

Диагностика и експериментални изследвания в зони на радиопокрытие на клетъчна мрежа от второ и трето поколение

Станимир Садинов, Десислава Колева

Diagnostics and experimental research in the areas of radio coverage of a cellular network of second and third generation: This article presents the possibilities for diagnosis of one of the most vulnerable to external influences systems in the mobile networks - radio interface. During the measuring of the key indicators, necessary for the setting of the cellular network, the method of the operation of the test equipment is described. The experimental results of the test measurements are also presented. An analysis of the problem areas is done. The opportunities for improvement of the quality of service are proposed.

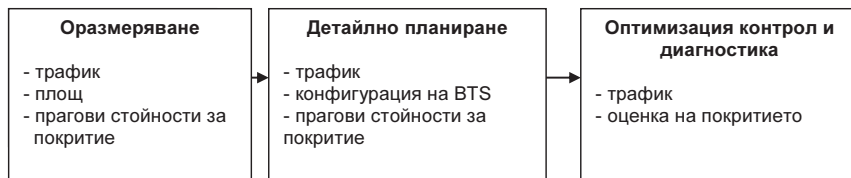
Key words: Diagnostics the radio interface, 2G and 3G cellular networks, TEMS Investigation.

ВЪВЕДЕНИЕ

Планирането на мрежата заема важно място в дейността на всеки мобилен оператор. То изисква много време, интензивна работа и значителни средства. Нещо повече – това е един безкраен процес, в който се влага много труд при всяка следваща стъпка от развитието на мрежата. Понякога възниква промяна във вече изградената мрежа. Причина за това може да се окаже недостатъчен капацитет в дадено място или промяна в средата на разпространение на сигналите.

Основно влияние върху планирането на радио мрежата оказват характеристиките на терена, типът на антената и нейната ефективна височина [3]. Тези параметри определят условията за разпространение на сигналите и следователно влияят върху покритието и капацитета на мрежата. Радио планирането е процес, който включва няколко последователни стъпки – посещение на района, който е обект на планиране, измервания, планиране и документация. Резултатът от този процес е план на мрежата за достъп, включващ определен брой базови станции, конфигурация на клетките и височина на антените. Целта на планирането е осигуряване на следните три изисквания – покритие, капацитет и качество на услугите.

За да може да се планира добро покритие и едновременно с това да се постигне оптимален капацитет и отлично качество на обслужване трябва ясно да се дефинира цялостният процес и ключовите параметри в него. На фиг.1 са показани трите основни етапа от планирането на радиомрежата – (1) оразмеряване на мрежата, (2) детайлно планиране и (3) оптимизация, контрол и диагностика [1, 2, 5].



Фиг. 1. Етапи при планиране на мрежата

Както се вижда от фиг. 1, всеки етап има ключови параметри, на базата, на които се правят всички оценки и изчисления. Два от тези параметъра – трафикът и праговите стойности за покритие – могат да се нарекат глобални, защото оказват влияние върху покритието, капацитета и качеството. Трафикът, заедно с наличната честотна лента определят необходимият брой базови станции (сайтове) за дадено място. От друга страна праговите стойности за покритие също дефинират броя на базовите станции. Сравнявайки тези два резултата може да се направи извод дали системата е ограничена откъм покритие или капацитет.

