



Instytut Łączności

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

LABORATORIUM BADAŃ EMC

UL. SWOJCZYCKA 38, 51-501 WROCŁAW

T: (+48) 71 3699 853 F: (+48) 71 3728 878

E-mail: lb-emc@il-pib.pl www.il-pib.pl/emc-badania

Sprawozdanie nr 0110101019/RLAN_KAT02

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

poziomów natężenia pola elektrycznego wytwarzanego
przez punkty dostępowe sieci RLAN,
wykonanych w ramach umowy nr 1/DT/2019 z dnia 13 maja 2019 r.

WROCŁAW

2019

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

Nr 0110101019/RLAN_KAT02

1. Laboratorium prowadzące badania

Instytut Łączności – PIB, Laboratorium Badań EMC (LB-EMC), ul. Swojczycka 38, 51-501 Wrocław, Polska. tel.: +48 71 36 99 803 faks: +48 71 37 28 878 e-mail: lb-emc@il-pib.pl

2. Zleceniodawca badań

Ministerstwo Cyfryzacji, ul. Królewska 27, 00-060 Warszawa, Polska.
--

Umowa:	nr 1/DT/2019 z dnia 13 maja 2019 r.
--------	-------------------------------------

3. Przedmiot badań

Nazwa:	Sieć punktów dostępowych RLAN zlokalizowana w budynku Szkoły Podstawowej nr 37 w Katowicach, ul. Lompy 17, 40-959 Katowice
--------	--

4. Cel badań

Badania zgodności z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2003, Nr 192, poz. 1883).

Uwaga: Ocena zgodności z poziomami dopuszczalnymi przeprowadzana jest zgodnie z mającymi zastosowanie wymaganiami normy PN-EN 62311:2010.

5. Normy i wymagania

- a) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów. (Dz. U. 2003, nr 192, poz. 1883).
- b) PN-EN 62232:2018. Wyznaczanie natężenia pola RF, gęstości mocy i SAR w otoczeniu radiokomunikacyjnych stacji bazowych dla oceny poziomu ekspozycji człowieka. (EN 62232:2017, IDT).

- c) PN-EN 50413:2009 +A1:2014. Norma podstawowa w zakresie metod pomiarów i obliczeń ekspozycji ludzi w polach elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych (0 Hz-300 GHz). (EN 50413:2008 +A1:2013, IDT).
- d) PN-EN 62311:2010. Ocena urządzeń elektronicznych i elektrycznych w odniesieniu do ograniczeń ekspozycji ludności w polach elektromagnetycznych (0 Hz-300 GHz). (EN 62311:2008, IDT).
- e) ECC/DEC/(04)08. ECC Decision of 09 July 2004 on the harmonised use of the 5 GHz frequency bands for the implementation of Wireless Access Systems including Radio Local Area Networks (WAS/RLANs).
- f) IEEE Std. 802.11-2012: IEEE Standard for Information Technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.

6. Okres prowadzenia badań

Pomiary rozpoczęto: 11.06.2019 r.
Pomiary zakończono: 11.06.2019 r.
Analizę wyników pomiarów zakończono: 18.07.2019 r.

7. Miejsce badań

Szkoła Podstawowa nr 37 w Katowicach
Adres: ul. Lompy 17, 40-959 Katowice.

8. Prowadzący badania

inż. Bartosz Głowacz,
inż. Bartosz Połec.

9. Dokumentacja badanej sieci RLAN

Dokumentacja uzyskana ze strony internetowej producenta punktu dostępowego:
dl.ubnt.com/datasheets/unifi/UniFi_AP_DS.pdf

10. Opis punktów dostępowych sieci RLAN

W budynku Szkoły Podstawowej nr 37 w Katowicach znajduje się siedem punktów dostępowych sieci RLAN. Punkty dostępowe RLAN pracują 24 h/dobę. Oznakowanie modelu punktów dostępowych ustalono na podstawie naklejki na punkcie dostępowym.

Punkt dostępowy model UniFi UAP (przyjęte oznakowanie: I ÷ VII, por. p. C w Załączniku nr 1):

- producent: UniFi;
- wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11 b/g/n;
- zakres częstotliwości: od 2400 MHz do 2483,5 MHz;
- deklarowana moc nadajnika: $P_{e.i.r.p} \leq 20,0 \text{ dBm}$ (100 mW).

