

Sprawozdanie nr 0110101010/RLAN\_LUB02

## **SPRAWOZDANIE Z BADAŃ**

poziomów natężenia pola elektrycznego  
wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN,  
wykonanych w ramach umowy nr 1/DT/2020 z dnia 13 lipca 2020 r.

WARSZAWA

2020

## SPRAWOZDANIE Z BADAŃ

Nr 0110101010/RLAN\_LUB02

### 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@il-pib.pl
--

### 2. Zleceniodawca badań

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

Umowa:	nr 1/DT/2020 z dnia 13 lipca 2020 r.
--------	--------------------------------------

### 3. Przedmiot badań

Nazwa obiektu:	Punkty dostępne RLAN zainstalowane w budynku Szkoły Podstawowej nr 4 im. Adama Mickiewicza, ul. Hiacyntowa 69, 20-143 Lublin.
----------------	---

### 4. Cel badań

Wykonanie pomiarów natężenia pola elektrycznego w środowisku z zastosowaniem metod opisanych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. (Dz. U. 2020 poz. 258) w otoczeniu punktów dostępowych radiowej sieci lokalnej (RLAN) zainstalowanych w pomieszczeniach budynku wymienionego w p. 3, w pionach pomiarowych wyznaczonych w miejscach dostępnych dla ludności.

Uwaga: Odstępstwo od metodyki zdefiniowanej w ww. Rozporządzeniu Ministra Klimatu ogranicza przydatność uzyskanych wyników badań do celów regulowanych przepisami prawa, w tym oceny zgodności natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN z dopuszczalnymi poziomami pól elektromagnetycznych w środowisku określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. (Dz. U. 2019 poz. 2448).

## 5. Normy i wymagania

- a) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448).
- b) Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2020 poz. 258).
- c) 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)<sup>/\*</sup>.  
<sup>/\*</sup> Zastępowana przez PN-EN 62232:2018.
- d) 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, IEC 62232:2017, IDT).
- e) PN-EN IEC 62311:2020. Ocena urządzeń elektronicznych i elektrycznych w odniesieniu do ograniczeń ekspozycji ludności w polach elektromagnetycznych (od 0 Hz do 300 GHz). (EN IEC 62311:2020, IEC 62311:2019, IDT).

## 6. Okres prowadzenia badań

Pomiary rozpoczęto: ..... 22.07.2020 r.

Pomiary zakończono:..... 22.07.2020 r.

Analizę wyników pomiarów zakończono:..... 12.11.2020 r.

## 7. Miejsce badań

Budynek Szkoły Podstawowej nr 4 im. Adama Mickiewicza

Adres: ul. Hiacyntowa 69, 20-143 Lublin

## 8. Prowadzący badania


Piotr Karpeta,

mgr inż. Tomasz Sędek,

mgr inż. Mikołaj Waszkiewicz.

## 9. Dokumentacja badanej sieci RLAN

Dokumentacja uzyskana ze strony internetowej producentów punktów dostępowych:

- a. Omada EAP.  EAP Datasheet.pdf
- b. Unifi Enterprise Wi-Fi System.  UniFi\_AP.pdf
- c. N300 Multi-Function Wi-Fi Router.  BR-6428nSv2\_Datasheet.pdf

## 10. Opis punktów dostępowych sieci RLAN

W budynku Szkoły Podstawowa nr 4 im. Adama Mickiewicza w Lublinie znajduje się siedem punktów dostępowych RLAN. Oznakowanie modelu punktów dostępowych ustalono na podstawie dokumentacji fotograficznej.