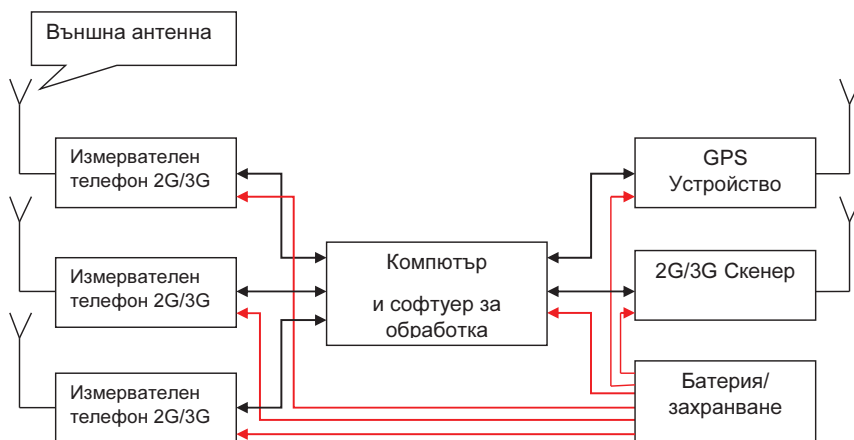
Оптимизацията и диагностиката са процеси, които се извършват непрекъснато по време на експлоатацията на клетъчните мрежи от всички поколения, като това налага по време на изграждането и настройката да се извършват постоянни измервания. Анализът на получените данни спомага за откриването на проблеми, за по точна преценка при промяната на параметри, както и при разширения и надграждане на клетъчните мрежи. Съществува широк набор от средства за осъществяване на гореспоменатите дейности. В настоящия доклад е разгледан продукта „TEMS Investigation“, с който се извършва диагностика в реално време на радио интерфейса.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За осъществяване на експерименталните измервания можем да разделим средствата на две групи:

- Средства за директно измерване на радио интерфейса – към тази група спадат спектралните анализатори и уредите за измерване на напрегнатостта на електромагнитното поле. Тези уреди се използват за специфични дейности, като откриване на източници на интерференция, осигуряване на електромагнитна съвместимост и др. Тъй като радио интерфейса е криптиран със средствата от тази група не могат да се направят подробни измервания и да се установи качеството на обслужване, от гледна точка на мобилното устройство.
- Измервателни комплекси за индиректни измервания на радио интерфейса - към тази група принадлежат средства базирани на едно или няколко мобилни устройства и компютър, чрез който се събират, записват и визуализират събраните данни. Тези технически средства дават най-точна представа за техническото състояние на радио интерфейса, както и за цялостното представяне на мрежата. Доближават се максимално до реалното състояние на услугите при абоната.

На фиг. 2 е показана блокова схема на стандартна тестова постановка за измерване.



Фиг. 2. Тестова постановка за измерване

Тя се състои от набор измервателни модули и GPS устройство, свързани към компютър. Измервателните телефони в реално време предават информация на компютъра за параметрите на измерваната мрежа. Скенера измерва нивата на

сигнала на предварително зададена поредица носещи 2G честоти и/или нивата на декодираните 3G кодове (SC). Чрез GPS устройството се подава информация за местоположението, посоката на движение и моментната скорост. Компютърът записва получената информация и осигурява подходяща визуализация в реално време. Батерията обезпечава захранването на всички компоненти при отпадане на основния захранващ източник. Тестова постановка може да бъде монтирана в автомобил с цел комплексно измерване показателите на мрежата по зададен маршрут – фиг. 3. В зависимост от целите на измерването може да се добавят допълнителни затихватели между антената и съответното измервателно устройство, за да се доближи максимално резултата до усещането на реален потребител (например затихването на сигнала при разговор от автомобил).



