

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA MÔI TRƯỜNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
- CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: MÔI TRƯỜNG
CHUYÊN NGÀNH:
QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐỀ TÀI:
THIẾT KẾ CÁC MODUL SỐ HÓA CHO BẢN ĐỒ
NGẬP ÚNG ĐÔ THỊ LƯU VỰC THOÁT NƯỚC
TÂY BẮC 4, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn: TS. TRẦN HÀ QUÂN
Sinh viên thực hiện: TÁN PHẠM THANH NHÂN
Số thẻ sinh viên: 117200048
Lớp: 20QLMT

Đà Nẵng, 06/2025

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA MÔI TRƯỜNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT**

NGÀNH: MÔI TRƯỜNG

CHUYÊN NGÀNH:

QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ CÁC MODUL SỐ HÓA CHO BẢN ĐỒ
NGẬP ÚNG ĐÔ THỊ LƯU VỰC THOÁT NƯỚC
TÂY BẮC 4, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG**

Người hướng dẫn: TS. TRẦN HÀ QUÂN 

Sinh viên thực hiện: TẤN PHẠM THANH NHÀN 

Số thẻ sinh viên: 117200048

Lớp: 20QLMT

Đà Nẵng, 06/2025

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP - CAPSTONE PROJECT

Họ tên sinh viên: **TẤN PHẠM THANH NHÀN** Số thẻ sinh viên: 117200048

Lớp: 20QLMT Khoa: Môi trường Ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường

1. Tên đề tài đồ án: **Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập úng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, Thành Phố Đà Nẵng.**

2. Đề tài thuộc diện: Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

- Tài liệu, số liệu, bản vẽ kỹ thuật, liên quan đến hệ thống thoát nước lưu vực Tây Bắc

4.

- Tài liệu, sách giáo khoa, giáo trình liên quan về hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải đô thị.

- Tài liệu, giáo trình, thông tin liên quan đến GIS (Geographic Information Systems).

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

Nhiệm vụ 1: Hiện trạng thoát nước mưa, thu gom nước thải của thành phố Đà Nẵng và lưu vực Tây Bắc 4.

1.1. Hệ thống thoát nước mưa, thu gom nước thải thành phố Đà Nẵng.

1.2. Giới thiệu lưu vực Tây Bắc 4.

1.3. Đánh giá hiện trạng hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải của lưu vực Tây Bắc 4.

1.4. Quy trình vận hành, quản lý các công trình hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường lưu vực Tây Bắc 4.

1.5. Các vấn đề liên quan đến hệ thống thoát nước mưa và tình trạng ngập úng đô thị tại khu vực Tây Bắc 4.

Nhiệm vụ 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu số hóa cho hệ thống thoát nước và tình trạng ngập úng tại lưu vực Tây Bắc 4

2.1. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng

2.2. Xây dựng Cơ sở dữ liệu

2.3. Thu thập, chuẩn hóa và số hóa dữ liệu hệ thống thoát nước và ngập úng đô thị bằng các công cụ GIS và viễn thám.

2.4. Xác định nội dung và phương pháp đánh giá mức độ ngập úng đô thị tại lưu vực thoát nước Tây Bắc 4

Nhiệm vụ 3: Thiết kế và hiển thị các modul số hóa trên bản đồ ngập úng đô thị tại lưu vực Tây Bắc 4

3.1. Đánh giá các ứng dụng hiện hành liên quan đến số hóa ngập úng, hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải

3.2. Xây dựng mối liên kết giữa các ứng dụng hiện hành và hệ thống cơ sở dữ liệu đã thiết lập

3.3. Phát triển các modul số hóa hỗ trợ trực quan hóa dữ liệu ngập úng trên bản đồ số

3.3.1. Modul 1 - Dashboard phân tích và trực quan hóa dữ liệu mưa bằng Power BI

3.3.2. Modul 2 - Xây dựng bản đồ web tương tác hiển thị điểm và vùng ngập

3.3.3. Modul 3 - Mô phỏng vết ngập 3D

3.4. Đề xuất các cải tiến nhằm tối ưu hóa modul và nâng cao hiệu quả giám sát ngập úng

4. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

- Bản vẽ kỹ thuật: 2 - 4 khổ A1

- Bảng biểu và sơ đồ: 6 - 8 khổ A1

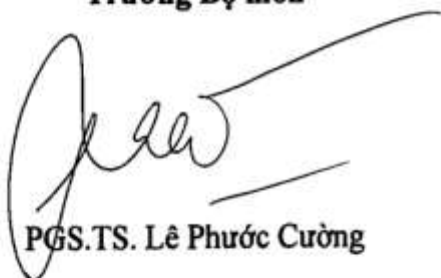
5. Họ tên người hướng dẫn: TS. Trần Hà Quân

6. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 24/02/2025


7. Ngày hoàn thành đồ án: 06/06/2025

Đà Nẵng, ngày 24 tháng 2 năm 2025

Trưởng Bộ môn


PGS.TS. Lê Phước Cường

Người hướng dẫn


TS. Trần Hà Quân

TÓM TẮT

Tên đề tài: THIẾT KẾ CÁC MODUL SỐ HÓA CHO BẢN ĐỒ NGẬP ÚNG ĐÔ THỊ LƯU VỰC THOÁT NƯỚC TÂY BẮC 4, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Sinh viên thực hiện: Tán Phạm Thanh Nhàn

Số thẻ SV: 117200048 Lớp: 20QLMT

Đồ án tốt nghiệp này với nội dung chính là xây dựng cơ sở dữ liệu thoát nước và ngập úng cho lưu vực Tây Bắc 4, thành phố Đà Nẵng và đề xuất thiết kế các bản đồ số về ngập úng đô thị. Các bước tiến hành bao gồm: Tiến hành khảo sát thực địa lưu vực, kết hợp nghiên cứu các dữ liệu và các công cụ bản đồ có sẵn về hạ tầng kỹ thuật, lượng mưa cũng như các điểm ngập úng. Từ đó xây dựng cơ sở dữ liệu và đề xuất thiết kế các bản đồ số về ngập úng đô thị cho lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, thành phố Đà Nẵng.

LỜI NÓI ĐẦU

Đồ án tốt nghiệp này là một trong những nỗ lực của em trong việc nghiên cứu và ứng dụng công nghệ số hóa vào quản lý tài nguyên và môi trường. Cụ thể, đề tài tập trung vào thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập úng đô thị tại lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, thành phố Đà Nẵng, nhằm xây dựng cơ sở dữ liệu thoát nước, đánh giá hiện trạng ngập úng và hỗ trợ công tác quản lý đô thị. Trong quá trình thực hiện, em đã có cơ hội tổng hợp và vận dụng các kiến thức đã học vào thực tiễn, đồng thời tiếp cận các phương pháp nghiên cứu hiện đại trong lĩnh vực quản lý tài nguyên nước và môi trường đô thị.

Trước hết, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy TS. Trần Hà Quân, người đã tận tình hướng dẫn, dành thời gian, kiến thức và kinh nghiệm quý báu để chỉ dẫn, góp ý và hỗ trợ em trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Những nhận xét chi tiết và định hướng của Thầy đã giúp em hoàn thiện và nâng cao chất lượng nghiên cứu của mình.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Quý Thầy Cô trong khoa Môi trường – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng. Trong suốt gần 5 năm học tập và rèn luyện tại trường, em đã nhận được sự giảng dạy tận tâm, những bài học quý giá và những buổi thảo luận bổ ích, giúp em hiểu sâu hơn về lĩnh vực Quản lý Tài nguyên và Môi trường, từ đó có thể vận dụng vào đồ án tốt nghiệp cũng như trong công việc sau này.

Mặc dù đã nỗ lực hoàn thành đồ án một cách tốt nhất, nhưng với thời gian hạn chế và năng lực còn nhiều thiếu sót, em không thể tránh khỏi những sai lầm. Em rất mong nhận được sự góp ý từ Quý Thầy Cô để có thể tiếp tục hoàn thiện bản thân và phát triển hơn trong tương lai.

Cuối cùng, em kính chúc Quý Thầy Cô trong khoa Môi trường dồi dào sức khỏe, hạnh phúc và thành công, tiếp tục truyền đạt tri thức và cảm hứng cho các thế hệ sinh viên sau này.

Em xin chân thành cảm ơn!

CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng đề tài đồ án tốt nghiệp với tên đề tài “Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập úng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, thành phố Đà Nẵng” do em thực hiện, không sao chép từ bất kỳ nguồn nào khác. Đồ án không sao chép từ bất kỳ nguồn nào khác và toàn bộ số liệu, kết quả trình bày trong đồ án đều là trung thực, do tôi thu thập, phân tích, tổng hợp và thực hiện. Trong quá trình thực hiện, tôi có tham khảo các tài liệu từ sách, báo, trang thông tin điện tử cũng như các nguồn tài liệu nước ngoài đáng tin cậy. Tất cả những nội dung tham khảo đều được trích dẫn và ghi rõ nguồn trong phần “Tài liệu tham khảo” của đồ án.

Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm về tính trung thực của đồ án này.

Đà Nẵng, ngày 6 tháng 6 năm 2025

Sinh viên thực hiện



Tân Phạm Thanh Nhân

MỤC LỤC

TÓM TẮT.....	5
LỜI NÓI ĐẦU.....	i
CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC.....	iii
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: HIỆN TRẠNG THOÁT NƯỚC MƯA, THU GOM NƯỚC THẢI CỦA THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG VÀ LƯU VỰC TÂY BẮC 4.....	3
1.1. Hệ thống thoát nước mưa, thu gom & xử lý nước thải thành phố Đà Nẵng.....	3
1.1.1. Tổng quan thoát nước mưa và thu gom nước thải Đà Nẵng.....	3
1.1.2. Thoát nước mưa thành phố Đà Nẵng.....	4
1.1.3. Thu gom nước thải Đà Nẵng.....	11
1.2. Giới thiệu lưu vực Tây Bắc 4.....	14
1.2.1. Phạm vi Khu vực Tây Bắc.....	14
1.1.3. Lưu vực thoát nước mưa Tây Bắc 4.....	15
1.3. Đánh giá hiện trạng hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải của lưu vực Tây Bắc 4.....	16
1.4. Quy trình vận hành, quản lý các công trình hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường lưu vực Tây Bắc 4.....	19
1.4.1. Hiện trạng.....	19
1.4.2. Những vấn đề tồn tại.....	19
1.5. Các vấn đề cụ thể liên quan đến hệ thống thoát nước mưa và tình trạng ngập úng đô thị tại khu vực Tây Bắc 4.....	20
1.5.1. Ngập úng cục bộ tại các khu vực trũng thấp.....	20
1.5.2. Bất cập quy hoạch và thoát nước trong khu vực.....	22
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU SỐ HÓA.....	24
CHO HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VÀ TÌNH TRẠNG NGẬP ÚNG TẠI LƯU VỰC TÂY BẮC 4.....	24
2.1. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng.....	24
2.1.1. Mục đích.....	24
2.1.2. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng.....	24
2.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu.....	26

2.3.	Thu thập, chuẩn hóa và số hóa dữ liệu hệ thống thoát nước và ngập úng đô thị bằng các công cụ GIS và viễn thám	28
2.4.	Xác định nội dung và phương pháp đánh giá mức độ ngập úng đô thị tại lưu vực thoát nước Tây Bắc 4	33
2.4.1.	Nội dung	33
2.4.2.	Phương pháp	34
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ HIỂN THỊ CÁC MODUL SỐ HÓA TRÊN BẢN ĐỒ NGẬP ÚNG ĐÔ THỊ TẠI LƯU VỰC TÂY BẮC 4.....		39
3.1.	Đánh giá các ứng dụng hiện hành liên quan đến số hóa ngập úng, hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải.....	39
3.1.1.	Biểu đồ Meteogram về Loại Lượng Mưa của ECMWF	39
3.1.2.	Ứng dụng đo mưa tự động Vrain phục vụ cộng đồng phòng chống thiên tai	39
3.1.3.	Ứng dụng Da Nang Smart city	41
3.1.4.	Trang web Bản đồ mưa ngập TP. Đà Nẵng.....	41
3.2.	Xây dựng mối liên kết giữa các ứng dụng hiện hành và hệ thống cơ sở dữ liệu đã thiết lập	43
3.2.1.	So sánh theo thời gian bằng mô hình Dashboard (Module 1 – Power BI)....	43
3.2.2.	So sánh theo không gian qua sử dụng GIS và dữ liệu từ Vrain, ECMWF....	44
3.3.	Phát triển các modul số hóa hỗ trợ trực quan hóa dữ liệu ngập úng trên bản đồ số	46
3.3.1.	Modul 1 - Dashboard phân tích và trực quan hóa dữ liệu mưa bằng Power BI	46
3.3.2.	Modul 2 - Xây dựng bản đồ web tương tác hiển thị điểm và vùng ngập.....	52
3.3.3.	Modul 3 - Mô phỏng vết ngập 3D	54
3.4.	Đề xuất các cải tiến nhằm tối ưu hóa modul và nâng cao hiệu quả giám sát ngập úng	58
KẾT LUẬN		61
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		63
PHỤ LỤC		
PHỤ LỤC 1. MÃ KÝ HIỆU LOẠI ĐẤT, MÃ KÝ HIỆU ĐỐI TƯỢNG SỬ DỤNG ĐẤT, MÃ KÝ HIỆU ĐỐI TƯỢNG ĐƯỢC GIAO QUẢN LÝ ĐẤT.....		
		1
PHỤ LỤC 2. DỮ LIỆU DỰ BÁO MƯA TỪ ECMWF		
		5
PHỤ LỤC 3. DỮ LIỆU MƯA THỰC TẾ TẠI CÁC TRẠM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TỪ VRAIN		
		9
PHỤ LỤC 4. BẢN VẼ		
		21

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng 1. 1. Lưu vực thoát nước và mạng lưới thoát nước chính thành phố Đà Nẵng5	5
Bảng 1. 2. Lưu vực thu gom và xử lý nước thải Đà Nẵng12	12
Bảng 1. 3. Lượng mưa trung bình trong các đợt (mm)21	21
Bảng 1. 4. Độ sâu ngập trung bình được khảo sát tại các điểm ngập úng thường xuyên trong các đợt mưa lớn (m)21	21
Bảng 2. 1. Đặc điểm và ứng dụng chính của một số mô hình DEM.....35	35
Hình 1. 1. Hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải Đà Nẵng.....3	3
Hình 1. 2. Bản đồ tổng thể phân chia khu vực thoát nước mưa thành phố Đà Nẵng [2] 4	4
Hình 1. 3. Sơ đồ tổ chức mạng lưới thoát nước chung có cống bao10	10
Hình 1. 4. Bản đồ hiện trạng các lưu vực thu gom nước thải tại thành phố Đà Nẵng [2]12	12
Hình 1. 5. Bản đồ ngập lụt thành phố Đà Nẵng [2].....14	14
Hình 1. 6. Phạm vi khu vực Tây Bắc trên Đà Nẵng.....15	15
Hình 1. 7. Lưu vực thu gom nước thải trạm xử lý nước thải Phú Lộc [2]16	16
Hình 1. 8. Hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải Tây Bắc 4.....17	17
Hình 1. 9. Tuyến kênh trước hồ Hòa Phú.....18	18
Hình 1. 10. Tuyến kênh trước hồ Phước Lý.....18	18
Hình 1. 11. Hiện trạng các tuyến kênh tự nhiên.....18	18
Hình 1. 12. Mưa lớn khiến đường Mẹ Suốt tiếp tục bị ngập sâu (nguồn: Báo Thanh niên).....20	20
Hình 1. 13. Một số vị trí khảo sát ngập úng tại đường Mẹ Suốt21	21
Hình 2. 1. Khung CSDL ngập úng đô thị theo dạng phân cấp26	26

Hình 2. 2. Các tài liệu về quy hoạch thoát nước Đà Nẵng.....	27
Hình 2. 3. Bản vẽ kỹ thuật về mạng lưới thoát nước Đà Nẵng [2]	27
Hình 2. 4. Biểu đồ lượng mưa và tốc độ gió, Các biểu đồ lượng mưa dự báo theo ngày	28
Hình 2. 5. Dữ liệu địa hình từ ảnh vệ tinh.....	29
Hình 2. 6. Các lớp dữ liệu không gian được sử dụng	30
Hình 2. 7. Dữ liệu phi không gian.....	31
Hình 2. 8. Hạ tầng kỹ thuật thu gom thoát nước khu vực Tây Bắc 4	32
Hình 2. 9. Các điểm khảo sát ngập úng trên đường Mẹ Suốt trong các đợt mưa	32
Hình 2. 10. Lớp mô hình địa hình số (DEM) và đồng mức tại lưu vực Tây Bắc 4	32
Hình 2. 11. Dữ liệu quy hoạch sử dụng đất từ ứng dụng của thành phố.....	33
Hình 2. 12. Mô hình độ cao kỹ thuật số có màu của 2 mô hình DEM được sử dụng ..	36
Hình 2. 13. Tam giác hóa Delaunay với các đường tròn ngoại tiếp xung quanh dữ liệu mẫu màu đỏ. Bề mặt TIN nội suy kết quả được tạo ra từ các điểm vectơ độ cao được hiển thị ở bên phải. Nguồn hình ảnh: Mitas, L., Mitasova, H. (1999). [18]	37
Hình 2. 14. Kết quả nội suy TIN Delaunay từ các điểm mẫu lượng mưa được thu thập [18]	37
Hình 3. 1. Biểu đồ lượng mưa ECMWF [19]	39
Hình 3. 2. Vrain trên nền tảng thiết bị di động và website	40
Hình 3. 3. Theo dõi lượng mưa trên ứng dụng.....	41
Hình 3. 4. Giao diện của trang web Mưa ngập của TP. Đà Nẵng.....	42
Hình 3. 5. Dữ liệu ngập của thành phố được hiển thị điểm và đường ngập	43
Hình 3. 6. Xác xuất dự báo được cập nhật số liệu trong excel	43
Hình 3. 7. Mã hóa dữ liệu từ excel vào bảng ENSForecast trong Power BI	44
Hình 3. 8. Dữ liệu mưa được cập nhật theo ngày.....	46
Hình 3. 9. Sử dụng M code để chuyển đổi dữ liệu mưa thực tế vào Power BI.....	48
Hình 3. 10. Sử dụng M code để chuyển đổi dữ liệu các trạm khí tượng thủy văn vào Power BI.....	48

Hình 3. 11. Sử dụng M code để chuyển đổi dữ liệu mưa dự báo vào Power BI.....	49
Hình 3. 12. Mối quan hệ giữa các bảng dữ liệu được thiết lập	49
Hình 3. 13. Các Measure được thêm vào tính toán để hiển thị	50
Hình 3. 14. Modul 1 – Dashboard phân tích và trực quan hóa dữ liệu mưa trên Desktop	51
Hình 3. 15. Dashboard trên Power BI Mobile App.....	52
Hình 3. 16. Thiết lập các lớp dữ liệu và chạy modul	53
Hình 3. 17. Giao diện làm việc đơn giản.....	54
Hình 3. 18. Bộ dữ liệu sản phẩm của QGIS2Web	54
Hình 3. 19. Tích hợp dữ liệu độ cao	55
Hình 3. 20. Xử lý dữ liệu khảo sát ngập.....	56
Hình 3. 21. Nội suy bề mặt ngập.....	56
Hình 3. 22. Tính toán lớp nước ngập với lớp dữ liệu DEM.....	57
Hình 3. 23. Mô hình	57
Hình 3. 24. Bộ dữ liệu sản phẩm của QGIS2ThreeJS	58
Hình 3. 25. Một dạng mô hình phân tích tình hình ngập úng và lũ lụt sử dụng mô hình HEC-HMS/RAS, mưa ra đa và GIS để tính toán ngập lụt	59
Hình 3. 26. Các mô hình áp dụng tính toán ngập lụt [23]	60

DANH SÁCH CHỮ VIẾT TẮT

TT	Ký hiệu viết tắt	Định nghĩa
1	BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
2	BVMT	Bảo vệ môi trường
3	BYT	Bộ Y tế
4	CSDL	Cơ sở dữ liệu
5	CX	Cửa xả
6	Dashboard	Cảng điều khiển tương tác
7	DAX	Data Analysis Expressions
8	DEM	Mô hình độ cao kỹ thuật số (Digital Elevation Model)
9	ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
10	ENS	Ensemble Forecasting (Dự báo tổ hợp)
11	GIS	Hệ thống thông tin địa lý
12	IDW	Inverse Distance Weighting
13	QCVN	Quy chuẩn kỹ thuật Việt nam
14	SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
15	TCVN	Tiêu chuẩn Quốc gia
16	TIN	Triangulated Irregular Network
17	TNHH MTV	Trách nhiệm hữu hạn Một thành viên
18	TT	Thông tư
19	Vrain	Vietnam Rainfall Information Network
20	XLNT	Xử lý nước thải

MỞ ĐẦU

Hệ thống thoát nước của thành phố Đà Nẵng được xây dựng qua nhiều giai đoạn khác nhau mà chưa có quy hoạch tổng thể, dẫn đến tình trạng thiếu đồng bộ giữa các khu vực. Hầu hết các nơi ở thành phố Đà Nẵng đã được đầu tư hệ thống thoát nước, trong khi nhiều khu vực khác do giai đoạn quy hoạch khác nhau nên vẫn chưa có hạ tầng thoát nước đầy đủ, gây ra tình trạng ngập úng cục bộ. Hiện nay, thành phố có 94 điểm ngập thường xuyên, chủ yếu do hệ thống cống bị tắc nghẽn, khẩu độ không đủ, chưa được kết nối đồng bộ hoặc do cao trình khu vực thấp.

Biến đổi khí hậu cũng làm gia tăng tình trạng ngập úng khi lượng mưa ngày càng cao và tần suất mưa lớn gia tăng. Để đảm bảo thoát nước hiệu quả, Đà Nẵng cần một hệ thống thoát nước có kích thước đủ lớn và khả năng thích ứng với tình trạng lắng cặn trong mùa khô. Mặc dù các dự án đầu tư hạ tầng đã giúp cải thiện khả năng thoát nước, nhưng quá trình đô thị hóa nhanh chóng đã làm thay đổi bề mặt đô thị, giảm khả năng thấm nước và gia tăng lượng nước tập trung vào hệ thống cống, gây áp lực lớn hơn và nguy cơ ngập úng cao hơn. Đặc biệt, tình trạng ngập cục bộ trở thành nỗi lo lớn của người dân, bởi nó diễn ra bất thường và ảnh hưởng trực tiếp đến nhà cửa, sinh hoạt, hơn hết là cả tính mạng của người dân.

Một trong những điểm ngập nghiêm trọng nhất là khu vực Mẹ Suốt được gọi là “rốn lũ” (phường Hòa Khánh Nam, quận Liên Chiểu), nằm trong lưu vực thoát nước Tây Bắc 4. Hệ thống cống ở đây chưa được đầu tư đầy đủ, hạ tầng chưa đồng bộ, cùng với bất cập trong quản lý hành chính về việc nhiều hộ dân sống trên đất chưa có sổ đỏ đã gây khó khăn cho công tác nâng cấp hạ tầng. Năm 2022, khu vực Tây Bắc 4 đã trải qua 10 trận mưa lớn, gây ngập trung bình 50 ha, mức ngập từ 10–30 cm, có nơi trên 50 cm. Đến năm 2023, chỉ tính đến ngày 18/10, đã có 5 trận mưa lớn với diện tích ngập khoảng 40 ha, mức ngập từ 10–20 cm, có nơi sâu hơn 30 cm. Điều này cho thấy tình trạng ngập úng tại Đà Nẵng nói chung và khu vực Tây Bắc 4 nói riêng cần được quan tâm và giải quyết triệt để.

Hiện nay, quá trình số hóa dữ liệu trong quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi, đặc biệt trong lĩnh vực quy hoạch và giám sát hệ thống thoát nước. Các công cụ bản đồ số và mô hình dự báo khí tượng – thủy văn đã phát triển mạnh mẽ, được tích hợp trên nhiều nền tảng như web, ứng dụng di động và hệ thống thông tin địa lý (GIS), cho phép phân tích và theo dõi diễn biến ngập úng theo thời gian

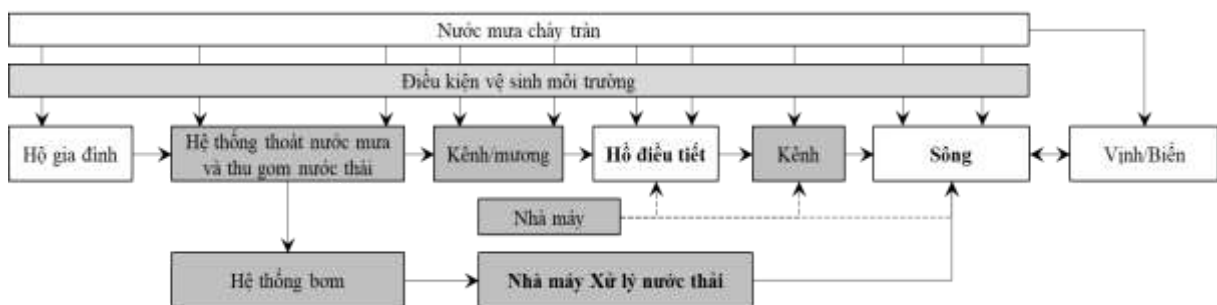
thực. Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã cung cấp các công cụ để tích hợp thông tin, trực quan hóa các kịch bản, trình bày các ý tưởng mạnh mẽ và phát triển các giải pháp hiệu quả hơn bao giờ hết để hỗ trợ việc ra quyết định chiến lược. Từ năm 2010 trở đi, bên cạnh việc cung cấp các công cụ tạo và lưu trữ dữ liệu, phạm vi sản phẩm phần mềm GIS thương mại dường như vô tận với nguồn mở [1, 2, 3, 4]. Trên cơ sở ứng dụng các công nghệ này, nghiên cứu tập trung xây dựng một hệ thống cơ sở dữ liệu số về hạ tầng thoát nước và tình trạng ngập úng điển hình tại lưu vực Tây Bắc 4, thành phố Đà Nẵng. Nghiên cứu sẽ triển khai khảo sát thực địa để thu thập thông tin về hệ thống cống thoát nước, mức độ ngập úng và các yếu tố khí tượng liên quan. Đồng thời, các công cụ bản đồ số hiện có sẽ được tích hợp nhằm phân tích, đánh giá và trực quan hóa dữ liệu. Từ đó, nghiên cứu đề xuất bản đồ số về ngập úng đô thị cho khu vực này nhằm hỗ trợ công tác quản lý, cập nhật hiện trạng hạ tầng và nâng cao hiệu quả tiêu thoát nước.

CHƯƠNG 1: HIỆN TRẠNG THOÁT NƯỚC MƯA, THU GOM NƯỚC THẢI CỦA THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG VÀ LƯU VỰC TÂY BẮC 4

1.1. Hệ thống thoát nước mưa, thu gom & xử lý nước thải thành phố Đà Nẵng.

1.1.1. Tổng quan thoát nước mưa và thu gom nước thải Đà Nẵng

Hiện nay hệ thống thoát nước của thành phố chủ yếu vẫn là hệ thống thoát nước chung: nước mưa và nước thải được thu gom chung trong một hệ thống đường ống. Trong hệ thống thoát nước, các công trình gồm có giếng thăm, giếng tạc dòng, cửa xả, đập tràn,... Lúc mưa lớn, tùy theo mùa hoặc lượng mưa, nước mưa và nước thải từ các tuyến thu gom sẽ tràn ra các hồ điều tiết và chảy về sông qua các tuyến kênh, mương hở. Vì vậy, chất lượng nước sông và các hồ điều tiết trong lưu vực cũng sẽ bị ảnh hưởng bởi các công trình hay hạ tầng kỹ thuật trong hệ thống. Chi tiết các về hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải Đà Nẵng được trình bày tại hình.



HÌNH 1. 1. HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC MƯA VÀ THU GOM NƯỚC THẢI ĐÀ NẴNG

Các khu đô thị mới được xây dựng trong thời gian gần đây đã phát triển hệ thống thoát nước riêng trong đó nước mưa được thu gom riêng và xả vào nguồn tiếp nhận (hồ, sông hoặc biển) còn nước thải được thu riêng, đưa vào hệ thống thu gom nước thải của thành phố. Hướng thoát nước chủ yếu của thành phố hiện vẫn đổ ra sông Hàn và ra biển.

