

**ỨNG DỤNG GIS XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU PHỤC VỤ QUẢN LÝ
TÀI SẢN VÀ VẬN HÀNH MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC TẠI PHƯỜNG 1,
THÀNH PHỐ ĐÀ LẠT, TỈNH LÂM ĐỒNG**

Tác giả

HOÀNG ĐĂNG NGUYỄN

Khóa luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu cấp bằng Kỹ sư
ngành Hệ thống Thông tin Địa lý.

Giáo viên hướng dẫn

PGS.TS NGUYỄN KIM LỢI

Hướng dẫn 2

NGUYỄN VĂN PHÚ

Tháng 05 năm 2013

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt thời gian làm khóa luận tốt nghiệp, em đã nhận được sự giúp đỡ, chỉ bảo tận tình của các nhân viên tại Phòng Kinh doanh và giải pháp phần mềm GIS, thuộc Công ty Cổ phần Kỹ Thuật Môi Trường Việt An và quý thầy cô tại Bộ môn Thông tin Địa lý và Ứng dụng - Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh, để em có thể hoàn thành tốt nhiệm vụ của mình.

Qua đây, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến:

- PGS.TS Nguyễn Kim Lợi, Trưởng bộ môn Hệ thống thông tin địa lý (GIS) trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh. Người trực tiếp hướng dẫn và góp ý cho em trong suốt quá trình làm khóa luận.
- Anh Nguyễn Văn Phú, anh Nguyễn Đình Uyên và chị Đặng Thị Ngọc Lý, thuộc phòng Kinh doanh và giải pháp phần mềm GIS, cùng với các anh chị khác trong Công ty Cổ phần Kỹ Thuật Môi Trường Việt An.
- Tập thể đội ngũ giảng viên thuộc Bộ môn Thông Tin Địa Lý Ứng Dụng - Trường Đại Học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu “**Ứng dụng GIS xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng**” được tiến hành tại phòng Kinh doanh và giải pháp phần mềm GIS, thuộc Công ty Cổ phần Kỹ Thuật Môi Trường Việt An, thời gian từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2013.

Phương pháp tiếp cận của đề tài là tích hợp phần mềm ArcGIS với phần mềm ArcGIS Diagrammer và phần mềm Bentley WaterGEMS V8i trong quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước. Theo đó, phần mềm ArcGIS Diagrammer có chức năng xây dựng cấu trúc dữ liệu, làm nền tảng để thiết lập cơ sở dữ liệu chuẩn cho mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt. Phần mềm ArcGIS được sử dụng để quản lý thông tin thuộc tính của các đối tượng trong mạng lưới, hỗ trợ quá trình quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước. Phần mềm Bentley WaterGEMS V8i có chức năng xây dựng mạng lưới và tính toán thông số áp lực nước trong mạng.

Kết quả thu được từ khóa luận là cấu trúc dữ liệu được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS Diagrammer, bao gồm đầy đủ thông tin về các đối tượng trong mạng lưới cấp nước, thể hiện rõ mối quan hệ giữa các đối tượng, đồng thời quy định rõ miền giá trị hợp lệ cho từng trường thuộc tính xác định. Dựa vào cấu trúc này và phần mềm ArcGIS, xây dựng được cơ sở dữ liệu chuẩn cho mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt. Thiết lập được Geometric Network cho mạng lưới cấp nước, phục vụ quá trình quản lý và vận hành mạng lưới. Khả năng hỗ trợ quản lý tài sản của GIS, được thể hiện qua kết quả quá trình truy vấn thông tin qua lại giữa các đối tượng trong mạng lưới, dựa trên mối quan hệ được thiết kế trong cấu trúc cơ sở dữ liệu. Kết quả tích hợp giữa phần mềm Bentley WaterGEMS V8i và phần mềm ArcGIS khi giải quyết vấn đề tính toán áp lực nước trong mạng lưới, đã chứng minh được hiệu quả của cơ sở dữ liệu được xây dựng theo một cấu trúc chuẩn, sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp các phần mềm khác nhau trong quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước, nhằm tận dụng hết các thế mạnh của từng phần mềm vào một mục đích chung, đem lại hiệu quả kinh tế cao và dễ dàng áp dụng vào đời sống thực tế

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Vị trí địa lý Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.....	2
Hình 2.1: Vị trí địa lý Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.....	4
Hình 2.2: Các thành phần của GIS	7
Hình 2.3: Giao diện phần mềm ArcGIS Diagrammer.....	9
Hình 2.4: Giao diện phần mềm Bentley WaterGEMS V8i	12
Hình 3.1: Sơ đồ phương pháp nghiên cứu.....	21
Hình 3.2: Bản đồ mạng lưới đường ống khu vực Phường 1	28
Hình 3.3 : Bản đồ bể chứa nước khu vực Phường 1	29
Hình 3.4: Bản đồ điểm đầu nối khu vực Phường 1	30
Hình 3.5: Bản đồ trạm bơm nước Hồ Xuân Hương	31
Hình 3.6: Bản đồ hệ thống van khu vực Phường 1	32
Hình 3.7: Bản đồ đồng hồ khu vực Phường 1	33
Hình 4.1: Cấu trúc CSDL mạng cấp nước dạng cây phân nhánh.....	36
Hình 4.2: CSDL địa lý (Geodatabase) dạng cây phân nhánh.....	37
Hình 4.3. Bản đồ mạng lưới cấp nước khu vực Phường 1	38
Hình 4.4: Bản đồ Geometric Network 1.....	39
Hình 4.5: Chọn đường ống chuyển tải	40
Hình 4.6: Các Relationship của lớp “ Ống chuyển tải”	41
Hình 4.7: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và bể chứa.....	41
Hình 4.8: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và van hệ thống.....	42
Hình 4.9: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và van điều khiển.....	42
Hình 4.10: Hướng dòng chảy trong mạng lưới	43
Hình 4.11: Bản đồ các đối tượng bị cắt nước.....	44
Hình 4.12: Các đường ống phân phối bị cắt nước.....	45
Hình 4.13: Các đường ống dịch vụ bị cắt nước.....	45
Hình 4.14: Các hộ khách hàng bị cắt nước.....	46
Hình 4.15: Mô hình mạng lưới cấp nước trong phần mềm Bentley WaterGEMS	47
Hình 4.16: Áp lực nước tại các nút trong mạng lưới cấp nước	47

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1: Các Feature Class trong CSDL	22
Bảng 3.2: Các lớp có subtype	22
Bảng 3.3: Danh sách các Relationship trong CSDL	23
Bảng 3.4: Danh sách Domain trong CSDL	27

MỤC LỤC

TRANG TỰA	i
LỜI CẢM ƠN	ii
TÓM TẮT	iii
DANH MỤC HÌNH	iv
DANH MỤC BẢNG	v
CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài	1
1.2 Mục tiêu nghiên cứu	1
1.3 Nội dung nghiên cứu.....	2
1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
1.4.1. Đối tượng nghiên cứu:	2
1.4.2. Phạm vi nghiên cứu:.....	2
1.5 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	3
1.5.1 Ý nghĩa khoa học	3
1.5.2 Ý nghĩa thực tiễn.....	3
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU	4
2.1. Đặc điểm của khu vực nghiên cứu.....	4
2.1.1 Vị trí địa lý	4
2.1.2 Hiện trạng cấp nước tại Phường 1 Thành phố Đà Lạt	5
2.2. Tổng quan tài liệu nghiên cứu	5
2.2.1 Phần mềm ứng dụng	5
2.2.1.1 Hệ thống thông tin địa lý (GIS).....	5
2.2.1.1.1 Lịch sử phát triển	6

2.2.1.1.2 Các thành phần	6
2.2.1.1.3 Topology	9
2.2.1.1.4 Geometric Network	9
2.2.1.1.5 Các thành phần cấu thành CSDL	11
2.2.1.2 Phần mềm ArcGIS Diagrammer	11
2.2.1.3 Phần mềm Bentley WaterGEMS	12
2.2.2 Mạng lưới cấp nước	15
2.2.2.1 Định nghĩa các đối tượng trong mạng lưới cấp nước:	15
2.2.2.2 Các yếu tố thủy lực trong mạng cấp nước	17
2.3. Tình hình nghiên cứu quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước	18
2.3.1 Nghiên cứu trên thế giới	18
2.3.2 Nghiên cứu trong nước	19
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	21
3.1 Phương tiện nghiên cứu	21
3.2 Lược đồ phương pháp nghiên cứu	21
3.2 Xây dựng cấu trúc CSDL	22
3.3 Tạo CSDL địa lý (Geodatabase)	29
3.3.1 Thu thập, xử lý dữ liệu	29
3.3.1.1 Dữ liệu đường ống	29
3.3.1.2 Dữ liệu bể chứa nước	30
3.3.1.3 Dữ liệu điểm đầu nối	31
3.3.1.4 Dữ liệu Bơm	32
3.3.1.5 Dữ liệu van	33
3.3.1.6 Dữ liệu đồng hồ	34
3.3.2 Thiết lập CSDL	35
3.4 Quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước	35
3.5 Tính toán áp lực nước trong mạng lưới	35
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	37

4.1 Cấu trúc CSDL mạng lưới cấp nước	37
4.2 Cơ sở dữ liệu mạng lưới cấp nước.....	38
4.3 Quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước.....	40
4.3.1 Hỗ trợ quản lý tài sản.....	41
4.3.2 Quản lý và vận hành mạng lưới	44
4.4 Áp lực nước trong mạng lưới.....	47
CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT	50
5.1 Kết luận.....	50
5.2 Hạn chế của đề tài.....	50
5.3 Đề xuất.....	51
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	52

CHƯƠNG 1

MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Mạng lưới cấp nước ở nước ta nói chung và ở Thành phố Đà Lạt nói riêng, được xây dựng và phát triển qua nhiều thời kỳ, nhiều hệ thống có tuổi thọ trên 50 năm vẫn đang tồn tại song hành với những hệ thống mới phát triển hoặc cải tạo. Nhìn chung việc quản lý chúng là rất khó khăn, vì hầu hết được chôn sâu dưới mặt đất, không thể trực tiếp nhìn thấy bằng mắt thường.

Đặc biệt trong giai đoạn hiện nay dân số ở Đà Lạt tăng nhanh đi kèm với đó là các khu dân cư mới được hình thành, hệ thống đường giao thông được chỉnh trang và xây dựng thêm, các dự án cải tạo sang hệ thống đường ống mới,... đã làm phát sinh một khối lượng thông tin rất lớn có liên quan đến mạng lưới cấp nước, chúng cần phải được quản lý và sử dụng sao cho có hiệu quả.

Bên cạnh đó Thành phố Đà Lạt còn là nơi du lịch nổi tiếng, thu hút một lượng lớn khách du lịch hằng năm. Du khách đến với Thành phố thường tập trung ở các Phường trung tâm như Phường 1, Phường 2, Phường 3,... Tập trung đông nhất là ở Phường 1.

Vậy làm thế nào để quản lý, vận hành, duy tu, bảo dưỡng, cô lập sửa chữa, khai thác phát triển khách hàng,... trên mạng lưới cấp nước một cách chính xác, khoa học và hiệu quả, đang trở thành một vấn đề quan trọng. Sử dụng các phương pháp thủ công, truyền thống để quản lý khối lượng thông tin đồ sộ này đang ngày càng trở nên bất cập, bộc lộ nhiều điểm yếu, làm cho hiệu suất của toàn hệ thống cấp nước bị suy giảm.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, đề tài nghiên cứu “ **Ứng dụng GIS xây dựng CSDL phục vụ quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng** ” được thực hiện.

1.2 Mục tiêu nghiên cứu

Nhằm hỗ trợ quá trình quản lý tài sản và vận hành hoạt động của nhà máy nước Hồ Xuân Hương, đề tài hướng tới mục tiêu xây dựng một cơ sở dữ liệu (CSDL) chuẩn và sử dụng CSDL này kết hợp với phần mềm ArcGIS 10 và phần mềm Bentley

WaterGEMS V8i, giải quyết các vấn đề phát sinh trong quá trình vận hành mạng lưới cấp nước.

Chi tiết các mục tiêu như sau:

- Ứng dụng ArcGIS Diagrammer và bộ phần mềm ArcGIS 10 xây dựng CSDL mạng lưới cấp nước;
- Ứng dụng CSDL và phần mềm Bentley WaterGEMS tính toán áp lực nước trên mạng lưới cấp nước và liên kết giữa quá trình quản lý tài sản và điều phối thủy lực trên mạng lưới, dựa trên CSDL chuẩn.

1.3 Nội dung nghiên cứu

- Thu thập thông tin về mạng lưới cấp nước tại phường 1.
- Xây dựng cấu trúc cơ sở dữ liệu (CSDL) với phần mềm ArcGIS Diagrammer.
- Thiết lập và phân tích mạng lưới trong phần mềm bằng bộ công cụ Utility Network Analyst trong.
- Kết hợp phần mềm ArcGIS 10, phần mềm Bentley WaterGEMS, trong xây dựng mạng lưới cấp nước.
- Tính toán và phân tích áp lực nước trong mạng lưới bằng phần mềm Bentley WaterGEMS.

1.4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.4.1. Đối tượng nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.

1.4.2. Phạm vi nghiên cứu:

Về vị trí địa lý: phạm vi nghiên cứu là Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.



Hình 1.1: Vị trí địa lý Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng

Về công nghệ:

- Sử dụng bộ phần mềm ArcGIS 10.
- Sử dụng phần mềm ArcGIS Diagrammer.
- Sử dụng phần mềm Bentley WaterGEMS V8i.

1.5 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

1.5.1 Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu đã chứng minh việc kết hợp hệ thống thông tin địa lý GIS với hai phần mềm ArcGIS Diagrammer (phần mềm chuyên về thiết kế cấu trúc dữ liệu) và Bentley WaterGEMS (phần mềm chuyên về cấp thoát nước), trong xây dựng và vận hành mạng lưới cấp nước là phương pháp có hiệu quả cao, thích hợp áp dụng vào thực tế.

1.5.2 Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể xem xét ứng dụng trong nghiên cứu khoa học và phục vụ kinh doanh nước sạch. Kết quả phản ánh một phần quy trình quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước, nên có thể góp phần tích cực vào hoàn thiện hệ công cụ hỗ trợ cho công tác quy hoạch, quản lý và sử dụng hiệu quả nguồn vật tư và nguồn nước sạch, theo nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội; bảo vệ môi trường theo hướng phát triển bền vững.

CHƯƠNG 2

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

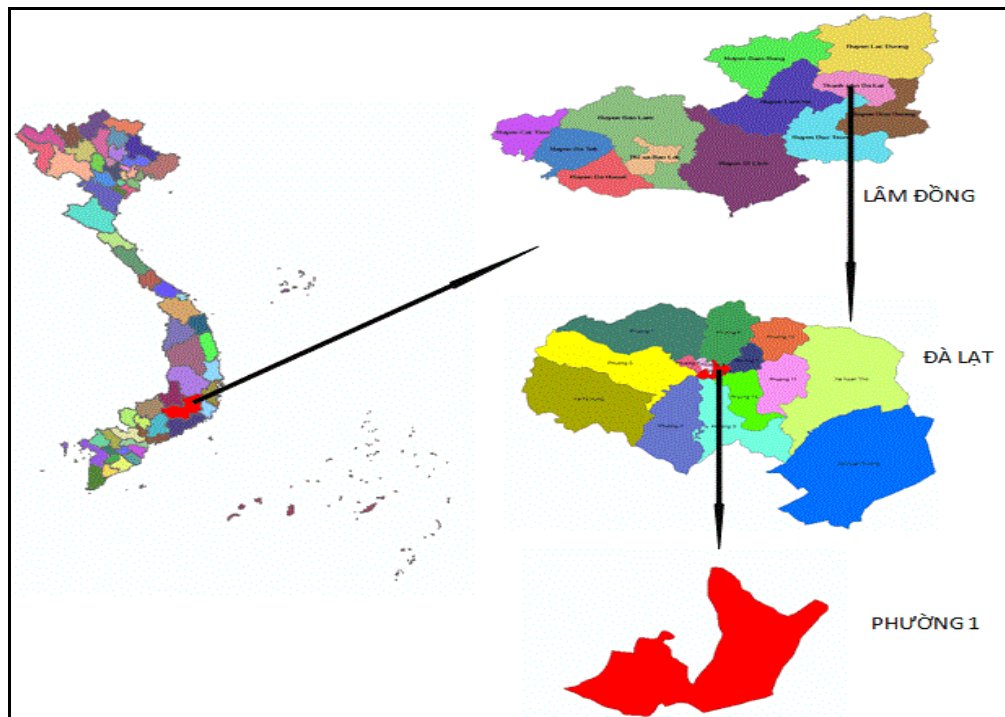
2.1. Đặc điểm của khu vực nghiên cứu

2.1.1 Vị trí địa lý

Thành phố Đà Lạt rộng 393,29 km², nằm trên cao nguyên Lâm Viên, nơi có độ cao trên 1.500 mét so với mực nước biển. Với tọa độ địa lý 11°48'36" đến 12°01'07" vĩ độ Bắc và 108°19'23" đến 108°36'27" kinh độ Đông, Đà Lạt nằm trọn trong Tỉnh Lâm Đồng, phía bắc giáp huyện Lạc Dương, phía đông và đông nam giáp huyện Đơn Dương, phía tây giáp huyện Lâm Hà, phía tây nam giáp huyện Đức Trọng.

Sau đợt điều chỉnh địa giới hành chính gần đây nhất vào năm 2009, Đà Lạt bao gồm 12 Phường (được định danh bằng số thứ tự từ 1 đến 12) và 4 xã (Xuân Thọ, Xuân Trường, Tà Nung, Tràm Hành). (*Niên giám thống kê Lâm Đồng năm 2010*).

Phường 1 nằm ở trung tâm Thành phố Đà Lạt. Dân cư phân bố tập trung ở khu vực phía tây, tiếp giáp với Phường 6 và Phường 2, phần diện tích còn lại là Hồ Xuân Hương và sân golf nằm trên khu đồi thấp được gọi là Đồi Cù.



Hình 2.1: Vị trí địa lý Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng

2.1.2 Hiện trạng cấp nước tại Phường 1 Thành phố Đà Lạt

Hệ thống nguồn cung cấp nước cho Phường 1 bao gồm: nhà máy nước Hồ Xuân Hương, bể chứa Hồ Xuân Hương và bể chứa Nguyễn Văn Trỗi.

Công suất nhà máy nước Hồ Xuân Hương là 4000 m³/ngày đêm, cung cấp nước cho 11.677 nhân khẩu, với nhu cầu dùng nước trung bình của mỗi nhân khẩu là 4 m³/ngày đêm (*Thống kê Nhà máy nước Đà Lạt, 2009*).

Do đặc điểm địa hình đồi núi cao và phức tạp, nên việc quản lý vận hành hệ thống đường ống cấp nước ở Phường 1 Thành phố Đà Lạt có nhiều đặc thù so với các nơi khác, áp lực nước trong các đoạn ống ở dưới các thung lũng có khi lên đến 20 Kg/cm², cùng lúc trên đỉnh dốc chỉ có 0,5 Kg/cm²,... Việc chênh lệch áp suất do địa hình cùng với nhiều yếu tố khác đã gây ra nhiều sự cố bể, vỡ đường ống, làm rò rỉ thất thoát một lượng lớn nước sạch (có thời điểm thất thoát hơn 30 % sản lượng nước) cung cấp vào trong khu vực.

2.2. Tổng quan tài liệu nghiên cứu

2.2.1 Phần mềm ứng dụng

2.2.1.1 Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Thuật ngữ GIS được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: địa lý, kỹ thuật tin học, quản lý môi trường và tài nguyên, khoa học xử lý về dữ liệu không gian,... Sự đa dạng trong các lĩnh vực ứng dụng dẫn đến có rất nhiều định nghĩa về GIS.

Theo Burrough (1986), GIS là một hộp công cụ mạnh được dùng để lưu trữ và truy vấn tùy ý, biến đổi và hiển thị dữ liệu không gian từ thế giới thực cho những mục tiêu đặc biệt”.

Theo Smith (1987), GIS là hệ thống CSDL mà các dữ liệu gắn liền với vị trí không gian, và qui trình hoạt động của nó nhằm đáp ứng những yêu cầu của đối tượng không gian trong CSDL.

Theo Nguyễn Kim Lợi và ctv (2009), GIS là một hệ thống thông tin mà nó sử dụng dữ liệu đầu vào, các thao tác phân tích, CSDL đầu ra liên quan về mặt địa lý không gian, nhằm trợ giúp việc thu nhận; lưu trữ; quản lý; xử lý; phân tích và hiển thị các thông tin không gian từ thế giới thực, để giải quyết các vấn đề tổng hợp thông tin cho

các mục đích của con người đặt ra, như hỗ trợ việc ra quyết định cho vấn đề quy hoạch; quản lý; sử dụng đất; tài nguyên thiên nhiên;...

2.2.1.1.1 Lịch sử phát triển

GIS được phát triển từ 2 nền tảng chính là khoa học địa lý và bản đồ học, cùng với sự thúc đẩy mạnh mẽ của các tiến bộ của ngành kỹ thuật, khoa học máy tính và toán học.

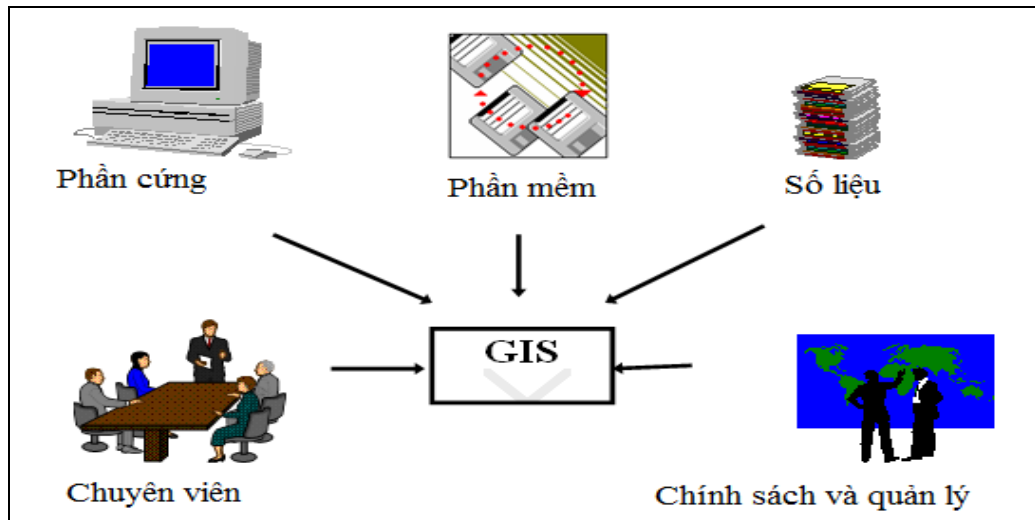
Hệ GIS đầu tiên ra đời vào những năm đầu của thập kỉ 60 và ngày càng phát triển mạnh mẽ trên nền tảng của các tiến bộ công nghệ máy tính, đồ họa máy tính, phân tích dữ liệu không gian và quản trị dữ liệu. Hệ GIS đầu tiên được đưa vào ứng dụng trong công tác quản lý tài nguyên ở Canada với tên gọi Canada Geographic Information System, bao gồm các thông tin nông nghiệp; lâm nghiệp; sử dụng đất và động vật hoang dã.

