 2007 roku zaprezentowane zostało podejście [Kwon, Sim, Lee 2007], które porównuje i ocenia silniki wnioskowania zawierające sześć kryteriów pomiarowych, wśród których jest skalowalność zbiorów danych, responsywność na żądania użytkownika i adaptowalność do częstych żądań wnioskowania. Wraz z wzrostem liczby silników wnioskowania taka metodyka oceny staje się pożądana ze względu na różnice występujące w działaniu tych systemów, jak i różnice w środowiskach docelowych, w których mają one być zastosowane. Jedną z istniejących metod oceny jest LUBM - (Lehigh University Benchmark) jednak ta metoda jest niewystarczająca do testowania wszystkich funkcji systemów wnioskowania, zwłaszcza w przypadkach, gdy wiedza odpowiadająca utworzonej ontologii jest często aktualizowana. Autorzy opracowania zaproponowali nową metodykę oceny silników wnioskowania opartych o ontologię wykorzystywanych w usługach kontekstowych (context-aware services - CAS). Przedstawiony został zestaw kryteriów oceny, w którym uwzględnione zostały następujące miary:

- czas ładowania - całkowity czas, jaki upłynął do zakończenia wczytywania zestawu plików OWL-DL,
- czas odpowiedzi na zapytanie - całkowity czas, jaki upłynął od zadania zapytania do otrzymania rezultatów po zadaniu piętnastu statycznych zapytań i jednego dynamicznego,
- kompletność odpowiedzi - odsetek wyników zapytania wyprodukowany przez silnik wnioskowania z bazą wiedzy,
- poprawność odpowiedzi - odsetek poprawnych wyników zapytania wyprodukowany przez silnik wnioskowania,
- rozmiar repozytorium - rozmiar zajmowany przez system wnioskowania wymagany przy wykonaniu procesu wnioskowania z zestawem ontologii OWL-DL,

- sprawność dynamiczna - odsetek poprawnych wyników zapytania w sytuacji, gdy silnik wnioskowania aktualizuje instancję ontologii w specyficznym cyklu i równolegle wybiera do wnioskowania rezultat zapytania w innym cyklu,
- zaawansowana metryka połączona - zawierająca formułę biorącą pod uwagę wszystkie powyższe metryki.

Autorzy opracowania wykorzystali trzy zestawy testowe i dokonali pomiarów powyższych metryk. W zestawach testowych wykorzystano następujące materiały:

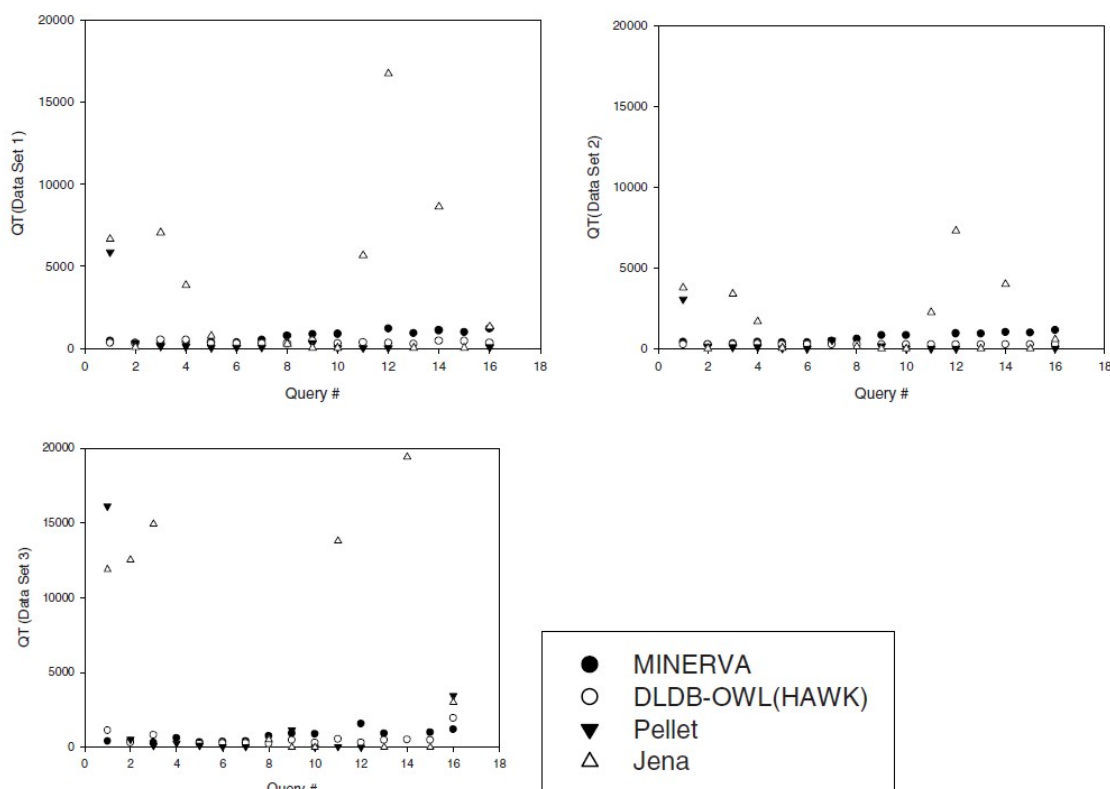
- zestaw 1 - School of International Management and Electronic & Information Engineering at K University, 8477 instancji, 134302 trójek o rozmiarze 11.8 MB,
- zestaw 2 - School of International Data Set 2 Management at K University, 3857 instancji, 60791 trójek o rozmiarze 5.33MB,
- zestaw 3 - Przykład kampusowy - IBM China Laboratory, 19277 instancji, 337873 trójek o rozmiarze 30.5 MB.

Dane pozyskane w ten sposób zostały naniesione na wykresy i pozwoliły na porównanie wyników i systemów wnioskowania. Swoje badania naukowcy przeprowadzili na komputerze osobistym o następującej specyfikacji:

- procesor: 1.80GHz Pentium 4 CPU,
- pamięć operacyjna: 1GB of RAM;
- dysk twardy: 80GB,
- system operacyjny Windows XP Professional OS, Java SDK 1.4.1; 512MB maksymalnego wymiaru stosu.

O ile wyniki badań mogą nie być obecnie aktualne o tyle podejście i zastosowane metryki są dobrymi wyznacznikami podejścia do badania ogólnej sprawności systemów wnioskowania. Jednak na maszynie, którą obecnie w zakresie specyfikacji sprzętowej prześcigają nawet smartfony czas odpowiedzi na zapytania nie przekraczał 20 sekund. Rysunek 41 przedstawia wyniki, na podstawie których można stwierdzić, że w większości przypadków systemy wnioskowania odpowiadały na zapytania w ciągu kilku sekund. Realizując projekt wdrożenia systemu wnioskowania należałoby w podobny sposób ocenić istniejące systemy i porównać wyniki z procesów wnioskowania a następnie zdecydować się na system najbardziej odpowiadający potrzebom danego wdrożenia. Zastosować można podobną miarę do zaproponowanej przez autorów opracowania, która jest średnią ważoną. W zależności od domeny, w której zastosowany będzie system możliwe jest modyfikowanie współczynników

dotyczących ważności poszczególnych cech systemu wnioskowania - np. w obszarze traceability metryki takie, jak czas ładowania czy rozmiar repozytorium nie powinny mieć wysokich współczynników gdyż ważniejsze są miary dotyczące kompletności i poprawności odpowiedzi. Jeśli system ma działać w środowisku dynamicznym to należy umieścić wyższy współczynnik dotyczący sprawności dynamicznej.



Rysunek 41 Czas odpowiedzi na zadane zapytania w silnikach wnioskowania

Źródło: [Kwon, Sim, Lee 2007]

6.3 Technologie semantyczne w systemach i usługach logistycznych

W nowoczesnym środowisku biznesowym logistyka ukierunkowana jest na zaspokajanie potrzeb i wymagań klientów poprzez efektywność działań z kosztami na możliwie najniższym poziomie. W wielu przypadkach zaobserwowano, że firmy uzyskują strategiczną przewagę bazując na kompetencjach logistycznych, co z kolei wpływa na obraz konkurencji w danej branży [Bowersox i Closs 1996]. Nie wszystkie firmy jednak mogą pozwolić sobie na inwestowanie w ekspertyzy logistyczne czy na pozyskanie zasobów do swojej organizacji. Dotyczy to przede wszystkim firm z rynków rozwijających się w południowoschodniej Azji i w Chinach. Model 4PL został wprowadzony, jako usługodawca logistyczny integrujący

zasoby, możliwości i technologie własnej organizacji i podmiotów zewnętrznych, co pozwala mu na projektowanie i budowę skomplikowanych rozwiązań do obsługi łańcuchów dostaw. W swojej esencji model 4PL dostarcza usługi logistyczne w modelu outsourcingu jednak należy zwrócić uwagę na ryzyka związane z utratą kontroli, brakiem ekspertów w organizacji i z długoterminowymi umowami partnerskimi [Richardson 2005]. Jeśli dostawcy usług w modelu 4PL będą potrafili ograniczyć te ryzyka dla swoich klientów to osiągną przewagę konkurencyjną. Związane jest to ze zrozumieniem i opanowaniem wiedzy z domeny logistyki i to nie tylko w ujęciu ogólnym, ale również w specjalnych przypadkach. Wiedza domenowa powinna być zaprezentowana za pomocą tego samego schematu koncepcyjnego (ontologii), aby zminimalizować ryzyko braku spójności. Mocno rozwinięte procesy abstrakcyjne i struktury szkieletowe aplikacji mogą znacznie przyspieszyć odpowiedź na potrzeby klientów czy zmiany w środowisku biznesowym.

Nowoczesne systemy logistyczne charakteryzują się rosnącym stopniem skomplikowania strukturalnego i dynamiki, które to są wynikiem trendów w globalnej sytuacji ekonomicznej, dekompozycji łańcuchów dostaw i indywidualnych potrzeb klientów. Te trendy wpłynęły na zwiększenie potrzeby większej elastyczności w konfigurowaniu łańcuchów dostaw i dodatkowo wpłynęły na migrację z modelu centralnego usług informatycznych do modelu zdecentralizowanego w obszarze planowania i kontroli.

6.3.1 Wielowarstwowy system zarządzania logistycznego oparty o ontologie

W 2012 roku na łamach Journal of Global Business Management [Liou i Chang 2012] zaprezentowano ontologiczne podejście wieloaspektowe w stosunku do utworzenia opartych o wiedzę systemów zarządzania logistycznego w modelu 4PL. Zdaniem autorów współdzielenie skonsolidowanej wiedzy domenowej pomiędzy dostawcami usług a klientami doprowadzi do sytuacji korzystnej zarówno dla tych pierwszych, jak i drugich. Poprzez abstrakcję koncepcji firmy 4PL mogą utworzyć semantycznie spójną ontologię domeny logistyki zawierającą wiedzę ze wszystkich gałęzi przemysłu, co pozwoli na zmniejszanie ryzyka związanego z niezgodnościami partnerów biznesowych w związku z interpretacją sytuacji biznesowej czy warunków umowy.

W ramach swojego podejścia autorzy zaprezentowali framework aplikacji, który wyposażony został we wzorce projektowe oraz elastyczne interfejsy pozwalające klientom na łatwe odpowiadanie na potrzeby rynku. Usługodawcy 4PL mogą dostosowywać instancje frameworka aplikacji i wspomagać własne platformy elektroniczne poprzez obsługę zarządzania logistycznego opartego o wiedzę. Dzięki temu według autorów opracowania

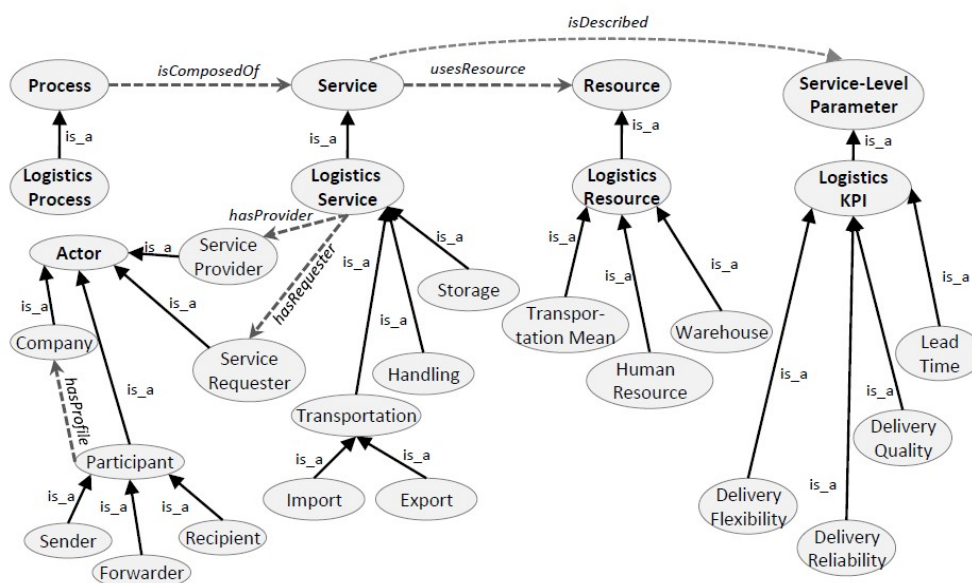
możliwe jest osiągnięcie wyższego stopnia integracji z innymi aplikacjami biznesowymi. Podejście autorów zostało zastosowane w prawdziwym wdrożeniu biznesowym operatora 4PL, który obsługuje przedsiębiorstwa w Chinach i na terenie Tajwanu. W swoim podejściu autorzy wybrali model firmy IBM (Information Framework - IFW), jako podstawę do kategoryzacji i tworzenia pojęć biznesowych. W ramach modelu danych finansowych IFW występuje dziewięć kategorii takich, jak podmiot zaangażowany, zdarzenie, lokalizacja, produkt, opakowanie produktu, stan, klasyfikacja i inne. Następnie zgromadzone zostały dokumenty projektowe, na podstawie, których utworzone zostały dodatkowe pojęcia biznesowe, ich instancje i relacje a także diagramy relacji i przepływu danych. Twórcy rozwiązania wykorzystali narzędzie VisioOWL do prezentacji wyników badań a ostateczna wersja ontologii domenowej została wytworzona w narzędziu Protege z wykorzystaniem OWL i OWL-S. Aplikacje następnie zostały wytworzone na podstawie struktury szkieletowej z wykorzystaniem modelu wielowarstwowego. Wykorzystanie warstw nie było związane z architekturą aplikacji a z architekturą wiedzy biznesowej.

