

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



NGUYỄN THANH HIẾU

TỐI ƯU MẠNG TRUY NHẬP VÔ TUYẾN 4G VNPT

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – 2020

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

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. NGUYỄN ĐỨC NHÂN

HÀ NỘI – 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận văn

Nguyễn Thanh Hiếu

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện để hoàn thành luận văn, tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình của thầy cô giáo, các anh chị và đồng nghiệp nơi tôi công tác. Tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các thầy cô và các anh chị.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Khoa Quốc tế và Đào tạo sau Đại học Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và các thầy giáo, cô giáo đã truyền đạt kiến thức bổ ích giúp tôi nghiên cứu và hoàn thiện luận văn này.

Tôi xin bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc đến thầy hướng dẫn trực tiếp luận văn TS. Nguyễn Đức Nhân 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 Đào tạo sau Đại học đã giúp đỡ và tạo điều kiện cho tôi trong suốt quá trình học tập.

Do hạn chế của bản thân cũng như hạn hẹp về thời gian, luận văn không tránh khỏi sai sót, tôi mong nhận được sự thông cảm và đóng góp ý kiến của các thầy cô và các bạn trong lớp.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, 16 tháng 4 năm 2020

Học viên

Nguyễn Thanh Hiếu

MỤC LỤC	
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC BẢNG	xii
DANH MỤC HÌNH ẢNH	xiii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I. TỔNG QUANG MẠNG DI ĐỘNG 4G TẠI VNPT.	3
1.1. Tổng quan mạng 4G LTE.	3
1.2. Kiến trúc mạng 4G LTE/LTE Advanced.	4
1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN.	5
1.2.2. Mạng MAN-E.	8
1.2.3. Kiến trúc mạng lõi LTE (EPC - Evolved Packet Core).	9
1.3. Kết luận.	12
CHƯƠNG II. QUY TRÌNH TỐI ƯU MẠNG TRUY NHẬP VÔ TUYẾN 4G.	13
2.1. Phần mềm giám sát trạm di động 4G của VNPT.	13
2.2. Đặc điểm antenna trạm gốc và vấn đề nhiễu trong mạng truy nhập vô tuyến.	17
2.2.1 Kỹ thuật đa truy nhập trong mạng 4G-LTE	17
2.2.2. Một số đặc tính của kênh truyền.	20
2.3. Các tham số đánh giá mạng di động 4G.	22
2.4. Quy trình tối ưu mạng truy cập vô tuyến 4G.	29
2.5 . Kết luận chương.	32
CHƯƠNG 3: THỰC HIỆN TỐI ƯU HÓA MẠNG TRUY NHẬP 4G CHO VNPT	33
3.1. Mô hình mạng lưới di động của VNPT.	33
3.2. Thực hiện quy trình tối ưu hóa mạng 4G của VNPT tại tỉnh Hà Tĩnh.	36
3.2.1. Quy mô và thời gian thực hiện	36
3.2.2. Mục tiêu	36
3.2.3. Thu thập số liệu.	36
3.3. Phân tích kết quả đo kiểm trước tối ưu và đưa ra các khuyến nghị.	40
3.3.1. Khu vực có chất lượng sóng 4G kém, chỉ số SINR thấp.	40
3.3.2. Khu vực bị Overshooting và chỉ số SINR thấp.	41

3.4 Thực hiện xử lý phản ánh khách hàng và xử lý các cell có chất lượng thấp. .	44
3.5. Các kết quả đạt được sau khi thực hiện đo kiểm sau tối ưu hóa mạng 4G. ...	48
3.6. Kết luận chương.	61
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	62
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	63
PHỤ LỤC.....	65

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

3GPP	3rd Generation Partnership Project	Dự án hợp tác thể hệ thứ ba
------	------------------------------------	-----------------------------

A

ADC	Analog-to-Digital Conversion	Chuyển đổi tương tự-số
AMC	Adaptive Modulation and Coding	Điều chế & mã hóa thích ứng
AWGN	Additive White Gaussian Noise	Tạp âm Gauss trắng cộng

B

BCCH	Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá
BCH	Broadcast Channel	Kênh quảng bá
BSS	Base Station System	Hệ thống trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm phát đáp gốc

C

CAZAC	Constant Amplitude Zero Auto-Correlation	Tự tương quan không biên độ không đổi
CCCH	Common Control Channel	Kênh điều khiển chung
CCDF	Complementary Cumulative Distribution Function	Hàm phân bố tích lũy bù
CDF	Cumulative Distribution Function	Hàm phân bố tích lũy
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CP	Cyclic Prefix	Tiền tố tuần hoàn
CQI	Channel Quality Indicator	Chỉ định chất lượng kênh
CSI	Channel State Information	Thông tin trạng thái kênh

D		
DAC	Digital-to-Analog Conversion	Chuyển đổi số-tương tự
DCCH	Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển dành riêng
DFDMA	Distributed Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số phân tán
DFT	Discrete Fourier Transform	Biến đổi Fourier rời rạc
DL-SCH	Downlink Shared Channel	Kênh chia sẻ đường xuống
E		
E-NodeB	Evolution NodeB	Trạm di động 4G
E-MBMS	Enhanced Multimedia Broadcast/Multicast Service	Dịch vụ quảng bá/multicast đa phương tiện tiên tiến
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access	Đa truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu tăng cường
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network	Mạng đa truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu tăng cường
F		
FDD	Frequency Division Duplex	Song công phân chia theo tần số
FDE	Frequency Domain Equalization	Cân bằng trong miền tần số
FDM	Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
FFT	Fast Fourier Transform	Biến đổi Fourier nhanh
G		
GP	Guard Period	Khoảng bảo vệ

GSM	Global System for Mobile	Hệ thống di động toàn cầu
H		
HARQ	Hybrid Automatic Repeat reQuest HSDPA	Yêu cầu lặp lại tự động lai ghép
I		
IBI	Inter-Block Interference	Nhiều xuyên khối
ICI	Inter-Carrier Interference	Nhiều xuyên kênh
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform	Biến đổi Fourier rời rạc ngược
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	Viện kỹ sư điện, điện tử
IFDMA	Interleave Distributed Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số đan xen
IMT-2000	International Mobile Telecommunications-2000	Viễn thông di động quốc tế - 2000
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
ISI	Inter-Symbol Interference	Nhiều xuyên ký hiệu
ITU	International Telecommunication Union	Liên minh Viễn thông Quốc tế
L		
LFDMA	Localized Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số cục bộ (tập trung)
LTE	Long Term Evolution	Sự phát triển dài hạn
M		
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy nhập môi trường
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast Service	Dịch vụ quảng bá/multicast đa phương tiện

MBS	Multicast and Broadcast Service	Dịch vụ quảng bá và multicast
MCCH	Multicast Control Channel	Kênh điều khiển Multicast
MCH	Multicast Channel	Kênh Multicast
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Nhiều đầu vào, nhiều đầu ra
MMSE	Minimum Mean Squared Error	Lỗi trung bình quân phương nhỏ nhất
MTCH	Multicast Traffic Channel	Kênh lưu lượng multicast
MUI	Maximum Utility Increase	Tăng có ích lớn nhất
O		
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao
P		
PAPR	Peak-to-Average Power Ratio	Tỷ số công suất đỉnh trên công suất trung bình
PBCH	Physical Broadcast Channel	Kênh quảng bá vật lý
PCCH	Paging Control Channel	Kênh điều khiển tìm gọi
PCFICH	Physical Control Format Indicator Channel	Kênh chỉ định khuôn dạng điều khiển vật lý
PCH	Paging Channel	Kênh tìm gọi
PDCCH	Physical Downlink Control Channel	Kênh điều khiển đường xuống vật lý
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	Kênh chia sẻ đường xuống vật lý
PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động mặt đất công cộng

PMCH	Physical Multicast Channel	Kênh multicast vật lý
PRACH	Physical Random Access Channel	Kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý
PS	Pulse Shaping	Định dạng xung
PSD	Power Spectral Density	Mật độ phổ công suất
PUCCH	Physical Uplink Control Channel	Kênh điều khiển đường lên vật lý
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	Kênh chia sẻ đường lên vật lý

Q

QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	Khóa dịch pha cầu phương

R

RACH	Random Access Channel	Kênh truy nhập ngẫu nhiên
RAN	Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến
RB	Resource Block	Khối tài nguyên
RF	Radio Frequency	Tần số vô tuyến
RLC	Radio Link Control	Điều khiển liên kết vô tuyến
RNC	Radio Network Controller	Bộ điều khiển mạng vô tuyến
RNS	Radio Network System	Hệ thống mạng vô tuyến
RS	Reference Signal	Tín hiệu tham chiếu (hoa tiêu)
RSRP	Reference Signal Received Power	Công suất tín hiệu thu
RSRQ	Reference Signal Received Quality	Chất lượng tín hiệu thu

S

SC	Single Carrier	Đơn sóng mang
----	----------------	---------------

SC/FDE	Single Carrier with Frequency Domain Equalization	Đơn sóng mang / Cân bằng trong miền tần số
SC-CFDMA	Single Carrier Code-Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số mã hóa đơn sóng mang
SC-FDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số đơn sóng mang
SDMA	Spatial Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia không gian
SER	Symbol Error Rate	Tỷ số lỗi ký hiệu
SIM	Subscriber Identity Module	Module nhận dạng thuê bao
SINR	Signal-to-Noise Ratio	Tỷ số tín hiệu trên tạp âm
T		
TAC	Tracking Area Code	Mã vùng đang phục vụ
TDD	Time Division Duplex	Song công phân chia theo thời gian
TDM	Time Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia thời gian
TS	Technical Specification	Đặc tả kỹ thuật
TSG	Technical Specification Group	Nhóm đặc tả kỹ thuật
TTI	Transmission Time Interval	Khoảng thời gian truyền dẫn
U		
UE	User Equipment	Thiết bị người dùng
UL-SCH	Uplink Shared Channel	Kênh chia sẻ đường xuống
UMB	Ultra Mobile Broadband	Siêu băng rộng di động

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
UpPTS	Uplink Pilot Time Slot	Khe thời gian hoa tiêu đường xuống
USIM	UMTS Subscriber Identity Module	Module nhận dạng thuê bao UMTS
UTRA	Universal Terrestrial Radio Access	Truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu
W		
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã băng rộng

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2. 1 Khoảng giá trị của RSRP trong 4G LTE	23
Bảng 2. 2 Khoảng giá trị của RSRQ trong 4G LTE.	24
Bảng 2. 3 Khoảng giá trị của SINR trong 4G LTE.....	25
Bảng 2. 4 Bảng giá trị của CQI.	26
Bảng 2. 5 Chỉ tiêu đánh giá chất lượng mạng 4G dành cho nhà quản lý (KPI OMC)	28
Bảng 2. 6 Chỉ tiêu đánh giá chất lượng trong đo kiểm (KPI Drive test)	28
Bảng 3. 1 Danh sách các trạm thuộc dự án 4G phase 4 của VNPT.....	35
Bảng 3. 2 Thông tin số lượng trạm theo cluster tại tỉnh Hà Tĩnh.	36
Bảng 3. 3 Bảng đánh giá dữ liệu KPI 4G của Hà Tĩnh trước tối ưu.....	39
Bảng 3. 4 Bài đo Drive test.....	39
Bảng 3. 5 Thông số RF của các trạm theo khuyến nghị.....	43
Bảng 3. 6 Thông số RF của trạm 2G_HSN001M_HTH	46
Bảng 3. 7 Chất lượng mạng lưới đo kiểm Driving Test sau tối ưu.....	49
Bảng 3. 8 Chỉ tiêu KPI giám sát trên hệ thống OMC sau tối ưu.	50

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. 1 Kiến trúc mạng thông tin di động 4G-LTE của VNPT	5
Hình 2. 1 Giao diện quản lý trạm 4G của Nokia thông qua phần mềm SBTs element manager.....	14
Hình 2. 2 Kiểm tra cảnh báo nếu có của trạm.	14
Hình 2. 3 Giao diện quản lý trạm 4G của Huawei thông qua phần mềm CME operation.	15
Hình 2. 4 Giao diện trạm khi remote vào trạm để xem trạng thái hoạt động của các cell, các cảnh báo nếu có.	15
Hình 2. 5 Giao diện quản lý các trạm di động 4G của Ericsson thông qua phần mềm CRTsecurity	16
Hình 2. 6 Giao diện khi thực hiện các lệnh.	16
Hình 2. 7 Truyền đơn sóng mang.....	17
Hình 2. 8 Nguyên Lý FDMA.....	17
Hình 2. 9 Nguyên lý đa sóng mang.....	18
Hình 2. 10 Cấu trúc máy phát và máy thu của hệ thống SC-FDMA và OFDM	19
Hình 2. 11 Phân loại KPI trong mạng LTE.	22
Hình 2. 12 Quy trình thực hiện tối ưu mạng vô tuyến.	30
Hình 2. 13 Quy trình thực hiện tối ưu RF.	31
Hình 2. 14 Quy trình thực hiện tối ưu RF.	32
Hình 3. 1 Mô phỏng mạng lưới thông tin di động của VNPT bằng Atoll.	34
Hình 3. 2 Thông tin trạm mạng di động của VNPT.....	34
Hình 3. 3 Thông tin Neighbours trạm 4G của VNPT.	35
Hình 3. 4 Giao diện đăng nhập của phần mềm mAOS.	37
Hình 3. 5 Danh sách các template tạo sẵn.	37
Hình 3. 6 Danh sách các tham số KPI được thống kê trên hệ thống.	38
Hình 3. 7 Dữ liệu KPI 4G của Hà Tĩnh trước tối ưu.....	38
Hình 3. 8 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G-HKE003M-HTH.....	40
Hình 3. 9 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G-CLC005M-HTH.....	41
Hình 3. 10 Kết quả đo chỉ số SINR trạm 4G-THA006M-HTH	42
Hình 3. 11 Chỉ số TA của trạm 4G-THA006M-HTH.....	42
Hình 3. 12 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G_TPO040M_HTH.....	43
Hình 3. 13 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G_TPO010M_HTH.....	44
Hình 3. 14 Kết quả đo chỉ số RxLevSub tại trạm 2G-HSN021M_HTH	45
Hình 3. 15 Phân tích chỉ số KPI 2G (OMC).....	45
Hình 3. 16 Kết quả KPI 2G của trạm 2G_HSN001M_HTH sau hiệu chỉnh	46
Hình 3. 17 Phân tích kết quả đo của trạm 3G_TPO008M_HTH.....	47
Hình 3. 18 Kết quả đo chỉ số RSCP trạm 3G_HKE008M_HTH	48
Hình 3. 19 Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.	51

Hình 3. 20 Chỉ số RSRQ trước và sau khi tối ưu.....	52
Hình 3. 21 Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.....	53
Hình 3. 22 Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.	54
Hình 3. 23 Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.....	55
Hình 3. 24 Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.	56
Hình 3. 25 Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu	57
Hình 3. 26 Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.....	58
Hình 3. 27 Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.	59
Hình 3. 28 Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.....	60

MỞ ĐẦU

Thông tin di động hiện đang là một trong những ngành công nghiệp viễn thông phát triển nhanh nhất theo nghiên cứu thì đến hết năm 2015 số lượng thuê bao đã đạt tới con số 4.7 tỉ thuê bao đi kèm với đó là khoảng 7.6 tỉ kết nối di động trên toàn cầu, doanh thu của các nhà cung cấp đã đạt hơn 1.000 tỉ đô và dự kiến sẽ còn tiếp tục tăng trưởng mạnh trong giai đoạn từ 2015-2020. Cùng với sự phát triển của số lượng kết nối và thuê bao là sự phát triển của các loại hình dịch vụ đòi hỏi tốc độ cao, băng thông lớn, yêu cầu thời gian thực với độ trễ nhỏ ngày càng trở nên phổ biến và 3G đã không còn đáp ứng được một cách đầy đủ các tiêu chí trên. Do đó việc phát triển mạng và dịch vụ viễn thông 4G (LTE/ LTE Advanced) là vô cùng cần thiết và là tất yếu cho tất cả các nhà cung cấp dịch vụ hiện nay.

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.

Sau cùng, tôi xin tỏ lòng biết ơn đến cha mẹ, người thân và bạn bè đã luôn bên cạnh ủng hộ, động viên tôi trong cuộc sống cũng như trong thời gian hoàn thành luận văn thạc sĩ.

Do hạn chế của bản thân và sự hạn hẹp về thời gian, luận văn không tránh được sai sót, tôi mong nhận được sự thông cảm và đóng góp ý kiến của các thầy cô và các học viên.

Xin chân thành cảm ơn!

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 nhằm 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 liên mạch trên các khu vực được bảo hiểm với sự hỗ trợ đa phương tiện.[3]

Các đặc tính cơ bản của LTE

- Hoạt động ở băng tần: 700 MHz-2,6 GHz
- Tốc độ
 - DL: 100 Mbps (ở BW 20 MHz).
 - UL: 50 Mbps với 2 anten thu một anten phát.
- Độ trễ: nhỏ hơn 5 ms.
- Độ rộng BW linh hoạt: 1,4 MHz; 3 MHz; 5 MHz; 10 MHz; 15 MHz; 20 MHz. Hỗ trợ cả 2 trường hợp độ dài băng lên và băng xuống bằng nhau hoặc không.
- Tính di động: Tốc độ di chuyển tối ưu là 0-15 km/h nhưng vẫn hoạt động tốt với tốc độ di chuyển từ 15-120 km/h, có thể lên đến 500 km/h tùy băng tần.

➤ Phổ tần số:

- Hoạt động ở chế độ FDD hoặc TDD
- Độ phủ sóng từ 5-100 km
- Dung lượng 200 user/cell ở băng tần 5 MHz

▪ Chất lượng dịch vụ:

- Hỗ trợ tính năng đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS.
- VoIP đảm bảo chất lượng âm thanh tốt, trễ tối thiểu thông qua mạng UMTS.

▪ Liên kết mạng:

- 🚦 Khả năng liên kết với các hệ thống UTRAN/GERAN hiện có và các hệ thống không thuộc 3GPP cũng sẽ được đảm bảo. Thời gian trễ trong việc truyền tải giữa E-UTRAN và UTRAN/GERAN sẽ nhỏ hơn

- 🚦 300 ms cho các dịch vụ thời gian thực và 500 ms cho các dịch vụ còn lại.

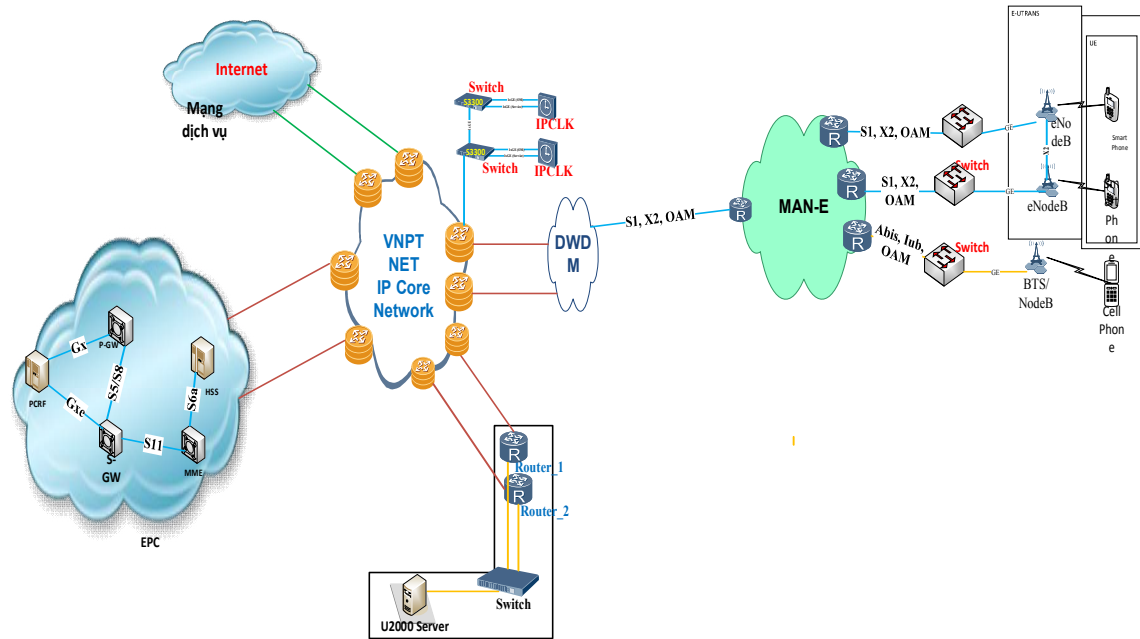
▪ Chi phí: chi phí triển khai và vận hành giảm.

Mạng LTE có thể hoạt động trong bất cứ dải tần được sử dụng nào của 3GPP. Nó bao gồm băng tần lõi của IMT-2000 (1.9-2 GHz) và dải mở rộng (2.5 GHz), cũng như tại 850-900 MHz, 1800 MHz, phổ AWS (1.7-2.1 GHz),... Băng tần chỉ định dưới 5 MHz được định nghĩa bởi IUT thì phù hợp với dịch vụ IMT trong khi các băng tần lớn hơn 5MHz thì sử dụng cho các dịch vụ có tốc độ cực cao. Tính linh hoạt về băng tần của LTE có thể cho phép các nhà sản xuất phát triển LTE trong những băng tần đã tồn tại của họ.

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).[1] [2]



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

1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN.

Mặc dù UMTS, HSDPA và HSUPA cùng các phiên bản phát triển của chúng đã có thể cung cấp truyền tải dữ liệu với tốc độ cao, sử dụng dữ liệu không dây. Tuy nhiên do nhu cầu của các dịch vụ và nội dung trên đường truyền đòi hỏi các nhà mạng phải có tốc độ nhanh hơn nhưng lại phải giảm chi phí cho người sử dụng tại đầu cuối. Do đó 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.

❖ Các tính năng của E - UTRAN:

- Đối với hệ thống LTE tốc độ tải xuống lớn nhất có thể đạt tới 300 Mbit/s (với hệ thống MIMO 4x4 anten), 150 Mbit/s (với hệ thống MIMO 2x2 anten) với độ

rộng băng tần 20 MHz. Còn đối với hệ thống LTE - Advanced sử dụng MIMO 8x8 anten tốc độ tải xuống lớn nhất có thể đạt tới 3000 Mbit/s trên băng tần có độ rộng 100 Mhz.

- Đối với hệ thống LTE tốc độ tải lên lớn nhất có thể đạt tới 75 Mbit/s với băng tần 20 MHz, còn với LTE - Advanced thì có thể lên tới 1500 Mbit/s với băng tần 100 Mhz.

- Trễ truyền tải dữ liệu thấp (khoảng 5ms cho các gói IP nhỏ trong điều kiện tối ưu), thời gian trễ cho việc chuyển giao và thời gian thiết lập kết nối cũng thấp hơn.

- Hỗ trợ cho các thiết bị đầu cuối di chuyển với tốc độ cao có thể lên tới 350 - 500 km/h tùy thuộc vào băng tần.

- Hỗ trợ cả FDD và TDD song công, FDD bán song công cho cùng một công nghệ truy nhập vô tuyến.

- Hỗ trợ các băng tần đang được sử dụng cho hệ thống IMT theo ITU - R.

- Băng thông linh hoạt: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz đều đã được chuẩn hóa.

- Tăng hiệu quả sử dụng tần số có thể lên tới 2-5 lần so với trong 3GPP (HSPA) phiên bản 6.

- Hỗ trợ các cell có bán kính từ vài chục met (femto và pico cell) cho tới 100 km (macro cell).

- Kiến trúc đơn giản: về phía mặt phẳng mạng của E - UTRAN được tạo nên chỉ bằng các eNodeB.

- Hỗ trợ tương tác với các hệ thống khác (như GSM/EDGE, UMTS, CDMA 2000, WIMAX...).

- E - UTRAN là giao diện vô tuyến chuyển mạch gói.

❖ **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, thông báo vị trí của thiết bị và những việc đó sẽ được 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 mạng. 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.[10]

❖ Các giao diện kết nối của ENodeB:

- ENodeB kết nối với thiết bị của người sử dụng thông qua giao diện LTE - Uu bằng giao thức OFDMA (theo hướng xuống) và giao thức SC - FDMA (theo hướng lên).

- ENodeB kết nối với thực thể quản lý di động MME thông qua giao thức S1 - AP trên giao diện S1 - MME (hay S1 - C) cho các lưu lượng của mặt phẳng điều khiển.

- ENodeB kết nối với Serving Gateway (S - GW) thông qua giao thức GTP - U trên giao diện S1 - U cho các lưu lượng của mặt phẳng người sử dụng.

- Cả 2 giao diện S1 - MME và S1 - U được gọi chung là giao diện S1 là giao diện kết nối từ ENodeB tới mạng lõi EPC.

- ENodeB sử dụng giao thức X2 - AP trên giao diện X2 để kết nối với các ENodeB khác.

❖ **ENodeB cũng thực hiện nhiều các chức năng trên mặt phẳng điều khiển:**

- **Quản lý tài nguyên vô tuyến RRM (Radio Resource Management):** điều khiển việc sử dụng tài nguyên trên các giao diện vô tuyến như phân bổ tài nguyên dựa trên yêu cầu, cấu hình và lập lịch lưu lượng theo các yêu cầu QoS, liên tục giám sát việc sử dụng tài nguyên trên giao diện vô tuyến.

- **Quản lý tính di động MM (Mobility Management):** đo đạc và phân tích mức độ tín hiệu trên các kết nối với UE, quản lý các UE trong vùng phủ sóng của ENodeB, kết nối tới các ENodeB khác để trao đổi các thông tin chuyển giao giữa ENodeB đó và MME, lựa chọn MME khi có yêu cầu từ một UE, cung cấp dữ liệu mặt phẳng người sử dụng tới các cổng dịch vụ S - GW. Các ENodeB có thể phục vụ đồng thời nhiều UE trong vùng phủ sóng của nó nhưng mỗi UE chỉ được kết nối tới một ENodeB trong cùng một thời điểm. Một ENodeB có thể kết nối tới nhiều MME và S - GW nhằm mục đích phân tải và dự phòng, tuy nhiên mỗi UE chỉ được phục vụ bởi một MME và S - GW tại một thời điểm và ENodeB phải chịu trách nhiệm về việc định tuyến cũng như phải duy trì việc theo dõi các liên kết này.

1.2.2. Mạng MAN-E.

Hiện tại, VNPT đang áp dụng mô hình cấu trúc MAN-E trên mạng NGN (Next Generation Network). Mạng NGN được định nghĩa là mạng có hạ tầng thông tin duy nhất dựa trên công nghệ chuyển mạch gói, triển khai các dịch vụ đa dạng, nhanh chóng, đáp ứng sự hội tụ giữa thoại và dữ liệu, giữa cố định và di động. Mạng NGN thực hiện quản lý mạng một cách tự động, tập trung, đơn giản và hỗ trợ tính cước linh hoạt.

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 hàng, 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 xảy ra sự cố hỏng node hoặc đứt cáp quang trên tuyến.[22]

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. Các thành phần của mạng lõi EPC bao gồm:

❖ Thực thể quản lý tính di động MME (Mobility Management Entity).

