

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÔNG GIAN (GIS)
ỨNG DỤNG TRONG NGÀNH ĐIỆN LỰC
(Tài liệu thực hành sử dụng QGIS)

Giảng viên: TS Trần Hùng & TS Đỗ Đức Hạnh

Email: hung.geoviet@gmail.com; hanh.geoviet@gmail.com

MỤC LỤC

I. Giới thiệu.....	3
II. Bộ dữ liệu thực hành: CSDL GIS lưới điện tỉnh Bắc Ninh.....	4
2.1. Yêu cầu quản lý lưới điện tỉnh Bắc Ninh.....	4
2.2. Bộ dữ liệu đầu vào	4
2.3. Dữ liệu bổ sung.....	7
III. Tổng quan về phần mềm QGIS Desktop.....	7
3.1. Giới thiệu chung QGIS.....	7
3.2. Cài đặt và cấu hình QGIS	8
IV. Cấu trúc, tổ chức dữ liệu trong QGIS	8
4.1. Dữ liệu Vector	9
4.2. Dữ liệu Raster	10
V. Làm quen với phần mềm QGIS Desktop	10
5.1. Bài tập 1: Làm quen với giao diện và các khái niệm QGIS.....	10
5.2. Bài tập 2: Làm quen với dữ liệu vector và raster trong QGIS.....	11
5.3. Bài tập 3: Làm việc với hệ tọa độ và biên tập bản đồ trong QGIS.....	11
5.4. Bài tập 4: Làm việc với cơ sở dữ liệu địa không gian trong QGIS	13
5.5. Bài tập 5: Làm quen với cơ sở dữ liệu địa không gian trong QGIS	14
VI. Thực hành sử dụng QGIS hỗ trợ quản lý lưới điện Bắc Ninh.....	15
6.1. Cập nhật, hoàn thiện và quản lý CSDL lưới điện	15
6.2. Biên tập và quản lý bản đồ lưới điện theo cấp quản lý.....	15
6.3. Khai thác CSDL và thống kê báo cáo	16
6.4. Quản lý hành lang an toàn lưới điện	16
6.5. Bài toán tìm đường nhanh nhất	17
6.6. Mở rộng chức năng QGIS quản lý lưới điện Bắc Ninh	18
PHỤ LỤC.....	19
A.1. QGIS Project (sản phẩm mẫu) quản lý CSDL GIS lưới điện Bắc Ninh	19
A.2. Thông tin mô tả CSDL GIS lưới điện Bắc Ninh	19
A.3. Thông tin tham khảo	23

Làm quen với phần mềm QGIS và Cơ sở dữ liệu GIS lưới điện tỉnh Bắc Ninh

I. Giới thiệu

Tài liệu hướng dẫn thực hành QGIS này được thiết kế cho sinh viên học phần “000958 – Hệ thống thông tin không gian” (Khoa Công nghệ Thông tin). Do sinh viên chuyên ngành CNPM, nên tài liệu này được rút gọn và tập trung vào khung kiến thức và kỹ năng QGIS cơ bản nhằm giúp sinh viên chuẩn bị cho phần lập trình xây dựng ứng dụng GIS thực tế trong ngành điện lực (case study). Sinh viên cần tự thực hiện đầy đủ các bài tập thực hành được giới thiệu trong Hướng dẫn này với sự giới thiệu tổng quát và demo trên lớp (4 tiết). Sinh viên có thể tham khảo tài liệu liên quan (có tham chiếu tương ứng trong Hướng dẫn này) để thực hiện các bước của bài tập thực hành.

Mục tiêu chính của việc tự thực hành “Làm quen với phần mềm QGIS và Cơ sở dữ liệu lưới điện tỉnh Bắc Ninh”, bao gồm:

- Củng cố kiến thức cơ bản và thực tế về các nguyên lý và khái niệm về hệ thống thông tin không gian (GIS)**
 - Các thành phần và hoạt động của GIS, các tính năng, đặc điểm của GIS, khả năng ứng dụng của GIS.
 - Các phương pháp mô hình hóa trái đất dạng miền liên lục hay các đối tượng riêng rẽ và mã hóa với mô hình cấu trúc dữ liệu vector, raster và TIN.
 - Các phép chiếu và hệ tọa độ sử dụng tại Việt Nam.
 - Các khái niệm và yếu tố bản đồ bao gồm bản đồ GIS / bản đồ số.
 - CSDL thông tin địa lý, các kiểu dữ liệu thông tin địa lý, thiết kế CSDL lưu trữ dữ liệu địa lý, hệ quản trị cơ sở dữ liệu GIS.
- Làm quen với yêu cầu quản lý và bộ dữ liệu lưới điện trên nền bản đồ.**
- Chuẩn bị kiến thức và kỹ năng kỹ thuật GIS với phần mềm QGIS để chuẩn bị sẵn sàng cho việc phát triển một ứng dụng GIS thực tế:**
 - Đặc điểm và các tính năng cơ bản của các phần mềm GIS, điển hình như QGIS.
 - Cơ sở dữ liệu địa không gian với các định dạng được thiết kế và triển khai trong QGIS (mức vật lý).
 - Các bài toán quản lý lưới điện với CSDL GIS và các bước kỹ thuật thực hiện trong QGIS.

II. Bộ dữ liệu thực hành: CSDL GIS lưới điện tỉnh Bắc Ninh

2.1. Yêu cầu quản lý lưới điện tỉnh Bắc Ninh

Yêu cầu quản lý vận hành và duy trì lưới điện tỉnh Bắc Ninh trên nền bản đồ có thể bao gồm:

- Xây dựng được mạng lưới điện thống nhất trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh và được quản lý trong CSDL GIS tích hợp cho phép cập nhật thông tin kịp thời và xuyên suốt (từ cán bộ trực vận hành đến lãnh đạo quản lý kỹ thuật...);
- Phân vùng quản lý mạng lưới điện theo đơn vị quản lý và địa giới hành chính (ĐGHC);
- Khai thác CSDL lập bản đồ, báo cáo định kỳ hỗ trợ công tác quản lý vận hành;
- Giám sát bảo vệ hành lang an toàn lưới điện;
- Mạng lưới điện có tính liên kết mạng (topo) để thực hiện được các tính toán:
 - thống kê tài sản, thiết bị gắn với mạng lưới theo quan hệ GIS
 - quản lý các xuất tuyến, vùng cấp điện và các khách hàng
 - đo đặc khoảng cách và tìm đường đến vị trí sự cố / khách hàng...
 - vùng mất điện dựa vào thiết bị đóng cắt và kết lưới của mạng lưới điện...
 - các bài toán phân tích tối ưu để đặt thiết bị và phân tích mạng lưới...
- Tích hợp với các ứng dụng quản lý lưới điện liên quan: CMIS, FMIS, MDMS...

