

# Spis treści

Słowo wstępne .....	7
Słownik pojęć i wykaz akronimów .....	11
1. Czym jest internet rzeczy? .....	21
1.1. Architektury rozwiązań internetu rzeczy .....	24
1.2. Modele referencyjne .....	29
1.2.1. Model ITU-T .....	29
1.2.2. Model 8 warstwowy .....	30
1.2.3. Model W3C .....	32
1.2.4. Model IIC .....	34
1.3. Problemy konstrukcyjne .....	34
1.4. Problemy badawcze .....	38
1.5. Podsumowanie .....	40
2. Bezpieczeństwo systemów komunikujących się .....	43
2.1. Zagrożenia dotyczące systemów IoT .....	43
2.2. Podstawowe usługi bezpieczeństwa .....	46
2.2.1. Poufność .....	46
2.2.2. Integralność .....	48
2.2.3. Uwierzytelnienie .....	49
2.2.4. PKI i sieci zaufania .....	50
2.3. Mechanizmy bezpieczeństwa w stosie protokołów .....	53
2.3.1. SSL/TLS .....	53
2.3.2. SSH .....	55
2.3.3. IPsec .....	57
2.3.4. Mechanizmy bezpieczeństwa w warstwie łącza danych .....	58
2.4. Mechanizmy bezpieczeństwa dla usług i aplikacji WWW .....	59
2.4.1. Security Assertion Markup Language (SAML) .....	60
2.4.2. OAuth .....	61
2.4.3. OpenID Connect (OIDC) .....	63
2.5. Wyzwania bezpieczeństwa IoT .....	64
2.6. Podsumowanie – bezpieczeństwo systemów IoT .....	69
3. Komunikacja na poziomie aplikacji .....	71
3.1. Terminologia .....	72
3.2. Identyfikacja rzeczy i urządzeń IoT .....	72
3.2.1. RFID i EPC .....	73

3.2.2. Identyfikatory definiowane przez IEEE.....	75
3.2.3. UUID.....	76
3.2.4. Klucze kryptograficzne i HIP.....	77
3.2.5. Przesłanki do budowy systemów identyfikacji.....	78
3.3. Technologie WWW.....	78
3.3.1. Wykrywanie udostępnianych zasobów.....	80
3.3.2. REST.....	81
3.3.3. WebSocket.....	84
3.3.4. Języki specyfikacji danych i API WWW dla WoT.....	85
3.3.5. Specyfikacje semantyczne dla systemów IoT.....	92
3.4. Dedykowane protokoły wymiany wiadomości.....	95
3.4.1. CoAP.....	96
3.4.2. MQTT.....	99
3.4.3. STOMP.....	102
3.4.4. XMPP.....	103
3.4.5. WAMP.....	104
3.4.6. AMQP.....	105
3.4.7. DDS.....	107
3.4.8. OPC UA.....	109
3.4.9. Wybór protokołów wymiany wiadomości.....	110
3.5. Podsumowanie – komunikacja na poziomie aplikacji.....	111
4. Warstwy transportu i sieci.....	113
4.1. Protokoły transportu.....	113
4.2. Warstwa sieci.....	115
4.2.1. IPv6.....	115
4.2.2. Routing.....	119
4.2.3. Wykrywanie i autokonfiguracja interfejsów sieciowych.....	121
4.3. Podsumowanie – warstwa transportu i sieci.....	125
5. Sieci bezprzewodowe.....	127
5.1. Podstawy komunikacji radiowej.....	127
5.1.1. Zakres częstotliwości.....	127
5.1.2. Organizacja kanałów radiowych.....	128
5.1.3. Energochłonność komunikacji.....	131
5.2. Standardy komunikacji.....	132
5.2.1. Bluetooth.....	132
5.2.2. IEEE 802.15.4.....	137
5.2.3. ZigBee.....	140
5.2.4. 6LowPAN.....	142
5.2.5. Thread.....	143
5.2.6. Inne standardy komunikacji na małe odległości.....	146
5.2.7. Inne standardy komunikacji na duże odległości.....	149
5.3. Podsumowanie – sieci bezprzewodowe.....	155
6. Słowo na zakończenie.....	157
Literatura.....	159