Thực thể quản lý tính di động MME là thành phần điều khiển chính trong mạng lõi EPC. Thông thường MME là các máy chủ được đặt tại một vị trí an toàn của nhà cung cấp. MME chỉ hoạt động trên mặt phẳng điều khiển và không tham gia vào việc truyền dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng. Như chúng ta đã thấy trong kiến trúc của LTE rằng không có các giao diện kết nối trực tiếp từ MME tới UE tuy nhiên MME có một kết nối logic trực tiếp tới UE trên mặt phẳng điều khiển, kết nối này được sử dụng như một kênh điều khiển chính giữa UE và mạng. Các chức năng chính của MME bao gồm:

Xác thực và bảo mật: Khi một UE đăng ký vào mạng lần đầu tiên, MME sẽ thực hiện việc khởi tạo việc xác thực theo các bước sau: đầu tiên MME sẽ tìm kiếm định danh thường trú của UE từ các mạng khác hoặc từ chính UE, sau đó yêu cầu từ máy chủ quản lý thuê bao thường trú trong mạng chủ của UE các vector xác thực có chứa các cặp tham số xác thực có dạng yêu cầu - đáp ứng; gửi các yêu cầu tới UE và so

sánh đáp ứng nhận được từ UE với một đáp ứng nhận được từ mạng chủ. Chức năng này là cần thiết để đảm bảo rằng UE đúng là thiết bị mà MME đang cần xác thực. MME có thể lặp lại việc xác thực khi cần hoặc theo các chu kỳ. MME sẽ tính toán để tạo ra các khóa mã hóa và khóa bảo vệ toàn vẹn từ các khóa chính nhận được trong các vector xác thực của mạng chủ, và nó sẽ điều khiển các thiết lập liên quan trong mạng truy nhập vô tuyến E - UTRAN cho các mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng một cách riêng biệt. Để bảo vệ sự riêng tư của UE, MME sẽ cung cấp cho mỗi UE một định danh tạm thời Globally Unique Temporary Identity (GUTI), điều này giúp cho việc gửi các định danh thường trú của UE - International Mobile Subscriber Identity (IMSI) trên giao diện vô tuyến được tối thiểu hóa. Các định danh GUTI có thể được cấp lại theo định kỳ để ngăn chặn việc theo dõi UE không được xác thực.

Quản lý tính di động: MME theo dõi vị trí của tất cả các UE trong khu vực dịch vụ của nó. Khi một UE lần đầu tiên đăng ký vào mạng, MME tạo một mục cho UE và tín hiệu và báo hiệu vị trí tới máy chủ HSS trong mạng chủ của UE. MME yêu cầu các tài nguyên thích hợp cho việc thiết lập tại ENodeB cũng như tại S - GW mà nó đã chọn cho UE. MME điều khiển việc thiết lập và giải phóng tài nguyên dựa trên sự thay đổi trạng thái hoạt động của UE. MME cũng tham gia vào việc điều khiển tín hiệu cho việc chuyển giao thông tin trạng thái hoạt động của UE giữa các ENodeB, S - GW hoặc các MME khác. MME cũng có liên quan tới mọi sự thay đổi của ENodeB, bởi vì nó không có các RNC riêng biệt để giấu đi các sự kiện thay đổi này. Một UE nhàn rỗi sẽ báo cáo vị trí của nó hoặc là theo định kỳ hoặc là khi nó di chuyển vào một vùng theo dõi (Tracking Area) khác. Nếu dữ liệu được nhận từ các mạng ngoài của một UE rảnh rỗi, thì MME sẽ được thông báo và yêu cầu các ENodeB trong vùng theo dõi lưu trữ lại các thông tin đó trong mục của UE.

Quản lý hồ sơ thuê bao và dịch vụ kết nối: Tại thời điểm một UE đăng ký vào mạng, MME có trách nhiệm lấy hồ sơ thuê bao từ mạng chủ và lưu trữ thông tin này trong suốt thời gian phục vụ UE. Hồ sơ này sẽ xác định các kết nối PDN (Packet Data Network) sẽ được cấp cho UE để kết nối vào mạng. MME sẽ tự động thiết lập sóng

mạng mặc định để có thể cung cấp cho UE các kết nối IP cơ bản. Điều này bao gồm báo hiệu trên mặt phẳng điều khiển với ENodeB và S - GW. Tại bất kỳ thời điểm nào sau này, MME cần phải tham gia vào việc thiết lập các sóng mang dành riêng cho các dịch vụ điều đó sẽ có hiệu quả trong việc xử lý nhanh hơn. MME có thể nhận các yêu cầu thiết lập sóng mang dành riêng hoặc là từ S - GW nếu như yêu cầu được xuất phát từ vùng dịch vụ của các nhà cung cấp dịch vụ hoặc trực tiếp từ UE nếu như UE yêu cầu một kết nối cho một dịch vụ mà không biết được cung cấp bởi vùng dịch vụ của nhà cung cấp dịch vụ nào, và không thể khởi tạo được từ đó.[10]

❖ **Cổng phục vụ S - GW (Serving gateway).**

Trong kiến trúc cơ bản của hệ thống, tại mức high level chức năng của S - GW đó là quản lý các đường hầm và việc chuyển mạch trên mặt phẳng người sử dụng. S - GW là một trong những thành phần trong cơ sở hạ tầng mạng được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của các nhà cung cấp dịch vụ.

❖ **Cổng mạng dữ liệu gói P - GW (Packet Data Network gateway).**

P - GW là các bộ định tuyến biên giữa EPS và các mạng chuyển mạch gói khác. Thông thường P - GW hoạt động như một nút IP (IP point) được gắn với UE, nó thực hiện các chức năng chọn và lọc lưu lượng đi qua theo yêu cầu của dịch vụ. Tương tự như S - GW, các P - GW cũng được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của các nhà cung cấp dịch vụ.

❖ **PCRF (Policy and Charging Resource Function).**

PCRF là một thành phần của mạng để đáp ứng cho chức năng điều khiển chính sách và tính cước. Nó sẽ đưa ra các quyết định cho việc xử lý các dịch vụ như thế nào theo QoS, và cung cấp các thông tin tới các PCEF được đặt trong P - GW, và áp dụng cho cả các BBERF được đặt trong S - GW nhằm mục đích thiết lập các sóng mang và chính sách tương ứng. PCRF là một máy chủ thường được đặt cùng với các thành phần khác của mạng lõi tập trung tại một vị trí của nhà cung cấp dịch vụ.

❖ **Máy chủ thuê bao thường trú HSS (Home Subscriber Server).**

Máy chủ thuê bao thường trú HSS là nơi lưu trữ dữ liệu thuê bao của tất cả các thuê bao cố định. Nó cũng ghi lại vị trí của người sử dụng đối với các nút điều khiển mạng mà người sử dụng đã kết nối tới, chẳng hạn như MME. HSS là một máy chủ

cơ sở dữ liệu được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

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 và chức năng các thành phần.

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. Việc triển khai mạng lưới 4G đã và đang được thực hiện trên phạm vi cả nước, 64 tỉnh thành đều đã có thể sử dụng các dịch vụ 4G ở mọi lúc, mọi nơi. Số lượng trạm 4G là rất lớn, việc quản lý, vận hành và tối ưu luôn là bài toán mà các nhà mạng đều phải thực hiện. Chương này sẽ giới thiệu về các phần mềm giám sát giúp quản lý trạm di động cùng với đó là xây dựng quy trình tối ưu mạng truy nhập 4G cho mạng lưới di động của VNPT.

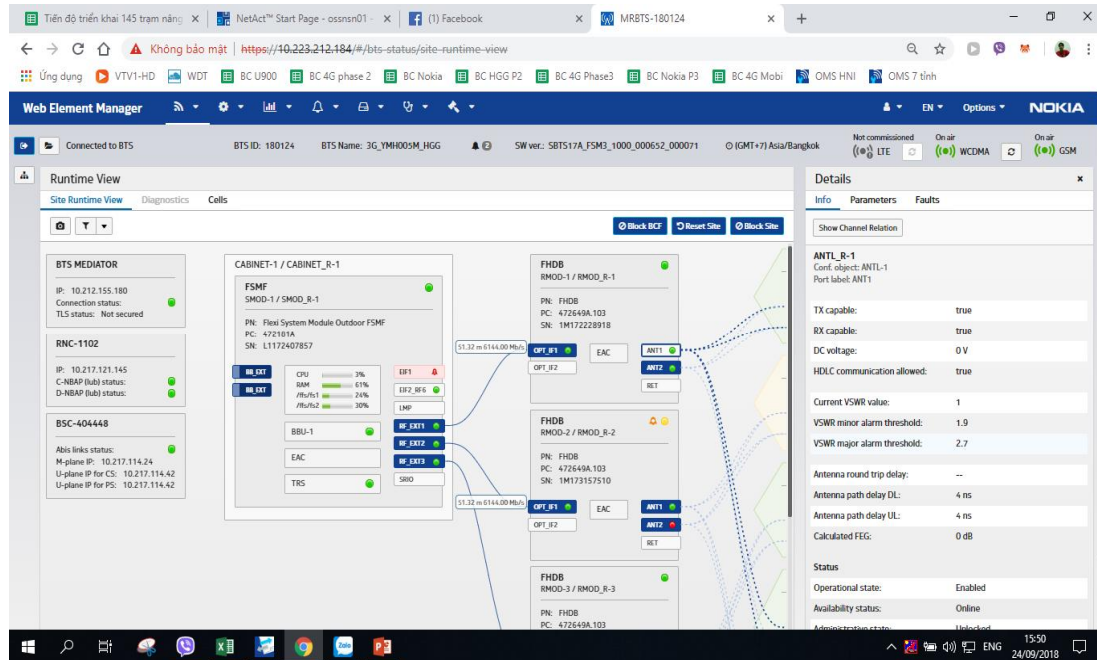
2.1. Phần mềm giám sát trạm di động 4G của VNPT.

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.

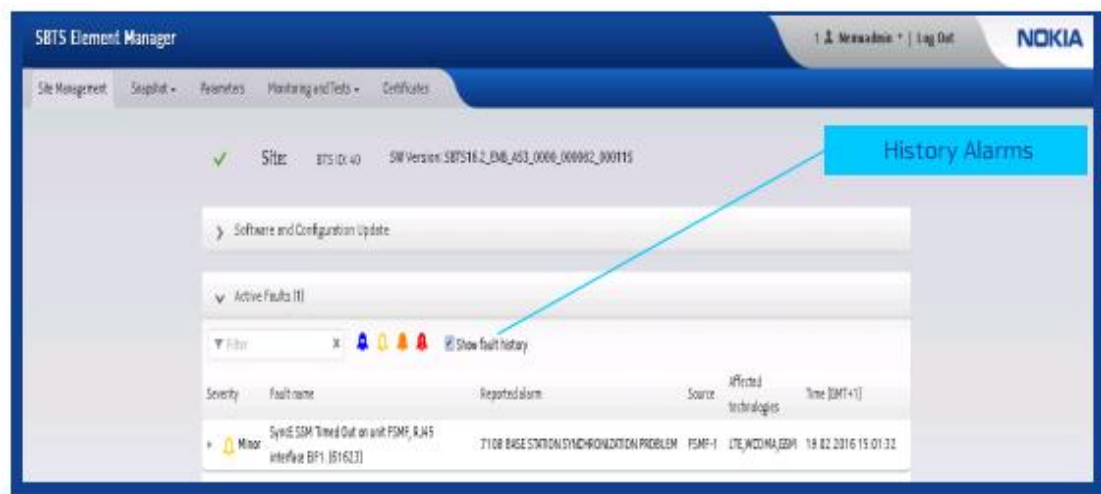
❖ Chức năng chính của các phần mềm giám sát:

Phần mềm giám sát giúp cho người quản trị có thể cấu hình trạm mới, quản lý các phần mềm của trạm. Người quản trị có thể giám sát các trạng thái phần cứng, phần mềm của trạm bao gồm: Thông tin trạng thái, phiên bản phần mềm hiện thời, xem thông tin thiết bị, thực hiện các thủ tục kiểm tra cục bộ để xác minh chức năng phần cứng. Phần mềm giám sát cung cấp thông tin về trạng thái lỗi hoặc các cảnh báo theo các mức độ của trạm (Mức nghiêm trọng, mức trung bình và mức bình thường), các cảnh báo này có thể là trạng thái hiện thời hoặc trạng thái cảnh báo trong quá khứ (history alarm). Người quản trị cũng có thể tạo ảnh chụp, xem và truyền tập tin tới trạm thông qua phần mềm giám sát, bắt đầu thực hiện ngoại tuyến (khả năng tự vận hành) và tạo báo cáo thử nghiệm của trạm. Phần mềm giám sát tạo ra nhiều phiên bản WebUI đồng thời giúp hỗ trợ giao diện người dùng.

❖ Phần mềm SBTS element manager của Nokia

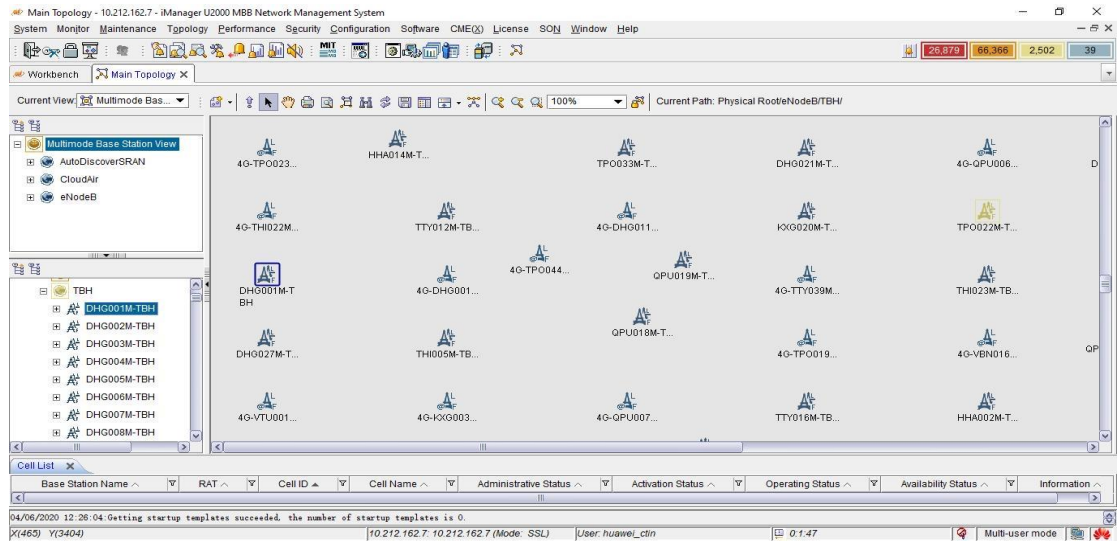


Hình 2. 1 Giao diện quản lý trạm 4G của Nokia thông qua phần mềm SBTS element manager

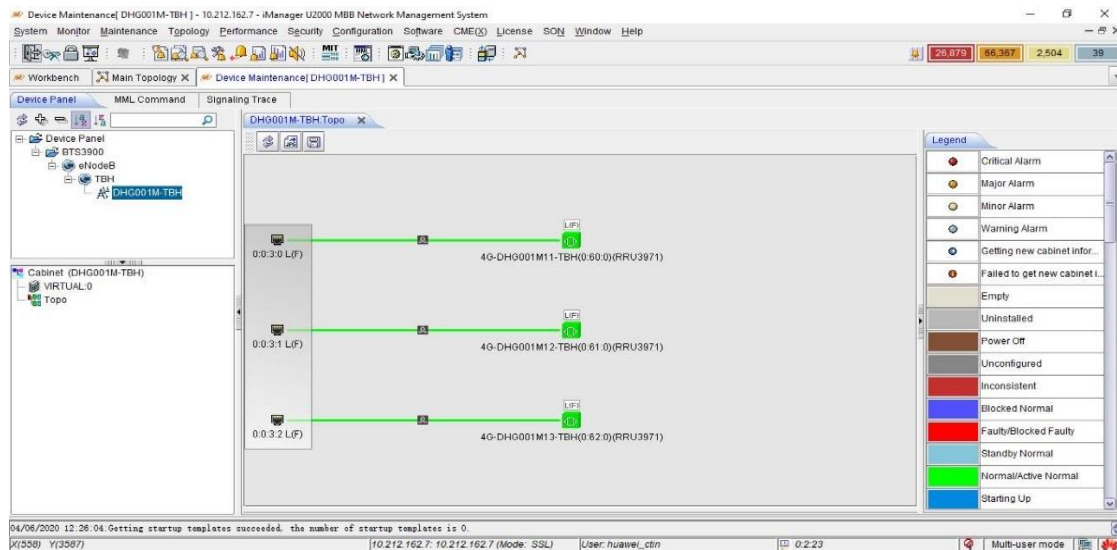


Hình 2. 2 Kiểm tra cảnh báo nếu có của trạm.

❖ Phần mềm CME operation của Huawei



Hình 2. 3 Giao diện quản lý trạm 4G của Huawei thông qua phần mềm CME operation.



Hình 2. 4 Giao diện trạm khi remote vào trạm để xem trạng thái hoạt động của các cell, các cảnh báo nếu có.

❖ Phần mềm CRT security của Ericsson

```

4G-ADG002M-HPG - AMOS - Stopfile=/tmp/16213
File Edit View Options Transfer Script Tools Window Help
Enter host <Alt+E>
ENMT1 1 4G-ADG002M-HPG - AMOS - Stopfile=/tmp/16213 x ENMT1
Last login: Fri Apr 3 15:52:30 2020 from 192.168.20.226
[ericsson@scsp-2-amos ~]$ amos ul_CPA082H_QNH
BMSG_CREDENTIALS: Info ( /usr/local/bin/ssucredentials.sh ): The SLS certificate is already present and is valid for next 24 hours

AMOS
OSS Framework for MosheT-19.0e

lt all
WARNING: the AMOS version currently running is more than 51 weeks old.
It is recommended to always use the latest released mosheT version.
To obtain the latest released version contact your local Ericsson support.

$amosrb_pid = 10368
Checking ip contact...OK

HELP MENU      : h
BASIC MO COMMANDS : m
OTHER MO COMMANDS : n
OTHER COMMANDS   : o
PH COMMANDS      : p
QUIT            : q

ul_CPA082H_QNH> lt all
200403-15:57:28 10.238.36.108 19.0e stopfile=/tmp/10314
Trying rbs s password from user variable com_password ...OK
$ssh_pid = 10496
Connected to 10.238.36.108 (SubNetwork=QNH,MeContext=ul_CPA082H_QNH,ManagedElement=ul_CPA082H_QNH)
Checking MO version...MSRBS_NODE_MODEL_19.Q3.430.27988.64_b69c
Parsing MO (cached): /var/tmp/20200403-15:57:28.10363/MSRBS_NODE_MODEL_19.Q3.430.27988.64_b69c.xml.cache.gz ..... Done.
Using paramfile /opt/ericsson/amos/mosheT/commonjars/pm/PARAM_MSRBS_19.Q3.txt ..... Done.
Parsing file /opt/ericsson/amos/mosheT/commonjars/pm/PARAM_MSRBS_19.Q3.txt ..... Done.
Using tmofile /opt/ericsson/amos/mosheT/commonjars/pm/2NDM_MSRBS_19.Q2.txt ..... Done.
Using tmofile /opt/ericsson/amos/mosheT/commonjars/pm/2NDM_MSRBS_19.Q2.txt ..... Done.
Connected to 10.238.36.108 (SubNetwork=QNH,MeContext=ul_CPA082H_QNH,ManagedElement=ul_CPA082H_QNH)
Last MO: 13655. Loaded 13655 MOS. Total: 13656 MOS.
ul_CPA082H_QNH> ue meascontrol=1,pmue meascontrol=1
....

```

Hình 2. 5 Giao diện quản lý các trạm di động 4G của Ericsson thông qua phần mềm CRTsecurity

Một số các lệnh thường dùng trên phần mềm giám sát CRTsecurity của Ericsson

Sử dụng lệnh:	amos “tên trạm”	-----	để login vào một trạm từ xa.
	lt all	-----	để load các cấu hình hiện có của trạm.
	st cell	-----	để xem trạng thái các cell hiện tại của trạm
	ue print –admitted	-----	để xem số lượng các user đang trong vùng dịch vụ của cell.
	str wvsr	-----	để xem trị số sóng đứng của trạm.

```

SR_NQN044F_HPG> alt
200401-10:22:04 10.238.20.42 19.0e MSRBS_NODE_MODEL_19.Q3.430.27988.64_b69c stopfile=/tmp/8859
Collecting Alarms...
=====
Date & Time (UTC)   S Specific Problem                               MO (Cause/AdditionalInfo)
=====
2020-03-13 16:13:12 M Emergency Unlock Reset Key Required Lm=1,EmergencyUnlock=1 (Emergency Unlock Reset Key required)
>>> Total: 1 Alarms (0 critical, 1 Major)

SR_NQN044F_HPG> st cell
200401-10:22:07 10.238.20.42 19.0e MSRBS_NODE_MODEL_19.Q3.430.27988.64_b69c stopfile=/tmp/8859
=====
Proxy Adm State   Op. State   MO
=====
44 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) ENodeBFunction=1,EutranCellFDD=4G-NQN044F11-HPG
518 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) NodeBFunction=1,NodeBLocalCellGroup=1
519 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) NodeBFunction=1,NodeBLocalCellGroup=1,NodeBLocalCell=SIC1
520 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) NodeBFunction=1,NodeBLocalCellGroup=1,NodeBLocalCell=SIC1,cellResources=1
528 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) NodeBFunction=1,NodeBLocalCellGroup=1,NodeBLocalCell=SIC2
529 1 (UNLOCKED) 1 (ENABLED) NodeBFunction=1,NodeBLocalCellGroup=1,NodeBLocalCell=SIC2,cellResources=1
=====
Total: 6 MOS

SR_NQN044F_HPG> ue print -admitted
....
200401-10:22:36 10.238.20.42 19.0e MSRBS_NODE_MODEL_19.Q3.430.27988.64_b69c stopfile=/tmp/8859
colli>/lrat/ue print -admitted
CellId #UE:s #Bearers
11 6
colli>
SR_NQN044F_HPG> █

```

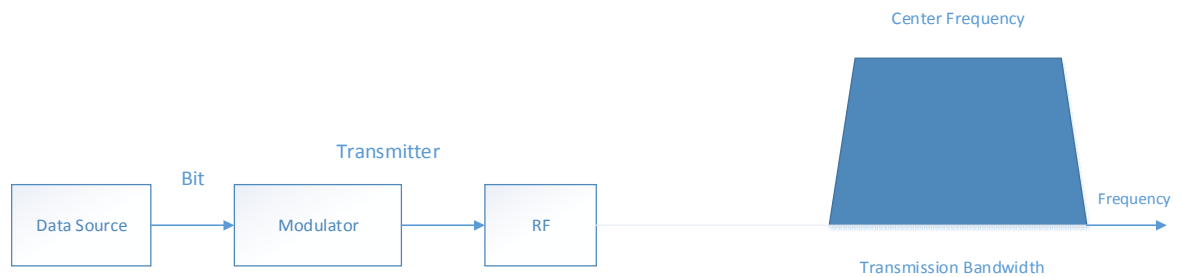
Hình 2. 6 Giao diện khi thực hiện các lệnh.

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

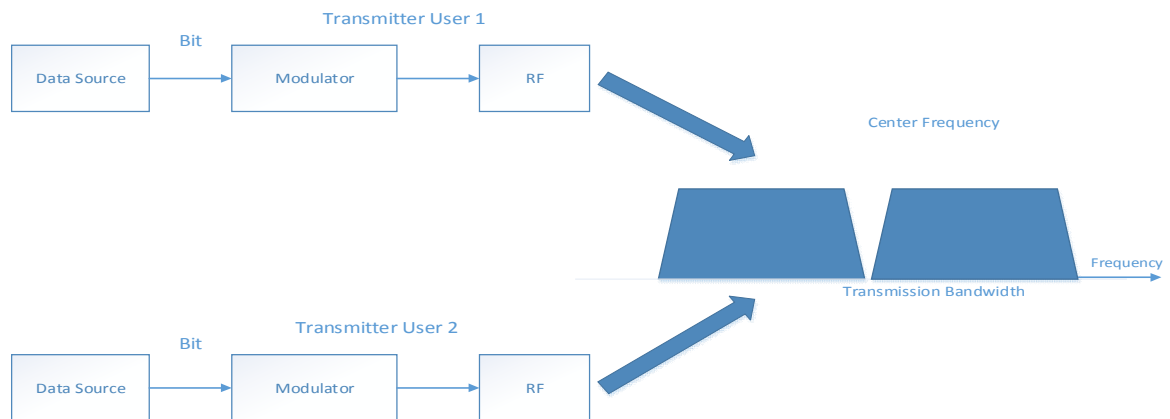
LTE sử dụng kỹ thuật OFDMA cho truy cập đường xuống và SC-FDMA cho truy cập đường lên. Kết hợp đồng thời với MIMO, các kỹ thuật về lập biểu, thích ứng đường truyền và yêu cầu tự động phát lại lai ghép.

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

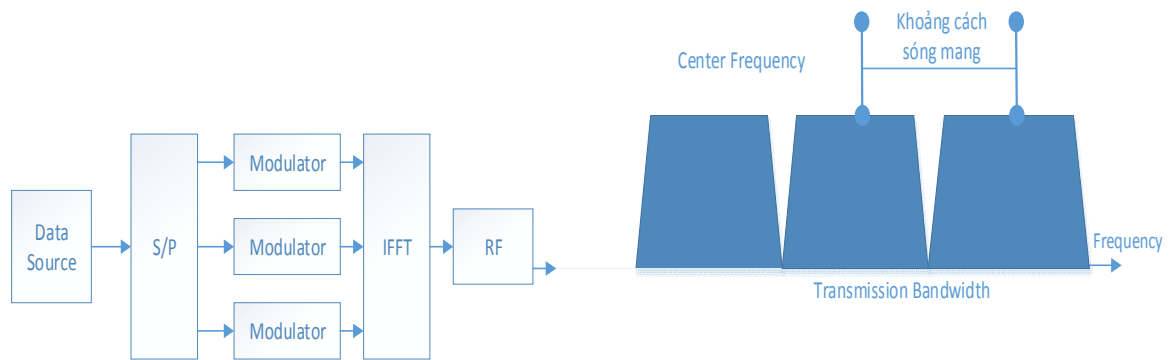
❖ Kỹ thuật truy cập phân chia theo tần số trực giao OFDM



Hình 2. 7 Truyền đơn sóng mang.



Hình 2. 8 Nguyên Lý FDMA.



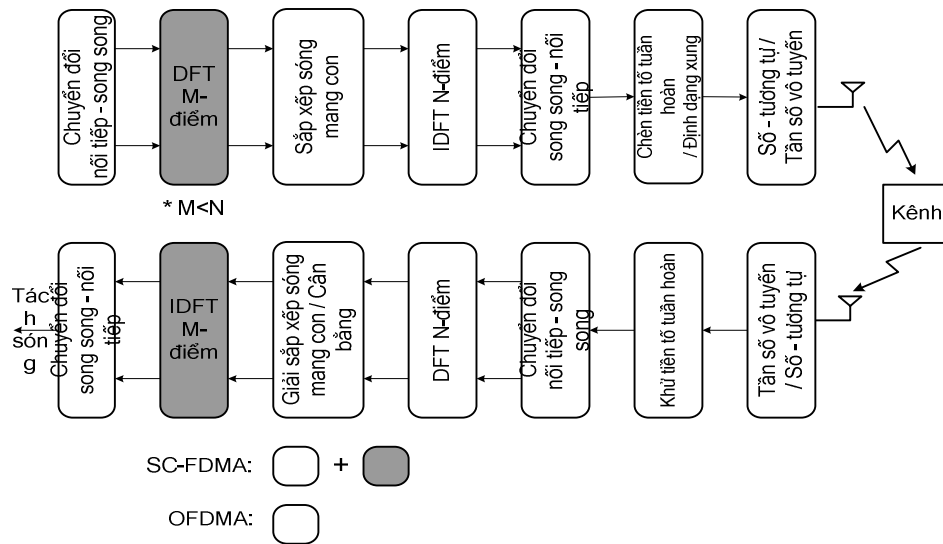
Hình 2. 9 Nguyên lý đa sóng mang

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 kỹ thuật điều chế thông thường.[14][11][12]

❖ 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. Giống như trong OFDMA, các máy phát trong hệ thống SC-FDMA cũng sử dụng các tần số trực giao khác nhau để phát đi các ký hiệu thông tin. Tuy nhiên các ký hiệu này phát đi lần lượt chứ không phải song song như trong OFDMA. Vì thế, cách sắp xếp này làm giảm đáng kể sự thăng giáng của đường bao tín hiệu của dạng sóng phát. Vì thế các tín hiệu SC-FDMA có PAPR thấp hơn các tín hiệu OFDMA. Tuy nhiên trong các hệ thống thông tin di động bị ảnh hưởng của truyền dẫn đa đường, SC-FDMA được thu tại các BTS bị nhiễu giữa

các ký tự khá lớn. BTS sử dụng bộ cân bằng thích ứng miền tần số để loại bỏ nhiễu này.



