

Standardy dla technologii RFID

Bartłomiej Gładysz, Michał Grabia, Krzysztof Santarek

1. Istota standaryzacji

Standaryzacja ma na celu wprowadzenie jednolitych norm w zakresie obejmowanym standardem. Wykorzystanie standardowych rozwiązań przez różne organizacje pozwala zapewnić kompatybilność, interoperacyjność, bezpieczeństwo, powtarzalność i jakość wyrobów oraz systemów. Często zamiennie używa się terminu standaryzacja i normalizacja. Przez normalizację „rozumie się działalność zmierzającą do uzyskania optymalnego, w danych okolicznościach, stopnia uporządkowania w określonym zakresie, przez ustalanie postanowień przeznaczonych do powszechnego i wielokrotnego stosowania, dotyczących istniejących lub mogących wystąpić problemów”¹. Ustawa o normalizacji² precyzuje cele tworzenia norm i wymienia:

- racjonalizację produkcji i usług przez stosowanie uznanych reguł technicznych lub rozwiązań organizacyjnych;
- usuwanie barier technicznych w handlu i zapobieganie ich powstawaniu;
- zapewnienie ochrony życia, zdrowia, środowiska i interesu konsumentów oraz bezpieczeństwa pracy;
- poprawę funkcjonalności, kompatybilności i zamienności wyrobów, procesów i usług oraz regulowania ich różnorodności;
- zapewnienie jakości i niezawodności wyrobów, procesów i usług;
- działanie na rzecz uwzględnienia interesów krajowych w normalizacji europejskiej i międzynarodowej;
- ułatwienie porozumiewania się przez określanie terminów, definicji, oznaczeń i symboli do powszechnego stosowania.

Wszelkie polskie normy i proces ich opracowywania powinny³:

- być jawne i powszechnie dostępne;
- uwzględniać interes publiczny;
- być dobrowolne w zakresie uczestnictwa w procesie opracowywania i stosowania norm;
- zapewniać możliwość uczestnictwa wszystkich zainteresowanych w procesie opracowywania norm;
- uwzględniać konsensus jako podstawę procesu uzgadniania treści norm;
- być niezależne od administracji publicznej oraz jakiegokolwiek grupy interesów;
- być jednolite i spójne w zakresie postanowień norm;
- wykorzystywać sprawdzone osiągnięcia nauki i techniki;
- być w zgodności z zasadami normalizacji europejskiej i międzynarodowej.

Celem standaryzacji jest stosowanie w produkcji jednolitych wzorców, co prowadzi do obniżenia kosztów i umożliwia masową produkcję. Dodatkowo, dzięki wykorzystaniu standardów,

możliwa jest współpraca urzędów różnych producentów, co jest ogromną wartością z punktu widzenia użytkowników.

2. Organizacje standaryzujące

Na świecie istnieje bardzo wiele różnych organizacji, które w ramach swojego obszaru zainteresowań mają również identyfikację za pomocą fal radiowych, czyli RFID. Część z nich ma charakter *stricte* lokalny, tzn. funkcjonują tylko w ramach określonego kraju. Przykładem takich organizacji mogą być między innymi:

- PKN (Polski Komitet Normalizacyjny);
- SAC (ang. *Standardization Administration of China*);
- JISC (ang. *Japanese Industrial Standard Committee*);
- ANSI (ang. *American National Standards Institute*);
- NIST (ang. *National Institute of Standards and Technology*) – USA.

Najważniejszymi instytucjami standaryzującymi, zajmującymi się tworzeniem i publikowaniem dokumentów normalizacyjnych bezpośrednio oraz pośrednio związanych z technologią RFID, są zdecydowanie podmioty o zasięgu międzynarodowym. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:

- GS1 (dawniej EPCglobal Inc.);
- AIM (ang. *Association for Automatic Identification & Mobility*);
- ISO (ang. *International Organization for Standardization*);
- ASTM (ang. *American Society for Testing and Materials*);
- CEN (fr. *Comité Européen de Normalisation*);
- ETSI (ang. *European Telecommunications Standards Institute*).

Pierwsze trzy mają w zasadzie globalny zasięg oddziaływania, natomiast CEN oraz ETSI dotyczą głównie obszaru Europy.

2.1. GS1 i EPCglobal

GS1 jest międzynarodową organizacją działającą w ponad 100 krajach na całym świecie, zajmującą się tworzeniem i wdrażaniem globalnych standardów w łańcuchach dostaw. Część standardów GS1 oparta jest o technologie automatycznej identyfikacji produktów przy wykorzystaniu kodów kreskowych lub technologii RFID. Grupa standardów dotyczących identyfikacji towarów za pomocą technologii RFID, w powiązaniu z internetową wymianą danych logistycznych realizowaną w sposób automatyczny, znana jest jako koncepcja Elektronicznego Kodu Produktu (EPC), a standardy do niej należące nazywane są standardami EPC lub standardami EPCglobal.

Prace nad rozwojem standardów EPCglobal prowadzą światowe laboratoria i ośrodki badawcze, skupione wokół sieci laboratoriów Auto-ID Labs. Technologia EPC/RFID, która jest od 2003 roku rozwijana i komercjalizowana przez GS1, została

opracowana właśnie w grupie laboratoriów Auto-ID, do których należą między innymi: laboratorium naukowe przy MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) w USA, laboratorium Uniwersytetu Cambridge w Wielkiej Brytanii, Uniwersytet Adelaide w Australii, Uniwersytet Keiko w Japonii, Uniwersytet Fudan w Chinach oraz USG/ETH w Szwajcarii.

Początkowo standardy EPC rozwijane były przez niezależną instytucję EPCglobal Inc, należąca do GS1 oraz GS1 US. Około 2008 roku nastąpiło jednak włączenie działań EPCglobal do struktury GS1 i obecnie EPCglobal Inc. stanowi w praktyce część organizacji GS1.

W ramach GS1 funkcjonują grupy działania wraz z podsekcjami w postaci grup roboczych. Członkowie grup roboczych, którzy mogą być jednocześnie przedstawicielami kilku różnych grup działania, zbierają się i pracują w celu spełnienia określonego zadania. Grupy robocze i działania opracowują i rozwijają określone standardy, a w ich prace zaangażowani są użytkownicy końcowi danej technologii/rozwiązania (np. producenci, dystrybutorzy), jak również dostawcy rozwiązań (np. producenci i dystrybutorzy sprzętu i oprogramowania). Pierwotnie wydzielone grupy robocze EPCglobal zostały na etapie włączania w struktury GS1 wprowadzone w mechanizm standaryzacyjny określany mianem GSMP⁴. W efekcie dalszy proces standaryzacyjny przebiega już w ramach zasad typowych dla tworzenia dowolnych standardów w ramach GS1.

2.2. RAIN

RAIN (ang. *RADio Frequency IdentificatioN*) jest światowym zrzeszeniem działającym na podobnych zasadach, jak inne zrzeszenia związane z technologiami bezprzewodowymi, np. NFC Forum, WiFi Alliance oraz Bluetooth SIG. RAIN powstał w celu promowania wykorzystania technologii RFID UHF i przyjął protokół zgodny z wytycznymi GS1, które ISO przyjęła jako normę ISO18000-63. RAIN ma na celu połączenie zastosowania RFID i wykorzystania oprogramowania w chmurze⁵, tak aby dane zbierane przy wykorzystaniu RFID mogły być przechowywane, zarządzane i udostępniane przez sieć Internet. Celem RAIN jest promowanie RFID UHF i zapewnienie interoperacyjności pomiędzy rozwiązaniami różnych producentów czytników i znaczników. RAIN opracowało znaki graficzne, które mogą wykorzystywać jego członkowie, aby informować o zgodności produktów. Drugim celem RAIN jest promowanie rozwiązań jego członków m.in. przez upowszechnianie studiów przypadków. RAIN w maju 2016 roku liczyło 108 członków, w tym znanych producentów sprzętu RFID, firmy konsultingowe, GS1, integratorów rozwiązań. Celem RAIN jest również praca nad sposobami testowania i potwierdzania interoperacyjności rozwiązań.

2.3. AIM

AIM (ang. *Association for Automatic Identification & Mobility*), czyli Stowarzyszenie Automatycznej Identyfikacji i Mobilnych Rozwiązań, z siedzibą w Pittsburgu w Pensylwanii, od 1972 roku zrzesza producentów, dystrybutorów i usługodawców w zakresie sprzętu ADC i technologii mobilnych. AIM w roku 1986 opublikował Wykaz Ujednoliconych Symbolik – USS (ang.

