Cel: zapoznanie się ze strukturą aplikacji, konfiguracja środowiska pracy, ustawianie widoków i obszaru badań.

Liczba punktów: brak - zadanie nie oceniane, ale umiejętność konfigurowania czytelnych widoków map będzie elementem oceny wszystkich kolejnych zadań i projektu.

W ramach przygotowania środowiska do projektowania sieci komórkowej należy włączyć i odpowiednio wyświetlić potrzebne warstwy mapy. Widok trzeba tak dostosowywać, aby uzyskać jak najlepszą czytelność interesujących treści. Należy ustawić kolejność warstw i ich parametry, np. przedziały, wartości i kolory. Pracując z mapami warto dbać o odpowiednie powiększenie, aby zdefiniowany obszar zajmował możliwie jak najwięcej powierzchni ekranu monitora.

Kolejność czynności:

- ✓ Zapisać i otworzyć załączony (pusty) projekt.
- ✓ Dodać do projektu 3 warstwy mapy: terenową, ruchową oraz obraz (Salem250.tif).

 Menu *Map -> Terrain/Traffic Data*

Za pomocą Menu *Map -> Setup Map Layers* (lub używając ikonki) otwieramy okno zarządzania warstwami mapy, z którego dostępne są opcje konfiguracji widoków (np. opcja *Style*) i kolejności warstw. Tam można również dodawać i usuwać warstwy oraz ustawiać parametry całościowego widoku - *Current Map View* (dostępne również z Menu *Map*).

Aby załadować obraz mapy należy wybrać *Add layer -> Add image file* i wskazać odpowiedni plik z katalogu ... EDX\SignalPro\Sample Data\map_images\.

Zwykle trzeba ręcznie ustawiać styl każdej warstwy (przedziały wartości i kolory) aby poprawić ich czytelność. EDX automatycznie nie robi tego dobrze. Szczególnie jest to ważne, gdy wyświetlamy kilka warstw na sobie i chcemy zachować ich czytelność - trzeba uważnie dobierać paletę kolorów, tak żeby kolory użyte do prezentacji tych warstw znacząco się różniły. Rozwiązaniem może być np. wykorzystanie opcji interpolacji pomiędzy zdefiniowanymi ręcznie odcieniami jednego koloru.

- ✓ Zdefiniować nowy obszar badań w dowolnie wybranym, innym miejscu na mapie niż aktualne. Obszar powinien posiadać dokładny rozmiar 50km x 50km i nie wykraczać poza obraz mapy.
 - Służą do tego ikonka oraz opcje w Menu *Studies -> Define Study Grid.* Warstwy w widoku (oprócz obrazu mapy) są wyświetlane jedynie na zdefiniowanym obszarze badań.
- ✓ Dla zdefiniowanego obszaru stworzyć dwa osobne widoki (w *Map Views* menu po lewej stronie) pokazujące w sposób jak najlepiej czytelny odpowiednie warstwy (terenową i ruchową w każdym widoku tylko jedna warstwa). Dla mapy ruchowej ustawić rozdzielczość (*Grid Point Spacing* w oknie definicji obszaru badań) 0,5 km, a dla terenowej 0,2 km.

Nowy widok można po prostu stworzyć lub skopiować istniejący i wprowadzić zmiany (zwykle tak bywa szybciej). Opcje dostępne są pod prawym przyciskiem myszy w menu po lewej stronie. Przełączanie pomiędzy widokami następuje po dwukrotnym kliknięciu na nazwę widoku. Za pomocą menu po lewej stronie można jednym kliknięciem włączać i ukrywać wyświetlanie warstw w widoku oraz ustawiać ich kolejność. W każdym widoku warstwy można skonfigurować to inaczej.

- ✓ Stworzyć i jak najlepiej sformatować trzeci widok, na którym pokazany będzie ruch generowany na tle mapy ukształtowania terenu (rozdzielczość 0,5 km).
 - Dla poprawy czytelności dobrze też jest wyłączyć wyświetlanie najniższego przedziału wartości na mapie ruchowej. Sposobem na to jest ustawienie wyświetlenia tego przedziału za pomocą symboli, których nie ma (ostatnia pozycja na liście symboli).
- ✓ Włączyć i ustawić warstwę Major Roads do widoku 3 (dane z bazy us geographic data).
 W menu zarządzania warstwami, opcja Add layer, wybrać z listy dostępnych, skonfigurować widok.
- ✓ Przyjrzeć się liście innych dostępnych warstw, obejrzeć np. warstwę *Land Use (clutter)* i powiązany z nią *attenuation file*.

