

**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**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**Hà Nội, 2020**

Luận văn được hoàn thành tại:  
**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

Người hướng dẫn khoa học: .....  
(Ghi rõ học hàm, học vị)

Phản biện 1: .....

Phản biện 2: .....

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

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

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

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

## 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, 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. 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 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, triển khai hệ thống camera giám sát, an ninh, giao thông trên toàn tỉnh, Trung tâm điều hành thành phố thông minh,... 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.

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. 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 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

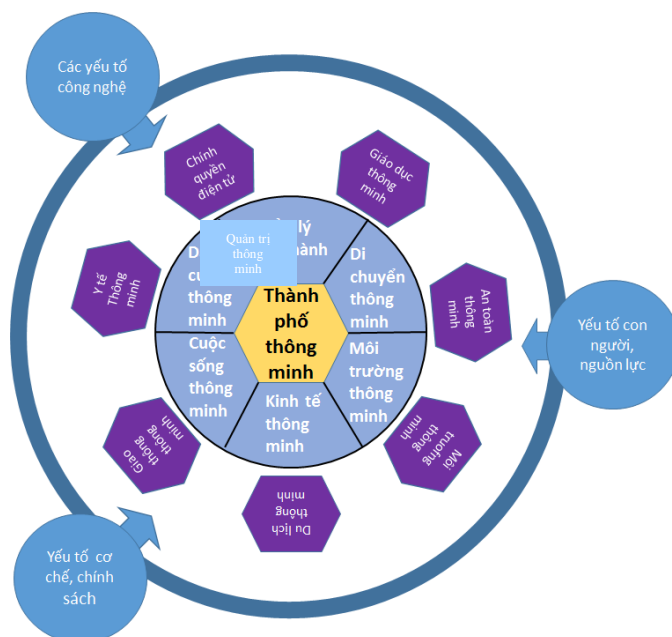
## 1.1. Thành phố thông minh

### 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].

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

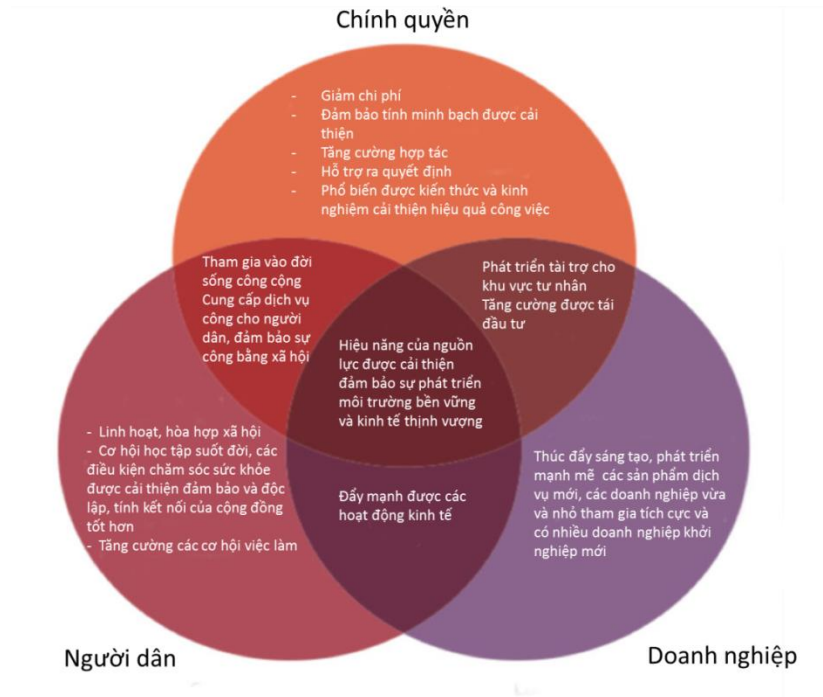
Đặc trưng cơ bản của TPTM gồm 6 đặc trưng đó là: nền kinh tế thông minh, dịch chuyển thông minh, môi trường thông minh, quản trị thông minh, công dân thông minh và cuộc sống thông minh [4]. Mối quan hệ giữa các đặc trưng cơ bản và các lĩnh vực của một TPTM được mô tả như hình 1.1 dưới đây:



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

### 1.1.3. Lợi ích của TPTM

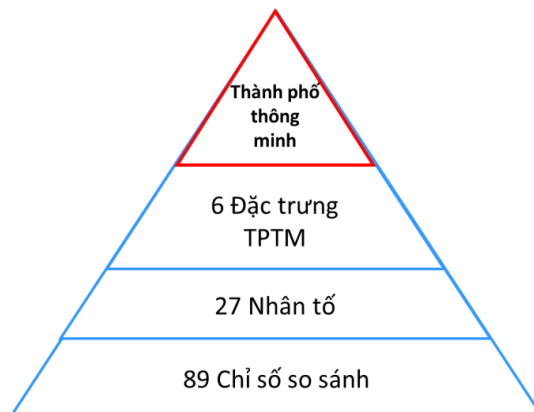
Hình 1.2 minh họa một cách khái quát lợi ích tổng thể mà TPTM đem lại cho 3 chủ thể: người dân, chính quyền và doanh nghiệp [4].



**Hình 1.2. Lợi ích thành phố thông minh đem lại**

#### **1.1.4. Xác định tiêu chí xây dựng TPTM**

Cấu trúc của hệ thống chỉ tiêu đó được xây dựng trên một cấu trúc như hình 1.3. Thành phố thông minh 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 thành phố thông minh [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 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.

