

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



NGHIÊM ĐÌNH TOẢN

**QUY HOẠCH, TỐI ƯU MẠNG DI ĐỘNG 4G
TẠI VNPT BẮC NINH**

Chuyên ngành : Kỹ thuật viễn thông

Mã số : 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ

HÀ NỘI- NĂM 2020

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN CHIẾN TRINH

Phản biện 1: TS. NGÔ ĐỨC THIÊN

Phản biện 2: PGS.TS. ĐỖ QUỐC TRINH

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

Vào lúc: 09 giờ 30 ngày 20 tháng 06 năm 2020

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

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

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam (VNPT) đã được Bộ Thông tin và Truyền thông cấp Giấy phép cung cấp dịch vụ viễn thông 4G. Theo đó, Tập đoàn VNPT đã triển khai trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

Xuất phát từ nhu cầu và công tác của cá nhân, mong muốn nghiên cứu để tối ưu các thiết bị đã có và triển khai các trạm mới. Với những lý do nêu trên, đề tài được chọn là “Quy hoạch, tối ưu mạng di động 4G tại VNPT Bắc Ninh”.

2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

LTE là một chuẩn cho công nghệ truyền thông dữ liệu không dây và là một sự tiến hóa của các chuẩn GSM/UMTS. Mục tiêu của LTE là tăng dung lượng và tốc độ dữ liệu của các mạng dữ liệu không dây bằng cách sử dụng các kỹ thuật điều chế và DSP mới được phát triển vào đầu thế kỷ 21 này. Một mục tiêu cao hơn là thiết kế lại và đơn giản hóa kiến trúc mạng thành một hệ thống dựa trên nền IP với độ trễ truyền dẫn tổng giảm đáng kể so với kiến trúc mạng 3G. Giao diện không dây LTE không tương thích với các mạng 2G và 3G, do đó nó phải hoạt động trên một phổ vô tuyến riêng biệt.

Các mạng di động tại Việt Nam gồm: Viettel, VinaPhone, MobiFone cũng đã và đang tiếp tục thực hiện triển khai 4G. Cụ thể, đối với mạng di động VinaPhone hiện tại đang sử dụng công nghệ WCDMA/3G - GSM/2G - 4G LTE, nên việc tối ưu trạm hiện có, triển khai mới 4G LTE trên cơ sở kế thừa cơ sở hạ tầng mạng, cũng như hạ tầng nhà trạm có sẵn là hoàn toàn thuận lợi và có tính khả thi cao, giảm thiểu những thay đổi, sử dụng công nghệ mới nhất nhằm đảm bảo tốc độ truyền số liệu mà không cần thay đổi toàn bộ cơ sở hạ tầng mạng đã có.

Do vậy, đề tài tập trung xây dựng “Quy hoạch, tối ưu mạng di động 4G tại VNPT Bắc Ninh”.

3. Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu các vấn đề lý thuyết tổng quan cơ bản về hệ thống và mạng 4G LTE.

Hiểu rõ, nắm chắc vấn đề thiết kế 4G LTE của mạng di động VinaPhone, đánh giá được chất lượng và vùng phủ sóng 4G sau khi phát sóng trạm e-NodeB.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng: Mạng di động 4G LTE.

Phạm vi nghiên cứu: Quy hoạch, tối ưu mạng di động 4G tại VNPT Bắc Ninh.

5. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết: Đọc, hiểu, rút ra được những kiến thức cơ bản, nâng cao.

Phương pháp thực tế: Tham gia vào quá trình triển khai thực tế, tối ưu, lắp đặt phát sóng, đo kiểm vùng phủ sóng sau phát sóng trạm e-NodeB.

6. Kết cấu luận văn:

Ngoài các mục lời cảm ơn, lời cam đoan, mục lục thì luận văn được trình bày gồm các phần chính như sau:

Chương 1: Tổng quan về mạng 4G/ LTE

Chương 2: Các kỹ thuật trong 4G/ LTE Advanced

Chương 3: Quy hoạch, tối ưu mạng di động 4G VinaPhone tại Bắc Ninh

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG 4G/LTE

1.1. Giới thiệu về công nghệ LTE, LTE Advanced

Mạng di động 4G là thế hệ mạng tiếp theo của 3G [11], được IEEE đặt ra nhằm phân biệt với các chuẩn mạng trước đó (2G/3G). Những tiêu chuẩn cơ bản nhất của mạng 4G được ITU chính thức thiết lập vào tháng 3 năm 2008.

LTE (tiếng Anh: Long Term Evolution; tiếng Việt: Tiến hóa dài hạn) được xem là một trong những con đường quan trọng tiến tới công nghệ di động thế hệ thứ 4 (4G). 4G LTE là một chuẩn cho truyền thông không dây tốc độ dữ liệu cao dành cho điện thoại di động và các thiết bị đầu cuối dữ liệu.

LTE được nhận định sẽ tồn tại trong giai đoạn đầu của 4G, tiếp theo đó sẽ là IMT Advance. Hiện nay, tại nhiều nước trên thế giới, khi phiên bản đầu tiên của chuẩn LTE đang hoàn thành thì tâm điểm của sự chú ý đang chuyển sang sự tiến hóa tiếp theo của công nghệ này, đó là LTE-Advanced.

1.2. Mục tiêu thiết kế mạng di động 4G

3GPP đặt ra yêu cầu cao cho LTE bao gồm giảm chi phí cho mỗi bit thông tin, cung cấp dịch vụ tốt hơn, sử dụng linh hoạt các băng tần hiện có và băng tần mới, đơn giản hóa kiến trúc mạng với cá giao tiếp mở và giảm đáng kể năng lượng tiêu thụ ở thiết bị đầu cuối [7, 9]. Mục tiêu này được cụ thể trong bảng 1.1.

Bảng 0.1. Mục tiêu thiết kế LTE

- Bắt đầu các dịch vụ mới dựa trên những khả năng mới - Các dịch vụ cao cấp nhờ nâng cao chất lượng tính năng mạng	- Cơ sở hạ tầng dịch vụ mới - Triển khai nhanh các dịch vụ mới - Kết nối và chuyển giao linh hoạt giữa nhiều hệ thống truy nhập
- Tốc độ truyền dẫn cao nhất - Dung lượng hệ thống - Chi phí	- 100Mb/s (môi trường di động), 1Gb/s (môi trường trong nhà) - Gấp 10 lần hệ thống 3G - 1/10 đến 1/100 trên mỗi bit truyền
- Thời gian trễ	- 50ms hoặc tối ưu hơn

1.2.1. Tiềm năng mạng lưới

Yêu cầu được đặt ra là đạt tốc độ dữ liệu đỉnh cho đường xuống 100Mbit/s và đường lên 50Mbit/s, khi hoạt động trong phân bố phổ 20MHz [4]. Khi mà phân bố

phổ hẹp hơn thì tốc độ dữ liệu đỉnh cũng sẽ tỉ lệ theo. LTE hỗ trợ cả chế độ FDD và TDD.

1.2.2. Hiệu suất mạng lưới

Các mục tiêu thiết kế công năng hệ thống LTE sẽ xác định lưu lượng người dùng, hiệu suất phổ, độ linh động, vùng phủ sóng và MBMS.

