HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

NGUYỄN THANH HIẾU

TỐI ƯU MẠNG TRUY NHẬP VÔ TUYẾN 4G VNPT

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

MÃ SỐ: 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – 2020

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN ĐỨC NHÂN**

Phản biện 1: ……

Phản biện 2: ……

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: ..... giờ ..... ngày ..... tháng .... năm 2020

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

MỞ ĐẦU

Hiện nay 4G đã và đang được triển khai rộng rãi trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam, Nhu cầu băng thông rộng, tốc độ cao ngày càng tăng và mạng 4G LTE đáp ứng được các yêu cầu công nghệ di động bang rộng. Tối ưu vùng phủ là một công việc thường xuyên và định kỳ trong quá trình khai thác, vận hành mạng di động. Một vùng phủ yếu sẽ cho kết quả chất lượng dịch vụ kém. Dựa trên kết quả đo kiểm phát hiện các vùng phủ có tín hiệu yếu, tốc độ bit thấp. Đánh giá chất lượng vùng phủ dựa trên bộ tham số đo kiểm mạng được gọi là KPI đo kiểm. Đề tài "TỐI ƯU MẠNG TRUY NHẬP VÔ TUYẾN 4G VNPT" sẽ đi vào trình bày các bước tối ưu hóa hệ thống, xây dựng quy trình tối ưu hoá mạng truy nhập vô tuyến 4G. Bài luận văn sẽ cung cấp cách vận hành, thay đổi tham số mạng 4G trên cả 3 nhà sản xuất thiết bị 4G Huawei, Nokia, Ericsson.

Bố cục của luận văn gồm có 3 chương như sau:

Chương 1: Tổng quan mạng di động 4G tại VNPT.

Chương 2: Quy trình tối ưu mạng truy nhập vô tuyến 4G.

Chương 3: Thực hiện tối ưu hoá mạng truy nhập 4G cho nhà mạng VNPT.

Để hoàn thành luận văn này, tôi xin bày tỏ sự cảm kích đặc biệt tới các thầy cô khoa Quốc tế và Đào tạo sau Đại học Học viện Công nghệ Bưu chính viễn Thông những người đã cung cấp cho tôi kiến thức chuyên sâu, tài liệu quý báu về lĩnh vực viễn thông nói riêng và công nghệ thông tin truyền thông nói chung.

Tôi xin bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc đến thầy hướng dẫn trực tiếp luận văn TS. Nguyễn Đức Nhân, người đã truyền dạy cho tôi các kiến thức chuyên ngành viễn thông từ những năm ngồi trên ghế đại học, người cũng đã dành nhiều thời gian và tâm huyết giúp tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban lãnh đạo Học viện Bưu chính – Viễn Thông, các thầy cô trong khoa Quốc tế và sau Đại học, cảm ơn cô chủ nhiệm Lê Cẩm Thuần đã giúp đỡ và tạo điều kiện cho tôi trong suốt quá trình học tập.

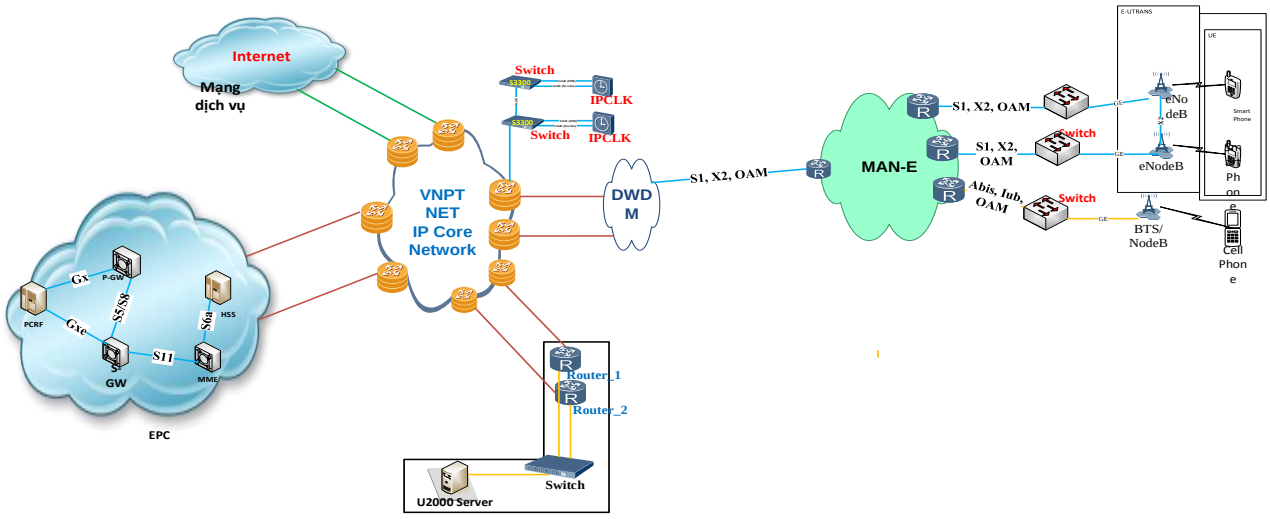
CHƯƠNG I. TỔNG QUANG MẠNG DI ĐỘNG 4G TẠI VNPT.

1.1. Tổng quan mạng 4G LTE.

Tiến hóa dài hạn (LTE-Long Term Evolution) là thế hệ tiếp theo trong công nghệ di động dựa trên hệ thống viễn thông di động phổ cập hiện nay / truy cập gói tốc độ cao (UMTS / HSPA). Chuẩn LTE nhắm mục tiêu tốc độ dữ liệu cao hơn, hiệu quả sử dụng phổ cao hơn, độ trễ thấp hơn, băng thông kênh linh hoạt và chi phí hệ thống so với người tiền nhiệm của nó. LTE được coi là mở ra thế hệ thứ tư (4G) trong thông tin di động. Nó được gọi là đa phương tiện di động, mọi lúc, mọi nơi, với hỗ trợ di động toàn cầu, Giải pháp không dây tích hợp và Dịch vụ cá nhân tùy chỉnh LTE sẽ dựa trên giao thức internet (IP), cung cấp thông lượng cao hơn, băng thông rộng hơn và bàn giao tốt hơn trong khi vẫn đảm bảo các dịch vụ liền mạch trên các khu vực được bảo hiểm với sự hỗ trợ đa phương tiện.

1.2. Kiến trúc mạng 4G LTE/LTE Advanced.

Kiến trúc mạng LTE được thiết kế với mục tiêu hỗ trợ hoàn toàn chuyển mạch gói với tính di động linh hoạt, chất lượng dịch vụ cao và độ trễ tối thiểu. Với một thiết kế phẳng hơn, đơn giản hơn, chỉ với 2 nút cụ thể là eNodeB và thực thể quản lý di động MME (Mobility Management Entity). Phần điều khiển mạng vô tuyến RNC được loại bỏ và thay vào đó chức năng của nó sẽ được thực hiện trong các eNodeB. Hình 1.1 dưới đây mô tả kiến trúc và các thành phần của mạng LTE. Kiến trúc của mạng về cơ bản được chia thành các phần chính bao gồm: mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network), mạng truyền tải lưu lượng MAN-E,mạng lõi EPC (Evolved Packet Core), vùng dịch vụ (Services Domain).



Hình 1. 1 Kiến trúc mạng thông tin di động 4G-LTE của VNPT

1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN.

3GPP đã phát triển một giao diện vô tuyến mới để đáp ứng các nhu cầu này. E - UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) đã ra đời và là phiên bản nâng cấp của giao diện vô tuyến cho các mạng di động.

