

## THỬ NGHIỆM XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÔ THỊ 3D BẰNG NGÔN NGỮ TIÊU CHUẨN CITYGML VÀ PHẦN MỀM MÃ NGUỒN MỎ

PHẠM THANH THẠO, NGUYỄN QUANG MINH, NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG, LÊ NGỌC GIANG  
*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

**Tóm tắt:** Hiện nay, mô hình đô thị 3D đang được xây dựng trên chuẩn dữ liệu khác nhau như Keyholes Markup Language (KML), Industry Foundation Classes (IFC), X3D and CityGML. Trong các chuẩn này, CityGML là chuẩn dưới dạng ngôn ngữ eXtensible Markup Language được xây dựng thành tiêu chuẩn quốc tế do Open GIS Consortium (OGC) đề xuất với mục đích thành lập và trao đổi dữ liệu không gian đô thị 3 chiều. Trong CityGML, các đối tượng địa lý 3D trong đô thị được định nghĩa về mặt hình học, topology, các tính chất chuyên đề cũng như hình dáng bên ngoài. Các định nghĩa này cho phép mã hóa các đối tượng địa lý 3D trong đô thị phục vụ các mục đích như quy hoạch đô thị, định vị, mô phỏng các tình huống môi trường và quản lý hạ tầng đô thị. Bài báo này trình bày các khái niệm được định nghĩa trong CityGML và thử nghiệm xây dựng mô hình đô thị 3D bằng chuẩn CityGML trong môi trường phần mềm mã nguồn mở.

### 1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, sự phát triển của các công cụ bản đồ và hệ thống thông tin địa lý trên môi trường Internet đã có các bước phát triển vượt bậc. Để các thông tin địa lý có thể được đưa lên mạng Internet một cách dễ dàng và linh hoạt, các tiêu chuẩn về cấu trúc dữ liệu thông tin địa lý đã được nghiên cứu và ban hành bởi các tổ chức như OpenGIS Consortium (OGC), International Standard Organisation Technical Committee 211 (ISO TC211), và Infrastructure for Spatial Information in the European Committee (INSPIRE). Trên cơ sở hợp tác giữa các tổ chức nói trên, tiêu chuẩn ngôn ngữ đánh dấu địa lý - Geographic Markup Language (GML) đã được sử dụng làm tiêu chuẩn cho trao đổi thông tin địa lý giữa các hệ thống khác nhau và được chính thức công nhận là chuẩn quốc tế với tên gọi ISO19136 [1].

Sau khi được ISO chính thức công nhận làm chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn GML được sử dụng phổ biến làm công cụ lưu trữ và trao đổi thông tin địa lý [2]. Điểm mạnh của GML là cấu trúc ngôn ngữ đơn giản và dựa trên cấu trúc của ngôn ngữ đánh dấu mở rộng eXtensible Markup Language (XML) [3]. Để có thể mô tả được các đối tượng địa lý, OGC xây dựng

các định nghĩa riêng cho các đối tượng địa lý như điểm, đường, vùng, bề mặt, đối tượng và các thông tin đi kèm được đặt trong các file định nghĩa riêng của GML. Dựa trên các định nghĩa này, các đối tượng địa lý cụ thể có thể được mô tả bằng ngôn ngữ XML. Các phần mềm trình duyệt thích hợp với XML đều có thể đọc và hiển thị các dữ liệu nói trên. Bằng XML, toàn bộ các đối tượng không gian được mô tả bằng các đoạn văn bản theo một quy tắc được định nghĩa bởi GML. Như vậy, việc trao đổi dữ liệu không gian và thuộc tính chủ yếu là trao đổi các thông tin được mã hóa bằng GML. Các văn bản này có thể đọc được dễ dàng bằng các phần mềm khác nhau. Các dữ liệu GML đã được sử dụng phổ biến ở Việt Nam cho công tác trao đổi và lưu trữ dữ liệu. Điều này được quy định trong các tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan đến hệ thống thông tin địa lý như Chuẩn thông tin địa lý cơ sở [4], chuẩn dữ liệu thông tin địa chính [5]

Các dữ liệu không gian được lưu trữ và trao đổi bằng chuẩn GML hiện nay chủ yếu là các dữ liệu 2D. Đối tượng 3D chủ yếu được mô tả bằng các mặt 2D và được định nghĩa như một đối tượng liên khối (solidType) trong GML [3]. Tuy nhiên, để tạo ra một dữ liệu 3D đầy đủ

trong đó có đối tượng hình học 3D và các thuộc tính đi kèm thì cần có các tiêu chuẩn mới. Các tiêu chuẩn này được xây dựng nhằm miêu tả các đối tượng 3D, đặc biệt là miêu tả và lưu trữ các dữ liệu không gian cho khu vực đô thị bao gồm nhiều đối tượng không gian 3D phức tạp với các mức độ chi tiết khác nhau như GML3, Keyhole Markup Language (KML), Extensible 3D Graphics (X3D) và Industry Foundation Classes (IFC). Trên cơ sở chuẩn GML đã có, một ngôn ngữ tiêu chuẩn dành cho lưu trữ và trao đổi các đối tượng địa lý 3D cùng với các thuộc tính là ngôn ngữ CityGML do OGC phát triển và công nhận [6].

