

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Vũ Quang Thạch

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ GPON VÀ ỨNG DỤNG
TRONG VIỆC XÂY DỰNG MẠNG TRUYỀN DẪN CHO
THÀNH PHỐ THÔNG MINH TỈNH BẮC NINH**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

(Theo định hướng ứng dụng)

Hà Nội, 2021

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Vũ Quang Thạch

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ GPON VÀ ỨNG DỤNG
TRONG VIỆC XÂY DỰNG MẠNG TRUYỀN DẪN CHO
THÀNH PHỐ THÔNG MINH TỈNH BẮC NINH**

CHUYÊN
NGÀNH:

KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

MÃ SỐ:

8.52.02.08

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
(Theo định hướng ứng dụng)

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. LÊ NHẬT THẮNG

Hà Nội, 2021

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan những nội dung tôi viết trong luận văn thạc sĩ: “Nghiên cứu công nghệ GPON và ứng dụng trong việc xây dựng mạng truyền dẫn cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh” do thầy giáo, PGS.TS. Lê Nhật Thăng hướng dẫn là công trình tổng hợp, nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả những nội dung trong luận văn đúng như trong đề cương đã được phê duyệt và theo yêu cầu của thầy hướng dẫn. Các thông tin sử dụng trong luận văn thạc sĩ có nguồn gốc rõ ràng và được trích dẫn đầy đủ.

Hà Nội, ngày 20 tháng 01 năm 2021

Học viên

Vũ Quang Thạch

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin cảm ơn Khoa Đào tạo Sau Đại học, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và các thầy, cô giảng dạy trực tiếp đã giúp đỡ, truyền đạt cho tôi nhiều kiến thức bổ ích cho công việc thực tế của bản thân, đồng thời giải đáp cho tôi những thắc mắc, cũng như tạo điều kiện tốt nhất để tôi thực hiện luận văn tốt nghiệp này.

Đặc biệt, tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến **PGS.TS. Lê Nhật Thăng** - Trưởng Khoa Đào tạo Sau Đại học, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, người đã tận tình hướng dẫn và giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn này trong suốt thời gian vừa qua.

Tôi xin gửi lời cảm ơn các anh, chị Phòng Bưu chính và Viễn thông - Sở Thông tin và Truyền thông tỉnh Bắc Ninh đã giúp đỡ về chuyên môn và tạo điều kiện về thời gian để tôi thực hiện luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn các anh, chị, em và bạn bè lớp cao học kỹ thuật viễn thông đã động viên, giúp đỡ tôi trong quá trình học tập và hoàn thiện luận văn thạc sĩ này.

Mặc dù tôi đã nỗ lực và cố gắng hoàn thành tốt nghiệp luận văn thạc sĩ bằng tất cả nhiệt tình và năng lực của mình, nhưng với thời gian và khả năng có hạn, nên luận văn không thể tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế. Tôi rất mong nhận được sự quan tâm, góp ý của các thầy, cô và các bạn để tôi bổ sung, hoàn thiện trong quá trình nghiên cứu tiếp theo về vấn đề này.

Tôi xin chân thành cảm ơn.

Hà Nội, ngày 20 tháng 01 năm 2021

Học viên

Vũ Quang Thạch

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
AES	Advanced Encrytion Standard	Chuẩn mật mã tiên tiến
AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
AP	Access Point	Điểm truy nhập
APON	ATM Pasive Optical Network	Mạng quang thụ động ATM
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ truyền tải không đồng bộ
BDA	Dynamic Bandwith Allocation	Cấp phát băng thông động
BPON	Broadband Passive Optical Network	Mạng quang thụ động băng rộng
CATV	Cable Television	Truyền hình cáp
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect	Đa truy nhập cảm nhận sóng mang/tách xung đột
FEC	Forward Error Correction	Sửa lỗi tiến hướng thuận
FTTB	Fiber to the Building	Cáp quang nối đến tòa nhà
FTTC	Fiber to the Curb	Cáp quang đến cụm dân cư
FTTCab	Fiber to the Cabinet	Cáp quang nối đến cabin
FTTH	Fiber to the Home	Cáp quang đến nhà thuê bao
GEM	GPON Encapsulation Method	Phương thức đóng gói GPON
GEPON	Gigabit Ethernet Passive Optical Networks	Mạng quang thụ động Gigabit Ethernet
GPON	Gigabit Passive Optical Network	Mạng quang thụ động Gigabit
HDTV	High Definition Television	Truyền hình độ phân giải cao
HFC	Hybrid Fiber Coaxial	Mạng lai giữa cáp đồng và cáp quang
IDC	International Data Corporation	Công ty Dữ liệu quốc tế
IEC	International Electrotechnical Commission	Ủy ban Kỹ thuật điện quốc tế
IoT	Internet of Things	Internet vạn vật
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IPTV	Internet Protocol Television	Truyền hình Internet
ISO	International Organization for Standardization	Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế
ITU	International Telecommunications Union	Liên minh Viễn thông quốc tế
ODN	Optical Distribution Network	Mạng phân phối quang
OLT	Optical Line Terminal	Thiết bị kết cuối đường quang

OMCI	ONT Management and Control Interface	Giao diện điều khiển và quản lý ONT
ONT	Optical Network Terminal	Thiết bị đầu cuối mạng quang
ONU	Optical Network Unit	Thiết bị kết cuối mạng quang
PON	Passive Optical Networks	Mạng quang thụ động
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RTD	Round Trip Delay	Trễ khứ hồi
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Phân số cấp đồng bộ
SDTV	Standard Definition Television	Truyền hình độ phân giải tiêu chuẩn
SNI	Service Node Interface	Giao diện nút dịch vụ
SONET	Synchronous Optical NETwork	Mạng quang đồng bộ
TC	Transmission Convergence	Hội tụ truyền dẫn
TCONT	Transmission Container	Khối truyền dẫn
TDM	Time Division Multiplexing	Ghép kênh theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
UNI	User Network Interface	Giao diện mạng người dùng
VoD	Video On Demand	Video theo yêu cầu
VoIP	Voice over Internet Protocol	Giao thức thoại qua internet
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Ghép kênh theo bước sóng

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tổng hợp số lượng vị trí, camera theo cấp huyện đến năm 2030	20
Bảng 2.1. Đặc tính kỹ thuật cơ bản của lớp vật lý	38
Bảng 2.2. Bảng băng thông của các dịch vụ.....	40
Bảng 3.1. Tổng hợp số lượng vị trí, camera theo các cấp huyện đến năm 2022.....	55

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Môi quan hệ giữa các đặc trưng và các lĩnh vực trong TPTM.....	4
Hình 1.2. Lợi ích thành phố thông minh đem lại	6
Hình 1.3. Hệ thống chỉ số xây dựng TPTM của trường Đại học Viên cho các thành phố nhỏ và trung bình của Châu Âu.....	7
Hình 1.4. Mô hình kiến trúc tổng thể thành phố thông minh	11
Hình 1.5. Mô hình các hệ thống thành phố thông minh	12
Hình 1.6. Khung ứng dụng phát triển thành phố thông minh	13
Hình 1.7. Các thành phần hạ tầng kỹ thuật thành phố thông minh	15
Hình 1.8. Mô hình triển khai TPTM tỉnh Bắc Ninh	16
Hình 2.1. Cấu trúc mạng GPON.....	24
Hình 2. 2. Kỹ thuật đa truy nhập TDMA trong GPON	27
Hình 2.3. GPON Ranging pha 1	30
Hình 2.4. GPON Ranging pha 2	30
Hình 2. 5. Thủ tục cấp phát băng thông trong GPON.	32
Hình 2. 6. Báo cáo phân bổ băng thông trong GPON.	33
Hình 2.7. Tình hình triển khai GPON trên thế giới.....	36
Hình 2.8. Mô hình mạng truy nhập FTTx	41
Hình 3.1. Mô hình mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.....	47
Hình 3.2. Mô hình mạng MAN-E thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.....	48
Hình 3.4. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng tại khu vực nhu cầu phát triển ít	50
Hình 3.3. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng tại đô thị.....	49
Hình 3.5. Sơ đồ kết nối camera giao thông tại Cầu Hồ về Trung tâm tích hợp dữ liệu tỉnh Bắc Ninh.....	52
Hình 3.6. Kết quả đo băng thông camera Cầu Hồ.....	53
Hình 3.7. Sơ đồ kết nối camera Cầu Hồ qua mạng GPON của Viettel.....	53
Hình 3.8. Kết quả đo suy hao trên tuyến	54
Hình 3.9. Bản đồ phân bố camera trên toàn tỉnh theo khu vực các huyện, thị xã, thành phố	56

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	iii
DANH MỤC BẢNG.....	v
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	vi
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: THÀNH PHỐ THÔNG MINH	3
1.1. Thành phố thông minh	3
1.1.1. Khái niệm về thành phố thông minh.....	3
1.1.2. Các đặc trưng cơ bản và các lĩnh vực của TPTM.....	3
1.1.3. Lợi ích của TPTM.....	5
1.1.4. Xác định tiêu chí xây dựng TPTM	6
1.2. Mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh.....	7
1.2.1. Khái quát điều kiện địa lý, kinh tế - xã hội tỉnh Bắc Ninh	7
1.2.2. Lựa chọn mô hình xây dựng TPTM cho Bắc Ninh	9
1.2.3. Mô hình kiến trúc tổng thể TPTM.....	10
1.2.4. Cơ sở hạ tầng và Trung tâm điều hành TPTM	11
1.2.5. Khung ứng dụng phát triển TPTM	12
1.2.6. Hạ tầng kỹ thuật - CNTT và TT cho TPTM.....	14
1.2.7. Mô hình triển khai TPTM tỉnh Bắc Ninh	16
1.3. Kinh nghiệm triển khai mạng truyền dẫn TPTM ở Việt Nam	17
1.3.1. Xây dựng thành phố thông minh hơn tại Đà Nẵng.....	17
1.3.2. Xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh	17
1.3.3. Phát triển dịch vụ đô thị thông minh tại Thừa Thiên Huế	18
1.4. Dự báo nhu cầu dịch vụ băng rộng phục vụ cho TPTM tỉnh Bắc Ninh	19
1.5. Kết luận Chương 1	20
CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG GPON	22
2.1. Giới thiệu chung	22
2.1.1. Tình hình chuẩn hóa GPON	22

2.1.2. Cấu trúc mạng GPON	23
2.1.3. Thông số kỹ thuật.	24
2.2. Đặc điểm công nghệ GPON	26
2.2.1. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh.....	26
2.2.2. Phương thức đóng gói dữ liệu	28
2.2.3. Định cỡ và phân định băng thông động	28
2.2.4. Bảo mật và mã hóa sửa lỗi.....	33
2.2.5. Chất lượng và khả năng cung cấp băng thông.....	34
2.3. Tình hình triển khai GPON trên thế giới và tại Việt Nam.....	36
2.3.1. Tình hình triển khai trên Thế giới.....	36
2.3.2. Tình hình triển khai tại Việt Nam.....	37
2.3.3. Nhận xét về tình hình triển khai công nghệ GPON trên thế giới và tại Việt Nam.....	38
2.4. Một số vấn đề cần quan tâm khi tính toán thiết kế đối với mạng GPON...38	
2.5. Định hướng phát triển GPON cho mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh	39
2.5.1. Định hướng phát triển các dịch vụ mới	39
2.5.2. Định hướng phát triển mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh.....	40
2.5.3. Định hướng công nghệ cho mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh.....	42
2.6. Kết luận Chương 2	43
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPON TRONG VIỆC XÂY DỰNG MẠNG TRUYỀN DẪN CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH TỈNH BẮC NINH	45
3.1. Nguyên tắc triển khai.....	45
3.1.1. Nguyên tắc chung	45
3.1.2. Các bước xây dựng cấu hình mạng.....	46
3.2. Mô hình thực tế	47
3.2.1. Nguyên lý thuyết kế.....	47
3.2.2. Mô hình thiết kế mạng MAN-E của mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh	48
3.2.3. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng TPTM tỉnh Bắc Ninh	49
3.3. Tính toán băng thông, lựa chọn thiết bị.....	50

3.3.1. Tính toán băng thông cho các loại dịch vụ	50
3.3.2. Tính toán băng thông cho thiết bị GPON	50
3.3.3. Nguyên tắc lựa chọn thiết bị	51
3.3.4. Kết quả thí điểm camera giám sát, giao thông.....	51
3.4. Triển khai GPON cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, định hướng đến năm 2030	54
3.4.1. Triển khai mạng GPON thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022...	54
3.4.2. Định hướng phát triển mạng GPON đến năm 2030	60
3.5. Kết luận Chương 3	61
KẾT LUẬN	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO	64
PHỤ LỤC	66
Phụ lục 1.1: Lộ trình triển khai các dự án trọng điểm xây dựng mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đến năm 2022 [4]	66
Phụ lục 1.2. Tổng hợp số lượng vị trí, camera trên địa bàn tỉnh đến năm 2030	68
Phụ lục 1.3. Chỉ số băng thông của các loại dịch vụ [2]	72

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, với sự bùng nổ của cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ tư (Cách mạng Công nghiệp 4.0), xu hướng xây dựng đô thị thông minh, thành phố thông minh, cũng như áp dụng công nghệ tiên tiến vào cuộc sống đã trở thành phương thức phát triển tất yếu đối với các đô thị, nhất là những thành phố lớn trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Không nằm ngoài xu hướng đó, Bắc Ninh là một trong những tỉnh/thành phố được Thủ tướng Chính phủ cho phép thí điểm xây dựng và triển khai mô hình thành phố thông minh. Qua nghiên cứu, tìm hiểu các mô hình thành phố thông minh trên thế giới, Khu vực Châu Á-Thái Bình Dương và các kinh nghiệm của thành phố Đà Nẵng [5], thành phố Hồ Chí Minh [6],... tỉnh Bắc Ninh xác định xây dựng mô hình thành phố thông minh với 6 lĩnh vực cốt lõi: nền kinh tế thông minh, dịch chuyển thông minh, công dân thông minh, môi trường thông minh, quản trị thông minh và cuộc sống thông minh. Với các hệ thống thành phần: Trung tâm tích hợp dữ liệu thành phố thông minh, mạng WAN nội tỉnh cho các cơ quan nhà nước, xây dựng Chính quyền điện tử, triển khai hệ thống camera giám sát, an ninh, giao thông trên toàn tỉnh, Trung tâm điều hành thành phố thông minh, xây dựng hệ thống thu thập, phân tích thông tin và cảnh báo sớm các vấn đề có thể xảy ra... trong đó riêng với hệ thống camera giám sát, an ninh, giao thông, hệ thống camera, sensor theo dõi, cảnh báo đối với môi trường dự kiến triển khai với số lượng camera rất lớn khoảng hơn 17.000 camera với chủng loại khác nhau. Do vậy cần mạng truyền mạng băng thông rộng, tốc độ truy nhập cao để đáp ứng yêu cầu cho mô hình thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh có hai nhà mạng là Viễn thông Bắc Ninh (thuộc Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam) và Viettel Bắc Ninh (thuộc Tập đoàn Công nghiệp Viễn thông Quân đội Viettel) có hạ tầng truyền dẫn cáp quang rộng khắp và đang cung cấp một số dịch vụ internet băng rộng cho tỉnh như: hệ thống mạng WAN nội tỉnh kết nối đến các Sở, ban, ngành, Ủy ban nhân dân (UBND) cấp huyện, cấp xã, hệ thống camera giám sát trên địa bàn thành phố Bắc Ninh,... Tuy nhiên, mỗi nhà mạng có một hạ tầng riêng không đồng bộ thống nhất, khó khăn trong việc kết nối với Trung tâm tích hợp dữ liệu của tỉnh, cũng như vấn đề đảm bảo an toàn, an ninh thông tin; việc mở rộng mạng lưới hạ tầng mạng phụ thuộc vào các nhà mạng,...

Công nghệ truy nhập quang thụ động GPON đã được ITU chuẩn hóa, hiện nay là một trong những công nghệ được ưu tiên lựa chọn cho triển khai mạng truy nhập cáp quang FTTH tại nhiều quốc gia trên thế giới như Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc... cũng như tại Việt Nam. GPON là công nghệ hướng tới tích hợp cung cấp nhiều dịch vụ như thoại, hình ảnh và số liệu với băng thông lớn tốc độ cao. Do vậy, GPON sẽ là công nghệ truy nhập được lựa chọn triển khai ở hiện tại và tương lai.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu công nghệ GPON và ứng dụng trong việc xây dựng mạng truyền dẫn cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh để đảm bảo được tính kinh tế - kỹ thuật và đáp ứng được nhu cầu trao đổi thông tin hiện tại và trong tương lai của Bắc Ninh là một vấn đề cấp thiết.

Xuất phát từ những cơ sở khoa học và thực tiễn đó, em đã quyết định chọn đề tài: *“Nghiên cứu công nghệ GPON và ứng dụng trong việc xây dựng mạng truyền dẫn cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh”* làm luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật, luận văn tốt nghiệp thạc sĩ gồm 3 chương:

Chương 1: Thành phố thông minh.

Chương 2: Công nghệ mạng quang thụ động GPON.

Chương 3: Ứng dụng công nghệ GPON trong việc xây dựng mạng truyền dẫn cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

CHƯƠNG 1: THÀNH PHỐ THÔNG MINH

1.1. Thành phố thông minh

1.1.1. Khái niệm về thành phố thông minh

Một thành phố bền vững thông minh là một thành phố sáng tạo có sử dụng Công nghệ thông tin (CNTT) và truyền thông (ICT) và các phương tiện khác để cải thiện chất lượng cuộc sống, hiệu quả hoạt động của đô thị và dịch vụ, tính cạnh tranh, trong khi đảm bảo rằng nó đáp ứng các nhu cầu của thế hệ hiện tại và tương lai về khía cạnh kinh tế, xã hội và môi trường [4].

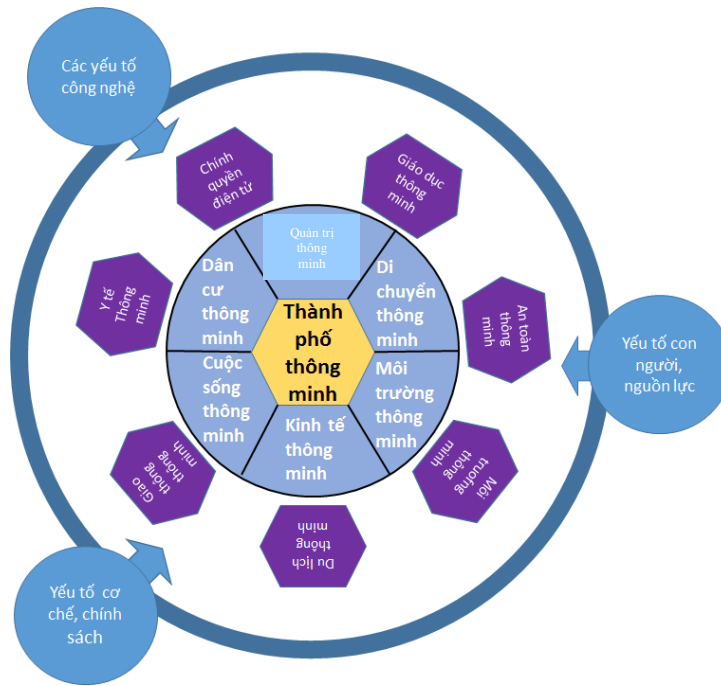
Có nhiều tổ chức nghiên cứu, đưa ra các khái niệm khác liên quan đến thành phố thông minh (TPTM) như: thành phố tri thức, thành phố kết nối, thành phố số, thành phố sinh thái (eco-city)... Tuy nhiên hiện nay khái niệm TPTM là khái niệm phổ biến, được cả thế giới nghiên cứu, cơ quan quản lý, doanh nghiệp và người dân chấp nhận.

1.1.2. Các đặc trưng cơ bản và các lĩnh vực của TPTM

Đặc trưng cơ bản của TPTM gồm 6 đặc trưng đó là: nền kinh tế thông minh, dịch chuyển thông minh, môi trường thông minh, quản trị thông minh, công dân thông minh và cuộc sống thông minh [4]. Với những đặc trưng này, việc xây dựng và phát triển TPTM sẽ bao hàm mọi vấn đề về kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội của một thành phố. Như vậy, việc xây dựng TPTM sẽ giải quyết toàn diện mọi vấn đề trong quản lý, phát triển thành phố chứ không đơn thuần là xây dựng thành phố theo hướng là thành phố công nghệ, thành phố của máy móc và thiết bị công nghệ thông tin

Từ các đặc trưng cơ bản của TPTM, có rất nhiều tổ chức, quốc gia nghiên cứu, xây dựng các chương trình, dự án thuộc phạm vi của TPTM. Tùy theo thực tế, điều kiện của từng địa phương và cách tổ chức quản lý có thể lựa chọn, ưu tiên một số thành phần, lĩnh vực ứng dụng thông minh để triển khai thực hiện. Tuy nhiên, hiện nay chưa có quy định về tiêu chuẩn chung cho việc xây dựng TPTM. Do vậy một thách thức lớn đặt ra trong việc xây dựng TPTM là cần phải có một khung kiến trúc để tạo ra một nền tảng tích hợp dữ liệu, chia sẻ dữ liệu và làm nền tảng cho một TPTM.

Mối quan hệ giữa các đặc trưng cơ bản và các lĩnh vực (chính quyền điện tử, giáo dục thông minh, an toàn thông minh,...) của một TPTM được mô tả như hình 1.1 dưới đây [4]:



Hình 1.1. Mối quan hệ giữa các đặc trưng và các lĩnh vực trong TPTM

Nhìn nhận TPTM theo các góc độ có thể được hiểu [4] như sau:

Từ góc độ công nghệ, TPTM là một hệ sinh thái đồng bộ của các nhiều thành phần nhỏ cùng vận hành, tương tác với nhau. Sự tích hợp của nhiều thành phần đó dựa trên tính mở và tính tiêu chuẩn hóa, đây là những nguyên tắc cơ bản trong xây dựng TPTM. Các công nghệ cơ sở để xây dựng một TPTM bao gồm hệ thống cáp quang và di động tốc độ cao, các thiết bị cảm biến cố định và di động cần thiết của các hệ thống thông minh. Điều này rất phù hợp với sự phát triển của lĩnh vực viễn thông, CNTT và các ngành công nghệ như AI, IoT hiện nay, khi dịch vụ 4G đã được phủ sóng từ năm 2016, các hệ thống cáp quang đã được đầu tư đến xã, các thiết bị smartphone, smarthome... đang khá phổ dụng có giá thành ngày càng hạ...

Từ góc độ đô thị hóa cũng như hiện đại hoá nông thôn, các vấn đề phát sinh trong đô thị cũng như nông thôn mới đang ngày càng trở nên thách thức với việc tổ chức các dịch vụ công cũng như các tiện ích tổng thể về giáo dục, y tế, thể thao, giải trí... cho người dân ở các địa phương. Các giải pháp đồng bộ trên cơ sở áp dụng các tiến bộ của khoa học công nghệ vì thế là tối quan trọng để giải quyết các vấn đề toàn diện như vậy.

Từ góc độ chuyển đổi ngành công nghiệp, tại Việt Nam hiện nay phát triển công nghiệp là mũi nhọn của nền kinh tế, phát triển các ngành công nghiệp đặc biệt với ngành

công nghiệp nặng với mức tiêu thụ năng lượng cao, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng ảnh hưởng đến môi trường sống. Nếu tiếp tục phát triển công nghiệp như hiện nay thì phải gánh chịu hậu quả là rất lớn, chính vì thế phải có giải pháp thúc đẩy ứng dụng công nghệ thông tin, công nghệ mới trong quá trình sản xuất để nâng cao năng suất lao động và bảo vệ môi trường sống.

Từ góc độ cơ chế - thể chế, trong quá trình xây dựng chính quyền điện tử, TPTM, cần những giải pháp, định hướng và hành động mang tính “kiến tạo” mạnh mẽ hơn, hướng tới phục vụ người dân, doanh nghiệp hiệu quả hơn. Việc ứng dụng những thành tựu mới của CNTT, đặc biệt là giải pháp về phân tích dữ liệu lớn (big data), ứng dụng AI,.. hiện nay sẽ đóng vai trò vô cùng to lớn trong việc hỗ trợ các hoạch định chiến lược cũng như các quyết sách hiệu quả gắn với đời sống hàng ngày của người dân.

1.1.3. Lợi ích của TPTM

Việc xây dựng TPTM là việc ứng dụng đồng bộ các giải pháp công nghệ thông tin trên tất cả các lĩnh vực đời sống kinh tế, xã hội dựa trên 6 đặc trưng cơ bản đã phân tích ở trên, nó đem lại rất nhiều lợi ích cho người dân và chính quyền ở các mặt cơ bản sau đây:

- Về phát triển kinh tế: TPTM tạo động lực cho phát triển những lĩnh vực kinh tế theo định hướng phát triển xanh sẽ phát huy lợi thế của các ngành công nghiệp địa phương, đảm bảo kiểm soát tốt môi trường, khai thác tài nguyên một cách hiệu quả và đẩy mạnh công nghiệp có hàm lượng chất xám cao ở địa phương, hướng đến nền kinh tế tri thức.

- Về cung cấp dịch vụ cho người dân: Người dân sống trong TPTM ngoài việc được sống trong môi trường an toàn, không ô nhiễm, sẽ còn được hưởng đầy đủ các dịch vụ chất lượng về y tế, giáo dục,...

- Về quản lý quy hoạch đô thị: TPTM cho phép kết nối đồng bộ nhiều lĩnh vực trong một không gian đô thị, từ đó tích hợp được đầy đủ thông tin về kết cấu hạ tầng, kinh tế xã hội của thành phố.

- Về công tác quản trị đô thị: TPTM cho phép chính quyền có thể vận hành và giám sát các hệ thống cơ sở hạ tầng một cách thông minh nhất thông qua hệ thống quản lý giám sát tự động.