6.3.2 Formalna i semantyczna reprezentacja usług logistycznych

W 2010 roku na konferencji ECAI (European Conference on Artificial Intelligence) w swoim opracowaniu autorzy [Hoxha, Scheuermann i Bloehdorn 2010] zaprezentowali podejście pozwalające na osiągnięcie elastyczności i decentralizacji w konfiguracji i zarządzaniu łańcuchem dostaw. Stworzony model łączy luźno-połączone usługi logistyczne z technologiami semantycznymi w efekcie dając zunifikowaną reprezentację zróżnicowanych danych logistycznych i funkcji serwisowych. Wynikiem opracowania jest również formalny model wiedzy oparty o ontologie dotyczący informacji w domenie logistyki. Również w tych badaniach autorzy skoncentrowali się na usługodawcach 4PL. Analizie poddana została semantyczna reprezentacja usług logistycznych w ramach struktur szkieletowych, która pozwala na automatyzację poprzez zastosowanie inteligentnych technik wykrywania, oceniania, wykonywania i efektywnego łączenia usług logistycznych w skomplikowane i elastyczne procesy logistyczne.

W obecnej sytuacji integracja zewnętrznych usług logistycznych jest w większości wykonywana przez operatorów 4PL w tradycyjny sposób wymagający dużej liczby interakcji międzyludzkich. Można zaobserwować również częściowo z informatyzowaną obsługę modeli 4PL wykorzystującą własne rozwiązania informatyczne. Taka sytuacja powoduje powstawanie błędów zwiększających koszt i prowadzących do tworzenia nieefektywnych łańcuchów dostaw. Brak formalnej semantyki i przetwarzania zorientowanego na usługi

uniemożliwia wprowadzenie inteligentnych i automatycznych sposobów tworzenia zintegrowanych usług logistycznych. Aby sprostać takim wyzwaniom zastosowane zostało podejście wykorzystujące techniki semantyczne w stosunku do systemów logistycznych. Framework aplikacji usług semantycznych dla domeny logistycznej modeluje formalną reprezentację wszelkich informacji zawartych w procesach logistycznych. Możliwe jest również semantyczne opisywanie usług logistycznych, które są łatwo dostępne i luźno połączone, dzięki czemu możliwe jest ich komponowanie w złożone procesy logistyczne i konfiguracje łańcuchów dostaw. Podejście semantyczne prowadzi do automatycznego i inteligentnego integrowania zewnętrznych procesów. Rysunek 42 przedstawia wycinek stworzonej przez autorów ontologii, czyli najwyższy poziom pojęć biznesowych występujących w tej ontologii.



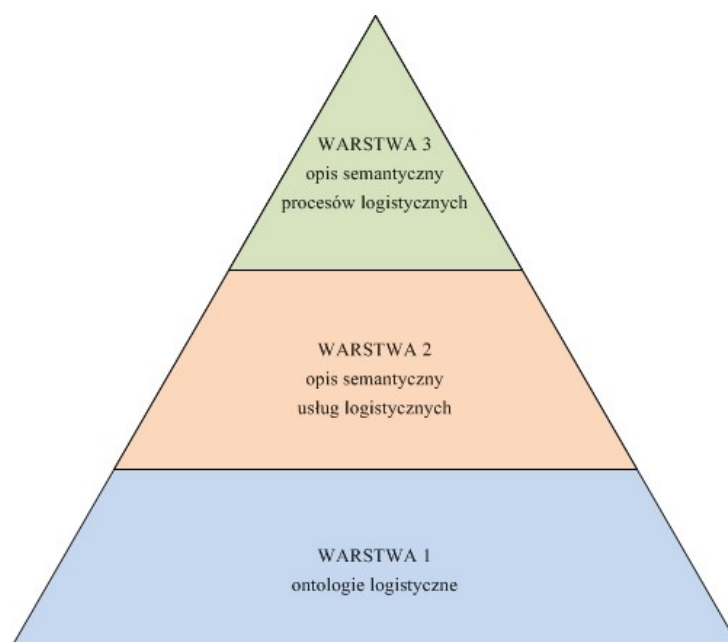
Rysunek 42 Pojęcia najwyższego poziomu w ontologii logistycznej

Źródło: [Hoxha, Scheuermann i Bloehdorn 2010]

Siła zastosowanych technologii semantycznych w połączeniu z usługami logistycznymi leży w automatyzacji funkcjonalności związanych z wykrywaniem usług, ich komponowaniem, monitorowaniem oraz wykonaniem. Klienci logistyczni mogą w inteligentny sposób znajdować i wywoływać procesy, które spełniają ich wymagania i potrzeby najbardziej optymalnie z pominięciem tradycyjnych interakcji międzyludzkich. Usługi są dobierane z szerokiego wachlarza dostawców usług logistycznych w sposób automatyczny, co pozwala również na zmniejszenie wpływu preferencji pracowników dobierających usługi dla klientów.

6.3.3 Ontologie w inteligentnym dostarczaniu usług logistycznych

W 2012 roku podczas siódmej edycji konferencji ICIW [Scheuermann i Hoxha 2012] zaprezentowany został referat, w którym autorzy zaproponowali trójwarstwowe podejście do modelowania ontologii logistycznych oparte o połączenie technologii sieci semantycznej (Semantic Web Technologies - SWT) oraz przetwarzania zorientowanego na usługi (Service-oriented Computing - SOC). Połączenie SWT oraz SOC stanowią fundament semantycznych usług logistycznych, które obejmują dyskretnie funkcje logistyczne np. transport, pochłaniają logistyczne zasoby, a ich jakość może być zmierzona za pomocą wskaźników. Semantyczne usługi logistyczne są modularnymi komponentami, które umożliwiają zarządzanie skomplikowanymi procesami logistycznymi. Rysunek 43 przedstawia model trójwarstwowy usług logistycznych bazujący na powyższych założeniach.



Rysunek 43 Model trójwarstwowy semantycznych usług logistycznych

Źródło: [Scheuermann i Hoxha 2012]

Warstwa 1 - ontologie semantyczne - tworzy formalne fundamenty definicyjne dotyczące wiedzy logistycznej. Autorzy podejścia opracowali modularne podejście pozwalające na łatwość aplikacji, adaptację i wzbogacenie wiedzy zawartej w formalnych opisach.

Warstwa 2 - opis semantyczny usług logistycznych - wykorzystywana jest do tworzenia reprezentacji atomowych usług logistycznych. Z pomocą OWL-S tworzony jest profil usługi definiujący cechy usługi logistycznej a wykorzystujący ontologie warstwy 1 do adnotacji semantycznych.

Warstwa 3 - opis semantyczny procesów logistycznych - jest zbiorem definicji i opisów procesów logistycznych, które składają się z atomowych (prostych) usług logistycznych stworzonych w warstwie drugiej.

Wykorzystanie ontologii pozwala na zaadoptowanie semantycznych adnotacji dla usług logistycznych, co pozwala na osiągnięcie interoperacyjności semantycznej a dalej integracji informacyjnej i pozwala na osiągnięcie wnioskowania i wdrożenie rozwiązań inteligentnych.

7 ROZDZIAŁ SIÓDMY: METODYKA INTEGRACJI TECHNOLOGII SEMANTYCZNYCH WSPOMAGAJĄCA REALIZACJĘ PROCESÓW TRACEABILITY

Metodyka integracji technologii semantycznych wspomagająca realizację procesów traceability rozumiana, jako proces wdrożenia technologii semantycznych w przedsiębiorstwie obejmować powinna następujące etapy:

- wybór metod identyfikacji towarów w przedsiębiorstwie (analiza procesowa, specyficzne uwarunkowania, analiza SWOT, analiza biznesowa kosztów i korzyści),
- wdrożenie metod identyfikacji w przedsiębiorstwie i zastosowanie odpowiedniego poziomu dokładności identyfikacji (analiza biznesowa kosztów i korzyści, koszty identyfikacji i zarządzania informacją identyfikacyjną a koszty wycofania towaru w zależności od poziomu identyfikacji towarów),
- wdrożenie systemów informatycznych ERP, WMS oraz systemów obsługujących EDI lub komunikację w modelu TripCom,
- zastosowanie odpowiednich mechanizmów konwertujących informacje do postaci wiedzy (ontologie, konwertery, adnotacje semantyczne, eksploracja danych i procesów, rozproszone bazy wiedzy),
- wdrożenie połączeń informatycznych z systemami zewnętrznymi (systemy ostrzegania typu RASFF RAPEX, systemy organów nadzoru sanitarnego, systemy operatorów EDI),
- wdrożenie systemów automatycznego wnioskowania (ocena i dobranie odpowiedniego systemu),
- wdrożenie agentów AI pozwalających na działania pro aktywne i przeciwdziałanie sytuacjom kryzysowym i incydentom w łańcuchach dostaw.

Zaprojektowana metodyka integracji pozwala na wykorzystanie rozproszonych źródeł wiedzy i mechanizmów probabilistyki. Poprzez zastosowanie oprogramowania typu agentów możliwe będzie powiadamianie o potencjalnych incydentach w łańcuchach dostaw. Ponadto wykorzystując metodykę integracji można uzyskać m.in. następujące zastosowania:

- poprawa bezpieczeństwa i pewności biznesowej przedsiębiorstw poprzez umożliwienie wykrywania ogniw łańcucha dostaw, które powodują zdarzenia niebezpieczne celem rozliczeń pomiędzy przedsiębiorstwami,

- zapobieganie kradzieżom czy wprowadzaniu towarów podrabianych i niepełnowartościowych - np. podrabiane wyroby alkoholowe czy tytoniowe,
- wykrywanie anomalii w przebiegu procesów biznesowych poprzez analizę wzorców zachowań, które mogą wskazywać na niepożądane zjawiska np. shrinkage,
- wsparcie firm w identyfikowaniu ogniw łańcucha dostaw, które powodują zdarzenia niebezpieczne oraz umożliwienie usuwania niepożądanych praktyk, czy wadliwych elementów wyposażenia,
- aktywne przewidywanie sytuacji niebezpiecznych poprzez analizę alertów z zewnętrznych systemów powiadamiania oraz wzorce zachowań, pozwalające na podjęcie środków przed zaistnieniem sytuacji niebezpiecznej oraz ograniczanie kosztów i ryzyka dla konsumentów.

Zaproponowana metodyka opiera się na analizowaniu wiedzy. Należy zatem zwrócić uwagę na zarządzanie wiedzą pochodzącą ze źródeł automatycznego wnioskowania. Poddając analizie dorobek wielu pokoleń filozofów, wiedza może być podzielona na cztery kategorie [Błaszczuk i in. 2004]:

- a) wiedzieć „co”,
- b) wiedzieć „dlaczego”,
- c) wiedzieć „jak”,
- d) wiedzieć „kto”.

Jeśli wiedzy przyjrzeć się pod względem określonych cech to w przedsiębiorstwie wyróżnić można dwa rodzaje wiedzy [Grudzewski i Hejduk 2004], do których należą wiedza jawna (explicit knowledge) oraz wiedza ukryta (tacit knowledge). Wiedza jawna nazywana często formalną, obiektywną lub uzewnętrznioną jest wiedzą, która została usystematyzowana oraz sprecyzowana. W zakresie tej wiedzy znajdują się bazy danych, informacje i wszelkie dokumenty mające na celu usprawnienie zarządzania w przedsiębiorstwie. Wiedza taka jest często źródłem innowacji w przedsiębiorstwie. Łatwo można ją przekazywać wykorzystując ogólnie dostępne formy przekazu. Wiedza ukryta natomiast jest nazywana cichą. Takiej wiedzy nie można w jasny sposób sprecyzować. Jej głównym sposobem przekazywania jest komunikacja werbalna a nagromadzenie występuje wraz ze wzrostem doświadczenia i intuicji. Indywidualny charakter wiedzy ukrytej wymusza dzielenie się nią na drodze osobistych kontaktów, bądź pracy w niewielkich grupach roboczych.