Фиг. 3. Практическо отчитане на резултатите

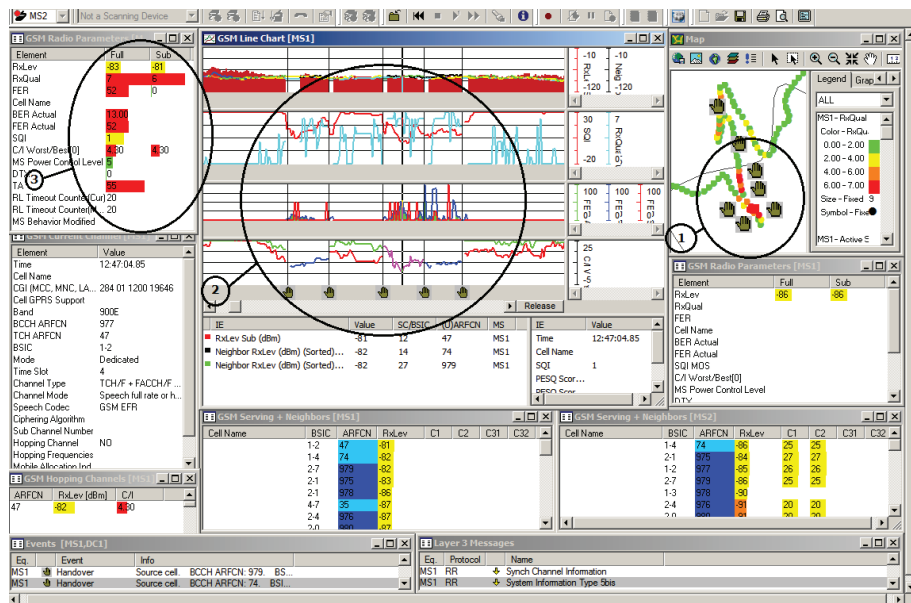
Използваният специализиран софтуер „TEMS Investigation” е продукт за измерване в реално време на радио интерфейса, на клетъчни мрежи. Комплекта се състои от инсталационен софтуер и измервателни модули. Допълнително към комплекса може да бъде свързан и стандартен GPS модул по протокола NMEA0183. С продукта може да се наблюдават гласовите канали и предаването на данни в реално време, както и да се правят записи, с цел допълнителен анализ на по късен етап.

Средата на TEMS Investigation предоставя широки възможности за изобразяване на получената информация. Измерените качествени показатели, различните елементи показващи състоянието на клетките, както и помощните елементи съдържащи информацията за местоположението, получена от GPS приемника, се наричат с общото наименование информационни елементи (information elements). Информационните елементи могат да бъдат изобразени на работния екран по различен начин, в зависимост от вида им и желанието на оператора [5, 7].

При измерванията на клетъчни мрежи от второ поколение (GSM) и трето поколение (UMTS), измервателните модули работят в режим на продължително обаждаване (dedicated mode), както и в неактивен режим (Idle mode). Скенера е в режим на постоянно сканиране на UMTS каналите използвани от оператора, в чиято мрежа се провеждат измерванията. Представените измервания са направени в участъци от републиканската пътна мрежа. От съображения за конфиденциалност не са посочени конкретните точки на установените проблеми, както и не са изобразени

имената на населените места на картата.

На фиг. 4 е показан работен екран от TEMS Investigation, демонстриращ пример с влошено качество на обслужване в участък с дължина ~500м от пътя. Върху картата е изобразен маршрута (1), оцветен в зависимост от показателя RxQual(Sub) [3].



Фиг. 4. Работен екран на TEMS Workspace

От „Line Chart”(2) са показани основните показатели във функция от времето. Забелязва се първоначалната поява на съседна клетка с по-добри нива от обслужващата. Следва нормална процедура за смяна на обслужващата клетка – “handover”. Качеството на обслужване в новата клетка не е добро, в следствие на което следва нова “handover” процедура и преминаване към първоначално обслужващата клетка. В последствие процеса се повтаря докато се достигне участък в който първоначално обслужващата клетка е с добри нива и качество. В работния прозорец „GSM Radio Parameters” (3) се вижда сравнително добро нивото на сигнала в обслужващата клетка, но е влошеното отношението сигнал / шум C/I, което показва наличието на интерференция в проблемния участък.

Както се вижда от фигурата, по време на преминаване през проблемния участък се влошават на показателите RxQual(SUB) и SQI, поради което следват поредицата от „handover” процедури за промяна на обслужващата клетка. От друга страна нивата на сигнала са сравнително добри. Това е признака за наличие на проблеми с интерференция, както се вижда от показателя “C/I Worst”, на фиг. 4 работен прозорец „3”. Поредицата от “Handover” процедури допълнително влошават качеството от гледна точка на потребителя, тъй като са свързани със загуба на полезна информация, по време на процедурата.