- Về cung cấp thông tin cho việc hỗ trợ ra quyết định: TPTM thu thập rất nhiều thông tin (quá khứ, hiện tại, thời gian thực ...), thực hiện dự báo dài hạn hơn, toàn diện

hơn, độ chính xác cao hơn, đưa ra phương án tối ưu trong thời gian tương đối ngắn và từ đó hỗ trợ lãnh đạo ra quyết định một cách hiệu quả hơn, thông minh hơn.

Lợi ích của TPTM xét cho cùng là làm người dân được cảm thấy cuộc sống hạnh phúc hơn: tiếp cận dịch vụ tốt hơn, sống trong môi trường an toàn và trong sạch hơn và kinh tế phát triển bền vững...

Hình 1.2 minh họa một cách khái quát lợi ích tổng thể mà TPTM đem lại cho 3 chủ thể: người dân, chính quyền và doanh nghiệp [4].



Hình 1.2. Lợi ích thành phố thông minh đem lại

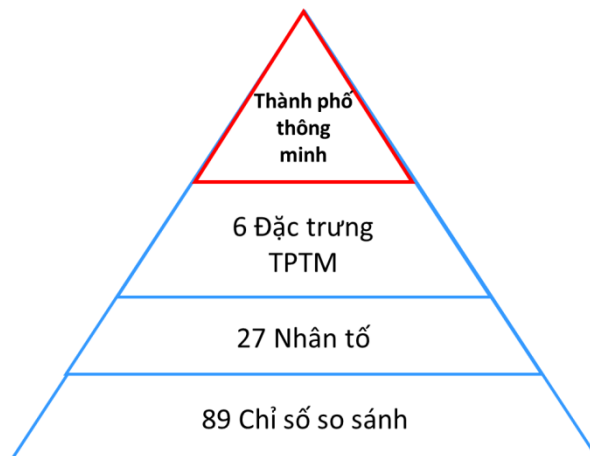
1.1.4. Xác định tiêu chí xây dựng TPTM

Khi xây dựng TPTM, cần phải xác định các chuẩn áp dụng có thể kết nối tất cả các ứng dụng thông minh thành một hệ thống chỉnh thể, vận hành đồng bộ và hiệu quả [4]. Các tiêu chuẩn kỹ thuật cho phép kết nối giữa các bộ phận: tiêu chuẩn về dữ liệu sẽ giúp đảm bảo một khả năng lưu trữ, trao đổi, chia sẻ, tích hợp, an toàn bảo mật; tiêu chuẩn về quản trị tạo ra một cách thức làm việc thống nhất, đồng bộ cho tất cả các bên tham gia... Hệ thống các tiêu chuẩn cho phép triển khai, kiểm tra, đánh giá, quản lý chất lượng, chia sẻ dữ liệu, khai thác hạ tầng dùng chung giữa các lĩnh vực thông minh.

Hiện nay, trên thế giới chưa có một hệ thống các tiêu chuẩn đầy đủ, thống nhất về TPTM. Các tổ chức tiêu chuẩn quốc tế hàng đầu như ISO, ITU,... đã và đang rất tích cực nghiên cứu, triển khai xây dựng tiêu chuẩn quốc tế về TPTM, trong đó ISO đã đưa ra các tiêu chuẩn đầu tiên về TPTM như: ISO 37120, ISO/TR 37150, ISO 37101, ISO 37102, ISO/TR 37121, ISO 37151, ISO 37152... các tiêu chuẩn này tập trung vào việc định hình và phát triển bền vững cộng đồng, đưa ra các tiêu chí đánh giá chất lượng cuộc sống và dịch vụ cung cấp cho cộng đồng. Các tiêu chuẩn này đặt ra các yêu cầu rất cao về TPTM, và cần phải có một quá trình dài mới đạt được.

Đối với Việt Nam, bước đầu đặt nền móng cho việc xây dựng TPTM, trên cơ sở nghiên cứu kinh nghiệm của các nước, chúng ta có thể sử dụng một hệ thống các tiêu chí xây dựng TPTM dựa trên 6 đặc trưng cơ bản của TPTM như trình bày ở trên để cho phép có thể so sánh mức độ thông minh hơn so với các thành phố khác.

Cấu trúc của hệ thống chỉ tiêu đó được xây dựng trên một cấu trúc như hình 1.3. TPTM gồm 6 đặc trưng như phân tích ở trên. Từ 6 đặc trưng trên xác định ra 27 nhân tố tác động đến mức độ thông minh. Từ 27 nhân tố trên xác định được 89 chỉ số về TPTM [4].



Hình 1.3. Hệ thống chỉ số xây dựng TPTM của trường Đại học Viên cho các thành phố nhỏ và trung bình của Châu Âu

1.2. Mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh

1.2.1. Khái quát điều kiện địa lý, kinh tế - xã hội tỉnh Bắc Ninh

Bắc Ninh là một tỉnh cửa ngõ phía Bắc của Thủ đô Hà Nội, với diện tích là 822,71 km và dân số khoảng 1,4 triệu người. Phía Bắc giáp tỉnh Bắc Giang, phía Tây và Tây Nam giáp Thủ đô Hà Nội, phía Nam giáp với tỉnh Hưng Yên, phía Đông giáp với tỉnh Hải Dương. Bắc Ninh là tỉnh thuộc vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ có các hệ thống

giao thông thuận lợi kết nối với các tỉnh trong vùng như quốc lộ 1A nối Hà Nội - Bắc Ninh - Lạng Sơn; Đường cao tốc 18 nối sân bay Quốc tế Nội Bài - Bắc Ninh - Hạ Long; Quốc lộ 38 nối Bắc Ninh - Hải Dương - Hải Phòng; Trục đường sắt xuyên Việt chạy qua Bắc Ninh đi Lạng Sơn và Trung Quốc; Mạng đường thủy sông Cầu, sông Đuống, sông Thái Bình rất thuận lợi nối Bắc Ninh với hệ thống cảng sông và cảng biển của vùng tạo cho Bắc Ninh là địa bàn mở gắn với phát triển của thủ đô Hà Nội, theo định hướng xây dựng các thành phố vệ tinh và sự phân bố công nghiệp của Hà Nội. Đây là những yếu tố rất thuận lợi để phát triển kinh tế - xã hội và giao lưu của Bắc Ninh với bên ngoài [2].

Bắc Ninh là tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng và là một trong 8 tỉnh thuộc vùng Kinh tế trọng điểm Bắc Bộ, khu vực có mức tăng trưởng kinh tế cao, giao lưu kinh tế mạnh của cả nước, tạo cho Bắc Ninh nhiều lợi thế về phát triển và chuyển dịch cơ cấu kinh tế.

Là cửa ngõ phía Đông Bắc và là cầu nối giữa Hà Nội và các tỉnh trung du miền núi phía Bắc và trên hành lang kinh tế Nam Ninh - Lạng Sơn - Hà Nội - Hải Phòng - Hạ Long và có vị trí quan trọng về an ninh quốc phòng. Thành phố Bắc Ninh chỉ cách trung tâm Thủ đô Hà Nội 30 km, cách sân bay Quốc tế Nội Bài 45 km, cách Hải Phòng 110 km. Vị trí địa kinh tế liền kề với thủ đô Hà Nội, trung tâm kinh tế lớn, một thị trường rộng lớn hàng thứ hai trong cả nước, có sức cuốn hút toàn diện về các mặt chính trị, kinh tế, xã hội, giá trị lịch sử văn hoá, đồng thời là nơi cung cấp thông tin, chuyển giao công nghệ và tiếp thị thuận lợi đối với mọi miền đất nước. Hà Nội sẽ là thị trường tiêu thụ trực tiếp các mặt hàng của Bắc Ninh về nông - lâm - thủy sản, vật liệu xây dựng, hàng tiêu dùng, hàng thủ công mỹ nghệ. Bắc Ninh cũng là địa bàn mở rộng của Hà Nội qua xây dựng các thành phố vệ tinh, là mạng lưới gia công cho các xí nghiệp của thủ đô trong quá trình công nghiệp hoá - hiện đại hoá [2].

Với vị trí địa kinh tế thuận lợi sẽ là yếu tố phát triển quan trọng và là một trong những tiềm lực to lớn cần được phát huy một cách triệt để nhằm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và thúc đẩy quá trình đô thị hoá của tỉnh Bắc Ninh. Xét trên khía cạnh cấu trúc hệ thống đô thị và các điểm dân cư của tỉnh thì các đô thị Bắc Ninh sẽ dễ trở thành một hệ thống hòa nhập trong vùng ảnh hưởng của thủ đô Hà Nội và có vị trí tương tác nhất định với hệ thống đô thị chung toàn vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ [2].

Với mục tiêu phát triển mạnh công nghiệp và dịch vụ, Bắc Ninh hiện nay có 15

khu công nghiệp tập trung, 1 khu công nghệ thông tin và hơn 30 cụm công nghiệp. Bắc Ninh phấn đấu trở thành thành phố trực thuộc trung ương vào năm 2022.

Sau hơn 20 năm tái lập, đến nay đã có sự phát triển vượt bậc, cơ bản trở thành tỉnh công nghiệp theo hướng hiện đại, với nhiều chỉ tiêu kinh tế xã hội trong top đầu cả nước. Năm 2019, tổng sản phẩm (GRDP) của Bắc Ninh tăng trưởng 1,1%, quy mô tiếp tục đứng thứ 7 toàn quốc; GRDP bình quân đầu người đạt 6.613 USD, đứng thứ 2 toàn quốc; thu nhập bình quân đầu người đạt 73,3 triệu đồng, đứng thứ 5 toàn quốc.

Giá trị sản xuất nông nghiệp đạt 8.223 tỷ đồng (giá so sánh năm 2010); giá trị sản xuất công nghiệp đạt 1,07 triệu tỷ đồng; duy trì đứng thứ nhất cả nước; tổng mức bán lẻ hàng hóa và doanh thu dịch vụ tăng 12,7% so với năm 2018 và vượt 14,6% so kế hoạch; tổng kim ngạch xuất nhập khẩu đạt 63 tỷ USD, vượt kế hoạch 1 tỷ USD.

Thu hút đầu tư nước ngoài thêm 1,5 tỷ USD; đầu tư trong nước thêm 11,5 nghìn tỷ đồng; thành lập mới 2.398 doanh nghiệp, 700 đơn vị trực thuộc với tổng vốn đăng ký 22,2 nghìn tỷ đồng. Lũy kế đến nay có 1.509 dự án FDI còn hiệu lực với số vốn đăng ký 18,85 tỷ USD; 1.324 dự án đầu tư trong nước với số vốn đăng ký sau điều chỉnh 159 nghìn tỷ đồng; 16.686 doanh nghiệp với tổng số vốn điều lệ đăng ký 244 nghìn tỷ đồng. Thu ngân sách Nhà nước đạt 30.431 tỷ đồng, vượt 3.034 tỷ đồng so dự toán, tăng 8,4% so với năm 2018, trong đó thu nội địa 24.370 tỷ đồng, tăng 11,2%. Tình hình kinh tế tăng trưởng và ổn định góp phần thúc đẩy quá trình xây dựng thành phố thông minh của tỉnh.

1.2.2. Lựa chọn mô hình xây dựng TPTM cho Bắc Ninh

Xây dựng TPTM là một chiến lược lâu dài, cần chia làm nhiều giai đoạn và sau mỗi giai đoạn phải có nhưng đánh giá cho phù hợp. Vì vậy cần phải lựa chọn một mô hình phát triển TPTM phù hợp. Sau khi nghiên cứu các mô hình phát triển TPTM, lựa chọn mô hình trưởng thành của TPTM của IDC là mô hình khá phổ biến hiện nay giúp các thành phố xây dựng chiến lược và lộ trình thích hợp [4].

Mô hình này trước hết giúp Bắc Ninh xác định mình đang ở đâu trong hành trình xây dựng TPTM. Xác định các mục tiêu cho các giai đoạn trưởng thành phù hợp với kế hoạch phát triển kinh tế xã hội của tỉnh. Từ đó xác định được danh mục đầu tư và sự phối hợp đồng bộ để thực hiện.

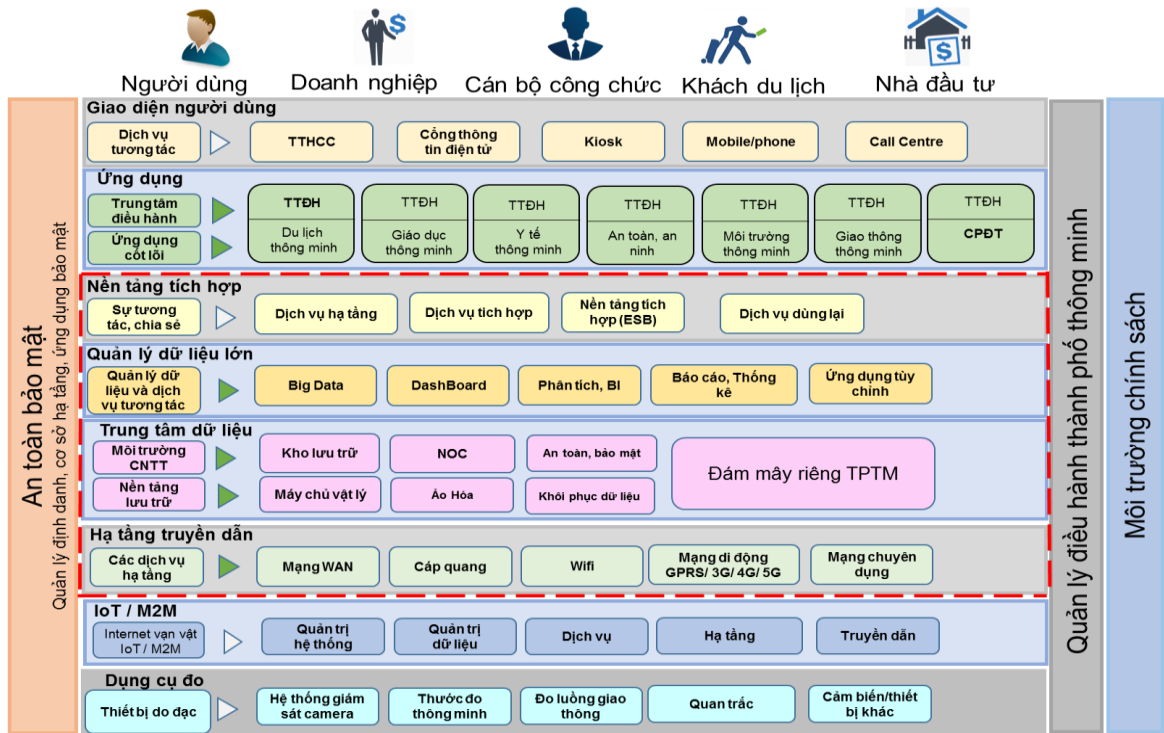
Theo IDC đề xuất mô hình trưởng thành của TPTM gồm 5 giai đoạn: tự phát, cơ hội, nhân rộng, quản lý và tối ưu hóa. Việc phân tích cho mỗi giai đoạn được thực hiện

theo 5 nội dung: Kế hoạch, chiến lược phát triển; dữ liệu; công nghệ; việc quản lý điều hành và sự tham gia của các thành xã hội.

Trên cơ sở 5 nội dung trên và thực trạng ứng dụng và phát triển CNTT, xác định nội dung chi tiết của mô hình trưởng thành phát triển TPTM của Bắc Ninh [4]. Hiện nay, Bắc Ninh đang ở cuối giai đoạn một và đầu giai đoạn hai của mô hình trưởng thành của thành phố thông minh. Một số lĩnh vực như chính quyền điện tử (CQĐT) đã đi trước, gần vượt qua giai đoạn 2. Các ứng dụng CNTT ở các lĩnh vực khác có ứng dụng công nghệ mới như IoT chưa được triển khai. Như vậy trong giai đoạn tới (2017-2022), lộ trình Bắc Ninh cần vượt qua giai đoạn 2 để tạo điều kiện cơ bản nhân rộng sang giai đoạn tiếp theo. Thời gian tới, tiếp tục phát triển CQĐT làm nòng cốt, từng bước xây dựng trung tâm tích hợp dữ liệu TPTM với hạ tầng điện toán đám mây để đáp ứng cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) lớn, trên cơ sở đó xây dựng các ứng dụng thông minh trọng điểm trên cơ sở mục tiêu chiến lược phát triển kinh tế xã hội của tỉnh, triển khai thí điểm trong giai đoạn 2017-2022 và nhân rộng giai đoạn sau [4].

1.2.3. Mô hình kiến trúc tổng thể TPTM

Từ mô hình khung kiến trúc tổng thể Chính phủ điện tử cấp tỉnh do Bộ Thông tin và Truyền thông đề xuất. Bắc Ninh xây dựng mô hình khung kiến trúc tổng thể của tỉnh, trong đó có ưu tiên mở rộng lĩnh vực một số lĩnh vực, trong đó CQĐT được xác định là một trong các lĩnh vực ứng dụng thông minh. Mô hình này mở rộng ứng dụng các công nghệ hiện đại (hệ thống IoT, M2M, Big Data...) để giúp cho thành phố thông minh hơn. Trong hình 1.4 dưới đây, trình bày mô hình kiến trúc tổng thể TPTM.

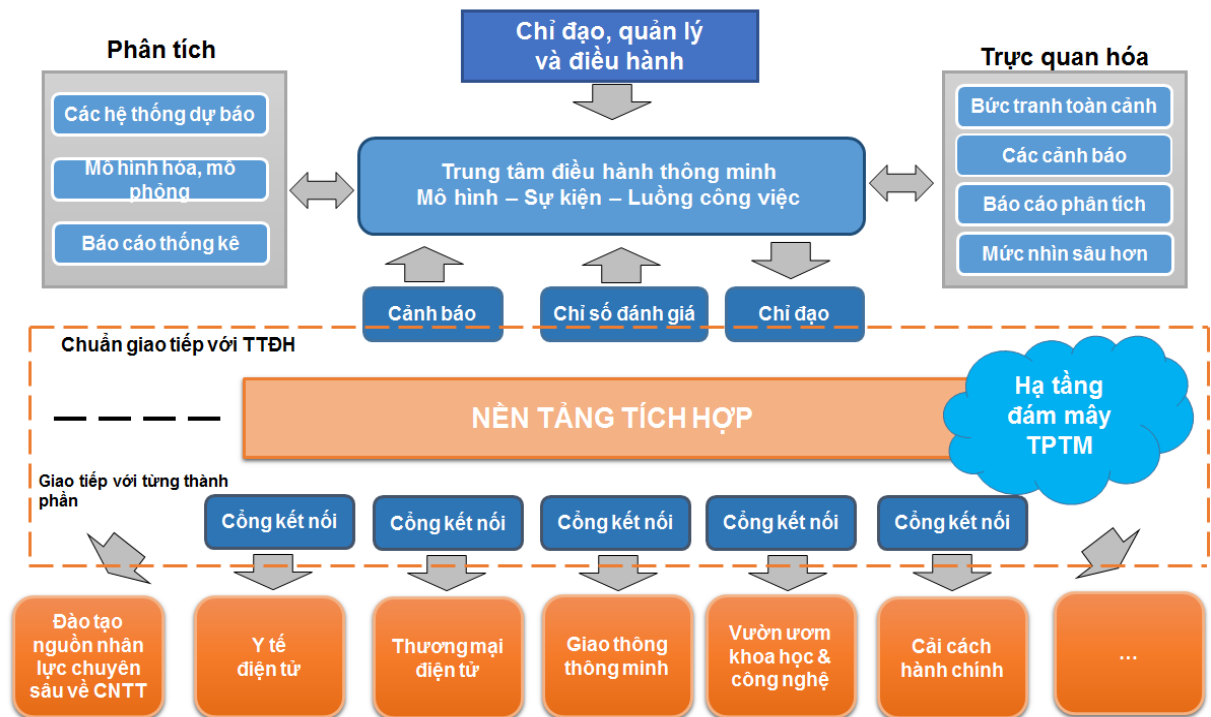


Hình 1.4. Mô hình kiến trúc tổng thể thành phố thông minh

Mô hình này mới dừng ở khung khái niệm và sẽ cần phải được làm chi tiết hơn trong quá trình triển khai TPTM [4]. Từ Hình 1.4, ta thấy mô hình kiến trúc tổng thể TPTM tỉnh Bắc Ninh bao gồm: tầng giao diện người dùng, tầng ứng dụng, tầng nền tảng tích hợp, tầng quản lý dữ liệu, hạ tầng trung tâm dữ liệu, tầng cơ sở hạ tầng mạng, hệ thống IoT/M2M, hệ thống sensor, camera,...

1.2.4. Cơ sở hạ tầng và Trung tâm điều hành TPTM

Hình 1.5 dưới chỉ ra vai trò của Nền tảng tích hợp và Trung tâm điều hành thông minh.



Hình 1.5. Mô hình các hệ thống thành phố thông minh

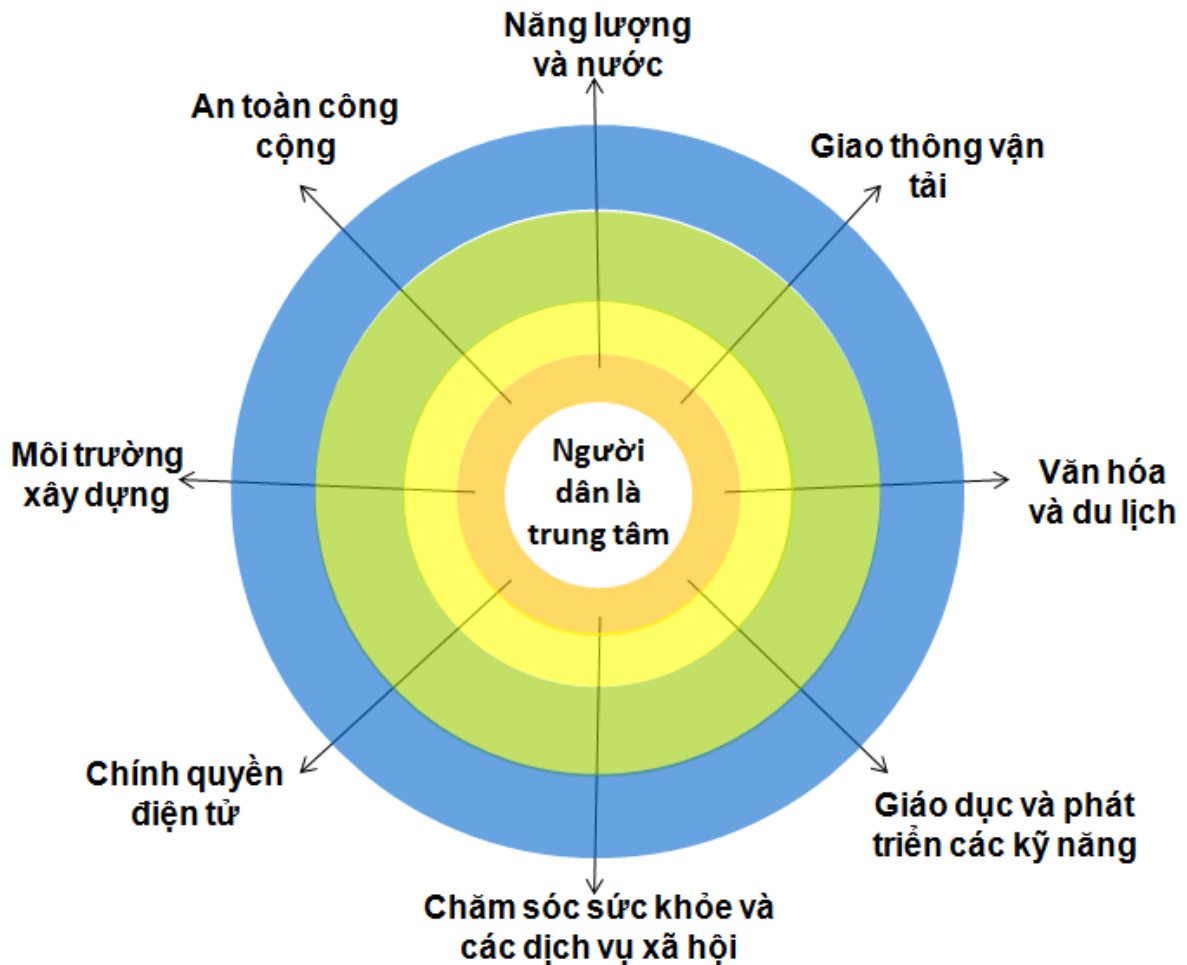
Mô hình các thành phần trong cơ sở hạ tầng TPTM [4] bao gồm:

- Hệ thống các trung tâm điều hành thành phố thông minh: thành phần này gắn liền với hệ thống chỉ đạo điều hành các cấp như là một công cụ hiện đại, thông minh để cung cấp thông tin đa chiều cho lãnh đạo ra quyết định.

- Cơ sở hạ tầng (CSHT) TPTM đây là nền tảng quan trọng của TPTM, gồm hai thành phần chính là hạ tầng để lưu trữ và xử lý CSDL mở, công cụ Big Data, AI... và nền tảng tích hợp. Nền tảng tích hợp được xem như một cầu nối giữa CSDL mở với các ứng dụng thông minh. Các ứng dụng thông minh trong các lĩnh vực đều phải tích hợp qua nền tảng tích hợp để thực hiện kết nối và chia sẻ dữ liệu.

1.2.5. Khung ứng dụng phát triển TPTM

Hình 1.6 thể hiện khung ứng dụng phát triển TPTM, lấy người dân là trung tâm [4].



Hình 1.6. Khung ứng dụng phát triển thành phố thông minh

Năng lượng và nước: Hạ tầng cơ sở để quản lý và phân phối năng lượng, còn cơ sở hạ tầng cho cung cấp nước, quản lý từ nguồn nước đến phân phối, sử dụng và cuối cùng tái sử dụng và tái chế.

Văn hóa và du lịch: Đó là những nhu cầu về giải trí, tín ngưỡng, khám phá văn hóa, nghệ thuật, du lịch, những nét sinh hoạt cộng đồng...