2.2. Bộ dữ liệu đầu vào

Để xây dựng bộ CSDL dùng chung về bản đồ, quản lý kỹ thuật lưới điện, làm nền tảng cho triển khai các ứng dụng quản lý vận hành lưới điện tỉnh Bắc Ninh trong tương lai, bộ dữ liệu đầu vào được thu thập bao gồm các lớp dữ liệu được chuẩn bị trong định dạng shapefile và raster theo các nhóm lớp như sau:

Nhóm / Lớp dữ liệu	Loại và nội dung dữ liệu
Dữ liệu Nền Hành chính (Thư mục: ...\\DuLieuNen\\)	
<i>UBND.shp</i>	Vị trí ủy ban nhân dân các cấp nằm trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>RanhGioiXa.shp</i>	Đường ranh giới các phường, xã thuộc tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>RanhGioiHuyen.shp</i>	Đường ranh giới các huyện, thành phố thuộc tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>RanhGioiTinh.shp</i>	Đường ranh giới tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng

	shapefile dạng đường
<i>DiaPhanXa.shp</i>	Địa giới hành chính các phường xã thuộc tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng
<i>DiaPhanHuyen.shp</i>	Địa giới hành chính các huyện, thành phố thuộc tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng
<i>DiaPhanTinh.shp</i>	Địa giới hành chính tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng
<i>TimDuongBo.shp</i>	Dữ liệu mạng lưới đường giao thông tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>DEM_BacNinh.tif</i>	Dữ liệu mô hình số độ cao DEM tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng GeoTIFF (raster)
<i>DanSoXa.dbf</i>	Dân số phường xã năm 2009 tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng dbf dạng bảng dữ liệu

Thư mục: ...\\DuLieuDanCuDatDai\\

<i>DiemDanCu.shp</i>	Dữ liệu điểm dân cư (địa danh) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>KhuDanCu.shp</i>	Dữ liệu khu dân cư trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng
<i>KhuCongNghiep.shp</i>	Dữ liệu khu công nghiệp trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng
<i>SDD_BacNinh.shp</i>	Dữ liệu hiện trạng sử dụng đất năm 2017 dưới định dạng shapefile dạng vùng, được phân loại theo Bộ TNMT

Thư mục: ...\\DuLieuLuoi dien\\

<i>DuongDayCaoThe.shp</i>	Dữ liệu đường dây cao thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>DuongDayTrungThe_Noi.shp</i>	Dữ liệu đường dây trung thế trên không (đi nối) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>DuongDayTrungThe_Ngam.shp</i>	Dữ liệu đường dây trung thế đi n,gầm trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng đường
<i>CotDienCaoThe.shp</i>	Dữ liệu cột điện cao thế trên địa bàn tỉnh Bắc

	Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>CotDienPhu.shp</i>	Dữ liệu cột điện cao thế phụ (cột néo, cột vượt...) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>TramBienApPhanPhoi.shp</i>	Dữ liệu trạm biến áp phân phối (hạ thế) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>TramBienApTrungThe.shp</i>	Dữ liệu trạm biến áp trung thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>TramBienApCaoThe.shp</i>	Dữ liệu trạm biến áp cao thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>ThietBiDongCat.shp</i>	Dữ liệu vị trí thiết bị đóng cắt trên lưới điện trung thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>ThietBiDoDem.shp</i>	Dữ liệu vị trí thiết bị đo đếm trên lưới điện trung thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>TaiSan_TramBienApCaoThe.dbf</i>	Danh mục tài sản (thiết bị) trong trạm BA trung thế trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng dbf dạng bảng dữ liệu

Thư mục: ...\\DuLieuQLNganhDien\\

<i>CoQuanDienLucBN.shp</i>	Dữ liệu vị trí trụ sở các cơ quan đơn vị quản lý ngành điện trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng điểm
<i>PhanCapQuanLyDL.shp</i>	Dữ liệu phân cấp (phân vùng) quản lý cho các đơn vị trực thuộc Công ty Điện lực Bắc Ninh, dưới định dạng shapefile dạng vùng

Thư mục: ...\\DuLieuKhac\\

<i>DuLieuGPS_CotDienTT.xls</i>	Dữ liệu vị trí cột điện trung thế thu thập hiện trường (đo GPS) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng bảng số liệu Excel (xls)
<i>DuLieuGPS_TBAPhanPhoi.xls</i>	Dữ liệu vị trí trạm biến áp phân phối thu thập hiện trường (đo GPS) trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh, dưới định dạng bảng số liệu Excel (xls)

2.3. Dữ liệu bổ sung

Ngoài những dữ liệu được chuẩn bị trước, sinh viên có thể tự bổ sung các lớp dữ liệu ngoài để hiểu thêm các nguồn và định dạng dữ liệu cũng như sử dụng trong quản lý tương tác (trong QGIS) và biên tập bản đồ lưới điện. Cụ thể, có thể gồm một số lớp sau:

- Các lớp nền basemap (từ Google Maps, Google Satellite, Vietbando Maps)
- Các lớp dữ liệu không gian dạng điểm đường vùng (ví dụ từ OpenStreetMap)
- Dữ liệu đo vẽ GPS các cột điện, trạm biến áp, vị trí thiết bị... (nếu có)
- Số liệu về thiết bị đường dây (nếu có).

Bộ dữ liệu đầu vào này sẽ được dùng để xây dựng CSDL lưới điện phục vụ: (1) Quản lý được vị trí địa lý các trạm biến áp, cột điện, đường dây trên nền bản đồ; (2) Thay thế việc sử dụng bản đồ giấy hay bản đồ dạng tệp đồ họa (DWG AutoCAD, JPG, ...); (3) Quản lý các thông số kỹ thuật thiết bị trong mạng lưới nhằm hỗ trợ cho công tác quản lý kỹ thuật được thuận tiện, nhanh chóng, có hệ thống (thay thế phương pháp truyền thống thủ công)...

III. Tổng quan về phần mềm QGIS Desktop

3.1. Giới thiệu chung QGIS

QGIS (<http://qgis.com>): là phần mềm GIS mã nguồn mở thông dụng nhất hiện nay, được sử dụng để xử lý dữ liệu thông tin địa lý. Đây là một trong những phần mềm miễn phí tốt nhất và được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay.

Phần mềm QGIS có giao diện thân thiện, dễ sử dụng, cung cấp nhiều tính năng, công cụ hữu ích. Bên cạnh những công cụ có sẵn trong phần mềm, người dùng còn có thể tải về một kho các ứng dụng plugin do mọi người chia sẻ.

Các tính năng chính của QGIS bao gồm:

1. **Xem dữ liệu:** Hỗ trợ đọc và xem dữ liệu của nhiều định dạng khác nhau, dữ liệu có thể lấy từ máy tính hoặc download trực tiếp từ web, server.
2. **Khám phá dữ liệu và biên tập bản đồ:** Phần mềm cung cấp nhiều công cụ cho việc soạn thảo bản đồ như: công cụ vạch tuyến, chèn thanh tỷ lệ, đánh dấu địa điểm, ghi chú...
3. **Tạo, chỉnh sửa, quản lý và xuất dữ liệu:** Dữ liệu được quản lý theo các lớp có thể bật/tắt, thay đổi kiểu, thông tin... một cách dễ dàng; cắt, chuyển đổi (convert), xuất dữ liệu... một cách nhanh chóng. QGIS cho phép làm việc với dữ liệu dạng Raster và Vector.