Wiedza, która pochodzi z procesów wnioskowania, może być obarczona ryzykiem wystąpienia błędów, i wydaje się być innym rodzajem wiedzy niż ta ukryta lub skodyfikowana. Częściowo wiedza ta jest skodyfikowana w informacji i danych

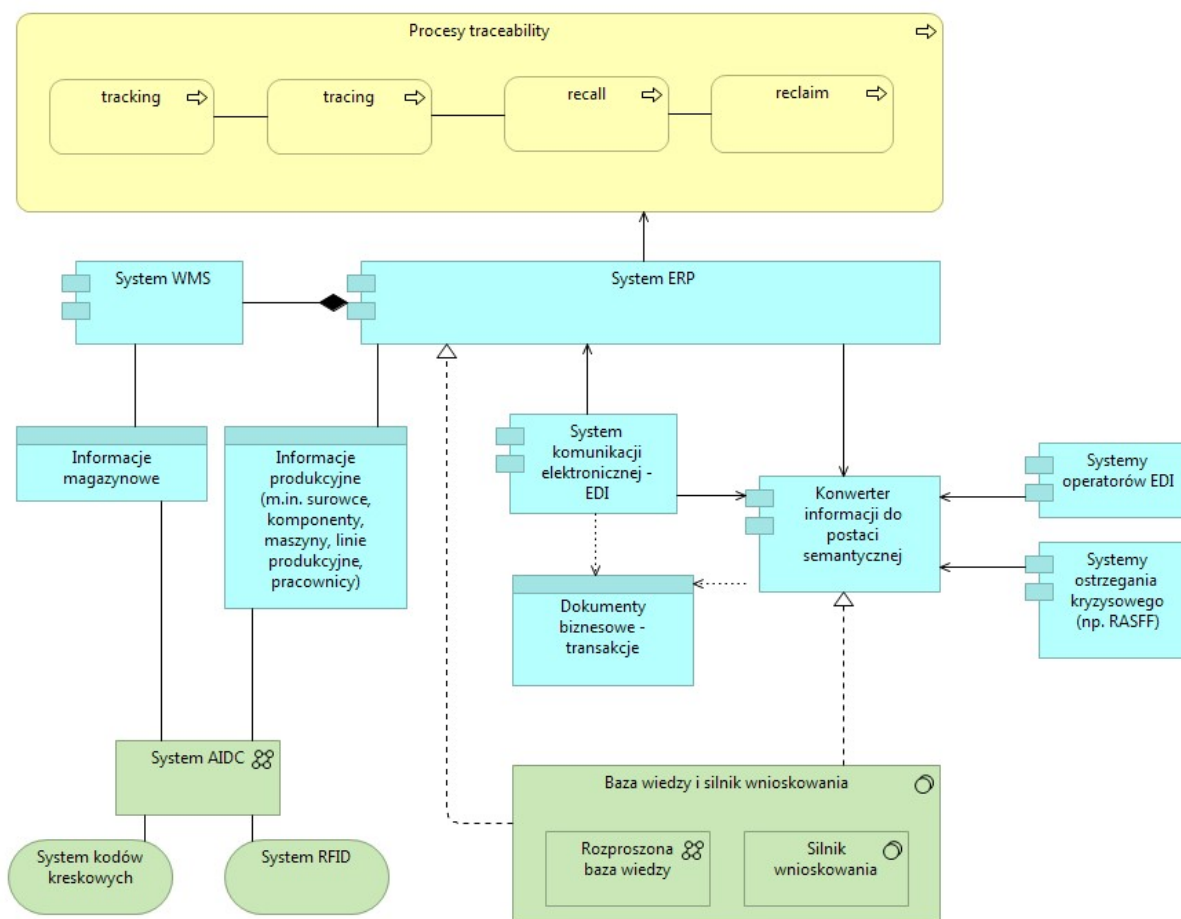
przedsiębiorstwa lub w jego otoczeniu, ale nie jest skodyfikowana wprost, w takiej wersji, w jakiej podają ją systemy wnioskowania. Oznacza to, że bazy wiedzy zawierają skodyfikowaną wiedzę, ale to systemy wnioskowania mogą przedstawiać nowe fakty i nowe powiązania, jakie występują w rzeczywistości gospodarczej a nie są one zapisane wprost w dokumentach, czy informacjach firmy.

Przedsiębiorstwa mogą zaadoptować różne modele zarządzania i pozyskiwania takiej wiedzy. W modelu aktywnym wykorzystywane silniki wnioskowania mogą powiadamiać pracowników o występowaniu określonych zależności i prawdopodobieństwie wystąpienia incydentów czy sytuacji kryzysowych. W modelu pasywnym mechanizmy semantycznego wnioskowania zostaną wykorzystane po fakcie wystąpienia incyduentu lub sytuacji kryzysowej. Wybór modelu zależy od rachunku ekonomicznego związanego z kosztami zarządzania wiedzą w tych dwóch odmiennych modelach. W modelu aktywnym występować będzie większa ilość informacji, którą należy zarządzać i weryfikować, co generować będzie koszty związane z pracą oraz przechowywaniem informacji. Podejście aktywne pozwolić może jednak na uniknięcie sytuacji niepożądanych lub wykrycie ich we wczesnym stadium, przez co koszty np. wycofania towarów będą mniejsze. Podejście pasywne pozwoli na ograniczenie kosztów zarządzania informacją, ale nie umożliwi wykrywania sytuacji niepożądanych z wyprzedzeniem.

Metodyka zawiera model architektury oraz model procesu biznesowego - reclaim, który pozwala na pozyskanie dodatkowych informacji identyfikujących element łańcucha dostaw odpowiedzialny za zaistniałą sytuację awaryjną w łańcuchu dostaw.

7.1 Model architektury

Model architektury jest propozycją, która pozwolić ma na usprawnienie realizacji procesów traceability, przede wszystkim na poprawienie czasów realizacji procesów wycofywania towaru z rynku. Rysunek 44 przedstawia model architektury wykonany w notacji Archimate pozwalającej na prezentowanie różnych warstw architektury korporacyjnej. W tym modelu zastosowane zostały 3 warstwy: technologii, komponentów aplikacji oraz procesów biznesowych. Model architektury zawiera abstrakcyjne elementy opisujące klasę poszczególnych obiektów a nie pojedyncze wybrane elementy architektury korporacyjnej.



Rysunek 44 Model architektury pozwalający na integrację technologii semantycznych wspomagających realizację traceability

Źródło: Opracowanie własne za pomocą oprogramowania Archi [http://www.archimatetool.com] zgodnie z wytycznymi języka modelowania architektury korporacyjnej ArchiMate

W ramach warstwy technologii, której elementy oznaczone są kolorem zielonym zaznaczone zostały dwa główne obszary. Pierwszym jest sieć „System AIDC”. W modelu architektury jest to sieć urządzeń, wykorzystywanych w przedsiębiorstwie w różnych miejscach i na różnych etapach cyklu produkcyjnego. Sieć ta obejmuje zarówno urządzenia związane z technologią kodów kreskowych jak i RFID. Drugim elementem strukturalnym, który wymaga zaakcentowania jest baza wiedzy, w postaci rozproszonej sieci oraz silnik wnioskowania. Można oczywiście zauważyć, iż są to komponenty programowe i powinny występować w warstwie komponentów aplikacji, jednak dla celów prezentacji zostały umieszczone również w warstwie infrastrukturalnej, gdyż elementy te będą wymagały odpowiednich zasobów sprzętowych. Inne elementy infrastruktury występujące w przedsiębiorstwie zostały pominięte celem uproszczenia modelu ze względu na ich

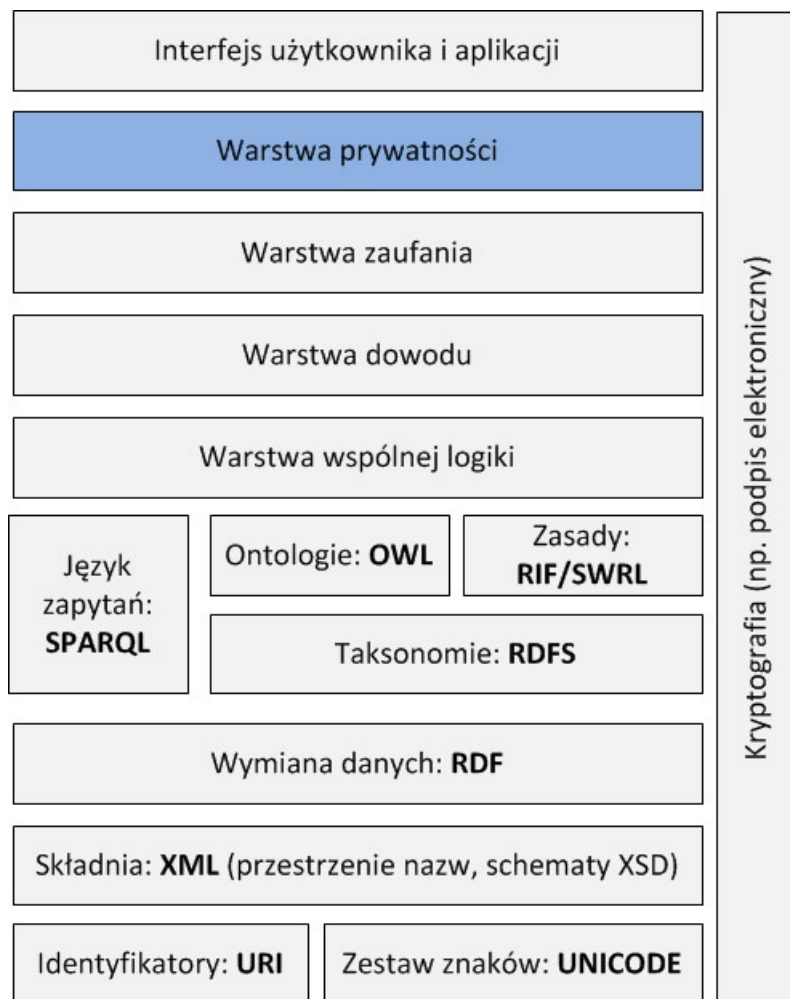
niebezpośredni związek z procesami traceability. Pominięte zostały zatem wszelkie serwery wewnętrzne firmy czy stanowiska robocze.

Warstwa komponentów aplikacji oznaczona kolorem niebieskim zawiera komponenty aplikacji i obiekty danych, które są ważne ze względu na przetwarzanie informacji związanych z traceability. W tej warstwie występują zatem systemy klasy ERP i WMS, systemy komunikacji elektronicznej i konwerter informacji do postaci semantycznej. Jako zewnętrzne komponenty zintegrowane z wewnętrznym środowiskiem występują systemy operatorów EDI oraz systemy ostrzegania kryzysowego. W ramach obiektów danych przedstawione zostały informacje dotyczące magazynowania towarów i informacje produkcyjne obejmujące m.in. dane o surowcach i komponentach wykorzystanych w procesach produkcji, informacje o maszynach i liniach produkcyjnych czy też dane o pracownikach.

Warstwa biznesowa reprezentowana jest przez obiekty koloru żółtego i w modelu tym obrazuje możliwość wykorzystania architektury we wszystkich procesach związanych z traceability. Należą do nich procesy śledzenia ruchu i pochodzenia towarów, proces wycofywania towaru z łańcucha dostaw, z rynku oraz nowy proces zaproponowany przez autora tej rozprawy o angielskiej nazwie *reclaim*, który został opisany w kolejnym podrozdziale.

Aby zastosować opisywane w tej rozprawie technologie semantyczne w środowisku biznesowym, w którym realizowane są procesy traceability proponowane jest wzbogacenie modelu sieci semantycznej WWW o dodatkową warstwę, która występować będzie pomiędzy interfejsem użytkownika a warstwą zaufania i zapewni prywatność i poufność danych biznesowych w taki sposób, aby ochronić interesy uczestników łańcucha dostaw. Rysunek 45 przedstawia architekturę semantycznej sieci WWW dla zastosowań biznesowych wzbogaconą o warstwę prywatności. Ochronie prywatności powinny zatem podlegać wszelkie informacje dotyczące cen i ilości towarów. W ramach tej warstwy uczestnicy łańcucha dostaw powinni definiować różne scenariusze i poziomy dostępu do informacji dotyczących traceability. I tak inny poziom dostępu do informacji będą mieli dostawcy czy partnerzy danej firmy, inny odbiorcy i zupełnie inny firmy konkurencyjne. W ramach warstwy prywatności należy oczywiście zdefiniować minimalny poziom informacji, który pozwalałby na realizację procesów wnioskowania i wymianę wiedzy o łańcuchu dostaw. Możliwe jest tutaj zastosowanie zawartości informacyjnej podobnej do powiadomień systemu RASFF w przypadku przedsiębiorstw konkurencyjnych. Warstwa prywatności dotycząca informacji powinna również umożliwiać organom nadzoru takim, jak sanepid czy główny inspektor

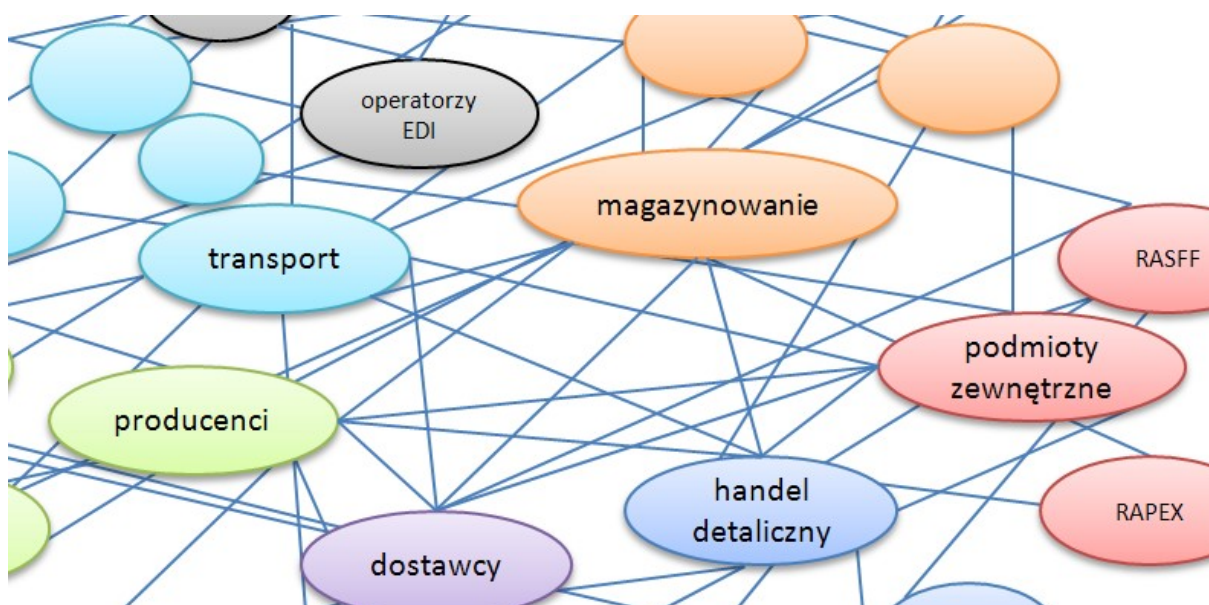
farmacji na dostęp do pełnej informacji o ruchu towarów i komponentów bez ograniczeń dotyczących innych podmiotów.



