

Paweł Bieńkowski

CZYTELNOŚĆ „RAPORTU O ODDZIAŁYWANIU PRZEDSIĘWZIĘCIA NA ŚRODOWISKO” DLA OSÓB BEZ PRZYGOTOWANIA SPECJALISTYCZNEGO W ZAKRESIE TELEKOMUNIKACJI

REPORTS ON THE IMPACT OF OBJECTS EMITTING ELECTROMAGNETICAL FIELDS ON THE ENVIRONMENT: ISSUES CONCERNING THEIR BETTER UNDERSTANDING BY NON-SPECIALISTS IN TELECOMMUNICATION

Pracownia Ochrony Środowiska Elektromagnetycznego

Katedra Radiokomunikacji i Teleinformatyki

Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki, Politechnika Wrocławska, Wrocław

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z rozumieniem przez niespecjalistów raportów o oddziaływaniu na środowisko w odniesieniu do inwestycji związanych z emisją pól elektromagnetycznych. Przedstawiono propozycje rozszerzenia informacji zawartych w raporcie, uniwersalny model charakterystyk promieniowania anten stacji bazowych oraz leksykon podstawowych terminów radiokomunikacyjnych w języku niespecjalistycznym. Med. Pr. 2007;58(2):161–168

Słowa kluczowe: raport o oddziaływaniu na środowisko, ochrona środowiska elektro-magnetycznego, stacje bazowe GSM/UMTS, pola elektromagnetyczne

ABSTRACT

The paper presents issues concerning a better understanding of reports on the impact of objects emitting electromagnetic fields on the environment among non-specialists in telecommunication. A proposed universal model of the radiation pattern of antenna base stations to widen the information contained in environmental audits as well as a vocabulary of basic technical terms in colloquial language are discussed. Med Pr 2007;58(2):161–8

Key words: reports on the impact on the environment, electromagnetic environment protection, GSM/UMTS base station, electromagnetic fields

Adres autora: Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, e-mail: pawel.bienkowski@pwr.wroc.pl

Nadesłano: 19.02.2007

Zatwierdzono: 21.03.2007

WSTĘP

Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (określany w dalszej części pracy jako „Raport”) jest opracowywany na etapie projektowania inwestycji i stanowi merytoryczną podstawę do wydawania decyzji w procesie postępowania administracyjnego. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości „Raportu” znaleźć można w art. 52. Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. — Prawo Ochrony Środowiska (1). Raporty opracowuje się dla szeregu inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Ich wykaz znajduje się w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (2). W rozporządzeniu tym są również wymienione przedsięwzięcia związane z emisją pól elektromagnetycznych (PEM). Raporty dotyczące takich inwestycji będą przedmiotem analizy w dalszej części pracy.

Ogólne wymagania dotyczące „Raportów” dla przedmiotowych inwestycji wraz z komentarzem znaleźć można w pracy Różyckiego (3). W niniejszym opracowaniu skupiono uwagę na percepcji „Raportu” przez osoby niebędące specjalistami w zakresie telekomunikacji (a właściwie radiokomunikacji). „Raport” jako merytoryczna podstawa do oceny inwestycji pod kątem oddziaływania na środowisko musi zawierać szereg informacji technicznych, do przedstawienia których wykorzystuje się specjalistyczne terminy. Z praktyki wiadomo, że wiele nieporozumień wywołuje niewłaściwa interpretacja różnych pojęć, często wynikająca z braku wystarczającej biegłości w tych zagadnieniach lub zastosowania przez autora „Raportu” zbyt dużych skrótów myślowych. Pewnym ułatwieniem dla osób analizujących „Raporty” będzie wyjaśnienie niektórych typowych pojęć z zakresu radiokomunikacji na poziomie popularnonaukowym oraz propozycja rozszerzenia, w uzasadnionych przypadkach, niektórych części

„Raportu”. Jest jednak punkt „Raportu”, który można uznać za kierowany do niespecjalistów: „streszczenie w języku niespecjalistycznym informacji zawartych w „Raporcie”.

STRESZCZENIE „RAPORTU” W JĘZYKU NIESPECJALISTYCZNYM

Streszczenie w języku niespecjalistycznym jest jednym z formalnie wymaganych elementów „Raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko”. Zgodnie z art. 52. ust. 1. ustawy (1): „Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko powinien zawierać: [...] streszczenie w języku niespecjalistycznym informacji zawartych w raporcie [...]”. Oczywiście intencje ustawodawcy można interpretować różnie, ale potraktowanie tego krótkiego rozdziału jako przewodnika po „Raporcie” nie będzie chyba nadużyciem — szczególnie, że zwykle jest on umieszczany na początku opracowania. Nie bez znaczenia jest również wymóg, że streszczenie powinno być napisane językiem niespecjalistycznym, a więc zrozumiałym dla osób, które nie muszą być fachowcami w danej dziedzinie. Jest to duże wyzwanie dla autora „Raportu”, nie zawsze będącego specjalistą w tej dziedzinie. Samo określenie ‘język niespecjalistyczny’ jest już bardzo nieprecyzyjne i niejednoznaczne. Jeżeli będziemy rozumieć to jako zakaz stosowania terminów specjalistycznych, to streszczenie takie sprowadzi się do rozszerzonego spisu treści, niezawierającego praktycznie żadnych informacji merytorycznych. Innym podejściem może być tłumaczenie podstawowych wyrażeń fachowych wykorzystywanych w streszczeniu na język potoczny (co nie kłóci się ze stosowaniem w merytorycznej części „Raportu” wyrażeń fachowych bez żadnych wyjaśnień). Próbkę takiego działania przedstawiono w dalszej części artykułu (Popularny słowniczek podstawowych pojęć z zakresu radiokomunikacji).