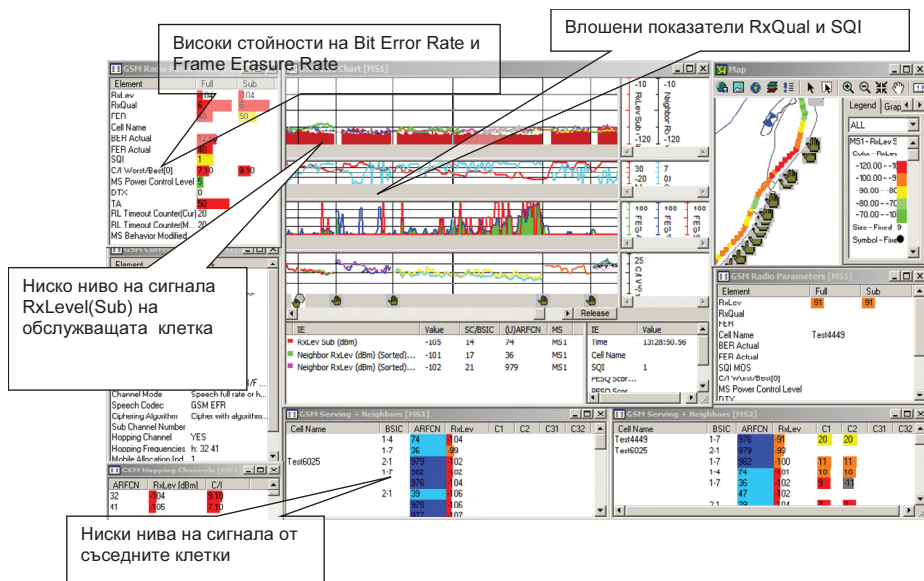
Установените проблеми са два:

- Интерференция на каналите в клетки „B” и “C”.
- Липса на доминираща клетка в участъка.

Могат да бъдат дадени следните препоръки за отстраняване на проблема:

- Промяна на използваните канали от клетки "В" и "С", или съответно на клетките които причиняват интерференция, след установяването им.
- Промяна на азимут и наклон (tilt) на антените, на клетките обслужващи в участъка, с цел осигуряването на доминираща клетка.

Пример с измерване на параметрите на мрежа от второ поколение, показващи проблем с ниски нива на сигнала са представени на фиг. 5. Чрез работните прозорци от TEMS Investigation, се наблюдават съответните измерени показатели в участъка. Върху картата е изобразен маршрута, оцветен в зависимост от показателя RxLevel(Sub)dBm.



Фиг. 5. Работен екран на TEMS Workspace, представящ проблем с ниски нива на сигнала в мрежа от второ поколение

Както се вижда от фигурата, в участъка има високи стойности на RxQual(SUB) и ниски стойности на Speech Quality Index(SQI), което означава лошо качество. Bit Error Rate е от порядъка на 10-12%. На практика това означава, че системата за коригиране на грешки в предадената информация работи на границите на възможностите си и радио канала е застрашен от разпадане. Нивата на сигнала на обслужващата и съседните клетки са изключително ниски, и това е причината за горепосочените проблеми.

Установеният проблем е:

- Ниски нива на сигнала в проблемния участък.

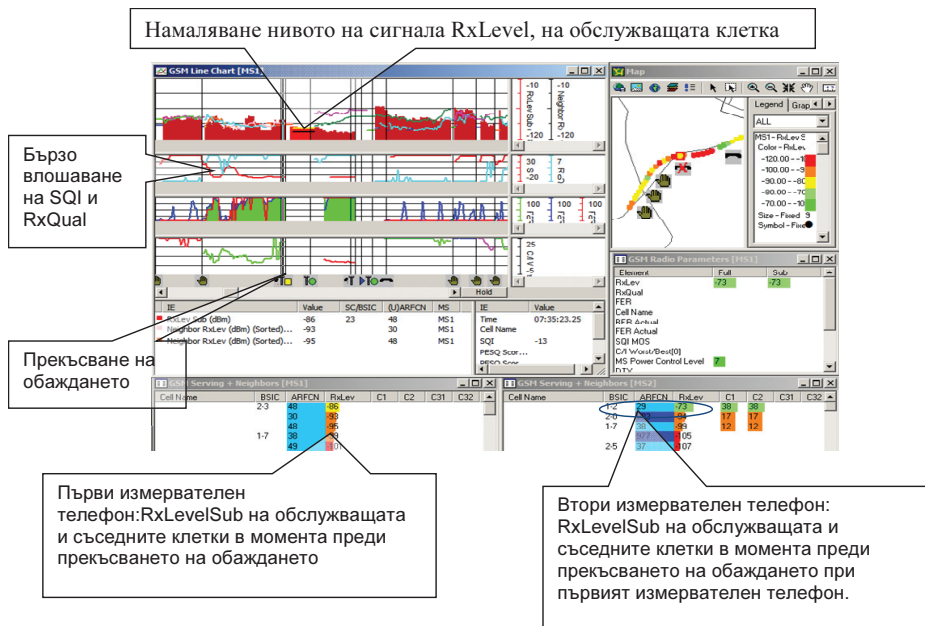
Може да бъде дадена следната препоръка за отстраняване на проблема:

- Изграждане на ново съоръжение, което да подобри покритието в участъка- нова базова станция или репитер.

Проблемите свързани с ниски нива на сигнала се отстраняват изключително трудно. Когато е възможно, след внимателен анализ и планиране се назначава промяна азимута и наклона на антена на клетка, която може да подобри нивото на сигнала в участъка. Анализа се осъществява главно с помощта на програмни продукти за планиране на мрежи, които използват цифрови релефни карти и имат възможност да предсказват покритието, според предварително дефинирани модели,

както и да възпроизведат нагледно релефа и линията на видимост между базовата станция и абоната.

Измерване на параметрите на мрежа от трето поколение с прекъсване на сигнала е представено на фиг. 6, чрез работния екран от TEMS Investigation.



Фиг. 6. Работен екран на TEMS Workspace, представящ проблеми с прекъсване на сигнала в мрежа от трето поколение

От фиг. 6 се вижда как намаляването на нивото на сигнала на обслужващата клетка и бързото влошаване на RxQual води до достигането на критичните стойности на показателя от порядъка на >6. След този момент измервателният телефон не може да декодира командите от BSC, за "Handover" по спешност, към съседна клетка. На практика радио връзката вече е загубена. Таймерът RLT (Radio Link Timeout), показва колко време след загубата на радио връзка двете страни да освободят канала и след това обаждането прекъсва. От работните прозорци "GSM Serving&Neighbors" за двата телефона се вижда, че първия телефон, който е в активен режим не отчита съседната клетка с BCCH канал "29" и "BSIC1-2, която втория телефон в неактивен режим (idle mode) измерва и към която е свързан. Това показва проблема – не дефинирана в BSC съседна клетка. След дефинирането на съседството MS1 ще изпълни команда за смяна на обслужващата клетка, много преди да е настъпил критичният момент и на практика ще се отстрани проблема с прекъснатият разговор.

Установеният проблем е:

- Не зададена съседна клетка в контролера на базови станции (BSC). Може да бъде дадена следната препоръка за отстраняване на проблема:
- Задаване на липсващото съседство.

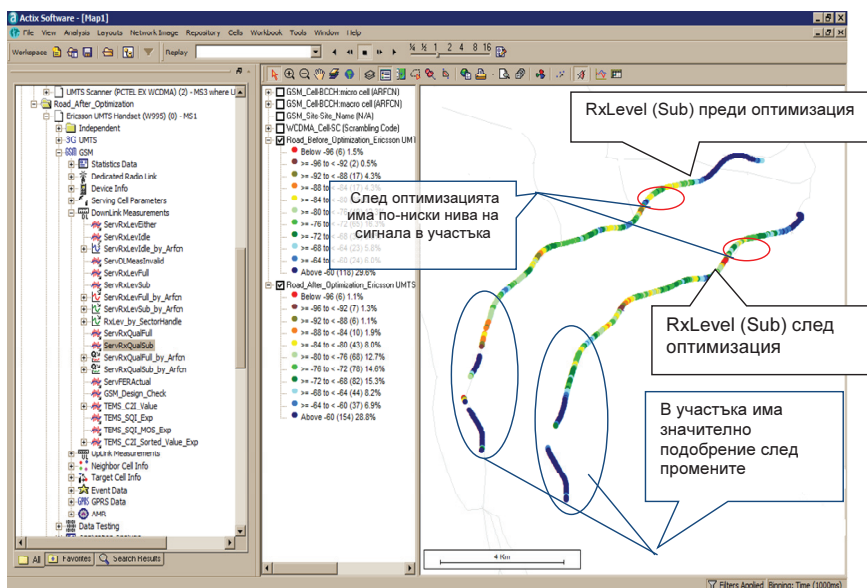
След задаването на липсващото съседство е необходимо повторно измерване и проверка на проблемната зона. В някои случаи се налага допълнителна промяна на "handover" параметри, за по-ранна смяна на обслужващата клетка, ако е на лице