- Punkt dostępowy model EAP115-Wall (przyjęte oznakowanie: I, por. p. C w Załączniku nr 1):
  - producent: TP-Link;
  - wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11 b/g/n;
  - zakres częstotliwości: od 2400 MHz do 2483,5 MHz;
  - deklarowana moc nadajnika:  $P_{e.i.r.p} \leq 20,0$  dBm (100 mW).
- Punkt dostępowy model Unifi AP LR (przyjęte oznakowanie: II, IV, V, VI, VII por. p. C w Załączniku nr 1):
  - producent: Ubiquiti;
  - wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11 a/b/g/n;
  - zakres częstotliwości: od 2400 MHz do 2483,5 MHz;
  - deklarowana moc nadajnika:  $P_{e.i.r.p} \leq 20,0$  dBm (100 mW).
- Punkt dostępowy model BR-6428nS V2 (przyjęte oznakowanie: III, por. p. C w Załączniku nr 1):
  - producent: Edimax;
  - wykonanie: zgodne z normą IEEE 802.11 b/g/n;
  - zakres częstotliwości: od 2400 MHz do 2483,5 MHz;
  - deklarowana moc nadajnika:  $P_{e.i.r.p} \leq 20,0$  dBm (100 mW).

## 11. Program badań

Wykonanie selektywnych pomiarów oraz obliczeń natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN w pasmach częstotliwości 2,4 GHz, na wysokości od 0,3 m do 2 m, w wyznaczonych pionach pomiarowych. 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)<sup>/\*</sup>; bez ograniczeń dotyczących miejsca instalacji wewnątrz lub na zewnątrz pomieszczeń.<sup>/\*\*</sup>
- 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)<sup>/\*</sup>; dopuszczalne stosowanie wyłącznie wewnątrz pomieszczeń.<sup>/\*\*</sup>
- 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)<sup>/\*</sup>; dopuszczalne stosowanie zarówno wewnątrz, jak również na zewnątrz pomieszczeń.<sup>/\*\*</sup>

/\* *Maksymalna moc emisji nadajnika.*

\*\* *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 aktualnego ruchu w 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 Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, w zakresie częstotliwości od 10 MHz do 300 GHz parametrem charakteryzującym pole elektromagnetyczne może być wartość natężenia pola elektrycznego ( $E$ ), natężenia pola magnetycznego ( $H$ ), albo gęstość mocy pola elektromagnetycznego ( $S$ ). W niniejszym sprawozdaniu jako parametr charakteryzujący pole elektromagnetyczne o częstotliwościach wytwarzanych przez instalacje antenowe badanej stacji bazowej oraz inne źródła emisji przyjęto wartość skuteczną natężenia pola elektrycznego  $E$  [V/m].

Wartość dopuszczalna natężenia pola elektrycznego określona w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r., w zakresie częstotliwości 2 GHz ÷ 300 GHz wynosi:  $E = 61$  V/m.

Zgodnie z metodyką opisaną w ww. Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w wybranych lokalizacjach pomiary wykonano przemieszczając antenę przyrządu pomiarowego wzdłuż linii pionowej (w pionie pomiarowym) w punktach pomiarowych położonych na wysokościach od 0,3 m do 2 m nad powierzchnią podłogi, przyjmując i notując jako wyniki pomiarów w danej lokalizacji maksymalne poziomy poszczególnych, zidentyfikowanych składowych pola elektrycznego  $E_{zm}$  [V/m].

Pomiary natężenia pola elektrycznego  $E_{zm}$  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 natężenia pola elektrycznego wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN opisano w p. 12.1. Metodę oszacowania niepewności pomiaru opisano w p. 12.2.

## 12.1. Punkty dostępowe RLAN

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

Tabela 1: Zakresy częstotliwości przeznaczone dla punktów dostępowych RLAN

Lp.	F <sub>min</sub>	F <sub>max</sub>
	[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

Oszacowaną niepewności pomiarów wykonanych 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.

Tabela 2: 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

### 13. Wykaz aparatury pomiarowej

Wykaz aparatury pomiarowej stosowanej w badaniach podano w Tabeli 3.