Uniform Symbol Specifications), stanowiący standard Kodu 39, ITF, Codabar, Kodu 128 i Kodu 93. W roku 1988 zostały one dodatkowo uzupełnione o kolejne symboliki: Kod 49, Telepen oraz kody dwuwymiarowe i matrycowe – Kod 16K, PDF-417, Micro PDF-417, Data Matrix, MaxiCode, Code One, Channel Code, Aztek Code i Kod QR. Przez lata działalności liderzy różnych branż/sektorów gospodarki prowadzą i kontynuują z AIM promocję adaptacji pojawiających się nowych technologii (np. w latach 70. XX w. były to kody kreskowe). AIM współpracuje również z innymi organizacjami standaryzującymi, np. ISO. Głównym obszarem działania organizacji AIM jest obszar przekazywania informacji za pomocą kodów kreskowych, RFID UHF, RTLS i NFC.

2.4. CEN

Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN, fr. *Comité Européen de Normalisation*) to prywatne stowarzyszenie techniczne typu *non profit*, utworzone oficjalnie w 1974 roku. Podstawowym zadaniem CEN jest opracowywanie, przyjmowanie i rozpowszechnianie norm europejskich oraz innych dokumentów normalizacyjnych we wszystkich obszarach gospodarki, z wyłączeniem elektrotechniki, elektroniki i telekomunikacji. System Normalizacyjny CEN jest wielonarodową, wielosektorową i zdecentralizowaną organizacją. Składa się z krajowych jednostek normalizacyjnych oraz Centrum Zarządzania CEN. Członkami CEN są krajowe jednostki normalizacyjne państw Unii Europejskiej i Europejskiego Stowarzyszenia Wolnego Handlu (EFTA). Obecnie CEN liczy 30 członków krajowych. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) uzyskał status pełnoprawnego członka CEN 1 stycznia 2004 roku. Członkowie CEN mają obowiązek wprowadzania norm EN do systemów norm krajowych i wycofywania dotychczasowych norm, które są sprzeczne z nowo wprowadzanymi.

2.5. ETSI

Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (ETSI – ang. *European Telecommunications Standards Institute*) jest to niezależny instytut standaryzacyjny, którego podstawowym zadaniem jest opracowywanie norm niezbędnych do stworzenia europejskiego rynku telekomunikacyjnego. Zgodnie ze statutem ETSI jest prywatnym stowarzyszeniem typu *non profit*. Skupia on instytucje zajmujące się opracowywaniem telekomunikacyjnych norm europejskich z państw biorących udział w pracach Europejskiej Konferencji Administracji Poczty i Telekomunikacji. ETSI jako pierwsza jednostka normalizacyjna zapewnił bezpłatny dostęp do dokumentów normalizacyjnych przez internet. Obecnie ETSI przez współpracę międzynarodową realizuje cel, jakim jest opracowywanie dokumentów normalizacyjnych stosowanych globalnie, spełniających potrzeby społeczności telekomunikacyjnej i komunikacji elektronicznej, jednocześnie spełniając swe podstawowe zadanie, jakim jest wspomaganie regulacji i inicjatyw Unii Europejskiej i EFTA. ETSI uczestniczył w definiowaniu takich standardów, jak DECT, GSM, TETRA, MHP, CSA. W Polsce status pełnego członka ETSI ma Ministerstwo Łączności (od 1990 roku) oraz Instytut Łączności (od 1991 roku).

2.6. ISO

Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO, gr. *isos* – równy; ang. *International Organization for Standardization*) – międzynarodowa organizacja standaryzująca z siedzibą w Genewie, w Szwajcarii, która wraz z IEC – międzynarodową organizacją standaryzującą ds. elektrotechniki (ang. *International Electrotechnical Commission*) od 1996 roku ustanawia m.in. ogólnosięwiatowe standardy dotyczące kodów kreskowych i ADC, które są stosowane w szerokiej gamie branż i sektorów gospodarki. ISO oficjalnie rozpoczęła działalność 23 lutego 1947 roku. Wśród członków założycieli jest Polski Komitet Normalizacyjny. W ramach połączonego komitetu, tzw. JTC1, działa podkomitet SC31 (ISO/IEC/JTC1/SC31), który obecnie opracowuje normy dla symboliki kodów EAN/UPC, ITF i Kodu 128. Dotyczą one ADC, w tym RFID, jednoznacznej identyfikacji jednostek transportowych oraz identyfikatorów danych GS1 i FACT przedstawianych w kodach kreskowych i znacznikach RFID. W bazie standardów ISO można znaleźć 75 standardów zawierających w tytule „RFID”. Część z nich omówiono w kolejnych częściach niniejszego rozdziału.

3. Obowiązujące standardy

3.1. Słownictwo i znak RFID

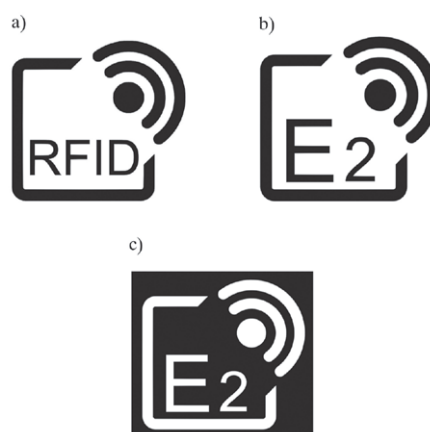
ISO/IEC 19762 to norma z grupy norm „technologia informatyczna”. Opisane jest w niej słownictwo zharmonizowane dla technik automatycznej identyfikacji i gromadzenia danych (AIDC – ang. *Automatic Identification and Data Capture*), część trzecia tej normy poświęcona jest identyfikacji przy wykorzystaniu fal radiowych (RFID).

AIM opracowało znak RFID „AIM RFID Emblem™”, który został opublikowany w ramach normy ISO/IEC 29160⁶. W Polsce normę tę wprowadzono do stosowania wraz z ukazaniem się normy PN-EN 16656 (Technologia informatyczna – Identyfikacja fal radiowych w zarządzaniu towarami). Celem normy jest zapewnienie możliwości wizualnej identyfikacji znaczników i czytników RFID oraz obiektów oznakowanych znacznikami RFID. Dzięki temu możliwe jest zapewnienie podstawowych wymagań w zakresie ochrony prywatności konsumentów, którzy są informowani o wykorzystaniu RFID i mogą np. usunąć etykiety RFID z nabytych ubrań.

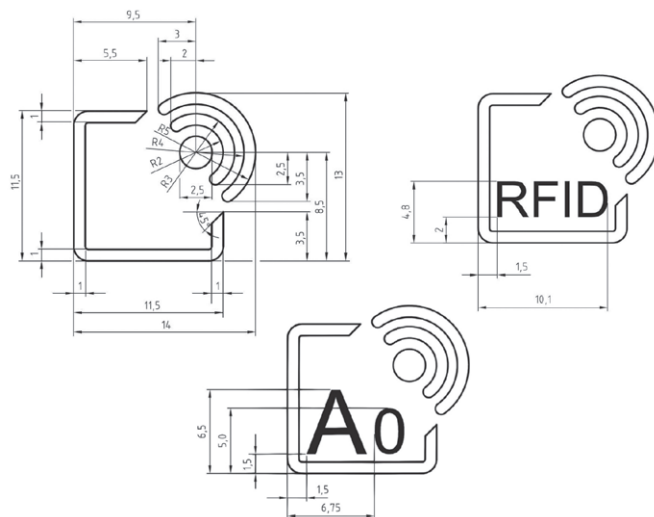
Znak powinien być nie mniejszy niż 14 mm × 13 mm. Ogólny znak (rysunek 1) zawiera skrót RFID i jest przeznaczony do oznaczenia obiektu bez względu na wykorzystywany wariant technologii RFID. Dodatkowo istnieją znaki, które dokładniej charakteryzują szczegóły wykorzystanej technologii. W takich znakach graficznych znajdują się dwa znaki (litera + cyfra lub znak *), z których litera określa częstotliwość, protokół radiowy oraz standard definiujący dane w znaczniku, zaś drugi znak (cyfra lub *) określa strukturę danych w znaczniku. Przykładowo w symbolu E2 (rysunek 1) kolejne znaki oznaczają:

- E: częstotliwość 860–960 MHz zgodnie z protokołem radiowym wg ISO/IEC 18000-63 i strukturą zapisu danych wg EPC;
- 2: zapis w znaczniku identyfikatora SSCC (ang. *Serial Shipping Container Code*).

Ogólne wytyczne dla znaków „RFID Emblem” przedstawia rysunek 2.