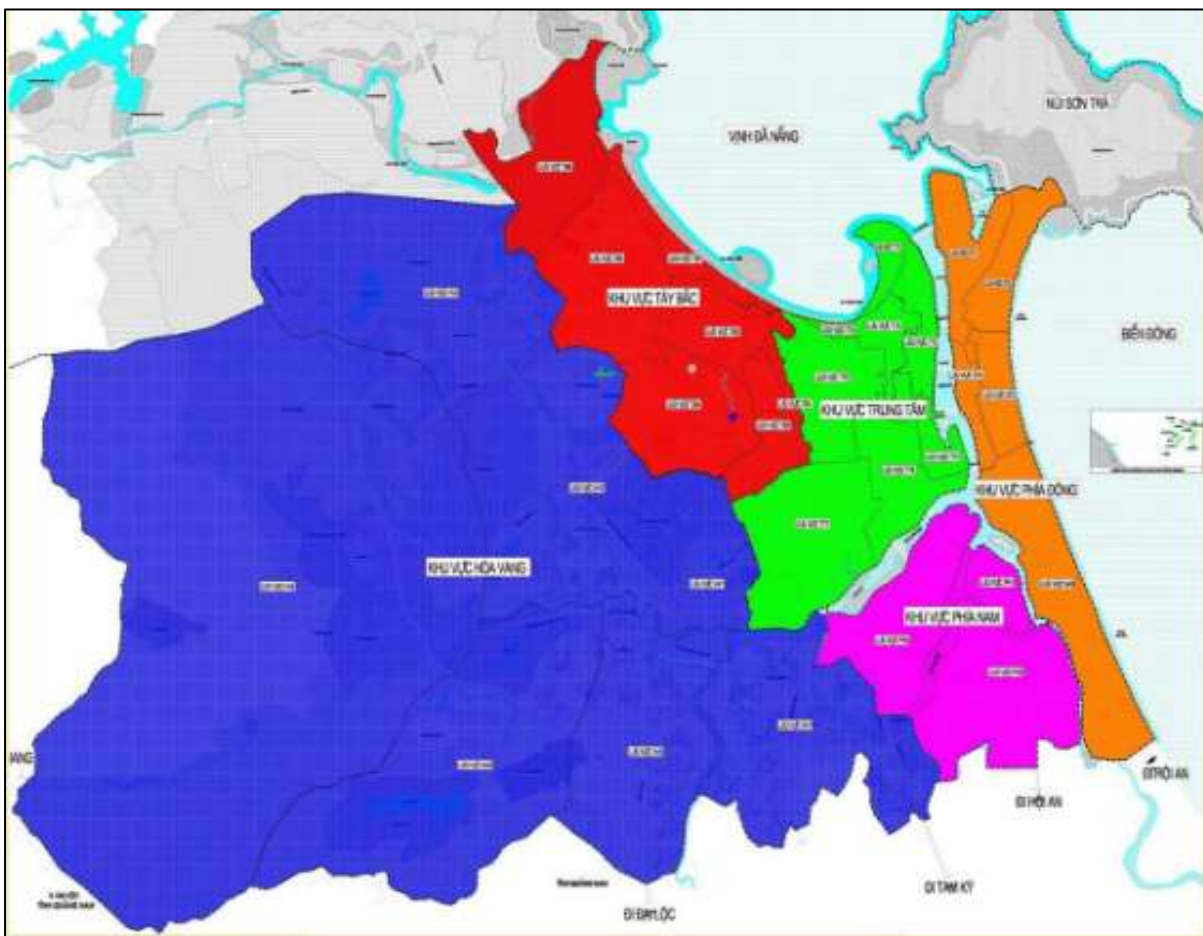
Đà Nẵng là một trong những địa phương đi đầu trong việc ưu tiên đầu tư phát triển hệ thống thu gom nước thải. Hệ thống giếng tách cống bao được xây dựng đồng thời với việc phát triển hệ thống mạng lưới cống riêng cho các khu vực đô thị mới nhằm nâng cao khả năng thu gom nước thải, hạn chế ô nhiễm môi trường do nước thải gây ra. Nước thải trong các khu công nghiệp được thu gom và xử lý riêng trước khi được xả ra môi trường. Việc phát triển mạng lưới cống riêng ở các khu đô thị mới cũng thiếu tính tổng thể. Các khu có mạng lưới thoát nước riêng có khi lại được đổ về mạng lưới cống chung của thành phố do thiếu hệ thống chuyển tải riêng.

1.1.2. Thoát nước mưa thành phố Đà Nẵng

1.1.2.1. Lưu vực thoát nước

Thành phố Đà Nẵng là nơi có địa hình tự nhiên tương đối thuận lợi cho việc thoát nước mưa. Chiều dài các tuyến thoát nước mưa toàn thành phố nhìn chung là ngắn, thoát nước ra dải bờ biển phía Đông, vịnh Đà Nẵng, sông Hàn, hệ thống sông Cu Đê, hệ thống sông Cầu Đỏ, Cẩm Lệ, Cổ Cò và các phụ lưu cũng như hệ thống hồ bố trí rải rác trong thành phố.

Hệ thống thoát nước mưa thành phố Đà Nẵng chia thành 5 khu vực: Khu vực trung tâm, khu vực Tây Bắc, khu vực phía Đông, khu vực phía Nam và khu vực Hòa Vang, được thể hiện ở Hình



HÌNH 1. 2. BẢN ĐỒ TỔNG THỂ PHÂN CHIA KHU VỰC THOÁT NƯỚC MƯA THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG [2]

Hệ thống thoát nước mưa Đà Nẵng có trên 1500km cống rãnh thoát nước bao gồm cả mới lẫn cũ từ năm 1975 kết nối lẫn nhau. Tổng diện tích lưu vực thoát nước mưa tại Đà Nẵng là gần 16000ha, trên đó bao gồm cái kênh/mương, hồ, sông nằm trải đều khu vực thành phố và bờ biển dài 30km rất thuận lợi cho việc tiêu thoát nước mưa. Dưới đây là Bảng lưu vực thoát nước và mạng lưới thoát nước chính.

BẢNG 1. 1. .LƯU VỰC THOÁT NƯỚC VÀ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC CHÍNH THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Khu vực	Lưu vực	Tuyến thoát nước
Khu vực Trung tâm	Lưu vực Trung tâm 1 (TT1)	Hướng thoát nước ra vịnh Đà Nẵng qua 7 cửa xả:
	Lưu vực Trung tâm 2 (TT2)	Thoát nước ra sông Hàn qua 18 cửa xả của các tuyến cống chính: + Tuyến Đàm Rong-Sông Hàn + Tuyến Trần Quý Cáp-Sông Hàn + Tuyến Lý Tự Trọng-Sông Hàn + Tuyến Hùng Vương-Sông Hàn + Tuyến Trần Bình Trọng-Sông Hàn + Và các tuyến cống khác đổ ra sông Hàn: Tuyến cống trên đường 03 tháng 2; Lý Thường Kiệt; Nguyễn Du; Quang Trung; Lê Duẩn; Lê Hồng Phong; Nguyễn Văn Thụ; Nguyễn Văn Linh; Tuyến cống trên đường 2 Tháng 9
	Lưu vực Trung tâm 3 (TT3)	Lưu vực này thoát nước ra Vịnh Đà Nẵng qua 3 cửa xả của các tuyến cống chính: + Tuyến Lê Độ + Tuyến Hàm Nghi - Hải Phòng - Ông Ích Khiêm + Tuyến cống Liên Phường: tuyến cống này nối từ cống xả phía Bắc hồ Thạc Gián, chạy qua chợ Tân Chính trước khi đổ ra Vịnh Đà Nẵng + Có 6 cửa xả ra vào hồ Thạc Gián
	Lưu vực Trung tâm 4 (TT4)	Lưu vực này thoát nước ra sông Hàn qua 2 cửa xả của các tuyến cống chính: + Tuyến cống Mê Linh: Tuyến cống bắt đầu từ cuối phía Nam của hồ Thạc Gián + Tuyến cống qua khu đảo xanh: bắt đầu từ ngã tư đường Xô viết Nghệ Tĩnh- 2 Tháng 9 qua khu Đảo Xanh rồi đổ ra sông Hàn
	Lưu vực Trung tâm 5 (TT5)	Lưu vực này thoát nước trực tiếp ra vịnh Đà Nẵng qua 09 cửa xả trên đường Nguyễn Tất Thành.
	Lưu vực Trung tâm 6 (TT6)	Lưu vực này thoát nước ra sông Cẩm Lệ qua 9 cửa xả của các tuyến cống chính:

		<p>+ Tuyến Phan Đăng Lưu – Huỳnh Tấn Phát- kênh Đò Xu-sông Cẩm Lệ</p> <p>+ Tuyến Lê Thanh Nghị</p> <p>+ Và một số tuyến công chính đổ trực tiếp ra sông Cẩm Lệ: Tuyến công dọc đường Nguyễn Bính; Đặng Nguyên Phong; Nguyễn Xuân Nhĩ; Trần Huân; Nguyễn Hữu Thọ;</p> <p>Lương Đình Cửa; Nguyễn Văn Huyền</p>
	Lưu vực Trung tâm 7 (TT7)	<p>Lưu vực này thoát nước ra sông Cẩm Lệ qua 8 cửa xả của các tuyến công chính:</p> <p>+ Tuyến Lê Kim Lăng- kênh Phong Bắc- Sông Cẩm Lệ</p> <p>+ Tuyến công dọc đường Nguyễn Thế Lịch</p> <p>+ Và một số tuyến công chính: 4 tuyến công dọc đường Thăng Long; Đinh Châu; Trần Văn Lan; tuyến công khu công nghiệp Hòa Cầm</p>
	Lưu vực Trung tâm 8 (TT8)	<p>Lưu vực này thoát nước ra sông Phú Lộc qua 3 cửa xả của các tuyến công chính:</p> <p>+ Tuyến Xuân Hà: Tuyến công bắt đầu từ hồ công viên 29/3 ra sông Phú Lộc.</p> <p>Hồ công viên 29/3 có 04 cửa thu nước và một cửa xả</p> <p>+ Tuyến công hồ Xuân Hà A - Sông Phú Lộc</p> <p>+ Tuyến Hồ Phần Lăng – Sông Phú Lộc</p> <p>Độc hồ Phần Lăng có 9 cửa thu nước</p>
Khu vực Tây Bắc	Lưu vực Tây Bắc 1 (TB1)	<p>Lưu vực này thoát nước ra kênh Trung Nghĩa qua tuyến công hộp Khe Cạn.</p> <p>Tuyến công bắt đầu từ đường Lê Trọng Tấn kết thúc tại cửa xả trên kênh Trung Nghĩa</p>
	Lưu vực Tây Bắc 2 (TB2)	<p>Lưu vực này thoát nước ra hồ Trung Nghĩa qua 02 cửa xả của các tuyến công chính:</p> <p>+ Tuyến công Đinh Liệt</p> <p>+ Tuyến Bắc Sơn- Yên Thế</p>
	Lưu vực Tây Bắc 3 (TB3)	<p>Lưu vực này thoát nước ra sông Phú Lộc qua các tuyến công chính:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> + Tuyến Hòa Minh + Tuyến Hòa Khánh – hồ Hòa Phú + Tuyến kênh hở từ hồ Hòa Phú ra kênh Hòa Minh, đảm nhiệm thoát nước cho toàn bộ khu vực Hoàng Văn Thái, núi Phước Tường. + Tuyến kênh hở từ hồ Hòa Phú ra sông Phú Lộc đảm nhiệm vai trò thoát nước cho tiểu lưu TB1 và TB2.
	Lưu vực Tây Bắc 4 (TB4)	<p>Lưu vực này thoát nước ra kênh Đa Cô vào hồ Hòa Phú qua 02 tuyến cống chính:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Tuyến kênh tự nhiên Cầu Bà Xí ra Kênh Đa Cô + Tuyến cống hộp Phước Tường – hồ Phước Lý
	Lưu vực Tây Bắc 5 (TB5):	<p>Lưu vực này thoát nước ra sông Cu Đê qua 2 tuyến cống chính:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Tuyến khu công nghiệp Hòa Khánh + Tuyến kênh hồ Bàu Tràm ra sông Cu Đê
	Lưu vực Tây Bắc 6 (TB6)	<p>Lưu vực này thoát nước ra sông Cu Đê qua các tuyến cống thuộc dự án khu đô thị Golden Hill đang được thi công xây dựng</p>
	Lưu vực Tây Bắc 7 (TB7)	<p>Lưu vực này thoát nước trực tiếp ra Vịnh Đà Nẵng qua 21 cửa xả trên đường Nguyễn Tất Thành</p>
Khu vực phía Đông	Lưu vực Sơn Trà 1 (ST1)	<ul style="list-style-type: none"> - Lưu vực này thoát nước ra sông Hàn qua 10 cửa xả chính trên đường Trần Hưng Đạo - Thoát nước ra vịnh Mân Quang qua 8 cửa xả chính: Tuyến cống trên đường Bùi Quốc Hưng, Bình Than, Dương Vân Nga, Trần Thánh Tông, Vân Đồn.
	Lưu vực Sơn Trà 2 (ST2)	<p>Lưu vực này thoát nước ra biển Đông qua 7 cửa xả của các tuyến cống chính:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Tuyến cống hộp Sơn Trà – Thọ Quang + Tuyến cống hộp Hồ Nghinh – Biển Đông + Tuyến cống Dương Thừa Vũ - Hồ Nghinh + Tuyến cống hộp Đông Kinh Nghĩa Thục

		+ Và các tuyến cống trên đường Thành Vinh, dọc đường Trường Sa
	Lưu vực Sơn Trà 3 (ST3)	Lưu vực này thoát nước ra biển Đông qua 02 cửa xả của các tuyến cống chính: + Tuyến cống Nguyễn Công Trứ - Lê Hữu Trác + Tuyến cống hộp Ngô Thì Sĩ – CX4 Biển Đông
	Lưu vực Sơn Trà 4(ST4)	Lưu vực này thoát nước ra sông Hàn qua 14 cửa xả của các tuyến cống chính: + Hai Tuyến cống dọc đường Phạm Hữu Kính đổ ra sông Hàn + Tuyến cống trên đường Lê Văn Hưu đổ ra sông Hàn + Và các tuyến cống trên đường An Tư Công Chúa; Mỹ An 17; Mỹ An 10; Mỹ An 9; Hàm Tử; một số tuyến cống dọc đường Chương Dương
	Lưu vực Ngũ Hành Sơn (NHS)	Hướng thoát nước của lưu vực này thoát nước ra biển Đông qua 6 cửa xả, thoát ra sông Cổ Cò qua 13 cửa xả của các tuyến cống chính: + Tuyến cống bắt đầu từ đường Lê Văn Hiến chạy dọc đường Trần Quốc Hoàn-Võ Nguyên Giáp sau đó đổ ra biển + Tuyến cống dọc đường Đặng Thái Thân- Nguyễn Văn Nguyên- Võ nguyên Giáp ra biển Đông + Tuyến cống Tân Lựu + Và các tuyến cống trên đường Trần Hữu Độ; Bùi Tá Hàn; Huyền Trân Công Chúa; Nguyễn Thức Đường; Trần Hữu Dục; Việt Bắc và một số tuyến cống khác
Khu phía Nam thành phố	Lưu vực Phía Nam 1 (PN1)	Lưu vực này thoát nước ra sông Cổ Cò, sông Vĩnh Điện và sông Hàn
	Lưu vực Phía Nam 2 (PN2)	Lưu vực này thoát nước ra sông Cổ Cò, sông Vĩnh Điện

	Lưu vực Phía Nam 3 (PN3)	Hướng thoát nước của lưu vực hướng từ Tây sang Đông ra sông Cẩm Lệ và sông Vĩnh Điện, bằng 24 cửa xả
Khu vực Hòa Vang	Lưu vực Hòa Vang 1 (HV1)	Hướng thoát nước chính của lưu vực này là tự chảy qua các kênh thoát nước tự nhiên và kênh thoát nước dự kiến từ hồ điều hòa ven quốc lộ 14B ra sông Túy Loan
	Lưu vực Hòa Vang 2 (HV2)	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua các kênh thoát nước tự nhiên hướng từ núi Phước Tường phía Đông Bắc qua đường tránh qua hầm Hải Vân Túy Loan ra sông Túy Loan.
	Lưu vực Hòa Vang 3 (HV3)	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua kênh thoát nước tự nhiên từ hồ điều hòa Hòa Trung theo hướng Đông Bắc ra sông Cu Đê.
	Lưu vực Hòa Vang 4 (HV4)	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua kênh, suối thoát nước tự nhiên từ xã Hòa Ninh và khu quần thể du lịch Bà Nà – Suối Mơ ở phía Tây và Tây Bắc đổ ra sông Túy Loan qua sông Hội Phước và sông Luông Đông
	Lưu vực Hòa Vang 5 (HV5):	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua kênh, suối tự nhiên theo hướng Nam – Bắc từ các hồ điều hòa Đồng Nghệ, Đồng Tréo và Hóc Khé ra sông Túy Loan
	Lưu vực Hòa Vang 6 (HV6)	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua kênh, suối thoát nước tự nhiên theo hướng từ Tây – Đông ra sông Yên
	Lưu vực Hòa Vang 7 (HV7)	Hướng thoát nước chính của lưu vực là tự chảy qua kênh, suối thoát nước tự nhiên theo hướng từ Tây – Đông vào sông Quách Giáng.

1.1.2.2. Vấn đề hiện trạng thoát nước mưa Đà Nẵng

a. Hệ thống thoát nước mưa

- Các khu vực đô thị đã có cống thoát nước ở thành phố Đà Nẵng được xây dựng hệ thống thoát nước chung bao gồm hệ thống đường ống thoát nước, cống bao và giếng tách dòng;

- Các quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, Liên Chiểu, Cẩm Lệ thuộc khu vực trung tâm thành phố đã bố trí hệ thống giếng tách và cống bao để thu gom nước thải, hệ thống thoát nước đã được xây dựng và tổ chức theo kiểu hệ thống thoát nước chung có cống bao thu gom nước thải, sơ đồ tổ chức tổng quát được trình bày trong hình 3.



HÌNH 1. 3. SƠ ĐỒ TỔ CHỨC MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC CHUNG CÓ CỐNG BAO

- Hệ thống thoát nước của thành phố Đà Nẵng hiện nay được xây dựng từ nhiều thời kỳ khác nhau, chưa có quy hoạch tổng thể, dẫn đến tình trạng thiếu đồng bộ giữa các khu vực. Một số khu vực có hệ thống thoát nước hiện đại, còn một số khu vực lại chưa được đầu tư xây dựng, gây ra tình trạng ngập úng cục bộ.
 - Công tác quản lý, vận hành hệ thống thoát nước của thành phố Đà Nẵng còn nhiều bất cập, chưa đáp ứng được yêu cầu. Một số cống thoát nước bị tắc nghẽn, không được nạo vét thường xuyên, dẫn đến tình trạng nước mưa không thể thoát ra ngoài nhanh chóng, gây ngập úng.
- b. Các yếu tố tự nhiên, quy hoạch ảnh hưởng đến hệ thống thoát nước mưa thành phố
- Biến đổi khí hậu đang diễn ra ngày càng gay gắt, khiến lượng mưa tại Đà Nẵng tăng cao, tần suất mưa lớn ngày càng nhiều. Điều này cũng góp phần làm gia tăng tình trạng ngập úng tại thành phố, đòi hỏi Đà Nẵng phải có hệ thống thoát nước có kích thước lớn đồng thời chịu tác động lớn của việc lắng cặn trong mùa khô.
 - Các đầu tư cho việc phát triển cơ sở hạ tầng nói chung và hệ thống thoát nước nói riêng đã làm nâng cao năng lực của hệ thống thoát nước. Tuy nhiên quá trình đô thị hóa và đầu tư làm cho chế độ bề mặt đô thị thay đổi theo hướng ít thấm nước hơn tạo ra lượng nước tập trung vào mạng lưới thoát nước nhiều và tập trung hơn, gây áp lực lớn hơn cho hệ thống thoát nước và nguy cơ úng ngập cũng tăng lên.

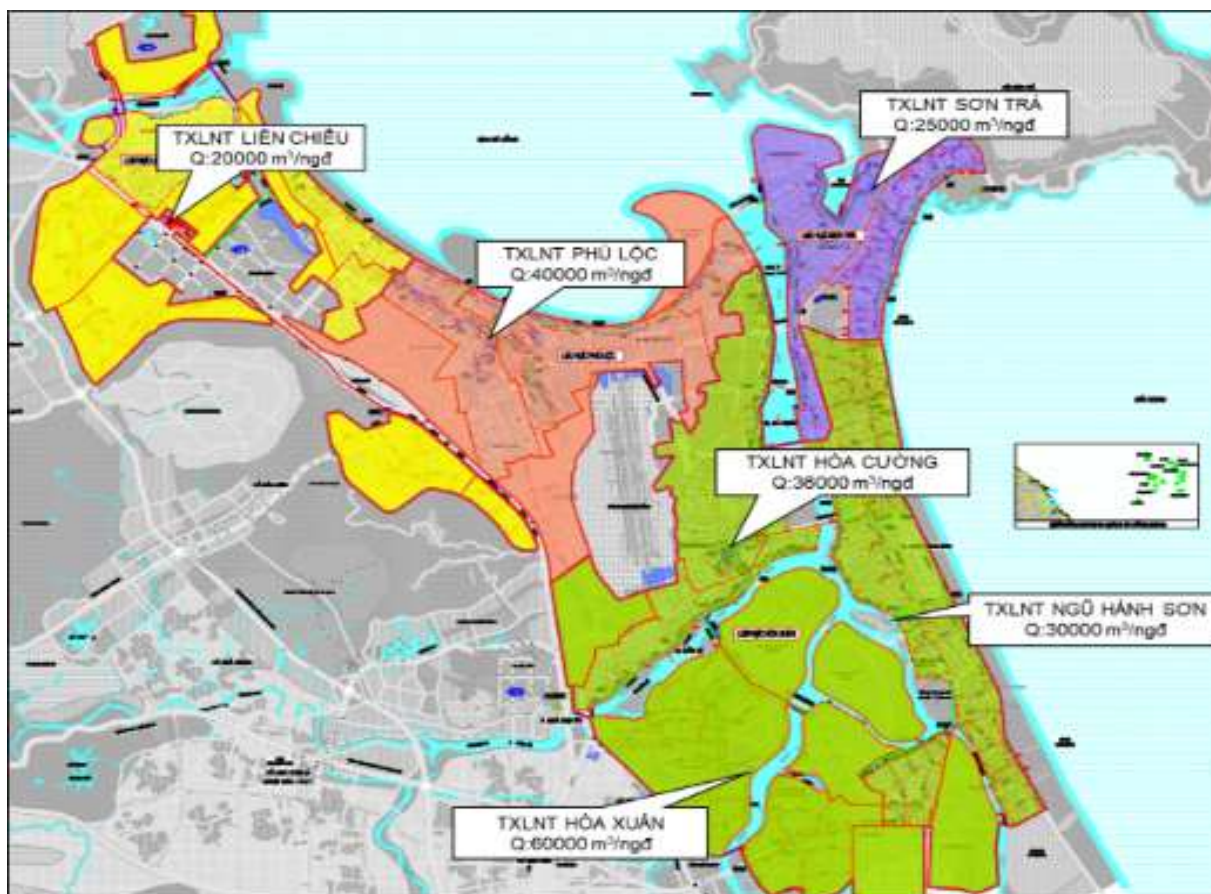
1.1.3. Thu gom nước thải Đà Nẵng

1.3.3.1. Lưu vực thu gom nước thải

Mạng lưới thu gom nước thải thành phố Đà Nẵng được bắt đầu xây dựng từ những năm 2000, ban đầu cho khu vực trung tâm, sau đó phát triển ra các khu vực khác. Hiện tại, hệ thống có 18 trạm bơm, 4 nhà máy xử lý nước thải (chưa tính hệ thống xử lý nước thải cho bãi rác Khánh Sơn ở Liên Chiểu), các cống tiêu nước tự nhiên và các kênh nước chính, chiều dài tổng mạng lưới thoát nước là 290 km.

Xét về kết cấu, mạng lưới thu gom nước thải của Thành phố được chia thành 3 cấp gồm mạng cấp 3 và đầu nối hộ gia đình là tập hợp các tuyến cống nhỏ đầu nối giữa các hộ hoặc một nhóm hộ gia đình với mạng lưới thoát nước. Mạng cấp 2 trong phạm vi của mạng cống riêng là các tuyến cống chuyển tải nước thải từ mạng lưới cấp 3 đến các tuyến thu gom chính. Đối với mạng cống chung có thể quan niệm mạng cống chuyển tải nước thải từ mạng cống cấp 3 đến các giếng tách có vai trò như là mạng cấp 2. Mạng cấp 1 là các tuyến cống chính trong hệ thống thoát nước riêng và các tuyến cống bao trong hệ thống thoát nước nửa riêng thu gom nước thải từ các tuyến nhánh và tập trung về trạm xử lý hoặc nguồn tiếp nhận. .

Các tuyến cống bao được xây dựng để chuyển tải nước thải về các trạm xử lý, vì vậy chúng được tính toán phục vụ một cách đồng bộ với công suất xử lý của mỗi trạm, mỗi một khu vực phục vụ của một trạm xử lý là một lưu vực thoát nước thải. Hệ thống thu gom nước thải được chia khu theo mỗi trạm xử lý nước thải ứng với mỗi lưu vực, được chia thành 6 lưu vực: Lưu vực trạm xử lý nước thải Hòa Cường, lưu vực trạm xử lý nước thải Phú Lộc, lưu vực trạm xử lý nước thải Sơn Trà, lưu vực trạm xử lý nước thải Ngũ Hành Sơn, lưu vực xử lý nước thải Hòa Xuân và lưu vực trạm xử lý nước thải Liên Chiểu.



HÌNH 1. 4. BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG CÁC LƯU VỰC THU GOM NƯỚC THẢI TẠI THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG [2]

BẢNG 1. 2. LƯU VỰC THU GOM VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI ĐÀ NẴNG

STT	Lưu vực	Tuyến thu gom chính	Số trạm bơm
1	Lưu vực trạm xử lý nước thải Hòa Cường	+ Tuyến Bạch Đằng: Thu gom nước thải dọc bờ Tây sông Hàn từ đường Đống Đa đến cầu Tuyên Sơn và đưa nước về trạm xử lý nước thải Hòa Cường	6 trạm bơm nước thải
2	Lưu vực trạm xử lý nước thải Phú Lộc	+Tuyến Nguyễn Tất Thành, phía đông sông Phú Lộc +Tuyến Nguyễn Tất Thành, phía tây sông Phú Lộc +Tuyến dọc kênh Hòa Minh +Tuyến bao quanh hồ Trung Nghĩa	12 trạm bơm nước thải
3	Lưu vực trạm xử lý nước thải Sơn Trà	+ Tuyến Trần Hưng Đạo + Tuyến Võ Nguyên Giáp + Tuyến phía Bắc Trần Hưng Đạo + Tuyến Bùi Quốc Hưng	8 trạm bơm nước thải

STT	Lưu vực	Tuyến thu gom chính	Số trạm bơm
		+ Tuyến Hoàng Sa	
4	Lưu vực trạm xử lý nước thải Ngũ Hành Sơn	+ Tuyến Chương Dương + Tuyến ven biển + Tuyến Lê Văn Hiến	6 trạm bơm nước thải
5	Lưu vực trạm xử lý nước thải Hòa Xuân	+ Tuyến Thăng Long, phía tây cầu Nguyễn Tri Phương + Tuyến Thăng Long, phía đông cầu Nguyễn Tri Phương + Tuyến Võ Chí Công	5 trạm bơm nước thải
6	Lưu vực trạm xử lý nước thải Liên Chiểu	+ Tuyến ven biển đường Nguyễn Tất Thành	

1.3.4. Tình hình ngập lụt tại thành phố Đà Nẵng

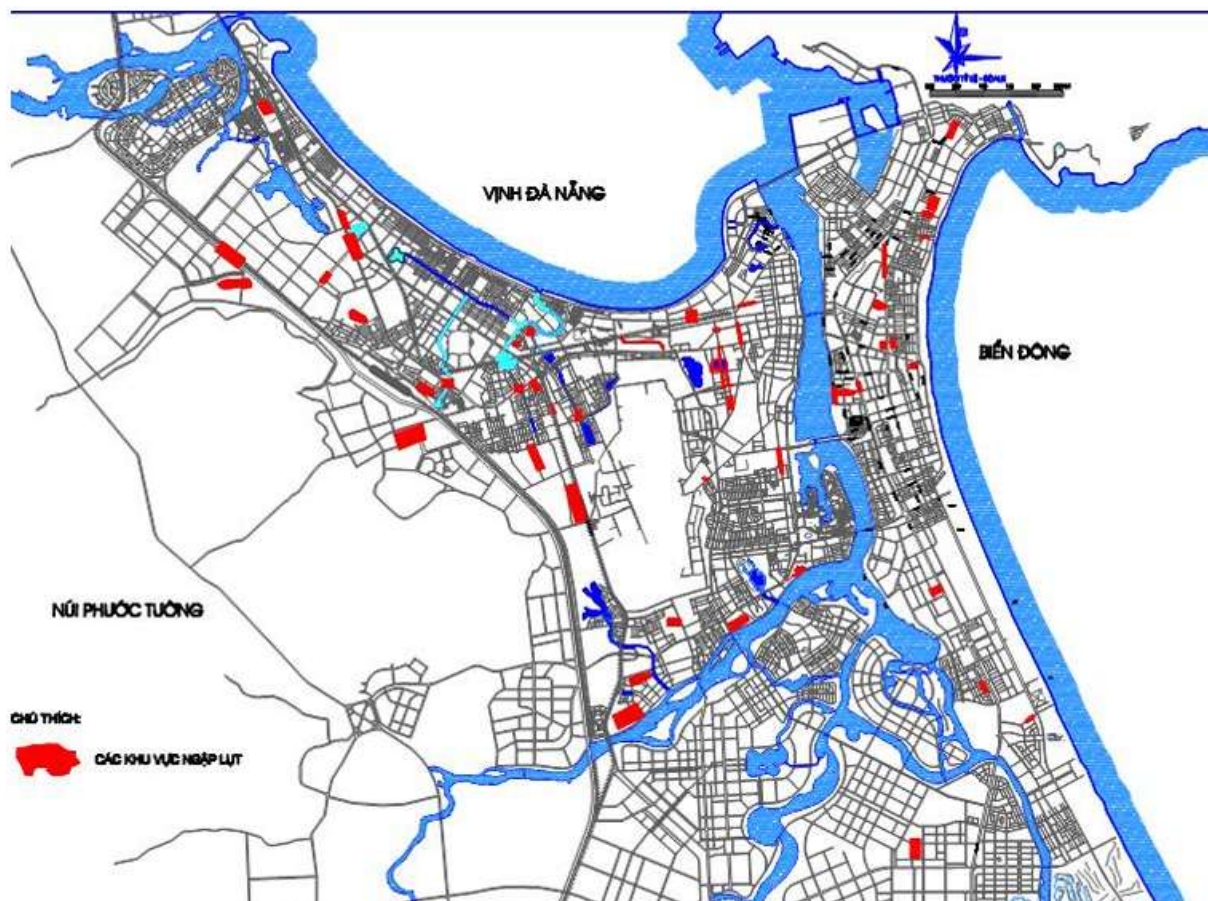
Hiện nay, kiểm soát tương đối tốt so với các đô thị có quy mô tương tự. Phạm vi và mức độ ngập úng trong đô thị không lớn nhờ vào công tác quản lý, tổ chức hệ thống thoát nước và đầu tư hạ tầng trong hơn 10 năm qua.