Mục tiêu hiệu suất phổ cũng được chỉ rõ, và trong thuộc tính này thì hiệu suất phổ được định nghĩa là lưu lượng hệ thống theo tế bào tính theo bit/s/MHz/ô.

1.2.3. Kiến trúc mạng lưới và khả năng mở rộng, nâng cấp

Nguyên tắc cho việc thiết kế kiến trúc LTE RAN được đưa ra bởi 3GPP [10]:

- Dựa trên gói, tuy vậy lưu lượng lớp thoại và thời gian thực vẫn được hỗ trợ.
- Tối thiểu hóa sự hiện diện của “những hư hỏng cục bộ” mà không cần tăng chi phí cho đường truyền.
- Đơn giản hóa và tối thiểu hóa số lượng giao tiếp đã được giới thiệu.

1.2.4. Quản lý tài nguyên vô tuyến

Những yêu cầu về quản lý tài nguyên vô tuyến được chia ra như sau: Hỗ trợ nâng cao cho QoS đầu cuối đến đầu cuối, hỗ trợ hiệu quả cho truyền dẫn ở lớp cao hơn và hỗ trợ cho việc chia sẻ tải cũng như là quản lý chính sách thông qua các công nghệ truy cập vô tuyến khác nhau.

1.3. Các thông số lớp vật lý của LTE Advanced

LTE sẽ hỗ trợ tốc độ đỉnh tức thời tăng đáng kể. Tốc độ này được định cỡ tùy theo kích thước của phổ được ấn định. LTE sẽ đảm bảo tốc độ số liệu đỉnh tức thời đường xuống lên đến 100Mbit/s khi băng thông được cấp phát cực đại là 20MHz (5bps/Hz) và tốc độ đỉnh đường lên 50 Mbit/s khi băng thông được cấp phát cực đại là 20MHz (2,5bps/Hz). Băng thông LTE được cấp phát linh hoạt từ 1,25 MHz lên đến 20 MHz (gấp bốn lần băng thông 3G-UMTS).

Các mục tiêu về tốc độ số liệu đỉnh nói trên được đặc tả trong UE tham chuẩn gồm: (1) khả năng đường xuống với hai anten tại UE, (2) khả năng đường lên với một anten tại UE.

1.3.1. Dịch vụ trên nền LTE Advanced

Qua việc kết nối đường truyền tốc độ cao, băng thông linh hoạt, hiệu suất phổ cao và giảm thời gian trễ gói, LTE hứa hẹn sẽ cung cấp nhiều dịch vụ đa dạng hơn.

Đối với khách hàng là cá nhân sẽ có thêm nhiều ứng dụng về dòng dữ liệu lớn, tải về và chia sẻ video, nội dung đa phương tiện. Đối với khách hàng là doanh nghiệp, truyền các tập tin lớn với tốc độ cao, chất lượng video hội nghị tốt, ...

1.3.2. Tình hình triển khai 4G tại Việt Nam

Theo số liệu thống kê tháng 5/2018, Việt Nam có trên 123 triệu thuê bao di động, trong đó khoảng 20,8 triệu thuê bao 4G, chiếm 40% tổng số thuê bao di động băng rộng 3G, 4G. Dự báo 4G tại Việt Nam sẽ tăng trưởng và đạt đỉnh vào năm 2024. Từ nay đến 2023, ước tính mức độ tiêu dùng dữ liệu 4G sẽ tăng 9 lần.

Trong năm 2019, Bộ TT&TT tích cực tháo gỡ các khó khăn để cấp phép băng tần bổ sung cho 4G. Theo kế hoạch, Viettel sẽ bổ sung thêm gần 10.000 trạm BTS 4G trên băng tần 2100MHz vừa được Bộ TT&TT cấp phép cho 15 tỉnh/thành phố lớn, có nhu cầu sử dụng data cao như: Hà Nội, TPHCM, Đà Nẵng, Hải Phòng, Quảng Ninh... Thời gian lắp đặt và dự kiến hoàn thành toàn bộ trong Quý II/2019.

Hãng Ericsson vừa công bố bản Báo cáo di động tháng 6/2019 của hãng (Ericsson Mobility Report), cho thấy dung lượng dữ liệu mỗi tháng trên mỗi máy smartphone sẽ tăng từ 3,6GB lên tới 17GB với tỷ lệ tăng trưởng CAGR là 29% tại Đông Nam Á và châu Đại Dương. Nguyên nhân là do số lượng thuê bao 4G LTE tăng mạnh, và người dùng trẻ tuổi thay đổi thói quen xem video trên di động. 4G LTE tiếp tục là công nghệ truy cập chiếm ưu thế nhất đến năm 2024 trong khu vực.

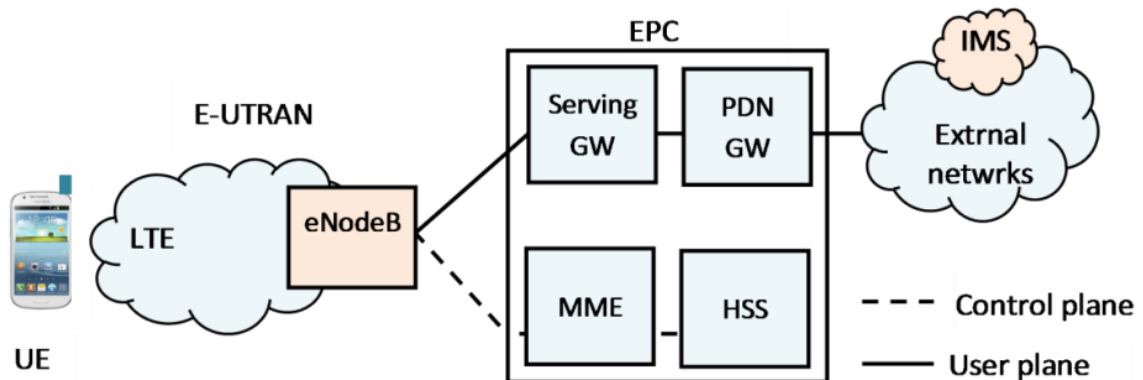
1.4. Kết luận chương

Trong chương 1 luận văn đã đi sâu vào nghiên cứu, tìm hiểu và giới thiệu tổng quan mạng 4G/LTE bao gồm mục tiêu thiết kế, tiềm năng công nghệ, hiệu suất hệ thống, các thông số lớp vật lý, dịch vụ của LTE, tình hình triển khai mạng di động 4G tại Việt Nam. Những nội dung nghiên cứu cũng cho thấy rằng dựa trên công nghệ 4G/LTE với những đặc tính nổi trội như tốc độ, băng thông,... các doanh nghiệp viễn thông tại Việt Nam đã và đang tập trung nghiên cứu, triển khai rộng rãi trên cả nước và đây chính là tiền đề, nền tảng cho việc triển khai các dịch vụ data, video của các nhà mạng, đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ ngày càng cao của khách hàng.

CHƯƠNG 2. CÁC KỸ THUẬT TRONG 4G/LTE ADVANCED

2.1. Cấu trúc mạng 4G

LTE được thiết kế để hỗ trợ cho các dịch vụ chuyển mạch gói, đối lập với chuyển mạch kênh truyền thống. Hình 2.1 sẽ mô tả chi tiết cấu trúc cơ bản của 4G/LTE [1].



