



INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

LABORATORIUM BADAŃ URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH

UL. SZACHOWA 1, 04-894 WARSZAWA

T: (+48) 22 5128 360 F: (+48) 22 5128 180 E-mail: lbut@itl.waw.pl www.itl.waw.pl/lbut

Sprawozdanie nr 0110101017/RLAN_01

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

poziomów natężenia pola elektrycznego wytwarzanego
przez punkty dostępowe sieci RLAN,
wykonanych w ramach umowy nr 1/DT z dnia 20 czerwca 2017 r.

WARSZAWA

2017

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

Nr 0110101017/RLAN_01

1. Laboratorium prowadzące badania

Instytut Łączności – PIB,
Laboratorium Badań Urządzeń Telekomunikacyjnych (LBUT),
ul. Szachowa 1,
04-894 Warszawa,
Polska.
tel.: +48 22 51 28 360
faks: +48 22 51 28 180
e-mail: lbut@itl.waw.pl

2. Zleceniodawca badań

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

Umowa: nr 1/DT z dnia 20 czerwca 2017 r., wraz z Aneks nr 1
z dnia 1 grudnia 2017 r.

3. Przedmiot badań

Nazwa: Sieć punktów dostępowych RLAN zlokalizowana w budynku głównym
Instytutu Łączności – PIB, Warszawa, ul. Szachowa 1.

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).

5. Normy i wymagania

- 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)
- PN-EN 50492:2009+A1:2014. Norma podstawowa dotycząca miejscowych pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych związanych z ekspozycją ludzi w otoczeniu stacji bazowych. (EN 50492:2008 +A1:2014, IDT)
- 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) IEC 62232 Edition 1.0. 2011-05. Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure.
- e) 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)
- f) 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).
- g) 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: 11.12.2017 r.

Pomiary zakończono: 12.12.2017 r.

Analizę wyników pomiarów zakończono: 13.12.2017 r.

7. Miejsce badań

Budynek główny Instytutu Łączności – PIB.

Adres: ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa.

8. Prowadzący badania

Arkadiusz Kalinowski,

mgr inż. Maksym Ostrowski.

9. Dokumentacja badanej sieci RLAN

Dokumentacja uzyskana od administratora sieci RLAN:

- a. Cisco Systems, Inc. 12.2006. Cisco Aironet 1000 Series Lightweight Access Points. Data Sheet. *Dokumentacja techniczna rodziny punktów dostępowych, w tym punktu dostępowego model AIR-LAP1131AG-E-K9.*  datasheet_c78-341653.pdf
- b. Cisco Systems, Inc. 09.2009. Cisco Aironet 1130AG Series IEEE 802.11A/B/G Access Point. Data Sheet. *Dokumentacja techniczna rodziny punktów dostępowych, w tym punktu dostępowego model AIR-LAP1131AG-E-K9.*  datasheet_c78-338069.pdf
- c. Cisco Systems, Inc. 11.2016. Cisco Aironet 2700 Series Access Points. Data Sheet. *Dokumentacja techniczna rodziny punktów dostępowych, w tym punktu dostępowego model AIR-AP2702I-UXK9.*  datasheet_c78-730593.pdf

10. Opis punktów dostępowych sieci RLAN

W budynku głównym Instytutu Łączności – PIB punkty dostępowe sieci RLAN są zainstalowane na korytarzach na podwieszonych sufitach. Na podstawie dokumentacji uzyskanej od administratora sieci ustalono, że w sieci są wykorzystywane następujące modele punktów dostępowych:

- Model: AIR-AP1020-E-K9:
 - producent: Cisco Systems, Inc.;
 - wykonanie zgodne z normą IEEE 802.11 a/b/g;
 - zakresy częstotliwości i deklarowana moc nadajnika:
 - od 2400 MHz do 2483,5 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 20,0$ dBm (100 mW),
 - od 5150 MHz do 5350 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 17,0$ dBm (50 mW),
 - od 5470 MHz do 5725 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 17,0$ dBm (50 mW).
- Model: AIR-LAP1131AG-E-K9:
 - producent: Cisco Systems, Inc.;
 - wykonanie zgodne z normą IEEE 802.11 a/b/g;
 - zakresy częstotliwości i deklarowana moc nadajnika:
 - od 2400 MHz do 2483,5 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 20,0$ dBm (100 mW),
 - od 5150 MHz do 5350 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 17,0$ dBm (50 mW),
 - od 5470 MHz do 5725 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 17,0$ dBm (50 mW).
- Model: AIR-AP2702I-UXK9:
 - producent: Cisco Systems, Inc.;
 - wykonanie zgodne z normą IEEE 802.11 a/b/g/n/ac;
 - zakresy częstotliwości i deklarowana moc nadajnika:
 - od 2400 MHz do 2483,5 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 20,0$ dBm (100 mW),
 - od 5150 MHz do 5350 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 23,0$ dBm (200 mW),
 - od 5470 MHz do 5725 MHz, $P_{e.i.r.p.} \leq 23,0$ dBm (200 mW).