11. Program badań

W celu sprawdzenia zgodności z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2003. nr 192, poz. 1883), wykonano pomiary natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez punkty dostępowe sieci RLAN w paśmie częstotliwości 2,4 GHz, w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm. Lokalizacje pionów pomiarowych na korytarzach, oraz w innych pomieszczeniach budynku przedstawiono na Rys. 1a ÷ Rys. 1c w Załączniku nr 1.

12. Metoda i wyniki badań

Zgodnie z regulacjami obowiązującymi w UE mogą być używane urządzenia RLAN o następujących parametrach:

- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 2400 MHz do 2483,5 MHz, z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 20,0$ dBm (100 mW)^{/*}; bez ograniczeń dotyczących miejsca instalacji wewnątrz lub na zewnątrz pomieszczeń.^{/**}
- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 5150 MHz do 5350 MHz, z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 23,0$ dBm (200 mW)^{/*}; dopuszczalne stosowanie wyłącznie wewnątrz pomieszczeń.^{/**}
- w zakresie częstotliwości nadajnika i odbiornika od 5470 MHz do 5725 MHz z równoważną mocą promieniowaną izotropowo (e.i.r.p.): $\leq 30,0$ dBm (1 W)^{/*}; dopuszczalne stosowanie zarówno wewnątrz, jak również na zewnątrz pomieszczeń.^{/**}

^{/*} Maksymalna moc emisji nadajnika (moc w czasie "burst").

^{/**} Zgodnie z Decyzją ECC/DEC/(04)08 z dnia. 9.07.2004 r. z późn. zmianami.

Urządzenia RLAN wykorzystują kanały radiowe do nadawania i odbioru w trybie z podziałem czasu (TDD). Punkt dostępowy RLAN, nadaje zawsze w regularnych odstępach czasu ramkę sygnału identyfikującego sieć (beacon frame), niezależnie czy jest, czy nie jest, w trakcie sesji komunikacji danych z terminalem/terminalami. Po tym sygnale mogą być nadawane dane do terminali, następnie odbierane dane z terminali. Współczynnik wypełnienia emisji definiowany jako stosunek czasu nadawania (T_{TX}) do okresu powtarzania ramki sygnału identyfikacji (T_{BEACON}), a więc także średnia moc emisji, zmienia się zależnie od aktualnych potrzeb sieci. Jednakże moc średnia emisji punktu dostępowego, niezależnie od obsługiwanego ruchu jest zawsze mniejsza od szczytowej mocy emisji zmierzonej podczas ramki sygnału identyfikacji sieci. Zatem wyniki pomiaru określone na podstawie mocy sygnału identyfikującego sieć są zawsze przyjmowane z nadmiarem.

Zgodnie z Tabelą 2 w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 30.10.2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów, w zakresie częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz parametrem charakteryzującym pole elektromagnetyczne może być wartość natężenia pola elektrycznego (E), albo gęstość mocy pola elektromagnetycznego (S). W niniejszym sprawozdaniu jako parametr charakteryzujący pole elektromagnetyczne o częstotliwościach wytwarzanych przez punkty dostępowe sieci RLAN (por. p. 12.1) przyjęto wartość skuteczną natężenia pola elektrycznego E [V/m] obliczaną zgodnie z formułą:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2},$$

gdzie: E_1 , E_2 , E_3 są zmierzonymi wartościami skutecznymi składowych pola elektrycznego w danej lokalizacji dla zakresów częstotliwości wymienionych w p. 12.1.

Wartość graniczna natężenia pola elektrycznego określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska wynosi 7 V/m.

Zgodnie z metodyką opisaną w ww. Rozporządzeniu w wybranych lokalizacjach pomiary wykonano przemieszczając antenę przyrządu pomiarowego wzdłuż linii pionowej (w pionach pomiarowych) na wysokościach od 0,3 m do 2 m nad powierzchnią ziemi albo inną powierzchnią, na której mogą przebywać ludzie, przyjmując i notując jako wyniki pomiarów w danej lokalizacji maksymalne poziomy poszczególne, zidentyfikowanych składowych pola elektrycznego.

Wszystkie pomiary natężenia wykonano za pomocą selektywnego miernika promieniowania (Selective Radiation Meter) firmy Narda Safety Solutions GmbH model SRM-3006, wyposażonego w izotropową antenę do pomiaru składowej pola elektrycznego model 3502/01.

