

Số ~~3587~~ QĐ-BNN-TCTL

Hà Nội, ngày 04 tháng 9 năm 2015

QUYẾT ĐỊNH
Về việc Công bố tiêu chuẩn kỹ thuật

BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Căn cứ Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật ngày 29/6/2006;

Căn cứ Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

Căn cứ Thông tư số 21/2007/TT-BKHCN ngày 28/9/2007 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ hướng dẫn xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn;

Căn cứ Nghị định số 199/2013/NĐ-CP ngày 26/11/2013 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Căn cứ Quyết định số 1588/QĐ-BNN-TCCB ngày 09/7/2013 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc phân cấp cho Tổng cục Thủy lợi, Tổng cục Thủy sản, Tổng cục Lâm nghiệp một số nhiệm vụ thuộc thẩm quyền quản lý của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Căn cứ kết quả thẩm định Tiêu chuẩn kỹ thuật: Công trình thủy lợi – Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập của Hội đồng thành lập theo Quyết định số 482/QĐ-TCTL-KHCN ngày 29/6/2015 của Tổng cục trưởng Tổng cục Thủy lợi;

Theo đề nghị của Tổng cục trưởng Tổng cục Thủy lợi,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Công bố Tiêu chuẩn kỹ thuật: TCKT 03:2015/TCTL Công trình thủy lợi - Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập.

Điều 2. Phạm vi áp dụng:

- Tiêu chuẩn này hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước thủy lợi trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập.

- Tiêu chuẩn này là cơ sở để các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, vận dụng áp dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du cho các hồ chứa nước.

Điều 3. Quyết định này có hiệu lực thi hành kể từ ngày ký. Chánh văn phòng Bộ, Tổng cục trưởng, Tổng cục Thủy lợi, Thủ trưởng các đơn vị liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Bộ trưởng (để b/c);
- Các Sở NN&PTNT;
- Các Tổng cục, Cục, Vụ thuộc Bộ;
- Các Ban QLDA, Công ty KTCTTL thuộc Bộ;
- Trung tâm TH&TK - Bộ NN&PTNT;
- Lưu: VT, TCTL. (100b)

KT. BỘ TRƯỞNG
THỦ TRƯỞNG

Hoàng Văn Thắng

Hoàng Văn Thắng

TCKT

TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT

TCKT 03:2015/TCTL

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - HƯỚNG DẪN
XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT HẠ DU HỒ CHỨA
NƯỚC TRONG CÁC TÌNH HUỐNG XẢ LŨ
KHẨN CẤP VÀ VỢ ĐẬP**

*Guidelines for inundation mapping in cases of
emergency flood release and dam failure*

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

Trang

1.	Phạm vi áp dụng.....	1
2	Thuật ngữ và đơn vị sử dụng.....	1
3	Tài liệu viện dẫn.....	2
4	Phân loại đập và cấp công trình.....	2
5	Phân loại nguy cơ gây thiệt hại do xả lũ khẩn cấp hoặc vỡ đập	2
6	Kịch bản lập bản đồ ngập lụt ứng với các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập...	3
7	Yêu cầu về thành phần hồ sơ.....	3
8	Các tài liệu cơ bản.....	4
9	Các yếu tố cần xác định trong tính toán xả lũ khẩn cấp và vỡ đập	7
10	Các bước cơ bản xây dựng mô hình thủy lực một chiều.....	7
11	Các bước cơ bản xây dựng mô hình thủy lực hai chiều và tràn bãi	10
12	Tạo lập bản đồ ngập lụt	12
	Phụ lục A	16
	Hướng dẫn tính toán vỡ đập.....	16
	Phụ lục B	31
	Một số bộ công cụ hỗ trợ	31

TCKT 03:2015/TCTL

Lời nói đầu

TCKT 03:2015/TCTL Công trình thủy lợi - Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập do Trường Đại học Thủy lợi biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công bố.