Trên nền tảng CityGML, có thể thực hiện việc xây dựng các mô hình đô thị 3D dùng cho phân tích và quản lý hạ tầng [7], quản lý thiên tai [8], giả tưởng và mô phỏng các tình huống khẩn cấp [9]. Tất cả các mô hình đô thị 3D này đều có sử dụng các phần mềm mã nguồn mở để đọc và hiển thị theo chuẩn CityGML. Bài báo này cũng sẽ đi sâu vào nghiên cứu xây dựng các mô hình đô thị 3D bằng ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML hiển thị bằng công cụ mã nguồn mở miễn phí [10].

## 2. Khái quát về ngôn ngữ CityGML

### 2.1. Thông tin chung về CityGML

CityGML được xây dựng trên nền tảng của GML 3.1.1 bởi nhóm Special Interest Group 3D (SIG 3D) nằm trong chương trình Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia, Đức. CityGML trình bày cả 4 khía cạnh của mô hình thành phố bao gồm: chuyên đề và ngữ nghĩa, đối tượng hình học, quan hệ hình học giữa các đối tượng và bề ngoài của các đối tượng. Ngoài ra, CityGML còn có các định nghĩa về mức độ chi tiết của đối tượng theo 5 mức khác nhau (Level of Detail – LOD).

### 2.2. Các lớp chuyên đề

Các lớp chuyên đề được định nghĩa trong CityGML bao gồm: lớp các mô đun nền tảng, lớp nhà, lớp đường hầm, lớp cầu, lớp bề mặt địa hình (relief class), lớp giao thông, lớp mặt nước, thực phủ, lớp sử dụng đất, bề mặt đô thị, và lớp sử dụng chung. Mỗi đối tượng trong lớp thông tin chuyên đề được mô tả bằng các thẻ

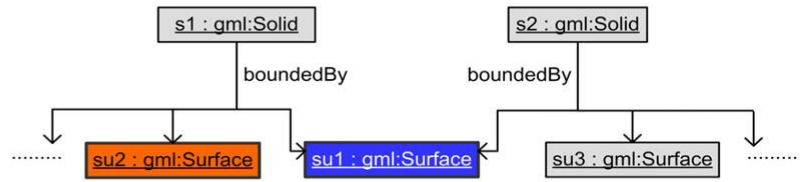
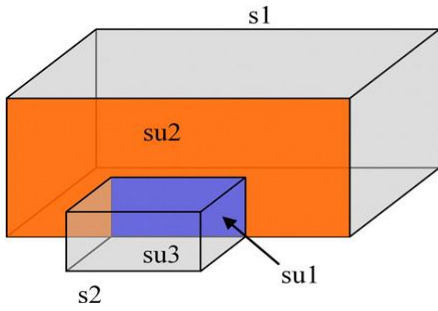
trong đó một số thẻ là bắt buộc và một số thẻ là tùy chọn. Danh mục các thẻ bắt buộc và tùy chọn được xác định trong tài liệu về tiêu chuẩn City GML [11]. Các lớp thông tin chuyên đề này cho phép hiển thị toàn bộ các đối tượng trong một thành phố bao gồm nhà cửa, cây cối, mặt đường, cầu, hầm, các đối tượng nhỏ như cột đèn, cột điện, hệ thống chiếu sáng công cộng, mặt nước, v.v [6].

### 2.3. Cấu trúc hình học và quan hệ hình học của đối tượng

Cấu trúc hình học của CityGML xây dựng trên nền tảng của GML 3.1.1 theo tiêu chuẩn ISO 19107 [12]. Về cơ bản, để nhằm mục đích dễ dàng lưu trữ trong các hệ quản trị cơ sở dữ liệu như Oracle Spatial hoặc PostGIS thì cấu trúc hình học các đối tượng được xây dựng đơn giản bao gồm các mặt phẳng và các đường thẳng. Các đối tượng 3D chủ yếu được thiết lập từ các mặt phẳng, các mặt phẳng được định nghĩa về mặt hình học bao gồm các đường bao ngoài và đường bên trong (Trong các trường hợp đặc biệt bề mặt có chứa những lỗ thủng). Ví dụ một bức tường được mô tả bằng một bề mặt với đường bao ngoài nối liền các góc tường. Nếu tường có cửa sổ hoặc cửa ra vào thì các đối tượng này được định nghĩa bằng đường bao trong.