❖ **User Equipment (UE).**

UE là thiết bị đầu cuối mà người sử dụng dùng để kết nối. Thông thường UE là các thiết bị cầm tay như điện thoại thông minh hoặc các card dữ liệu được sử dụng như trong 2G và 3G. UE thường có một module để nhận dạng thuê bao gọi là USIM (Universal Subscriber Identity Module), đây là một module riêng biệt với các phần còn lại của UE thường được gọi là thiết bị đầu cuối TE (Terminal Equipment). USIM thường được sử dụng để nhận dạng và xác thực thuê bao và dùng các khóa bảo mật cho việc bảo vệ truyền tải trong giao diện vô tuyến. Chức năng chính của UE là nền tảng cho các ứng dụng kết nối, giúp cho tín hiệu kết nối với mạng được thiết lập, duy trì và ngắt khi người sử dụng yêu cầu. Điều này bao gồm các chức năng quản lý tính di động như chuyển giao, thong báo vị trí của thiết bị và những việc đó sẽ đươc UE thực hiện theo các chỉ dẫn của mạng. Chức năng quan trọng nhất có lẽ là UE cung cấp giao diện người sử dụng - các ứng dụng tới cho người sử dụng.

❖ **ENodeB.**

E - UTRAN đơn giản có thể hiểu là một mạng các ENodeB kết nối với nhau, các ENodeB được phân bố khắp các vùng phủ sóng của mjang.ENodeB là trạm gốc mới phát triển từ NodeB trong UTRAN của UMTS và là nút mạng duy nhất trong mạng truy nhập vô tuyến E - UTRAN. ENodeB vừa thực hiện chức năng như một NodeB bình thường vừa thực hiện chức năng điều khiển như RNC (Radio Network Controller), việc đơn giản hóa kiến trúc này cho phép giảm thời gian trễ trong các hoạt động của giao diện vô tuyến.ENodeB hoạt động như một cầu nối lớp 2 giữa UE và mạng lõi EPC, ENodeB là điểm kết thúc của tất cả các giao thức vô tuyến về phía UE và chuyển tiếp dữ liệu giữa kết nối vô tuyến và các kết nối IP tương ứng về phía EPC. Trong vai trò này các EnodeB thực hiện việc nén/giải nén các tiêu đề IP, mã hóa/giải mã các dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng.

1.2.2. Mạng MAN-E.

Mạng MAN Ethernet thực hiện chức năng thu gom lưu lượng và đáp ứng nhu cầu truyền tải lưu lượng cho các thiết bị mạng truy nhập. Mạng MAN-E có khả năng cung cấp kết nối truy nhập Ethernet (FE/GE) tới khách hang, bên cạnh đó, Mạng E- MAN được tổ chức thành mạng lõi và mạng truy nhập và được sử dụng cho các đơn vị có các tuyến cáp quang

chưa được triển khai chưa đầy đủ. Trong trường hợp các đơn vị đã triển khai lắp đặt sẵn các tuyến cáp quang thì khi xây dựng cấu hình E-MAN sẽ sử dụng cấu hình mục tiêu. Cấu hình này có ưu điểm là có luôn đảm bảo độ an toàn mạng cao trong trường hợp xẩy ra sự cố hỏng node hoặc đứt cáp quang trên tuyến.

1.2.3. Kiến trúc mạng lõi LTE (EPC - Evolved Packet Core).

Một trong những thay đổi lớn nhất trong kiến trúc mạng LTE là trong khu vực mạng lõi chỉ sử dụng một phương thức chuyển mạch duy nhất đó là chuyển mạch gói. Kiến trúc của mạng lõi EPC hướng tới là một kiến trúc đơn giản, một kiến trúc all – IP cùng với việc phân chia lưu lượng theo các mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng, hỗ trợ tốc độ cao hơn và trễ nhỏ hơn nhưng lại giảm được chi phí.

1.3. Kết luận.

Chương I của luận văn đã mô tả tổng quan về mạng 4G LTE và kiến trúc mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN, mạng truyền tải MAN-E, kiến trúc mạng lõi EPC cùng các thành phần hệ thống mạng 4G.

CHƯƠNG II. QUY TRÌNH TỐI ƯU MẠNG TRUY NHẬP VÔ TUYẾN 4G.

Để đảm bảo chất lượng dịch vụ của nhà mạng tới khách hàng được tốt thì VNPT đã luôn luôn phát triển mạng lưới về số lượng, bên cạnh đó là việc tối ưu hóa mạng lưới cũng được thực hiện một cách liên tục và cấp thiết.

2.1. Phần mềm giám sát trạm di động 4G của VNPT.

Hiện tại có 3 nhà sản xuất thiết bị viễn thông lớn đang cung cấp sản phẩm cho tập đoàn VNPT đó là Huawei, Nokia và Ericsson. Mỗi hãng lại có các phần mềm quản lý trạm riêng biệt, ở chương này chúng ta sẽ đi tìm hiểu các giao diện phần mềm giám sát của các hãng này.

❖ **Chức năng chính của các phần mềm giám sát:**

- Cấu hình trạm.
- Quản lý phần mềm của trạm.
- Giám sát trạng thái phần cứng, phần mềm.

+ Thông tin trạng thái và phiên bản phần mềm hiện thời.

+ Xem thông tin thiết bị.

+ Thủ tục kiểm tra cục bộ xác minh chức năng phần cứng.

- Xem trạng thái lỗi/trạng thái cảnh báo của trạm.
- Tạo ảnh chụp, xem và truyền tập tin.
- Bắt đầu thử nghiệm ngoại tuyến và tạo báo cáo thử nghiệm.
- Nhiều phiên WebUI đồng thời có thể xảy ra.

❖ **Phần mềm SBTS element manager của Nokia**

❖ **Phần mềm CME operation của Huawei**

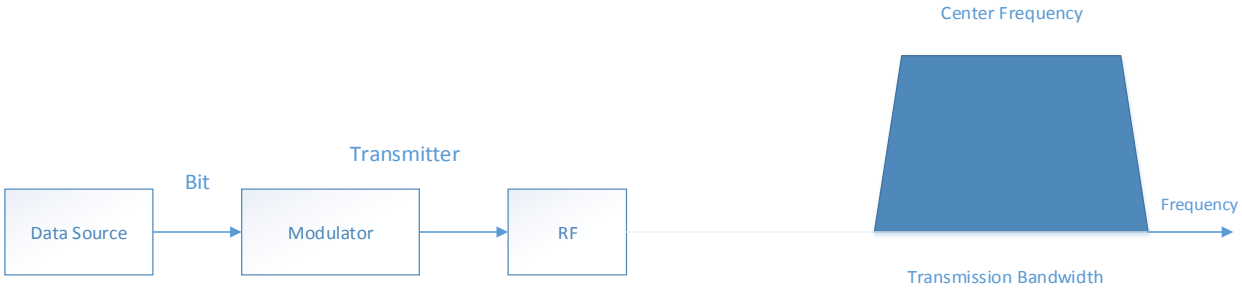
❖ **Phần mềm CRT security của Ericsson**

2.2. Đặc điểm antenna trạm gốc và vấn đề nhiễu trong mạng truy nhập vô tuyến.