рязко влошаване на приемните нива (Например загуба на видимост към обслужващата клетка, при влизане в тунел).

Обичайна практика след планирани оптимизации, е да се сравни и анализира състоянието на мрежата. Сравнението се прави на базата на две или повече измервания по един и същ маршрут – например преди и след планирани оптимизации, в избран клъстер от клетки. За целта се използват допълнителни софтуерни продукти, които дават възможност да се визуализира събраната информация по подходящ за целта начин [8]. Най-важните показатели могат да бъдат извадени от записа и отделени в база данни, за да бъдат използвани при необходимост на по-късен етап.

„Actix Analyzer” е софтуер за статистическа обработка на данните, събрани със различни видове от измервателни комплекси. „Actix” повишава работната ефективност на мобилната мрежа, чрез автоматизиране процеса на оптимизация. Той помага да се ускори процеса по внедряването на нови технологии (при смяната доставчика на оборудване, при пускане на нова базова станция и при изграждане на ново поколение мрежа за достъп), чрез много и различни възможности за обработка на събраната информация.

На фиг. 7 е показан примерен работен прозорец на програмата. В нея са заредени записи от измервания на дадения участък. Записите са направени преди и след планирана оптимизация на клетките обслужващи участъка, с тестовото оборудване „TEMS Investigation”.

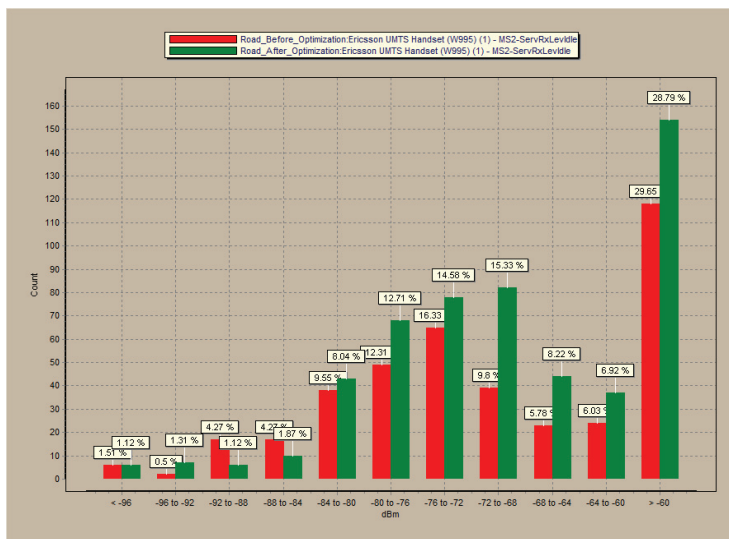


Фиг. 7. Работен екран на Actix Analyzer, представящ нивото на сигнала, преди и след оптимизация

Маршрута на второто измерване е отместен на картата, за да могат ясно да се различат точките в които има подобрение или влошаване на показателите. Програмата дава възможност да се изобразят всички информационни елементи от записа. За всеки елемент е предвидена възможност за прецизна настройка на цветовете на легендата.

