

**M**

**W**

**K**

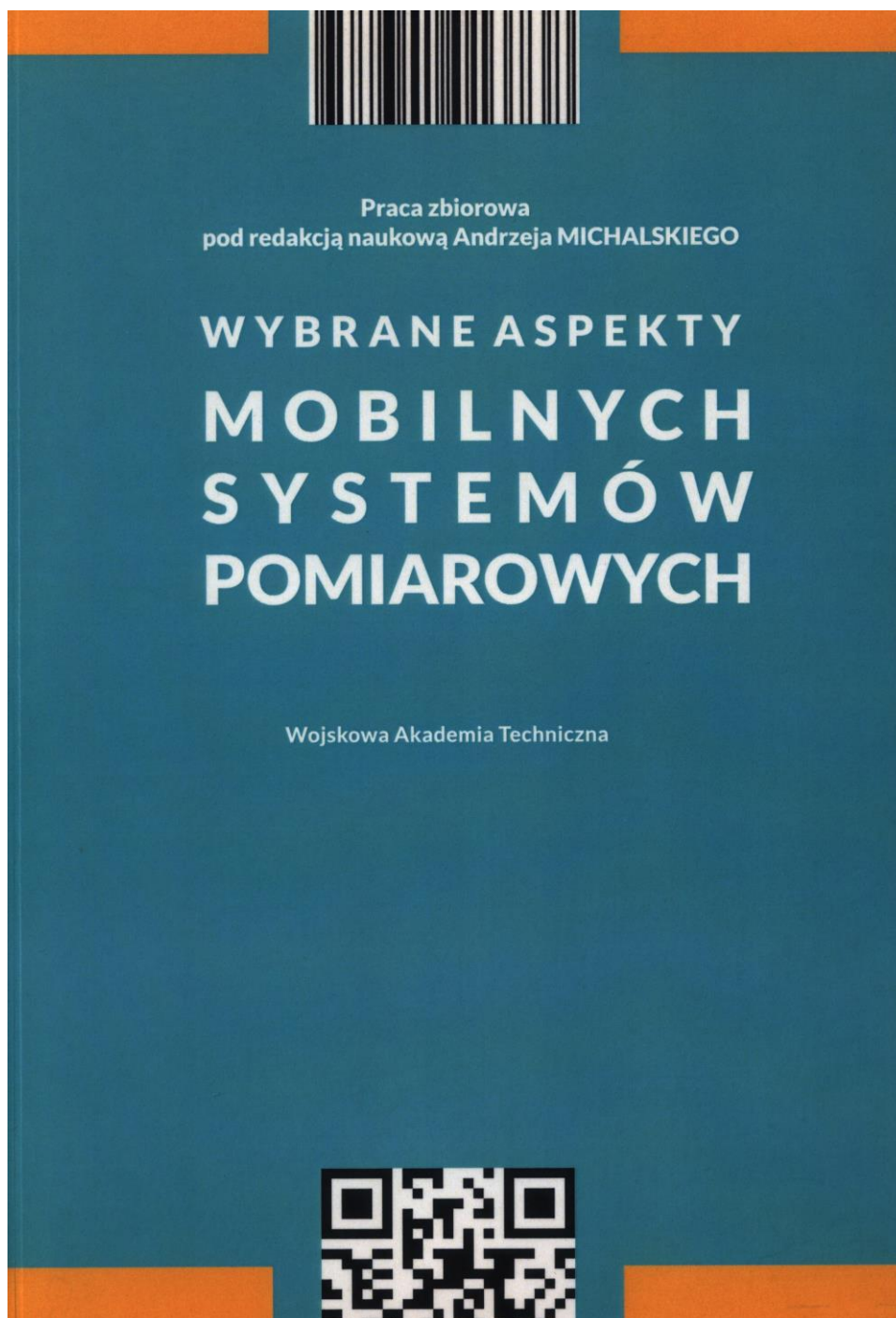
**X SZKOŁA-KONFERENCJA**

**"METROLOGIA WSPOMAGANA KOMPUTEROWO"**

**MWK ' 2014**

*Waplewo, 27÷30 maja 2014*

**MONOGRAFIA  
Z X SZKOŁY-KONFERENCJI MWK'2014  
"METROLOGIA WSPOMAGANA KOMPUTEROWO"**



**Praca zbiorowa**  
**pod redakcją naukową Andrzeja MICHAŁSKIEGO**

**WYBRANE ASPEKTY**  
**MOBILNYCH SYSTEMÓW**  
**POMIAROWYCH**

**Warszawa 2014**

**Opiniodawca:**

**prof. dr hab. inż. Jerzy BARZYKOWSKI**

**Redakcja naukowa:**

*prof. dr hab. inż. Andrzej MICHALSKI* *Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki  
Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny*

**Autorzy:****Rozdział 1**

*plk mgr inż. Robert TARGOS*

*Ministerstwo Obrony Narodowej,  
Wojskowe Centrum Metrologii*

**Rozdział 2**

*dr inż. Bogdan DZIADAK*  
*dr inż. Łukasz MAKOWSKI*  
*prof. dr hab. inż. Andrzej MICHALSKI*

*Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny*  
*Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki*  
*Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny*

**Rozdział 3**

*dr inż. Janusz MIKOŁAJCZYK*  
*dr inż. Dariusz SZABRA*  
*dr inż. Mirosław NOWAKOWSKI*  
*mgr inż. Magdalena GARLIŃSKA*

*Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Optoelektroniki*

**Rozdział 4**

*prof. dr hab. inż. Wiesław WINIECKI*

*Politechnika Warszawska,  
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych*

**Rozdział 5**

*dr hab. inż. Adam WEINTRIT*  
*prof. dr hab. inż. Cezary SPECHT*

*Akademia Morska w Gdyni, Wydział Nawigacyjny*  
*Politechnika Gdańska,  
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska*