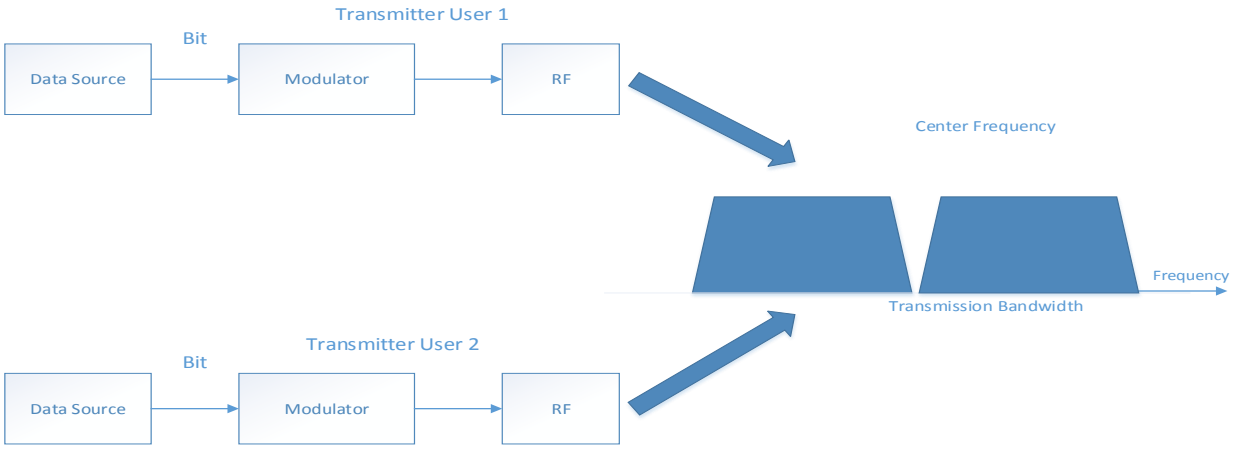
LTE sử dụng kỹ thuật OFDMA cho truy cập đường xuống và SC-FDMA cho truy cập đường lên. Kết hợp đồng thời với MIMO, các kỹ thuật về lập biểu, thích ứng đường truyền và yêu cầu tự động phát lại lai ghép.

2.2.1 Kỹ thuật đa truy nhập trong mạng 4G-LTE

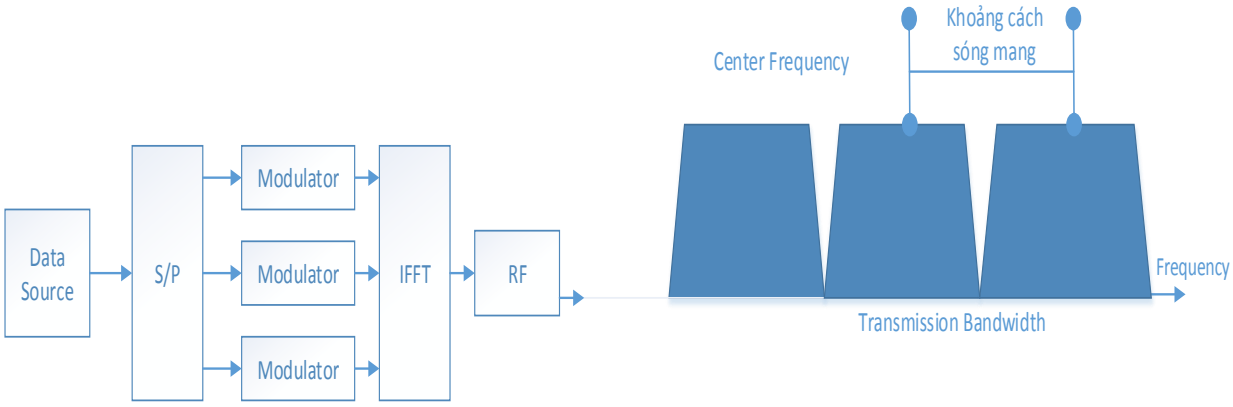
❖ **Kỹ thuật truy cập phân chia theo tần số trực giao OFDM**



Hình 2. 7 Truyền đơn sóng mang.



Hình 2.8 Nguyên Lý FDMA.

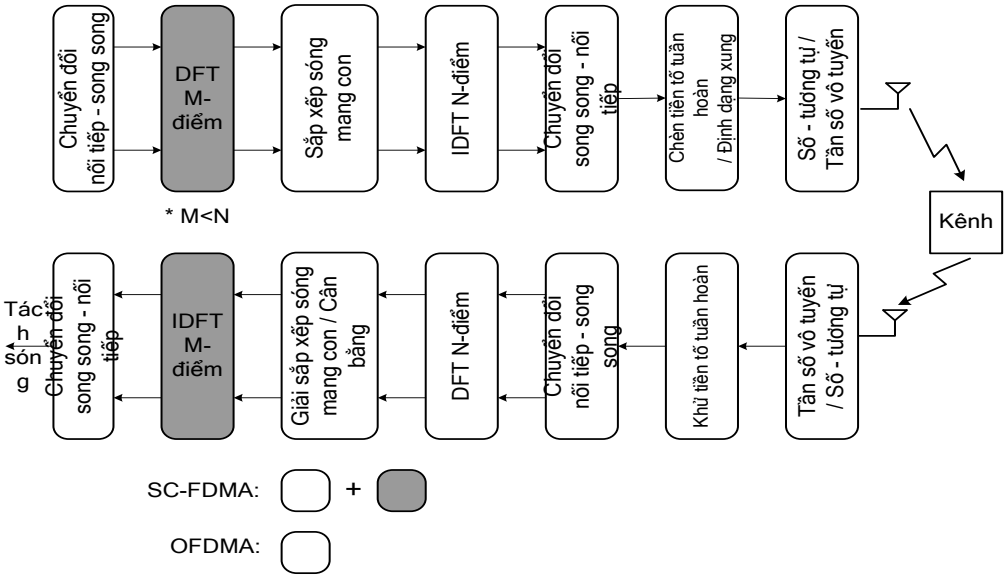


Hình 2. 9 Nguyên lý đa sóng mang

Kỹ thuật điều chế OFDM, về cơ bản, là một trường hợp đặc biệt của phương pháp điều chế FDM, chia luồng dữ liệu thành nhiều đường truyền băng hẹp trong vùng tần số sử dụng, trong đó các sóng mang con (hay sóng mang phụ, sub-carrier) trực giao với nhau. Do vậy, phổ tín hiệu của các sóng mang phụ này được phép chồng lấn lên nhau mà phía đầu thu vẫn khôi phục lại được tín hiệu ban đầu. Sự chồng lấn phổ tín hiệu này làm cho hệ thống OFDM có hiệu suất sử dụng phổ lớn hơn nhiều so với các kĩ thuật điều chế thông thường.

❖ **Kỹ thuật SC-FDMA.**

Các tín hiệu SC-FDMA có tín hiệu PAPR tốt hơn OFDMA. Đây là một trong những lý do chính để chọn SC-FDMA cho LTE. PAPR giúp mang lại hiệu quả cao trong việc thiết kế các bộ khuếch đại công suất UE, và việc xử lý tín hiệu của SCFDMA vẫn có một số điểm tương đồng với OFDMA, do đó, tham số hướng DL và UL có thể cân đối với nhau.



Hình 2.10 Cấu trúc máy phát và máy thu của hệ thống SC-FDMA và OFDM

❖ **Kỹ thuật MIMO**

MIMO là một phần tất yếu của LTE để đạt được các yêu cầu đầy tham vọng về thông lượng và hiệu quả sử dụng phổ. MIMO cho phép sử dụng nhiều anten ở máy phát và máy thu. Với hướng DL, MIMO 2x2 (2 anten ở thiết bị phát, 2 anten ở thiết bị thu) được xem là cấu hình cơ bản, và MIMO 4x4 cũng được đề cập và đưa vào bảng đặc tả kỹ thuật chi tiết. Hiệu năng đạt được tùy thuộc vào việc sử dụng MIMO. Trong đó, kỹ thuật ghép kênh không gian (spatial multiplexing) và phát phân tập (transmit diversity) là các đặc tính nổi bật của MIMO trong công nghệ LTE.