Môi trường, xây dựng: Môi trường xây dựng liên quan đến tất cả các tòa nhà, công viên cây xanh và không gian công cộng, vui chơi giải trí, đường phố, cơ sở hạ tầng tiện ích khác... cũng như môi trường.

Giao thông vận tải: Hệ thống giao thông của một thành phố bao gồm đường phố, đường sắt, xe buýt, nhà ga và bất kỳ hệ thống có liên quan đến việc di chuyển của công dân.

Chăm sóc sức khỏe và các dịch vụ xã hội: Các dịch vụ thiết yếu cho con người như thăm khám, chăm sóc sức khỏe và các dịch vụ xã hội khác.

Giáo dục và phát triển các kỹ năng: phát triển hệ thống giáo dục bao gồm giáo dục chính quy và xã hội học tập, các dịch vụ đào tạo, hình thức học tập hiện đại, để tất cả mọi người, mọi lứa tuổi đều có thể tiếp cận.

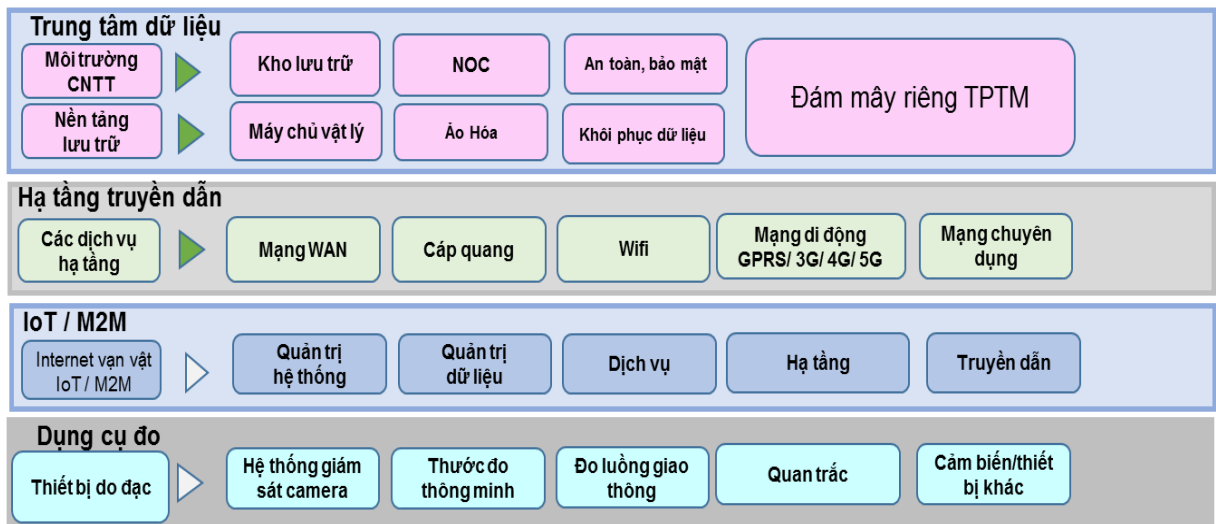
An toàn công cộng: bao gồm cơ sở hạ tầng, các cơ quan an ninh để giữ an toàn trật tự xã hội góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội.

Chính quyền điện tử: để đảm bảo quản lý và điều hành các hoạt động của xã hội, chính quyền điện tử là một thành phần quan trọng, được quan tâm, ưu tiên phát triển đầu tiên của chính quyền, đặc biệt đối với một thành phố thông minh.

Trên cơ sở khung ứng dụng phát triển TPTM như đã đề cập ở trên, Bắc Ninh lựa chọn các lĩnh vực ưu tiên: đầu tư triển khai phát triển CSHT như Trung tâm tích hợp dữ liệu, Trung tâm điều hành, mạng truyền dẫn cho TPTM... và lựa chọn một số lĩnh vực ưu tiên đầu tư như: giáo dục và đào tạo, y tế, du lịch, tài nguyên và môi trường, an toàn an ninh, chính quyền điện tử, giao thông và vận tải,...

1.2.6. Hạ tầng kỹ thuật - CNTT và TT cho TPTM

Để xây dựng TPTM đầu tiên cần xây dựng cơ sở hạ tầng kỹ thuật đảm bảo các chức năng và các dịch vụ, trên một nền tảng tích hợp tổng thể, trong đó thông tin được cung cấp bởi ứng dụng CNTT&TT hiện đại qua việc kết nối các cảm biến, mạng cáp quang băng rộng, mạng không dây tốc độ cao. Ứng dụng công nghệ hiện đại như Big Data, AI, IoT,... để nâng cao chất lượng cuộc sống, cải thiện chất lượng phục vụ của chính quyền thành phố, giảm tiêu thụ năng lượng, quản lý hiệu quả các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Nhìn chung, để đánh giá TPTM sẽ phải dựa trên mức độ thông minh của cơ sở hạ tầng CNTT&TT và giải pháp tổng thể tác động lên các lĩnh vực giáo dục và đào tạo, giao thông và vận tải, y tế, xây dựng, môi trường, năng lượng, an toàn, quản trị... Hình 1.7 dưới đây, trình bày các thành phần kỹ thuật của TPTM



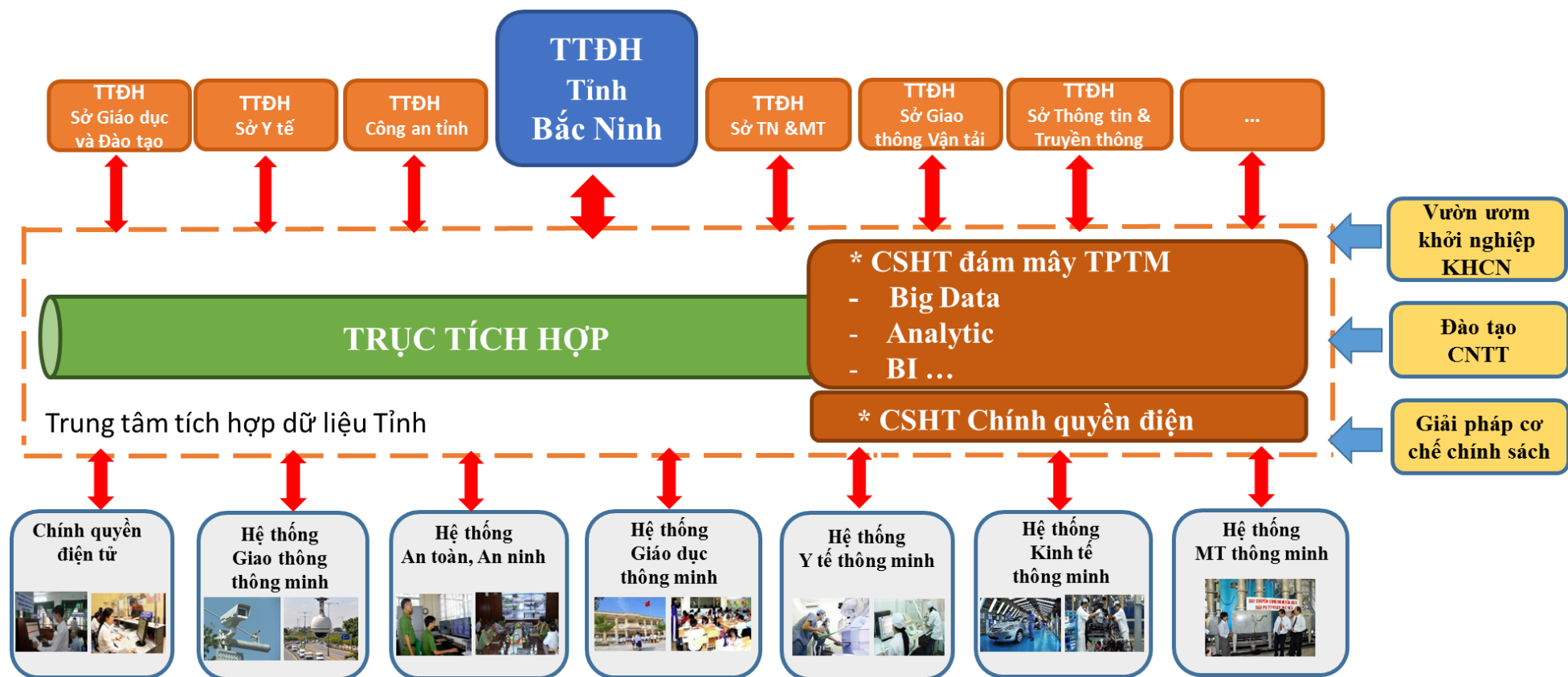
Hình 1.7. Các thành phần hạ tầng kỹ thuật thành phố thông minh

Cơ sở hạ tầng kỹ thuật CNTT&TT đảm bảo cho sự vận hành của tất cả các thành phần của TPTM [4], bao gồm: Hệ thống Trung tâm điều hành thành phố thông minh, mạng viễn thông băng rộng đa dịch vụ (mạng cáp quang, 3G/4G, Wifi đô thị...), hệ thống camera giám sát giao thông, giám sát an ninh công cộng, hệ thống cảm biến, đầu đo của các hệ thống kiểm soát, giám sát các hoạt động đô thị, môi trường như giao thông, nước theo công nghệ IoT/M2M, hạ tầng CNTT đảm bảo các hoạt động của các hệ thống CNTT (Trung tâm Dữ liệu, Big Data, mạng WAN, mạng LAN, hệ thống đảm bảo về an toàn an ninh thông tin...).

Đây là những hệ thống cơ sở hạ tầng cần được đầu tư xây dựng đầu tiên của một TPTM. Tuy nhiên, trước khi xây dựng cần phải đánh giá cụ thể hiện trạng hiện có, trên cơ sở đó và những nhu cầu phát triển của các thành phần TPTM cho từng giai đoạn, không đầu tư quá lớn tránh lãng phí, nhưng vẫn đảm bảo tính phát triển lâu dài.

1.2.7. Mô hình triển khai TPTM tỉnh Bắc Ninh

Trên cơ sở mô hình tổng thể TPTM, xây dựng mô hình triển khai TPTM tỉnh Bắc Ninh trong giai đoạn 2017-2022 [4] như sau:



Hình 1.8. Mô hình triển khai TPTM tỉnh Bắc Ninh

1.3. Kinh nghiệm triển khai mạng truyền dẫn TPTM ở Việt Nam

1.3.1. Xây dựng thành phố thông minh hơn tại Đà Nẵng

Năm 2014, UBND thành phố Đà Nẵng đã phê duyệt Đề án xây dựng TPTM hơn tại Đà Nẵng (bàn hành kèm theo Quyết định số 1797/QĐ-UBND ngày 25/3/2014) [5], Đề án tập trung vào xây dựng một số thành phần và ứng dụng sau:

- *Kết nối thành phố*: xây dựng hạ tầng mạng tốc độ cao (cáp quang, wifi,...) để kết nối, chia sẻ thông tin của chính quyền, doanh nghiệp, người dân, du khách...

- *Hệ thống giao thông thông minh*: đẩy mạnh, ứng dụng CNTT&TT vào công tác quản lý hệ thống giao thông một cách chủ động và hiệu quả hơn.

- *Hệ thống cấp thoát, nước thông minh*: đẩy mạnh ứng dụng CNTT&TT để nâng cao chất lượng nguồn nước, quản lý hệ thống phân phối cấp, thoát nước cho người dân thành phố.

- *Kiểm soát vệ sinh an toàn thực phẩm thông minh*: tăng cường ứng dụng CNTT&TT trong kiểm soát vệ sinh an toàn thực phẩm (VSATTP), cho phép các cơ quan chia sẻ dữ liệu VSATTP cho mọi người, hướng đến việc chia sẻ thông tin cho người dân, khuyến khích sự phản hồi và tham gia giám sát của người dân.

Sau khi Đề án này được phê duyệt, thành phố Đà Nẵng đã từng bước triển khai thực hiện một số dự án, trong đó có việc triển khai hạ tầng mạng truyền dẫn cáp quang băng rộng trên địa bàn thành phố, hệ thống truy nhập Wifi công cộng phục vụ nhu cầu kết nối, chia sẻ thông tin của chính quyền, doanh nghiệp, người dân, du khách. Đồng thời Đà Nẵng cũng bắt đầu triển khai hệ thống camera giao thông tại các ngã ba, ngã tư, khu vực hay tắc đường để từng bước xây dựng hệ thống giao thông minh. Cụ thể đã xây dựng mạng đô thị thành phố (mạng MAN) có tổng chiều dài tuyến cáp quang trên 320km đi ngầm, kết nối 105 cơ quan, đơn vị trên địa bàn thành phố với băng thông kết nối nội mạng 1Gbps đến 20Gbps và kết nối tập trung ra Internet với băng thông lên đến 4,5Gbps.

1.3.2. Xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh

Thành phố Hồ Chí Minh đã ban hành Quyết định số 6179/QĐ-UBND, ngày 23/11/2017 về phê duyệt đề án “Xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017 – 2020, tầm nhìn đến năm 2025” [6], trong đó xác định một số nhiệm vụ chính là xây dựng các Trung tâm thuộc Đề án xây dựng Đô thị thông minh, gồm: Trung tâm điều hành đô thị thông minh, Trung tâm mô phỏng và dự báo kinh tế -

xã hội, Trung tâm an toàn thông tin thành phố Hồ Chí Minh và xây dựng Kho dữ liệu dùng chung và phát triển Hệ sinh thái dữ liệu mở. Cụ thể đã triển khai hệ thống tích hợp và chia sẻ dữ liệu ở nhiều lĩnh vực, vận hành cổng thông tin cung cấp dữ liệu mở (về khám chữa bệnh, dịch vụ giáo dục, dự án đầu tư nước ngoài...); Trung tâm điều hành đô thị thông minh đã triển khai thí điểm kết nối, tích hợp dữ liệu hệ thống camera giám sát của Sở Giao thông - Vận tải và UBND một số quận huyện với hơn 1.100 camera; ứng dụng hệ thống GIS quản lý hạ tầng đô thị gồm các lớp dữ liệu bưu chính viễn thông, điện nước, cấp thoát nước, tài nguyên môi trường...; Trung tâm mô phỏng và dự báo kinh tế - xã hội (thuộc Viện Nghiên cứu phát triển) đã có được nền tảng vận hành gồm: hệ thống cơ sở dữ liệu kinh tế - xã hội, hệ thống dashboard trực quan hóa dữ liệu và khung báo cáo định kỳ (hàng tháng, giữa năm, cả năm), đề án khoa học xây dựng mô hình, kịch bản dự báo... để vận hành, kết nối, chia sẻ thông tin về Trung tâm điều hành đô thị thông minh tổng hợp, phân tích đưa ra các giải pháp thực hiện thành phố Hồ Chí Minh phối hợp với các doanh nghiệp viễn thông triển khai mạng cáp quang rộng khắp kết nối với các sở, ban, ngành và các thành phần của dự án.

1.3.3. Phát triển dịch vụ đô thị thông minh tại Thừa Thiên Huế

Đề án “Phát triển dịch vụ đô thị thông minh trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế đến năm 2020 định hướng đến năm 2025” đã được HĐND tỉnh phê duyệt tại Nghị Quyết 12/NQ-HĐND ngày 12/7/2018, UBND tỉnh Thừa Thiên Huế phê duyệt đề án “Phát triển dịch vụ đô thị thông minh trên địa bàn tỉnh đến năm 2020 định hướng đến năm 2025” tại Quyết định số 1779/QĐ-UBND ngày 10/8/2018 [7].

Đề án tập trung nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân; quản lý đô thị tinh gọn; bảo vệ môi trường hiệu quả; nâng cao năng lực cạnh tranh; dịch vụ công nhanh chóng, thuận tiện. Tỉnh tăng cường việc đảm bảo an ninh, trật tự an toàn xã hội, phòng chống tội phạm; đến năm 2025, Thừa Thiên - Huế tiếp cận với các thành phố thông minh hiện đại trong khu vực và trên thế giới trên các lĩnh vực y tế, giáo dục và du lịch... Do đó, Đề án ưu tiên triển khai một số đề án thành phần sau: xây dựng Kiến trúc ICT cho đô thị thông minh, đầu tư xây dựng hạ tầng nền tảng phát triển đô thị thông minh, phát triển hạ tầng xã hội phát triển dịch vụ đô thị thông minh, thực hiện việc chuyển đổi số, xây dựng mô hình Trung tâm giám sát, điều hành đô thị thông minh, xây dựng hệ sinh thái y tế, giáo dục, giao thông, môi trường, thông minh, phát triển kinh tế số...

Trong những năm qua, tỉnh Thừa Thiên Huế đã đầu tư hệ thống cảm biến phục vụ phát triển dịch vụ đô thị thông minh; nâng cấp hoàn thiện hạ tầng dùng chung phục vụ phát triển dịch vụ đô thị thông minh, triển khai hệ thống đảm bảo an toàn thông tin hạ tầng dịch vụ đô thị thông minh, ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong việc giám sát, cung cấp các dịch vụ đô thị thông minh. Trung tâm Giám sát, điều hành đô thị thông minh tỉnh Thừa Thiên Huế sẽ tích hợp giám sát toàn diện các lĩnh vực Y tế, Giáo dục, Du lịch, Giao thông và Môi trường và phối hợp các nhà mạng triển khai mạng cáp quang diện rộng trên địa bàn tỉnh kết nối 100% cơ quan Đảng, cơ quan chuyên môn trực thuộc tỉnh, 152 đơn vị thuộc UBND các huyện, thị xã, thành phố Huế, các hệ thống camera giám sát, các hệ thống dùng chung,...

1.4. Dự báo nhu cầu dịch vụ băng rộng phục vụ cho TPTM tỉnh Bắc Ninh

Ngày 12/4/2017, HĐND tỉnh Bắc Ninh đã ban hành Nghị quyết số 44/NQ-HĐND18 phê duyệt đề án xây dựng triển khai mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, tầm nhìn đến 2030 [4]. Trong đó, Đề án xác định một số dự án trọng điểm và lộ trình triển khai xây dựng mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, chi tiết theo Phụ lục 1.1.

Trong những năm qua, để thực hiện đề án Bắc Ninh đã từng bước triển khai các dự án thành phần của TPTM như xây dựng Trung tâm tích hợp dữ liệu bao gồm hệ thống máy chủ, phần mềm đám mây, hệ thống lưu trữ tập trung, hệ thống kho dữ liệu tập trung... Hệ thống camera giám sát trên địa bàn thành phố Bắc Ninh với 258 camera tại các cơ sở trọng yếu trên địa bàn thành phố Bắc Ninh như các sở, ban, ngành, khu vực quảng trường đông người (Trung tâm Văn hóa Kinh Bắc, Khu vực tượng đài Nguyễn Văn Cừ), các nút giao thông lớn (05 cửa ngõ giao thông của thành phố Bắc Ninh, Ngã Sáu,...); Xây dựng mô hình trung tâm điều hành TPTM; Dự án xây dựng hệ thống thu thập, phân tích thông tin và cảnh báo sớm các vấn đề có thể xảy ra và Trung tâm điều hành giám sát an ninh công cộng... Trong thời gian tới tiếp tục triển các dự án thành phần khác của đề án TPTM tỉnh Bắc Ninh như: Hệ thống camera giám sát với quy mô hơn 17.000 camera các loại trên địa bàn toàn tỉnh Bắc Ninh, các dự án thuộc lĩnh vực y tế, giáo dục như: xây dựng 100 trường học thông minh thuộc ngành Giáo dục và Đào tạo tỉnh Bắc Ninh, xây dựng hệ thống e-learning cho toàn tỉnh hướng tới mô hình học

tập kết nối, xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu Hồ sơ quản lý sức khỏe người dân có kết nối với các cơ sở y tế...

Nhu cầu triển khai lắp đặt hệ thống camera trên địa bàn toàn tỉnh Bắc Ninh đến năm 2030 thống kê theo địa bàn cấp huyện theo Bảng 1.1.

Bảng 1.1. Tổng hợp số lượng vị trí, camera theo cấp huyện đến năm 2030

TT	Địa bàn cấp huyện	Số lượng	
		Số vị trí	Số camera
1	Thành phố Bắc Ninh	1.098	3.354
2	Yên Phong	665	2.002
3	Từ Sơn	442	1.336
4	Tiên Du	907	2.727
5	Quế Võ	980	2.942
6	Thuận Thành	688	2.066
7	Gia Bình	484	1.461
8	Lương Tài	389	1.173
	Tổng cộng	5.653	17.061

(Nguồn Sở TT&TT tỉnh Bắc Ninh)

Chi tiết số lượng vị trí, số camera theo cấp xã đến năm 2030 theo Phụ lục 1.2.

Do vậy nhu cầu sử dụng dịch vụ băng rộng phục vụ cho TPTM tỉnh Bắc Ninh rất lớn để vận hành cho TPTM tỉnh Bắc Ninh.

1.5. Kết luận Chương 1

Hiện nay, xây dựng và phát triển TPTM là xu hướng tất yếu và là ưu tiên hàng đầu của nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam. Qua nghiên cứu của các tổ chức và kinh nghiệm triển khai của một số thành phố trên thế giới đưa ra được khái niệm về TPTM, cũng như các đặc trưng cơ bản, xác định các tiêu chí xây dựng mô hình thành phố thông minh...

Trên cơ sở đó, lựa chọn mô hình kiến trúc tổng thể, mô hình triển khai thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh... phù hợp với tình hình thực tế của tỉnh Bắc Ninh.

Tại Việt Nam, có một số tỉnh, thành phố đã triển khai đề án xây dựng thành phố thông minh như thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, tỉnh Thừa Thiên Huế,... trong đó quan tâm đầu tư mạng truyền dẫn quang rộng khắp và xác định là thành phần quan trọng trong việc kết nối thông tin của thành phố thông minh. Đề án xây dựng triển khai mô

hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, tầm nhìn đến 2030 xác định một số dự án trọng điểm, cũng như lộ trình triển khai xây dựng mô hình thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, do vậy nhu cầu sử dụng băng rộng rất lớn.

CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG GPON

2.1. Giới thiệu chung

GPON (Gigabit Passive Optical Network) định nghĩa theo chuẩn ITU-T G.984. GPON được mở rộng từ chuẩn BPON G.983 bằng cách tăng băng thông, nâng hiệu suất băng thông nhờ sử dụng gói lớn, có độ dài thay đổi và tiêu chuẩn hóa quản lý. Thêm nữa, chuẩn cho phép vài sự lựa chọn của tốc độ bit, nhưng kỹ nghệ hội tụ trên 2,488 Mbit/s của băng thông luồng xuống và 1,244 Mbit/s của băng thông luồng lên. Phương thức đóng gói GPON - GEM (GPON Encapsulation Method) cho phép đóng gói lưu lượng người dùng rất hiệu quả, với sự phân đoạn khung cho phép chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) cao hơn phục vụ lưu lượng nhạy cảm như truyền thoại và video. GPON hỗ trợ tốc độ cao hơn, tăng cường bảo mật và chọn lớp 2 giao thức (ATM, GEM, Ethernet tuy nhiên trên thực tế ATM chưa từng được sử dụng). Điều đó cho phép GPON phân phối thêm các dịch vụ tới nhiều thuê bao hơn với chi phí thấp hơn cũng như cho phép khả năng tương thích lớn hơn giữa các nhà cung cấp thiết bị.

2.1.1. Tình hình chuẩn hóa GPON

Hiện nay, công nghệ GPON đã và đang được nhiều tổ chức tiêu chuẩn hóa, tập trung xây dựng chuẩn hóa về các khía cạnh kỹ thuật cho công nghệ này.

Tình hình chuẩn hóa GPON sau khi chuẩn hóa mạng FTTH vào những năm 1990, các thành viên của FSAN đã tiếp tục phát triển một tiêu chí cho mạng truy nhập PON sử dụng công nghệ ATM. Hệ thống này được gọi là APON (viết tắt của ATM-PON). Cái tên APON sau đó được thay thế bằng BPON với ý diễn đạt PON băng rộng ở mức độ phát triển cao hơn. Năm 1997 nhóm FSAN đưa các đề xuất chỉ tiêu BPON lên ITU-T để thông qua chính thức. Từ đó, các tiêu chuẩn ITU-T G.983.x [14][15] cho mạng BPON lần lượt được thông qua. Hệ thống BPON điển hình hỗ trợ tốc độ với 155 Mbps hướng lên và 622 Mbps hướng xuống. GPON được ITU-T chuẩn hóa theo chuẩn G.984 bắt đầu từ năm 2003, mở rộng từ chuẩn BPON G.983.