Punkty dostępowe RLAN pracują 24 h/dobę w trybie z dynamicznym wyborem kanału radiowego.

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 pasmach częstotliwości 2,4 GHz oraz 5 GHz, w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm. Lokalizacje pionów pomiarowych na korytarzach dwóch kondygnacji budynku oraz na otwartym powietrzu przedstawiono na Rys. 1a, Rys. 1b oraz na Rys. 2 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 poszczególnych, 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	u²
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 × 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
Wypożyczenie 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	−2,6	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 × 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

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 świadcstwo wzorcowania
1.	Miernik temperatury i wilgotności	HMI 41	IL 801.1111352	VAISALA	Tak
2a.	Selektywny miernik natężenia pola	SRM-3006	O-0019	Narda Safety Test Solutions GmbH	Tak
2b.	Izotropowa antena pomiarowa składowej pola elektrycznego	3502/01	G-0164		

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 pól elektromagnetycznych wykonanych w punktach pomiarowych przedstawionych na Rys. 1a, Rys. 1b oraz na Rys. 2 w Załączniku nr 1 do niniejszego sprawozdania;

stwierdza się, że w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN, zlokalizowanej w budynku głównym Instytutu Łączności – PIB, Warszawa, ul. Szachowa 1:

- a) zmierzone, w trakcie pomiarów selektywnych częstotliwościowo, maksymalne wartości natężenia pola elektrycznego we wszystkich 53 z 53 punktów pomiarowych, nie przekraczają wartości granicznej 7 V/m ustalonej w ww. rozporządzeniu Ministra Środowiska;
- b) obliczone, na podstawie wyników pomiarów selektywnych częstotliwościowo, wartości średniokwadratowe natężenia pola elektrycznego z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru (przedział ufności 95%), we wszystkich 53 z 53 punktów pomiarowych, nie przekraczają wartości granicznej 7 V/m ustalonej w ww. rozporządzeniu Ministra Środowiska.

Badania wykonali:

Arkadiusz Kalinowski 

mgr inż. Maksym Ostrowski 

Sprawozdanie sporządzili:

mgr inż. Rafał Pawlak 

Arkadiusz Kalinowski 

Sprawdził i zatwierdził:

Kierownik Laboratorium Badań Urządzeń Telekomunikacyjnych
odpowiedzialny za techniczną prawomocność sprawozdania

mgr inż. Aleksander Orłowski 

1. Integralną częścią niniejszego sprawozdania są Załączniki: nr 1, nr 2.
2. Niniejsze sprawozdanie może być powielane wyłącznie w całości. Fragmentaryczne kopiowanie tego dokumentu wymaga pisemnej zgody Laboratorium Badań Urządzeń Telekomunikacyjnych Instytutu Łączności i wyraźnego stwierdzenia, że jest to część sprawozdania z badań.
3. Wyniki pomiarów przedstawione w sprawozdaniu odnoszą się do sytuacji aktualnej w dniu wykonania badań.

ZAŁĄCZNIKI DO SPRAWOZDANIA Z BADAŃ

Nr 0110101017/RLAN01

str.:

- Załącznik nr 1: Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe sieci RLAN 12
- Załącznik nr 2: Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN 22

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 oraz na otwartym powietrzu, w miejscach w których jest możliwe przebywanie pracowników i gości (por. Rys. 1a, Rys. 1b oraz Rys. 2), w godzinach pracy biurowej. W związku z tym wyniki pomiarów lokalnie mogą uwzględniać moc promieniowaną przez terminale użytkowników sieci.