2.2.2. Một số đặc tính của kênh truyền.

Ta tìm hiểu một số đặc tính của kênh truyền ảnh hưởng đến việc truyền tín hiệu, các đặc tính này bao gồm trải trễ, fading, dịch tần Doppler, ảnh hưởng của dịch tần Doppler đối với tín hiệu OFDM, nhiễu MAI, và cách khắc phục nhiễu MAI.

❖ **Trải trễ đa đường**

❖ **Các loại fading**

- **Rayleigh fading**
- **Fading chọn lọc tần số và fading phẳng**

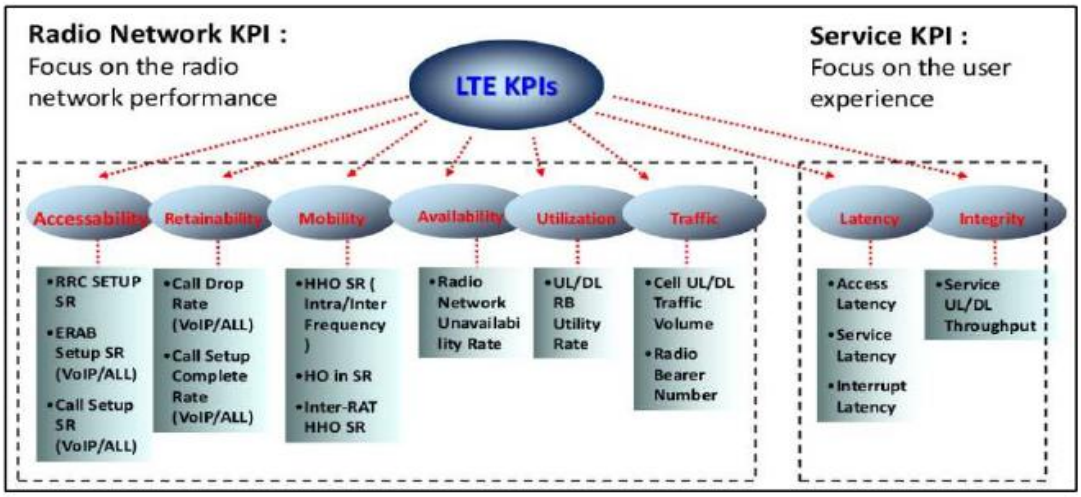
❖ **Dịch tần Doppler**

❖ **Nhiễu MAI đối với LTE**

2.3. Các tham số đánh giá mạng di động 4G.

KPI trong mạng LTE bao gồm: Chất lượng vùng phủ, khả năng truy nhập, khả năng duy trì, khả năng di động, KPI dịch vụ, Khả năng sử dụng, khả năng sẵn sàng và lưu lượng (Coverage, Accessibility, Retainability, Mobility, Service Integrity, Utilization, Availability và Traffic).

KPI vùng phủ bao gồm các tham số để đánh giá chất lượng vùng phủ, ví dụ như: RSRP, RSRQ, SINR …



Hình 2. 11 Phân loại KPI trong mạng LTE.

❖ **Công suất tín hiệu thu RSRP – Reference Signal Received Power.**

RSRP sẽ cung cấp cho các UE các thông tin về cường độ tín hiệu của các cell .

RSRP được tính toán theo công thức:

$$RSRP\ (dBm) = RSSI\ (dBm) - 10*\log(12*N) \quad (2.3)$$

Với:

- RSRP là công suất nhận được của 1 Resource Element - RE và được tính bằng trung bình của các mức công suất thu được trên tất cả các tín hiệu chuẩn trong toàn bộ băng tần đo kiểm.
- RSSI (Received Signal Strength Indicator – Mức tín hiệu thu) là tham số cung cấp thông tin về tổng công suất thu được.
- N: số RB (Resource Block)

Trong đó:

RSSI = wideband power = noise + serving cell power + interference power (2.4)

❖ **Chất lượng tín hiệu thu RSRQ - Reference Signal Received Quality.**

RSRQ cung cấp cho UE các thông tin cần thiết về chất lượng tín hiệu của các cell.

RSRQ được tính toán theo công thức:

$$RSRQ = N_{prb} \frac{RSRP}{RSSI} \qquad (2.5)$$

Với:

- Nprb: là số Physical Resource Blocks (PRB) khi RSSI được đo kiểm, thông thường nó bằng với băng thông hệ thống.
- RSRP, RSSI là tương tự như trên.

❖ **Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SINR**

SINR được sử dụng như một tham số đo kiểm đánh giá chất lượng tín hiệu.

SINR = S/N (2.6)

Với:

- S: là công suất của các tín hiệu được sử dụng đo kiểm.
- N: là tổng công suất nhiễu nền (các tín hiệu không mong muốn).

❖ **Chỉ số chất lượng kênh CQI - Channel Quality Indicator.**

CQI là một tham số đo kiểm quan trọng của LTE, nó là tham số đại diện cho chất lượng kết nối của các kênh vô tuyến.

❖ **CELL ID và TAC.**

CELL ID là tham số định danh duy nhất cho mỗi cell trong mạng 4G LTE. Mục đích để có thể tìm và định vị một UE trong vùng phục vụ của eNodeB.

TAC (Tracking Area Code): Trong mạng di động 4G LTE thì TAC được gắn với một nhóm eNodeB nhất định. Mục đích để có thể dễ dàng tìm và định vị một UE.

❖ **Tốc độ tải xuống trung bình Download DS - Download Speed.**

❖ **Tốc độ tải lên trung bình Upload US - Upload Speed.**

❖ **Tỷ lệ truyền tải gói bị rơi - Packet loss.**

❖ **Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình - Latency.**

❖ **Tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công - Service Access Success Rate.**

❖ **Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công CSSR - Call Setup Success Rate.**

❖ **Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi CDR - Call Drop Rate.**

❖ **Chất lượng cuộc gọi MOS - Mean Opinion Score.**

Bảng 2. 5 Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mạng 4G dành cho nhà quản lý (KPI OMC)

Mạng	KPI Name	Yêu cầu
4G	RRC Connection Establishment Success Rate (All service) (%)	≥ 99%
	ERAB Setup Success Rate (%)	≥ 99%
	Data Call Setup Success Rate (%)	≥ 99%
	Call drop rate(%)	≤ 1%
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	≥ 99%
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	≥ 98%
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	≥ 95%
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	≥ 92%
	CSFB Preparation Success Rate (%)	≥ 99%

Bảng 2. 6 Chỉ tiêu đánh giá chất lượng trong đo kiểm (KPI Drive test)

Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu
4G	Data Call Setup Success Rate (%)	≥ 99%
	RRC Setup Success Rate (%)	≥ 99%
	E-RAB setup success rate (%)	≥ 99%
	Call drop rate (%)	≤ 1.2%
	Intra-LTE Handover Success Rate (%)	≥ 98.5%
	Inter-LTE Handover Success Rate (%)	≥ 97%
	LTE to WCDMA PS InterRAT Handover Success Rate (%)	≥ 95%
	LTE to GSM PS InterRAT Handover Success Rate (%)	≥ 92%
	DL throughput (15MHz, QCI=9)	≥ 31.5Mbps
	UL throughput (15MHz, QCI=9)	≥ 22.5Mbps