Rysunek 45 Architektura semantycznej sieci WWW w zastosowaniach biznesowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Berners-Lee 2000], [Obitko 2007]

Rysunek 44 przedstawia model architektury wykorzystującej narzędzia i technologie semantyczne z punktu widzenia przedsiębiorstwa. Rysunek 46 natomiast prezentuje diagram połączonych baz wiedzy z punktu widzenia całego łańcucha dostaw. Możliwe jest zatem stworzenie rozproszonej sieci źródeł wiedzy dla poszczególnych łańcuchów dostaw i zbiorów przedsiębiorstw w podobny sposób jak połączone zostały źródła wiedzy w projekcie LOD - Linked Open Data.



Rysunek 46 Diagram połączonych baz wiedzy dla łańcucha dostaw

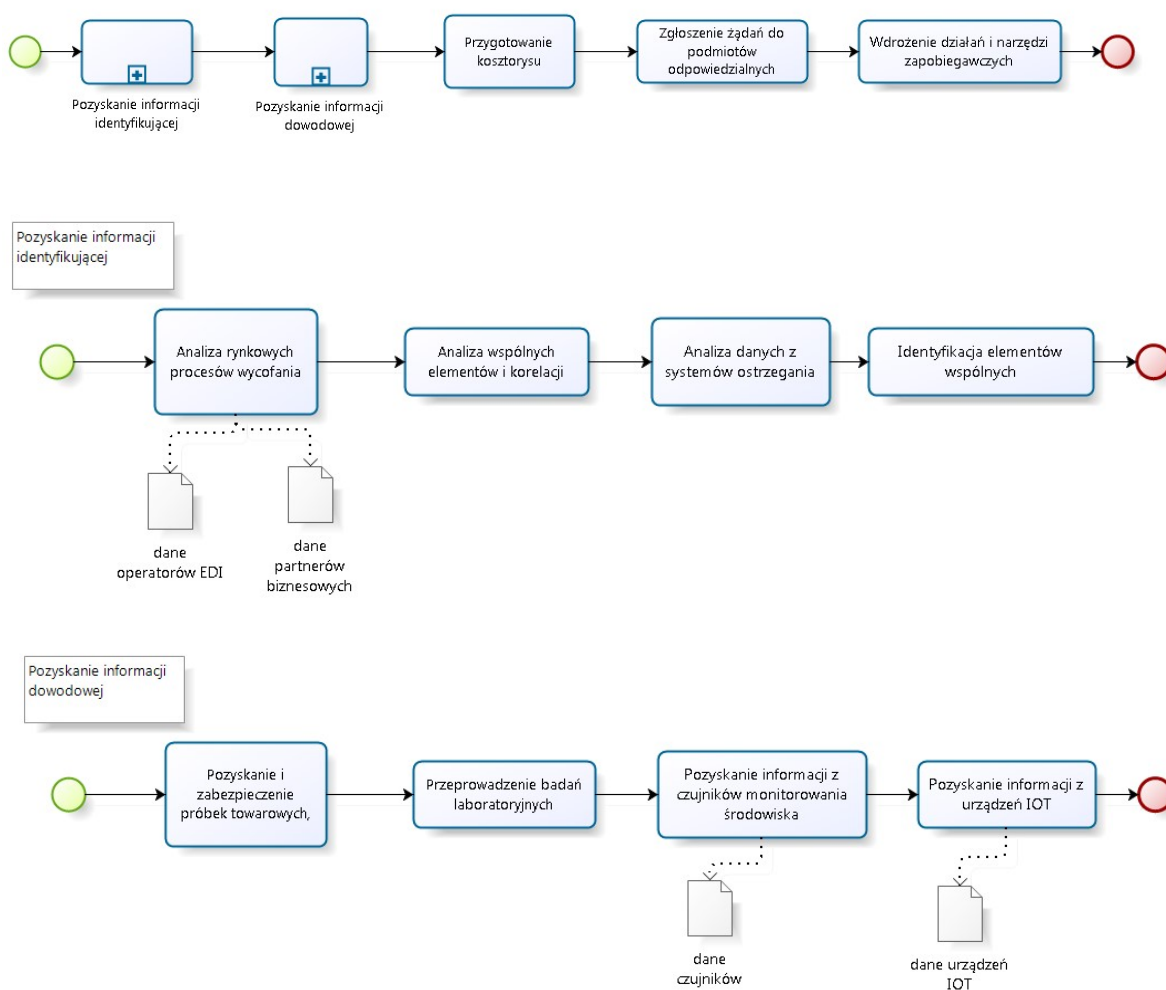
Źródło: Opracowanie własne

Możliwe jest, że przy zastosowaniu takich technologii w przedsiębiorstwach w przyszłości mechanizmy te zostaną na tyle rozwinięte, że stanowią będą swego rodzaju rozproszoną sztuczną inteligencję (swarm intelligence [Unanimous 2016]). W takim scenariuszu rozwoju możliwe byłoby pro aktywne działanie i przewidywanie sytuacji niebezpiecznych oraz współdziałanie systemów i podmiotów gospodarczych w taki sposób, aby minimalizować straty dla całego łańcucha dostaw lub minimalizować wpływ na konsumenta końcowego.

7.2 *Model procesu reclaim*

Wycofanie produktu jest często prezentowane, jako rezultat procesów traceability, który następuje podczas sytuacji awaryjnej. Zdaniem autora w ramach procesów traceability należy wyraźnie zaznaczyć procesy związane z rozliczaniem kosztów procesów wycofania produktów oraz procesy związane z identyfikacją przyczyn wystąpienia sytuacji awaryjnej wewnątrz organizacji, która jest odpowiedzialna za wystąpienie takiej sytuacji. W literaturze przedmiotu procesy te są pomijane i pozostawiane są do rozwiązania przez przedsiębiorstwo, które jest odpowiedzialne za wycofanie produktu. Może to rodzić niekorzystne konsekwencje ekonomiczne, w których koszty takiego wycofywania są przenoszone na konsumentów - przedsiębiorstwo kompensuje swoje koszty poprzez podwyższenie cen. Zasadne wydaje się być wprowadzenie dodatkowych procesów, które pozwolą na identyfikację ogniw łańcucha dostaw odpowiedzialnych za sytuacje awaryjne i wprowadzenie rozliczenia pomiędzy

producentem, czy importerem towaru a ogniwem łańcucha odpowiedzialnym za sytuację awaryjną. Pozwoli to na ograniczenie zjawiska obarczania kosztami wycofania konsumentów oraz na identyfikację organizacji odpowiedzialnej oraz elementów łańcucha dostaw, które mogą być przyczyną sytuacji awaryjnych, a w konsekwencji ograniczenie przyszłych sytuacji związanych z danym produktem czy ogniwem łańcucha dostaw. Rysunek 47 przedstawia propozycję modelu procesu reclaim, który może następować po procesie wycofania towaru z rynku i od konsumentów.



Rysunek 47 Model procesu reclaim

Źródło: Opracowanie własne za pomocą oprogramowania BizAgı Modeller [<http://www.bizagi.com>] zgodnie z wytycznymi języka modelowania procesów BPMN

W ramach procesu reclaim pierwszym działaniem jest podproces pozyskania informacji identyfikującej, wspierany działaniem bazy wiedzy i wnioskowania dotyczącego zaistniałych zdarzeń biznesowych, który powinien obejmować wykonanie m.in. następujących czynności:

- analiza innych rynkowych procesów wycofania produktów np. na podstawie danych od operatorów EDI, na podstawie danych od partnerów biznesowych,
- analiza wspólnych elementów procesów wycofania produktów, które mogą występować w procesie danej firmy,
- analiza danych z systemów ostrzegania takich, jak np. RASFF,
- identyfikowanie elementów wspólnych z procesem w danej firmie.

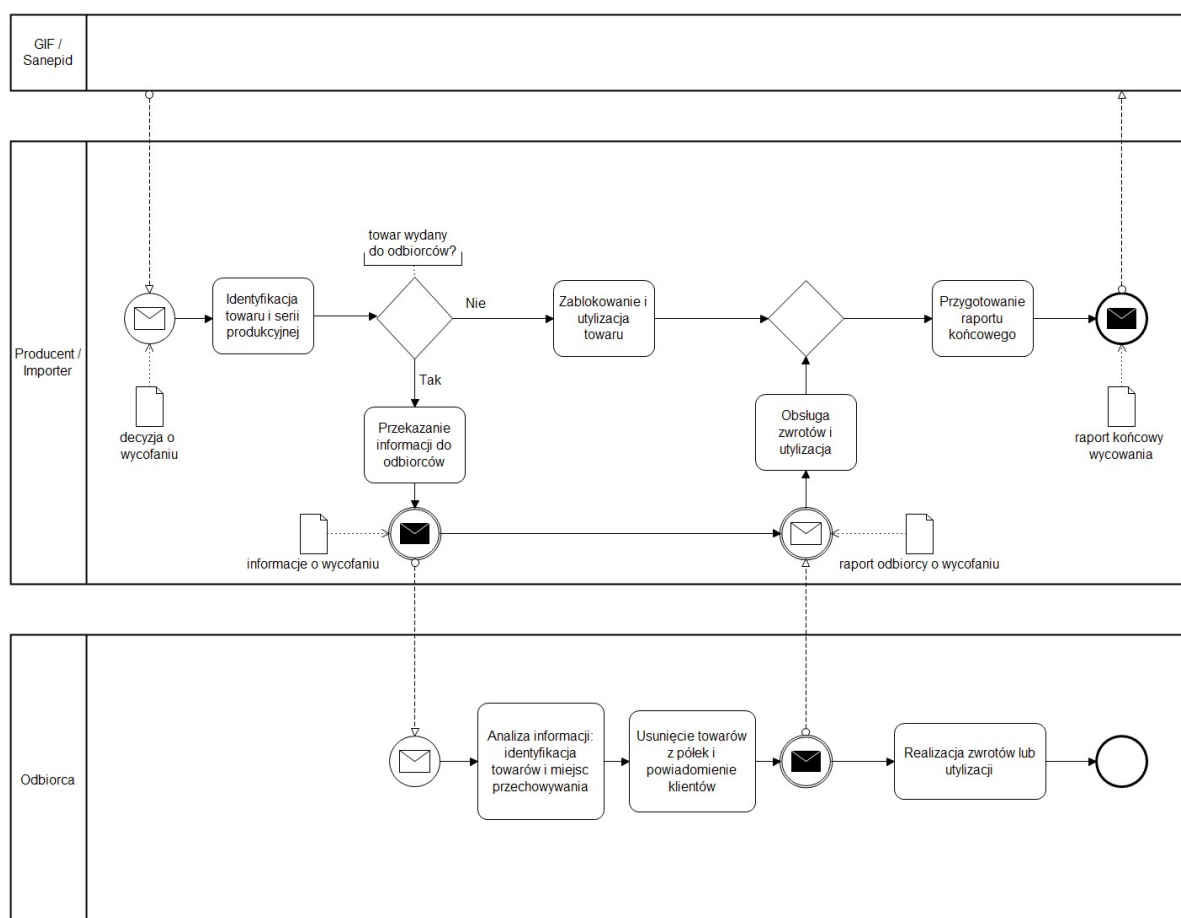
W wyniku przeprowadzenia tych działań, przedsiębiorstwo powinno mieć pewien obraz dotyczący swojego łańcucha dostaw i możliwości dotyczących niebezpiecznej sytuacji, jaka zaistniała. Jeśli powtarzają się w różnych procesach wycofania pewne informacje to mogą one wskazywać na ogniwo łańcucha dostaw odpowiedzialne za sytuację awaryjną. Mogą np. występować sytuacje związane z awarią chłodni magazynowej, samochodu chłodni, które będą wskazane w kilku procesach wycofania towarów. Możliwe jest, że powiadomienia RASFF, czy innych systemów dotyczą zagranicznych dostawców w łańcuchu dostaw firmy. Takie informacje wskazują pewne obszary, w których należy szukać przyczyn występowania sytuacji awaryjnych. Drugim podprocesem jest pozyskanie informacji dowodowej, które może obejmować m.in:

- pozyskanie i zabezpieczenie próbek towarowych,
- przeprowadzenie odpowiednich badań laboratoryjnych (np. skażenie bakteriami czy antybiotykami),
- pozyskanie i odczytanie informacji z czujników monitorowania środowiska,
- pozyskanie i odczytanie informacji z urządzeń IOT.