Theo Sở Xây dựng Đà Nẵng, đến tháng 10/2014, thành phố còn 62 điểm ngập úng, phân bố tại các quận: Hải Châu (2 điểm), Thanh Khê (9 điểm), Sơn Trà (12 điểm), Ngũ Hành Sơn (8 điểm), Liên Chiểu (16 điểm), Cẩm Lệ (7 điểm) và Hòa Vang (4 điểm).

Nguyên nhân chủ yếu gồm: tiết diện cống không đồng bộ, cao độ cống bất hợp lý, đường cao hơn nền dân cư, ảnh hưởng của mưa và triều cường, hệ thống thoát nước chưa kiên cố, cống cũ hư hỏng, chưa được bảo trì kịp thời. Dù không ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân, ngập úng vẫn là mối lo ngại, nhất là tại khu vực trung tâm và các quận đang phát triển như Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, Cẩm Lệ.

Việc ngập úng cục bộ luôn xảy ra nếu có các trận mưa lớn, và là mối lo ngại đáng kể đối với người dân, vì diễn biến ngập không xác định được nhưng ảnh hưởng đến nhà cửa và cuộc sống của người dân tại khu vực ngập. Giải pháp dài hạn bao gồm mở rộng hệ thống thoát nước và điều chỉnh cao độ san nền nhằm hạn chế tình trạng trũng, đặc biệt tại quận Hải Châu và Thanh Khê.

Bản đồ ngập lụt thành phố Đà Nẵng được trình bày trong hình.



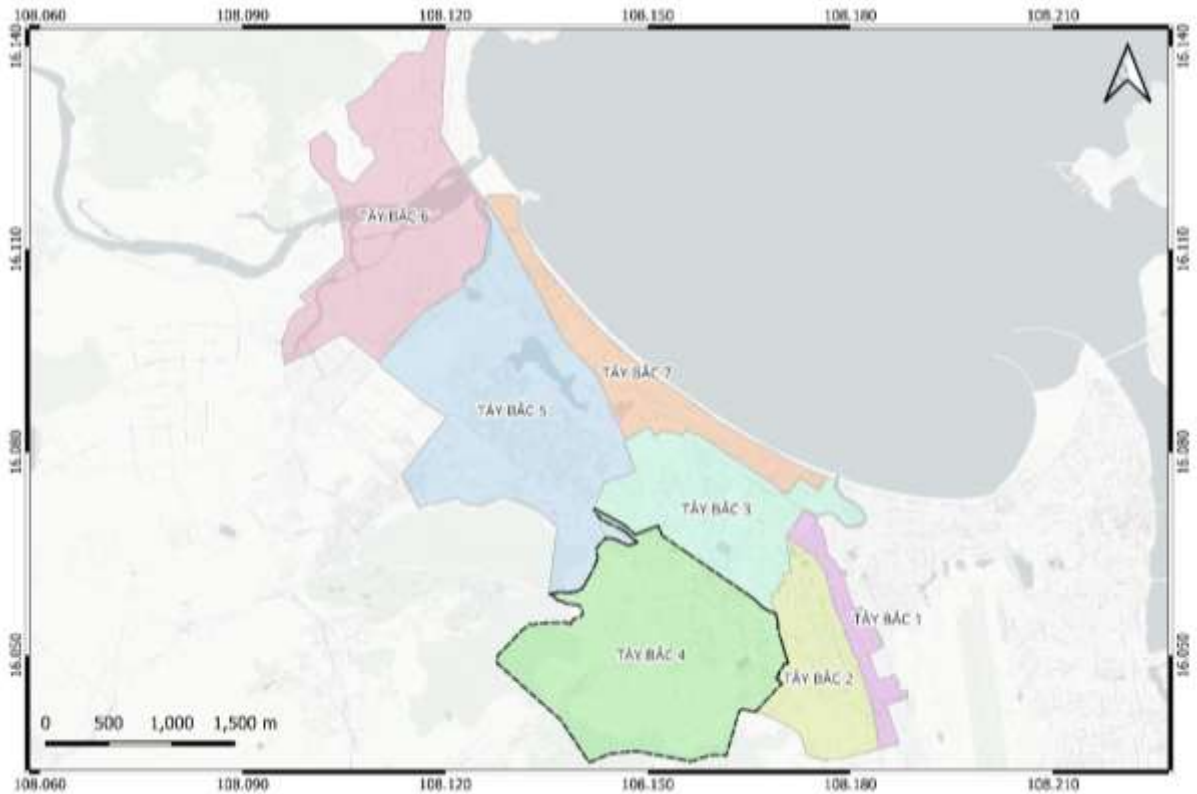
HÌNH 1. 5. BẢN ĐỒ NGẬP LỤT THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG [2]

1.2. Giới thiệu lưu vực Tây Bắc 4

1.2.1. Phạm vi Khu vực Tây Bắc

Thuộc địa giới hành chính các quận Liên Chiểu, một phần quận Cẩm Lệ, Thanh Khê và Hòa Vang giới hạn bởi đường Trường Chinh, sông Phú Lộc ở phía Đông, vịnh Đà Nẵng ở phía Bắc và dãy núi Phước Tường, Hải Vân ở phía Tây, Nam. Hướng thoát nước chính của khu vực này theo hướng Tây Nam – Đông Bắc ra Vịnh Đà Nẵng.

Khu vực này có 7 lưu vực thoát nước gồm: Tây Bắc 1, Tây Bắc 2, Tây Bắc 3, Tây Bắc 4, Tây Bắc 5, Tây Bắc 6, Tây Bắc 7.



HÌNH 1. 6. PHẠM VI KHU VỰC TÂY BẮC TRÊN ĐÀ NẴNG

1.1.3. Lưu vực thoát nước mưa Tây Bắc 4

- Phạm vi lưu vực: Giới hạn bởi núi Phước Tường, Lạc Long Quân, Tôn Đức Thắng, Nguyễn Huy Tường, Lê Trọng Tấn. Diện tích lưu vực 1612ha.
- Giới thiệu về lưu vực

Đặc thù lưu vực: Độ dốc địa hình lưu vực thoát nước Tây Bắc 4 Thành phố Đà Nẵng có sự phân bố không đồng nhất, dao động từ 10-30%. Độ dốc lớn nhất tập trung ở khu vực thượng lưu, nơi có địa hình đồi núi, thấp dần về phía hạ lưu, nơi có địa hình đồng bằng.

- Hệ thống thoát nước trong lưu vực

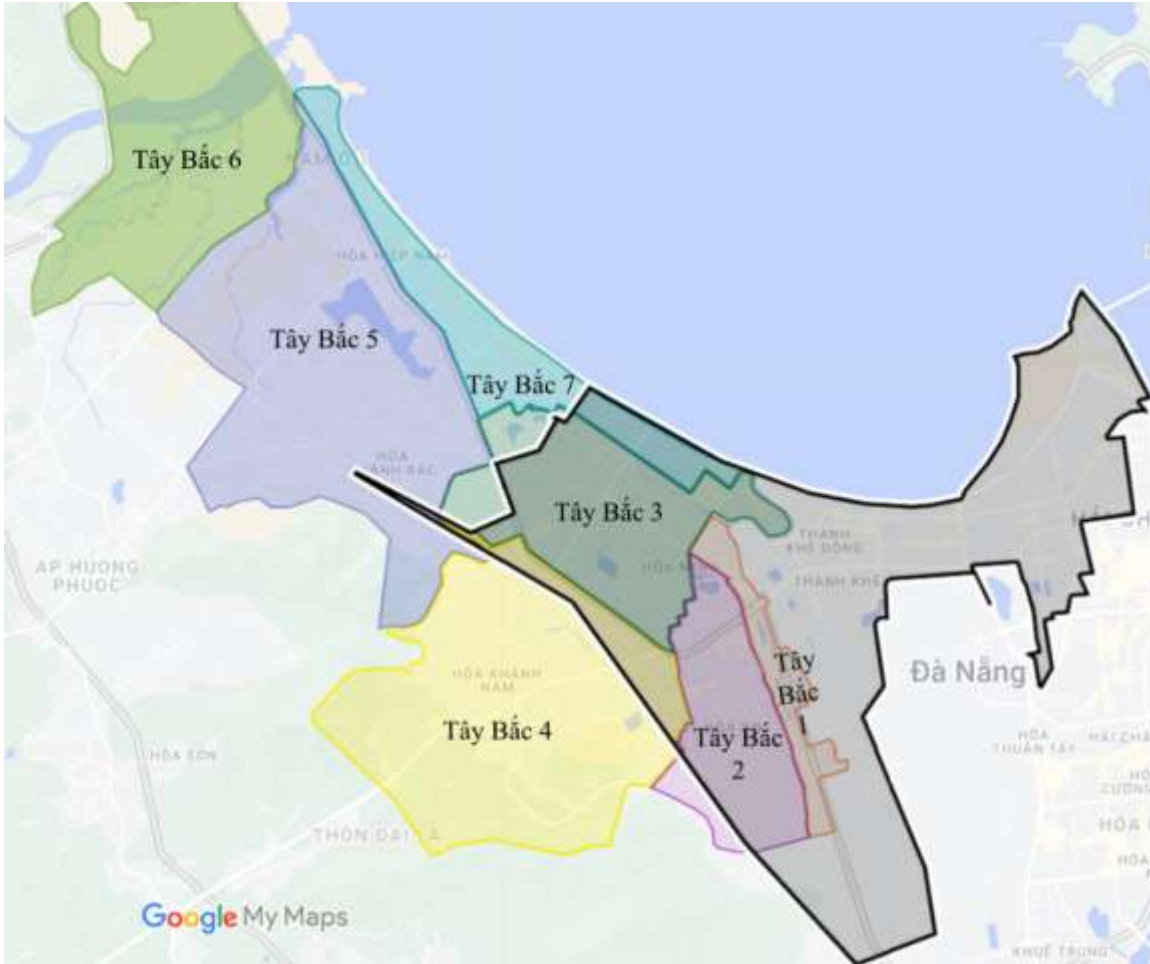
Có hệ thống thoát nước mưa thuộc lưu vực Tây Bắc 4. Nhưng không thuộc hệ thống thu gom nước thải lưu vực Trạm XLNT Phú Lộc, mặc dù tại Tây Bắc 4 là khu vực có những nguồn thải đặc biệt đáng quan tâm như Bãi rác Khánh Sơn, nhà máy Coca Cola và Trung tâm giết mổ gia súc gia cầm Đà Sơn.

- Hiện trạng thoát nước mưa và thu gom nước thải khi có mưa lớn:

Theo báo cáo của Công ty TNHH MTV Cấp thoát nước và Xử lý nước thải Đà Nẵng, Năm 2022, tại lưu vực thoát nước Tây Bắc 4 Đà Nẵng đã xảy ra 10 đợt mưa lớn,

gây ngập úng cục bộ tại một số khu vực, với diện tích ngập trung bình khoảng 50 ha, mức độ ngập trung bình từ 10-30 cm, có nơi ngập sâu hơn 50 cm.

Năm 2023, tính đến ngày 18/10/2023, đã xảy ra 5 đợt mưa lớn, gây ngập úng cục bộ tại một số khu vực, với diện tích ngập trung bình khoảng 40 ha, mức độ ngập trung bình từ 10-20 cm, có nơi ngập sâu hơn 30 cm.



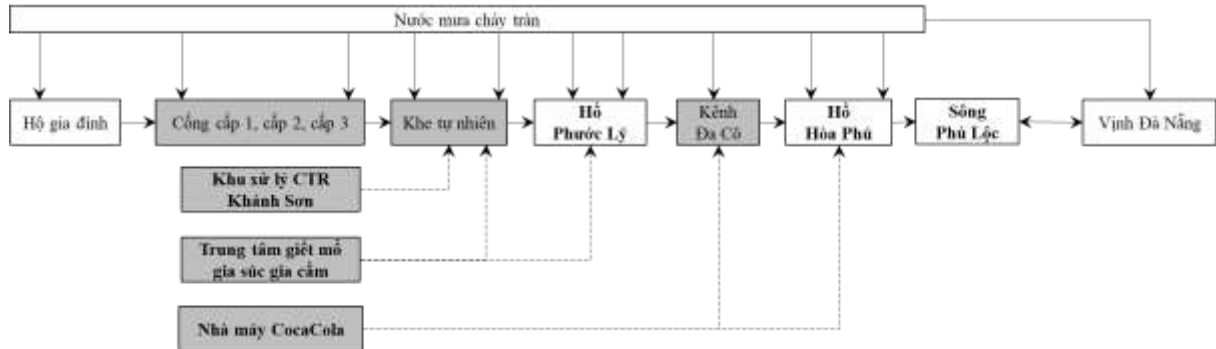
HÌNH 1. 7. LƯU VỰC THU GOM NƯỚC THẢI TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI PHÚ LỘC [2]

1.3. Đánh giá hiện trạng hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải của lưu vực Tây Bắc 4

Tuyến thoát nước và thu gom của lưu vực này thoát nước ra kênh Đa Cô qua 3 tuyến cống chính:

- Tuyến kênh tự nhiên Cầu Bà Xí ra Kênh Đa Cô: Tuyến kênh hở tự nhiên bắt đầu từ chân núi Phước Tường đổ vào kênh Đa Cô. Khẩu độ trung bình $b=15m$ đến $b=20m$.
- Tuyến cống hợp Phước Tường – hồ Phước Lý: Tuyến cống hợp bắt đầu từ chân núi Phước Tường (cạnh trung tâm SHB) đổ ra hồ Phước lý, khẩu độ $x2,5,1,5m$.

- Tuyến hồ Phước Lý- Đa Cô- Hồ Hòa Phú: Là tuyến kênh hở thoát nước từ khu vực chân núi Phước Tường đổ về hồ Hòa Phú, kích thước mặt từ $b=18\text{m}$ đến 20m , chiều sâu kênh khoảng 4m , chưa được xây dựng hoàn chỉnh, khả năng thoát của tuyến kênh vẫn bị hạn chế và gây ra ngập lụt.



HÌNH 1. 8. HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC MƯA VÀ THU GOM NƯỚC THẢI TÂY BẮC 4

Trong hệ thống thoát nước lưu vực Tây Bắc 4, công trình gồm có các cửa xả, đập tràn,... Lúc mưa lớn, tùy theo mùa hoặc lượng mưa, nước mưa và nước thải từ các tuyến thu gom sẽ tràn ra các hồ điều tiết và chảy về sông qua các tuyến kênh, mương hở. Vì vậy, chất lượng nước sông và các hồ điều tiết trong lưu vực cũng sẽ bị ảnh hưởng bởi các công trình hay hạ tầng kỹ thuật trong hệ thống.

- **Tuyến hồ Phước Lý – Kênh Đa Cô – Hồ Hòa Phú**

Nước mưa từ mái nhà hộ dân Phước Lý và lề đường được chảy vào tuyến cống thoát nước chung, hệ thống sử dụng giếng tách – cống bao để phân tách nước sau đó thải ra hồ Phước Lý nước mưa sẽ chảy về kênh Đa Cô ra hồ Hòa Phú. Hệ thống hồ có vai trò tích cực trong việc điều tiết lưu lượng nước mưa, giảm tải cho mạng lưới thoát nước.

Công tác quản lý vận hành, đầu tư xây dựng cải tạo chưa được quan tâm đúng mức, các miệng thu nước hiện nay thường bị vùi lấp bởi đất cát, rác rến...

Mật độ cống không đồng đều ở các khu vực khác nhau của lưu vực, nhiều khu vực của thành phố khu vực chân núi Phước Tường hiện có mật độ cống rất ít vì vậy khó tránh được ngập lụt cục bộ nhiều nhất ở khu vực đường Hoàng Văn Thái và Hoàng Minh Thảo.



HÌNH 1. 9. TUYẾN KÊNH TRƯỚC HỒ HÒA PHÚ



HÌNH 1. 10. TUYẾN KÊNH TRƯỚC HỒ PHƯỚC LÝ

- **Tuyến Khe tự nhiên - kênh Đa Cô**

Do độ dốc địa hình từ núi Phước Tường xuống vịnh biển thấp dần nước mưa tụ lại các rãnh hờ tạo thành khe chảy ra kênh Đa Cô

Nước từ chân núi Phước Tường khi mưa lớn đa phần đổ về Khe Tự nhiên cùng với nước thải của khu dân cư xung quanh đó, lượng mưa lớn diện rộng đồng thời triều cường thì tình trạng xảy ra lũ lụt là rất cao.

Khe chưa được khai thông một số chỗ còn bị tắc nghẽn do cây ngã làm cho thoát nước còn hạn chế ngập úng nhiều nơi như đường Mẹ Suốt và Đường Đà Sơn 2.

Ngoài ra nguồn đặc biệt gây ô nhiễm chính là bãi rác Khánh Sơn đến nay đã chất thành núi, hệ thống nước rỉ rác sau khi xử lý được đổ về khe cạn ra kênh Đa Cô cùng với nước thải trung tâm chế biến gia súc gia cầm nước sau khi xử lý vẫn có tình trạng ô nhiễm nặng có mùi sủi bọt khí.



HÌNH 1. 11. HIỆN TRẠNG CÁC TUYẾN KÊNH TỰ NHIÊN

1.4. Quy trình vận hành, quản lý các công trình hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường lưu vực Tây Bắc 4

1.4.1. Hiện trạng

Các công trình hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường tại lưu vực Tây Bắc 4 hiện do Công ty Thoát nước và Xử lý nước thải Đà Nẵng phối hợp với chính quyền địa phương quản lý. Nhìn chung, công tác vận hành và quản lý đã được thực hiện tương đối hiệu quả, góp phần quan trọng vào việc bảo vệ môi trường, đảm bảo sức khỏe cộng đồng và thúc đẩy phát triển bền vững trong khu vực.

Trách nhiệm quản lý các tuyến cống được phân chia như sau:

- Công ty Thoát nước và Xử lý nước thải Thành phố Đà Nẵng: Quản lý và vận hành các tuyến cống cấp 1, cấp 2. Tiến hành lấy mẫu và phân tích chất lượng nước định kỳ hàng tháng tại vị trí Cầu Đa Cô.
- Chính quyền địa phương: Quản lý và vận hành các tuyến cống cấp 3. Lấy mẫu định kỳ để phân tích chất lượng nước mặt tại các hồ trong lưu vực.

1.4.2. Những vấn đề tồn tại

Mặc dù công tác quản lý và vận hành đã đạt được những kết quả nhất định, vẫn còn tồn tại một số hạn chế cần khắc phục:

- Nguồn lực hạn chế: Nhân lực, trang thiết bị và kinh phí cho việc vận hành, bảo trì các công trình hạ tầng kỹ thuật BVMT chưa đáp ứng đủ nhu cầu thực tế.
 - Chưa chú trọng đào tạo: Công tác đào tạo, tập huấn cho đội ngũ quản lý và vận hành chưa được triển khai đồng bộ và hiệu quả.
 - Xả thải trái phép: Tình trạng xả rác, nước thải chưa qua xử lý vào các hệ thống hạ tầng kỹ thuật vẫn còn xảy ra, gây ảnh hưởng đến chất lượng môi trường nước.
- **Đặc thù của lưu vực Tây Bắc 4:**
 - Tổng diện tích lưu vực: 1.612 ha.
 - Tần suất kiểm tra vận hành của Công ty Thoát nước: 2 tháng/lần.
 - **Những tồn tại cụ thể trong khu vực:**
 - Ngập úng cục bộ vẫn xảy ra tại các khu vực trũng thấp.
 - Chất lượng nước mặt tại các khe, sông và hồ trong lưu vực chưa đảm bảo các tiêu chuẩn môi trường.

- Việc phân chia trách nhiệm giữa chính quyền địa phương và Công ty Thoát nước & XLNT Đà Nẵng trong quản lý vận hành vẫn còn chưa rõ ràng, dẫn đến một số khó khăn trong phối hợp thực hiện.

Những vấn đề trên đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nâng cao hiệu quả quản lý, đầu tư bổ sung nguồn lực và hoàn thiện cơ chế phối hợp giữa các bên liên quan nhằm bảo vệ môi trường lưu vực Tây Bắc 4 một cách bền vững.

1.5. Các vấn đề cụ thể liên quan đến hệ thống thoát nước mưa và tình trạng ngập úng đô thị tại khu vực Tây Bắc 4

1.5.1. Ngập úng cục bộ tại các khu vực trũng thấp

Hiện tượng ngập úng cục bộ vẫn xảy ra do hệ thống thoát nước chưa đáp ứng đầy đủ nhu cầu thực tế. Đặc biệt, các khu vực trũng thấp thường xuyên bị ngập nước trong mùa mưa lớn, ảnh hưởng đến đời sống và giao thông của người dân. Một số nguyên nhân chính bao gồm:

- Hệ thống cống thoát nước chưa được nâng cấp đồng bộ, gây ách tắc dòng chảy.
- Lưu lượng nước mưa lớn vượt quá khả năng thoát nước của hệ thống, việc nạo vét cống thoát nước chưa được thường xuyên.
- Tình trạng xây dựng nhà ở trên đất nông nghiệp, nhất là ở khu vực quy hoạch ga đường sắt cũ.¹



HÌNH 1. 12. MƯA LỚN KHIẾN ĐƯỜNG MẸ SUỐT TIẾP TỤC BỊ NGẬP SÂU (NGUỒN: BÁO THANH NIÊN²)

¹ <https://nld.com.vn/da-nang-neu-giai-phap-chong-ngap-cho-ron-lu-me-suot-196231206141220756.htm>

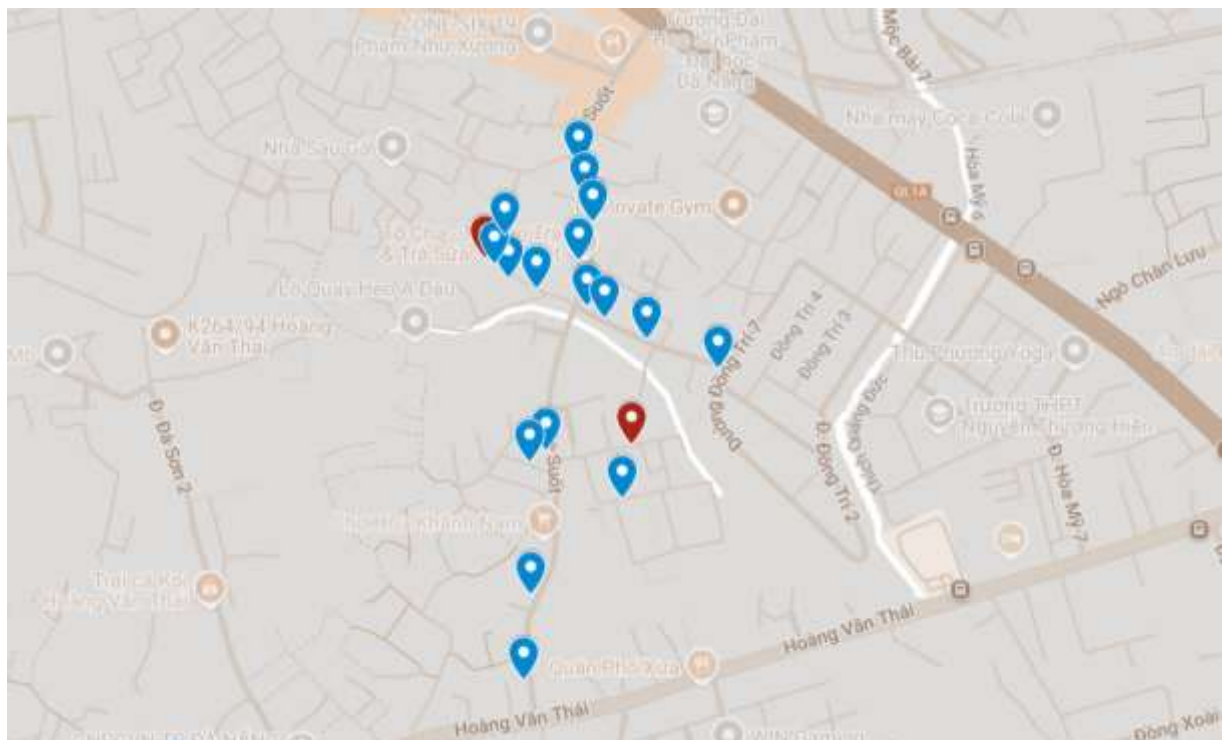
² <https://thanhvien.vn/da-nang-duong-me-suot-lai-ngap-sau-nguoi-dan-chay-lut-trong-dem-185231108012705753.htm>

Các điểm khảo sát thực tế cho thấy một số khu vực có tình trạng ngập úng nghiêm trọng, đặc biệt là tại các tuyến đường giao thông và khu dân cư thấp trũng. Những tuyến đường dễ xuất hiện tình trạng ngập úng cục bộ như Mẹ Suốt và Đường Đà Sơn 2.

Để đánh giá khách quan và tìm hiểu cụ thể về tình hình ngập úng tại lưu vực Tây Bắc 4, đã thực hiện khảo sát người dân tại vùng "rốn lũ" Mẹ Suốt về lượng mưa trung bình trong các đợt mưa lớn tại các năm, nguyên nhân chính gây ra ngập úng cục bộ.

BẢNG 1. 3. LƯỢNG MƯA TRUNG BÌNH TRONG CÁC ĐỢT (MM)

T10/2022	Vỡ đê	Ngập lớn
T10/2023	phổ biến từ 200 đến 400mm, có nơi trên 500mm	Mức nước ngập từ 0.8m đến 2,2 m
T11/2023	Tổng lượng mưa phổ biến từ 20 - 40 mm, có nơi trên 70 mm	Mức nước ngập sâu khoảng 0,5-1m
T11/2024	phổ biến là 100-250mm, có nơi trên 350mm	2-3h sẽ ngập tầm 0,5m



HÌNH 1. 13. MỘT SỐ VỊ TRÍ KHẢO SÁT NGẬP ÚNG TẠI ĐƯỜNG MẸ SUỐT

BẢNG 1. 4. ĐỘ SÂU NGẬP TRUNG BÌNH ĐƯỢC KHẢO SÁT TẠI CÁC ĐIỂM NGẬP ÚNG THƯỜNG XUYÊN TRONG CÁC ĐỢT MƯA LỚN (M)

Vị trí	Kinh độ (X)	Vĩ độ (Y)	T10/2022	T10/2023	T11/2023	5/11/2024
D1-01	108.157125	16.061261	1,5-2	$\geq 0,5$	0-0,2	0
D1-02	108.157197	16.060806	1,5-2	$\geq 0,5$	0-0,2	0
D1-03	108.157315	16.060433	1,5-2	$\geq 0,5$	0-0,5	0
D1-04	108.157026	16.060121	1,6-2	$\geq 0,5$	0,5-0,7	0
D1-05	108.157315	16.060433	1,5-2	$\geq 0,5$	0,5-0,7	0
D1-06	108.157233	16.059244	1,8-2	$\geq 0,5$	0,5-0,7	0
D1-07	108.157233	16.059244	1,5-2	$\geq 0,5$	$> 0,5$	0
D1-08	108.156631	16.057213	1,5-2	$\geq 0,5$	$> 0,5$	0
D1-09	108.156413	16.055173	1,5-2	$\geq 0,5$	$> 0,5$	0
D1-10	108.156308	16.053978	1,5-2	$\geq 0,5$	$> 0,5$	> 1
D2-01	108.155748	16.059923	4-5	1.6-2	0,5-1	> 1
D2-02	108.156488	16.059492	3-4	1.6-2	0,5-1	> 1
D2-03	108.156093	16.059626	3-4	1.6-2	0,5-1	> 1
D2-04	108.155876	16.059828	3-4	1.6-2	0,5-1	> 1
D2-05	108.156033	16.060248	3-4	1.6-2,2	0,5-1	$> 0,5$
D2-06	108.157475	16.059075	3,5-4,2	1-2	0,5-1	$> 0,5$
D2-07	108.159157	16.058371	3,5-4	1-2	0,5-1	> 1
D2-08	108.158111	16.058783	2-3	1-2	0,5-1	> 1
D2-09	108.157748	16.056530	2-3	1-2	0,5-1	> 1
D2-10	108.157892	16.057290	2-3	1-2	0,5-1	> 1
D2-11	108.156393	16.057047	2-3	1-2	0,5-1	$> 0,5$

Trong năm 2022 - 2023, khu vực Mệ Suốt liên tục xảy ra ngập mỗi khi mưa lớn. Trận mưa lịch sử tháng 10/2022 gây nhiều thiệt hại về tài sản, có người tử vong do bị nước lũ cuốn trôi tại khu vực này. Tuy đã phê duyệt chủ trương nâng cấp hệ thống thoát nước nhưng tháng 11 gần đây vẫn có hiện tượng ngập úng cục bộ.

1.5.2. *Bắt cập quy hoạch và thoát nước trong khu vực*

Công tác quản lý hệ khẩu và quy hoạch khu vực Tây Bắc 4 còn nhiều bất cập, gây ảnh hưởng lớn đến hệ thống thoát nước và tình trạng ngập úng. Đặc biệt, vùng "rốn lũ" Mệ Suốt (phường Hòa Khánh Nam, quận Liên Chiểu) là điểm nóng thường xuyên bị ngập trong các trận mưa lớn. Có những nguyên nhân đáng lưu ý sau đây:

- Hệ thống thoát nước chưa đáp ứng nhu cầu, đặc biệt ở các khu vực trũng thấp. Nước mưa không có hướng thoát hợp lý, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân.
- Việc quy hoạch khu dân cư chưa đồng bộ với hạ tầng thoát nước càng làm trầm trọng thêm vấn đề.

Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập úng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, Thành Phố Đà Nẵng

Nhằm cải thiện tình trạng này, ngày 30/10/2024, Hội đồng Nhân dân TP Đà Nẵng đã thông qua dự án đầu tư tuyến cống thoát nước từ kênh Phú Lộc ra đường Nguyễn Tất Thành (Phùng Hưng). Dự án thuộc nhóm B, sử dụng vốn ngân sách thành phố, triển khai từ năm 2024 đến 2027, do Ban quản lý các dự án phát triển hạ tầng Khu công nghiệp và Công nghệ cao Đà Nẵng làm chủ đầu tư. Mục tiêu là giảm tải lưu lượng nước cho kênh Phú Lộc, hạn chế tình trạng ngập úng tại các quận Thanh Khê và Liên Chiểu, đồng thời cải thiện cảnh quan đô thị và môi trường, nâng cao khả năng tiêu thoát nước ra vịnh Đà Nẵng.³

³ <https://vtv.vn/xa-hoi/da-nang-chi-145-ty-dong-chong-ngap-vung-ron-lu-20241031064619304.htm>

CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU SỐ HÓA CHO HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VÀ TÌNH TRẠNG NGẬP ÚNG TẠI LƯU VỰC TÂY BẮC 4

2.1. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng

2.1.1. Mục đích

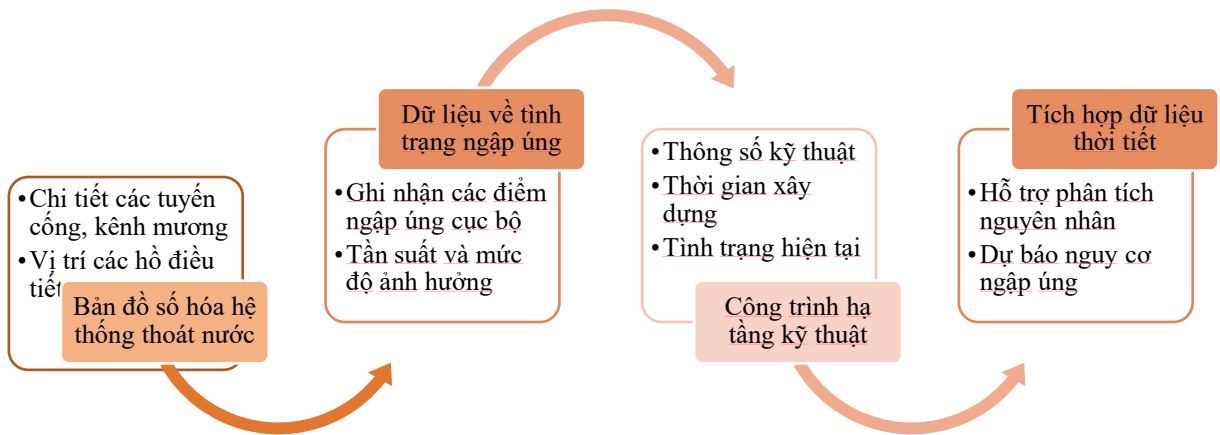
Mục đích chính của việc xây dựng khung cơ sở dữ liệu (CSDL) hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường của lưu vực Tây Bắc 4 nhằm nâng cao hiệu quả quản lý hệ thống thoát nước và tình trạng ngập úng tại lưu vực. Cụ thể, hệ thống này giúp:

- Cập nhật và theo dõi chính xác hiện trạng hạ tầng kỹ thuật, tình trạng thoát nước và các điểm ngập úng.
- Hỗ trợ công tác quy hoạch và cải thiện hạ tầng đô thị, đảm bảo khả năng tiêu thoát nước hiệu quả.
- Dự báo và phòng chống ngập úng, thông qua tích hợp dữ liệu thời tiết.
- Tối ưu hóa công tác quản lý và bảo trì hệ thống thoát nước, giảm chi phí vận hành và nâng cao tuổi thọ công trình.

Để xây dựng khung CSDL, cần thu thập và tổ chức dữ liệu về hệ thống thoát nước, các công trình liên quan như hồ, kênh, mương cùng với thông tin về lượng mưa và tình trạng ngập úng. Dữ liệu này phải được sắp xếp theo cấu trúc khoa học để đảm bảo tính nhất quán và dễ dàng truy xuất. Đồng thời, cần lựa chọn nền tảng phù hợp (phần mềm và công cụ hỗ trợ) để phát triển CSDL, giúp tối ưu hóa việc lưu trữ, quản lý và phân tích dữ liệu phục vụ công tác quy hoạch và vận hành hệ thống thoát nước.

2.1.2. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng

Việc xây dựng cơ sở dữ liệu số hóa về hệ thống thoát nước và tình trạng ngập úng tại lưu vực Tây Bắc 4 là một bước quan trọng trong công tác quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị. Cơ sở dữ liệu này bao gồm:



Cơ sở dữ liệu này giúp các cơ quan quản lý dễ dàng theo dõi, đánh giá và lập kế hoạch nâng cấp hệ thống thoát nước một cách hiệu quả.

Quá trình xây dựng khung cơ sở dữ liệu thoát nước mưa và tình trạng ngập úng của lưu vực Tây Bắc 4 bao gồm các bước chính sau:

Bước 1. Thu thập dữ liệu đầu vào

- Dữ liệu về công trình hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường, bao gồm: cống thoát nước, kênh mương, hồ điều tiết. Các dữ liệu này được xác định theo Phụ lục V, Thông tư 02/2022 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Dữ liệu về lượng mưa, bao gồm: lượng mưa dự đoán, lượng mưa thực tế và kết quả khảo sát xác định các vị trí ngập úng thường xuyên.

Bước 2. Hệ thống hóa và phân nhóm dữ liệu

Từ các dữ liệu đã thu thập, tiến hành phân nhóm theo từng loại đối tượng riêng biệt. Xác định thành phần dữ liệu và các mối liên kết giữa chúng. Xây dựng khung cơ sở dữ liệu với 3 cấp độ:

Modul cơ bản (*Chứa thông tin dữ liệu nền tảng*) → Hệ thống phân cấp dữ liệu (*Xác định quan hệ giữa các dữ liệu theo cấu trúc có tổ chức*) → Liên kết dữ liệu (*Xây dựng mối quan hệ giữa các nhóm dữ liệu riêng biệt*).



HÌNH 2. 1. KHUNG CSDL NGẬP ỨNG ĐÔ THỊ THEO DẠNG PHÂN CẤP

Hệ thống CSDL được tổ chức theo cấu trúc chặt chẽ, phản ánh mối liên hệ giữa các thành phần dữ liệu, giúp tối ưu hóa quá trình thu thập, lưu trữ và phân tích thông tin.

Bước 3. Lựa chọn công nghệ và phần mềm triển khai

Để đảm bảo cơ sở dữ liệu có tính trực quan và dễ dàng truy xuất, việc lựa chọn phần cứng, phần mềm phù hợp là rất quan trọng. Các phần mềm chính được sử dụng bao gồm:

- Microsoft Excel: Hỗ trợ lưu trữ, tổ chức và xử lý dữ liệu bảng tính.
- QGIS: Dùng để hiển thị và phân tích dữ liệu không gian trên nền tảng GIS.
- Power BI: Công cụ trực quan hóa dữ liệu, giúp phân tích và trình bày thông tin một cách dễ hiểu.

Các phần mềm này đảm bảo quá trình khởi tạo, đọc, cập nhật và xóa dữ liệu được thực hiện hiệu quả. Đặc biệt, các đối tượng dữ liệu có thuộc tính không gian sẽ được hiển thị trên nền GIS để thể hiện rõ ràng vị trí và vai trò của chúng đối với hệ thống hạ tầng kỹ thuật trong khu vực.

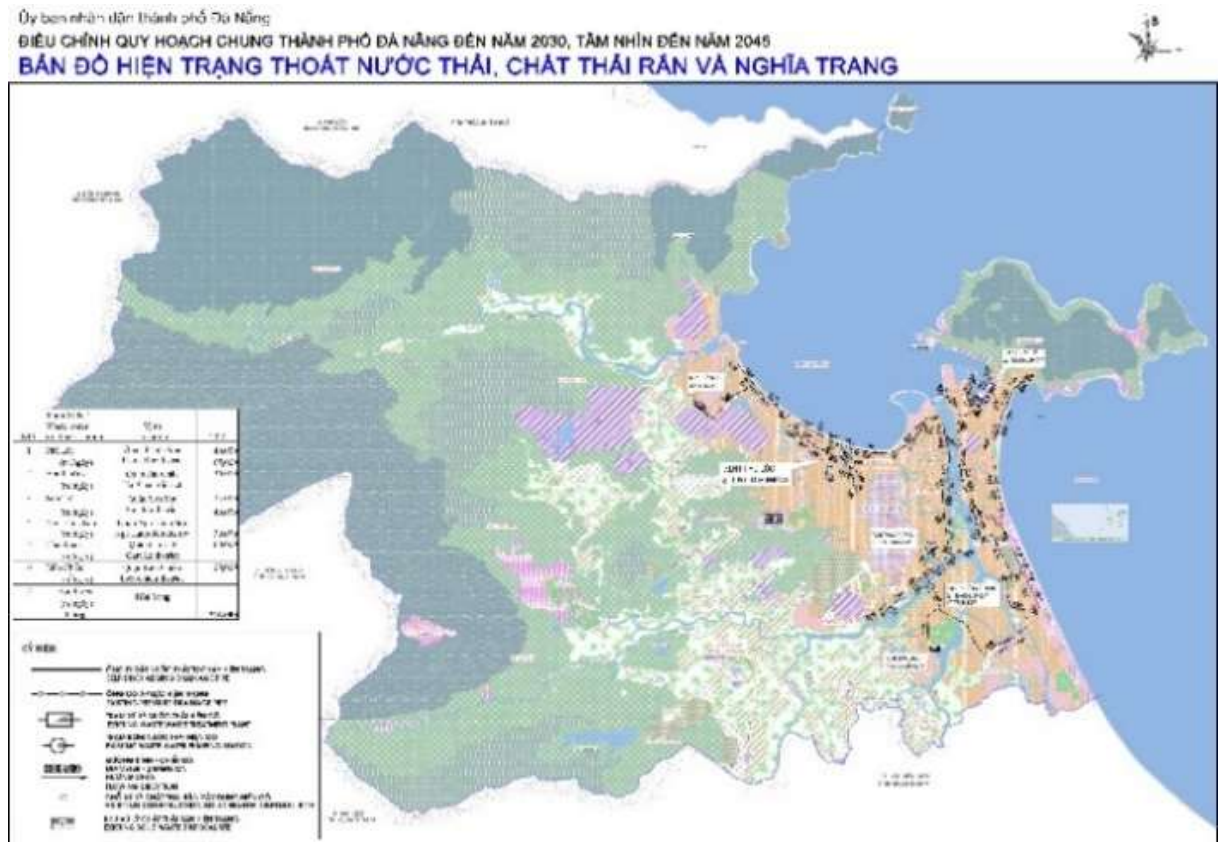
2.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu

Quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu bao gồm:

1. Thu thập, phân tích và đánh giá dữ liệu: Bao gồm dữ liệu lượng mưa, hệ thống thoát nước và các văn bản quy phạm về phân loại dữ liệu.

Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập ứng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, Thành Phố Đà Nẵng

Nhóm hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường: số hóa các dữ liệu từ file auto CAD của công ty Thoát nước và xử lý nước thải theo khung CSDL.

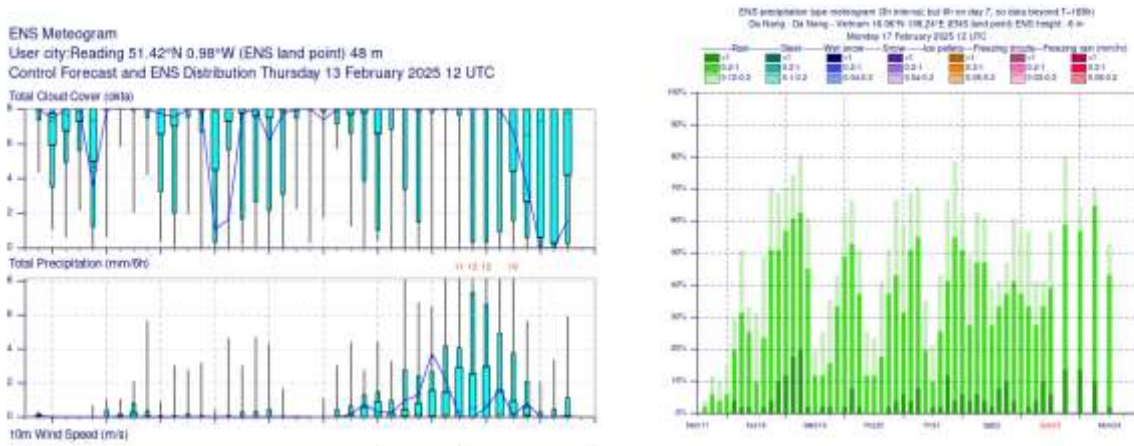


HÌNH 2. 2. CÁC TÀI LIỆU VỀ QUY HOẠCH THOÁT NƯỚC ĐÀ NẴNG



HÌNH 2. 3. BẢN VẼ KỸ THUẬT VỀ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC ĐÀ NẴNG [2]

Dữ liệu về lượng mưa, bao gồm: lượng mưa dự đoán, lượng mưa thực tế và kết quả khảo sát xác định các vị trí ngập ứng thường xuyên.



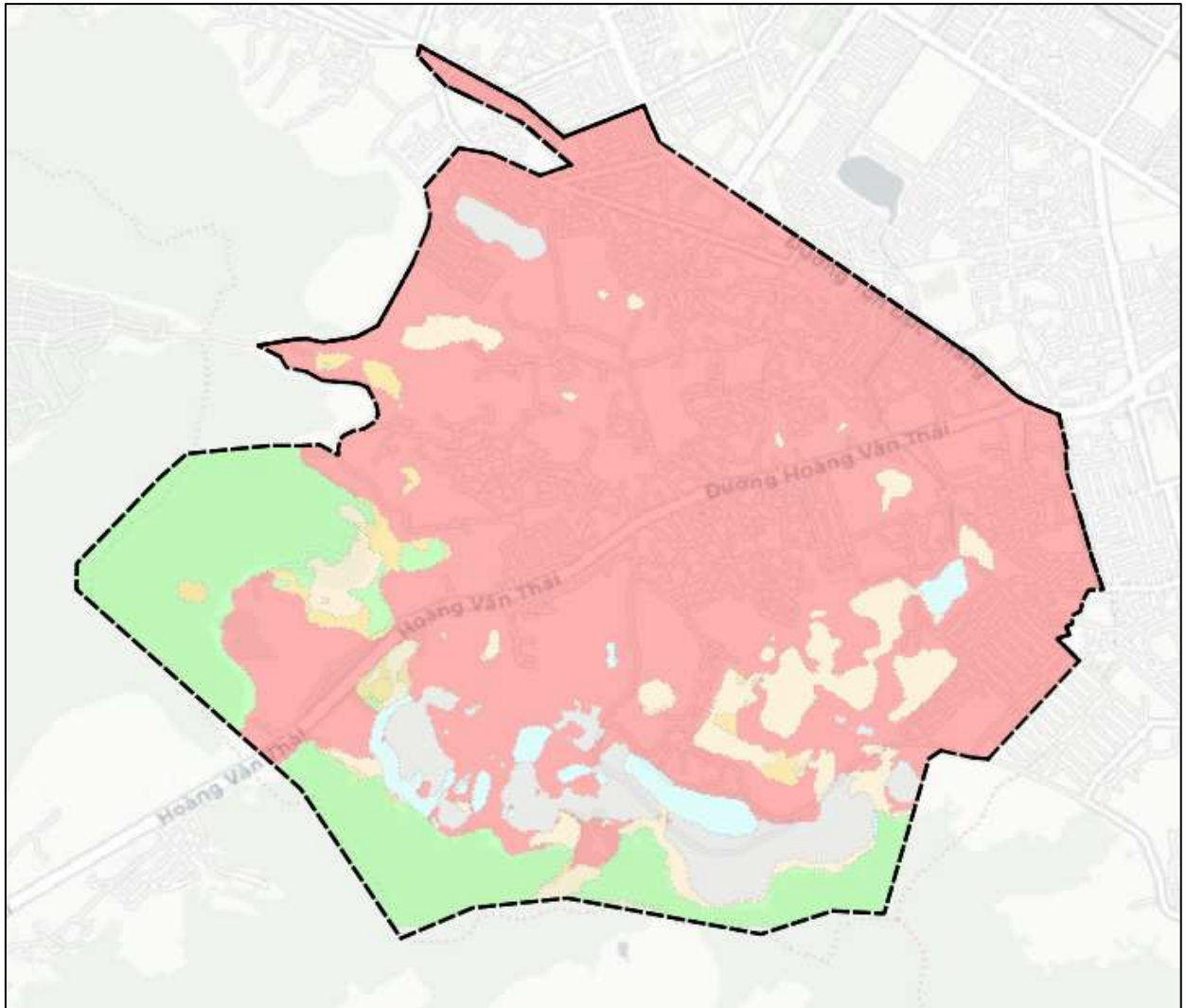
HÌNH 2. 4. BIỂU ĐỒ LƯỢNG MÀ VÀ TỐC ĐỘ GIÓ, CÁC BIỂU ĐỒ LƯỢNG MƯA DỰ BÁO THEO NGÀY

2. Số hóa dữ liệu (Digitization): Chuyển đổi dữ liệu từ dạng vật lý sang dạng số theo các khung cơ sở dữ liệu đã thiết lập.
3. Tích hợp và số hóa quy trình tính toán (Digitalization): Áp dụng các công cụ tính toán nhằm tự động hóa quy trình xử lý dữ liệu.
4. Ứng dụng bản đồ số: Nhằm tối ưu hóa quá trình hiển thị cơ sở dữ liệu trên hệ thống GIS. Cấu trúc chính của cơ sở dữ liệu được xác định theo các khung cơ sở dữ liệu với mức độ ưu tiên giảm dần.

Dữ liệu sau khi số hóa có thể dễ dàng truy xuất dưới nhiều định dạng phù hợp với các mục đích sử dụng khác nhau, bao gồm: Dữ liệu bản đồ: .shp, .kml, .kmz; Tập bản đồ trực quan: .jpeg, .png, .pdf; Dữ liệu bảng tính: .xlsx

2.3. Thu thập, chuẩn hóa và số hóa dữ liệu hệ thống thoát nước và ngập úng đô thị bằng các công cụ GIS và viễn thám

Công cụ GIS (Hệ thống thông tin địa lý) được sử dụng nhằm chuẩn hóa định dạng và cấu trúc dữ liệu không gian, cho phép quản lý đồng bộ và hiệu quả các lớp thông tin như tuyến cống thoát nước, điểm xả thải, khu vực thường xuyên ngập úng và cao độ địa hình. Bên cạnh đó, ảnh viễn thám cùng các ứng dụng quy hoạch sử dụng đất của thành phố giúp cập nhật hiện trạng sử dụng đất, hỗ trợ xác định nhanh các khu vực có nguy cơ ngập cao.



HÌNH 2. 5. DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH TỪ ẢNH VỆ TINH

1. Xây dựng cấu trúc dữ liệu theo sơ đồ cơ sở dữ liệu

Cấu trúc dữ liệu nền được phát triển từ sơ đồ "Cơ sở dữ liệu ứng đô thị", bao gồm ba nhóm chính:

- Nhóm dữ liệu lưu vực: gồm thông tin về lưu vực thoát nước, kênh mương, quy hoạch sử dụng đất, điều kiện địa hình – địa mạo,... giúp xác định hướng dòng chảy và vùng tập trung nước.
- Nhóm dữ liệu hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường: gồm giếng thăm, giếng tách dòng, trạm bơm, hệ thống cống, trạm khí tượng,... cung cấp dữ liệu về năng lực thoát nước và trạng thái vận hành hạ tầng.
- Nhóm dữ liệu lượng mưa: bao gồm trạm đo mưa thực tế và vùng dự báo mưa từ mô hình, giúp tích hợp các yếu tố tác động tới ứng.

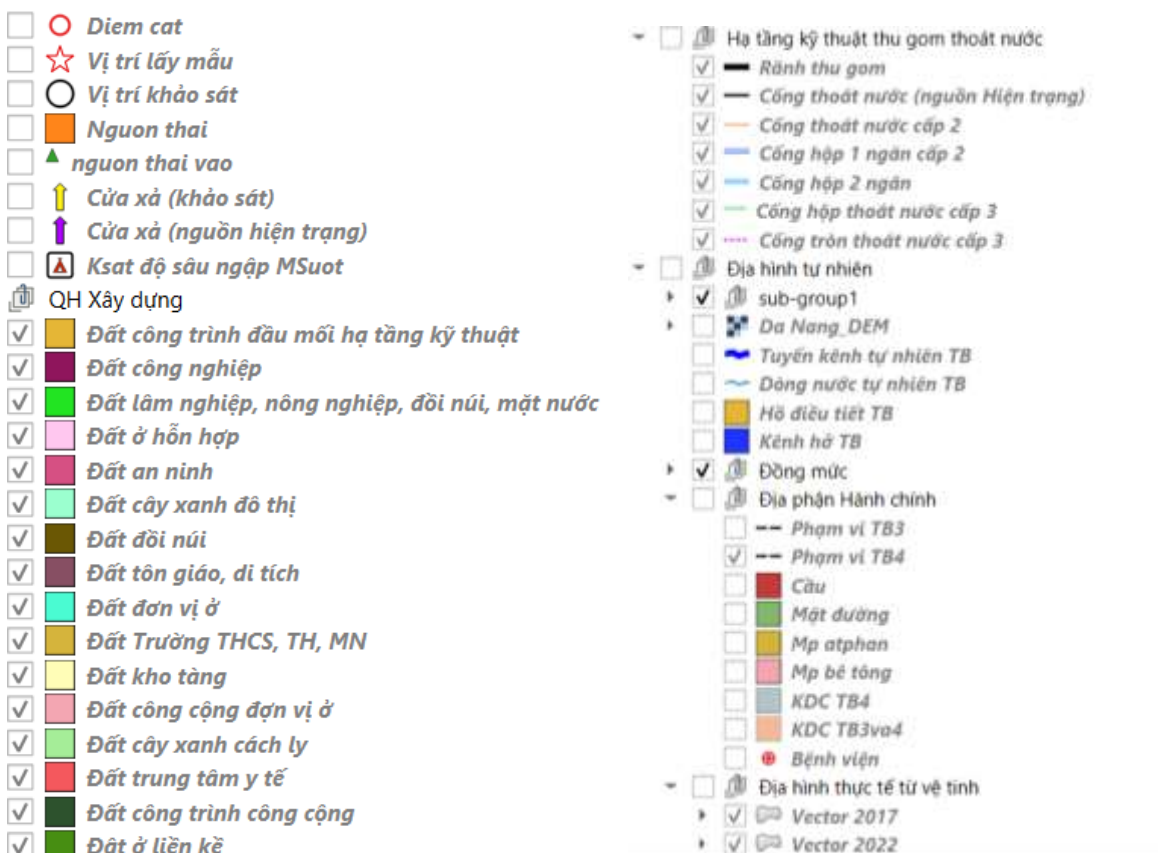
Mỗi lớp dữ liệu được chuẩn hóa theo định dạng GIS (shapefile hoặc GeoPackage), gồm thông tin hình học (geometry) và thông tin thuộc tính (attribute table) để đảm bảo tính tương tác và truy vấn đa chiều.

2. Biên tập và hiển thị dữ liệu trên QGIS

Các lớp dữ liệu được nạp vào phần mềm QGIS, được phân loại rõ ràng theo từng nhóm chủ đề (theme), được chuẩn hóa về hệ tọa độ, biểu diễn màu sắc và biểu tượng thống nhất để đảm bảo dễ hiểu và trực quan cho người sử dụng.

Thông tin hiển thị bao gồm:

- Dữ liệu không gian: bản đồ các trạm, tuyến cống, lưu vực, địa hình;



HÌNH 2. 6. CÁC LỚP DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐƯỢC SỬ DỤNG

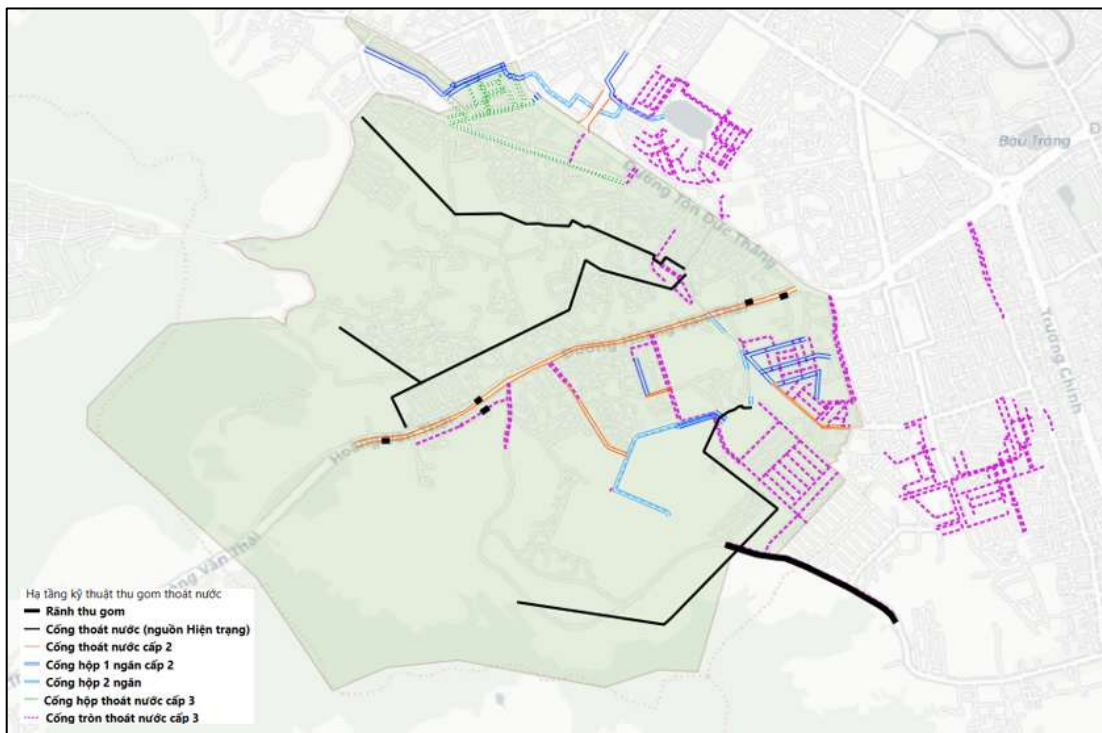
- Dữ liệu phi không gian: các trường thông tin như loại cống, chiều dài, vị trí, bản vẽ kỹ thuật, lượng mưa thực tế và dự báo,...

TT	Vị trí	Kinh (°E)	Vĩ (°N)	T10/2022	T10/2023	T11/2023	3/11/2024
1	01-01	108.1571240	16.06126133	1,5-2	>=0,5	0-0,2	0
2	01-02	108.157197	16.06060577	1,5-2	>=0,5	0-0,2	0
3	01-03	108.1573152	16.060433	1,5-2	>=0,5	0-0,5	0
4	01-04	108.1570254	16.06012074	1,6-2	>=0,5	0,5-0,7	0
5	01-05	108.1573152	16.060433	1,5-2	>=0,5	0,5-0,7	0
6	01-06	108.157233	16.0592439	1,8-2	>=0,5	0,5-0,7	0
7	01-07	108.157233	16.0592439	1,5-2	>=0,5	>0,5	0
8	01-08	108.1566312	16.057213	1,5-2	>=0,5	>0,5	0
9	01-09	108.1564128	16.055173	1,5-2	>=0,5	>0,5	0
10	01-10	108.1563083	16.05397782	1,5-2	>=0,5	>0,5	0
11	02-01	108.155748	16.059923	4-5	1,6-2	0,5-1	>1
12	02-02	108.1564882	16.0594916	3-4	1,6-2	0,5-1	>1
13	02-03	108.1560526	16.0596256	3-4	1,6-2	0,5-1	>1
14	02-04	108.1558763	16.059628	3-4	1,6-2	0,5-1	>1
15	02-05	108.1560329	16.060248	3-4	1,6-2,1	0,5-1	>0,5
16	02-06	108.1574753	16.0590754	1,5-4,7	7-8	0,5-1	>0,5
17	02-07	108.1591574	16.0583708	3,5-4	7-8	0,5-1	>1
18	02-08	108.158111	16.058783	2-3	7-8	0,5-1	>1

HÌNH 2. 7. DỮ LIỆU PHI KHÔNG GIAN

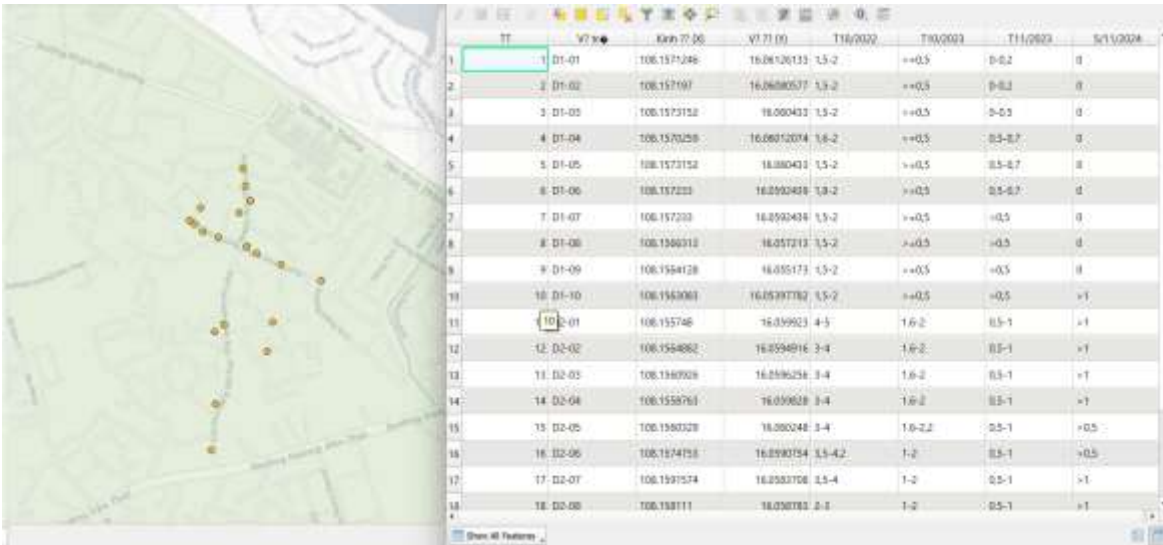
Cụ thể những dữ liệu sau khi thu thập được xử lý thông qua các bước: hiệu chỉnh, chuyển đổi hệ tọa độ, biên tập lớp thông tin và tích hợp vào hệ thống cơ sở dữ liệu không gian. Các lớp dữ liệu trọng tâm được xây dựng bao gồm:

- Lớp tuyến cống và giếng thu nước mưa, nước thải;



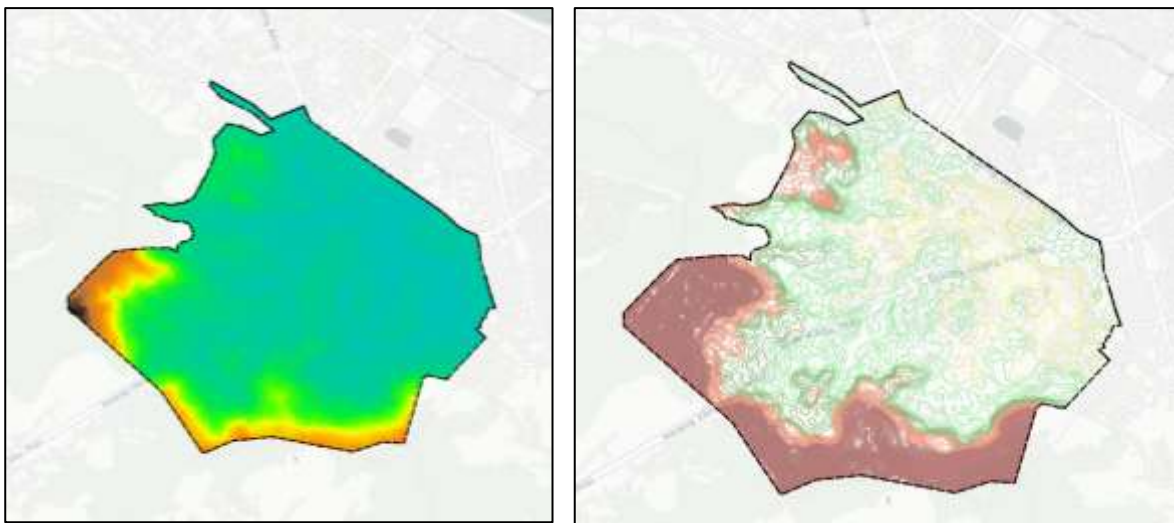
Hình 2. 8. Hạ tầng kỹ thuật thu gom thoát nước khu vực Tây Bắc 4

- Lớp điểm ngập ứng đã được ghi nhận trong các năm gần đây;



HÌNH 2. 9. CÁC ĐIỂM KHẢO SÁT NGẬP ỨNG TRÊN ĐƯỜNG MẸ SUỐT TRONG CÁC ĐỢT MƯA

- Lớp mô hình địa hình số (DEM) phục vụ phân tích dòng chảy mặt;



HÌNH 2. 10. LỚP MÔ HÌNH ĐỊA HÌNH SỐ (DEM) VÀ ĐỒNG MỨC TẠI LƯU VỰC TÂY BẮC 4

- Lớp phân vùng chức năng đô thị, mật độ xây dựng và sử dụng đất.