Hiện công nghệ GPON đã được ITU hoàn chỉnh thành bộ khuyến nghị ITU-T G.984.x. Bộ tiêu chuẩn này gồm tất cả 7 tiêu chuẩn (trong đó có 4 tiêu chuẩn đầu tiên của bộ tiêu chuẩn được đánh giá là quan trọng nhất, liên quan đến các vấn đề cơ

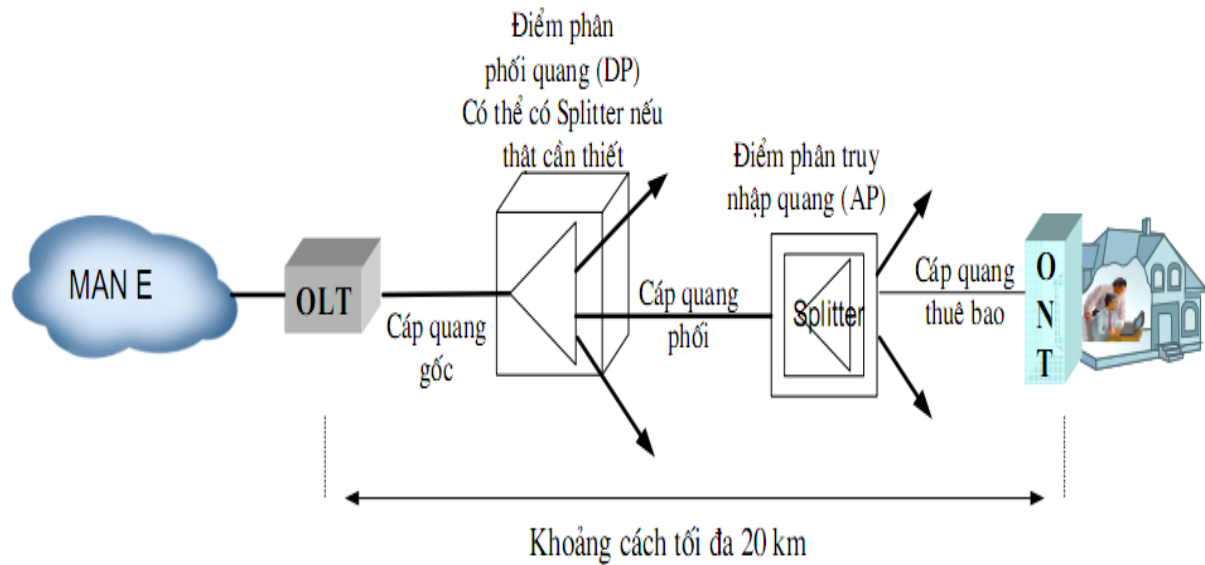
bản, cần thiết trong GPON):

- ITU-T G.984.1 (03/2008) “G-PON: General characteristics”: Phát triển các phần trong khuyến nghị ITU-T G.984.2 và kế thừa các đặc tính có từ họ khuyến nghị G.983.x (BPON) [10].
- ITU-T G.984.2 (03/2003) “G-PON: PMD layer specification”: Các chỉ tiêu kỹ thuật và các yêu cầu đối với lớp PMD (Physical Media Dependent) trong mạng truy nhập quang OAN (Optical Access Network)[11].
- ITU-T G.984.3 (03/2008) “G-PON: TC layer specification”: Mô tả lớp hội tụ truyền dẫn (Transmission convergence – TC) cho các mạng G-PON [12].
- ITU-T G.984.4 (02/2008) “G-PON: ONT management and control interface specification”: Cung cấp chi tiết kỹ thuật giao diện điều khiển (OMCI) và quản lý ONT (quản lý cấu hình, quản lý lỗi, quản lý hiệu năng) các hệ thống GPON [13].
- ITU-T G.984.5 (09/2007): “G-PON: Enhancement band” đưa ra dải bước sóng dành cho các tín hiệu dịch vụ áp dụng cho WDM trong mạng quang thụ động G-PON.
- ITU-T G.984.6 (03/2008): “G-PON : Reach Extension”, bổ sung thêm các nghiên cứu mới về bước sóng quang và tốc độ chia tách.
- ITU-T G.984.7 (07/2010): “Long reach”, đưa ra bộ các yêu cầu lớp PMD và lớp hội tụ truyền dẫn đối với hệ thống G-PON có cự ly truyền dẫn từ 20km đến 40km.

Trên cơ sở khuyến nghị của ITU-T G.984.2 (03/2003) và các bổ sung G.984.2 Amendment 1 (02/2006) và G.984.2 Amendment 2 (03/2008) của Liên minh viễn thông Quốc tế ITU. Năm 2016, Việt Nam đã ban hành Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11310:2016 về mạng truy nhập quang thụ động GPON - Lớp tiện ích truyền tải vật lý [8]. Hiện nay đang nghiên cứu, xây dựng các tiêu chuẩn: Hệ thống truy nhập quang thụ động GPON - lớp hội tụ truyền dẫn và Hệ thống truy nhập quang thụ động GPON - Quản lý ONT và giao diện điều khiển. Đây là cơ sở quan trọng trong việc ứng dụng, phát triển công nghệ GPON tại Việt Nam.

2.1.2. Cấu trúc mạng GPON

Về cơ bản mạng GPON có cấu trúc như hình 2.1:



Hình 2.1. Cấu trúc mạng GPON

- OLT là thiết bị kết cuối cáp quang tích cực, thường được lắp đặt tại trạm viễn thông của nhà cung cấp dịch vụ.
- ONT là thiết bị kết cuối mạng cáp quang tích cực, kết nối OLT thông qua ODN, dùng cho trường hợp cung cấp kết nối quang tới nhà thuê bao (FTTH).
- ONU là thiết bị kết cuối mạng cáp quang tích cực, kết nối với OLT thông qua ODN, thường dùng cho trường hợp kết nối tới tòa nhà hoặc tới các vỉa hè, cabin (FTTB, FTTC, FTTCab...).
- Bộ chia/ghép quang thụ động (Splitter): Dùng để chia/ghép thụ động tín hiệu quang từ nhà cung cấp dịch vụ đến khách hàng và ngược lại giúp tận dụng hiệu quả sợi quang vật lý. Splitter thường được đặt tại các điểm phân phối quang (DP) và các điểm truy nhập quang (AP).

2.1.3. Thông số kỹ thuật.

Các thông số kỹ thuật cơ bản của mạng GPON [10]:

2.1.3.1. Tốc độ bit:

GPON hỗ trợ các tốc độ bit như sau:

- 155,52 Mbps đường lên; 1,24416 Gbps đường xuống.
- 622,08 Mbps đường lên; 1,24416 Gbps đường xuống.
- 1,24416 Gbps đường lên; 1,24416 Gbps đường xuống.
- 155,52 Mbps đường lên; 2,48832 Gbps đường xuống.

- 622,08 Mbps đường lên; 2,48832 Gbps đường xuống.
- 1,24416 Gbps đường lên; 2,48832 Gbps đường xuống.
- 2,48832 Gbps đường lên; 2,48832 Gbps đường xuống.

Phổ biến nhất hiện nay là đường lên 1,24416 Gbps đường lên và 2,48832 Gbps đường xuống.

2.1.3.2. Bước sóng hoạt động:

* Đường xuống:

- Dải bước sóng hoạt động cho đường xuống trên hệ thống sử dụng một sợi quang là 1.480-1.500 nm.

- Dải bước sóng hoạt động cho đường xuống trên hệ thống sử dụng hai sợi quang là 1.260-1.360 nm.

* Đường lên:

- Dải bước sóng hoạt động cho đường lên là 1.260-1.360 nm.

2.1.3.3. Các thông số kỹ thuật khác

- Kỹ thuật truy nhập: Sử dụng kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA), và cấp phát băng thông động BDA (Dynamic Bandwith Allocation)

- Lưu lượng sử dụng: Dữ liệu số

- Khung truyền dẫn: GEM

- Dịch vụ: hỗ trợ đầy đủ các dịch vụ hiện có (Ethernet, TDM, POTS...)

- Giá trị BER lớn nhất: 10^{-12}

- Tỉ lệ chia của Splitter: Tỉ lệ chia lý tưởng cho lớp vật lý với công nghệ hiện nay là 1:64. Tuy nhiên trong các bước phát triển tiếp theo thì tỉ lệ là 1:128 có thể được sử dụng.

- Phạm vi công suất sử dụng luồng xuống: -3 đến +2 dBm (10 km ODN) hoặc +2 đến +7 dBm (20 km ODN).

- Phạm vi công suất sử dụng luồng lên: -1 đến +4 dBm (10 và 20 km ODN).

- Suy hao tối đa giữa các ONU: 15dB

- Loại cáp sử dụng: Tiêu chuẩn ITU-T Rec G.652 và cự ly cáp tối đa là 20km với DFB laser luồng lên, 10km với Fabry- Perot.

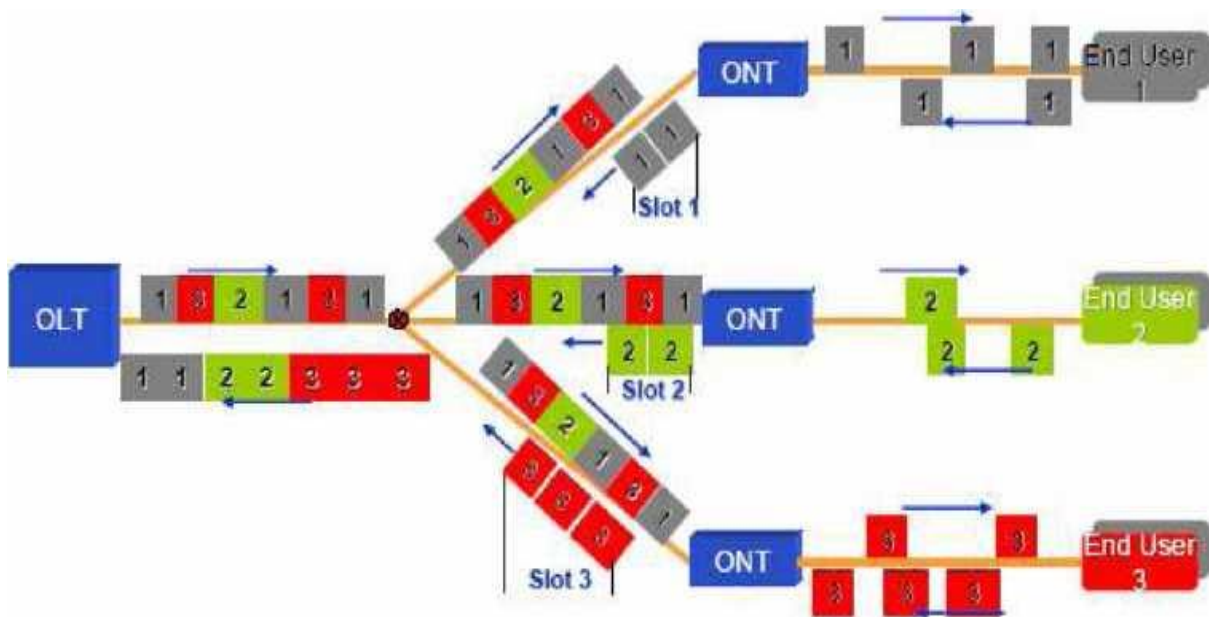
2.2. Đặc điểm công nghệ GPON

2.2.1. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh

Công nghệ truyền dẫn đa truy nhập là các kỹ thuật chia sẻ tài nguyên hữu hạn cho một lượng khách hàng. Trong hệ thống GPON, tài nguyên chia sẻ chính là băng tần truyền dẫn. Người sử dụng cùng chia sẻ tài nguyên này bao gồm số thuê bao, doanh nghiệp cung cấp dịch vụ và những thành phần mạng khác... Hiện nay, các kỹ thuật truy nhập tuy không còn là một lĩnh vực mới mẻ trong ngành viễn thông nhưng vẫn là một trong những công nghệ đòi hỏi những yêu cầu ngày càng cao để hệ thống thoả mãn được các yêu cầu về độ ổn định, tính bảo mật và an toàn dữ liệu cao, thời gian xử lý thông tin và trễ thấp...

2.2.1.1. Kỹ thuật truy nhập

Hiện nay, kỹ thuật truy nhập được sử dụng phổ biến trong các hệ thống GPON là kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA). TDMA là kỹ thuật phân chia băng tần truyền dẫn thành những khe thời gian kế tiếp nhau [15]. Những khe thời gian này có thể được ấn định trước cho mỗi khách hàng hoặc có thể phân theo yêu cầu tùy thuộc vào phương thức chuyển giao đang sử dụng. Hình 2.2 dưới đây là một ví dụ về việc sử dụng kỹ thuật TDMA trên GPON hình cây. Đường lên mỗi thuê bao được phép gửi số liệu trong khe thời gian riêng biệt. Bộ tách kênh sắp xếp số liệu đến theo vị trí khe thời gian của nó hoặc thông tin được gửi trong bản thân khe thời gian. Đường xuống số liệu cũng được gửi trong những khe thời gian xác định. Hai bước sóng được dùng là hướng lên $\lambda_1=1310\text{nm}$, hướng xuống $\lambda_2=1490\text{nm}$.



Hình 2. 2. Kỹ thuật đa truy nhập TDMA trong GPON

Ưu điểm của kỹ thuật TDMA đó là các ONU có thể hoạt động trên cùng một bước sóng, và OLT hoàn toàn có khả năng phân biệt được lưu lượng của từng ONU, OLT cũng chỉ cần một bộ thu, điều này sẽ dễ dàng cho việc triển khai thiết bị, giảm được chi phí cho các quá trình thiết kế, sản xuất, hoạt động và bảo dưỡng. Ngoài những ưu điểm trên việc sử dụng kỹ thuật TDMA này cũng dễ dàng lắp đặt thêm các ONU nếu có nhu cầu nâng cấp mạng [3]. Một đặc tính quan trọng của công nghệ GPON sử dụng kỹ thuật TDMA là yêu cầu bắt buộc về đồng bộ của lưu lượng đường lên để tránh xung đột dữ liệu. Xung đột này sẽ xảy ra nếu hai hay nhiều gói dữ liệu từ những thuê bao khác nhau đến bộ ghép cùng một thời điểm. Tín hiệu này đè lên tín hiệu khác và tạo thành tín hiệu ghép. Phía đầu ra không thể nhận dạng được chính xác tín hiệu tới, kết quả là sinh ra một loạt lỗi bit và suy giảm thông tin đường lên, ảnh hưởng đến chất lượng của mạng. Tuy nhiên các vấn đề trên đều được khắc phục với cơ chế định cỡ và phân định bằng thông đồng của GPON sẽ đề cập ở phần sau.

2.2.1.2. Phương thức ghép kênh

Hiện nay các hệ thống GPON sử dụng phương thức ghép kênh phân chia không gian. Đây là giải pháp đơn giản nhất đối với truyền dẫn song hướng, nó được thực hiện nhờ sử dụng những sợi riêng biệt cho truyền dẫn đường lên và đường xuống. Sự phân cách vật lý của các hướng truyền dẫn này để tránh ảnh hưởng phản xạ quang trong mạng và cũng loại bỏ vấn đề kết hợp, phân tách hai hướng truyền dẫn. Điều này cho phép tăng

được quỹ công suất trong mạng.

Việc sử dụng hai sợi quang riêng biệt làm cho việc thiết kế mạng mềm dẻo hơn và làm tăng độ khả dụng bởi vì chúng ta có thể mở rộng mạng bằng cách sử dụng những bộ ghép kênh theo bước sóng trên một hoặc hai sợi. Với khả năng mở rộng này, trong tương lai cho phép phát triển nhiều dịch vụ mới với chi phí ngày càng giảm. Nhược điểm chính của phương thức này là cần gấp đôi số lượng sợi, mỗi hàn và connector.

2.2.2. Phương thức đóng gói dữ liệu

Công nghệ GPON sử dụng hai phương thức đóng gói là ATM và GEM (GPON Encapsulation Method). Trong đó phương thức GEM sử dụng để đóng gói dữ liệu qua mạng GPON. Phương thức GEM cung cấp khả năng thông tin kết nối định hướng tương tự ATM.

Công nghệ GPON cho phép hỗ trợ nhiều loại hình dịch vụ khách hàng khác nhau. Khách hàng ATM được sắp xếp trong suốt vào khung GEM trên cả hai hướng đường lên và đường xuống. Khách hàng TDM được sắp xếp vào khung GEM sử dụng thủ tục đóng gói GEM. Các gói dữ liệu bao gồm cả các khung Ethernet cũng được sắp xếp sử dụng thủ tục đóng gói GEM [15]. Phương thức đóng gói GEM hỗ trợ việc phân mảnh hoặc chia nhỏ các khung lớn thành các phân mảnh nhỏ hơn và ghép lại ở đầu thu nhằm giảm trễ cho các lưu lượng thời gian thực. Lưu lượng dữ liệu bao gồm các khung Ethernet, các gói tin IP, IPTV, VoIP và các loại khác giúp cho truyền dẫn khung GEM hiệu quả và đơn giản. Như vậy, công nghệ GPON sử dụng phương thức đóng gói GEM mang lại hiệu quả cao trong truyền dẫn tải tin IP nhờ sử dụng tới 95% băng thông cho phép trên kênh truyền dẫn.

2.2.3. Định cỡ và phân định băng thông động

2.2.3.1. Định cỡ

- Định cỡ (Ranging) được thực hiện để loại bỏ việc phát lại không cần thiết, do vậy việc sử dụng băng tần hiệu quả và làm cho thời gian trễ cực đại nhỏ nhất nhờ việc ngăn các tín hiệu từ các ONU khỏi sự xung đột. Khi các khối mạng quang được nối tới một giao diện OLT trong hệ thống mạng quang thụ động (PON), đặt ra nhu cầu cần một phương pháp tín hiệu cho mỗi ONU. Tại phần 2.2.1 đã phân tích về các kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh được sử dụng cho hệ thống GPON, phương pháp TDMA có chi phí thấp nhất hiện nay nên các hệ thống PON nói chung và GPON nói

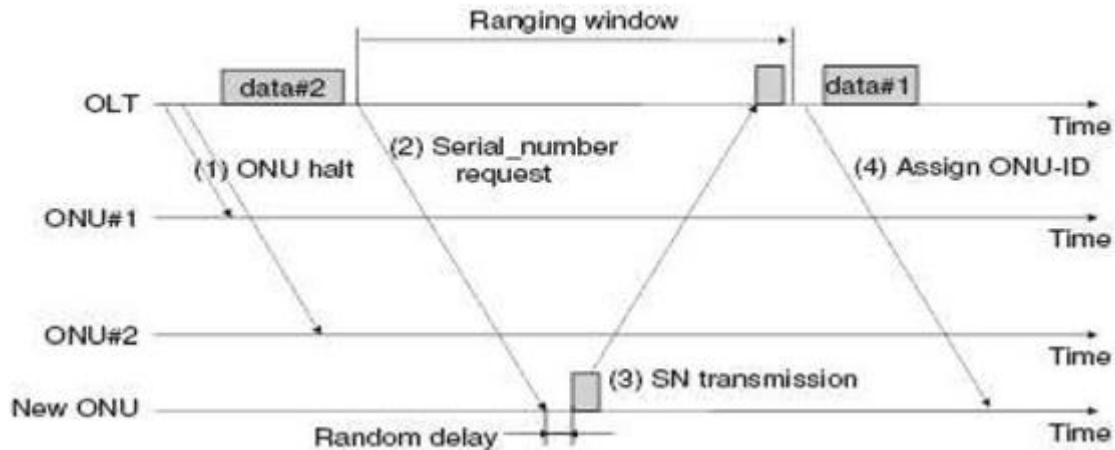
riêng sử dụng TDMA được chuẩn hóa và thương mại hóa.

- Cửa sổ định cỡ: Chiều dài cửa sổ định cỡ được thiết lập theo khoảng cách giữa OLT và ONU. Khoảng cách giữa OLT và ONU thường khác với ONU tới ONU, nếu không xác chính xác trễ khứ hồi RTD (Round Trip Delay) thì không thể thiết lập được thời gian phát. Do vậy, đầu tiên ta phải đo RTD, sau khi đo RTD thời gian phát của ONU phải được điều chỉnh. Đó là khoảng thời gian giữa các tín hiệu do ONU nào đó và các ONU khác phát hay còn gọi là thời gian bảo vệ. Thời gian bảo vệ phải đủ lớn để các tín hiệu từ các ONU khác nhau không xung đột.

- Thủ tục định cỡ: Có hai cách xác định ONU cho quá trình Ranging: cách thứ nhất là phương pháp xác định duy nhất ONU đã đăng ký, cách thứ 2 là phương pháp xác định tất cả các ONU chưa đăng ký. Trong phương pháp thứ nhất, một ONU với số ID riêng được xác định trong hệ thống vận hành. Trong phương pháp thứ hai OLT không biết số ID riêng của mỗi ONU, khi đó sẽ có vài ONU có thể truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ diễn ra liên tục. Một biện pháp giảm xung đột trong quá trình Ranging là truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ với một khoảng thời gian chờ ngẫu nhiên, gần giống như phương pháp được sử dụng trong Ethernet (CSMA/CD). Thậm chí nếu có xảy ra xung đột ngay bước đầu thì vẫn có thể tiến hành đo trễ bằng cách lặp lại quá trình truyền dẫn hai hay ba lần.

Vì dữ liệu thuê bao không được truyền trước khi quá trình Ranging kết thúc nên sẽ không làm tăng trễ truyền dẫn dữ liệu. Ngoài ra thời gian chờ ngẫu nhiên được sử dụng để chống xung đột không được bao gồm trong phép đo trễ khứ hồi RTD [12].

Trong công nghệ GPON thủ tục Ranging được chia thành 2 pha: Ở pha thứ nhất như hình 2.3, đăng ký số seri cho ONU chưa đăng ký và cấp phát ONU-ID cho ONU đã thực hiện. Số seri là ID xác định ONU và phải là duy nhất, đồng thời ONU-ID được sử dụng để điều khiển, theo dõi và kiểm tra ONU.

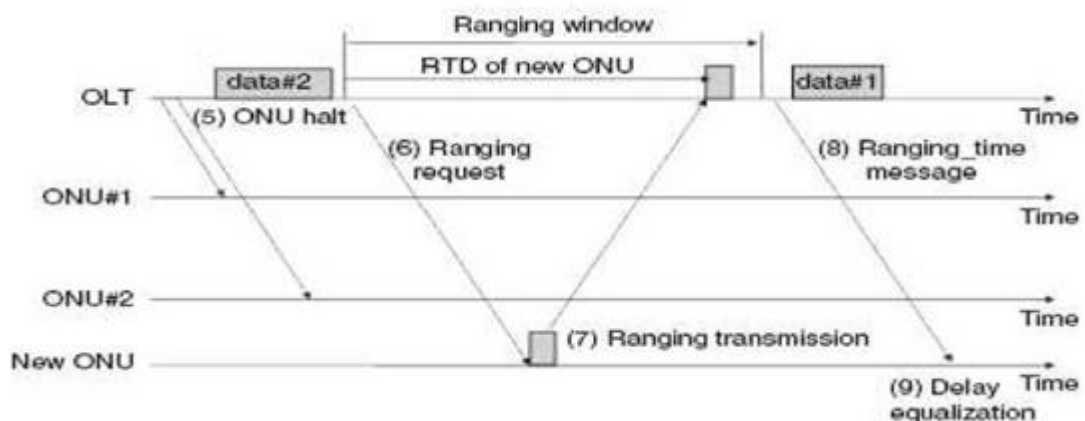


Hình 2.3. GPON Ranging pha 1

Các bước trong pha thứ nhất [15]:

- OLT xác định tất cả các ONU hiện đang hoạt động để cho dừng quá trình truyền dẫn (các ONU ngừng truyền dẫn – (1) ONU halt).
- OLT xác định ONU không có ONU-ID để yêu cầu truyền số seri (bản tin yêu cầu số seri - (2) serial_number request)
- Sau khi nhận được yêu cầu truyền số seri, ONU không có ONU-ID sẽ truyền số seri (quá trình truyền số seri - (3) SN transmission) sau khi chờ một khoảng thời gian ngẫu nhiên (tối đa 50ms).
- OLT chỉ định một ONU-ID tới ONU chưa đăng ký mà OLT đã nhận được số seri (bản tin chỉ định ONU-ID - (4) assign ONU-ID).

Trong pha tiếp theo như hình 2.4, RTD được đo cho mỗi ONU đã đăng ký mới. Thêm vào đó pha này cũng được áp dụng cho các ONU bị mất tín hiệu trong quá trình thông tin.



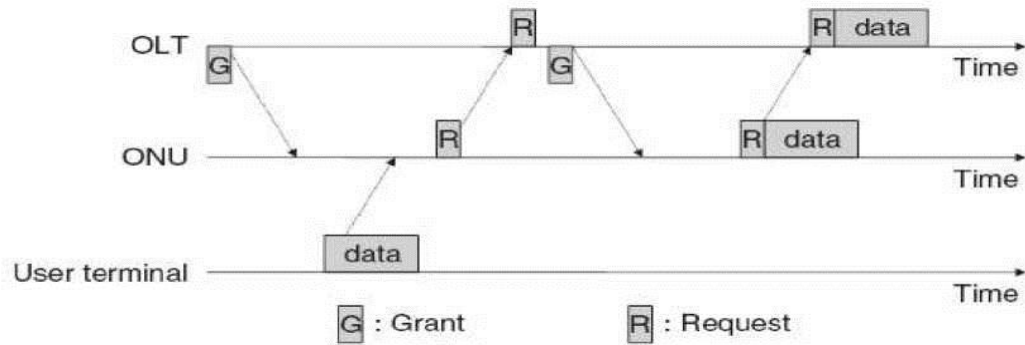
Hình 2.4. GPON Ranging pha 2

Các bước trong pha thứ hai:

- OLT xác định tất cả các ONU đang thông tin để cho dừng quá trình truyền dẫn luồng lên (các ONU ngừng truyền dẫn - (5) ONU halt)
- Sử dụng các số seri, OLT xác định một ONU nhất định và chỉ ONU đó được truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ (bản tin yêu cầu ranging - (6) ranging request)
- ONU có số seri trùng với số seri OLT đã xác định sẽ truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ (quá trình truyền ranging - (7) ranging transmission), bao gồm cả ONU-ID đã chỉ định trong pha 1.
- OLT đo RTD phụ thuộc vào thời gian mà tín hiệu sử dụng cho phép đo trễ được thu. Hơn nữa, sau khi xác nhận sự kết hợp giữa số seri và ONU-ID là đúng, OLT thông báo trễ cân bằng (Equalization Delay = $T_{eqd} - RTD$) tới ONU (bản tin thời gian ranging - (8) Ranging_time message). Trong đó T_{epd} là hằng số và giá trị RTD lớn nhất được xác định trong mạng PON. Ví dụ với khoảng cách tối đa 20km thì $T_{eqd} = 200ms$.
- ONU lưu giá trị trễ cân bằng và tạo trễ định thời cho chuỗi dữ liệu truyền dẫn luồng lên với giá trị này.

2.2.3.2. Phương thức cấp phát băng thông

Có hai phương thức phân định băng thông là phân định băng thông cố định FBA (Fixed Bandwidth Assign - FBA) và phân định băng thông động DBA (Dynamic Bandwidth Assignment - DBA). FBA là phương pháp phân định cửa sổ truyền dẫn cố định trong một chu kỳ cố định với mỗi ONU. Với FBA băng thông và độ trễ cố định không đổi, điều đó không hiệu quả vì vẫn tiêu tốn băng tần dù không có lưu lượng luồng lên. Ngược lại, DBA phân định băng thông cho mỗi ONU theo yêu cầu và nhu cầu lưu lượng luồng lên vì vậy băng thông được sử dụng hiệu quả hơn. Hình 2.5 dưới đây trình bày thủ tục cấp phát băng thông động.