B. Warunki badań

Pomiary w punktach wyznaczonych na korytarzach wykonano w następujących warunkach:

Temperatura	$+22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna	$35\% \pm 5\%$

Pomiary w punktach wyznaczonych na otwartym powietrzu wykonano w następujących warunkach:

Temperatura	$+9^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna	$50\% \pm 5\%$
Opady	brak

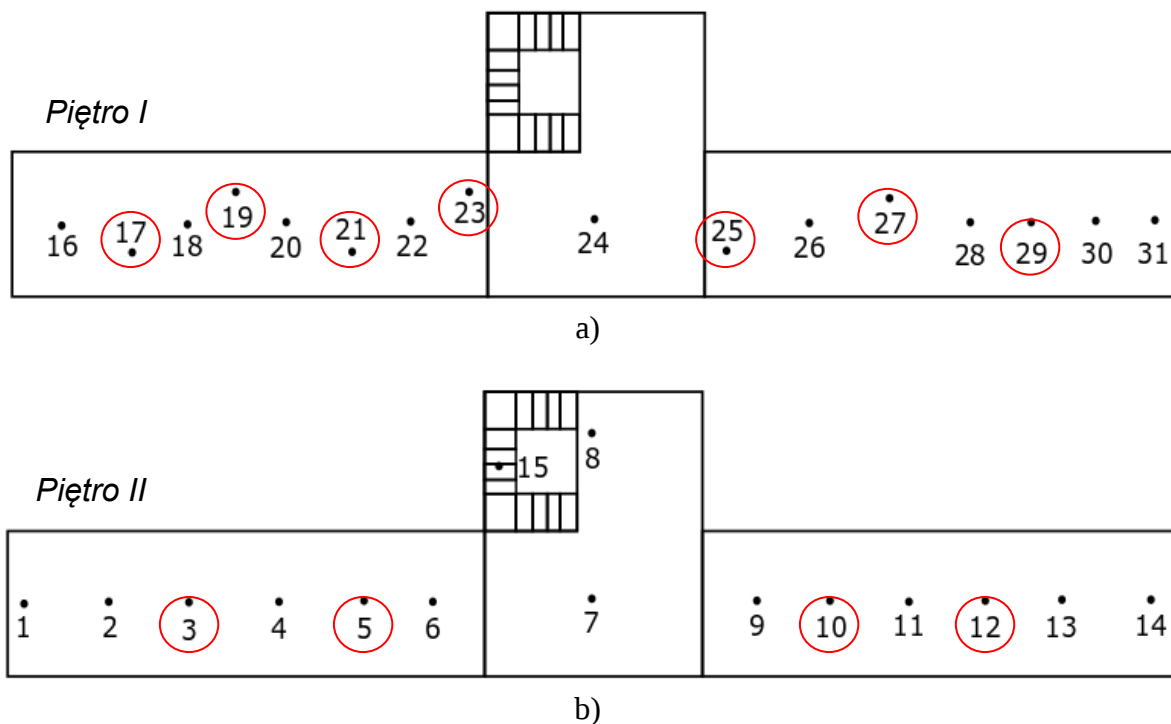
Pomiary natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych sieci RLAN wykonano w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm stosując procedurę opisaną w p. 12.

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. 1b oraz na Rys. 2.



Rys. 1a, b: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych na korytarzach, kolorem czerwonym oznaczono pionory pomiarowe wykonane pod punktami dostępowymi,

- a) budynek główny, I piętro
- b) budynek główny, II piętro i klatka schodowa



Rys. 2: Plan rozmieszczenia punktów pomiarowych na otwartym powietrzu

D. Wyniki badań

D.1 Szczegółowe wartości natężenia pól elektrycznych, w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm, pomiary selektywne częstotliwościowo na korytarzach

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 31 przedstawionych na Rys. 1a oraz Rys. 1b.

Tabela D.1: Zestawienie wyników pomiarów natężenia pól elektrycznych, pomiary selektywne częstotliwościowo na korytarzach

1	2	3	4	5	6	7	8
Lok.	F ₁ [MHz]	F ₂ [MHz]	Wykorzystanie częstotliwości	E _{zm} [V/m]	E [V/m]	E+U% [V/m]	E-U% [V/m]
1.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
2.	2400,0	2483,5	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,3	0,3	0,4	0,2
	5470,0	5725,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,5	0,2
3./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,4	1,4	1,9	1,0
	5150,0	5350,0	RLAN	1,2	1,2	1,7	0,7
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					1,9	2,6	1,2
4.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
5./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,6	1,6	2,1	1,1
	5150,0	5350,0	RLAN	1,2	1,2	1,7	0,7
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,0	2,8	1,3
6.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,1	0,2	0,1
7.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1

/* Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym.

