

Projekt grupowy (3-4 osoby)

Zakres podstawowy – max. 8 pkt

Należy wykonać projekt sieci komórkowej na zdefiniowanym obszarze w EDX-ie. Rozmieszczenie stacji bazowych i konfiguracja anten powinna odpowiadać wymaganiom ruchowym oraz zapewnić zasięg radiowy na min. 90% powierzchni obszaru badań. Braki w pokryciu radiowym są dozwolone tylko w miejscach, gdzie prawie nie ma ruchu generowanego.

Wybieramy dowolny obszar o wielkości 50x50 km, przy czym powinien on zawierać co najmniej jeden z następujących ośrodków miejskich: Eugene/Springfield, Salem (zakres rozszerzony), Corvallis/Albany lub Albany/Lebanon. Wybór miast Eugene/Springfield i Salem wiąże się z dużym nakładem pracy (duży ruch generowany będzie wymagał wielu stacji bazowych), więc proszę mierzyć siły na zamiary.

Należy zaplanować sieć komórkową, zdolną do obsługi ruchu komutowanego wg ograniczeń systemowych standardu GSM900 (ze względu na ich największą złożoność), przyjmując następujące założenia:

- model ruchu generowanego oparty na ruchowej bazie danych EDX,
- parametry nad.-odb. oraz ustawienia modelu propagacyjnego wg wskazówek podanych w instrukcji do zadań 2 i 6 (model propagacyjny Anderson-2D, czas i lokalizacja - 50%),
- ustawienia systemów i ograniczenia pojemności komórek takie jak w instrukcji do zadania 6; dla GSM należy ograniczyć zestaw kanałów radiowych do max. 40 (wg przydziału) - należy stworzyć odpowiednią tabelę w pliku .cpt i przyjąć $P_b(GOS) = 1\%$,
- zasięg radiowy należy oceniać względem gorszego kierunku transmisji (projektujemy łączność dwukierunkową).

Należy przygotować 2 wersje projektu (dla GSM interferencje należy sprawdzić w większym zasięgu niż pokrycie radiowe!):

1) z przeprowadzonymi symulacjami pokrycia radiowego (*Received Power at remote, Received Power at best base from remote* oraz *Strongest (most likely) Server*) - policzonymi w zasięgu nie większym niż 35 km

i

2) z symulacją interferencji (*Worst channel C/(I+N) for multiple-channel systems*) – policzoną w zasięgu uwzględniającym najgorszy możliwy przypadek dla badanego obszaru.

Dodatkowo można zaplanować jedno wybrane łącze radioliniowe oraz przeprowadzić symulację *Route study* dla wybranej (głównej) drogi lub linii kolejowej na badanym obszarze.

Można przeprowadzić dodatkowe symulacje, np. *Handoff regions for non-CDMA systems, Blocking rate with predicted sector voice traffic...* przy czym liczyć się będzie nie tylko sam wynik, ale przede wszystkim jego analiza w kontekście symulowanego modelu.

Należy przygotować sprawozdanie, zawierające jedynie tabelę z planem kanałowym i konfiguracją stacji bazowych w następującej postaci:

Nazwa stacji	ID sektora	Wys. stacji n.p.m.	Moc nadajnika [W]/[dBW]	Typ anteny <nazwa pliku>	Azymut [°]	Pochylenie [°]	Ruch generowany [mErl] / [kbit/s]	Liczba potrzebnych kanałów rozmównych	Numery przydzielonych kanałów radiowych	Rzeczywiste prawdopodobieństwo blokady [%]	Definicja sąsiedztwa dla HO (ID sektorów) (*)
<u>S1</u>	S1_1										
	S1_2										
	S1_3										
<u>S2</u>	S2_1										
	S2_2										
	S2_3										
...											

*) tylko dla jednej wybranej stacji, interesującej z punktu widzenia definicji sąsiedztwa (tam gdzie występują tzw. „przestrzelenia” dominansów) – w EDX-ie jest dostępne narzędzie do automatycznego wyznaczania sąsiedztwa na bazie określonych kryteriów (warto je potestować), jednak to zadanie proszę wykonać tylko dla jednego, wybranego (ciekawego) przypadku, kierując się logiką i ustalając listę sąsiedztwa w sposób ręczny.

Proszę nie umieszczać w sprawozdaniu wyników symulacji!

Ponadto, w projekcie powinien być sporządzony aktualny raport ruchowy (*Traffic Loading Report*) i interferencyjny (*Worst Channel C/(I+N)...*).

Za poprawne wykonanie projektu w zakresie podstawowym przysługuje max. 8 pkt. (w przypadku poprawnego projektu na terenie Eugene/Springfield – max. 10 pkt.). Dodatkowe punkty można zdobyć realizując zakres rozszerzony oraz podejmując wyzwania (w szczególnych przypadkach ich łączna liczba może przekroczyć 10).