Công trình thủy lợi - Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập

Guidelines for inundation mapping in cases of emergency flood release and dam failure

1. Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước thủy lợi trong các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập.

1.2 Tiêu chuẩn này là cơ sở để các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, vận dụng áp dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du cho các hồ chứa nước.

2 Thuật ngữ và đơn vị sử dụng

2.1 **Hồ chứa** là công trình được hình thành bởi đập dâng nước và các công trình có liên quan có nhiệm vụ trữ nước, điều tiết dòng chảy, cung cấp nước cho các nhu cầu dùng nước và cải thiện môi trường.

2.2 **Tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập** là tình huống xả lũ nhằm đảm bảo an toàn cho công trình xảy ra trong các trường hợp mưa lũ lớn vượt tần suất thiết kế trên lưu vực hồ chứa khi hồ đã đầy nước (xả lũ vượt lũ thiết kế, xả lũ kiểm tra, xả lũ cực hạn - PMF); khi không có lũ nhưng có sự cố có khả năng gây vỡ đập; khi xả nước trong điều kiện vận hành nhưng đe dọa tính mạng, tài sản người dân và các hoạt động kinh tế vùng hạ du đập/hồ chứa.

2.3 **Vùng hạ du hồ chứa** là vùng có nguy cơ bị ngập và chịu ảnh hưởng trực tiếp khi hồ chứa xả nước theo thiết kế hoặc xả lũ trong tình huống khẩn cấp, hoặc chịu ảnh hưởng của sóng khi vỡ đập hồ chứa.

2.4 **Bản đồ ngập lụt** là một loại bản đồ chuyên đề trên đó thể hiện các vùng ngập lụt hạ du ở một thời điểm nhất định. Bản đồ ngập lụt thể hiện vùng hạ du hồ chứa có nguy cơ bị ngập, tương ứng với một số kịch bản xả lũ từ hồ chứa. Bản đồ ngập lụt được lập theo hướng tiếp cận sử dụng công cụ mô phỏng, tính toán bằng các mô hình thủy văn, thủy lực.

2.5 **Sóng vỡ đập** là sóng không ổn định do vỡ đập gây ra.

2.6 **Mặt cắt tới hạn** là mặt cắt tại đó ảnh hưởng của vỡ đập hoặc xả lũ là không đáng kể.

2.7 Đơn vị sử dụng: Tiêu chuẩn này sử dụng hệ đơn vị quốc tế SI (hệ đơn vị mét).

3 Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn trong Tiêu chuẩn này gồm:

3.1 TCVN 8224:2009, Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về lưới khống chế mặt bằng địa hình;

3.2 TCVN 8225:2009, Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về lưới khống chế cao độ địa hình;

3.3 TCVN 8226:2009, Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1/200 đến 1/5000;

3.4 TCVN 8304:2009, Công tác thủy văn trong hệ thống thủy lợi;

3.5 TCVN 8477:2010, Công trình thủy lợi – yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa chất trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;

3.6 TCVN 8478:2010, Công trình thủy lợi – yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa chất trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;

3.7 TCVN 8478:2010, Công trình thủy lợi – Yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa hình trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế.

4 Phân loại đập và cấp công trình

4.1 Phân loại đập theo quy định tại Nghị định số 72/2007/NĐ-CP ban hành ngày 07/05/2007 của Chính phủ về Quản lý an toàn đập.

4.2 Cấp công trình phân loại theo QCVN 04 - 05 : 2012, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia – Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.

5 Phân loại nguy cơ gây thiệt hại do xả lũ khẩn cấp hoặc vỡ đập

Mức độ của nguy cơ gây thiệt hại do xả lũ khẩn cấp và vỡ đập được phân thành 3 mức như Bảng 1.

