

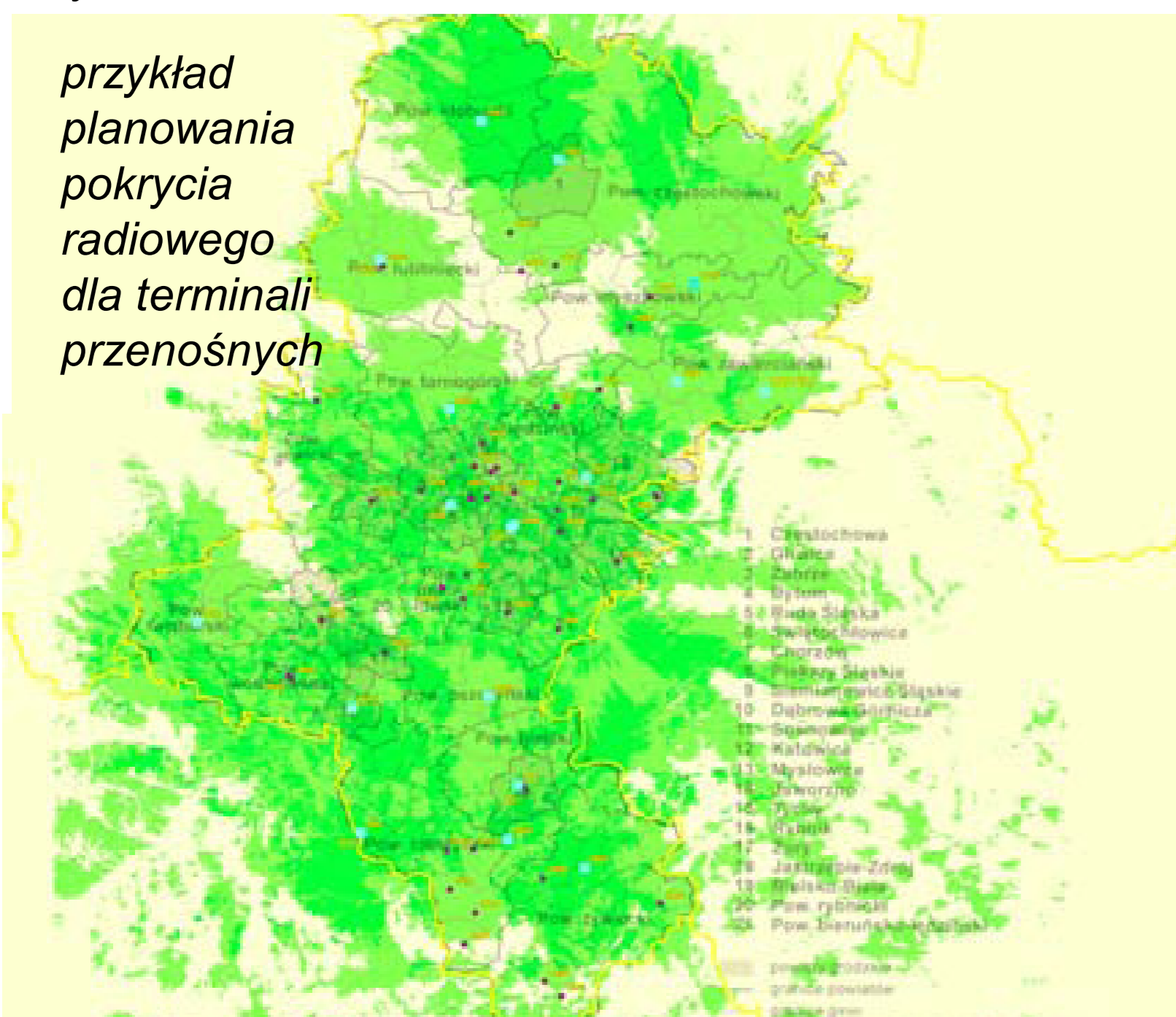
TŁO ZAGADNIENIA

Systemy łączności radiowej w postaci chociażby sieci telefonii komórkowej stały się dziś powszechne. Penetracja liczby terminali ruchomych w sieciach mobilnych 2., 3. i 4. generacji wynosiła 144,2% na koniec 2016 r., co może oznaczać, że niemal co drugi Polak posługuje się dwoma numerami telefonicznymi wykorzystując je np. na potrzeby telesterowania (samochodem, domem czy alarmem) i tworząc w ten sposób środowisko internetu rzeczy.

