

Paweł A. Mazurek¹, Andrzej Wac-Włodarczyk²
Katarzyna Przytuła³, Piotr A. Wójtowicz³, Jarosław Staszek³
Tomasz Ścirka³, Grzegorz Masłowski³

WYBRANE ZAGADNIENIA ANALIZY POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO MIASTA LUBLIN I UZDROWISKA NAŁĘCZÓW

Streszczenie. Na przekroju kilkudziesięciu ostatnich lat obserwowany jest duży wzrost liczby urządzeń wytwarzających pola elektromagnetyczne, który przekłada się na coraz większe zainteresowanie społeczeństwa zakresem oddziaływania tych urządzeń na środowisko. Obok tradycyjnych źródeł pól elektromagnetycznych jakimi są przesyłowe linie elektroenergetyczne, trakcje kolejowe czy tradycyjne nadajniki radiowo – telewizyjne, masowo pojawiają się nadajniki telefonii komórkowej i inne urządzenia radiokomunikacyjne.

Pracownicy i studenci Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej przeprowadzili badania terenowe w dwóch miastach, w zakresie pomiaru natężeń pól elektrycznych i magnetycznych niskich częstotliwości oraz natężenia pola elektromagnetycznego w wysokich częstotliwościach. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów oraz ich odniesienie do dopuszczalnych limitów.

Słowa kluczowe: emisja elektromagnetyczna, natężenie pola elektrycznego i magnetycznego.

WSTĘP

Występujące w środowisku promieniowanie elektromagnetyczne generowane jest przez różne źródła - począwszy od energetycznych linii przesyłowych, nadajników radiowych i telewizyjnych emitujących fale o niskich i średnich częstotliwościach, nadajników telefonii komórkowych, a skończywszy na urządzeniach emitujących fale o wysokich częstotliwościach, takich jak radary, urządzenia satelitarne czy aparaty Roentgena.

Pola elektromagnetyczne (PEM) są to pola elektryczne, magnetyczne oraz elektromagnetyczne o częstotliwościach z zakresu od 0 Hz do 300 GHz (zgodnie z art. 3,

¹ Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, ul. Nadbystrzycka 38a, 20-618 Lublin, e-mail: p.mazurek@pollub.pl,

² Politechnika Lubelska, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, ul. Nadbystrzycka 38a, 20-618 Lublin, e-mail: a.wac-wlodarczyk@pollub.pl,

³ Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Koło Naukowe Elmecol, e-mail: elmecol@pollub.pl

ust. 18, ustawy Prawo Ochrony Środowiska). Źródłem pola elektrycznego są wszelkie pracujące urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne. Składowa elektryczna pola elektromagnetycznego (natężenie pola elektrycznego) determinowana jest potencjałem obiektu, nie zależy zaś od wartości natężenia prądu. Cechą charakterystyczną jest bardzo szybkie malenie wartości natężenia pola elektrycznego wraz z odległością (np. dla linii wysokiego napięcia wartość natężenia pola maleje proporcjonalnie z kwadratem odległości od przewodów roboczych linii). Ważnym z punktu widzenia zagrożenia od pola elektrycznego jest możliwość ekranowania tego pola, obiekty przewodzące i uziemione są dobrymi ekranami i redukują oddziaływania tego pola. Składowa magnetyczna zależy od wartości natężenia prądu elektrycznego płynącego przez przewodnik, a linie sił tego pola zamykają się wokół przewodnika. Natężenie pola magnetycznego maleje wraz z odległością, ale pole jest bardzo przenikliwe. Jego ekranowanie jest bardzo trudne, a ściany budynków jak i kratownice konstrukcji budowlanych, a nawet stalowe dachy nie stanowią dla tego pola dobrego ekranu.