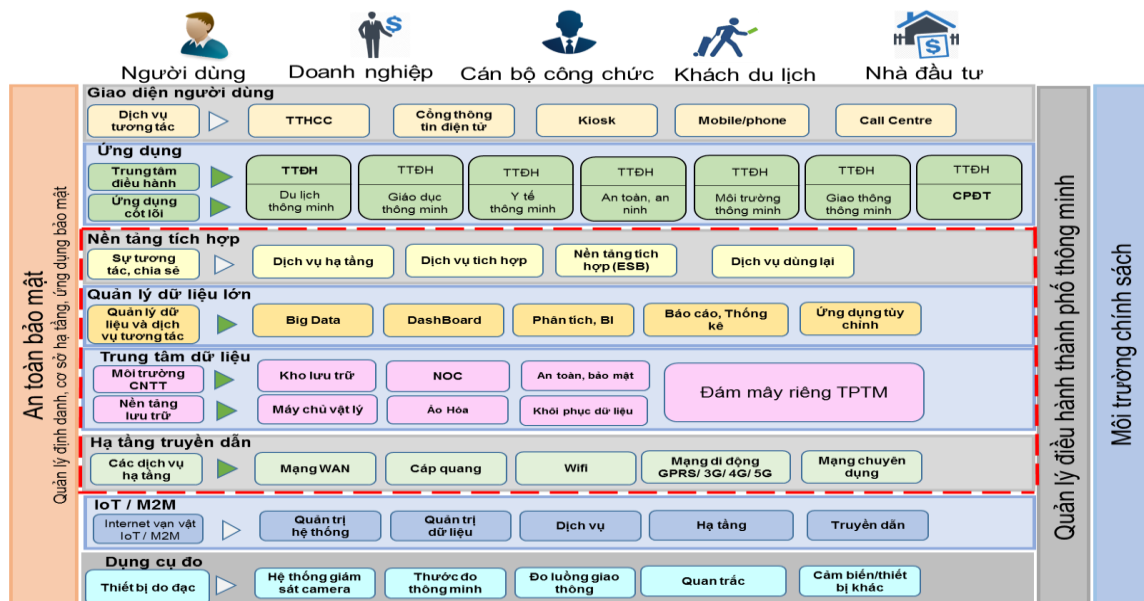
Năm 2019, tổng sản phẩm (GRDP) của Bắc Ninh tăng trưởng 1,1%, quy mô tiếp tục đứng thứ 7 toàn quốc; GRDP bình quân đầu người đạt 6.613 USD, đứng thứ 2 toàn quốc; thu nhập bình quân đầu người đạt 73,3 triệu đồng, đứng thứ 5 toàn quốc. Giá trị sản xuất nông nghiệp đạt 8.223 tỷ đồng (giá so sánh năm 2010); 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. 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

Theo IDC đề xuất mô hình trưởng thành của thành phố thông minh gồm 5 giai đoạn: tự phát, cơ hội, nhân rộng, quản lý và tối ưu hóa. Từ phân tích thực trạng của Bắc Ninh có thể thấy rằng 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. 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.

### 1.2.3. Mô hình kiến trúc tổng thể TPTM

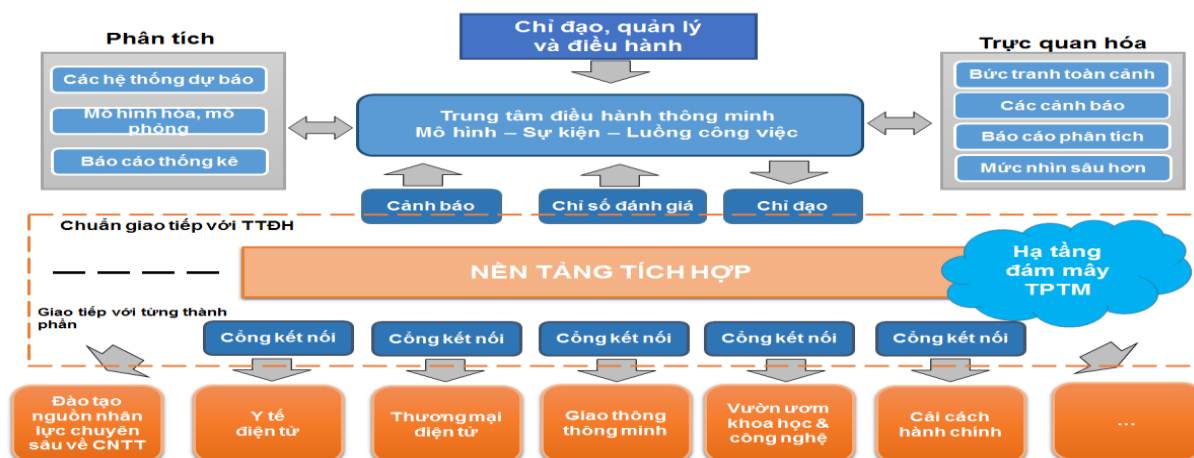
Mô hình này mới dừng ở khung khái niệm và sẽ cần phải được làm chi tiết hơn trong quá trình triển khai TPTM [4].