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]
8.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
9.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,5	0,5	0,7	0,3
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,5	0,7	0,3
10./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,6	1,6	2,1	1,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	1,2	1,2	1,7	0,7
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,0	2,8	1,3
11.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,1	0,2	0,1
12./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,4	1,4	1,9	1,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	1,1	1,1	1,6	0,6
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					1,8	2,5	1,2
13.	2400,0	2483,5	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,4	0,1
14.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
15.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
16.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,4	0,2
17./*	2400,0	2483,5	RLAN	1,3	1,3	1,7	0,9
	5150,0	5350,0	RLAN	1,1	1,1	1,6	0,6
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					1,7	2,4	1,1

/* Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym.

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]
18.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,4	0,2
19. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,3	1,3	1,7	0,9
	5150,0	5350,0	RLAN	1,1	1,1	1,6	0,6
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					1,7	2,4	1,1
20.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,4	0,2
21. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,4	1,4	1,9	1,0
	5150,0	5350,0	RLAN	1,2	1,2	1,7	0,7
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					1,9	2,6	1,2
22.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,4	0,2
23. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,8	1,8	2,4	1,3
	5150,0	5350,0	RLAN	0,9	0,9	1,3	0,5
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,0	2,7	1,4
24.	2400,0	2483,5	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,4	0,1
25. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,9	1,9	2,5	1,4
	5150,0	5350,0	RLAN	1,2	1,2	1,7	0,7
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,3	3,1	1,5
26.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,5	0,3
	5150,0	5350,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,5	0,7	0,3
27. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,6	1,6	2,1	1,1
	5150,0	5350,0	RLAN	1,3	1,3	1,9	0,7
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,1	2,9	1,4

^{/*} Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym.

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]
28.	2400,0	2483,5	RLAN	0,4	0,4	0,5	0,3
	5150,0	5350,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,5	0,7	0,3
29. ^{/*}	2400,0	2483,5	RLAN	1,6	1,6	2,1	1,1
	5150,0	5350,0	RLAN	1,9	1,9	2,8	1,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					2,5	3,5	1,6
30.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
31.	2400,0	2483,5	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,3	0,5	0,2

^{/*} Pion pomiarowy zlokalizowany pod punktem dostępowym.

Opis pól w Tabeli D.1:

1. Lok. – oznaczenie punktu pomiarowego;
2. E_{zm} – zmierzona wartość natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości;
3. E – wartość przyjęta do obliczeń;
4. E-U% – minimalna wartość natężenia pola elektrycznego E z uwzględnieniem rozszerzonej niepewności pomiaru;
5. E+U% – maksymalna wartość natężenia pola elektrycznego E z uwzględnieniem rozszerzonej niepewności pomiaru.

Niepewność pomiarów: zgodnie z Tabelą 4 w p. 12 sprawozdania.

Wartości graniczne: Dopuszczalna wartość skuteczna natężenia pola elektrycznego w miejscach dostępnych dla ludności w zakresie częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz wynosi 7 V/m.

Wniosek: Zmierzone, w trakcie pomiarów selektywnych częstotliwościowo, wartości natężenia pola elektrycznego, a także średniokwadratowe natężenie pola elektrycznego obliczone z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru, w punktach od 1 do 31 przedstawionych na Rys. 1a oraz na Rys. 1b, nie przekraczają wartości dopuszczalnej w miejscach dostępnych dla ludności.

Wykaz użytej aparatury: 1, 2a, 2b.

D.2 Szczegółowe wartości natężenia pól elektrycznych, w pionach pomiarowych na wysokości od 30 cm do 200 cm, pomiary selektywne częstotliwościowo na otwartym powietrzu

W Tabeli D.2 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 32 do 53 przedstawionych na Rys. 2.