Rys. 1. Symbol RFID: a) ogólny; b) E2 – 860–960 MHz zgodnie z ISO/IEC 18000-63 i strukturą zapisu danych wg EPC, zapis numeru SSCC; c) E2 – odwrócone kolory⁷

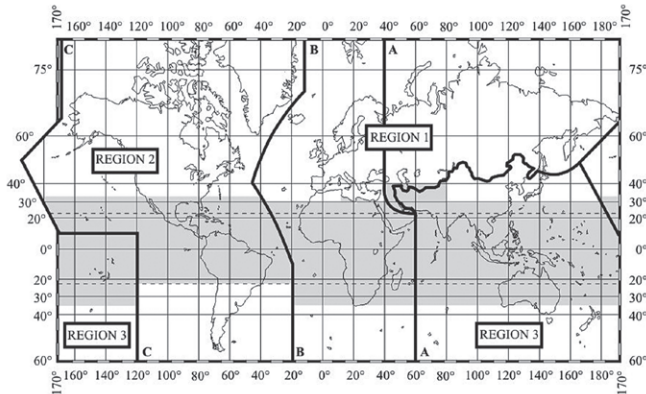


Rys. 2. Symbol RFID - wytyczne⁸

3.2. Standardy dotyczące częstotliwości

Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ang. *International Telecommunication Union*, skrót ITU), jako organizacja wyspecjalizowana ONZ, został założony w celu standaryzacji i regulacji rynku telekomunikacyjnego i radiokomunikacyjnego. Obecnie jego główna rola polega na standaryzacji i zarządzaniu pasmem radiowym.

Technologia RFID w ciągu ostatnich dziesięcioleci uległa znaczącemu rozpowszechnieniu w różnych obszarach zastosowań. Dalszy jej rozwój oraz funkcjonowanie wymagały jednak wprowadzenia odpowiednich aktów prawnych, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym, w celu dokonania rezerwacji dedykowanego pasma radiowego o odpowiedniej częstotliwości. Ze względu na fakt, iż każdy kraj posiada własne regulacje w zakresie przydziału częstotliwości dla poszczególnych zastosowań telekomunikacyjnych, dążenie do standaryzacji w tym zakresie pozwoliło ITU na dokonanie podziału świata

Rys. 3. Mapa regionów ITU⁹

na regiony, w których standardy te mogą obowiązywać:

- Region 1: Europa i Afryka;
- Region 2: Ameryka Północna i Południowa;
- Region 3: Daleki Wschód i Australia.

W Polsce, będącej członkiem Europejskiej Konferencji Administracji Poczty i Telekomunikacji – CEPT, obowiązującymi normami w zakresie technologii RFID w obszarze przyjętych pasm częstotliwościowych oraz maksymalnych mocy wypromieniowanych są dokumenty opracowane w ramach ETSI¹⁰. Tabela 1 przedstawia przykładowe zakresy częstotliwości dla rozwiązań UHF w podziale na kraje oraz regiony świata.

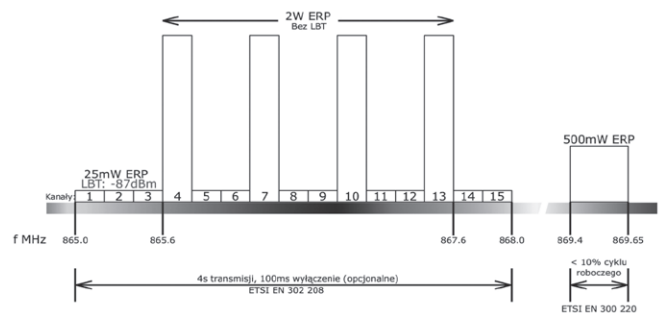
W obszarze systemów radiowej identyfikacji obiektów, w tym również ruchomych, ograniczenia natężenia pola elektromagnetycznego zostały zawarte w czterech normach opartych na dokumencie CEPT/ERC Recommendation 70-03: EN 300 220, EN 302 208, EN 300 330 oraz EN 300 440.

ETSI EN 300-220 – pierwsze unormowanie prawne w Europie próbujące zapewnić urządzeniom RFID, działającym w paśmie UHF, możliwość działania. Niestety zawarte w niej ograniczenia sprawiały, iż urządzenia pracujące zgodnie z jej wytycznymi miały w rezultacie wyjątkowo mały zasięg i pozwalały na odczyt niewielkiej liczby znaczników w jednostce czasu. Spowodowane to było głównie małą wartością efektywnie wypromieniowanej mocy (ERP), z jaką mogły pracować czytelniki/programatory. Moc ta została ograniczona do 500 mW ERP, czyli zaledwie do ¼ wartości, z jaką transmitować mogą na przykład telefony komórkowe. Dodatkowym ograniczeniem jest tylko jeden dostępny kanał komunikacyjny oraz zaledwie 10-procentowy cykl pracy.

ETSI EN 302-208 – dopiero wprowadzenie normy ETSI EN 302-208 pozwoliło technice RFID na szybszy rozwój. Przede wszystkim dopuszczono możliwość stosowania czytelników/programatorów o mocy 2W ERP. Pasma przydzielone do tej transmisji mieści się w przedziale 865,6–867,6 MHz i pierwotnie zostało podzielone na 10 kanałów po 200 kHz każdy. Najnowsza wersja standardu z 2015 roku przewiduje wykorzystanie pasma 865–868 MHz z dopuszczalną mocą 2W ERP oraz pasma 915–921 MHz z dopuszczalną mocą 4W ERP. Jednocześnie, z uwagi na rezygnację z protokołu LBT, zmniejszona została liczba kanałów do 4 kanałów 200 kHz w paśmie 865–868

Tabela 1. Zakresy częstotliwości UHF w poszczególnych regionach ITU w roku 2014

Region	Kraje/obszary	Zakres częstotliwości [MHz]
1	kraje CEPT ¹¹	869,4–869,65; 865,6–867,6
	Afryka Południowa	865,6–867,6; 915,4–919,0; 919,2–921,0
	Afryka Północna	862,0–870,0
	Izrael	915,0–917,0
2	USA, Kanada, Meksyk	902,0–928,0
	Ameryka Centralna i Południowa	902,0–928,0; 902,0–907,5; 915,0–928,0;
3	Australia	920,0–926,0
	Nowa Zelandia	864,0–868,0
	Japonia	952,0–955,0
	Korea Południowa	910,0–914,0
	Chiny	840,5–844,5; 920,5–924,5
	Tajwan, Tajlandia, Malesja, Filipiny	918,0–928,0 z drobnymi różnicami pomiędzy poszczególnymi krajami
	pozostałe kraje Azji	podobnie jak w krajach CEPT, z drobnymi różnicami (uregulowania krajowe) oraz często dodatkowym zakresem 920,0–925,0



Rys. 4. Schemat przedstawiający regulacje dla identyfikacji radiowej w paśmie częstotliwości UHF w Europie (z pominięciem pasma 915–921 MHz, które w chwili obecnej nie jest jeszcze powszechnie wykorzystywane)

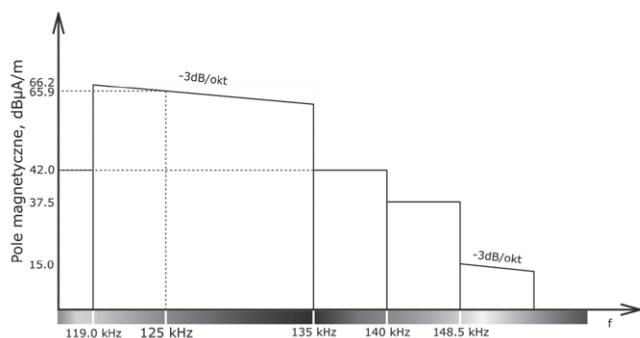
MHz i 4 kanałów 400 kHz w paśmie 915–921 MHz. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej zostały przedstawione w normach EN 301 489-1 oraz w EN 301 489-3.

ETSI EN 300 330 – w zakresie niskich oraz wysokich częstotliwości odpowiednikiem unormowań ETSI 302 208 oraz 300 220 jest obowiązujący standard ETSI 300 330. Standard ten zawiera wytyczne zarówno dla systemów RFID działających w paśmie od 119 kHz do 140 kHz, jak i rozwiązań pracujących w zakresie częstotliwości 13,553–13,567 MHz.