Nastawy miernika SRM-3006 zastosowane do pomiaru pola wytwarzanego przez punkty dostępowe sieci RLAN opisano w p. 12.1. Metodę oszacowania niepewności pomiaru opisano w p. 12.2.

12.1. Punkty dostępowe sieci RLAN

Przyjęte granice zakresów częstotliwości przeznaczonych dla punktów dostępowych sieci RLAN podano w Tabeli 1.

Tabela 1: Zakresy częstotliwości przeznaczone dla punktów dostępowych sieci RLAN

Lp.	F_{\min}	F_{\max}
	[MHz]	[MHz]
1.	2400,0	2483,5
2.	5150,0	5350,0
3.	5470,0	5725,0

Nastawy miernika model SRM-3006 do pomiarów natężenia pola:

Wykorzystano domniemane nastawy miernika wynikające z przyjętych do badań zakresów częstotliwości.

12.2. Oszacowanie niepewności pomiaru

Metodę oszacowania niepewności pomiaru wykonanego za pomocą stosowanego przyrządu firmy Narda składającego się z:

- selektywnego miernika natężenia pola model SRM-3006;
- izotropowej anteny pomiarowej do pomiaru składowej pola elektrycznego model 3502/01;

przedstawiono w Tabeli 2 oraz Tabeli 3. Oszacowane wartości rozszerzonej niepewności pomiaru wyrażone w [%] przedstawiono w Tabeli 4.

Tabela 2: Oszacowanie górnej granicy niepewności pomiaru

Źródło niepewności	Odniesienie	Wartość A [dB]	Rozkład	Dzielnik B	Niepewność standardowa $u = A/B$	u^2
Wyposażenie pomiarowe						
Temperatura i wilgotność powietrza	Dokumentacja przyrządu	0,5	prostokątny	1,73	0,29	0,08
Szum tła	Eksperyment	0,5	normalny	2	0,25	0,06
Wzorcowanie	Świadectwo wzorcowania przyrządu	1,2	normalny	2	0,61	0,37
Kombinowana dla przyrządu pomiarowego z anteną	Dokumentacja przyrządu 2000 MHz < F < 4000 MHz	+2,0	normalny	2	1,00	1,00
	Dokumentacja przyrządu 5000 MHz < F < 6000 MHz	+2,9	normalny	2	1,45	2,10
Metoda badania						
Wpływ osoby wykonującej pomiar	Eksperyment	0,5	prostokątny	1,73	0,29	0,08
Błąd odczytu wskazania przyrządu pomiarowego	Przyrząd z wyświetlaczem cyfrowym	0,0	trójkątny	2,45	0,0	0,0
Otoczenie						
Zaburzenie pomiaru przez np. duże obiekty przemieszczające się	Brak dużych przemieszczających się obiektów	0,0	prostokątny	1,73	0,0	0,0
Uśrednianie przestrzenne	Pomiar wartości maksymalnej	0,0	prostokątny	1,73	0,0	0,0
Kombinowana niepewność pomiaru u_c [dB]			Dla 2000 MHz < F < 4000 MHz		+1,26	
			Dla 5000 MHz < F < 6000 MHz		+1,64	
Współczynnik rozszerzenia k dla poziomu ufności 95%					1,96	
Rozszerzona niepewność pomiaru $U = k \times u_c$ [dB]			Dla 2000 MHz < F < 4000 MHz		+2,5	
			Dla 5000 MHz < F < 6000 MHz		+3,2	

Tabela 3: Oszacowanie dolnej granicy niepewności pomiaru

Źródło niepewności	Odniesienie	Wartość A [dB]	Rozkład	Dzielnik B	Niepewność standardowa $u = A/B$	u^2
Wyposażenie pomiarowe						
Temperatura i wilgotność powietrza	Dokumentacja przyrządu	0,5	prostokątny	1,73	0,29	0,08
Szum tła	Eksperyment	0,5	normalny	2	0,25	0,06