Từ những năm 80 trở lại đây, công nghệ GIS đã có một sự nhảy vọt về chất, trở thành một công cụ hữu hiệu trong công tác quản lý và trợ giúp quyết định. Phần mềm GIS đang hướng tới đưa công nghệ GIS thành Hệ tự động thành lập bản đồ và xử lý dữ liệu Hypermedia (phương tiện cao cấp), Hệ chuyên gia, Hệ trí tuệ nhân tạo và Hướng đối tượng. Phần cứng của GIS phát triển mạnh mẽ theo giải pháp máy tính để bàn (Desktop), nhất là trong những năm gần đây đã ra đời các bộ vi xử lý cực mạnh; thiết bị lưu trữ dữ liệu; hiển thị và in ấn thông tin tiên tiến đã làm cho công nghệ GIS thay đổi về chất (Đặng Văn Đức, 2001).

Ngày nay công nghệ GIS đang phát triển mạnh theo hướng tổ hợp và liên kết mạng. Trong suốt quá trình hình thành và phát triển, công nghệ GIS luôn tự hoàn thiện từ thấp đến cao, từ đơn giản đến phức tạp để phù hợp với các tiến bộ mới nhất của khoa học và kỹ thuật.

2.2.1.1.2 Các thành phần

GIS có năm thành phần cơ bản sau: phần cứng, phần mềm, số liệu, chuyên viên, chính sách và quản lý.



Hình 2.2: Các thành phần của GIS

Phần cứng

- Thiết bị: máy vi tính (computer), máy vẽ (plotters), máy in (printer), bàn số hoá (digitizer), thiết bị quét ảnh (scanners), định vị vệ tinh GPS,...
- Các phương tiện lưu trữ số liệu: USB, CDROM, bộ nhớ ngoài,...

Phần mềm

- Phần mềm là tập hợp các câu lệnh, chỉ thị nhằm điều khiển phần cứng của máy tính thực hiện một nhiệm vụ xác định.
- Phần mềm hệ thống thông tin địa lý có thể là một hoặc tổ hợp các phần mềm máy tính.
- Phần mềm được sử dụng trong kỹ thuật GIS phải bao gồm các tính năng cơ bản sau:

- Nhập và kiểm tra dữ liệu (Data input)
- Lưu trữ và quản lý CSDL (Geographic database)
- Xuất dữ liệu (Display and reporting)
- Biến đổi dữ liệu (Data transformation)
- Tương tác với người dùng (Query input)

Số liệu

- Số liệu được sử dụng trong GIS không chỉ là số liệu địa lý (geo-referenced-data) riêng lẻ mà còn phải được thiết kế trong một CSDL (database).

- Những thông tin địa lý là thông tin bao gồm các dữ kiện về vị trí địa lý, thuộc tính (attributes) của thông tin, mối liên hệ không gian (spatial relationships) giữa các thông tin.
- Có 2 dạng số liệu được sử dụng trong kỹ thuật GIS là:

CSDL bản đồ: là những mô tả hình ảnh bản đồ được số hoá theo một khuôn dạng nhất định mà máy tính hiểu được. Hệ thống thông tin địa lý dùng CSDL này để xuất ra các bản đồ trên màn hình hoặc ra các thiết bị ngoại vi khác như máy in, máy vẽ.

- Số liệu Vector: được trình bày dưới dạng điểm, đường và vùng, mỗi dạng có liên quan đến một số liệu thuộc tính được lưu trữ trong CSDL.
- Số liệu Raster: được trình bày dưới dạng lưới ô vuông hay ô chữ nhật đều nhau, giá trị được ấn định cho mỗi ô sẽ chỉ định giá trị của thuộc tính. Số liệu của ảnh vệ tinh và số liệu bản đồ được quét (scanned map) là các loại số liệu Raster.

Số liệu thuộc tính (Attribute): được trình bày dưới dạng các ký tự hoặc số, hoặc ký hiệu để mô tả các thuộc tính của các thông tin thuộc về địa lý.

Chuyên viên

Chuyên viên là một trong những hợp phần quan trọng của công nghệ GIS, đòi hỏi những chuyên viên hướng dẫn sử dụng hệ thống để thực hiện các chức năng phân tích và xử lý các số liệu, đòi hỏi phải thông thạo về việc lựa chọn các công cụ GIS để sử dụng, có kiến thức về các số liệu đang được sử dụng và thông hiểu các tiến trình đang và sẽ thực hiện.

Chính sách và quản lý

Hệ thống GIS cần được điều hành bởi một bộ phận quản lý, bộ phận này phải được bổ nhiệm để tổ chức hoạt động hệ thống GIS một cách có hiệu quả, phục vụ người sử dụng thông tin.

Để hoạt động thành công, hệ thống GIS phải được đặt trong một khung tổ chức phù hợp và có những hướng dẫn cần thiết để quản lý, thu thập, lưu trữ và phân tích số liệu, đồng thời có khả năng phát triển được hệ thống GIS theo nhu cầu. Hệ thống GIS cần được điều hành bởi một bộ phận quản lý, bộ phận này phải được bổ nhiệm để tổ chức

hoạt động hệ thống GIS một cách có hiệu quả, nhằm phục vụ người sử dụng thông tin một cách tốt nhất.

2.2.1.1.3 Topology

Topology là một phương pháp toán học dùng để xác định các quan hệ không gian. Cấu trúc topology còn được gọi là cấu trúc cung-nút (arc-node). Trong cấu trúc này, phần tử cơ bản là cung. Mỗi cung được mô tả như là một chuỗi những đoạn thẳng nối liền nhau, điểm đầu và cuối cung gọi là nút (node), những điểm giữa cung gọi là đỉnh (vertex). Nút là điểm giao nhau của hai hay nhiều cung, đối với những cung độc lập, nút là điểm cuối cùng của cung, không nối liền với bất kỳ cung nào khác.

Vùng là một chuỗi những cung nối liền nhau và khép kín, những cung này chính là những biên của vùng. Mỗi vùng có thể giới hạn bởi hai đường cong khép kín lồng vào nhau và không cắt nhau.

2.2.1.1.4 Geometric Network

Geometric network

- Geometric network (mạng lưới hình học) cung cấp cho người sử dụng cách thức để mô hình hóa các mạng lưới và thông tin về cơ sở vật chất được sử dụng trong thực tế.

Ví dụ: mạng lưới điện, nước; mạng lưới sông, suối...

- Geometric network trợ giúp người sử dụng giải quyết nhiều bài toán phân tích mạng trong thực tế như:

- Tìm các yếu tố đang được kết nối hoặc bị ngắt kết nối trong mạng.
- Xác định hướng dòng chảy trong các đường ống (các edges)

.....

- Geometric network là tập hợp của các cạnh (edges) và các nút kết nối (junctions), nguồn dữ liệu để xây dựng Geometric network là Geodatabase. Các Feature Class trong Feature Dataset được sử dụng làm nguồn dữ liệu cho việc thành lập các edges và các junctions trong mạng.
- Các thành phần của Geometric network là: Edges và Junctions

- Edges (cạnh): là các đối tượng line đóng vai trò topology trong mạng. Chúng được dùng để vạch tuyến và phân tích luồng. Edges được phân thành hai loại là Simple Edges và Complex Edges
 - Simple Edges: là các cạnh đơn chỉ gồm một điểm đầu và một điểm cuối.
 - Complex Edges: là cạnh ngoài điểm đầu và điểm cuối còn chứa các nhiều nút mạng khác.
- Junctions (nút): là các điểm đóng vai trò kết nối các cạnh trong mạng. Junctions được chia thành hai loại là User-defined junctions và Orphan junctions
 - User-defined junctions: là lớp các nút do người sử dụng tạo nên dựa trên dữ liệu nguồn.
 - Orphan junctions: là lớp các nút được tự động tạo ra khi mạng lưới thành lập nhằm duy trì tính toàn vẹn của mạng (các nút được tạo mới không trùng vị trí với các nút đã có sẵn).

Logical network

- Mỗi một Geometric network sẽ có một Logical network (mạng lưới logic) tương ứng. Logical network là tập hợp của các bảng ghi lại mối quan hệ kết nối giữa các đối tượng trong mạng.
- Một edges hoặc một junctions trong Geometric network tương ứng với một hoặc nhiều edges hoặc junctions trong Logical network.
- Khi các edges và junctions được sửa đổi hay cập nhật trong Geometric network thì trong Logical network cũng sẽ được tự động sửa đổi hay cập nhật tương ứng.

Enabled and disabled features

- Trong quá trình phân tích mạng lưới sẽ có lúc cần đến việc khoanh vùng hoặc vô hiệu hóa chứa năng của một hoặc nhiều đối tượng trong mạng lưới. Thay vì xóa hoặc ngắt kết nối các đối tượng không cần thiết, ta có thể vô hiệu hóa các đối tượng này trong quá trình làm việc.
- Trạng thái kích hoạt hay vô hiệu hóa các đối tượng là thuộc tính được quy định trong trường Enabled.

- Khi tiến hành xây dựng Geometric Network từ các lớp feature classes, trường Enabled sẽ được tự động hình thành trong các lớp đầu vào, đồng thời Enabled Domain sẽ được tạo ra nếu như chưa được tạo trước đó.
- Trường Enabled sẽ có Domain với hai giá trị là đúng hoặc sai tương ứng với kích hoạt hoặc vô hiệu hóa.

2.2.1.1.5 Các thành phần cấu thành CSDL

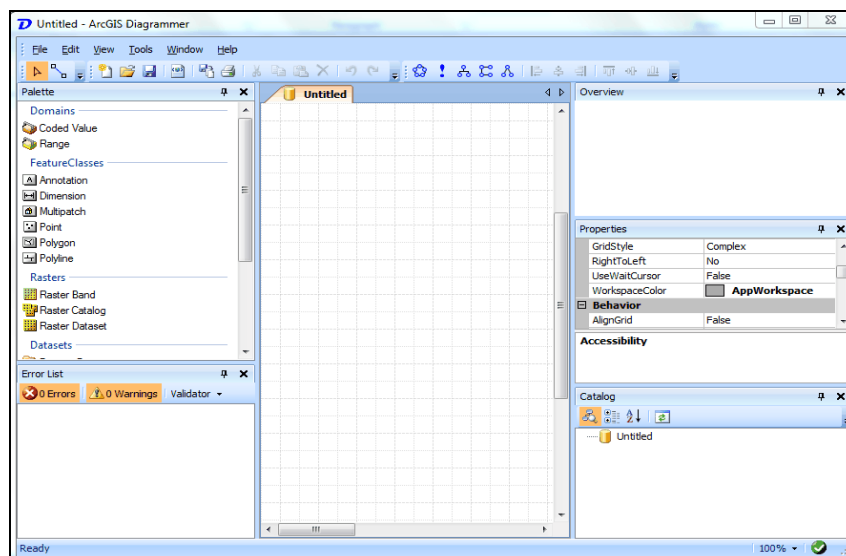
- GeoDatabase là một CSDL có chứa một hay nhiều Feature Dataset.
- Feature Dataset là một nhóm các loại đối tượng có cùng chung hệ quy chiếu và hệ tọa độ. Một Feature Dataset có thể chứa một hay nhiều Feature Class.
- Feature Class là đơn vị chứa các đối tượng không gian của bản đồ tương đương với một lớp (layer) trong ArcMap. Mỗi Feature Class chỉ chứa một dạng đối tượng (polygon - vùng, Line - đường, point hay multipoint- điểm).
- Domain là miền giá trị hợp lệ của một trường thuộc tính nào đó.
- Subtype là tên của kiểu đối tượng địa lý cơ sở hoặc tên của kiểu đối tượng địa lý dẫn xuất.
- Relationship là mối quan hệ giữa các đối tượng trong CSDL.

2.2.1.2 Phần mềm ArcGIS Diagrammer

Phần mềm ArcGIS Diagrammer được phát triển bởi hãng phần mềm ESRI. Phần mềm là một phần của bộ sản phẩm ArcGIS Desktop.

Về cơ bản, phần mềm ArcGIS Diagrammer được sử dụng để biên tập hình ảnh cho các tập tin có đuôi “ XML ”, được tạo ra bởi phần mềm ArcCatalog.

Môi trường thiết kế lược đồ trong ArcGIS Diagrammer khá giống với Microsoft Visual Studio 2005, tạo điều kiện thuận lợi cho người sử dụng khi làm việc.



Hình 2.3: Giao diện phần mềm ArcGIS Diagrammer

2.2.1.3 Phần mềm Bentley WaterGEMS

Phần mềm Bentley WaterGEMS được phát triển bởi hãng Bentley.

Bentley WaterGEMS là phần mềm ứng dụng mô hình hóa thủy lực, mô phỏng chất lượng nước trong hệ thống phân phối nước với khả năng tương tác tiên tiến, xây dựng mô hình không gian địa lý và tích hợp các công cụ quản lý. Bentley WaterGEMS cung cấp một môi trường làm việc dễ dàng cho phép người dùng có thể phân tích, thiết kế, tối ưu hóa hệ thống cấp nước. Bentley WaterGEMS có thể vận hành trên các phần mềm như: MicroStation, AutoCAD, chế độ độc lập Stand Alone và đặc biệt là ArcGIS.

Người dùng có thể sử dụng Bentley WaterGEMS để giải quyết những vấn đề sau:

- Phân tích thủy lực theo thời gian của hệ thống phân phối nước với các đối tượng như Bơm, Bể chứa, Đường ống, Ống nối, Van,...
- Thực hiện dự báo mô phỏng thời gian kéo dài để phân tích khả năng phản ứng của hệ thống thủy lực với những nhu cầu cung cấp và tiêu thụ nước khác nhau.
- Phân tích lưu lượng chữa cháy trong điều kiện khắc nghiệt của hệ thống.
- Ứng dụng chức năng quản lý kịch bản, so sánh các tình huống khác nhau trong hệ thống thủy lực.
- Hiệu chỉnh mô hình tự động với công cụ Darwin Calibrator thông qua thuật toán di truyền.

- Đặc biệt, chạy trên ứng dụng của các phần mềm khác như MicroStation, AutoCAD và ArcGIS cho phép ứng dụng hệ thống thông tin địa lý giải quyết các vấn đề thủy lực mạng lưới đường ống.

Phần mềm Bentley WaterGEMS mới nhất hiện nay là V8i SELECTseries 4 có các tính năng nổi bật sau:

- Tích hợp Microstation, AutoCAD, ArcGIS, Google Earth.
- Hỗ trợ cho ProjectWise V8i: Quản lý các tập tin bằng cách sử dụng WaterGEMS ProjectWise.
- Tích hợp đầy đủ với tất cả các phiên bản hiện hành của MicroStation. Trong đó, MicroStation được sử dụng như một cách chia sẻ một nhiệm vụ chung để cung cấp các dự án tốt hơn. Với một bộ phần mềm tích hợp dễ sử dụng và khả năng linh hoạt, MicroStation giúp cải thiện thiết kế, mô hình hóa trực quan, quản lý tài liệu, và dự án bản đồ của tất cả các hình dạng và kích cỡ.
- Tích hợp đầy đủ với tất cả các phiên bản hiện hành của AutoCAD (Bentley WaterGEMS V8i SELECTseries 4 đã hỗ trợ đến Autocad 2013).
- Tích hợp đầy đủ với tất cả các phiên bản hiện hành của ESRI (Bentley WaterGEMS V8i SELECTseries 4 đã hỗ trợ đến ArcGIS 10 SP5, ArcGIS 10.1 SP1).
- Kết quả WaterGEMS và dữ liệu đầu vào có thể dễ dàng được xuất sang Google Earth một cách miễn phí. Khả năng tạo tập tin Google Earth (KML, KMZ) cho việc hiện thị kết quả.

Tập tin dữ liệu nền

- Sử dụng lớp nền để hiển thị giống như một hình ảnh nằm phía sau mạng lưới nhằm trực quan hóa thông tin.
- Sử dụng bất kỳ định dạng dữ liệu sau đây:
 - Stand Alone: bmp, jpg, jpeg, JPE, JFIF, gif, tif, tiff, png, hoặc tập tin sid...
 - AutoCAD: Hỗ trợ tất cả dữ liệu nền từ Autocad.
 - MicroStation: Hỗ trợ tất cả dữ liệu nền từ Microstation và Bentley Map.

- ArcGIS: Hỗ trợ tất cả các định dạng dữ liệu của ESRI.

ArcGIS GeoTables

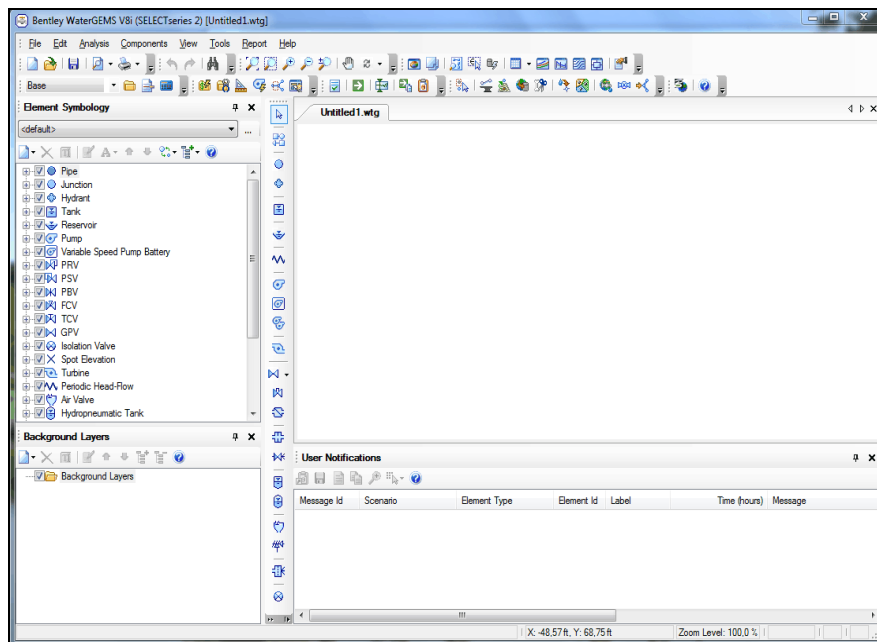
- GeoTables cho phép cho một cái nhìn năng động trong việc lưu trữ thông tin GIS. Các dữ liệu được duy trì trong kịch bản hiện tại (Current Scenario) được quản lý bởi ArcMap. Bất kỳ cột dữ liệu nào được thêm vào bảng đối tượng GeoTable sẽ được tự động cập nhật vào những thuộc tính của bảng ArcGIS và sự đồng bộ với các bảng thuộc tính tạo ra tính tương thích mạnh mẽ. Có nghĩa là các cột, dữ liệu và định dạng được chia sẻ lẫn nhau.
- Với GeoTables, chúng ta có thể:
 - Sử dụng các đối tượng được định nghĩa trong ArcMap, để bản đồ hóa các yếu tố trên Bentley WaterGEMS.
 - Sử dụng ArcMap Select By Attributes, để truy vấn các yếu tố bản đồ dựa trên Bentley WaterGEMS.
 - Tạo các báo cáo và đồ thị.
 - Sử dụng các chức năng truy vấn và phân tích không gian được hỗ trợ bởi ArcGIS.
 - Ngoài ra, GeoTables đơn giản hóa việc nhập dữ liệu, phân tích kết quả và chỉnh sửa bên trong của ArcGIS.

Tính toán mô hình và phát hiện rò rỉ (giảm thất thoát nước)

- Công cụ Darwin Calibrator đạt hiệu quả cao trong việc phát hiện rò rỉ (Leak Detection) trong hệ thống cấp nước: người dùng có thể sử dụng công cụ trên bằng giải thuật di truyền qua dữ liệu dòng chảy và áp lực.
- Dùng trường dữ liệu SCADA hoặc nguồn dữ liệu khác để hiệu chỉnh mô hình thủy lực. Tìm các giá trị tối ưu cho bất kỳ sự kết hợp của các tham số mô hình như độ nhám ống, nhu cầu nổi và liên kết (đường ống và van) tình trạng hoạt động, phù hợp nhất với tình hình thực tế trong hệ thống thủy lực. Hiệu chuẩn nước rò rỉ chỉ có sẵn trong WaterGEMS. Chức năng này là rất quan trọng để dự báo chính xác số lượng rò rỉ dựa trên trường dữ liệu thực tế.

Công cụ báo cáo:

- Phần mềm Bentley WaterGEMS cung cấp một loạt các báo cáo tùy chọn và phương pháp lưu trữ. Các công cụ báo cáo sẵn có được màu sắc, kích thước hóa, chú thích, 2D/3D cấu hình động, FlexTables, đồ thị, contour và các báo cáo dự án (kiểm kê, tóm tắt,...).
- Tất cả các công cụ báo cáo có thể được mở đồng thời và nhiều bảng, biểu đồ và hồ sơ có thể được hiển thị cùng một lúc.



Hình 2.4: Giao diện phần mềm Bentley WaterGEMS V8i

2.2.2 Mạng lưới cấp nước

2.2.2.1 Định nghĩa các đối tượng trong mạng lưới cấp nước:

Mạng lưới phân phối nước: dùng để vận chuyển phân phối nước trực tiếp đến các đối tượng sử dụng. Có ba loại mạng lưới cấp nước là mạng cắt, mạng vòng và mạng hỗn hợp.

Mạng lưới cắt (mạng nhánh)

- Đường ống bố trí thành nhánh cây, nước cấp vào khu vực dùng nước chỉ theo một chiều duy nhất.
- Mạng lưới cấp nước dạng cắt có tổng chiều dài đường ống nhỏ, nhưng cấp nước không đảm bảo an toàn liên tục, nếu có sự cố cần sửa chữa và phải ngừng

cấp nước ở một đoạn ống nào đó phía đầu mạng lưới, thì các đối tượng dùng nước phía sau sẽ bị mất nước.

- Mạng lưới dạng cụt thường sử dụng trong điều kiện đối tượng dùng nước nhỏ, mức độ đầu tư đơn giản hoặc các đô thị loại vừa tại các quốc gia đang phát triển, nơi mà thu nhập của người tiêu dùng thấp, trình độ dân trí chưa cao cũng như khả năng và trình độ quản lý chung còn hạn chế.

Mạng lưới vòng

- Nước cấp vào khu vực dùng nước theo hai hoặc nhiều hướng khác nhau. Giữa các hướng nước chảy thường được ngăn cách bằng một van chặn, nếu van này đóng điểm cấp nước cuối cùng của hướng chính là vị trí của van đó, nếu van mở, biên giới cấp nước của các hướng sẽ biến động tùy theo mức độ tiêu thụ trên mạng lưới.
- Mạng lưới cấp nước dạng vòng cấp nước an toàn, khi có sự cố ở đường ống chính của một hướng nước chảy, nước có thể được cấp từ các hướng khác đến phục vụ các đối tượng dùng nước.
- Mạng lưới vòng thường được sử dụng khi kết hợp chữa cháy với các nhu cầu dùng nước khác. Loại hình này phù hợp với các quốc gia có mức sống và trình độ dân trí cao, hoặc tại các khu vực mà ý thức chấp hành pháp luật của người dùng nước tốt, không có tình trạng đấu nối trái phép, hoặc khi điều kiện cơ sở vật chất giành cho việc quản lý hệ thống cấp nước được ưu tiên, trình độ quản lý của nhà cung cấp nước được cải thiện đủ cho việc quản lý mạng lưới cấp nước một cách khoa học và chặt chẽ.