Ważnym obszarem radiokomunikacji ruchomej lądowej są także służby bezpieczeństwa i porządku publicznego, które poza telefonią komórkową posługują się również dedykowanymi systemami radiowej łączności dyspozytorskiej opartymi na takich standardach jak TETRA czy DMR.



przykład planowania pokrycia radiowego dla terminali przenośnych



CELE

Odpowiednie planowanie radiowej sieci dostępowej nie tylko maksymalizuje pokrycie zasięgiem terenu oraz jej pojemność, ale także zapewnia dobrej jakości usługi, jak i pewność ich działania w wypadku np. natłoku ruchu czy awarii części stacji bazowych.

OBSZAR BADAŃ

Właściwy wybór modelu propagacyjnego jest warunkiem prawidłowego sporządzenia projektu sieci radiokomunikacyjnej. Miernikiem zasięgu łączności jest rozkład prawdopodobieństwa jej uzyskania, który zależy od rozkładu poziomu pola elektrycznego i właściwości statystycznych środowiska na drodze między nadajnikiem i odbiornikiem, które są nieco różne dla transmisji od stacji bazowej do terminala oraz w kierunku przeciwnym.

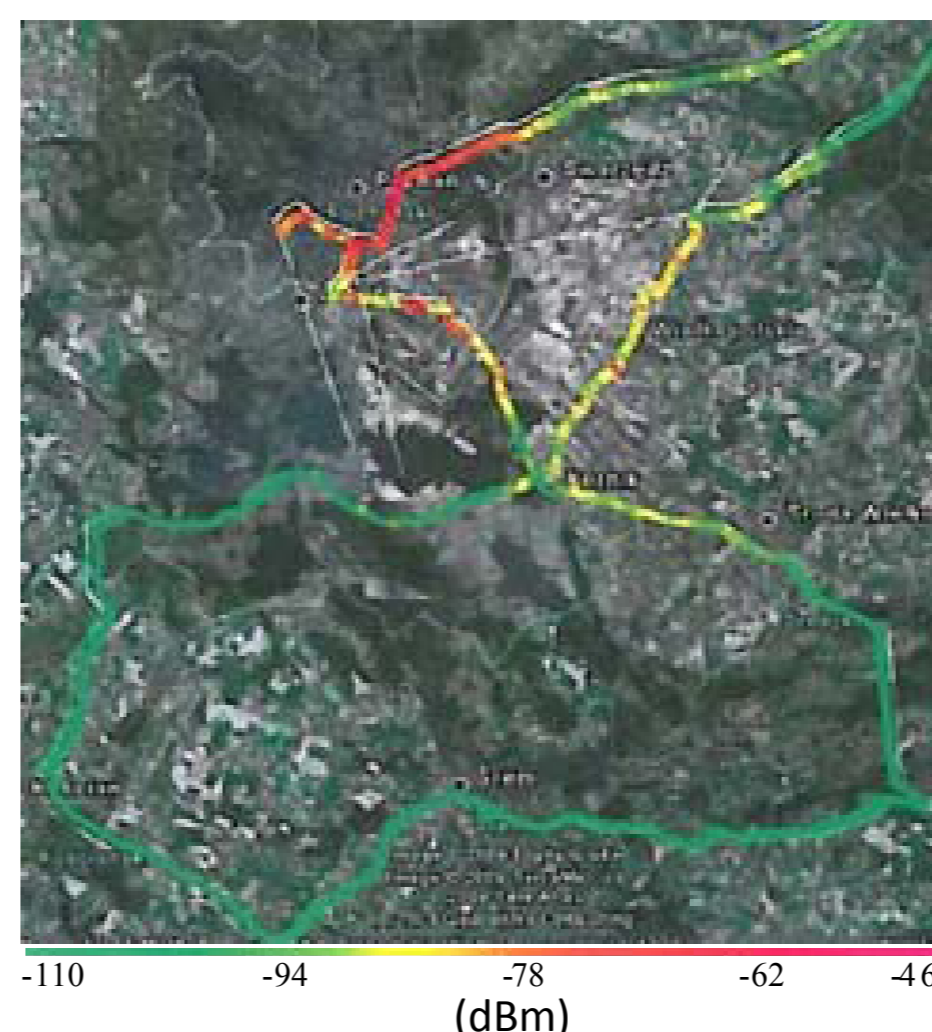
Kalibracja modelu propagacyjnego pozwala zmniejszyć błąd oszacowania wynikowego poziomu sygnału podlegającego detekcji w odbiorniku.