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.

Giới hạn chính của kênh truyền thông tin là can nhiễu đa đường giới hạn về dung lượng theo quy luật Shannon. MIMO lợi dụng tín hiệu đa đường giữa máy phát và máy thu để cải thiện dung lượng có sẵn cho bởi kênh truyền. Bằng cách sử dụng nhiều anten ở bên phát và thu với việc xử lý tín hiệu số, kỹ thuật MIMO có thể tạo ra các dòng dữ liệu trên cùng một kênh truyền, từ đó làm tăng dung lượng kênh truyền.

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

Tín hiệu nhận được nơi thu gồm tín hiệu thu trực tiếp và các thành phần phản xạ. Tín hiệu phản xạ đến sau tín hiệu thu trực tiếp vì nó phải truyền qua một khoảng dài hơn, và như vậy nó sẽ làm năng lượng thu được trải rộng theo thời gian. Khoảng trải trễ (delay spread) được định nghĩa là khoảng chênh lệch thời gian giữa tín hiệu thu trực tiếp và tín hiệu phản xạ thu được cuối cùng. Trong thông tin vô tuyến, trải trễ có thể gây nên nhiễu xuyên ký tự nếu như hệ thống không có cách khắc phục. Đối với LTE, sử dụng kỹ thuật OFDM đã tránh được nhiễu xuyên ký tự ISI.

❖ Các loại fading

Fading là sự biến đổi cường độ tín hiệu sóng mang cao tần tại anten thu do có sự thay đổi không đồng đều về chỉ số khúc xạ của khí quyển, các phản xạ của đất và nước trên đường truyền sóng vô tuyến đi qua.

❖ Rayleigh fading

Fading Rayleigh là loại Fading sinh ra do hiện tượng đa đường (Multipath Signal) và xác suất mức tín hiệu thu bị suy giảm so với mức tín hiệu phát đi tuân theo phân bố Rayleigh.

❖ Fading chọn lọc tần số và fading phẳng

Băng thông kết hợp: là một phép đo thống kê của dải tần số mà kênh xem như là phẳng. Nếu trải trễ thời gian đa đường là $D(s)$ thì băng thông kết hợp $W_c(\text{Hz})$ xấp xỉ bằng:

$$W_c \approx 1 / 2\pi D. \quad (2.1)$$

Trong fading phẳng, băng thông kết hợp của kênh lớn hơn băng thông của tín hiệu. Vì vậy, sẽ làm thay đổi đều tín hiệu sóng mang trong một dải tần số.

Trong fading chọn lọc tần số, băng thông kết hợp của kênh nhỏ hơn băng thông của tín hiệu. Vì vậy, sẽ làm thay đổi tín hiệu sóng mang với mức thay đổi phụ thuộc tần số.

❖ Dịch tần Doppler

Hệ thống truyền vô tuyến chịu sự tác động của dịch tần Doppler. Dịch tần Doppler là hiện tượng mà tần số thu được không bằng tần số của nguồn phát do sự chuyển động tương đối giữa nguồn phát và nguồn thu. Cụ thể là: khi nguồn phát và nguồn thu chuyển động hướng vào nhau thì tần số thu được sẽ lớn hơn tần số phát đi, khi nguồn phát và nguồn thu chuyển động ra xa nhau thì tần số thu được sẽ giảm đi. Khoảng tần số dịch chuyển trong hiện tượng Doppler tính theo công thức sau :

$$\Delta f = \pm f_0 \frac{v}{c} \quad (2.2)$$

Trong đó Δf là khoảng tần số dịch chuyển, f_0 là tần số của nguồn phát, v là vận tốc tương đối giữa nguồn phát và nguồn thu, c là vận tốc ánh sáng. Đối với LTE, để khắc phục hiện tượng dịch tần Doppler, người ta chọn khoảng cách giữa các sóng mang đủ lớn ($\Delta f = 15 \text{ KHz}$).

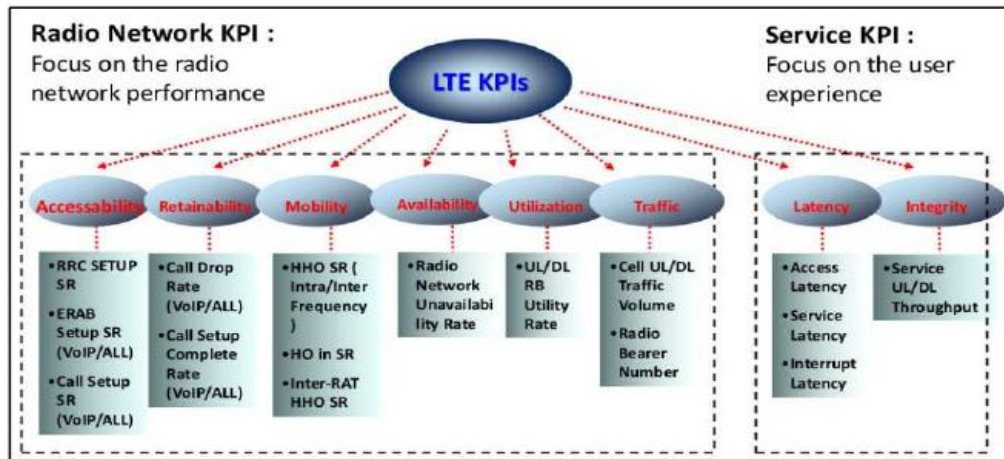
❖ Nhiễu MAI đối với LTE

Đối với LTE, ở đường lên sử dụng kỹ thuật SC-FDMA, nó cũng nhạy cảm với dịch tần. Các user khác nhau luôn có dịch tần số sóng mang CFO (Carrier Frequency Offset). Khi tồn tại nhiều CFO, tính trực giao giữa các sóng mang bị mất. Nhiễu liên sóng mang (ICI : Inter Carrier Interference) và MAI (Multi Access Interference) tạo ra đã làm giảm chất lượng của tín hiệu thu được. Một phương pháp triệt ICI cũng như MAI, là dựa trên các ký hiệu hoa tiêu khối (block type pilots). Các user khác nhau giao tiếp với trạm gốc tại các khe thời gian khác nhau. Phương pháp này lấy trực tiếp thành phần nhiễu bằng cách lợi dụng các ký hiệu hoa tiêu khối, vì vậy nó không cần sử dụng ước lượng CFO nhiều lần. Sau đó, ma trận can nhiễu có thể được khôi phục lại và ảnh hưởng của các CFO có thể được triệt để dàng bằng cách sử dụng phương pháp đảo ma trận.[14]

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).[4][15][17]

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 là một trong các tham số cơ bản trong việc đo kiểm trên lớp vật lý của UE. RSRP sẽ cung cấp cho các UE các thông tin cần thiết về cường độ tín hiệu của các cell từ đó việc mất đường truyền có thể được tính toán và sử dụng trong các thuật toán để điều chỉnh và thiết lập công suất tối ưu cho việc hoạt động trong mạng. RSRP có thể được sử dụng trong cả trong 2 trạng thái IDLE và CONNECTED của UE.

RSRP được tính toán theo công thức:

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{RSSI (dBm)} - 10 \cdot \log(12 \cdot N) \quad (2.3)$$

Với:

- RSRP là công suất nhận được của 1 Resource Element - RE (theo định nghĩa của 3GPP): 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 (trên toàn bộ các tín hiệu) bao gồm cả nhiễu. RSSI được đo kiểm trên toàn bộ băng thông.
- N: số RB (Resource Block) khi RSSI được đo kiểm, và tham số này phụ thuộc vào băng thông.

Trong đó:

$$RSSI = \text{wideband power} = \text{noise} + \text{serving cell power} + \text{interference power} \quad (2.4)$$

RSRP trong 4G LTE là một tham số được sử dụng cho việc đo kiểm vùng phủ trong mạng 4G LTE. Theo ETSI TS khoảng giá trị của RSRP được định nghĩa trong khoảng từ -125 dBm cho tới -65 dBm.

Bảng 2. 1 Khoảng giá trị của RSRP trong 4G LTE

RSRP (dBm)	Legend (Chú thích màu)	Kết quả.
[-65, Max]		Rất tốt
[-80,-65)		Tốt
[-95,-80)		Trung bình
[-110,-95)		Kém
[-125,-110)		Rất kém
[Min,-125)		Không sử dụng được

❖ **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, việc đo kiểm tham số RSRQ trở nên đặc biệt quan trọng ở phía biên của các cell, khi cần quyết định có thực hiện việc chuyển giao tới một cell khác. RSRQ chỉ được sử dụng trong trạng thái CONNECTED của UE.

RSRQ được tính toán theo công thức:

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

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.

RSRQ trong 4G LTE là một tham số được sử dụng cho việc đo kiểm chất lượng mạng trong mạng 4G LTE. Theo ETSI TS khoảng giá trị của RSRQ được định nghĩa trong khoảng từ -18 dB cho tới -6 dB.

Bảng 2. 2 Khoảng giá trị của RSRQ trong 4G LTE.

RSRQ (dB)	Legend (Chú thích màu)	Kết quả.
[-6, Max]		Rất tốt
[-10,-6)		Tốt
[-14,-10)		Trung bình
[-18,-14)		Kém
[-6,-18)		Rất kém
[-18, Min]		Không sử dụng được

❖ **Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SINR**

Về mặt lý thuyết riêng tham số công suất tín hiệu không thể đại diện cho chất lượng tín hiệu nó không thể giúp dự đoán có bao nhiêu lỗi có thể xảy ra trên đường truyền. Mặc dù công suất tín hiệu có thể rất lớn nhưng đi cùng với công suất nhiễu cũng lớn tương đương thì chưa chắc chất lượng tín hiệu được truyền đi là tốt, ngược lại công suất tín hiệu thấp nhưng công suất nhiễu lại thấp hơn rất nhiều thì kết quả là chất lượng tín hiệu có thể rất tốt. Do đó SINR được sử dụng như một tham số đo kiểm đánh giá chất lượng tín hiệu.







$$\text{SINR} = \text{S/N} \quad (2.6)$$

Với:

- S: là công suất của các tín hiệu được sử dụng đo kiểm (các thông tin có ý nghĩa, các tín hiệu mong muốn). Các tín hiệu chuẩn và các kênh vật lý chia sẻ đường xuống là liên quan chủ yếu.
- N: là tổng công suất nhiễu nền (các tín hiệu không mong muốn), nó liên quan tới việc đo kiểm băng thông và các hệ số nhiễu thu được.

Về mặt giá trị SINR có thể có cả giá trị âm và dương khi tính theo dB. Giá trị SINR âm có nghĩa là công suất tín hiệu là thấp hơn so với công suất nhiễu.

Bảng 2. 3 Khoảng giá trị của SINR trong 4G LTE.

SINR (dB)	Legend (Chú thích màu)	Kết quả.
[20, Max]		Rất tốt
[15,20)		Tốt
[10,15)		Trung bình
[2,10)		Kém
[0,2)		Rất kém
[Min, 0]		Không sử dụng được

❖ **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, có tác động đáng kể đến hiệu suất của hệ thống. Thông thường, một giá trị CQI cao chỉ ra một kênh có chất lượng cao và ngược lại, các giá trị CQI này được sử dụng bởi các eNode-B cho việc lập lịch đường xuống và đáp ứng liên kết, đây là một tính năng quan trọng của LTE. UE có thể sử dụng một trong hai phương pháp để gửi giá trị CQI tới eNode-B theo đường lên:

- Định kỳ thông qua các kênh PUCCH hoặc PUSCH.
- Không định kỳ thông qua kênh PUSCH trong trường hợp, eNode-B trực tiếp yêu cầu UE gửi một báo cáo về tham số CQI.

Trong LTE, CQI là một giá trị nguyên 4 bit được tính toán dựa trên tham số SINR tại phía UE, có 15 giá trị CQI khác nhau từ 1 đến 15 và được ánh xạ giữa CQI và các phương thức điều chế, kích thước khối truyền tải như được chỉ ra trong ETSI TS 136.213. Giá trị 0 chỉ ra rằng UE không nhận được bất kỳ tín hiệu LTE nào có thể được sử dụng và kênh đang không hoạt động

Bảng 2. 4 Bảng giá trị của CQI.

CQI Index	Modulation	Code rate x 1024	Efficiency
0	Out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	193	0.3770
3	QPSK	449	0.8770
4	16QAM	378	1.4766
5	16QAM	490	1.9141
6	16QAM	616	2.4063
7	64QAM	466	2.7305
8	64QAM	567	3.3223
9	64QAM	666	3.9023
10	64QAM	772	4.5234
11	64QAM	873	5.1152
12	256QAM	711	5.5547
13	256QAM	797	6.2266
14	256QAM	885	6.9141
15	256QAM	948	7.4063

(Nguồn: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136200_136299/136213/13.00.00_60/ts_136213v1_30000p.pdf)

❖ 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 gán với một nhóm eNodeB nhất định. Mục đích để có thể dễ dàng tìm và định vị một UE. MME sẽ xác định vị trí của toàn bộ các UE trong vùng phục vụ của nó. Khi các UE lần đầu tiên đăng ký vào một mạng thì MME sẽ tạo ra một thực thể để chứa các thông

tin này trong HSS. MME sẽ biết toàn bộ các thông tin khi thay đổi eNodeB cũng như vị trí của các UE

qua các bản tin định kỳ.

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

Tốc độ tải xuống trung bình là tỷ số giữa tổng dung lượng các tệp dữ liệu tải xuống trên tổng số thời gian tải xuống.

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

Tốc độ tải lên trung bình là tỷ số giữa tổng dung lượng các tệp dữ liệu tải lên trên tổng số thời gian tải lên.

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

Tỷ lệ truyền tải gói bị rơi là tỷ lệ (%) giữa số lần truyền tải gói bị rơi trên tổng số lần truyền tải gói.

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

Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình là trung bình cộng của các khoảng thời gian trễ truy nhập dịch vụ.

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

Tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công là tỷ lệ (%) giữa số lần truy nhập dịch vụ thành công trên tổng số lần truy nhập dịch vụ.

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

Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công CSSR là tỷ lệ (%) giữa số cuộc gọi được thiết lập thành công trên tổng số cuộc gọi được thực hiện.

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

Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi là tỷ lệ (%) giữa số cuộc gọi bị rơi trên tổng số cuộc gọi được thiết lập thành công.

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

Chất lượng cuộc gọi là chỉ số tích hợp của chất lượng truyền tiếng nói (với voice call), chất lượng truyền tiếng nói và hình ảnh (với video call) được xác định bằng cách tính điểm trung bình với thang điểm MOS từ 1-5.

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) (%)	$\geq 99\%$
	ERAB Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$
	Data Call Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$
	Call drop rate(%)	$\leq 1\%$
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 99\%$
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 98\%$
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	$\geq 95\%$
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	$\geq 92\%$
	CSFB Preparation Success Rate (%)	$\geq 99\%$

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 (%)	$\geq 99\%$
	RRC Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$
	E-RAB setup success rate (%)	$\geq 99\%$
	Call drop rate (%)	$\leq 1.2\%$
	Intra-LTE Handover Success Rate (%)	$\geq 98.5\%$
	Inter-LTE Handover Success Rate (%)	$\geq 97\%$
	LTE to WCDMA PS InterRAT Handover Success Rate (%)	$\geq 95\%$

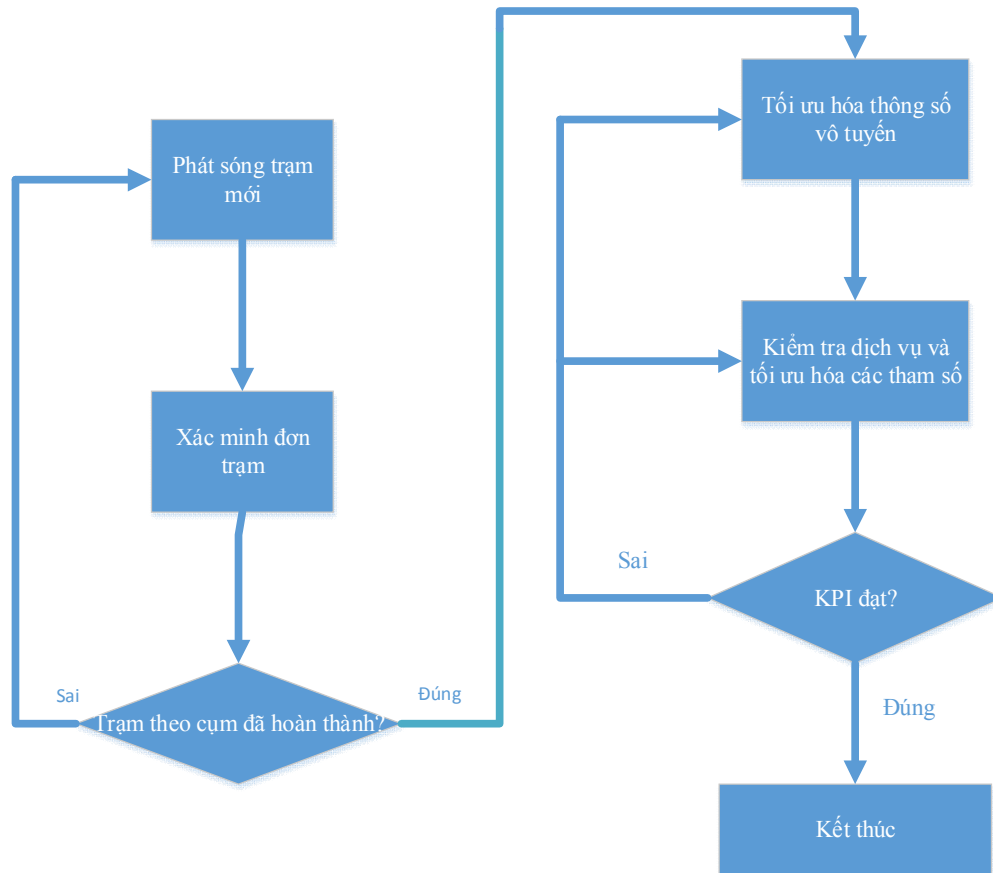
Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu (*)
	LTE to GSM PS InterRAT Handover Success Rate (%)	$\geq 92\%$
	DL throughput (15MHz, QCI=9)	$\geq 31.5\text{Mbps}$
	UL throughput (15MHz, QCI=9)	$\geq 22.5\text{Mbps}$
	RRC connection latency	$\leq 75\text{ms}$
	DL latency	$\leq 50\text{ms}$
	LTE to WCDMA CSFB Redirection Success Rate (%)	$\geq 96\%$
	CSFB Call setup time	$\leq 5\text{s}$
	RSRP $\geq -100\text{dBm}$	$\geq 93\%$
	RSRP $\geq -110\text{dBm}$	$\geq 98\%$
	RSRQ $\geq -10\text{dB}$	$\geq 75\%$
	RSRQ $\geq -14\text{dB}$	$\geq 98\%$
	SINR $\geq 10\text{dB}$	$\geq 75\%$
	SINR $\leq 0\text{dB}$	$\leq 1\%$

(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

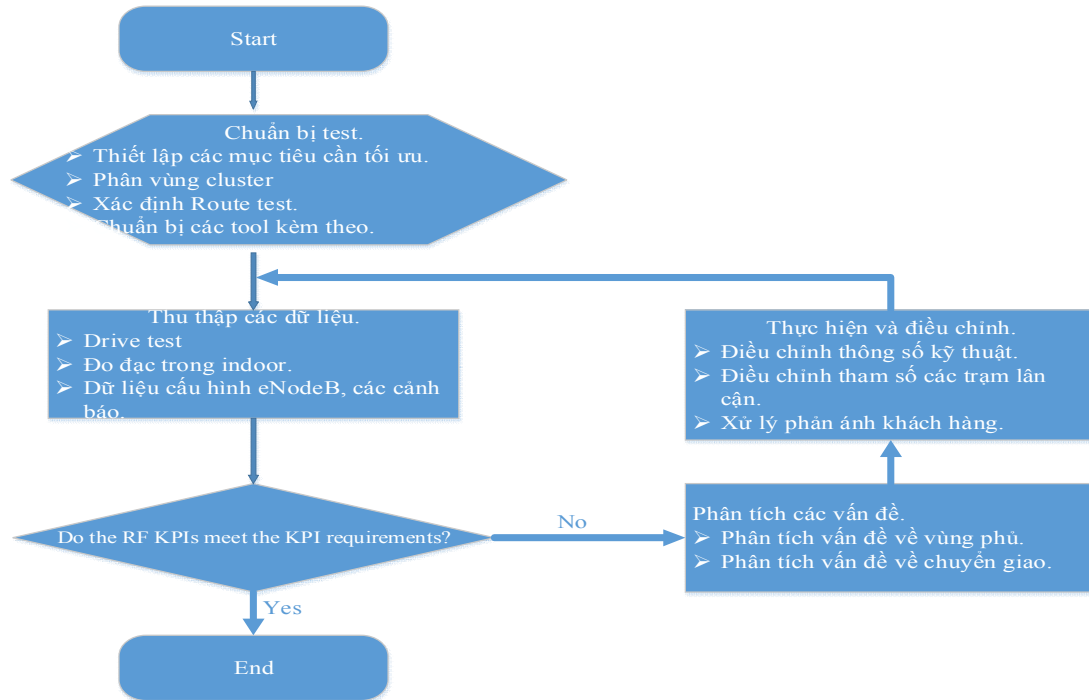


Hình 2. 12 Quy trình thực hiện tối ưu mạng vô tuyến.

- Sau khi hòa mạng phát sóng một trạm di động mới, người ta tiến hành đo kiểm từng trạm đơn lẻ (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,...)

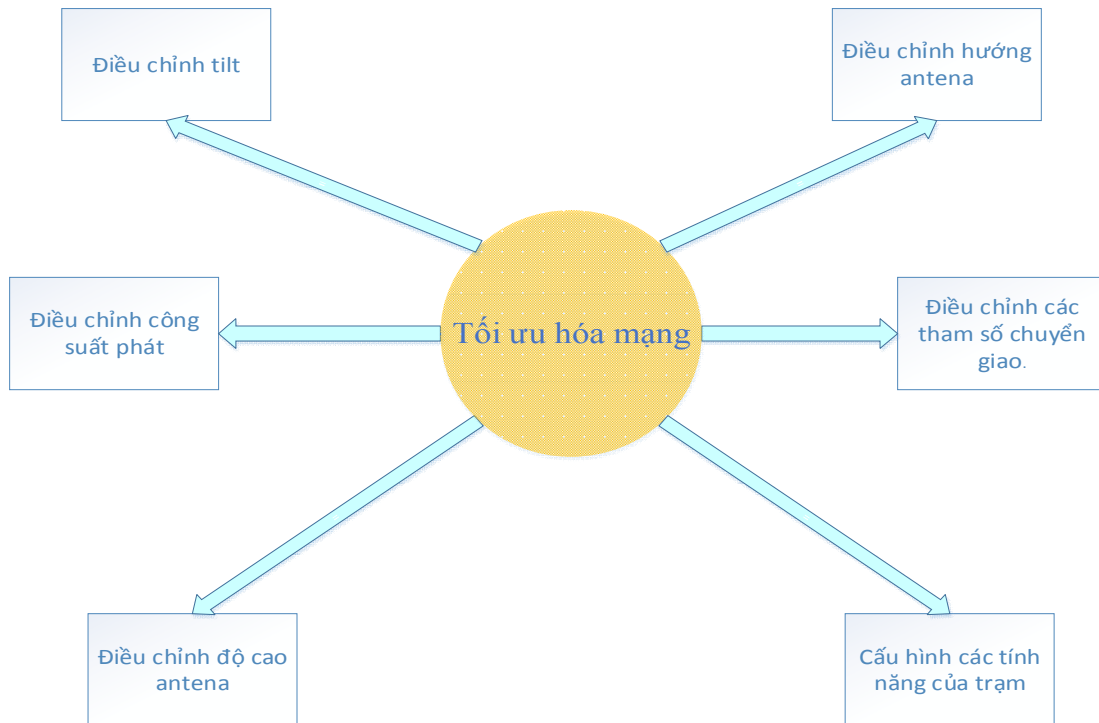
-Tối ưu hóa RF (hoặc cluster) bắt đầu sau khi tất cả các trạm trong khu vực được lên kế hoạch được cài đặt và xác minh (đo kiểm các trạm theo cụm đã hoàn thành). Tối ưu hóa RF nhằm mục đích điều khiển nhiều kênh hoa tiêu trong khi tối ưu hóa vùng phủ sóng tín hiệu, tăng tỷ lệ chuyển giao thành công và 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 Phương pháp 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. Chương này cũng đi tìm hiểu đặc điểm antenna trạm gốc và các vấn đề nhiễu trong mạng truy nhập 4G, đưa ra các tham số đánh giá chất lượng mạng 4G và chỉ tiêu KPI 4G của VNPT để từ đó dựa trên cơ sở lý thuyết cũng như cơ sở hệ thống thực tiễn xây dựng lên quy trình tối ưu mạng truy nhập 4G. Việc tối ưu hóa mạng truy nhập 4G theo quy trình đã xây dựng ở chương này sẽ được trình bày rõ hơn ở chương 3.

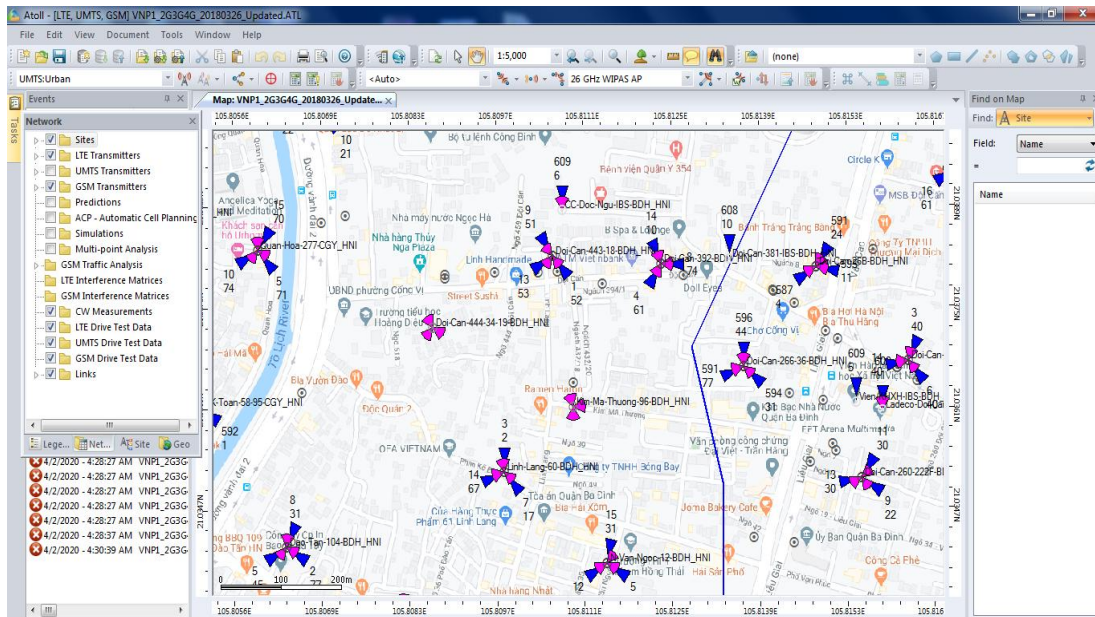
CHƯƠNG 3: THỰC HIỆN TỐI ƯU HÓA MẠNG TRUY NHẬP 4G CHO VNPT.