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

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

Hình 1.5 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

### 1.2.5. Khung ứng dụng phát triển TPTM

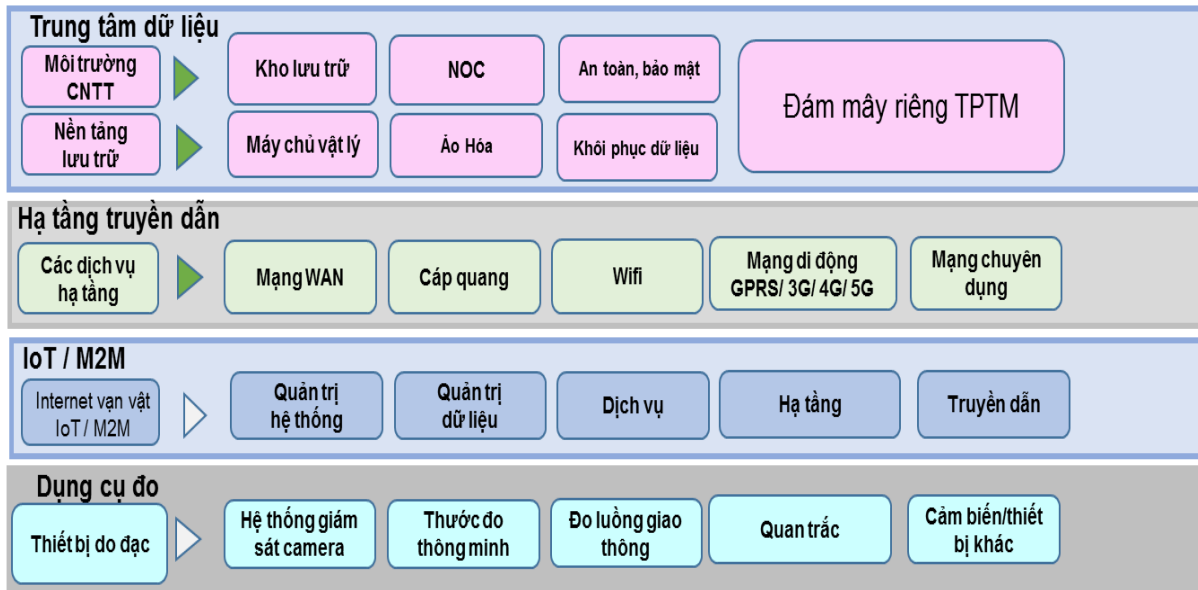
Hình 1.6 thể hiện khung ứng dụng phát triển TPTM, lấy người dân là trung tâm [4].



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

### 1.2.6. Hạ tầng kỹ thuật - CNTT&TT cho TPTM

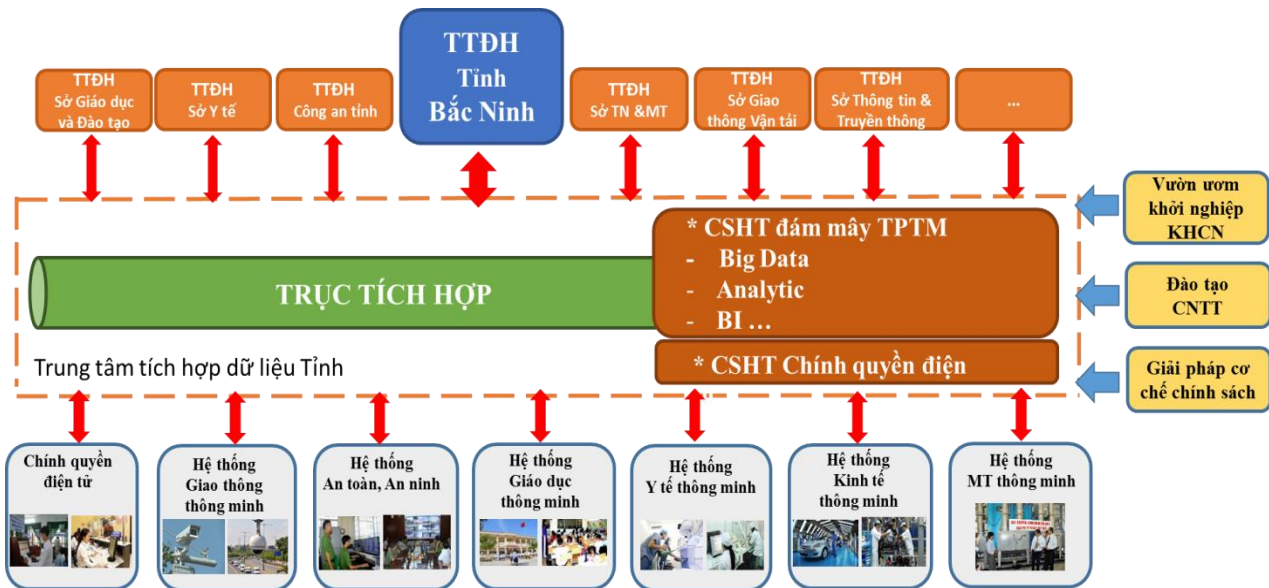
Hình 1.7 dưới đây, trình bày các thành phần kỹ thuật của TPTM



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

### 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...

### ***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.

### ***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].

## **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.

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
	<b>Tổng cộng</b>	<b>5.653</b>	<b>17.061</b>

(Nguồn Sở TT&amp;TT tỉnh Bắc Ninh)

Do vậy nhu cầu sử dụng dịch vụ băng rộng phục vụ cho TPTM tỉnh Bắc Ninh rất lớn để vận hành cho thành phố thông minh 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, các đặc trưng cơ bản của TPTM, mối quan hệ giữa các đặc trưng và các lĩnh vực của một TPTM, lợi ích của TPTM, xác định các tiêu chí xây dựng mô hình TPTM.