Źródło niepewności	Odniesienie	Wartość A [dB]	Rozkład	Dzielnik B	Niepewność standardowa $u = A/B$	u^2
Wzorcowanie	Świadectwo wzorcowania przyrządu	1,2	normalny	2	0,61	0,37
Kombinowana dla przyrządu pomiarowego z anteną	Dokumentacja przyrządu 2000 MHz < F < 4000 MHz	-2,6	normalny	2	1,30	1,69
	Dokumentacja przyrządu 5000 MHz < F < 6000 MHz	-4,3	normalny	2	2,15	4,62
Metoda badania						
Wpływ osoby wykonującej pomiar	Eksperyment	0,5	prostokątny	1,73	0,29	0,08
Błąd odczytu wskazania przyrządu pomiarowego	Przyrząd z wyświetlaczem cyfrowym	0,0	trójkątny	2,45	0,0	0,0
Otoczenie						
Zaburzenie pomiaru przez np. duże obiekty przemieszczające się	Brak dużych przemieszczających się obiektów	0,0	prostokątny	1,73	0,0	0,0
Uśrednianie przestrzenne	Pomiar wartości maksymalnej	0,0	prostokątny	1,73	0,0	0,0
Kombinowana niepewność pomiaru u_c [dB]				Dla 2000 MHz < F < 4000 MHz		-1,51
				Dla 5000 MHz < F < 6000 MHz		-2,29
Współczynnik rozszerzenia k dla poziomu ufności 95%						1,96
Rozszerzona niepewność pomiaru $U = k \times u_c$ [dB]				Dla 2000 MHz < F < 4000 MHz		-3,0
				Dla 5000 MHz < F < 6000 MHz		-4,5

Tabela 4: Oszacowane wartości rozszerzonej niepewności pomiarów

Zakres częstotliwości	Rozszerzona niepewność pomiaru			
	+U [dB]	-U [dB]	+U [%]	-U [%]
2000 MHz < F < 4000 MHz	+2,5	-3,0	+33,0	-28,9
5000 MHz < F < 6000 MHz	+3,2	-4,5	+44,9	-40,3

Oszacowana rozszerzona niepewność pomiaru ($k = 1,96$) natężenia pola E przekracza $\pm 30\%$. Ocena zgodności z wartością graniczną (7 V/m) przeprowadza się (zgodnie z p. 6 normy PN-EN 62311:2010) uwzględniając niepewność pomiaru, tj. porównując wartość zmierzoną powiększoną o wartość niepewności pomiaru z wartością graniczną.

Wyniki pomiarów natężenia pól elektromagnetycznych w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN przedstawiono w Załączniku nr 1, który jest integralną częścią niniejszego sprawozdania. Wyniki te dotyczą sytuacji aktualnej w dniu przeprowadzenia pomiarów.

13. Wykaz aparatury pomiarowej

Wykaz aparatury pomiarowej stosowanej w badaniach podano w Tabeli 5.

Tabela 5: Wykaz aparatury pomiarowej

Lp.	Nazwa	Model	Numer	Producent	Aktualne świadectwo wzorcowania
1.	Miernik temperatury i wilgotności	D3121	06910142	COMET	Tak
2a.	Selektywny miernik natężenia pola	SRM-3006	O-0024	Narda Safety Test Solutions GmbH	Tak
2b.	Izotropowa antena pomiarowa składowej pola elektrycznego	3501/01	G-0162		

14. Podsumowanie przeprowadzonych badań

Biorąc pod uwagę:

- wymagania, określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów w miejscach dostępnych dla ludności (Dz. U. 2003, nr 192, poz. 1883);
- wyniki badań poziomów pola elektromagnetycznego, wykonanych w punktach pomiarowych przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c w Załączniku nr 1 do niniejszego sprawozdania;

stwierdza się, że w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN, zlokalizowanej w budynku Szkoły Podstawowej nr 37 w Katowicach obliczone, na podstawie wyników pomiarów selektywnych częstotliwościowo, wartości natężenia pola elektrycznego z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru (przedział ufności 95%), we wszystkich 24 z 24 punktów pomiarowych, nie przekraczają wartości granicznej 7 V/m ustalonej w ww. rozporządzeniu Ministra Środowiska.

ZAŁĄCZNIKI DO SPRAWOZDANIA Z BADAŃ

Nr 0110101019/RLAN_KAT02

str.:

- Załącznik nr 1: Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe sieci RLAN 11
- Załącznik nr 2: Fotografia punktów dostępowych badanej sieci RLAN 15

ZAŁĄCZNIK NR 1

Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe sieci RLAN

A. Przedmiot i miejsce badań

Badano: Natężenie pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzane przez punkty dostępowe sieci RLAN.