Przygotowanie kosztorysu obejmuje swoim zakresem szacowanie wszelkich kosztów wycofania towaru z rynku, czy też innych akcji związanych z sytuacjami alarmowymi. Do kosztów takich sytuacji należeć będą koszty samych towarów i operacji związanych z towarami, ale również koszty logistyki związanej z transportem towarów, czy też koszty ich utylizacji. Osobną kategorią kosztów są te związane z personelem, który jest zaangażowany w wykonanie odpowiednich operacji. Można spodziewać się, że sporne będą koszty związane z utratą wizerunku, gdyż wartości te są trudne do oszacowania. Ostatnim działaniem w ramach procesu reclaim jest zgłoszenie żądań do podmiotów lub podmiotu, które są odpowiedzialne za zaistnienie sytuacji awaryjnej w łańcuchu dostaw. Odpowiednie przygotowanie bazy wiedzy i systemu, który prowadzić będzie wnioskowanie związane z towarami oraz kosztami może pozwolić na sprawne pozyskanie kompleksowych informacji i automatyczne generowanie informacji potrzebnych do przygotowanie żądań do podmiotów odpowiedzialnych.

7.3 Proces wycofania produktu wspierany technologiami semantycznymi

Technologie semantyczne mogą wspierać realizację wszystkich procesów w ramach traceability. Jednak ze względu na swoją wagę i możliwe konsekwencje proces wycofania produktu jest kluczowym procesem w tym zakresie. W tym podrozdziale przedstawiony został opis dotyczący tego, jak technologie semantyczne mogą wspierać ten proces na poszczególnych jego etapach (czynnościach). Rysunek 48 przedstawia uproszczony model procesu wycofania towaru zawierający zagregowane czynności wykonywane w przedsiębiorstwach podczas wycofywania towarów z rynku.



Rysunek 48 Uproszczony model procesu wycofania towaru

Źródło: Opracowanie własne na podstawie modeli występujących w przedsiębiorstwach

W realizacji procesu wycofania towaru zakłada się wykorzystanie architektury, którą zaproponowano wcześniej (Rysunek 44). Podczas obserwacji incydentu lub zdarzenia niebezpiecznego w łańcuchu dostaw następuje identyfikacja towaru i serii produkcyjnej, która pozwala na znalezienie wszystkich towarów podlegających procesowi wycofania.

W zależności od stopnia szczegółowości identyfikacji towarów różnią się ilości i partie, które będą wycofywane. Baza wiedzy poprzez wykorzystanie semantyki może automatycznie przedstawić towary, które powinny zostać wycofane (np. towary, do których produkcji wykorzystano te same surowce; towary przechowywane w tym samym obszarze magazynowym; towary przewożone przez tego samego przewoźnika). Potwierdzenie dodatkowych faktów pozwoli na uściślenie i wybór odpowiedniej opcji.

Baza wiedzy następnie pozwoli na automatyczne powiązanie informacji, które z towarów przeznaczonych do wycofania zostały wydane do odbiorców, a które są nadal w posiadaniu producenta / importera. Dla towarów znajdujących się nadal w posiadaniu firmy odpowiedzialnej za wycofanie wykorzystanie bazy wiedzy semantycznej pozwoli na stworzenie raportu dotyczącego tych towarów i sposobów ich utylizacji. Dla towarów, które zostały wydane do odbiorców baza wiedzy pozwoli na identyfikację, jakie towary zostały wydane, do których odbiorców. Następnie odbiorcy towarów dostaną dokładne informacje dotyczące wycofania towarów (np. z półki) lub powiadomienia klientów. Baza wiedzy w wersji rozproszonej może również wspomagać gromadzenie informacji zwrotnej, którą dostarczą odbiorcy towarów poprzez wprowadzanie danych dotyczących obsługi zwrotów i ewentualnej realizacji utylizacji.

W procesie wycofania towaru największe korzyści może przynieść wykorzystanie technologii semantycznych w wykonywaniu czynności, które wymagają przeszukiwania systemów informatycznych w poszukiwaniu powiązań pomiędzy produktami a ogniwami łańcucha dostaw. Podczas identyfikacji towaru i serii produkcyjnej wykonywanej przez producenta/importera należy odszukać odpowiednie rekordy w systemie informatycznym firmy bazując na numerach identyfikacyjnych. W zależności od stopnia skomplikowania systemu i dostępności różnych informacji czynność taka może trwać do kilku minut. Zadawane zapytania do systemu wnioskowania zwykle trwają kilka sekund.

Odbiorcy towarów analizują przekazane informacje dotyczące wycofania towaru i następnie identyfikują towary i miejsca ich przechowywania. Ponownie czas realizacji tej czynności może trwać od kilku do kilkunastu minut. W porównaniu do kilkusekundowej odpowiedzi systemu wnioskowania jest to znaczna oszczędność czasu. System wnioskowania może wspierać wykonanie raportów dotyczących wycofania.

Następnie po stronie producenta/importera odbywa się odbiór raportów o wycofaniu towarów, ich analiza i sporządzenie raportu końcowego. W zależności od stopnia skomplikowania łańcucha czynności takie mogą trwać od kilku godzin do kilku dni. Zakładając, że wszystkie

dane i raporty zostaną wykonane w sposób umożliwiający automatyczne wnioskowanie to wygenerowanie takiego raportu nie powinno trwać dłużej niż kilka minut.

Zakładając wsparcie technologii semantycznych (wykorzystanie wyników projektu TripCom) w procesie komunikacji partnerów znacznemu obniżeniu (do rzędu sekund) ulegnie przekazywanie wiadomości, gdzie technologia EDI w skrajnych przypadkach może doprowadzać do 24 godzinnego opóźnienia komunikacji biznesowej pomiędzy partnerami. Tabela 13 przedstawia porównanie czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych. Porównanie takie pozwala na zobrazowanie różnicy w realizacji procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz wspieranego technologiami semantycznymi. Nie jest to oczywiście całkowity czas realizacji procesu a jedynie czas skumulowanych wyszczególnionych czynności, na które wpływają wdrożone technologie semantyczne. Aby w pełni zobrazować takie porównanie potrzebne są dalsze badania i analizy zwłaszcza w sytuacji przedsiębiorstw, które mogą dostarczyć informacji przed wdrożeniem i po wdrożeniu technologii semantycznych wspierających realizację procesów. Możliwy jest efekt synergii, który nie tylko pozwoli na skrócenie poszczególnych czynności, ale również wpłynie pozytywnie na realizację innych, gdyż np. informacja potrzebna do ich realizacji będzie dostarczana szybciej.

Tabela 13 Porównanie czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych

Czynność procesu	Czas realizacji (tradycyjnie)	Czas realizacji (wspomagany semantycznie)	Narzędzia
Identyfikacja towaru i serii produkcyjnej	do 10 minut	do 20 sekund	baza wiedzy / system wnioskowania
Przekazanie informacji do odbiorców	do 1h	do 5 minut	przestrzeń krotek (TripCom)
Analiza informacji: identyfikacja towarów i miejsc przechowywania	do 15 minut	do 20 sekund	baza wiedzy / system wnioskowania
Przygotowanie raportu odbiorcy o wycofaniu	do 15 minut	do 20 sekund	baza wiedzy / system wnioskowania
Przygotowanie raportu końcowego o wycofaniu towarów	do 10 minut	do 20 sekund	baza wiedzy / system wnioskowania

Źródło: Opracowanie własne

Inne czynności, które nie zostały wymienione w tabeli powyżej nie wymagają wsparcia w realizacji poprzez technologie semantyczne lub np. służą do aktualizacji danych w bazie wiedzy, jak np. realizacja zwrotów lub utylizacja. Tabela 14 prezentuje symulację w czasie realizacji poszczególnych czynności w realizacji scenariusza pojedynczego przypadku, gdzie wycofywany jest jeden towar i w łańcuchu występuje jeden odbiorca. Sumarycznie zaobserwować można, że w ujęciu semantycznym wyszczególnione czynności procesowe zostaną wykonane w nieco ponad 6 minut, podczas gdy w ujęciu tradycyjnym będą to prawie 2 godziny. Ujęcie tradycyjne i czas realizacji poszczególnych czynności rozumiane są tutaj jako czynności realizowane przy wykorzystaniu tradycyjnych systemów informatycznych i środków komunikacji teleinformatycznej istniejących w przedsiębiorstwach.

Tabela 14 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla jednego przypadku (jeden towar i jeden odbiorca) (format hh:mm:ss)

Czynność procesu	Liczba przypadków	Czas realizacji (tradycyjnie)	Czas realizacji (wspomagany semantycznie)
Identyfikacja towaru i serii produkcyjnej	1	00:10:00	00:00:20
Przekazanie informacji do odbiorców	1	01:00:00	00:05:00
Analiza informacji: identyfikacja towarów i miejsc przechowywania	1	00:15:00	00:00:20
Przygotowanie raportu odbiorcy o wycofaniu	1	00:15:00	00:00:20
Przygotowanie raportu końcowego o wycofaniu towarów	1	00:10:00	00:00:20
RAZEM:		01:50:00	00:06:20

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 15 przedstawia analogicznie jak poprzednia tabela efekty symulacji mierzące czas realizacji wyszczególnionych czynności w scenariuszu, w którym występuje pięć towarów i pięciu odbiorców. Sumaryczny czas wykonania wyszczególnionych czynności procesu w wariantcie wspieranym semantycznie sięga nieco ponad pół godziny, a w realizacji tradycyjnej ponad 9 godzin, co może oznaczać nawet 2 dni działalności biznesowej.

Tabela 15 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla pięciu przypadków (pięć towarów i pięciu odbiorców) (format hh:mm:ss)

Czynność procesu	Liczba przypadków	Czas realizacji (tradycyjnie)	Czas realizacji (wspomagany semantycznie)
Identyfikacja towaru i serii produkcyjnej	5	00:50:00	00:01:40
Przekazanie informacji do odbiorców	5	05:00:00	00:25:00
Analiza informacji: identyfikacja towarów i miejsc przechowywania	5	01:15:00	00:01:40
Przygotowanie raportu odbiorcy o wycofaniu	5	01:15:00	00:01:40
Przygotowanie raportu końcowego o wycofaniu towarów	5	00:50:00	00:01:40
RAZEM:		09:10:00	00:31:40

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 16 zawiera dane przedstawiające analogiczną symulację jak poprzednie dwie tabele w scenariuszu obejmującym 10 towarów i 10 kontrahentów w procesie wycofania towaru z rynku. W tym scenariuszu skumulowany czas realizacji wyszczególnionych czynności w wariantcie wykorzystującym technologie semantyczne wyniósł nieco ponad godzinę, podczas gdy w wariantcie tradycyjnym czas ten wyniósł ponad 18 godzin, co może przekładać się nawet na 3 dni biznesowej działalności.

Tabela 16 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla dziesięciu przypadków (dziesięć towarów i dziesięciu odbiorców) (format hh:mm:ss)

Czynność procesu	Liczba przypadków	Czas realizacji (tradycyjnie)	Czas realizacji (wspomagany semantycznie)
Identyfikacja towaru i serii produkcyjnej	10	01:40:00	00:03:20
Przekazanie informacji do odbiorców	10	10:00:00	00:50:00
Analiza informacji: identyfikacja towarów i miejsc przechowywania	10	02:30:00	00:03:20

Przygotowanie raportu odbiorcy o wycofaniu	10	02:30:00	00:03:20
Przygotowanie raportu końcowego o wycofaniu towarów	10	01:40:00	00:03:20
	RAZEM:	18:20:00	01:03:20

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 17 przedstawia sumaryczne porównanie czasów realizacji wyszczególnionych czynności procesowych w różnych scenariuszach zależących od liczby przypadków, w dwóch wariantach realizacji - ze wsparciem technologii semantycznych oraz bez takiego wsparcia.

Tabela 17 Porównanie symulacji łącznych czasów realizacji procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla różnych przypadków (format hh:mm:ss)

Liczba przypadków	Czas realizacji (tradycyjnie)	Czas realizacji (wspomagany semantycznie)
1 towar - 1 odbiorca	01:50:00	00:06:20
5 towarów - 5 odbiorców	09:10:00	00:31:40
10 towarów - 10 odbiorców	18:20:00	01:03:20

Źródło: Opracowanie własne

Zarządzanie procesami logistycznymi w łańcuchu dostaw, a w tym zarządzanie traceability, jest wielowymiarowym zagadnieniem o wysokim stopniu kompleksowości. Kompleksowość ta wpływa na sposób funkcjonowania przedsiębiorstw z punktu widzenia organizacji tych procesów oraz zarządzania ryzykiem z nim związanych, zwłaszcza ze względu na często bezpośredni wpływ na zdrowie i życie konsumentów. Biorąc pod uwagę postęp techniczny zwłaszcza w zakresie wymiany informacji, jak również rosnące wymagania konsumentów pod względem dostępnych informacji o produktach, ale także rosnące zagrożenia wynikające np. z coraz częstszych incydentów związanych z brakiem informacji o składnikach, istnieje wysoce uzasadniona konieczność tworzenia mechanizmów usprawniających procesy traceability. Wyzwania jakie stają przed przedsiębiorstwami są zatem złożone również ze względu na rosnącą liczbę regulacji prawnych oraz ze względu na postępujące procesy globalizacji, które wymagają międzynarodowej współpracy i koordynacji procesów biznesowych. Firmom coraz trudniej jest połączyć wszystkie aspekty kluczowe dla zapewnienia odpowiedniej efektywności i skuteczności realizowanych procesów. W niniejszej pracy zaproponowano metodykę, która pozwala na wsparcie przedsiębiorstw w zakresie zarządzania procesami logistycznymi z zakresu traceability z uwzględnieniem zarówno aspektów branżowych, prawnych i społecznych.