HÌNH 2. 11. DỮ LIỆU QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT TỪ ỨNG DỤNG CỦA THÀNH PHỐ

Thông qua quá trình số hóa này, hệ thống cơ sở dữ liệu tạo nền tảng vững chắc để xây dựng các mô hình mô phỏng ngập úng, góp phần trực quan hóa hiện trạng và nâng cao năng lực phân tích – hỗ trợ ra quyết định trong công tác quản lý môi trường đô thị và hạ tầng kỹ thuật. Chi tiết mã ký hiệu loại đất, mã ký hiệu đối tượng sử dụng đất, mã ký hiệu đối tượng được giao quản lý đất xem tại phụ lục 1.

2.4. Xác định nội dung và phương pháp đánh giá mức độ ngập úng đô thị tại lưu vực thoát nước Tây Bắc 4

2.4.1. Nội dung

Để xác định mức độ và nguy cơ ngập úng đô thị tại lưu vực Tây Bắc 4, các nội dung đánh giá trọng tâm bao gồm:

1. Khả năng tiêu thoát nước của hệ thống thoát nước hiện tại

Khảo sát đánh giá hiện trạng thoát nước của các tuyến công và các hạ tầng liên quan, căn cứ vào thiết kế và hiện trạng vận hành. Xác định điểm ngập, tắc nghẽn dòng chảy, khu vực trũng dễ ứ đọng.

2. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến khả năng chịu tải của hệ thống thoát nước

Sử dụng dữ liệu dự báo khí hậu (dựa trên các mô hình khí hậu khu vực hoặc toàn cầu) để so sánh không gian – thời gian với lượng mưa đo được từ các trạm quan trắc. Việc tính toán tỷ lệ khớp đúng giữa dự báo và thực tế giúp làm rõ mức độ phù hợp của

các kịch bản mưa cực đoan đang được sử dụng trong quy hoạch và thiết kế hệ thống thoát nước.

Đánh giá khả năng "chịu tải" của hệ thống hiện hành khi đối mặt với các kịch bản mưa mới – làm rõ nguy cơ quá tải cục bộ hoặc toàn lưu vực.

3. Tác động của quy hoạch đô thị và sử dụng đất đến tình trạng ngập úng:

Phân tích ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa như tăng mật độ xây dựng, bê tông hóa bề mặt, và sự suy giảm diện tích đất có khả năng thấm nước (đất cây xanh, đất trống...) đến lưu lượng dòng chảy mặt.

Tích hợp dữ liệu quy hoạch sử dụng đất (hiện trạng và định hướng tương lai) với Mô hình số độ cao (DEM) vào phần mềm GIS để phân tích các yếu tố địa hình, hướng dốc, vùng trũng thấp.

Trên cơ sở đó, mô phỏng phạm vi và mức độ ngập úng bằng các mô hình mô phỏng thủy văn và mô hình nội suy (interpolation), phục vụ đánh giá tổng thể về rủi ro ngập tại từng tiểu lưu vực.

2.4.2. Phương pháp

Để đảm bảo đánh giá toàn diện và khách quan, nghiên cứu kết hợp nhiều phương pháp từ truyền thống đến hiện đại:

- Khảo sát thực địa và thu thập dữ liệu hiện trạng: Điều tra các tuyến thoát nước, công trình kiểm soát ngập, khu vực ngập điển hình; Ghi nhận dữ liệu vị trí, độ sâu ngập, thời gian rút nước sau mưa lớn, hình ảnh hiện trạng...

- Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình thủy văn số: Tích hợp dữ liệu vào hệ thống GIS để phân tích không gian và xây dựng bản đồ số phục vụ đánh giá rủi ro ngập. Sử dụng phần mềm QGIS kết hợp các plugin như QGIS2web (xuất bản bản đồ lên nền web), QGIS2threejs (mô hình 3D địa hình và ngập úng) để trình bày kết quả phân tích dưới dạng trực quan, dễ truy cập và không cần tương tác phức tạp.

- Nội suy và mô phỏng vết lũ bằng TIN [5] (Triangulated Irregular Network Interpolation): TIN là phương pháp nội suy địa hình bằng cách chia vùng nghiên cứu thành các tam giác bất quy tắc từ các điểm khảo sát có tọa độ và cao độ xác định. Sử dụng các mô hình DEM chất lượng cao để mô phỏng địa hình và dòng chảy kết hợp dữ liệu ngập khảo sát thực địa

- + Phương pháp này phù hợp để mô phỏng chi tiết các đặc trưng địa hình như sườn dốc, vùng trũng, từ đó xác định hướng dòng chảy, tốc độ tập trung dòng nước và vùng dễ bị ngập.
- + Kết hợp TIN với dữ liệu lượng mưa thực tế và dự báo để mô phỏng phân bố độ sâu ngập, phạm vi ngập, phục vụ công tác cảnh báo và quy hoạch thoát nước.
- Cơ sở dữ liệu DEM sử dụng trong mô hình hóa

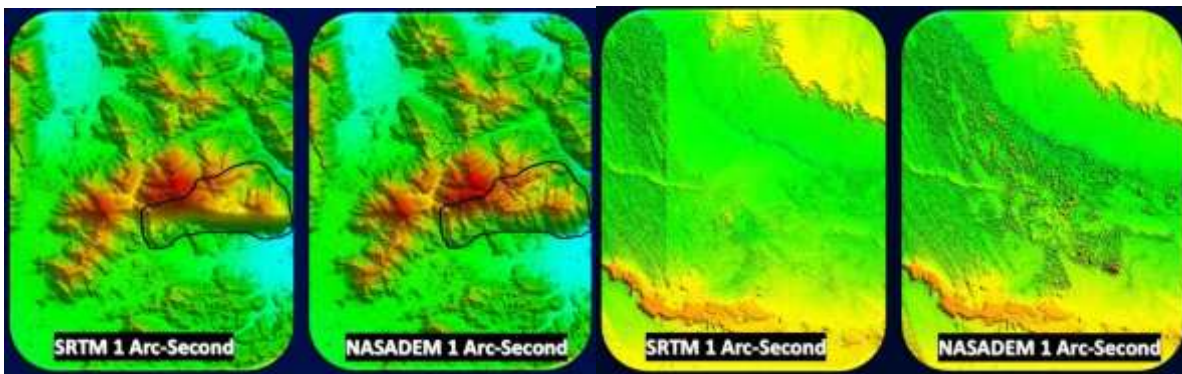
Mô hình địa hình số (DEM – Digital Elevation Model) là nền tảng quan trọng để mô phỏng dòng chảy bề mặt, vùng trũng và vết lũ. Nghiên cứu sử dụng một số mô hình DEM sau để so sánh và lựa chọn dữ liệu phù hợp nhất:

BẢNG 2. 1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ỨNG DỤNG CHÍNH CỦA MỘT SỐ MÔ HÌNH DEM

Tên dữ liệu	Nguồn	Độ phân giải không gian	Ứng dụng chính
SRTM 90m [6] [7]	NASA	~90 m (3 arc-seconds)	Quy hoạch, nghiên cứu địa hình
SRTM 30m (SRTM1) [7]	NASA	~30 m (1 arc-second)	Mô hình địa hình chi tiết hơn
SRTM GL1 Ellipsoidal 30m [6] [8]	NASA/JAXA	~30 m	Nghiên cứu GNSS, kỹ thuật cao độ
ALOS World 3D 30m (AW3D30) [9] [10]	JAXA	~30 m	Địa hình núi, rừng, xây dựng
ALOS World 3D Ellipsoidal 30m [11]	JAXA	~30 m	Dùng cho hệ thống GNSS
SRTM15+ V2.1 Bathymetry [12] [13]	Scripps/NOAA	~500 m (15 arc-sec)	Nghiên cứu đại dương, bề mặt đáy biển
Copernicus DSM 90m [14]	ESA	~90 m	Mô hình độ cao mặt đất (có vật thể)
Copernicus DSM 30m [15] [16]	ESA	~30 m	Mô hình mặt đất chi tiết (DSM)
NASADEM Global DEM [17]	NASA	~30 m	Kế thừa SRTM, sửa lỗi, phủ toàn cầu

EU-DEM v1.1 (EU DTM 30m)	EU/EEA	~30 m	Quy hoạch lãnh thổ châu Âu
GEDI L3 1km Canopy Height	NASA	~1 km	Đánh giá chiều cao tán rừng
GEBCO IceTopo 500m	GEBCO	~500 m	Mô hình băng, nghiên cứu địa cực
GEBCO SubIce Topo 500m	GEBCO	~500 m	Nghiên cứu địa hình dưới băng

Trong nghiên cứu này, NASADEM Global DEM và SRTM 30m được ưu tiên sử dụng nhờ độ phân giải tốt và khả năng mô phỏng địa hình đô thị chính xác.

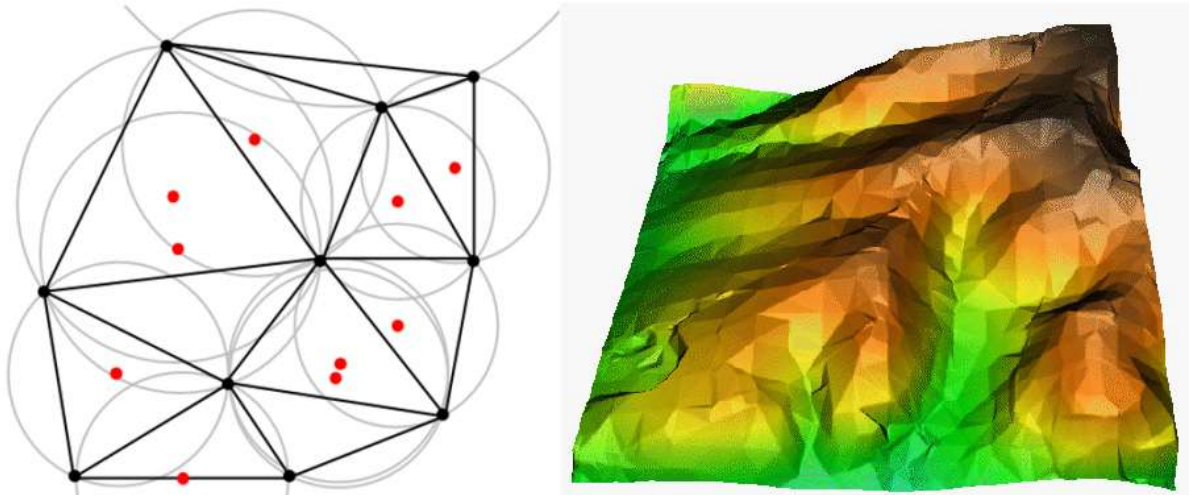


HÌNH 2. 12. MÔ HÌNH ĐỘ CAO KỸ THUẬT SỐ CÓ MÀU CỦA 2 MÔ HÌNH DEM ĐƯỢC SỬ DỤNG ⁴

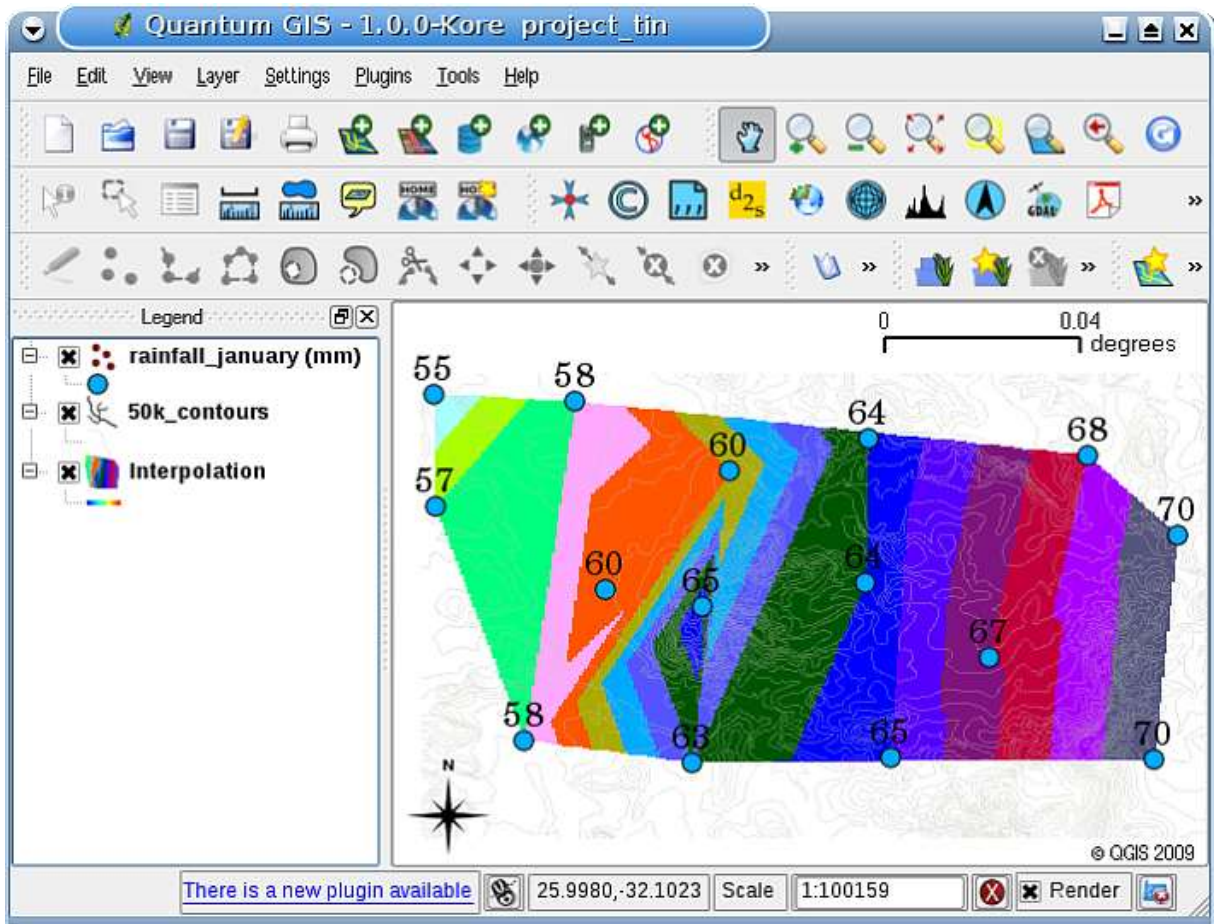
- TIN Interpolation — Mạng lưới tam giác bất thường

Nội suy TIN (Triangulated Irregular Network) là phương pháp tạo mô hình địa hình số dựa trên việc kết nối các điểm độ cao bằng các tam giác không chồng lấn. Một thuật toán phổ biến là tam giác hóa Delaunay, tối ưu hóa cấu trúc tam giác sao cho không có điểm nào nằm trong đường tròn ngoại tiếp của tam giác lân cận. Phương pháp này phù hợp để biểu diễn chi tiết bề mặt tự nhiên từ dữ liệu khảo sát phân tán. Tuy nhiên, nhược điểm là bề mặt nội suy thường không liên tục và khó áp dụng để ngoại suy ra ngoài vùng có dữ liệu.

⁴ <https://blog.arabnubia.com/2020/04/updated-version-of-global-elevation-data-nasadem/>



Hình 2. 13. Tam giác hóa Delaunay với các đường tròn ngoại tiếp xung quanh dữ liệu mẫu màu đỏ. Bề mặt TIN nội suy kết quả được tạo ra từ các điểm vector độ cao được hiển thị ở bên phải. Nguồn hình ảnh: Mitas, L., Mitasova, H. (1999). [18]



HÌNH 2. 14. KẾT QUẢ NỘI SUY TIN DELAUNAY TỪ CÁC ĐIỂM MẪU LƯỢNG MƯA ĐƯỢC THU THẬP [18]

Việc tích hợp công nghệ GIS, mô hình DEM, phương pháp nội suy TIN Interpolation và các công cụ số hóa 3D/web GIS không chỉ nâng cao độ chính xác của đánh giá mà còn tạo điều kiện để trình bày kết quả một cách thân thiện với người dùng, dễ phổ cập

cho công chúng, các nhà quy hoạch và cơ quan quản lý. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh biến đổi khí hậu và đô thị hóa diễn biến nhanh chóng, đòi hỏi công cụ hỗ trợ ra quyết định phải linh hoạt và trực quan.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ HIỆN THỊ CÁC MODUL SỐ HÓA TRÊN BẢN ĐỒ NGẬP ÚNG ĐÔ THỊ TẠI LƯU VỰC TÂY BẮC 4

3.1. Đánh giá các ứng dụng hiện hành liên quan đến số hóa ngập úng, hệ thống thoát nước mưa và thu gom nước thải

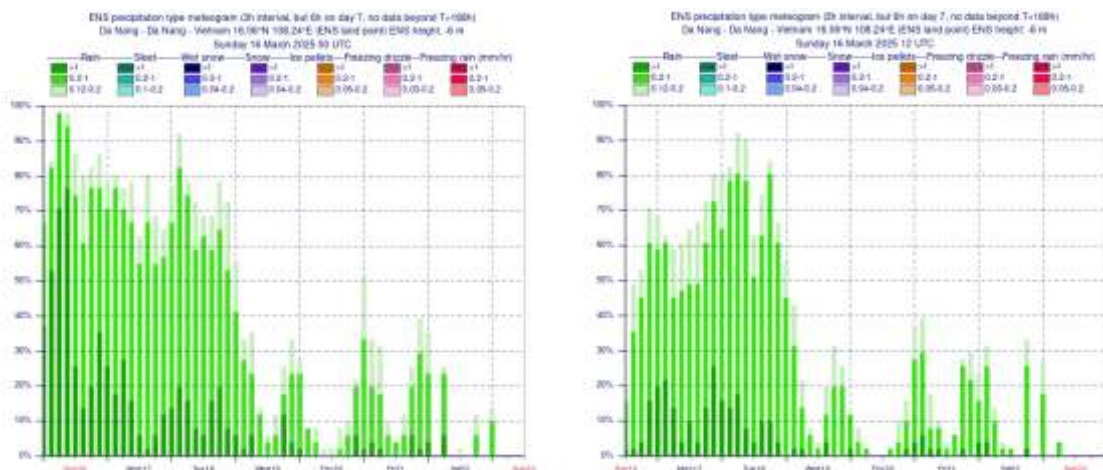
3.1.1. Biểu đồ Meteogram về Loại Lượng Mưa của ECMWF

Biểu đồ Meteogram về Loại Lượng Mưa của ECMWF là một công cụ trực quan do Trung tâm Dự báo Thời tiết Hạn vừa Châu Âu (ECMWF) cung cấp. Công cụ này hiển thị xác suất xảy ra các loại và cường độ lượng mưa khác nhau tại một vị trí cụ thể trong thời gian dự báo lên đến 7 ngày.

Dựa trên tập hợp các mô hình (ensemble forecasts), giúp đưa ra dự báo xác suất thay vì một giá trị cố định, từ đó tăng độ tin cậy và hỗ trợ ra quyết định trong điều kiện thời tiết không chắc chắn.

Biểu đồ được chia theo các mốc thời gian 3 giờ (riêng ngày thứ 7 là 6 giờ), cho phép người dùng dễ dàng nhận biết các hiện tượng mưa như:

- Mưa rào
- Tuyết
- Mưa đá
- Mưa đóng băng

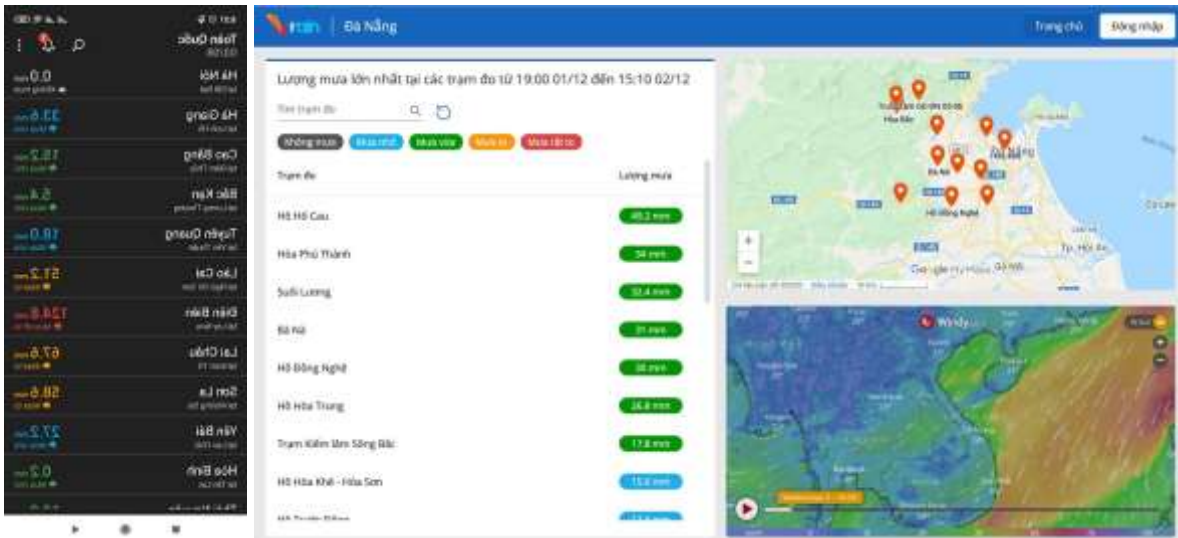


HÌNH 3. 1. BIỂU ĐỒ LƯỢNG MƯA ECMWF [19]

3.1.2. Ứng dụng đo mưa tự động Vrain phục vụ cộng đồng phòng chống thiên tai

Vrain (Vietnam Rainfall Information Network) là một mạng lưới thiết bị đo mưa tự động sử dụng cảm biến kỹ thuật số, có khả năng ghi nhận lượng mưa liên tục theo thời gian thực. Hệ thống được kết nối qua internet và tích hợp nền tảng web/app giúp người dùng dễ dàng truy cập và theo dõi dữ liệu từ xa.

Hệ thống Vrain được triển khai bởi Trung tâm Truyền thông Tài nguyên và Môi trường (Bộ Tài nguyên và Môi trường), với sự phối hợp của nhiều tổ chức khoa học – công nghệ trong và ngoài nước.



HÌNH 3. 2. VRAIN TRÊN NỀN TẢNG THIẾT BỊ DI ĐỘNG VÀ WEBSITE⁵

Đặc điểm tính năng nổi bật:

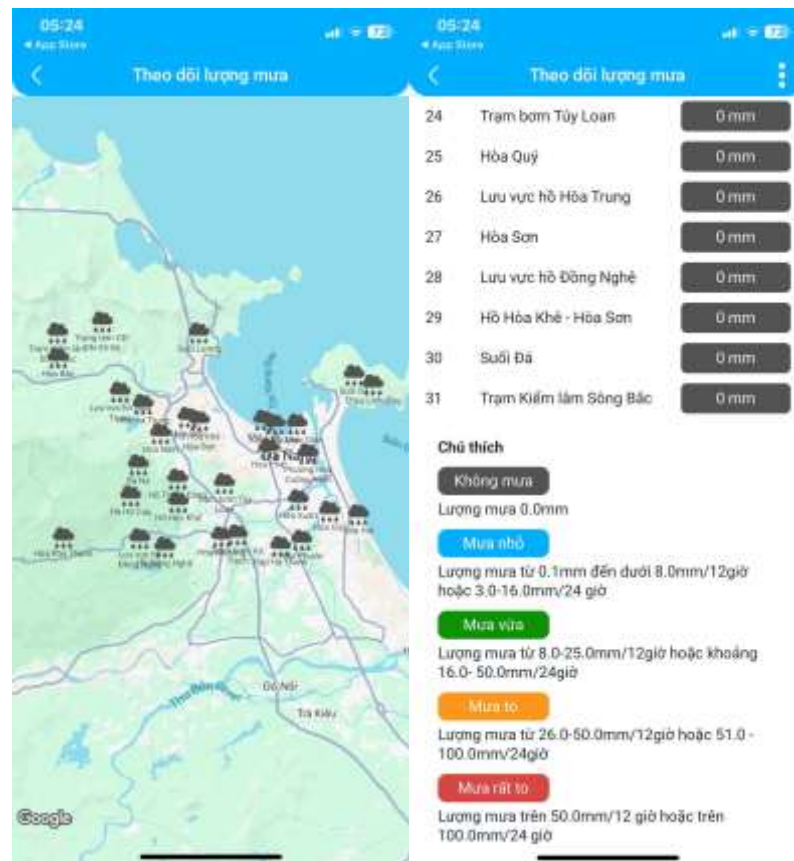
- Đo mưa tự động: Thiết bị hoạt động 24/7, ghi nhận lượng mưa tức thời và định kỳ.
- Dữ liệu thời gian thực: Cho phép truy cập trực tuyến qua nền tảng ứng dụng di động hoặc website.
- Định vị theo khu vực: Theo dõi lượng mưa tại từng xã, huyện, tỉnh trên bản đồ số.
- Cảnh báo mưa lớn: Phát tín hiệu cảnh báo khi lượng mưa vượt ngưỡng, hỗ trợ phòng ngừa lũ quét, sạt lở đất.
- Lưu trữ và truy xuất dữ liệu: Phục vụ công tác nghiên cứu, lập kế hoạch phòng chống thiên tai.

Với khả năng giám sát lượng mưa chính xác, cảnh báo kịp thời và dễ dàng truy cập, Vrain đang góp phần tích cực vào công cuộc xây dựng cộng đồng an toàn và thích ứng với biến đổi khí hậu.

⁵ <https://pacnam.gov.vn/cai-dat-phan-mem-vrain-theo-doi-luong-mua-cua-cac-tram-do-mua-tu-dong/>

3.1.3. Ứng dụng Da Nang Smart city

Ứng dụng tích hợp, đa tiện ích Danang Smart City có thể giúp người dùng truy cập nhiều ứng dụng thông minh khác nhau để phục vụ tốt hơn và gắn kết các cơ quan, đơn vị trên địa bàn thành phố với người dân và doanh nghiệp. Vì vậy trong những tiện ích của ứng dụng còn có tích hợp theo dõi lượng mưa được cập nhật mỗi ngày ứng với các trạm khí tượng thủy văn trong địa bàn thành phố.