Proszę testować różne dostępne opcje konfiguracji map i obserwować wpływ ustawień na czytelność widoku. Pomocny do znalezienia dogodnej lokalizacji dla stacji bazowej może okazać się też widok terenu 3D przedstawiony w rzucie (3D to typ widoku ustawiany w stylu warstwy, a rzut i skalowanie definiuje się w *Current Map View*).

Cel: konfiguracja parametrów stacji bazowej i przeprowadzenie symulacji pokrycia radiowego.

Liczba punktów: brak - zadanie nie oceniane, ale umiejętność konfigurowania parametrów stacji, i prowadzenia symulacji będzie elementem oceny kolejnych zadań i projektu.

Analiza ma uwzględniać charakterystyki radiowe niezależne od rodzaju systemu. Wskaźnikami jakości są uniwersalne metryki poziomu mocy sygnału i wskazania obszarów dominacji poszczególnych komórek sieci.

Kolejność czynności:

✓ Ustalić obszar badań o wielkości ok. 50km x 50km i rozdzielczości 0,1 km w wybranym terenie.

Proszę dowolnie wybrać obszar, nie wykraczający poza obraz mapy, tak aby był zróżnicowany - trochę gór, trochę terenu płaskiego. W widoku potrzebna będzie jedynie mapa terenowa.

✓ Zdefiniować parametry modelu propagacyjnego.

Menu Studies -> Propagation Models

- listę modeli wraz z parametrami można edytować wg potrzeb (więcej o charakterystyce modeli propagacyjnych można poczytać w pliku pomocy ...\SignalPro\help\Appendices.pdf app. A)
- dla potrzeb niniejszego ćwiczenia proszę zdefiniować model: Anderson-2D z kategorii Standard i ustawić procent czasu i lokalizacji na 50% oraz zaznaczyć opcję: add clutter loss (pierwszy model z listy, ustawiony domyślnie)
- ✓ Utworzyć trójsektorową stację bazową i ulokować ją na terenie względnie płaskim.
 - ikonka *new site* (można użyć domyślny wzorzec)
 - wygląd i dodatkowo wyświetlane informacje można ustawiać w stylu warstwy transmitter/base/hub sites
 Ważnym jest aby dbać o czytelność widoków projektu. Proszę wyświetlać tylko to co
 - Ważnym jest aby dbać o czytelność widoków projektu. Proszę wyświetlać tylko to co istotne i ukrywać zbędne informacje.
- ✓ W ustawieniach stacji bazowej (pod prawym przyciskiem myszy) dla każdego sektora (uwaga! wszystkie poniższe działania trzeba powtórzyć 3 razy) zdefiniować:
 - częstotliwość: 900 MHz
 - typ systemu: Generic transmit/receive
 - Transmit Parameters ->Max. transmit power per channel = 13 dBW (20 W), typ, charakterystyka i zysk energetyczny anteny proponuję wybrać antenę DB872H83.PAT lub inną o podobnej charakterystyce są one opisane w plikach tekstowych, umieszczonych w katalogu ...\EDX\SignalPro\Library Data\pat\. W pierwszej linii od góry można znaleźć wartość zysku energetycznego (dla wspomnianej anteny to 9,4 dBi) EDX nie aktualizuje tej wartości automatycznie. Tłumienie toru antenowego (Transmission line loss) = 3 dB
 - Receiver Parameters -> wcisnąć przycisk Set receive antenna and transmissions systems same as TX (co oznacza użycie tej samej anteny do nadawania i odbioru), a następnie ustawić szerokość kanału radiowego: equivalent noise bandwidth = 0,2 MHz, współczynnik szumów odbiornika: noise figure = 5 dB i wymaganą wartość C/(I+N)

- dla świadczonej usługi = 13 dB (powyższy zestaw wartości jest typowy dla usługi głosowej w systemie GSM).
- Propagation Model -> wybrać z listy zdefiniowany wcześniej w menu Studies -> Propagation Models
- Study sector / sector range -> ustawić study radius na maksymalną możliwą wartość dla tego projektu, tj. ok. 70 km, rozdzielczość obliczeń jest kompromisem pomiędzy dokładnością, a czasem uzyskania wyniku.