Podczas realizacji głównego celu rozprawy w poszczególnych rozdziałach przedstawione i omówione zostały dostępne technologie wspomagające organizację biznesowych procesów logistycznych poprzez organizację wymiany danych oraz automatyczną identyfikację. Przedstawione zostały nowoczesne technologie informacyjne i informatyczne dotyczące systemów wnioskowania i przekazywania informacji w formie reprezentacji wiedzy. Poruszono również wymagania prawne stojące przed firmami w obszarze zarządzania procesami traceability, jak również znaczenie bezpieczeństwa konsumenta, jako finalnego uczestnika łańcucha dostaw.

W toku rozważań osiągnięto cel główny pracy, jakim było opracowanie metodyki integracji mechanizmów semantyki do automatyzacji wnioskowania związanego z procesami traceability oraz wskazanie technologii i narzędzi informatycznych pozwalających na pozyskiwanie danych związanych z procesami traceability. Opracowana metodyka zawiera opis etapów postępowania w organizacji pozwalający na wdrażanie odpowiednich technologii umożliwiających wykonywanie poszczególnych elementów związanych z metodyką.

Metodyka zawiera również propozycję modelu architektury korporacyjnej, która może być wykorzystywana we wdrożeniach i powinna pozwolić na holistyczne zobrazowanie powiązań pomiędzy różnymi technologiami, systemami i źródłami wiedzy, które wpływają na realizację procesów traceability i powiązane z nimi decyzje w przedsiębiorstwie. Metodyka uwzględnia najnowsze rozwiązania i technologie na gruncie technicznym, technologicznym, organizacyjnym i standaryzacyjnym. Dodatkowo, jako uzupełnienie metodyki zaproponowano model procesu logistycznego reclaim, który stanowi uzupełnienie dotychczas istniejących procesów traceability o sferę badania źródła pochodzenia zdarzeń niepożądanych i usuwanie ich skutków oraz wdrażanie środków przeciwdziałających ponownym wystąpieniom.

W wyniku realizacji prac badawczych osiągnięto również zdefiniowane cele szczegółowe pracy, które obejmowały:

- systematyzację i aktualizację wiedzy z zakresu elektronicznej wymiany danych oraz procesów śledzenia towarów,
- identyfikację i precyzyjne określenie zakresu procesów traceability zwłaszcza w aspekcie działań przedsiębiorstw po wycofaniu produktu z rynku,
- wskazanie możliwości wykorzystania mechanizmów *process mining* do rejestrowania wzorców zachowań występujących w łańcuchach dostaw, które mogą być elementem wejściowym dla mechanizmów wnioskowania,
- wskazanie rozwiązań informatycznych pozwalających na osiągnięcie wnioskowania semantycznego,
- wskazanie nowych możliwości pozyskiwania wiedzy i zarządzania nią z punktu widzenia holistycznego podejścia do zarządzania informacją w łańcuchu dostaw.

W toku realizacji prac badawczych wykonana została weryfikacja sformułowanych we wstępie hipotez badawczych. Na drodze przeprowadzonych badań wtórnych (obejmujących dane GUS i GS1) oraz pierwotnych (obejmujących dane operatora EDI) dokonano analizy ilościowej dotyczącej obserwowanych zjawisk. Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, że hipoteza (H1), mówiąca o tym, że „przedsiębiorstwa w Polsce coraz częściej wdrażają elektroniczną wymianę danych, nie wykorzystują jednak w pełni istniejących możliwości tej technologii” została częściowo potwierdzona również na gruncie statystycznym popartym odpowiednią próbą przedsiębiorstw w badaniach GUS. Częściowe potwierdzenie oznacza, że hipotezy tej nie można odrzucić dla przedsiębiorstw średnich i dużych, jednak wśród przedsiębiorstw małych zaobserwowany został spadek odsetek firm, które stosowały elektroniczną wymianę danych. Hipotetyczne założenie, że przedsiębiorstwa

nie wykorzystując pełni możliwości tej technologii zostało potwierdzone przez analizę danych dotyczących operatora EDI oraz organizacji GS1. W tym jednak obszarze nie można mówić o potwierdzeniu hipotezy, czy raczej braku przesłanek do jej odrzucenia gdyż dane te nie są statystycznie poprawne pod względem badanej próby w stosunku do ogólnej zbiorowości. Dane te jednak wskazują na istotne zjawisko występujące w rzeczywistości gospodarczej, które powinno zostać objęte dodatkowymi badaniami na bardziej szczegółowym poziomie.

W toku realizacji prac badawczych wykazano, że hipoteza druga (H2) mówiąca o tym, że zastosowanie międzynarodowych standardów identyfikacji oraz oznaczania podmiotów i towarów w łańcuchach dostaw nie gwarantuje sprawnej realizacji procesów traceability, została potwierdzona poprzez badania case-study prowadzone przez Instytut Logistyki i Magazynowania oraz firmę RedPrairie. Potwierdzenie takie nie ma mocy statystycznej, a zatem nie można wyników tych badań ekstrapolować na całą zbiorowość przedsiębiorstw, gdyż zjawisko nie zostało potwierdzone w odpowiedniej próbie przedsiębiorstw. Aby takiego potwierdzenia dokonać należy przeprowadzić dodatkowe badania wśród przedsiębiorstw.

Związek pomiędzy odpowiednią identyfikacją kontrahentów i towarów (stosowaniem standardów w tym zakresie), a sprawnością udostępniania informacji na temat towarów powinien istnieć a wykorzystanie standardów globalnej identyfikacji może wpływać pozytywnie na realizację procesów traceability w łańcuchu dostaw. Niestety nie jest gwarantem sprawnej realizacji tych procesów wśród przedsiębiorstw, co zostało wykazane za pomocą analizy wybranych przypadków, w których pomimo zastosowania identyfikacji jednostek handlowych i logistycznych oraz oznaczania ich kodami kreskowymi, a nawet zastosowania standardów GS1 w tych oznaczeniach przedsiębiorstwa nie są w stanie dostarczyć właściwym organom wymaganych informacji dotyczących traceability w czasie krótszym niż pół dnia.

Na drodze symulacji efektów implementacji metodyki potwierdzona została możliwość zmian w ujęciu ilościowym w obszarze czasu realizacji poszczególnych czynności procesu wycofywania towaru z rynku, które rzutują na ogólny czas realizacji procesu.

Analizy i badania wykonane w toku tworzenia niniejszej dysertacji zaowocowały powstaniem następujących wniosków:

1. Przedsiębiorstwa wdrażają technologie EDI, jednak dotyczy to przedsiębiorstw dużych i średnich, a głównym powodem takiego stanu rzeczy są koszty związane z wdrożeniem i obsługą tej technologii. Dla małych i mikro firm lepszym rozwiązaniem jest wdrażanie technologii, która nie jest obciążona takimi kosztami. Te technologie są zwykle

nieustandaryzowane ale wysyłane komunikaty mogą być skonwertowane do poziomu wiedzy za pomocą zaprezentowanych narzędzi informatycznych.

2. Wdrażanie EDI, automatycznej identyfikacji i stosowanie standardów GS1 nie gwarantuje w pełni sprawności uzyskiwania informacji dotyczącej towarów w procesach traceability a w szczególności w procesie wycofywania towaru z rynku. Zaobserwowane zostały przypadki zarówno w Polsce jak w USA, które potwierdzają taki stan rzeczy.
3. Komunikaty EDI są w stanie przenosić informacje dotyczące traceability ale są rozbudowywane o nowe rozszerzenia. Powoduje to koszty i konieczność adaptacji systemów informatycznych. Dlatego zaproponowano podejście oparte o wiedzę i systemy wnioskowania, gdyż one nie będą wymagały inwestycji i ustawicznego dostosowywania systemów do nowych informacji.
4. Istnieją obecnie inicjatywy i projekty, które wykorzystują technologie semantyczne zarówno w obszarze EDI, jak i w obszarach logistycznych. Połączenie tych inicjatyw pozwoli firmom na uzyskanie efektu synergii i lepsze wykorzystanie swoich zasobów.
5. Zaprezentowana metodyka jest wynikiem długoletniej pracy badawczej, która rozpoczęła się w 2007 roku podczas realizacji projektu TRACEBACK [European Commission 2007], a kontynuowana była poprzez szereg projektów logistycznych, informatycznych oraz prace w ramach krajowej Grupy EDI dotyczące zawartości informacyjnej wymienianych komunikatów biznesowych w oparciu o standardy GS1. Metodyka poparta jest współpracą z przedstawicielami branży spożywczej oraz obserwacją zachodzących w tej branży wielowymiarowych zmian, jak również obserwacją rozwoju technologii informatycznych i technik wymiany informacji i zachodzących zmian w tej materii.
6. Przedstawiona metodyka poprzez zastosowanie nowych technologii pozwala na wyeliminowanie istniejących wad w obecnie stosowanych rozwiązaniach. Poprzez zastosowanie rozproszonego modelu komunikacji elektronicznej możliwe jest wykorzystanie podejścia połączenia baz wiedzy i komunikacji z pomocą takiego rozwiązania a zatem znaczne obniżenie kosztów wdrożeń i kosztów działalności związanych z obsługą tradycyjnego EDI. Wykorzystując nowoczesne rozwiązania i adaptując mechanizmy wnioskowania możliwe jest wykorzystanie systemów automatycznego wnioskowania, które bazować będą na niepełnej wiedzy a swoje wyniki opierać będą na probabilistyce. Dzięki opisowi danych w sposób semantyczny możliwe jest stosowanie różnych standardów w różnych systemach informatycznych i jednocześnie utrzymanie interoperacyjności pomiędzy nimi. Metodyka ta zatem wpływa na poprawę

zdolności firm do przekazywania informacji biznesowych powiązanych z logistycznymi procesami traceability a przez to poprawia bezpieczeństwo konsumentów. Metodyka ta stanowi efekt interdyscyplinarnego podejścia do analizy sytuacji biznesowej i rozwiązania problemów badawczych zdefiniowanych w niniejszej dysertacji.

7. Wdrożenie proponowanych technologii zgodnie z metodyką integracji technologii semantycznych może wspomóc przedsiębiorstwa w realizacji procesów traceability nakierowanych na konsumentów – poprzez realizację procesów śledzenia pochodzenia i ruchu towarów zgodnie z metodyką możliwe jest przekazywanie informacji konsumentom końcowym pochodzącej z różnych źródeł w łańcuchu dostaw. Informacje dotyczące produktów, sposobu ich uprawy czy hodowli są dla obecnych konsumentów bardzo ważne w podejmowaniu decyzji zakupowych, a dane dotyczące alergenów mogą być nawet czynnikiem decydującym o stanie zdrowia i życia.
8. Badania i analizy nad metodyką integracji technologii semantycznych wskazują konieczność dalszych szczegółowych prac, które dotyczyć powinny weryfikacji efektów wdrożenia technologii semantycznych w przedsiębiorstwach i ich wpływu na realizację procesów traceability i sprawność udostępniania informacji traceability przez przedsiębiorstwa. Dalszej weryfikacji podlegać powinna metodyka oceny sprawności realizacji procesów oraz udostępniania informacji traceability. Dalsze badania powinny obejmować również wpływ adaptacji nowych technologii w przedsiębiorstwie związanych z dostępem do wiedzy i informacji z różnych, rozproszonych źródeł i strategii zarządzania nimi.
9. Wraz z przyjęciem nowych modeli komunikacji opartych o wymianę wiedzy należy poddać dalszym badaniom i analizie koncepcje zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie w ujęciu organizacji wiedzy rozproszonej i poziomu zaufania do poszczególnych źródeł wiedzy.
10. Nowe modele komunikacji elektronicznej oparte o wymianę wiedzy powinny zostać zrewidowane pod względem definicyjnym. Analizie i dalszym badaniom poddać należy wpływ nowych modeli komunikacji na klasyfikację systemów informatycznych zarządzania przedsiębiorstwem pod względem wykorzystywania możliwości komunikacyjnych oraz narzędzi sztucznej inteligencji i automatycznego wnioskowania.

Nieustające zmiany w sytuacji politycznej i gospodarczej świata wpływają na ewolucję kierunku zarządzania w przedsiębiorstwach. W toku różnorodnych przemian wiele firm ewoluowało do postaci potężnych organizacji ze złożonymi wewnętrznymi strukturami

i procedurami funkcjonowania, które swoim działaniem obejmują wiele krajów. W wielu przedsiębiorstwach globalnych podstawowym zasobem jest wiedza. Przedstawione wyniki badań naukowych w niniejszej pracy pozwolą współczesnym organizacjom gospodarczym lepiej dostosować się do nowych warunków otoczenia, które związane są ze zmianami technologii, rosnącymi wymaganiami klientów i potrzebami uzyskiwania optymalnych modeli organizacji i zarządzania. Dzięki systematyzacji i aktualizacji wiedzy obejmującej obszary elektronicznej wymiany danych oraz procesów śledzenia towarów przedsiębiorstwa uzyskają nowy obraz wewnętrznego zorganizowania. Zaproponowany proces w ramach procesów logistycznych traceability jest nowym elementem pozwalającym na osiągnięcie założonych celów gospodarczych dotyczących redukcji kosztów społecznych działalności przedsiębiorstw powstających poprzez realizację procesów wycofywania towarów z rynku. Niezbędne wydają się dalsze badania i analizy w kierunkach zarządzania, dotyczące koncepcji i modeli zarządzania wiedzą, które uwzględniałyby wiedzę powstającą w systemach wnioskowania automatycznego, obarczoną niepewnością lub innymi parametrami, jak np. poziomem zaufania. Przedstawione w niniejszej pracy koncepcje dotyczące komunikacji za pomocą wymiany wiedzy wymagają dalszej analizy w obszarach zarządzania łańcuchami dostaw. Niniejsza praca obok rozważań aplikacyjnych przedstawia uzupełnienia w obszarach zarządzania łańcuchami dostaw i traceability. Krytyczny przegląd piśmiennictwa z zakresu traceability oraz uzupełnienie tego obszaru o nowy proces i ujednolicenie definicji pojęć pozwala na rozszerzenie wiedzy z obszaru traceability. W pracy proponuje się uzupełnienie w obszarze zarządzania łańcuchami dostaw. Krytyczny przegląd piśmiennictwa z zakresu traceability oraz wieloletnia obserwacja praktyk zarządzania łańcuchem dostaw pozwoliły na uzupełnienie tego obszaru o nowy proces, pozwoliły na istotne rozszerzenie procesu traceability, a tym samym na rozszerzenie wiedzy z zakresu zarządzania łańcuchem dostaw.