HÌNH 3. 3. THEO DÕI LƯỢNG MƯA TRÊN ỨNG DỤNG

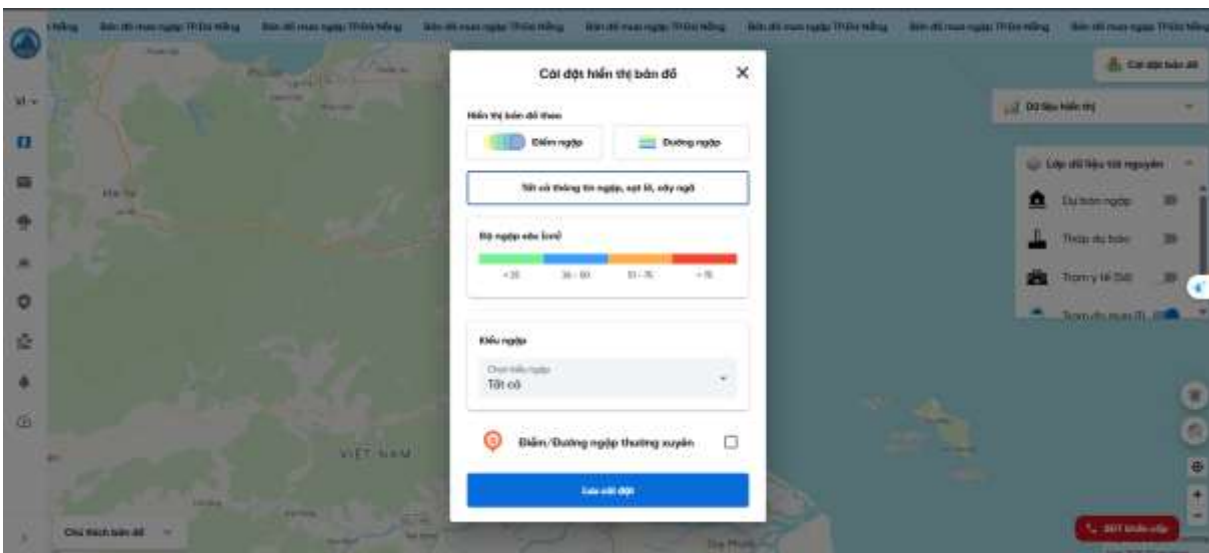
Ứng dụng Danang Smart City tích hợp các ứng dụng hiện có phục vụ người dân và cán bộ, công chức, viên chức và sẵn sàng tích hợp các ứng dụng mới trong tương lai.

3.1.4. Trang web Bản đồ mưa ngập TP. Đà Nẵng

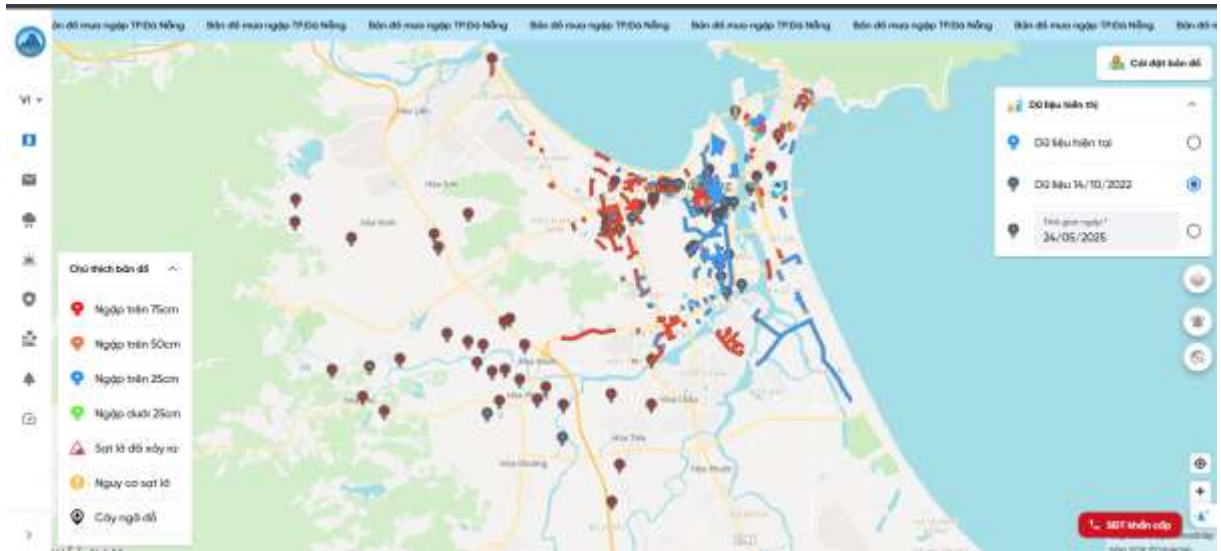
Trang web “mưa ngập TP. Đà Nẵng” (<https://rain.danang.gov.vn>) là một nền tảng trực tuyến do Trung tâm Thông tin Dịch vụ công Đà Nẵng phát triển, cung cấp thông tin thời gian thực về lượng mưa, mực nước và các điểm ngập trên địa bàn thành phố. Dữ liệu được hiển thị trực quan dưới dạng bản đồ và biểu đồ, hỗ trợ người dân và cơ quan quản lý trong việc theo dõi, cảnh báo và ứng phó với tình trạng ngập ứng đô thị.

- Giao diện thân thiện, cập nhật dữ liệu mưa - ngập theo thời gian thực từ hệ thống cảm biến, có biểu đồ phân tích và bản đồ trực tuyến dễ tra cứu. Đây là công cụ hữu ích cho quản lý đô thị và người dân trong mùa mưa bão.
- Hiện nay dữ liệu tập trung chủ yếu tại khu vực trung tâm thành phố và các điểm có hạ tầng quan trọng. Một số khu vực thường xuyên ngập nhưng chưa được cập nhật đầy đủ, điển hình như tuyến đường Mẹ Suốt (khu vực tổ 36, 37, 38) – nơi thường xuyên xảy ra ngập sâu nhưng chưa được thể hiện rõ trên bản đồ.

Đồ án nghiên cứu về lưu vực Tây Bắc 4 với việc xây dựng cơ sở dữ liệu số hóa, mô phỏng dòng chảy và bản đồ ngập úng có thể đóng vai trò quan trọng trong việc bổ sung dữ liệu cho hệ thống thành phố. Đặc biệt, các mô-đun mô phỏng 3D, WebGIS và bản đồ ngập theo điều kiện mưa sẽ giúp lấp đầy khoảng trống dữ liệu ở các khu vực chưa được cập nhật như tuyến Mẹ Suốt, đồng thời hỗ trợ nâng cao hiệu quả công tác giám sát, cảnh báo và ứng phó ngập lụt trong tương lai.



HÌNH 3. 4. GIAO DIỆN CỦA TRANG WEB MƯA NGẬP CỦA TP. ĐÀ NẴNG



HÌNH 3. 5. DỮ LIỆU NGẬP CỦA THÀNH PHỐ ĐƯỢC HIỂN THỊ ĐIỂM VÀ ĐƯỜNG NGẬP

3.2. Xây dựng mối liên kết giữa các ứng dụng hiện hành và hệ thống cơ sở dữ liệu đã thiết lập

Để tận dụng tối đa nguồn dữ liệu và nâng cao độ chính xác cho các ứng dụng giám sát và dự báo ngập úng, đề án tiến hành xây dựng cơ chế liên kết hai chiều giữa hệ thống CSDL trung tâm với các ứng dụng hiện hành như Vrain, ECMWF Meteogram, Smart City, và hệ thống WebGIS của thành phố.

3.2.1. So sánh theo thời gian bằng mô hình Dashboard (Module 1 – Power BI)

Thực quan hóa và so sánh dữ liệu mưa thực tế được thu thập từ hệ thống trạm Vrain với dữ liệu dự báo xác suất lượng mưa của mô hình ECMWF theo các mốc giờ (0h/12h).

Nguồn dữ liệu:

Dữ liệu thực tế: Thu thập từ các trạm Vrain (định danh theo mã trạm và toạ độ) và lưu vào bảng RainData.

Dữ liệu dự báo: File Excel đầu vào từ ECMWF được xử lý, mã hóa và lưu vào bản0g ENSForecast với các trường thông tin chính: Ngày, Mức mưa, Xác suất, Loại dự báo.

Quy trình kết nối:

DATE	23/2	24/2	25/2	26/2	27/2	28/2	1/3	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3	7/3	8/3	9/3	10/3	11/3
ENS precipitation >1	47	28	7	25	8	0	0	0	0	0	0	6	38	15	18	12	3
meteogram 0h 0,2 - 1	33	30	28	52	39	3	0	0	0	2	0	32	31	23	41	57	29
(mm/hr - %)	8	19	27	4	11	0	0	0	0	0	4	15	8	10	20	18	17
Total	86	68	62	81	58	3	0	0	0	2	4	53	77	48	79	87	49
ENS precipitation >1	48	28	10	7	0	0	0	0	0	0	0	14	8	7	20	20	3
meteogram 12h 0,2 - 1	32	54	29	51	23	0	0	0	0	2	0	21	51	50	38	37	44
(mm/hr - %)	8	12	24	17	16	3	0	0	0	2	0	10	21	10	16	16	16
Total	88	94	63	75	39	3	0	0	0	4	0	45	80	67	74	75	63

HÌNH 3. 6. XÁC XUẤT DỰ BÁO ĐƯỢC CẬP NHẬT SỐ LIỆU TRONG EXCEL

Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ngập úng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, Thành Phố Đà Nẵng

Ngày	Mức mưa	Xác suất (%)	Loại dự báo	Ngày	Mức mưa	Xác suất (%)	Loại dự báo
Friday, February 14, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Friday, February 14, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Saturday, February 15, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Saturday, February 15, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Sunday, February 16, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Sunday, February 16, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Monday, February 17, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Monday, February 17, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Friday, February 28, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Thursday, February 27, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Friday, February 28, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Friday, February 28, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Saturday, March 1, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Friday, February 28, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 12h
Saturday, March 1, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 0h	Saturday, March 1, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Saturday, March 1, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Saturday, March 1, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 12h
Sunday, March 2, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Saturday, March 1, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 12h
Sunday, March 2, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 0h	Sunday, March 2, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Sunday, March 2, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Sunday, March 2, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 12h
Monday, March 3, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Sunday, March 2, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 12h
Monday, March 3, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 0h	Sunday, March 2, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 12h
Monday, March 3, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Monday, March 3, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Tuesday, March 4, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Monday, March 3, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 12h
Tuesday, March 4, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Monday, March 3, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 12h
Wednesday, March 5, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Tuesday, March 4, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Wednesday, March 5, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 0h	Wednesday, March 5, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Wednesday, March 12, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Wednesday, March 5, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 12h
Wednesday, March 12, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 0h	Wednesday, March 5, 2025	0,12 - 0,2mm	0	ENS 12h
Thursday, March 13, 2025	>1 mm	0	ENS 0h	Wednesday, March 12, 2025	>1 mm	0	ENS 12h
Thursday, March 13, 2025	0,2 - 1mm	0	ENS 0h	Thursday, March 13, 2025	>1 mm	0	ENS 12h

HÌNH 3. 7. MÃ HÓA DỮ LIỆU TỪ EXCEL VÀO BẢNG ENSFORECAST TRONG POWER BI

Power BI Dashboard (Module 1) truy vấn trực tiếp bảng ENSForecast và RainData, sau đó xử lý, so sánh và hiển thị trực quan dạng biểu đồ tại từng trạm hoặc vùng lưu vực.

Kết quả đầu ra:

- Dashboard cho phép người dùng xem biểu đồ đường thể hiện sự chênh lệch giữa lượng mưa thực tế và xác suất dự báo theo từng thời điểm.
- Giúp đánh giá độ tin cậy của mô hình ECMWF và hỗ trợ hiệu chỉnh ngưỡng cảnh báo.

3.2.2. So sánh theo không gian qua sử dụng GIS và dữ liệu từ Vrain, ECMWF

Xây dựng bản đồ số hóa hiện trạng và dự báo ngập úng để phục vụ giám sát trực quan theo khu vực nghiên cứu, mở rộng hơn là từng khu vực trên bản đồ thành phố hoặc lưu vực.

Nguồn dữ liệu:

Mỗi trạm định danh gắn với bản ghi trong bảng StationInfo chứa tọa độ Kinh độ – Vĩ độ.

BẢNG 1. DỮ LIỆU VỊ TRÍ MỖI TRẠM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TƯƠNG ỨNG VỚI DỮ LIỆU VRAIN

TT	Trạm đo mưa	Kinh độ (X)	Vĩ độ (Y)
1	Bà Nà	108.061227	16.024774
2	Chùa Linh Ứng	108.278061	16.101637
3	Hồ Đồng Nghệ	108.072251	15.951256
4	Hồ Hồ Cau	108.052710	16.005751
5	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	108.093002	16.045014
6	Hồ Hòa Trung	108.054417	16.077629
7	Hồ Hóc Khê	108.097933	15.987923
8	Hồ Thạc Gián	108.210077	16.063629
9	Hồ Trước Đông	108.097891	16.014789
10	Hòa Bắc	108.050339	16.129971
11	Hòa Hải	108.259004	16.001142
12	Hòa Khương	108.139790	15.961131
13	Hòa Ninh	108.081496	16.053718
14	Hòa Phát	108.188033	16.025893
15	Hòa Phú Thành	107.980504	15.955978
16	Hòa Phước	108.215175	15.958876
17	Hòa Quý	108.241760	15.989238
18	Hòa Sơn	108.106728	16.068672
19	Hòa Xuân	108.211386	15.995543
20	Kênh Nguyễn Đình Tựu	108.187377	16.056945
21	Khe Cạn	108.184973	16.056069
22	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	108.074860	15.950601
23	Lưu vực hồ Hòa Trung	108.059303	16.080957
24	Phường Hòa Cường Nam	108.220055	16.027550
25	Suối Đá	108.256162	16.107695

TT	Trạm đo mưa	Kinh độ (X)	Vĩ độ (Y)
26	Suối Lương	108.110660	16.152671
27	Trạm bơm An Trạch	108.155011	15.953964
28	Trạm bơm Túy Loan	108.141858	15.999889
29	Trạm Kiểm lâm Sông Bắc	107.950326	16.137863
30	Trung tâm GD-DN 05-06	107.984092	16.142797

Dữ liệu mưa: Liên tục cập nhật vào bảng RainData và liên kết với dữ liệu địa hình số (DEM), lớp thoát nước đô thị, và các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ ngập.

HÌNH 3. 8. DỮ LIỆU MƯA ĐƯỢC CẬP NHẬT THEO NGÀY

Dữ liệu không gian: Bao gồm mô hình địa hình, bản đồ địa chính, ranh giới hành chính, lớp cơ sở hạ tầng thoát nước của Tây Bắc 4.

Ứng dụng GIS:

- Tích hợp các lớp dữ liệu trên nền WebGIS hoặc tích hợp vào hệ thống Đà Nẵng Smart City để hiển thị bản đồ điểm ngập, cảnh báo ngập dự báo và lớp ảnh vệ tinh/mô hình 3D lưu vực.
- CSDL liên tục cập nhật trạng thái các điểm ngập từ hiện trường từ mô hình dữ liệu thu thập, sau đó xuất các lớp dữ liệu định dạng html cho các ứng dụng truy cập.

3.3. Phát triển các modul số hóa hỗ trợ trực quan hóa dữ liệu ngập ứng trên bản đồ số

3.3.1. Modul 1 - Dashboard phân tích và trực quan hóa dữ liệu mưa bằng Power BI

a. Mục đích

Modul Dashboard được xây dựng nhằm phục vụ cho các chuyên gia khí tượng thủy văn, nhà quy hoạch đô thị, cán bộ quản lý tài nguyên nước, đơn vị phòng chống thiên tai và cộng đồng người dân ở khu vực có nguy cơ ngập lụt. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu làm gia tăng tính bất thường của thời tiết và nguy cơ mưa lớn cục bộ, việc có một công cụ hỗ trợ theo dõi, đánh giá và ra quyết định nhanh chóng trở nên cấp thiết. Dashboard cung cấp giao diện trực quan, dễ hiểu và tương tác cao, giúp người dùng:

- Theo dõi diễn biến mưa theo thời gian thực hoặc theo lịch sử dữ liệu;
- So sánh dữ liệu thực tế và dự báo từ mô hình khí tượng ECMWF tại từng trạm Vrain hoặc toàn vùng;
- Đánh giá độ chính xác của các bản tin dự báo, từ đó hiệu chỉnh mô hình và cải thiện công tác dự báo ngập úng;
- Hỗ trợ ra quyết định điều hành, ứng phó và cảnh báo sớm trước các tình huống mưa lớn – ngập lụt.

Thông qua đó, modul không chỉ đóng vai trò như một công cụ kỹ thuật mà còn là nền tảng kết nối dữ liệu – phân tích – hành động cho các bên liên quan trong công tác ứng phó thiên tai. Cụ thể trong nghiên cứu thực hiện tại vùng “rốn lũ” Mẹ Suốt thuộc Tây Bắc 4 hỗ trợ công tác theo dõi diễn biến mưa đồng thời cảnh báo ngập úng kịp thời.

b. Cách xây dựng mô hình và quy trình triển khai

Việc triển khai Modul Dashboard được thực hiện trên nền tảng Power BI – công cụ trực quan hóa dữ liệu và phân tích mạnh mẽ của Microsoft. Quy trình triển khai được thực hiện tuân tự theo các bước như sau:

1. Kết nối và chuẩn hóa dữ liệu đầu vào

Dữ liệu đầu vào được trích xuất từ file Excel, chia thành ba nhóm chính:

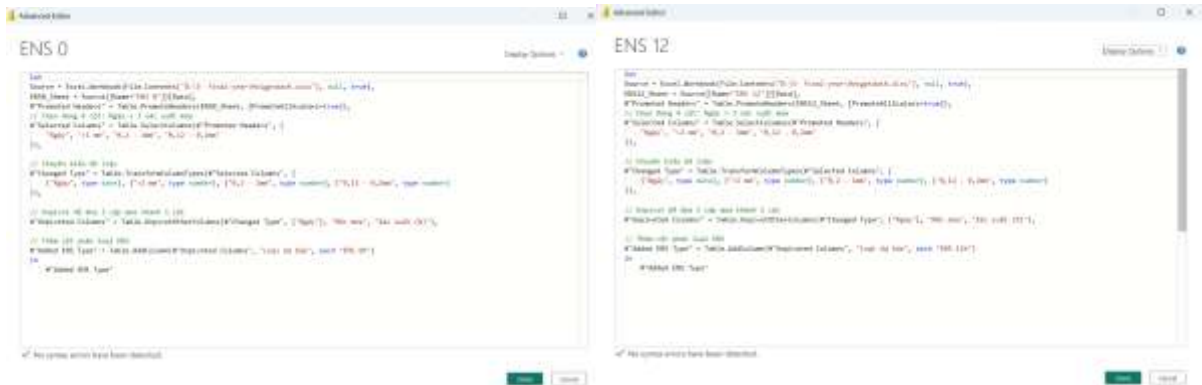
- RainData: Chứa lượng mưa thực tế theo từng trạm đo Vrain và theo ngày;
- StationInfo: Bao gồm thông tin vị trí địa lý (tọa độ kinh độ, vĩ độ) của các trạm;
- ENSForecast (0h và 12h): Dữ liệu dự báo xác suất mưa từ mô hình ECMWF, chia thành 3 mức mưa (dưới 10 mm, 10–30 mm, trên 30 mm) theo từng ngày.

(chi tiết bảng dữ liệu xem ở phụ lục 2)

Các bảng dữ liệu được nhập vào Power BI bằng chức năng Get Data và xử lý bằng Power Query để làm sạch, chuẩn hóa và chuyển đổi dữ liệu thành định dạng phù hợp cho trực quan hóa:

Thiết kế các modul số hóa cho bản đồ ứng đô thị lưu vực thoát nước Tây Bắc 4, Thành Phố Đà Nẵng

- ENSForecast: Gộp hai bảng ENS 0h và ENS 12h, unpivot dữ liệu các mức mưa thành các bản ghi riêng biệt, thêm cột “Loại dự báo” để phân biệt thời điểm dự báo.

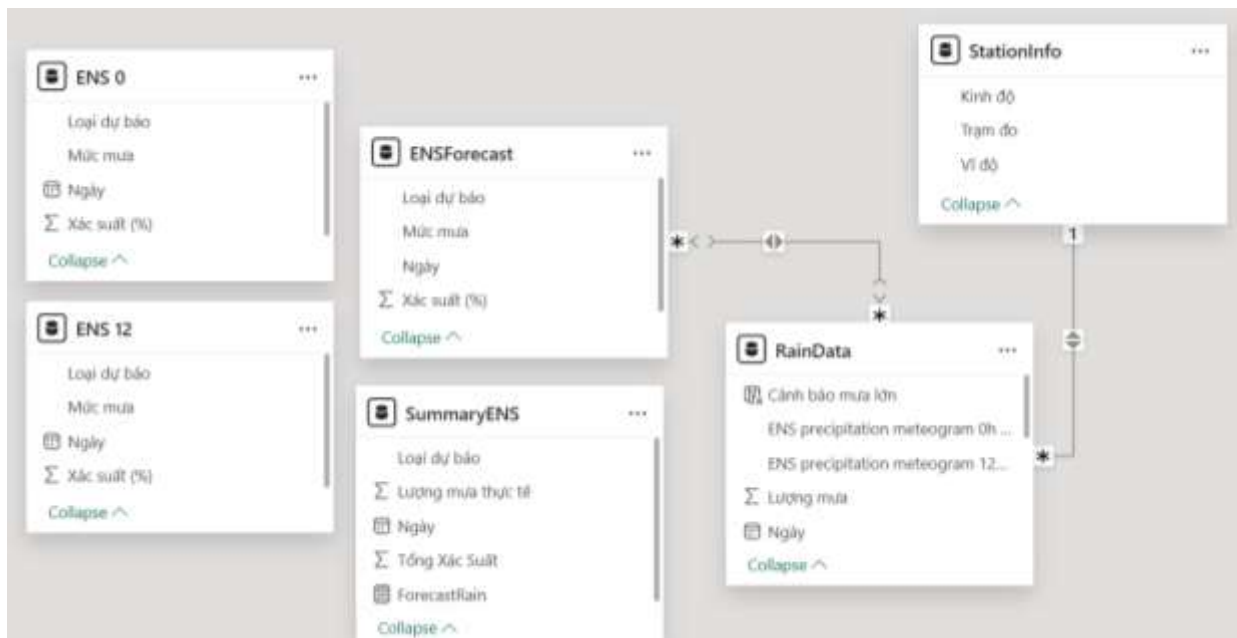


HÌNH 3. 11. SỬ DỤNG M CODE ĐỂ CHUYỂN ĐỔI DỮ LIỆU MƯA DỰ BÁO VÀO POWER BI

2. Thiết lập mô hình dữ liệu và mối quan hệ

Các bảng dữ liệu được liên kết bằng mô hình sao (*star schema*), trong đó:

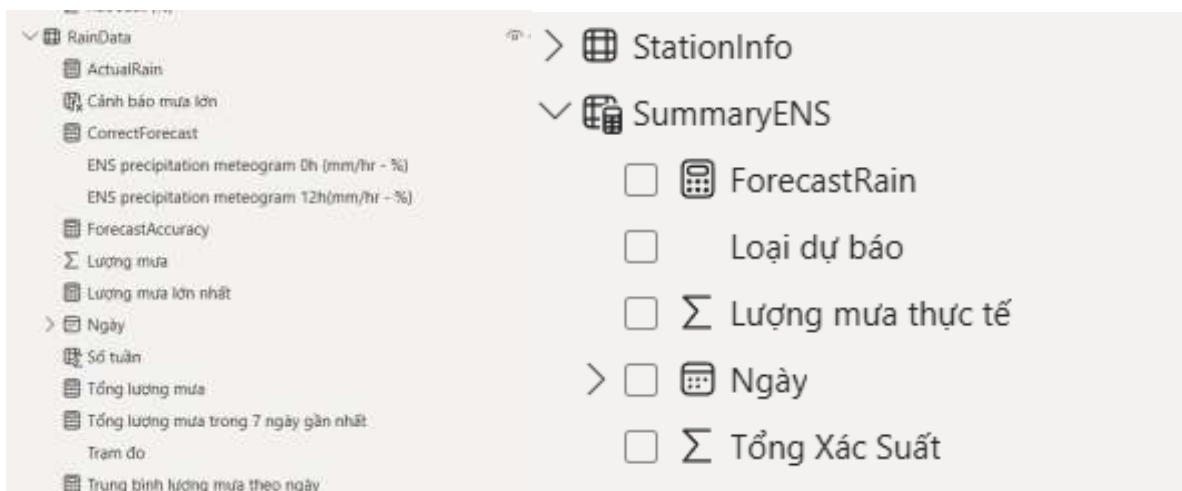
- RainData liên kết với StationInfo thông qua khóa “Trạm đo”, cho phép tích hợp thông tin vị trí địa lý vào dữ liệu mưa;
- RainData liên kết với ENSForecast thông qua cột “Ngày”, phục vụ so sánh giữa thực tế và dự báo.



HÌNH 3. 12. MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC BẢNG DỮ LIỆU ĐƯỢC THIẾT LẬP

Ngoài ra, các trường tính toán (Measure) được xây dựng bằng ngôn ngữ DAX (Data Analysis Expressions) nhằm hỗ trợ các chỉ số phân tích chuyên sâu, ví dụ:

- Tổng lượng mưa: Tính tổng lượng mưa theo thời gian hoặc khu vực;
- Tỷ lệ dự báo đúng: Tính số lần dự báo mưa trùng với mưa thực tế chia cho tổng số ngày mưa;
- Cảnh báo mưa lớn: Xác định các trường hợp có mưa vượt ngưỡng cảnh báo (≥ 80 mm);



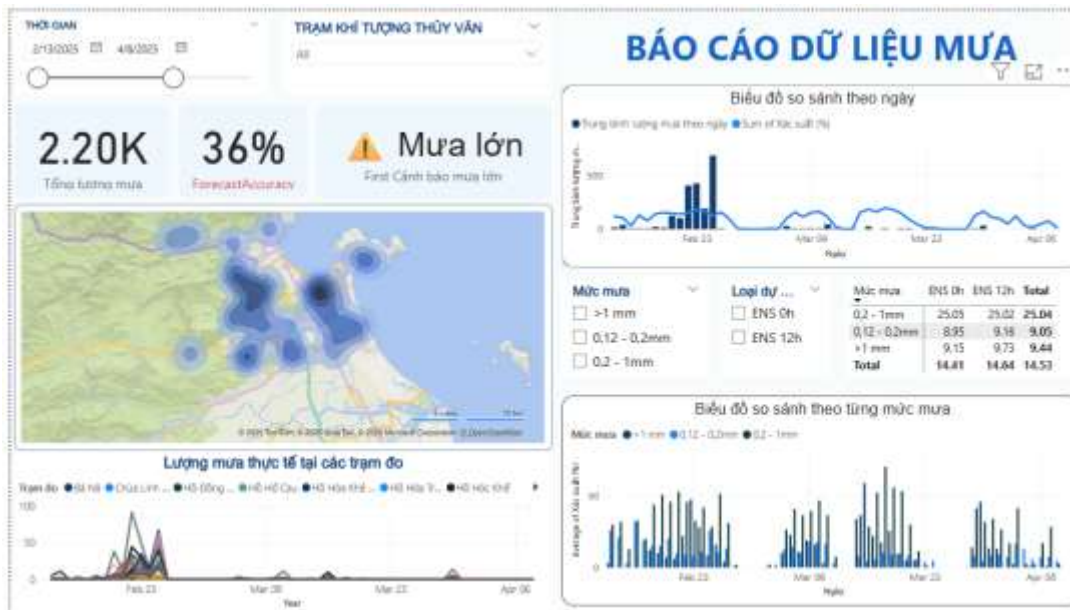
HÌNH 3. 13. CÁC MEASURE ĐƯỢC THÊM VÀO TÍNH TOÁN ĐỂ HIỂN THỊ

3. Xây dựng Dashboard trực quan

Sau khi xử lý và mô hình hóa dữ liệu, giao diện Dashboard được thiết kế với các thành phần chính sau:

- KPI Card: Hiển thị tổng lượng mưa toàn vùng, lượng mưa lớn nhất, số ngày mưa lớn,...
- Line Chart: Thể hiện diễn biến mưa theo thời gian tại từng trạm hoặc khu vực;
- Map Visual: Hiển thị mưa theo vị trí địa lý trên bản đồ động;
- Combo Chart (Line + Column): So sánh xác suất dự báo (cột) và lượng mưa thực tế (đường) trên cùng trục thời gian;
- Clustered Column Chart: Phân tích xác suất dự báo theo từng mức mưa;
- Scatter Plot: Đánh giá mối tương quan giữa xác suất dự báo và lượng mưa thực tế;
- Matrix Table: Bảng so sánh dạng ma trận giữa loại dự báo, mức mưa và tần suất xảy ra;
- Slicer: Bộ lọc thông minh cho phép chọn trạm đo, ngày, mức mưa, loại dự báo...

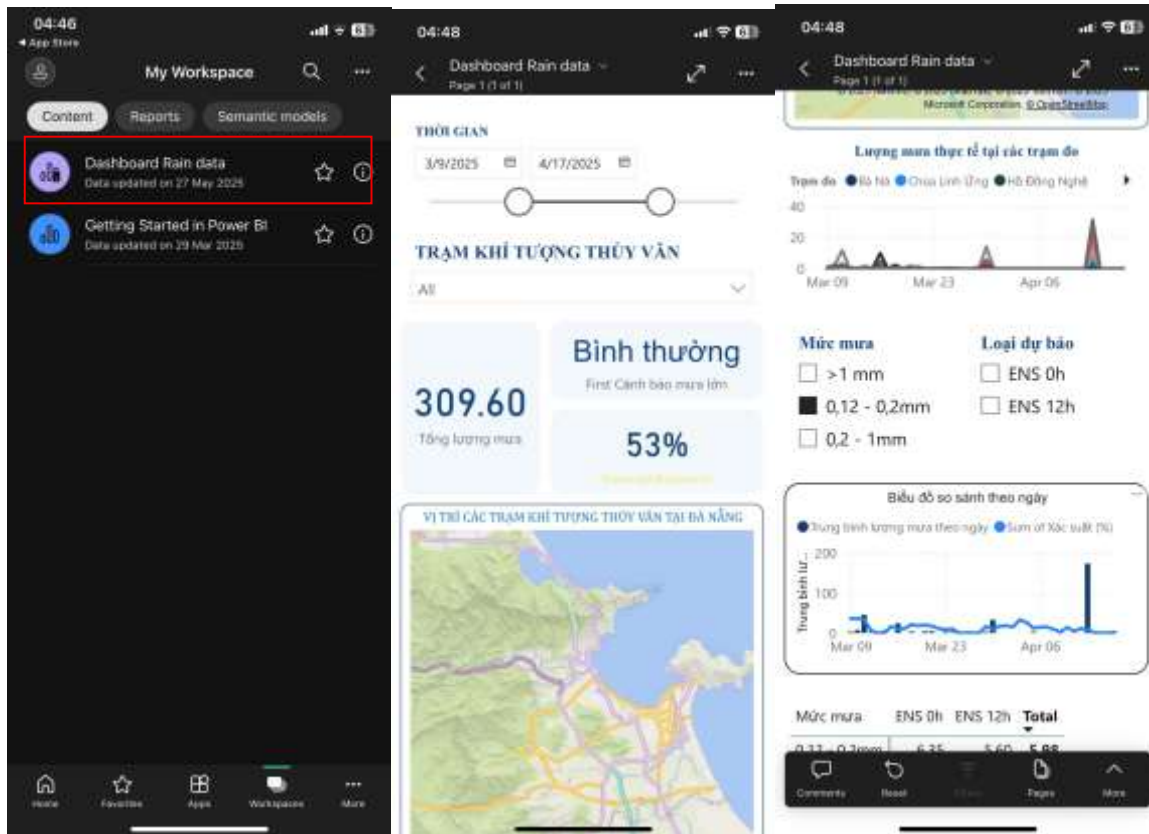
Tất cả biểu đồ đều có khả năng tương tác hai chiều, khi chọn một vùng dữ liệu trong biểu đồ này sẽ ảnh hưởng và lọc dữ liệu trong các biểu đồ khác tương ứng.