Za pomocą opcji dostępnych pod prawym przyciskiem myszy można (ale nie trzeba) skopiować ustawienia stacji bazowej do wzorca (*template*) i tworząc kolejne stacje wykorzystywać ten nowy wzorzec. Można też tworzyć kopie już istniejących stacji bazowych i w ogóle nie używać wzorców.

Można nadawać stacjom odpowiednie nazwy aby wprowadzić pewien porządek w projekcie.

✓ Zdefiniować parametry stacji ruchomej.

w menu RF Systems -> Mobile/Remote Unit proszę ustawić parametry odbiorcze analogicznie jak dla stacji bazowej oraz przyjąć RF Out (Max) = 3 dBW (2W), RF Out (Min) = -25 dBW, wys. stacji ponad terenem 1.5 m, Antenna Nearby Obstruction Losses = 3 dB (zakładamy, że terminal trzymamy w ręku przy ciele)

✓ Zdefiniować symulacje pokrycia radiowego.

Menu *Studies -> Area studies*

 Add Study -> z grupy Basic wybrać symulację Received Power at remote, a potem Received Power at best base from remote i Strongest (most likely) Server (najlepiej wykonywać wszystkie na raz)

W ustawieniach symulacji

- wybrać metodę obliczeń Radial Line (wykorzystuje ona parametry zdefiniowane w opcjach stacji bazowych Study sector / sector range) i obliczanie UL na podstawie DL (ponieważ zdefiniowaliśmy wspólny tor transmisyjny dla obu kierunków te same anteny)
- ustawić Signal level disp. thr. = -103 dBm (co wynika z przyjętych ustawień parametrów odbiornika) poniżej tej wartości uznajemy sygnał za nieużyteczny Inne symulacje warte uwagi:
- C/(I+N) at remote for strongest desired base station
- Shadow map (mapę cienia radiowego wykonuje się dla konkretnego punktu obserwacji
 trzeba ustawić w wybranym sektorze stacji Focus)
- Path loss UL/DL
- Number of servers at remote

- ..

- ✓ Uruchomić symulację *Run Studies* w oknie *Area studies* lub ikonką po obliczeniu skonfigurować widoki warstw wynikowych i kolejność ich wyświetlania (warto przesunąć warstwę ze stacjami bazowymi na wierzch). Proszę przyjrzeć się wszystkim uzyskanym wynikom, ocenić ich poprawność, a w szczególności porównać pokrycie radiowe w UL i DL oraz określić przyczyny różnic.
- ✓ Przetestować pokrycie radiowe stacji bazowej umieszczonej w różnych warunkach terenowych (góra, dolina, zbocze, teren płaski), dla różnych konfiguracji anten i założeń przyjętych w modelu propagacyjnym.

- lokalizacje stacji bazowych należy wybierać uważnie, w odpowiednim powiększeniu mapy, biorąc pod uwagę szczegółowe ukształtowanie terenu, jeśli zajdzie taka potrzeba należy odpowiednio zmienić obszar badań
- zmiana lokalizacji utworzonej stacji bazowej: przeciągnąć myszką z wciśniętym klawiszem Shift lub wpisać nowe współrzędne w parametrach stacji
- można używać innych anten, ale trzeba wtedy sprawdzać i ustawiać "ręcznie" odpowiednią wartość zysku energetycznego anteny
- można używać anten dookólnych (antena *Omni/Isotropic* w ustawieniach stacji bazowej
 Transmit Parameters, proszę wtedy przyjąć zysk energetyczny 5dBi)
- można zmieniać sposób montażu anten kierunkowych azymut (*Az. orient.* w ustawieniach stacji bazowej -> *Transmit Parameters*) i pochylenie (*Beam tilt*, pochylenie anteny w dół uzyskuje się wpisując wartość ujemną), wysokość COR (*center of radiation*) anteny na maszcie (proszę nie przekraczać wartości 40 m)
- można uwzględnić w modelu propagacji dodatkowy zapas na zaniki poprzez ostrzejsze kryterium % czasu (zaniki powolne) i lokalizacji (zaniki szybkie) lub wprowadzić konkretną wartość w dB, stanowiącą łączny zapas na powyższe.

Cel: zastosowanie funkcji importu/eksportu danych, wprowadzanie zmian parametrów dla grupy stacji bazowych, analiza wyników symulacji sieci.

Liczba punktów: brak - zadanie nie oceniane, ale nabyte umiejętności będą elementem oceny kolejnych zadań i projektu.