Hình 2.1. Cấu trúc cơ bản của LTE

2.1.1. Cấu trúc cơ bản SAE của LTE

Quá trình nghiên cứu phát triển UMTS lên 3G phát triển và tiến dần đến 4G là việc đưa ra công nghệ HSPA và LTE cho phần vô tuyến và SAE cho phần mạng.

LTE không chỉ đề cập quanh sự tiến triển của việc truy cập vô tuyến thông qua E-UTRAN (Evolved-UTRAN), nó còn được kết hợp cùng với các phương diện cải tiến “không vô tuyến” dưới thuật ngữ SAE bao gồm mạng lõi gói cải tiến EPC [4]. Các thành phần của mạng lõi EPC [2] bao gồm:

- Cổng phục vụ (Serving Gateway S – GW)
- Cổng mạng dữ liệu gói P-GW
- Thực thể quản lý tính di động MME
- Chức năng chính sách và quy định tính phí PCRF
- Máy chủ quản lý thuê bao thường trú HSS

2.1.2. Cấu trúc của LTE liên kết với các mạng khác

Kiến trúc hệ thống 4G LTE/SAE tương tác với các mạng 2G và 3G GPRS/UMTS. EPS [10] cũng hỗ trợ kết nối và chuyển giao với các mạng dùng kỹ thuật truy cập vô tuyến khác như GSM, UMTS, CDMA2000 và WIMAX.

2.2. Các kênh trên giao diện vô tuyến 4G

2.2.1. Kênh logic

Kênh logic trong giao diện vô tuyến 4G được định nghĩa bởi thông tin nó mang bao gồm: Kênh điều khiển quảng bá (BCCH); Kênh điều khiển tìm gọi (PCCH); Kênh lưu lượng riêng (DTCH); Kênh lưu lượng đa phương (MTCH).

2.2.2. Kênh truyền tải

Kênh truyền tải trong mạng thông tin di động 4G, bao gồm các kênh sau: Kênh quảng bá (BCH); Kênh tìm gọi (PCH); Kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH); Kênh đa phương (MCH).

2.2.3. Kênh vật lý

Các kênh vật lý sử dụng cho dữ liệu người dùng bao gồm: Kênh vật lý chia sẻ đường xuống (PDSCH); Kênh vật lý điều khiển đường xuống (PDCCH); Kênh vật lý quảng bá (PBCH); Kênh vật lý chia sẻ đường lên (PUSCH); Kênh vật lý điều khiển đường lên (PUCCH).

2.3. Kiến trúc giao thức 4G

Ở 4G/LTE chức năng của RLC đã được chuyển vào eNodeB, cũng như chức năng của PDCP với mã hóa và chèn tiêu đề. Vì vậy, các giao thức liên quan của lớp vô tuyến được chia trước đây ở UTRAN là giữa NodeB và RNC bây giờ chuyển thành giữa UE và eNodeB.

2.3.1. Mặt phẳng người sử dụng

Điều khiển dữ liệu trong suốt quá trình chuyển giao

2.3.2. Mặt phẳng điều khiển

Có chức năng điều khiển chính trong tầng truy cập, chịu trách nhiệm thiết lập các thông báo vô tuyến, cấu hình tất cả các lớp thấp hơn sử dụng báo hiệu RRC giữa eNodeB và UE.

2.4. Chuyển giao

Chuyển giao là phương tiện cần thiết để thuê bao có thể di chuyển trong mạng.

2.4.1. Mục đích chuyển giao

Lý do cơ bản của chuyển giao là kết nối vô tuyến không thỏa mãn một bộ tiêu chuẩn nhất định. Do đó hoặc UE hoặc UTRAN sẽ thực hiện các công việc để cải thiện kết nối đó.

2.4.2. Trình tự chuyển giao

Chuyển giao cùng tần số (intra-frequency) được thực hiện giữa các ô cell (Cellular) trong cùng một eNodeB. Chuyển giao khác tần số (inter-frequency) được thực hiện giữa các cell thuộc các eNodeB khác nhau.

Trình tự chuyển giao giữa hai cell trong LTE thực hiện qua 3 pha như sau: Pha đo lường; Pha quyết định; Pha thực hiện.

2.4.3. LTE Advanced đa sóng mang và MIMO siêu cao

Trung tâm của LTE là ý tưởng của kỹ thuật đa anten được sử dụng để tăng vùng phủ sóng và khả năng của lớp vật lý [6]. Các chế độ gồm: Đơn đầu vào đơn đầu ra (SISO); Đơn đầu vào đa đầu ra (SIMO); Đa đầu vào đơn đầu ra (MISO); Đa đầu vào đa đầu ra (MIMO).

Hiện nay, tính năng mới của LTE-Advanced là kỹ thuật cộng gộp sóng mang, kỹ thuật MIMO với 8 cặp anten tải xuống và 4 cặp anten tải lên, kỹ thuật truyền chuyển tiếp, kỹ thuật điều khiển giảm can nhiễu tăng cường giữa các tế bào, kỹ thuật phối hợp đa điểm.

2.4.4. Mô hình đường xuống của LTE trong kịch bản đa ô

Kỹ thuật chuyển giao cũng như các thuật toán chuyển giao hay các quyết định chuyển giao đều được thực hiện tại mô hình đường xuống của LTE trong kịch bản đa ô cho các người dùng di chuyển giữa các eNodeB. Hai thành phần có liên quan đến là: Bộ xử lý chuyển giao và MME/Gateway. Hệ thống truyền dẫn đường xuống của LTE dựa trên kỹ thuật OFDM.

2.5. Kết luận chương

Chương 2 đã khái quát được cấu trúc mạng 4G, các đặc tính kỹ thuật cũng như giới thiệu về khái niệm, mục đích và trình tự chuyển giao trong mạng 4G. Ngoài ra còn khái quát hóa được mô hình đa ô (mô hình chính được sử dụng để xét chuyển giao).

Mạng 4G có ưu điểm vượt trội so với 3G về tốc độ, thời gian trễ nhỏ, hiệu suất sử dụng phổ cao cùng với việc sử dụng băng thông linh hoạt, cấu trúc đơn giản nên giảm được giá thành. Để tạo nên các ưu điểm đó, là nhờ việc sử dụng kỹ thuật OFDMA ở đường xuống. Cùng với các kỹ thuật trên LTE còn hỗ trợ MIMO, MIMO là một phần tất yếu của LTE để đạt yêu cầu về thông lượng và hiệu quả sử dụng phổ.