HÌNH 3. 14. MODUL 1 – DASHBOARD PHÂN TÍCH VÀ TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU MƯA TRÊN DESKTOP

Dashboard có thể Save và Publish (đăng tải) báo cáo Power BI (có chứa bản đồ, visual...) lên Power BI Service (để xem trên trình duyệt hoặc điện thoại), chọn nơi publish:

- My workspace (nếu dùng cá nhân).
- Hoặc Workspace nhóm (nếu thuộc tổ chức/nhóm/công ty).



Hình 3. 15. Dashboard trên Power BI Mobile App

4. Sản phẩm kết quả và ứng dụng thực tiễn

Sau khi hoàn thiện, Modul 1 tạo ra một hệ thống Dashboard thông minh với các đặc điểm nổi bật như:

- Giao diện trực quan, dễ sử dụng, hỗ trợ người không chuyên về công nghệ cũng có thể khai thác;
- Khả năng phân tích linh hoạt theo thời gian, không gian và mức mưa, phục vụ đa dạng mục tiêu từ nghiên cứu đến vận hành.

Ứng dụng thực tiễn của sản phẩm bao gồm:

- Bộ dữ liệu hỗ trợ cho việc cải thiện hiệu suất mô hình dự báo thời tiết, phục vụ nghiên cứu và phát triển mô hình mới dựa trên thế mạnh vốn có;
- Hỗ trợ điều phối nguồn lực ứng phó thiên tai dựa trên dữ liệu dự báo đáng tin cậy; Ứng dụng trong các ngành liên quan như nông nghiệp, thủy lợi, quy hoạch đô thị và bảo vệ môi trường.

3.3.2. Modul 2 - Xây dựng bản đồ web tương tác hiển thị điểm và vùng ngập

a. Mục đích

Bản đồ web tương tác được xây dựng nhằm phục vụ cho cán bộ quản lý đô thị, chuyên gia môi trường, người dân và các bên liên quan trong việc tra cứu, giám sát và đánh giá tình trạng ngập úng đô thị tại lưu vực Tây Bắc 4.

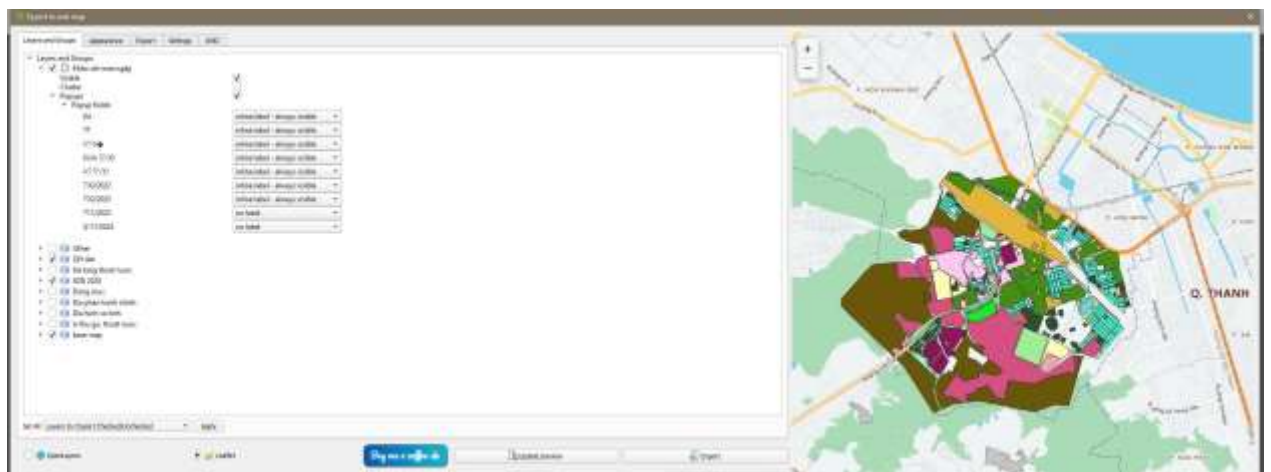
Ngoài ra người dân hoặc tổ chức nghiên cứu có thể truy cập và theo dõi thông tin hiển thị dễ dàng. Có thể dùng bộ dữ liệu này để bổ sung vào Bản đồ ngập TP. Đà Nẵng.

Công cụ này giúp tiếp cận thông tin nhanh chóng mà không cần sử dụng phần mềm GIS chuyên dụng, chỉ với trình duyệt web.

b. Cách xây dựng mô hình và quy trình triển khai

Lựa chọn các lớp dữ liệu không gian từ khung cơ sở dữ liệu đã thiết kế như: lớp quy hoạch sử dụng đất, điểm khảo sát thực địa, lớp vùng độ ngập, lớp trạm đo mưa...

Sử dụng plugin QGIS2Web để chuyển đổi bản đồ trong môi trường QGIS sang bản đồ web tương tác, sử dụng nền tảng Leaflet hoặc OpenLayers.

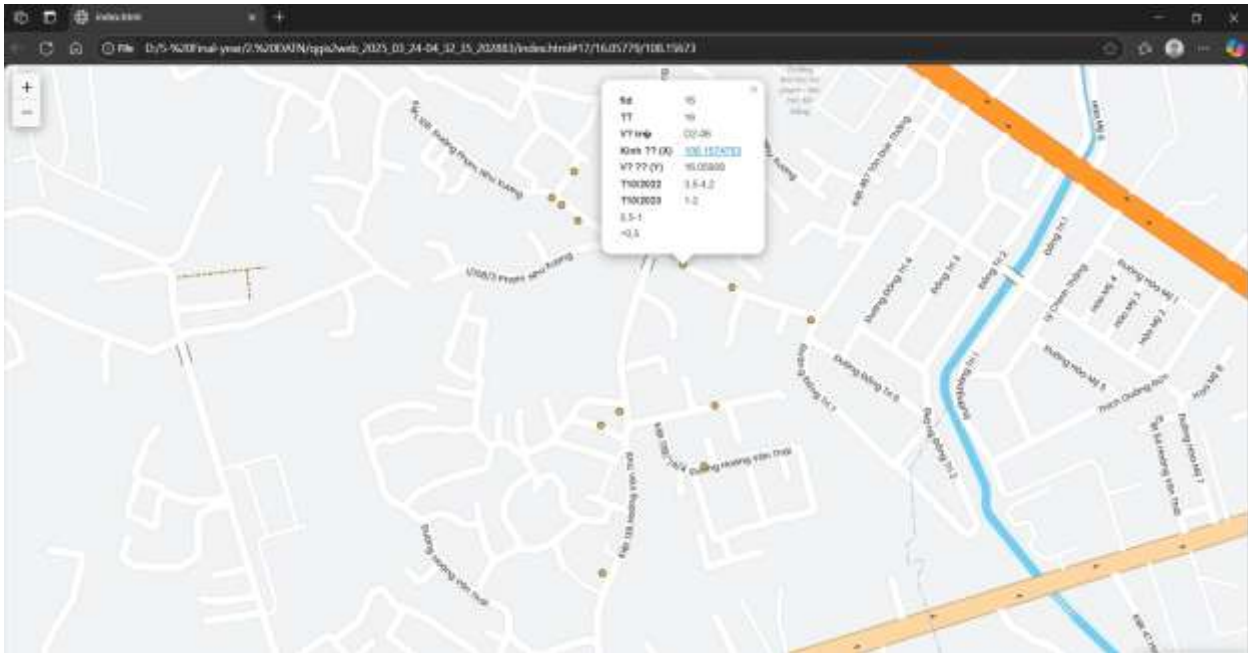


HÌNH 3. 16. THIẾT LẬP CÁC LỚP DỮ LIỆU VÀ CHẠY MODUL

Cấu hình tính năng hiển thị lớp, bật/tắt thông tin, truy xuất thuộc tính từng đối tượng, xem ảnh thực địa, tìm kiếm vị trí và thiết kế giao diện thân thiện người dùng.

c. Sản phẩm kết quả

Một trang web bản đồ tương tác hiển thị toàn diện các lớp dữ liệu phục vụ quản lý ngập úng đô thị, cho phép truy cập thông tin linh hoạt, có thể tích hợp trên nền tảng nội bộ hoặc công khai phục vụ cộng đồng và chính quyền địa phương.



Hình 3. 17. Giao diện làm việc đơn giản

Name	Date modified	Type	Size
css	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
data	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
images	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
js	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
legend	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
markers	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
webfonts	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
index	3/25/2025 10:14 AM	Microsoft Edge HT...	9 KB

HÌNH 3. 18. BỘ DỮ LIỆU SẢN PHẨM CỦA QGIS2WEB

3.3.3. Modul 3 - Mô phỏng vết ngập 3D

a. Mục đích

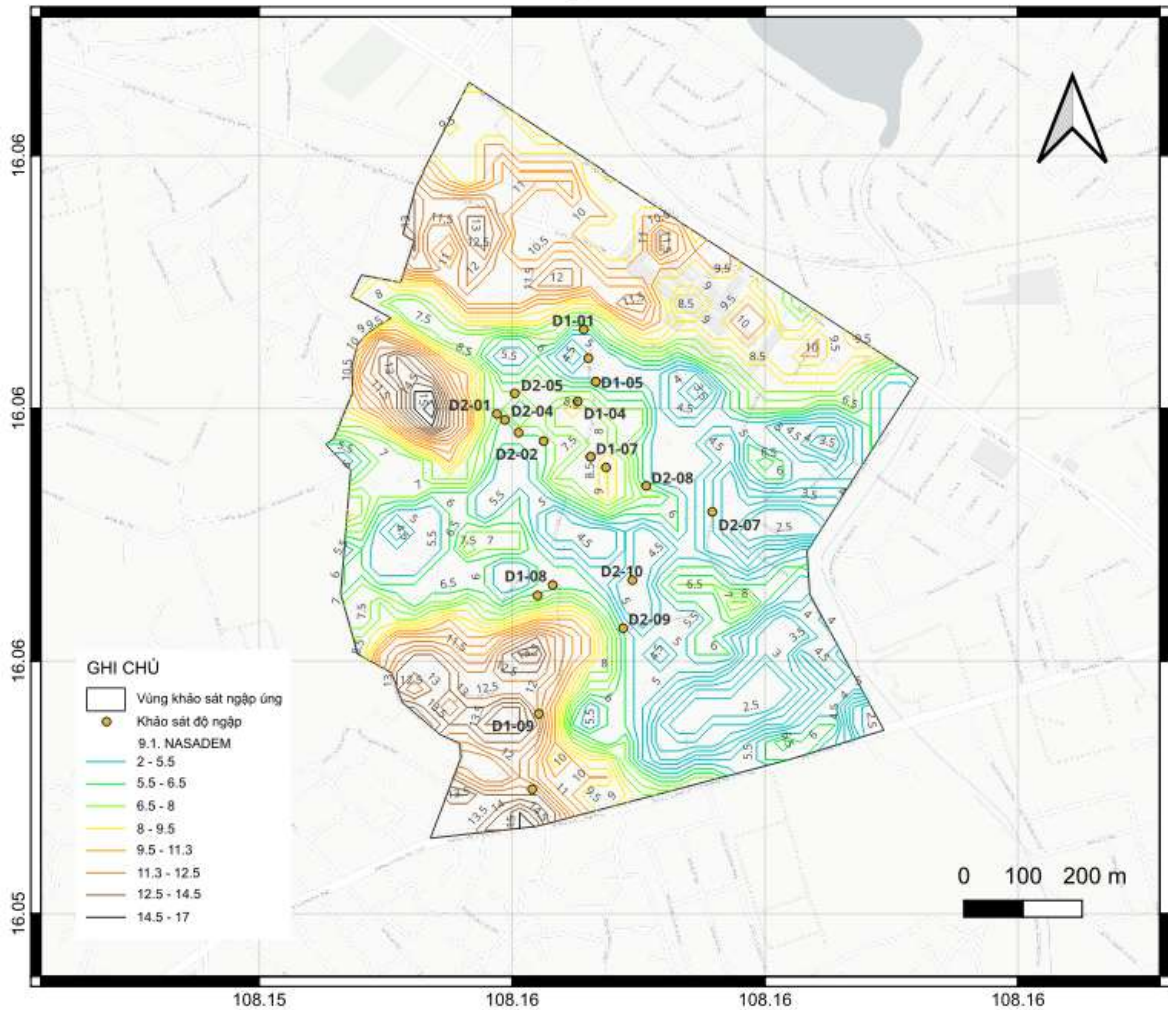
Mô hình hóa 3D địa hình và vết ngập được xây dựng nhằm hỗ trợ chuyên gia quy hoạch, kỹ sư thủy lợi, nhà nghiên cứu trong việc đánh giá hướng thoát nước, nhận diện khu vực trũng dễ ngập và đưa ra giải pháp ứng phó phù hợp.

b. Cách xây dựng mô hình

Để mô phỏng chính xác tình trạng ngập úng tại lưu vực Tây Bắc 4, mô hình được xây dựng dựa trên việc tích hợp dữ liệu địa hình và dữ liệu thực địa theo các bước như sau:

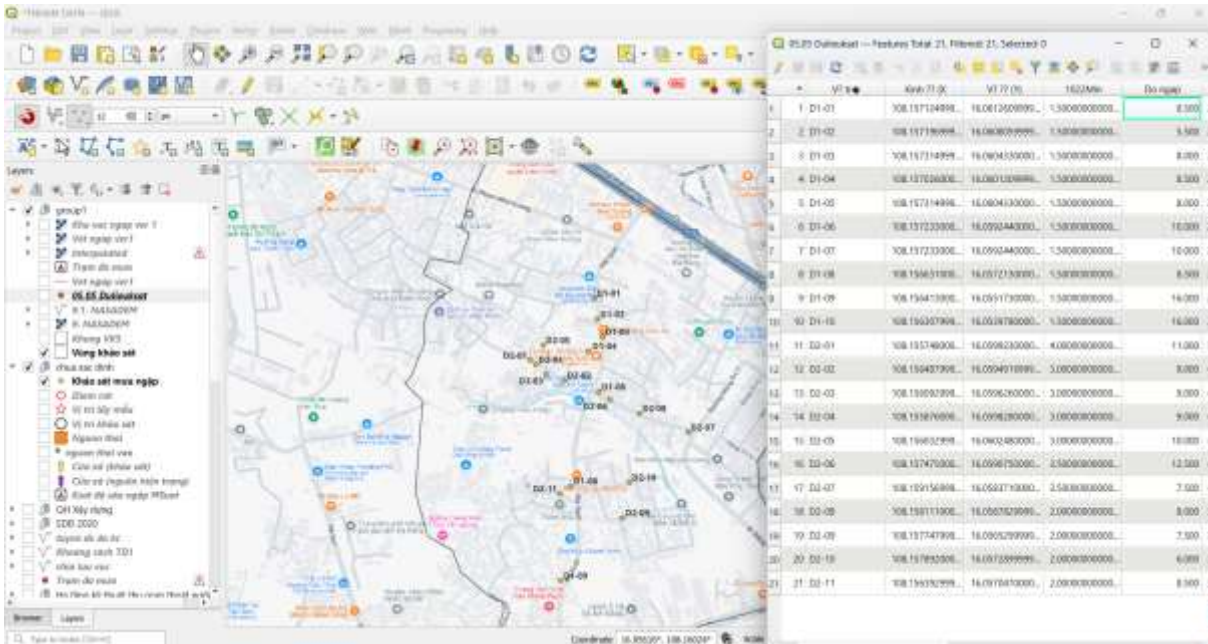
- Kết hợp lớp dữ liệu địa hình số (DEM) của khu vực thành phố và bộ dữ liệu NASADEM Global DEM với độ phân giải 30m để tạo thành nền địa hình cơ sở phục vụ phân tích không gian.

**Địa hình khu vực khảo sát từ NASADEM
thuộc lưu vực thoát nước Tây Bắc 4
TỶ LỆ: 1:8 000**



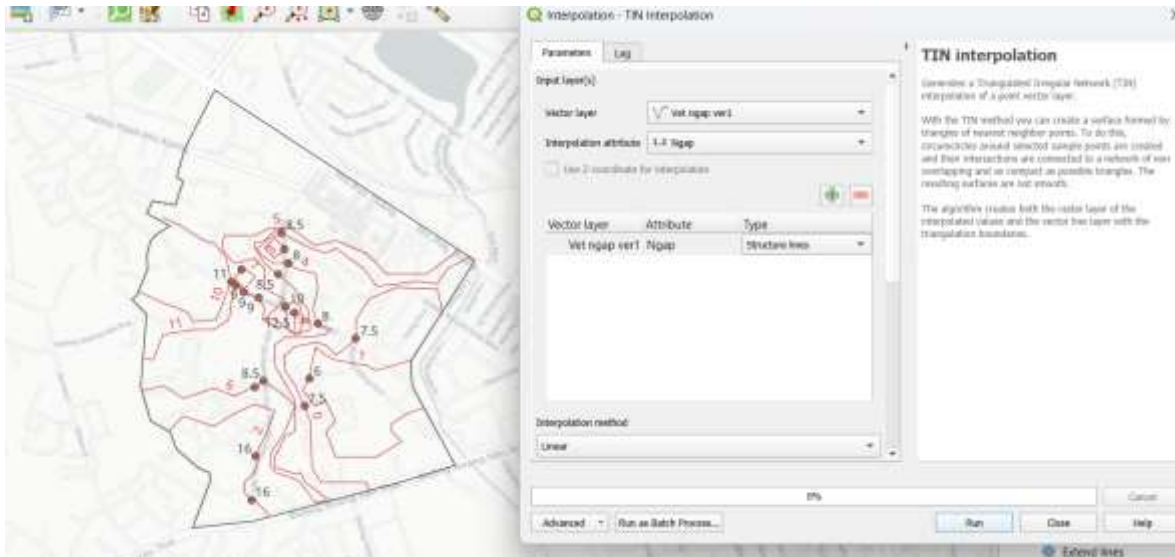
HÌNH 3. 19. TÍCH HỢP DỮ LIỆU ĐỘ CAO

- Sử dụng bảng dữ liệu độ sâu ngập trung bình trong các đợt mưa lớn (m), được khảo sát tại tuyến đường Mẹ Suốt, để tính toán tổng độ ngập dựa trên độ cao địa hình tại các điểm khảo sát. Từ các điểm dữ liệu này, tiến hành vẽ dạng tuyến vết ngập, thể hiện các vùng ngập khác nhau tương ứng với độ sâu.



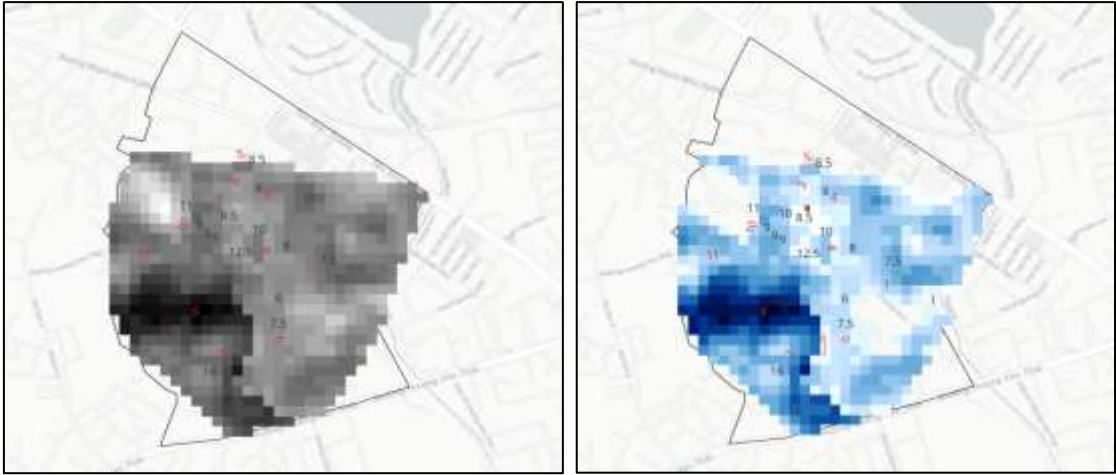
HÌNH 3. 20. XỬ LÝ DỮ LIỆU KHẢO SÁT NGẬP

- Áp dụng phương pháp nội suy TIN (Triangulated Irregular Network) để xây dựng lớp raster mô phỏng bề mặt ngập, bằng cách liên kết các điểm vết ngập với dữ liệu raster địa hình đầu vào. Quá trình nội suy đảm bảo đồng bộ độ phân giải không gian là 30m, phù hợp với lớp DEM gốc.



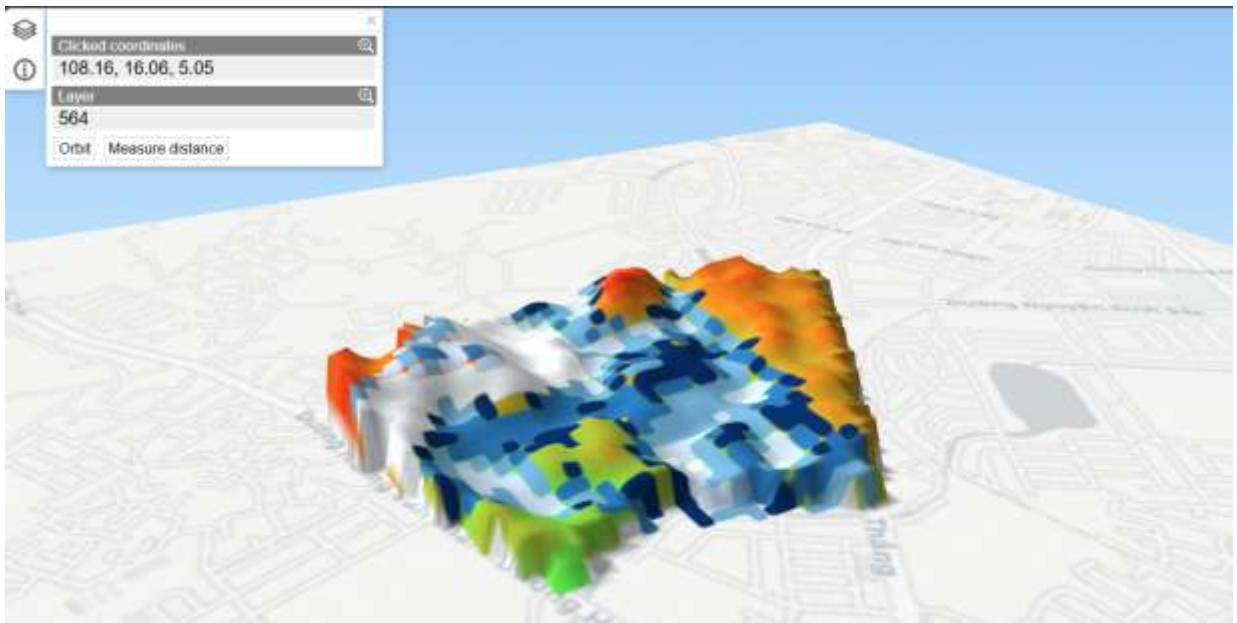
HÌNH 3. 21. NỘI SUY BỀ MẶT NGẬP

- Thực hiện phép toán raster bằng cách trừ lớp raster nội suy độ ngập vừa xây dựng khỏi lớp DEM nền, tạo ra lớp độ sâu nước (water depth layer). Lớp này phản ánh trực quan mức độ ngập tại các khu vực khảo sát, phục vụ cho việc đánh giá tác động và lên phương án ứng phó.



HÌNH 3. 22. TÍNH TOÁN LỚP NƯỚC NGẬP VỚI LỚP DỮ LIỆU DEM

- Hiển thị 3D với QGIS2ThreeJS: Sử dụng plugin QGIS2ThreeJS để hiển thị mô hình ngập trong không gian ba chiều. Plugin này cho phép trực quan hóa địa hình, hướng dòng chảy và vùng trũng với khả năng tùy biến góc nhìn. Các lớp hiển thị bao gồm địa hình, vùng ngập, lớp quy hoạch và các công trình ảnh hưởng đến dòng chảy bề mặt.



HÌNH 3. 23. MÔ HÌNH

Sản phẩm này được xuất bản dưới dạng giao diện web HTML tương tác, có thể lưu trữ trên máy tính, máy chủ nội bộ hoặc đẩy lên nền tảng web mở để sử dụng trực tuyến

Name	Date modified	Type	Size
data	3/25/2025 10:15 AM	File folder	
threejs	3/25/2025 10:14 AM	File folder	
index	3/25/2025 10:14 AM	Microsoft Edge HT...	4 KB
Qgis2threejs	3/25/2025 10:14 AM	Cascading Style Sh...	10 KB
Qgis2threejs	3/25/2025 10:14 AM	JavaScript File	111 KB
Qgis2threejs	3/25/2025 10:14 AM	PNG File	1 KB

HÌNH 3. 24. BỘ DỮ LIỆU SẢN PHẨM CỦA QGIS2THREEJS

c. Sản phẩm kết quả và giá trị ứng dụng

Một bản đồ web 3D trực quan, hiển thị mức ngập của các khu vực ngập ứng, cung cấp cái nhìn trực tiếp về địa hình – độ ngập – dòng chảy, hỗ trợ phân tích và ra quyết định trong công tác phòng chống ngập, quy hoạch đô thị và trực quan hơn nhận thức của cộng đồng. Web này có thể tích hợp cùng bản đồ 2D để tạo thành hệ thống thông tin ngập ứng toàn diện trên nền WebGIS.

Mô hình 3D địa hình – hạ tầng, hỗ trợ đánh giá kỹ hơn về các khu vực dễ ngập hoặc cần nâng cấp hạ tầng; Kho dữ liệu có cấu trúc, sẵn sàng tích hợp với các mô hình thủy văn – thủy lực, phần mềm dự báo ngập (MIKE, HEC-RAS, SWMM...) hoặc các modul phân tích khác (Dashboard, cảnh báo sớm,...).

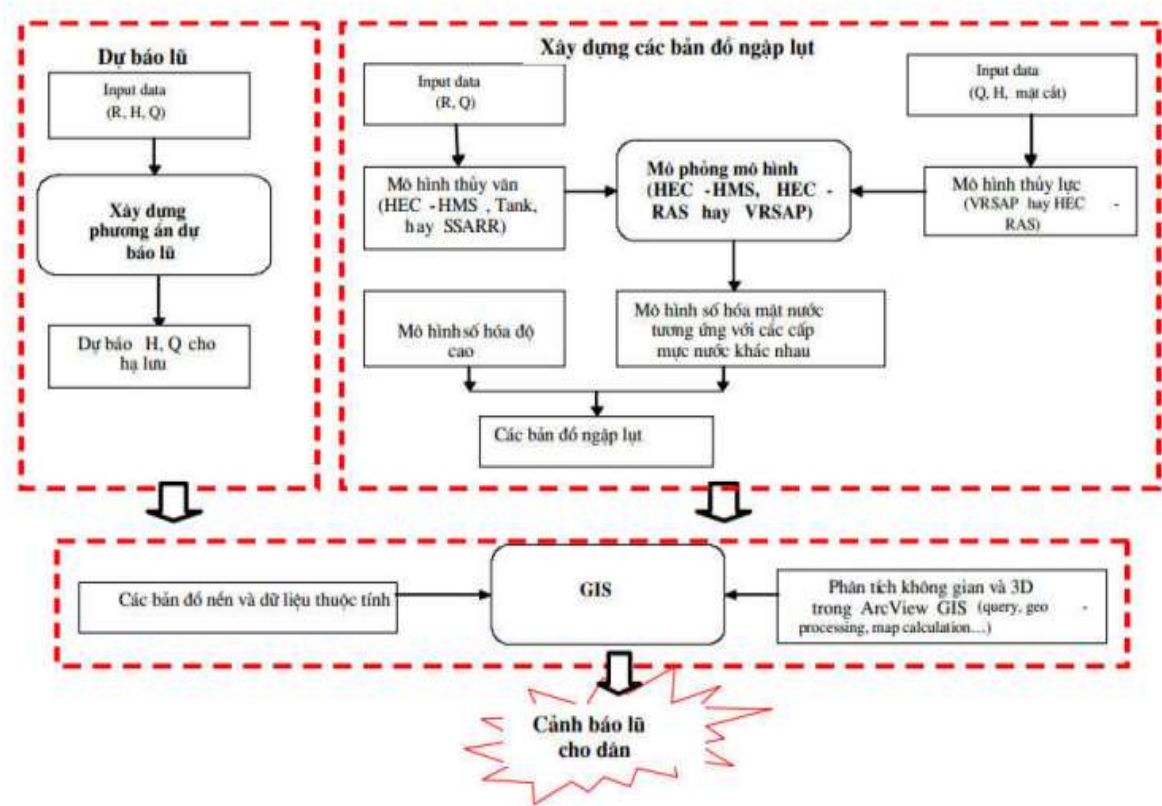
Đây là nền tảng quan trọng trong việc xây dựng hệ sinh thái quản lý ngập ứng đô thị dựa trên dữ liệu số, hỗ trợ ra quyết định chính xác, nâng cao hiệu quả quy hoạch và vận hành hạ tầng đô thị thông minh.