Ponieważ „Raport” jest dokumentem będącym „wizytówką” inwestycji, dodatkowo udostępnianą stronom w trakcie całego procesu inwestycyjnego, trzeba sobie zdawać sprawę z tego, że wiele osób właśnie na podstawie streszczenia będzie wyrabiało sobie zdanie na temat przedsięwzięcia. Jak zatem powinno wyglądać streszczenie w języku niespecjalistycznym? Na to pytanie nie ma jednoznacznej odpowiedzi, a wszystko poniżej jest propozycją autora opartą na doświadczeniach związanych z kontaktami, zwykle jako strona trzecia, zarówno z inwestorami, jak i innymi osobami zainteresowanymi rozpatrywanym zagadnieniem.

Streszczenie powinno być czytelne i stosunkowo krótkie (rozsądne wydaje się nieprzekraczanie 1–2 stron). Przydatne, zdaniem autora, mogą być za to odnośniki w tekście do właściwych części „Raportu” (np. numery podrozdziałów), co zdecydowanie ułatwia zapoznanie się z opracowaniem. Zawartość streszczenia najprościej można przedstawić w punktach:

1. Krótki opis inwestycji: co, kto i gdzie chce wybudować, ewentualne określenie statusu terenu (np. obszar chronione, Natura 2000 itp.).
2. Czynniki istotne z punktu widzenia oddziaływania na środowisko (w rozpatrywanych przypadkach będzie to pole elektromagnetyczne — PEM).
3. Wyszczególnienie źródeł PEM z opisem ich lokalizacji.
4. Informacja o wyznaczonym zasięgu występowania PEM o wartościach większych od dopuszczalnych oraz stwierdzenie, czy zasięgi te obejmują, miejsca dostępne dla ludzi, czy też nie.
5. Informacje o konieczności (lub braku podstaw) do wyznaczenia obszarów ograniczonego użytkowania.
6. Informacje o konieczności przeprowadzenia pomiarów kontrolnych natężenia PEM po uruchomieniu inwestycji.

SZACOWANIE ROZKŁADU NATĘŻENIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH W OTOCZENIU ŹRÓDŁA

Szczególnie istotny z punktu widzenia oddziaływania na środowisko jest punkt dotyczący wyznaczania obszaru występowania PEM o natężeniach istotnych z punktu widzenia ochrony środowiska. Zwykle znajdujemy w nim informację o niewystępowaniu w miejscach dostępnych dla ludzi PEM o wartościach większych od dopuszczalnych. Taka ocena jakościowa spełnia wymagania ustawy (1) i na tym „Raport” można zakończyć. Zdaniem autora w niektórych wypadkach pomocna może być jednak dodatkowa ocena ilościowa — oszacowanie natężenia pola (lub gęstości mocy) w charakterystycznych punktach czy obszarach, poza umowną granicą $W = 1$ (gdzie W — wartość wskaźnika zasięgu występowania PEM o wartościach wyższych od dopuszczalnych), np. w kluczowych miejscach dostępnych dla ludzi w otoczeniu planowanej inwestycji. Analiza taka pozwoli np. odpowiedzieć na pytanie: „jakie natężenie pola będzie na boisku szkolnym?” albo: „na mojej działce obok stacji bazowej chcę postawić dom, a jakie tam będzie pole?” i wiele podobnych. W warunkach bezpośredniej widoczności między antenami a punk-

tem obserwacji można te wartości wyznaczyć w sposób przybliżony na podstawie analizy zamieszczanego w raporcie „przedstawienia zagadnień w formie graficznej” (1) — typowych rzutów (pionowego i poziomego) zasięgów występowania PEM o wartościach wyższych od dopuszczalnych. Podstawą proponowanej metody jest założenie (w ogromnej większości przypadków prawdziwe), że punkt obserwacji znajduje się w strefie dalekiej źródła i granice obszarów $W = 1$ wyznaczono na podstawie katalogowych charakterystyk anten dla pola dalekiego. Granicę pola dalekiego wyznacza znana zależność:

$$r_d \geq \frac{2 \times D^2}{\lambda} = \frac{f \times D^2}{150} \quad [1]$$

gdzie:

r_d — granica strefy dalekiej [m],

D — największy wymiar anteny [m],

λ — długość fali [m],

f — częstotliwość [MHz].