Mạng lưới cấp nước dạng hỗn hợp có thể dùng hai dạng trên kết hợp để cấp nước cho một khu vực. Đối với các vùng lớn hoặc tại những vị trí cần cấp nước an toàn hơn thì cấp nước dạng vòng, còn những khu vực khác sử dụng dạng mạng cụt cho kinh tế và phù hợp với trình độ quản lý mạng lưới cấp nước.

Trạm bơm cấp hai dùng để bơm nước từ bể chứa nước sạch lên đài hoặc vào mạng phân phối cung cấp cho các đối tượng sử dụng.

Đài nước, Bể chứa: nhìn chung làm nhiệm vụ điều hòa và dự trữ. Vào các giờ cao điểm, khi tiêu thụ nước mạnh thì áp suất nước tại các điểm cuối mạng lưới thường bị

suy giảm, khi đó nước dự trữ từ trên đài chảy xuống để hỗ trợ tăng áp cho mạng. Vào giờ thấp điểm, nước tiêu thụ ít hơn thì lượng nước dư với áp suất lớn có thể lên đài để dự trữ sẵn một cột áp.

Đường ống chuyển tải: dùng để vận chuyển nước từ trạm bơm cấp hai đến điểm đầu tiên của mạng lưới phân phối nước. Đường ống chuyển tải có thể có đường kính rất lớn tới 1000mm, 2000mm tùy theo quy mô của hệ thống.

Đường ống phân phối: dùng để vận chuyển nước từ đường ống chuyển tải đến đường ống nhánh. Các đường ống phân phối đi dọc theo đường phố, ngõ, xóm và có thể tiêu thụ dọc theo đường đi. Trên đường ống phân phối có lắp các đài khởi thủy cho các ống nhỏ hơn. Đường ống phân phối thường có đường kính từ 80mm, 100mm và lớn hơn.

Đường ống dịch vụ (đường ống nhánh): Đường ống có đường kính nhỏ hơn 80mm cấp nước trực tiếp tới các hộ tiêu thụ. Cuối đường ống dịch vụ là các đồng hồ đo nước, các van và phụ kiện đấu nối với đường ống cấp nước bên trong nhà.

Van: là thiết bị vận hành bằng tay (có thể bằng điện, khí nén hoặc các dạng trợ lực khác...) dùng để điều khiển dòng nước trong hệ thống ống. Nó có miệng ra, miệng vào (bằng ren, bằng mặt bích, bằng hàn hoặc các phương pháp nối khác) sao cho có thể lắp nó vào đường ống.

Đồng hồ đo nước: là dụng cụ để đo lượng nước khách hàng sử dụng.

Thiết bị đấu nối dùng để liên kết các đoạn ống trên mạng lại với nhau.

2.2.2.2 Các yếu tố thủy lực trong mạng cấp nước

Lưu lượng nước: là thể tích nước chảy qua một thiết diện ngang của dòng chảy trong một đơn vị thời gian (thường được tính bằng giây- kí hiệu là s)

$$Q = v \cdot \omega \quad (2.1)$$

Trong đó :

Q Lưu lượng dòng chảy (m^3/s).

v Vận tốc trung bình của dòng chảy (m/s).

ω Mặt cắt ướt (m^2).

Áp lực: là lực tác động trên một đơn vị diện tích bề mặt. Áp lực nước tác động tỉ lệ thuận với độ sâu của nước. Cột nước cao 1 m tương đương với 9,8 kPa.

Đơn vị áp lực nước: kPa hoặc m H₂O (mét cột nước).

Áp lực yêu cầu trên mạng lưới cấp nước: là áp lực cần thiết để đưa nước tới vị trí bất lợi nhất của khu vực dùng nước (xa nhất, cao nhất so với vị trí trạm bơm), đồng thời tại các vị trí đó cần phải có một áp lực tự do cần thiết để nước chảy đến được thiết bị vệ sinh ở vị trí bất lợi nhất của ngôi nhà khách hàng.

Nước được đưa đến nơi sử dụng bằng áp lực do máy bơm hay đài nước tạo ra. Tùy theo mức độ dịch vụ cấp nước mà đưa ra những yêu cầu về áp lực khác nhau đối với mạng lưới cấp nước. Trong trường hợp kết hợp chữa cháy áp lực thấp, áp lực cần thiết tại họng chữa cháy ở vị trí bất lợi nhất của mạng lưới tối thiểu phải là 10m.

Áp lực trên mạng lưới phụ thuộc vào chế độ bơm, chất lượng của tuyến ống truyền dẫn và phương pháp quản lý. Áp lực không thể đạt giá trị cao nếu đường ống lắp đặt không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, có quá nhiều điểm đấu nối dọc tuyến. Áp lực cũng không thể cao nếu máy bơm chỉ vận hành với áp lực nhỏ. Áp lực của mạng lưới càng đạt giá trị lớn, mức độ dịch vụ cấp nước càng cao.

2.3. Tình hình nghiên cứu quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước

2.3.1 Nghiên cứu trên thế giới

Những năm gần đây, GIS đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực quản lý mạng lưới cung cấp nước sinh hoạt. Các nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước xoay quanh vấn đề phân phối nước dựa trên dữ liệu GIS, xây dựng ứng dụng mới dựa trên dữ liệu GIS để quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước, đánh giá mức độ ô nhiễm nước trong mạng lưới,...

Đánh giá và quản lý các yếu tố thủy lực là một khâu vô cùng quan trọng trong vận hành mạng lưới cấp nước, tích hợp giữa dữ liệu GIS và các phần mềm chuyên ngành cấp nước đem lại hiệu quả cao trong quá trình quản lý, điều phối nước trong mạng lưới.

1. Adrian.M.D, Foster.J, 2002. *Protecting water supply quality – decision support using geographical information systems (GIS)*. School of Geography, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK.

2. Guth.N and Klingel.P, 2012. *Demand Allocation in Water Distribution Network Modelling – A GIS-Based Approach Using Voronoi Diagrams with Constraint*. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Water and River Basin Management, Germany.
3. Mohan.S and Vairavamoorthy.K, 2004. *Development of GIS based contamination risk assessment in water distribution systems*. Loughborough University and at IIT Madras.
4. Tremblay A. Thomas, Paull, J. Gene, Rodgers, W. Robert, Wermund, E. G., 1994. *GIS Database for Water Management on the Rio Grande Delta Plain*, USGS.
5. Walski, T. M.; Chase, D. V.; Savic, D. A.; Grayman, W.; Beckwith, S. & Koelle, 2003. *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Haestad Press, ISBN 0-9714141-2-2, Waterbury, USA.

2.3.2 Nghiên cứu trong nước

Hiện nay ở Việt Nam, việc sử dụng GIS để quản lý tài sản mạng lưới cấp nước chưa thực sự phổ biến. Quá trình quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước chủ yếu dựa trên các phần mềm chuyên ngành như Epanet, WaterCad,... Các phần mềm này chỉ quản lý thông tin thuộc tính của các đối tượng trong mạng lưới, không có chức năng quản lý dữ liệu không gian, vì vậy người sử dụng rất khó khăn trong việc xác định các đối tượng trong thực tế.

Quá trình quản lý, vận hành mạng lưới cấp có ứng dụng dữ liệu GIS chủ yếu thông qua các phần mềm được viết dựa trên công nghệ GIS của ESRI hoặc dựa trên các công cụ tích hợp với phần mềm ArcMap.

1. Lê Văn Dực, 2008. *Tích hợp công nghệ thông tin địa lý và mô hình toán thủy lực - hydgis để quản lý một mạng lưới cấp nước Thành phố lớn*. Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.
2. Nguyễn Việt Hùng, 2002. *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS của Esri và mô hình dữ liệu Dan-Vand trong lĩnh vực cấp nước sạch*. Đại học Công Nghệ – Trường Đại học quốc gia Hà Nội.

3. Trần Thanh Dũng, 2005. *Nghiên cứu mở rộng hệ thống cấp nước của Thành phố Đà Nẵng đến năm 2040*. Đại học Đà Nẵng.

Tóm lại, các nghiên cứu về ứng dụng GIS trong quản lý, vận hành mạng lưới cấp nước đã được sử dụng phổ biến ở các nước trên thế giới. Riêng ở Việt Nam, đây là phương pháp tiếp cận còn mới mẻ và chưa được nghiên cứu nhiều. Chính vì vậy, đề tài này hướng đến việc tích hợp GIS với hai phần mềm ArcGIS Diagrammer và Bentley WaterGEMS, trong xây dựng và vận hành mạng lưới cấp nước một cách hiệu quả.

CHƯƠNG 3

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Phương tiện nghiên cứu

- Địa điểm vùng nghiên cứu: Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.
- Trang thiết bị và phần mềm: máy vi tính, phần mềm ArcGIS 10, phần mềm ArcGIS Diagrammer, phần mềm Bentley WaterGEMS V8i.
- Nguồn dữ liệu: đề tài sử dụng các dữ liệu được cung cấp bởi Công ty Cấp Thoát Nước Lâm Đồng, năm 2009.

3.2 Lược đồ phương pháp nghiên cứu

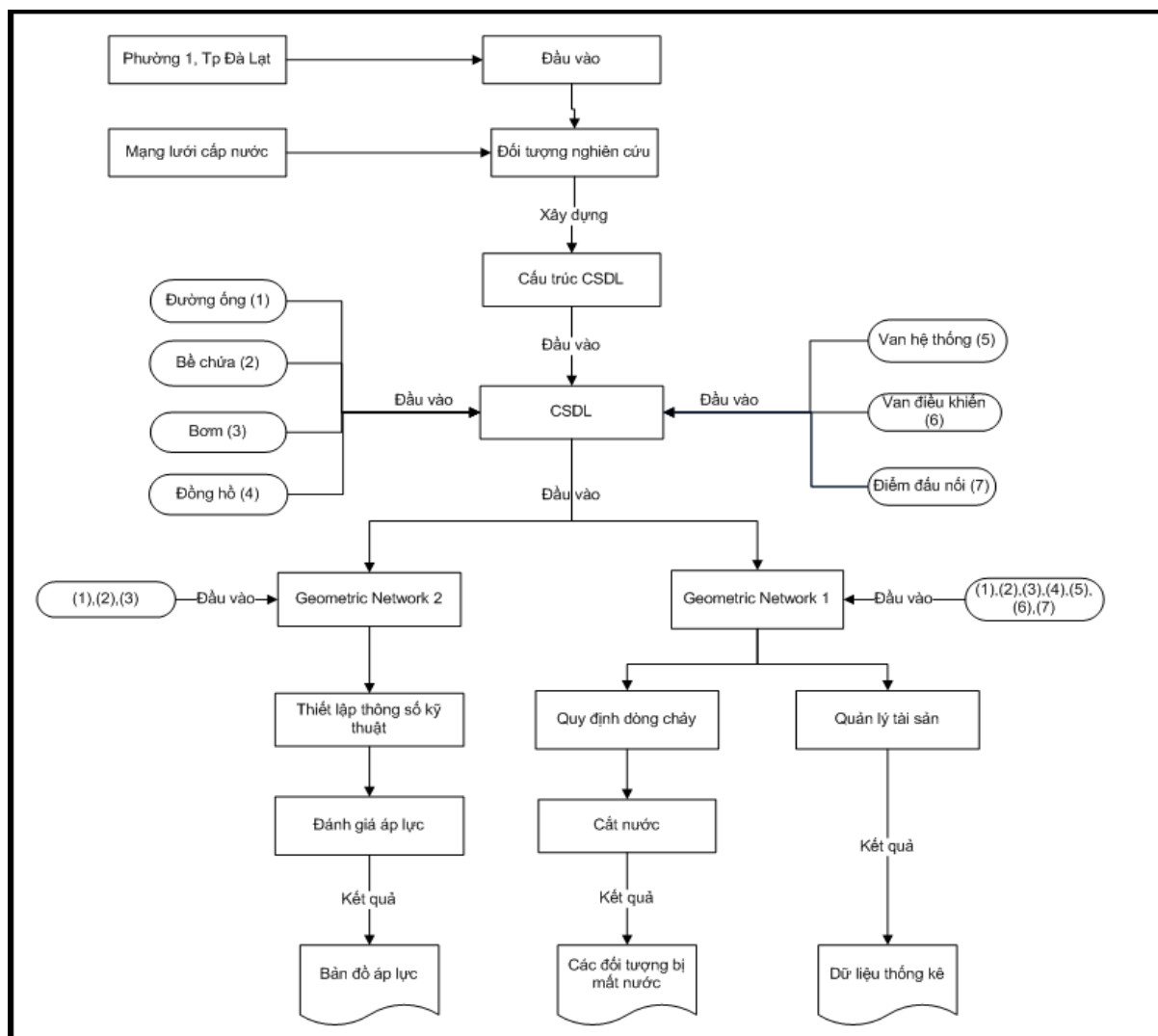
Nghiên cứu tích hợp nhiều công cụ bao gồm GIS, ArcGIS Diagrammer và Bentley WaterGEMS.

Phần mềm ArcGIS Diagrammer có chức năng xây dựng cấu trúc dữ liệu. Tiếp theo, cấu trúc này được đưa vào phần mềm ArcCatalog để tiến hành tạo CSDL cho mạng lưới cấp nước.

CSDL này được sử dụng làm dữ liệu đầu vào để xây dựng hai Geometric Network, được dùng làm cơ sở trong quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước.

Kết hợp Geometric Network thứ nhất vừa tạo và các công cụ phân tích mạng lưới của AcrMap, tiến hành định hướng dòng chảy trong mạng lưới. Sau đó tiến hành đóng một van bất kỳ nhằm cắt nước tại một khu vực trên mạng. Kết quả thu được là các đối tượng bị mất nước trên mạng lưới.

Tiến hành thiết lập Geometric Network thứ hai với phần mềm Bentley WaterGEMS. Sau đó sử dụng các công cụ trong phần mềm tính toán áp lực nước trên mạng lưới cấp nước. Kết quả thu được là bản đồ áp lực tại các điểm trên mạng lưới.



Hình 3.1: Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

3.2 Xây dựng cấu trúc CSDL

Thu thập thông tin từ việc nghiên cứu các đối tượng trong mạng cấp nước, lọc ra các đối tượng đóng vai trò quan trọng, các thông số cơ bản quan trọng của từng đối tượng và mối quan hệ giữa các đối tượng tham gia trong mạng lưới.

Dựa trên những thông tin này tiến hành xây dựng cấu trúc CSDL cho mạng lưới cấp nước, Phường 1.

Cấu trúc CSDL bao gồm hai Feature Dataset và mười ba Feature Class tương ứng với 13 đối tượng.

Thiết lập hai Feature Dataset

- MangCapNuoc: Chứa các đối tượng thuộc mạng cấp nước.
- BaseMap: Chứa các đối tượng nền như nhà, đường,...

Thiết lập 13 Feature Class

Bảng 3.1. Các Feature Class trong CSDL

STT	Tên Feature Class	Mô tả
1	Bom	Bơm
2	DongHoTong	Đồng hồ tổng
3	DongHoApLuc	Đồng hồ áp lực
4	DongHoDichVu	Đồng hồ dịch vụ
5	OngChuyenTai	Đường ống chuyển tải
6	OngPhanPhoi	Đường ống phân phối
7	OngDichVu	Đường ống dịch vụ
8	BeChua	Bể chứa
9	VanDieuKhien	Van điều khiển
10	VanHeThong	Van hệ thống
11	DiemDauNoi	Điểm đầu nối
12	DaLat_Nha	Nhà khách hàng
13	DaLat_Duong	Đường phố

Thiết lập các lớp có chứa Subtype

Bảng 3.2. Các lớp có subtype

STT	Tên Feature Class	Tên Subtype	Mô tả
1	VanHeThong	VanCong	Van công
		VanBuom	Van bơm
2	VanDieuKhien	VanMotChieu	Van một chiều
		VanHaiChieu	Van hai chiều
		VanXaCan	Van xả cần
		VanXaKhi	Van xả khí
3	DiemDauNoi	Co	Co
		Thap	Thập
		Te	Tê
		MatBich	Mặt bích
		Noi	Nối
		Tum	Túm

Định dạng hình học không gian của các lớp đối tượng:

- Lớp nhà: có dạng là vùng (Polygon).
- Lớp Đường: có dạng đường (Polyline).
- Các lớp đường ống: có dạng là đường (Polyline).
- Các lớp còn lại : có dạng là điểm (Point).

Thiết lập các mối quan hệ (Relationship) giữa các đối tượng trong mạng lưới

Bảng 3.3: Danh sách các Relationship trong CSDL

STT	Tên quan hệ	Mô tả	Mối quan hệ
1	Relate_OngCT_Bom	Ống chuyển tải - Bơm	1 – 1
2	Relate_ BeChua _ OngCT	Bể chứa - Ống	1 – Nhiều
3	Relate_OngCT_DiemDauNoi	Ống chuyển tải - Điểm đầu nối	1 - Nhiều
4	Relate_OngCT_DongHoApLuc	Ống chuyển tải - Đồng hồ áp lực	1 - Nhiều
5	Relate_OngCT_DongHoTong	Ống chuyển tải - Đồng hồ tổng	1 – 1
6	Relate_OngCT_VanDieuKhien	Ống chuyển tải - Van điều khiển	1 - Nhiều
7	Relate_OngDV_DiemDauNoi	Ống dịch vụ - Điểm đầu nối	1 - Nhiều
8	Relate_OngDV_DongHoDV	Ống dịch vụ - Đồng hồ dịch vụ	1 - Nhiều
9	Relate_OngDV_VanDieuKhien	Ống dịch vụ - Van điều khiển	1 - Nhiều
10	Relate_OngDV_VanHeThong	Ống dịch vụ - Van hệ thống	1 - Nhiều
11	Relate_OngPP_DiemDauNoi	Ống phân phối - Điểm đầu nối	1 - Nhiều
12	Relate_OngPP_DongHoApLuc	Ống phân phối - Đồng hồ áp lực	1 - Nhiều
13	Relate_OngPP_VanDieuKhien	Ống phân phối - Van điều khiển	1 - Nhiều
14	Relate_OngCT _ VanHeThong	Ống chuyển tải - Van hệ thống	1 - Nhiều
15	Relate_ OngPP _ VanHeThong	Ống phân phối - Van hệ thống	1 - Nhiều

Mô tả mối quan hệ

- Relate_OngCT_Bom

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và Bom (Bơm).

Mô tả: Mỗi OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một Bom, ngược lại một Bom có thể kết nối hoặc không kết nối với một ống OngCT. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 - 1 (một – một). Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_BeChua _ OngCT

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và BeChua (Bể chứa)

Mô tả: Mỗi OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một BeChua, ngược lại một BeChua có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều ống chuyển tải . Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngCT_DiemDauNoi

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và DiemDauNoi (Điểm đầu nối)

Mô tả: Mỗi DiemDauNoi có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngCT, ngược lại một OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DiemDauNoi. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngCT_DongHoApLuc

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và DongHoApLuc (Đồng hồ áp lực)

Mô tả: Mỗi DongHoApLuc có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngCT, ngược lại một OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DongHoApLuc. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngCT_DongHoTong

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và DongHoTong (Đồng hồ tổng).

Mô tả: Mỗi OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một DongHoTong, ngược lại một DongHoTong có thể kết nối hoặc không kết nối với một ống OngCT. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 - 1 (một – một). Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_OngCT_VanDieuKhien**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và VanDieuKhien (Van điều khiển)

Mô tả: Mỗi VanDieuKhien có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngCT, ngược lại một OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanDieuKhien. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_OngCT _ VanHeThong**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngCT (ống chuyển tải) và VanHeThong (Van hệ thống)

Mô tả: Mỗi VanHeThong có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngCT, ngược lại một OngCT có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanHeThong. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_OngPP_DiemDauNoi**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngPP (ống phân phối) và DiemDauNoi (Điểm đầu nối)

Mô tả: Mỗi DiemDauNoi có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngPP, ngược lại một OngPP có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DiemDauNoi. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_OngPP_DongHoApLuc**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngPP (ống phân phối) và DongHoApLuc (Đồng hồ áp lực)

Mô tả: Mỗi DongHoApLuc có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngPP, ngược lại một OngPP có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DongHoApLuc. Mỗi quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngPP_VanDieuKhien

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngPP (ống phân phối) và VanDieuKhien (Van điều khiển)

Mô tả: Mỗi VanDieuKhien có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngPP, ngược lại một OngPP có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanDieuKhien. Mỗi quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngPP_VanHeThong

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngPP (ống phân phối) và VanHeThong (Van hệ thống)

Mô tả: Mỗi VanHeThong có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngPP, ngược lại một OngPP có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanHeThong. Mỗi quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngDV_DiemDauNoi

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngDV (ống dịch vụ) và DiemDauNoi (Điểm đầu nối)

Mô tả: Mỗi DiemDauNoi có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngDV, ngược lại một OngDV có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DiemDauNoi. Mỗi quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- Relate_OngDV_DongHoDV

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngDV (ống dịch vụ) và DongHoDV (Đồng hồ dịch vụ)

Mô tả: Mỗi DongHoDV có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngDV, ngược lại một OngDV có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều DongHoDV.

Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_OngDV_VanDieuKien**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngDV (ổng dịch vụ) và VanDieuKien (Van điều khiển)

Mô tả: Mỗi VanDieuKien có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngDV, ngược lại một OngDV có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanDieuKien. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

- **Relate_ OngDV _ VanHeThong**

Đây là mối quan hệ giữa hai thực thể OngDV (ổng dịch vụ) và VanHeThong (Van hệ thống)

Mô tả: Mỗi VanHeThong có thể kết nối hoặc không kết nối với một OngDV, ngược lại một OngDV có thể kết nối hoặc không kết nối với một hoặc nhiều VanHeThong. Mối quan hệ giữa hai thực thể này là mối quan hệ 1 – Nhiều. Hai thực thể này tồn tại độc lập nhau.

Thiết lập Domain cho các lớp đối tượng

Bảng 3.3: Danh sách Domain trong CSDL

STT	Tên Domain	Mô tả
1	EnabledDomain	Enabled
2	DomainNhanHieuOng	Nhãn hiệu ổng
3	DomainNhanHieuDongHo	Nhãn hiệu đồng hồ
4	DomainNhanHieuBom	Nhãn hiệu bom
5	DomainNhanHieuVan	Nhãn hiệu van
6	DomainTinhTrang	Tình trạng
7	DomainXuatXu	Xuất xứ
8	DomainVatLieu	Vật liệu

Sau khi xác định được các đối tượng cùng với thuộc tính và các yếu tố đi kèm, tiến hành xây dựng cấu trúc CSDL bằng phần mềm ArcGIS Diagrammer.

Sau khi thiết lập xong mối quan hệ, xuất lược đồ vừa tạo được ra tập tin “MangCapNuoc.XML”.