Các đối tượng dạng đường cong *curve* chủ yếu được cấu thành bởi các đoạn thẳng. Các đoạn thẳng này được xác định bằng điểm đầu và điểm cuối với các giá trị tọa độ. Các giá trị tọa độ sẽ được gán trong các hệ tọa độ với hệ quy chiếu nhất định. Danh mục các hệ quy chiếu tọa độ được liệt kê trong chuẩn trao đổi thông tin địa lý GML.

Các đối tượng hình học trong CityGML có quan hệ hình học (topology) tương đối đơn giản. Các đối tượng hình học có thể sở hữu chung một đối tượng hình học là thành phần của nó. Ví dụ như hai hình khối đặc đại diện cho nhà (s1) và gara (s2) có thể chung nhau một mặt phẳng đại diện cho bức tường chung (su1) giữa hai đối tượng này (hình 1).



Hình 1 Hai đối tượng hình khối là nhà S1 và gara S2 có chung bề mặt tiếp xúc là Su1 và lược đồ UML mô tả hai đối tượng nhà và quan hệ giữa hai đối tượng [6]

#### 2.4. Mô hình đa tỷ lệ và cấp độ chi tiết của đối tượng

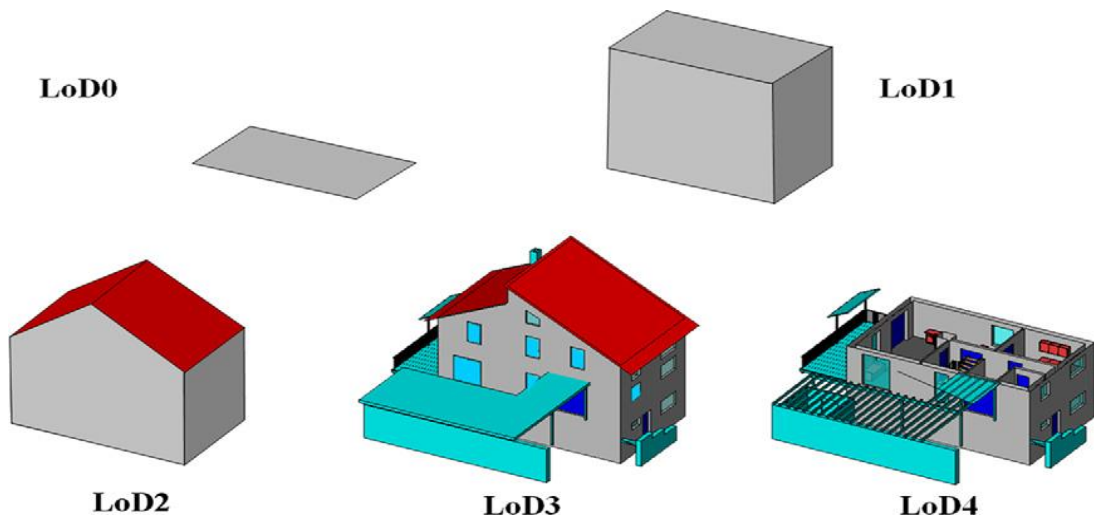
Tương tự như đối với bản đồ, dữ liệu 3D có thể được xây dựng với các tỷ lệ khác nhau. Dữ liệu trong các tỷ lệ này khác nhau về độ chính xác không gian và mức độ chi tiết. Ở các tỷ lệ nhỏ, các đối tượng không gian thường được khái quát hóa cho phù hợp ở các tỷ lệ lớn thì các đối tượng không gian cần thể hiện ở mức độ chi tiết cao hơn rất nhiều.

Việc mã hóa đối tượng trong CityGML cũng theo nguyên tắc đa tỷ lệ với các cấp độ chi tiết khác nhau. Các đối tượng không gian được chia thành 5 mức độ chi tiết (Level of Detail) khác nhau bao gồm LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4. Hình 2 là ví dụ về một đối tượng không gian là một ngôi nhà được hiển thị ở các cấp độ chi tiết khác nhau.