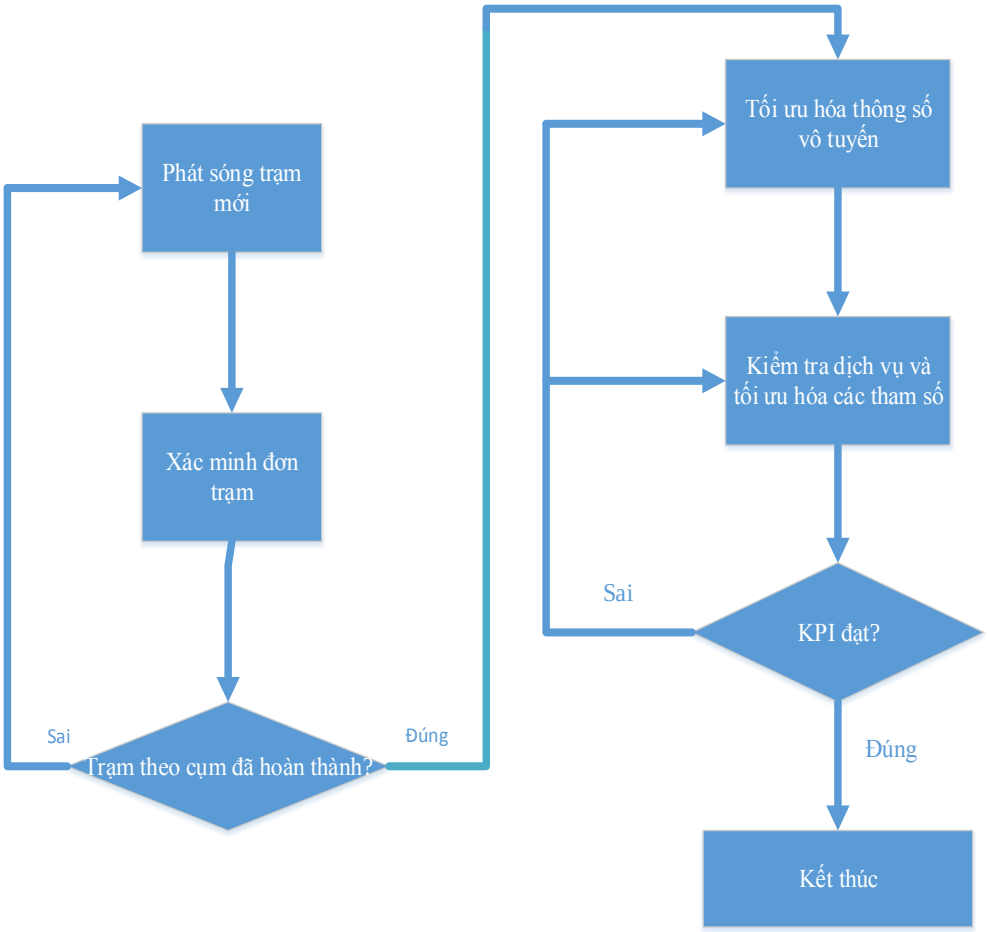
Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu
	RRC connection latency	≤ 75ms
	DL latency	≤ 50ms
	LTE to WCDMA CSFB Redirection Success Rate (%)	≥ 96%
	CSFB Call setup time	≤ 5s
	RSRP ≥ -100dBm	≥ 93%
	RSRP ≥ -110dBm	≥ 98%
	RSRQ ≥ -10dB	≥ 75%
	RSRQ≥ -14dB	≥ 98%
	SINR ≥ 10dB	≥ 75%
	SINR ≤ 0dB	≤ 1%

(Nguồn: Quyết định chỉ tiêu KPI 4G 2018 VNPT NET)

2.4. Quy trình tối ưu mạng truy cập vô tuyến 4G.

Để đáp ứng yêu cầu của khách hàng đối với các mạng chất lượng cao, mạng thử nghiệm LTE phải được tối ưu hóa trong và sau khi thực hiện dự án. Tối ưu hóa tần số vô tuyến (RF) là cần thiết trong toàn bộ quá trình tối ưu hóa. Nội dung phần này cung cấp các hướng dẫn về tối ưu hóa mạng vô tuyến 4G.

Quá trình tối ưu mạng vô tuyến bao gồm các bước theo quy trình dưới đây

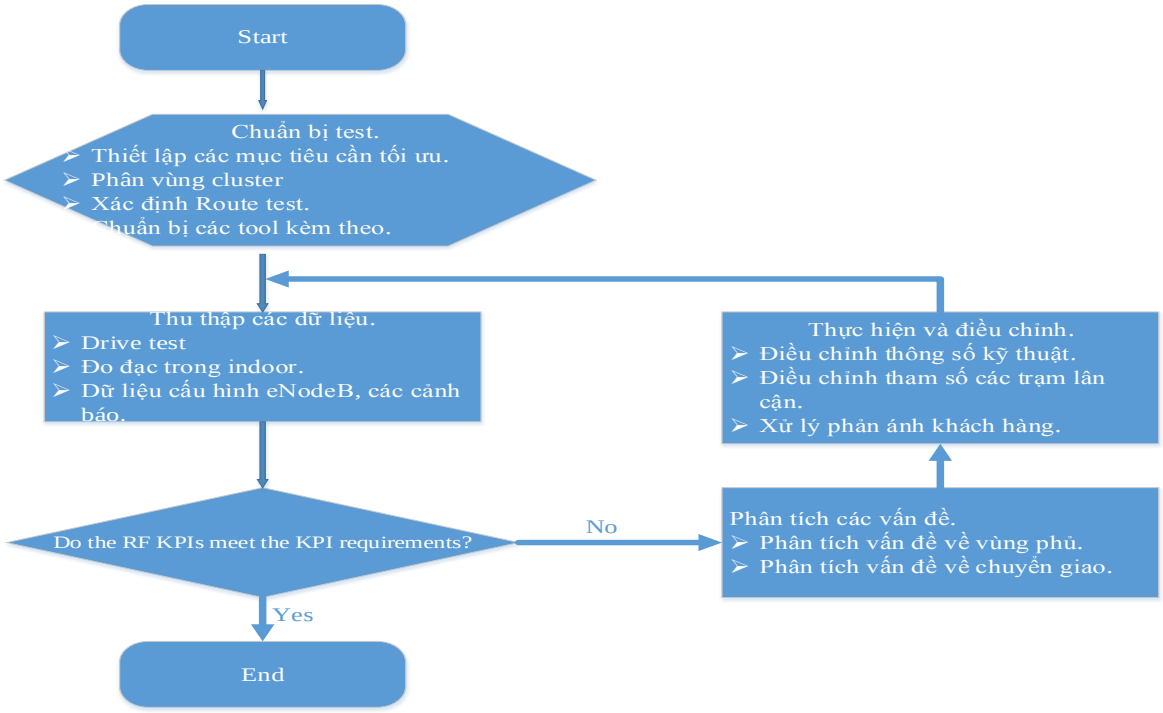


Hình 2. 12 Quy trình thực hiện tối ưu mạng vô tuyến.