CHƯƠNG 3. QUY HOẠCH, TỐI ƯU MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G VINAPHONE TẠI BẮC NINH

3.1. Khái quát về tình hình chính trị, kinh tế và xã hội của tỉnh Bắc Ninh

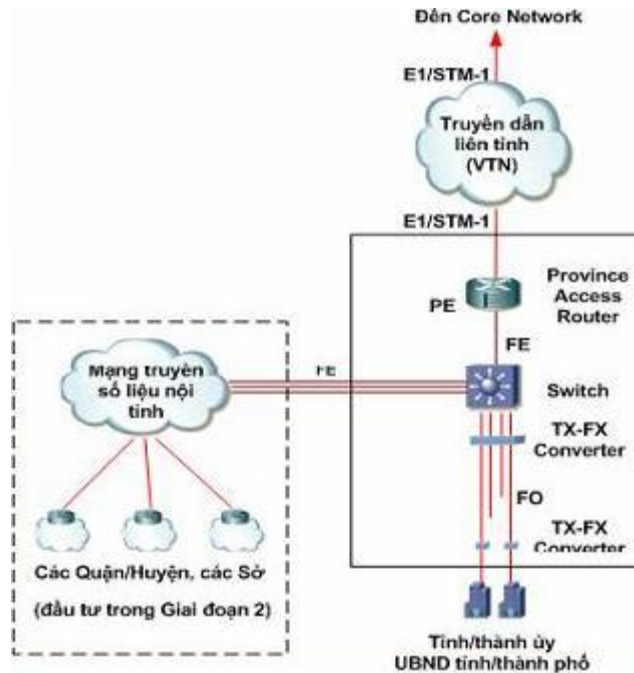
Bắc Ninh là một tỉnh nằm trong vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc. Với diện tích 822,7 km², dân số 1.368.840 người, mật độ dân số 1,664 người/km². Tỉnh có 8 đơn vị hành chính, bao gồm: Thành phố Bắc Ninh, thị xã Từ Sơn và 6 huyện: Tiên Du, Yên Phong, Thuận Thành, Quế Võ, Gia Bình và Lương Tài với 126 đơn vị hành chính cấp xã, trong đó có 94 xã, 26 phường và 6 thị trấn.

3.2. Khái quát về hiện trạng mạng thông tin di động 2G/3G/4G của VinaPhone tại Bắc Ninh

Công nghệ thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh triển khai trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh là công nghệ 4G LTE của Huawei (Trung Quốc).

Năm 2017, VNPT Bắc Ninh [14] đã lắp đặt 65 trạm eNodeB được lắp đặt ở những địa điểm có mật độ dân cư cao như thành phố Bắc Ninh. Đến nay, VNPT Bắc Ninh đã có khoảng 50.000 thuê bao di động 4G hoạt động thường xuyên trên mạng 4G của VNPT Bắc Ninh.

Mạng truy nhập cấp trong tỉnh được mô tả như hình dưới đây:



Hình 3.1. Sơ đồ khối mạng tổng thể truy nhập tại tỉnh Bắc Ninh

Toàn viễn thông tỉnh quản lý khai thác, sử dụng 5.800 km cáp quang các loại [14]. Với 16 Ring CSG tốc độ cao 10Gbps, năng lực mạng truyền tải và xử lý chuyển mạch nội tỉnh với 09 Ring truyền tải đường trục băng rộng, tốc độ mỗi Ring lên tới 50Gb/s.

Một số nhận xét đánh giá: Khả năng mạng 4G hiện tại chưa đáp ứng hết nhu cầu của khách hàng như số lượng trạm 4G còn hạn chế, các khu dân cư vùng sâu, vùng xa của một số huyện còn chưa được phủ sóng mạng 4G. Trong khi đó nhu cầu khách hàng sử dụng mạng 4G của Bắc Ninh là rất lớn; Đặc biệt là các khu công nghiệp, làng nghề, trên các đường cao tốc trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

3.3. Quy hoạch và triển khai mạng 4G Vinaphone tại Bắc Ninh

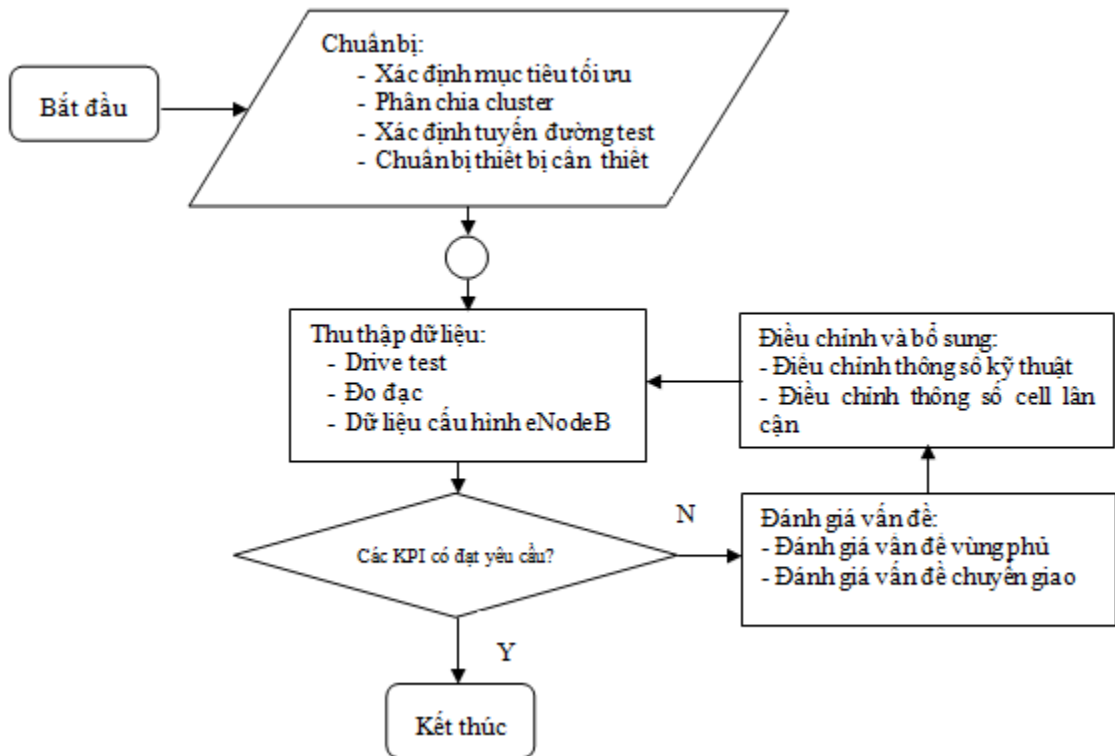
Mục đích của quy hoạch mạng vô tuyến là để tối đa vùng bao phủ mạng trong khi cung cấp được dung lượng mong muốn tại cùng thời điểm.

Quy trình và phương pháp quy hoạch chung cho mạng di động 4G LTE gồm:

B1- Khởi tạo và phân tích vùng phủ: Bao gồm dự báo lưu lượng và phân tích vùng phủ

B2- Quy hoạch chi tiết: Cần áp dụng hai điều kiện tối ưu sau cho tính toán quy hoạch mạng, để xác định số trạm eNodeB cần lắp đặt

B3- Vận hành và tối ưu hóa mạng: Các mô hình truyền được đề xuất là mô hình truyền sóng Hata-Okumura, mô hình Walfish-Ikegami. Quá trình vận hành mạng sẽ diễn ra thường xuyên các công việc quy hoạch, thiết kế, thiết lập và tối ưu mạng. Quy trình thực hiện tối ưu mạng được mô tả như hình sau:



Hình 3.2. Quy trình thực hiện tối ưu

3.3.1. Quy hoạch, định cỡ mạng truyền tải cho 4G

Quy hoạch dung lượng

Tính số eNodeB được tính bởi khía cạnh dung lượng:

$$\text{Số eNodeB} = \frac{\text{OVERALLDATARATE}}{\text{SITECAPACITY}} \quad (3.7)$$

Tính toán cellthroughput:

$$1 \text{ frame} = 10 \text{ ms} = 10 \text{ subframe} = 20 \text{ times slot}$$

1 timeslot = 0.5 ms = 7 ký tự OFDM với normal CP và 6 ký tự OFDM với CP mở rộng.