Kết quả thu được cấu trúc CSDL mạng lưới cấp nước với đầy đủ các đối tượng, mối quan hệ giữa các đối tượng, cùng với các giá trị hạn định.

3.3 Tạo CSDL địa lý (Geodatabase)

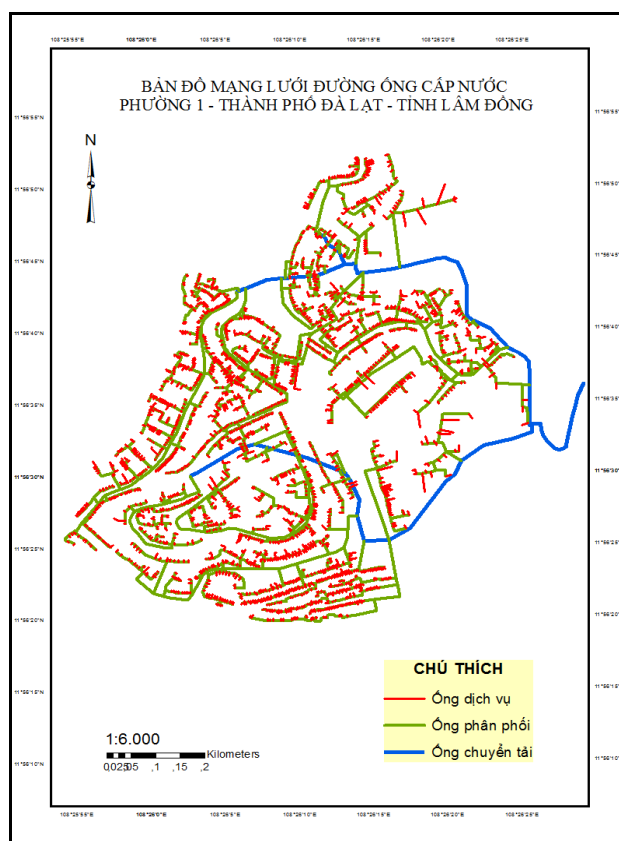
3.3.1 Thu thập, xử lý dữ liệu

3.3.1.1 Dữ liệu đường ống

Đường ống trong mạng lưới cấp nước tại Phường 1 được chia thành ba nhóm đường ống là đường ống chuyển tải, đường ống phân phối và đường ống dịch vụ.

Đường ống chuyển tải có đường kính tối đa là 300 mm, ống phân phối có đường kính từ 250 mm - 150 mm, ống dịch vụ có đường kính từ 150 mm trở xuống.

Do yếu tố địa hình tại Phường 1 tương đối phức tạp, tạo nên mức chênh lệch áp lực khá lớn trong mạng lưới, nên các đường ống được sử dụng chủ yếu là ống thép, gang cho ống chuyển tải, ống sắt, thép cho ống phân phối và ống nhựa PVC cho ống dịch vụ.

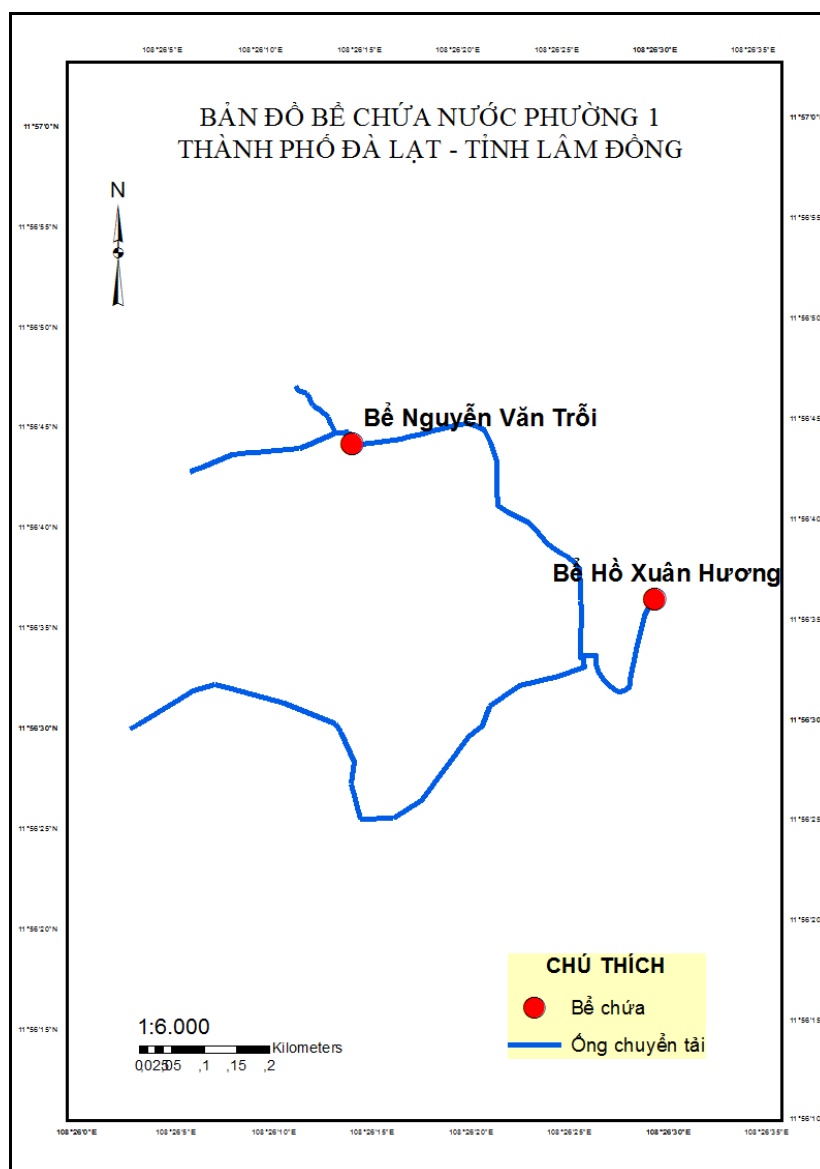


Hình 3.2: Bản đồ mạng lưới đường ống khu vực Phường 1

3.3.1.2 Dữ liệu bể chứa nước

Khu vực Phường 1 có hai bể chứa nước là bể Hồ Xuân Hương và bể Nguyễn Văn Trỗi.

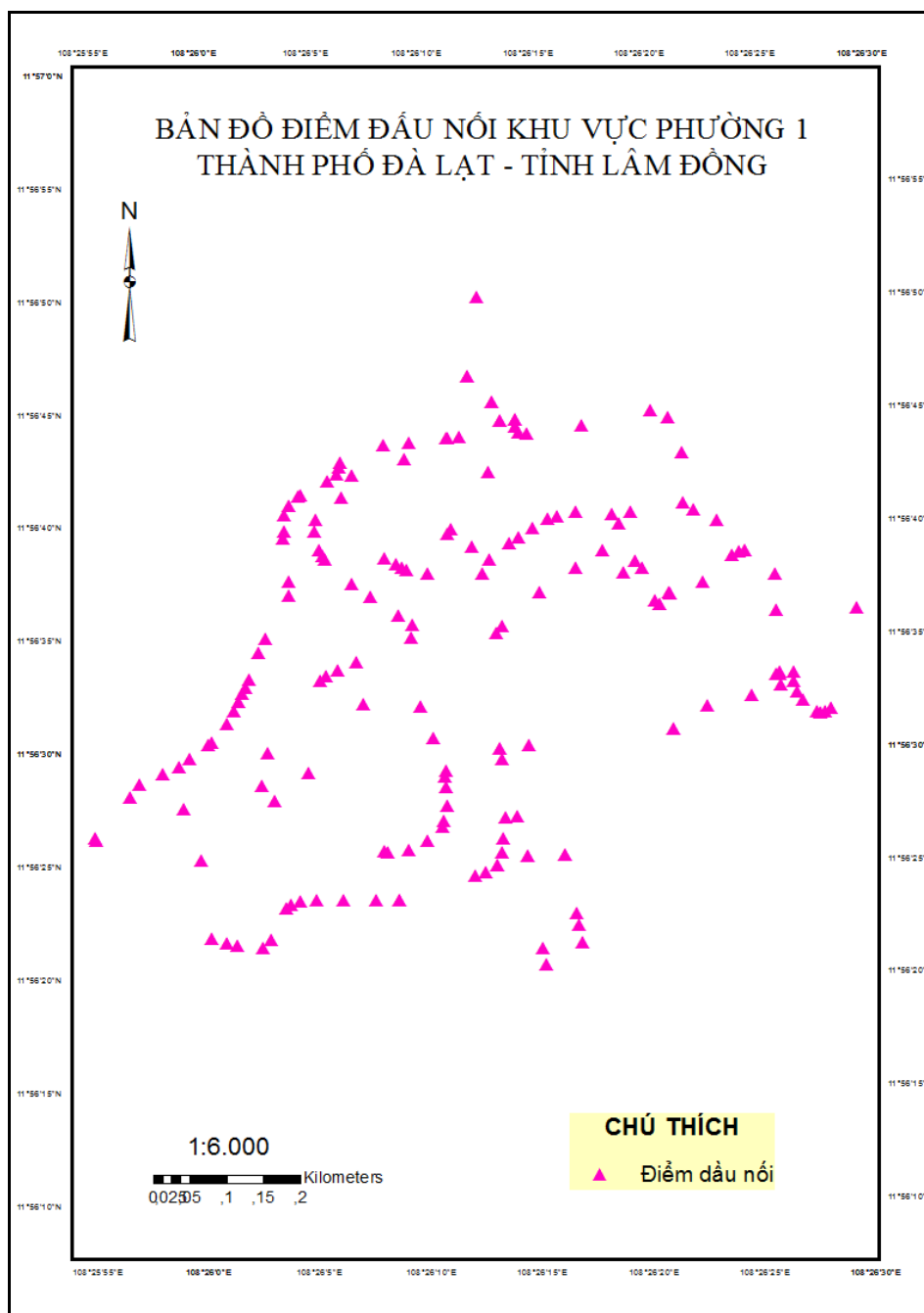
Cả hai bể chứa có dung tích sử dụng lớn, bể Hồ Xuân Hương là 700 cm^3 và bể Nguyễn Văn Trỗi là 500 cm^3 .



Hình 3.3: Bản đồ bể chứa nước khu vực Phường 1

3.3.1.3 Dữ liệu điểm đầu nổi

Do địa hình Phường 1 tương đối phức tạp, nên đường ống thường có nhiều chỗ gấp khúc khá gấp, vì vậy lượng điểm đầu nổi trên mạng lưới tương đối lớn.

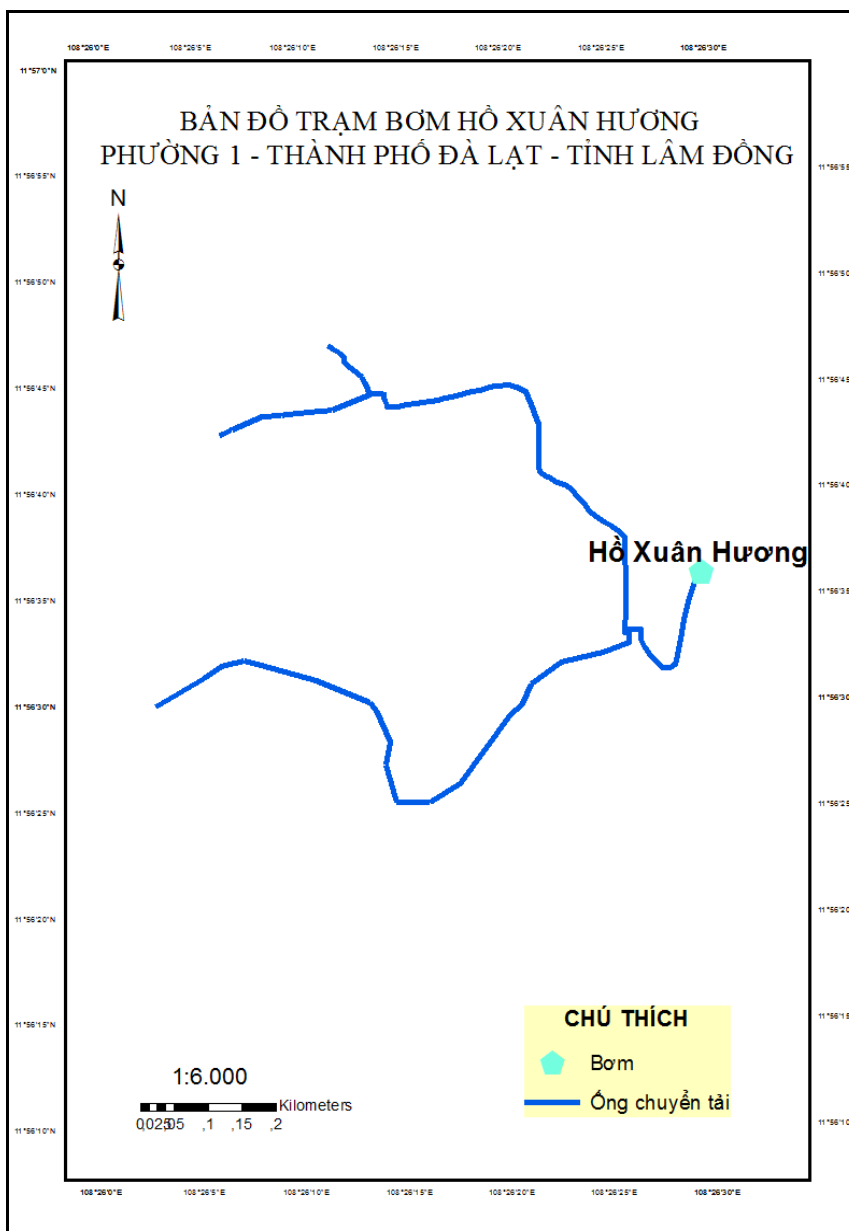


Hình 3.4: Bản đồ điểm đầu nổi khu vực Phường 1

3.3.1.4 Dữ liệu Bơm

Phường 1 có một nhà máy xử lý nước là nhà máy nước Hồ Xuân Hương. Nhà máy sử dụng máy bơm trục ngang phân tầng để đưa nước vào mạng lưới.

Do độ cao của nhà máy nằm ở vị trí trung gian so với độ cao của toàn khu vực, nên máy bơm được nhà máy sử dụng là máy bơm công suất lớn, nhằm đưa nước lên các hộ khách hàng nằm trên đỉnh đồi, có độ cao chênh lệch so với nhà máy khoảng 40 m.

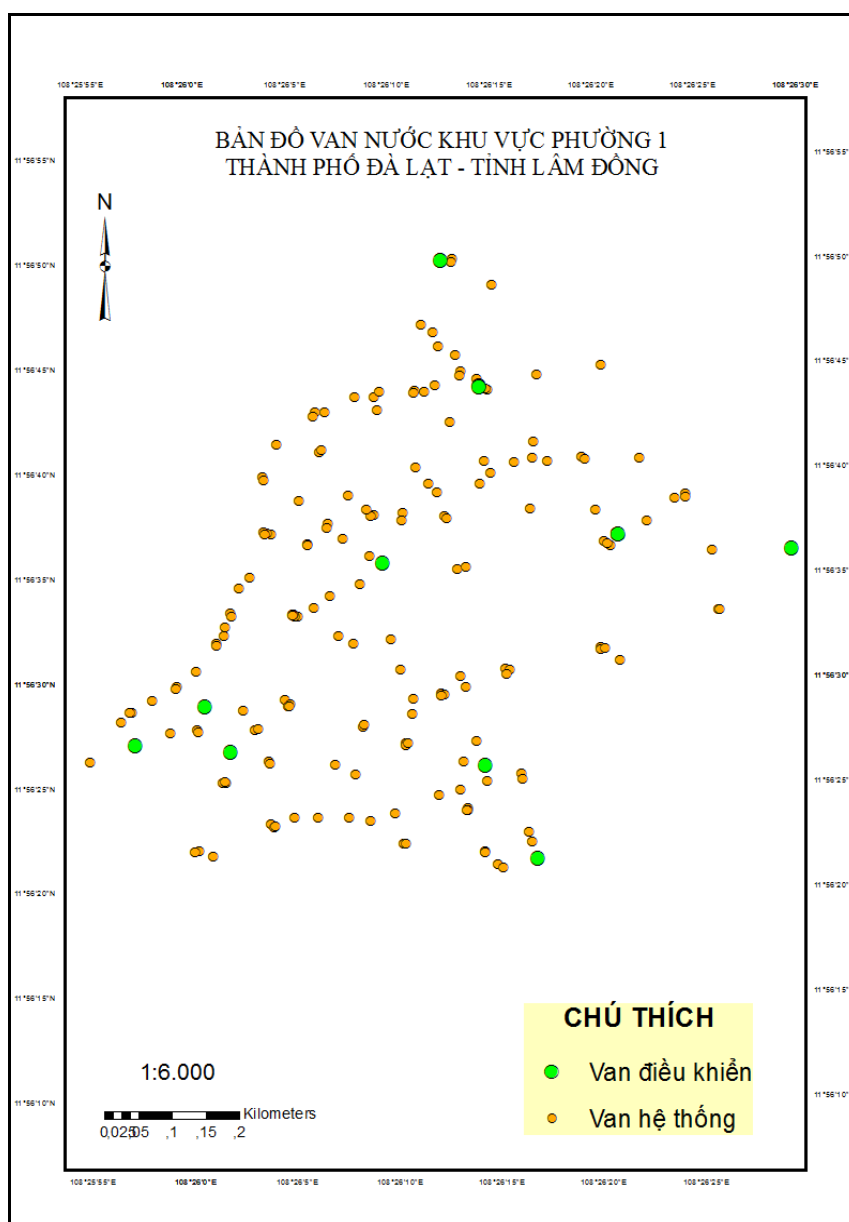


Hình 3.5: Bản đồ trạm bơm nước Hồ Xuân Hương

3.3.1.5 Dữ liệu van

Để điều khiển được mạng lưới cấp nước thì đối tượng van đóng vai trò vô cùng quan trọng. Đối tượng van trong nghiên cứu được chia thành hai nhóm chính là van hệ thống và van điều khiển.

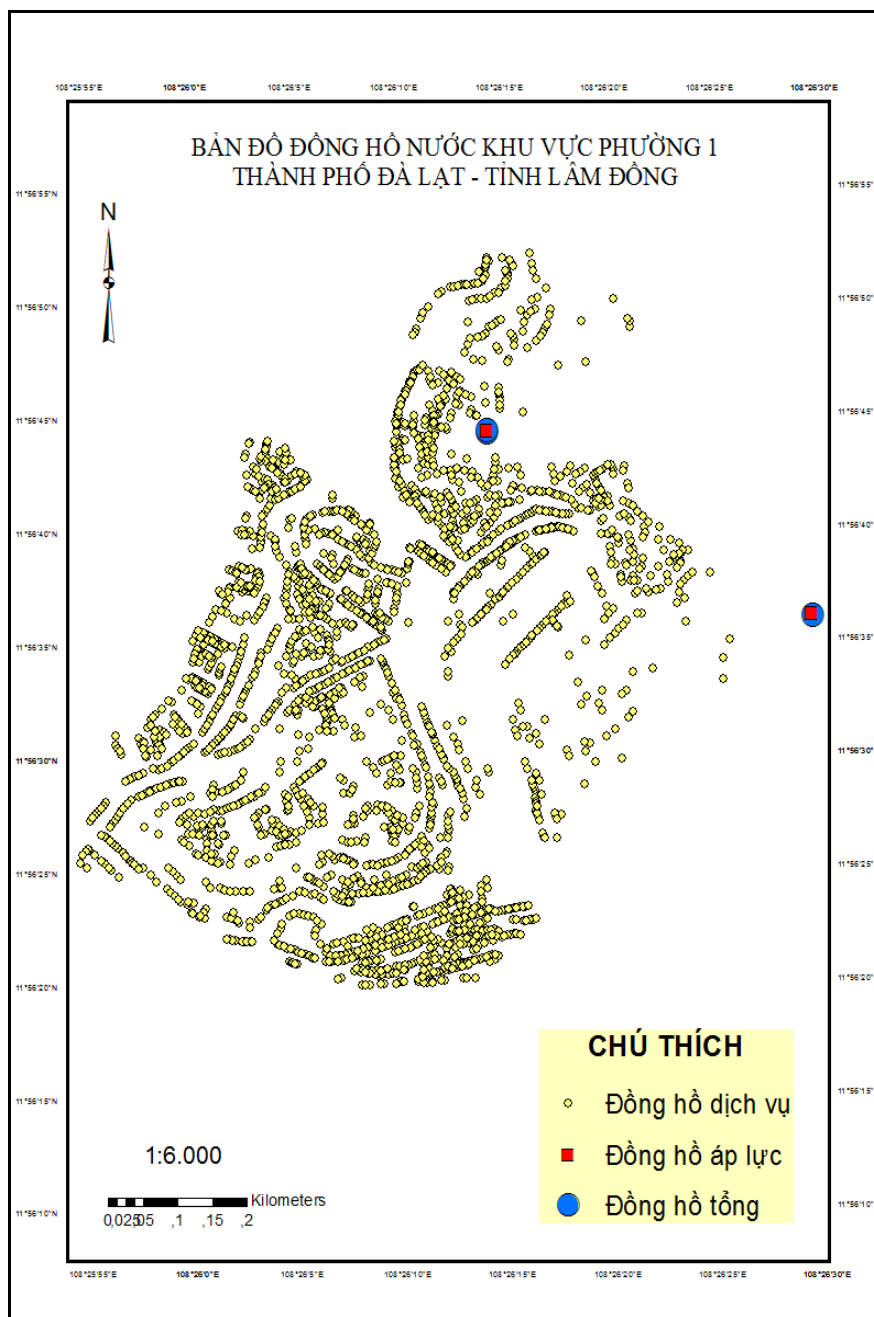
Van hệ thống được dùng để đóng và mở đường ống trên mạng lưới, van điều khiển được dùng để điều chỉnh các yếu tố vật lý bên trong mạng lưới.



Hình 3.6: Bản đồ hệ thống van khu vực Phường 1

3.3.1.6 Dữ liệu đồng hồ

Lớp đồng hồ trong nghiên cứu được phân thành ba loại đồng hồ chính là đồng hồ tổng, đồng hồ áp lực và đồng hồ dịch vụ.



Hình 3.6: Bản đồ đồng hồ khu vực Phường 1

3.3.2 Thiết lập CSDL

Tạo một File Geodatabase là “MangCapNuoc.gdb” trong ArcCatalog, để có không gian chứa cấu trúc CSDL đã tạo vào quản lý.

Sử dụng công cụ chuyên cấu trúc CSDL vừa “MangCapNuoc.xml” vào Geodatabase “MangCapNuoc.gdb”.

Lựa chọn lần lượt các Feature Class và tiến hành đưa dữ liệu đã chuẩn bị vào các trường tương ứng trong Feature Class bằng công cụ Load Data.

Kết quả, thu được CSDL mạng lưới cấp nước và bản đồ mạng lưới cấp nước Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.

3.4 Quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước

Thiết lập Geometric Network cho mạng lưới cấp nước tại Phường 1, dựa trên tất cả các lớp dữ liệu trong CSDL.

