

Warszawa, 22.03.2021

P4 Sp. z o. o.
ul. Wynalazek 1,
02-677 Warszawa

Starostwo Powiatowe w Zgierzu
Wydział Ochrony Środowiska,
Rolnictwa i Leśnictwa

dotyczy stacji bazowej telefonii komórkowej operatora P4 Sp. z o. o. ZGI3336_C

W odpowiedzi na pismo z dnia 19.03.2021 r. znak OS. 6221.7.2021.ES/2 dotyczące zgłoszenia instalacji wytwarzającej pola elektromagnetyczne stacji bazowej ZGI3336_C zlokalizowanej: 95-100 Zgierz, Sienkiewicza 20, dz. nr 972/46, obr. 0124, gm. Zgierz, pow. Zgierski, pragnę wyjaśnić, iż w kwestii stosowanych metod ograniczania emisji to należy podkreślić, iż w zakresie częstotliwości od 300 MHz do 300 GHz obejmującym pasma wykorzystywane przez systemy komórkowe, maksymalny dozwolony w Polsce poziom PEM wynosi $0,1 \text{ W/m}^2$. Natomiast w większości państw europejskich dla częstotliwości 900 MHz wynosi $4,5 \text{ W/m}^2$, dla częstotliwości 1800 MHz wynosi 9 W/m^2 a dla częstotliwości 2100 MHz wynosi 10 W/m^2 . Dopuszczalne PEM na poziomie $0,1 \text{ W/m}^2$ są tak małe, że już obecnie konieczne jest ograniczanie parametrów stacji bazowych lub powielanie infrastruktury stacji bazowych na potrzeby wykorzystania poszczególnych zakresów częstotliwości. Na wielu obiektach z uwagi na dopuszczalne PEM nie można zwiększyć pojemności poprzez dodanie kanałów i trzeba budować kolejny obiekt stacji bazowej. Stosujemy także metody ograniczania emisji pól PEM poprzez regulacje mocy w systemach GSM i UMTS.

W systemach drugiej i trzeciej generacji zastosowano techniki sterowania mocą, które mają bardzo duży wpływ na ich pracę zarówno pod względem ruchowym jak i związanym z jakością transmisji. Regulacje mocy powodują także zmianę chwilowej wartości natężenia pola elektromagnetycznego wokół anten stacji bazowych i terminali ruchomych.

W systemach GSM regulacja mocy (ang. power control) zależy od aktualnej wartości stopy błędów BER (ang. Bit Error Rate) przy chwilowym poziomie mocy w trakcie transmisji danych. W momencie włączenia zasilania, logowania do sieci danego operatora i rozpoczęcia transmisji używany jest stały, wstępny poziom mocy (ang. initial power level), u wielu operatorów telefonii komórkowej ustawiony na wartość 2 W (33 dBm). W trakcie transmisji danych terminal ruchomy oraz stacja bazowa dokonują pomiarów warunków panujących w kanale radiowym. Regulacją mocy zarządza sterownik stacji bazowej BSC, którego zadaniem jest minimalizacja emitowanej energii przy utrzymaniu odpowiedniego poziomu jakości transmisji w łączach „w górę” i „w dół”. Zmiany poziomu mocy dokonywane są ze skokiem 2 dB w okresach o czasie trwania minimalnie 60 ms, zaś same pomiary sygnału przesyłane są co 480 ms w kanale sygnalizacyjnych SACCH (ang. Slow Associated Control Channel). Liczba skoków zależna jest także od klasy danej stacji bazowej i terminala ruchomego. Procedura redukcji mocy pozwala m.in. na ograniczenie oddziaływania pola elektromagnetycznego i wydłużenie czasu pracy baterii. Regulacja mocy ma także wpływ na obniżenie interferencji współkanałowych oraz sąsiednikanałowych. Duży wpływ na chwilową wartość mocy ma m.in.

odległość pomiędzy stacją bazową a terminalem ruchomym, propagacja wielodrogowa – występowanie zaników selektywnych oraz płaskich spowodowanych tłumieniem sygnału wywołanym np. nagłym przemieszczeniem się użytkownika z terenu otwartego do pomieszczenia zamkniętego.