Bảng 1. Phân loại nguy cơ gây thiệt hại do xả lũ khẩn cấp và vỡ đập

Phân loại nguy cơ	Giải thích
Cao	Có thiệt hại về người, tài sản
Vừa	Không gây thiệt hại về người, có thiệt hại về tài sản
Thấp	Không gây thiệt hại về người và tài sản

6 Kịch bản lập bản đồ ngập lụt ứng với các tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập

Căn cứ vào đặc điểm của hồ đập, mạng lưới sông hạ du, địa hình và mức độ quan trọng của vùng hạ du và các tình huống khẩn cấp đã dự kiến để lựa chọn một số kịch bản đại diện để tính toán và xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa:

6.1 Xả lũ trong điều kiện vận hành hồ chứa (xả lũ chủ động):

6.1.1 Xả lũ thiết kế, Q_{tk} ;

6.1.2 Xả lũ kiểm tra, Q_{ktr} ;

6.1.3 Xả lũ ứng với các kịch bản tần suất lũ $p\%$;

6.1.4 Xả lũ vận hành ($Q_{vh} < Q_{tk}$), hoặc xả lũ theo thời gian thực nhưng gây ra ngập lụt vùng hạ du đập.

6.2 Xả lũ trong điều kiện thiên tai bất thường (vượt tần suất thiết kế): xả lũ cực hạn (PMF);

6.3 Tình huống vỡ đập: khi có hoặc không có lũ nhưng có sự cố công trình có khả năng gây vỡ đập hồ chứa.

Lưu ý:

- Đối với hồ có đập phụ không có cùng khu vực hạ du với đập chính, cần tính toán bài toán thủy lực và lập bản đồ ngập lụt riêng cho các khu vực hạ du của đập phụ (xem khái niệm vùng hạ du đập, hồ chứa với khu vực hạ du ở phần 2. Thuật ngữ).
- Trường hợp đập chính và phụ có cùng khu vực hạ du thì dựa vào hiện trạng an toàn của đập phụ để lựa chọn tính vỡ đập.
- Mỗi kịch bản được lựa chọn chỉ nên chứa đựng một biến cố có tính chất cực đoan, ví dụ sự xuất hiện lũ cực hạn (PMF) không tổ hợp với kẹt cửa van hoặc bồi lấp kênh dẫn vào tràn; hoặc lũ cực hạn (PMF) cũng không tổ hợp với trường hợp tràn khẩn cấp không làm việc, v.v...
- Khi tính toán điều tiết lũ cần dự kiến số khoang tràn chính bị kẹt hoặc tỉ lệ bao nhiêu % cửa tràn chính bị lấp có tính đến năng lực xả của tràn khẩn cấp (nếu có). Nếu kết quả tính toán cho mực nước tối đa của hồ vẫn thấp hơn đỉnh đập thì không cần xét trường hợp này.
- Trường hợp hồ chứa bậc thang hoặc có nhiều hồ chứa trên cùng một lưu vực: xem Phụ Lục A, mục A.11 và A.12, tương ứng.
- Các kịch bản lựa chọn có thể lập thành bảng để quan sát tổng thể.

7 Yêu cầu về thành phần hồ sơ

Thành phần hồ sơ xây dựng bản đồ ngập lụt trong các tình huống xả lũ và vỡ đập, bao gồm:

7.1.1 Báo cáo tổng hợp;

TCKT 03:2015/TCTL

7.1.2 Báo cáo tóm tắt;

7.1.3 Các báo cáo chuyên đề, gồm:

- a) Chuyên đề về lớp bản đồ nền;
- b) Chuyên đề về khí tượng thủy văn;
- c) Chuyên đề về hiện trạng công trình trong hệ thống;
- d) Chuyên đề về dân sinh kinh tế xã hội;
- e) Chuyên đề về tính toán xác định quá trình lũ do xả lũ hoặc do vỡ đập;
- f) Báo cáo chuyên đề mô hình một chiều, gồm: báo cáo hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; báo cáo kết quả chuyên đề;
- g) Báo cáo chuyên đề mô hình hai chiều và tràn bãi, gồm: báo cáo xây dựng và thiết lập mô hình; báo cáo hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; báo cáo kết quả chuyên đề;