Badania wykonano w pionach pomiarowych na korytarzach, w salach lekcyjnych oraz w pomieszczeniach, w miejscach, w których jest możliwe przebywanie uczniów, nauczycieli i pracowników szkoły (por. Rys. 1a ÷ Rys. 1c).

B. Warunki badań

Pomiary w punktach wyznaczonych na korytarzach, w salach lekcyjnych oraz w pomieszczeniach, wykonano w następujących warunkach:

Temperatura	+25°C ±2°C
Wilgotność względna	43% ±5%

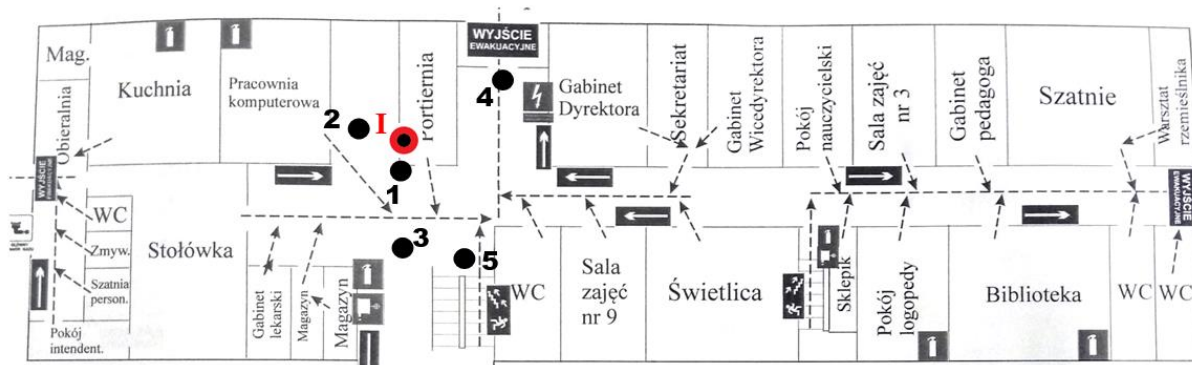
Pomiary natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN wykonano w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm stosując procedurę opisaną w p. 12.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. wartości natężenia pola elektrycznego, wyrażone w V/m, zaokrąglono do jednego miejsca po przecinku.

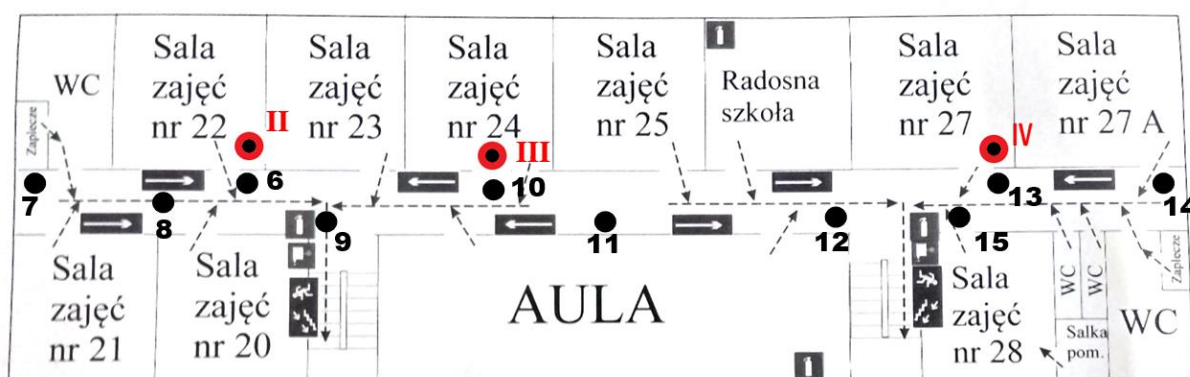
W niniejszym sprawozdaniu niepewność wyników pomiaru podano w postaci niepewności rozszerzonej ($k = 1,96$), której odpowiada poziom ufności 95%.