Tốc độ (number of bits in a sub-frame) = 100RBs x 12 sub-carriers x 2 slots x 7 modulation symbols x 6 bits = 100800 bits. Do đó tốc độ dữ liệu là 100.8 Mbps. Sử dụng MIMO2x2 cho tốc độ dữ liệu là 2x100.8=201.6 Mbps. Sử dụng mã hóa bảo vệ ¾ thì ta có tốc độ bằng 0.75x201.6= 115 Mbps.

Để tính toán cellthroughput trước tiên ta xét tốc độ bit đỉnh (peak bit rate).

$$\text{Tốc độ bit đỉnh} = \frac{\text{Số bit}}{\text{Hz}} \times \text{Số sóng mang con} \times \frac{\text{Số ký tự subframe}}{1 \text{ ms}} \quad (3.8)$$

Bảng 3.1. Tốc độ bit đỉnh tương ứng với từng tốc độ mã hóa và băng thông

MCS	Kỹ thuật anten sử dụng	Tốc độ bit đỉnh trên sóng mang con/băng thông				
		72/1.4 Mhz	180/3.0 Mhz	300/5.0 Mhz	600/10 Mhz	1200/20 Mhz
OPSK $1/2$	Dòng đơn	0.9	2.2	3.6	7.2	14.4
16QAM $1/2$	Dòng đơn	1.7	4.3	7.2	14.4	28.8
16QAM $3/4$	Dòng đơn	2.6	6.5	10.8	21.6	43.2
64 QAM $3/4$	Dòng đơn	3.9	9.7	16.2	32.4	64.8
64 QAM $4/4$	Dòng đơn	5.2	13.0	21.6	43.2	86.4
64 QAM $3/4$	2x2 MIMO	7.8	19.4	32.4	64.8	129.6
64 QAM $4/4$	2x2 MIMO	10.4	25.9	43.2	86.4	172.8

Tương ứng với mỗi MCS và tốc độ bit đỉnh là mỗi mức SINR, ta xét trong điều kiện kênh truyền AWGN nên SNR được dùng thay cho SINR, tốc độ bit đỉnh được xem như dung lượng kênh. Dựa vào công thức dung lượng kênh Shannon:

$$C1 = BW \log_2(1+SNR)$$

Ta suy ra được SNR: $SNR = 2^{(C1/BW)-1}$ (lần)

Từ SNR tìm được ta tính thông lượng cell (cell throughput) qua công thức:

$$C = F \times BW \times \log_2(1+SNR)$$

Băng thông cấu hình được tính theo công thức sau :

$$BW = \frac{NSC \times N_S \times N_{RB}}{T_{sub}} \quad (3.9)$$

Tính toán Overall data rate được tính toán theo công thức sau:

$$\text{Overall data rate} = \text{Số user} \times \text{Tốc độ bit đỉnh} \times \text{Hệ số OBF} \quad (3.10)$$

Trong đó hệ số OBF = 20.

Các thông số đầu vào của tính dung lượng tại một phần tử mạng (eNobeB) gồm: Băng thông dựa trên cấu hình được sử dụng và băng thông cung cấp ta tính được các chi phí tổn hao băng thông và đưa ra băng thông khả dụng.

Các thông số đầu ra của tính toán dung lượng tại một phần tử mạng (eNobeB): Từ dung lượng tại một phần tử tác xác định được số lượng đầu cuối có thể đáp ứng đồng thời (dựa trên tốc độ số liệu yêu cầu R_{sub} và tải trung bình L_{bh} ...).

Với ước lượng người dùng ta tính được số site cần lắp đặt. Ta tính được dung lượng tổng cần đáp ứng (số site * dung lượng site eNodeB)

$$N_{sub} = N_{sector} \times \frac{C_{cap} \times L_{bh}}{\frac{R_{sub}}{O_{factor}}} \quad \text{và} \quad N_{site} = \frac{N_{total}}{N_{sub}} \quad (3.13)$$

3.3.2. Quy hoạch và định cỡ mạng vô tuyến cho 4G

Mục đích là cung cấp một cấu trúc mạng chung, High Level Network Design cho dự án 3G/ 4G LTE của VinaPhone tại Bắc Ninh.

Quy hoạch đường truyền:

Tính toán quỹ đường truyền ước lượng suy hao tín hiệu cho phép cực đại (pathloss) giữa di động và trạm gốc. Tổn hao lớn nhất cho phép cho ta ước lượng vùng phủ của cell lớn nhất với mô hình kênh truyền phù hợp. Tính toán quỹ đường lên cho LTE.

Thông số, công thức sử dụng để tính toán quỹ đường truyền lên cho LTE:

- Công suất máy phát (P_{Txm}):
- Khuếch đại anten (G_m):
- Tổn hao phi đơ và bộ nối (L_{fm})
- Tổn hao cơ thể (L_{body}):

• Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương ($EIRP_m$): Có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau: $EIRP_m = P_{Txm} + G_m + L_{fm} - L_{body}$ (3.14)

• Hệ số tạp âm máy thu (NF):

• Công suất tạp âm nhiệt đầu vào máy thu (N_i): Có đơn vị là dBm và được tính toán bằng công thức sau: $N_i = 30 + 10 \lg k + 10 \lg 290K + 10 \lg B$ (3.15)

• Công suất tạp âm nền máy thu (N_i): Có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau: $N = N_i + NF$

(3.16)

• Dự trữ nhiễu (M_i): dự trữ nhiễu ở LTE sẽ nhỏ hơn dự trữ nhiễu ở WCDMA vì các tín hiệu ở đường lên đã được trực giao. Nó có đơn vị là dB và nó có giá trị nằm trong khoảng từ 1-10 dB.

• Tổng tạp âm nhiễu + giao thoa ($N + I$): Có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau: $(N + I)(dBm) = N + M_i$ (3.17)

• Tỷ số SNR yêu cầu (SNR_r): Được lấy từ mô phỏng. Có đơn vị là dB.

• Độ nhạy máy thu hiệu dụng (P_{min}): Có đơn vị là dB và được xác định theo công thức sau: $P_{min} = (N + I) (dBm) + SNR_r (dB)$ (3.18)

• Khuếch đại anten trạm gốc (G_b): Phụ thuộc vào kích cỡ anten và số sector. Có giá trị từ 15 đến 21 dBi. Đơn vị của nó là dBi.

• Tổn hao phi đơ và bộ nối (L_f): Tổn hao ở phía trạm gốc. Có đơn vị là dB.

• Khuếch đại MHA (G_{MHA}): Là bộ khuếch đại trên tháp anten, đơn vị là dB.