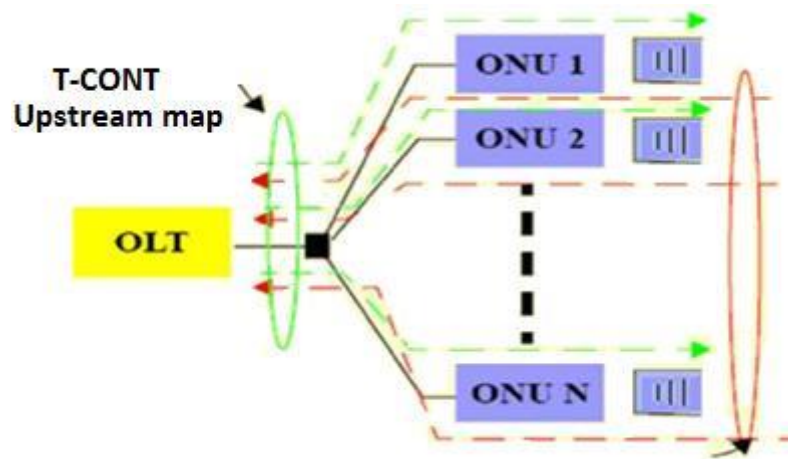


Hình 2. 5. Thủ tục cấp phát băng thông trong GPON.

Như trình bày ở trên tại phần 2.2.3.1, tại hướng lên băng thông được sử dụng bởi các ONU, nó không chỉ phụ thuộc vào bối cảnh lưu lượng tại các ONU có liên quan mà đồng thời liên quan đến lưu lượng tại các ONU khác trong mạng. Vì sử dụng môi trường chia sẻ băng thông nên lưu lượng truyền bởi mỗi ONU có khả năng bị xung đột và quá trình truyền lại làm giảm hiệu suất. Do đó hướng lên GPON sử dụng phương thức cấp phát băng thông động DBA. Các khung truyền dẫn hướng lên được chia thành 5 loại TCONT (Transmission Container) sử dụng để quản lý việc cấp phát băng thông hướng lên [15]:

- Loại I – TCONT: trên cơ sở được cấp phát băng thông cố định hay là dịch vụ yêu cầu băng thông cố định, không được phục vụ bởi DBA.
- Loại II – TCONT: cho dịch vụ có tốc độ bit thay đổi với yêu cầu về trễ và jitter như truyền hình và VoIP.
- Loại III – TCONT: cho các dịch vụ được đảm bảo về trễ.
- Loại IV – TCONT: cho lưu lượng best-effort.
- Loại V – TCONT: là kết hợp của hai hay nhiều loại x - TCONT ở trên.

Báo cáo mẫu lưu lượng gửi tới OLT bởi mỗi ONU bao gồm mẫu của mỗi loại TCONT và chờ sự cấp phát từ phía OLT. OLT sẽ dựa vào loại TCONT để ra quyết định cấp phát băng thông hướng lên cho ONU.



Hình 2. 6. Báo cáo phân bố băng thông trong GPON.

Thủ tục cấp phát nói chung gồm các bước sau:

- ONU lưu dữ liệu thuê bao cho lưu lượng hướng lên vào bộ đệm.
- Khối dữ liệu chứa trong bộ đệm được báo tới OLT như một yêu cầu tại một thời điểm quy định bởi OLT.
- OLT xác định thời gian bắt đầu truyền dẫn và khoảng thời gian truyền cho phép (1/4 cửa sổ truyền dẫn) tới ONU như một sự cấp phép.
- ONU nhận sự cấp phép và truyền khối dữ liệu đã xác định.

2.2.4. Bảo mật và mã hóa sửa lỗi

2.2.4.1. Bảo mật

Do mạng GPON là mạng điểm - đa điểm nên dữ liệu hướng xuống có thể được nhận bởi tất cả các ONU. Công nghệ GPON sử dụng bảo mật hướng xuống với chuẩn mật mã tiên tiến AES (Advanced Encryption Standard). Dữ liệu thuê bao trong khung luồng xuống được bảo vệ thông qua lược đồ mật mã hóa AES và chỉ phần tải lưu lượng trong khung được mã hoá. Với hướng lên xem như liên kết điểm - điểm và không sử dụng mã hóa bảo mật [12].

2.2.4.2. Sửa lỗi tiến hướng thuận FEC (Forward Error Correction)

Công nghệ GPON sử dụng phương pháp sửa lỗi tiến FEC. FEC mang lại kết quả tăng quỹ đường truyền lên 3 - 4dB (độ lợi mã hóa) vì vậy cho phép tăng tốc độ bit và khoảng cách giữa OLT và các ONU cũng như hỗ trợ tỷ số chia lớn hơn trong mạng. FEC được tùy chọn sử dụng trong cả hướng lên và hướng xuống, dùng mã Reed Solomon thường là RS (255, 239).

2.2.5. Chất lượng và khả năng cung cấp băng thông

2.2.5.1. Khả năng cung cấp băng thông

Công nghệ GPON hỗ trợ tốc độ lên tới 1,25 Gbit/s hoặc 2,5 Gbit/s hướng xuống và nhiều mức tốc độ trong khoảng từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s hướng lên với hiệu suất sử dụng băng thông đạt trên 90%.

a) Băng thông hướng xuống

Yêu cầu băng thông của các dịch vụ cơ bản:

+ Một kênh HDTV = 18 Mbit/s.

+ Một kênh SDTV = 3 Mbit/s.

+ Truy cập Internet tốc độ cao = 100 Mbit/s trên mỗi thuê bao với tỷ lệ dùng chung 20:1.

+ Voice IP tốc độ 100 Kbit/s.

Trong đó tốc độ hướng xuống của GPON = 2,488 Mbit/s X hiệu suất 92% = 2,289 Mbit/s. Trong ứng dụng nhiều nhóm người sử dụng (MDU: Multiple Dwelling Unit), với tỷ lệ chia là 1:32, GPON có thể cung cấp dịch vụ cơ bản bao gồm truy cập Internet tốc độ cao và Voice đến 32 ONU, mỗi ONU cung cấp cho 8 thuê bao.

b) Băng thông hướng lên

Tiêu chuẩn G984 GPON không những có khả năng hỗ trợ tất cả các yêu cầu về hệ thống mạng mà còn cung cấp một cơ chế QoS riêng cho lớp PON vượt ra ngoài các phương thức Ethernet lớp 2 và phân loại dịch vụ (Class of Service – CoS) IP lớp 3 để đảm bảo việc phân phát các thông tin Voice, Video và TDM chất lượng cao thông qua môi trường chia sẻ trên nền TDMA. Tuy nhiên, các cơ chế CoS ở lớp 2 và lớp 3 chỉ có thể đạt mức tối đa là QoS ở lớp truyền tải. Nếu lớp truyền tải có độ trễ và dung sai lớn thì việc phân chia mức ưu tiên dịch vụ không còn ý nghĩa [15]. Đối với TDMA PON, việc dung lượng cung cấp có QoS hướng lên sẽ bị hạn chế khi tất cả các ONT của PON sử dụng hết băng thông hướng lên và ưu tiên của nó trong TDMA. Hướng lên GPON có thông lượng đến 1,25 Gbit/s.

GPON sử dụng băng thông ngoài băng để cấp phát bản đồ với khái niệm khối lưu lượng (T-CONT) cho hướng lên. Khung thời gian hướng lên và hướng xuống sử dụng khung tiêu chuẩn 8 KHz (125μs) và các dịch vụ được đóng gói vào các khung theo nguyên bản của nó thông qua quá trình mô hình đóng gói GPON (GEM). Giống như

trong SONET/SDH, GPON cung cấp khả năng chuyển mạch bảo vệ với thời gian nhỏ hơn 50ms. Điều cơ bản làm cho GPON có trễ thấp là do tất cả lưu lượng hướng lên TDMA từ các ONU được ghép vào trong một khung 8 KHz (125 μ s). Mỗi khung hướng xuống bao gồm một bản đồ cấp phát băng thông hiệu quả được gửi quảng bá đến tất cả các ONU và có thể hỗ trợ tính năng tinh chỉnh cấp phát băng thông. Cơ chế ngoài băng này cho phép GPON DBA hỗ trợ việc điều chỉnh cấp phát băng thông nhiều lần mà không cần phải sắp xếp lại để tối ưu hóa tận dụng băng thông.

2.2.5.2. Khả năng cung cấp dịch vụ

a) Đặc điểm dịch vụ

Giới hạn cự ly của công nghệ GPON hiện tại được quy ước trong khoảng 20 km với hệ số chia tách/ghép quang lên tới 1:128 (hiện tại thường sử dụng tỷ lệ 1:32).

GPON có khả năng hỗ trợ cấu trúc mạng xếp chồng dịch vụ CATV, đáp ứng được đòi hỏi cho dịch vụ hướng xuống tốc độ cao. Các hệ thống này đều sử dụng bước sóng 1490 nm hướng xuống và 1310 nm hướng lên, bước sóng 1550 nm được dành riêng cho CATV.

GPON được triển khai để đáp ứng tỷ lệ dung lượng dịch vụ/chi phí khi so sánh với mạng cáp đồng/DSL và mạng HFC có dung lượng nhỏ và các mạng SDH/SONET cũng như giải pháp quang Ethernet điểm - điểm có chi phí cao [8]. Vì vậy nó phù hợp với các hộ gia đình, doanh nghiệp vừa và nhỏ, chính phủ và các cơ quan công sở.

- Các dịch vụ dành cho hộ gia đình
- Dành cho doanh nghiệp vừa và nhỏ
- Dành cho Chính phủ, Giáo dục và Y tế

b) Các ứng dụng cơ bản

+ GPON được ứng dụng trong các mạng truy nhập quang FTTx để cung cấp các dịch vụ như IPTV, VoD, RF Video (chồng lấn), Internet tốc độ cao, VoIP, Voice TDM với tốc độ dữ liệu/thuê bao có thể đạt 1.000 Mbps, hỗ trợ QoS đầy đủ.

+ Thông tin liên lạc - các đường thoại, thông tin liên lạc, truy cập Internet, Intranet tốc độ cao, truy cập Internet không dây tại những địa điểm công cộng, đường băng thông lớn (BPLL) và làm backhaul cho mạng không dây

+ Bảo mật - camera, báo cháy, báo đột nhập, báo động an ninh, trung tâm điều khiển 24/7 với khả năng giám sát, backup dữ liệu, SANs

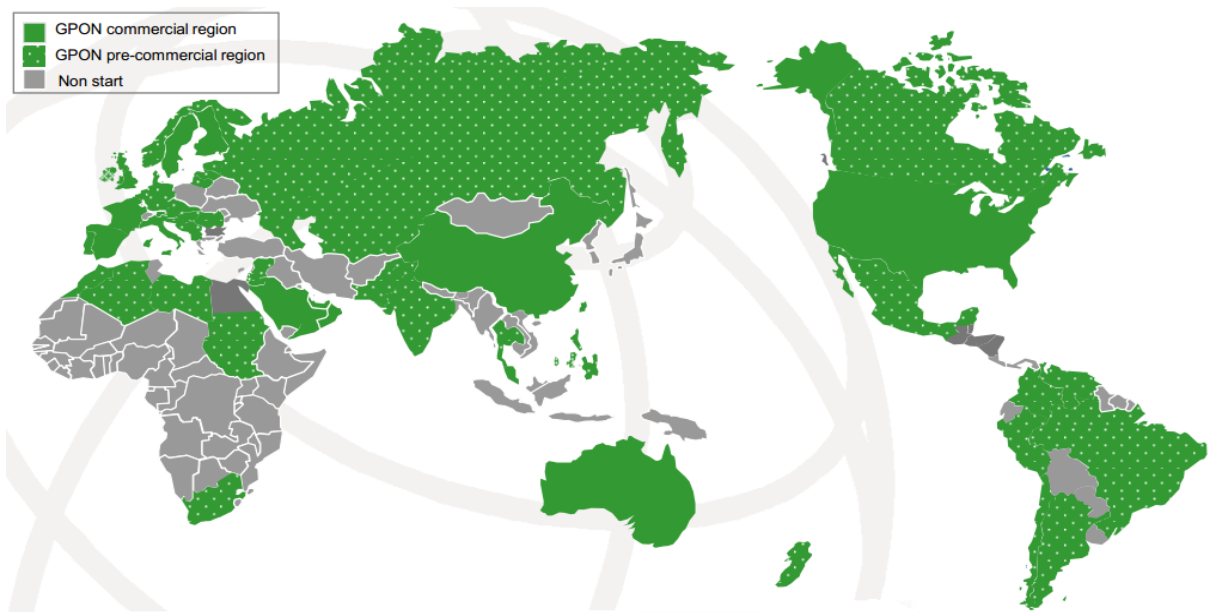
+ Giải trí - CATV, HDTV, PPV, PDVR, IPTV - Hệ thống đường lên video hoàn

thiện cho modem DOCSIS và dịch vụ video tương tác, truyền hình vệ tinh; tất cả các dịch vụ trên cáp quang GEPON

+ Nhà thông minh, Giám sát trong nhà & BMS - nước, điện và giám sát xử lý chất thải, khám sức khỏe tại nhà, điều khiển đèn từ xa, điều khiển từ xa các thiết bị tự động trong nhà.

2.3. Tình hình triển khai GPON trên thế giới và tại Việt Nam

Hiện nay hai công nghệ GPON và GEPON đang được triển khai đồng thời trên thế giới. Trong đó GPON chủ yếu được triển khai ở Châu Á, Châu Mỹ và Châu Âu. Tại đây về cơ bản các nhà cung cấp dịch vụ FTTH sử dụng kiến trúc của GPON của ITU. Và đang tiến hành từng bước xây dựng các mạng quang thụ động G-PON, song song xây dựng các mạng truy nhập quang thụ động XG-PON, hướng đến xây dựng các mạng truy nhập quang thụ động 40G-PON trong tương lai gần [8].



Hình 2.7. Tình hình triển khai GPON trên thế giới

2.3.1. Tình hình triển khai trên Thế giới

Trên thế giới hiện nay, Huawei là nhà cung cấp hàng đầu về cung cấp giải pháp GPON và sản xuất thiết bị Port, xếp sau là Alcatel-Lucent và ZTE. Khu vực châu Á-Thái Bình Dương vẫn là thị trường phát triển GPON sôi động nhất, tiếp đến là khu vực châu Âu, Bắc Mỹ...

* Khu vực châu Âu: Hầu hết được triển khai, lắp đặt theo mô hình FTTH/GPON của ITU, với khoảng 5 triệu thuê bao FTTH/GPON như Thụy Điển, Thụy Sĩ, Pháp và Đan Mạch...

* Tại Mỹ: Giải pháp được lựa chọn triển khai FTTH ban đầu là BPON, từ năm 2007 nhà mạng Verizon bắt đầu tiến hành triển khai mạng quang truy nhập quang thụ động FTTP/GPON.

* Tại Nhật Bản: là một trong các quốc gia thuộc khu vực châu Á có tốc độ tăng trưởng dịch vụ băng rộng đạt mức hai con số hằng năm. Tính đến cuối năm 2019 đã có khoảng trên 40 triệu thuê bao. Hiện Nhật Bản sử dụng chủ yếu là công nghệ FTTH/FTTB theo công nghệ truy nhập quang thụ động EPON, song cũng có sự quan tâm nghiên cứu thử nghiệm và triển khai GPON.

* Tại Hàn Quốc: Hàn Quốc là một trong những quốc gia có sự thâm nhập sâu vào thị trường băng rộng so với các nước khác. Vấn đề là lựa chọn công nghệ, để đáp ứng được tốc độ trên thì PON là kiến trúc mạng tối ưu nhất. Năm 2007, Hanaro Telecom đưa vào triển khai giải pháp mạng truy nhập quang thụ động GPON - Alcatel-Lucent tại Hàn Quốc, hệ thống này hỗ trợ phân phối các dịch vụ băng rộng tiên tiến như IPTV, truyền hình độ nét cao HDTV, truyền hình theo yêu cầu VoD...

* Tại Trung Quốc: Các nhà cung cấp dịch vụ băng rộng lớn nhất hiện nay của Trung Quốc là China Mobile, China Telecom, China Unicom đã tiến hành hợp tác cùng với các Công ty, Tập đoàn công nghệ là Huawei, ZTE, Alcatel-Lucent, Ericsson để triển khai GPON tại Trung Quốc.

2.3.2. Tình hình triển khai tại Việt Nam

Dịch vụ băng rộng dựa trên công nghệ truy nhập quang thụ động GPON bắt đầu được triển khai tại Việt Nam vào đầu năm 2011, có 3 nhà cung cấp dịch vụ FTTH/GPON là Netnam, VNPT và CMC, các dịch vụ này hiện mới chỉ được triển khai tại hai trung tâm kinh tế lớn của đất nước là thành phố Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh, với khoảng 12 nghìn thuê bao dịch vụ FTTH/GPON. Tính đến cuối năm 2019, tất cả các doanh nghiệp viễn thông của Việt Nam đã triển khai GPON đối với mạng truy nhập, với trên 60 triệu thuê bao dịch vụ băng rộng với 3 nhà cung cấp dịch vụ internet lớn nhất là VNPT, Viettel và FPT.

2.3.3. Nhận xét về tình hình triển khai công nghệ GPON trên thế giới và tại Việt Nam

Qua nghiên cứu tìm hiểu thực trạng triển khai công nghệ GPON có thể thấy công nghệ GPON hiện đang được triển khai khá phổ biến và sẽ trở thành xu hướng công nghệ phát triển mạnh trong tương lai; là loại hình truy nhập băng rộng chủ yếu cung cấp các dịch vụ truy nhập băng rộng.

Công nghệ này hiện đã được các nhà cung cấp dịch vụ trong nước triển khai theo mô hình truy nhập FTTx để cung cấp các dịch vụ băng rộng với nhiều chủng loại thiết bị của nhiều hãng cung cấp thiết bị khác nhau.

2.4. Một số vấn đề cần quan tâm khi tính toán thiết kế đối với mạng GPON

Việc tính toán, thiết kế mạng GPON cần quan tâm tới một số vấn đề sau:

- Đảm bảo các điều kiện về thông số kỹ thuật công nghệ như mô tả trong phần 2.1.3 (Thông số kỹ thuật của GPON).
- Đảm bảo các đặc tính kỹ thuật cơ bản của lớp vật lý theo bảng 2.1

Bảng 2.1. Đặc tính kỹ thuật cơ bản của lớp vật lý

Khái niệm		Hướng xuống	hướng lên
Bước sóng (nm)	Dải thông cơ bản	1480 - 1500	1260 - 1360
	Dải thông tăng cường	1539 - 1565	1260 - 1360
Công suất ra (dBm)	Lớp A	-3 đến -7,5	-7,5 đến 0
	Lớp B	-2,5 đến +2	-5,5 đến +2
	Lớp C	-0,5 đến +4	-3,5 đến +4
Suy hao kênh (tỉ lệ chia 1:64)	Lớp A	20	20
	Lớp B	25	25
	Lớp C	30	30
Độ nhạy bộ thu (dBm)	Lớp A	-28,5	-28,5
	Lớp B	-28,5	-31,5
	Lớp C	-31,5	-34,5

- Băng tần hoạt động: Đối với đường xuống, OLT phân phối các gói dữ liệu tới mỗi ONU trong dải bước sóng 1480 - 1500 nm, thông thường các thiết bị hiện

tại sử dụng bước sóng 1490 nm. Các ONU gửi dữ liệu đường lên OLT trong dải bước sóng từ 1260 - 1360nm, thông thường các thiết bị hiện tại sử dụng bước sóng 1310 nm.

- Xác định tỉ lệ phân tách: hiện nay sử dụng phổ biến 2 loại là 1:32 và 1:64.
- Đảm bảo cự ly giữa OLT và ONU/ONT trong giới hạn cho phép: nhỏ hơn 20 km.
- Thông số suy hao liên quan đến bộ chia và sợi quang như sau:

➤ Suy hao connector quang

Loại connector	SC	SC/APC
Suy hao (dB)	0.3	0.3
Suy hao lớn nhất	0.5	0.5

➤ Suy hao bộ chia/ghép quang

Tỷ lệ	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64
Suy hao lớn nhất (dB)	3.5	7.3	10.5	13.8	17.1	20.5

➤ Suy hao sợi quang bao gồm các mối hàn

Loại sợi	Bước sóng	Suy hao (dB/km)
Sợi đơn mode	1310	0.35
Sợi đơn mode	1490	0.35
Sợi đơn mode	1550	0.25

2.5. Định hướng phát triển GPON cho mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh

2.5.1. Định hướng phát triển các dịch vụ mới

Ngày nay có nhiều nhu cầu về sử dụng các dịch vụ mới, đặc biệt là các dịch vụ băng rộng và đảm bảo được tính tiện ích trong việc sử dụng dịch vụ. Trên cơ sở đó sẽ quan tâm đầu tư phát triển các dịch vụ mới:

- Dịch vụ truy nhập Internet tốc độ cao
- Dịch vụ hội nghị truyền hình
- Dịch vụ truyền hình độ nét cao
- Các dịch vụ băng rộng phục vụ trong các lĩnh vực y tế, giáo dục,...

Với các nhu cầu sử dụng các dịch vụ thì việc tăng băng thông truy nhập là tất yếu. Nhu cầu băng thông đối với các dịch vụ được chỉ ra trong bảng 2.2 [2].

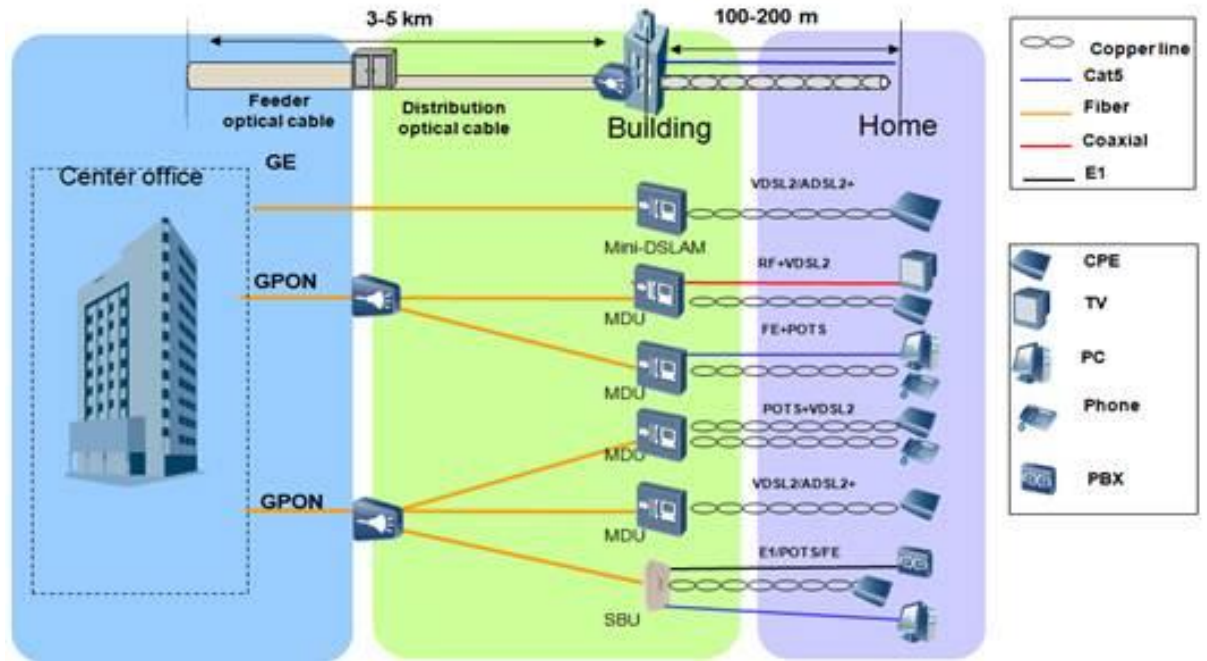
Bảng 2.2. Bảng băng thông của các dịch vụ

STT	Dịch vụ	Băng thông hướng lên (Mbps)	Băng thông hướng xuống (Mbps)
1	Internet băng rộng	5	10
2	Hội nghị truyền hình	4	4
3	SDTV	0,4	4
4	HDTV	0,5	12
5	VoD	2	6
	...		

Từ đó sẽ đầu tư phát triển mạng truy nhập băng rộng của mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh theo nhu cầu sử dụng.

2.5.2. Định hướng phát triển mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh

Phát triển mạng truy nhập quang FTTx là xu hướng tất yếu đối với mạng truyền dẫn (mạng truy nhập băng rộng) của thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh [3]. Các giải pháp triển khai mạng truy nhập FTTx được mô tả trong hình 2.8.



Hình 2.8. Mô hình mạng truy nhập FTTx

- Giải pháp FTTH/FTTO: Cáp quang đến nhà thuê bao/văn phòng

Mô hình này phần thiết bị mạng truy nhập có thể triển khai sử dụng công nghệ GPON (OLT + ONT/ONU) hoặc công nghệ AON (L2SW + CPE). Băng thông tối đa 100M/100M nếu kết nối FE.

- Giải pháp FTTB: Cáp quang đến tòa nhà

Kéo cáp quang đến tòa nhà, trong tòa nhà có thể dùng cáp đồng hay cáp đồng trục CAT5. Mô hình này phần thiết bị truy nhập có thể triển khai theo 2 cách Indoor hoặc Outdoor. Thiết bị mạng truy nhập có thể sử dụng GPON hoặc công nghệ AON. Băng thông tối đa 100M/100M nếu mô hình FTTB + LAN, 50M/50M nếu mô hình FTTB + xDSL.