7.1.4 Tập bản đồ ngập lụt hạ du; bản đồ trường vận tốc và hướng dòng chảy của tất cả các tình huống xả lũ;

7.1.5 Bộ dữ liệu mô hình tính toán gốc (để phục vụ công tác quản lý);

7.1.6 Hồ sơ gồm các bộ tài liệu in (số lượng theo yêu cầu) và đĩa DVD kèm theo chứa các tài liệu dữ liệu liên quan.

8 Các tài liệu cơ bản

8.1 Bản đồ

8.1.1 Bản đồ nền: là bản đồ số thể hiện các lớp bản đồ cơ sở địa lý, bao gồm các lớp bản đồ chính sau: địa hình, hệ thống sông ngòi, sử dụng đất, cơ sở hạ tầng, giao thông, thủy lợi, hành chính, đơn vị hành chính, địa danh, đô thị, các cơ sở kinh tế và công trình quan trọng, v.v... Nguồn tài liệu thể hiện các lớp này phải rõ ràng, tin cậy và có tham khảo các tài liệu khác để chỉnh lý và bổ sung. Lớp bản đồ địa hình cần thể hiện được các đường đồng mức; đối với các vùng đồng bằng có thể phải bổ sung thêm các điểm cao độ.

8.1.2 Tỷ lệ bản đồ 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.500, 1:2.000, v.v... (bản đồ tỷ lệ càng lớn càng tốt) được lựa chọn căn cứ vào phạm vi ảnh hưởng của vùng hạ du. Nếu phạm vi ảnh hưởng nhỏ hơn thì cần sử dụng các bản đồ tỷ lệ lớn hơn.

8.1.3 Bản đồ độ cao số (DEM): độ phân giải của bản đồ DEM từ 90m x 90m đến 50m x 50m, 30m x 30m, 10m x 10m, 5m x 5m, 2m x 2m. Các bản đồ này có thể được thu thập từ Bộ Tài nguyên và Môi trường, hoặc từ các nguồn khác.

8.1.4 Khi chưa có bản đồ DEM thì cần tiến hành số hóa, hoặc nếu vùng đồng bằng chưa có các điểm cao độ thì có thể tham khảo, bổ sung, kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có tạo thành hệ thống tài liệu hoàn chỉnh và nhất quán hoặc tiến hành đo đạc bổ sung theo quy định

tại TCVN 8226:2009 - Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1/200 đến 1/5000, và các tài liệu liên quan.

8.1.5 Có thể tham khảo các ảnh viễn thám bao phủ khu vực hạ du và phụ cận từ các nguồn MODIS, NOAA, SPOT, ALOS, LANDSAT, QUICKBIRD, ENVISAT, v.v... đã được xử lý.

8.1.6 Các chỉ tiêu, chỉ số đưa lên bản đồ nền cần được cập nhật, bảo đảm thống nhất về thời gian, không gian.

8.2 Tài liệu mặt cắt dọc, cắt ngang hệ thống sông chính, sông nhánh

8.2.1 Tài liệu trắc dọc, trắc ngang hệ thống sông, công trình trên hệ thống, mạng lưới thủy lực; khi chưa có hoặc chưa đủ các tài liệu này thì cần đo đạc mới hoặc bổ sung theo quy định chuyên ngành hiện hành.