Współistnienie dużej liczby urządzeń elektrycznych i instalacji powoduje, że w efekcie superpozycji emisji wielu urządzeń o większych mocach, pola nakładają się wzajemnie tworząc pole elektromagnetyczne o pewnej mierzalnej wartości na znacznym obszarze. Pole to może oddziaływać zarówno na obiekty biologiczne jak również na inne znajdujące się w tym obszarze urządzenia i systemy elektryczne. Ryzyko wynikające z narażenia na działanie pola elektromagnetycznego zależy od natężenia działających sił. Aby ocenić potencjalne zagrożenie narażenia w danym miejscu, przeprowadzane są symulacje i realizowany jest monitoring pól elektromagnetycznych [3, 5].

PRAWODAWSTWO

Występowanie pól elektromagnetycznych można rozpatrywać w dwóch aspektach: zagrożenia zdrowia w wyniku bezpośredniego działania pola oraz zagrożeń związanych z bezpieczeństwem i zdrowiem w wyniku wpływu pola na urządzenia techniczne. Z powyższych względów konieczna jest ochrona człowieka przed polami elektromagnetycznymi, która polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu środowiska poprzez utrzymanie poziomów pól elektromagnetycznych poniżej dopuszczalnych lub co najmniej na tych poziomach bądź też na zmniejszeniu poziomów pól elektromagnetycznych co najmniej do dopuszczalnych, gdy nie są one dotrzymane. Ochrona może być możliwa do osiągnięcia m.in. na drodze odpowiedniej separacji przestrzennej miejsc przebywania człowieka i obszarów o zbyt intensywnym poziomie wypromieniowywanych pól.

W zakresie ochrony ludzi i środowiska przed polami elektromagnetycznymi, obowiązuje Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrymania tych poziomów[1]. Zgodnie z tym rozporządzeniem, w otoczeniu źródeł pól elektro-

magnetycznych określa się dopuszczalne poziomy promieniowania niejonizującego w postaci wartości granicznych wielkości fizycznych, które nie powinny być przekroczone w miejscach dostępnych dla ludzi. Z rozporządzeniem powiązana jest także ustawa „Prawo ochrony środowiska” z dnia 27 kwietnia 2001 r. [2], z późniejszymi zmianami, która również określa zasady ochrony środowiska przed niezamierzoną ekspozycją.

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych obowiązujące w kraju zawarto w dwóch poniższych tabelach.

Tabela 1. Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych, dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową [1]

Parametr fizyczny:	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego			
50 Hz	1 kV/m	60 A/m *	–

* lub równoważna indukcja magnetyczna 75 μ T.

Tabela 2. Zakres częstotliwości pól elektromagnetycznych f , dla których określa się parametry fizyczne charakteryzujące oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko, dla miejsc dostępnych dla ludności oraz dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych, dla miejsc dostępnych dla ludności [1]

Parametr fizyczny		Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego				
1		2	3	4
1	0 Hz	10 kV/m	2.500 A/m	-
2	od 0 Hz do 0,5 Hz	-	2.500 A/m	-
3	od 0,5 Hz do 50 Hz	10 kV/m	60 A/m	-
4	od 0,05 kHz do 1 kHz	-	3/f A/m	-
5	od 0,001 MHz do 3 MHz	20 V/m	3 A/m	-
6	od 3 MHz do 300 MHz	7 V/m	-	-
7	od 300 MHz do 300 GHz	7 V/m	-	0,1 W/m ²

Ochrona przed polami elektromagnetycznymi w środowisku zawodowym uregulowana jest przepisami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej [4]. Ochrona ta realizowana jest w systemie strefowym, przez ograniczanie natężenia pola na stanowiskach pracy poniżej wartości dopuszczalnych oraz przez ograniczanie czasu pracy przy przekroczeniu wartości dopuszczalnych. Ochrona strefowa polega na wyznaczeniu w otoczeniu źródeł pól elektromagnetycznych trzech stref ochronnych, rozumianych jako obszar w zależności od wartości parametrów pola: strefy pośred-

niej, strefy zagrożenia oraz strefy niebezpiecznej. W strefie pośredniej przebywanie pracowników dopuszczalne jest w ciągu całej zmiany roboczej. W strefie zagrożenia przebywanie pracowników jest ograniczone, natomiast w strefie niebezpiecznej przebywanie pracowników jest zabronione. Obszar, poza zasięgiem stref ochronnych, jest obszarem strefy bezpiecznej.