Tabela 3: Wykaz aparatury pomiarowej

Lp.	Nazwa	Model	Numer	Producent	Aktualne świadectwo wzorcowania
1.	Miernik temperatury i wilgotności	HMI 41	Ł 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

Wyniki selektywnych pomiarów natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN, zainstalowanych w pomieszczeniach budynku Szkoły Podstawowa nr 4 im. Adama Mickiewicza w Lublinie z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru ( $k = 2$ ) przedstawiono w Załączniku nr 1, który jest integralną częścią niniejszego sprawozdania. Wyniki te dotyczą sytuacji aktualnej w dniu przeprowadzenia pomiarów.

Badania wykonali:

Sprawozdanie sporządzili:

Piotr Karpeta ..... inż. Jakub Kwiecień .....

mgr inż. Tomasz Sędek ..... mgr inż. Rafał Pawlak .....

mgr inż. Mikołaj Waszkiewicz .....

Sprawdził, zatwierdził i autoryzował:

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 0110101010/RLAN\_LUB02

str.:

- Załącznik nr 1: Wyniki badań natężenia pola elektrycznego o częstotliwości radiowej wytwarzanego przez punkty dostępowe RLAN ..... 9
- Załącznik nr 2: Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN ..... 16



## ZAŁĄCZNIK NR 1

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

#### A. Przedmiot i miejsce badań

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

Badania wykonano w pionach pomiarowych na korytarzach i 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 i w pomieszczeniach, wykonano w następujących warunkach:

Warunki środowiskowe	Początek badań	Koniec badań
Temperatura	+20°C ±2°C	+20°C ±2°C
Wilgotność względna	53% ±5%	48% ±5%

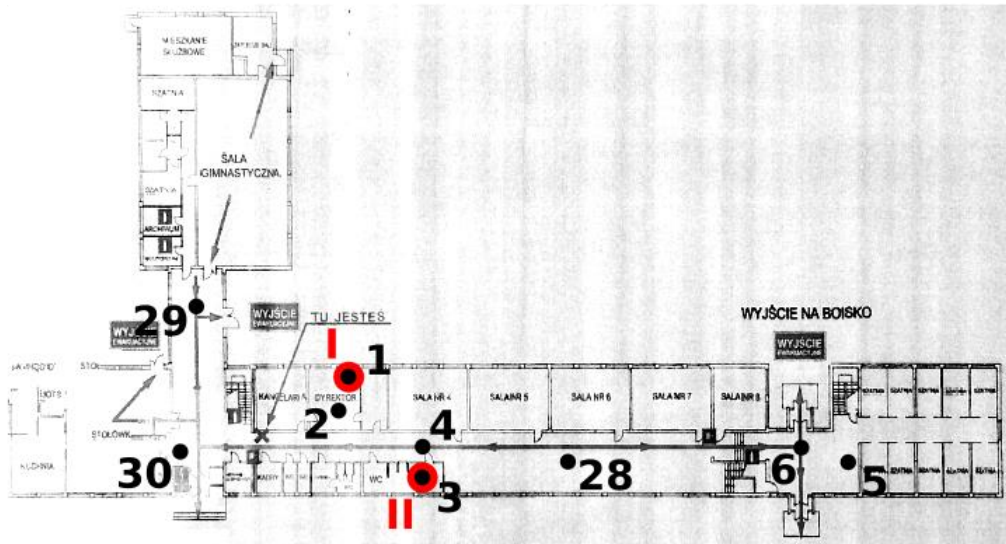
Pomiary natężenia pola elektrycznego w otoczeniu punktów dostępowych RLAN wykonano w pionach pomiarowych na wysokości od 0,3 m do 2 m stosując procedurę opisaną w p. 12.

Zmierzone wartości natężenia pola elektrycznego, wyrażone w [V/m], zaokrąglono do jednego miejsca znaczącego po przecinku.