- Giải pháp FTTN: Cáp quang tới các điểm nút

Cáp quang được kéo đến các Cabinet, tại các Cabinet đặt các thiết bị truy nhập, bán kính phục vụ dưới 1.500m, cho vài trăm thuê bao. Nếu bán kính phục vụ dưới 1.000m thì gọi là FTTC. Mô hình này phần thiết bị truy nhập có thể triển khai theo 2 cách Indoor hoặc Outdoor. Băng thông tối đa 20M/3M.

Việc lựa chọn sử dụng mô hình triển khai FTTx nào phụ thuộc vào thực tế, cũng như nhu cầu đầu tư từng thời điểm.

2.5.3. Định hướng công nghệ cho mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh

2.5.3.1. Vấn đề lựa chọn công nghệ PON hay AON

Tùy theo từng điều kiện cụ thể cho phép lựa chọn phương án sử dụng công nghệ PON hay AON cho phù hợp [2]. Việc lựa chọn công nghệ PON hay AON dựa vào các yếu tố sau:

* Lựa chọn công nghệ theo vùng phục vụ

- Nếu mật độ thuê bao thấp (< 86 đầu cuối quang) thì chi phí đầu tư cho 1 thuê bao sử dụng công nghệ PON (GPON) sẽ cao hơn so với AON, do vậy nên sử dụng công nghệ AON.

- Nếu mật độ thuê bao cao (≥ 86 đầu cuối quang) thì ưu tiên sử dụng công nghệ PON (GPON).

- Trong trường hợp đã xác định lựa chọn PON (GPON) thì vẫn có thể triển khai AON trong các trường hợp sau:

+ Giai đoạn đầu chưa đầu tư GPON.

+ Đối với các tuyến có khoảng cách $> 14\text{km}$.

+ Đối với các đơn vị có nhu cầu băng thông $> 50\text{Mbps}$.

* Lựa chọn công nghệ theo khả năng lắp đặt

Việc lựa chọn công nghệ còn phụ thuộc vào khả năng lắp đặt thiết bị tại điểm đó, thông thường một số điểm không thể sử dụng AON bởi không đáp ứng được nguồn, không gian và điều kiện tối thiểu khác thì bắt buộc phải dùng PON (GPON).

* Lựa chọn công nghệ theo khả năng phân chia

Thiết bị PON (GPON) có thể chia 1:64 thậm chí 1:128 đầu cuối quang còn đối với thiết bị AON các Switch thông thường chỉ cung cấp 24 cổng.

* Lựa chọn công nghệ theo khoảng cách phục vụ

Đối với hệ thống PON (GPON) thì khoảng cách phục vụ tối đa theo lý thuyết là 20km (thực tế dùng thường là đạt được $70\% \times 20\text{km}$) ngược lại đối với công nghệ AON thì có thể lên tới hơn 70km (thực tế dùng thường là đạt được $70\% \times 70\text{km}$).

2.5.3.2. Vấn đề lựa chọn công nghệ GPON hay GPON

Công nghệ GPON và GPON đang là 2 kiểu kiến trúc mạng quang được đánh giá cao. Tuy nhiên, mỗi công nghệ với các ưu và nhược điểm riêng nên việc lựa chọn công nghệ nào cần phải được tính toán cụ thể [1].

GEPON không hỗ trợ truyền thông TDM, ATM với các định dạng gốc, được phát triển dựa theo chuẩn IEEE, GEPON là mạng quang thụ động với kiến trúc Ethernet cung cấp tốc độ ở gigabit.

Mạng truy nhập dựa trên công nghệ GPON cung cấp khả năng truyền tải các dịch vụ video, đó là các dịch vụ quan trọng nhất của IPTV, đồng thời cũng là ứng dụng có giá trị lớn nhất của hệ thống FTTH. Một hệ thống GPON với bộ chia tách 1:64 có thể cung cấp độ rộng băng thông 35Mbit/s cả hướng lên và hướng xuống cho mỗi thuê bao, tốc độ bit này thừa khả năng để hỗ trợ các ứng dụng video cũng như truyền thông dữ liệu và VoIP.

GPON đang có một số ưu điểm hơn so với các công nghệ PON khác là:

- Hỗ trợ truyền thông TDM, ATM với các định dạng gốc. Hỗ trợ nhiều loại tốc độ truy nhập đường lên và đường xuống.
- Sự chín muồi trong công nghệ.
- Hiện tại công nghệ GPON được nhiều nhà khai thác lựa chọn hơn.
- GPON được chuẩn hóa bởi ITU nên tương thích với nhiều loại thiết bị.
- Tốc độ đường xuống cao hơn.

Vì những lý do trên, Bắc Ninh định hướng ưu tiên lựa chọn công nghệ GPON trong việc xây dựng mạng truy nhập băng rộng của thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

2.6. Kết luận Chương 2

Qua nghiên cứu ở trên, chúng ta có thể rút ra một số đặc điểm cơ bản của công nghệ GPON như sau: công nghệ GPON đã được ITU chuẩn hóa trong các tiêu chuẩn ITU G984.x; sử dụng kỹ thuật truy nhập TDMA hỗ trợ nhiều loại tốc độ truy nhập đường lên từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s, tốc độ truy nhập đường xuống 1,25Gbit/s và 2,5 Gbit/s; hướng tới mạng cung cấp dịch vụ đầy đủ, hỗ trợ cả các dịch vụ TDM và Ethernet với hiệu suất sử dụng băng thông cao; giải quyết được vấn đề tắc nghẽn lưu lượng và những vấn đề liên quan của mạng truy nhập quang tốc độ cao bằng các thủ tục định cỡ và phân định băng thông động; các thủ tục điều khiển và báo hiệu trong GPON đơn giản nhưng vẫn đảm bảo giải quyết các vấn đề cơ bản về kỹ thuật của mạng truy nhập băng thông rộng tốc độ cao, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của dịch vụ... Vì vậy, GPON là công nghệ sử dụng băng thông hiệu quả trong các loại công nghệ PON hiện nay.

Chương 2 này cũng đề cập một số vấn đề cần quan tâm khi tính toán thiết kế đối

với mạng GPON và phân tích định hướng phát triển các dịch vụ mới, phát triển mạng truyền dẫn, lựa chọn công nghệ cho mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh.

CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPON TRONG VIỆC XÂY DỰNG MẠNG TRUYỀN DẪN CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH TỈNH BẮC NINH

3.1. Nguyên tắc triển khai

3.1.1. Nguyên tắc chung

Lắp đặt các OLT tại các đài trạm và đầu nối đường lên (Uplink) với thiết bị Access CES (thuộc mạng MAN - E) sử dụng kết nối GE/10GE. Các OLT sẽ đặt cùng vị trí với CES.

Lắp đặt tối đa 2 cấp bộ chia/ghép quang thụ động (Splitter) tại các vị trí phù hợp để kết nối các thuê bao, đảm bảo tối ưu các sợi quang trên mạng. Việc lắp đặt bộ chia phải tính tới vấn đề suy hao để đảm bảo khi lắp thiết bị vào hệ thống hoạt động được theo đúng như tính toán.

Suy hao tối đa trong mạng quang thụ động không quá 28dB (tính từ OLT đến ONU/ONT). Suy hao quang phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đầu nối quang, đầu nối tích cực, đầu nối cơ khí, suy hao sợi quang, suy hao bộ chia quang... Ở đây chỉ xét 3 tham số liên quan đến suy hao đó là suy hao connector, suy hao sợi quang bao gồm cả các mối hàn và suy hao bộ chia quang.

Chú ý: Trong việc thiết kế, khi đặt 1 bộ chia nào đó vào hệ thống, cho dù chưa dùng hết cổng nhưng số lượng suy hao vẫn tính bằng giá trị suy hao tương ứng của thiết bị đó ví dụ như đối với bộ chia 1:64 là 20,5dB

Khoảng cách tối đa giữa OLT và ONU/ONT là 20 km. Có thể triển khai thiết bị ONU/ONT trong nhà hoặc ngoài đường, tuy nhiên cần chú ý là thiết bị này cần nguồn cung cấp.

Các Splitter sẽ được đặt tại điểm truy nhập quang và có thể đặt tại điểm phối quang nếu thật cần thiết và thiết bị này không cần cấp nguồn. Dung lượng chia/ghép có thể là 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64. Việc đặt splitter phải tính toán để đảm bảo tối đa không quá 64 cổng quang cung cấp tới khách hàng trên 1 cổng GPON của OLT.

Chỉ triển khai tại các địa điểm, khu vực có mật độ thuê bao cao, trung tâm thành phố, khu công nghiệp.

Băng thông dành cho mỗi thuê bao (download) yêu cầu từ 17Mbps đến 35 Mbps.

Số lượng thuê bao tối đa cho một cổng GPON downlink từ OLT là 128, để đảm bảo mỗi thuê bao có băng thông kết nối tối thiểu là 17Mbps.

Khả năng băng thông uplink là 1,25Gbps (băng thông thực tế là 1160 Mbps) và downlink là 2,5 Gbps (băng thông thực tế là 2300 Mbps) trên một đường kết nối GPON.

Lắp đặt tối đa 2 cấp bộ chia/ghép quang thụ động (Splitter). Đặt splitter (gọi là splitter cấp 1) tại vị trí phù hợp với địa lý từng vùng để phục vụ kết nối tới các cụm thuê bao và đặt càng gần thuê bao càng tốt để tối ưu hoá việc sử dụng sợi quang. Đặt splitter cấp 2 tại các cụm thuê bao có số thuê bao >10 và sẽ kéo thẳng cáp quang tới từng thuê bao thuộc cụm thuê bao < 10 từ splitter cấp 1.

Số lượng cáp quang gốc: Thông thường các sợi cáp quang gốc có dung lượng tối thiểu từ 48 đôi sợi quang trở lên.

Các điểm phân phối cáp (DP) ưu tiên sử dụng măng xông quang, trong các trường hợp thật cần thiết có thể dùng ODF. Nếu dùng ODF thì yêu cầu cấu trúc module lắp trong các Rack tiêu chuẩn ETSI, được đặt ngoài trời hoặc trong nhà tùy theo địa bàn, phải có khoá cửa để bảo vệ, tủ phối phải có khả năng lắp đặt bộ chia/ghép (Splitter) cho mạng GPON, hộp phụ kiện quang (cassette, chuyển đổi quang, suy hao, dây nhảy...).

Số lượng cáp quang phối: thông thường sợi cáp quang phối có dung lượng từ 24 đôi sợi quang trở lên.

Các điểm truy nhập/kết cuối (AP) được sử dụng là ODF loại nhỏ, có dung lượng từ 24 FO đến 48 FO treo trên tường/cột, trong bể cáp hoặc lắp trên bề mặt ngoài trời, trong nhà, phải có khoá bảo vệ và phải có khả năng lắp đặt bộ chia/ghép (Splitter).

Số lượng cáp quang thuê bao: thông thường các sợi cáp quang thuê bao có dung lượng nhỏ 4 sợi hoặc 2 sợi.

Chuẩn đầu nối quang là loại SC/APC.

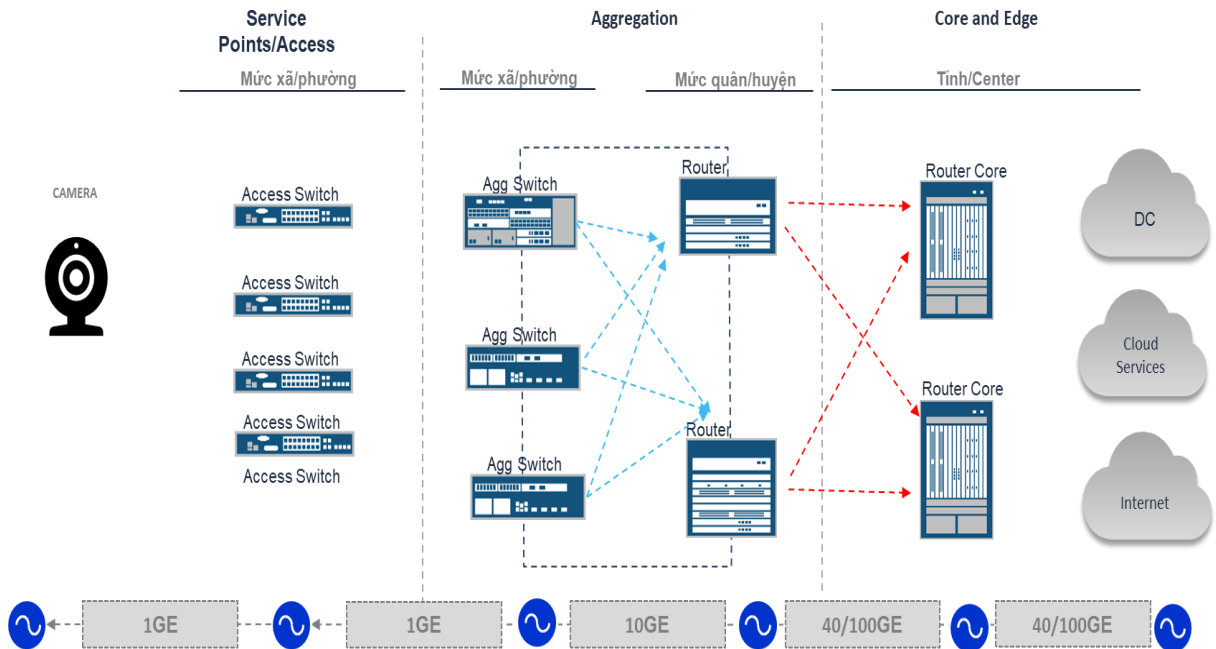
3.1.2. Các bước xây dựng cấu hình mạng

- ✓ Lựa chọn hình thức cung cấp FTTx
- ✓ Lựa chọn khu vực triển khai
- ✓ Dự báo số lượng thuê bao
- ✓ Tính toán số lượng thiết bị
- ✓ Tính toán dung lượng kết nối lên mạng MAN
- ✓ Xác định địa điểm lắp đặt thiết bị
- ✓ Xây dựng cấu hình mạng

3.2. Mô hình thực tế

3.2.1. Nguyên lý thuyết kế

Thiết kế mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh theo mô hình 3 lớp theo hình 3.1.



Hình 3.1. Mô hình mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh

- ✓ Lớp Core (lõi): Bao gồm các thiết bị Router tại tỉnh sử dụng công nghệ IP/MPLS.
- ✓ Lớp Aggregation (truyền tải): Bao gồm các thiết bị tập trung truyền tải tại các huyện, thị xã, thành phố.
- ✓ Lớp Access (truy nhập): Bao gồm các thiết bị Access Switch để kết nối giữa các phần tử đầu cuối (Camera, các thiết bị IoT,...).

Sử dụng công nghệ giảm chi phí triển khai, vận hành (GPON, Wifi).

Trang bị hệ thống thiết bị mạng truyền dẫn

- ✓ Tốc độ mạng lõi 100Gbps
- ✓ Tốc độ mạng truyền tải: 10Gbps
- ✓ Tốc độ mạng truy cập: 1Gbps

Xây dựng và ngầm hóa toàn bộ tuyến cáp

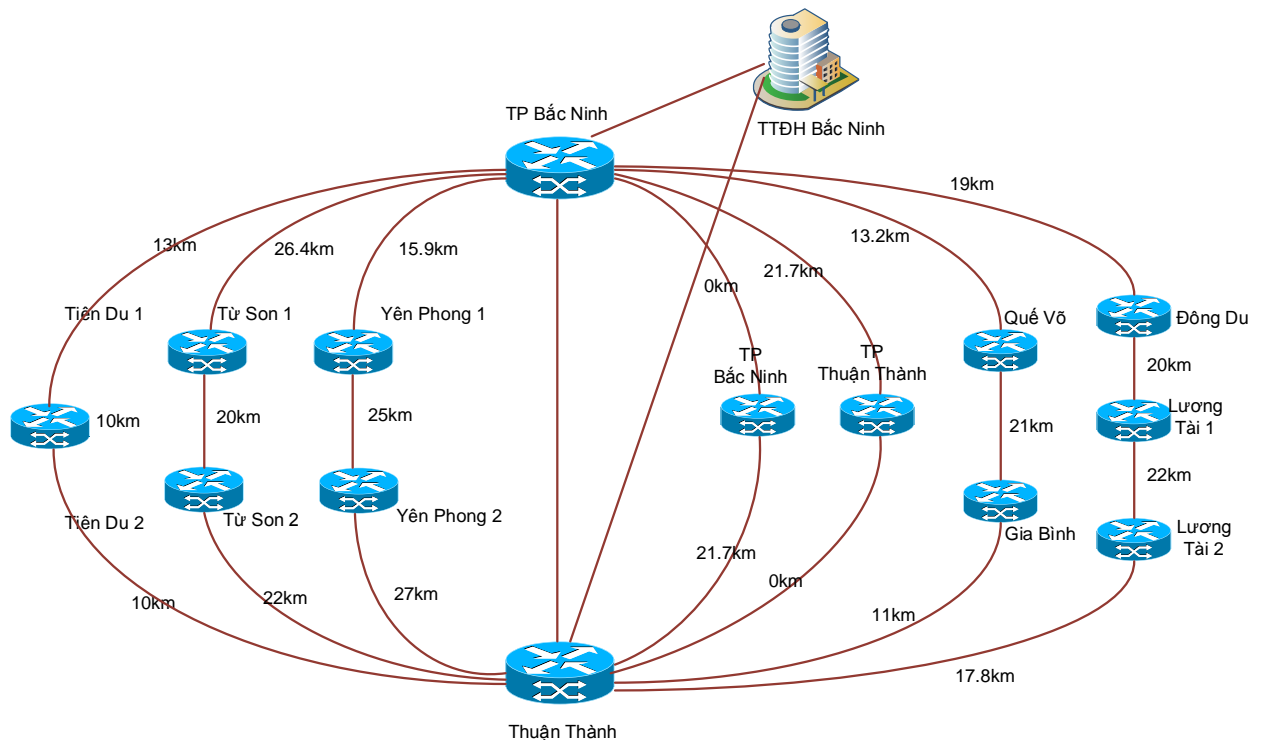
Ứng dụng công nghệ GPON cho hệ thống mạng truy nhập thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

3.2.2. Mô hình thiết kế mạng MAN-E của mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh

Hình 3.2 mô hình mạng MAN-E của mạng truyền dẫn TPTM tỉnh Bắc Ninh [2] gồm:

- 02 core CES – NE40E-8, mỗi Core có dung lượng chuyển mạch 640 Gpbs lắp đặt tại Trung tâm điều hành thông tin Suối Hoa (thành phố Bắc Ninh) và Trung tâm viễn thông Thuận Thành (huyện Thuận Thành), 02 core này được kết nối với nhau theo cấu hình Ring 10G.

- 12 Access CES – NE40E-4, mỗi Access CES có dung lượng chuyển mạch 604 Gpbs lắp đặt tại 12 trạm gồm 1 tuyến và 7 Ring. Tuyến Core CES TP Bắc Ninh – CES Thuận Thành, Ring 1: 10G gồm TP Bắc Ninh – Tiên Du – Thuận Thành, Ring 2: 10G gồm TP Bắc Ninh – Từ Sơn 1 – Từ Sơn 2 – Thuận Thành, Ring 3: 10G gồm TP Bắc Ninh – Yên Phong 1 – Yên Phong 2 – Thuận Thành, Ring 4: 10G gồm TP Bắc Ninh – Thuận Thành, Ring 5: 10G gồm Thuận Thành – TP Bắc Ninh, Ring 6: 10G gồm TP Bắc Ninh – Quế Võ – Gia Bình, Ring 7: 10G gồm TP Bắc Ninh – Đông Du – Lương Tài 1 – Lương Tài 2 – Thuận Thành. Các Access CES kết nối lên Core CES theo hai hướng.

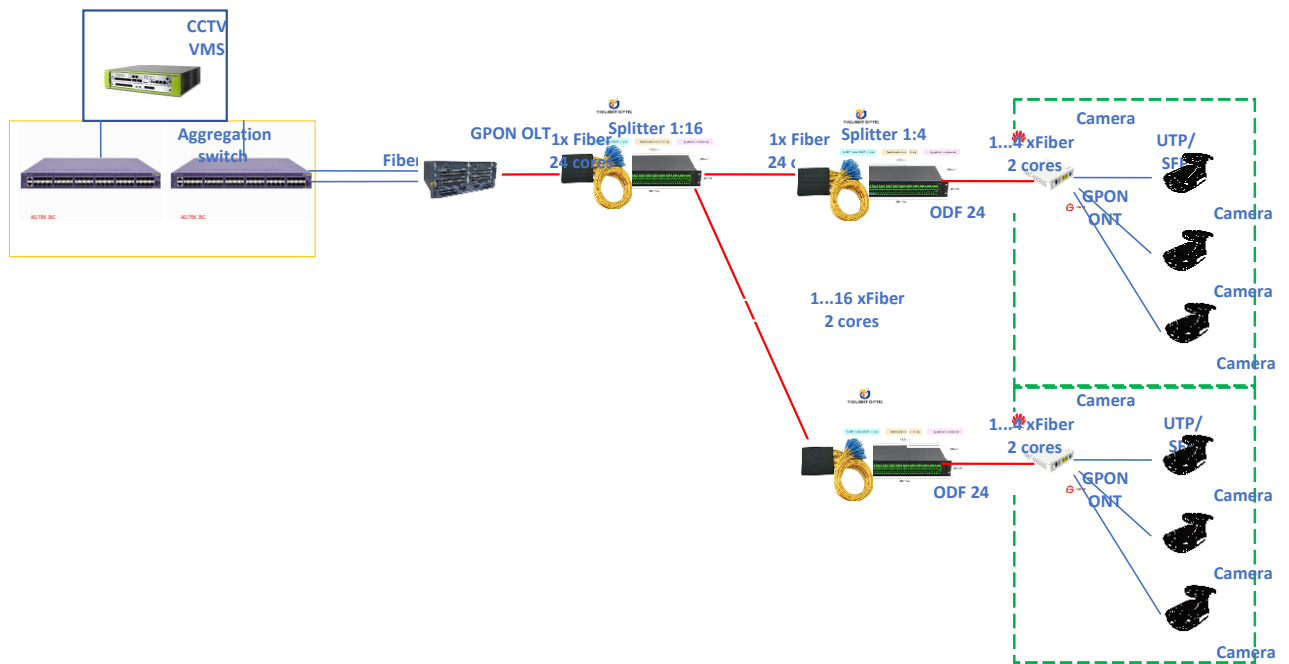


Hình 3.2. Mô hình mạng MAN-E thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh

3.2.3. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng TPTM tỉnh Bắc Ninh

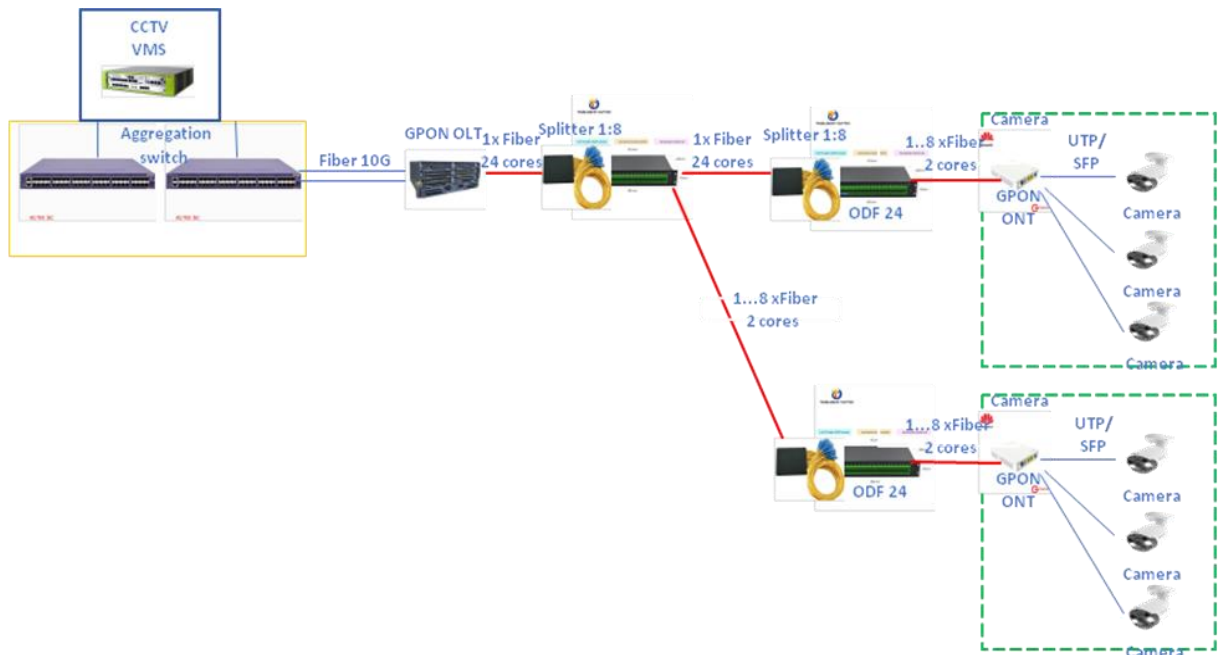
Mạng truy nhập băng rộng được đầu nối vào mạng MAN-E của TPTM tại các điểm nút thu gom lưu lượng Access CES qua các sợi quang. Tùy khu vực cụ thể xây dựng mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng của TPTM tỉnh Bắc Ninh cho phù hợp thực tế, cụ thể:

Đối với các địa bàn đô thị có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung, mô hình thiết kế như Hình 3.3.



Hình 3.3. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng tại đô thị

Đối với các địa bàn khác có nhu cầu phát triển ít và không tập trung, mô hình thiết kế như Hình 3.4.



Hình 3.4. Mô hình thiết kế mạng truy nhập băng rộng tại khu vực nhu cầu phát triển ít

3.3. Tính toán băng thông, lựa chọn thiết bị

3.3.1. Tính toán băng thông cho các loại dịch vụ

* Nguyên tắc tính toán dựa trên các yếu tố sau:

- Băng thông theo yêu cầu của dịch vụ
- Băng thông theo yêu cầu của từng đối tượng
- Tỷ lệ đối tượng sử dụng/trên tổng số thuê bao hoặc dự báo cụ thể số lượng thuê

bao sử dụng dịch vụ.