8.2.2 Đo đạc cắt dọc, cắt ngang

a) Khi cần tiến hành đo đạc các mặt cắt dọc, ngang sông vùng hạ du cần kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có tạo thành hệ thống tài liệu hoàn chỉnh và nhất quán;

b) Vị trí đo mặt cắt ngang cần được lựa chọn trên bản đồ địa hình sao cho có tính khống chế cao, thể hiện đầy đủ sự biến đổi địa hình và phải có điểm chung với cắt dọc theo giao tuyến tại lòng dẫn chính, trong đó đặc biệt lưu ý các đoạn co hẹp, vị trí của các cầu, cống hoặc các kết cấu khác dọc sông; vị trí của các tuyến đường, kênh và bờ kênh, các lạch, đò, gò núi, khu vực lòng chảo và các kết cấu nằm trên mặt đất khác có thể ảnh hưởng đến dòng chảy.

c) Khi cần tiến hành đo đạc phải tuân thủ các quy định về thành phần, khối lượng đo vẽ địa hình như đối với giai đoạn lập báo cáo đầu tư được quy định tại TCVN 8225:2009 - Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về lưới khống chế cao độ địa hình, TCVN 8226:2009 - Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1/200 đến 1/5000.

d) Phần mở rộng phía đồng của mặt cắt ngang: có thể nội suy mặt cắt phía đồng từ các bản đồ kể trên (mô tả ở Mục 8.1), lưu ý sự đồng nhất về cao độ gốc của tài liệu.

8.3 Tài liệu khí tượng thủy văn, hải văn

8.3.1 Tài liệu mưa tại các trạm đo mưa trên lưu vực nghiên cứu; số lượng trạm, độ dài của chuỗi đo cần tuân thủ theo TCVN 8304:2009 - Công tác thủy văn trong hệ thống thủy lợi.

8.3.2 Tài liệu đo lưu lượng dòng chảy đến hồ trong thực tế và lưu lượng các nhánh sông.

8.3.3 Tài liệu đo mực nước tại các trạm đo trong vùng nghiên cứu.

8.3.4 Tài liệu điều tra vết lũ thực tế đã xảy ra, tình hình ngập trên đường truyền lũ và các vùng lân cận (thông qua các tài liệu đã quan trắc được và các vết lũ) tương ứng với con lũ...

TCKT 03:2015/TCTL

8.3.5 Tài liệu liên quan đến lũ thiết kế, lũ kiểm tra, lũ cực hạn bao gồm: đường quá trình lũ, lưu lượng lũ lớn nhất, tổng lượng dòng chảy lũ.

8.3.6 Mô hình lũ thiết kế, kiểm tra và lũ cực hạn đã được tính toán trong sửa chữa nâng cấp hoặc kiểm định tại thời điểm gần nhất.

8.3.7 Đối với hệ thống sông có ảnh hưởng bởi thủy triều thì cần tài liệu hải văn ở khu vực cửa sông.

8.3.8 Đối với lưu vực nhỏ không có trạm thủy văn quốc gia (không có trạm đo mực nước, lưu lượng) thì sử dụng tài liệu vết lũ hoặc không ảnh, ảnh viễn thám để kiểm định mô hình.

Cần lưu ý sự đồng nhất về cao tọa độ của tài liệu thủy văn và tài liệu địa hình khu vực.

8.4 Tài liệu về công trình hồ chứa

8.4.1 Đường đặc tính hồ chứa: đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa mực nước hồ với diện tích mặt hồ, với dung tích hồ (quan hệ $Z \sim F \sim V$);

8.4.2 Vị trí, đặc điểm, kết cấu, kích thước, vật liệu xây dựng đập chính, đập phụ;

8.4.3 Vị trí, đặc điểm, kết cấu, kích thước và khả năng tháo của các công trình tháo nước (tràn, cống xả, tràn khẩn cấp...);

8.4.4 Quy trình vận hành hồ chứa và các công trình tháo nước;

8.4.5 Các tài liệu khác về hồ chứa.

8.5 Tùy theo tính quan trọng của vùng hạ du, cần thu thập thêm các tài liệu sau:

8.5.1 Tài liệu về các công trình khác: Các hồ, đập có ảnh hưởng đến khu vực hạ du đang xét (nếu có): quy mô hồ và các hạng mục công trình chính, quy mô xả lũ, quy trình vận hành...; các công trình trên sông (cầu, cống...): kích thước, khẩu độ, cao độ...; các công trình giao thông, v.v....