Thực hiện quy trình quản lý tài sản thông qua quá trình truy vấn thông tin giữa các đối tượng trong mạng lưới, dựa vào Relationship của các đối tượng. Đồng thời do đặc tính duy trì tính toàn vẹn của Geometric Network nên khi cập nhật, chỉnh sửa bất kỳ đối tượng nào, mạng lưới sẽ tự động điều chỉnh sao cho phù hợp.

Tiến hành định hướng dòng chảy trong mạng lưới. Sau đó, đóng nước tại một van bất kỳ trên mạng lưới, kết quả thu được là các đối tượng bị mất nước trong mạng. Thông qua đó mô phỏng khả năng quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước bằng ArcGIS.

3.5 Tính toán áp lực nước trong mạng lưới

Các công cụ phân tích mạng lưới trong phần mềm ArcMap chỉ giải quyết được một số bài toán đơn giản trong vận hành và quản lý mạng lưới cấp nước. Để vận hành mạng lưới một cách hiệu quả, người quản lý cần nắm rõ các thông số kỹ thuật trong mạng lưới như lưu lượng nước, áp lực nước tại các điểm nút,...

Do đó để vận hành mạng lưới một cách hiệu quả, nghiên cứu tiến hành tích hợp CSDL GIS của mạng lưới cấp nước và phần mềm Bentley WaterGEMS (phần mềm chuyên về cấp thoát nước).

Quy trình thực hiện sử dụng các lớp dữ liệu: bể chứa, bơm, van hệ thống, ống chuyển tải và ống phân phối có đường kính lớn hơn hoặc bằng 150 cm.

Sử dụng công cụ ModelBuilder trong bộ công cụ của Bentley WaterGEMS tích hợp với ArcMap để xây dựng mô hình mạng lưới.

Thiết lập các lớp đối tượng trong mạng lưới, đồng thời ánh xạ các trường thuộc tính vào các trường thuộc tính tương ứng theo WaterGEMS.

Sau khi thiết lập xong các thông số, tiến hành tạo mô hình mạng lưới cấp nước trên nền phần mềm ArcMap.

Để tiến hành đánh giá áp lực nước tại các điểm nút được dễ dàng, xuất mô hình mạng lưới được tạo trong phần mềm ArcMap sang phần mềm WaterGEMS.

Cập nhật các thông tin cần thiết cho từng đối tượng trong mạng lưới.

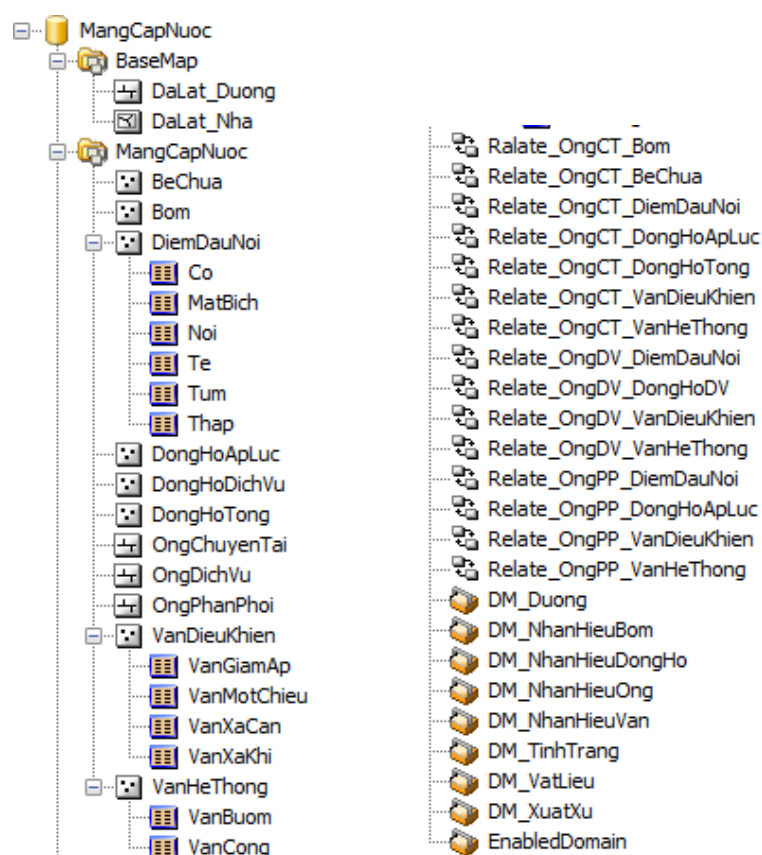
Tiến hành chạy mô hình, áp lực tại các điểm nút trên mạng lưới được thể hiện bằng các màu sắc khác nhau tương ứng với các mức áp lực khác nhau. Áp lực trong mạng lưới được đo bằng đơn vị mH_2O (mét cột nước). Kết quả thu được là bản đồ áp lực nước tại các nút trên mạng.

CHƯƠNG 4

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1 Cấu trúc CSDL mạng lưới cấp nước

Dựa vào nghiên cứu các thông tin thực tế và các thông số kỹ thuật trong quá trình cấp nước. Tiến hành xây dựng cấu trúc, kết quả thu được là cấu trúc dữ liệu được thiết kế trong ArcGIS Diagrammer:



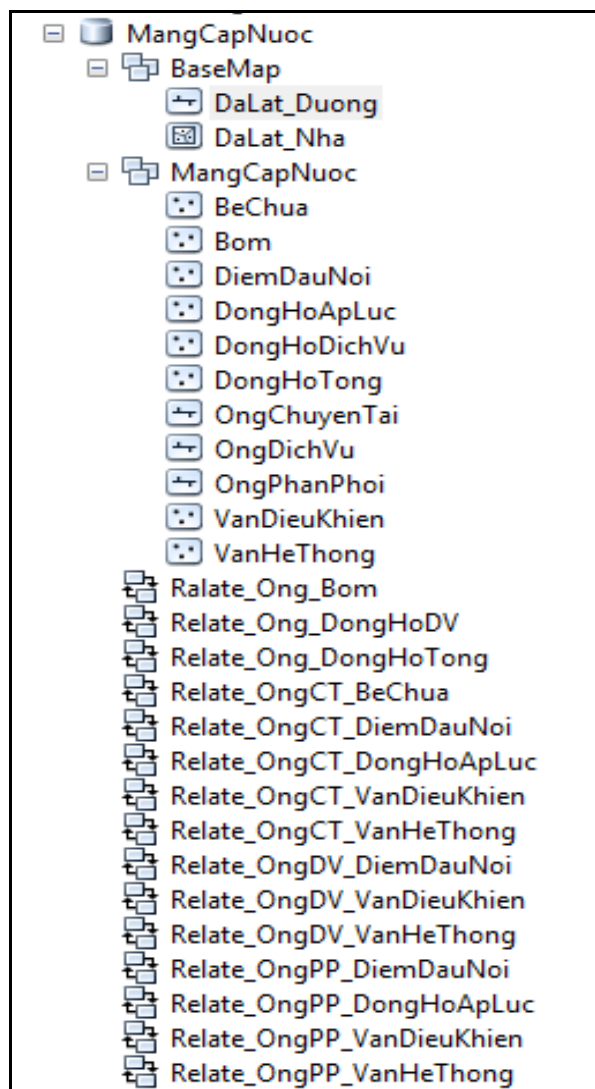
Hình 4.1: Cấu trúc CSDL mạng cấp nước dạng cây phân nhánh

Thiết kế cấu trúc dữ liệu trước khi xây dựng CSDL, giúp người quản lý nắm rõ hơn về đặc điểm của từng đối tượng trong CSDL, tạo điều kiện dễ dàng hơn trong quá trình thay đổi các trường thuộc tính hoặc thiết lập Relationship và Domain.

Xây dựng một cấu trúc chuẩn tạo điều kiện thuận lợi cho việc liên kết các phần mềm khác nhằm giải quyết công việc một cách hiệu quả nhất.

4.2 Cơ sở dữ liệu mạng lưới cấp nước

Sau khi có được cấu trúc dữ liệu chuẩn, tiến hành xây dựng CSDL (Geodatabase) cho mạng lưới cấp nước, CSDL được tạo ra và quản lý trong phần mềm ArcCatalog.

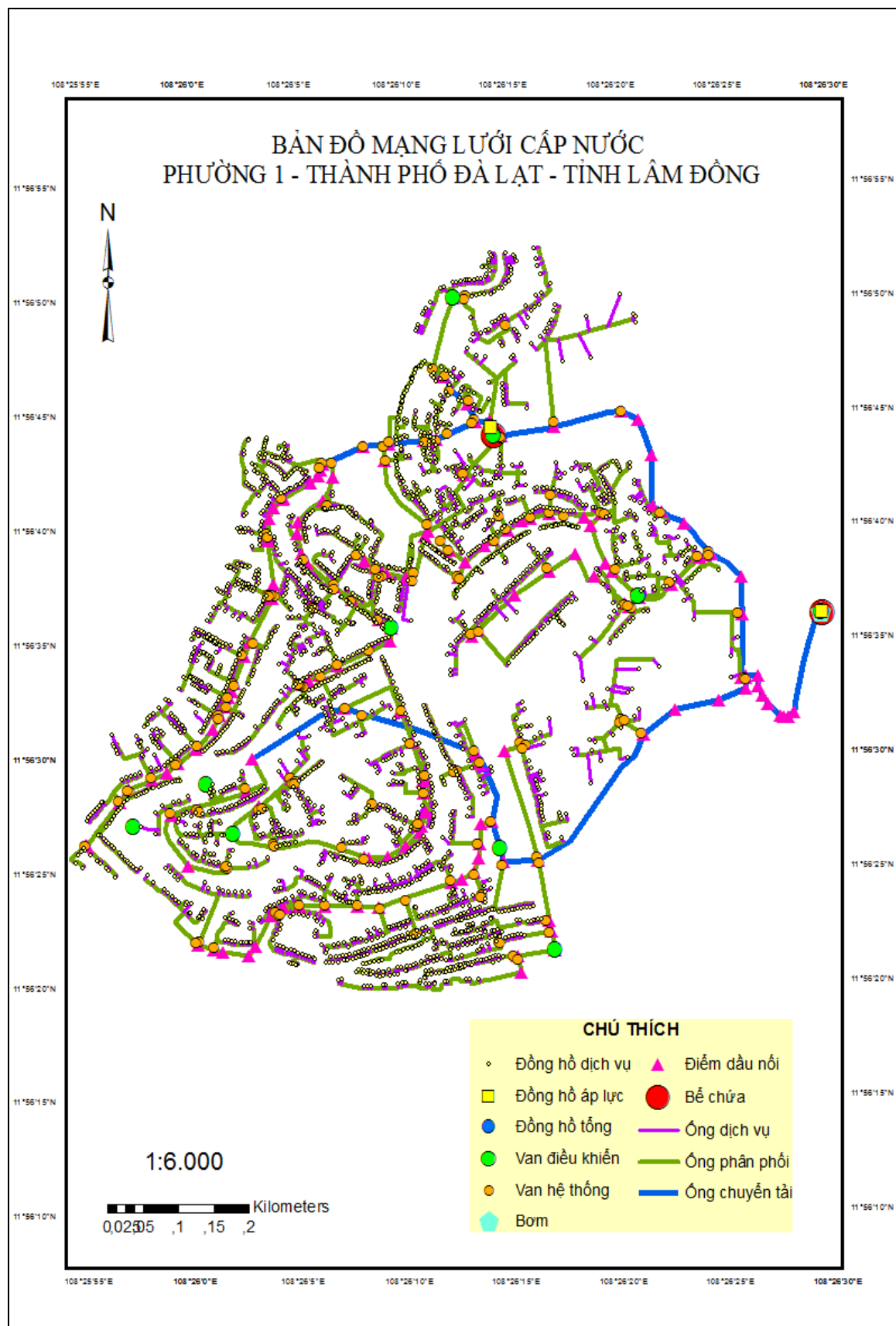


Hình 4.2: CSDL địa lý (Geodatabase) dạng cây phân nhánh

CSDL thể hiện rõ các đối tượng trong mạng lưới cấp nước đồng thời cho thấy mối quan hệ giữa các đối tượng.

CSDL được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho các quy trình quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước.

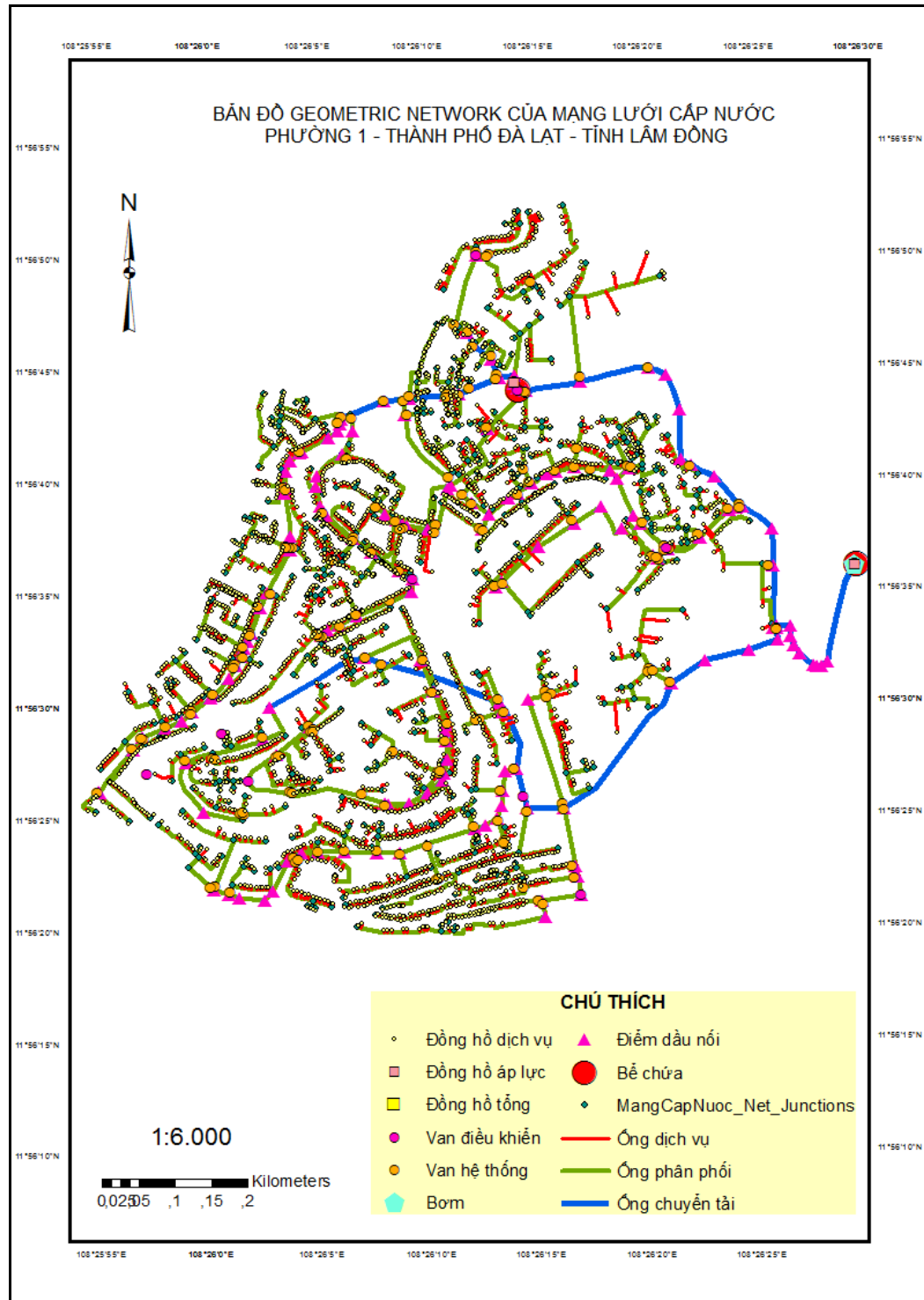
Dựa vào CSDL, thiết lập được bản đồ mạng lưới cấp nước Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.



Hình 4.3. Bản đồ mạng lưới cấp nước khu vực Phường 1

4.3 Quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước

Dựa vào CSDL đã có thiết lập Geometric Network cho tất cả các đối tượng trong CSDL thu được bản đồ Geometric Network cho mạng lưới cấp nước tại Phường 1, Thành phố Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng.



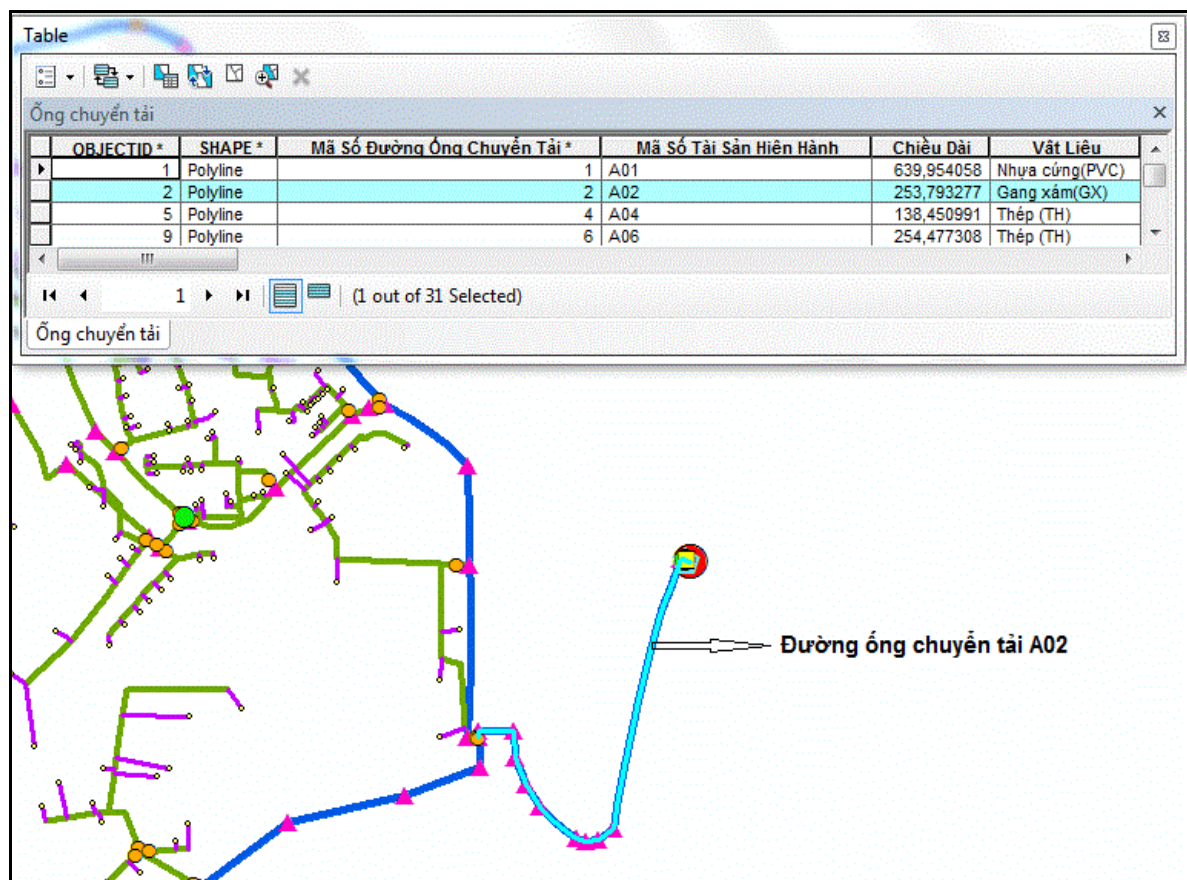
Hình 4.4: Bản đồ Geometric Network 1

4.3.1 Hỗ trợ quản lý tài sản

Khả năng hỗ trợ quản lý tài sản được thể hiện qua hai quy trình, quản lý thông tin tài sản trực tiếp trên phần mềm ArcMap và quản lý thông tin cập nhật, thay đổi sau khi tính toán áp lực trên mạng lưới.

Quản lý thông tin tài sản trực tiếp trên phần mềm ArcMap 10, thu được kết quả các kết quả sau:

Chọn một đường ống chuyển tải trên mạng lưới



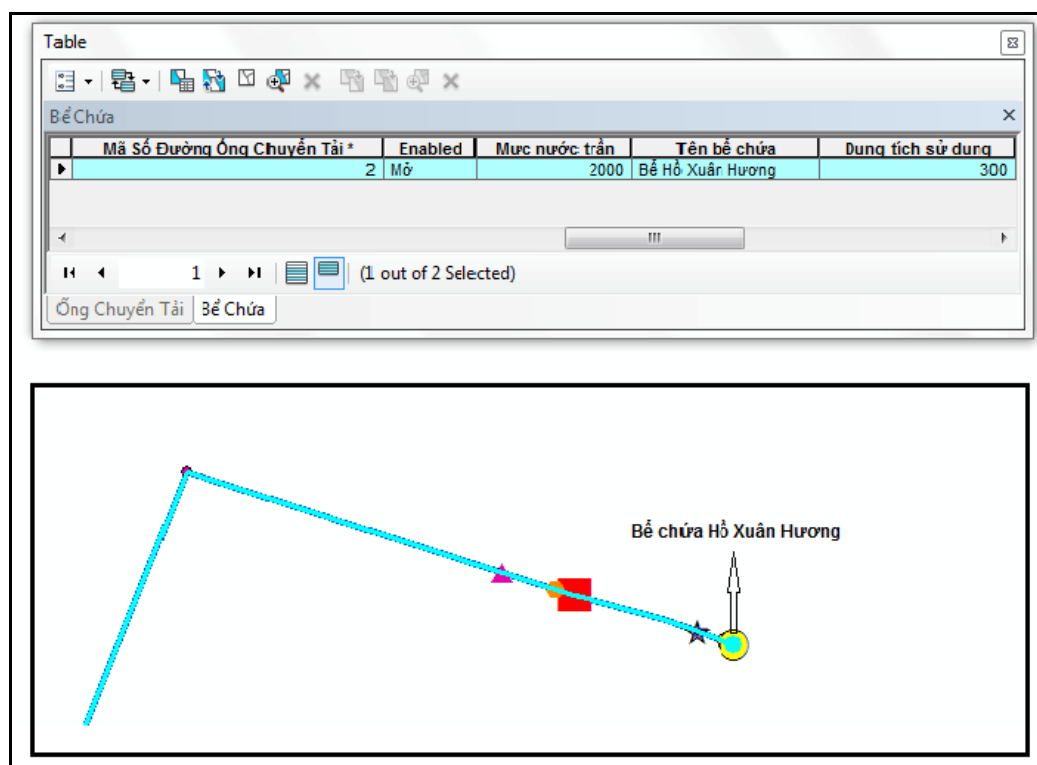
Hình 4.5: Chọn đường ống chuyển tải

Thông qua các mối quan hệ được thiết lập trong cấu trúc CSDL, liên kết được tới các đối tượng khác trong mạng lưới, hỗ trợ quá trình quản lý thông tin tài sản được dễ dàng, nhanh chóng và tích kiệm thời gian.