Na przykład dla typowych anten sektorowych stacji bazowych GSM/UMTS: $0,6 \text{ m} < D < 2,6 \text{ m}$, co daje granicę strefy dalekiej w zakresie $2 \text{ m} < r_d < 100 \text{ m}$ w zależności od wielkości anteny i częstotliwości. Granicę obszaru $W = 1$ wyznacza się zwykle na podstawie zależności dla tzw. modelu sferycznego (4).

$$r_{W=1} = \sqrt{\frac{P \times G \times F(\varphi, \theta)^2}{4\pi \times S_{W=1}}} \quad [2]$$

gdzie:

$r_{W=1}$ — odległość [m] od środka anteny dla której $W = 1$,

P — moc doprowadzona do anteny [W],

G — zysk energetyczny anteny względem anteny izotropowej [W/W],

$F(\varphi, \theta)$ — unormowana charakterystyka promieniowania anteny [(V/m)/(V/m)] w funkcji kąta elewacji i azymutu,

$S_{W=1}$ — gęstość mocy dla $W = 1$ [W/m²] — dla zakresów telefonii komórkowej $S = 0,1 \text{ W/m}^2$.

Oszacowanie gęstości mocy w punkcie obserwacji na podstawie znajomości granic obszaru $W = 1$ w przestrzeni sprowadza się do wyznaczenia linii łączącej środek anteny z punktem obserwacji, określenia odległości między anteną a punktem obserwacji r_x oraz odległości między anteną a punktem przecięcia tej linii z powierzchnią $W = 1$ w przestrzeni. Ponieważ $S = f(1/r^2)$, to szukana gęstość mocy S_x będzie opisana zależnością:

$$S_x = S_{W=1} \times \left(\frac{r_{W=1}}{r_x} \right)^2 \quad [3]$$

Praktyczny algorytm wykorzystujący przekrój poziomy i pionowy przestrzennego rozkładu $W = 1$ przedstawiono poniżej, ilustrując całe postępowanie przy-

kładem hipotetycznej stacji bazowej o następujących parametrach:

- pasmo GSM 900 ($f = 940 \text{ MHz}$);
- antena o następujących parametrach $D = 1,2 \text{ m}$, $G = 14,8 \text{ dBi}$ (30 W/W), kąt połowy mocy w poziomie: 59° , w pionie: $14,5^\circ$, tilt elektryczny: -10° ; wysokość zawieszenia: 25 m ;
- moc doprowadzona do anteny $P = 43 \text{ dBm}$ (20 W).

Dla powyższych danych mamy:

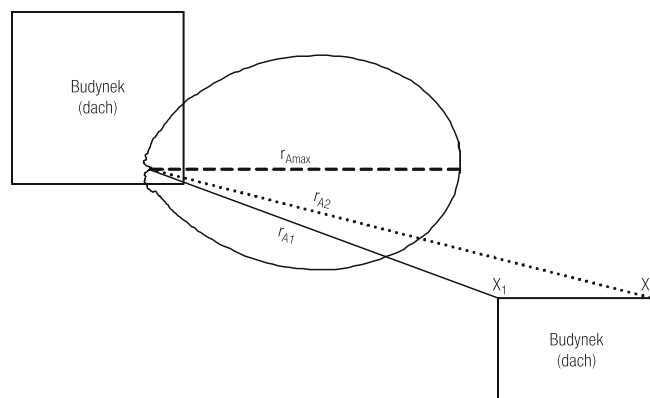
$$r_d = \frac{940 \times 1,2^2}{150} = 9 \text{ [m]},$$

$$r_{W=1 \text{ max}} = \sqrt{\frac{20 \times 30 \times 1^2}{4\pi \times 0,1}} = 21,6 \text{ [m]}$$

Na rycinach 1. i 2. przedstawiono widok poziomy i pionowy stacji i jej otoczenia.

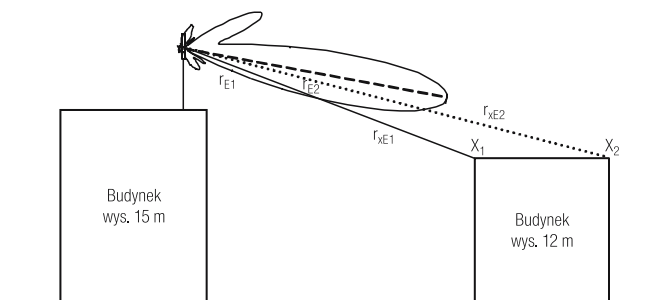
Kolejność postępowania jest następująca:

1. Oszacować odległość r_x między anteną a punktem obserwacji i sprawdzić, czy $r_x > r_d$ według wzoru 1.
2. Na rzucie poziomym wyznaczyć odległość r_A między anteną a punktem przecięcia z konturem $W = 1$ na azymucie punktu obserwacji oraz $r_{A \text{ max}}$, analogicznie,



Ryc. 1. Widok otoczenia stacji bazowej w rzucie poziomym.

Fig. 1. The horizontal projection of a base station area.



Ryc. 2. Widok otoczenia stacji bazowej w rzucie pionowym.