8.5.2 Tài liệu dân sinh kinh tế khu vực hạ du

Các tài liệu về dân sinh kinh tế là cần thiết khi tiến hành đánh giá thiệt hại, ảnh hưởng của ngập lụt do xả lũ và vỡ đập. Tài liệu này có thể được thu thập từ các số liệu thống kê, bản đồ, phỏng vấn thực địa từ người dân và các qui hoạch phát triển kinh tế của vùng, bao gồm:

- a) Tài liệu về dân số (theo thống kê);
- b) Tài liệu điều tra ảnh hưởng và thiệt hại do một số trận lũ đã diễn ra trong vùng hạ du;
- c) Tài liệu điều tra xã hội học, tình hình dân sinh kinh tế, quốc phòng, giao thông vận tải... của khu vực;
- d) Vị trí, số lượng và tính chất nhà cửa vùng hạ du;
- e) Các khu vực công cộng và khu vui chơi giải trí;

f) Rà soát, cập nhật các công trình có ảnh hưởng lớn đến thoát lũ, ngập lụt như: đường xá, cầu, cống, khu công nghiệp, v.v... ở vùng hạ du.

9 Các yếu tố cần xác định trong tính toán xả lũ khẩn cấp và vỡ đập

9.1 Đối với tính toán vỡ đập:

9.1.1 Các thông số của vết vỡ (kích thước/hình dạng vết vỡ và thời gian phát triển vết vỡ);

9.1.2 Lưu lượng lớn nhất và đường quá trình lưu lượng khi vỡ đập;

9.1.3 Tính truyền sóng do xả lũ hoặc do vỡ đập;

9.1.4 Xác định các điều kiện thủy lực (lưu lượng, mực nước, vận tốc) tại các vị trí (mặt cắt).

9.2 Đối với tính toán xả lũ khẩn cấp: cần xây dựng đường quá trình lưu lượng xả lũ khẩn cấp, xác định lưu lượng lớn nhất, thông qua tính toán điều tiết lũ hồ chứa. Trong nhiều trường hợp cần xác định đường quá trình lũ vào hồ chứa.

10 Các bước cơ bản xây dựng mô hình thủy lực một chiều

Khi xây dựng mô hình thủy lực một chiều, tùy theo công cụ áp dụng (như mô tả trong Phụ lục B, hoặc các công cụ có tính năng tương tự), cần tiến hành các bước cơ bản sau đây:

10.1 Xử lý tài liệu để thiết lập mạng sông tính toán;

10.2 Thiết lập sơ đồ thủy lực mạng sông: xác định phạm vi tính toán; bản đồ mạng lưới sông tính toán, gồm các nhánh chính, nhánh phụ, xác định vị trí các trạm đo (hoặc điểm khống chế) về lưu lượng, mực nước ..., xác định phạm vi mô phỏng; số hóa các nhánh sông; nắn chỉnh bản đồ về cùng hệ thống tọa độ; kết nối các nhánh sông.

10.3 Thiết lập tài liệu địa hình tính toán (cập nhật số liệu mặt cắt ngang):

10.3.1 Các mặt cắt sông bao gồm phần lòng sông và vùng hai bên bờ sông; chuyển đổi số liệu khoảng cách - cao độ từ dạng số liệu cơ bản sang định dạng của mô hình; đồng bộ số liệu mặt cắt với mạng sông; hiệu chỉnh cao độ về cùng một hệ tọa độ.