METODYKA BADANIA

Metrologia pól elektromagnetycznych w środowisku naturalnym i w obszarze stanowiska pracy jest zagadnieniem złożonym. Prawidłowe przeprowadzenie pomiarów pola elektromagnetycznego wymaga wiedzy specjalistycznej nie tylko w zakresie samej metrologii, ale również znajomości problemów wynikających z narażenia tym czynnikiem oraz zasad ochrony przed nim. Oprócz wyboru metody pomiarowej, czasu, warunków wykonania pomiarów, w badaniach pola elektromagnetycznego w warunkach terenowych, ważne jest również sporządzenie właściwej dokumentacji i interpretacja wyników pomiarów w ujęciu wymaganym odpowiednimi przepisami z ustawy o ochronie środowiska [5].

Badania poziomów pól elektromagnetycznych prowadzone są na podstawie dokonywanych pomiarów natężenia składowej elektrycznej i magnetycznej pola elektromagnetycznego w przedziale częstotliwości od 0 do 3 MHz. Znaczne wartości natężenia pola z tego przedziału są związane z bliskim umiejscowieniem źródła pola, np. linii przesyłowej. Badanie w zakresie wyższych częstotliwości (od 3 do 300 MHz) realizuje się tylko poprzez pomiar składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego, a najwyższe zakresy częstotliwości (do 3 GHz) bada się mierząc składową elektryczną lub pomiar gęstości mocy. Procedurę wyboru punktu pomiarowego i częstotliwości wykonywania pomiarów określa Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku z 12 listopada 2007 roku.

Metodą powszechnie stosowaną w pomiarach ochronnych (zarówno dla celów BHP jak i ochrony środowiska) są pomiary szerokopasmowe miernikami przystosowanymi do pomiarów w bezpośrednim otoczeniu źródeł (szeroko rozumiane pole bliskie) jak i w polu dalekim. Zaletą takich pomiarów jest uzyskanie pojedynczego wyniku odpowiadającemu wypadkowemu natężeniu PEM wszystkich źródeł z zakresu pomiarowego sondy.

Do badań prezentowanych w niniejszym artykule, użyto dwóch zestawów pomiarowych. W zakresie niskich częstotliwości wykorzystywany był miernik Maschek ESM100 wyposażony w izotropowy czujnik pola elektromagnetycznego, który umożliwia wykonanie pomiarów zarówno składowej pola elektrycznego jak i składowej magnetycznej w paśmie częstotliwości od 5 Hz do 400 kHz w trzech kierunkach przestrzennych oraz łącznie E_{3D} , H_{3D} . Urządzenie umożliwia prowadzenie pomiarów w kilku podzakresach pomiarowych: *high frequencies* (od 2 kHz do 400 kHz), *low*

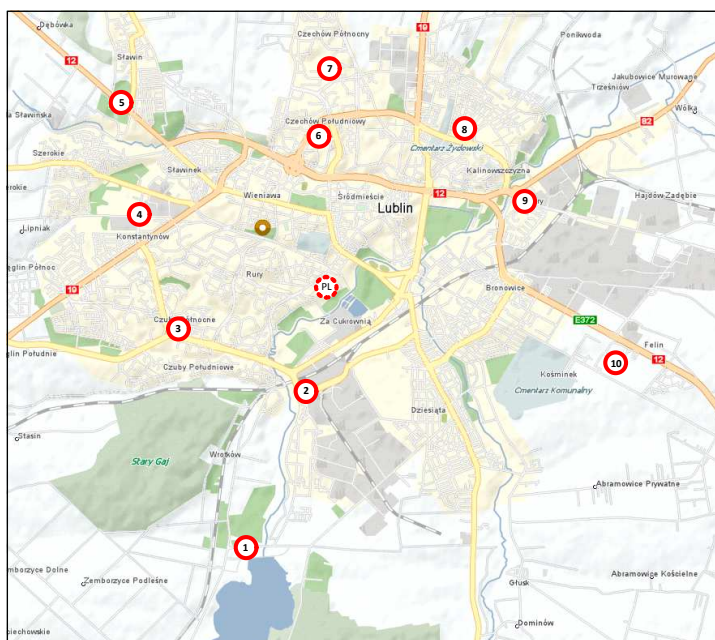
frequencies (od 5 Hz do 2 kHz), filtr tylko 50 Hz, filtr tylko 16,7 Hz oraz pełny zakres *All* (od 5 Hz do 400 kHz).