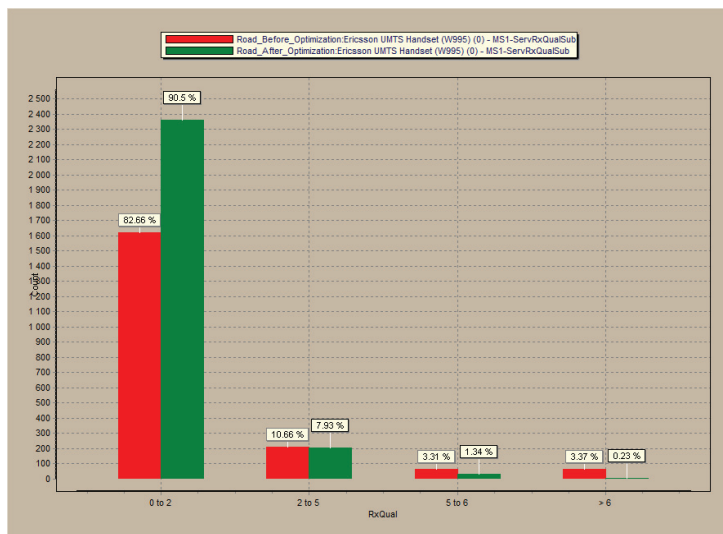
От фиг. 7 се вижда, че като цяло имаме подобрение в покритието, но е

необходимо да се анализират причините за влошаването на нивата на сигнала, в участък от пътя. За да се получи пълна представа за резултатите от оптимизацията, с програмата са генерирани графики, показващи процентното разпределение на основните показатели, в предварително дефинирани граници (фиг. 8 и фиг. 9).



Фиг. 8. Процентно разпределение на нивото на сигнала

Фиг. 8 показва подобрението на нивата на база информацията за целия маршрут. Увеличаването дяла на нивата по-добри от -85 dBm, означава по-добро проникване на радиовълните в затворени пространства като сгради и автомобили. Това води до по-добро качество на обслужване – фиг. 9.



Фиг. 9. Процентно разпределение на RxQual(Sub)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Провеждането на регулярни измервания е ефективен и достъпен начин за поддържане на оптималното състояние на клетъчните мрежи. То дава възможност за следене в реално време на качествените показатели, като помага и за установяване причините за възникнали проблеми. Резултатите от измерванията служат за основа при вземането на решения за промяна на параметри, както и за решенията свързани с развитието на мрежата в дългосрочен план. Сравнението на резултатите преди и след промените дава реална представа за постигнатите резултати, и насоки за последващи действия.

Резултатите от проведените експериментални измервания, разкриват икономическият аспект и нуждата от използване на продукти като TEMS Investigation. Подобряването на покритието и качеството на предлаганите услуги, водят до увеличаване на трафика в мрежата, което увеличава постъпващите приходи. Оптимизирането на мрежата помага да се използват по-ефективно наличните ресурси и съоръжения и така да се подобри отношението приходи / разходи. Мобилните измервания (drive test) са единствения възможен начин за прецизно наблюдение на мрежата, бързо локализиране на проблемните участъци и изследването и от гледна точка на реален потребител.

Представения материал е полезен за дейности свързани с оптимизация на радио интерфейса, с цел подобряване ефективността и качеството на обслужване. Анализа на установените при тестовите измервания проблеми помага да се разбере естеството на процесите и алгоритъма на работа, за установяването на причината. Детайлното разглеждане на интерфейса и възможностите на продукта „TEMS Investigation“, паралелно с практическите задачи, дават възможност за бързо усвояване методиката на работа с него.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ericsson Radio Systems AB, Cell Planning Principles 2, EN/LZT 123 5333 R5A, 2003.
- [2] Lempinen J., M. Manninen, Radio Interface System Planning for GSM/GPRS/UMTS, Kluwer Academic Publishers, USA, 2002.
- [3] Ericsson Radio Systems, WCDMA Air Interface, LZT 1232729, 2006.
- [4] Gunnar Heine, GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation, Artech House. London 1998.
- [5] Ascom Technical Paper, Speech Quality Measurement with SQL, 2009.
- [6] Ascom Technical Paper, FER, RxQual, and DTX DL Rate Measurements in TEMS Investigation, 2005.
- [7] Ascom, TEMS Investigation 11 User's Manual, 2010.
- [8] Alcatel University, Evolium BSS Description, 2002.

За контакти:

доц. д-р Станимир Садинов, Катедра "Комуникационна техника и технологии", Технически университет Габрово, тел.: 0888447712, e-mail: murry@tugab.bg

Докладът е рецензиран.