4. **Phân tích dữ liệu (không gian và thuộc tính):** Phân tích dữ liệu trong cơ sở dữ liệu và các định dạng được hỗ trợ bởi OGR (OpenGIS Simple Features Reference Implementation – OGR Simple Features Library).
5. **Xuất bản bản đồ lên Internet (Web maps).**

Phần mềm QGIS còn có thêm nhiều tính năng mở rộng (nâng cao) dựa trên:

- + Tích hợp plugin: Cho phép mở rộng các tính năng tùy chọn theo nhu cầu sử dụng của người dùng. Có thể tự tạo plugin bằng ngôn ngữ C++ hoặc Python.
- + Khả năng quản lý và phân tích số liệu: Hỗ trợ PostgreSQL và PostGIS, để quản lý dữ liệu không gian, ESRI shapefiles và các định dạng vector được hỗ trợ bởi thư viện OGR.
- + Khả năng nối kết và chia sẻ dữ liệu: Có khả năng kết hợp với các phần mềm mở khác của GIS, bao gồm MapInfo, PostGIS, GRASS, C++, Python và MapServer nhằm cung cấp cho người sử dụng thêm nhiều chức năng chuyên sâu. Xử lý trực tiếp các số liệu của các phần mềm GIS khác mà không cần chuyển đổi
- + Tính phổ dụng và xu hướng phát triển
 - Hỗ trợ đa ngôn ngữ
 - Được đưa vào sử dụng trong môi trường học thuật và chuyên nghiệp, trên toàn thế giới.
 - Cho phép người sử dụng phát triển nhiều công cụ phân tích để liên kết vào hệ thống.

3.2. Cài đặt và cấu hình QGIS

- Download bộ cài miễn phí (chọn bản LTR phù hợp với hệ điều hành &...) tại <https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- Cài đặt theo hướng dẫn
- Khởi động QGIS, kiểm tra giao diện và các Settings (lựa chọn tiếng Anh hoặc tiếng Việt...)

IV. Cấu trúc, tổ chức dữ liệu trong QGIS

Về tổng thể, QGIS tổ chức và lưu trữ thông tin dưới dạng các lớp dữ liệu không gian; mỗi một lớp dữ liệu đã bao hàm các trường thuộc tính. Dữ liệu trong từng lớp có thể được mã hóa sử dụng mô hình cấu trúc dữ liệu dạng vector hoặc raster. QGIS có định dạng riêng là GeoPackage để quản lý cả dữ liệu vector và raster (tham khảo <https://www.geopackage.org/> để có thêm chi tiết)

Ở mức vật lý, QGIS quản lý dữ liệu từ nhiều nguồn, dưới nhiều định dạng khác nhau, bao gồm:

4.1. Dữ liệu Vector

QGIS sử dụng thư viện OCR để làm việc với các định dạng dữ liệu vector. Thông dụng nhất, QGIS quản lý và làm việc (tạo mới, chỉnh sửa, lưu trữ) trực tiếp các lớp dữ liệu vector điểm, đường, vùng ở định dạng shapefile.

Ngoài ra, QGIS có thể làm việc với các định dạng dữ liệu vector khác thông qua import/export, bao gồm:

- ArcGIS: geodatabase, coverages, TIN, Tables...
- CAD (DGN, DWG, DXF)
- MapInfo (MIF)
- Tables (.XLS, .DBF)
- ASCII (.TXT, .CSV) & WKT
- PostGIS (PostgreSQL)
- SpatialLite
- Oracle Spatial
- MS SQL Spatial databases
- Internet Map Service (OSM, WMS, WFS...)

Một số dạng dữ liệu vector thông dụng trong QGIS như sau:

Dữ liệu shapefile

ESRI Shapefile là định dạng dữ liệu vector thông dụng nhất hiện nay (do cấu trúc file đã được công bố) và có thể sử dụng trong nhiều phần mềm GIS. Một lớp dữ liệu Shapefile gồm nhiều file dữ liệu, trong đó có 3 file là bắt buộc gồm: (1) .shp file chứa dữ liệu không gian của các đối tượng địa lý; (2) .dbf file chứa thông tin thuộc tính ở định dạng dBase IV; và (3) .shx file chứa index các đối tượng không gian hình học để kết nối với thuộc tính. Tham khảo chi tiết kỹ thuật về định dạng Shapefile tại <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>.

Dữ liệu SpatialLite

https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/training_manual/databases/spatialite.html

Dữ liệu PostGIS

Mô hình dữ liệu PostGIS là một phần mở rộng hỗ trợ để lưu trữ cơ sở dữ liệu không gian trên nền hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL với các tính năng ưu việt mà các hệ quản trị cơ sở dữ liệu khác không làm được, cụ thể:

- Các dạng dữ liệu không gian lưu trữ như: điểm, đường, vùng
- Lập chỉ mục về không gian đa chiều xử lý hiệu quả các hoạt động không gian
- Có các chức năng không gian như: truy vấn các thuộc tính không gian và mối quan hệ.

4.2. Dữ liệu Raster

QGIS sử dụng thư viện GDAL để làm việc với các định dạng dữ liệu raster (https://docs.qgis.org/2.8/en/docs/user_manual/working_with_raster/supported_data.html). Các định dạng raster từ các nguồn khác nhau bao gồm:

- ArcGIS: GRID, ESRI BIL, BIP, BSQ, ArcInfo Binary Grid, ArcInfo ASCII Grid, Raster Datasets
- DEM (DTED, JDEM, SDTS DEM)
- GRASS raster
- ERDAS IMAGINE
- GeoTIFF, GeoPDF
- netCDF, HDF5
- Images (TIFF, JPG, PNG, GIF, NITF)
- Ảnh vệ tinh (.IMG, .ERS, .ECW, CEOS image)
- WMS/WMTS...

Ngoài ra, QGIS còn làm việc với một số định dạng dữ liệu mới như Vector Tiles, XYZ Tiles, Mesh Layer... (https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/).

V. Làm quen với phần mềm QGIS Desktop

5.1. Bài tập 1: Làm quen với giao diện và các khái niệm QGIS

- Làm quen giao diện QGIS và các thành phần chính
 - Giao diện GUI: Menu, thanh công cụ, các cửa sổ...
 - Danh mục các lớp dữ liệu (Layer Panel)
 - Danh mục thư mục và file dữ liệu (Browser)
 - Bộ công cụ xử lý phân tích (Processing Toolbox)
 - Plugins và Python Console
 - Database
 - Settings: Style Manager, Custom Projections, tùy biến giao diện & các options
- Bắt đầu 1 QGIS Session và làm quen các khái niệm:
 - **QGIS Project** (qgs hoặc qgz): Lưu trạng thái của QGIS session với đường dẫn đến nguồn dữ liệu, cách hiển thị các lớp dữ liệu, danh mục bản đồ và báo cáo được biên tập và các settings liên quan...
 - **QGIS Layer** (qml hoặc sld): Lưu cách hiển thị của từng lớp dữ liệu với các symbol & style để có thể dùng như thư viện...
 - **QGIS Layout**: Gắn liền với QGIS Project và lưu cách biên tập bản đồ hoặc báo cáo (có thể tạo template để dùng như thư viện...)
- Làm quen với các công cụ bản đồ tương tác (Pan, Zoom, Identify, Map Tips, Measure...)