10.3.2 Riêng đối với bài toán vỡ đập*: Số liệu mô tả đập được đưa vào là công trình trên dòng chảy (inline structure) như bài toán tính toán thủy lực bình thường. Tại mặt cắt công trình cần nhập vào các thông số vỡ đập bao gồm:

- a) Vị trí vết vỡ (tọa độ tìm của vị trí vỡ);
- b) Cao trình vết vỡ ban đầu;
- c) Bề rộng cuối cùng của vết vỡ (được tính bằng công thức kinh nghiệm);
- d) Cao trình đáy cuối cùng của vết vỡ;
- e) Hệ số mái (trái, phải) của vết vỡ;
- f) Thời gian phát triển vết vỡ (được tính bằng công thức kinh nghiệm);

g) Hình thức vỡ: Có hai dạng vỡ để lựa chọn khi tính toán vỡ đập như đã trình bày đó là vỡ đập dạng lỗ (piping) và vỡ do tràn đỉnh (overtopping). Dạng vỡ tràn đỉnh được lựa chọn khi mực nước cao hơn đỉnh đập chính hoặc đập phụ (khi lũ về hồ vượt quá tần suất thiết kế, ví dụ như với lũ PMF) tràn qua đỉnh và gây xói thân đập gây vỡ đập. Trong khi vỡ đập dạng lỗ được chọn tính toán trong trường hợp do thấm và xói ngầm qua thân đập. Trong trường hợp vỡ đập dạng lỗ cần nhập vào giá trị của hệ số lưu lượng chảy qua lỗ;

h) Điều kiện khi xảy ra vỡ (tại mực nước và/hoặc thời điểm vỡ);

i) Đường quá trình phát triển lỗ vỡ (tuyến tính, hình sin... hoặc do người sử dụng mô hình tự đưa ra).

* Chi tiết về tính toán vỡ đập được trình bày ở Phụ lục A.

10.4 Thiết lập các điều kiện biên (phân tích lựa chọn các điều kiện biên theo chuỗi thời gian). Những nơi không thể áp dụng mô hình thủy lực trực tiếp thì cần áp dụng mô hình thủy văn để xác định biên vào;

10.4.1 Điều kiện biên được thiết lập theo chuỗi số liệu theo thời gian của các yếu tố khí tượng thủy văn, như: mực nước, lưu lượng, bốc hơi, mưa...

10.4.2 Lựa chọn loại biên (biên kín, hở, tập trung, phân bố); liên kết biên trên mạng lưới sông, phù hợp với từng vị trí.

10.4.3 Điều kiện biên tại các biên trên có thể sử dụng một trong các dạng biên sau: đường quá trình lưu lượng xả lũ, đường quá trình mực nước hoặc quan hệ lưu lượng và mực nước. Trong các bài toán dòng không ổn định đặc biệt là bài toán vỡ đập điều kiện biên trên là đường quá trình lưu lượng tính toán theo các bước như hướng dẫn trong Phụ lục A.

10.4.4 Điều kiện biên tại các biên dưới có thể có thể sử dụng một trong các dạng sau: đường quá trình mực nước, đường quan hệ mực nước-lưu lượng, độ sâu dòng đều (công thức Manning), đường quá trình lưu lượng. Riêng với bài toán vỡ đập, biên dưới của mô hình có thể được chọn là đường quá trình mực nước khi các mặt cắt cuối của hệ thống nằm rất xa về phía hạ du (không còn ảnh hưởng của vỡ đập) hoặc đường quan hệ mực nước-lưu lượng.

10.5 Thiết lập điều kiện ban đầu; gồm các điều kiện ban đầu của các thông số thủy lực như mực nước, lưu lượng, vận tốc..., trên toàn miền tính toán tại thời điểm ngay trước thời gian bắt đầu tính toán.

10.6 Thiết lập các thông số thủy lực;

10.7 Thiết lập và mô phỏng các công trình;

Xác định vị trí có công trình trên hệ thống sông đang tính toán; loại công trình; các thông số kỹ thuật công trình, mô tả công trình trong mạng sông, thiết lập các hệ số cho công trình để tính tổn thất thủy lực dòng chảy qua công trình trong hệ thống sông.