Tabela D.2: Zestawienie wyników pomiarów natężenia pól elektrycznych, pomiary selektywne częstotliwościowo na otwartym powietrzu

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]
32.	2400,0	2483,5	RLAN	0,3	0,3	0,4	0,2
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,4	0,5	0,2
33.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
34.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
35.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
36.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
37.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
38.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
39.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1

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]
40.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
41.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
42.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
43.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
44.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
45.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
46.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
47.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
48.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
49.	2400,0	2483,5	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,4	0,1

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]
50.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
51.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
52.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1
53.	2400,0	2483,5	RLAN	< 0,1	0,0	0,0	0,0
	5150,0	5350,0	RLAN	0,1	0,1	0,1	0,1
	5470,0	5725,0	RLAN	0,2	0,2	0,3	0,1
Wartość średniokwadratowa natężenia pola elektrycznego					0,2	0,3	0,1

Opis pól w Tabeli D.2:

1. Lok. – oznaczenie punktu pomiarowego;
2. E_{zm} – zmierzona wartość natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości;
3. E – wartość przyjęta do obliczeń;
4. E-U% – minimalna wartość natężenia pola elektrycznego E z uwzględnieniem rozszerzonej niepewności pomiaru;
5. E+U% – maksymalna wartość natężenia pola elektrycznego E z uwzględnieniem rozszerzonej niepewności pomiaru.

Niepewność pomiarów: zgodnie z Tabelą 4 w p. 12 sprawozdania.

Wartości graniczne: Dopuszczalna wartość skuteczna natężenia pola elektrycznego w miejscach dostępnych dla ludności w zakresie częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz wynosi 7 V/m.

Wniosek: Zmierzone, w trakcie pomiarów selektywnych częstotliwościowo, wartości natężenia pola elektrycznego, a także średniokwadratowe natężenie pola elektrycznego obliczone z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru, w punktach od 32 do 53 przedstawionych na Rys. 2, nie przekraczają wartości dopuszczalnej w miejscach dostępnych dla ludności.

Wykaz użytej aparatury: 1, 2a, 2b.

----- Koniec Załącznika nr 1 -----

Badania wykonali:

A. Kalinowski


.....

M. Ostrowski


.....

Załącznik sporządzili:

A. Kalinowski

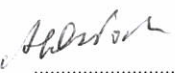

.....

R. Pawlak


.....

Sprawdził, zatwierdził i autoryzował: Kierownik LBUT:

A. Orłowski

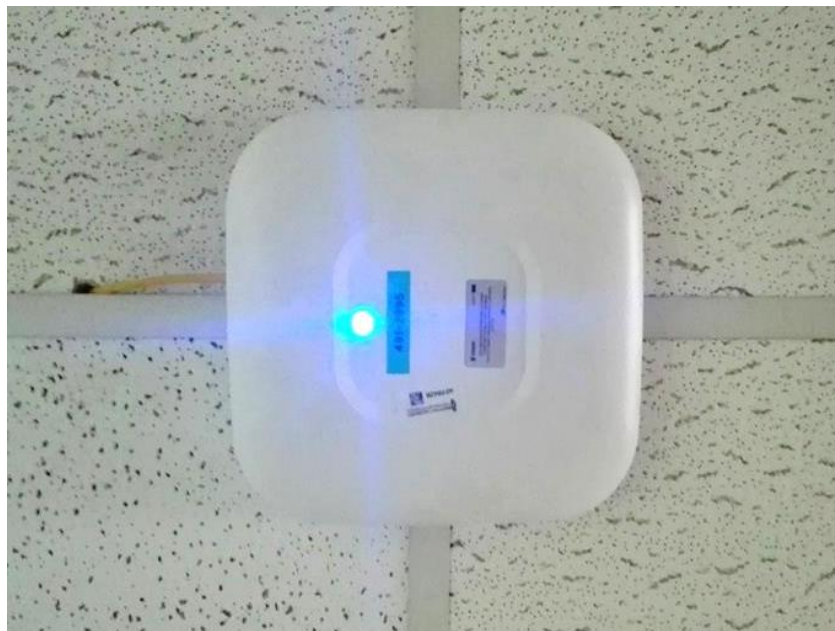

.....

ZAŁĄCZNIK NR 2

Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN



Fot. 1: Widok punktu dostępowego model AIR-LAP1131AG-E-K9



Fot. 2: Widok punktu dostępowego model AIR-AP2702I-UXK9



Fot. 3: Widok punktu dostępowego model AIR-AP1020-E-K9
