

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