Fig. 2. The vertical projection of a base station area.

jak r_{A_1} ale na kierunku maksymalnego promieniowania (maksymalny zasięg strefy $W = 1$).

3. Na rzucie pionowym wyznaczyć r_{xE} (odległość między anteną a punktem obserwacji) i r_E (odległość między anteną a przecięciem kierunku obserwacji z konturem $W = 1$).
4. Wyznaczyć poszukiwaną gęstość mocy S_x w punkcie obserwacji, zgodnie z zależnością:

$$S_x = S_{W=1} \times \left(\frac{r_A \times r_E}{r_{Amax} \times r_{xE}} \right)^2 \quad [4]$$

Wszystkie odległości są wyrażone w [m], S w $[W/m^2]$.

Dla przykładu z rycin 1. i 2. mamy odpowiednio:

$$r_{A1} = 19,2 \text{ m}; r_{A2} = 17,4 \text{ m}; r_{Amax} = 21,3 \text{ m}; r_{xE1} = 25,5 \text{ m};$$

$$r_{E1} = 11,9 \text{ m}; r_{xE2} = 35,7 \text{ m}; r_{E2} = 20,1 \text{ m};$$

$$S_{x1} = 0,1 \times \left(\frac{19,2 \times 11,9}{21,3 \times 25,5} \right)^2 = 0,017 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

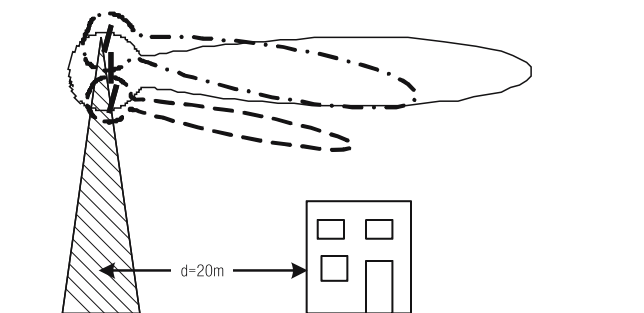
$$S_{x2} = 0,1 \times \left(\frac{17,4 \times 20,1}{21,3 \times 35,7} \right)^2 = 0,021 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Przedstawiony algorytm jest poprawny zarówno dla $W = 1$ określonego jako kontur wypadkowej gęstości mocy od kilku anten, jak i dla pojedynczego źródła. Jeżeli w punkcie obserwacji występuje PEM pochodzące od kilku źródeł (np. od dwóch różnych stacji bazowych lub od różnych anten tej samej stacji, dla których są wyznaczone jedynie niezależne zasięgi od każdej z anten), to procedurę opisaną w punktach 1–4 należy przeprowadzić niezależnie dla każdego źródła, a całkowitą gęstość mocy wyznaczyć jako sumę gęstości cząstkowych:

$$S_x = S_{x1} + S_{x2} + \dots + S_{xn} + S_{tla} \quad [5]$$

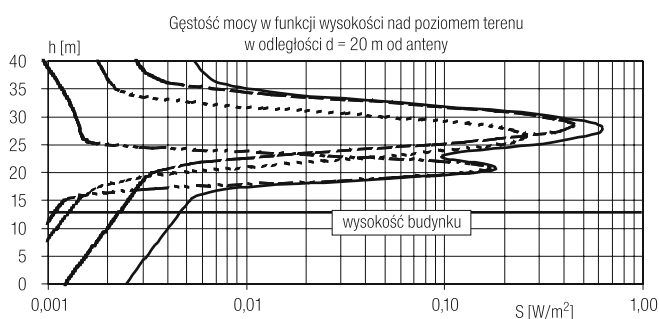
S_{tla} jest tzw. poziomem tła — gęstością mocy zmierzoną w punkcie obserwacji i odpowiada poziomowi PEM przed uruchomieniem systemów będących przedmiotem „Raportu”. Można w tym celu wykorzystać np. wyniki pomiarów kontrolnych przeprowadzonych w przeszłości. W większości przypadków S_{tla} można pominać.

Powyższa metoda pozwala na oszacowanie poziomów PEM na podstawie gotowego „Raportu”. Jej dokładność nie jest najwyższa i zależy bezpośrednio od jakości, dokładności i szczegółowości wykonania rysunków w „Raporcie”. Oczywiście obliczenia takie może, w uzasadnionych przypadkach, wykonać również autor „Raportu” (mimo że nie jest to formalnie wymagane) już na etapie opracowania, co zdecydowanie podnosi dokładność — m.in. eliminuje się błędy wyznaczania

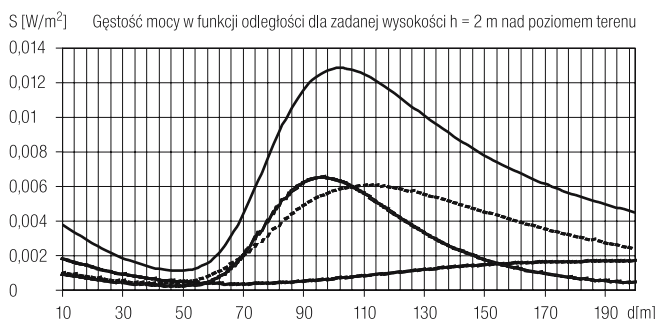


Ryc. 3. Widok stacji bazowej z zaznaczonym zasięgiem obszaru $W = 1$ od poszczególnych anten.