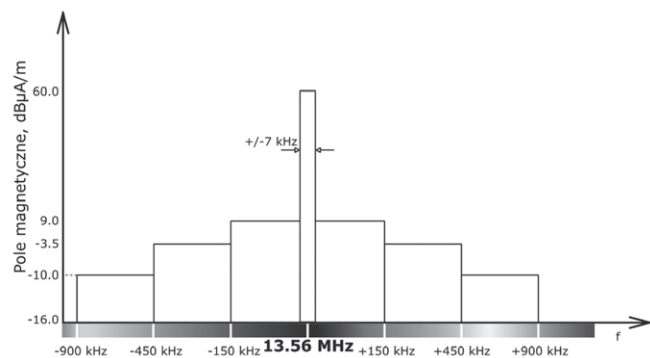
ETSI EN 300 440 – ostatnią z obowiązujących norm dotyczących systemów identyfikacji radiowej w obszarze dostępnych pasm częstotliwościowych oraz ograniczeń mocy wypromieniowanej jest ETSI 300 440, która obejmuje swoim zakresem systemy aktywne oraz mikrofalowe pracujące w paśmie od 2446 do 2454 MHz.

3.3. Standardy dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa

Standardy odnoszące się do tego zakresu, które bezpośrednio dotyczą RFID, pokrywają następujące obszary:



Rys. 5. Schemat przedstawiający regulacje dla identyfikacji radiowej w paśmie częstotliwości LF w Europie



Rys. 6. Schemat przedstawiający regulacje dla identyfikacji radiowej w paśmie częstotliwości HF w Europie

- wpływ fal elektromagnetycznych na człowieka będącego w polu ich działania;
- potencjalne zakłócenia pomiędzy urządzeniami RFID i wszczepionymi urządzeniami medycznymi.

Można wyróżnić dwa podstawowe standardy:

- EN 50364 – ograniczenie ekspozycji ludzi w polach elektromagnetycznych urządzeń pracujących w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 10 GHz, wykorzystywanych w systemach elektronicznej ochrony artykułu (EAS), identyfikacji za pomocą fal radiowych (RFID) i podobnych zastosowaniach z 2001 roku wraz z późniejszymi uaktualnieniami,
- EN 50357 – ocena ekspozycji ludzi w polach elektromagnetycznych urządzeń wykorzystywanych w systemach elektronicznej ochrony artykułu (EAS), identyfikacji za pomocą fal radiowych (RFID) i podobnych zastosowaniach z 2001 roku.

3.4. Standardy dotyczące ochrony danych i prywatności

Aktualny stan prawny w Europie reguluje kwestie związane z danymi osobowymi, które są przechowywane w znacznikach RFID, przez **Dyrektywę 2009/136/EC** pt. Przetwarzanie danych osobowych i ochrona prywatności w sektorze łączności elektronicznej (dyrektywa o prywatności danych) z dnia 25

listopada 2009 roku, która zastąpiła wcześniejszą dyrektywę 2002/58/EC. Dyrektywa ta odnosi się do umieszczania w znacznikach danych osobowych lub kodów, które odnoszą się w bazie danych do konkretnych danych osobowych. W związku z tym ten aspekt ochrony danych osobowych jest identyczny, niezależnie od tego, czy dane są w znaczniku radiowym czy też w kodzie kreskowym. Proces oceny wpływu RFID na prywatność opisuje norma **EN 16571**. Z kolei norma **EN 16570** zawiera wymagania dla operatorów systemów RFID w zakresie stosowania znaków informujących i umieszczania dodatkowych informacji.

Standard **ISO 29176** dotyczy ochrony prywatności konsumentów w przypadku wykorzystywania mobilnych czytników RFID.

Odpowiednikiem dyrektywy 2009/136/EC w Stanach Zjednoczonych jest ustawa ESHB 1031 z roku 2008, odnosząca się do elektronicznych urządzeń komunikacyjnych, w tym systemów identyfikacji radiowej.

3.5. Standardy dotyczące interfejsów komunikacyjnych

Do standardów technicznych związanych z interfejsami komunikacyjnymi zaliczamy przede wszystkim serię standardów ISO/IEC 18000 wraz z późniejszymi uaktualnieniami definiującymi zasady komunikacji czytników/programatorów ze znacznikami RFID¹². Formalnie istnieje 6 części standardu „ISO/IEC 18000 Information Technology AIDC Techniques – RFID for Item Management – Air Interface”.

ISO/IEC 18000-1. Part 1 – ogólna część standardu komunikacji dla częstotliwości uzgodnionych globalnie. Celem tego standardu jest opisanie podstaw funkcjonalnych systemów RFID dedykowanych dla zarządzania zasobami oraz określenie parametrów, które powinny być definiowane przez poszczególne części standardu, odnoszące się do konkretnych częstotliwości. Norma ta nie opisuje w żaden konkretny sposób urządzeń ani oprogramowania, jak też innych elementów systemu RFID.

ISO/IEC 18000-2. Part 2 – część druga zawiera parametry komunikacji dla systemów RFID poniżej 135 kHz. Standard określa warstwę fizyczną rozwiązań RFID pracujących przy częstotliwościach niższych od 135 kHz.

ISO/IEC 18000-3. Part 3 – celem tego standardu jest określenie warstwy fizycznej rozwiązań RFID pracujących na częstotliwości 13,56 MHz, obejmującej aspekty komunikacyjne oraz mechanizmy zarządzania kolizjami. Standard ten określa sposoby komunikacji dostosowane do potrzeb zarządzania zasobami, szczególnie na poziomie obiektów identyfikowanych z bliskiej odległości (półki sklepowe, książki itp.).

ISO/IEC 18000-4. Part 4 – standard opisuje zasady komunikacji dla rozwiązań pracujących na częstotliwości 2,45 GHz. Został on stworzony z myślą o zarządzaniu zasobami w produkcji, nauce i w medycynie. Zdefiniowane są w nim dwa tryby komunikacji: tryb 1 dla znaczników pasywnych i tryb 2 dla układów aktywnych, należących do grupy znaczników nawiązujących komunikację z czytnikiem (w przeciwieństwie do rozwiązań czekających na nawiązanie komunikacji przez czytnik).

ISO/IEC 18000-6. Part 6 – norma ta dedykowana jest rozwiązaniom RFID dla logistyki, magazynowania, inwentaryzacji

oraz paszportyzacji. Określa ona warstwę fizyczną dla komunikacji pomiędzy czytnikiem/programatorem i znacznikiem RFID przy częstotliwości od 860 do 960 MHz. Definiuje protokół komunikacyjny, zbiór obsługiwanych komend oraz odpowiednie mechanizmy antykolizyjne. Norma pierwotnie obejmowała swoim zakresem dwa typy znaczników dedykowanych zastosowaniom logistycznym: A oraz B. Używają one różnych metod przesyłania danych i różnych mechanizmów antykolizyjnych. W lutym 2006 roku standard EPCglobal UHF Generation 2 został zaakceptowany przez Międzynarodową Organizację Standaryzacyjną ISO jako standard ISO 18000-6C. Innymi słowy, obok znaczników typów A i B w ramach normy znalazł się również typ C. Jedną z kluczowych różnic pomiędzy tymi typami rozwiązań są zastosowane mechanizmy antykolizyjne. W znacznikach typu A jest to zmodyfikowane ALOHA, w transponderach typu B zmodyfikowane drzewo binarne, natomiast w standardzie Gen 2 (typ C) stosowany jest znacznie nowocześniejszy i szybszy mechanizm „Q”.

ISO/IEC 18000-7. Part 7 – jest to ostatnia norma z rodziny ISO 18000. Norma ta opisuje warstwę fizyczną komunikacji, protokół i zbiór komend oraz mechanizmy antykolizyjne dla układów RFID, zbudowanych na podstawie aktywnych znaczników radiowych o częstotliwości pracy 433 MHz. Rozwiązania tego typu gwarantują większy zasięg skutecznej pracy i są głównie wykorzystywane w logistyce i magazynowaniu.

W zakresie unormowań dotyczących bezstykowych kart zbliżeniowych kluczowe są dwa standardy:

- **ISO/IEC 14443** – standard dla bezdotykowych kart zbliżeniowych mających zasięg odczytu 7–15 cm; najczęstszym polem zastosowań tych kart jest system elektronicznej płatności w środkach komunikacji zbiorowej;
- **ISO/IEC 15693** – standard bezdotykowych kart zbliżeniowych dalszego zasięgu (do 1 metra); karty takie używane są często w kontroli dostępu.

Poza standardami ISO w obszarze interfejsów komunikacyjnych istnieje standard GS1 związany z protokołem komunikacyjnym dla znaczników RFID drugiej generacji.

EPC Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID to standard interfejsu komunikacyjnego, który określa wymagania fizyczne i logiczne dla systemów RFID działających na podstawie pasywnych znaczników w zakresie częstotliwości 860–960 MHz.

EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 HF RFID Air Interface Protocol to norma koncentrująca się na interfejsie komunikacyjnym pasywnych rozwiązań HF, czyli znaczników działających na częstotliwości 13,56 MHz.

3.6. Standardy zgodności i działania

Mianem standardów zgodności określane są normy opisujące metody testowania wzajemnej współpracy pomiędzy urządzeniami RFID. W zakresie standardów odnoszących się do zgodności i działania urządzeń w technologii RFID rozróżniamy dwie zasadnicze grupy:

- standardy zgodności określające, w jaki sposób przetestować indywidualne cechy protokołu komunikacyjnego w odniesieniu do czytnika i znacznika RFID;

- standardy odnoszące się do działania i badania wydajności urządzeń RFID.

Normy z serii ISO 18000 mają swoje odpowiedniki w serii ISO 18046, która opisuje metody testowania zgodności interfejsów komunikacyjnych. Poniżej wyszczególniono najważniejsze standardy zgodności i działania.

ISO/IEC 18046-1 to standard zawierający wytyczne dla testowania wydajności urządzeń RFID. W części pierwszej obejmuje on swoim zakresem metody testowania wydajności systemów RFID. W części drugiej standard obejmuje metody testowania czytników (**ISO/IEC 18046-2**).

ISO/IEC 18046-3 to standard zawierający wytyczne dla testowania wydajności urządzeń RFID.

ISO/IEC 18046-4 to standard opisujący metody testowania bramek RFID w bibliotekach.

ISO/IEC TR 18047-2 to standard zawierający wytyczne dotyczące metod testowania zgodności urządzeń RFID z obowiązującymi normami w zakresie protokołów komunikacyjnych. Część druga dotyczy metod testowania zgodności interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań działających przy częstotliwościach mniejszych od 135 kHz.

ISO/IEC TR 18047-3 to kolejny standard z rodziny ISO/IEC 18047 (dodatkowo uzupełniony dwoma dokumentami uaktualniającymi) zawierający wytyczne dotyczące metod testowania zgodności urządzeń RFID z obowiązującymi normami w zakresie protokołów komunikacyjnych. Część trzecia dotyczy metod testowania zgodności interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań działających na częstotliwości 13,56 MHz.

Czwarta część (**ISO/IEC TR 18047-4**) dotyczy metod testowania zgodności interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań działających na częstotliwości 2,45 GHz.

Część szósta (**ISO/IEC TR 18047-6**) dotyczy metod testowania zgodności interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań działających w częstotliwości UHF, czyli zakresu od 860 MHz do 960 MHz.

Ostatnia część standardu (**ISO/IEC TR 18047-7**) dotyczy metod testowania zgodności interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań pasywnych oraz aktywnych, działających na częstotliwości 433 MHz.

ISO/IEC 24769 to grupa standardów dotyczących testów zgodności działania znaczników RFID z normami z serii ISO/IEC 24730, w tym przypadku interfejsu komunikacyjnego dla rozwiązań lokalizacji czasu rzeczywistego (RTLS), działających na częstotliwości 2,4 GHz, a w części 6 normy dla częstotliwości UWB.

ISO/IEC 24770 to – podobnie jak powyżej – grupa standardów dotyczących testów zgodności działania interfejsu komunikacyjnego rozwiązań lokalizacji czasu rzeczywistego (RTLS), działających na częstotliwości 2,4 GHz, z normami ISO/IEC 24730, a w części 6 normy dla częstotliwości UWB. W tym przypadku dla znaczników, czytników oraz innych elementów systemu.

Obok norm opracowanych przez ISO dostępne są również dokumenty wypracowane przez inne organizacje standaryzacyjne. Warto tutaj wspomnieć o normach wypracowanych w ramach grup roboczych organizacji GS1 czy też dokumenty

będące efektem prac Amerykańskiego Stowarzyszenia Badań i Materiałów – ASTM. Do najważniejszych z nich zaliczyć można:

- **EPC UHF Class 1 Gen 2 Conformance Requirements** – standard dotyczący wymagań zgodności z obowiązującą wersją interfejsu komunikacyjnego.
- **Interoperability Test System for EPC Compliant Class-1 Generation-2 UHF RFID Devices** – standard dotyczący interoperacyjności urządzeń działający wg normy UHF RFID EPC Class 1 Gen2.
- **Tag Performance Parameters and Test Methods** – standard zawierający wytyczne dla testowania parametrów oraz wydajności znaczników RFID, zgodnych ze standardem interfejsu komunikacyjnego UHF RFID EPC Class 1 Gen2.
- **Tagged Item Performance Protocol** – standard oceny efektywności działania znaczników RFID umieszczonych na produktach jednostkowych.
- **Dynamic Test: Conveyor Portal Test Methodology** – standard zawierający metodologię testów dynamicznych w formie wytycznych dla testowania jakości znakowania jednostek logistycznych w procesach dynamicznej zmiany lokalizacji, przy wykorzystaniu przenośnika taśmowego/rolkowego o zdefiniowanych parametrach.
- **Dynamic Test: Door Portal Test Methodology** – standard metodologii testów dynamicznych w formie specyfikacji stanowiący uzupełnienie dla testów na przenośniku taśmowym/rolkowym, ale dotyczący bram RFID oraz paletowych jednostek ładunkowych.
- **ASTM D7434** – standard określający metodę testowania wydajności działania transponderów RFID umieszczonych na paletowych jednostkach ładunkowych lub też opakowaniach zbiorczych.
- **ASTM D7435** – standard określający metodę testowania wydajności działania transponderów RFID umieszczonych na kontenerach.
- **ASTM D7580** – standard określający metodę testowania skuteczności odczytu działania transponderów RFID w procesie foliowania jednorodnych jednostek ładunkowych oraz opakowań zbiorczych za pomocą obrotowych owijarek folii stretch.

3.7. Standardy interfejsów urządzeń

Standardy interfejsów urządzeń i standardy aplikacji są ściśle powiązane. Rozróżnienie polega na tym, że standardy interfejsów urządzeń przeważnie dotyczą samych urządzeń RFID, natomiast standardy aplikacji – nawet te, które stosują te same standardy – dotyczą przetwarzania danych odczytanych lub zapisanych w znaczniku RFID. Poniżej przedstawiono najważniejsze standardy z tej grupy:

- **Low Level Reader Protocol (LLRP)** – standard protokołu czytnika/programatora niskiego poziomu, który określa interfejs pomiędzy czytnikami RFID i klientami. Jest to protokół interfejsu niskiego poziomu, ponieważ umożliwia kontrolę czasu pracy protokołu komunikacyjnego RFID oraz dostęp do parametrów poszczególnych poleceń.
- **Reader Management (RM)** – standard zarządzania czytnikiem/programatorem używany przez oprogramowanie do

zarządzania monitorowaniem stanu pracy i parametrów czytników/programatorów RFID zgodnych z wymaganiami GS1, czyli implementującymi standard LLRP.

- **Discovery, Configuration & Initialization (DCI)** – standard wyszukiwania, konfiguracji i inicjalizacji, który definiuje interfejs pomiędzy czytnikami/programatorami RFID i kontrolerami dostępu a siecią, w której one funkcjonują. Celem dokumentu jest określenie koniecznych i opcjonalnych czynności czytnika/programatora i Klienta, które pozwalają im korzystać z sieci, do której są podłączone w celu komunikowania się z innymi urządzeniami, wymiany informacji konfiguracyjnych czy też inicjowania działania każdego czytnika/programatora.
- **ISO/IEC 24791** – standard docelowo składający się z sześciu części, obecnie ukończono 4 dokumenty normalizacyjne, z czego dwa (docelowo 3) dotyczą interfejsów urządzeń (część 3, 5 oraz 6), definiujący ich programową infrastrukturę systemu, która pozwala na wymianę danych pomiędzy urządzeniami RFID a aplikacjami biznesowymi.