Trong các cấp độ chi tiết, cấp độ chi tiết LoD0 chính là cấp độ tương đương với dữ liệu 2D, chỉ bao gồm các đường viền chân nhà. Cấp

độ chi tiết LoD1 sẽ hiển thị mỗi khối nhà bằng một hình khối đặc đơn giản bằng cách dâng cao (extrusion) đường viền chân nhà lên một độ cao nhất định. Cấp độ chi tiết LoD2 sẽ bổ sung thêm phần mái nhà so với cấp độ chi tiết LoD1. Ở cấp độ chi tiết LoD3, các phần của ngôi nhà sẽ được bổ sung như ống khói, các cửa sổ, cửa ra vào, v.v... Ở cấp độ chi tiết cao nhất LoD4, mỗi ngôi nhà có thể hiển thị cả không gian bên trong nhà, các đồ vật, nội thất bên trong của ngôi nhà.

Các cấp độ chi tiết cao hiển nhiên là chứa nhiều thông tin về đối tượng hơn các cấp độ chi tiết thấp. Một đối tượng ở cấp độ chi tiết cao có thể chuyển thành đối tượng có cấp độ chi tiết thấp hơn thông qua quá trình tổng quát hóa (generalisation). Nếu một đối tượng được xây dựng ở cấp độ chi tiết thấp thì không thể chuyển thành đối tượng có cấp độ chi tiết cao hơn nó [6].



Hình 2 Các cấp độ chi tiết từ LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4 của đối tượng nhà [6]

## 2.5. Quan hệ topology giữa các đối tượng trong CityGML

Các đối tượng đô thị trong CityGML được xây dựng bằng cấu trúc *Xlink*. Theo cấu trúc này thì các đối tượng hình học đơn giản sẽ cấu thành các đối tượng hình học phức tạp. Chẳng hạn một đối tượng 3D *A* sẽ bao gồm nhiều đối tượng bề mặt khép kín. Một đối tượng 3D *B* có tiếp giáp với đối tượng 3D *A* theo bề mặt khép kín *Z* sẽ sử dụng các bề mặt khép kín bằng cách tham chiếu đến bề mặt khép kín của đối tượng 3D *A* thông qua cơ chế tham chiếu `<gml:surfaceMember xlink:href="#wallSurfaceZ"/>`. Cách biểu thị này có thể giải thích là đối tượng *B* sử dụng bề mặt *Z* đã được xây dựng làm mặt tường của đối tượng *A*. Như vậy là quan hệ topology có thể xác định được là đối tượng *B* liên kết với đối tượng *A* và hai đối tượng này chung nhau bề mặt *Z*. Tuy nhiên, quan hệ topology theo phương pháp này có nhược điểm là chỉ xác định được quan hệ theo một chiều giữa đối tượng *B* với đối tượng *A* nếu đối tượng *B* sử dụng thành phần của đối tượng *A* mà không thể xác định được đối tượng *A* có liên kết với đối tượng *B* hay không.

## 2.6. Mô hình hiển thị bề mặt của đối tượng

Các đối tượng không gian 3D có thể được tạo thành từ bề mặt với các chất liệu khác nhau. Chẳng hạn một ngôi nhà có thể có mái ngói, mái tôn, mái xi măng, v.v. Mô hình 3D của đối tượng thể hiện được các đặc tính này bằng cách xây dựng các bề mặt hiển thị (*appearance*) trong phân định nghĩa đối tượng CityGML [10]. Bề mặt hiển thị này có thể có thể xây dựng bằng chụp ảnh thực, hoặc tạo ra bằng các hình dạng hoa văn (*texture*).

## 2.7. Mở rộng ngôn ngữ CityGML

CityGML có cơ chế cho phép xây dựng các đối tượng mở rộng ngoài các đối tượng không gian đã được định nghĩa sẵn như đề cập ở mục 2.2. Cơ chế này được gọi là khả năng mở rộng định nghĩa các đối tượng ứng dụng – Application Domain Extensibility (ADE). Các định nghĩa này cho phép tạo ra các đối tượng không gian riêng biệt và đặc thù ứng dụng trong một số trường hợp cụ thể. Chẳng hạn đơn vị quản lý môi trường đô thị muốn định nghĩa thêm các đối tượng là các họng nước tưới cây vào trong một mô hình 3D đã được định nghĩa từ trước. Đối tượng mới định nghĩa này có thể

được xây dựng từ lớp đối tượng hạ tầng đô thị và kế thừa các thuộc tính sẵn có của đối tượng này.

Các định nghĩa về đối tượng mới này có thể được thêm vào phân định nghĩa tên miền XML riêng so với các đối tượng đã có trong CityGML. Ngoài việc định nghĩa thêm các đối tượng thì người sử dụng cũng có thể định nghĩa thêm các thuộc tính của mỗi đối tượng có sẵn. Chẳng hạn để phục vụ mục đích quản lý đô thị thì có thể thêm các thuộc tính cho đối tượng nhà như năm xây dựng, loại nhà, v.v...