- Đọc QGIS Project có sẵn (ví dụ *BanDoLuoiDienBacNinh.qgz*) và làm quen với các trạng thái chi tiết của các thành phần như: Data Source, Layer, Style/Labeling (thư viện ký hiệu), Layouts (các yếu tố bản đồ)...

5.2. Bài tập 2: Làm quen với dữ liệu vector và raster trong QGIS

- Rà soát bộ dữ liệu mẫu (dữ liệu đầu vào) trong thư mục ...\\DuLieuGoc\\
- Làm quen với cấu trúc dữ liệu vector:
 - Đọc dữ liệu dạng điểm (ví dụ: UBND_BacNinh.shp, CotDienCaoThe.shp, TramBienApCaoThe.shp...)
 - Làm quen với vị trí không gian (Map View) và thuộc tính (Attribute Table)
 - Thay đổi hiển thị thuộc tính với các loại symbol và nhãn phù hợp
 - Lưu thành layer file...
 - Đọc dữ liệu dạng đường (ví dụ: TimDuongBo.shp, RanhGioiHanhChinh.shp, DuongDayTrungThe.shp...)
 - và thực hiện các bước tương tự trên...
 - Đọc dữ liệu dạng vùng (ví dụ: DiaPhanXa.shp, KhuCongNghiep.shp, PhanVungQuanLyDienLucBacNinh.shp...)
 - và thực hiện các bước tương tự trên...
- Làm quen với cấu trúc dữ liệu raster
 - Đọc dữ liệu mô hình số độ cao DEM tỉnh Bắc Ninh (DEM_BacNinh.tif)
 - Làm quen với vị trí, kích thước và giá trị của ô (cells)
 - Thay đổi hiển thị và lưu thành layer file
- Làm quen với dữ liệu bảng độc lập (dân số xã)
 - Đọc bảng dữ liệu DanSo2009.dbf
 - Làm quen với cấu trúc bảng: hàng (records) và cột (trường dữ liệu), bao gồm trường khóa (PK) và giá trị dữ liệu.
- Tìm hiểu một số định dạng dữ liệu khác:
 - Duyệt dữ liệu Basemaps (dạng WMTS) và làm quen với lớp Google Maps, Google Satellite...
 - Duyệt và download dữ liệu OSM (dạng WFS) và lưu thành shapefile
 - Làm quen với dữ liệu không gian (ví dụ shapefile) trong hệ quản trị CSDL SpatialLite và PosgreSQL/PostGIS...

5.3. Bài tập 3: Làm việc với hệ tọa độ và biên tập bản đồ trong QGIS

Phép chiếu và hệ tọa độ

- Làm quen với các hệ tọa độ (Coordinate Reference System - CRS) trong QGIS (https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html).

- *Bảng mã Hệ thống trắc địa thế giới (EPSG code) để tra cứu các thông số của các hệ tọa độ trên toàn thế giới (<https://spatialreference.org/ref/epsg/>) từ EPSG Geodetic Parameter Dataset của Hiệp hội các nhà sản xuất dầu khí (IOGP).*
- Đọc lớp dữ liệu UBND_BacNinh.shp (hoặc các lớp có sẵn khác) và xem các thông tin tọa độ (Set CRS of Layer(s)) của 3 hệ tọa độ thông dụng: WGS84 (địa lý lat/long), UTM và VN2000. Ví dụ:

Hộp 1: Thông số hệ tọa độ WGS 84 (địa lý lat/long) trong QGIS

WGS 84

Properties

Geographic (uses latitude and longitude for coordinates)

Dynamic (relies on a datum which is not plate-fixed)

Celestial body: Earth

Based on World Geodetic System 1984 ensemble (EPSG:6326), which has a limited accuracy of at best 2 meters.

Method: Lat/long (Geodetic alias)

WKT

```
GEOCRS["WGS 84",
  ENSEMBLE["World Geodetic System 1984 ensemble",
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (Transit)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G730)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G873)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G1150)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G1674)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G1762)"],
    MEMBER["World Geodetic System 1984 (G2139)"],
    ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223563,
      LENGTHUNIT["metre",1]],
    ENSEMBLEACCURACY[2.0]],
  PRIMEM["Greenwich",0,
    ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],
  CS[ellipsoidal,2,
    AXIS["geodetic latitude (Lat)",north,
      ORDER[1],
      ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],
    AXIS["geodetic longitude (Lon)",east,
      ORDER[2],
      ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]]],
  USAGE[
    SCOPE["Horizontal component of 3D system."],
    AREA["World."],
    BBOX[-90,-180,90,180],
    ID["EPSG",4326]]]
```

Proj4

+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs

Extent

-180.00, -90.00, 180.00, 90.00

- Hệ tọa độ của QGIS Project có thể tự định nghĩa (*Set Project CRS from Layer*) hoặc sẽ tự động được chọn dựa trên hệ tọa độ của lớp dữ liệu đầu tiên được đọc vào QGIS Project.
- Chuyển đổi hệ tọa độ (re-projection) cho 1 lớp dữ liệu giữa các hệ tọa độ thông dụng (đã được xác định):
 - *Chuyển đổi tọa độ lớp dữ liệu DiaPhanXa.shp từ hệ tọa độ WGS 84 (Lat/Long) sang hệ tọa độ UTM – đặt tên lớp mới là DiaPhanXa_UTM.shp*
 - *Chuyển đổi tọa độ lớp dữ liệu DiaPhanXa_UTM.shp từ hệ tọa độ UTM sang hệ tọa độ VN2000 – đặt tên mới là DiaPhan_VN2000.shp.*
- Làm quen với **On-the-Fly projection**: Cho phép hiển thị trùng khớp (overlay) các lớp dữ liệu ở hệ tọa độ khác (đã được xác định) so với hệ tọa độ của QGIS Project hiện tại.
 - *Đọc và hiển thị lớp dữ liệu DiaPhanXa_UTM.shp, DiaPhanXa_VN2000.shp và kiểm tra vị trí không gian với các lớp DiaPhanXa.shp hoặc RanhGioiXa.shp.*
- Chuyển đổi tọa độ thủ công: Nắn dữ liệu vector (ví dụ 1 bản đồ scan theo các điểm GCP).