Fig. 3. The view of the base station with the marked distant range of the $W = 1$ area from individual antennas.



Ryc. 4. Rozkład gęstości mocy w wybranym przekroju pionowym.
Fig. 4. The distribution of power density in a selected vertical section.



Ryc. 5. Rozkład gęstości mocy w funkcji odległości od wieży antenowej dla wysokości $h = 2$ m nad ziemią.

Fig. 5. The distribution of power density in the distance function from the antenna tower 2 m high over the ground.

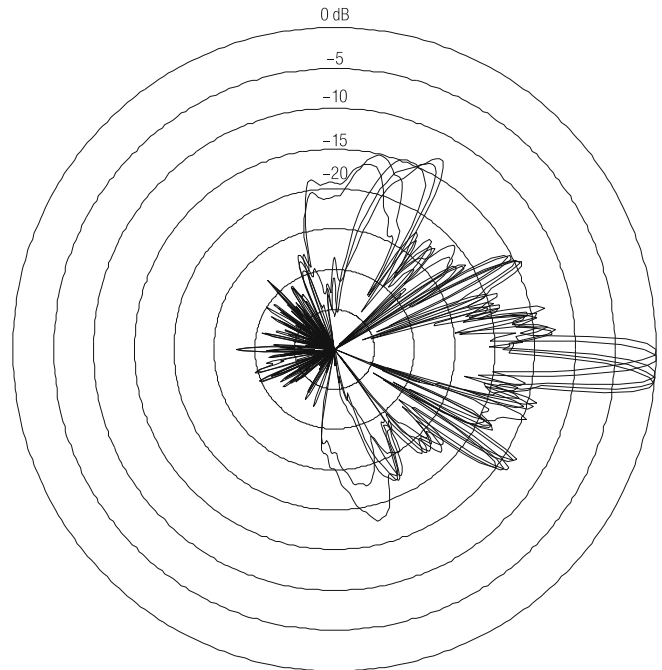
odległości z rysunków. Na rycinach 4. i 5. zaprezentowano przykłady analizy zmian gęstości mocy PEM pochodzącego od kolejnej hipotetycznej stacji bazowej, której szkic przedstawiono na rycinie 3. Z wykresów na rycinach 4. i 5. można odczytać, że na elewacji budynku od strony wieży gęstość mocy nie przekroczy $0,004 \text{ W/m}^2$ i to przy jednoczesnej pracy wszystkich trzech systemów z maksymalną mocą, a na wysokości 2 m nad powierzchnią terenu nie przekroczy $0,013 \text{ W/m}^2$, osiągając

to maksimum w odległości ok. 100 m od wieży (na kierunku, na którym budynek nie będzie zasłaniał anten).

UNIwersalny MODEL CHARAKTERYSTYK ANTEN SEKTOROWYCH STACJI BAZOWYCH

Charakterystyki anten na rycinie 3. wyglądają inaczej niż te z ryciny 2. Zmiany dotyczą obszaru listków bocznych. Zaprezentowano tu wstępną propozycję uproszczonego, uniwersalnego modelu charakterystyk anten sektorowych systemów radiokomunikacji ruchomej, przeznaczonego do wyznaczania zasięgów obszaru o $W = 1$. Podstawą proponowanego modelu jest założenie, że w obszarze PEM wiązki głównej antena wytwarza PEM takie, jak w strefie dalekiej, a w obszarze listków bocznych — izotropowo, przy czym w pierwszym przybliżeniu poziom PEM w tym obszarze odpowiada poziomowi największego listka bocznego poniżej wiązki głównej (w typowych stacjach bazowych listki boczne występujące ponad wiązką główną nie są istotne z punktu widzenia oddziaływania na środowisko). Należy zaznaczyć, że jest to wstępne założenie i model będzie optymalizowany i weryfikowany. Uzasadnienie dla wprowadzenia modyfikacji stosowanego dotychczas modelu są następujące:

1. Na rycinie 2. wykorzystano do wyznaczenia zasięgu obszaru o $W = 1$ katalogową charakterystykę anteny dla pola dalekiego dostępną w dokumentacji anteny. Jak napisano wcześniej, jest to metoda powszechnie stosowana przy opracowywaniu „Raportów”. Zwykle przyjmuje się, że model pola dalekiego przy zastosowaniu w polu bliskim zawyża wyniki, a więc działa korzystnie z punktu ochrony środowiska. Twierdzenie to można uznać za prawdziwe dla obszaru głównej wiązki anteny (w zasadzie nawet ograniczonej do kąta połowy mocy). Poza tym obszarem nie musi być ono już prawdziwe. Wynika to różnego kształtu charakterystyk pola dalekiego i bliskiego (np. różne położenie zer i maksimum listków bocznych), a różnice te mogą być znaczne i powodować zarówno zawyżanie, jak i zaniżanie wyników. Rezultaty pomiarów oraz analiz numerycznych, potwierdzające tę tezę znaleźć można np. w publikacjach Gati (5) oraz Adane i wsp. (6).
2. W stacjach bazowych stosuje się anteny z tzw. tiltem, to jest pochyleniem głównej wiązki o kilka stopni w dół (tilt ujemny) lub w górę (tilt dodatni) względem płaszczyzny równoległej do powierzchni ziemi. Zmian wartości tiltu dokonuje się często już w trakcie eksploatacji stacji w ramach tzw. dostrajania sieci. W raportach zwykle wyznacza się przypadek najgor-