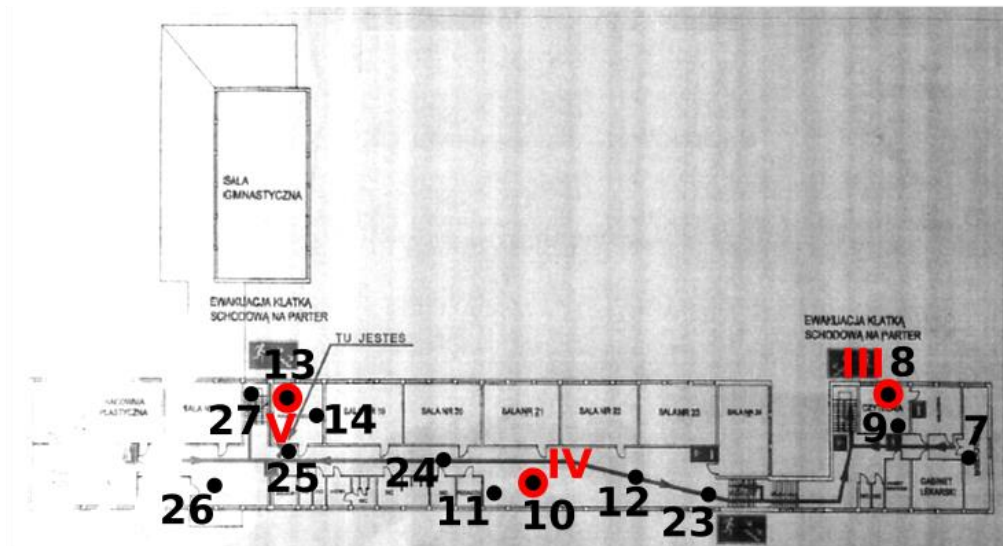
W niniejszym sprawozdaniu niepewność wyników pomiaru podano w postaci niepewności rozszerzonej ( $k = 2$ ), której odpowiada poziom ufności 95%.

### C. Badany obiekt

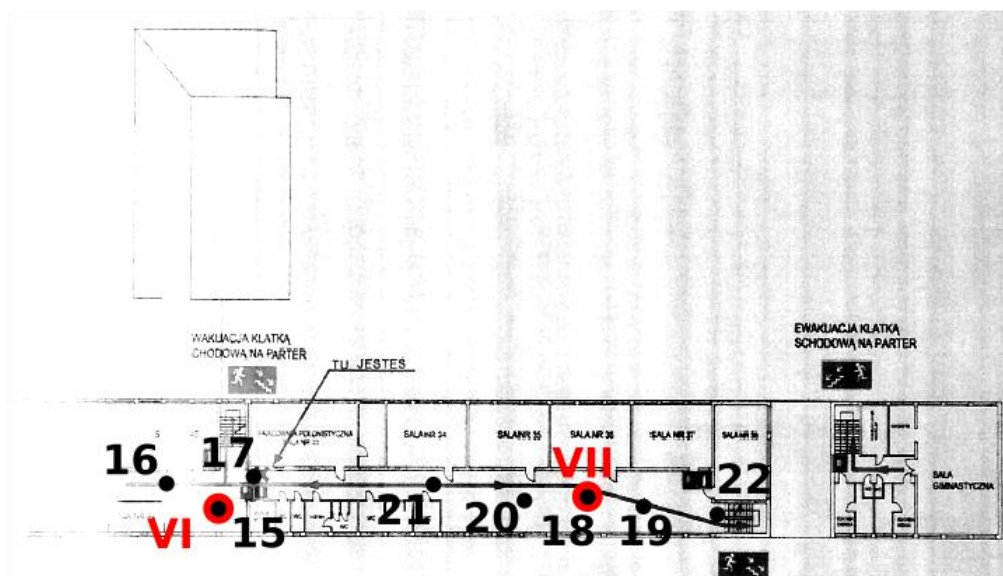
Lokalizacje punktów pomiarowych przedstawiono na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.