W zakresie wysokich częstotliwości użyto cyfrowego odbiornika zakłóceń ESCI3 firmy Rohde&Schwarz wraz z zestawem trzech anten umożliwiających pomiar w zakresie 30MHz – 3 GHz. Pomiary w tym zakresie realizowano przy użyciu detektora wartości średniej i maksymalnej przy ustawieniach próbkowania zgodnych z CISPR16.

LOKALIZACJA PUNKTÓW POMIAROWYCH

Badania emisji elektromagnetycznej prowadzone były przez pracowników i studentów Politechniki Lubelskiej na przełomie maja i czerwca na terenie dwóch miast: Lublina i Nałęczowa.

Lublin to największe miasto wschodniej Polski, ważny ośrodek przemysłowy, naukowy i kulturalny. Jest dziewiątym miastem w kraju pod względem liczby ludności oraz piętnastym pod względem powierzchni. Miasto położone jest nad rzeką Bystrzycą. W jego centrum znajdują się najstarsze dzielnice – Stare Miasto, Śródmieście, które pełnią głównie funkcje turystyczne, handlowe i usługowe. Dookoła rozciągają się nowsze osiedla i dzielnice budowane głównie w celach mieszkaniowych. Na południu miasta skupiają się tereny rekreacyjne - Zalew Zemborzycy, Dąbrowa i Stary Gaj. Lublin jest znaczącym ośrodkiem akademickim. W zlokalizowanych na terenie miasta szkołach



Rys. 1. Fragment mapy miasta Lublin z zaznaczonymi punktami pomiarowymi, punkt PL – Politechnika Lubelska [mapa z serwisu maps.google.pl]

wyższych kształci się między 70 a 100 tysięcy studentów z całego kraju. Zwarty obszar w centrum miasta stanowi teren Miasteczka Akademickiego UMCS oraz campus Politechniki. Przemiany gospodarcze początku lat 90. XX wieku sprawiły, że lubelskie przedsiębiorstwa państwowe zaczęły borykać się z problemami finansowymi, wiele z nich upadło. Obecnie przemysł skupia się głównie w północno-wschodniej oraz południowo-wschodniej części miasta. Część firm zlokalizowano na terenach Podstrefy Ekonomicznej w Lublinie, której celem jest przyspieszenie rozwoju gospodarczego miasta i zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw otwartych na innowacje.

Głównymi źródłami sztucznych pól elektromagnetycznych w mieście są przesyłowe linie elektroenergetyczne wysokiego napięcia, trakcja kolejowa i trolejbusowa, a także instalacje radiokomunikacyjne służące do przekazu informacji - nadajniki radiowo-telewizyjne i stacje bazowe telefonii komórkowej. Obecnie na terenie miasta zlokalizowanych jest ok. 62 stacji bazowych, przy czym często w jednej lokalizacji pracuje kilka anten wszystkich operatorów GSM. Na rysunku 1 przedstawiono 10 punktów, w których dokonano pomiarów na terenie miasta Lublin.

Drugim miastem poddanym badaniom był Nałęczów. Miasto jest umiejscowione w powiecie puławskim, w granicach Kazimierskiego Parku Krajobrazowego. Jest oddalone od Lublina o 21 km. Nałęczów jest jedną z dwóch miejscowości uzdrowskowych na terenie Lubelszczyzny (drugim jest Krasnobród).