Chương 3 sẽ thực hiện việc tối ưu hóa mạng 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. Quá 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.

Đối với một nhà mạng viễn thông, việc thiết kế và tối ưu mạng vô cùng quan trọng, vừa phải cân bằng giữa chi phí xây dựng lắp đặt nhà trạm, vừa phải đảm bảo chất lượng mạng tốt nhất, đảm bảo chất lượng cuộc gọi làm hài lòng khách hàng... Để mô phỏng mạng lưới thực tế tại nhà mạng VNPT hỗ trợ cho nhà mạng vô tuyến trong suốt vòng đời mạng từ lúc bắt đầu thiết kế tới tối ưu hóa mạng, phần mềm Atoll được sử dụng. Atoll là công cụ phần mềm bao gồm các đặc tính thiết kế mạng đơn công nghệ (GSM/UMTS/LTE, CDMA2000/LTE) và mạng kết hợp đa công nghệ GSM/UMTS/LTE, lập mô hình lưu lượng và mô phỏng dựa trên Monte-Carlo. Atoll hỗ trợ các công nghệ GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA, LTE, CDMA2000 1xRTT/EV-DO, TD-SCDMA, WiMAX, Wi-Fi và Microwave. Phần mềm này cũng cho phép thực hiện mô phỏng vùng phủ hiệu suất cao, và hỗ trợ các công nghệ không dây mới nhất như Wi-Fi offloads, và LTE HetNets (nhằm giảm tình trạng nghẽn mạng di động, tăng cường vùng phủ sóng và chất lượng mạng).[21]

Hình 3.1 cho thấy giao diện phần mềm Atoll để mô phỏng mạng thông tin di động của VNPT.



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

Name	Longitude	Latitude	Support Height (m)	Equipment	Comments
SMC-SDV-V3-F5-1A_BNH	105.8863197	21.20525699	50	LTE	BNH
003-Cao-Ba-Quat-1800_LCI	103.969106E	22.49711N	50	GSM	LCI
003-Hoang-Quoc-Viet_LCI	104.00929E	22.434711N	50	GSM	LCI
003-Ly-Cong-Uan_LCI	103.97133E	22.48615N	50	GSM	LCI
003-Ly-Cong-Uan-CDO_LCI	103.97133E	22.48615N	50	GSM	LCI
01-Tan-Phuc-VNH_NAN	105.68608E	18.68201N	50	LTE	NAN
028-Luong-Ngoc-Quyen-1800_LCI	103.97509E	22.49701N	50	GSM	LCI
02-Ly-Nhat-Quang-VNH_NAN	105.70183E	18.66219N	50	UMTS	NAN
02-Minh-Khai-VNH_NAN	105.68422E	18.67058N	50	LTE	NAN
03-Mai-Mac-De-VNH_NAN	105.674355E	18.68526N	50	UMTS	NAN
04-Tran-Huy-Lieu-VNH_NAN	105.69211E	18.67751N	50	LTE	NAN
05-Cao-Xuan-Huy-VNH_NAN	105.67768E	18.66227N	50	UMTS	NAN
06-Bui-Thi-Xuan-VNH_NAN	105.69785E	18.65016N	50	UMTS	NAN
09-Le-Lai-TPO_THA	105.78657E	19.80153N	50	LTE	THA
106-Cat-Cut_HPG	106.67667E	20.85167N	50	UMTS	HPG
106-Hong-Quang-TP_HDG	106.330198E	20.946582N	50	UMTS	HDG
107-Hoa-Binh-TP_HDG	106.34144E	20.94609N	50	LTE	HDG
111-Luong-Khanh-Thien_HPG	106.68623E	20.85537N	50	UMTS	HPG
1152-Nguyen-Binh-Khiem_HPG	106.72411E	20.85144N	50	UMTS	HPG
1155-Ngo-Gia-Tu_HPG	106.73263E	20.82564N	50	UMTS	HPG
117-Cai-Beo_HPG	107.05283E	20.72988N	50	UMTS	HPG
12-TH-Hieu-TP_HDG	106.33932E	20.93213N	50	UMTS	HDG
134-Tran-Dang-Ninh-1800-TPO_NDH	106.17001E	20.42669N	50	LTE	NDH
14-An-Da_HPG	106.6934E	20.84348N	50	UMTS	HPG
150-Chua-Hang_HPG	106.67538E	20.84739N	50	UMTS	HPG
151-Bac-Son_HPG	106.62547E	20.81656N	50	UMTS	HPG
152-Ngo-201-Tran-Nguyen-Han_HPG	106.67403E	20.84423N	50	UMTS	HPG
152-Truong-Chinh-VNH_NAN	105.65544E	18.68396N	50	UMTS	NAN
153-Ha-Sen_HPG	107.04279E	20.73627N	50	UMTS	HPG
157-Hang-Thao-1800-TPO_NDH	106.17476E	20.42077N	50	LTE	NDH
16-Dau-Yen-VNH_NAN	105.69077E	18.65921N	50	UMTS	NAN
172-Chuong-Mỹ-TP_HDG	106.33E	20.93398N	50	UMTS	HDG
174-Thanh-Thien_BGG	106.19803E	21.26961N	50	GSM	BGG
174-THANH-THIEN_BGG	106.19803E	21.26973N	50	UMTS	BGG

Hình 3. 2 Thông tin trạm mạng di động của VNPT.

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

Number	Neighbour	Distance (m)	Symmetry	Source	Relation Type (Automatic Allocation)	Reason (automatic allocation)	Importance
2	UB-Song-Khe-TPO_BGG2	897	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	897	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG2	897	✓	manual	Intra-carrier		1
2	UB-Song-Khe-TPO_BGG2	897	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	897	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG3	1,543	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG3	1,543	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG2	1,826	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	1,830	✓	manual	Intra-carrier		1
2	UB-Song-Khe-TPO_BGG2	1,830	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	1,830	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	1,123	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	1,123	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG2	852	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG2	3,177	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG2	3,177	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Dong-Son-TPO_BGG2	0	✓	manual	Intra-carrier		1
8	Tien-Tien_BGG3	852	✓	manual	Intra-carrier		1
	Tien-Phong_BGG1	3,177	✓	manual	Intra-carrier		1
	Tien-Phong_BGG2	3,177	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Dong-Son-TPO_BGG1	0	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Dong-Son-TPO_BGG3	0	✓	manual	Intra-carrier		1
	Van-Giang_BGG1	1,443	✓	manual	Intra-carrier		1
	Van-Giang_BGG3	1,443	✓	manual	Intra-carrier		1
	Yen-Khe_BGG2	1,760	✓	manual	Intra-carrier		1
5	Le-Loi-City-Thuy-Ba-TPO_BGG2	1,543	✓	manual	Intra-carrier		1
	Le-Loi-City-Thuy-Ba-TPO_BGG3	1,543	✓	manual	Intra-carrier		1
	UB-Dong-Son-TPO_BGG2	0	✓	manual	Intra-carrier		1
	Yen-Khe_BGG1	1,760	✓	manual	Intra-carrier		1
	Yen-Khe_BGG2	1,760	✓	manual	Intra-carrier		1
1	UB-Song-Khe-TPO_BGG3	0	✓	manual	Intra-carrier		1
7	City-Hoang-Hai_BGG1	897	✓	manual	Intra-carrier		1
	City-Hoang-Hai_BGG3	897	✓	manual	Intra-carrier		1

Hình 3. 3 Thông tin Neighbours trạm 4G của VNPT.

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

Hiện tại VNPT đã và đang triển khai dự án 4G phase 4 tại 18 tỉnh khu vực phía Bắc với số lượng 1625 trạm, số lượng tương ứng với mỗi tỉnh theo danh sách sau đây.

Bảng 3. 1 Danh sách các trạm thuộc dự án 4G phase 4 của VNPT.

No	Province	Site	Swap antenna	Installation	Swap antenna	Script ready	eNodeB commissioning process			Onair	
				1625	637	1625	Commiss	Commiss OK	Basic Test OK	Site	Percentage
1	Bắc Giang	170	69	170	69	170	170	1617	1580	170	100.00%
2	Bắc Kạn	31	6	31	6	31	31	31	31	31	100.00%
3	Bắc Ninh	85	17	85	17	85	85	85	85	75	88.24%
4	Hà Nam	40	33	40	33	40	40	40	40	40	100.00%
5	Hà Tĩnh	168	5	168	5	168	168	160	123	97	57.74%
6	Hải Dương	111	73	111	73	111	111	111	111	111	100.00%
7	Hòa Bình	67	7	67	7	67	67	67	67	67	100.00%
8	Hưng Yên	82	51	82	51	82	82	82	82	82	100.00%
9	Nam Định	77	7	77	7	77	77	77	77	77	100.00%
10	Nghệ An	199	111	199	111	199	199	199	199	199	100.00%
11	Ninh Bình	55	31	55	31	55	55	55	55	55	100.00%
12	Phù Thọ	68	2	68	2	68	68	68	68	30	44.12%
13	Thái Bình	56	34	56	34	56	56	56	56	56	100.00%
14	Thái Nguyên	109	32	109	32	109	109	109	109	98	89.91%
15	Thanh Hóa	141	121	141	121	141	141	141	141	132	93.62%
16	Tuyên Quang	83	8	83	8	83	83	83	83	67	80.72%
17	Vĩnh Phúc	31	4	31	4	31	31	31	31	31	100.00%
18	Yên Bái	52	26	52	26	52	52	52	52	52	100.00%
Total		1625	637	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.51%	97.23%	1470	90.46%

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.

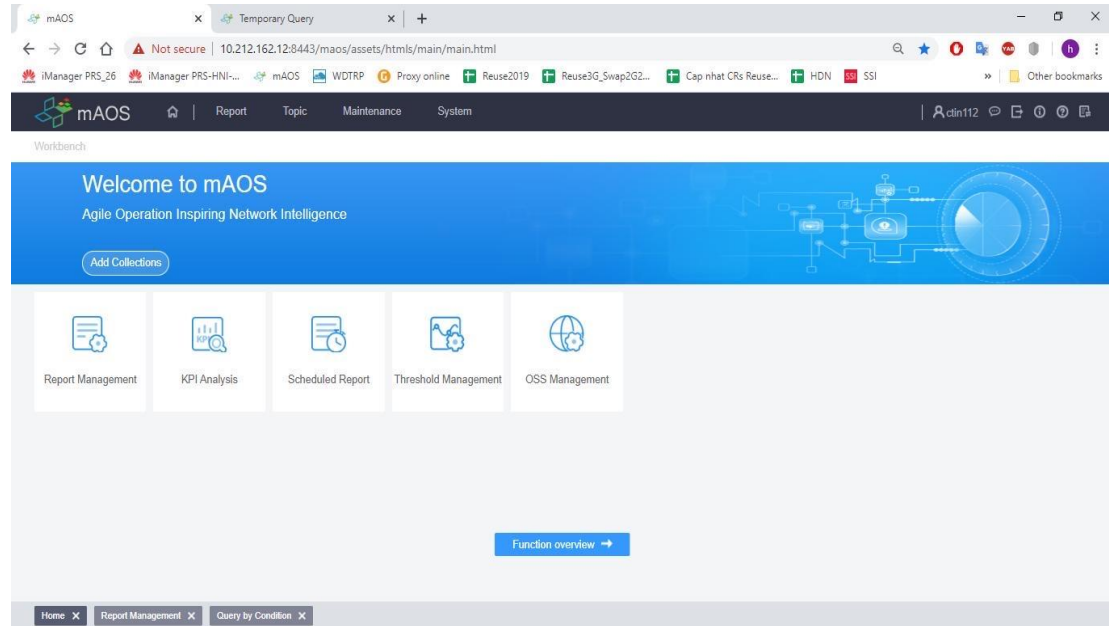
3.2.3. Thu thập số liệu.

❖ 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.

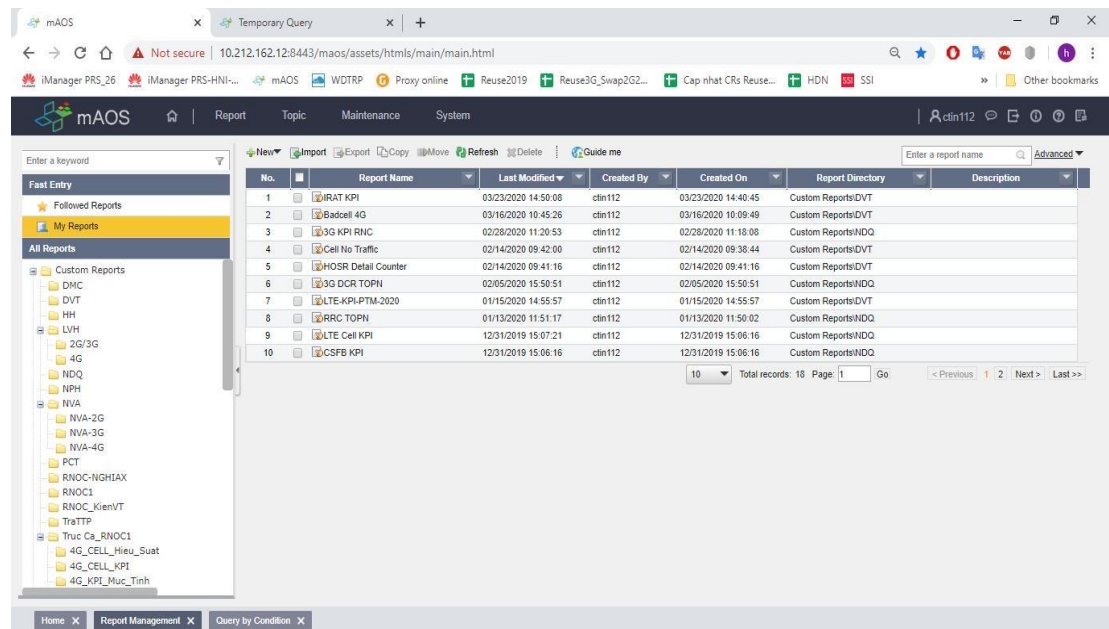
- Thu thập số liệu trước tối ưu trên OMC được thực hiện trong 10 ngày liên tục từ 20/08/2019 đến 30/08/2019.

Sử dụng phần mềm mAOS để lấy các giá trị KPI thống kê trên OMC.



Hình 3. 4 Giao diện đăng nhập của phần mềm mAOS.

Sau khi đăng nhập và lựa chọn các tham số ta tiến hành tải dữ liệu về máy.



Hình 3. 5 Danh sách các template tạo sẵn.

Query Result 12:34:30

Subreport 1

Time dimension: Hour Time range: 2020-03-06 to 2020-04-06 Period: All

Export

Graph Table

RAT Prep SR(%)	Inter-Frequency Handover Out Success Rate (All)(%)	Call Drop Rate (All)(%)	Minutes Per Drop (All)(min)	Service Drop Rate (All)(%)	Service Drop Times	Downlink Traffic Volume (GB)	PS Traffic Volume (GB)	Uplink Traffic Volume (GB)	Maximum User Number	Maximum DL Data User Number	Maximum UL Data User Number	Average User Number
100	/0	0	/0	0	0	0.6574	0.6861	0.0287	15	7	7	
100	/0	0	/0	0	0	0.9022	0.9592	0.057	30	13	13	
100	/0	0	/0	0	0	0.6384	0.6789	0.0405	38	13	13	
100	/0	0	/0	0	0	0.8174	0.8596	0.0424	26	8	10	
100	/0	0	/0	0	0	0.4328	0.4572	0.0244	15	9	9	
100	/0	0	/0	0	0	0.3066	0.328	0.0214	18	8	9	
100	/0	0	/0	0	0	0.3774	0.4231	0.0457	10	6	6	
100	/0	0	/0	0	0	0.0101	0.0146	0.0045	8	4	4	
100	/0	0	/0	0	0	0.3314	0.341	0.0096	18	6	6	
100	/0	0	/0	0	0	0.1837	0.1915	0.0078	10	4	6	
100	/0	0	/0	0	0	0.0034	0.0054	0.002	8	4	4	
47.0588	/0	0	/0	0	0	1.2105	1.4184	0.2079	16	10	10	
100	/0	0	/0	0	0	0.729	0.7631	0.0341	18	8	8	
100	/0	0	/0	0	0	0.5873	0.6207	0.0334	12	5	5	
100	/0	0	/0	0	0	0.0227	0.0248	0.002	5	3	2	
/0	/0	0	/0	0	0	0.2955	0.3066	0.0111	10	5	5	
100	/0	0	/0	0	0	0.9915	1.0433	0.0518	34	16	15	

20 Queried records: 203 Page: 1 Go < Previous 1 2 3 4 5 ... 10 11 Next > Last >>

Hình 3. 6 Danh sách các tham số KPI được thống kê trên hệ thống.

	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

Như kết quả thống kê trên so sánh với chỉ tiêu KPI OMC của VNPT đưa ra, ta có bảng sau.

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) (%)	$\geq 99\%$	99.99	Đạt
	ERAB Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$	99.98	Đạt
	Data Call Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$	99.92	Đạt
	Call drop rate(%)	$\leq 1\%$	0.09	Đạt
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 99\%$	99.92	Đạt
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 98\%$	100	Đạt
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	$\geq 95\%$	98.68	Đạt
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	$\geq 92\%$	100	Đạt
	CSFB Preparation Success Rate (%)	$\geq 99\%$	99.9	Đạt

❖ **Số lượng bad cell trước tối ưu.**

- Thực hiện thống kê toàn tỉnh trước tối ưu có 10 bad cell cần xử lý.

❖ **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 và thủ tục đo được cho trong bảng.

Bảng 3. 4 Bài đo Drive test

Test type	Test case	Sample/sector	Note
Stationary test	CSFB(MO+MT), SMS	3 times/1 sector	
	Ping test	20 times/1 sector	
	FTP Download	1 times/1 sector	
	FTP Upload	1 times/1 sector	
	Speedtest	1 times/1 sector	
Route test	LTE Idle mode	Theo Route	Dùng Tems đo theo route
	CSFB		
	FTP Download		

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 diễn 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.

Khu vực 1: Khu vực sóng 4G kém, SINR thấp

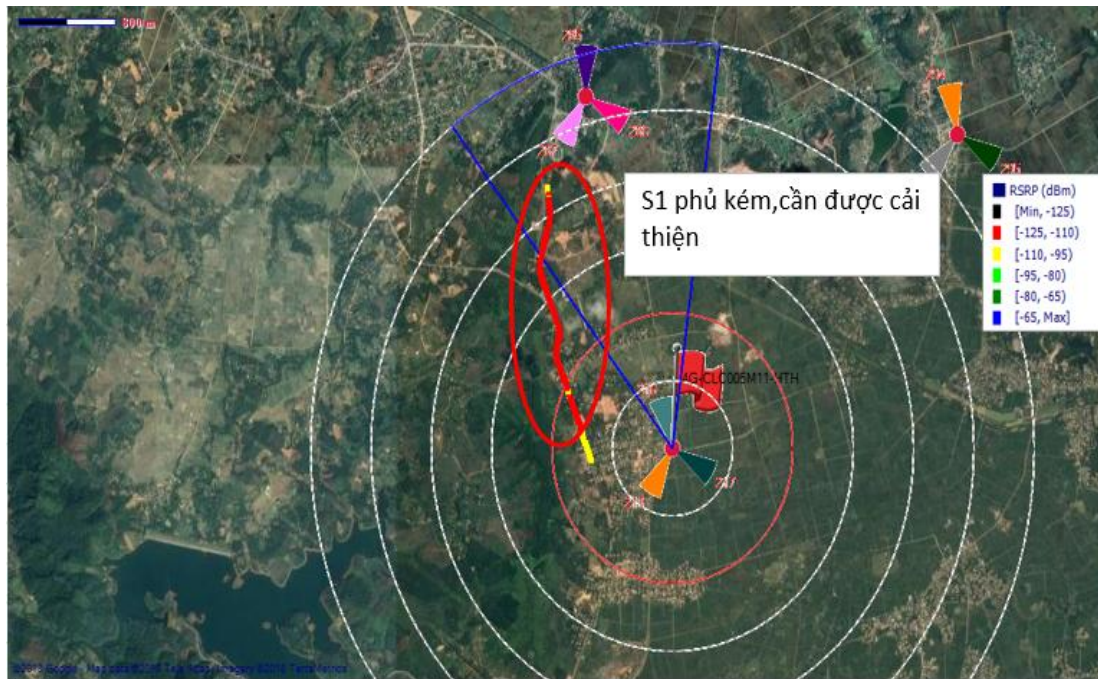


Hình 3. 8 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G-HKE003M-HTH

Kết quả đo kiểm cho thấy: Tín hiệu 4G LTE hiện chưa phủ đều, nhiều vùng màu đỏ cho mức thu RSRP rất thấp (<110dBm), số mẫu cho mức thu RSRP thấp là 4076 mẫu chiếm 8,62% tổng số mẫu nằm trong vùng phục vụ của trạm 4G-HKE003M-HTH, khu vực này cách khá xa trạm. Trong Phase 3 có 2 trạm trong khu vực này phát sóng sẽ cải thiện vùng phủ sóng 4G và cải thiện SINR.

Khuyến nghị: Đề xuất dời phát sóng 2 trạm 4G-HKE030M-HTH; 4G-HKE021M-HTH trong phase 3.

Khu vực 2: Khu vực sóng 4G kém



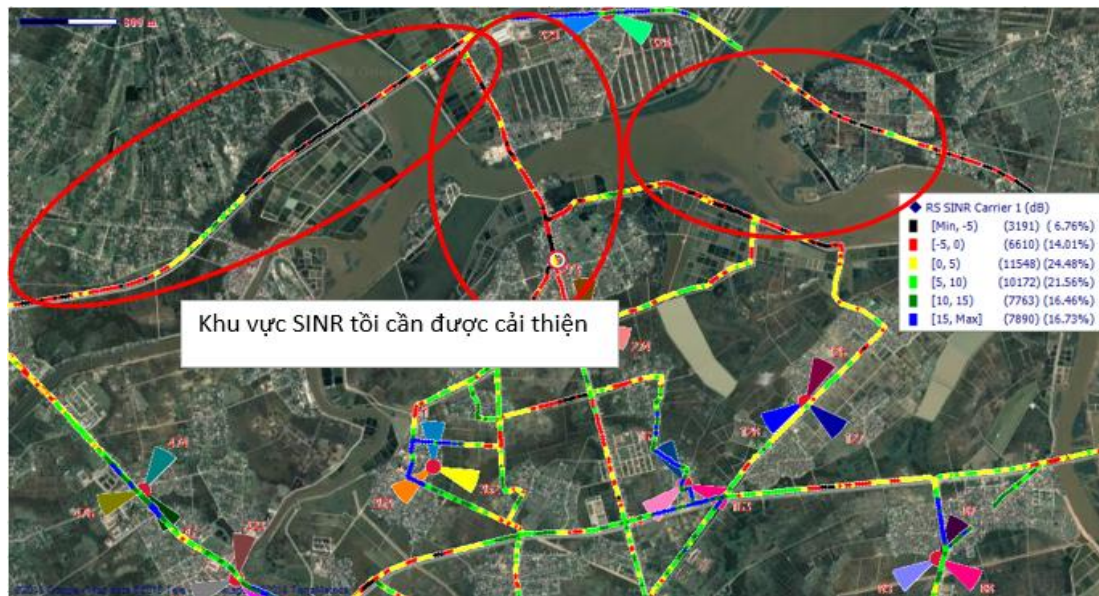
Hình 3. 9 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G-CLC005M-HTH

Kết quả đo kiểm cho thấy: Tín hiệu 4G LTE hiện chưa phủ đều, nhiều vùng màu đỏ cho mức thu RSRP rất thấp ($< -110\text{dBm}$), được phục vụ bởi Sector 1 của trạm 4G-CLC005M-HTH. Giảm E-tilt Sector 1 và xoay azimuth để cải thiện vùng phủ.

Khuyến nghị: Giảm E-tilt Sector 1 từ 5 \rightarrow 3; xoay azimuth Sector 1 từ 345 \rightarrow 325

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

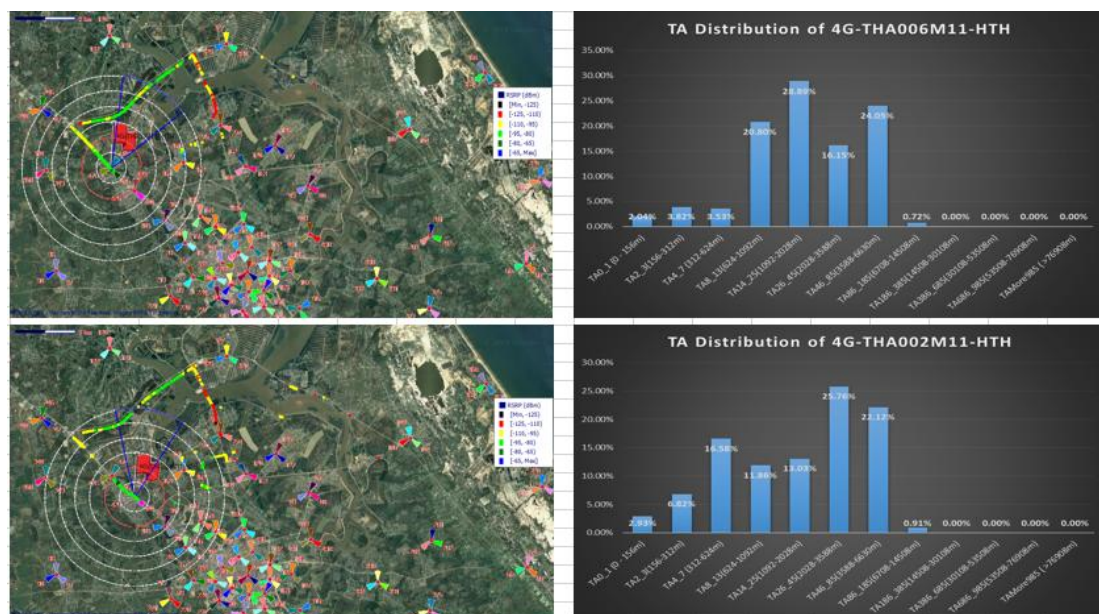
Khu vực 1. Khu vực bị Overshooting.



Hình 3. 10 Kết quả đo chỉ số SINR trạm 4G-THA006M-HTH

Kết quả đo kiểm cho thấy: Khu vực SINR tồi do có quá nhiều cell bắn tới, gây chồng lấn vùng phủ, không có cell phục vụ chính vượt trội (vùng khoanh đỏ). Cần downtilt một số cell xung quanh để giảm chồng lấn, giảm nhiễu, cải thiện SINR, nâng cao chất lượng mạng.