Trên cơ sở đó, lựa chọn mô hình xây dựng TPTM cho Bắc Ninh bao gồm: mô hình kiến trúc tổng thể TPTM, mô hình các hệ thống TPTM, khung ứng dụng phát triển TPTM, mô hình triển khai TPTM 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 TPTM 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 TPTM 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

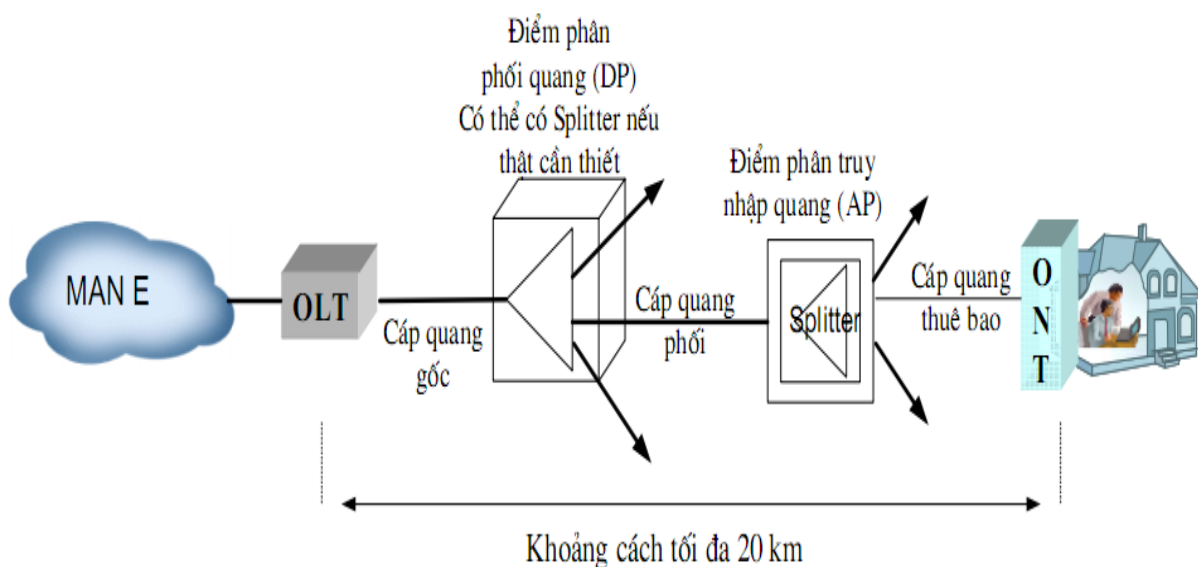
#### 2.1.1. Tình hình chuẩn hóa GPON

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):

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. 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.
- ONU là thiết bị kết cuối mạng cáp quang tích cực và Bộ chia/ghép quang thụ động (Splitter):

### **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:**

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 sử dụng một sợi quang là 1.480-1.500 nm.
- Dải bước sóng hoạt động 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 TDMA và BDA.
- Lưu lượng sử dụng: Dữ liệu số
- Khung truyền dẫn: GEM
- Tỷ lệ chia của Splitter: Tỷ 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 tỷ 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).

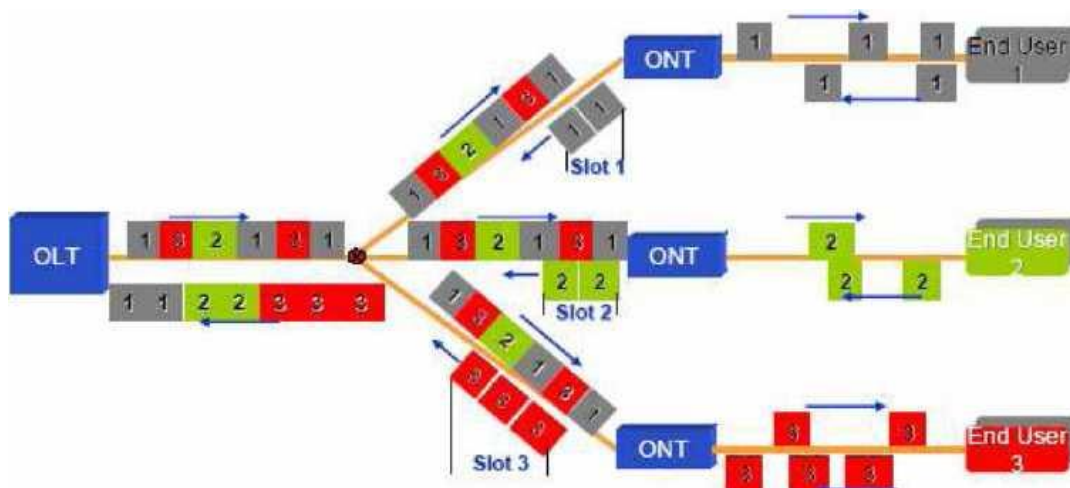
- Suy hao tối đa giữa các ONU: 15dB

## **2.2. Đặc điểm công nghệ GPON**

### **2.2.1. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh**

#### **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). Hình 2.2 dưới đây là một ví dụ về việc sử dụng kỹ thuật TDMA trên GPON hình cây.