- Tỷ lệ khách hàng sử dụng dịch vụ đồng thời.
- Băng thông sử dụng cho các kênh multicast dịch vụ IPTV là 200Mbps.
- Băng thông phát sinh chủ yếu ở đường xuống tính tại thiết bị OLT hay là đường

lên tính tại ONU.

Trên cơ sở dự báo nhu cầu dịch vụ, nguyên tắc tính toán thiết kế băng thông cho các dịch vụ, nguyên tắc tính toán, thiết kế băng thông trong mạng MAN-E của thành phố thông minh, ta tính toán được bảng chỉ số băng thông của các dịch vụ trong giai đoạn đến năm 2022 (cụ thể xem trong phần phụ lục 1.3) [2].

3.3.2. Tính toán băng thông cho thiết bị GPON

Nguyên tắc tính toán băng thông cho thiết bị GPON:

- Bảng thông yêu cầu từ OLT tới CES MAN-E bằng tổng băng thông các ONU, ONT kết nối tới nó.

- Về bản chất bộ chia quang là một bộ chia công suất. Có nhiều loại splitter quang, có loại thì công suất ở các ngõ đầu ra giống nhau nhưng cũng có loại thì công suất đầu ra theo các tỉ lệ 1:4, 1:8, 1:16... Hơn thế nữa nó cũng là bộ chia băng thông.

- Ví dụ, tốc độ hướng xuống của hệ thống GPON thành phố Bắc Ninh với OLT đặt ở trạm Suối Hoa là 2,5Gbps, hệ số chia của splitter cấp 1 là 1:4 thì băng thông tối đa dành cho các user hướng xuống là:

$$\begin{aligned} \text{Băng thông USER} &= (\text{Tốc độ hướng xuống} / \text{hệ số chia của splitter}) \\ &= 2,5 : 4 = 0,625 \text{ Gbps hay là } 625\text{Mbps}. \end{aligned}$$

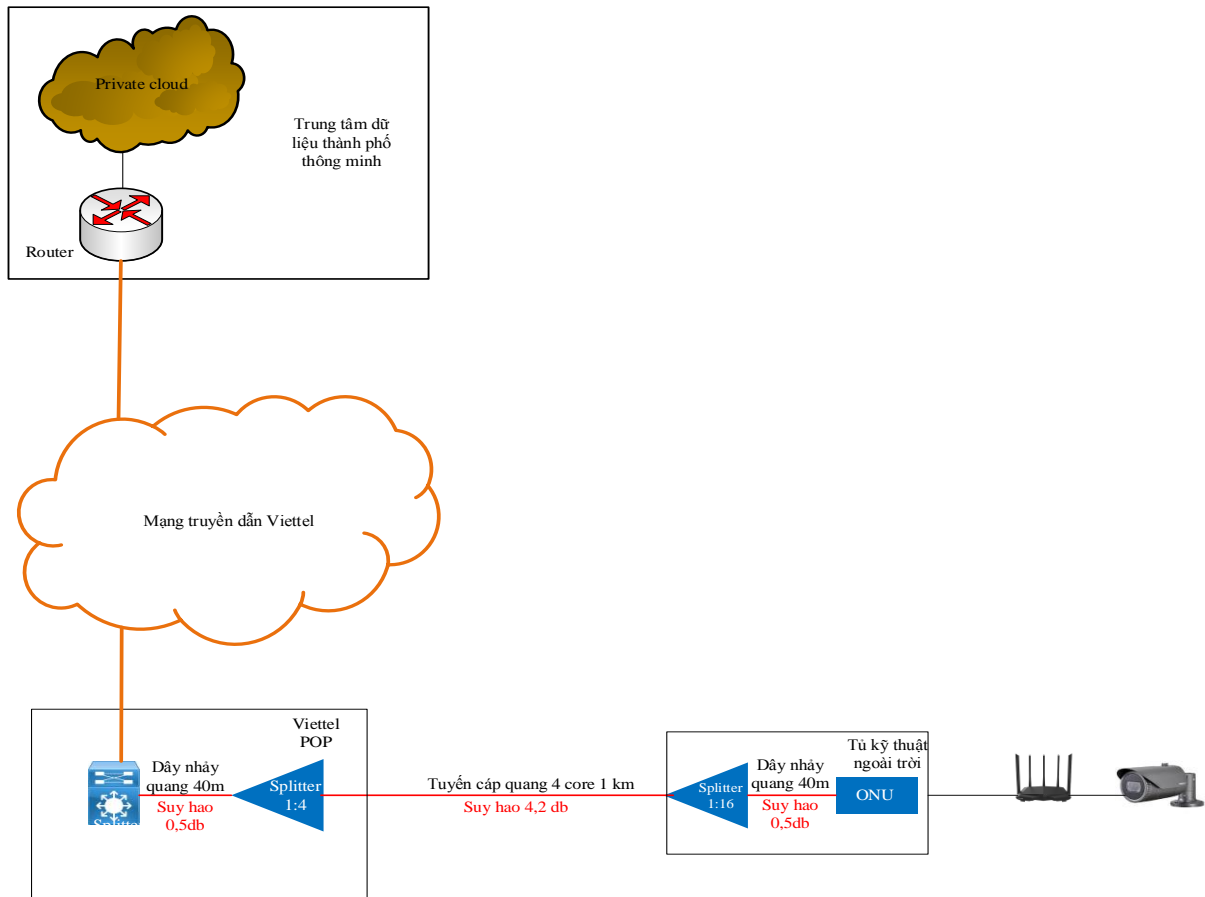
3.3.3. Nguyên tắc lựa chọn thiết bị

- Chọn lựa thiết bị tương thích với thiết bị mạng MAN-E của thành phố thông tỉnh Bắc Ninh.

- Đối với những khu vực khác ta nên trang bị các bộ chia phù hợp và ONT đặt tại vị trí lắp đặt camera (ngã ba, ngã tư). Ví dụ những khu vực tại trung tâm và tập trung (tại các trung tâm phường, thị trấn, trong khu công nghiệp...) lựa chọn bộ chia cấp 1 là 1:16, cấp 2 là 1:4. Còn tại những khu vực nhu cầu phát triển thuê bao ít và không tập trung (tại các xã) lựa chọn bộ chia cấp 1 là 1:8, bộ chia cấp 2 là 1:8,...

3.3.4. Kết quả thí điểm camera giám sát, giao thông

Sở Thông tin và Truyền thông phối hợp với Công ty Hanwha techwin thí điểm lắp đặt một số camera trên địa bàn tỉnh, trong đó có vị trí tại Cầu Hồ kết nối về Trung tâm tích hợp dữ liệu của tỉnh qua hệ thống MetroWAN của Viettel Bắc Ninh như hình vẽ Hình 3.5 dưới đây:



Hình 3.5. Sơ đồ kết nối camera giao thông tại Cầu Hồ về Trung tâm tích hợp dữ liệu tỉnh Bắc Ninh

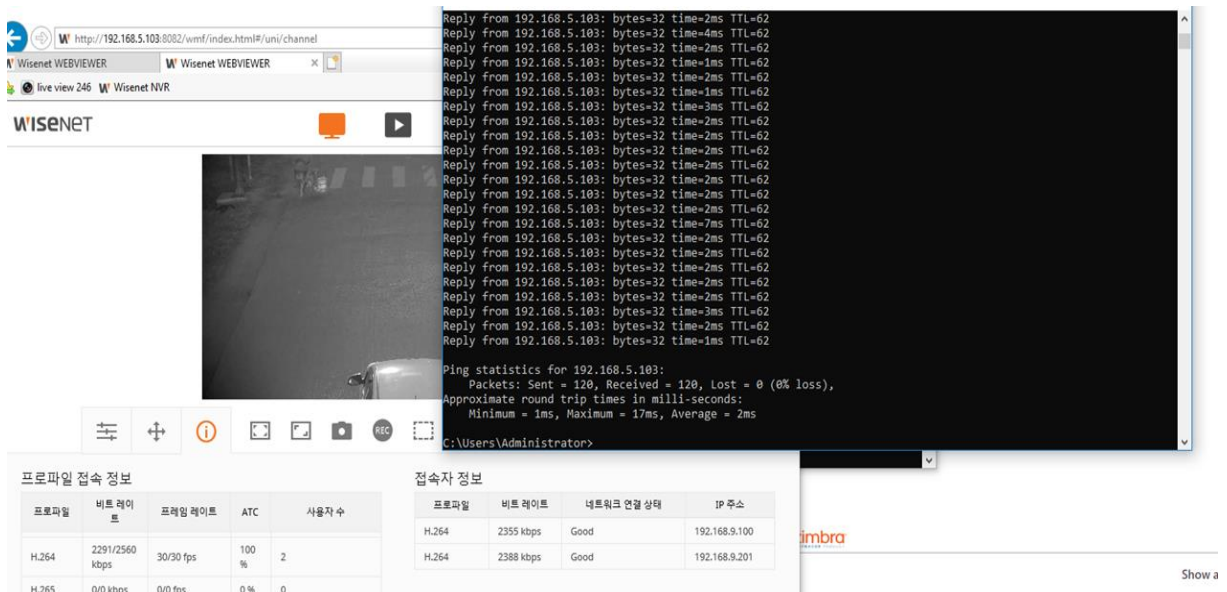
*** Đánh giá băng thông:**

Camera lắp đặt tại Cầu Hồ là camera với chức năng giám sát và xử phạt giao thông của Công ty Hanwha techwin (tên thiết bị XNO-6095RH), yêu cầu về hệ thống mạng như sau:

- Về độ trễ mạng: từ NVR/VMS tới camera <35ms, RTT <70ms
- Tỷ lệ rớt gói tin: ~0%
- Về băng thông: tối thiểu 4.3Mbps

Phương pháp đo: tại Trung tâm tích hợp tỉnh Bắc Ninh dùng máy tính kết nối đến địa chỉ IP của camera ở Cầu Hồ: dùng lệnh ping đến địa chỉ IP để xác định độ trễ và tỷ lệ rớt gói tin, sử dụng ứng dụng của nhà cung cấp camera để biết được chất lượng dịch vụ, băng thông có đáp ứng yêu cầu đối với camera.

Kết quả đo thực tế như Hình 3.6 sau:

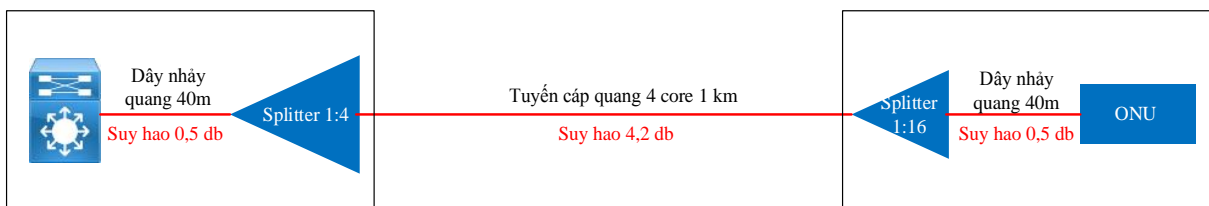


Hình 3.6. Kết quả đo băng thông camera Cầu Hồ

Như vậy, kết quả đo trên đáp ứng yêu cầu đề ra.

* Đánh giá suy hao mạng truy nhập GPON kết nối đến camera

Sơ đồ kết nối camera qua mạng truy nhập công nghệ GPON của Viettel Bắc Ninh như hình vẽ Hình 3.7:



Hình 3.7. Sơ đồ kết nối camera Cầu Hồ qua mạng GPON của Viettel

Từ các thông số suy hao liên quan đến bộ chia và sợi quang trình bày tại phần 3.1.1 ở trên, ta tính toán công suất quang tại đầu ra bộ chia quang:

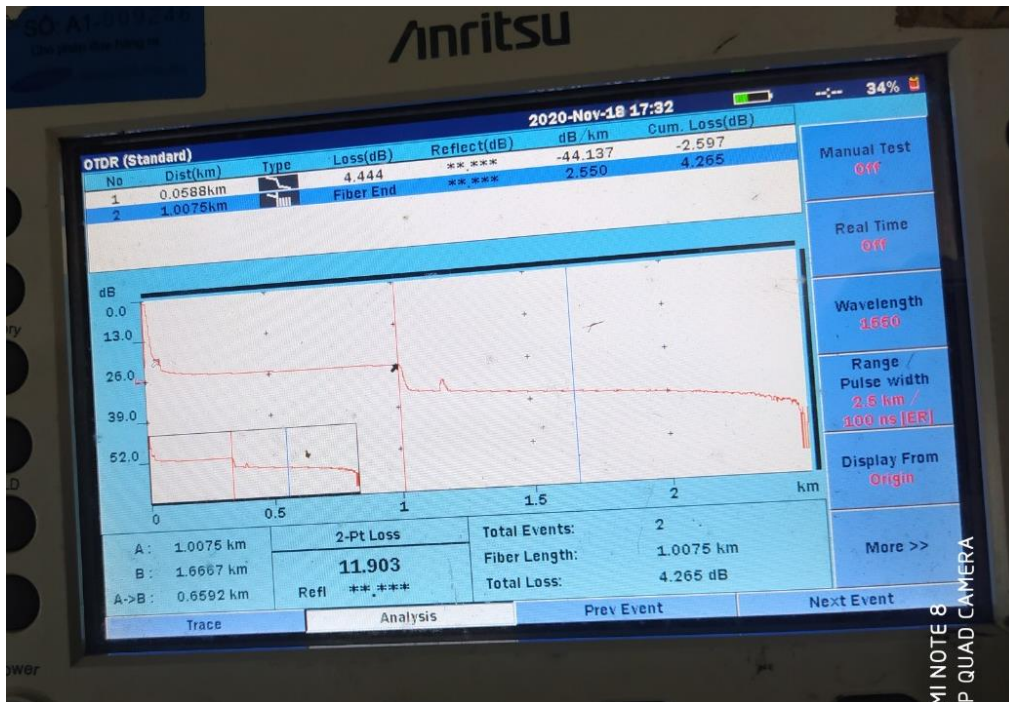
Tham số đầu vào:

- Bộ chia (1:4) có suy hao là 7 dB;
- Bộ chia Splitter (1:16) có suy hao là 12 dB;
- Suy hao của khớp tại OLT và các bộ chia là 0,5 dB/khớp (5 khớp).
- Suy hao sợi quang là 0,5 dB/km.

Tổng chiều dài cáp quang từ OLT (BNH0195) đến bộ chia (1:16) này khoảng là 1,1 km, như vậy tổng suy hao trên toàn tuyến là:

$$7\text{dB} + 12\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 1,1\text{km}) = 22,05\text{ dB}$$

Kết quả đo thực tế:



Hình 3.8. Kết quả đo suy hao trên tuyến

Kết quả đo thực tế suy hao tuyến là 4,265dB nhỏ hơn kết quả tính toán 22,05, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn từ OLT đến Splitter để cung cấp dịch vụ cho khách hàng.

3.4. Triển khai GPON cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, định hướng đến năm 2030

3.4.1. Triển khai mạng GPON thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022

Theo đề án xây dựng triển khai mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, tầm nhìn đến 2030 [2], Bắc Ninh sẽ triển khai dự án hệ thống camera giám sát trên địa bàn toàn tỉnh với các loại camera khác nhau như camera giao thông, camera an ninh, camera nhận diện khuôn mặt,... với quy mô rất lớn khoảng trên 17.000 camera các loại, để bảo đảm phù hợp với tình hình thực tế, dự kiến sẽ triển khai hệ thống theo từng giai đoạn với quy mô ban đầu nhỏ hơn. Trước mắt, từ nay đến 2022 sẽ triển khai hệ thống camera giai đoạn 2 với khoảng 3200 camera tại ngã ba, ngã tư, nơi tập trung đông người (công viên, trường học, bến xe,...) và cửa ngõ ra vào của tỉnh, huyện, xã chi tiết theo Bảng 3.1.

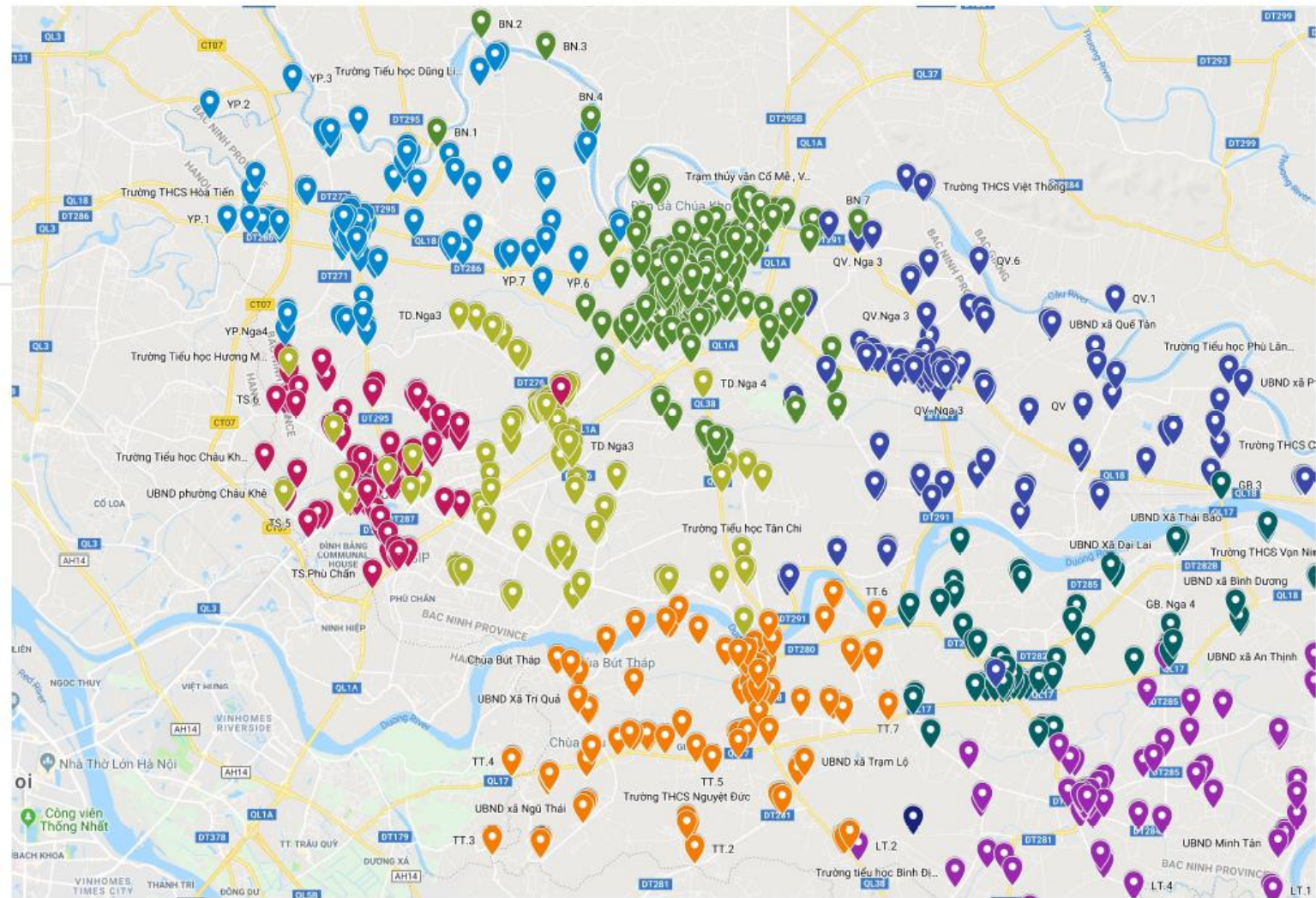
Bảng 3.1. Tổng hợp số lượng vị trí, camera theo các cấp huyện đến năm 2022

TT	Địa bàn cấp huyện	Số lượng	
		Số vị trí	Số camera
1	Thành phố Bắc Ninh	298	964
2	Yên Phong	120	359
3	Từ Sơn	98	306
4	Tiên Du	128	403
5	Quế Võ	121	366
6	Thuận Thành	109	323
7	Gia Bình	79	236
8	Lương Tài	85	243
	Tổng cộng	1.038	3.200

(Nguồn Sở Thông tin và Truyền thông tỉnh Bắc Ninh)

BNH-190627.xlsx

- Bắc Ninh
- Quế Võ
- Yên Phong
- Tiên Du
- Thuận Thành
- Từ Sơn
- Gia Bình
- Lương Tài
- Thuận thành



Hình 3.9. Bản đồ phân bố camera trên toàn tỉnh theo khu vực các huyện, thị xã, thành phố

Từ kết quả dự báo nhu cầu sử dụng theo Bảng 3.1 Kết hợp với các nguyên tắc trên ta tính toán được cấu trúc và phương án triển khai GPON cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022 như sau:

3.4.1.1. Triển khai GPON tại vùng CES thành phố Bắc Ninh

Thành phố Bắc Ninh là trung tâm kinh tế, xã hội của tỉnh, tập trung các cơ quan, trường học, bệnh viện, các khu vực công cộng, hệ thống đèn giao thông nhiều,... nhu cầu các dịch vụ tốc độ cao rất lớn. Do vậy, cần tập trung ưu tiên đầu tư phát triển mạng truy nhập băng rộng cho vùng CES thành phố Bắc Ninh. Để đáp ứng nhu cầu đó, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES thành phố Bắc Ninh như sau:

- Mỗi xã, phường lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, phường) kết nối về CES thành phố Bắc Ninh với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn trung tâm như phường Suối Hoa, Tiên An, Võ Cường, Phong Khê, Ninh Xá, Kinh Bắc và địa bàn có khu công nghiệp như Vân Dương, Nam Sơn nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 8 bộ chia 1:16 cấp 1, 128 bộ chia 1:4 cấp 2 và 512 ONT.

- Đối với địa bàn khác (11 xã, phường) nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 11 bộ chia 1:8 cấp 1, 88 bộ chia 1:8 cấp 2 và 512 ONT.

3.4.1.2. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Yên Phong

Huyện Yên Phong là huyện có địa bàn rộng, có nhiều khu công nghiệp như Yên Phong 1, Yên Phong 2, VSIP 2 và cụm công nghiệp, làng nghề Đông Thọ, Văn Môn và các đô thị mới phát triển. Các khu vực này nhu cầu phát triển lớn, để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Yên Phong như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, thị trấn) kết nối về CES Yên Phong 1 và Yên Phong 2 với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung như thị trấn Chờ, Long Châu, Yên Trung, Dũng Liệt, Đông Phong, Trung Nghĩa và Đông Thọ.

thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 7 bộ chia 1:16 cấp 1, 112 bộ chia 1:4 cấp 2 và 512 ONT.

- 07 xã còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 7 bộ chia 1:8 cấp 1, 56 bộ chia 1:8 cấp 2 và 512 ONT.

3.4.1.3. Triển khai GPON tại vùng CES thị xã Từ Sơn

Thị xã Từ Sơn là địa bàn phát triển mạnh về kinh tế - xã hội, tập trung nhiều làng nghề nổi tiếng như gỗ Đồng Kỵ, Sắt Đa Hội, Nơi có khu công nghiệp VSIP, nhiều cụm công nghiệp và các đô thị mới phát triển. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ băng rộng, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Từ Sơn như sau:

- Mỗi xã, phường lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, phường) kết nối về CES Từ Sơn 1 và Từ Sơn 2 với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Một số địa bàn như Châu Khê, Đình Bảng, Đồng Kỵ, Hương Mạc, Phù Chân, Phù Khê, Trang Hạ nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 7 bộ chia 1:16 cấp 1, 112 bộ chia 1:4 cấp 2 và 512 ONT.

- 05 địa bàn còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 5 bộ chia 1:8 cấp 1, 40 bộ chia 1:8 cấp 2 và 512 ONT.

3.4.1.4. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Tiên Du

Huyện Tiên Du là địa bàn giáp ranh với thành phố Bắc Ninh và thị xã Từ Sơn, là khu vực khá phát triển, có một số khu công nghiệp như Tiên Sơn, khu công nghiệp Đài Đồng - Hoàn Sơn, cụm công nghiệp Phú Lâm và các đô thị mới phát triển. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ băng rộng, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Tiên Du như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, phường) kết nối về CES Tiên Du với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Một số địa bàn như thị trấn Lim, Phú Lâm, Đại Đồng, Liên Bảo, Việt Đoàn, Phật Tích, Nội Duệ, Cảnh Hưng nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 8 bộ chia 1:16 cấp 1, 128 bộ chia 1:4 cấp 2 và 512 ONT.

- 06 địa bàn còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 6 bộ chia 1:8 cấp 1, 48 bộ chia 1:8 cấp 2 và 512 ONT.

3.4.1.5. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Quế Võ

Huyện Quế Võ là huyện có địa bàn rộng, có nhiều khu công nghiệp như Quế Võ 1, Quế Võ 2, Quế Võ 3... các khu vực này nhu cầu phát triển lớn. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Quế Võ như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, thị trấn) kết nối về CES Quế Võ và CES Đông Du với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung như thị trấn Phố Mới, Châu Phong, Chi Lăng, Đại Xuân, Phượng Mao, Quế Tân, Việt Thống thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 7 bộ chia 1:16 cấp 1, 112 bộ chia 1:4 cấp 2 và 512 ONT.

- 14 xã còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 14 bộ chia 1:8 cấp 1, 112 bộ chia 1:8 cấp 2 và 512 ONT.

3.4.1.6. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Thuận Thành

Huyện Thuận Thành là huyện có địa bàn rộng, có một số khu công nghiệp như Khai Sơn, Thuận Thành 2, Thuận Thành 3 và cụm công nghiệp Thanh Khương, Xuân Lâm. Các khu vực này nhu cầu phát triển lớn, để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Thuận Thành như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, thị trấn) kết nối về CES Thuận Thành với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1×10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung như thị trấn Hồ, Bình An, Gia Đông, Ngũ Thái, Đình Tổ, Thanh Khương, Xuân Lâm thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 7 bộ chia 1:16 cấp 1, 112 bộ chia 1:4 cấp 2 và 150 ONT.