Dựa vào số liệu phân tích TA của trạm 4G-THA006M-HTH:



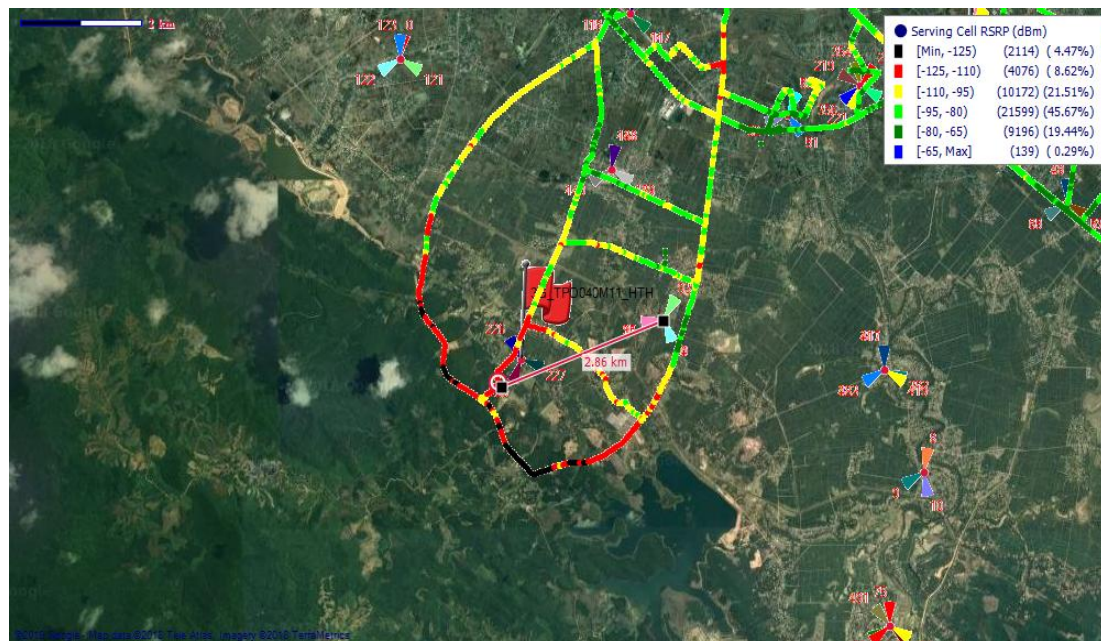
Hình 3. 11 Chỉ số TA của trạm 4G-THA006M-HTH

Khuyến nghị: Điều chỉnh Tilt và Azimuth như sau:

Bảng 3. 5 Thông số RF của các trạm theo khuyến nghị.

eNodeBName	eCell Name	Antenna Height	Existing			Suggestion		
			Azimuth	M Tilt	E Tilt	Azimuth	M Tilt	E Tilt
4G-THA006M-HTH	4G-THA006M11-HTH	40	30	1	5	30	1	6
4G-THA002M-HTH	4G-THA002M11-HTH	40	10	0	5	10	0	8
4G-HTH019M-HTH	4G-HTH019M11-HTH	37	20	0	5	20	0	7
4G-HTH036M-HTH	4G-HTH036M11-HTH	39	0	2	5	0	2	6
4G-LHA004M-HTH	4G-LHA004M12-HTH	40	120	2	4	120	2	5
4G-HTH032M-HTH	4G-HTH032M11-HTH	40	25	2	5.5	50	2	5.5
4G-HTH027M-HTH	4G-HTH027M11-HTH	40	30	2	5	30	2	6

Khu vực 2. Khu vực sóng 4G kém.

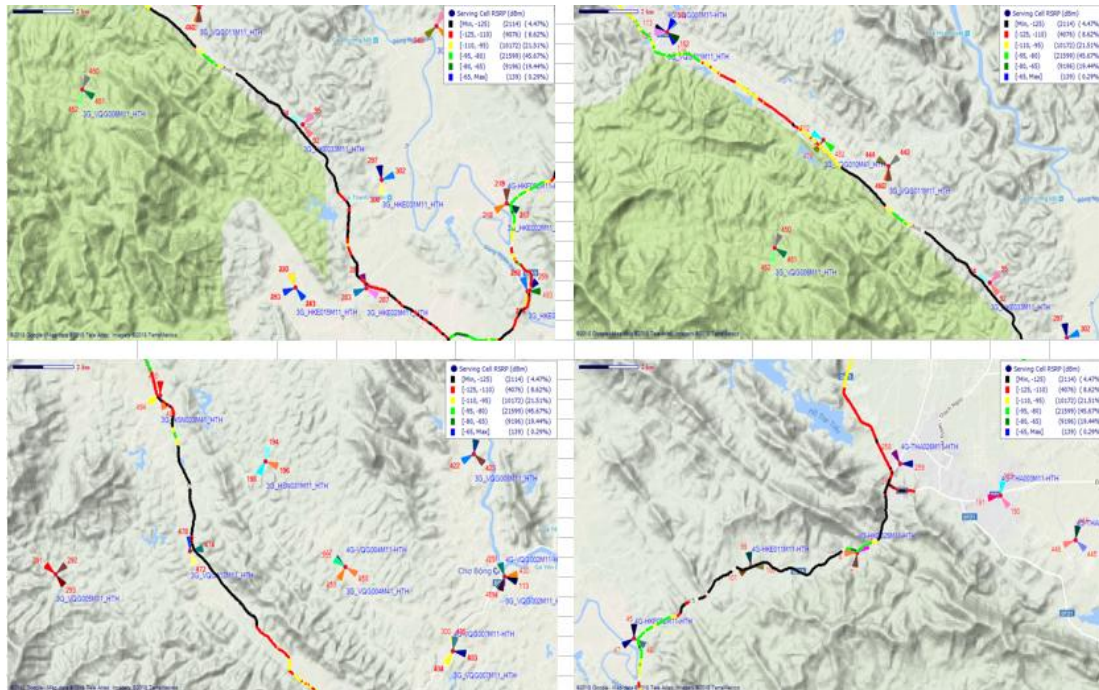


Hình 3. 12 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G_TPO040M_HTH

Kết quả đo kiểm cho thấy : Khu vực sóng 4G kém nằm cách xa trạm xung quanh, địa hình đồi núi, không có khả năng cải thiện bằng tối ưu vùng phủ.

Khuyến nghị: Đề xuất lắp đặt phát sóng trạm 4G tại khu vực này, trên hạ tầng 3G có sẵn(3G_TPO040M_HTH).

Khu vực 3: Khu vực sóng 4G kém.



Hình 3. 13 Kết quả đo chỉ số RSRP trạm 4G_TPO010M_HTH

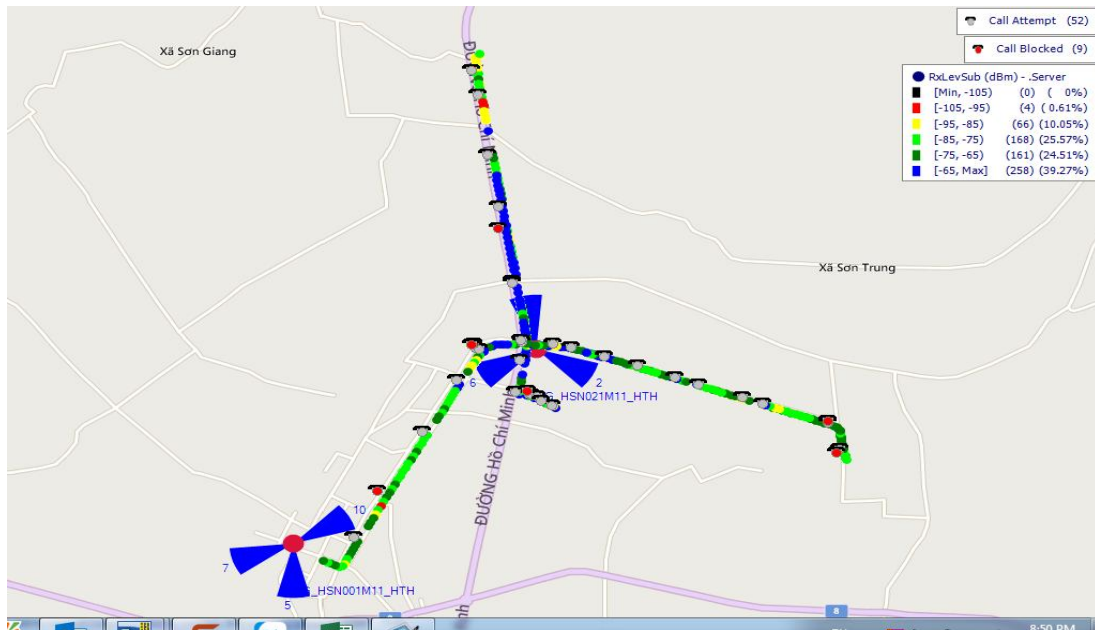
Kết quả đo kiểm cho thấy : Các khu vực không có sóng, sóng 4G kém do không có trạm hay thừa trạm, địa hình đồi núi che chắn.

Khuyến nghị: Đẩy nhanh phát sóng các trạm trong dự án 4G phase 3, lắp đặt phát sóng thêm các trạm 4G tại các vị trí có hạ tầng 3G từ trước.

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

PAKH 1.

Mô tả: Khó thiết lập cuộc gọi.



Hình 3. 14 Kết quả đo chỉ số RxLevSub tại trạm 2G-HSN021M_HTH

TÊN CELL	Call Setup Success Rate V2	Traffic	Call Setup Success Rate	Handover Success Rate V2	Drop call rate	Drop Call Rate V2	Call volume	Handover Success Rate	TCH Blocking Rate	SDCCH Blocking Rate
2G_HSN001M31_HTH	94.93	166.06	99.86	93.95	0.24	0.35	7,232.00	97.35	1.02	0.02
2G_HSN001M33_HTH	94.69	79.65	99.60	96.09	0.17	0.30	4,134.00	99.36	0.05	0.00
2G_HSN001M32_HTH	93.36	147.88	99.58	97.40	0.31	0.48	7,307.00	99.34	0.03	0.00
2G_HSN012M13_HTH	94.38	40.56	99.54	98.28	0.15	0.40	1,829.00	99.15	0.03	0.00
2G_HSN016M11_HTH	94.61	49.45	99.64	97.71	0.31	0.81	2,230.00	98.83	0.03	0.00
2G_HSN012M11_HTH	94.46	33.17	99.83	98.37	0.05	0.11	1,858.00	98.97	0.00	0.02
2G_HSN012M12_HTH	95.69	23.54	99.09	96.00	0.63	1.28	955.00	96.70	0.00	0.00
2G_HSN016M12_HTH	95.88	11.64	98.90	97.01	0.33	0.84	722.00	98.38	0.00	0.00
2G_HSN016M13_HTH	93.29	20.47	98.73	97.10	0.68	1.19	1,071.00	98.25	0.00	0.00
2G_HSN021M11_HTH	96.05	8.18	99.57	98.45	0.18	0.41	510.00	99.28	0.00	0.00
2G_HSN021M12_HTH	93.77	7.72	99.71	98.93	0.08	0.23	376.00	99.57	0.00	0.00
2G_HSN021M13_HTH	95.35	24.27	99.82	98.73	0.07	0.15	1,354.00	99.90	0.00	0.00

Hình 3. 15 Phân tích chỉ số KPI 2G (OMC)

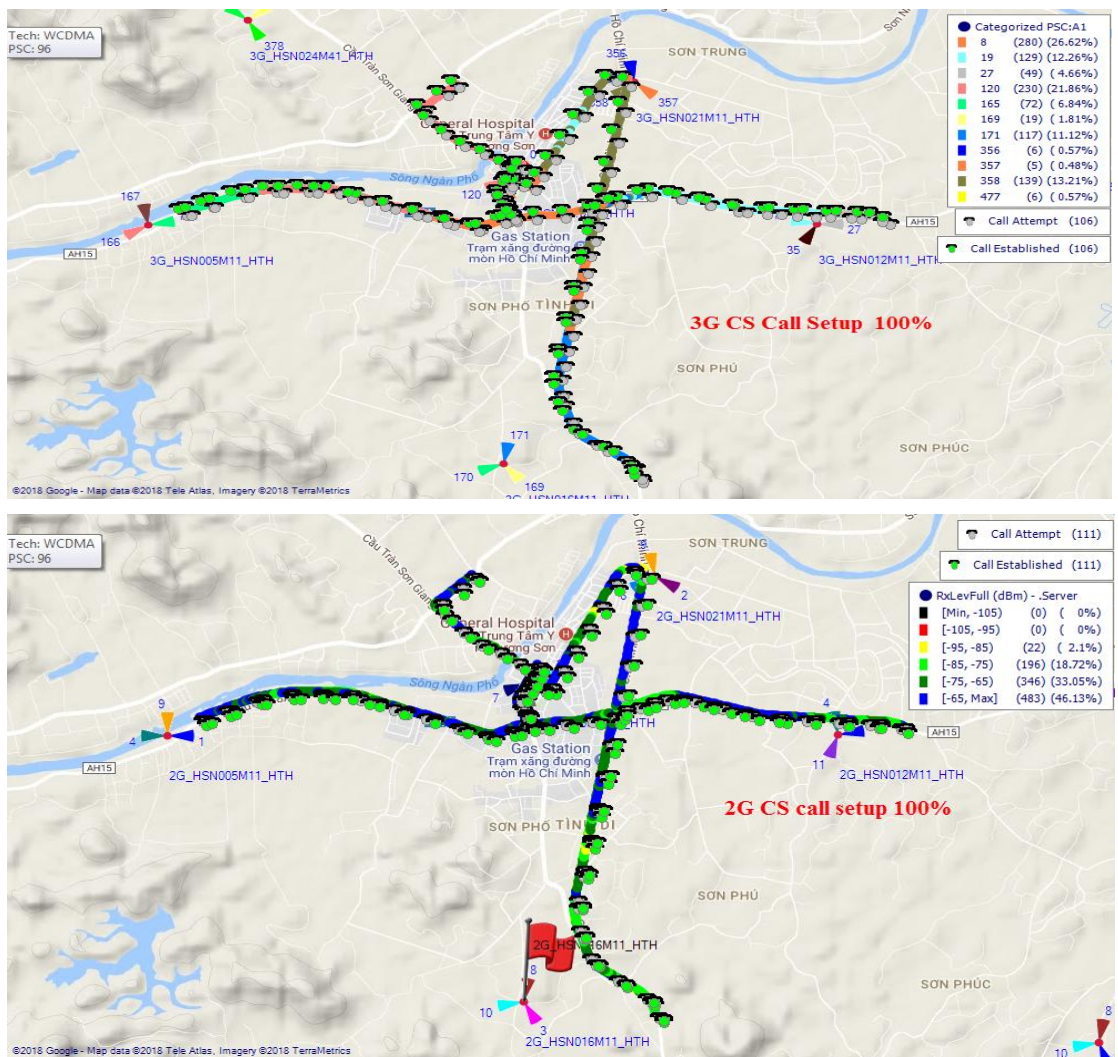
Phân tích: Thực hiện test cuộc gọi CSFB: OK. Thực hiện test cuộc gọi M2M trên 3G: OK

Thực hiện test cuộc gọi M2M trên 2G: Blocked call nhiều (Rxlev, RxQual tốt, không Alarm). Đề xuất hiệu chỉnh vùng phủ một số Cell như bảng dưới.

Bảng 3. 6 Thông số RF của trạm 2G_HSN001M_HTH

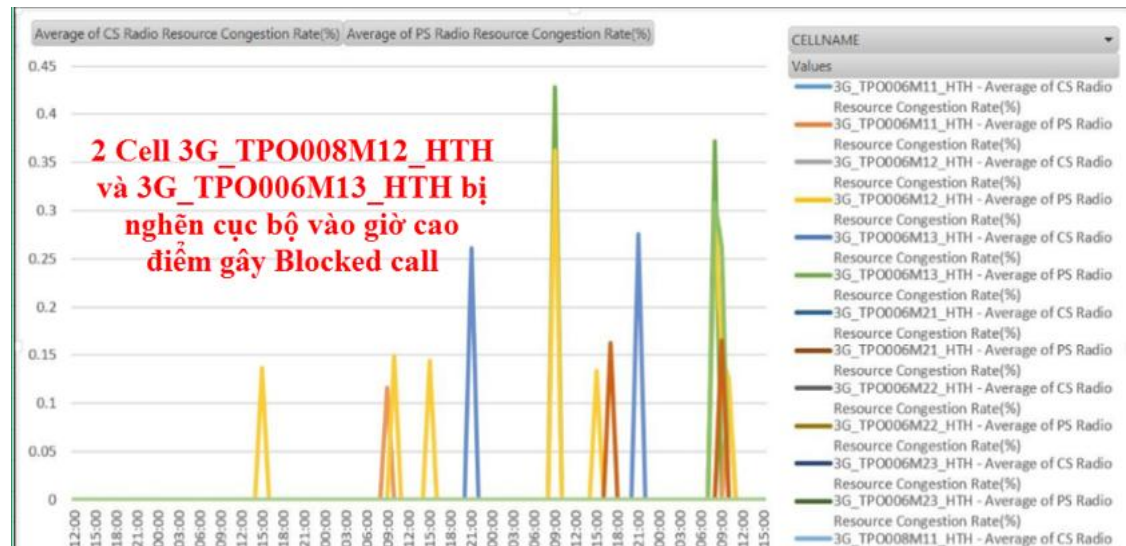
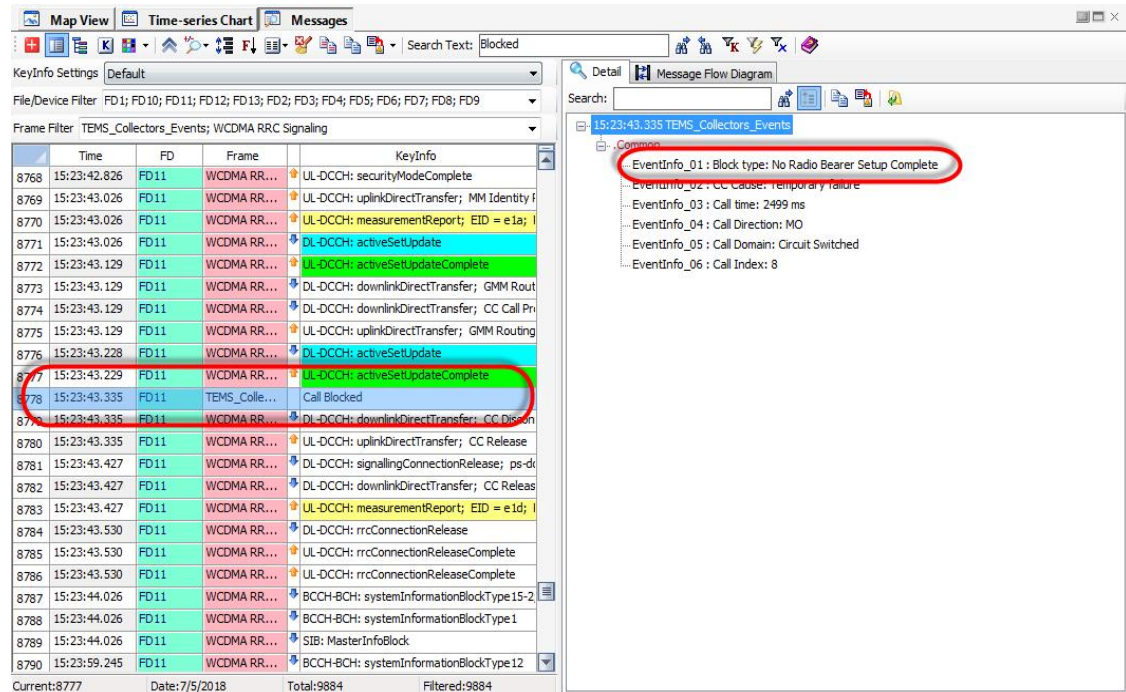
Site Name	Sector Name	RF Hiện Tại				RF Kiến Nghị			
		Độ cao Anten	Azimuth	Mtilt	Etilt	Độ cao Anten	Azimuth	Mtilt	Etilt
2G_HSN001M_HTH	2G_HSN001M11_HTH	45	50	0	2	45	50	0	6
2G_HSN001M_HTH	2G_HSN001M12_HTH	45	160	0	2	45	160	0	5
2G_HSN001M_HTH	2G_HSN001M13_HTH	45	240	0	2	45	240	0	5

Kết quả sau hiệu chỉnh.

**Hình 3. 16 Kết quả KPI 2G của trạm 2G_HSN001M_HTH sau hiệu chỉnh**

PAKH 2.

Mô tả: Khách hàng bị hiện tượng khó thiết lập cuộc gọi.



Hình 3. 17 Phân tích kết quả đo của trạm 3G_ TPO008M_HTH

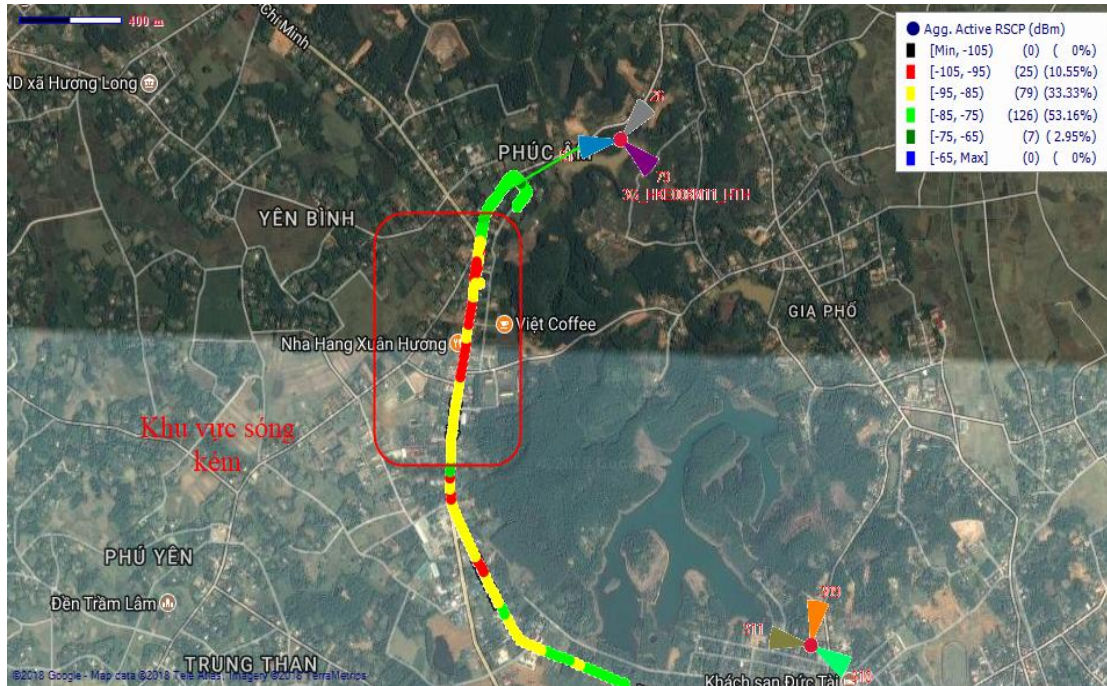
Phân tích: Tiến hành thực hiện test mô phỏng theo điều kiện của KH (CSFB). Quá trình test 105 cuộc CSFB, 1 cuộc bị Blocked call do thiếu CS resource trên 3G.

Kiến nghị: Trạm TPO008M_HTH hiện vẫn có thể distribute thêm CE license cho trạm. Đề xuất bổ xung license CE cho trạm.

-Trạm TPO006M_HTH nâng cấp thêm 1 WBBP để giảm nghẽn.

PAKH 3.

Mô Tả: 3G sóng kém do lỗi phần cứng.



Hình 3. 18 Kết quả đo chỉ số RSCP trạm 3G_HKE008M_HTH

Phân tích: Thực hiện đo kiểm xung quanh khu vực phản ánh và hiệu chỉnh trạm HKE008M_HTH tuy nhiên anten hướng 3 trạm này bị hỏng chưa thực hiện điều chỉnh được, đề xuất thay antenna mới.