KALIBRACJA

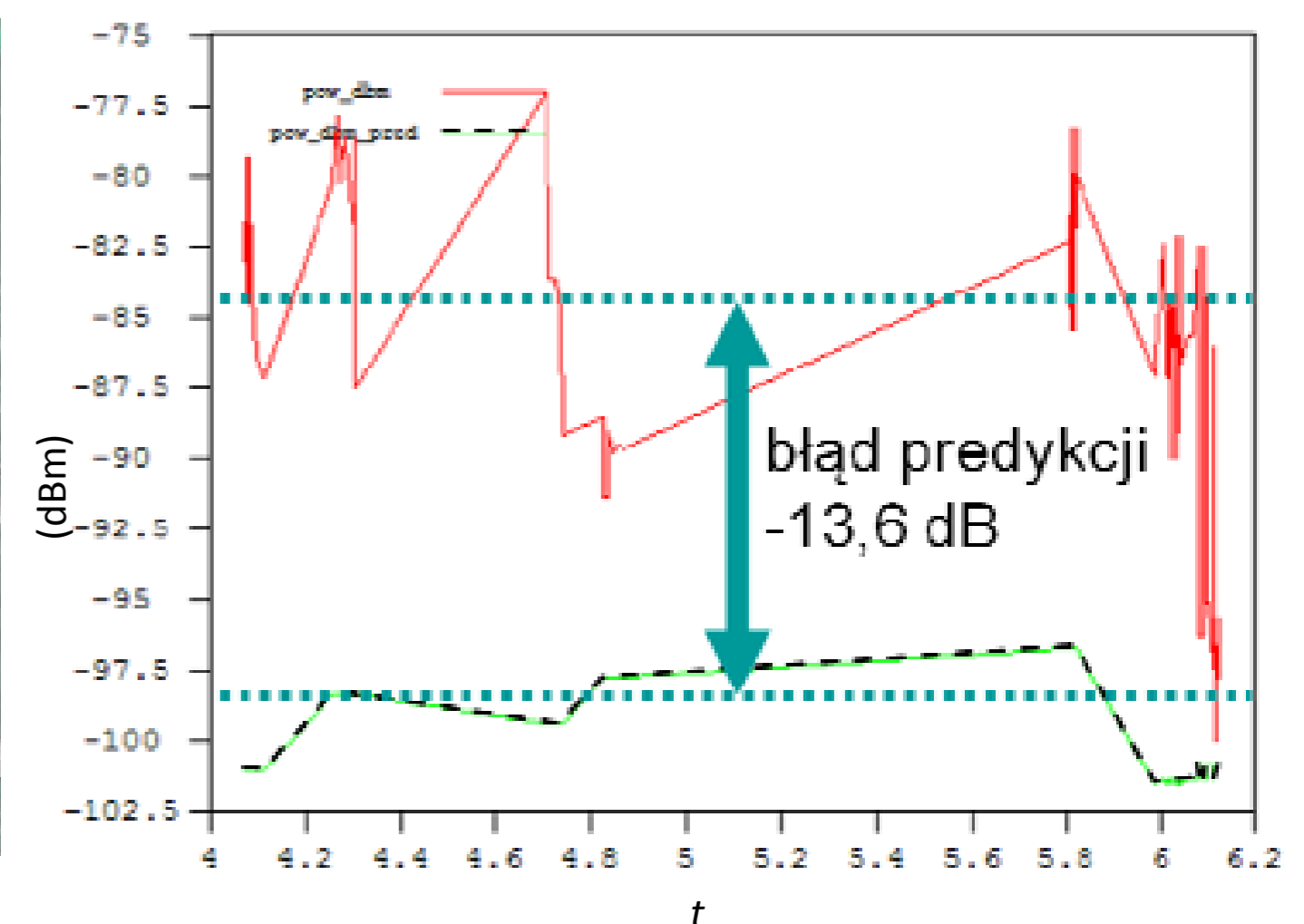
Proces kalibracji wymaga wykonania pomiarów w terenie poprzez jego objazd wokół źródła sygnału radiowego emulującego nadajnik stacji bazowej w celu zmierzenia rzeczywistych wartości pola elektrycznego. Te dane są następnie wykorzystywane do wyznaczenia pewnych stałych w modelu propagacyjnym w celu minimalizacji rozbieżności między wartościami rzeczywistymi mierzonego sygnału w danym miejscu a wartościami estymowanymi przez funkcję opisującą dany model rozkładu pola elektrycznego. Wartości tych stałych definiujących klasy terenu są dobierane empirycznie i mogą w istotny sposób różnić się dla różnych krajów, a nawet dla różnych regionów jednego kraju. Wybór stałych dla klas dokonano poprzez iteracyjne zmiany wartości współczynników tłumiennościowych i ponowne uruchamianie obliczeń predykcji pola w punktach terenu odpowiadających punktom zbierania danych odbiornika.