Analiza ma uwzględniać charakterystyki radiowe niezależne od rodzaju systemu. Wskaźnikami jakości są uniwersalne metryki poziomu mocy sygnału i wskazania obszarów dominacji poszczególnych komórek sieci.

Kolejność czynności:

- ✓ Przygotować środowisko pracy i parametry modelu propagacyjnego jak w Zad. 2.
- ✓ Zaimportować listę stacji bazowych z załączonego pliku csv, a następnie ustalić obszar badań o wielkości ok. 50km x 50km i rozdzielczości 0,1 km tak, aby obejmował wszystkie stacje bazowe, zweryfikować poprawność ustawień w zaimportowanej sieci. Do importu/eksportu i grupowych modyfikacji parametrów stacji bazowych służy narzędzie *Spreadseet Editor* menu *RF Systems* -> *Spreadseet Editors* -> *Sectors Data*. Przygotowany plik csv nie zawiera kolumny z wartościami wymaganego *C/(I+N)*. Aby ustawić we wszystkich stacjach bazowych żądaną wartość (13dB) należy użyć innego sposobu na dokonanie zmiany grupowej:

Menu *RF Systems -> Transmitter... Sites -> Edit Group -> Group Global Edit ->* następnie zaznaczyć odpowiednią zmienną w oknie "*Receiver*" i przejść do opcji *Edit Group Template*. Ustawić żądaną wartość wymaganego *C/(I+N)*. Po potwierdzeniu klawiszem *OK* należy jeszcze kliknąć klawisz *Apply to Group* aby zmiana wartości parametru została wprowadzona do wszystkich stacji bazowych w projekcie.

- ✓ Zdefiniować parametry stacji ruchomej jak w Zad. 2.
- ✓ Zdefiniować i wykonać symulacje *Received Power at remote*, *Received Power at best base from remote* i *Strongest (most likely) Server* (jak w Zad. 2).
- ✓ Wykonać analizę wybranego punktu w obszarze badań.

 Należy umieścić kursor referencyjny w wybranym punkcie, a następnie wybrać opcję w menu *Query ->Point query at Map Marker* lub pod prawym przyciskiem myszy: *Point Query at Ref Cursor*.
- ✓ Wykonać profil ścieżki radiowej (*Path profile*) dla wybranego punktu i przeanalizować otrzymane informacje.
 Należy najpierw ustawić *Focus* w dominującym sektorze dla tego punktu (lub w innym, którego wpływ chcemy zbadać). Identyfikator najlepiej słyszanego sektora (i kolejnych) można odczytać z zapytania *Point Query at Ref Cursor* lub z wyniku symulacji *Strongest (most likely) Server*. Następnie można skorzystać z opcji pod prawym przyciskiem myszy: *Study -> Profile to Point* lub *Live Profile to Point*, co umożliwia dynamiczne rysowanie profilu ścieżki radiowej dla aktualnej pozycji kursora myszy na mapie. W ten sposób można analizować przyczyny np. braku wystarczającej mocy w danym miejscu lub poszukiwać skąd pochodzą interferencje.

✓ Wykonać statystykę wybranego obszaru.

Menu *Query -> Calculate Statistics -> Select area ->* wskazać obszar, a następnie *Query -> Calculate Statistics -> Run Statistics -* dane wyświetlane w pliku tekstowym (mniej praktyczne)

Menu *Query -> Study Queries ->* wybrać rodzaj symulacji i badany obszar, a następnie wcisnąć *Run Query* i przyjrzeć się informacjom jakie można stamtąd uzyskać

- ✓ Wykonać symulację wzdłuż zadanej trasy.
 - należy najpierw zdefiniować trasę, rysując ją za pomocą polilinii (menu *Draw -> Polyline*, aby zakończyć rysowanie trzeba kliknąć dwukrotnie) i zapisać do pliku .bna (opcja pod prawym przyciskiem myszy)
 - następnie zdefiniować i uruchomić symulację drogi, analogicznie jak w przypadku symulacji obszaru - menu *Studies -> Route Studies*, uprzednio definiując trasę zadanym plikiem (przycisk *Define Study Route*) i określając rozdzielczość obliczeń
 - wyniki można analizować na mapie oraz na wykresie za pomocą opcji Display Route Graph
- ✓ Wyeksportować wyniki symulacji (np. warstwę *Received Power at remote*) do formatu .kmz i otworzyć ją w aplikacji Google Earth.