Biên tập bản đồ với QGIS

- Làm quen với Layout Manager
- Biên tập bản đồ trong QGIS
 - *Thiết kế trong Print Layout (hoặc đọc các bản đồ đã biên tập sẵn)*
 - *Sử dụng Layers frame để tổ chức thứ tự các lớp dữ liệu*
 - *Các yếu tố bản đồ được thêm vào 1 trang ảo*
 - *Bản đồ đã biên tập được lưu thành danh mục Layouts trong QGIS Project file, nội dung bản đồ bao gồm: (1) Đường dẫn đến vị trí lưu dữ liệu; và (2) Các đặc tính hiển thị của lớp (layer) và các yếu tố bản đồ*
 - *Thực hiện biên tập bản đồ hành chính, bản đồ sử dụng đất, bản đồ lưới điện...*
- Biên tập Report trong QGIS
 - *Thực hiện các bước tương tự trên*
- Tạo template và in bản đồ hoặc Report (xuất ra bản đồ ảnh, SVG, PDF...)

5.4. Bài tập 4: Làm việc với cơ sở dữ liệu địa không gian trong QGIS

- Rà soát mô hình cấu trúc CSDL địa không gian quản lý trong QGIS Project hiện tại:

- Các lớp dữ liệu vector và raster trong Layers Frame;
- Kết nối giữa vị trí không gian và giá trị thuộc tính;
- Mối quan hệ topo giữa các lớp dữ liệu;
- Tìm kiếm thông tin và truy vấn không gian theo giá trị thuộc tính, theo vị trí và quan hệ không gian và kết hợp:
 - Hiển thị tương tác đối tượng địa lý được chọn và record tương ứng trong bảng thuộc tính
 - Truy vấn tương tác theo đồ họa (Polygon, Radius...)
 - Truy vấn theo thuộc tính (Select by Expression - biểu thức SQL)
 - Truy vấn theo không gian (mối quan hệ không gian): Select by Location - intersect, touch, contain, overlap, disjoint, are within, equal, cross.
 - Kết hợp truy vấn cả theo thuộc tính và theo không gian – sử dụng Run as Batch Processes
 - Lưu các đối tượng vừa truy vấn thành 1 lớp dữ liệu mới
- Nhập, cập nhật và biên tập chuẩn hóa dữ liệu trong QGIS:
 - Làm việc với dữ liệu không gian:
 - Tạo mới 1 lớp dữ liệu: chọn kiểu dữ liệu điểm đường vùng; khai báo tọa độ
 - Sử dụng công cụ Digitizing Toolbar để biên tập: Thêm mới – số hóa; nhập dữ liệu / chỉnh sửa đối tượng được lựa chọn (Lưu ý snapping tolerance)
 - Làm việc với dữ liệu thuộc tính:
 - Thực hiện các thao tác cơ bản như sắp xếp; tính toán, thống kê, tìm kiếm và thay thế, xuất dữ liệu (*.dbf, *.txt, *.mdb), tạo báo cáo, tạo biểu đồ, in ấn...
 - Thêm và xóa trường dữ liệu
 - Thay đổi schema (cấu trúc) đối với bảng
 - Nhập, biên tập giá trị thuộc tính (Sử dụng hộp thoại thuộc tính đối với các đối tượng được chọn)
 - Các thao tác kết nối dữ liệu với bảng thuộc tính (joins & relates) – join bảng dữ liệu DanSo2009.dbf với bảng thuộc tính của lớp DiaPhanXa.dbf để có thêm dữ liệu dân số năm 2009 cho dữ liệu không gian...
 - Tổ chức cây thư mục cơ sở dữ liệu GIS lưới điện tỉnh Bắc Ninh theo các nhóm lớp dữ liệu (lô-gic quản lý) trong QGIS.
- Bổ sung, hoàn thiện và chuẩn hóa cơ sở dữ liệu địa không gian với:
 - Kết nối với các hệ quản trị CSDL SpatialLite và PostgreSQL
 - Sử dụng công cụ quản trị CSDL, ví dụ DB Manager Plugin

5.5. Bài tập 5: Làm quen với cơ sở dữ liệu địa không gian trong QGIS

Để khai thác cơ sở dữ liệu địa không gian phục vụ các bài toán quản lý, QGIS cung cấp 01 bộ công cụ xử lý phân tích (Processing Toolbox) rất phong phú. Sinh viên

được khuyến khích tự tìm hiểu một số công cụ xử lý phân tích không gian thông dụng, bao gồm:

- Các công cụ với dữ liệu vector
 - Xử lý và phân tích thuộc tính
 - Xử lý và phân tích hình học (Geometry Tools)
 - Xử lý và phân tích không gian (Geoprocessing Tools)
 - Analysis Tools, Research Tools & Data Management Tools
 - Network Analysis & các 3rd Party Plugins
- Các công cụ với dữ liệu raster
 - Interpolation
 - Terrain Analysis
 - Raster Analysis (zonal statistics, overlay,...)
- Kết hợp các công cụ phân tích trong Graphical Modeler.

Ghi chú: Sinh viên có thể được cung cấp tài liệu tham khảo (hướng dẫn chi tiết) hoặc phụ đạo thực hành nếu có nhu cầu.

VI. Thực hành sử dụng QGIS hỗ trợ quản lý lưới điện Bắc Ninh

6.1. Cập nhật, hoàn thiện và quản lý CSDL lưới điện

Sử dụng các kỹ năng đã có qua 5 bài tập trên ứng dụng vào bộ dữ liệu lưới điện (Phụ lục A.2) – sử dụng **sản phẩm mẫu** QGIS Project với các style đã chuẩn bị sẵn (Phụ lục A.1) để tiết kiệm thời gian, sinh viên được yêu cầu thực hiện các bước sau:

- Nhập dữ liệu khảo sát GPS (thu thập hiện trường cột điện TT và TBA phân phối) vào QGIS
 - Chuyển đổi tọa độ về WGS84
 - Biên tập chỉnh sửa (không gian + thuộc tính) và hoàn thiện lớp dữ liệu
- Nhập dữ liệu dạng bảng (thiết bị đường dây & dân số cấp xã)
 - Join để hoàn thiện lớp dữ liệu tương ứng
- Đọc (và download) dữ liệu OSM, Google Maps, Google Satellites
 - Lưu và biên tập lớp dữ liệu tải xuống (nếu cần thiết)
- Chuẩn hóa CSDL lưới điện và thiết bị:
 - Chuẩn hóa dữ liệu thuộc tính trong CSDL lưới điện & thiết bị
 - Biên tập hoàn thiện mạng lưới điện (quan hệ topo TBA, ĐZ & cột điện) – có thể dưới dạng Plugin (tham khảo QGISRed Plugin).

6.2. Biên tập và quản lý bản đồ lưới điện theo cấp quản lý

- Xây dựng và sử dụng thư viện symbol & style để trình bày dữ liệu (có thể sử dụng các style đã lưu)

- Biên tập và xây dựng template bản đồ (có thể sử dụng các Layouts đã lưu):
 - Bản đồ hành chính
 - Bản đồ sử dụng đất
 - Bản đồ lưới điện, bản đồ cấp điện theo TBA, theo xuất tuyến...
- Quản lý bản đồ lưới điện theo phân cấp quản lý (8 Điện lực thuộc Công ty Điện lực Bắc Ninh).