3.4. Đề xuất các cải tiến nhằm tối ưu hóa modul và nâng cao hiệu quả giám sát ngập ứng

Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm và cập nhật dữ liệu theo thời gian thực: Phát triển các mô-đun dự báo ngập ứng dựa trên dữ liệu khí tượng, thủy văn và hạ tầng thoát nước. Tích hợp mô hình học máy (Machine Learning) để tối ưu hóa khả năng dự báo [20].

Ứng dụng công nghệ số vào công tác quản lý thoát nước: Xây dựng bản đồ số về hiện trạng hệ thống thoát nước, đánh dấu các điểm có nguy cơ ngập ứng cao; Ứng dụng mô hình thủy văn số (hydrological modeling) để phân tích và đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng kịch bản mưa lớn; Tích hợp hệ thống GIS và nền tảng điện toán đám mây để chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan chức năng.

M.R. Knebla và các tác giả khác (2005) [21] đã nghiên cứu mô hình HEC-HMS/RAS mô phỏng ngập lụt qui mô lớn có sử dụng dữ liệu ra đa và GIS. Kết quả của nghiên cứu được ứng dụng cho việc dự báo ngập lụt ở khu vực lớn.



HÌNH 3. 25. MỘT DẠNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH TÌNH HÌNH NGẬP ỨNG VÀ LỤ LỤT SỬ DỤNG MÔ HÌNH HEC-HMS/RAS, MƯA RA ĐA VÀ GIS ĐỂ TÍNH TOÁN NGẬP LỤT ⁶

Chris Nielsen (2006) [22] đã ứng dụng mô hình MIKE SHE để tính toán ngập lụt vùng đồng bằng và tiêu thoát nước đô thị, đã áp dụng cho khu vực Đông Nam Á đông đúc dân cư sinh sống với đặc trưng các dòng sông lớn chảy qua các vùng đồng bằng trũng và các khu đô thị.

6

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fjs.vnu.edu.vn%2FEES%2Farticle%2Fview%2F3660%2F3400&psig=AOvVaw0LCtHzMk9gDuakuHkHGneD&ust=1748508121959000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBMQjhxqFwoTCMjv_rvixY0DFQAAAAAdAAAAABAE

Kiểu mô hình	Scheldt	Thames	Brembo
1D			SOBEK 1D, SV1D, SANA1D, ORSAID- Roe
1D kiểu tựa 2D	SOBEK 1D		
2D giả 2D		RFSM	
2D	SOBEK 2D, SV2D	SOBEK 2D, LISTFLOO DFP, INFORWO RK2D	

HÌNH 3. 26. CÁC MÔ HÌNH ÁP DỤNG TÍNH TOÁN NGẬP LỤT [23]

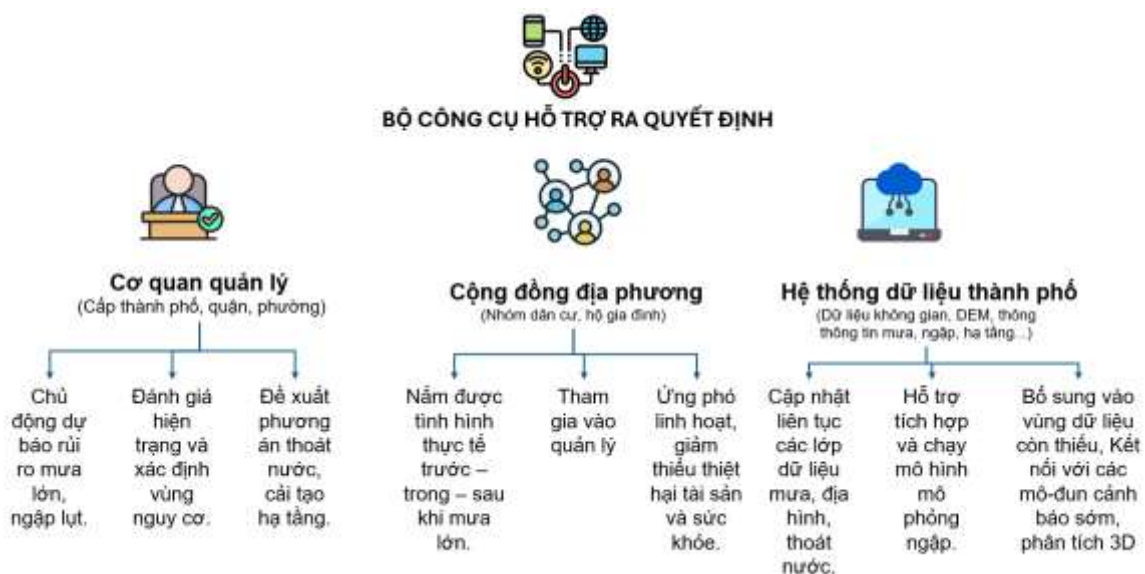
Nếu tình hình ngập úng đô thị ngày càng phức tạp và nghiêm trọng hơn thì việc triển khai hỗ trợ hợp tác với các tổ chức nghiên cứu, trường đại học và doanh nghiệp công nghệ để phát triển các giải pháp đổi mới trong quản lý và phòng chống ngập úng là cần thiết. Vì vậy một số mô hình trên là đề xuất ứng dụng để phát triển các modul đã thiết kế tốt hơn.

KẾT LUẬN

Vấn đề ngập úng đô thị không chỉ là mối quan tâm riêng của khu vực Tây Bắc 4 mà còn là thách thức chung của toàn thành phố Đà Nẵng. Kết quả khảo sát cho thấy nguyên nhân chính đến từ hệ thống hạ tầng kỹ thuật chưa đáp ứng đầy đủ nhu cầu tiêu thoát nước, đòi hỏi những giải pháp khắc phục triệt để. Bên cạnh đó, tác động của biến đổi khí hậu ngày càng gia tăng, khiến các trận mưa lớn bất thường trở nên khó dự đoán, kéo theo những thiệt hại không chỉ về tài sản mà còn ảnh hưởng đến đời sống và an toàn của người dân.

Trong bối cảnh công nghệ số phát triển mạnh mẽ, nhu cầu cảnh báo sớm và chính xác về tình trạng ngập úng trở nên cấp thiết. Các modul số hóa bản đồ ngập úng đô thị, ứng dụng mô hình toán và Hệ thống Thông tin Địa lý (GIS), đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng phương án dự báo và cảnh báo lũ, giúp nâng cao hiệu quả quản lý hệ thống thoát nước. Cụ thể, hệ thống này mang lại các lợi ích sau:

- Cập nhật và theo dõi chính xác hiện trạng hạ tầng kỹ thuật, tình trạng thoát nước và các điểm ngập úng.
- Hỗ trợ công tác quy hoạch và cải thiện hạ tầng đô thị, đảm bảo khả năng tiêu thoát nước hiệu quả.
- Tối ưu hóa công tác quản lý và bảo trì hệ thống, giảm chi phí vận hành và kéo dài tuổi thọ công trình.



Các modul đối với những đối tượng sử dụng khác nhau

Các modul số hóa bản đồ ngập úng đô cần được phát triển và nghiên cứu tích hợp thêm các công cụ khác để nâng cao hiệu quả và tính ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] [Online]. Available: https://danang.gov.vn/chinh-quyen/chi-tiet?id=6089&_c=3,33.
- [2] U. T. p. Đ. Năng, "CHƯƠNG III: HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VÀ VỆ SINH MÔI TRƯỜNG," in *Quy hoạch thoát nước Thành phố Đà Nẵng đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050*, Quyết định số 499/QĐ-UBND ngày 31 tháng 01 năm 2018, 2018.
- [3] A. B. B. MA, Điện toán đám mây: Giải pháp cho Hệ thống thông tin địa lý (GIS). Int J. , 2011.
- [4] R. J. C. S, "GIS và Bản đồ tội phạm," 2013.
- [5] "24.1.6. Interpolation — QGIS Documentation documentation," [Online]. Available: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/interpolation.html#tin-interpolation. [Accessed 20 3 2025].
- [6] "OpenTopography - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM GL3) Global 90m," [Online]. Available: <https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSRTM.042013.4326.1>.
- [7] "Shuttle Radar Topography Mission," [Online]. Available: <https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1214622194-SCIOPS>.
- [8] "OpenTopography - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM GL1) Global 30m Ellipsoidal," [Online]. Available: <https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSRTM.082016.4326.1>.
- [9] "ALOS World 3D 30m (AW3D30)," [Online]. Available: https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/dataset/aw3d30/aw3d30_e.htm.
- [10] "ALOS World 3D 30m," [Online]. Available: <https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTALOS.112016.4326.2>.
- [11] "ALOS World 3D Ellipsoidal 30m," [Online]. Available: <https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTALOS.082017.4326.1>.
- [12] "Global Bathymetry and Topography at 15 Arc Sec: SRTM15+ V2.5.5," [Online]. Available: <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.122019.4326.1>.

- [13] "Bản đồ tương tác Global Bathymetry and Topography at 15 Arc Sec: SRTM15+ V2.5.5," [Online]. Available:
https://topex.ucsd.edu/WWW_html/srtm15_plus.html.
- [14] "Copernicus DSM 90m," [Online]. Available:
<https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326.1>.
- [15] "Copernicus DSM 30m," [Online]. Available: https://hda.data.destination-earth.eu/ui/dataset/EO.DEM.DAT.COP-DEM_GLO-30-DTED.
- [16] "Copernicus DSM 30m," [Online]. Available:
<https://opentopography.org/news/updated-copernicus-30m-DEM-available>.
- [17] "NASADEM Global DEM," [Online]. Available:
<https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.032021.4326.2>.
- [18] "QGIS resources - 11. Spatial Analysis (Interpolation) — QGIS Documentation documentation," [Online]. Available:
https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html. [Accessed 20 3 2025].
- [19] [Online]. Available:
https://charts.ecmwf.int/products/opencharts_ptype_meteogram?base_time=202505250000&lat=51.4333&lon=-1.0&station_name=Reading. [Accessed 12 3 2025].
- [20] T. Q. C. T. T. L. Đinh Nhật Quang, "TỔNG QUAN ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỌC MÁY TRONG DỰ BÁO LŨ," [Online]. Available:
<https://vawr.org.vn/Upload/BaibaoKH/dinh-nhat-quang-79-2023.pdf>.
- [21] A. A. H. L. D. U. Jian Chen, "A GIS-based model for urban flood inundation. Journal of Hydrology."
- [22] C. Nielsen, "The application of MIKE SHE to floodplain inundation and urban drainage assessment in South East Asia. DHI Water and Environment, Malaysia."
- [23] P. B. T. F. S. S.-F. Y. Z. M. V. A. d. W. J. t. M. G. V. Nathalie Asselman, "Flood Inundation Modelling".

PHỤ LỤC 1. MÃ KÝ HIỆU LOẠI ĐẤT, MÃ KÝ HIỆU ĐỐI TƯỢNG SỬ DỤNG ĐẤT, MÃ KÝ HIỆU ĐỐI TƯỢNG ĐƯỢC GIAO QUẢN LÝ ĐẤT

(Phụ lục II, Ban hành kèm theo Thông tư số 08/2024/TT-BTNMT ngày 31 tháng 7 năm 2024 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường)

Thứ tự	Mã ký hiệu	Chỉ tiêu
A		LOẠI ĐẤT
I	NNP	Nhóm đất nông nghiệp
1	CHN	Đất trồng cây hằng năm
1,1	LUA	Đất trồng lúa
1.1.1	LUC	Đất chuyên trồng lúa
1.1.2	LUK	Đất trồng lúa còn lại
1,2	HNK	Đất trồng cây hằng năm khác
2	CLN	Đất trồng cây lâu năm
3	LNP	Đất lâm nghiệp
3,1	RDD	Đất rừng đặc dụng
3,2	RPH	Đất rừng phòng hộ
3,3	RSX	Đất rừng sản xuất
	<i>RSN</i>	<i>Trong đó: Đất rừng sản xuất là rừng tự nhiên</i>
4	NTS	Đất nuôi trồng thủy sản
5	CNT	Đất chăn nuôi tập trung
6	LMU	Đất làm muối
7	NKH	Đất nông nghiệp khác
II	PNN	Nhóm đất phi nông nghiệp
1	OTC	Đất ở
1.1	ONT	Đất ở tại nông thôn

Thứ tự	Mã ký hiệu	Chỉ tiêu
1.2	ODT	Đất ở tại đô thị
2	TSC	Đất xây dựng trụ sở cơ quan
3	CQA	Đất quốc phòng, an ninh
3.1	CQP	Đất quốc phòng
3.2	CAN	Đất an ninh
4	DSN	Đất xây dựng công trình sự nghiệp
4.1	DVH	Đất xây dựng cơ sở văn hóa
4.2	DXH	Đất xây dựng cơ sở xã hội
4.3	DYT	Đất xây dựng cơ sở y tế
4.4	DGD	Đất xây dựng cơ sở giáo dục và đào tạo
4.5	DTT	Đất xây dựng cơ sở thể dục, thể thao
4.6	DKH	Đất xây dựng cơ sở khoa học và công nghệ
4.7	DMT	Đất xây dựng cơ sở môi trường
4.8	DKT	Đất xây dựng cơ sở khí tượng thủy văn
4.9	DNG	Đất xây dựng cơ sở ngoại giao
4.1	DSK	Đất xây dựng công trình sự nghiệp khác
5	CSK	Đất sản xuất, kinh doanh phi nông nghiệp
5.1	SCC	Đất khu công nghiệp, cụm công nghiệp
5.1.1	SKK	Đất khu công nghiệp
5.1.2	SKN	Đất cụm công nghiệp
5.1.3	SCT	Đất khu công nghệ thông tin tập trung
5.2	TMD	Đất thương mại, dịch vụ
5.3	SKC	Đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp
5.4	SKS	Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản
6	CCC	Đất sử dụng vào mục đích công cộng

Thứ tự	Mã ký hiệu	Chỉ tiêu
6.1	DGT	Đất công trình giao thông
6.2	DTL	Đất công trình thủy lợi
6.3	DCT	Đất công trình cấp nước, thoát nước
6.4	DPC	Đất công trình phòng, chống thiên tai
6.5	DDD	Đất có di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh, di sản thiên nhiên
6.6	DRA	Đất công trình xử lý chất thải
6.7	DNL	Đất công trình năng lượng, chiếu sáng công cộng
6.8	DBV	Đất công trình hạ tầng bưu chính, viễn thông, công nghệ thông tin
6.9	DCH	Đất chợ dân sinh, chợ đầu mối
6.1	DKV	Đất khu vui chơi, giải trí công cộng, sinh hoạt cộng đồng
7	TON	Đất tôn giáo
8	TIN	Đất tín ngưỡng
9	NTD	Đất nghĩa trang, nhà tang lễ, cơ sở hỏa táng; đất cơ sở lưu trữ tro cốt
10	TVC	Đất có mặt nước chuyên dùng
10,1	MNC	Đất có mặt nước chuyên dùng dạng ao, hồ, đầm, phá
10,2	SON	Đất có mặt nước dạng sông, ngòi, kênh, rạch, suối
11	PNK	Đất phi nông nghiệp khác
III	CSD	Nhóm đất chưa sử dụng
1	CGT	Đất do Nhà nước thu hồi theo quy định của pháp luật đất đai chưa giao, chưa cho thuê
2	BCS	Đất bằng chưa sử dụng
3	DCS	Đất đồi núi chưa sử dụng
4	NCS	Núi đá không có rừng cây

Thứ tự	Mã ký hiệu	Chỉ tiêu
5	MCS	Đất có mặt nước chưa sử dụng
B		ĐỐI TƯỢNG SỬ DỤNG ĐẤT
1	CNC	Cá nhân trong nước, người Việt Nam định cư ở nước ngoài là công dân Việt Nam
1.1	CNV	Cá nhân trong nước
1.2	CNN	Người Việt Nam định cư ở nước ngoài là công dân Việt Nam
2	TCC	Tổ chức trong nước
2.1	TCN	Cơ quan nhà nước, cơ quan đảng và đơn vị vũ trang nhân dân
2.2	TSN	Đơn vị sự nghiệp công lập
2.3	TXH	Tổ chức xã hội, tổ chức xã hội - nghề nghiệp
2,4	TKT	Tổ chức kinh tế
2,5	TKH	Tổ chức khác
3	TTG	Tổ chức tôn giáo, tổ chức tôn giáo trực thuộc
4	CDS	Cộng đồng dân cư
5	TNG	Tổ chức nước ngoài có chức năng ngoại giao
6	NGV	Người gốc Việt Nam định cư ở nước ngoài
7	TVN	Tổ chức kinh tế có vốn đầu tư nước ngoài
C		ĐỐI TƯỢNG ĐƯỢC GIAO QUẢN LÝ ĐẤT
1	TCQ	Cơ quan nhà nước, cơ quan đảng và đơn vị vũ trang nhân dân
2	TSQ	Đơn vị sự nghiệp công lập
3	KTQ	Tổ chức kinh tế
4	CDQ	Cộng đồng dân cư

PHỤ LỤC 2. DỮ LIỆU DỰ BÁO MƯA TỪ ECMWF

DATE	ENS precipitation meteogram 0h (mm/hr - %)				ENS precipitation meteogram 12h (mm/hr - %)			
	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất
23/2	47	33	8	88	48	32	8	88
24/2	28	30	10	68	28	54	12	94
25/2	7	28	27	62	10	29	24	63
26/2	25	52	4	81	7	51	17	75
27/2	8	39	11	58	0	23	16	39
28/2	0	3	0	3	0	0	3	3
1/3	0	0	0	0	0	0	0	0
2/3	0	0	0	0	0	0	0	0
3/3	0	0	0	0	0	0	0	0
4/3	0	2	0	2	0	2	2	4
5/3	0	0	4	4	0	0	0	0
6/3	6	32	15	53	14	21	10	45
7/3	38	31	8	77	8	51	21	80
8/3	15	23	10	48	7	50	10	67
9/3	18	41	20	79	20	38	16	74
10/3	12	57	18	87	20	37	18	75
11/3	3	29	17	49	3	44	16	63
12/3	0	7	0	7	0	8	6	14
13/3	0	0	0	0	0	0	0	0

DATE	ENS precipitation meteogram 0h (mm/hr - %)				ENS precipitation meteogram 12h (mm/hr - %)			
	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất
14/3	0	0	0	0	0	0	0	0
15/3	29	37	13	79	39	36	3	78
16/3	38	45	3	86	80	12	6	98
17/3	18	58	4	80	26	47	7	80
18/3	13	70	17	100	22	71	4	97
19/3	18	56	15	89	33	56	3	92
20/3	13	52	7	72	6	55	13	74
21/3	6	29	10	45	4	31	7	42
22/3	10	19	8	37	0	4	3	7
23/3	0	0	6	6	0	2	2	4
24/3	0	0	6	6	0	0	4	4
25/3	0	0	0	0	0	0	0	0
26/3		0	0	0	0	0	0	0
27/3	0	0	0	0	0	0	0	0
28/3	0	0	0	0	0	0	0	0
29/3	16	38	4	58	12	45	12	69
30/3	37	34	6	77	55	30	3	88
31/3	23	38	6	67	4	30	11	45
1/4	4	29	10	43	22	24	8	54
2/4	0	18	5	23	0	16	10	26
3/4	2	34	17	53	3	49	16	68
4/4	0	2	10	12	0	3	16	19

DATE	ENS precipitation meteogram 0h (mm/hr - %)				ENS precipitation meteogram 12h (mm/hr - %)			
	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất
5/4	0	3	9	12	2	2	3	7
6/4	0	12	3	15	0	22	11	33
7/4	0	26	2	28	2	31	13	46
8/4	0	3	9	12	0	2	0	2
9/4	0	0	0	0	0	0	2	2
10/4	0	2	10	12	0	28	4	32
11/4	2	6	4	12	0	0	0	0
12/4	46	33	7	86	43	32	4	79
13/4	32	27	6	65	28	29	3	60
14/4	0	0	0	0	0	2	0	2
15/4	0	0	0	0	0	0	0	0
16/4	0	0	0	0	0	0	0	0
17/4	0	0	2	2	0	0	0	0
18/4	0	4	0	4	0	2	2	4
19/4	0	0	0	0	0	0	0	0
20/4	0	0	0	0	0	0	0	0
21/4	0	0	0	0	0	0	0	0
22/4	0	0	0	0	0	0	0	0
23/4	0	2	0	2	0	4	2	6
24/4	0	0	0	0	0	0	0	0
25/4	0	0	0	0	0	0	0	0
26/4	0	0	0	0	0	0	0	0

DATE	ENS precipitation meteogram 0h (mm/hr - %)				ENS precipitation meteogram 12h (mm/hr - %)			
	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất	>1	0,2 - 1	0,12 - 0,2	Tổng xác suất
27/4	0	0	0	0	0	0	0	0
28/4	0	7	5	12	0	7	4	11
29/4	0	2	0	2	0	6	4	10
30/4	0	0	2	2	0	3	7	10
1/5	4	13	12	29	0	23	12	35
2/5	0	10	13	23	0	13	3	16
3/5	0	4	2	6	0	0	0	0
4/5	4	2	0	6	0	0	8	8
5/5	0	0	0	0	0	0	0	0
6/5	0	2	0	2	2	0	2	4
7/5	0	6	5	11	0	4	2	6
8/5	0	0	0	0	2	0	0	2
9/5	7	3	0	10	12	10	0	22
10/5	13	22	10	45	13	20	14	47
11/5	13	20	12	45	26	33	13	72
12/5	8	15	6	29	13	19	15	47
13/5	6	32	17	55	47	12	3	62
14/5	2	23	6	31	6	20	13	39

PHỤ LỤC 3. DỮ LIỆU MƯA THỰC TẾ TẠI CÁC TRẠM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TỪ VRAIN

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khế	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khương	Hòa Ninh	Hòa Phát
13/02	0.6	0.4	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	1.6	0.4	0.0	0.6	0.2	0.0	0.4
14/02	1	0.2	1.4	1.0	1.2	0.8	1.2	0.2	1.2	0.2	2.8	1.0	0.4	0.6
15/02	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/02	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
17/02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/02	1.2	0.6	0.8	0.0	1.0	0.6	0.2	0.0	0.4	0.2	3.2	0.0	0.2	0.6
19/02	3.2	0.0	0.0	0.0	0.8	2.2	0.0	0.0	0.2	2.6	0.0	0.0	0.8	0.0
20/2	4.6	0.0	1.6	3.2	1.8	6.2	1.2	0.0	1.4	20.8	0.6	0.8	4.6	0.4
21/2	2.2	0.2	1.8	4.2	2.6	5.8	0.0	0.0	2.4	6.0	2.2	1.4	6.2	0.2
22/2	19.2	0.0	17.2	27.8	1.2	15.8	14.0	0.0	6.2	23.6	0.0	7.6	19.2	0.0
23/2	22.6	5.0	9.4	18.0	34.6	5.6	20.8	1.8	21.6	22.0	1.0	7.4	21.4	1.8
24/2	12.6	2.0	6.8	13.4	18.8	4.8	10.4	0.0	8.2	7.0	0.2	8.2	8.6	3.2
25/2	55.2	5.6	18.0	38.6	67.0	15.2	23.8	0.4	25.2	20.4	2.2	20.4	53.2	8.6
26/2	0.2	0.0	0.2	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khê	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khuong	Hòa Ninh	Hòa Phát
27/2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	s	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/3	2.4	0.4	1.4	0.8	0.6	1.6	1.0	0.2	1.4	1.8	0.0	0.4	1.0	0.2
7/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.2	0.0
11/3	1.8	0.0	1.2	1.8	1.4	1.4	1.0	0.2	1.8	3.8	0.0	1.0	1.4	0.6
12/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0
13/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
14/3	1.2	0.2	0.8	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khê	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khuong	Hòa Ninh	Hòa Phát
15/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/3	0.0	1.6	1.6	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	2.4	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0
17/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/3	0.0	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
21/3	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
22/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
25/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
26/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
27/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30/3	1.2	0.0	0.0	0.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	1.2	0.0

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khê	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khuong	Hòa Ninh	Hòa Phát
31/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
6/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/4	5.8	0.0	2.6	9.0	7.2	4.8	17.4	0.0	7.2	8.0	0.2	4.0	10.0	0.4
14/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khê	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khuong	Hòa Ninh	Hòa Phát
16/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2
19/4	0.8	0.0	0.0	0.2	3.0	0.0	1.0	2.4	5.6	0.0	0.8	0.0	0.2	0.4
20/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Bà Nà	Chùa Linh Ứng	Hồ Đông Nghệ	Hồ Hồ Cau	Hồ Hòa Khê - Hòa Sơn	Hồ Hòa Trung	Hồ Học Khê	Hồ Thạc Giản	Hồ Trước Đông	Hòa Bắc	Hòa Hải	Hòa Khuong	Hòa Ninh	Hòa Phát
2/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
7/5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	1.8	0.0
8/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/5	0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0
11/5	27	10.8	17.0	21.6	21.2	36.8	33.8	9.2	33.8	13.4	14.6	15.8	24.2	12.6
12/5	0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.4
13/5	0.2	0.0	0.8	0.4	0.2	0.0	0.6	0.0	0.2	0.4	0.0	0.4	0.2	0.0
14/5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/5	0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Phường Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
02/13/2	1.0	1.0	0.2	0.0	0.0	0.8	0.4	0.2	0.0	0.4	5.8	0.4	1.4	0.0	0.4	0.0
14/02	2.8	1.0	0.8	1.0	0.2	0.4	0.4	1.8	0.2	0.0	11.2	2.8	2.2	0.8	0.2	0.2
15/02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
16/02	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
17/02	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/02	5.8	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	2.0	1.2	0.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
19/02	0.2	0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
20/2	38.6	0.4	1.8	3.4	3.2	0.0	0.0	1.8	6.0	0.2	0.0	3.4	0.2	2.6	7.8	6.8
21/2	11.4	0.2	1.0	1.6	0.2	0.0	0.0	3.4	21.8	0.0	11.8	5.2	2.8	0.0	4.2	3.8
22/2	91.8	0.8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	44.6	22.6	0.0	0.0	31.2	5.8	9.8	9.0	34.4
23/2	52.4	1.6	1.2	25.6	0.4	6.8	7.0	30.8	8.6	0.4	15.6	11.6	4.6	8.2	31.2	23.6
24/2	12.8	1.0	0.2	12.2	0.8	1.8	4.0	14.6	5.4	0.8	4.0	6.4	7.4	8.8	3.6	2.8
25/2	46.4	4.4	2.2	63.2	2.6	5.0	19.2	40.6	16.2	2.2	26.6	24.2	17.8	20.6	16.4	18.8
26/2	2.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6	0.4	0.0
27/2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Phường Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
1/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
4/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/3	3.6	0.2	0.0	0.6	0.0	0.4	0.2	0.8	3.4	0.2	0.8	0.4	1.2	1.0	2.0	1.4
7/3	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
8/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
9/3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/3	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	0.4
11/3	11.6	1.6	0.2	1.2	0.4	0.6	0.2	1.8	0.6	0.2	1.6	0.2	1.4	1.6	2.4	2.0
12/3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
13/3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
14/3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2
15/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
16/3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	1.2	0.4	0.4	0.0	0.0	0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Phường Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
17/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
18/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0
19/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
20/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	0.2	0.6	0.0	0
21/3	1.4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0
22/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
23/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0
24/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0
25/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0
26/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0
27/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
28/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
29/3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
30/3	14.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0
31/3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
1/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đông Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Phường Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
2/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
3/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13/4	7.2	0.2	0.0	18.6	0.0	1.0	1.0	5.4	24.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.8	0.4	31.2
14/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Lưu vực hồ Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
18/4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
19/4	0.0	0.0	0.2	1.6	0.0	2.4	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ngày	Hòa Phú Thành	Hòa Phước	Hòa Quý	Hòa Sơn	Hòa Xuân	Kênh Nguyễn Đình Tự	Khe Cạn	Lưu vực hồ Đồng Nghệ	Lưu vực hồ Hòa Trung	Phường Hòa Cường	Suối Đá	Suối Lương	Trạm bơm An Trạch	Trạm bơm Túy Loan	Trạm Kiểm lâm Sông	Trung tâm GD-DN 05-06
4/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/5	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/5	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.2	7.6
8/5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
11/5	16.2	8.4	12.0	46.6	8.0	10.4	13.0	14.0	23.2	10.2	14.6	35.4	0.2	18.8	13.8	47
12/5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	1.6	0.6	0.4	0.0	0.0	0
13/5	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0
14/5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0
15/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0

PHỤ LỤC 4. BẢN VẼ

Phụ lục 4 bao gồm 11 bản vẽ:

- Bản vẽ 1** Tổng quan nhiệm vụ đồ án tốt nghiệp - Capstone Project
- Bản vẽ 2** Thoát nước mưa và thu gom nước thải Thành phố Đà Nẵng
- Bản vẽ 3** Bản đồ lưu vực, hiện trạng thoát nước lưu vực Tây Bắc 4
- Bản vẽ 4** Tổng hợp kết quả khảo sát thực địa và xã hội học về ngập úng đô thị khu vực Tây Bắc 4
- Bản vẽ 5** GIS và phương pháp số hóa
- Bản vẽ 6** Khung cơ sở dữ liệu ngập úng đô thị
- Bản vẽ 7** Các lớp dữ liệu từ khung cơ sở dữ liệu
- Bản vẽ 8** Modul 1 - Dashboard phân tích và trực quan hóa dữ liệu mưa bằng Power BI
- Bản vẽ 9** Modul 2 - Xây dựng bản đồ web tương tác hiển thị điểm và vùng ngập
- Bản vẽ 10** Modul 3 - Mô phỏng 3D mức ngập
- Bản vẽ 11** Kết luận và kiến nghị