Specyficzny mikroklimat Nałęczowa wytworzył się dzięki naturalnym warunkom klimatycznym. Jego właściwości lecznicze powodują samoczynne obniżanie ciśnienia tętniczego krwi oraz zmniejszanie dolegliwości chorób serca. Wysoką jonizację powietrza wywołują czynniki takie jak: gleby lessowe, przepływające rzeki, urozmaicona sieć wąwozów oraz bogata szata roślinna. Wymienione walory zadecydowały o powstaniu jedynego tego typu w Polsce jednoprofilowego uzdrowiska



Rys. 2. Fragment mapy miasta Nałęczów z zaznaczonymi punktami pomiarowymi [mapa z serwisu targeo.pl]

klimatyczno-kardiologicznego. Leczy się tu przede wszystkim choroby: wieńcową, nadciśnienie tętnicze, nerwice serca i stany ogólnego wyczerpania psychofizycznego. Nałęczów posiada również dobre warunki dla rehabilitacji pacjentów po zawale serca i operacjach kardiologicznych. O charakterze gospodarczym miasta decydują podmioty zajmujące się obsługą kuracjuszy i turystów, korzystających z jego walorów krajobrazowych, klimatycznych i zdrojowych.

Analizując wstępnie zagrożenia od urządzeń i sieci elektrycznych oraz systemów radiokomunikacyjnych stwierdzono na terenie Nałęczowa zainstalowane cztery stacje bazowe GSM, przebiegającą na obrzeżach miasta linię wysokiego napięcia 220kV (Lublin-Puławy) oraz w odległości 4 km od centrum trakcję kolejową. Na poniższej mapce zaznaczono 10 punktów, w których dokonano pomiarów na terenie miasta Nałęczów.

Wszystkie pomiary w Lublinie i Nałęczowie realizowano w punktach publicznych, ogólnie dostępnych dla ludzi. Najczęściej były to parkingi, chodniki lub ciągi piesze blisko głównych dróg. Przy doborze miejsc starano się zachować równomierne rozłożenie punktów pomiarowych na terenie całego miasta, a w przypadku Lublina, kilka miejsc zostało wybranych w związku z cyklicznymi badaniami prowadzonymi w tych lokalizacjach.



Rys. 3. Zdjęcia z realizacji badań natężeń pól elektromagnetycznych w Nałęczowie i Lublinie

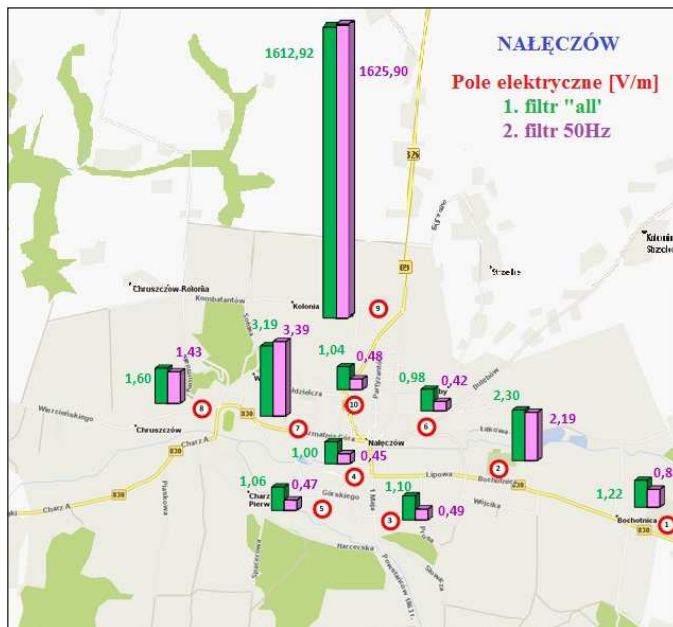
POMIARY

Pierwsze badania przeprowadzono w Nałęczowie. Warunki środowiskowe były zgodne z zaleceniami norm technicznych (brak opadów, temp. $18,2 \div 19,7^\circ\text{C}$, wilgotność 64%). Pomiary realizowano dwoma zestawami pomiarowymi. Pierwszy zestaw bazujący na mierniku Maschek ESM100 umożliwił prowadzenie pomiarów w niskich częstotliwościach. Pomiary tym miernikiem przeprowadzono we wszystkich dziesięciu punktach pomiarowych (rys. 2). Cykl każdego punktu pomiarowego w zakresie niskich częstotliwości trwał ok. 10 minut. Graficznie zaprezentowane wyniki pomiarów są wartościami uśrednionymi (rys. 4, rys. 5).