Tên Tái *	Mã Số Tài Sản Hiện Hành	Chiều Dài	Vật Liệu
1	A01	639,954058	Nhựa cứng(PVC)
2	A02	253,793277	Gang xám(GX)
3	A03	1,512392	Thép (TH)
4	A04	138,450991	Thép (TH)
6	A06	254,477308	Thép (TH)
5	A05	253,793277	Thép (TH)

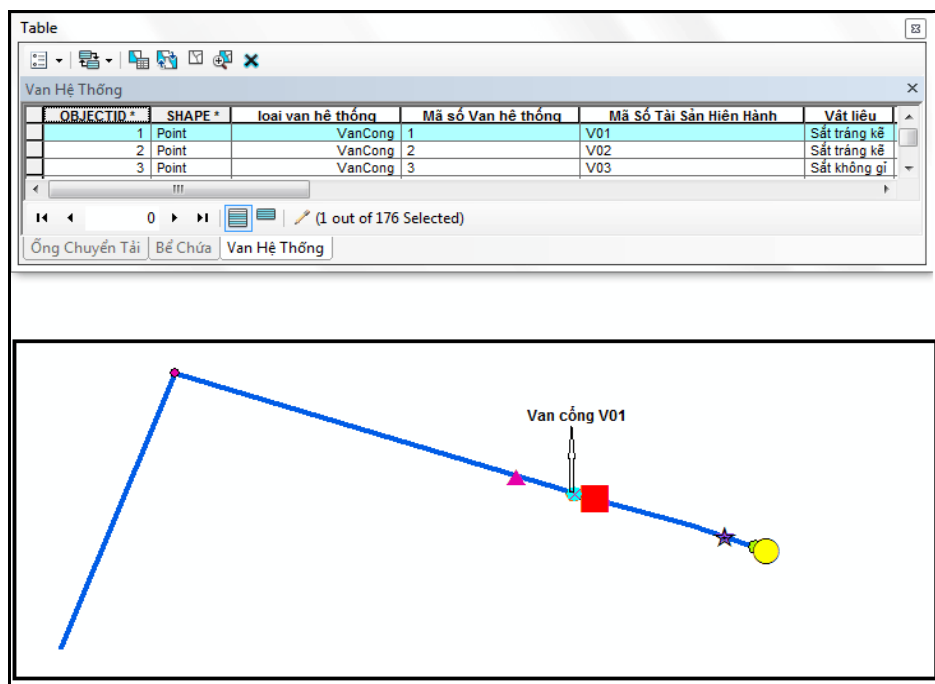
Hình 4.6: Các Relationship của lớp “ Ống chuyển tải”

Đường ống A02 liên kết với bể chứa Hồ Xuân Hương thông qua mã số đường ống là “2”.



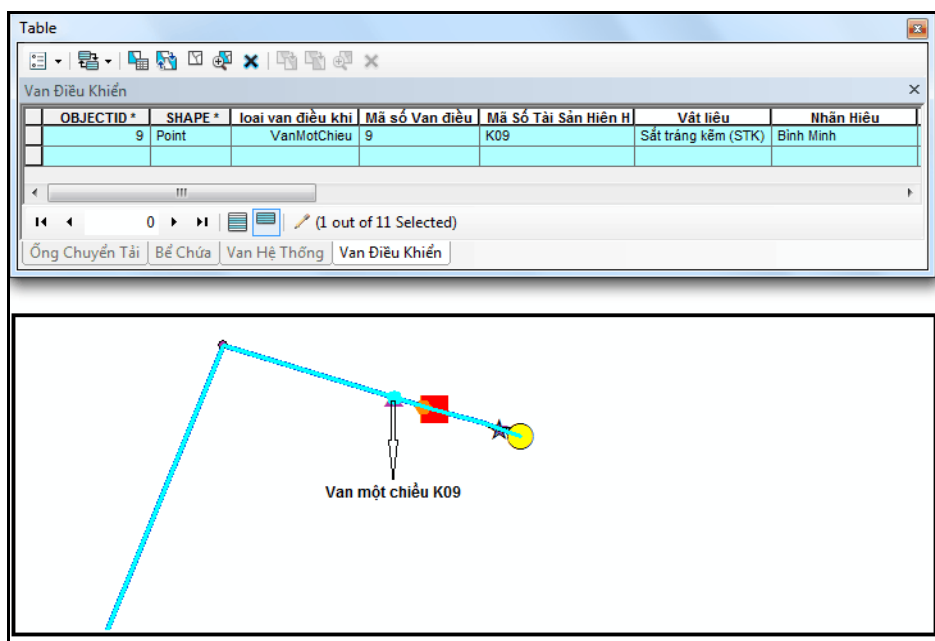
Hình 4.7: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và bể chứa

Van hệ thống nằm trên đường ống A02



Hình 4.8: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và van hệ thống

Van điều khiển nằm trên đường ống A02



Hình 4.9: Kết nối giữa đường ống chuyển tải và van điều khiển

Khả năng liên kết dữ liệu giữa các đối tượng tạo điều kiện thuận lợi cho người quản lý trong việc quản lý, thống kê, truy vấn hoặc cập nhật thông tin dữ liệu. Từ một đối

tượng gốc người quản lý có thể truy tìm các đối tượng được liên kết nó, từ đó quản lý mạng lưới hiệu quả hơn.

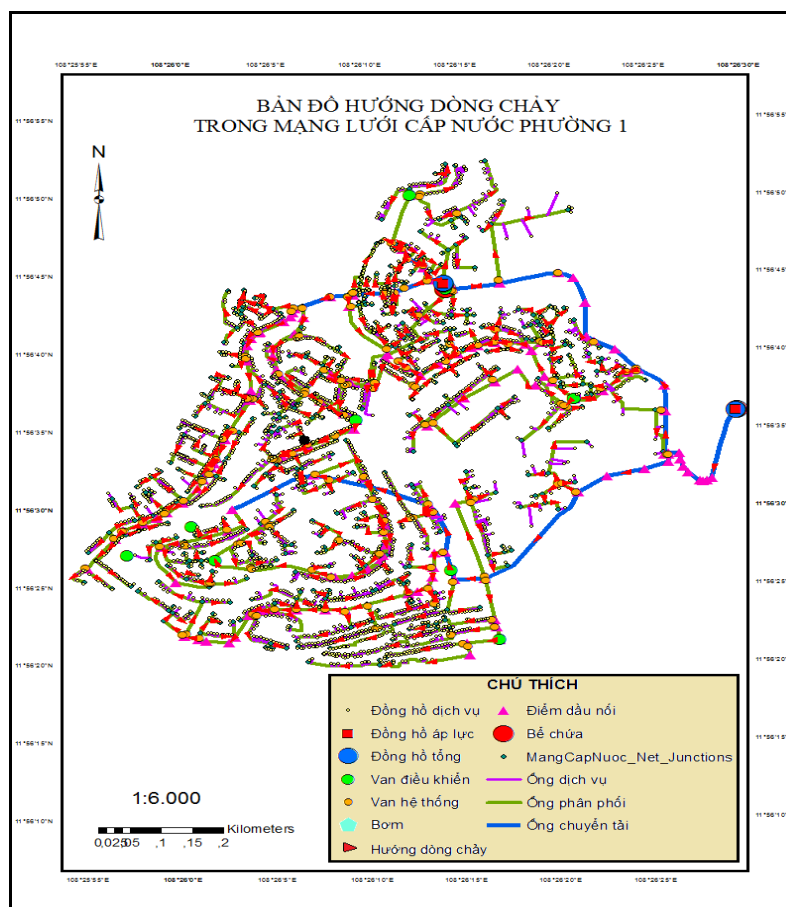
Quy trình quản lý thứ hai được thực hiện sau khi đánh giá các thông số kỹ thuật trong mạng lưới. Sau khi tính toán được các thông số cần thiết, người quản lý tiến hành điều chỉnh các đối tượng trong mạng lưới để đạt được hiệu quả cao nhất trong quá trình phân phối nước.

4.3.2 Quản lý và vận hành mạng lưới

Ngoài khả năng quản lý tài sản, phần mềm ArcGIS còn hỗ trợ các công cụ phục vụ phân tích mạng lưới, đề tài ứng dụng các công cụ này vào một số khâu trong quy trình vận hành mạng lưới cấp nước.

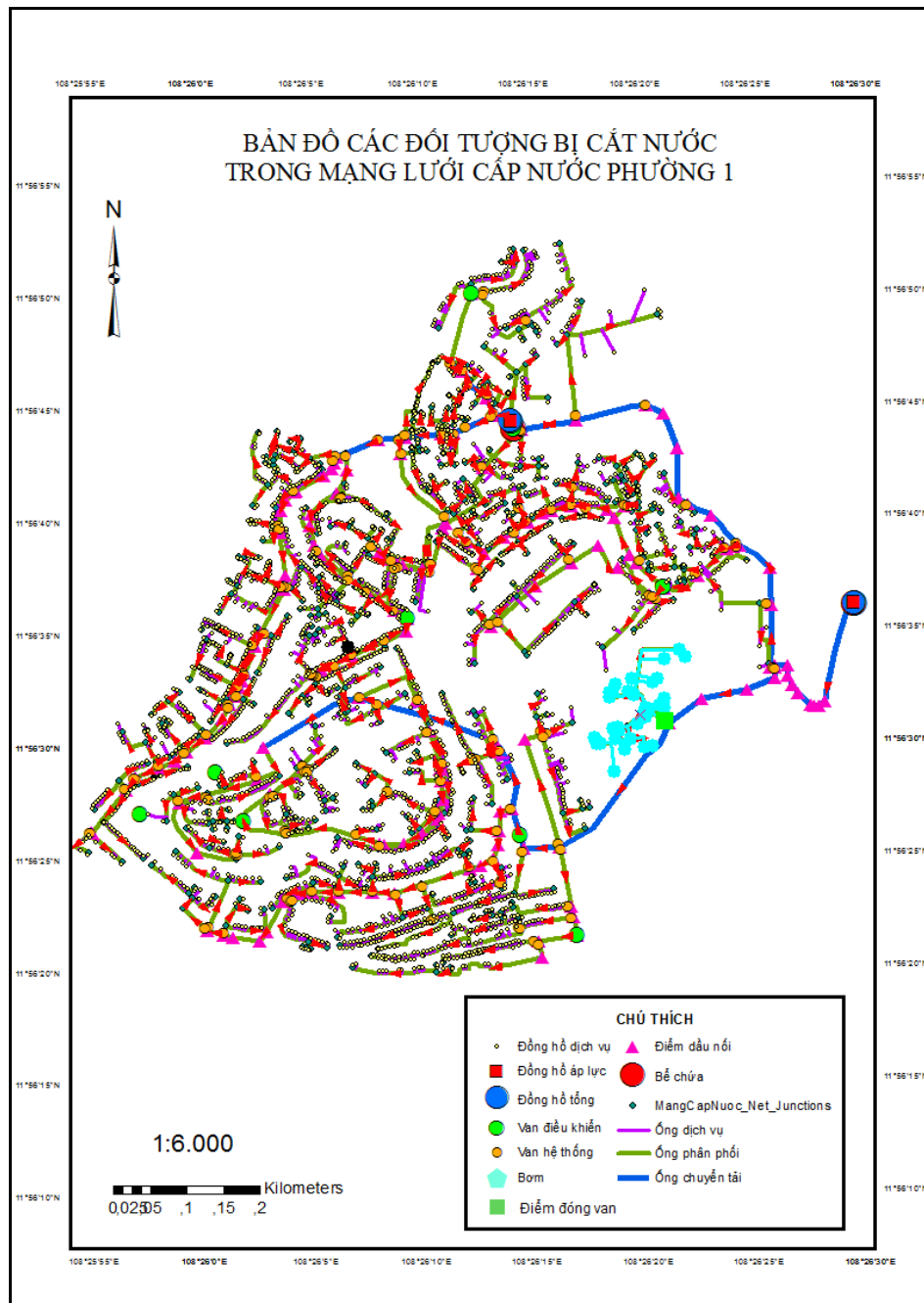
Quá trình quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước được bắt đầu bằng định hướng dòng chảy trong mạng lưới.

Hướng dòng chảy được thiết lập trong mạng lưới và được thể hiện bằng mũi tên màu đỏ



Hình 4.10: Hướng dòng chảy trong mạng lưới

Thực hiện đóng nước tại một van bất kỳ trên mạng lưới, thu được các đối tượng bị mất nước trên mạng. Thông qua các mối quan hệ được thiết lập trong CSDL, người quản lý dễ dàng liên kết các đối tượng bị ảnh hưởng lại với nhau. Kết quả cho thấy khả năng ứng dụng ArcGIS giải quyết một số vấn đề đơn giản trong quá trình cung cấp nước sinh hoạt.



Hình 4.11: Bản đồ các đối tượng bị cắt nước

Từ các đối tượng được lựa chọn, xuất ra kết quả các đường ống và đồng hồ khách hàng nào trong khu vực bị mất nước.

Đường ống phân phối bị mất nước

Table

ỐngPhân Phối

OBJECTID *	SHAPE *	Mã Số Đường Ống Phân Phối *	Mã Số Tài Sản Hiện Hành	Chiều Dài	Vật Liệu
2863	Polyline	16	B016	116,661571	Nhựa cứng (PVC)
2864	Polyline	16	B016	116,661571	Nhựa cứng (PVC)
2865	Polyline	16	B016	116,661571	Nhựa cứng (PVC)
2866	Polyline	16	B016	116,661571	Nhựa cứng (PVC)

1 (4 out of 655 Selected)

ỐngPhân Phối

Hình 4.12: Các đường ống phân phối bị cắt nước

Đường ống dịch vụ bị mất nước

Table

Ống dịch vụ

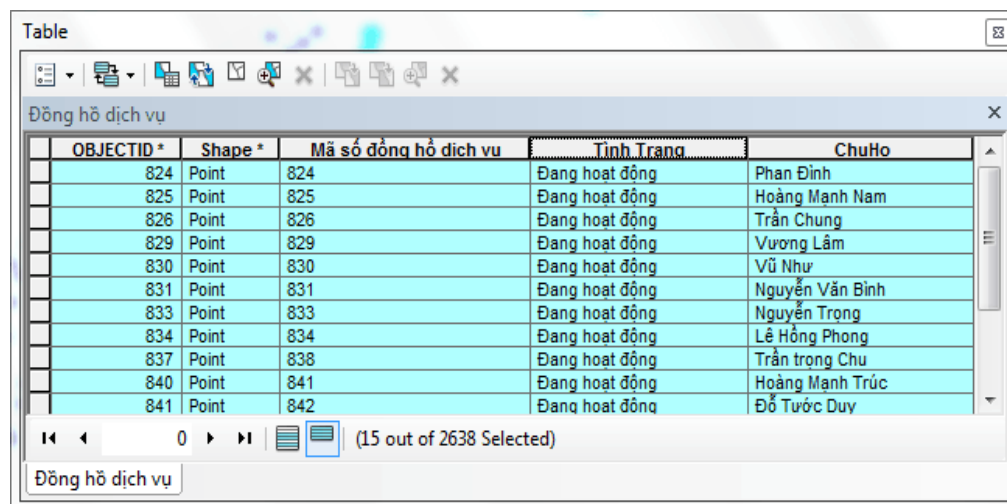
OBJECTID.1 *	Shape *	OBJECTID	IDongDV	MSTSHienHa	ChieuDai	VatLieu
725	Polyline	1594	724		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
729	Polyline	1601	728		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
730	Polyline	1605	729		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
731	Polyline	1607	730		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
732	Polyline	1610	731		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
733	Polyline	1613	732		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
735	Polyline	1616	734		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
736	Polyline	1618	735		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
737	Polyline	1620	736		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
738	Polyline	1621	737		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
739	Polyline	1622	738		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
740	Polyline	1623	739		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
741	Polyline	1624	740		691,009458	Nhựa cứng (PCV)
742	Polyline	1626	741		691,009458	Nhựa cứng (PCV)

0 (15 out of 2587 Selected)

Ống dịch vụ

Hình 4.13: Các đường ống dịch vụ bị cắt nước

Các hộ khách hàng bị mất nước



OBJECTID *	Shape *	Mã số đồng hồ dịch vụ	Tình Trạng	ChuHo
824	Point	824	Đang hoạt động	Phan Đình
825	Point	825	Đang hoạt động	Hoàng Mạnh Nam
826	Point	826	Đang hoạt động	Trần Chung
829	Point	829	Đang hoạt động	Vương Lâm
830	Point	830	Đang hoạt động	Vũ Như
831	Point	831	Đang hoạt động	Nguyễn Văn Bình
833	Point	833	Đang hoạt động	Nguyễn Trọng
834	Point	834	Đang hoạt động	Lê Hồng Phong
837	Point	838	Đang hoạt động	Trần Trọng Chu
840	Point	841	Đang hoạt động	Hoàng Mạnh Trúc
841	Point	842	Đang hoạt động	Đỗ Tuấn Duy

Hình 4.14: Các hộ khách hàng bị cắt nước

Kết quả thu được tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình cô lập, duy tu, bảo dưỡng, vận hành mạng lưới cấp nước, đồng thời dễ dàng quản lý, thông báo cho khách hàng trong khu vực khi có sự cố xảy ra.

4.4 Áp lực nước trong mạng lưới

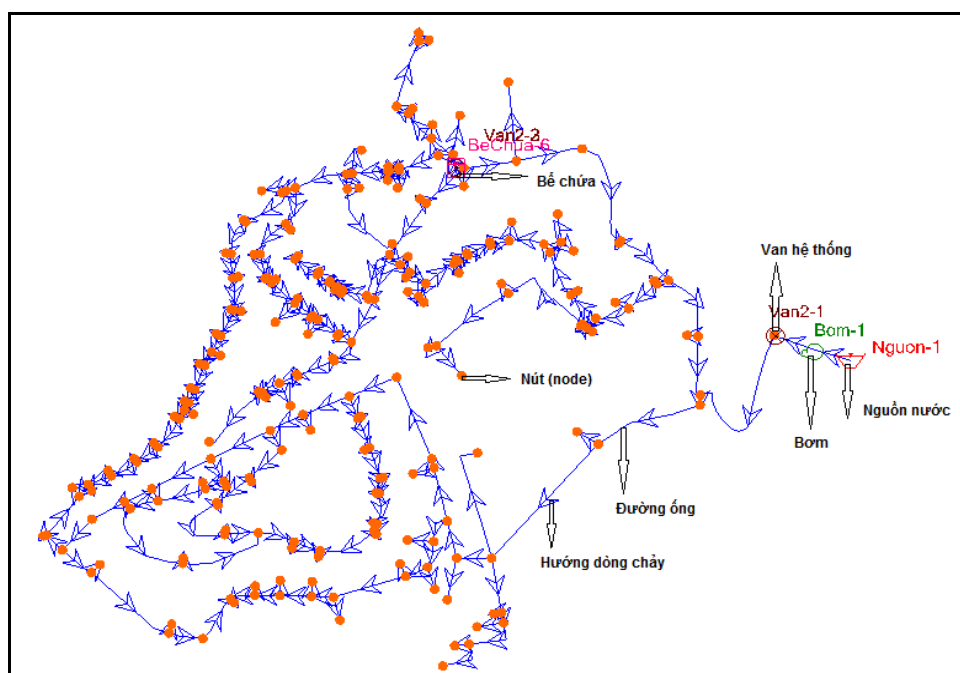
Quá trình kết hợp giữa ArcGIS và WaterGEMS đem lại cho người quản lý nhiều điều kiện thuận lợi trong việc thiết lập và vận hành mô hình mạng lưới cấp nước.

Phần mềm Bentley WaterGEMS trợ giúp người quản lý tính toán, điều chỉnh, thiết lập các thông số thủy lực, nhằm vận hành mạng lưới một cách hiệu quả nhất. Sau khi tính toán cân bằng các yếu tố thủy lực trong mạng lưới, nếu cần cập nhật, thay đổi hoặc điều chỉnh các đối tượng trong mạng lưới về thông tin thuộc tính hoặc vị trí không gian, thì việc ứng dụng phần mềm ArcGIS là phương pháp hiệu quả nhất.

Sử dụng công cụ WaterGEMS for ArcMap thành lập mô hình mạng lưới cấp nước trên phần mềm ArcMap. Mô hình được thiết lập trên phần mềm ArcMap, giúp việc hiệu chỉnh, sửa chữa, cập nhật thêm các thông số kỹ thuật, dễ dàng hơn.

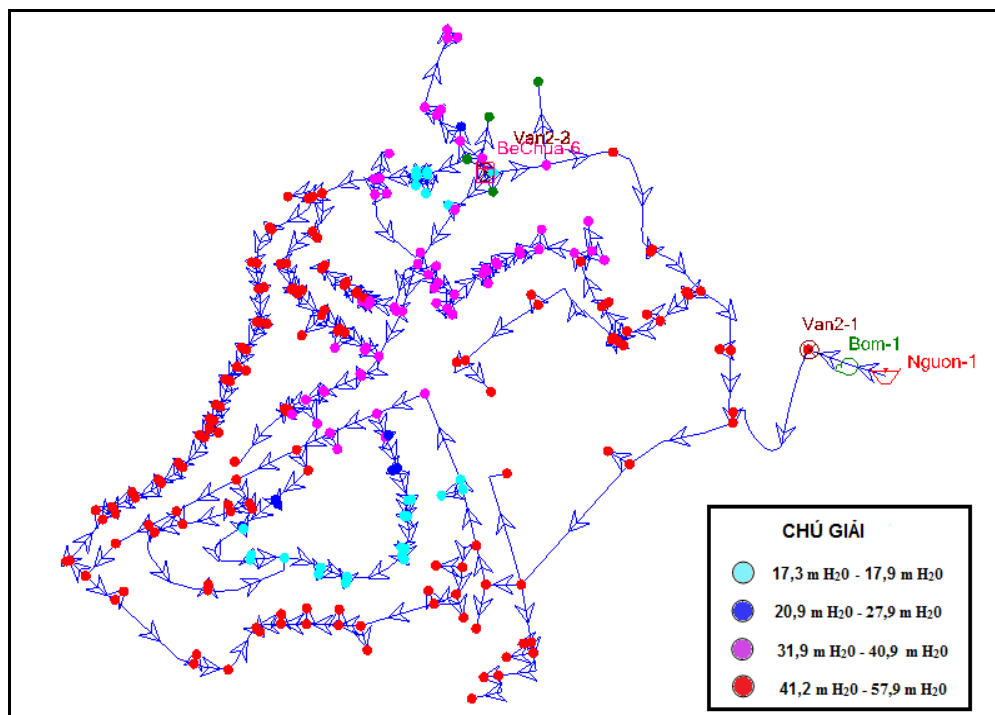
Mô hình sau khi xây dựng được đưa vào phần mềm Bentley WaterGEMS, để thuận tiện hơn trong quá trình tính toán áp lực tại các nút trong mạng lưới. Từ mô hình, thấy được hướng dòng chảy trong mạng lưới, do hướng dòng chảy được thiết lập dựa trên

CSDL độ cao nên sẽ chính xác hơn hướng dòng chảy được xác định riêng bằng phần mềm ArcMap.



Hình 4.15: Mô hình mạng lưới cấp nước trong phần mềm Bentley WaterGEMS

Kết quả sau khi chạy mô hình tính toán áp lực, thu được thông số áp lực tại từng điểm nút trên mạng lưới, mỗi mức độ áp lực sẽ được thể hiện bằng các màu khác nhau.