C. Badany obiekt

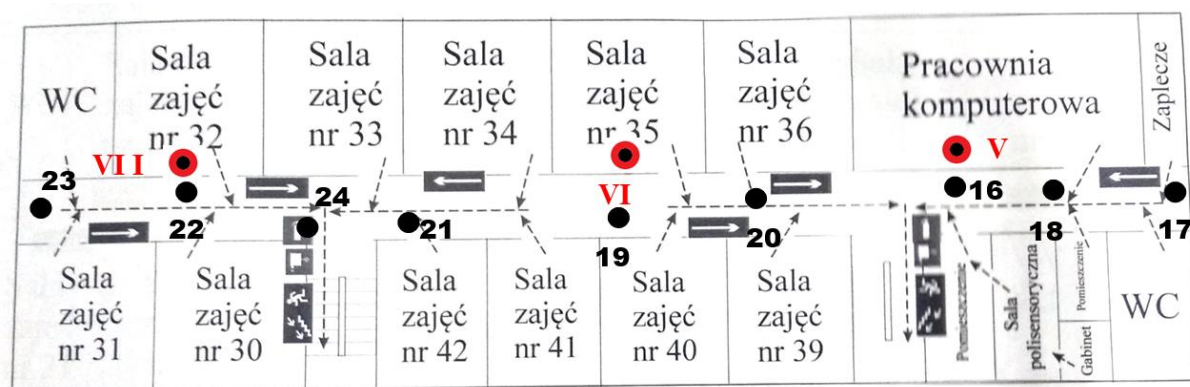
Lokalizacje punktów pomiarowych przedstawiono na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.



Rys. 1a: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – parter, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępowych



Rys. 1b: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – I piętro, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępowych



Rys. 1c: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych – II piętro, kolorem czerwonym oznaczono lokalizację punktów dostępowych

Legenda:

1 ÷ 24 – punkty pomiarowe,

I ÷ VII – punkty dostępowe model UniFi UAP (por. opis w p. 10).

D. Wyniki badań

D.1 Szczegółowe wartości natężenia pól elektrycznych, w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm, pomiary selektywne częstotliwościowo w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN

W Tabeli D.1 przedstawiono wartości natężenia pól elektrycznych E_{zm} zmierzone selektywnie częstotliwościowo oraz odpowiednie wartości obliczone z uwzględnieniem niepewności pomiaru $E-U\%$ oraz $E+U\%$ w punktach od 1 do 24, przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.

Tabela D.1: Zestawienie wyników pomiarów natężenia pól elektrycznych, pomiary selektywne częstotliwościowo w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN

1	2	3	4	5	6	7	8
Lok.	F ₁	F ₂	Wykorzystanie częstotliwości	E _{zm}	E	E-U%	E+U%
	[MHz]	[MHz]		[V/m]	[V/m]	[V/m]	[V/m]
1./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,9	1,9	1,4	2,5
2./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,9	1,9	1,4	2,5
3.	2400,0	2483,5	RLAN	1,9	1,9	1,4	2,5
4.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,1	0,3
5.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,1	0,3
6.	2400,0	2483,5	RLAN	1,1	1,1	0,8	1,5
7.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,3	0,5
8.	2400,0	2483,5	RLAN	0,5	0,5	0,4	0,7
9.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,1	0,3
10.	2400,0	2483,5	RLAN	0,9	0,9	0,6	1,2
11.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,3	0,5
12.	2400,0	2483,5	RLAN	1,2	1,2	0,9	1,6
13.	2400,0	2483,5	RLAN	1,3	1,3	0,9	1,7
14.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,1	0,3
15.	2400,0	2483,5	RLAN	0,8	0,8	0,6	1,1
16.	2400,0	2483,5	RLAN	1,3	1,3	0,9	1,7
17.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,3	0,5
18.	2400,0	2483,5	RLAN	0,3	0,3	0,2	0,4
19.	2400,0	2483,5	RLAN	1,2	1,2	0,9	1,6
20.	2400,0	2483,5	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
21.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,1	0,3
22.	2400,0	2483,5	RLAN	0,8	0,8	0,6	1,1
23.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,3	0,5
24.	2400,0	2483,5	RLAN	0,3	0,3	0,2	0,4

/* Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym lub w bezpośrednim sąsiedztwie.

ZAŁĄCZNIK NR 2

Fotografia punktu dostępowego badanej sieci RLAN



Fot. 1: Zdjęcie punktu dostępowego model UniFi UAP