3.8. Standardy szyfrowania danych

Standardy z tej grupy dotyczą dwóch różnych typów komunikacji: pomiędzy czytnikiem RFID a aplikacjami informatycznymi (z wyjątkiem interfejsów urządzeń oraz zarządzania ich funkcjami) oraz pomiędzy czytnikiem/programatorem i znacznikiem RFID, ale tylko w kontekście aspektów bezpieczeństwa procesu komunikacyjnego. Podstawowym standardem w zakresie szyfrowania transmisji realizowanej w relacji czytnik/programator-znacznik jest norma **ISO/IEC 29167-1**. Jest to standard definiujący sposób wykorzystania AES OFB¹³ w protokołach komunikacyjnych zgodnych z grupą norm ISO/IEC 18000, czyli dotyczących wprost zastosowań w identyfikacji za pomocą fal radiowych – RFID. W zakresie bezpieczeństwa, dla potrzeb realizacji komunikacji zarówno w obrębie protokołu komunikacyjnego, jak i na poziomie wyższym, czyli pomiędzy czytnikami/programatorami a aplikacjami pośredniczącymi, rozwiązaniami często wskazywanymi w literaturze tematu są techniki kryptograficzne objęte następującymi normami:

- **ISO/IEC 29192** – jest to grupa norm od części 1. do części 5., dotycząca wszystkich aspektów związanych z zastosowaniem lekkiej kryptografii, która często jest wskazywana jako rozwiązanie dedykowane dla potrzeb zapewnienia bezpieczeństwa w rozwiązaniach związanych z szeroko rozumianym Internetem Rzeczy (IoT)¹⁴.
- **ISO/IEC 18033** – podobnie jak powyżej jest to grupa pięciu norm, dotycząca wszystkich aspektów związanych z zastosowaniem kryptografii, w tym szyfrów blokowych (np. AES), które są często wykorzystywane również w rozwiązaniach identyfikacyjnych.
- **IEEE Std 1363** oraz **IEEE Std 1363a** – standardy również wskazywane jako istotne z punktu widzenia IoT i dotyczące kryptografii opartej o wykorzystanie klucza publicznego. Oczywiście wskazane powyżej przykładowe unormowania nie wyczerpują tematu, jednak z punktu widzenia zastosowania w procesach identyfikacji z wykorzystaniem fal radiowych są to standardy kluczowe.

3.9. Standardy kodowania danych i protokołów (warstwa pośrednia¹⁵)

W procesach identyfikacyjnych dane zakodowane w znacznikach RFID są odczytywane przez czytnik/programator, zaś sam proces komunikacyjny odbywa się zgodnie ze standardami z grupy ISO 18000. Wykorzystywanie metod zawartych w tych normach na wyższych warstwach systemu RFID jest jednak mało praktyczne. Dlatego też po stronie czytników/programatorów wykorzystywane są protokoły danych stanowiące niejako łącznik pomiędzy zewnętrznym oprogramowaniem a infrastrukturą sprzętową systemów RFID. W zakresie standardów protokołów danych do najważniejszych zaliczyć można:

- **ISO/IEC 15962** – standard dotyczący wstępnego przetwarzania danych zgromadzonych w znaczniku radiowym i ich prezentacji po stronie czytnika/programatora.
- **ISO/IEC 15961** – grupa standardów obejmująca 3 dokumenty dotyczące protokołu danych wykorzystywanego do wymiany informacji w systemie RFID. Niniejszy standard odnosi się do wymiany informacji pomiędzy czytnikiem/programatorem a aplikacjami zewnętrznymi.
- **ISO/IEC 24791** – standard docelowo składający się z sześciu części, obecnie ukończono 4 dokumenty normalizacyjne, z czego dwa dotyczą kodowania danych i protokołów (część 1 oraz 2).

Odpowiednikiem powyższych standardów z punktu widzenia GS1 jest dwuczęściowy standard **Application Level Events (ALE)**. Dokument ten określa interfejs, poprzez który klienci mogą uzyskać przefiltrowane, skonsolidowane informacje na temat przechwytywanych danych, związanych ze zdarzeniami fizycznymi oraz powiązanych danych, pochodzących z różnych źródeł. Rolą interfejsu ALE w architekturze EPCglobal jest zapewnienie niezależności pomiędzy: elementami infrastruktury wymagającymi surowych danych EPC a komponentami filtrującymi dane i aplikacjami, które te dane wykorzystują. Dzięki zastosowaniu tego interfejsu w przypadku zmiany jednego elementu nie ma konieczności zmiany innych elementów infrastruktury. Takie rozwiązania oferują znaczne korzyści zarówno dla dostawcy technologii, jak i użytkowników końcowych.

3.10. Standardy danych i identyfikatorów obiektów

Standardy danych to sposób, w jaki dane są przechowywane w aplikacjach biznesowych. Jako takie są one związane ze słownikami danych, opracowanymi przez organizacje zajmujące się kodyfikacją różnych nośników danych dla technik ADC. Natomiast standardy identyfikatorów obiektów dotyczą sposobów unikalnego oznaczania oraz identyfikowania. Innymi słowy, definiują strukturę oraz składnię identyfikatorów zapisywanych w pamięci znaczników RFID czy też odwzorowywanych w symbolikach kodów kreskowych. Najważniejsze standardy w tym zakresie przedstawiono poniżej:

- **GS1 Tag Data Standards (TDS)** – standard definiuje typy danych (identyfikatorów) zapisywanych w znacznikach RFID zgodnych z EPC. Standard ten zawiera schematy kodowania dla następujących identyfikatorów:
 - GTIN: GS1 Global Trade Item Number – Globalny Numer Jednostki Handlowej,

- SSCC: GS1 Serial Shipping Container Code – Seryjny Numer Jednostki Wysyłkowej,
- GLN: GS1 Global Location Number – Globalny Numer Lokalizacyjny,
- GRAI: GS1 Global Returnable Asset Identifier – Globalny Identyfikator Zasobów Zwrotnych,
- GIAI: GS1 Global Individual Asset Identifier – Globalny Identyfikator Zasobów Indywidualnych,
- GID: GS1 General Identifier – Identyfikator Generalny,
- GDTI: GS1 Global Document Type Identifier – Globalny Identyfikator Typu Dokumentu,
- GSRN: GS1 Global Service Relation Number – Globalny Numer Relacji Usługowych.

Dla przykładu, w znaczniku zgodnym z EPC zapisywany jest identyfikator bazujący na numerze GTIN, nazywany w skrócie SGTIN (ang. *Serialized Global Trade Identification Number*). Ponieważ GTIN identyfikuje tylko rodzaj produktu, a nie identyfikuje indywidualnie każdego produktu, to w celu uzyskania tej możliwości w znaczniku EPC do GTIN dodano numer indywidualny (seryjny). W ten sposób możliwa jest identyfikacja np. każdej puszkii Coca-Coli Light o pojemności 0,33 l, a nie tylko poziomu asortymentu. Oznacza to, że wszystkie puszki Coca-Coli Light o pojemności 0,33 l są identyfikowane tym samym numerem GTIN, ale różnymi numerami SGTIN. Szerszy opis transformacji numerów z postaci identyfikatorów GS1 do standardów wykorzystywanych w znacznikach RFID znajduje się w rozdziale 4.

- **GS1 Tag Data Translation (TDT)** – standard ten jest uzupełnieniem GS1 Tag Data Standards (TDS) i obejmuje swoim zakresem wszystkie zasady translacji pomiędzy różnymi poziomami reprezentacji EPC (np. format binarny na format URI (*Uniform Resource Identifier*) – podstawowy schemat adresowania w Internecie). Innymi słowy, standard ten pozwala na dekodowanie danych zapisanych w znacznikach RFID zgodnych z EPC na reprezentację URI zdefiniowaną przez specyfikację zapisu danych w znaczniku.
 - **ISO/IEC 15434** – niniejszy standard określa strukturę, składnię oraz kodowanie wiadomości i formatów danych, w przypadku korzystania w zasadzie z dowolnych nośników ADC o dużej pojemności danych (w tym RFID). Przekazywanie danych może odbywać pomiędzy partnerami handlowymi (w szczególności między dostawcami i odbiorcami).
 - **ISO/IEC 15418** – standard identyfikatorów danych i identyfikatorów zastosowań dla potrzeb identyfikacji zakodowanych danych.
 - **ISO/IEC 15459** – standard obejmuje sześć części i dotyczy sposobów tworzenia unikalnych ciągów znaków dla celów identyfikacji jednostek logistycznych. Innymi słowy, jest to rozwiązanie alternatywne dla standardów GS1.

3.11. Standardy zastosowań

Standardy zastosowań dotyczą metod wykorzystania w konkretnych obszarach określonych rozwiązań technologicznych, w tym przypadku są to rozwiązania identyfikacyjne oparte o technologię RFID. W obszarze norm opracowanych przez

ISO do najważniejszych standardów zastosowań należy zaliczyć standardy opisane poniżej.