Cel: zaprojektowanie radiowej sieci dostępowej wg zadanych kryteriów.

Liczba punktów: 5

Projekt ma uwzględniać charakterystyki radiowe niezależne od rodzaju systemu. Wskaźnikami jakości są uniwersalne metryki poziomu mocy sygnału i wskazania obszarów dominacji poszczególnych komórek sieci.

Kolejność czynności:

- ✓ Ustalić obszar badań o wielkości 50km x 50km (dokładnie) i rozdzielczości 0,1 km w wybranym terenie.
 - Proszę dowolnie wybrać obszar (inny niż domyślny), nie wykraczający poza obraz mapy, tak aby był zróżnicowany trochę gór, trochę terenu płaskiego. W widoku potrzebna będzie jedynie mapa terenowa.
- ✓ Zdefiniować parametry modelu propagacyjnego.

 Dla potrzeb niniejszego ćwiczenia proszę zdefiniować model: *Anderson-2D* z kategorii *Standard* i ustawić procent czasu na 60% i lokalizacji 90% oraz zaznaczyć opcję: *add clutter loss*
- ✓ W ustawieniach stacji bazowych zastosować następujące parametry:
 - częstotliwość, typ systemu, max. moc nadajnika, parametry odbiornika i obliczeń jak w Zad. 2
 - Typ anten i ich konfiguracja dowolne (proszę pamiętać o odczytaniu i wprowadzeniu właściwej wartości zysku energetycznego i zachowaniu ograniczenia max. wys. COR = 40m)
 - Transmission line loss zależne od wys. COR proszę przyjąć 1 dB/10 m
- ✓ Zdefiniować parametry stacji ruchomej jak w Zad. 2.
- ✓ Posługiwać się symulacjami *Received Power at remote* i *Strongest (most likely) Server* (skonfigurowanymi jak w Zad. 2, czułość odb. = -103 dBm) a zatem oceniamy sieć jedynie dla łącza w dół.
- ✓ Posługiwać się statystyką całego obszaru.

Menu *Query -> Study Queries -> (View Study Grid) RunQuery -* odczytywać wartości *Signal Area* [km²] i % *Signal Coverage*

- ✓ Zbudować sieć, która zapewni pokrycie radiowe na powierzchni ok. 75-80% obszaru badań (wynik powinien zawierać się w tym przedziale), za pomocą jak najmniejszej liczby stacji bazowych.
 - można, a nawet należy używać różnych konfiguracji stacji bazowych ustawiać odpowiednie do ukształtowania terenu azymuty i pochylenia anten, można stosować stacje 1-, 2-, 3-, 4-sektorowe kierunkowe i dookólne (wtedy 1 sektor na bazie anteny *Omni*, zysk energ. 5dBi)
 - nie trzeba za każdym razem symulować wszystkich stacji bazowych w projekcie (co zajmuje sporo czasu); aby wybrać stacje aktywne należy je wskazać w menu RF Systems -> Transmitter... Sites -> Edit Group lub pod prawym przyciskiem myszy dla danej stacji

- usuwanie stacji bazowych:
 opcja pod prawym przyciskiem myszy lub menu RF Systems -> Transmitter... Sites -> Edit Group -> Delete Sectors
- jeśli wyniki kolejnych symulacji będą budziły wątpliwości to warto zresetować pliki robocze projektu, poza tym dobrze jest to zrobić od czasu do czasu, jeśli wykonuje się dużo symulacji i na koniec pracy, aby być pewnym, że wynik jest właściwy:
 Menu Studies -> Study Preferences -> Reset all working files
- Mogą przydać się też opcje w menu Query ->Find elevation max. loc. (oprócz widoku na mapie, wynik zapisuje się też w Utilities -> System Reports)

Cel: badanie zależności wielkości pokrycia radiowego od użytej częstotliwości radiowej.

Liczba punktów: 3

Bazując na projekcie sieci, przygotowanym w ramach zadania 4, należy sporządzić wykresy zależności obszaru pokrycia radiowego od użytej częstotliwości radiowej. Badanie należy przeprowadzić dla pojedynczej stacji bazowej oraz dla całej sieci zbudowanej w ramach zadania 4.

Kolejność czynności:

- ✓ Ustawić na terenie płaskim pojedynczą trójsektorową stację bazową, skonfigurowaną tak jak w zad. 2. Proszę wybrać obszar badań z odpowiednim zapasem, tak aby wynik symulacji dla najlepszego przypadku (najniższa częstotliwość) nie został obcięty zbyt małym obszarem
- badań.