W czterech punktach pomiarowych (1, 4, 8, 10) równoległe z pomiarami niskich częstotliwości przeprowadzono pomiar widma w zakresie wysokich częstotliwości 30-3000 MHz przy użyciu miernika ESCI3. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 6.

Druga część badań dotyczyła Lublina. Warunki środowiskowe były zgodne z zaleceniami norm technicznych (brak opadów, temp. $29 \div 34^\circ\text{C}$, wilgotność 60%). Pomiary realizowano tymi samymi zestawami pomiarowymi.

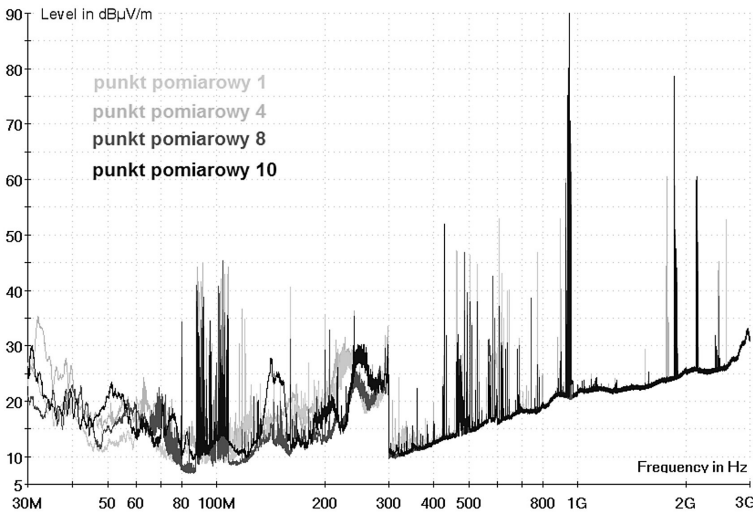
Pomiary emisji elektromagnetycznej środowiska w zakresie niskich częstotliwości przeprowadzono we wszystkich dziesięciu punktach pomiarowych (rys. 1). Cykl pojedynczego punktu pomiarowego w zakresie niskich częstotliwości trwał ok. 10 minut. Wartości zaprezentowane graficznie są wartościami uśrednionymi (rys. 7, rys. 8).



Rys. 4. Prezentacja wartości natężeń pola elektrycznego zmierzonych na terenie miasta Nałęczów

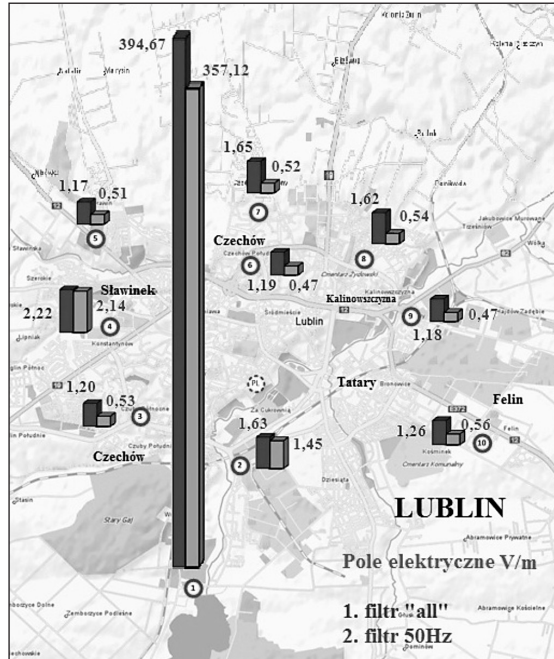


Rys. 5. Prezentacja wartości natężeń pola magnetycznego zmierzonych na terenie miasta Nałęczów