## 3. Cấu trúc tệp ngôn ngữ CityGML

### 3.1. Phân định nghĩa đối tượng CityGML

Vì CityGML được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ XML nên cấu trúc file dữ liệu trong CityGML sẽ giống như các file XML tiêu chuẩn. Mỗi file dữ liệu CityGML sẽ bao gồm phần thông tin đầu file XML có sử dụng phân định nghĩa đối tượng dữ liệu và phần dữ liệu.

Đối với những dữ liệu XML phức tạp như GML và CityGML thì thường phân định nghĩa đối tượng sẽ được đặt ở các file riêng biệt để cấu trúc dữ liệu tường minh và logic hơn. Dưới đây là một ví dụ về file dữ liệu CityGML và phân định nghĩa đối tượng dữ liệu.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'
standalone='yes'?>

<CityModel
xmlns='http://www.opengis.net/citygml/1.0' ...
opengis.net/citygml/landuse/1.0
http://schemas.opengis...
/cityobjectgroup/1.0
http://schemas.opengis.net/citygml/...
<cityObjectMember>
<bldg:Building gml:id='bldg1'>
<gml:boundedBy>
<gml:Envelope srsDimension='3'
srsName='urn:ogc:def:crs:EPSG:6.12:3068,crs:EPSG:6.12:5783'>
<gml:lowerCorner>0 0 0</gml:lowerCorner>
<gml:upperCorner>0 0 0</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<creationDate>2013-4-
12+21:00</creationDate>
<bldg:lod2Solid>
<gml:Solid gml:id='UUID_1'>
<gml:exterior>
<gml:CompositeSurface gml:id='UUID_11'>
<gml:surfaceMember>
<gml:Polygon gml:id='UUID_1'>
<gml:exterior>
```

```

    <gml:LinearRing gml:id='UUID_11'>
      <gml:posList srsDimension='3'>
1012 1004 10 ... 1012 1004 54</gml:posList>
      </gml:LinearRing>
    </gml:exterior>
    </gml:Polygon>
  </gml:surfaceMember>
  ....
  ....
  <gml:surfaceMember>
    <gml:Polygon gml:id='UUID_13'>
      <gml:exterior>
        <gml:LinearRing gml:id='UUID_1313'>
          <gml:posList srsDimension='3'>
1012 1004 54 ... 1012 1136 54</gml:posList>
          </gml:LinearRing>
        </gml:exterior>
        </gml:Polygon>
      </gml:surfaceMember>
    </gml:CompositeSurface>
  </gml:exterior>
  </gml:Solid>
</bldg:lod2Solid>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
....
....
</CityModel>

```

Trong file dữ liệu CityGML trên, phần đầu <“?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes'?>” là chỉ báo về version của XML, mã font dữ liệu là UTF-8. Phần tiếp theo <CityModel xmlns = “...” là địa chỉ tham khảo namespace của các đối tượng dữ liệu CityGML. Phần chính của file dữ liệu là phần mô tả các đối tượng dữ liệu trong CityGML (Trong đoạn file dữ liệu là dữ liệu mô tả một đối tượng dữ liệu là *building*, có cấu trúc được xây dựng theo chuẩn dữ liệu GML bao gồm: các bề mặt tường của *building*, các tọa độ điểm của đường bao ngoài mỗi mặt tường, v.v...)

### 3.2. Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML

Các phần mềm sử dụng cho CityGML chia làm các nhóm chính bao gồm: các phần mềm hiển thị, các phần mềm biên tập, phần mềm cơ sở dữ liệu, phần mềm kiểm tra và chuyển đổi dữ liệu. Nhiều phần mềm trong các nhóm này là các phần mềm miễn phí nhưng cũng có nhiều phần mềm thương mại của các hãng lớn như Oracle Spatial 11g. Dưới đây là bảng liệt kê các phần mềm sử dụng cho CityGML.

**Bảng 1. Các phần mềm sử dụng cho CityGML**

Phần mềm sử dụng	Hãng sản xuất
<i>Phần mềm hiển thị CityGML</i>	
Aristoteles3D	Univ. of Born
CityGML-Toolchain	Univ. of Appl. Sci. Gelsenkirchen
FZKViewer	KIT Karlsruhe
BS Contact Geo	Bimagement Software GmbH
FME Data Inspector	Safe software Inc.
Tridicon CityDiscoverer	GTA Geoinformatik GmbH
Viewtec Terrainview	Viewtec Inc.
RhinoTerrain/Rhino	SARL RhinoTerrain
IN3D Visualisation Engine	Galdos systems Inc.
<i>Phần mềm kiểm tra cấu trúc file City GML</i>	
QS-City 3D	University of Appl. Sci. Stuttgart
City Doktor Validator	University of Appl. Sci. Stuttgart
<i>Phần mềm cơ sở dữ liệu</i>	
Oracle Spatial 11g	Oracle Corp.
3DCityDB	Technische Univ. Berlin, IGG
<i>Phần mềm chuyển đổi dữ liệu CityGML</i>	
FME	Safe software Inc.
SupportGIS	CPA Geo-information
Bentley Map SS2	Bentley Systems, Inc.

## 4. Thực nghiệm xây dựng mô hình 3D theo cấu trúc ngôn ngữ CityGML

### 4.1. Khu vực và dữ liệu thực nghiệm



Hình 1. Hình ảnh mặt bằng khu vực thực nghiệm – Khuôn viên Khu A, Trường Đại học Mỏ - Địa chất gồm các nhà A, B1, B2, C, C 300, C 12 tầng, D, và D 5 tầng (Nguồn Google Earth)

Khu vực thực nghiệm là khuôn viên trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội. Khuôn viên trường gồm các khối nhà A, B1, B2, C 300, C12, D và D5 tầng được thu thập dữ liệu về mặt bằng (x, y) và độ cao (h) bằng máy toàn đạc điện tử trong hệ tọa độ giả định đã được chỉnh sửa như sau:

```

1 1012 1004 10
2 1031 1004 10
3 1031 1011 10
...
...
70 1051 1167 10
71 1040 1167 10
72 1040 1180 10
73 1047 1180 10

```

Từ dữ liệu các điểm thu được ở trên, ta tiến hành biên tập các bề mặt của các khối nhà:

```

NHA_B 44
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1
BACTHANG 6
17 18 19 20 17
HT300 16
13 14 15 16 13
NHA_A 44
21 22 23 24 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
44 21
NHA_C 18
25 26 27 28 29 30 25
NHA_C12 100
45 46 47 48 49 50 58 59 60 61 62 45
NHA_C5 44
51 52 53 54 55 56 57 58 51
NHA_D 44
63 64 68 69 70 71 72 73 63
XUONGDT 8
65 66 67 68 65

```

#### 4.2. Kết quả thực nghiệm

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu thu thập được tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất xây dựng các file dữ liệu trên theo chuẩn CityGML và sử dụng phần mềm XYZ miễn phí để hiển thị mô hình 3D cho dữ liệu thực nghiệm.

Từ dữ liệu thực nghiệm đầu vào, mô hình 3D được xây dựng theo đúng chuẩn CityGML. Ví dụ một đoạn dữ liệu mô tả nhà C12 tầng tại Trường đại học Mỏ - Địa chất như sau:

```

<cityObjectMember>
  <bldg:Building gml:id='GUID_1'>
    <gml:name>NHA_HOP</gml:name>
    <gml:boundedBy>
      <gml:Envelope srsDimension='3'
srsName='urn:ogc:def:crs,crs:EPSG:6.12:3068,crs:EPS

```