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		
	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

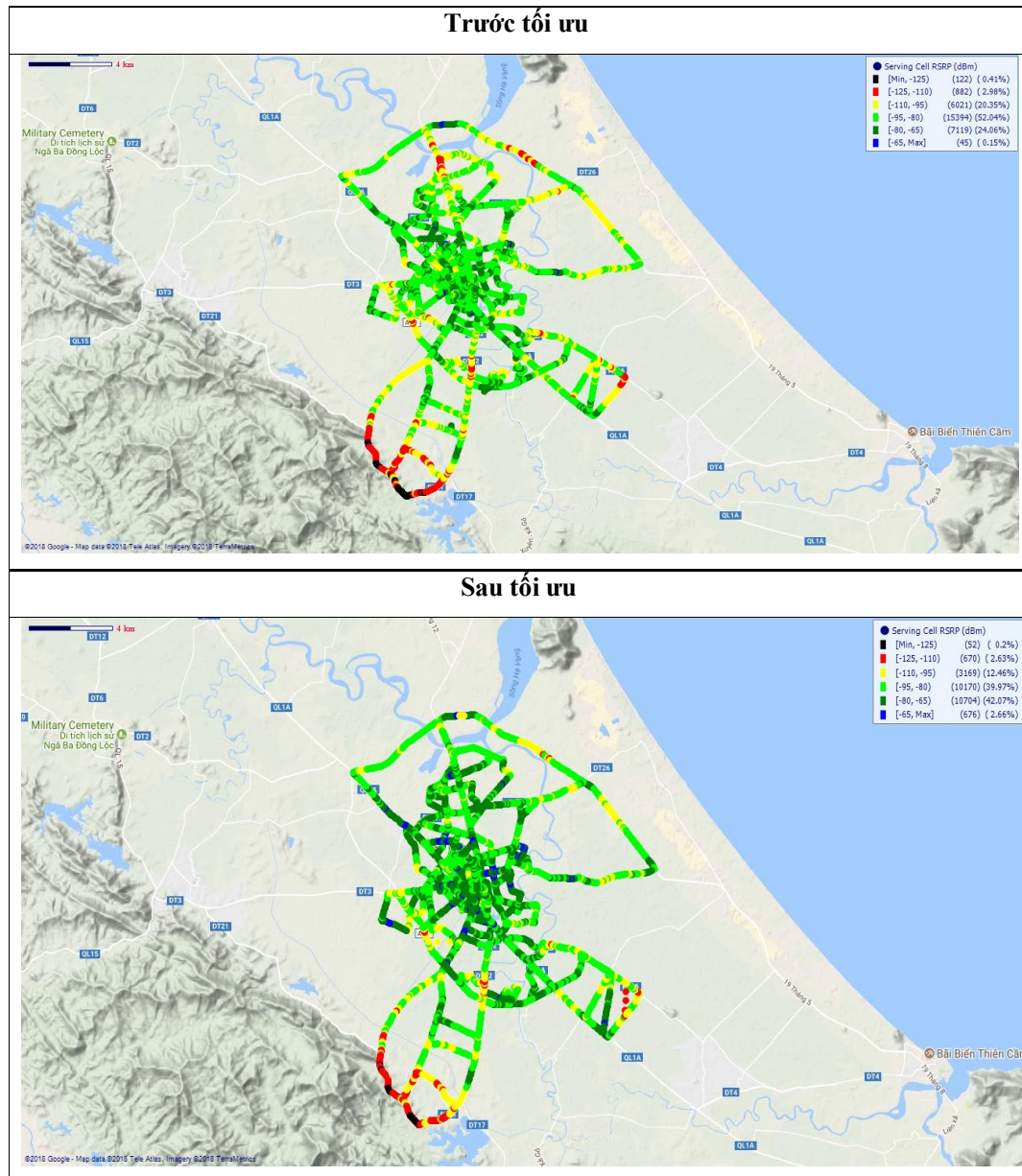
Mạng	Chỉ tiêu KPI	Yêu cầu (*)	Trước tối ưu		Sau tối ưu		So sánh trước và sau tối ưu
			Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá	
	SINR \geq 10dB	$\geq 75\%$	33.17	Không đạt	57.84	Không đạt	Cải thiện
	SINR \leq 0dB	$\leq 1\%$	17.30	Không đạt	5.46	Không đạt	Cải thiện

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) (%)	$\geq 99\%$	99.99	Đạt	99.99	Đạt	Tương đương
	ERAB Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$	99.91	Đạt	99.91	Đạt	Tương đương
	Data Call Setup Success Rate (%)	$\geq 99\%$	99.88	Đạt	99.88	Đạt	Tương đương
	Call drop rate(%)	$\leq 1\%$	0.09	Đạt	0.02	Đạt	Cải thiện
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 99\%$	99.92	Đạt	99.95	Đạt	Cải thiện
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	$\geq 98\%$					
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	$\geq 95\%$	98.68	Đạt	98.82	Đạt	Cải thiện
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	$\geq 92\%$	100.00	Đạt			
	CSFB Preparation Success Rate (%)	$\geq 99\%$					

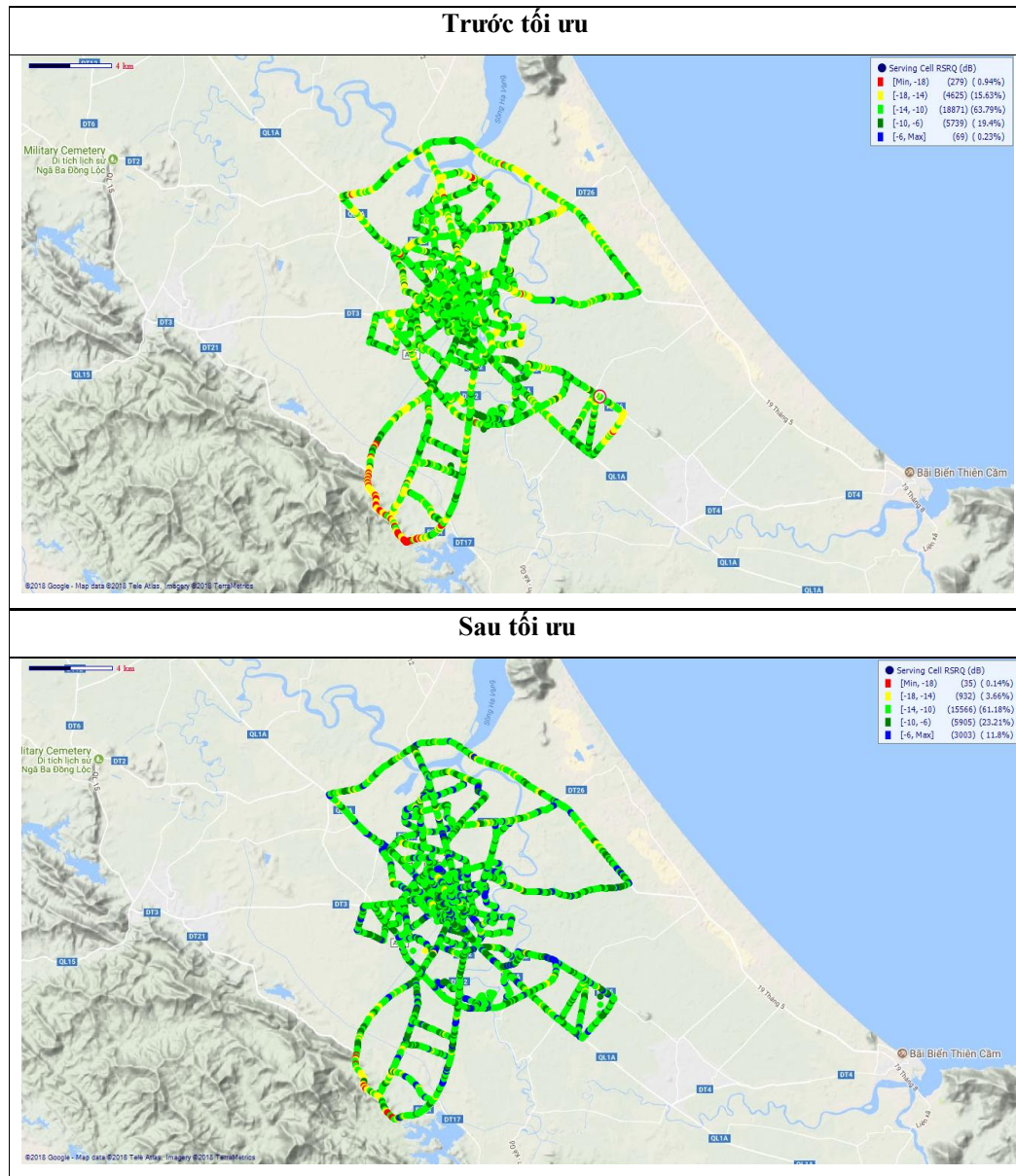
❖ **Thực hiện đo kiểm so sánh vùng phủ sóng trước và sau tối ưu**

Vùng phủ sóng Driving Test khu vực Thành Phố Hà Tĩnh



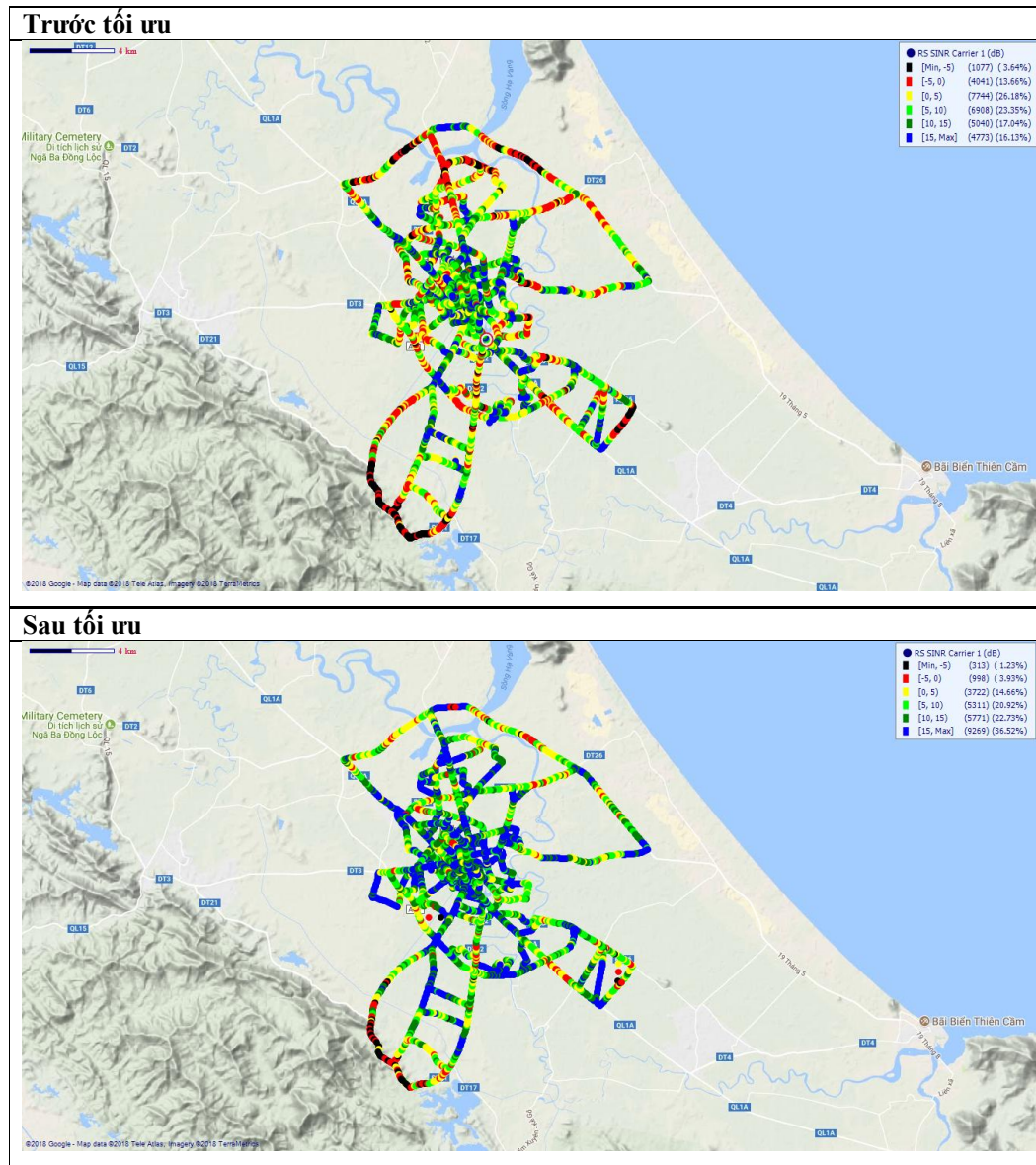
Hình 3. 19 Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[-65, Max]		45	0.15%	0.15%	676	2.66%	2.66%	Cải thiện
[-80, -65)		7119	24.06%	24.22%	10704	42.07%	44.73%	
[-95, -80)		15394	52.04%	76.25%	10170	39.97%	84.71%	
[-110, -95)		6021	20.35%	96.61%	3169	12.46%	97.16%	
[-125, -110)		882	2.98%	99.59%	670	2.63%	99.80%	
[Min, -125)		122	0.41%	100.00%	52	0.20%	100.00%	



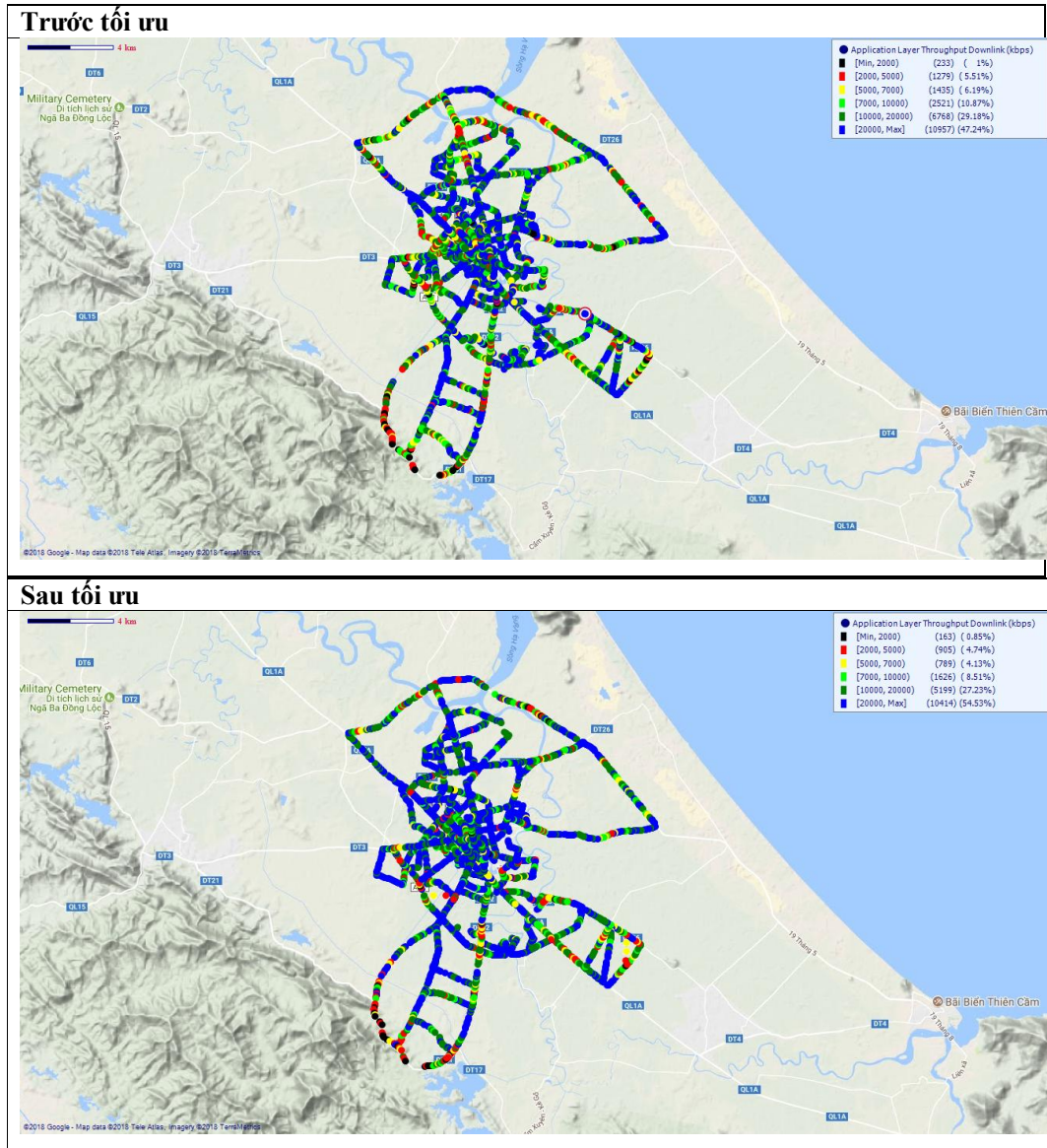
Hình 3. 20 Chỉ số RSRQ trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[-6, Max]		69	0.23%	0.23%	3003	11.80%	11.80%	Cải thiện
[-10,-6]		5739	19.40%	19.63%	5905	23.21%	35.01%	
[-14,-10]		18871	63.79%	83.42%	15566	61.18%	96.20%	
[-18,-14]		4625	15.63%	99.06%	932	3.66%	99.86%	
[Min,-18]		279	0.94%	100.00%	35	0.14%	100.00%	



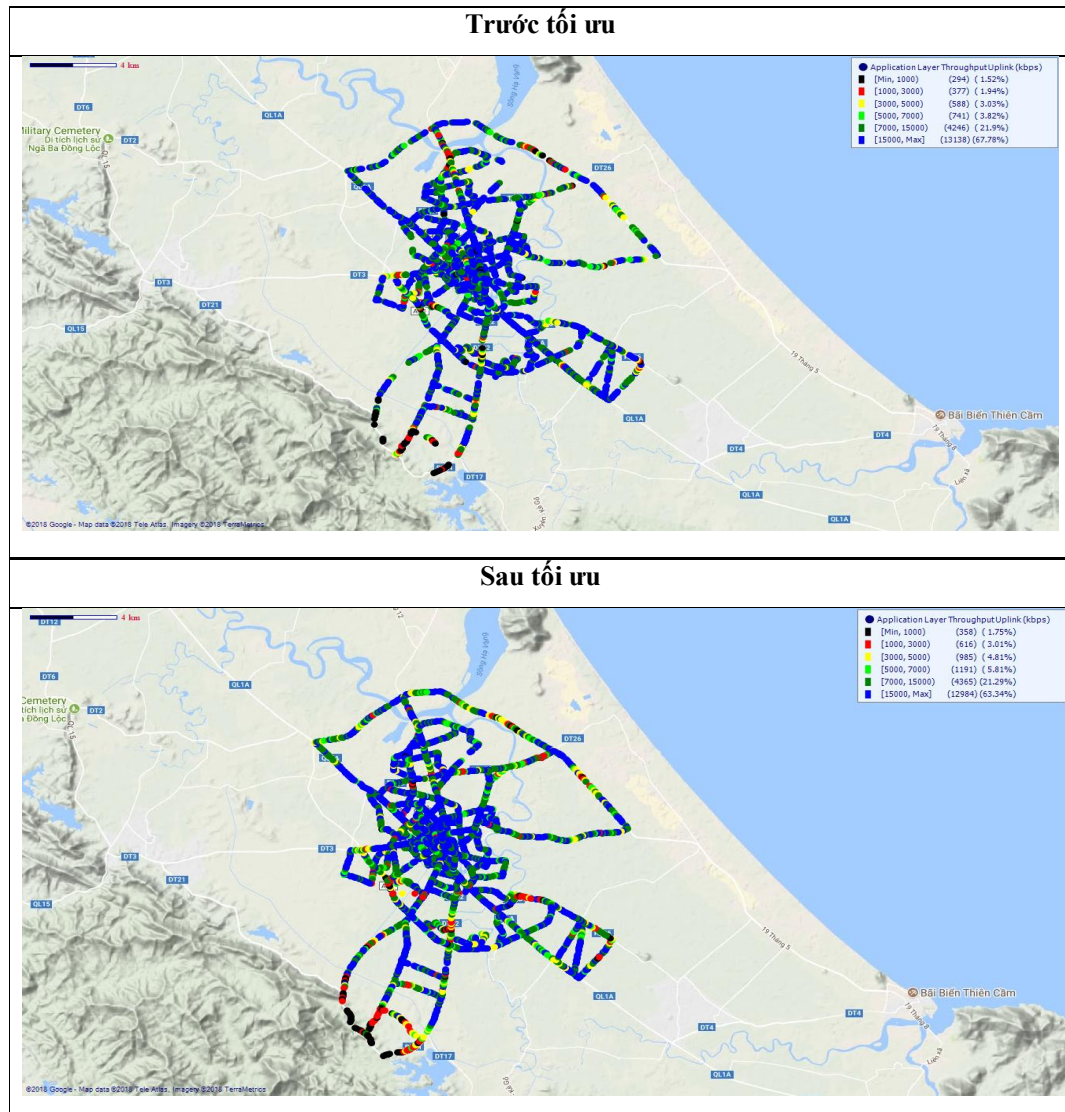
Hình 3. 21 Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[15, Max]		4773	16.13%	16.13%	9269	36.52%	36.52%	Cải thiện
[10,15)		5040	17.04%	33.17%	5771	22.73%	59.25%	
[5,10)		6908	23.35%	56.52%	5311	20.92%	80.17%	
[0,5)		7744	26.18%	82.70%	3722	14.66%	94.84%	
[-5,0)		4041	13.66%	96.36%	998	3.93%	98.77%	
[Min,-5)		1077	3.64%	100.00%	313	1.23%	100.00%	



Hình 3. 22 Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.

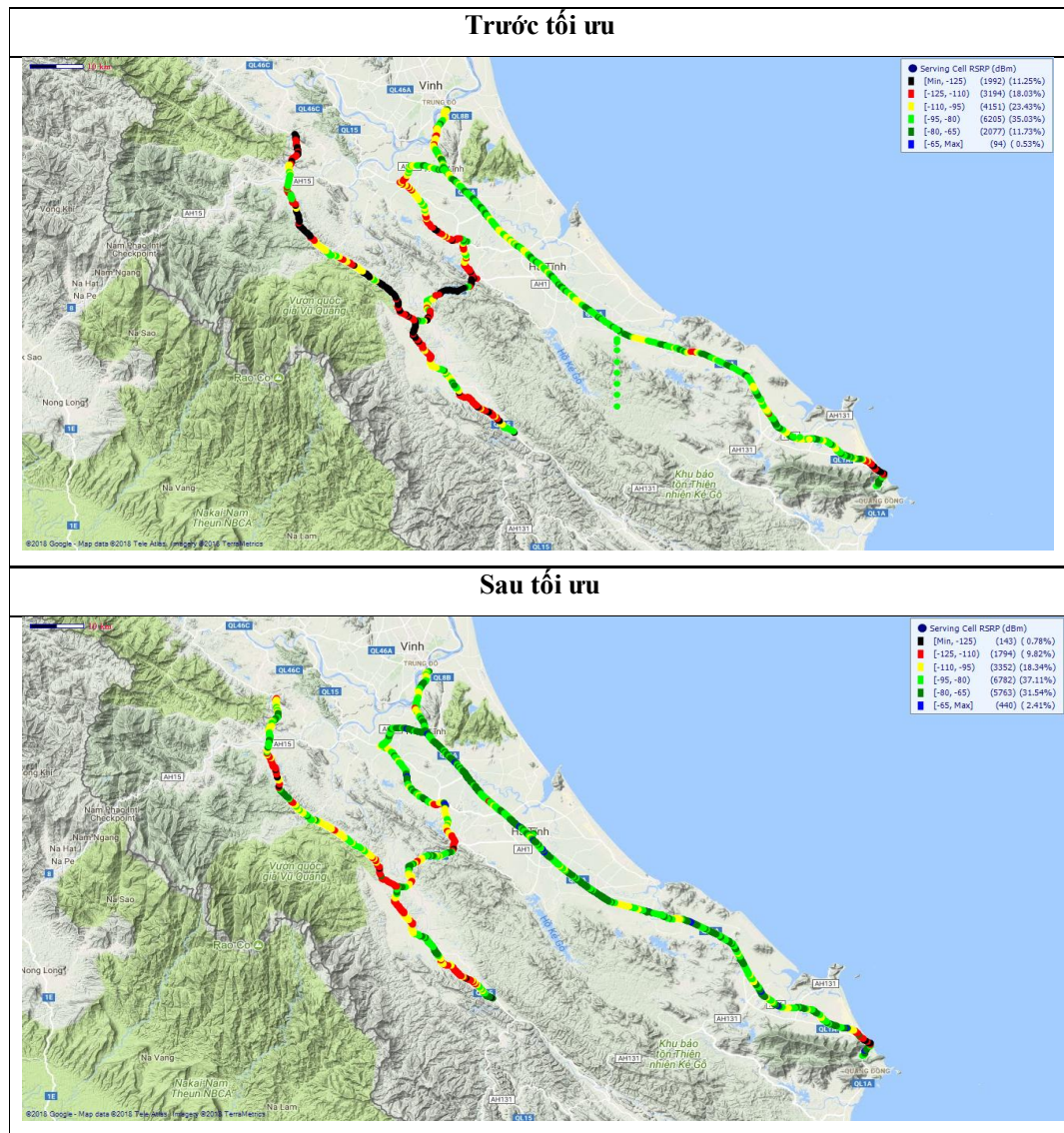
Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[20000, Max]		10957	47.24%	47.24%	10414	54.53%	54.53%	Cải thiện
[10000,20000)		6768	29.18%	76.42%	5199	27.23%	81.76%	
[7000,10000)		2521	10.87%	87.29%	1626	8.51%	90.28%	
[5000,7000)		1435	6.19%	93.48%	789	4.13%	94.41%	
[2000,5000)		1279	5.51%	99.00%	905	4.74%	99.15%	
[Min,2000)		233	1.00%	100.00%	163	0.85%	100.00%	



Hình 3. 23 Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.

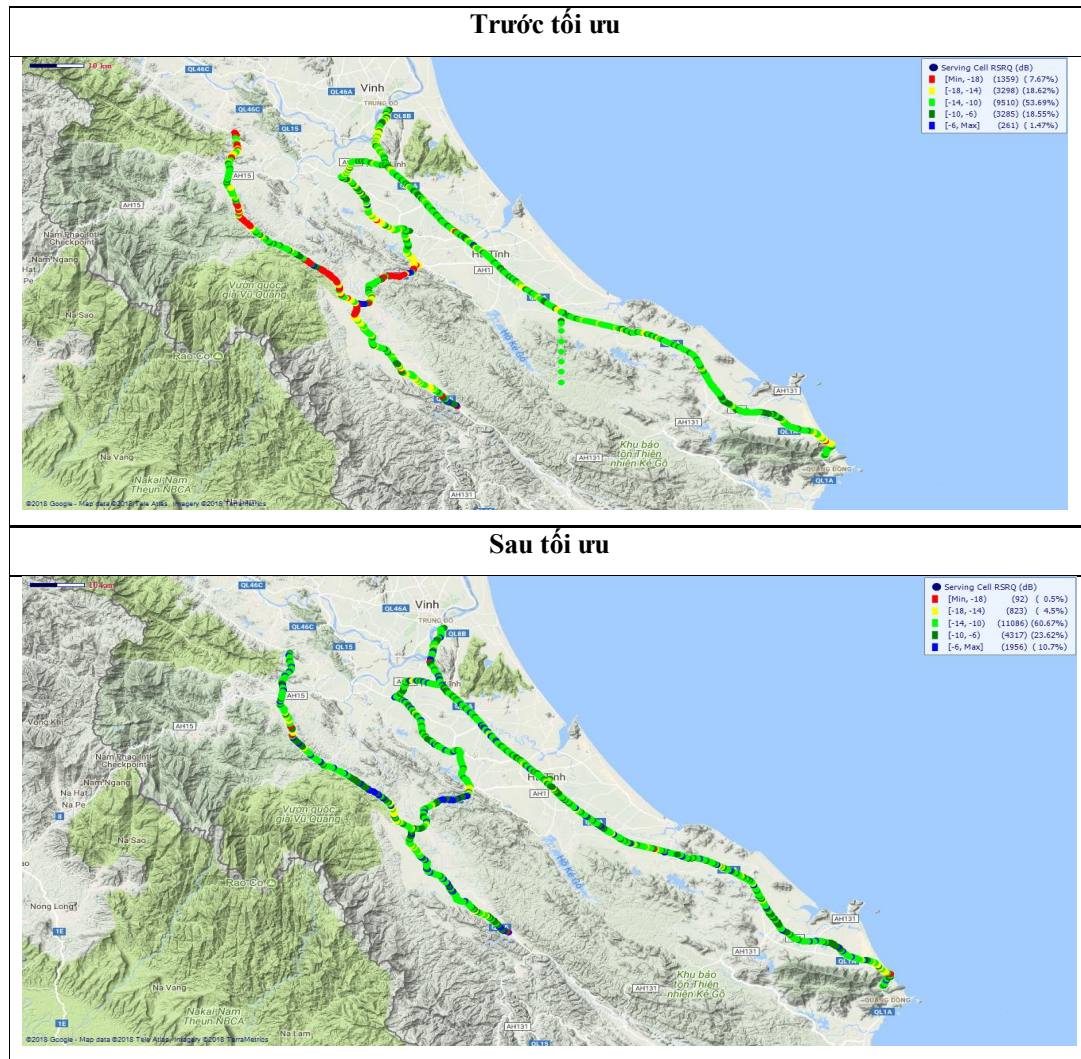
Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[15000, Max]		13138	67.78%	67.78%	12984	63.34%	63.34%	Cải thiện
[7000,15000)		4246	21.90%	89.68%	4365	21.29%	84.63%	
[5000,7000)		741	3.82%	93.50%	1191	5.81%	90.44%	
[3000,5000)		588	3.03%	96.54%	985	4.81%	95.25%	
[1000,3000)		377	1.94%	98.48%	616	3.01%	98.25%	
[Min,1000)		294	1.52%	100.00%	358	1.75%	100.00%	