- Sau khi hòa mạng phát sóng một trạm di động mới, người ta tiến hành đo kiểm từng trạm (Single site verification) nhằm mục đích đảm bảo các dịch vụ cơ bản của trạm được đảm bảo (Chất lượng sóng, các dịch vụ download và upload data), bên cạnh đó là đảm bảo việc cấu hình đúng cho trạm (tham số trạm tên trạm, eNodeB ID, Cell ID,…)

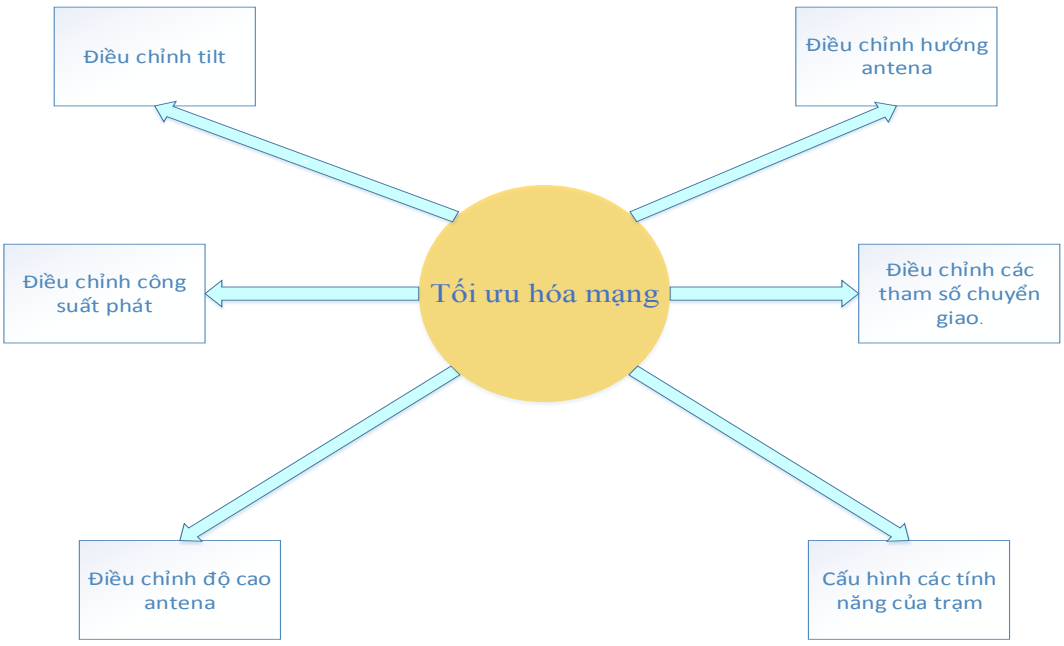
-Tối ưu hóa RF (hoặc cluster) bắt đầu sau khi tất cả các trạm trong khu vực được lên kế hoạch được cài đặt và xác minh. Tối ưu hóa RF nhằm mục đích điều khiển nhiễu kênh hoa tiêu trong khi tối ưu hóa vùng phủ sóng tín hiệu, tăng tỷ lệ chuyển giao thành công và đảm bảo phân phối tín hiệu vô tuyến bình thường trước khi tối ưu hóa thông số. Tối ưu hóa RF liên quan đến tối ưu hóa và điều chỉnh phần cứng hệ thống ăng-ten và danh sách ô lân cận. Thử nghiệm tối ưu hóa RF đầu tiên phải đi qua tất cả các ô trong một khu vực để khắc phục lỗi phần cứng. Tối ưu hóa RF là quan trọng và cũng là nội dung chính của luận văn.

Quá trình tối ưu RF được thực hiện theo quy trình dưới đây.



Hình 2.13 Quy trình thực hiện tối ưu RF.

Việc điều chỉnh các tham số kỹ thuật được thực hiện theo phương pháp sau:



Hình 2.14 Quy trình thực hiện tối ưu RF.

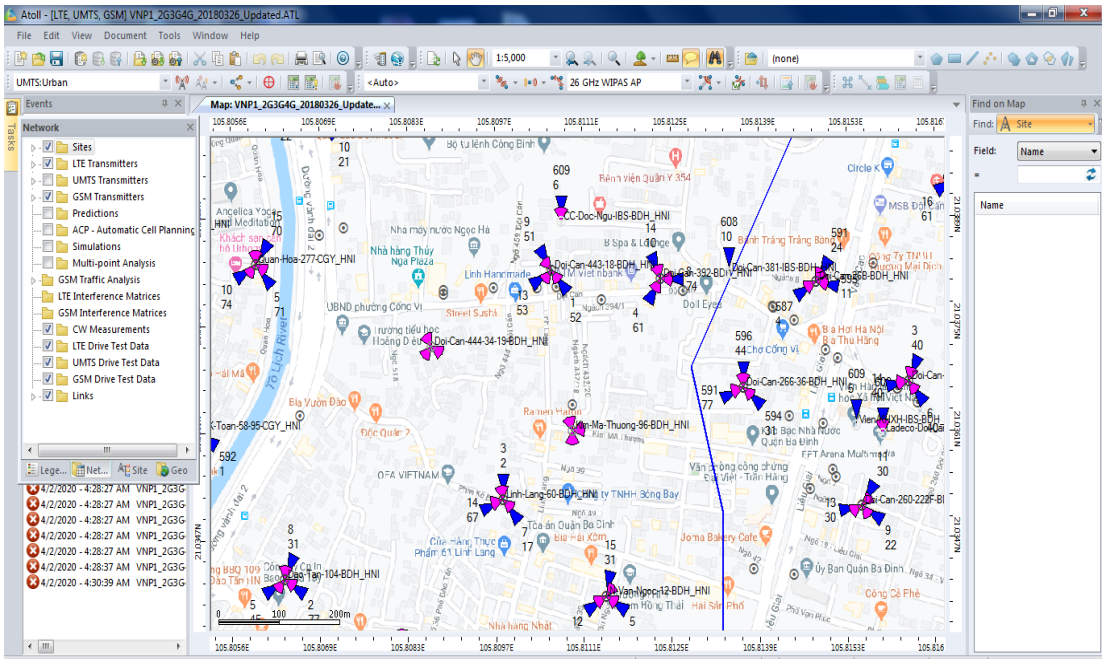
2.5 . Kết luận chương.

Chương 2 của luận văn đã trình bày tổng quan các giao diện và cách thức giám sát trạm di động 4G của 3 hãng sản xuất cung cấp thiết bị cho VNPT là Nokia, Huawei và Ericsson. Đặc điểm antenna trạm gốc và các vấn đề nhiễu trong mạng truy nhập 4G. Đưa ra các tham số đáng giá chất lượng mạng 4G và chỉ tiêu KPI 4G của VNPT bên cạnh đó, nội dung chương này đi xây dựng quy trình tối ưu mạng truy nhập 4G.

CHƯƠNG 3: THỰC HIỆN TỐI ƯU HÓA MẠNG TRUY NHẬP 4G CHO VNPT

Chương 3 sẽ thực hiện việc tối ưu hóa mang truy nhập 4G theo các bước như quy trình đã nêu ra ở chương 2. Chương này cung cấp thông tin toàn bộ dự án tối ưu 4G phase 4. Qúa trình thực hiện tối ưu sau phát sóng các trạm thuộc dự án bao gồm toàn bộ 18 tỉnh, trên toàn bộ các tỉnh đều sẽ thực hiện theo đúng quy trình đã xây dựng, để đơn giản luận văn này sẽ tập trung trình bày về việc tối ưu 4G tại tỉnh Hà Tĩnh do số lượng trạm ở đây tương đối nhiều và tính chất khu vực có cả đồi núi và đồng bằng. Các bước thực hiện cũng sẽ cung cấp cho bạn đọc những kinh nghiệm quý báu phục vụ cho việc tối ưu mạng lưới về sau. Bên cạnh đó là cách ứng dụng các phần mềm tối ưu vào mạng lưới hiện tại của VNPT.