Spis tabel

Tabela 1 Kody liniowe	26
Tabela 2 Kody dwuwymiarowe.....	28
Tabela 3 Porównanie cech użytkowych RFID w zależności od grupy częstotliwości.....	30
Tabela 4 Struktura GLN	38
Tabela 5 Struktura GTIN 8.....	39
Tabela 6 Struktura GTIN 12.....	39
Tabela 7 Struktura GTIN 13.....	40
Tabela 8 Struktura GTIN 14.....	40
Tabela 9 Struktura SSCC.....	42
Tabela 10 Zgłoszenia w systemie RAPEX w latach 2010-2015	69
Tabela 11 Zgłoszenia w systemie RASFF w latach 2010-2015.....	71
Tabela 12 Wybrane przypadki i pytania z badania case-study ILiM	122
Tabela 13 Porównanie czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych	165
Tabela 14 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla jednego przypadku (jeden towar i jeden odbiorca) (format hh:mm:ss) ..	166
Tabela 15 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla pięciu przypadków (pięć towarów i pięciu odbiorców) (format hh:mm:ss)	167
Tabela 16 Porównanie symulacji czasów realizacji poszczególnych czynności procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla dziesięciu przypadków (dziesięć towarów i dziesięciu odbiorców) (format hh:mm:ss)	167
Tabela 17 Porównanie symulacji łącznych czasów realizacji procesu wycofania towaru w ujęciu tradycyjnym oraz z wykorzystaniem wsparcia technologii semantycznych dla różnych przypadków (format hh:mm:ss)	168

Spis rysunków

Rysunek 1. Metodyka badań	9
Rysunek 2. EDI - wykorzystanie sieci VAN	14
Rysunek 3. EDI bez udziału sieci VAN	14
Rysunek 4. Fragment komunikatu elektronicznego - EANCOM 2002, Syntax 4	18
Rysunek 5 Komunikat elektroniczny – GS1 eCOM	18
Rysunek 6 Transformata XSLT komunikatu elektronicznego	19
Rysunek 7 Dokument XML wyświetlony z zastosowaniem transformaty XSLT	20
Rysunek 8 System RFID	29
Rysunek 9 Znacznik aktywny (przykład)	32
Rysunek 10 Znacznik pasywny	32
Rysunek 11 Stacjonarne i przenośne programatory RFID	34
Rysunek 12 Etykieta logistyczna - przykład	44
Rysunek 13 EPC - binarna reprezentacja kodu SGTIN-96	48
Rysunek 14 Zarządzanie danymi traceability w środowisku produkcyjnym	55
Rysunek 15 Zarządzanie danymi traceability w środowisku dystrybucyjnym	57
Rysunek 16 Traceability - różne ujęcia	60
Rysunek 17 Awizo wysyłki - rozszerzenie dla traceability mięsa - fragment	61
Rysunek 18 Dokładność traceability i koszty identyfikacji	62
Rysunek 19 Punkt opłacalności poziomu identyfikacji względem kosztów wycofania produktu	64
Rysunek 20 Przykładowe zgłoszenie w systemie RAPEX	68
Rysunek 21 Przykładowe zgłoszenie w systemie RASFF	70
Rysunek 22 Fragment wpisu w rejestrze produktów niebezpiecznych	73
Rysunek 23 Diagram sekwencji dla wycofania produktu	76
Rysunek 24 Fragment formularza PDF - Rapid Recall Express GS1	79
Rysunek 25 Ewolucja sieci WWW	81
Rysunek 26 Architektura semantycznej sieci WWW	83
Rysunek 27 Graf LOD (fragment)	96
Rysunek 28 Struktura OWL 2	98
Rysunek 29 Fragment modelowego scenariusza komunikacji EDI w notacji BPMN	114
Rysunek 30 Struktura danych dla podmiotu w standardzie GS1 eCom	128

Rysunek 31 Struktura dokumentu śledzenia standardu TraceCore XML (najwyższy poziom)	130
Rysunek 32 Choreografia komunikacji biznesowej w standardzie GS1 Product Recall Business Message Standard	132
Rysunek 33 Diagram klas rozszerzenia komunikatu awiza wysyłki dla śledzenia ryb w standardzie GS1 eCom	133
Rysunek 34 Diagram klas rozszerzenia komunikatu awiza wysyłki dla śledzenia mięsa w standardzie GS1 eCom	134
Rysunek 35 Interfejs mapowania plików w programie Altova MapForce	136
Rysunek 36 Fragment wyniku konwersji w programie Altova MapForce	137
Rysunek 37 Ontologia komunikatu oraz standardu EDIFACT	138
Rysunek 38 Fragment bazy wiedzy zawierający komunikat RECADV standardu EDIFACT oraz segment DTM	139
Rysunek 39 Koncepcja projektu TripCom	140
Rysunek 40 Wizualizacja ontologii semantyki EDI wykonanej w projekcie TripCom	143
Rysunek 41 Czas odpowiedzi na zadane zapytania w silnikach wnioskowania	148
Rysunek 42 Pojęcia najwyższego poziomu w ontologii logistycznej	151
Rysunek 43 Model trójwarstwowy semantycznych usług logistycznych	152
Rysunek 44 Model architektury pozwalający na integrację technologii semantycznych wspomagających realizację traceability	157
Rysunek 45 Architektura semantycznej sieci WWW w zastosowaniach biznesowych	159
Rysunek 46 Diagram połączonych baz wiedzy dla łańcucha dostaw	160
Rysunek 47 Model procesu reclaim	161
Rysunek 48 Uproszczony model procesu wycofania towaru	163

Bibliografia

1. AFNOR, FD V01-020, 2010, *Agriculture et industrie alimentaire - Lignes directrices pour l'établissement d'une démarche de traçabilité dans les filières agricoles et alimentaires*.
2. Albo albo, 2016, <http://albo-albo.pl/filozofia/inferencja.html> [dostęp 19.02.2016].
3. Altova, 2016, www.altova.com, [dostęp 08.09.2016].
4. Bar Code Graphics, 2017, *SGTIN INFO*, <http://www.epc-rfid.info/sgtin> [dostęp 27.08.2015].
5. Bauer, F., Kaltenböck, M., 2016, *Linked Open Data: The Essentials, A Quick Start Guide for Decision Makers*, Wiedeń, ISBN: 978-3-902796-05-9, <https://www.semantic-web.at/LOD-TheEssentials.pdf> [dostęp 04.05.2016].
6. Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O., 2001, *The Semantic Web*, Scientific American.
7. Berners-Lee, T., 2000, *Semantic Web on XML*, <https://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html> [dostęp 19.02.2016].
8. Berners-Lee, T., 2000, *Semantic Web on XML*, <https://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html> [dostęp 19.02.2016].
9. Bertrand, J.W.M., Wortmann, J.C. and Wijngaard, J., 1990, *Production Control: A Structural and Design Oriented Approach*, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
10. Bloomberg, *The Most Expensive Product Recalls*, <https://www.bloomberg.com/news/photo-essays/2013-01-17/the-most-expensive-product-recalls> [dostęp 24.01.2017].
11. Błaszczuk, A., Brdulak, J.J., Guzik, M., Pawluczuk, A., 2004, *Zarządzanie wiedzą w polskich przedsiębiorstwach*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
12. Bowersox, D., J., Closs, D., J., 1996, *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Perspective*, Nowy Jork, McGraw-Hill.
13. Bujak A., Śliwa Z., 2009, *Nowe wyzwania i kierunki przemian w logistyce dystrybucji w ujęciu międzynarodowym*, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport, z. 71, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
14. Ciesielski, M., (red.), 2011, *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, Warszawa.
15. Craig, I., 1995, *Blackboard systems*, ISBN 1-56750-029-3, str. 84.

16. Deloitte Consulting LLP, 2010, *Recall Execution Effectiveness: Collaborative Approaches to Improving Consumer Safety and Confidence*, GMA, FMI, GS1 US.
17. Dębicka, O., 2012, *Wykorzystanie koncepcji edi w usprawnieniu procesów biznesowych*, Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego, nr. 9.
18. Dingley, M., 2013, Product recall or withdrawal? 7 facts every manufacturer should know, <http://blog.matthews.com.au/product-recall-withdrawal-7-facts-every-manufacturer-know> dostęp [24.01.2017].
19. Drzewiecki, Ł., 2014, *Wycofanie z rynku produktu niebezpiecznego*, http://www.eporady24.pl/wycofanie_z_ryнку_produkту_niebezpiecznego,artykuly,8,196,1268.html [dostęp 19.01.2016].
20. EDES, 2012, *Handbook 7.1, Traceability and labelling, Traceability: principles, objectives and elements of a traceability system*.
21. El Khaddar, M. A., Boulmalf, M., Harroud, H., Elkoutbi M., 2011, *RFID Middleware Design and Architecture* w: C. Turcu (red.), *Designing and Deploying RFID Applications*, ISBN 978-953-307-265-4.
22. Encyklopedia PWN, *Indukcja elektromagnetyczna*, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=4652993> [dostęp 24.07.2015].
23. Encyklopedia PWN, *Opór elektryczny*, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3951411> [dostęp 24.07.2015].
24. Engel, R., Pichler, C., Zapletal, M., Krathu, W., Werthner, H., 2012, *From Encoded EDIFACT Messages to Business Concepts Using Semantic Annotations*, IEEE, 14th International Conference on Commerce and Enterprise Computing.
25. Engel, R., van der Aalst, W., Zapletal, M., Pichler, C., Werthner, H., 2012, *Mining Inter-organizational Business Process Models from EDI Messages: A Case Study from the Automotive Sector*, Springer.
26. EN-ISO 8402:1994, *Quality management and quality assurance - Vocabulary*.
27. EN-ISO 9000:2000, *Quality Management Systems. Fundamentals and Vocabulary*.
28. European Commission, 2007, *TRACEBACK, Integrated system for a reliable traceability of food supply chains*, http://cordis.europa.eu/project/rcn/84239_en.html [dostęp 24.01.2017].
29. European Commission, 2015, *Rapid Alert System for dangerous non-food products*, Directorate General for Justice and Consumers, <http://ec.europa.eu/consumers/safety/rapex/alerts/main/index.cfm> [dostęp 19.11.2015].

30. European Community Regulation 178/2002, 2002, *General principles and requirements of food law*.
31. Fatemi, P., Neumann, M. J., 2015, Market Withdrawal Vs. Recall: What's the Difference?, Beltway Beat, <https://foodsafetytech.com/column/beltway-beat-market-withdrawal-vs-recall-whats-the-difference> [dostęp 24.01.2017].
32. Federal Information Processing Standards Publication 161-2 1996, 29 kwietnia 1996, *Announcing the Standard for ELECTRONIC DATA INTERCHANGE (EDI)*, <http://134.50.70.12/pdf/new/fips161-2.pdf> [dostęp: 10.02.2015].
33. Feigenbaum, E., 1988, *The Rise of the Expert Company*, Times Books, ISBN 0-8129-1731-6, str. 317.
34. Feigenbaum, Edward (1988). *The Rise of the Expert Company*. Times Books. p. 318. ISBN 0-8129-1731-6.
35. Food Marketing Research and Information Center (FMRIC), 2007, *Handbook for Introduction of Food Traceability Systems (Guidelines for Food Traceability)*, Tokio, Japonia.
36. Foxvog, D., *D7.2 Ontology of EDIFACT Syntax and Semantics*, 01.04.2008 <http://tripcom.sti2.at/docs/del/D7.2.pdf> [dostęp 21.09.2016].
37. Frąckowiak, P., 2009, *Standardy GSI – fundament efektywnej komunikacji i informacji w otwartych łańcuchach dostaw*, IT w logistyce.
38. GAO RFID Inc., 2015, http://www.gaorfid.com/index.php?main_page=product_info&cPath=89&products_id=594 [dostęp 24.07.2015].
39. Gattorna, J., 1998, *Strategic Supply Chain Alignment: Best Practice In Supply Chain Management*, Gower Publishing.
40. Gifkins, M., Hitchcock, D, 1988. *The EDI handbook*. London: Blenheim Online [dostęp: 18.02.2015].
41. Grudzewski, W.M., Hejduk, I.K., 2004, *Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwach*, wydawnictwo Difin, Warszawa.
42. Grupa robocza ECR do spraw EDI, http://www.ecr.pl/grupy/grupa_edi/ [dostęp 21.09.2016].
43. GSI Malezja, *GSI Global Traceability Standards (GTS)*, (http://www.gs1my.org/Traceability_and_Food_Safety-@-Traceability_and_Food_Safety.aspx) [dostęp 19.11.2015].