6.3. Khai thác CSDL và thống kê báo cáo

- Khai thác hệ thống thông tin lưới điện trên nền bản đồ:
 - Tìm kiếm thông tin lưới điện và thiết bị - truy vấn không gian (trong bán kính, trong khu vực địa lý lựa chọn hoặc tùy biến...)
 - Thống kê báo cáo lưới điện (trạm, cột, ĐZ) theo đơn vị quản lý
 - Thống kê báo cáo thiết bị trên ĐZ theo cấp điện áp, theo xuất tuyến và đơn vị quản lý, thiết bị trong trạm...
 - Quản lý thiết bị (cập nhật, truy vấn, báo cáo trên nền bản đồ)
- Kết hợp các phép truy vấn và xử lý thống kê dữ liệu để lập báo cáo (sử dụng Graphical Modeler)
- Xây dựng và sử dụng template bản đồ và template báo cáo (có thể sử dụng các Template đã lưu).

6.4. Quản lý hành lang an toàn lưới điện

Quy định về hành lang an toàn lưới điện theo Nghị định 14/2014/NĐ-CP



- Khoảng cách tối thiểu từ dây dẫn điện khi dây ở trạng thái vồng cực đại đến điểm cao nhất của đối tượng được bảo vệ:

<i>Khoảng cách an toàn phỏng điện / Điện áp</i>	<i>Đến 35 kV</i>	<i>110 kV</i>	<i>220 kV</i>	<i>500 kV</i>
<i>Đến điểm cao nhất (4,5 m) của phương tiện GT đường bộ</i>	<i>2,5 m</i>	<i>2,5 m</i>	<i>3,5 m</i>	<i>5,5 m</i>

- Khoảng cách từ dây ngoài cùng về mỗi phía khi dây ở trạng thái tĩnh được quy định theo bảng sau:

<i>Điện áp</i>	<i>Đến 22 kV</i>		<i>35 kV</i>		<i>110 kV</i>		<i>220 kV</i>		<i>500 kV</i>
	<i>Dây bọc</i>	<i>Dây trần</i>	<i>Dây bọc</i>	<i>Dây trần</i>	<i>Dây bọc</i>	<i>Dây trần</i>	<i>Dây bọc</i>	<i>Dây trần</i>	
<i>Khoảng cách</i>	<i>1 m</i>	<i>2 m</i>	<i>1,5 m</i>	<i>3 m</i>	<i>4 m</i>	<i>6 m</i>	<i>7 m</i>		

- Khoảng cách an toàn từ dây dẫn điện tới điểm cao nhất của công trình xây dựng bên dưới theo chiều thẳng đứng (chiều cao hành lang an toàn):

<i>Điện áp</i>	<i>Đến 35 kV</i>	<i>110 kV</i>	<i>220 kV</i>	<i>500 kV</i>
<i>Khoảng cách</i>	<i>2 m</i>	<i>3 m</i>	<i>4 m</i>	<i>6 m</i>

Quản lý hành lang an toàn lưới điện với QGIS:

- Mục tiêu:** Xác định hành lang bảo vệ an toàn đường dây dẫn điện cao thế trên không và các nguy cơ vi phạm
- Xác định hành lang từ lớp dữ liệu đường dây cao thế:
 - Chiều ngang (x,y):
 - Chiều thẳng đứng (z):
- Xác định các đối tượng công trình, khu dân cư nằm trong và xung quanh hành lang an toàn lưới điện
 - Select by location và phân loại nguy cơ
 - Thông kê báo cáo theo đối tượng nguy cơ, mức nguy cơ và đơn vị quản lý địa bàn...

6.5. Bài toán tìm đường nhanh nhất

Để hỗ trợ công tác hiện trường hiệu quả về nhân lực và chi phí dịch chuyển, bài toán đo đặc khoảng cách và tìm đường đến vị trí sự cố / khách hàng có thể thực hiện được trong QGIS. Với mục tiêu xác định tuyến đường nhanh nhất để điều động nhân lực hiệu quả, sinh viên được khuyến khích tự tìm hiểu:

- Xác định mạng lưới giao thông từ lớp dữ liệu tìm đường bộ:
 - Nodes, Turns
 - Impedance
- Xác định các tuyến đường sử dụng Network Analysis trong QGIS

- Từ trạm sở đến công trình hoặc vị trí hiện trường
- Phối hợp nguồn lực (tối ưu đường đi kết hợp nhiều đích đến...)
- Sử dụng Google Routing API hoặc OSM API

6.6. Mở rộng chức năng QGIS quản lý lưới điện Bắc Ninh

Tìm hiểu QGIS Core Plugins và các Plugins viết trên Python (gồm cả mã nguồn) (<https://plugins.qgis.org/plugins/>) để mở rộng tính năng QGIS – đặc biệt Plugin HCMGIS do người Việt viết. Sinh viên được khuyến khích nghiên cứu xây dựng các công cụ tùy biến để phù hợp với các yêu cầu quản lý cụ thể đối với lưới điện Bắc Ninh với các khả năng sau:

1. Công cụ: Thu thập dữ liệu hiện trường (dữ liệu GPS), nhập biên tập dữ liệu (dạng điểm, đường, vùng) và chuẩn hóa dữ liệu vào GIS, gồm chuyển đổi định dạng, gắn thuộc tính, **chuyển đổi tọa độ (VN2000 múi 6° và 3°)**, **duyệt dữ liệu từ các nguồn internet (ví dụ dữ liệu OSM miễn phí)**, tích hợp dữ liệu...
2. Công cụ: Lưu trữ và quản lý CSDL GIS gồm join và chuẩn hóa các bảng với quan hệ, kết nối hệ quản trị CSDL máy chủ (ví dụ PostgreSQL)
3. Công cụ: Hiển thị trình bày thông tin dữ liệu GIS dạng bản đồ, đồ thị hoặc bảng dữ liệu (ví dụ thư viện symbol, styles...)
4. Công cụ: **Truy vấn thông tin dữ liệu không gian và thuộc tính (các đối tượng lưới điện và thiết bị)**
5. Công cụ: Xử lý và phân tích dữ liệu không gian và thuộc tính gồm thống kê tổng hợp lập báo cáo (quản lý định kỳ theo đối tượng quản lý, đơn vị quản lý).
6. Công cụ: Biên tập xuất bản kết quả (ví dụ thư viện template bản đồ, báo cáo) và chia sẻ thông tin dữ liệu GIS (đóng gói hoặc qua internet - WebGIS).

Tham khảo tài liệu “*Thực hành xây dựng QGIS plugins quản lý mạng lưới điện với Python*” để có hướng dẫn chi tiết.