```

G:6.12:5783'>
  <gml:lowerCorner>0 0 0</gml:lowerCorner>
  <gml:upperCorner>0 0 0</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<creationDate>2013-4-
12+21:00</creationDate>
  <gen:stringAttribute name='Name'>
  <gen:value>NHA_HOP</gen:value>
</gen:stringAttribute>
  <gen:stringAttribute name='GUID'>
  <gen:value>3EE1</gen:value>
</gen:stringAttribute>
<bldg:boundedBy>
  <bldg:WallSurface gml:id='GUID_1'>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsDimension='3'
srsName='urn:ogc:def:crs,crs:EPSG:6.12:3068,crs:EPS
G:6.12:5783'>
  <gml:lowerCorner>0 0
0</gml:lowerCorner>
  <gml:upperCorner>0 0
0</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
  <creationDate>2013-4-
12+21:00</creationDate>
  <gen:stringAttribute name='Name'>
  <gen:value>Unnamed</gen:value>
</gen:stringAttribute>
  <gen:stringAttribute name='Beschreibung'>
  <gen:value>?</gen:value>
</gen:stringAttribute>
  <gen:stringAttribute name='GUID'>
  <gen:value>12L1</gen:value>
</gen:stringAttribute>
<bldg:lod3MultiSurface>
  <gml:MultiSurface
gml:id='UUID_71c11cc81'>
  <gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon gml:id='UUID_2fd3e9181'>
  <gml:exterior>
  <gml:LinearRing
gml:id='UUID_2fd3e918-586a-1'>
  <gml:posList srsDimension='3'>
1000 1000 10 1000 1020 10 1000 1020 15 1000 1000
15</gml:posList>
  </gml:LinearRing>
  </gml:exterior>
</gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
</gml:MultiSurface>
</bldg:lod3MultiSurface>
</bldg:WallSurface>
</bldg:boundedBy>
...
...
<bldg:boundedBy>

```



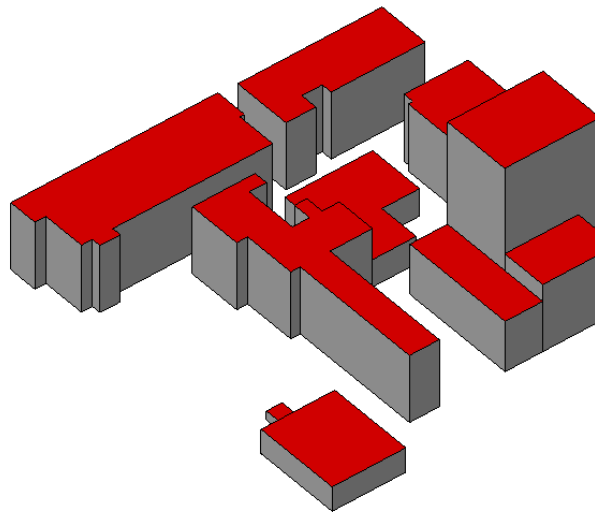
```