Ryc. 6. Charakterystyki pionowe anteny GSM dla różnej wartości tiltu elektrycznego.

Fig. 6. Characteristics of GSM antennas by different electric tilts.

szy — największe możliwe pochylenie wiązki, kiedy zasięg obszaru $W = 1$ maksymalnie zbliża się do miejsc dostępnych dla ludności (co jest działaniem jak najbardziej uzasadnionym). Należy jednak zauważyć, że wraz ze zmianą tiltu, zmienia się charakterystyka anteny, i to nie tylko wiązki głównej, ale także listków bocznych. Mamy tu do czynienia z dwoma przypadkami. Dla tiltu mechanicznego cała charakterystyka obraca się o kąt równy kątowi pochylenia wiązki. Dla tiltu elektrycznego zmiana ulega nie tylko pochylenie wiązki głównej, ale także zmienia się, czasami dość znacznie, poziom i położenie listków bocznych. Na rycinie 6. przedstawiono nałożone na siebie charakterystyki tej samej anteny przy zmianie wartości tiltu elektrycznego od 0° do 6° . Proponowane rozwiązanie pozwala na uwzględnienie tej sytuacji.

3. W raportach wymagane jest wyspecyfikowanie źródła PEM, a więc również anten. Można przyjąć, że anteny różnych producentów (a nawet różne typy tego samego producenta) o takich samych podstawowych parametrach technicznych (zysk, szerokość wiązki głównej) mają taką samą charakterystykę w wiązce głównej, a różnice dotyczą tylko obszaru listków bocznych. Na rycinie 7. przedstawiono nałożone na siebie charakterystyki 8 anten różnych typów od różnych producentów o bardzo zbliżonych parametrach (pasmo GSM900, $H = 65^\circ$, $V = 9,5-10,5^\circ$). Z technicz-

nego punktu widzenia nie jest uzasadnione ograniczanie w „Raporcie” wyboru do konkretnego typu anten. Całkowicie powinno wystarczyć określenie wspomnianych wcześniej parametrów technicznych takiej anteny. Określenie uniwersalnej charakterystyki anteny o zadanych parametrach według proponowanego modelu zdecydowanie upraszcza ten problem.

4. Ponieważ model pola dalekiego traktuje źródło jako punkt, pojawia się problem wrysowania zamodelowanych stref $W = 1$ w bezpośrednim otoczeniu rzeczywistej anteny, zwłaszcza o dużych wymiarach (argument o tyle mniej istotny z punktu widzenia ochrony środowiska, że praktycznie nigdy bezpośrednio sąsiedztwo anteny nie jest miejscem dostępnym dla ludności).

Stosowanie uniwersalnych modeli w sposób znakomity ułatwiać będzie analizę i weryfikację danych (np. sprawdzenie poprawności obliczeń wykonanych przez autora „Raportu”) zawartych w „Raporcie” nie tylko przez specjalistów w zakresie radiokomunikacji, ale także przez inne osoby zainteresowane tymi zagadnieniami. Przyjęte założenie o wyznaczaniu PEM w obszarze listków bocznych na podstawie poziomu największego listka bocznego w sposób oczywisty spowoduje zawyżenie zasięgu obszaru $W = 1$ z tyłu anteny, ale jak napisano na początku tego rozdziału, jest

to wstępna propozycja autora — materiał do dyskusji w gronie zainteresowanych i próba wypracowania jednolitej metody wyznaczania rozkładów PEM dla celów ochrony środowiska.

POPULARNY SŁOWNICZEK PODSTAWOWYCH POJĘĆ Z ZAKRESU RADIOKOMUNIKACJI

Przy opracowywaniu „Raportu” wykorzystuje się szereg terminów specjalistycznych, zwłaszcza z zakresu radiokomunikacji. Używanie takich pojęć jest niezbędne w merytorycznej części „Raportu”, należy ich jednak unikać w streszczeniu w języku niespecjalistycznym, co jednak nie zawsze jest możliwe czy uzasadnione. Pewnym rozwiązaniem może być „tłumaczenie” niezbędnych pojęć w sposób niespecjalistyczny. Autor pokusił się o stworzenie takiego „popularnego słowniczka” podstawowych terminów radiokomunikacyjnych stosowanych w „Raportach”, zdając sobie sprawę z tego, że próba wyeliminowania pojęć fachowych musiała prowadzić do pewnych uproszczeń, nieścisłości formalnych i skrótów myślowych. Zastosowano tu zasadę, że terminy nowe opisuje się za pomocą innych terminów fachowych „przetłumaczonych” wcześniej w słowniczku, stąd taki układ haseł.