 Wykonać szereg symulacji pokrycją radiowego dla czestotliwości zmieniających się w
- ✓ Wykonać szereg symulacji pokrycia radiowego dla częstotliwości zmieniających się w zakresie od 400 MHz do 2,6 GHz.
 Należy przebadać odpowiednią liczbę punktów aby sporządzić wykres zależności wielkości powierzchni pokrycia radiowego (Signal Area [km²] odczytywany ze statystyki) od częstotliwości radiowej.
- ✓ Podobne badanie należy przeprowadzić dla całej sieci przygotowanej w ramach zadania 4. W tym przypadku warto posłużyć się opcją grupowej modyfikacji parametrów, aby wartości częstotliwości modyfikować we wszystkich sektorach wszystkich stacji bazowych jednocześnie.

 Menu RF Systems -> Transmitter Sites -> Edit Group -> Group Global Edit -> następnie
 - zaznaczyć częstotliwość w oknie "General" i przejść do opcji Edit Group Template.
 Ustawić żądaną wartość i po potwierdzeniu klawiszem OK kliknąć klawisz Apply to Group aby zmiana wartości parametru została wprowadzona do wszystkich stacji bazowych w projekcie.
- ✓ Proszę porównać otrzymane wykresy i wyciągnąć wnioski.
- ✓ Wykresy proszę wydrukować na 1 stronie A4, podpisać i oddać wraz z kolokwium.

Cel: zdefiniowanie systemu i przeprowadzenie analizy ruchowej.

Liczba punktów: brak - zadanie nie oceniane, ale nabyte umiejętności będą elementem oceny projektu.

Należy dowiedzieć się jakie jest zapotrzebowanie na pojemność sieci w poszczególnych komórkach, aby móc później zweryfikować jej plan w tym kontekście, uwzględniając możliwości danego systemu. Dla każdego systemu trzeba ustawić odpowiednie parametry nad.-odb. i zdefiniować plan kanałowy, aby można było wykonywać specyficzne (dla danego systemu) symulacje.

Kolejność czynności:

- ✓ Przygotować środowisko pracy i parametry modelu propagacyjnego jak w Zad. 2, a następnie zbudować prostą sieć radiową. Najlepiej posłużyć się projektem sieci, opracowanym w ramach Zad. 4. Wykonać symulację MLS.
- ✓ Zdefiniować obszar obsługi (*Service Area*).

 Należy go wcześniej narysować i zapisać do pliku .bna (menu *Draw -> Service Area Boundary*). Trzeba zakreślić cały obszar badań. Najlepiej zapisać go w katalogu projektu. W tym obszarze będzie analizowany ruch generowany i przydzielane będą zasoby radiowe.
- ✓ Zdefiniować plany kanałowe.

Każdy system musi mieć zdefiniowany plan kanałowy w odpowiednim pliku tekstowym. Można te pliki edytować ręcznie lub za pomocą narzędzia w menu *Utilities -> Create/Edit Channel Plan Template (.cpt) file* (z wyjątkiem planu dla GSM). Przykłady gotowych planów kanałowych znajdują się w katalogu ...\EDX\SignalPro\Library Data\cpt\. Proszę tworzyć kopie tych plików, umieszczać je w katalogu projektu i dopiero wtedy edytować. Szczegółowy opis organizacji zapisu wartości w tych plikach podany jest w manualu.

✓ Zdefiniować ustawienia systemów.

Aby uniknąć bałaganu i nie wygenerować sobie trudnych do rozwiązania problemów (EDX nie jest w tym zakresie idealny) proponuję nie mieszać systemów w jednym projekcie. Proszę testować je w osobnych kopiach całego projektu.