ISO 17363 – standard określa wykorzystanie technologii identyfikacji za pomocą fal radiowych (RFID), przy zastosowaniu specyficznych znaczników na kontenery, dla celów zarządzania łańcuchem dostaw (tzw. znaczniki transportowe). Standard ten, przez odniesienia do innych norm ISO, określa interfejs komunikacji bezprzewodowej, wspólny zestaw wymaganych struktur danych, a także dzięki wspólnej składni i semantyce zestaw opcjonalnych wymagań dla danych.

ISO/FDIS 17364 – standard jest odpowiednikiem ISO 17363, ale dla zastosowania RFID do znakowania zasobów zwrotnych.

ISO/FDIS 17365 – podobnie jak powyżej, standard jest odpowiednikiem ISO 17363, ale dla zastosowania RFID do znakowania jednostek transportowych.

ISO/PRF 17366 – kolejna norma z tej samej grupy, ale dotycząca znakowania opakowań zbiorczych.

ISO/PRF 17367 – ostatni ze standardów, tym razem dotyczący opakowań jednostkowych.

Istnieją również standardy dedykowane wykorzystaniu RFID do znakowania obiektów w różnych branżach. Można tutaj wymienić standardy dla lotnictwa i kosmonautyki czy znakowania butli gazowych.

PN-EN 4817 dotyczy pasywnych znaczników UHF RFID przewidzianych do stosowania w statkach powietrznych, zaś **PN-EN 4818** dotyczy pasywnych znaczników HF RFID przewidzianych do stosowania w statkach powietrznych.

Spśród standardów aplikacyjnych warto również wymienić normy dotyczące znakowania zwierząt przy wykorzystaniu technologii RFID. Są to przede wszystkim standardy **ISO 11784**, **ISO 11785** oraz grupa standardów **ISO 24631** (części od 1 do 7). Znakowania zwierząt dotyczą również dwa standardy z grupy **ISO 14223**, które dotyczą bardziej zaawansowanych układów transponderów.

Podobnie jak w przypadku znakowania zwierząt, także w przypadku zastosowania RFID w bibliotekach warto zwrócić uwagę na grupę 4 norm **ISO 28560** (części 1–4).

W odniesieniu do rozwiązań aktywnych warto również wspomnieć o grupie 5 standardów **ISO 18185**, które stanowią pewnego rodzaju uzupełnienie procesowe dla normy **ISO 17363**. Normy te koncentrują się na tzw. e-plombach dla kontenerów, działających w paśmie 433 MHz oraz 2,4 GHz.

3.12. Standardy wymiany danych

W grupie standardów wymiany danych na szczególną uwagę zasługują w zasadzie tylko dwa standardy GS1:

- **GS1 Object Name Service (ONS)** – standard ten określa zasady oraz sposoby lokalizacji źródeł danych na podstawie kodu EPC. Specyfikacja ONS precyzuje, w jaki sposób DNS (*Domain Name System*) lokalizuje serwery oraz wiarygodne dane opisujące obiekt. ONS nie zawiera aktualnych danych o EPC, dostarcza jedynie informacji o adresach sieciowych serwerów EPCIS, www itp., na których się one znajdują.
- **GS1 EPC Information Service (EPCIS)** – podstawowym narzędziem służącym do wymiany danych pomiędzy subskrybentami w architekturze sieci EPCglobal jest EPC

Information Service (EPCIS). Standard opisuje zasady działania usługi EPCIS oraz określa mechanizmy tworzenia, format oraz zawartość wydarzeń EPCIS. Wydarzenia te stanowią zbiór informacji, którymi dzielą się partnerzy handlowi łańcuchów dostaw w celu pozyskania wiedzy na temat faktycznych działań, w których uczestniczą obiekty fizyczne, a które miały miejsce zarówno w ich własnej lokalizacji biznesowej, jak i w lokalizacjach, które nie są pod ich bezpośrednią kontrolą.

Poza powyższymi należy również wspomnieć o standardzie dotyczącym cyfrowego identyfikatora obiektu elektronicznego (DOI), czyli **ISO CD 26324 – Information and documentation – Digital Object Identifier System**.

3.13. Standardy dla systemów lokalizacji czasu rzeczywistego

System lokalizacji czasu rzeczywistego jest to połączenie bezprzewodowych rozwiązań aktywnych RFID z zaawansowanymi rozwiązaniami informatycznymi, których celem jest nie tylko identyfikacja obiektów w przestrzeni w czasie rzeczywistym, ale również ich lokalizacja. Wśród najważniejszych standardów w obszarze lokalizacji czasu rzeczywistego wyróżnić można:

- **ISO/IEC 24730-1** – standard dotyczący tworzenia interfejsów programistycznych aplikacji, których celem jest umożliwienie dostępu oraz wykorzystanie infrastruktury technicznej systemów RTLS dla potrzeb identyfikacji i lokalizacji oznakowanych obiektów.
- **ISO/IEC 24730-2** – standard składa się z dokumentu głównego oraz dwóch dodatkowych: **ISO/IEC 24730-21** oraz **ISO/IEC 24730-22** i definiuje system dostarczający koordynaty lokalizacyjne XY oraz dane telemetryczne.
- **ISO/IEC 24730-5** – norma definiuje zarówno interfejs programistyczny aplikacji, jak i interfejs komunikacyjny dla systemu RTLS. W ramach tego dokumentu definiowane jest rozwiązanie wykorzystujące rozpraszanie widma (CSS¹⁶) w paśmie częstotliwości od 2,4 GHz do 2,483 GHz.
- **ISO/IEC 24730-61** – standard definiuje warstwę fizyczną oraz warstwę zarządzania znacznikami dla protokołu interfejsu komunikacyjnego systemu RTLS opartego na rozwiązaniu UWB¹⁷ o niskim współczynniku powtarzania impulsów.
- **ISO/IEC 24730-62** – standard definiuje interfejs komunikacyjny systemu RTLS oparty na rozwiązaniu UWB o wysokim współczynniku powtarzania impulsów, wykorzystujący mechanizm sygnalizacyjny warstwy fizycznej zgodnie z normą IEEE 802.15.4a.

3.14. Standardy dla mobilnego RFID

Obok stacjonarnych urządzeń RFID w niektórych branżach pojawiła się potrzeba wykorzystywania rozwiązań mobilnych. Głównymi obszarami ich zastosowań są szeroko rozumiana logistyka oraz sektor przemysłowy i handlowy. W ostatnich latach, dzięki postępowi miniaturyzacji, możliwości wykorzystania RFID mocno się rozszerzyły, również na poziom użytkowników indywidualnych, np. przez implementację technologii NFC¹⁸ (komunikacja bliskiego pola) w telefonach komórkowych. Obszar ten jest w ostatnim czasie najbardziej rozwojowy i wykazuje największą dynamikę wzrostu liczby

używanych urządzeń. Najważniejsze standardy z tej grupy zostały przedstawione poniżej:

- **ISO/IEC 29143** – standard ma zastosowanie do wszystkich urządzeń mobilnych RFID wykorzystywanych w procesach identyfikacyjnych, ale tylko rozwiązań pasywnych, wykorzystujących modulowane rozpraszanie wsteczne. Dotyczy on głównie pasywnych znaczników działających w częstotliwościach od 860 MHz do 960 MHz.
- **ISO/IEC 28361** – niniejszy standard określa interfejs cyfrowy (NFC-WI) pomiędzy urządzeniem typu *Transceiver* i *Front-end*. Specyfikacja zawiera opis sygnałów, sygnały binarne, diagramy stanu i kodowanie bitowe dla trzech zakresów danych.
- **ISO/IEC 16353** – kolejny standard dotyczący cyfrowego interfejsu komunikacyjnego (NFC-WI) zgodnego z normą ISO/IEC 28361.

W obszarze rozwiązań komunikacji bliskiego pola należy wspomnieć o dwóch standardach interfejsów komunikacyjnych, ale głównie dedykowanych komunikacji pomiędzy urządzeniami aktywnymi, a nie pasywnymi znacznikami RFID. Są to standardy **ISO/IEC 18092**, dotyczący protokołu i interfejsu NFCIP-1, oraz **ISO/IEC 21481**, który dotyczy NFCIP-2.

Obok powyżej omówionych należy również wskazać olbrzymią grupę standardów publikowanych bezpośrednio przez NFC Forum, w tym między innymi specyfikacje: **NFC Forum TS-Type-1-Tag**, **NFC Forum TS-Type-2-Tag**, **NFC Forum TS-Type-3-Tag**, **NFC Forum TS-Type-4-Tag**, **NFC Forum RTD-URI** itp.