Vùng phủ sóng Driving Test khu vực đường Quốc lộ



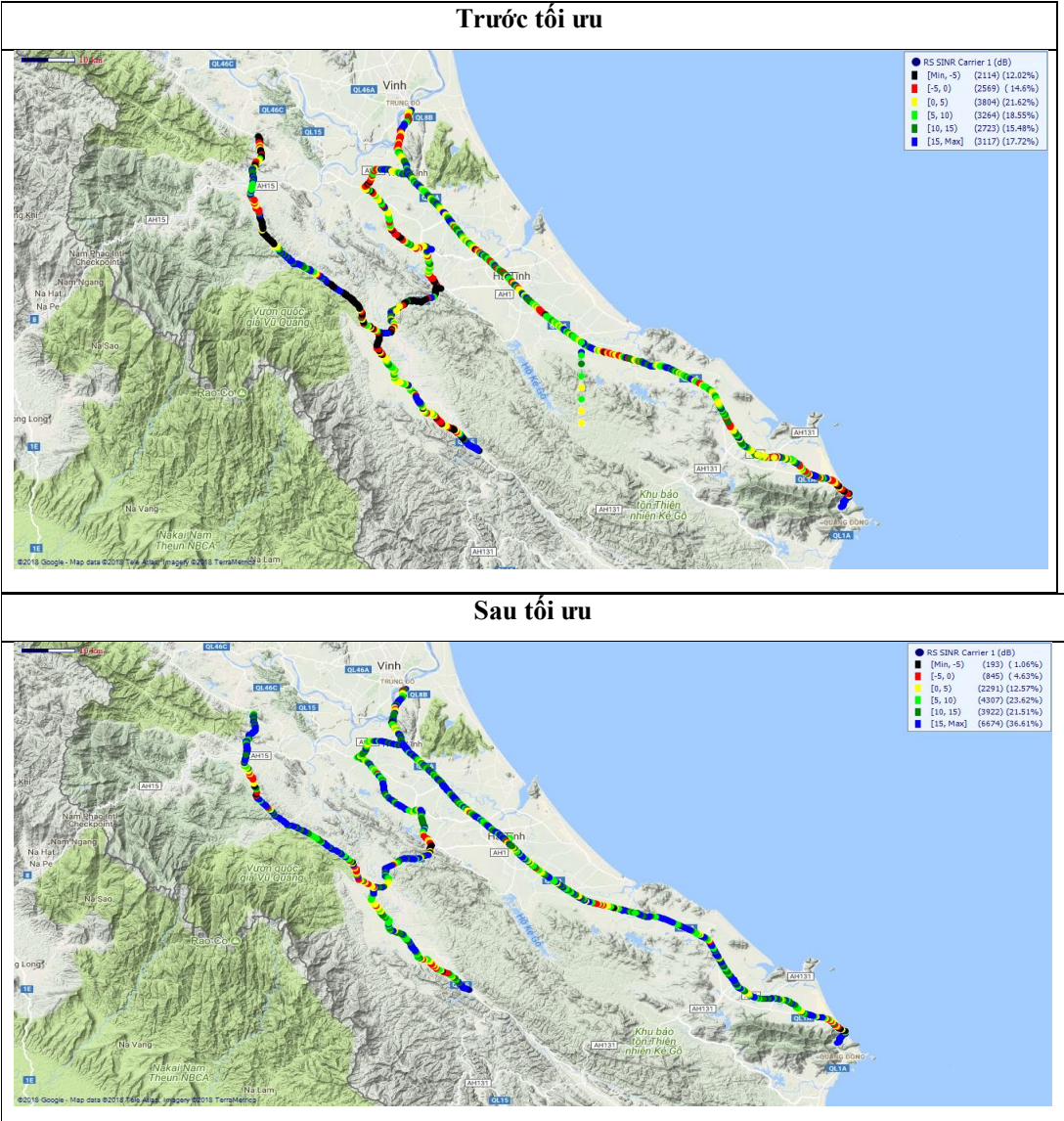
Hình 3. 24 Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[-65, Max]		94	0.53%	0.53%	440	2.41%	2.41%	Cải thiện
[-80,-65]		2077	11.73%	12.26%	5763	31.54%	33.94%	
[-95,-80]		6205	35.03%	47.29%	6782	37.11%	71.06%	
[-110,-95]		4151	23.43%	70.72%	3352	18.34%	89.40%	
[-125,-110]		3194	18.03%	88.75%	1794	9.82%	99.22%	
[Min,-125]		1992	11.25%	100.00%	143	0.78%	100.00%	



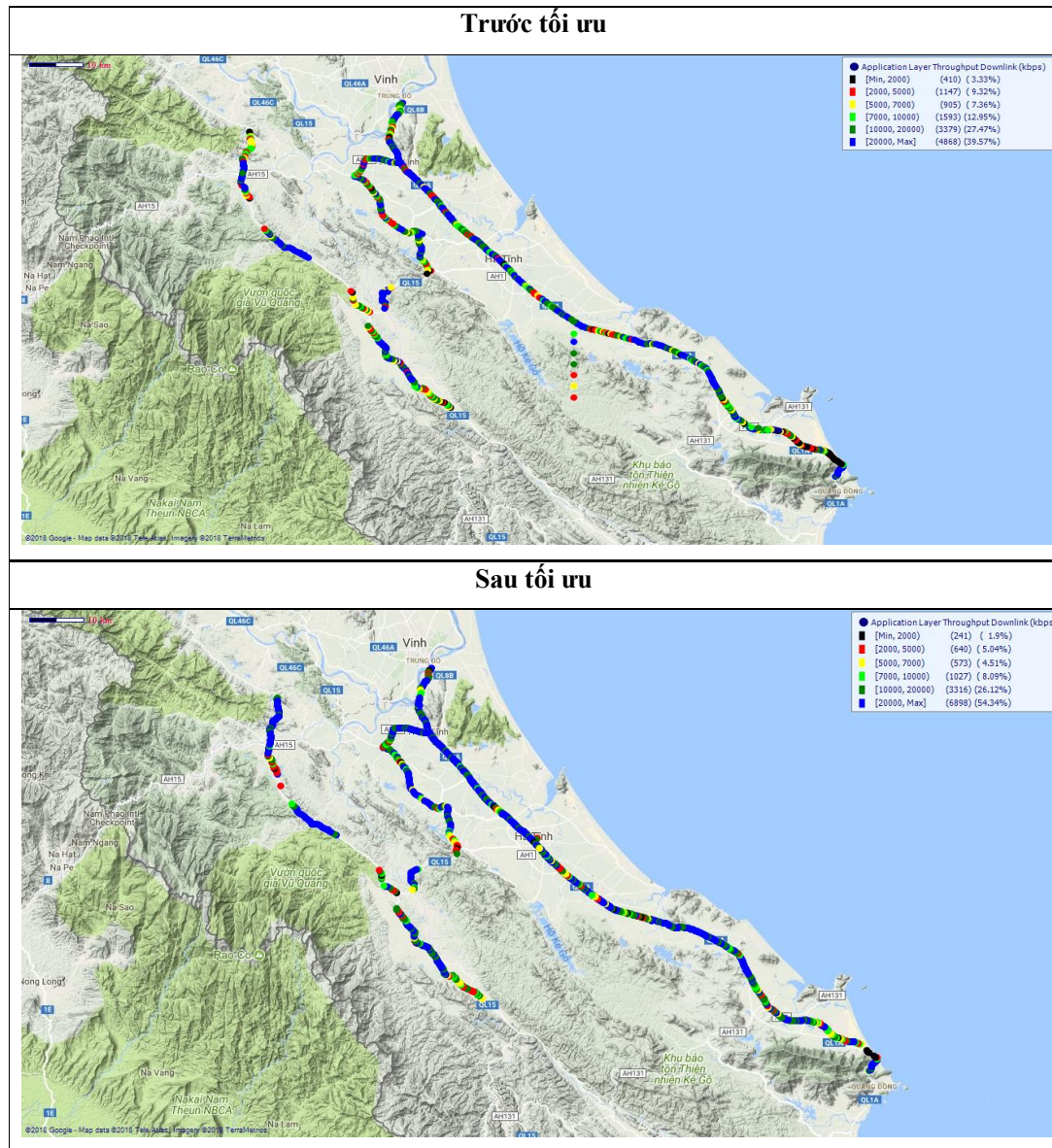
Hình 3. 25 Chỉ số RSRQ trước và sau khi tối ưu

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[-6, Max]		261	1.47%	1.47%	1956	10.70%	10.70%	
[-10,-6]		3285	18.55%	20.02%	4317	23.62%	34.33%	
[-14,-10]		9510	53.69%	73.71%	11086	60.67%	94.99%	
[-18,-14]		3298	18.62%	92.33%	823	4.50%	99.50%	
[Min,-18]		1359	7.67%	100.00%	92	0.50%	100.00%	



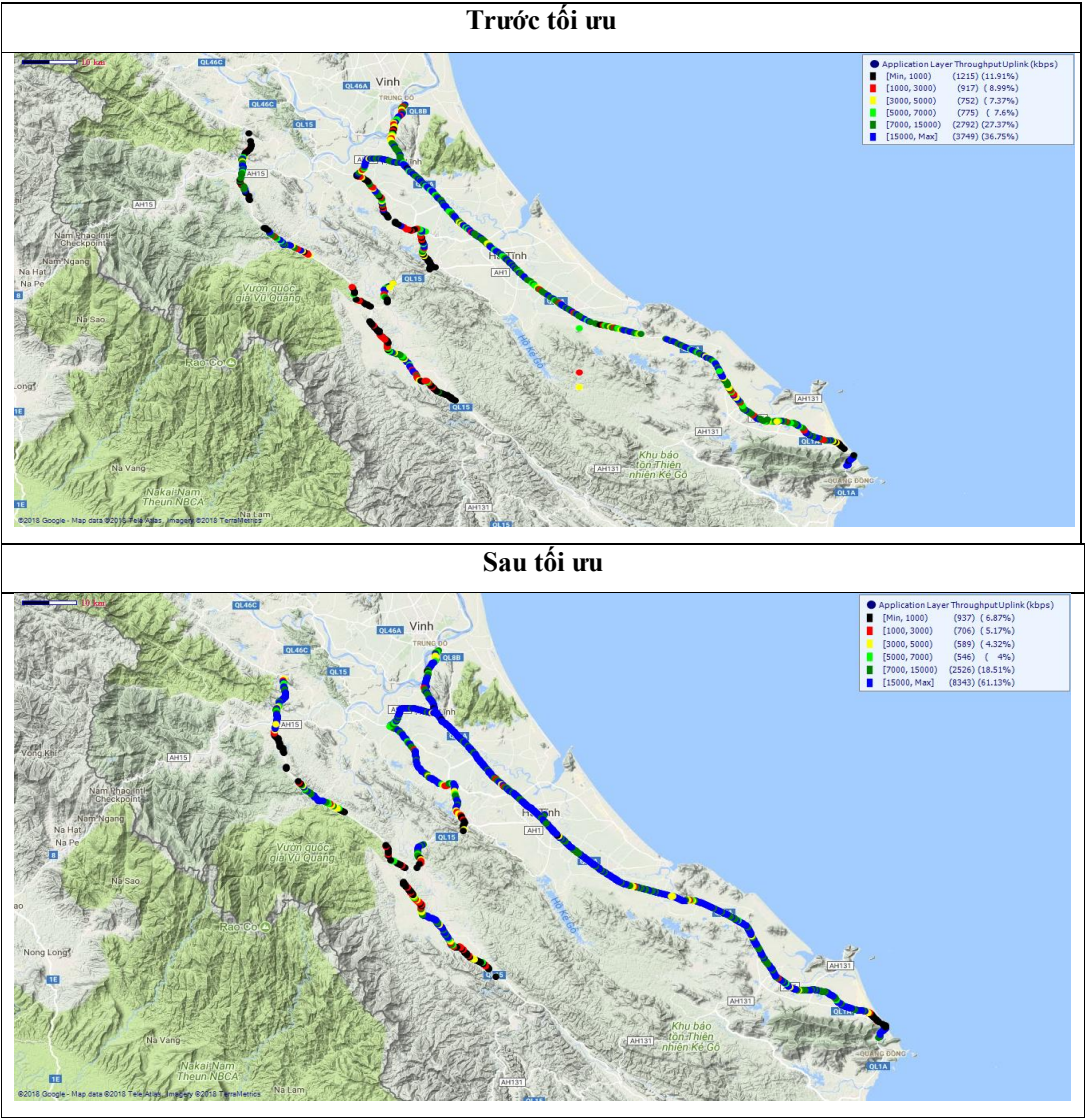
Hình 3. 26 Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Coun t	Density (%)	Accumulation (%)	Coun t	Density (%)	Accumulation (%)	
[15, Max]		3117	17.72%	17.72%	6674	36.61%	36.61%	Cải thiện
[10,15)		2723	15.48%	33.20%	3922	21.51%	58.12%	
[5,10)		3264	18.55%	51.75%	4307	23.62%	81.74%	
[0,5)		3804	21.62%	73.38%	2291	12.57%	94.31%	
[-5,0)		2569	14.60%	87.98%	845	4.63%	98.94%	
[Min,-5)		2114	12.02%	100.00%	193	1.06%	100.00%	



Hình 3. 27 Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[20000, Max]		4868	39.57%	39.57%	6898	54.34%	54.34%	Cải thiện
[10000,20000)		3379	27.47%	67.04%	3316	26.12%	80.46%	
[7000,10000)		1593	12.95%	79.99%	1027	8.09%	88.55%	
[5000,7000)		905	7.36%	87.34%	573	4.51%	93.06%	
[2000,5000)		1147	9.32%	96.67%	640	5.04%	98.10%	
[Min,2000)		410	3.33%	100.00%	241	1.90%	100.00%	



Hình 3. 28 Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.

Range	Legend	Before			After			Đánh giá
		Count	Density (%)	Accumulation (%)	Count	Density (%)	Accumulation (%)	
[15000, Max]		3749	36.75%	36.75%	8343	61.13%	61.13%	Cải thiện
[7000,15000)		2792	27.37%	64.13%	2526	18.51%	79.64%	
[5000,7000)		775	7.60%	71.73%	546	4.00%	83.64%	
[3000,5000)		752	7.37%	79.10%	589	4.32%	87.96%	
[1000,3000)		917	8.99%	88.09%	706	5.17%	93.13%	
[Min,1000)		1215	11.91%	100.00%	937	6.87%	100.00%	

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 ngả antenna (Chỉnh Tilt) và điều chỉnh hướng antenna (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 số 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 tại Hà Tĩnh” 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 nghiệm khách hàng thì việc tối ưu mạng 4G sẽ giúp cho VNPT có những dịch vụ tốt nhất, đem đến sự hài lòng cho khách hàng nhất, mang đến những 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 động 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.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “Cơ sở kỹ thuật thông tin vô tuyến” của tác giả Nguyễn Phạm Anh Dũng.
- [2] “Thông tin di động” của tác giả Nguyễn Phạm Anh Dũng.
- [3] Luận văn “Nghiên cứu, triển khai mạng 4G-LTE/SAE tại Việt Nam”, của tác giả Lê Tiến Hiệu
- [4] Luận văn “Xây dựng và quy hoạch mạng 4G” của tác giả Tạ Trung Dũng

Danh mục tài liệu tiếng anh.

- [5] 3GPP Technical Specification 23.203, Policy and charging control architecture (Release 8), www.3gpp.org.
- [6] 3GPP Technical Specification 23.402, Architecture enhancements for non 3GPP accesses (Release 8), www.3gpp.org.
- [7] 3GPP Technical Specification 24.301, Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3 (Release 8), www.3gpp.org.
- [8] 3GPP Technical Specification 29.060, General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunnelling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface (Release 8), www.3gpp.org.
- [9] 3GPP Technical Specification 33.401, System Architecture Evolution (SAE):Security Architecture (Release 8) , www.3gpp.org.
- [10] 3GPP Technical Specification 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 8), www.3gpp.org.
- [11] Carrier Aggregation: Fundamentals and Deployments– Keysight Technology
- [12] Carrier Aggregation: Fundamentals and Deployments– Keysight Technology
- [13] “Chỉ tiêu chất lượng mạng 4G VNPT”, VNPT NET 2018.

- [14] Dimensioning of LTE Network – Helsinki University of Technology
eRAN 7.0 KPI Reference – HUAWEI
- [15] LTE L11 KPI Analysis – ERICSSON.
- [16] LTE L11 Throughput Troubleshooting Techniques – ERICSSON
- [17] LTE RF Optimization Guide v1.0 – HUAWEI
- [18] LTE Signaling, Troubleshooting and Optimization, First Edition - Ralf Kreher and Karsten Gaenger.
- [19] LTE Transmission Modes and Beamforming (Whitepaper) – Rohde&Schwarz
- [20] LTE-Advanced Carrier Aggregation Optimization – Nokia Network
Request for Comments 4960, The Internet Engineering Task Force (IETF), Network Working Group, Stream Control Transmission Protocol, <http://www.ietf.org>.
- [21] TEMS Discovery Training – ASCOM
- [22] Ứng dụng MANE trên mạng NGN của VNPT.
- [23] Validating LTE-A UEs: The Increasing Importance of Data Throughput Performance – Keysight Technology

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: Bộ tham số KPI OMC áp dụng cho 4G.

Mạng	KPI Name	Diễn giải	Yêu cầu
4G	RRC Connection Establishment Success Rate (All service) (%)	Tỷ lệ thiết lập thành công kết nối điều khiển tài nguyên vô tuyến	$\geq 99\%$
	ERAB(EPS Radio Access Bear) Setup Success Rate (%)	Tỷ lệ cài đặt thành công kết nối vô tuyến tới mạng lõi	$\geq 99\%$
	Data Call Setup Success Rate (%)	Tỷ lệ cài đặt thành công cuộc gọi dữ liệu	$\geq 99\%$
	Call drop rate(%)	Tỷ lệ rớt cuộc gọi	$\leq 1\%$
	Intra Frequency HO Success Rate(%)	Tỷ lệ chuyển giao khác tần số thành công	$\geq 99\%$
	Inter Frequency HO Success Rate(%)	Tỷ lệ chuyển giao cùng tần số thành công.	$\geq 98\%$
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to UMTS) (%)	Tỷ lệ chuyển giao các công nghệ mạng thành công(Chuyển giao từ 4G sang 3G)	$\geq 95\%$
	Inter-RAT HO Out Success Rate (LTE to GSM) (%)	Tỷ lệ chuyển giao các công nghệ mạng thành công(Chuyển giao từ 4G sang 2G)	$\geq 92\%$
	CSFB Preparation Success Rate (%)	Tỷ lệ thực hiện cuộc gọi trên miền CS (chuyển mạch gói) thành công	$\geq 99\%$

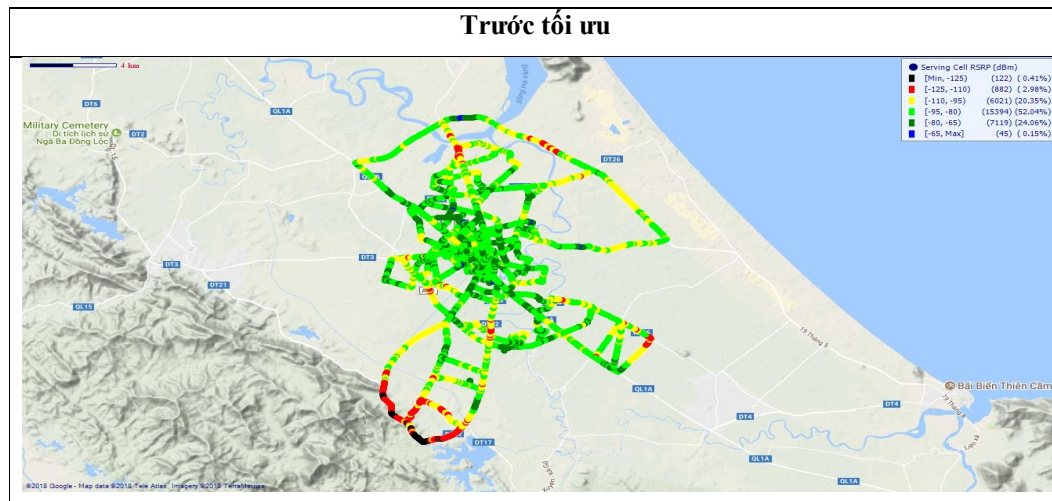
PHỤ LỤC 2: Bộ tham số KPI đo kiểm tại hiện trường về chất lượng mạng 4G.

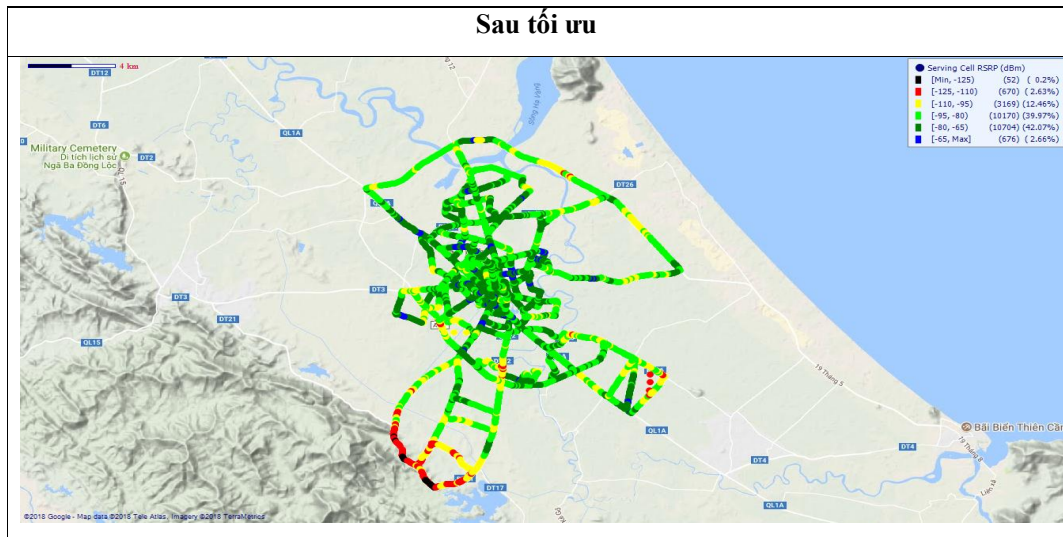
Mạng	Chỉ tiêu KPI	Diễn giải	Yêu cầu (*)
4G	Data Call Setup Success Rate (%)	Tỷ lệ cài đặt cuộc gọi dữ liệu thành công	$\geq 99\%$
	RRC Setup Success Rate (%)	Tỷ lệ thiết lập thành công kết nối điều khiển tài nguyên vô tuyến	$\geq 99\%$
	E-RAB setup success rate (%)	Tỷ lệ cài đặt thành công kết nối vô tuyến tới mạng lõi	$\geq 99\%$
	Call drop rate (%)	Tỷ lệ rớt cuộc gọi	$\leq 1.2\%$
	Intra-LTE Handover Success Rate (%)	Tỷ lệ chuyển giao khác tần số thành công	$\geq 98.5\%$
	Inter-LTE Handover Success Rate (%)	Tỷ lệ chuyển giao cùng tần số thành công.	$\geq 97\%$
	LTE to WCDMA PS InterRAT Handover Success Rate (%)	Tỷ lệ chuyển giao các công nghệ mạng thành công(Chuyển giao từ 4G sang 3G)	$\geq 95\%$
	LTE to GSM PS InterRAT Handover Success Rate (%)	Tỷ lệ chuyển giao các công nghệ mạng thành công(Chuyển giao từ 4G sang 2G)	$\geq 92\%$
	DL throughput (15MHz, QCI=9)	Tốc độ dữ liệu tải xuống	$\geq 31.5\text{Mbps}$
	UL throughput (15MHz, QCI=9)	Tốc độ dữ liệu tải lên	$\geq 22.5\text{Mbps}$

Mạng	Chỉ tiêu KPI	Diễn giải	Yêu cầu (*)
	RRC connection latency	Thời gian trễ kết nối RRC	$\leq 75\text{ms}$
	DL latency	Thời gian trễ đường xuống.	$\leq 50\text{ms}$
	LTE to WCDMA CSFB Redirection Success Rate (%)	Tỷ lệ thực hiện cuộc gọi trên miền CS (chuyển mạch gói) thành công	$\geq 96\%$
	CSFB Call setup time	Thời gian cài đặt cuộc gọi trên miền CS (chuyển mạch gói)	$\leq 5\text{s}$
	RSRP $\geq -100\text{dBm}$	Công suất tín hiệu thu $\geq -100\text{dBm}$	$\geq 93\%$
	RSRP $\geq -110\text{dBm}$	Công suất tín hiệu thu $\geq -110\text{dBm}$	$\geq 98\%$
	RSRQ $\geq -10\text{dB}$	Công suất tín hiệu thu $\geq -10\text{dB}$	$\geq 75\%$
	RSRQ $\geq -14\text{dB}$	Công suất tín hiệu thu $\geq -14\text{dBm}$	$\geq 98\%$
	SINR $\geq 10\text{dB}$	Công suất tín hiệu thu $\geq -10\text{dB}$	$\geq 75\%$
	SINR $\leq 0\text{dB}$	Công suất tín hiệu thu $\leq 0\text{dB}$	$\leq 1\%$

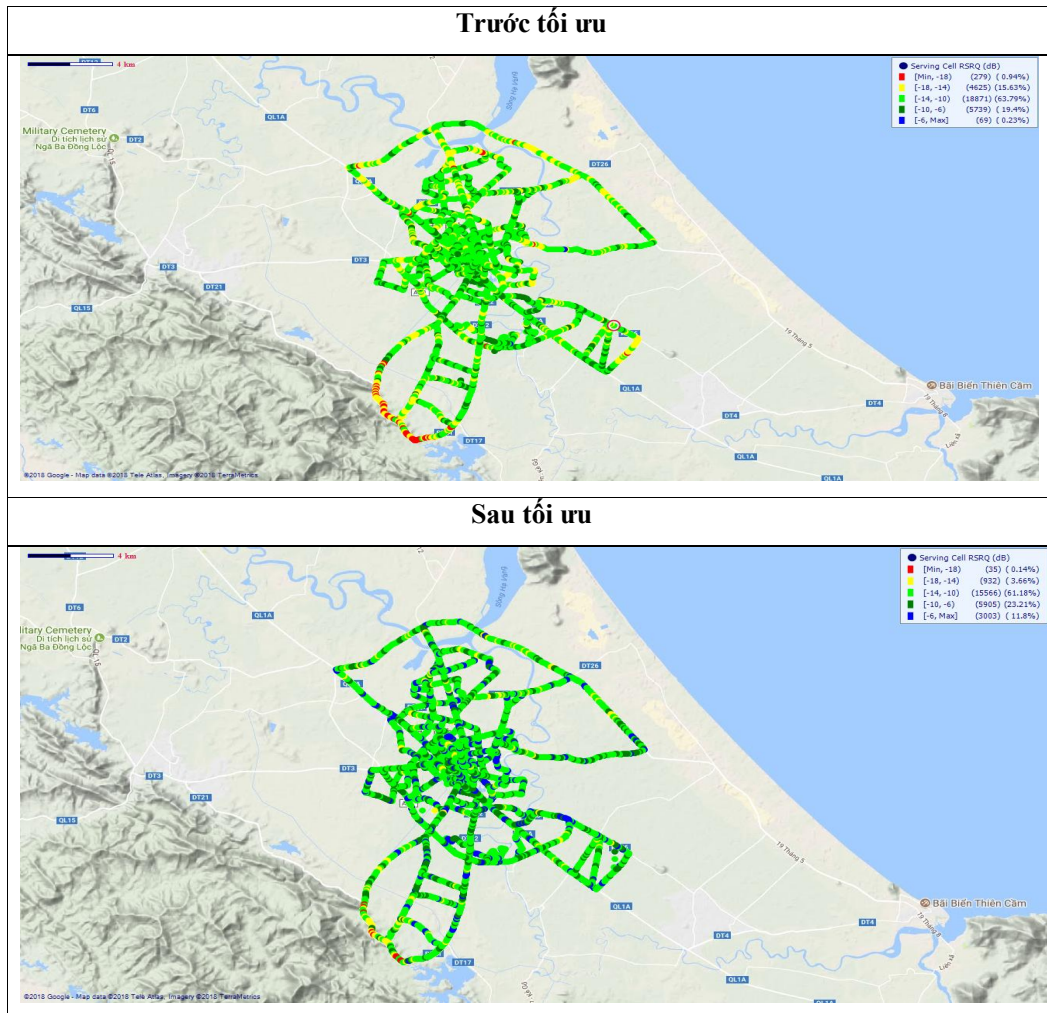
PHỤ LỤC 3: Kết quả đo kiểm RSRP và RSRQ trước và sau tối ưu.