    <bldg:RoofSurface gml:id='GUID_5'>
      <gml:boundedBy>
        <gml:Envelope srsDimension='3'
srsName='urn:ogc:def:crs:crs:EPSG:6.12:3068,crs:EPS
G:6.12:5783'>
          <gml:lowerCorner>0 0
0</gml:lowerCorner>
          <gml:upperCorner>0 0
0</gml:upperCorner>
        </gml:Envelope>
      </gml:boundedBy>
      <creationDate>2013-4-
12+21:00</creationDate>
      <gen:stringAttribute name='Name'>
        <gen:value>Unnamed</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <gen:stringAttribute name='Beschreibung'>
        <gen:value>?</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <gen:stringAttribute name='GUID'>
        <gen:value>12L5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <bldg:lod3MultiSurface>
        <gml:MultiSurface
gml:id='UUID_71c11cc85'>
          <gml:surfaceMember>
            <gml:Polygon gml:id='UUID_2fd3e9185'>
              <gml:exterior>
                <gml:LinearRing
gml:id='UUID_2fd3e918-586a-5'>
                  <gml:posList srsDimension='3'>
1000 1000 15 1000 1020 15 1005 1020 15 1005 1000
15</gml:posList>
                </gml:LinearRing>
              </gml:exterior>
            </gml:Polygon>
          </gml:surfaceMember>
        </gml:MultiSurface>
      </bldg:lod3MultiSurface>
    </bldg:RoofSurface>
  </bldg:boundedBy>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>

```

Từ file dữ liệu có cấu trúc chuẩn CityGML được xây dựng, có thể hiển thị dữ liệu trên một số phần mềm khác nhau (Bảng 1). Ví dụ: sau khi mã hóa ở mức độ LOD3 (do thời gian có hạn nên các thông tin chi tiết về bề mặt nhà và cửa sổ chưa thu thập được đầy đủ) bằng CityGML tất cả các tòa nhà trong khuôn viên khu A, Trường Đại học Mỏ - Địa chất hình ảnh tòa nhà này được hiển thị bằng phần mềm FZK Viewer của Đại học Born như Hình 2. Mức độ chi tiết của các đối tượng được xác định ngay trong khi khai báo các đối tượng. Chẳng hạn

trong ví dụ trên thì đối tượng LOD3 là nhà được khai báo là bằng thẻ `<bldg:lod3MultiSurface>`. Phần tham chiếu địa lý của đối tượng được thể hiện bằng thẻ `gml` như trong chuẩn `gml` về đối tượng địa lý thông qua thẻ khai báo tên của hệ quy chiếu: `srsName`.



Hình 2. Mô hình 3D khuôn viên Khu A, Trường Đại học Mỏ - Địa chất được xây dựng với cấp độ chi tiết LoD2 theo chuẩn CityGML được hiển thị bằng phần mềm FZK Viewer của University of Born

## 5. Kết luận

Trong thực tế về dữ liệu thông tin không gian hiện nay thì chuẩn dữ liệu đóng một vai trò quan trọng. Việc xây dựng các dữ liệu đúng chuẩn sẽ tạo điều kiện cho công tác quản lý và sử dụng hữu hiệu dữ liệu sau này. Đối với các chuẩn dữ liệu 3D, hiện nay tại Việt nam chưa được nghiên cứu nhiều nên việc nghiên cứu áp dụng chuẩn dữ liệu 3D CityGML và các chuẩn dữ liệu 3D khác sẽ có thể đóng góp vào công tác chuẩn hóa dữ liệu, ứng dụng mô hình dữ liệu 3D trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là các ứng dụng trong đô thị.

Ngôn ngữ chuẩn hóa CityGML được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ chuẩn hóa dữ liệu địa lý GML (về bản chất là sử dụng ngôn ngữ đánh dấu mở rộng XML) nên có thể dễ dàng tìm hiểu và sử dụng. CityGML có cấu trúc ngôn ngữ rõ ràng, có thể xây dựng các file dữ liệu cho phép sử dụng nhiều phần mềm để hiển thị và phân tích các mô hình 3D, đặc biệt trong khu

vực đô thị. Thực nghiệm trong bài báo này đã cho thấy khả năng mô hình hóa các dữ liệu 3D theo khuôn dạng của CityGML và hiển thị các dữ liệu 3D theo các góc độ khác nhau.

Để có thể phát triển hơn nữa ứng dụng dữ liệu không gian và dữ liệu trắc địa 3D trong các đô thị ở Việt nam, cần tiếp tục các hướng nghiên cứu ứng dụng mô hình dữ liệu 3D CityGML cũng như xây dựng các thuật toán phân tích dữ liệu 3D đô thị theo chuẩn CityGML và các chuẩn 3D khác trong tương lai.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Wolfgang Kresse and Kian Fadaie, 2004. ISO Standards for Geographic Information. New York: Springer-Verlag.
- [2]. Chang-Tien Lu, Raimundo F. Dos Santos Jr, Lakshmi N. Sripada, and Yufeng Kou, 2007. Advances in GML for Geospatial Applications," *Geoinformatica*, vol. 11, no. 1, pp. 131-157.
- [3]. Clemens Portele, 2007. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. [Online]. HYPERLINK "<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>" <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
- [4]. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, 2012. Quy chuẩn Việt nam QCVN 42: 2012/BTNMT. Hà Nội.
- [5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010. Thông tư 17/2010/TT-BTNMT. Hà Nội, 2010.
- [6]. Gerhard Gröger and Lutz Plümer, 2012. CityGML – Interoperable semantic 3D city models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 71, pp. 12-33.
- [7]. Ihab Hijazi, Manfred Ehlers, Sisi Zlatanova, and Umit Isikdag, 2009. IFC to CityGML Transformation Framework for Geo-Analysis: A Water Utility Network Case, in 4th International Workshop on 3D Geo-Information, Ghent, Belgium.
- [8]. Zlatanova Sisi and Holweg D., 2004. 3D Geo-information in emergency response: a framework, in The Fourth International Symposium on Mobile Mapping Technology, Kunming, China.
- [9]. B. Randt, F. Bildstein, and T.H. Kolbe, 2007. Use of Virtual 3D Landscapes for Emergency Driver Training, in Proc. 2007 IMAGE Conference, Scottsdale, Arizona.
- [10]. Thomas H. Kolbe, 2009. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML, in Proceedings of the 3rd International Workshop on 3D Geo-Information, Seoul, Korea.
- [11]. Gerhard Gröger, Thomas H. Kolbe, and Angela Czerwinski, 2007. Candidate OpenGIS® CityGML Implementation Specification, Open Geospatial Consortium Inc, 07-062.
- [12]. S Cox, R Lake, C Portele, and A Whiteside, 2003. Geographic Markup Language 3.1.

## SUMMARY

### **A test for establishment of 3D city model using CityGML with Open-Source Tools**

**Pham Thanh Thao, Nguyen Quang Minh, Nguyen Thi Thu Huong, Le Ngoc Giang**

*Hanoi University of Mining and Geology*

Currently, 3D City model are established in a number of standards such as Keyholes Markup Language (KML), Industry Foundation Classes (IFC), X3D and CityGML. Amongst these standards, CityGML, which was developed from eXtensible Markup Language, is a standard and language created and used by Open GIS Consortium (OGC) for establishment and exchange of city 3D data. In CityGML, the 3D objects are defined for geometry, topology, semantic attributes and appearance. These definitions are used for city 3D data presentation and analysis in urban planning, geo-positioning, simulation of urban environment and urban infrastructure management. This paper presents concepts of CityGML and a test of establishment of 3D model in CityGML and visualization of the model in open-source software environment.