- 11 xã còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 11 bộ chia 1:8 cấp 1, 88 bộ chia 1:8 cấp 2 và khoảng 100 ONT.

3.4.1.7. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Gia Bình

Huyện Gia Bình là huyện địa bàn tương đối rộng, kinh tế kém phát triển hơn so các huyện khác trong tỉnh, chủ yếu là nông nghiệp. Có một số khu công nghiệp Gia Bình 1, Gia Bình 2 và một số làng nghề truyền thống như Xuân Lai, Đại Bái, do vậy nhu cầu phát triển không cao, để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Gia Bình như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, thị trấn) kết nối về CES Gia Bình với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1x10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều như thị trấn Gia Bình, Bình Dương, Vạn Ninh, Cao Đức, Xuân Lai thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 5 bộ chia 1:16 cấp 1, 80 bộ chia 1:4 cấp 2 và khoảng 100 ONT.

- 9 xã còn lại nhu cầu phát triển ít và không tập trung thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 9 bộ chia 1:8 cấp 1, 72 bộ chia 1:8 cấp 2 và khoảng 80 ONT.

3.4.1.8. Triển khai GPON tại vùng CES huyện Lương Tài

Huyện Lương Tài là địa bàn rộng, xa nhất tỉnh, là huyện thuần nông, không có khu công nghiệp do vậy nhu cầu phát triển không cao, để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ, kế hoạch triển khai GPON cho vùng CES Gia Bình như sau:

- Mỗi xã, thị trấn lắp đặt 01 OLT (đặt tại trạm viễn thông tại trung tâm xã, thị trấn) kết nối về CES Lương Tài 1, CES Lương Tài 2 với giao diện OLT gồm Uplink lên MAN-E là 1x10GE và 02 cổng GPON Downlink.

- Đối với các địa bàn có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều như thị trấn Thứa, Trung Chính, Trung Khê thì triển khai mô hình mạng GPON theo hình 3.3. Do vậy cần trang bị 3 bộ chia 1:16 cấp 1, 48 bộ chia 1:4 cấp 2 và khoảng 60 ONT.

- 11 xã còn lại nhu cầu phát triển ít thì triển khai mạng GPON theo hình 3.4. Do vậy cần trang bị 11 bộ chia 1:8 cấp 1, 88 bộ chia 1:8 cấp 2 và khoảng 60 ONT.

3.4.2. Định hướng phát triển mạng GPON đến năm 2030

Hàng năm căn cứ theo nhu cầu phát triển tại Phụ lục 1.4. Tổng hợp số lượng vị trí, camera theo cấp huyện đến năm 2030 của đề án xây dựng mô hình thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, tầm nhìn đến năm 2030 [4], tiếp tục đầu tư

mở rộng dung lượng các hệ thống GPON trong các vùng đã triển khai trong giai đoạn trước để đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ của từng vùng.

Ưu tiên quan tâm đầu tư các trung tâm, địa bàn quan trọng như thành phố Bắc Ninh, thị xã Từ Sơn, huyện Tiên Du, Quế Võ, Yên Phong, Thuận Thành, các khu công nghiệp, cụm công nghiệp và đô thị mới.

Cùng với việc triển khai mạng truy nhập, ta cũng phải tính toán lên kế hoạch từng bước tăng dung lượng mạng MAN-E để đáp ứng nhu cầu băng thông trên toàn tỉnh.

3.5. Kết luận Chương 3

Với nhiều ưu điểm, công nghệ GPON là công nghệ phù hợp cho triển khai mạng truy nhập quang hiện tại và trong tương lai.

Bắc Ninh đã định hướng ưu tiên xây dựng mạng truy nhập băng rộng của mô hình thành phố thông minh của mình dựa trên công nghệ Gigabit PON (GPON).

Để ứng dụng triển khai công nghệ GPON cho mạng truyền dẫn của thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh trên nhu cầu phát triển thuê bao đề tài luận văn xây dựng mô hình mạng truyền dẫn của thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

Đồng thời, luận văn đã tính toán băng thông cho các dịch vụ và thiết bị GPON cho mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh, cũng như đề xuất ứng dụng công nghệ GPON cho mạng truy nhập băng rộng của mô hình thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, tầm nhìn đến năm 2030.

KẾT LUẬN

Hiện nay, trong thời đại phát triển khoa học công nghệ, việc xây dựng thành phố thông minh đã được nhiều thành phố trên thế giới, cũng như ở Việt Nam nghiên cứu, xây dựng, trong đó có tỉnh Bắc Ninh. Tỉnh Bắc Ninh xây dựng mô hình thành phố thông minh với 6 lĩnh vực cốt lõi, 27 phạm vi, lĩnh vực chính với 90 chỉ tiêu xác định 41 dự án thành phần để xây dựng mô hình thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, tầm nhìn đến năm 2030. Trên cơ sở đó dự báo nhu cầu dịch vụ băng rộng cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022.

Luận văn nghiên cứu về công nghệ GPON, với nhiều ưu điểm như khả năng cung cấp băng thông, hỗ trợ cả dịch vụ TDM và Ethernet với hiệu suất sử dụng băng thông cao, hỗ trợ nhiều loại tốc độ truy nhập đường lên, các vấn đề tắc nghẽn lưu lượng được giải quyết bằng các thủ tục định cỡ và phân định băng thông động, các thủ tục điều khiển và báo hiệu đơn giản nhưng vẫn đảm bảo giải quyết các vấn đề cơ bản về kỹ thuật của mạng truy nhập băng thông tốc độ cao, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của dịch vụ. Cũng như một số vấn đề cần quan tâm khi tính toán thiết kế đối với mạng GPON, định hướng phát triển GPON cho mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

Từ những kết luận trên kết hợp với nguyên tắc triển khai GPON cho mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh, luận văn đã đề xuất mô hình thực tế, phương án triển khai của mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, tầm nhìn đến năm 2030.

Nhìn chung, tôi đã hoàn thành được nội dung và yêu cầu của một luận văn thạc sĩ kỹ thuật chuyên ngành kỹ thuật viễn thông. Thông qua thực hiện luận văn này, giúp tôi củng cố thêm kiến thức chuyên môn, có cái nhìn tổng quát hơn về mạng lưới, nâng cao khả năng làm việc trong quá trình xây dựng, vận hành và khai thác mạng viễn thông.

KIẾN NGHỊ VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Hoàn thiện xây dựng cấu hình mạng truyền dẫn dựa trên công nghệ GPON cho thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh tới năm 2030.

Đề xuất kết hợp, sử dụng mạng không dây tại khu vực không triển khai mạng cáp quang tại các đô thị hoặc một số khu vực xa.

Tiếp tục nghiên cứu kỹ thuật truy nhập WDMA cho GPON, trên cơ sở đó đưa ra những giải pháp triển khai mạng truy nhập cụ thể phù hợp với mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Văn Bình (2008), “Nghiên cứu giải pháp công nghệ quang thụ động Gigabit (GPON và GEPON) phù hợp với yêu cầu mạng VNPT giai đoạn 2007-2010”, Đề tài, Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện.
- [2] Nguyễn Mạnh Thắng (2012), “Nghiên cứu công nghệ GPON và ứng dụng cho mạng truy nhập băng rộng của Viễn thông Bắc Ninh”, Luận văn thạc sĩ, Đại học Thái Nguyên.
- [3] Lê Thanh Tùng (2017), “Nghiên cứu triển khai mạng FTTX tại thành phố Bắc Ninh trên nền GPON”, Luận văn thạc sĩ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [4] Nghị quyết 44/NQ-HĐND18 ngày 12/4/2017 của HĐND tỉnh Bắc Ninh phê duyệt đề án xây dựng triển khai mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017-2022, tầm nhìn đến 2030.
- [5] Quyết định số 6439/QĐ-UBND ngày 29/12/2018 của UBND thành phố Đà Nẵng về việc phê duyệt Đề án xây dựng thành phố thông minh tại thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2018-2025, định hướng đến năm 2030.
- [6] Quyết định số 6179/QĐ-UBND, ngày 23/11/2017 của UBND thành phố HCM về phê duyệt đề án Xây dựng TP.HCM trở thành đô thị thông minh giai đoạn 2017 – 2020, tầm nhìn đến năm 2025.
- [7] Quyết định số 1779/QĐ-UBND ngày 10/8/2018 của UBND tỉnh Thừa Thiên Huế về duyệt đề án Phát triển dịch vụ đô thị thông minh trên địa bàn tỉnh đến năm 2020 định hướng đến năm 2025.
- [8] Viện khoa học kỹ thuật Bưu điện (2015), “Thuyết minh tiêu chuẩn hệ thống truy nhập quang thụ động GPON”, Đề tài cấp Bộ Thông tin và Truyền thông.
- [9] Credic F.Lam (2007), “Passive Optical Networks principles and practice”, Publisher: Academic Press, pp. 215-264. ISBN: 0123738539, EAN: 9780123738530.
- [10] ITU G.984.1 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics

- [11] ITU G.984.2 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification.
- [12] ITU G.984.3 (2004), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification.
- [13] ITU G.984.4 (2004), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interface.
- [14] ITU G.983.1 (1998), Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON).
- [15] ITU G.983.2 (2000), ONT Management and Control Interface Specification for ATM PON.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1.1: Lộ trình triển khai các dự án trọng điểm xây dựng mô hình TPTM tỉnh Bắc Ninh giai đến năm 2022 [4]

STT	Các dự án	Đơn vị thực hiện	Thời gian triển khai
1	Trung tâm dịch vụ hành chính công	Sở TT&TT	2017-2020
2	Trung tâm kiểm soát bệnh tật; kiểm nghiệm thuốc và thực phẩm cấp tỉnh	Sở Y tế	2018-2022
3	Các giải pháp đồng bộ nâng cao chất lượng các cơ sở y tế dự phòng và vệ sinh an toàn thực phẩm trong tỉnh	Sở Y tế	2018 – 2022
4	Dự án xử lý nước thải y tế cho các bệnh viện tuyến huyện	Sở Y tế	2018 – 2020
5	Dự án đầu tư xây dựng Trung tâm y tế dự phòng huyện Thuận Thành và huyện Yên Phong	Sở Y tế	2019 – 2022
6	Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu Hồ sơ quản lý sức khỏe người dân có kết nối với các cơ sở y tế.	Sở Y tế	2019-2021
7	Xây dựng trung tâm điều hành giáo dục và đào tạo theo xu hướng hội nhập khu vực và quốc tế giai đoạn 2017-2022	Sở GD&ĐT	2017-2020
8	Xây dựng 100 trường học thông minh thuộc ngành giáo dục và đào tạo tỉnh Bắc Ninh	Sở GD&ĐT	2019 – 2022
9	Xây dựng hệ thống e-learning cho toàn tỉnh hướng tới mô hình học tập kết nối	Sở GD&ĐT	2019 – 2022
10	Dự án trung tâm điều hành và kết nối ngành TN&MT	Sở TN&MT	2019 – 2022
11	Giải pháp tổng thể xây dựng CSDL và quản lý đất đai toàn tỉnh	Sở TN&MT	2018 – 2022
12	Xây dựng Trung tâm chỉ huy điều hành Công an tỉnh Bắc Ninh và hệ thống xe thông tin chỉ huy	Công an tỉnh	2017- 2021
13	Trang bị hệ thống thu thập, phân tích, cảnh báo sớm cho Công an tỉnh Bắc Ninh	Công an tỉnh	2017 – 2019
14	Nâng cao năng lực cho lực lượng cảnh sát công an tỉnh Bắc Ninh	Công an tỉnh	2018 – 2022
15	Nâng cao năng lực đảm bảo an ninh cho công an tỉnh Bắc Ninh	Công an tỉnh	2018 – 2022
16	Hệ thống cảm biến, camera giám sát, bảo vệ các cơ sở trọng yếu	Công an tỉnh	2017-2021
17	Nâng cấp hệ thống chiếu sáng thông minh trên địa bàn thành phố Bắc Ninh	Sở Xây dựng	2018 – 2022

STT	Các dự án	Đơn vị thực hiện	Thời gian triển khai
18	Dự án trường nghề thông minh (01 trường)	Sở Lao động	2019 – 2022
19	Dự án hệ thống Eleaning	Sở Lao động	2018 - 2022
20	Dự án Trung tâm kiểm tra đánh giá chất lượng nguồn nhân lực	Sở Nội vụ	2018 – 2019
21	Kế hoạch đào tạo bồi dưỡng cán bộ công chức giai đoạn 2016 – 2020 tỉnh Bắc Ninh	Sở Nội vụ	2018 – 2019
22	Trung tâm điều hành hoạt động thanh tra nhà nước tỉnh	Sở TT&TT	2018 - 2020
23	Trung tâm điều hành Sở Thông tin và Truyền thông (Hệ thống và các dịch vụ nền tảng)	Sở TT&TT	2017 - 2020
24	Trung tâm điều hành Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	Sở TT&TT	2018 - 2020
25	Thí điểm mô hình hợp tác xã nông nghiệp tiên tiến tạo ra các sản phẩm đạt chuẩn quốc tế, cung cấp cho nhu cầu trong nước và xuất khẩu sang nước ngoài (cà rốt)	Sở Nông nghiệp	2018 – 2022
26	Dự án xây dựng vùng sản xuất hoa lan và trung tâm triển lãm hoa lan quốc tế	Sở Nông nghiệp	2018 – 2022
27	Thương mại điện tử Sở Công thương	Sở TT&TT	2018 - 2021
28	Trung tâm điều hành Sở Tư pháp	Sở TT&TT	2018 - 2021
29	Vườn ươm khởi nghiệp	Sở KH&CN	2018 - 2020
30	Trung tâm điều hành và quản lý chung	Sở TT&TT	2019-2020
31	Dự án quản lý hệ thống giao thông thông minh cho tỉnh Bắc Ninh	Sở GT&VT	2018 - 2019
32	An ninh mạng	Sở TT&TT	2017 - 2020
33	Xây dựng hệ thống mạng WAN riêng của tỉnh	Sở TT&TT	2017 - 2022
34	Đầu tư xây dựng Trung tâm chỉ huy PCCC&CNCH	Cảnh sát PCCC	2018 – 2022
35	Đầu tư xây dựng Trung tâm huấn luyện theo tiêu chuẩn quốc tế	Cảnh sát PCCC	2018 – 2022
36	Các chương trình đào tạo nâng cao chất lượng đội ngũ PCCC&CNCH cũng như nâng cao nhận thức cho người dân địa phương.	Cảnh sát PCCC	2018 - 2021
37	Đầu tư trang thiết bị và phương tiện	Cảnh sát PCCC	2019 - 2022
38	Quản lý quy hoạch xây dựng, đô thị	Sở Xây dựng	2021 - 2022
39	Quản lý cấp nước và xử lý nước thải thông minh	Sở TN&MT	2018 - 2020
40	Quản lý doanh nghiệp tại các khu công nghiệp trên địa bàn tỉnh	Ban QLCKCN	2018 - 2022

STT	Các dự án	Đơn vị thực hiện	Thời gian triển khai
41	Bảo tồn phát huy giá trị Văn hóa - Du lịch Bắc Ninh (4.0)	Sở VH,TT&DL	2018-2022

Phụ lục 1.2. Tổng hợp số lượng vị trí, camera trên địa bàn tỉnh đến năm 2030

Stt	Địa bàn cấp xã	Vị trí	Số lượng Camera			
			Tổng camera	Camera giao thông	Camera giám sát	Camera nhận diện
	Tỉnh Bắc Ninh	5653	17061	408	13833	2820
I	Thành phố Bắc Ninh	1098	3354	240	2400	714
1	P. Đại Phúc	91	278	20	201	57
2	P. Phong Khê	94	289	28	240	21
3	P. Vạn An	47	146	20	108	18
4	P. Vân Dương	54	162	0	123	39
5	P. Vệ an	38	121	28	75	18
6	P. Kim Chân	43	129	0	102	27
7	P. Nam Sơn	94	282	0	228	54
8	P. Đáp Cầu	25	76	4	39	33
9	P. Hạp Lĩnh	39	117	0	90	27
10	P. Khắc Niệm	37	111	0	81	30
11	P. Khúc Xuyên	27	81	0	57	24
12	P. Kinh Bắc	62	189	12	132	45
13	P. Ninh Xá	94	287	20	210	57
14	P. Suối Hoa	70	220	40	144	36
15	P. Thị Cầu	55	167	8	114	45
16	P. Vũ Ninh	47	142	4	93	45
17	P. Hòa Long	46	138	0	84	54
18	P. Võ Cường	82	254	32	165	57
19	P. Tiên An	53	165	24	114	27
II	Thị xã Từ Sơn	442	1336	40	1065	231
1	P. Đông Ngàn	14	49	28	12	9
2	P. Đồng Nguyên	27	84	12	60	12
3	Xã Tam Sơn	13	39	0	33	6
4	P. Châu Khê	42	126	0	114	12
5	P. Đình Bảng	58	174	0	156	18

6	P. Đồng Kỵ	37	111	0	99	12
7	Xã Hương Mạc	48	144	0	87	57
8	Xã Phù Chẩn	62	186	0	165	21
9	Xã Phù Khê	59	177	0	162	15
10	P. Trang Hạ	60	180	0	126	54
11	Xã Tương Giang	15	45	0	36	9
12	P. Tân Hồng	7	21	0	15	6
III	Huyện Quế Võ	980	2942	8	2499	435
1	Xã Đức Long	39	117	0	99	18
2	Xã Ngọc Xá	31	93	0	54	39
3	Xã Phù Lãng	40	120	0	108	12
4	Xã Phù Lương	22	66	0	54	12
5	Xã Bằng An	34	102	0	87	15
6	Xã Bồng Lai	40	120	0	90	30
7	Xã Châu Phong	75	225	0	213	12
8	Xã Cách Bi	42	126	0	117	9
9	Xã Chi Lăng	52	156	0	150	6
10	Xã Đại Xuân	64	192	0	186	6
11	Xã Đào Viên	48	144	0	117	27
12	Xã Hán Quảng	21	63	0	57	6
13	Xã Mộ Đạo	44	132	0	117	15
14	Xã Nhân Hòa	51	153	0	129	24
15	TT. Phố Mới	72	217	4	171	42
16	Xã Phương Liễu	38	115	4	90	21
17	Xã Phượng Mao	57	171	0	144	27
18	Xã Quế Tân	50	150	0	120	30
19	Xã Việt Thống	82	246	0	195	51
20	Xã Yên Giá	36	108	0	81	27
21	Xã Việt Hùng	42	126	0	120	6
IV	Huyện Thuận Thành	688	2066	8	1818	240
1	Xã Bình An	51	153	0	147	6
2	Xã Đại Đồng Thành	24	72	0	54	18
3	Xã Đình Tổ	46	138	0	108	30
4	Xã Gia Đông	69	207	0	186	21
5	Xã Hà Mã	24	72	0	63	9
6	TT. Hồ	73	221	8	198	15
7	Xã Hoài Thượng	33	99	0	93	6
8	Xã Mão Điền	41	123	0	108	15
9	Xã Nghĩa Đạo	27	81	0	69	12
10	Xã Ngũ Thái	52	156	0	141	15

11	Xã Nguyệt Đức	22	66	0	54	12
12	Xã Ninh Xá	33	99	0	90	9
13	Xã Song Hồ	43	129	0	114	15
14	Xã Song Liễu	27	81	0	69	12
15	Xã Thanh Khương	31	93	0	81	12
16	Xã Trạm Lộ	25	75	0	63	12
17	Xã Trí Quả	43	129	0	120	9
18	Xã Xuân Lâm	24	72	0	60	12
V	Huyện Yên Phong	665	2002	28	1686	288
1	TT. Chờ	147	444	12	414	18
2	Xã Đông Phong	40	120	0	87	33
3	Xã Đông Thọ	61	183	0	165	18
4	Xã Đông Tiến	28	84	0	63	21
5	Xã Dũng Liệt	57	171	0	150	21
6	Xã Hòa Tiến	36	108	0	84	24
7	Xã Long Châu	58	178	16	138	24
8	Xã Tam Giang	19	57	0	42	15
9	Xã Tam Đa	35	105	0	90	15
10	Xã Thụy Hòa	38	114	0	87	27
11	Xã Trung Nghĩa	46	138	0	120	18
12	Xã Yên Phụ	27	81	0	69	12
13	Xã Yên Trung	53	159	0	132	27
14	Xã Văn Môn	20	60	0	45	15
VI	Huyện Lương Tài	389	1173	24	927	222
1	TT. Thửa	53	163	16	105	42
2	Xã An Thịnh	23	69	0	48	21
3	Xã Bình Định	22	67	4	45	18
4	Xã Lai Hạ	15	45	0	30	15
5	Xã Lâm Thao	18	54	0	33	21
6	Xã Minh Tân	22	66	0	48	18
7	Xã Mỹ Hương	14	42	0	24	18
8	Xã Phú Hòa	31	94	4	78	12
9	Xã Phú Lương	18	54	0	36	18
10	Xã Quảng Phú	19	57	0	42	15
11	Xã Tân Lãng	21	63	0	57	6
12	Xã Trung Chính	58	174	0	168	6
13	Xã Trung Kênh	52	156	0	150	6
14	Xã Trùng Xá	23	69	0	63	6
VII	Huyện Gia Bình	484	1461	36	1197	228
1	TT. Gia Bình	75	234	36	177	21

2	Xã Lãng Ngâm	32	96	0	84	12
3	Xã Bình Dương	38	114	0	99	15
4	Xã Cao Đức	44	132	0	120	12
5	Xã Đại Bái	31	93	0	78	15
6	Xã Đại Lai	21	63	0	48	15
7	Xã Đông Cứu	23	69	0	57	12
8	Xã Giang Sơn	25	75	0	63	12
9	Xã Nhân Thắng	31	93	0	63	30
10	Xã Quỳnh Phú	34	102	0	81	21
11	Xã Song Giang	25	75	0	63	12
12	Xã Thái Bảo	18	54	0	42	12
13	Xã Vạn Ninh	49	147	0	132	15
14	Xã Xuân Lai	38	114	0	90	24
VIII	Huyện Tiên Du	907	2727	24	2241	462
1	TT. Lim	137	412	4	336	72
2	Xã Cảnh Hưng	75	225	0	219	6
3	Xã Đại Đồng	102	306	0	270	36
4	Xã Hiên Vân	36	108	0	90	18
5	Xã Hoàn Sơn	43	132	12	90	30
6	Xã Lạc Vệ	52	157	4	93	60
7	Xã Liên Bảo	70	210	0	180	30
8	Xã Minh Đạo	26	78	0	66	12
9	Xã Nội Duệ	57	171	0	141	30
10	Xã Phật Tích	64	192	0	168	24
11	Xã Phú Lâm	94	282	0	240	42
12	Xã Tân Chi	40	120	0	90	30
13	Xã Tri Phương	39	117	0	90	27
14	Xã Việt Đoàn	72	217	4	168	45

(Nguồn Sở Thông tin và Truyền thông tỉnh Bắc Ninh)

Phụ lục 1.3. Chỉ số bảng thông của các loại dịch vụ [2]

Loại thuê bao	Bảng thông		Các tham số sử dụng để tính bảng thông		
	Tên	Giá trị (Mbps/thuê)	Tên	Ý nghĩa	Giá trị
Thoại	a	0.017	a1	Tỷ lệ thuê bao thoại sử dụng	80%
			a2	Tỷ lệ thuê bao thoại sử dụng	20%
			Codec1	Bảng thông 1 thuê bao thoại dùng	128 kbps
			Codec2	Bảng thông 1 thuê bao thoại dùng	39 kbps
			CC	Tỷ lệ sử dụng đồng thời	15%
Truy nhập Internet	b1 + b2 ADSL2+ và SHDSL	0.175	bw1	Bảng thông truy nhập Internet/1	200 kbps
			URr	Tỷ lệ Residential	90%
			CC1	Tỷ lệ truy nhập Internet đồng thời	20%
			bw2	Bảng thông truy nhập Internet/1	2,048 kbps
			URb	Tỷ lệ Bussiness	10%
			CC2	Tỷ lệ truy nhập Internet đồng thời	70%
	b3 (Ethernet)	1.60	bw3	Bảng thông truy nhập Internet/1	2,048 kbps
			CC3	Tỷ lệ truy nhập Internet đồng thời	80%
	b4 (VDSL2)	1.60	bw4	Bảng thông truy nhập Internet/1	2,048 kbps
			CC4	Tỷ lệ truy nhập Internet đồng thời	80%
VPN	c1 (ADSL2+)	0.005	cw1	Bảng thông truy nhập/1 thuê bao	640 kbps
			URa	Tỷ lệ thuê bao sử dụng dịch vụ	1%
				Tỷ lệ truy nhập đồng thời	70%
	c2 (SHDSL)	0.70	cw2	Bảng thông truy nhập/1 thuê bao	1,024 kbps
				Tỷ lệ truy nhập đồng thời	70%
	c3 (Ethernet)	3.50	cw3	Bảng thông truy nhập/1 thuê bao	5 Mbps
				Tỷ lệ truy nhập đồng thời	70%
	c4 (VDSL2)	1.40	cw3	Bảng thông truy nhập/1 thuê bao	2 Mbps
				Tỷ lệ truy nhập đồng thời	70%
VoD	d1	0.01	dw1	Bảng thông truy nhập /1 thuê bao	2,048 kbps
			Su1	Tỷ lệ thuê bao ADSL2+ sử dụng	5%

	(ADSL2+)	0.1	URv1	Tỷ lệ thuê bao chiếm băng thông	10%
	d2 (VDSL2)		dw2	Băng thông truy nhập Internet/1	2,048 kbps
			Su2	Tỷ lệ thuê bao VDSL2+ sử dụng	50%
			URv2	Tỷ lệ thuê bao chiếm băng thông	10%
IP/TV	E (Mbps)	200	Ch	Tổng kênh IP/TV	100
			ew1	Băng thông truy nhập /1 thuê bao	2,048 kbps