Hình 4.16: Áp lực nước tại các nút trong mạng lưới cấp nước

Áp lực nước tại các điểm nút trên mạng lưới chênh lệch nhau khá lớn, do địa hình Phường 1 tương đối phức tạp, gồm các vùng đồi với độ cao trung bình là 1500 m và vùng thung lũng là 1475 m.

Áp lực tại các nút trên đồi khá thấp từ 17,7 tới 17,9 m H₂O, trong khi đó các nút tại vùng thung lũng là 56,8 tới 57,2 m H₂O.

Do Thành phố Đà Lạt có địa hình cao 1500 m so với mực nước biển, vì vậy mạng lưới cấp nước của Thành phố được xây dựng để chịu mức áp lực trung bình là 30 mH₂O, áp lực này lớn hơn nhiều so với các vùng đồng bằng là 10 mH₂O.

Chính vì áp lực nước chênh lệch nhau tương đối lớn, đòi hỏi người quản lý phải liên tục cập nhật thông tin về số lượng khách hàng, cơ sở hạ tầng của mạng lưới, nhằm phân phối nước sao cho hợp lý nhất, đáp ứng đầy đủ nhu cầu dùng nước của khách hàng.

Kết quả kết hợp giữa hai phần mềm ArcGIS và phần mềm Bentley WaterGEMS, đã thể hiện rõ nét tầm quan trọng của CSDL chuẩn. Người quản lý dễ dàng liên kết các phần mềm khác nhau cùng sử dụng CSDL này, nhằm giải quyết các sự cố trong quá trình vận hành mạng lưới cấp nước một cách hiệu quả nhất.

CHƯƠNG 5

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

5.1 Kết luận

Hiện nay hệ thống thông tin địa lý đang được ứng dụng trên nhiều lĩnh vực. Tích hợp GIS và các phần mềm khác làm tăng tính hiệu quả và độ tin cậy, hỗ trợ cho việc ra quyết định trong vận hành và quản lý.

Nghiên cứu đã áp dụng hệ thống thông tin địa lý GIS kết hợp với hai phần mềm ArcGIS Diagrammer (phần mềm chuyên về thiết kế cấu trúc dữ liệu) và Bentley WaterGEMS (phần mềm chuyên về cấp thoát nước), cho ra các kết quả sau:

- Tạo lập được CSDL của mạng lưới cấp nước Phường 1, Thành phố Đà Lạt, phục vụ quá trình quản lý tài sản của nhà máy nước Đà Lạt, đồng thời tạo cơ sở để thiết kế Geometric Network và tiến hành các bài toán đơn giản trong vận hành mạng lưới cấp nước là quản lý các quá trình cắt nước và tính toán áp lực nước trong mạng lưới.
- Kết quả thống kê tài sản và kết quả mô phỏng quá trình cắt nước bằng bộ công cụ phân tích mạng lưới của phần mềm AcrMap, thể hiện khả năng kết hợp giữa quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước, bằng phần mềm ArcGIS dựa trên một CSDL chuẩn.
- Hiện thị kết quả đo áp lực nước tại các điểm nút trong mạng lưới, thể hiện khả năng kết hợp giữa phần mềm ArcGIS và phần mềm Bentley WaterGEMS, trong quản lý và vận hành mạng lưới cấp nước dựa trên CSDL chuẩn.

5.2 Hạn chế của đề tài

Do hạn chế về thời gian (3 tháng) và nguồn nhân lực nên đề tài có một số hạn chế:

Chỉ xây dựng CSDL trên một số đối tượng chính của mạng lưới cấp nước là ống chuyển tải, ống phân phối, ống dịch vụ, van hệ thống, van điều khiển, bơm, bể chứa, điểm đầu nối, đồng hồ áp lực, đồng hồ tổng, đồng hồ dịch vụ. Một số đối tượng chưa được thiết lập trong mạng lưới như trụ cứu hỏa, đài khởi thủy,...

Phạm vi đề tài chỉ áp dụng cho Phường 1 của Thành phố Đà Lạt.

Sử dụng CSDL để giải quyết hai bài toán đơn giản trong vận hành mạng lưới cấp nước là cắt nước và tính toán áp lực trên mạng lưới.

5.3 Đề xuất

Nghiên cứu thêm để xây dựng cấu trúc CSDL hoàn chỉnh bao gồm tất cả các đối tượng tham gia trong mạng lưới cấp nước.

Thực hiện nghiên cứu và xây dựng CSDL cho các địa phương còn lại, hỗ trợ việc quản lý tài sản và vận hành mạng lưới cấp nước được hiệu quả và hoàn thiện hơn.

Nghiên cứu thêm về khả năng tích hợp giữa hai phần mềm ArcGIS và Bentley WaterGEMS, nhằm giải quyết được nhiều sự cố trong quá trình vận hành mạng lưới cấp nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng việt

1. Cục thống kê Lâm Đồng, 2010. *Niên giám thống kê Lâm Đồng năm 2010*.
2. Hội cấp thoát nước Việt Nam (VWSA), 2005. *Vận hành và bảo dưỡng hệ thống cấp nước*.
3. Đặng Văn Đức, 2001. *Hệ thống thông tin địa lý*. NXB Khoa học và Kỹ Thuật Hà Nội.
4. Lê Văn Dực, 2008. *Tích hợp công nghệ thông tin địa lý và mô hình toán thủy lực - hydgis để quản lý một mạng lưới cấp nước Thành phố lớn*. Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.
5. Nhà máy nước Lâm Đồng, 2009. *Thống kê nhà máy nước Đà Lạt 2009*.
6. Nguyễn Việt Hùng, 2002. *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS của Esri và mô hình dữ liệu Dan-Vand trong lĩnh vực cấp nước sạch*. Đại học Công Nghệ – Trường Đại học quốc gia Hà Nội.
7. Nguyễn Kim Lợi, Trần Thống Nhất, 2007. *Hệ Thống Thông Tin Địa Lý. Phần mềm ArcView 3.3*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, THÀNH PHỐ.HCM.
8. Vũ Thị Nga và ctv, 2000. *Giáo trình cấp nước*. Trường trung học xây dựng công trình đô thị. NXB Xây dựng Hà Nội.
9. Trần Thanh Dũng, 2005. *Nghiên cứu mở rộng hệ thống cấp nước của Thành phố Đà Nẵng đến năm 2040*. Đại học Đà Nẵng.

Tiếng anh

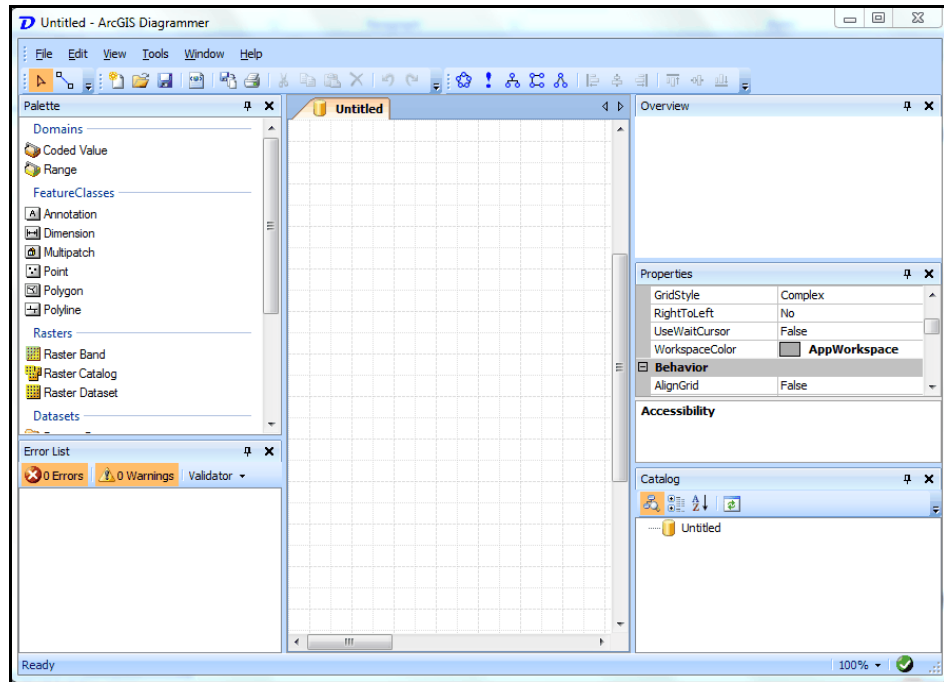
1. Adrian.M.D, Foster.J, 2002. *Protecting water supply quality – decision support using geographical information systems (GIS)*. School of Geography, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, UK.
2. Burrough, P.A., 1986. *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. Monographs on Soil and Resources Survey No. 12, Oxford Science Publications, New York.

3. Guth.N and Klingel.P, 2012. *Demand Allocation in Water Distribution Network Modelling – A GIS-Based Approach Using Voronoi Diagrams with Constraint*. Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Water and River Basin Management, Germany.
4. Mohan.S and Vairavamoorthy.K, 2004. *Development of GIS based contamination risk assessment in water distribution systems*. Loughborough University and at IIT Madras.
5. Smith, N. 1987. *Academic War Over the Field of Geography: The Elimination of Geography at Harvard*. Annals of the Association of American Geographers.
6. Tamasauskas.T, 2000. *Using GIS in water supply and sewer modelling and management*. DHI Water and Environment.
7. Tremblay A. Thomas, Paull, J. Gene, Rodgers, W. Robert, Wermund, E. G., 1994. *GIS Database for Water Management on the Rio Grande Delta Plain*, USGS.
8. Walski, T. M.; Chase, D. V.; Savic, D. A.; Grayman, W.; Beckwith, S. & Koelle, 2003. *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Haestad Press, ISBN 0-9714141-2-2, Waterbury, USA.

PHỤ LỤC

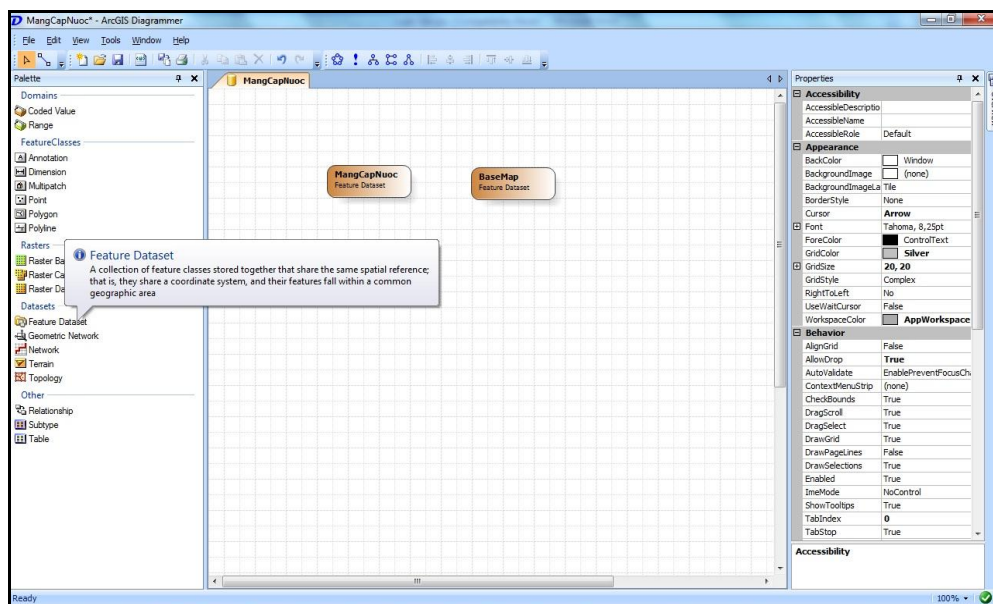
1. Phụ lục 1: Hướng dẫn thiết kế cấu trúc CSDL bằng phần mềm ArcGIS Diagrammer

Cấu trúc cơ sở dữ liệu được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS Diagrammer.



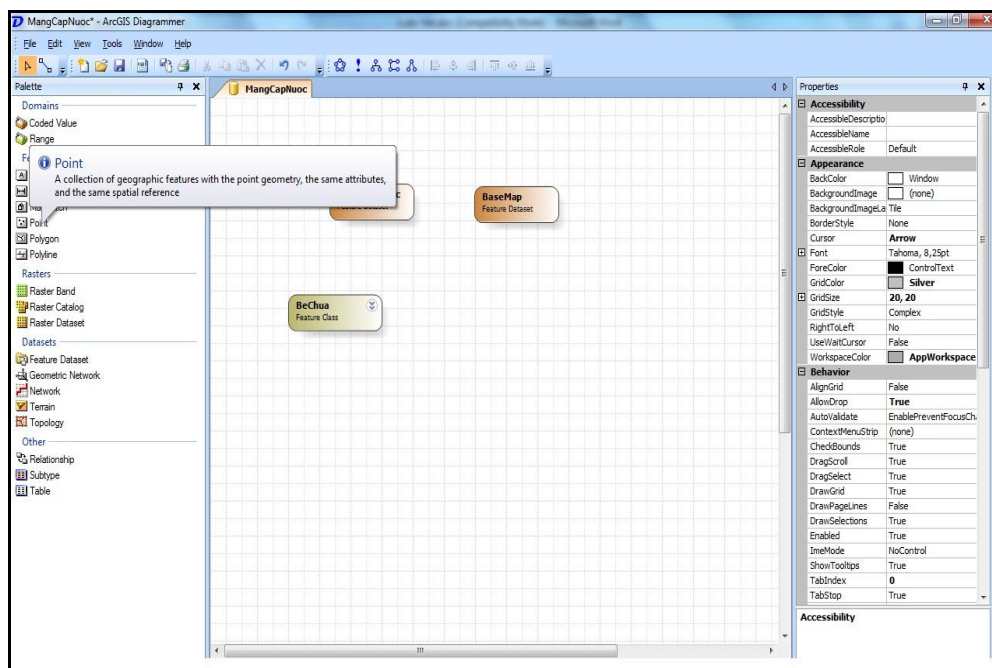
Giao diện phần mềm ArcGIS Diagrammer

Tạo hai Feature Dataset là MangCapNuoc và BaseMap bằng công cụ Feature Dataset



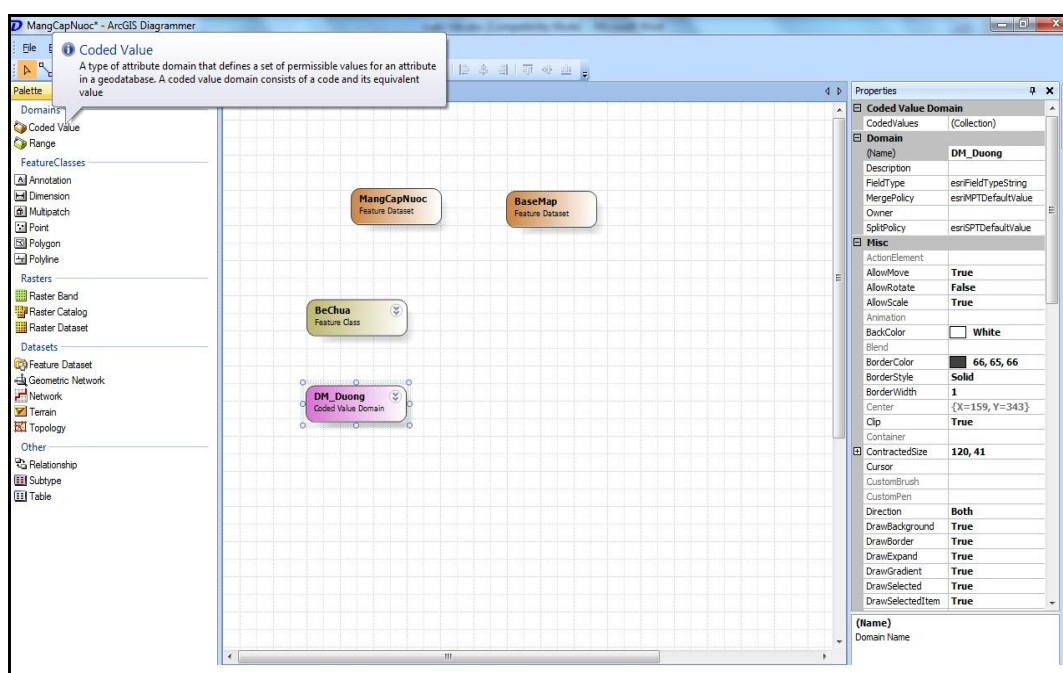
Công cụ tạo Feature Dataset

Tạo các lớp đối tượng trong mạng lưới bằng công cụ trong ô Feature Class, tùy theo loại hình học của mỗi đối tượng là điểm, đường hay vùng mà chọn các công cụ tương ứng. Cập nhật trường thuộc tính cho từng đối tượng.



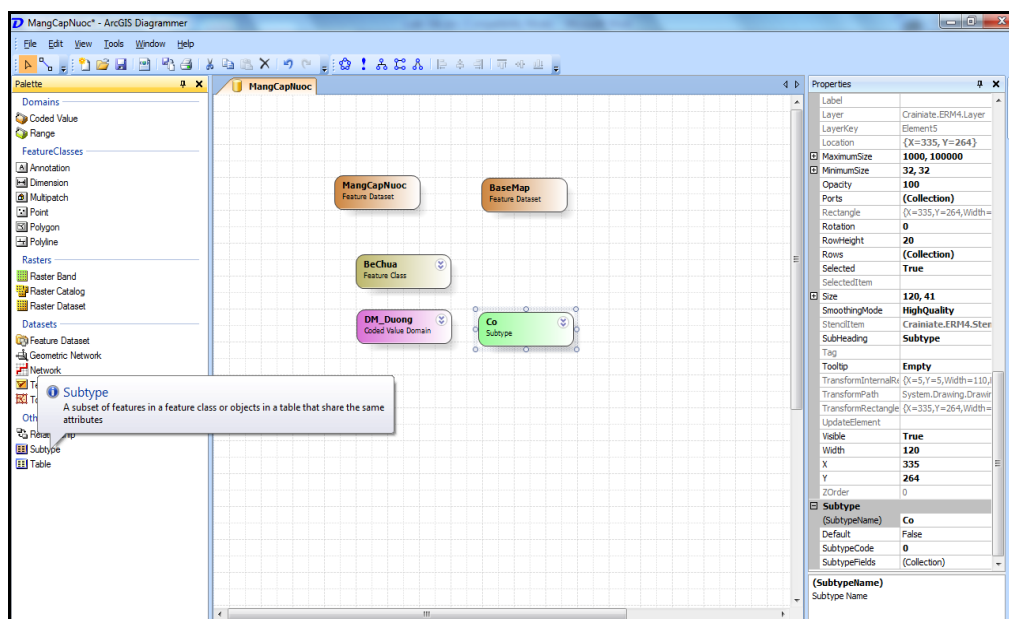
Công cụ tạo Feature Class

Tạo Domain bằng công cụ Domain. Cập nhật các giá trị cho lớp Domain và quy định trường liên kết với Domain trong Feature Class tương ứng.



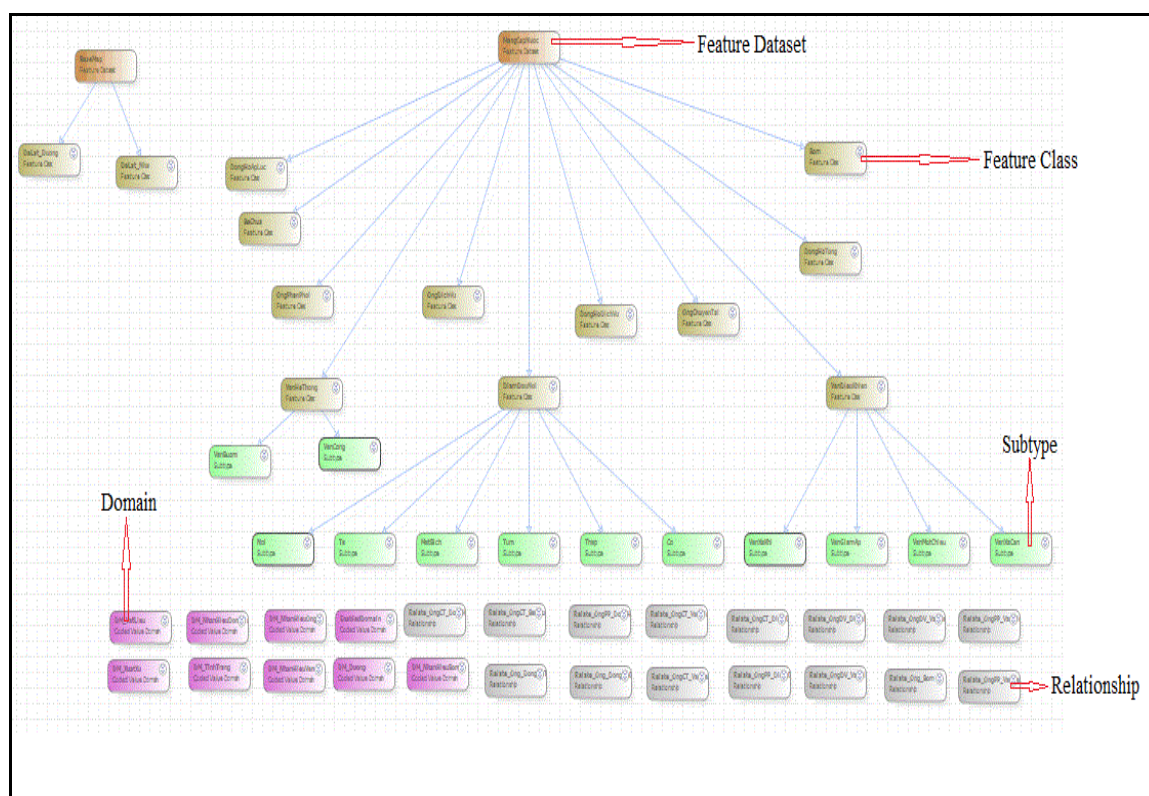
Công cụ tạo Domain

Tạo Subtype bằng công cụ Subtype trong nhóm Other và quy định trường có kiểu phụ trong Feature Class tương ứng.



Công cụ tạo Subtype

Kết nối các Feature Class với Feature Dataset và các Subtype với Feature Class tương ứng.