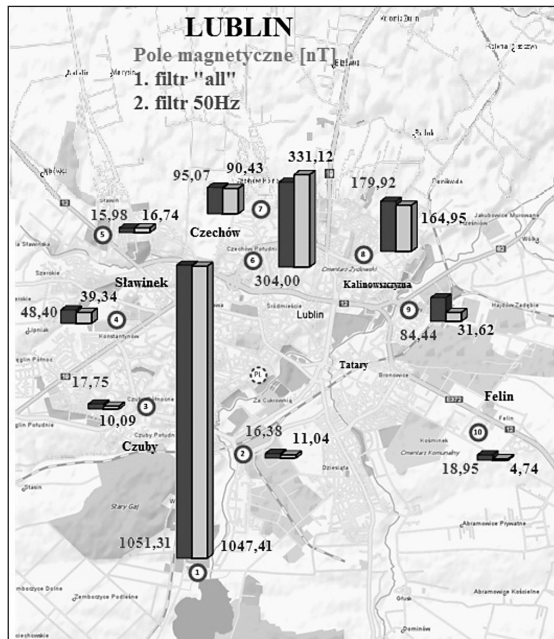


Rys. 6. Widmo elektromagnetyczne zmierzone w czterech punktach pomiarowych na terenie miasta Nałęczów, pomiar detektorem AV

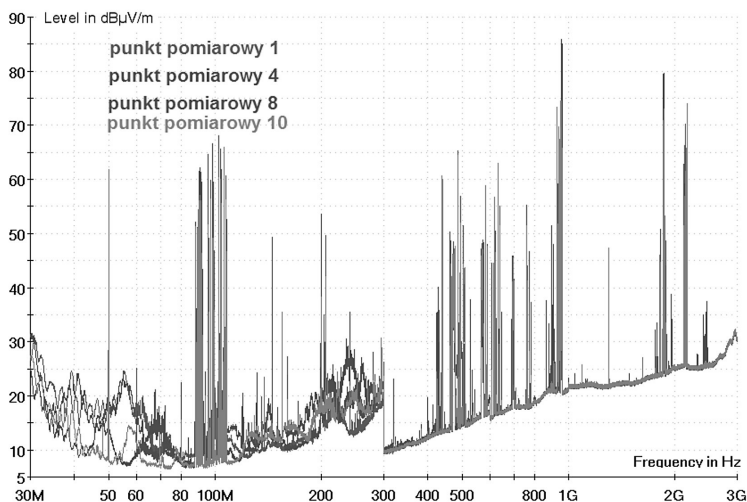
Podobnie jak w Nałęczowie w czterech punktach pomiarowych w Lublinie (1, 5, 8, 10) równoległe z pomiarami niskich częstotliwości przeprowadzono pomiar widma w zakresie wysokich częstotliwości 30-3000MHz. Czas realizacji pomiarów w zakresie wysokich częstotliwości trwał ok. 20 minut. Uzyskane wyniki zaprezentowano na rysunku 9.



Rys. 7. Prezentacja wartości natężeń pola elektrycznego zmierzonych na terenie miasta Lublin



Rys. 8. Prezentacja wartości natężeń pola magnetycznego zmierzonych na terenie miasta Lublin



Rys. 9. Widmo elektromagnetyczne zmierzone w czterech punktach pomiarowych na terenie miasta Lublin, pomiar detektorem AV

ANALIZA I WNIOSKI

Najważniejszym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań jest fakt, że w żadnym punkcie pomiarowym nie wykazano przekroczeń dopuszczalnej wartości poziomów pól elektromagnetycznych dla miejsc dostępnych dla ludności. Jedynie w Nałęczowie (pkt. 9) pod linią przesyłową 220 kV wykazano przekroczenie dopuszczalnego poziomu natężenia pola elektrycznego dla terenu przeznaczanego pod zabudowę mieszkaniową, co utwierdza obowiązujące prawo o kilkudziesięciu metrowym pasie bezpieczeństwa wokół linii przesyłowych [1, 2, 3, 6]. Pomijając punkty pomiarowe lokalizowane blisko linii przesyłowych (pkt. 9 Nałęczów i pkt. 1 Lublin), mierzone pola kształtowały się na podobnych poziomach, ilościowo nie odbiegając od „średnich krajowych” podawanych w literaturze [7, 8].