W systemie trzeciej generacji regulacja mocy odbywa się w nieco inny sposób. W systemie UMTS FDD, opartym na technice wielodostępu do kanału radiowego CDMA o szerokości 5 MHz, zastosowano ortogonalne kody skramblujące do rozróżniania poszczególnych użytkowników, dlatego też nie jest możliwe wykorzystanie metod regulacji mocy stosowanych w standardzie GSM. Przykładowo w łączu „w górę” wymagane jest, aby poziom mocy sygnału odbieranego przez stacje bazowe od każdego użytkownika był identyczny, czyli, aby sygnał terminala ruchomego pracującego w pobliżu stacji bazowej nie zakłócał sygnałów pozostałych urządzeń odległych. Zjawisko „zagłuszania” stacji odległych (ang. near-far effect) powoduje obniżenie jakości odbieranych sygnałów, zmniejszenie pojemności komórki i jej zasięgu – stacje odległe mogą nie być w stanie skorzystać z usług danej stacji bazowej. Niestety nie jest możliwe zastosowanie prostej regulacji mocy tak, aby poziom sygnału na wejściu odbiornika stacji bazowej i terminala ruchomego był taki sam. A to ze względu na zastosowanie w systemie UMTS różnych rodzajów transmisji danych o innych wymaganych poziomach jakości oraz mechanizmów usprawniających transmisję danych takich jak: odbiornik RAKE, umożliwiający wielokanałowy odbiór sygnału i poprawiający błędy spowodowane zanikami wielodrogowymi, czy techniki transmisji zbiorczej z wykorzystaniem wielu anten odbiorczych. W ramach regulacji mocy wskazana jest minimalizacja emitowanej energii przy utrzymaniu odpowiedniego poziomu SIR (ang. Signal-to-Interface Ratio). W systemie UMTS FDD zdecydowano się na zastosowanie trzech mechanizmów regulacji mocy:

- regulacja w pętli otwartej (ang. open loop) – wykorzystywana, gdy terminal rozpoczyna transmisję do stacji bazowej,
- regulacja w pętli zewnętrznej OL (ang. outer loop) – dostarcza kryteria regulacji mocy dla pętli zamkniętej,
- szybka regulacja w pętli zamkniętej (ang. closed loop) – na podstawie kryteriów z pętli zamkniętej OL i parametru SIR mająca bezpośredni wpływ na moc nadawania, zarówno w łączu „w górę” jak i „w dół”.

Metoda regulacji w pętli otwartej stosowana jest zarówno przez stację bazową i terminal ruchomy. Docelowa moc określana jest dla łącza „w górę” przy wykorzystaniu przez terminal ruchomy informacji o aktualnych parametrach z sieci UTRAN, zaś dla łącza „w dół” ustalana jest na podstawie przesłanych wyników pomiarów z stacji ruchomej [Źródło].

Zadaniem pętli zewnętrznej jest dostarczenie docelowej wartości SIR dla regulacji mocy w pętli zamkniętej tak, aby możliwe było osiągnięcie założonej jakości transmisji. Ze względu na dynamikę zmian w kanale radiowym wymagany jest szybki i efektywny pomiar jakości odbioru. Możliwe jest zastosowanie takich pomiarów jak: CRC (ang. Cyclic Redundancy Check), bitowej stopy błędów BER w kanale fizycznym, blokowej stopy błędów BLER, stopy błędów uzyskiwanej z dekodatorów oraz stosunku E_b / N_0 [Źródło].

Regulacja mocy w pętli zamkniętej wykorzystuje wartość docelową SIR z zewnętrznej pętli regulacji mocy. Ze stacji bazowej do terminala ruchomego przesyłane są bity TPC (ang. Transmit Power Control), w wyniku czego następuje rozkaz zwiększenia lub zmniejszenia poziomu mocy sygnału nadawanego „w górę”. Dodatkowo sygnał ten jest mierzony i wyliczana dla niego wartość SIR. W ten sposób następuje oszacowanie bitów TPC sterujących nadajnikiem stacji bazowej – emitowanego sygnału „w dół”. Zmiana poziomu mocy może zachodzić z krokami 1, 2 lub 3 dB w zależności od użytego algorytmu. Poszczególne algorytmy przystosowane zostały dla różnych warunków propagacji – jeden umożliwia szybką reakcję na zaniki wielodrogowe, drugi zaś „nadaża” ze zmianami poziomu w przypadku dużych szybkości poruszania się użytkownika.

Dla łącza „w dół” RNC reguluje moc ze skokami: 0,5, 1, 1,5 lub 2 dB. Regulacja mocy w systemach UMTS pełni bardzo ważną rolę, dlatego zmiany w tym standardzie następują aż 1500 razy



na sekundę. Dla porównania w systemach GSM regulacja mocy odbywała się najszybciej co 60 ms (pomiar dokonywany był około 2 razy na sekundę). W systemach UMTS nie da się także wyszczególnić pierwszej wartości mocy nadawanej przez terminal ruchomy. W systemie trzeciej generacji w porównaniu z GSM nie jest ona stała i zależy od aktualnych zakłóceń interferencyjnych – SIR i tłumienia sygnału w kanale radiowym. Wykorzystywana jest tutaj procedura zwiększania emitowanej mocy (ang. power ramping), aż do momentu potwierdzenia przez stację bazową odebrania przesłanej wcześniej preambuły. Podsumowując stosujemy w tym zakresie także wyżej opisaną dla dwóch systemów odrębną procedurę redukcji mocy.

z poważaniem,
Monika Jankowska