3.15. Inne rozwiązania i ich praktyczne zastosowanie

W rozdziale tym przedstawiono najczęściej wykorzystywane standardy branżowe, które egzystują na rynku jako rozwiązania komercyjne, często obok dokumentów normatywnych publikowanych przez międzynarodowe organizacje standaryzujące. W określonych przypadkach niektóre z nich zostały przyjęte przez te organizacje i włączone do grupy obowiązujących standardów ogólnosięwiatowych jako niezależne standardy lub jako nowe części już istniejących norm. Do najważniejszych z nich należą:

- Tiris;
- Unique;
- Q5;
- Mifare;
- Hitag;
- Icode.

Tiris (*Texas Instruments Registration and Identification System*) to jeden z pierwszych systemów opartych o transmisję FM (ang. *Frequency Modulation*). Częstotliwość pracy wynosi 134,2 kHz. System ten w pamięci znaczników RFID zawiera unikalny 64-bitowy kod (niekompatybilny z identyfikatorami EPC). Zastosowanie tego rozwiązania to przede wszystkim: handel, automatyczna identyfikacja pojazdów, śledzenie kontenerów transportowych itp.

Unique to najprostszy i najpowszechniej stosowany obecnie system RFID. Opiera się on o znaczniki pasywne, zapisywane podczas produkcji unikalnym kodem, najczęściej w formie

plastikowych kart zbliżeniowych. Częstotliwość pracy to 125 kHz, maksymalny transfer danych ograniczony jest do poziomu 2 kb/s. Zapisany fabrycznie unikalny 64-bitowy kod nie jest kompatybilny z identyfikatorami EPC. Zastosowanie tej technologii to: kontrola dostępu, rejestracja czasu pracy, systemy wyciągów narciarskich (tzw. *skipass*) itp.

Q5 to system wykorzystujący programowalne znaczniki, które pozwalają na szyfrowanie zapisanych informacji oraz zabezpieczanie ich odpowiednim hasłem. Czytnik/programator po otrzymaniu ze znacznika zakodowanej informacji musi ją rozszyfrować, używając odpowiedniego klucza. W drugą stronę działa to podobnie. Stacja, w celu zapisania do transpondera informacji, najpierw koduje ją kluczem, a następnie wysyła dane, które zapisywane są w jego pamięci w postaci zaszyfrowanej. Częstotliwość pracy systemu to 125 kHz. Prędkość transferu danych jest zmienna i może być dość elastycznie dostosowywana do potrzeb. Pamięć całkowita znaczników to 256 bitów. Głównymi obszarami zastosowania tej technologii są: systemy kontroli dostępu i rejestracji czasu pracy, proste systemy lojalnościowe, systemy wyciągów narciarskich (tzw. *skipass*) itp.

Hitag to kolejny standard dla rozwiązań działających na częstotliwości 125 kHz, czyli innymi słowy w paśmie LF. System wykorzystuje znaczniki pasywne, z których maksymalny transfer danych wynosi 4 kb/s. System posiada również możliwość kodowania danych, a standard Hitag 1 obsługuje dedykowany algorytm antykolizyjny, umożliwiający symultaniczny odczyt wielu znaczników jednocześnie. Na rynku dostępnych jest wiele różnych systemów z rodziny Hitag, w tym między innymi: Hitag 1, Hitag 2, Hitag μ , Hitag RO itp. Rozwiązania te różnią się głównie wielkością pamięci, prędkością działania oraz poziomem zabezpieczeń zapisanych danych (w układach Hitag 2 możliwe jest podwójne szyfrowanie). W rozwiązaniach Hitag zapisane dane są dodatkowo zabezpieczone unikalnym 32-bitowym numerem seryjnym. Zastosowanie tej technologii to głównie: systemy pobierania opłat (np. wyciągi narciarskie), systemy oznaczania produktów oraz znakowania zwierząt.

Mifare to grupa standardów pozwalająca na realizację procesu identyfikacyjnego zarówno przy wykorzystaniu prostych pasywnych znaczników RFID (tylko z numerem identyfikacyjnym), jak i bardzo skomplikowanych, zawierających procesory obsługujące szyfrowanie. Częstotliwość pracy systemu to 13,56 MHz, natomiast maksymalna prędkość transferu danych wynosi 848 kb/s (dla Desfire). Mifare jest rozwiązaniem charakteryzującym się stosunkowo wysokim poziomem bezpieczeństwa danych przechowywanych w pamięci identyfikatorów. Pierwszym standardem z rodziny jest Mifare Classic 1k opracowany w 1994 roku przez firmę Philips (obecnie NXP Semiconductors). W roku 1997 opublikowany został kolejny standard Mifare Pro, w którym kartę wyposażono w mikroprocesor z koprocesorem szyfrującym algorytmem 3DES. W roku 1999 opracowana została kolejna edycja standardu (Mifare ProX), w którym wzmocniono poziom zabezpieczeń przez wykorzystanie PKI (Kryptosystemu Infrastruktury Klucza Publicznego¹⁹). Kolejnym rozwiązaniem był zaprezentowany w roku 2001 ekonomiczny wariant Mifare Ultralight, który w roku

2008 doczekał się nowej odsłony Ultralight C, a w roku 2012 – poprawionej pod kątem bezpieczeństwa wersji – Ultralight EV1. W styczniu 2002 roku do sprzedaży trafiły najbezpieczniejsze z całej rodziny karty Mifare DesFire, które do czasów obecnych doczekały się już 4 różnych wariantów: Mifare DesFire, Mifare DESFire SAM, Mifare DESFire EV1 oraz Mifare DESFire EV2. Najnowsza wersja DESFire EV2 z roku 2013 posiada poprawioną wydajność oraz wyższy poziom bezpieczeństwa. Ostatnim z grupy rozwiązań jest Mifare Plus, który w pewnym sensie jest zamiennikiem dla rozwiązania Classic 1k z szyfrowaniem 128bit AES.

Już od roku 2000 na rynku dostępne są czytniki znaczników Mifare opracowane w pełnej zgodności z normą ISO/IEC 14443. Rozwiązanie to od czasu powstania jest w ciągłym i powszechnym użyciu, szczególnie w kartach bankomatowych (*smart-cards*), kartach identyfikacyjnych czy też jako bilety na stoki narciarskie.

Icode to standard dedykowany przede wszystkim zastosowaniom przemysłowym. Znaczniki Icode umożliwiają wielokrotny zapis i odczyt danych. Pojemność pamięci dochodzi do 2528 bitów (SLIX 2), a częstotliwość pracy to 13,56 MHz w pełnej zgodności z obowiązującymi standardami ISO 15693 oraz ISO 18000-3. Icode umożliwia obsługę (odczyt/zapis) do 30 znaczników na sekundę. Podstawowym rozwiązaniem wykorzystującym ten standard są etykiety stosowane w ewidencji i zabezpieczaniu środków trwałych, towarów w magazynach, księgozbiorów, archiwów, dokumentów i eksponatów. Czasami można go również znaleźć w szeroko rozumianej logistyce oraz kontroli i ewidencji osób.

Przypisy

- [1] Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (tekst jedn.: Dz.U. z 2015 r., poz. 1483).
- [2] Ibidem.
- [3] Ibidem.
- [4] Ang. *Global Standards Management Process*.
- [5] Ang. *cloud*.
- [6] Ang. *Information technology – Radio frequency identification for item management – RFID Emblem*.
- [7] AIM, RFID Emblem Graphics, http://www.aim-d.de/index.php?option=com_content&view=article&id=770&Itemid=170 [data dostępu: 13 maja 2016].
- [8] Ibidem.
- [9] Ang. *International Telecommunication Union – ITU* (opublikowano za zgodą).
- [10] ETSI – ang. *European Telecommunications Standards Institute – Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych*.
- [11] Fr. CEPT – *Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications*, ang. *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations – Europejska Konferencja Administracji Poczty i Telekomunikacji*, jest organizacją koordynującą regulacje na rynku pocztowym i telekomunikacyjnym w Europie.
- [12] Ang. *Air Interface*.
- [13] AES OFB – symetryczny szyfr blokowy w trybie pracy określanej jako wiązanie bloków zaszyfrowanych.
- [14] KATAGI M., MORIAI S.: *Lightweight Cryptography for the Internet of Things* [w:] *Interconnecting Smart Objects with the Internet Workshop*, 2011.
- [15] Ang. *middleware*.
- [16] Ang. *Chirp Spread Spectrum*.
- [17] Ang. *Ultra Wide Band*.
- [18] Ang. *Near Field Communication*.
- [19] Ang. *Public Key Infrastructure*.

Fragment pochodzi z książki:
RFID od koncepcji do wdrożenia
B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek
Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016

reklama

reklama