3.1. Mô hình mạng lưới di động của VNPT.



Hình 3. 1 Mô phỏng mạng lưới thông tin di động của VNPT bằng Atoll.

Các trường thông tin: Site name, tọa độ trạm (Long-Lat), chiều cao cột antenna, loại trạm.

Các trường thông tin: Cell name, Cell neighbours, khoảng cách, loại neighbours.

3.2. Thực hiện quy trình tối ưu hóa mạng 4G của VNPT tại tỉnh Hà Tĩnh.

Sau khi các thực hiện phát sóng các trạm thuộc cluster tại Hà Tĩnh, thực hiện tối ưu hóa sau phát sóng.

3.2.1. Quy mô và thời gian thực hiện

Quy mô (Tối ưu toàn Tỉnh hoặc tối ưu theo Cluster)

Bảng 3. 2 Thông tin số lượng trạm theo cluster tại tỉnh Hà Tĩnh.

Quy mô	Khu vực	Số trạm		
		2G	3G	4G
Cluster 1	Thành Phố Hà Tĩnh	39	42	38
Cluster 2	Quốc Lộ	68	70	50
Tổng số trạm được tối ưu		107	112	88
Tổng số trạm tại Tỉnh/Tp		296	298	168

Thời gian: Từ ngày 20/08/2019 đến ngày 31/12/2019.

3.2.2. Mục tiêu

- Đảm bảo các chỉ số KPI mức tỉnh đạt theo tiêu chí của tập đoàn.
- Đo kiểm, xác định và xử lý các lỗi về vùng phủ sóng, nâng cao chất lượng mạng.
- Kiểm tra, xử lý các PAKH VIP chưa được xử lý.
- Nâng cao chất lượng KPI khu vực TP Hà Tĩnh và các đường QL1, QL15, đường mòn HCM.
- Giảm số lượng Badcell toàn tỉnh.

3.2.3. Thu thập số liệu.

❖ **Thu thập số liệu trên OMC.**

- Thu thập các cảnh cáo của các trạm.
- Thu thập số liệu về Handover của tất cả các trạm trong khu vực cần tối ưu.
- Thu thập số liệu trước tối ưu trên OMC được thực hiện trong 10 ngày lên tục từ 20/08/2019 đến 30/08/2019.

	Date	Cluster	Integrity	RRC Setup Success Rate(%)	E-RAB Setup SR (All)(%)	Call Setup Success Rate(%)	Service Drop Rate (All)(%)	Intra-Frequency Handover Out Success Rate (All)(%)	Inter-Frequency Handover Out Success Rate (All)(%)	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	CSFB Preparation Success Rate(%)
1												
2	20-Aug-19	Existing_HTH	100%	99.9793	99.9345	99.9191	0.1247	99.9236	100	95.24	99.9286	99.9346
3	21-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9767	99.8964	99.8244	0.1901	99.9245	99.9432	95.4606	99.9254	99.9316
4	22-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9755	99.9292	99.8757	0.1124	99.925	96.9697	93.8949	99.9316	99.9376
5	23-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9772	99.8864	99.8357	0.0659	99.9248	100	93.6065	99.9253	99.9305
6	24-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9791	99.9346	99.9191	0.0635	99.9294	100	93.8779	99.927	99.9351
7	25-Aug-19	Existing_HTH	100%	99.9762	99.9394	99.9216	0.0558	99.9324	100	93.943	99.9266	99.9339
8	26-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9763	99.9368	99.9201	0.0574	99.9338	100	92.4158	99.9222	99.9316
9	27-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.971	99.9346	99.9169	0.0614	99.9294	100	88.3507	99.9323	99.9403
10	28-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9734	99.9365	99.9188	0.0593	99.9333	100	93.1381	99.9281	99.9357
11	29-Aug-19	Existing_HTH	99%	99.9735	99.9366	99.9199	0.0597	99.9281	100	93.4233	99.9199	99.9298
12	30-Aug-19	Existing_HTH	100%	99.9779	99.9369	99.9167	0.0643	99.9278	100	95.0616	99.9235	99.9332

Hình 3. 7 Dữ liệu KPI 4G của Hà Tĩnh trước tối ưu

Bảng 3. 3 Bảng đánh giá dữ liệu KPI 4G của Hà Tĩnh trước tối ưu.

Mạng	KPI Name	Yêu cầu	Trước tối ưu	
			Giá trị	Đánh giá
4G	RRC Connection Establishment Success Rate (All service) (%)	≥ 99%	99.99	Đạt
	ERAB Setup Success Rate (%)	≥ 99%	99.98	Đạt
	Data Call Setup Success Rate (%)	≥ 99%	99.92	Đạt
	Call drop rate(%)	≤ 1%	00.09	Đạt
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	≥ 99%	99.92	Đạt
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	≥ 98%	1100	Đạt
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	≥ 95%	998.68	Đạt
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	≥ 92%	1100	Đạt
	CSFB Preparation Success Rate (%)	≥ 99%	999.9	Đạt

❖ **Thực hiện đo kiểm và lấy dữ liệu tại trạm.**

Khảo sát NodeB lấy các thông số thực tế về: góc, tilt, độ cao anten, tọa độ xem có đúng với thiết kế không.

Thực hiện đo kiểm Driving Test theo Route bằng phần mềm Tems 20

3.3. Phân tích kết quả đo kiểm trước tối ưu và đưa ra các khuyến nghị.

Sử dụng Temdiscovery 20 để phân tích kết quả đo kiểm. Dưới đây là một số các vấn đề điển hình và cách xử lý các vấn đề để đạt được KPI như đã đề ra.

3.3.1. Khu vực có chất lượng sóng 4G kém, chỉ số SINR thấp.

3.3.2.Khu vực bị Overshooting và chỉ số SINR thấp.

3.4 Thực hiện xử lý phản ánh khách hang và xử lý các cell có chất lượng thấp.

3.5. Các kết quả đạt được sau khi thực hiện đo kiểm sau tối ưu hóa mạng 4G.

-Sau khi tối ưu hầu hết các chỉ số KPI phần driver test đều tăng, các chỉ số KPI mức OMC duy trì ổn định đạt mức cao so với tiêu chuẩn, nhiều chỉ số KPI mức OMC cải thiện so với trước tối ưu.

-Tỉ lệ badcell giảm mạnh. Trước tối ưu có 10 badcell, sau tối ưu chỉ còn tồn tại 4 badcell.

-Các phản ánh khách hàng tại khu vực thành phố và một số điểm phản ánh ở các huyện đưa ra đều được xử lý, hầu hết các điểm sau khi xử lý chất lượng mạng đã được cải thiện.

Bảng 3. 7 Chất lượng mạng lưới đo kiểm Driving Test sau tối ưu.

Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu (*)	Trước tối ưu		Sau tối ưu		So sánh trước và sau tối ưu
			Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá	
4G	Data Call Setup Success Rate (%)	≥ 99%	97.30	Không đạt	100.00	Đạt	Cải thiện
	RRC Setup Success Rate (%)	≥ 99%	97.44	Không đạt	100.00	Đạt	Cải thiện
	E-RAB setup success rate (%)	≥ 99%	99.86	Đạt	100.00	Đạt	Cải thiện
	Call drop rate (%)	≤ 1.2%	0.21	Đạt	0.00	Đạt	Cải thiện
	Intra-LTE Handover Success Rate (%)	≥ 98.5%	99.92	Đạt	99.92	Đạt	Tương đương
	Inter-LTE Handover Success Rate (%)	≥ 97%	NA		NA		
	LTE to WCDMA PS InterRAT Handover Success Rate (%)	≥ 95%	NA		NA		
	LTE to GSM PS InterRAT Handover Success Rate (%)	≥ 92%	NA		NA		

Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu (*)	Trước tối ưu		Sau tối ưu		So sánh trước và sau tối ưu
			Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá	
	DL throughput (15MHz, QCI=9)	≥ 31.5Mbps	22.2	Không đạt	25.7	Không đạt	Cải thiện
	UL throughput (15MHz, QCI=9)	≥ 22.5Mbps	17.2	Không đạt	21.2	Không đạt	Cải thiện
	RRC connection latency	≤ 75ms	25	Đạt	31	Đạt	Tương đương
	DL latency	≤ 50ms	37.63	Đạt	42.71	Đạt	Tương đương
	LTE to WCDMA CSFB Redirection Success Rate (%)	≥ 96%	99.21	Đạt	99.71	Đạt	Cải thiện
	CSFB Call setup time	≤ 5s	3.75	Đạt	3.03	Đạt	Cải thiện
	RSRP ≥ -100dBm	≥ 93%	88.38	Không đạt	91.30	Không đạt	Cải thiện
	RSRP ≥ -110dBm	≥ 98%	96.61	Không đạt	96.90	Không đạt	Cải thiện
	RSRQ ≥ -10dB	≥ 75%	19.63	Không đạt	35.40	Không đạt	Cải thiện
	RSRQ≥ -14dB	≥ 98%	83.42	Không đạt	95.97	Không đạt	Cải thiện
	SINR ≥ 10dB	≥ 75%	33.17	Không đạt	57.84	Không đạt	Cải thiện
	SINR ≤ 0dB	≤ 1%	17.30	Không đạt	5.46	Không đạt	Cải thiện

Bảng 3. 8 Chỉ tiêu KPI giám sát trên hệ thống OMC sau tối ưu.

Mạng	KPI Name	Yêu cầu	Trước tối ưu		Sau tối ưu		So sánh trước và sau tối ưu
			Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá	
4G	RRC Connection Establishment Success Rate (All service) (%)	≥ 99%	99.99	Đạt	99.99	Đạt	Tương đương
	ERAB Setup Success Rate (%)	≥ 99%	99.91	Đạt	99.91	Đạt	Tương đương
	Data Call Setup Success Rate (%)	≥ 99%	99.88	Đạt	99.88	Đạt	Tương đương
	Call drop rate(%)	≤ 1%	0.09	Đạt	0.02	Đạt	Cải thiện
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	≥ 99%	99.92	Đạt	99.95	Đạt	Cải thiện
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	≥ 98%					
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	≥ 95%	98.68	Đạt	98.82	Đạt	Cải thiện
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	≥ 92%	100.00	Đạt			
	CSFB Preparation Success Rate (%)	≥ 99%					

❖ **Thực hiện đo kiểm so sánh vùng phủ sóng trước và sau tối ưu**

3.6. Kết luận chương.

Chương này đã mô phỏng mạng lưới di động của VNPT qua phần mềm Atoll, quy mô triển khai dự án tối ưu hóa mạng di động 4G phase 4 của VNPT. Sau khi thực hiện thu thập dữ liệu trước tối ưu như thống kê KPI trên hệ thống (KPI OMC) và đo kiểm thực tế tại trạm (Driving test), luận văn đã tiến hành phân tích và đưa ra các thay đổi thông số phù hợp dựa trên 5 trong 6 phương pháp đã nêu ở chương 2: Điều chỉnh công suất phát, điều chỉnh các tính năng của trạm (bổ sung tài nguyên mạng), điều chỉnh độ cao antenna, điều chỉnh góc ngẩng antenna(Chỉnh Tilt) và điều chỉnh hướng antena (Azimuth) tại tỉnh Hà Tĩnh để đạt được KPI 4G theo chỉ tiêu mà VNPT đã đưa ra. Ở mạng 4G các hãng sản xuất đã đưa ra giải pháp mạng

tự tối ưu SON (Self Optimizing Networks), với giải pháp này các trạm 4G sẽ tự động điều chỉnh các tham số chuyển giao để đạt được hiệu quả tốt nhất.

Nhìn chung:

+ Các thông số KPI Driving Test đã đạt được các yêu cầu đặt ra trước dự án:

Các thông số KPI cải thiện rõ rệt so với trước khi tối ưu: Data Call Setup Success Rate, RRC Setup Success Rate , E-RAB setup success rate đều đạt 100%, tốc độ dữ liệu đường xuống và đường lên (DL/UL) cũng đã cải thiện rõ rệt tăng lên mức 25,7/21,2Mbps. Chỉ số rớt cuộc gọi (Call drop rate) giảm xuống mức 0% (Chi tiết trình bày ở bảng 3.7).

+ Các thông số KPI OMC tăng lên, đảm bảo chất lượng mạng theo tiêu chuẩn của VNPT.

Giảm tỷ lệ rớt cuộc gọi từ 0,09% trước tối ưu xuống còn 0,02%, các chỉ sô Intra Frequency HO Success, Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) đều cải thiện ở mức 99,95% và 98,82% (Chi tiết trình bày ở bảng 3.8).

+Làm giảm số lượng bad cell từ 10 cell xuống còn 4 cell và thực hiện xử lý các phản ánh khách hàng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Sau thời gian thu thập số liệu, phân tích và thực hiện, đề tài "Tối ưu hóa mạng truy nhập vô tuyến 4G của VNPT" đã hoàn thành.

Luận văn đã trình bày tổng quan về mạng lưới di động 4G của nhà mạng VNPT và xây dựng quy trình tối ưu hóa mạng truy nhập 4G. Điều đó, có ý nghĩa vô cùng cấp thiết đối với việc phát triển mạng lưới VNPT. Trong thời đại công nghệ phát triển như hiện nay, các nhà mạng đều quan tâm tới chất lượng dịch vụ, trải nhiệm khách hang thì việc tối ưu mạng 4G sẽ giúp cho VNPT có những dịch vụ tốt nhất, đem đến sự hài long cho khách hang nhất, mang đến nhũng lợi ích về mặt kinh tế cho nhà mạng.

Bên cạnh đó, luận văn còn cung cấp kiến thức về việc vận hành và giám sát các trạm di dộng 4G thông qua các phần mềm giám sát của các nhà cung cấp thiết bị lớn Nokia, Huawei và Ericsson.

Luận văn còn đưa ra các chỉ số để đánh giá chất lượng mạng di động 4G, các chỉ số KPI mà nhà mạng VNPT đã ban hành. Việc tối ưu mạng lưới 4G cũng như việc xử lý phản ánh khách hàng cũng là những kiến thức, kinh nghiệm để phục vụ cho việc tối ưu sau này của nhà mạng.

Việc thực hiện luận văn này giúp tôi có cái nhìn tổng quan hơn về mạng lưới, nâng cao khả năng làm việc trong quá trình triển khai thực hiện các dự án mạng sau này. Tuy nhiên do còn nhiều hạn chế, tôi rất mong nhận được sự góp ý của các thầy cô giáo và các bạn để luận văn được hoàn thiện hơn.

Việc nghiên cứu, tối ưu hóa mạng vô tuyến 4G là một vấn đề lớn, cần nhiều thời gian và công sức để nghiên cứu sâu hơn. Trên cơ sở đó đưa ra quy trình chuẩn cho việc tối ưu, các đề xuất đưa ra phải được kiểm chứng trong thực tế nhằm nâng cao được chất lượng mạng 4G mà Vinaphone đang khai thác, đây là hướng mà đề tài cần nghiên cứu phát triển tiếp theo.