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

#### 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.

#### 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.

#### 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.

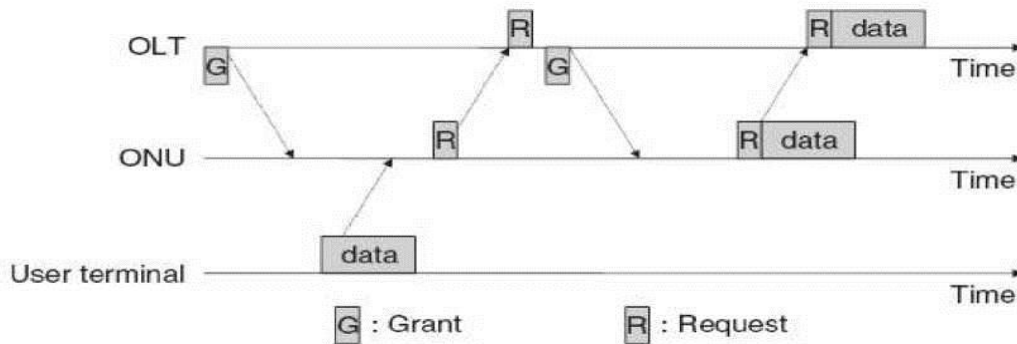
- Cửa sổ định cỡ: Chiều dài cửa sổ định cỡ được thiết lập theo khoảng cách giữa OLT và ONU.

- 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.

##### 2.2.3.2. Phương thức cấp phát băng thông

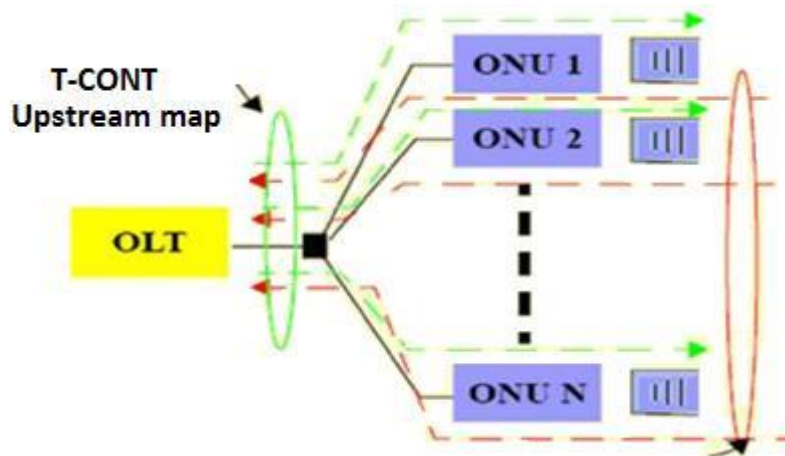
Có hai phương thức phân định băng thông là phân định băng thông cố định FBA (Fixed

Bandwidth Assign - FBA) và phân định băng thông động DBA (Dynamic Bandwidth Assignment - DBA). Hình 2.5 dưới đây trình bày thủ tục cấp phát băng thông động.



**Hình 2. 3. Thủ tục cấp phát băng thông trong GPON.**

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. 4. Báo cáo phân bổ băng thông trong GPON.**

#### **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). 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**

##### **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.

##### **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.

#### **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 phù hợp với các hộ gia đình, doanh nghiệp vừa và nhỏ, chính phủ và các cơ quan công sở.

##### **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 lán), Internet tốc độ cao, VoIP, Voice TDM với tốc độ dữ liệu/thuê bao có thể đạt 1000 Mbps, hỗ trợ QoS đầy đủ.

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

### 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...

### 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.

## 2.4. 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 nhảy 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, thường các thiết bị hiện tại sử dụng bước sóng 1490 nm. Đường lên 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

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**

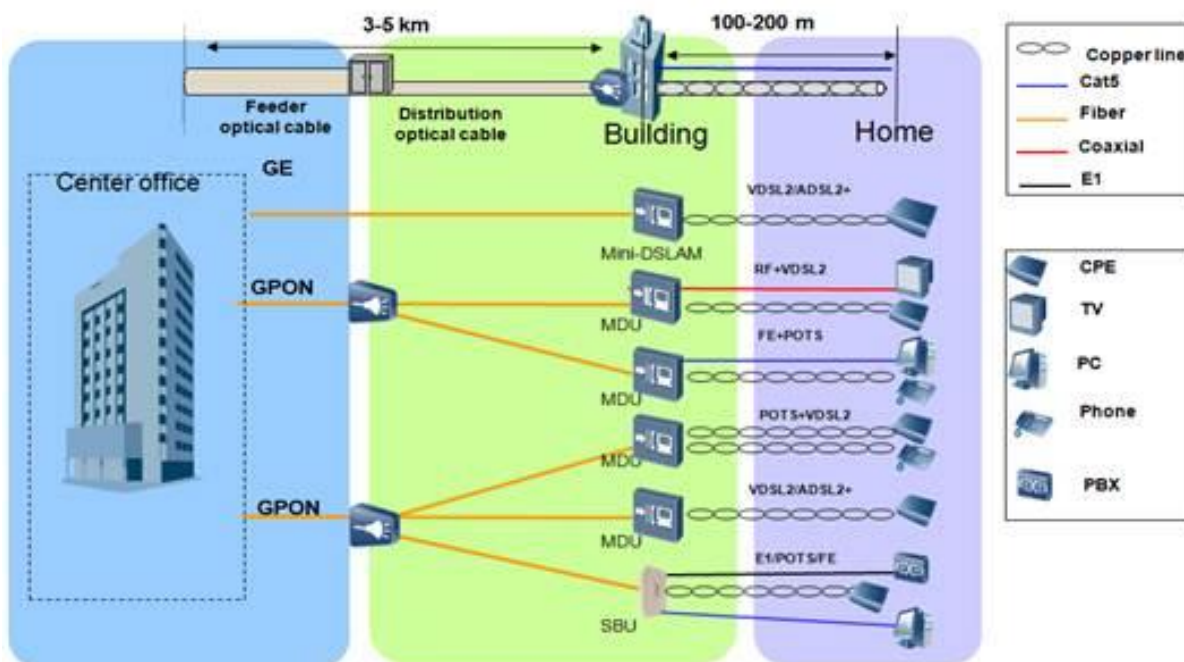
STT	Dịch vụ	Băng thông hướng lên (Mbps)	Băng thông hướng xuống (Mbps)
1	Internet băng rộng	5	10
2	Hội nghị truyền hình	4	4
3	SDTV	0,4	4