PHỤ LỤC

A.1. QGIS Project (sản phẩm mẫu) quản lý CSDL GIS lưới điện Bắc Ninh

Sản phẩm mẫu đã được chuẩn bị và cung cấp cho sinh viên (nhằm giản lược thực hành kỹ thuật QGIS để dành thời gian cho phần xây dựng ứng dụng Plugins), bao gồm:

- QGIS Project – *BanDoLuoiDienBacNinh.qgz* đã được chuẩn bị sẵn trong thư mục ...\\Template\\ – bao gồm các Layouts bản đồ biên tập sẵn;
- Thư viện Style gồm các file layers dạng qml hoặc sld và các icon đã được thiết kế và lưu trong thư mục ...\\Style\\ - có thể dùng như thư viện đối với các lớp dữ liệu mới đọc vào QGIS tương ứng;
- Bộ bản đồ ảnh để in - được biên tập sẵn và lưu trong thư mục ...\\BanDoIn\\.

A.2. Thông tin mô tả CSDL GIS lưới điện Bắc Ninh

1. Thông tin chung về bộ dữ liệu đầu vào

STT	Thông số	Mô tả
1	Số lượng lớp dữ liệu	18
2	Tên lớp dữ liệu	CotDienCaoThe, DuongDayCaoThe, DuongDayTrungThe_Ngam, DuongDayTrungThe_No, TaiSan_TramBienApCaoThe, ThietBiDoDem, ThietBiDongCat, TramBienApCaoThe, TramBienApPhanPhoi, TramBienApTrungThe, BacNinh_DEM_2009, DiaPhanTinh, DiaPhanHuyen, DiaPhanXa, DiemDanCu, KhuCongNghiep, KhuDanCu, SDD_BacNinh
3	Định dạng dữ liệu không gian	Shapefile (.shp)
4	Kiểu hình học	Polygon, Line, Point
5	Hệ tọa độ	Địa lý WGS 84
6	Phạm vi	Tỉnh Bắc Ninh
7	Ngôn ngữ	Tiếng Việt
8	Thông tin thuộc tính	Xem chi tiết: Mô tả cấu trúc dữ liệu (Bảng 2 & Bảng 3)

Bảng 1: Bảng thông tin chung của cơ sở dữ liệu GIS lưới điện Bắc Ninh

2. Danh sách các lớp dữ liệu nền

STT	Tên lớp	Kiểu hình học	Thuộc tính	Ghi chú
1	DiaPhanTinh.shp	Polygon	maTinh, DienTich,	Mã tỉnh, Diện tích,

			tenTinh	Tên tỉnh
2	DiaPhanHuyen.shp	Polygon	Mahuyen, matinh, tentinh, tenhuyen, DienTich	Mã huyện, Mã tỉnh, Tên tỉnh, Tên huyện, Diện tích
3	DiaPhanXa.shp	Polygon	Maxa, dientich, danso, mahuyen, matinh, tentinh, tenhuyen, tenXa	Mã xã, Diện tích, Dân số, Mã huyện, Mã tỉnh, Tên tỉnh, Tên huyện, Tên xã
4	DiemDanCu.shp	Point	maDoiTuong, tenDiaDanh, loaiDDC	Mã đối tượng, Tên Địa danh, Loại điểm dân cư
5	KhuDanCu.shp	Polygon	maDoiTuong, tenKDC, loaiKDC, dienTich	Mã đối tượng, Tên Khu dân cư, Loại khu dân cư (đô thị/nông thôn), Diện tích
6	KhuCongNghiep.shp	Polygon	maDoiTuong, tenKCN, maSDD, loaiKCN, dienTich, congSuat	Mã đối tượng, Tên khu công nghiệp, Mã loại đất, Loại khu công nghiệp, Diện tích, Công suất
7	SDD_BacNinh.shp	Polygon	maSDD, tenSDD	Mã loại đất, Tên loại đất
8	BacNinh_DEM_2009.tif	Raster	Độ cao (m)	Độ cao (m)
9	DanSo2009.dbf	Table	maXa, danSo2009	Mã xã, Dân số

Bảng 2: Bảng thông tin các lớp dữ liệu nền Bắc Ninh

3. Danh sách các lớp dữ liệu lưới điện

STT	Tên lớp	Kiểu hình học	Thuộc tính	Ghi chú
1	DuongDayCaoThe.shp	polyline	maDoiTuong, ten, soHieu, capDienAp, soLuongDay, loaiCap, chungLoai, chieuDai, namVanHanh, tramCDien, taiSan, diemDau, diemCuoi, taiLieu, x, y, maTinh, tenTinh, tinhTrang, donViQL, nguoiTao, ngayTao, nguoiCNhat, NgayCNhat, maLienKet, ghiChu	Mã đối tượng, Tên đường dây, Số hiệu, Cấp điện áp, Số lượng dây, Loại cáp, Chủng loại, Chiều dài (m), Năm vận hành, Trạm cấp điện, Tài sản, Điểm đầu, Điểm cuối, Tài liệu, X, Y, Mã tỉnh, Tên tỉnh, Tình trạng, Đơn vị quản lý, Người tạo, Ngày tạo, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Mã liên kết, Ghi chú
2	DuongDayTrungThe_Ngam.shp	Polyline	maDoiTuong, maLienKet, soHieu,	Mã đối tượng, Mã liên kết, Số hiệu, Cấp điện

			capDienAp, soLuongDay, diemDau, diemCuoi, namVanHanh, taiLieu, chungLoai, loaiCap, nguoiTao, ngayTao, chieuDai, ghiChu, taiSan, x,y, ten, donViQL, maTinh, tramCDien, nguoicNhat, ngayCNhat, tinhTrang, tenTinh	áp, Số lượng dây, Điểm đầu, Điểm cuối, Năm vận hành, Tài liệu, Chủng loại, Loại cáp, Người tạo, Ngày tạo, Chiều dài (m), Ghi chú, Tài sản, X, Y, Tên đường dây, Đơn vị quản lý, Mã tỉnh, Trạm cấp điện, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Tình trạng, Tên tĩnh
3	DuongDayTrungThe_Noi.shp	Polyline	maDoiTuong, maLienKet, soHieu, capDienAp, soLuongDay, diemDau, diemCuoi, namVanHanh, taiLieu, chungLoai, loaiCap, nguoiTao, ngayTao, chieuDai, ghiChu, taiSan, ten, x,y, donViQL, maTinh, tenTinh, tramCDien, nguoicNhat, ngayCNhat, hinhAnh, tinhTrang	Mã đối tượng, Mã liên kết, Số hiệu, Cấp điện áp, Số lượng dây, Điểm đầu, Điểm cuối, Năm vận hành, Tài liệu, Chủng loại, Loại cáp, Người tạo, Ngày tạo, Chiều dài (m), Ghi chú, Tài sản, Tên đường dây, X, Y, Đơn vị quản lý, Mã tỉnh, Tên tĩnh, Trạm cấp điện, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Hình ảnh, Tình trạng
4	CotDienCaoThe.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, chieuCao, diaChi, taiLieu, soThuTu, capDienAp, soHieu, loCapDien, nguoiTao, ngayTao, ten, x, y, loaiCDien, donViQL, vatLieuCT, kichThuoc, nguoicNhat, ngayCNhat, maTinh, maHuyen, maXa, tenTinh, tenHuyen, tenXa	Mã cột điện, Mã liên kết, Chiều cao (m), Địa chỉ, Tài liệu, Số thứ tự, Cấp điện áp, Số hiệu, Lô cấp điện, Người tạo, Ngày tạo, Tên cột điện, X, Y, Loại cột điện, Đơn vị quản lý, Vật liệu chế tạo, Kích thước, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Mã tỉnh, Mã huyện, Mã xã, Tên tĩnh, Tên huyện, Tên Xã
5	CotDienPhu.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, chieuCao, capDienAp, soHieu...	Mã cột điện, Mã liên kết, Chiều cao (m), Cấp điện áp, Số hiệu...
6	TramBienApPhanPhoi.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, maTram, capDienAp, soHieu,	Mã đối tượng, Mã liên kết, Mã trạm biến áp, Cấp điện áp, Số hiệu,