Radiokomunikacja — dziedzina techniki zajmująca się przekazywaniem informacji za pomocą fal radiowych.

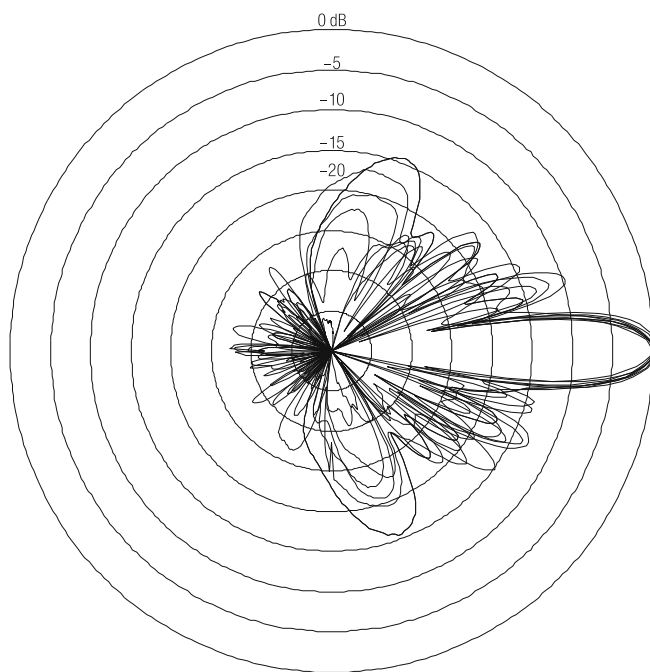
Stacja bazowa telefonii komórkowej — zespół urządzeń przeznaczonych do realizacji połączeń między telefonami przenośnymi a siecią telefonii komórkowej. W skład stacji bazowej wchodzi urządzenia sterujące i zasilające, nadajniki i odbiorniki, kable antenowe oraz anteny.

Radiowo-Telewizyjne Centrum Nadawcze (RTCN), Radiowo-Telewizyjna Stacja Retransmisyjna (RTSR) — zespół urządzeń przeznaczonych do nadawania programów radiowych i telewizyjnych dla odbiorców indywidualnych drogą radiową. Do wyposażenia RTCN/RTSR należą urządzenia sterujące i zasilające, odbiorniki oraz nadajniki z kablami i antenami.

Źródło pola elektromagnetycznego — urządzenie, które wysyła fale elektromagnetyczne w otaczającą je przestrzeń (np. anteny nadawcze).

Antena nadawcza — antena służąca do transmisji sygnału od nadajnika w kierunku odbiornika. Antena nadawcza jest źródłem pola elektromagnetycznego.

Antena odbiorcza — antena przeznaczona do odbioru sygnałów nadawanych przez nadajnik. Antena odbiorcza nie jest źródłem pola elektromagnetycznego.



Ryc. 7. Charakterystyki pionowe anten o zbliżonych parametrach różnych typów i producentów.

Fig. 7. Characteristics of antennas of similar parameters by different types and producers.

Antena izotropowa — antena nadawcza lub odbiorcza pozwalająca na odbiór lub nadawanie sygnałów we wszystkich kierunkach przestrzeni jednakowo.

Antena sektorowa/kierunkowa — antena nadawcza lub odbiorcza służąca do obsługi określonego obszaru w przestrzeni. Antena taka ma określoną charakterystykę przestrzenną — w sposób różny reaguje na sygnały przychodzące z różnych kierunków (odbiorcza) i emituje sygnał z różną mocą w różnych kierunkach.

Zysk energetyczny i kierunkowość anteny — miara określająca zdolność anteny do skupiania energii w określonym kierunku. Obrazowo można to przyrównać do świecącej nieosłoniętej żarówki (antena izotropowa), na którą nakłada się reflektor (antena kierunkowa) — mimo niezmiętej mocy żarówki pojawiają się miejsca, w których robi się jaśniej (zysk) kosztem innych, w których robi się ciemniej.

Charakterystyka promieniowania anteny — przestrzenny rozkład energii emitowanej przez antenę. Charakterystyka ta pozwala określić, jaka część energii emitowana jest w określonym kierunku.

Główna wiązka promieniowania anteny — obszar, na którym występuje największe skupienie energii wysyłanej przez antenę. Parametrem określającym szerokość wiązki głównej jest tzw. kąt połowy mocy — kąt mierzony od kierunku maksymalnego promieniowania, na którym moc emitowana przez antenę jest o połowę mniejsza niż na kierunku maksymalnego promieniowania, w tej samej odległości od anteny. W specyfikacji anteny podaje się zwykle kąt połowy mocy w płaszczyźnie poziomej (H) i pionowej (V).

Listki boczne i wsteczne charakterystyki promieniowania anteny — obszary poza główną wiązką promieniowania, w których również występuje emisja energii przez antenę. Występowanie listków bocznych jest zwykle efektem niepożądanym.