Zakres rozszerzony

W ramach pracy dodatkowej, wykorzystując zdefiniowaną strukturę sieci dla systemu GSM, można sprawdzić jakie są wymagania dla ruchu pakietowego i czy zaplanowana sieć będzie zdolna do jego obsługi wg możliwości systemów UMTS/HSPA i LTE (jedynie na podstawie analizy ruchowej). Można zaproponować konfigurację systemu pakietowego dla kilku wybranych przypadków (tylko teoretycznie, np. LTE, kanał 10 MHz, MIMO 2x2). Zagadnienia te będą omawiane na wykładzie pod koniec semestru, więc nie jest to zadanie obowiązkowe.

Można również zamodelować sieć UMTS lub LTE w dowolnej konfiguracji systemowej i przetestować stosowne symulacje wydajnościowe dostępne w EDXie. Pozostawiając istniejące konfiguracje stacji bazowych (lokalizacje, anteny...) można zmienić system, częstotliwość, plan kanałowy i zbadać zasięg stref dla poszczególnych schematów modulacyjno-kodowych oraz sporządzić mapy przepustowości.

Zarówno dla systemu GSM, jak i dla UMTS oraz LTE można wykonać więcej typów symulacji. Liczyć się będzie jednak nie tylko uzyskanie wyników, ale przede wszystkim umiejętność ich interpretacji i analizy.

Wyzwania

Szczególnym osiągnięciem, wymagającym rozpoznania funkcjonalności EDX-a i wymyślenia sposobu na ominięcie jego pewnych ograniczeń, będzie zaplanowanie sieci LTE z uwzględnieniem własnego planu kanałowego w paśmie 1800 MHz, (i/lub:) oszacowanie realnej (uśrednionej) przepustowości każdej stacji bazowej LTE, zaplanowanie sieci LTE z uwzględnieniem FFR (*Fractional Frequency Reuse*), wykonanie planowania Cell ID (PCI) dla sieci LTE, wykonanie planowania przydziału kodów skramblujących dla sieci UMTS... zademonstrowanie jakiejś ciekawej, nie omawianej na zajęciach, funkcjonalności EDX-a.

Dobre praktyki

Warto zacząć pracę od zaplanowania sieci w miastach, pamiętając o tym, że ogólną zasadą jest szukanie lokalizacji stacji bazowych najbliżej ruchu generowanego, a więc najlepiej w miejscach jego największej gęstości. Taka strategia wprost przekłada się na większą pojemność komórek, używających nowoczesnych standardów obsługi ruchu pakietowego, ponieważ poprawia statystykę wykorzystania wysokich schematów modulacyjno-kodowych. Daje ona również poprawę efektywności energetycznej i pozwala redukować interferencje w sieci.

Planując przydział kanałów radiowych w GSM warto spróbować podzielić dostępny ich zbiór na rozłączne pule do zastosowania w obszarach miejskich (w komórkach o małych rozmiarach) i pozamiejskich (w komórkach o dużym zasięgu radiowym). Czyli w praktyce, najpierw zajmujemy się realizacją sieci w samych miastach, gdzie stosujemy mniejsze moce nadajników, tak aby rozmiary tych komórek były ograniczone i adekwatne do wielkości ruchu na tym obszarze. W przydziale kanałów dla miast staramy się uzyskać odpowiednią jakość (C/I) używając możliwie jak najmniejszą ich liczbę z dostępnego zbioru (powtarzamy te same kanały wszędzie tam gdzie się da, gdzie nie spowoduje to degradacji jakości). Te które zostaną niewykorzystane można potem bezpiecznie użyć (nie generując interferencji w miastach, czyli tam, gdzie są one najbardziej szkodliwe) w dużych komórkach „zasięgowych”, które czasem mogą nawet nakładać się na całe miasta. Takie nadajniki można wtedy stawiać na wzniesieniach, w miejscach o dobrej widoczności, pokrywając duży obszar o niewielkim ruchu generowanym. Proszę pamiętać, że w izolacji interferencyjnej komórek (szczególnie tych małych) pomaga pochylanie anten.

Zaliczenie pracy grupowej

Na zaliczeniu projektu powinna być obecna cała grupa. Należy przygotować 7 min. prezentację – czas będzie mierzony dokładnie i po 7 min. prezentacja zostanie przerwana. Prezentacja stanowi element oceny i powinna zawierać najistotniejsze, wybrane przez grupę, zagadnienia. Warto opowiedzieć o ogólnej koncepcji, celach, założonej polityce, realizacji (co zrobiono, jakie symulacje prowadzono i jaki uzyskano efekt końcowy), trudnościach podczas pracy oraz brakach i niedociągnięciach wraz z wytłumaczeniem z czego one wynikły i argumentacją pozostawienia ich w projekcie.

Projekty należy pokazać w osobnych wersjach (przesymulowanych – podczas spotkania nie będzie czasu na wykonywanie symulacji!). Można otworzyć je w osobnych oknach EDX-a (aplikację EDX można uruchomić w kilku instancjach niezależnie na jednym komputerze). Ważna jest przede wszystkim poprawność metodyczna i uzyskane wyniki, ale również pomysłowość i nakład pracy, sposób argumentacji oraz jakość prezentacji wyników (np. widoki map).