• Tổn hao đường truyền cực đại cho phép (L_{max}): Có đơn vị là dB và được tính toán theo công thức sau: $L_{max} = EIRP_m - P_{min} + G_b - L_f + G_{MHA}$ (3.19)

❖ Tính toán quỹ đường lên cho LTE

Ví dụ về quỹ đường truyền lên LTE cho 64kbps với máy thu trạm gốc 2 anten

Bảng 3.2. Ví dụ về quỹ đường truyền lên của LTE

Máy phát (đầu cuối di động)		
Công suất phát (dBm)	24,0	P_{Txm}
Khuếch đại anten (dBi)	0,0	G_m
Tổn hao phi đơ + bộ nối (dB)	0,0	L_{fm}
Suy hao cơ thể của MS ở đường lên (dB)	0,0	L_{body}
Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương (dBm)	24,0	$EIRP_m = P_{Txm} + G_m - L_{fm} - L_b$
Máy thu (BS)		
Hệ số tạp âm máy thu trạm gốc (dB)	2,0	NF
Công suất tạp âm nhiệt đầu vào máy thu (dBm)	-118,4	$N_i = 30 + 10 \lg k + 10 \lg 290K + 10 \lg (360KHz)$
Công suất tạp âm nền máy thu (dBm)	-116,4	$N = N_i + NF$
Dự trữ nhiễu (dB)	2,0	M_i
Tổng tạp âm + giao thoa (dBm)	-114,4	$(N + I) (dBm) = N + M_i$
Tỷ số SNR yêu cầu (dB)	-7	SNR_r , từ mô phỏng
Độ nhạy máy thu (dBm)	-121,4	$P_{min} = (N + I) (dBm) + SNR_r$
Khuếch đại anten (dBi)	18,0	G_b
Tổn hao phi đơ + bộ nối trạm gốc	2,0	L_f

Khuếch đại MHA (dB)	2,0	G_{MHA}
Tổn hao đường truyền cực đại (dB)	163,4	$L_{max} = EIRP_m - P_{min} + G_b + G_{MHA} - L_f$

Bảng 3.3. Ví dụ của quỹ đường xuống LTE

Máy phát (trạm gốc)		
Công suất phát (dBm)	46,0	P_{Txb}
Khuếch đại anten (dBi)	18,0	G_b
Tổn hao phi đơ + bộ nối	2,0	L_f
Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương (dBm)	62,0	$EIRP_m = P_{Txm} + G_b - L_f$
Máy thu (đầu cuối di động)		
Hệ số tạp âm máy thu (dB)	7,0	NF
Công suất tạp âm nhiệt đầu vào máy thu (dBm)	-104,5	$N_i = 30 + 10 \lg k + 10 \lg 290K + 10 \lg (9MHz)$
Công suất tạp âm nền máy thu (dBm)	-97,5	$N = N_i + NF$
Dự trữ nhiễu (dB)	3,0	M_i
Bổ sung nhiễu kênh điều khiển	1,0	M_{cch}
Tổng tạp âm + giao thoa (dBm)	-93,5	$(N + I) \text{ (dBm)} = N + M_i + M_{cch}$
Tỷ số SNR yêu cầu (dB)	-10	SNR_r , từ mô phỏng
Độ nhạy máy thu (dBm)	-103,5	$P_{min} = (N + I) \text{ (dBm)} + SNR_r$
Khuếch đại anten (dBi)	0,0	G_b
Tổn hao phi đơ + bộ nối (dB)	0,0	L_{fm}
Suy hao cơ thể (dB)	0,0	L_{body}
Tổn hao đường truyền cực đại (dB)	165,5	$L_{max} = EIRP_b - P_{min} + G_m - L_f - L_{body}$

Quy hoạch vùng phủ:

- Tính suy hao cực đại cho phép từ việc tính toán quỹ đường truyền

Tính toán theo mô hình Walfisch – Ikegami ta tính được:

- Suy hao cực đại cho phép đường lên: 159.9 dB
- Suy hao cực đại cho phép đường xuống: 162.2 dB

- Tính số trạm BS dựa theo bán kính phục vụ của BS và diện tích phủ sóng của cell

Tính bán kính cell: Tần số làm việc (f): 1800 MHz

Với điều kiện địa hình, dân số và mức độ phát triển ở các huyện và thành phố thuộc tỉnh Bắc Ninh nên ta có được các thông số như sau:

- ❖ Độ rộng đường phố (w) : 15 m
- ❖ Khoảng cách giữa các tòa nhà (b) : 35 m
- ❖ Độ cao trung bình của tòa nhà (hr) : 15 m
- ❖ Độ cao của anten mobile (hm) : 1,5 m
- ❖ Độ cao trung bình của anten BS (hb) : 30 m
- ❖ Góc tới của tia sóng từ tòa nhà đến mặt đường: $b/2 \approx 20^\circ$

Sử dụng kết quả suy hao cực đại cho phép ở đường lên và đường xuống tương ứng là: 163.4 dB và 165.4 dB ta tính được:

- Suy hao cực đại cho phép đường lên: 159.9 dB
- Suy hao cực đại cho phép đường xuống: 162.2 dB

Quy hoạch dung lượng ở Bắc Ninh:

- Tính toán dung lượng mạng trước khi quy hoạch lại:

$$\text{Áp dụng công thức: Số eNodeB} = \frac{OVEEALLDATARATE}{SITECAPACITY}$$

Trong đó: Sitecapacity là bội số của thông lượng cell (cellthroughput) nó tùy thuộc vào cấu hình của cell trên site.

Bắc Ninh hiện đang đưa vào sử dụng 330 eNodeB. Áp dụng công thức N_{sub} và N_{site} ở trên ta có:

$$N_{sub} = N_{sector} \times \frac{C_{cap} \times L_{bh}}{\frac{R_{sub}}{O_{factor}}} = 3 \times \frac{220.0,5}{\frac{30}{100}} = 1100 \text{ (thuê bao)}$$

$$N_{total} = N_{sub} \times N_{site} = 1100 \times 330 = 363.000 \text{ (thuê bao)}$$

Như vậy, quy hoạch 330 trạm eNodeB 4G ở Bắc Ninh có thể đáp ứng được 363.000 thuê bao truy cập cùng lúc, thực tế thì sẽ khó có thể xảy ra, nhưng trên lý thuyết là vẫn chưa đạt, vì theo báo cáo của viễn thông Bắc Ninh trên địa có khoảng

74.275 thuê bao di động 4G, cùng với tốc độ phát triển 15% năm. Ví dụ như khu vực KCN Sam Sung – Yên Phong có 5 trạm eNode 4G số người có thể truy cập đồng thời là 5500 thuê bao, thường xuyên xảy ra hiện tượng nghẽn mạng, rớt mạng, mạng yếu.