Analiza widma wysokich częstotliwości w obydwu miastach również nie wykazała znacznych rozbieżności. Wyraźnie zaznaczyły się w widmie emisje stacji radiowych (85-109MHz), sygnały nadawcze telewizji (ok. 500MHz) oraz stacje bazowe GSM (ok. 900 i 1800 MHz). Większa liczba stacji bazowych, masztów radio-telewizyjnych, osiedlowych sieci kablowych i bezprzewodowego Internetu w Lublinie przekłada się wyraźnie na większe wartości mierzonego tła elektromagnetycznego niż w Nałęczowie.

Dodatkowo, technika nadawania programów radiowych i telewizyjnych, która obecnie jest w fazie przejściowej przejdzie na nadawanie programów w postaci cyfrowej. Umożliwi to obniżenie mocy stacji radiowych i telewizyjnych w ciągu najbliższych kilku lat, a to prawdopodobnie spowoduje obniżenie poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, i to pomimo zwiększającej się liczby stacji bazowych telefonii komórkowej oraz radiowego dostępu do Internetu.

Znamiennym jest również, że w trakcie realizacji pomiarów nie zaobserwowano zbyt dużego zainteresowania pomiarami osób postronnych. A przecież poprzez doniesienia prasowe i medialne tak mocno społeczeństwo się obawia smogu elektromagnetycznego i domaga się jego zwalczania i monitoringu. Natomiast, umiejscowienie aparatury pomiarowej blisko jezdni, odnosiło wyraźniejszy efekt – zwalnianie prędkości samochodów (mierniki na trójnożu!).

LITERATURA

1. 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. Nr 192/03 z dnia 14 XI 2003 r., poz. 1883).
2. Ustawa „Prawo Ochrony Środowiska” z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001.62.627 z dnia 20 czerwca 2001 r.) z późniejszymi zmianami.
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzania raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. Nr 257, poz. 2573).
4. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. (Dz. U. 2002 nr 217 poz. 1833).
5. Mazurek P. A., Laboratorium podstaw kompatybilności elektromagnetycznej, ISBN 978-83-62596-02-7, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2010.
6. Wac-Włodarczyk A., Kałdonek S.: Trójwymiarowy rozkład pola elektrycznego w otoczeniu czterotorowej dwunapięciowej linii 400/22 kV, Energetyka, nr 4, kwiecień 2007, s. 257-262.
7. Wac-Włodarczyk A., Kaczor A.: Zanieczyszczenie środowiska człowieka spowodowane zaburzeniami elektromagnetycznymi, VII Forum Inżynierii Ekologicznej 2010 – Energia niekonwencjonalna i zagospodarowanie odpadów, Monografia, Lublin 2010, rozdział 21, s. 234-244.
8. Kaczor A., Wac-Włodarczyk A.: Ocena zgodności wyrobów z wymaganiami zasadniczymi w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej, Przegląd Elektrotechniczny Nr 12/2009, s. 61-64.

ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF PROVINCIAL CAPITAL LUBLIN AND SPA NALECZOW

Abstract

The number of devices that produce electromagnetic fields is growing for decades. This translates into a growing public interest in range of influence of these devices on the environment. In addition to traditional sources of electromagnetic fields such as transmission power lines, rail traction or traditional radio- television transmitters, mass are built mobile transmitters and other radio communications equipment. Staff and students of the Lublin University of Technology measurements conducted in two cities – Lublin and Naleczow. The tests involved measuring intensities of electric and magnetic fields at low and high frequencies. The article presents the results of measurements and their reference to limits.

Keywords: electromagnetic emission, electric fields, magnetic fields.