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



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



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

Legenda:

**1 ÷ 30** – punkty pomiarowe;

**I** – punkt dostępowy EAP115-Wall (por. opis w p. 10);

**II, IV, V, VI, VII** – punkty dostępowe model UniFi AP LR (por. opis w p. 10);

**III** – punkty dostępowe model BR-6428nS V2 (por. opis w p. 10).

## D. Wyniki badań

### D.1 Zmierzone wartości natężenia pól elektrycznych, w pionach pomiarowych na wysokości od 0,3 m do 2 m, pomiary selektywne w otoczeniu punktów dostępowych RLAN

W Tabeli D.1 przedstawiono wartości natężenia pól elektrycznych  $E_{zm}$  zmierzone selektywnie oraz odpowiednie wartości natężenia pól elektrycznych  $E$  obliczone z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru  $U$ , a także procent wykorzystania wartości dopuszczalnej natężenia pola elektrycznego, w pionach pomiarowych od 1 do 30, przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.

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

1	2	3	4	5	6
Lok.	$F_1$	$F_2$	$E_{zm}$	$E$	$p$
	[MHz]	[MHz]	[V/m]	[V/m]	[%]
1. /*	2400,0	2483,5	3,2	4,3	7,0
2.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
3. /*	2400,0	2483,5	2,0	2,7	4,4
4.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
5.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
6.	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0
7. /	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0
8. /*	2400,0	2483,5	1,1	1,5	2,5
9.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
10. /*	2400,0	2483,5	0,7	0,9	1,5
11.	2400,0	2483,5	0,4	0,5	0,8
12.	2400,0	2483,5	0,3	0,4	0,7
13. /*	2400,0	2483,5	1,3	1,7	2,8
14.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
15. /*	2400,0	2483,5	0,6	0,8	1,3
16.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
17.	2400,0	2483,5	0,4	0,5	0,8
18. /*	2400,0	2483,5	2,4	3,2	5,2
19.	2400,0	2483,5	1,2	1,6	2,6
20.	2400,0	2483,5	2,0	2,7	4,4
21.	2400,0	2483,5	0,7	0,9	1,5
22.	2400,0	2483,5	0,5	0,7	1,1
23.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
24.	2400,0	2483,5	0,2	0,3	0,5
25.	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0
26.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
27.	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0
28.	2400,0	2483,5	0,1	0,1	0,2
29.	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0
30.	2400,0	2483,5	< 0,1	0,0	0,0

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

Opis pól w Tabeli D.1:

1. Lok. – oznaczenie lokalizacji pionu pomiarowego.
2.  $F_1$  – częstotliwość dolna podzakresu pomiarowego.
3.  $F_2$  – częstotliwość górna podzakresu pomiarowego.
4.  $E_{zm}$  – zmierzona wartość natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości od  $F_1$  do  $F_2$ .  
Uwaga: W przypadku  $E_{zm} < 0,1$  V/m do dalszych obliczeń przyjęto  $E_{zm} = 0$  V/m.
5.  $E$  – obliczona wartość natężenia pola elektrycznego z uwzględnieniem oszacowanej rozszerzonej niepewności pomiaru  $U$ , na podstawie zależności:  $E = U \times E_{zm}$ .
6.  $p$  – procent wykorzystania wartości dopuszczalnej natężenia pola elektrycznego w zakresie częstotliwości od  $F_1$  do  $F_2$ , obliczony na podstawie zależności:

$$p = \frac{E}{ME_{gr}} \times 100\% ,$$

gdzie:  $ME_{gr}$  – wartość dopuszczalna natężenia pola elektrycznego, określona w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r., wynosząca dla zakresu częstotliwości 2 GHz ÷ 300 GHz,  $E = 61$  V/m.

## D.2 Obliczone wartości wskaźnikowe $WM_E$ w pionach pomiarowych w otoczeniu punktów dostępnych RLAN

W Tabeli D.2 przedstawiono obliczone wartości wskaźnikowe  $WM_E$  w pionach pomiarowych od 1 do 30 w otoczeniu punktów dostępnych RLAN, przedstawionych na Rys. 1a ÷ Rys. 1c.