**Rozdział 6**

*prof. dr hab. inż. Janusz GAJDA*

*dr hab. inż. Ryszard SROKA*

*dr inż. Marek STENCEL*

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki,  
Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej*  
*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki,  
Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej*  
*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki,  
Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej*

**Rozdział 7**

*dr inż. Marek KUCHTA*  
*dr inż. Jacek PAŚ*  
*dr inż. Marek SZULIM*  
*mgr inż. Małgorzata BOLEK*

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki*  
*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki*

© Copyright by Instytut Systemów Elektronicznych Wydział Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej Warszawa 2014

ISBN 978-83-7938-020-6

Publikacja zakwalifikowana do druku bez poprawek edytorskich Redakcji Wydawnictw WAT

Projekt okładki: Barbara Chruszczyk

Redakcja techniczna: mgr inż. Jolanta Pacan, mgr inż. Małgorzata Bolek

Wydawca: Wojskowa Akademia Techniczna

Druk: P.P.H. Remigraf Sp. z o.o., ul. Dźwigowa 61, 01-376 Warszawa

Warszawa 2014

## SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	5
1. MOBILNE SYSTEMY POMIAROWE W ZABEZPIECZENIU METROLOGICZNYM SIŁ ZBROJNYCH RP .....	7
1.1. Wstęp .....	7
1.2. Ruchome Laboratoria Metrologiczne.....	7
1.3. Zabezpieczenie metrologiczne realizowane przez wojskowe ośrodki metrologii u użytkownika sprzętu .....	13
1.4. Mobilne systemy pomiarowe .....	16
1.5. Inne przykładowe systemy pomiarowe .....	24
1.6. Podsumowanie .....	29
2. KONWERCENCJA BEZPRZEWODOWYCH SIECI CZUJNIKOWYCH WSN I SYSTEMÓW AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI RFID .....	31
2.1. Bezprzewodowe sieci czujnikowe w zarysie.....	31
2.2. Przegląd systemów identyfikacji automatycznej.....	32
2.3. Podstawy fizyczne realizacji systemów RFID .....	34
2.4. Częstotliwości radiowe, kanały i modulacje w IEEE 802.15.4 .....	38
2.5. Główne elementy systemu RFID .....	44
2.6. Konfiguracja sieci i transmisja danych w IEEE 802.15.4 .....	50
2.7. Zastosowanie systemów RFID .....	57
2.8. Popularne moduły ZigBee i zastosowania praktyczne WSN .....	62
2.9. Wnioski .....	65
3. LASEROWA ŁĄCZNOŚĆ W BEZPRZEWODOWYCH SYSTEMACH INFORMACYJNO-POMIAROWYCH .....	71
3.1. Wprowadzenie.....	71
3.2. Przegląd systemów łączności bezprzewodowej .....	73
3.3. Łącza optyczne.....	76
3.4. Laserowe systemy łączności opracowane w Instytucie Optoelektroniki WAT .....	82
3.5. Podsumowanie .....	87
4. SYSTEMY INTELIGENTNEGO POMIARU ENERGII ELEKTRYCZNEJ .....	91
4.1. Wstęp .....	91
4.2. Podstawowe definicje.....	93
4.3. Ewolucje infrastruktury pomiarowej w energetyce.....	95
4.4. Wielkoskalowe rozproszone systemy pomiarowo-sterujące w energetyce .....	96
4.5. Domowe systemy monitoringu zużycia energii elektrycznej (Home Smart Metering).....	100

4.6.	Podstawowe typy odbiorników energii elektrycznej .....	104
4.7.	Metody identyfikacji odbiorników w systemach monitorowania zużycia energii elektrycznej.....	109
4.8.	Podsumowanie .....	117
5.	WYBRANE ASPEKTY METROLOGICZNE W NAWIGACJI MORSKIEJ .....	123
5.1.	Wprowadzenie .....	123
5.2.	Systemy radionawigacyjne w nawigacji morskiej .....	123
5.3.	Wymagania stawiane systemom radionawigacyjnym .....	133
5.4.	Ogólna koncepcja stacji monitorującej .....	141
5.5.	Podstawowe obliczenia i linie nawigacyjne.....	144
5.6.	Mila morska w nawigacji.....	153
5.7.	Nawigacyjny algorytm wyznaczania parametrów trajektorii w systemach map elektronicznych ECS/ECDIS oraz odbiornikach systemów radionawigacyjnych.....	163
5.8.	Podsumowanie i wnioski końcowe .....	165
6.	KLASYFIKACJA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH NA PODSTAWIE ICH PROFILI MAGNETYCZNYCH.....	169
6.1.	Co to jest profil magnetyczny pojazdu?.....	169
6.2.	Przegląd metod klasyfikacji pojazdów .....	177
6.3.	Nowe kierunki badań .....	184
6.4.	Podsumowanie .....	207
7.	TERRORYZM ELEKTROMAGNETYCZNY W ASPEKCIE STANDARDÓW BEZPIECZEŃSTWA DLA URZĄDZEŃ TELEINFORMATYCZNYCH .....	211
7.1.	Wprowadzenie .....	211
7.2.	Stanowisko pomiarowe do badania oddziaływania impulsu HPEM na wybrane urządzenia elektroniczne .....	215
7.3.	Przykładowe wyniki badań efektów oddziaływania impulsów HPEM na urządzenia elektroniczne .....	219
7.4.	Wyniki badań .....	221
7.5.	Koncepcja oceny odporności systemu elektronicznego na narażenie polem impulsowym HPEM .....	230
7.6.	Sposoby ochrony i zabezpieczania przed bronią elektromagnetyczną E .....	232
7.7.	Wnioski.....	234