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 TPTM tỉnh Bắc Ninh. Các giải pháp triển khai mạng truy nhập FTTx được mô tả trong hình 2.8.



Hình 2.5. Mô hình mạng truy nhập FTTx

### 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.

#### 2.5.3.2. Vấn đề lựa chọn công nghệ GEPON hay GPON

Công nghệ GEPON 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.

## 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
- Kỹ thuật truy nhập sử dụng trong GPON là TDMA, hỗ trợ nhiều loại tốc độ truy nhập đường lên từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s, hỗ trợ hai 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.
- Vấn đề tắc nghẽn lưu lượng và những vấn đề liên quan của mạng truy nhập quang tốc độ cao được giải quyết bằng các thủ tục định cỡ và phân định băng thông động với các phương pháp kiểm soát vòng với chu kỳ thích ứng, cơ chế lập lịch quay vòng không đầy đủ và đặc biệt là cơ chế phân định băng thông sử dụng tập thông báo nhiều hàng đợi.
- 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, điều đó khiến cho GPON là công nghệ sử dụng băng thông hiệu quả trong các loại công nghệ PON hiện nay.

## **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.

Suy hao tối đa trong mạng quang thụ động không quá 28dB (tính từ OLT đến ONU/ONT).

Khoảng cách tối đa giữa OLT và ONU/ONT là 20 km. Dung lượng chia/ghép có thể là 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64.

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.

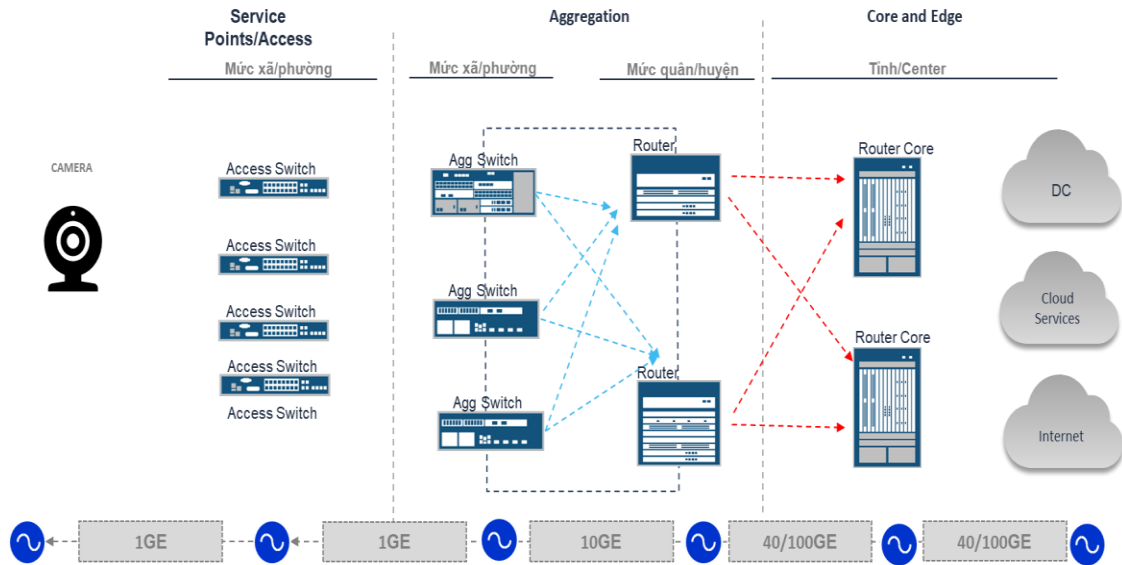
#### ***3.1.2. Các bước xây dựng cấu hình mạng***

- ✓ 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.