Vùng phủ sóng Driving Test khu vực Thành Phố Hà Tĩnh

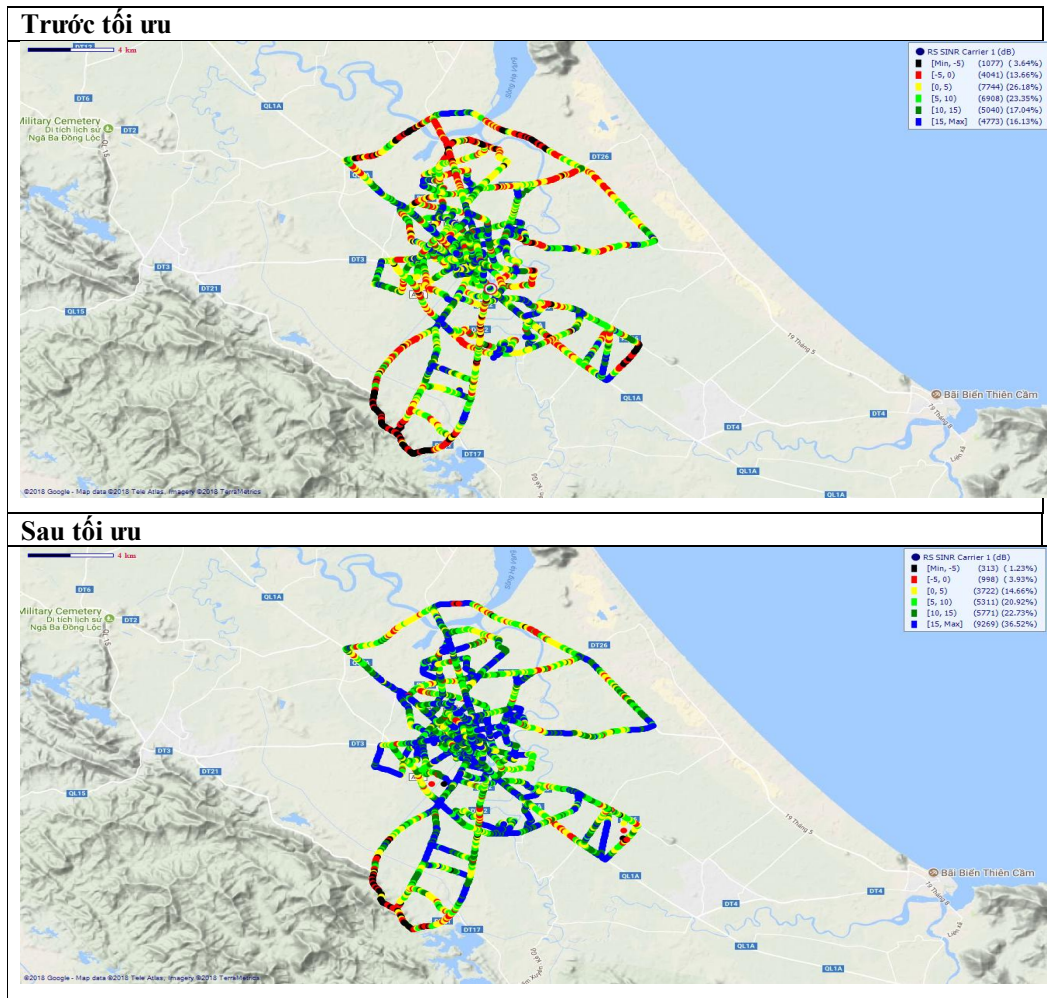




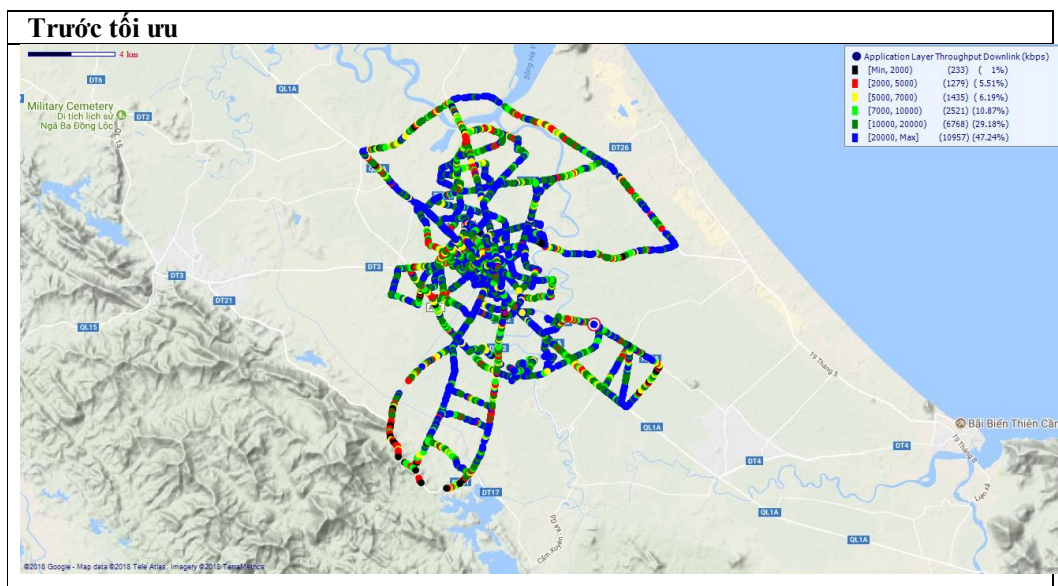
Hình 1. Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.

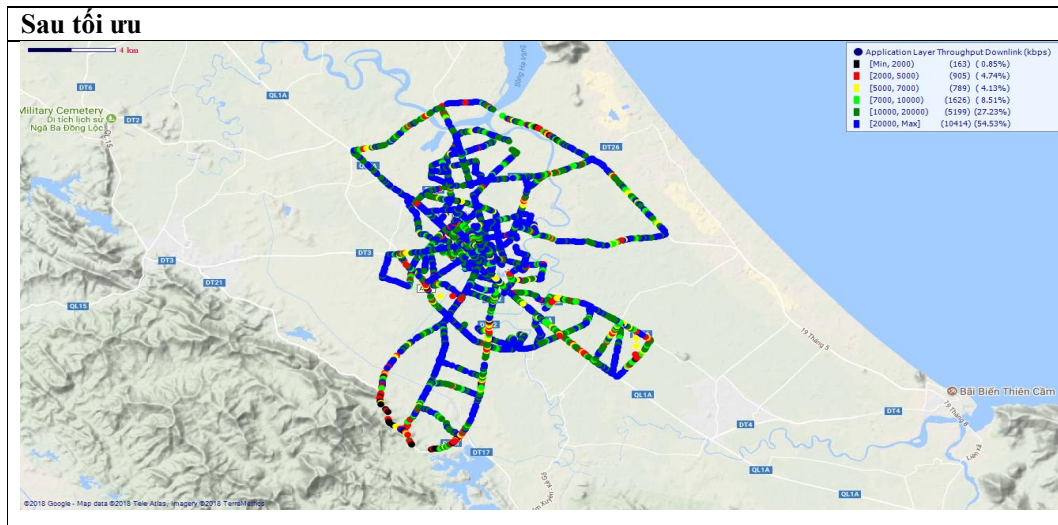


Hình 2. Chỉ số RSRQ trước và sau khi tối ưu.

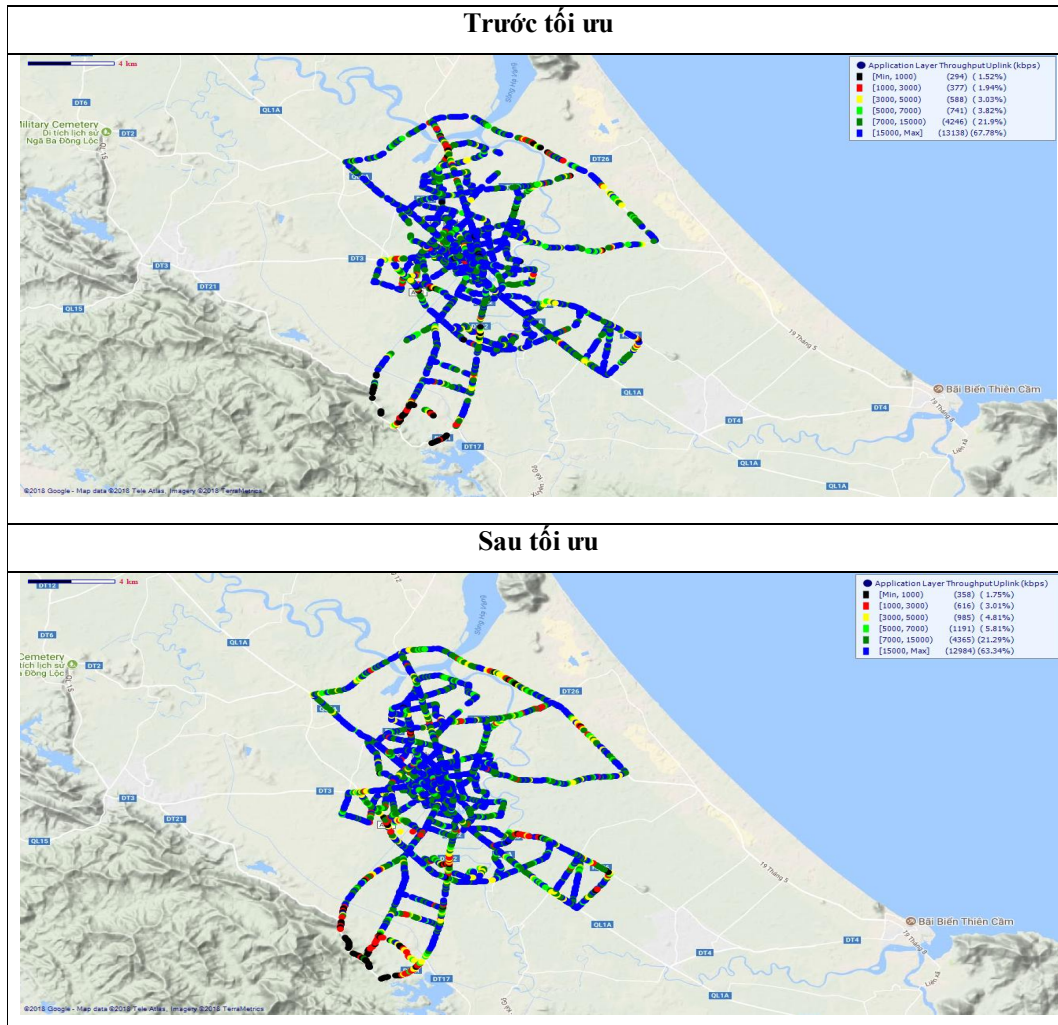


Hình 3. Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.



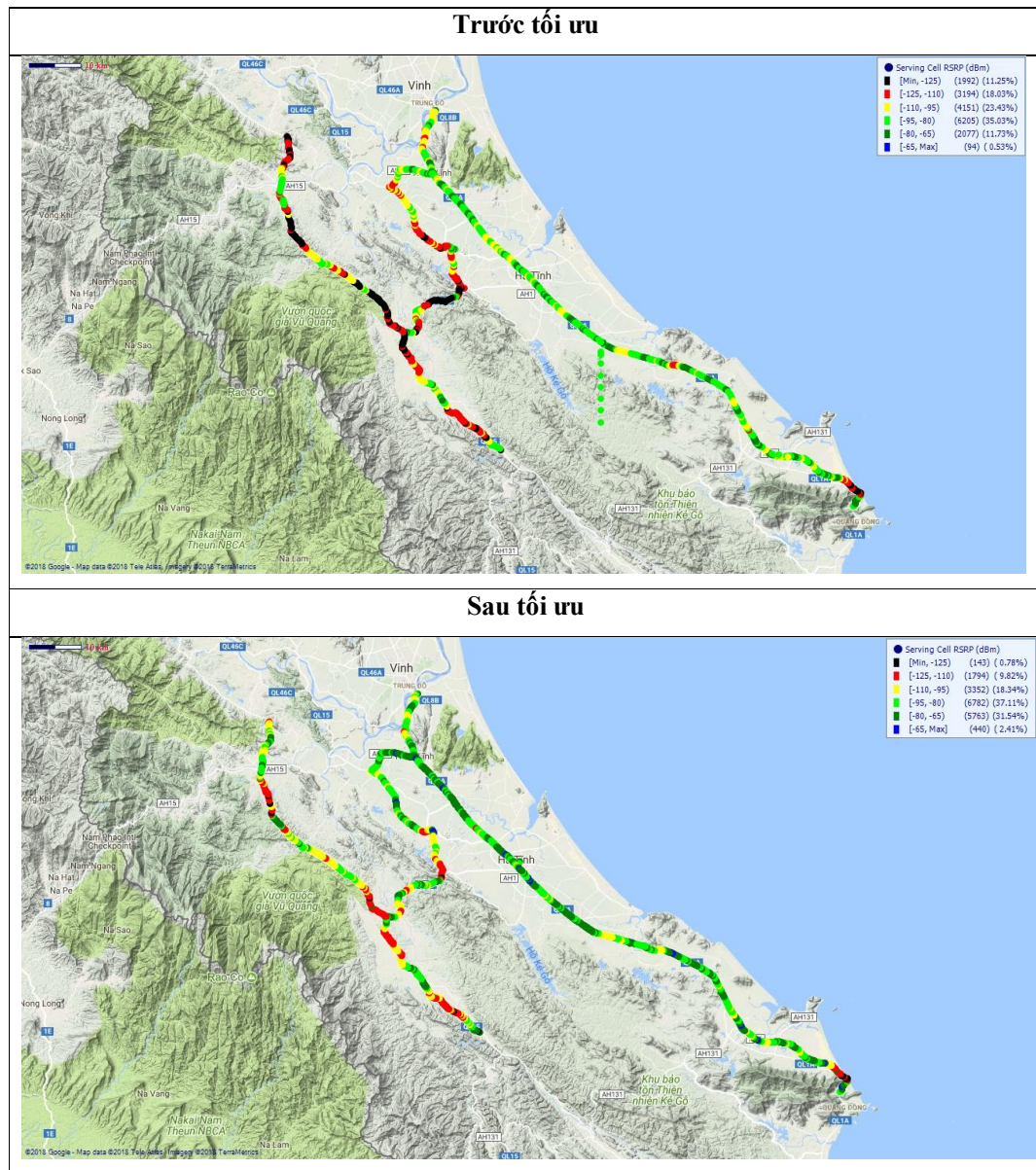


Hình 3. 29 Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.



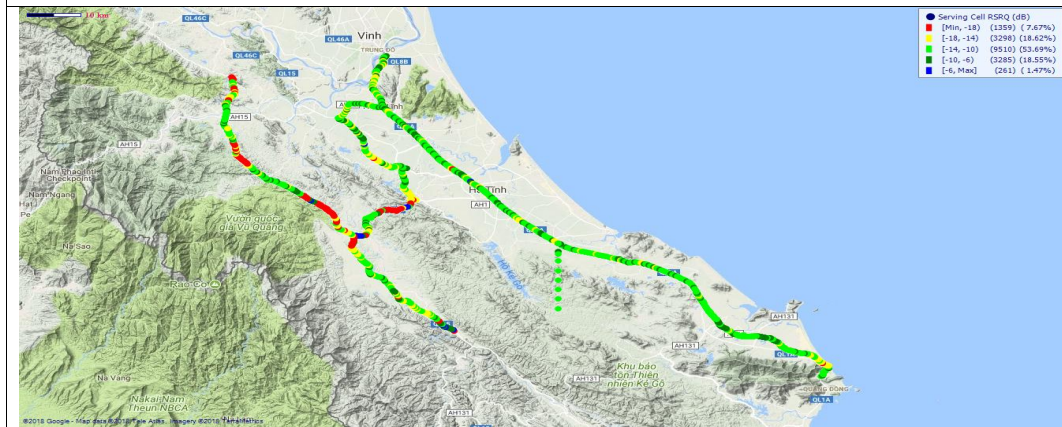
Hình 4. Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.

Vùng phủ sóng Driving Test khu vực đường Quốc lộ



Hình 5. Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu.

Trước tối ưu

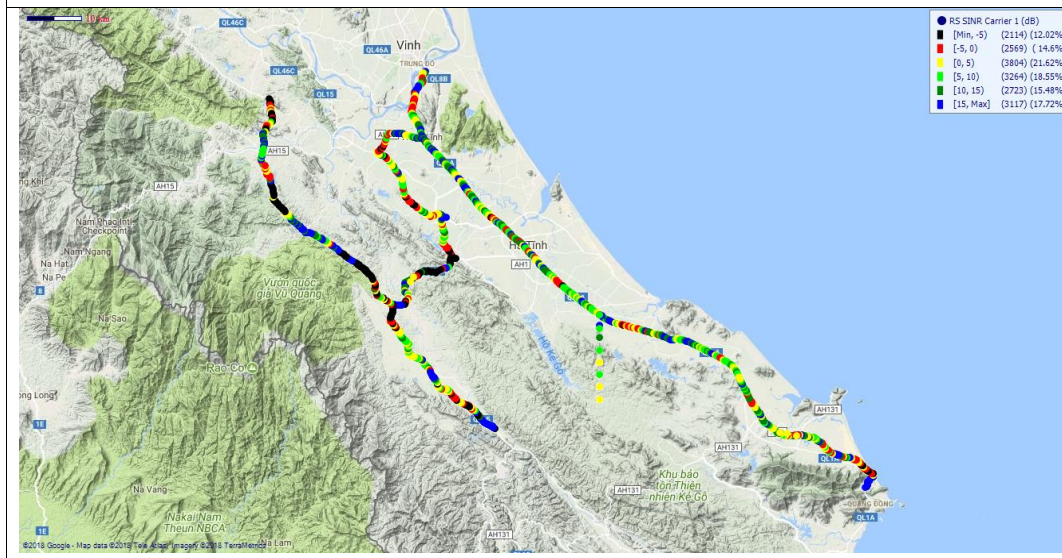


Sau tối ưu

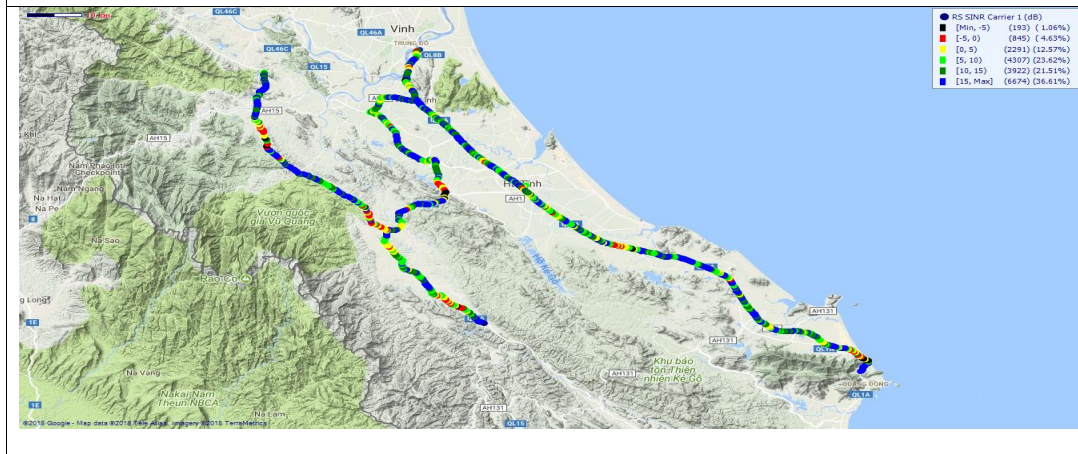


Hình 6. Chỉ số RSRP trước và sau khi tối ưu

Trước tối ưu

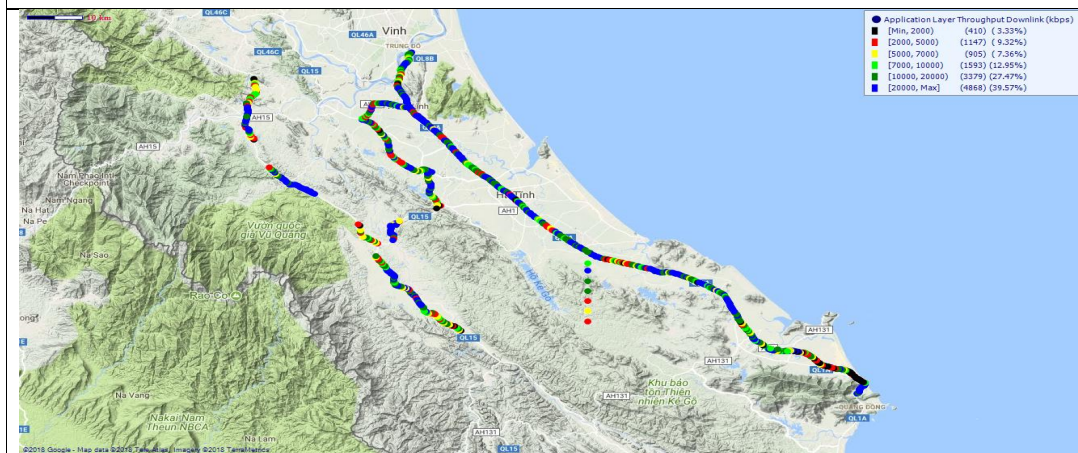


Sau tối ưu

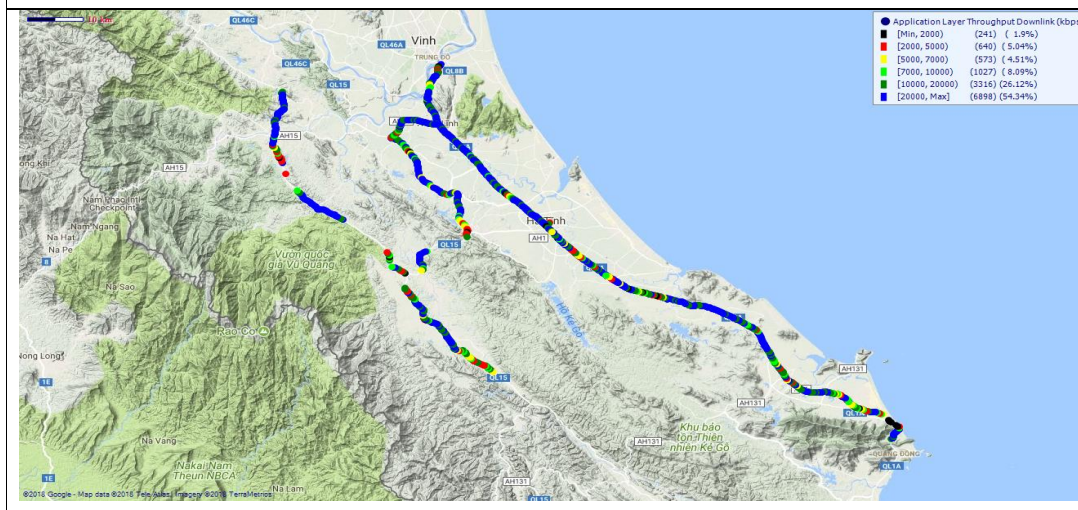


Hình7. Chỉ số SINR trước và sau khi tối ưu.

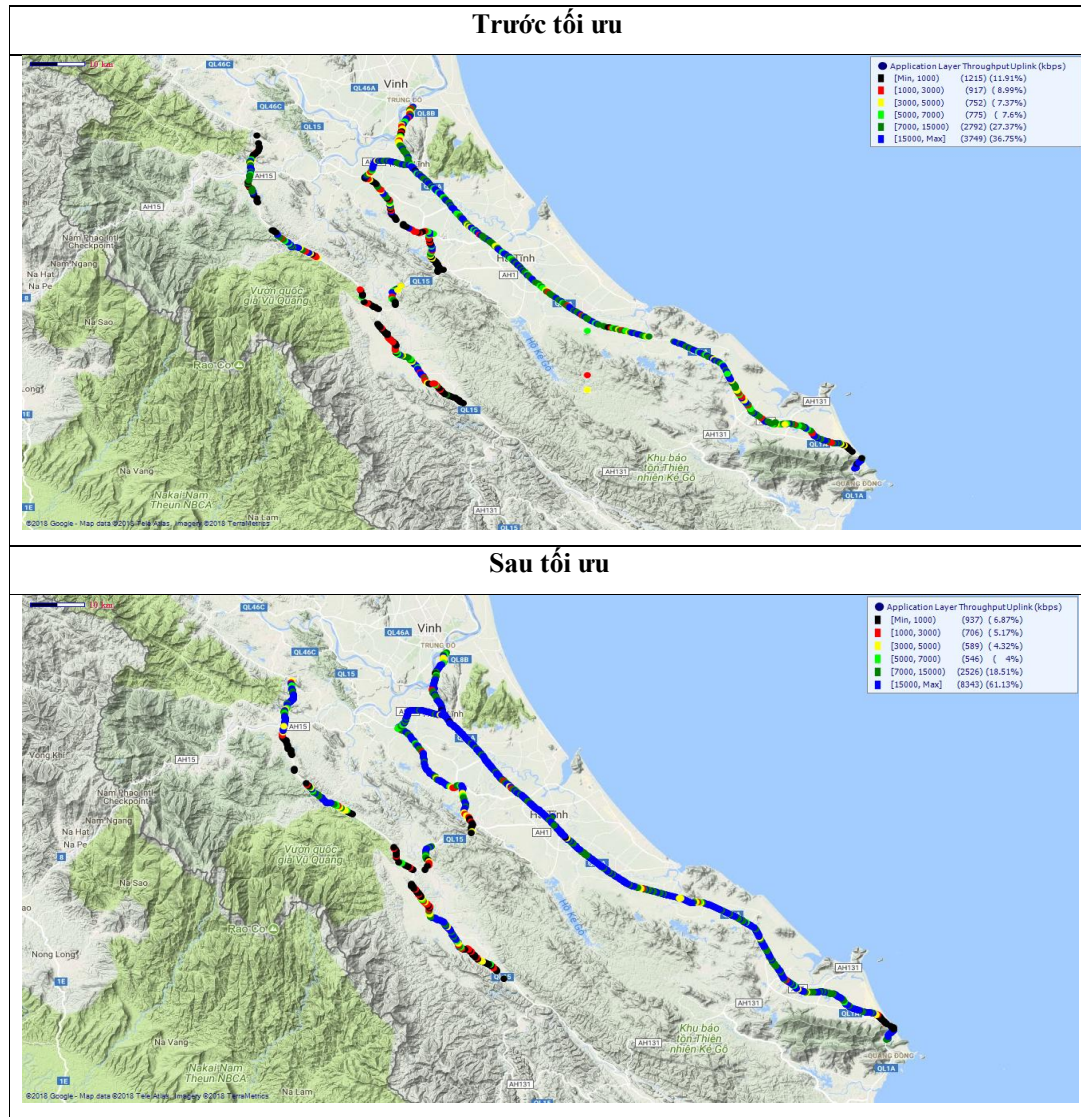
Trước tối ưu



Sau tối ưu



Hình 8. Chỉ số PS Download Throughput trước và sau khi tối ưu.



Hình 9. Chỉ số PS Upload Throughput trước và sau khi tối ưu.