- GSM: menu Network Design/Analysis -> Mobile and Cellular Networks -> Mobile and Cellular Systems -> System type/Service area
- UMTS: menu Network Design/Analysis -> Mobile and Cellular Networks -> WCDMA and UMTS Systems -> System type/Service area
- LTE: menu Network Design/Analysis -> LTE Networks -> System details/Service area
- Dla systemów GSM i UMTS należy określić ich nazwę (którą wskazuje się w ustawieniach stacji bazowych w polu System name / type) i typ systemu.
- Dla wszystkich systemów należy określić pasmo, ścieżkę do planu kanałowego i obszaru obsługi, a także inne parametry (opisane szczegółowo w manualu, przykłady poniżej).
- Należy również pamiętać o ustawieniu właściwej częstotliwości (zwykle najgorszej możliwej) w ustawieniach ogólnych stacji bazowych oraz parametrów odbiornika dla UL i DL, związanych z szerokością kanału i z wymaganym C/(I+N).
- W ustawieniach stacji bazowych można również wybrać opcje MIMO i modulacji powiązane z tabelami definiowanymi w menu RF Systems.

```
Przykładowe parametry dla systemu GSM:

frequency band: 935 - 960 MHz

Other System Parameters -> handoff type (Power Ratio = 6 dB) (dot. symulacji:

Handoff Regions for non-CDMA Systems)

Parametry odb. jak w Zad. 2

Przykładowe parametry dla systemu UMTS:

frequency band: 1905 - 1980 MHz

Basic System Parameters (tylko te sugerowane do zmiany):

CDMA chip rate: 3.84 Mchip/s
```

Maximum base station ERP per TCE: 20%
Percent power for pilot channel: 10%
Percent power for traffic channel: 73%
Percent power for sync channel: 10%

Percent power for paging channel: 7% Handoff initiate threshold: -6 dB

Handoff drop threshold: -8 dB Orthogonality factor: 0.8

Traffic data rate: 60 kb/s Imperfect APC factor: 0.8 Soft handoff gain: 3 dB SRCH_WIN_A: 16

Parametry odb.:

Szerokość kanału radiowego: 5 MHz

wymagana wartość *C*/(*I*+*N*): -13 dB (zależne od usługi, przykład dla usługi głosowej)

Przykładowe parametry dla systemu LTE:

Częstotliwość, kanały, parametry HO można ustawić jak w przykładzie zamieszczonym w *Sample Projects* (dla pasma 700 MHz i kanałów 5 MHz) i/lub zdefiniować swój własny przypadek.

Warto zwrócić uwagę na ustawienia w *CQI Tabe*, wykorzystać *OFDM Calculator* i podjąć próbę konfiguracji FFR.

- ✓ Ustawić we wszystkich stacjach bazowych system GSM i wykonać analizę ruchu dla zdefiniowanego obszaru obsługi.
 - Menu Network Design/Analysis -> Traffic Loading, wybrać źródło "Traffic from traffic database", w opcjach Circuit Switched Traffic ustawić prawdopodobieństwo blokady na 1%, a następnie kliknąć "Calculate average traffic load on each sector". Zakładamy, że chcemy obsłużyć cały ruch generowany (100%)
 - Zapoznać się z wygenerowanym raportem ruchowym w menu *Utilities -> System Reports*
- ✓ Wyświetlić na mapie wymagania ruchowe dla usług CS (*Circuit Switched*), a następnie dla usług PS (*Packet Switched*).

Dodatkowo wyświetlane informacje można ustawiać w stylu warstwy *transmitter/base/hub sites*. Ruch generowany warto analizować na tle wyniku symulacji MLS.

✓ Zweryfikować zdolność komórek do obsługi ruchu generowanego.

Na tej podstawie podejmuje się decyzje o modyfikacji planu rozmieszczenia i konfiguracji stacji bazowych tak, aby ruch generowany w komórkach nie przekraczał ich pojemności (stanowiącej założenie projektowe).

Maksymalne natężenie ruchu, możliwe do obsługi w jednej komórce (jeden sektor stacji bazowej) liczymy na podstawie max. dostępnej liczby kanałów i żądanego prawdopodobieństwa blokady (ruch CS) lub przyjętej w założeniach projektowych (ustalanej na podstawie innych badań), statystycznie realnej wartości przepustowości komórki.

Przykładowo można przyjąć:

- dla GSM: max. 6 kanałów radiowych na sektor (typowe ograniczenie sprzętu) -> to odpowiada 48 kanałom fizycznym (45 kanałom rozmównym) -> to można przeliczyć z wzoru B-Erlanga (zakładając *P_b(GOS)* = 1%) na ok. 33 Erl; w planowaniu warto jednak zostawiać pewien zapas nie projektować sieci maksymalnie obciążonej (czyli przyjąć np. max. 25 Erl),
- dla UMTS: max. 64 kanały (tj. ok. 50 Erl, a uwzględniając zapas ok. 40 Erl) lub 600 kb/s.
- dla LTE: w zależności od szerokości kanału i MIMO; proponuję przyjmować wartości pojemności komórki na poziomie 30% maksymalnych przepustowości (czyli np. dla 20MHz i MIMO 2x2, przyjmujemy 30%* 150 Mb/s = 45 Mb/s).