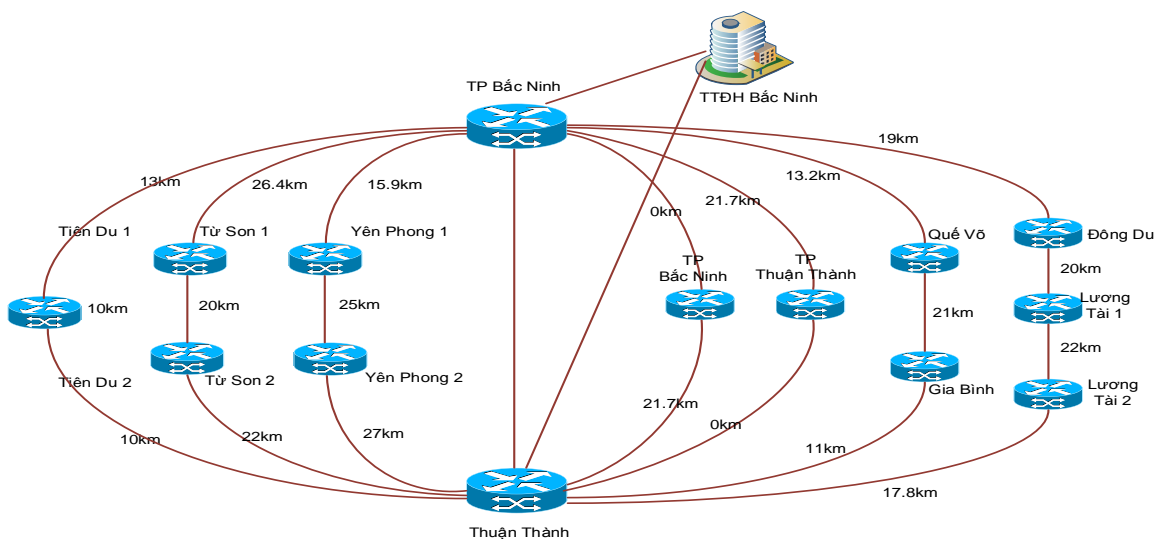


**Hình 3.1. Mô hình mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh**

- ✓ 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,...). 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 thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh

Hình 3.2 mô hình mạng MAN-E của mạng truyền dẫn thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh gồm:

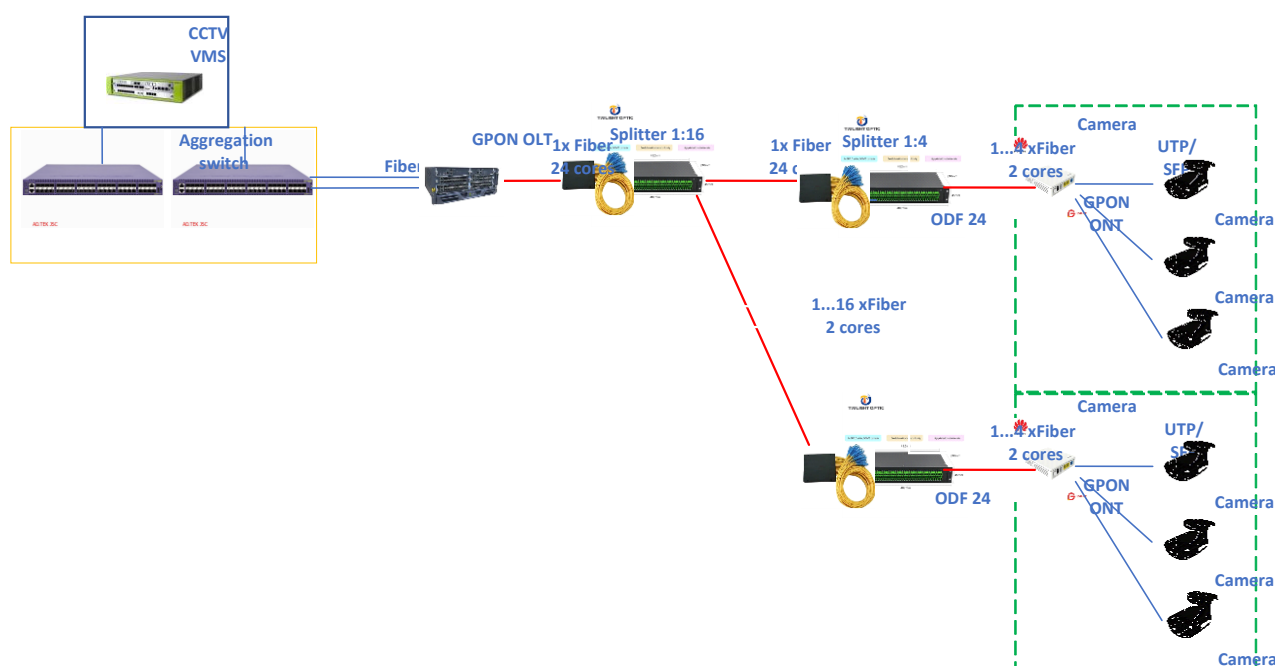


**Hình 3.2. Mô hình mạng MAN-E thành phố thông minh tỉnh Bắc Ninh**

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

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

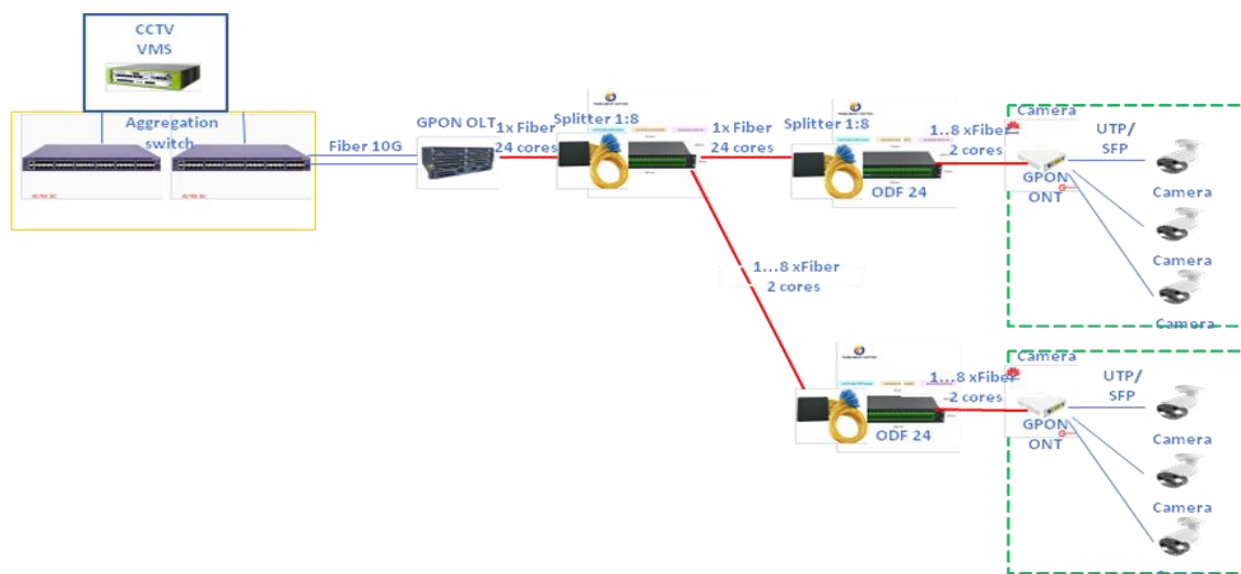
Đối với các địa bàn đô thị có nhu cầu phát triển thuê bao nhiều và tập trung, mô hình thiết kế như Hình 3.3.



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

ế

nư 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, từng đối tượng
- Băng thông sử dụng cho các kênh multicast dịch vụ IPTV là 200Mbps.

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:

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

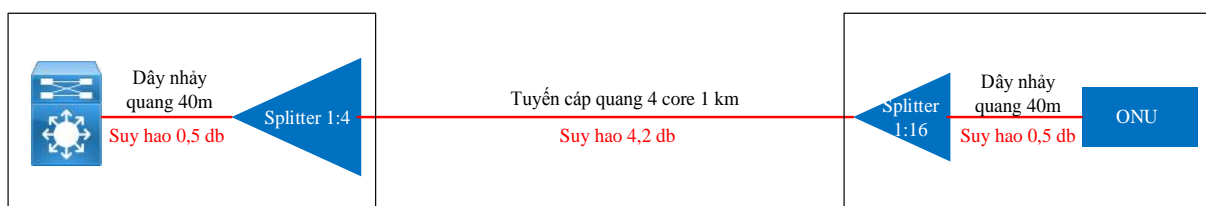
- Về bản chất bộ chia quang là một bộ chia công suất. Có nhiều loại splitter quang, có loại thì công suất ở các ngõ đầu ra giống nhau nhưng cũng có loại thì công suất đầu ra theo các tỉ lệ 1:4, 1:8, 1:16... Hơn thế nữa nó cũng là bộ chia băng thông.

#### 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 minh 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

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



**Hình 3.5. 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:

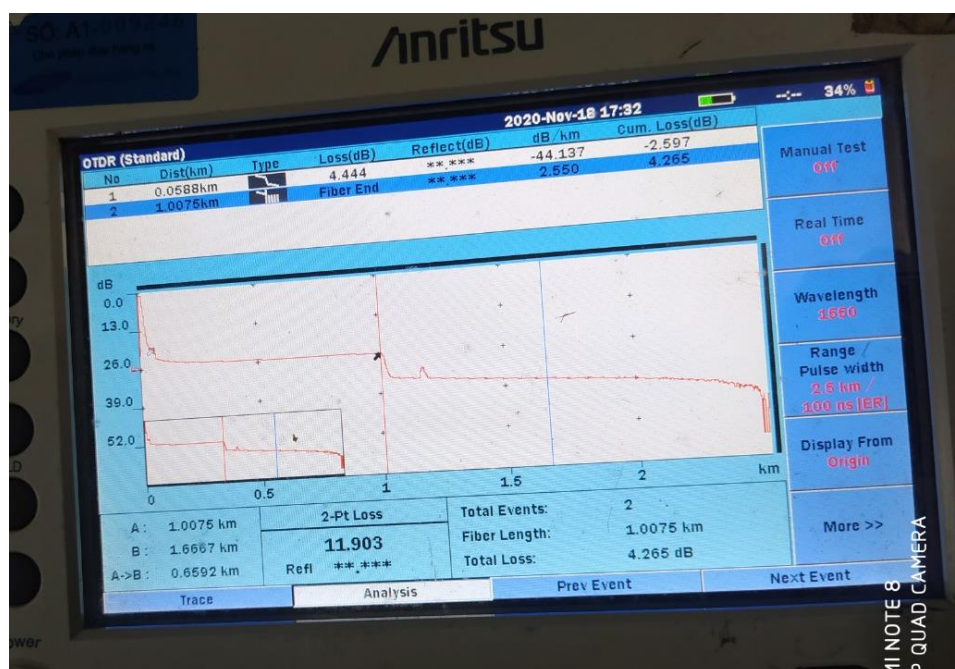
**Tham số đầu vào:**

- 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 3.6. 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 TPTM tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022, định hướng đến năm 2030

#### 3.4.1. Triển khai mạng GPON TPTM tỉnh Bắc Ninh đến năm 2022

**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
	<b>Tổng cộng</b>	<b>1.038</b>	<b>3.200</b>

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

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*

- 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*

- 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*

- 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 Chẩn, 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*

- 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, Phất 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*

- 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*

- 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*

- 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 1×10GE 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*

- 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 1×10GE 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.