Sơ đồ liên kết các đối tượng trong cấu trúc dữ liệu

Thiết lập mối quan hệ cho các Feature Class

Relationship Class	
BackwardPathLabel	Nằm trên
Cardinality	esriRelCardinalityOneToMany
ClassKey	esriRelClassKeyUndefined
DestinationClassName	BeChua
DestinationForeign	(None)
DestinationPrimary	(None)
ForwardPathLabel	Đi qua
IsComposite	False
IsReflexive	False
KeyType	esriRelKeyTypeSingle
Notification	esriRelNotificationNone
OriginClassName	OngChuyenTai
OriginForeign	IDongCT
OriginPrimary	IDongCT
RelationshipRules	(Collection)

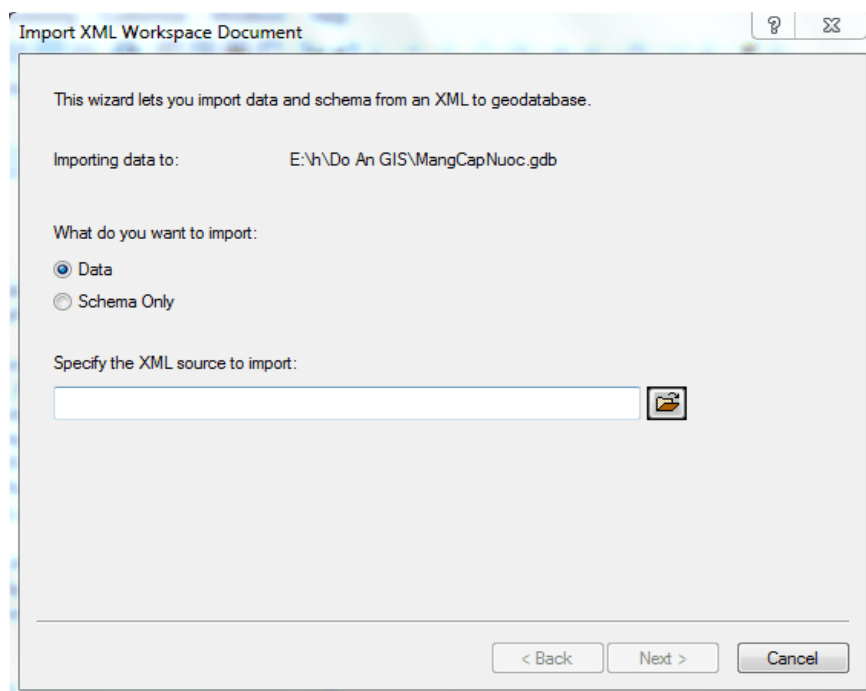
Các thuộc tính trong thiết lập Relationship

Sau khi thiết lập xong Relationship, thu được cấu trúc dữ liệu hoàn chỉnh.

2. Phụ lục 2: Tạo CSDL bằng phần mềm ArcCatalog

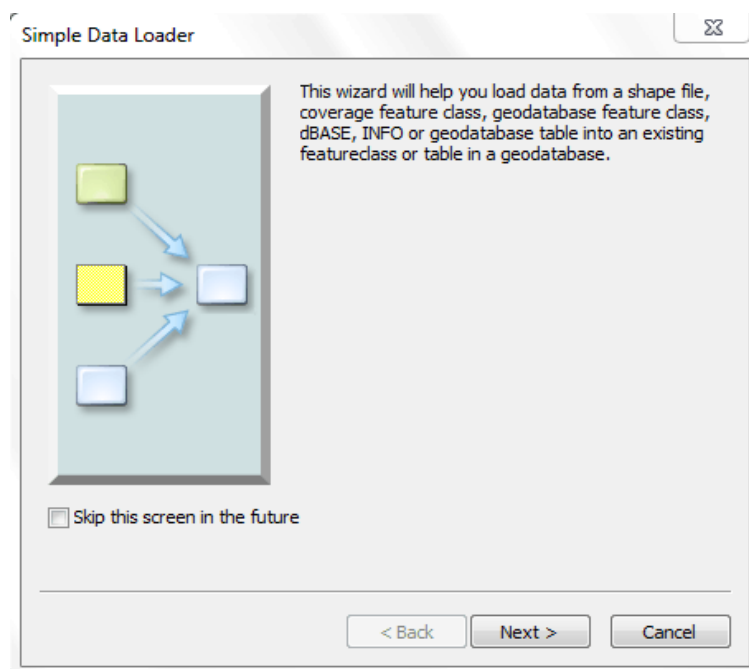
Tạo một File Geodatabase là “MangCapNuoc.gdb” trong ArcCatalog

Đưa cấu trúc cơ sở dữ liệu vừa tạo “MangCapNuoc.xml” vào Geodatabase “MangCapNuoc.gdb”.



Giao diện công cụ đưa cấu trúc CSDL vào Geodatabase

Lựa chọn lần lượt các Feature Class và tiến hành đưa dữ liệu đã chuẩn bị vào các trường tương ứng trong Feature Class bằng công cụ Load Data.

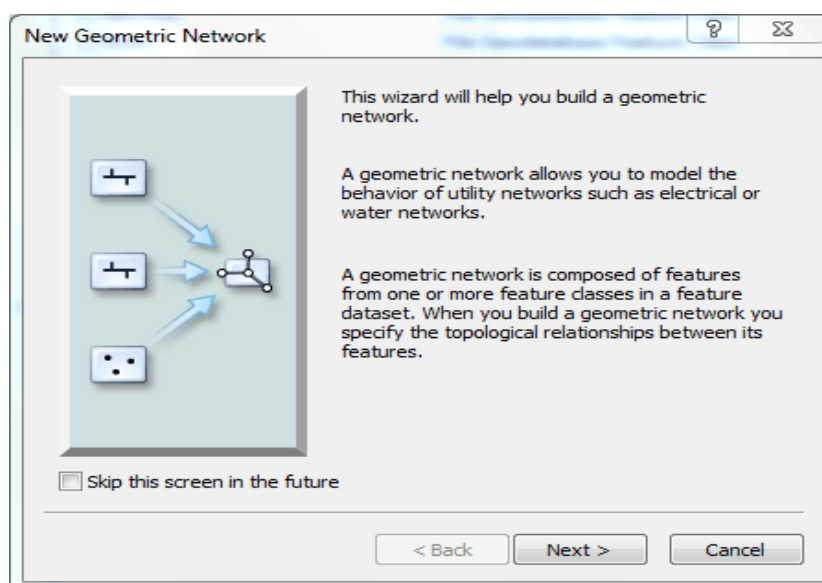


Giao diện công cụ Load Data

Sau khi đưa dữ liệu vào từng đối tượng tương ứng, thu được CSDL hoàn chỉnh được quản lý bằng phần mềm AcrCatalog.

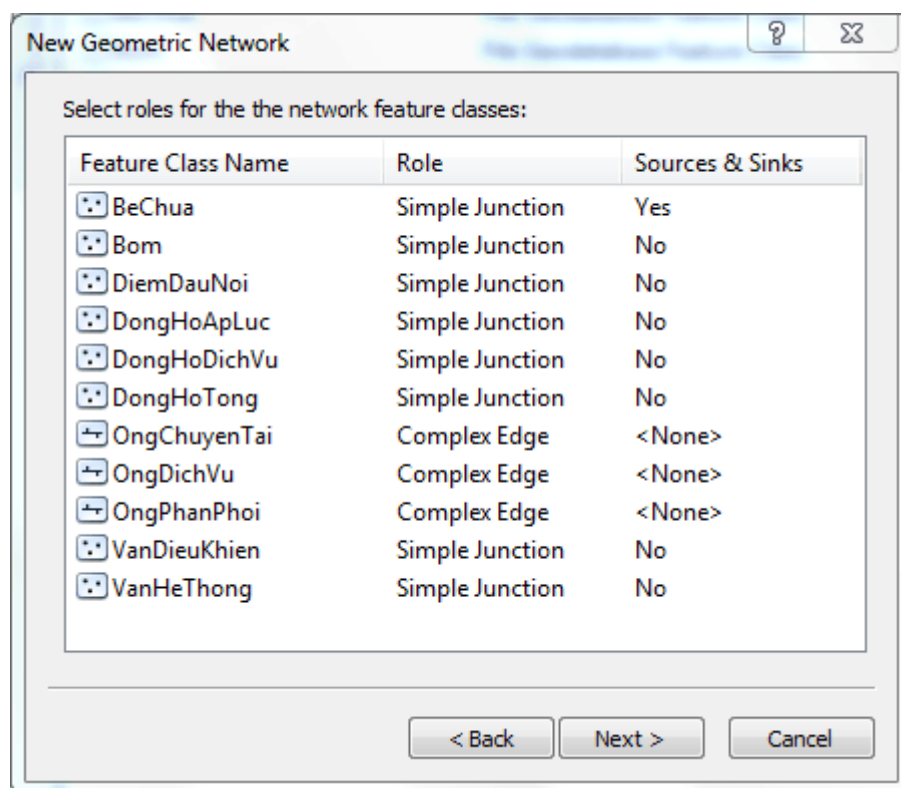
3. Phụ lục 3: Tạo Geometric Network cho mạng lưới cấp nước

Tạo network bằng công cụ New Geometric Network



Giao diện công cụ tạo Geometric Network

Chọn tất cả các lớp dữ liệu trong Feature Dataset “MangCapNuoc”, quy định lớp “BeChua” (bể chứa) đóng vai trò là nguồn nước trong mạng lưới.



Quy định vai trò các đối tượng tham gia mạng lưới

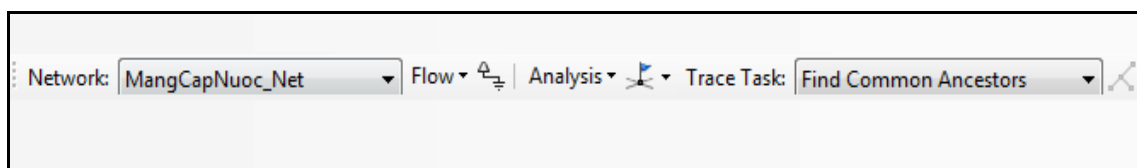
Thiết lập Geometric Network

Name	Type
BeChua	File Geodatabase Feature Class
Bom	File Geodatabase Feature Class
DiemDauNoi	File Geodatabase Feature Class
DongHoApLuc	File Geodatabase Feature Class
DongHoDichVu	File Geodatabase Feature Class
DongHoTong	File Geodatabase Feature Class
MangCapNuoc_Net	File Geodatabase Geometric Network
MangCapNuoc_Net_Junctions	File Geodatabase Feature Class
OngChuyenTai	File Geodatabase Feature Class
OngDichVu	File Geodatabase Feature Class
OngPhanPhoi	File Geodatabase Feature Class
VanDieuKhien	File Geodatabase Feature Class
VanHeThong	File Geodatabase Feature Class

Geometric Network “MangCapNuoc_Net”

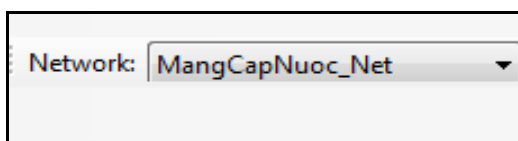
4. Phụ lục 4: Mô phỏng bài toán cắt nước trên mạng lưới cấp nước

Sử dụng bộ công cụ Utility Network Analyst để phân tích cắt nước trên mạng lưới.



Bộ công cụ Utility Network Analyst

Lựa chọn mạng cần sử dụng



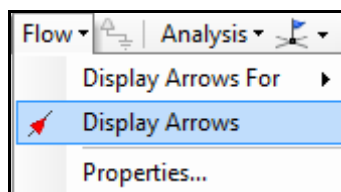
Lựa chọn mạng

Quy định vai trò (AncillaryRole) nguồn nước (Source) và trạng thái đang hoạt động (Enabled = True) cho các đối tượng trong lớp “BeChua” (Bể chứa).

OBJECTID	1
Cao Độ	1524,96
Thể tích	750
Chiều cao thực	6700
Đường kính Đài	14000
Đường Kính Ống Ra	<Null>
Ghi Chú	<Null>
Mã Số Đường Ống Ch	1
Mức nước tràn	4740
Tên bể chứa	Bể Nguyễn Văn Trỗi
Dung tích sử dụng	700
Vị trí lắp đặt theo trục	220866
Vị trí lắp đặt theo trục	1321822
Enabled	True
AncillaryRole	Source

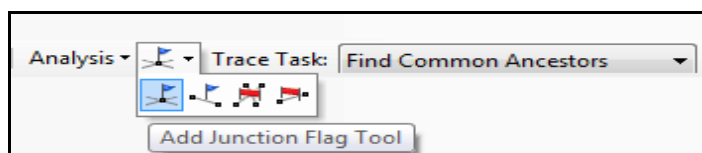
Thiết lập vai trò nguồn nước cho lớp bể chứa

Quy định hướng dòng chảy trong mạng lưới bằng công cụ Flow.



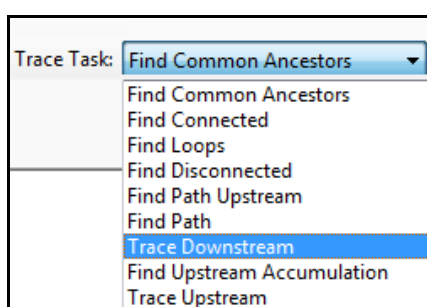
Công cụ xác định hướng dòng chảy trong mạng

Sử dụng công cụ Analysis Add Junction Flag Tool để xác định vị trí van đóng nước trên mạng. Vị trí của van sẽ được thể hiện bằng ký hiệu hình vuông màu xanh lá.



Công cụ thiết lập vị trí đóng nước

Tìm các đường ống bị cắt nước bắt đầu từ điểm mốc bằng công cụ Trace Task với chế độ là Trace DownStream (theo dõi theo hướng đi xuống của dòng chảy).

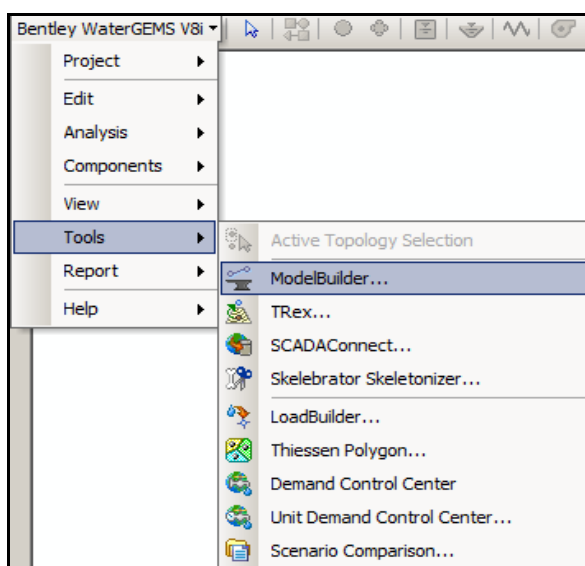


Công cụ truy tìm đối tượng bị cắt nước

Sau khi tiến hành truy tìm bắt đầu từ điểm mốc, đối tượng bị mất nước trong mạng lưới sẽ được lựa chọn trên màn hình.

5. Phụ lục 5: Tính toán áp lực trên mạng lưới

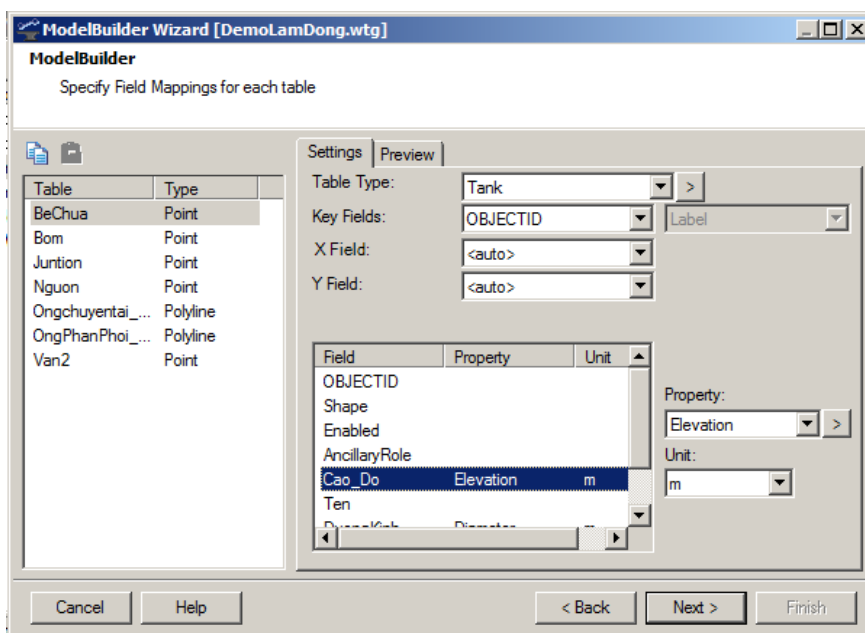
Sử dụng công cụ ModelBuilder trong bộ công cụ của Bentley WaterGEMS tích hợp với ArcMap để xây dựng mô hình mạng lưới.



Công cụ ModelBuilder

Thiết lập các lớp đối tượng trong mạng lưới, đồng thời ánh xạ các trường thuộc tính vào các trường thuộc tính tương ứng theo WaterGEMS.

- Quy định lớp “BeChua” (bể chứa) đóng vai trò là “Tank” (bể chứa) trong Table Type.
- Quy định trường OBJECTID đóng vai trò là khóa chính trong bảng.
- Ánh xạ thông tin của trường thuộc tính “Cao_Do” (cao độ) vào trường “Elevation” (cao độ).
- Quy định đơn vị của trường “Elevation” là “m” (mét).
- Tiếp tục ánh xạ thông tin của các trường thuộc tính khác trong lớp “BeChua” với các trường thuộc tính tương ứng theo WaterGEMS.

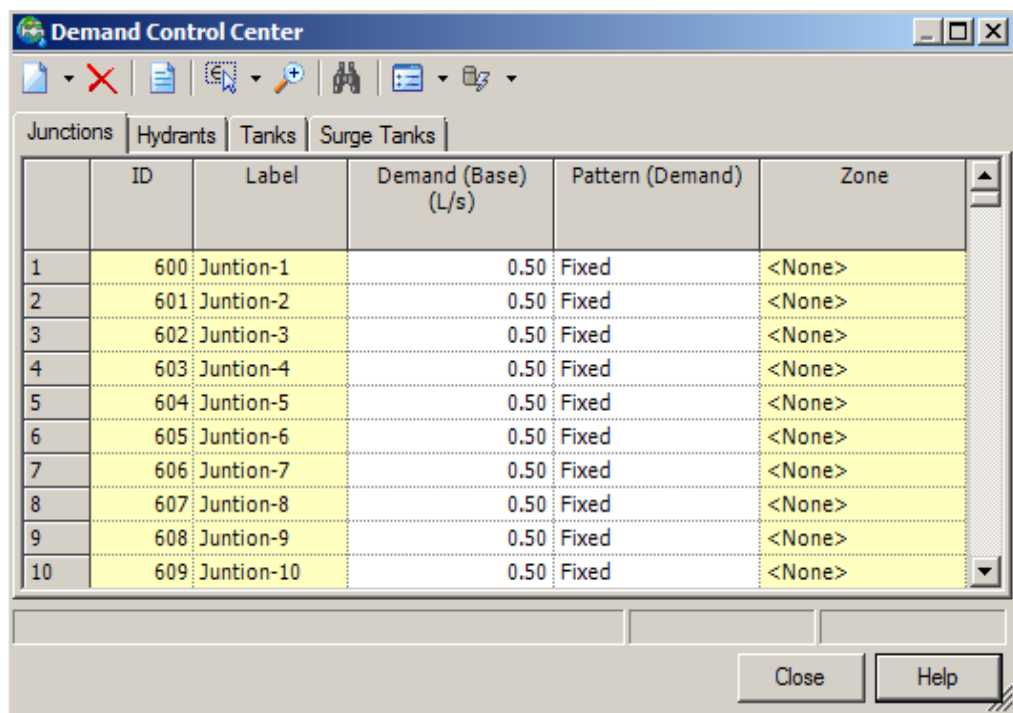


Thiết lập lớp bể chứa (Tank)

Tiến hành tạo mô hình mạng lưới cấp nước trên nền ArcMap.

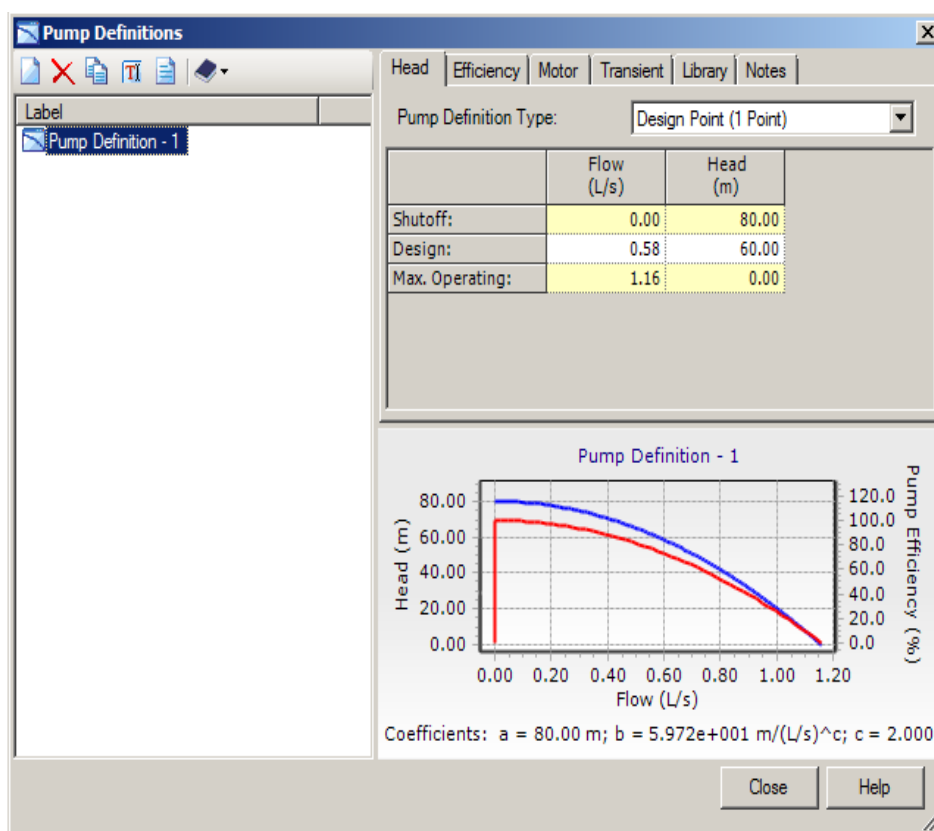
Chạy mô hình vừa tạo trong phần mềm Bentley WaterGEMS.

Cập nhật thông tin lưu lượng nước cho từng điểm node (nút) trên mạng lưới. Thông tin lưu lượng tại các node được thể hiện trong trường “Demand”.



Quy định lưu lượng nước tại các nút (node) trên mạng lưới

Thiết lập các thông số cho đối tượng bơm



Thiết lập thông số của bơm

Thiết lập các thông số cho đối tượng bể chứa nước

Properties - Tank - BeChua-6 (594)

BeChua-6 100%

<Show All>

Active Topology

Is Active? True

Demand

Demand Collection <Collection: 0 items>

Unit Demand Collection <Collection: 0 items>

Operating Range

Operating Range Type Elevation

Elevation (Base) (m) 1,529.00

Elevation (Minimum) (m) 1,530.00

Elevation (Initial) (m) 1,533.00

Elevation (Maximum) (m) 1,535.00

Use High Alarm? False

Use Low Alarm? False

Operational

Controls <Collection>

Physical

Elevation (m) 1,529.00

Elevation (m)
Elevation at centroid of junctions, valves, and pumps; the ground elevation at tanks; the hydraulic grade at reservoirs.

Thiết lập thông số của bể chứa nước

Sau khi tiến hành thiết lập đầy đủ các thông số kỹ thuật, tiến hành chạy mô hình, áp lực tại các điểm nút trên mạng lưới được thể hiện bằng các màu sắc khác nhau tương ứng với các mức áp lực khác nhau.