Tilt anteny — pochylenie głównej wiązki promieniowania anteny względem płaszczyzny równoległej do płaszczyzny ziemi o kilka do kilkunastu stopni w dół (tilt ujemny) lub w górę (tilt dodatni). Pochylenia tego można dokonać przez fizyczne pochylenie anteny — tilt mechaniczny, lub przez zmiany w wewnętrznej konstrukcji anteny bez jej fizycznego przemieszczenia — tilt elektryczny. Stosuje się anteny, które mają fabrycznie ustawiony tilt o określonym poziomie, lub istnieje możliwość jego doboru w pewnym zakresie.

Anteny DualBand, TripleBand — popularnie o antenach wielosystemowych służących do pracy w więcej niż jednym paśmie częstotliwości (np. GSM 900 MHz i 1800 MHz lub GSM i UMTS).

Fider — kabel antenowy łączący antenę z nadajnikiem lub odbiornikiem. Powszechnie stosuje się kable koncentryczne ekranowane (takie jak kabel antenowy między telewizorem a anteną lub gniazdkiem telewizji kablowej). Kable stosowane przy antenach nadawczych są zwykle grubsze niż typowy kabel antenowy telewizyjny ze względu na minimalizację strat sygnału.

Linia radiowa, radiolinia — zespół urządzeń służących do przesyłania informacji między dwoma punktami (końcami radiolinii). W radioliniach stosuje się anteny o dużej kierunkowości, które muszą się wzajemnie „widzieć”. Anteny radiolinii wysyłają sygnał praktycznie tylko w kierunku drugiej anteny w bardzo wąskim obszarze.

Moc nadajnika — moc zmierzona na wyjściu nadajnika, nie większa od mocy znamionowej (maksymalnej) nadajnika. Czasami nadajnik określa się skrótem TRX.

Moc doprowadzona do anteny — moc nadajnika pomniejszona o straty (tłumienie) na drodze między nadajnikiem a anteną. Straty występują na różnych elementach toru antenowego, np. na kablach antenowych (fiderach), złączach, układach dopasowujących (sumatory, dzielniki mocy itp.).

EIRP — równoważna moc promieniowana izotropowo (używane również: zastępcza moc promieniowana izotropowo). Jest to parametr obliczeniowy informujący o tym, jaką moc należałoby doprowadzić do anteny izotropowej, żeby uzyskać taki sam poziom sygnału, jaki uzyskuje się dzięki zastosowaniu anteny kierunkowej na kierunku maksymalnego promieniowania. Przykład: wykorzystując żarówkę z reflektorem, mierzymy natężenie światła w miejscu najlepiej oświetlonym. Po zdjęciu reflektora natężenie światła w tym miejscu się zmniejszy. Żeby powrócić do poprzedniego poziomu oświetlenia, musimy zwiększać moc żarówki — ta nowa będzie odpowiadała właśnie EIRP.

Natężenie pola elektromagnetycznego i gęstość mocy — parametry opisujące poziom pola elektromagnetycznego w punkcie obserwacji.

Miejsca dostępne dla ludzi (to nie jest termin radiokomunikacyjny, ale powszechnie stosowany w „Raportach”) — miejsca, do których mogą dotrzeć ludzie bez użycia dodatkowych przyrządów niezainstalowanych na stałe (drabin, podnośników itp.), forsowania zabezpieczeń i łamania zakazów wstępu. Przyjęto, że obszar taki rozciąga się do 2 m wysokości ponad miejsce, na którym może stanąć człowiek (np. chodnik, taras, galeria itp.).

Decybel (dB) — miara względna logarytmiczna — decybele to logarytm ze stosunku dwóch wartości (np. wzmocnienie to stosunek sygnały wyjściowego do wejściowego. Wyznaczenie wielkości fizycznej w de-

cybelach wymaga podania jednostki odniesienia. Na przykład moc w dBm oznacza moc odniesioną do mW (miliwata — 0,001 W).

PIŚMIENNICTWO

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. — Prawo Ochrony Środowiska. DzU z 2001 r. nr 62, poz. 627 z późn. zmianami
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. DzU z 2004 r. nr 257, poz. 2573 z późn. zmianami
3. Różycki S.: Ochrona przed polami elektromagnetycznymi. Raporty o oddziaływaniu na środowisko. Med. Pr. 2006;57(2):209–216
4. Bieńkowski P.: Oddziaływanie pola elektromagnetycznego od stacji bazowych GSM generacji 2.5 na środowisko. Przegl. Elektro-techn. 2005;12:60–62
5. Gati A.: Validity of far field approach for field assessment Technical note FT/RD/RESA/FACE/06-0281, France Telecom, 2006
6. Adane Y., Gati A., Wong M.F., Dale C., Wiart J., Hanna V.F.: Optimal Modeling of Real Radio Base Station Antennas for Human Exposure Assessment Using Spherical-Mode Decomposition. IEEE Anten. Wireless Propag. Letters 2003;1:215–218
7. Materiały informacyjne firm Kathrein, Andrew, Powerwave