Wartości wskaźnikowe dla pola elektrycznego  $WM_E$  obliczono na podstawie zależności:

$$WM_E = \sum_i \frac{E(f_i)^2}{ME_{gr}(f_i)^2}.$$

Tabela D.2: Zestawienie obliczonych wartości wskaźnikowych  $WM_E$

1	2
Lok.	$WM_E$
1.	0,00
2.	0,00
3.	0,00
4.	0,00
5.	0,00
6.	0,00
7.	0,00
8.	0,00
9.	0,00
10.	0,00
11.	0,00
12.	0,00
13.	0,00
14.	0,00
15.	0,00
16.	0,00
17.	0,00
18.	0,00
19.	0,00
20.	0,00
21.	0,00
22.	0,00
23.	0,00
24.	0,00
25.	0,00
26.	0,00
27.	0,00
28.	0,00
29.	0,00
30.	0,00

Opis pól w Tabeli D.2:

1. Lok. – oznaczenie lokalizacji pionu pomiarowego.
2.  $WM_E$  – obliczona wartość wskaźnikowa dla pola elektrycznego.

----- Koniec Załącznika nr 1 -----

Badania wykonali:

Piotr Karpeta ..... 

mgr inż. Tomasz Sędek ..... 

mgr inż. Mikołaj Waszkiewicz ..... 

Załącznik sporządzili:

inż. Jakub Kwiecień ..... 

mgr inż. Rafał Pawlak ..... 

Sprawdził, zatwierdził i autoryzował: Kierownik LBUT:

mgr inż. Aleksander Orłowski ..... 

## ZAŁĄCZNIK NR 2

### Fotografie punktów dostępowych badanej sieci RLAN

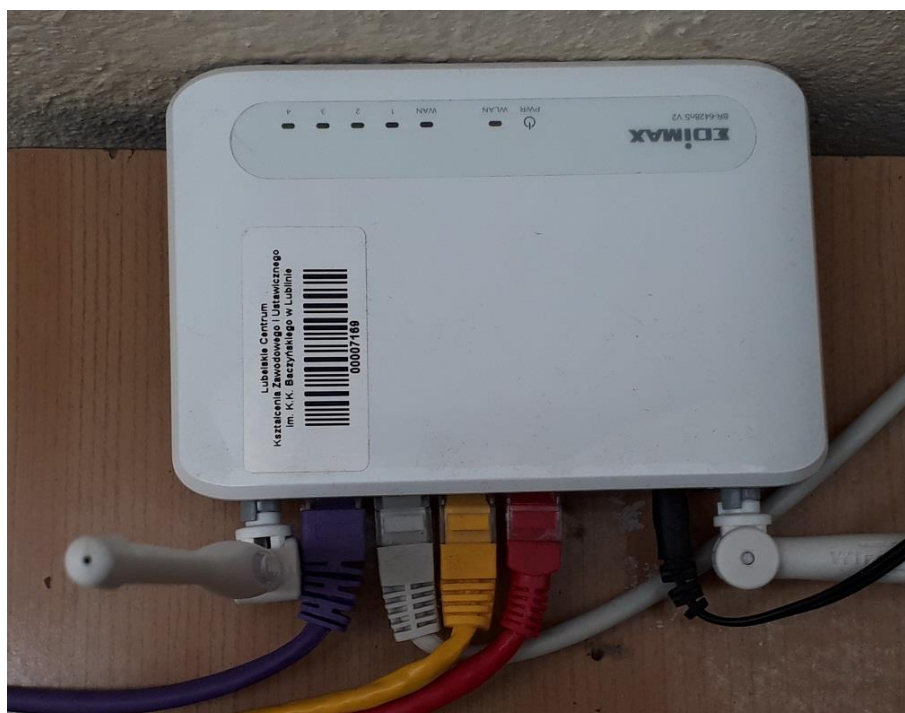


Fot. 1: Zdjęcie punktu dostępowego model EAP115-Wall



Fot. 2: Zdjęcie punktu dostępowego model Unifi AP LR





Fot. 3: Zdjęcie punktu dostępowego model BR-6428nS V2

---