* Tính toán dung lượng mạng sau khi quy hoạch lại:

Tinh chỉnh cell throughput: Giả sử mạng lưới sử dụng: loại site có 3 sector, MSC (mã hóa và điều chế) kiểu 64 QAM $\frac{3}{4}$, kỹ thuật anten sử dụng 2x2Mimo, băng thông của hệ thống là 20MHz.

$$N_{\text{total}} = N_{\text{sub}} \times N_{\text{site}} = 2200 \times 330 = 726.000 \text{ (thuê bao)}.$$

Như vậy với việc điều chỉnh MSC (mã hóa và điều chế) kiểu 64 QAM $\frac{3}{4}$, kỹ thuật anten sử dụng 2x2Mimo, băng thông của hệ thống là 20MHz. Vậy tốc độ bit đỉnh = 64,8MHz (đề xuất sử dụng modun phát quang công suất $\geq 1.25\text{Gbps}$ để có thể tăng băng thông lên 20Mhz). Thì lượng thuê bao có thể truy cập cùng lúc trên toàn tỉnh tăng gấp đôi. Song mở rộng băng thông trên toàn tỉnh là rất tốn kém, cần đo kiểm các chỉ tiêu Kpi ở các điểm có hiện tượng nghẽn mạng, rớt mạng giờ cao điểm. Để đưa ra các giải pháp như điều chỉnh thông lượng cell, kiểm tra phần cứng eNodeB, công suất phát, thông số của anten, hoặc kiểm tra neighbor đưa ra quyết định thêm bớt neighbor

Áp dụng lý thuyết tính toán, ta tính được số eNode cho từng vùng cụ thể dựa trên quy hoạch và dựa trên thực tế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh như sau:

Đơn vị	Năm		Số BS thực tế	Số BS được tính toán
	2015	2020		
	Số thuê bao	Số thuê bao		
Tỉnh Bắc Ninh	48910	72255	382	330
Bắc Ninh	9844	14544	108	95
Từ Sơn	8640	12764	40	33
Yên Phong	7436	10985	61	54
Quế Võ	5205	7689	47	40
Tiên Du	4892	7227	40	36
Thuận Thành	4415	6522	37	30

Lương Tài	4318	6379	26	22
Gia Bình	4160	6145	23	20

3.3.3. Thiết kế, quy hoạch lắp đặt cell chi tiết cho các e-NodeB

Để đáp ứng và nâng cao chất lượng dịch vụ nhà mạng cần thiết phải quy hoạch và triển khai các femtocell.

Lắp đặt thiết bị Femtocell

Về kết nối:

- Mỗi thiết bị smallcell có 2 cổng quang và 2 cổng điện tốc độ Gb)
- Mô hình kết nối: Có thể đấu nối chuỗi 3 thiết bị smallcell với nhau bằng cổng quang hoặc cổng điện rồi lên cổng của thiết bị Switch.

Vùng phủ sóng:

Về bản chất thiết bị được tích hợp tương đương một trạm 4G. Tuy nhiên 1 thiết bị femtocell chỉ có thể phủ sóng 1 hướng (tương đương 1 anten của thiết bị macro hoặc distribute của 4G thông thường).

Cụ thể, khu công nghiệp Yên Phong – Bắc Ninh hiện đã lắp đặt thử nghiệm tất cả 10 Femtocell:

- 3 thiết bị được triển khai tại công ty SamSung SEV.
- 3 thiết bị được triển khai tại công ty SamSung Display.
- 2 thiết bị được triển khai tại Ngô Xá – xã Long Châu.
- 2 thiết bị được triển khai tại Mẫn Xá – xã Long Châu.

Theo số liệu được lấy ra từ báo cáo của Trung tâm Điều hành Thông tin VNPT Bắc Ninh về kiểm tra độ khả dụng của Femtocell trước và sau khi đưa vào sử dụng tại Mẫn Xá – xã Long Châu thể hiện ở Bảng 3.4.

Bảng 3.4. Kiểm tra độ khả dụng của Femtocell

KPI name	Yêu cầu	Trước khi sử dụng		Sau khi sử dụng		So sánh trước và sau sử dụng
		Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá	
RRC connection ESR (all service) (%)	≥ 99	99.95	Đạt	99.95	Đạt	Tương đương
ERAB setup Success Rate (%)	≥ 99	99.95	Đạt	99.95	Đạt	Tương đương

Data call setup Success Rate (%)	≥ 99	99.11	Đạt	99.28	Đạt	Cải thiện
Call drop Rate (%)	≤ 1.2	0.08	Đạt	0.02	Đạt	Cải thiện
Intra Freq Handover HO Success Rate (%)	≥ 99	99.98	Đạt	99.98	Đạt	Tương đương
Inter Frequency HO Success Rate (%)	≥ 98	99.49	Đạt	99.49	Đạt	Tương đương
Inter RAT HO out Success Rate (%)	≥ 90	92.06	Đạt	98.81	Đạt	Cải thiện
Độ sẵn sàng % RSCP > -100dBm	≥ 95	96.06	Đạt	98.8	Đạt	Cải thiện
Used downlink Resource Block	≤ 70	34.26	Đạt	34.07	Đạt	Tương đương
Used uplink Resource Block	≤ 70	10.58	Đạt	10.51	Đạt	Tương đương

Kết quả về KPI 4G trước và sau khi sử dụng Femtocell đều đạt tiêu chuẩn, có 4 chỉ tiêu đã được cải thiện:

- Data call setup Success Rate % (tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công).
- Call drop Rate % (tỷ lệ cuộc gọi vị rớt).
- Inter RAT HO out Success Rate % (kết nối chuyển giao liên mạng).
- Độ sẵn sàng % RSCP > -100dBm.

3.3.4. Đo kiểm vùng phủ sóng, đánh giá chất lượng mạng lưới sau khi phát sóng trạm e-NodeB

* Việc đo kiểm và giám sát KPI có thể thực hiện bằng OMC hoặc DriveTest

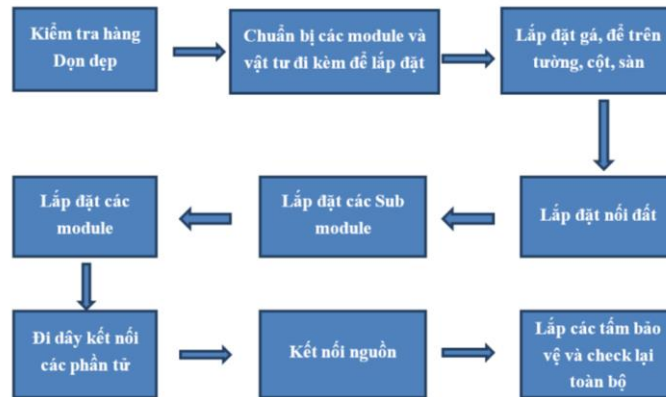
Trong hệ thống trước, mạng lõi quản lý RNC, RNC quản lý các trạm BS và BS lại quản lý các UE. Vì thế khi UE chuyển qua vùng RNC khác phục vụ, thì mạng lõi chỉ biết đến RNC đang phục vụ UE, mọi chuyển giao được điều khiển bởi RNC. Nhưng đối với E-UTRAN, mạng lõi có thể thấy mọi chuyển giao. Ở WCDMA, chúng ta dùng CPICH RSCP để quyết định chuyển giao thì ở LTE ta sẽ dùng RSRP.

* Giám sát qua OMC được thực hiện một cách liên tục, thống kê đầy đủ KPI, có thể phát hiện sự cố.

3.3.5. Tối ưu, lắp đặt trạm mới e-NodeB tận dụng hạ tầng có sẵn

Quá trình tối ưu bao gồm các bước: Chuẩn bị, Thu thập dữ liệu, Phân tích dữ liệu và tiến hành tối ưu.