Analizę ruchową można powtórzyć dla systemów UMTS oraz LTE. Nie jest to jednak konieczne, ponieważ EDX korzysta w tym celu z tej samej bazy danych (*traffic data*). Ewentualne różnice mogą wynikać z zasięgu radiowego komórek, ale źródło danych i mechanizm określania natężenia ruchu jest ten sam. Można też generować obciążenie ruchowe równomiernie lub w oparciu o dane demograficzne, albo typ terenu (*land use/clutter data*).

Cel: przydział zasobów radiowych i weryfikacja jakości obsługi na przykładzie systemu GSM.

Liczba punktów: 3

Należy zaplanować przydział kanałów radiowych dla przygotowanego projektu sieci GSM z uwzględnieniem rzeczywistych warunków ruchowych. Do dyspozycji jest ograniczona pula 13 kanałów radiowych. Zmodyfikowany plan kanałowy został przygotowany i udostępniony wraz z projektem. Należy posłużyć się modułem automatycznego planowania częstotliwości (AFP), a następnie zweryfikować i skorygować konfigurację "ręcznie", aby uzupełnić niedobory i poprawić zgodność planu z wymaganiami. Plan kanałowy powinien uwzględniać wymagania ilościowe (weryfikowane przez GOS) oraz jakościowe (weryfikowane przez C/(I+N)). Następnie należy zaplanować relacje sąsiedzkie pomiędzy stacjami bazowymi.

Kolejność czynności:

- ✓ Zapisać załączony projekt i otworzyć go.
- ✓ Przeprowadzić analizę ruchu CS dla zdefiniowanego obszaru obsługi. Źródło ruchu: "traffic database", P_b(GOS) = 1%, obsługa całego ruchu generowanego (100%)
- ✓ Zapoznać się z wygenerowanym raportem w menu *Utilities -> System Reports*.
- ✓ Uruchomić moduł automatycznego planowania częstotliwości.

 Menu Network Design/Analysis -> Mobile and Cellular Networks -> Mobile and Cellular Systems -> Automatic Frequency Planning, należy wskazać grupę stacji bazowych, stację ruchomą ReceiveUnit1, ustawić C/I = 13 dB, procent interferencji = 5%, min. separację kanałów = 2, ruch do zaplanowania = 100% (więcej o tych ustawieniach można poczytać w manualu), kliknąć "Assign channels to all unlocked sectors" i (cierpliwie) poczekać 2-3 min.
- ✓ Ponownie przeprowadzić analizę ruchową, aby wygenerować aktualny raport ruchowy (plik tekstowy), zawierający informację o przydzielonych kanałach.
- ✓ Poprawić "ręcznie" plan kanałowy, tak aby uwzględniał potrzeby obsługi ruchu (dla uproszczenia pomijając zasoby potrzebne na sygnalizację).
 Algorytm nie działa idealnie. Proszę zmodyfikować plan kanałowy minimalizując interferencje i zapewniając minimalną założoną separację kanałów w komórce równą 2.
 - W projekcie można modyfikować jedynie przydział kanałów radiowych. NIC POZA TYM! Podczas pracy należy posługiwać się zdefiniowanymi symulacjami C/(I+N) oraz MLS. Widok został skonfigurowany tak, aby ułatwić wykonanie zadania. Warstwa C/(I+N) uwzględnia tylko trzy istotne dla GSM przedziały wartości, a wyniki MLS wyświetlane są również w pasku statusowym. Ponadto, widok stacji bazowych uwzględnia aktualny przydział kanałów.

Przy każdej zmianie należy ponownie generować raport ruchowy i sprawdzać poprawność alokacji kanałów za pomocą zdefiniowanej w projekcie symulacji *Worst Channel C/(I+N)* for Multiple-Channel Systems z grupy 1G/2G/2.5G PCS/Cellular (absolutne min. to 9 dB, a dobrze zaprojektowana sieć powinna zapewniać min. 13 dB).

✓ Zaplanować sąsiedztwa stacji bazowych.

Menu Network Design/Analysis -> Mobile and Cellular Networks -> Mobile and Cellular Systems -> Neighbor Lists