44. GS1 US, 2016, *Rapid Recall Express*, <https://www.gs1us.org/tools/rapid-recall-express> [dostęp 24.02.2016].
45. GS1, 2007, *The GS1 Traceability Standard: What you need to know*, http://www.gs1.org/docs/traceability/GS1_traceability_what_you_need_to_know.pdf [dostęp 19.11.2015].
46. GS1, 2012, *Global Traceability Standard, Business Process and System Requirements for Full Supply Chain Traceability*, listopad 2012 r., <http://www.gs1.org/traceability/traceability/1-3-0> [dostęp 19.01.2016].
47. GS1, 2016, *Despatch Advice*, <http://www.gs1.org/edi-xml/xml-despatch-advice/3-2> [dostęp 10.11.2016r.].
48. GS1, 2016, *Product recall*, <http://www.gs1.org/edi-xml-recall/xml-product-recall/3-2> [dostęp 30.10.2016].
49. GS1, *EPC Tag Data Standard*, http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/TDS_1_9_Standard.pdf, listopad 2014 [dostęp: 10.02.2015].
50. GS1, *Global Trade Item Number (GTIN)*, <http://www.gs1.org/gtin> [dostęp 27.08.2015].
51. GS1, *Identyfikacja jednostek handlowych*, <http://www.gs1pl.org/identyfikacja-jednostek-handlowych> [dostęp 27.08.2015].
52. GS1, *Identyfikacja jednostek logistycznych*, <http://www.gs1pl.org/identyfikacja-jednostek-logistycznych> [dostęp 27.08.2015].
53. GS1, *Identyfikacja lokalizacji*, <http://www.gs1pl.org/identyfikacja-lokalizacji> [dostęp 27.08.2015].
54. GS1, *What is EDI?*, <http://helpdesk.gs1.org/ArticleDetails.aspx?EDI&id=65fd1bf5-343a-e211-992c-00155d644635> [dostęp: 10.02.2015].
55. GUS, 2008, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2008 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/NTS_wykorzystanie_tech_infor-telekom_2008.zip [dostęp 22.01.2015].
56. GUS, 2009, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2009 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/nts_wykorz_tech_ict_w_przeds_i_gosp_domow_w_2009.zip [dostęp 22.01.2015].

57. GUS, 2010, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2010 r.*, http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/nts_wykorz_techn_ict_w_przeds_i_gosp_domow_w_2010.zip [dostęp 22.01.2015].
58. GUS, 2012, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2012 r.*, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-telekomunikacyjnych-w-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2012-r-,3,11.html> [dostęp 22.01.2015].
59. GUS, 2014, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2014 r.*, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-telekomunikacyjnych-w-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2014-r-,3,12.html> [dostęp 22.01.2015].
60. GUS, 2015, *Wykorzystanie technologii informacyjno-(tele)komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w 2015 r.*, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/wykorzystanie-technologii-informacyjno-telekomunikacyjnych-w-przedsiębiorstwach-i-gospodarstwach-domowych-w-2015-r-,3,13.html> [dostęp 22.04.2016].
61. Hakia.com, 2016, <https://www.facebook.com/hakiacom-5670874974/> [dostęp 02.05.2016].
62. Hayes-Roth, F., Waterman, D., Lenat, D., 1983, *Building Expert Systems*, Addison-Wesley, ISBN 0-201-10686-8.
63. Hoxha, J., Scheuermann, A., Bloehdorn, S., 2010, *An Approach to Formal and Semantic Representation of Logistics Services*, <http://www.sfbtr8.spatial-cognition.de/ailog-2010/ailog-downloads/paper6.pdf> [dostęp 12.10.2016].
64. Iakovou, E., Bochtis, D., Vlachos, D., Aidonis D., 2016, *Supply Chain Management for Sustainable Food Networks*, John Wiley & Sons.
65. Instytut Logistyki i Magazynowania, 2008, *Narzędzia do zarządzania „traceability”, czyli jak śledzić ruch pochodzenie produktów rolnych, żywnościowych i napojów z użyciem globalnych standardów GSI*, Poznań.

66. Instytut Logistyki i Magazynowania, *Wdrażanie etykiety logistycznej*, <http://www.ilim.poznan.pl/oferta/etykiety-logistyczne-gs1.html> [dostęp: 09.09.2015].
67. ISO 15926, *Industrial automation systems and integration*.
68. ISO 22005:2007, *Traceability in the feed and food chain - General principles and basic requirements for system design and implementation*.
69. ISO 32000-1:2008, *Document management – Portable document format – Part 1: PDF*.
70. ISO/IEC FDIS 19757-3, *Information technology, Document Schema Definition Languages (DSDL), Part 3: Rule-based validation, Schematron*.
71. Iwicka, E., Grangard, A., 2015, *Implementation of GS1 eCom Standards in 2014 - Detailed Report*, GS1, http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/EDI/edi_implementation_2015_-_detailed_report.pdf [dostęp 22.04.2016].
72. Janiak, T. (red.), 2000, *Kody kreskowe*, wyd. 2, Biblioteka logistyka, Poznań, s. 31, 168, 169.
73. Jansen-Vullers, M.H., van Dorp, C.A. i Beulens, A.J.M., 2003, *Managing traceability information in manufacture*, International Journal of Information Management, wydanie 23, str. 395-413.
74. Kaczor, K., Bobek, S., Nalepa, G., J., 2010, *Overview of Expert System Shells*, Kraków, Polska, AGH, Instytut automatyki, [dostęp 5.12.2013].
75. Kamiński, A., 2006, *Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej*, w: Półturzycki, J., Kamiński, A., Instytut Technologii Eksploatacji, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa-Radom.
76. Kosmacz-Chodorowska, A., 2004, *Kody kreskowe w systemach logistycznych*, w: S. Kwaśniewski, P. Zając (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
77. Kosmacz-Chodorowska, A., 2010, *Praktyczne aspekty realizacji traceability – śledzenia dostaw w branży kosmetycznej zgodnie z rozporządzeniem europejskim 1223/2009*, Kongres Świata Przemysłu Kosmetycznego, 13-14.10.2010, Warszawa.
78. Kulpa, M., 2012, *Was ist RFID?*, <http://rfid-informationen.de/info/was-ist-rfid.html> [dostęp 24.07.2015].
79. Kwon, O., Sim, J., Lee, M., 2007, *OWL-DL Based Ontology Inference Engine Assessment for Context-Aware Services*, w: *Agent and Multi-Agent Systems:*

- Technologies and Applications, First KES International Symposium, KES-AMSTA 2007*, Wrocław, http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-72830-6_35 [dostęp 21.09.2016].
80. LA Times, 2016, *Samsung Galaxy Note 7 recall to cost at least \$5.3 billion*, <http://www.latimes.com/business/technology/la-fi-tn-samsung-recall-20161014-snap-story.html> [dostęp 25.01.2017].
 81. Liou, W., C., Chang, J., Y., 2012, *Multi-view Ontology Based Logistical Management System*, Journal of Global Business Management, <http://www.jgbm.org/page/39%20Jiing-Yao%20Chang%20.pdf> [dostęp 12.10.2016].
 82. McManus, R., *Top 10 Semantic Web Products of 2008*, 2008, http://readwrite.com/2008/12/02/top_10_semantic_web_products_2008 [dostęp 02.05.2016].
 83. Mobile Data Force, 2015, <http://www.mobiledataforce.com/ceoblog/labels/handheld%20software.html> [dostęp 24.07.2015].
 84. National Fisheries Institute, 2011, *Traceability for Seafood, U.S. Implementation Guide*, marzec 2011 r., http://www.aboutseafood.com/sites/all/files/FINAL%20Seafood%20Trace%20Guide_v1.1.pdf [dostęp 19.01.2016].
 85. Newseria.pl, 2017, *W UE wycofywanych jest kilkanaście produktów spożywczych tygodniowo, w tym owoce i warzywa*, http://www.sadyogrody.pl/prawo_i_dotacje/104/w_ue_wycofywanych_jest_kilkanaście_produkow_spozywczych_tygodniowo_w_tym_owoce_i_warzywa_wideo,8491.html [dostęp 25.01.2017].
 86. Nowak S., 2010, *Metodologia badań społecznych*, PWN, Warszawa.
 87. Obitko, M., 2007, *Semantic Web Architecture*, <http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/semantic-web-architecture.html> [dostęp 19.02.2016].
 88. Obitko, M., 2016, *Semantic Web Architecture*, <http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/semantic-web-architecture.html> [dostęp 19.02.2016].

89. OMG, Object Management Group, 2011, *Business Process Model and Notation (BPMN)*, Version 2.0, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF> [dostęp 22.04.2014].
90. Oznakowanie-ce, 2016, Dyrektywy NEW APPROACH, <http://www.oznakowanie-ce.pl/ce-dla-zaawansowanych/dyrektywy.html> [dostęp 19.01.2016].
91. Płoski, Z., Słownik Encyklopedyczny - Informatyka, wydawnictwo Europa, ISBN 83-87977-16-0, 1999.
92. RASFF Portal, 2016, *Notification details - 2015.1572*, https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=notificationDetail&NOTIF_REFERENCE=2015.1572 [dostęp 19.01.2016].
93. RASFF Portal, 2016, *Strona główna*, <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=searchForm> [dostęp 19.01.2016].
94. RedPrairie, 2012, *On the trail to traceability*, Commerce in Motion.
95. Richardson, H., 2005, *What are you willing to give up?*, <http://mhlnews.com/transportation-amp-distribution/what-are-you-willing-give> [dostęp 21.09.2016].
96. RMF24, 2014, *IKEA wycofuje ze sprzedaży huśtawkę GUNGGUNG*, <http://www.rmfm24.pl/ekonomia/news-ikea-wycofuje-ze-sprzedazy-hustawke-gungung,nId,1500434> [dostęp 25.01.2017].
97. Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności.
98. Russell, S., Norvig, P., 2009, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice-Hall, str. 337.
99. Scheuermann, A., Hoxha, J., 2012, *Ontologies for Intelligent Provision of Logistics Services* w: *ICIW 2012 : The Seventh International Conference on Internet and Web Applications and Services*, https://www.thinkmind.org/download.php?articleid=iciw_2012_4_20_20101 [dostęp 12.10.2016].
100. Schmachtenberg, M., Bizer, C., Jentzsch, A., Cyganiak, R. *Linking Open Data cloud diagram*. 2014, http://lod-cloud.net/versions/2014-08-30/lod-cloud_colored.png [dostęp 05.04.2016].

101. Skinner, N., 2010, *Building An Active RFID People / Asset Tracking System With Mesh Networking*, <http://www.ns-tech.co.uk/blog/2010/02/active-rfid-tracking-system/> [dostęp 24.07.2015].
102. SKK, *Traceability*, <http://www.skk.com.pl/pl/co-robimy/wsparcie-logistyki-magazynowej/traceability.html> [dostęp 20.04.2016].
103. SKK, *Zakres częstotliwości*, http://www.rfid.net.pl/rfid_technologie/zakresy_czestotliwosci.html [dostęp 24.07.2015].
104. Słownik języka polskiego, 2016, red. Doroszewski, W., *Inferencja*, <http://sjp.pwn.pl/slowniki/inferencja.html> [dostęp 19.02.2016].
105. Sweeney, P., 2005, *RFID for Dummies*, Wiley Publishing, s. 29, 52.
106. The Transportation Data Coordinating Committee, *EDI, History, Company & Industry Standards, How it works, Benefits* [dostęp: 07.05.2014].
107. TraceCoreXML, 2015, *Tools:TraceCore XML Overview*, http://www.tracefood.org/index.php/Tools:TraceCore_XML_Overview [dostęp 16.07.2015].
108. Triple Space Communication, 2016, tripcom.sti2.at/docs/TripcomPoster.pdf [dostęp 21.09.2106].
109. Turner, R., 1988, *Opportunistic use of schemata*, Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, ISBN 0-8058-0436-6, str. 165.
110. Unanimous A.I., 2016, *What is Artificial Swarm Intelligence?*, <http://unu.ai/swarm-intelligence/> [dostęp 06.12.20016].
111. UOKiK, 2016, http://publikacje.uokik.gov.pl/hermes3_pub/Wpis.ashx?Id=2871&version= [dostęp 19.01.2016].
112. UOKiK, 2016, *Kompetencje Prezesa UOKiK w zakresie ogólnego bezpieczeństwa produktów*, <https://uokik.gov.pl/kompetencje.php> [dostęp 19.01.2016].
113. USLEGAL, <http://definitions.uslegal.com/e/electronic-data-interchange-edifact-health-care/> [dostęp: 10.02.2015].
114. Ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów, Dz. U. Nr 229, poz. 2275, z późn. zm.
115. Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności, Dz. U. z 2010 r. Nr 138, poz. 935, z późn. zm.

116. Ustawa z dnia 7 grudnia 2012 r. o zmianie ustawy o podatku od towarów i usług oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2013 poz. 35.
117. W3C, 2012, *OWL 2 Web Ontology Language, Document Overview (Second Edition)*, W3C Recommendation, 11.12.2012, <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/> [dostęp 12.04.2016].
118. Wikipedia, 2015, *EAN-8*, <https://en.wikipedia.org/wiki/EAN-8> [dostęp 27.08.2015].
119. WP.PL, 2016, *Ikea wycofuje ze sprzedaży dwie zabawki. Mogą być niebezpieczne*, <http://finanse.wp.pl/kat,1033691,title,Ikea-wycofuje-ze-sprzedazy-dwie-zabawki-Moga-byc-niebezpieczne,wid,18116914,wiadomosc.html?ticaid=118803> [dostęp 25.01.2017].
120. WSSE Szczecin, 2011, *Jak działa system RASFF?*, <http://wsse.szczecin.pl/artykul/pokaz/116/jak-dziala-system-rasff> [dostęp 19.01.2016].