ZASTOSOWANIA

Posiadanie skalibrowanego modelu propagacyjnego pozwala nie tylko na zwiększenie wiarygodności mapy pokrycia radiowego dla planowanej sieci, ale także na minimalizację interferencji współ- czy sąsiednikanałowych, co jest istotne z punktu widzenia estymacji np. zasięgów zakłóceń pozwalających minimalizować ryzyko zakłócenia się sieci różnych operatorów krajowych, jak i zagranicznych



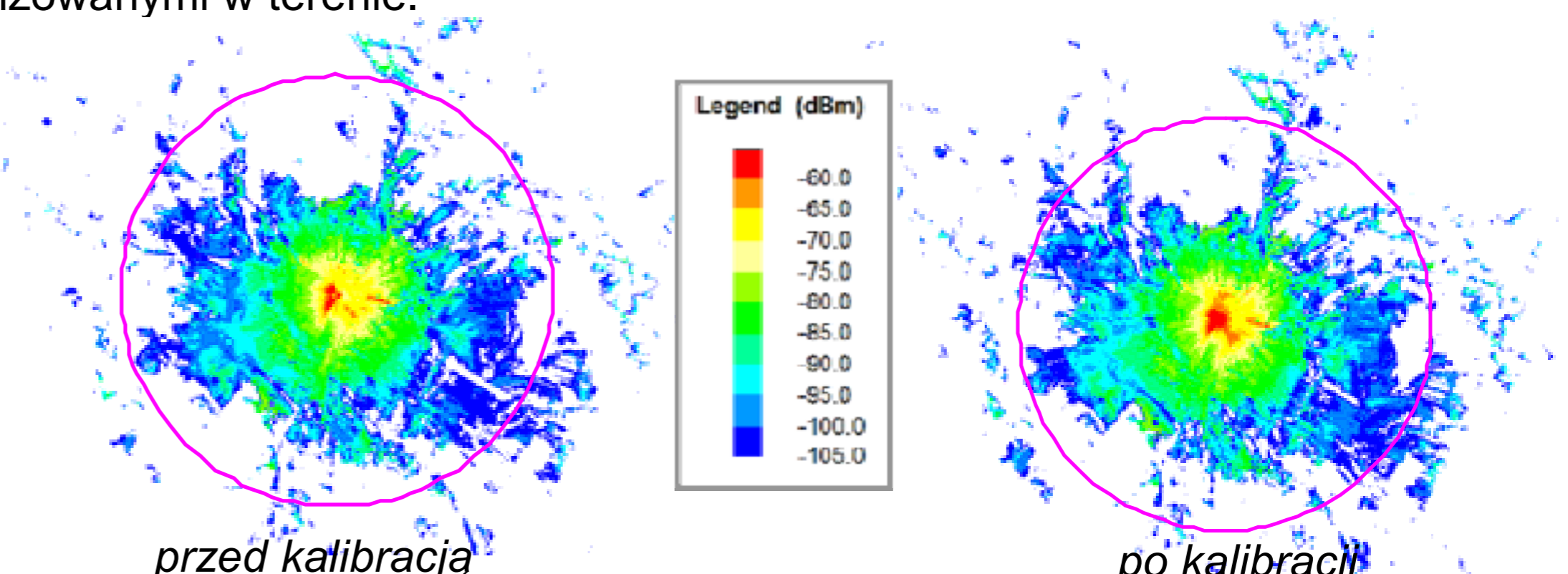
pomiar sygnału z testowego nadajnika



wartość natężenia pola elektrycznego mierzona w terenie i estymowana algebraicznie

WYNIKI

W efekcie przeprowadzonego procesu kalibracji znacznie zmniejszyła się średnia wartość błędu predykcji z wartości -13,6 dB przy braku korekty współczynników opisujących klasy oraz podklasy terenu do wartości -3,2 dB. Zastosowany model Okumury wskazuje wówczas dobrą zgodność predykcji otrzymanej z oprogramowania do planowania radiowego z pomiarami empirycznymi zrealizowanymi w terenie.



przed kalibracją

po kalibracji