			diaChi, soLuongMBA, taiSan, namXayDung, kieuTram, loCapDien, congSuat, namVanHanh, nguoiTao, ngayTao, khachHang, taiLieu, ghiChu, ten, x, y, tramCDien, donViQL, ngayDDien, tieuChuan, dienApDM, nguoiCNhat, ngayCNhat	Địa chỉ, Số lượng máy biến áp, Tài sản, Năm xây dựng, Kiểu trạm, Lô cấp điện, Công suất, Năm vận hành, Người tạo, Ngày tạo, Khách hàng, Tài liệu, Ghi chú, Mã tỉnh, Mã huyện, Mã xã, Tên trạm biến áp, X, Y, Trạm cấp điện, Tiêu chuẩn, Điện áp định mức, Người cập nhật, Ngày cập nhật
7	TramBienApTrungThe.shp		maDoiTuong, maLienKet, maTram, kieuTram, capDienAp, diaChi, soHieu, loCapDien, taiLieu, soNganLo22, soNganLo10, soNganLo6, soNganLo, nguoiTao, ngayTao, ghiChu, taiSan, ten, x, y, maTinh, maHuyen, maXa, tenTinh, tenHuyen, tenXa, donViQL, tongCSuat, soLuongMBA, ngayDDien, nguoiCNhat, ngayCNhat	Mã đối tượng, Mã liên kết, Mã trạm biến áp, Kiểu trạm biến áp, Cấp điện áp, Địa chỉ, Số hiệu, Lô cấp điện, Tài liệu, Số ngăn lô 22, Số ngăn lô 10, Số ngăn lô 6, Số ngăn lô, Người tạo, Ngày tạo, Ghi chú, Tài sản, Tên trạm biến áp, X, Y, Mã tỉnh, Mã huyện, Mã xã, Tên tỉnh, Tên huyện, Tên xã, Đơn vị quản lý, Tổng công suất, Số lượng máy biến áp, Ngày đóng điện, Người cập nhật, Ngày cập nhật
8	TramBienApCaoThe.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, maTram, kieuTram, capDienAp, diaChi, soHieu, loCapDien, taiLieu, taiSan, nguoiTao, ngayTao, maDienLuc, Anh, ten, x, y, maTinh, maHuyen, maXa, tenTinh, tenHuyen, tenXa, donViQL, tramCDien, soLuongMBA, tongCSuat, nguoiCNhat, ngayCNhat	Mã đối tượng, Mã liên kết, Mã trạm, Kiểu trạm, Cấp điện áp, Địa chỉ, Số hiệu, Lô cấp điện, Tài liệu, Tài sản, Người tạo, Ngày tạo, Mã điện lực, Anh, Tên trạm biến áp, X, Y, Mã tỉnh, Mã huyện, Mã xã, Tên tỉnh, Tên huyện, Tên xã, Đơn vị quản lý, Trạm cấp điện, Số lượng máy biến áp, Tổng công suất, Người cập nhật, Ngày cập nhật

9	ThietBiDongCat.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, maThietBi, chungLoai, namVanHanh, hangSX, namSX, hinhAnh, loCapDien, diaChi, phanLoai, tinhTrang, nguoiTao, ghiChu, ten, x, y, donViQL, nguoiCNhat, ngayCNhat, dongDMuc, dienApDMuc, dongNgat, maTinh, maHuyen, maXa, tenTinh, tenHuyen, tenXa	Mã đối tượng, Mã liên kết, Mã thiết bị, Chủng loại, Năm vận hành, Hàng sản xuất, Năm sản xuất, Hình ảnh, Lô cấp điện, Địa chỉ, Phân loại, Tình trạng, Người tạo, Tình trạng, Người tạo, Ngày tạo, Ghi chú, Tên thiết bị, X, Y, Đơn vị quản lý, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Dòng định mức, Điện áp định mức, Đóng cắt ngắt mạch, Mã tỉnh, Mã xã, Tên tỉnh, Tên huyện, Tên xã
10	ThietBiDoDem.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, maDiemDo, tenDiemDo, namVanHanh, hangSX, namSX, hinhAnh, diaChi, soHieu, loCapDien, nguoiTao, ngayTao, ghiChu, ten, x, y, donViQL, nguoiCNhat, NgayCNhat, maTinh, maHuyen, maXa, tenTinh, tenHuyen, tenXa	Mã đối tượng, Mã liên kết, Mã điểm đo, Năm vận hành, Hàng sản xuất, Năm sản xuất, Hình ảnh, Địa chỉ, Số hiệu, Lô cấp điện, Người tạo, Ngày tạo, Ghi chú, Tên thiết bị, X, Y, Đơn vị quản lý, Người cập nhật, Ngày cập nhật, Mã tỉnh, Mã huyện, Mã xã, Tên tỉnh, Tên huyện, Tên xã
11	TaiSan_TramBienApCaoThe.dbf	Table	maLienKet, tenTaiSan, ghiChu, soLuong	Mã liên kết, Tên tài sản, Ghi chú, Số lượng
12	DonViQuanLyDienLucBacNinh.shp	Point	maDoiTuong, maLienKet, tenDonVi, diaBanQL, ghiChu	Mã đối tượng, Mã liên kết, Tên đơn vị, Địa bàn quản lý, Ghi chú
13	PhanVungQuanLyDienLucBacNinh.shp	Polygon	maDoiTuong, maLienKet, tenVungQL, tenDienLuc, ghiChu	Mã đối tượng, Mã liên kết, Tên vùng quản lý, Tên Điện lực, Ghi chú

Bảng 3: Bảng thông tin các lớp dữ liệu lưới điện Bắc Ninh

A.3. Thông tin tham khảo

Các nguồn internet

1. https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/index.html

2. https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/training_manual/index.html
3. https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/gentle_gis_introduction/index.html
4. https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/pyqgis_developer_cookbook/index.html
5. <https://www.packtpub.com/product/building-mapping-applications-with-qgis/9781783984664>
6. <https://www.gislounge.com/open-source-web-gis-development-roadmap/>
7. <https://techtalk.intersec.com/2021/10/open-source-map-server-with-geoserver-and-qgis/>
8. <https://michaelminn.net/tutorials/gis-architecture/index.html>