Quy trình lắp đặt được mô tả cơ bản như hình 3.3



Hình 3.3. Sơ đồ khối các bước triển khai trạm SRAN

Sau khi áp dụng, tính toán và thực hiện việc quy hoạch, tối ưu mạng di động 4G VNPT Bắc Ninh, đề tài đã thu được một số kết quả khả quan:

- Tối ưu hóa các tham số hệ thống
- Đo kiểm Driving test theo route gồm TPO và 03 huyện TSN, TDU, YPG trước tối ưu và sau tối ưu; Đo kiểm hiện trường, đánh giá xử lý chất lượng mạng tại các vị trí PAKH và đo kiểm xử lý badcell trên địa bàn toàn tỉnh.
- Tunning vùng phủ dựa vào phân tích logfile đo kiểm đưa ra tổng số 208 CRs gồm 106 CRs 2G, 45 CRs 3G, 57CRs 4G; Thực hiện hiệu chỉnh tối ưu vùng phủ sóng trên địa bàn toàn tỉnh tổng số 208 CRs trong đó: 106 CRs 2G, 45 CRs 3G, 57CRs- 4G Thực hiện Crs điều chỉnh E-tilt 25 cell 4G tối ưu vùng phủ sóng trên OMC.
- Xử lý cảnh báo HW/badcell tồn tại và phát sinh trên địa bàn tỉnh; Phối hợp xử lý các trạm BTS/NodeB có cảnh báo truyền dẫn và chất lượng truyền dẫn kém: 12 NodeB và 1 EnodeB; Xử lý các trạm có chất lượng HW kém gây suy giảm chất lượng theo yêu cầu của RNOC: Xử lý 13 cell có HW kém bị PB, IOI.

Như vậy, sau khi thực hiện tối ưu, đảm bảo các chỉ tiêu đặt ra theo đúng kế hoạch, kết quả tối ưu đã thu được một số các kết quả khả quan có thể được tóm tắt lại như sau:

Thứ nhất, tối ưu vùng phủ sóng: đề tài đã thực hiện tuning vùng phủ 4G khu vực TPO và các huyện như Tiên DU, Từ Sơn, Yên Phong,... Các chỉ tiêu KPI vùng phủ ổn định và cải thiện sp với trước tối ưu. Trước khi tối ưu, tầng ứng dụng 4G throughout DL (kbpd) >5000 và throughout UL (kbpd) >5000 lần lượt đạt 89.78%

và 94.76%, sau khi tối ưu đã được cải thiện rõ rệt lên tới 90.13% và 96.19%. Tương tự thế, trước khi tối ưu, 4G mean Throughput DL (Mbps) và Throughput UL (Mbps) lần lượt là 21.8% và 31.9%; sau khi tối ưu đạt 24.36% và 33.9%.

Thứ hai, việc tối ưu KPI hệ thống cũng được duy trì cải thiện các chỉ số KPI so với trước tối ưu.

Thứ ba, đề tài đã xử lý được các HW/Badcell tồn tại và phát sinh như đã xử lý các cách báo HW/truyền dẫn, CLK và diệt 46 badcell 4G đạt tỷ lệ xử lý 76% so với trước tối ưu.

Cuối cùng, đề tài cũng đã hoàn thành việc kiểm tra xử lý các điểm đen trên địa bàn toàn tỉnh.

3.4. Kết luận chương

Nội dung chương 3 trình bày kết quả nghiên cứu việc triển khai thực tế mạng di động 4G VinaPhone tại Bắc Ninh, từ quy hoạch, định cỡ, thiết kế High Level Design - Low Level Design, lắp đặt, phát sóng và đo kiểm chất lượng mạng 4G.

Do đặc thù đường lên và đường xuống trong mạng 4G là bất đối xứng, một trong hai đường sẽ thiết lập giới hạn về dung lượng hoặc vùng phủ sóng. Việc tính toán quỹ đường truyền và phân tích nhiễu không phụ thuộc vào loại công nghệ sử dụng, cấu hình trạm và số lượng các phần tử mạng để dự báo giá thành đầu tư cho mạng.

Qua phân tích ở trên có thể thấy để quy hoạch vùng phủ ta cần dựa vào quỹ đường truyền và mô hình truyền sóng cụ thể, kết hợp với diện tích cần phủ sóng.

Mặt khác việc triển khai mạng 4G phần lớn được thực hiện trên hạ tầng nhà trạm, cột BTS sẵn có đang dùng cho thiết bị 2G/3G. Do đó việc thiết kế vị trí lắp đặt anten, tủ nguồn, fidor, thiết bị cần phải được thiết kế và tính toán chi tiết để vừa đảm bảo chất lượng vùng phủ, đồng thời phải thuận lợi trong công tác vận hành, khai thác. Một số các KV không cải thiện nhiều do vùng hờ cần chú ý bổ sung NewSite/Remote cho phù hợp với điều kiện trên địa bàn tỉnh.

KẾT LUẬN

Luận văn đã trình bày các đặc điểm kỹ thuật của hệ thống LTE bao gồm mục tiêu thiết kế, tiềm năng công nghệ, hiệu suất hệ thống, các thông số lớp vật lý, dịch vụ của LTE. Những nội dung nghiên cứu trên cho thấy 4G là một công nghệ với những đặc tính kỹ thuật ưu việt. Do vậy các doanh nghiệp viễn thông tại Việt Nam đã và đang tập trung nghiên cứu và triển khai thử nghiệm làm tiền đề cho việc triển khai rộng rãi trên toàn quốc.

Qua các tham số phân tích ở trên, với những ưu điểm vượt trội của mạng 4G cả về tốc độ, băng thông làm nền tảng cho việc triển khai các dịch vụ dữ liệu, video của các nhà mạng, đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ ngày càng cao của khách hàng. Các kết quả nghiên cứu cho thấy 4G có ưu điểm vượt trội so với 3G cả về tốc độ, thời gian trễ, hiệu suất sử dụng phổ cùng với việc sử dụng băng thông linh hoạt, cấu trúc đơn giản nên giảm được giá thành.

Việc nghiên cứu công nghệ LTE và các đặc tính kỹ thuật là tiền đề để tiến hành thiết kế và quy hoạch mạng di động 4G VinaPhone tại Bắc Ninh, từ khâu quy hoạch, định cỡ, thiết kế High Level Design - Low Level Design, lắp đặt, phát sóng và đo kiểm chất lượng mạng 4G. Với đặc thù hiện nay mạng 4G phần lớn được triển khai trên nền tảng các trạm BTS 2G/3G có sẵn. Tuy nhiên do công suất, vùng phủ của các trạm 2G, 3G, 4G là khác nhau nên cần có những khảo sát và cách tiếp cận phù hợp trong thiết kế và quy hoạch mạng để đưa ra các giải pháp tối ưu được chất lượng vùng phủ cũng như chi phí. Và đây cũng là những kết quả chính đạt được trong khuôn khổ nội dung của luận văn.

Do sự hạn chế về kiến thức và thời gian nên luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy em rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của các thầy cô giáo để luận văn được hoàn thiện hơn.