10.8 Thiết lập mô phỏng các ô chứa, tiểu lưu vực

Xác định vị trí các ô chứa, tiểu lưu vực trong mô hình, xác định thông số các ô chứa về diện tích, cao độ, đưa quan hệ diện tích cao trình vào file dữ liệu...; liên kết ô chứa với nhau và với dòng chính.

10.9 Thiết lập mô hình

Sau khi đã nhập đầy đủ các số liệu về địa hình hệ thống sông và số liệu về dòng chảy, cần thiết lập mô hình với các thông số chính như sau:

- a) Thời gian bắt đầu tính;
- b) Thời gian kết thúc tính;
- c) Bước thời gian tính toán.

10.10 Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số cho mô hình;

Các mô hình thủy văn và thủy lực đều yêu cầu phải thực hiện bước hiệu chỉnh và kiểm định mô hình trước khi tính toán các phương án.

10.10.1 Hiệu chỉnh mô hình nhằm xác định các giá trị của các thông số được sử dụng để mô tả các thành phần vật lý khác nhau của hệ thống. Các thông số này thường được hiệu chỉnh theo phương pháp thử sai, tức là tiến hành thay đổi giá trị của chúng và quan sát sự phù hợp giữa giá trị thực đo và giá trị tính toán, lặp lại từng bước đến khi đạt được sai số hợp lý nhất. Mỗi lần thay đổi như vậy sẽ thay đổi thông số thủy lực để làm khớp quá trình thực đo và tính toán của các đại lượng cần hiệu chỉnh và đánh giá sai số;

10.10.2 Sau khi hiệu chỉnh đạt yêu cầu, giữ nguyên bộ thông số đó để thực hiện các bước tiếp theo;

10.10.3 Trong mô hình thủy lực, thông số cần được hiệu chỉnh là bộ hệ số nhám Manning n . Giá trị sơ bộ ban đầu về hệ số nhám có thể được chọn theo kinh nghiệm phụ thuộc vào đặc điểm bề mặt của lòng dẫn. Các thông số của mô hình sẽ được hiệu chỉnh dựa vào tài liệu về dòng chảy (mức nước hoặc/và lưu lượng) của một trận lũ đo được tại một số trạm thủy văn trung gian trên hệ thống sông sao cho đường quá trình mức nước/lưu lượng tính toán phù hợp với các đường quá trình mức nước/lưu lượng thực đo tại các vị trí đó.

10.11 Kiểm định và đánh giá sai số;

10.11.1 Kiểm định mô hình để đánh giá sự hợp lý của các thành phần thông số đã được hiệu chỉnh cho phù hợp với thực tế. Khi kiểm định mô hình không được sử dụng lại chuỗi số liệu đã được dùng để hiệu chỉnh mà phải tiến hành trên chuỗi số liệu có thời gian và đặc trưng khác.

10.11.2 Chạy thử với bộ thông số đã được dò tìm, so sánh số liệu tính toán và thực đo, đánh giá sai số. Có thể kiểm định cho nhiều chuỗi thời gian khác nhau sẽ phản ánh được mức độ chính xác của mô hình đã thiết lập.

10.12 Tính toán mô phỏng các kịch bản (tính toán, trích kết quả, phân tích tổng hợp kết quả tính toán): trên cơ sở mô hình đã được kiểm định, hiệu chỉnh, tiến hành tính toán các kịch bản xả lũ và vỡ đập theo mục tiêu. Kết quả chính của bài toán tính toán thủy lực một chiều ứng với mỗi tình huống xả lũ/vỡ đập bao gồm:

10.12.1 Đường quá trình mực nước theo thời gian tại các mặt cắt;

10.12.2 Đường quá trình lưu lượng theo thời gian tại các mặt cắt;

10.12.3 Đường mặt nước tại từng thời điểm dọc theo chiều dài dòng chảy;

10.12.4 Các kết quả trên cũng được xuất ra dưới dạng bảng biểu và bảng kết quả tổng hợp và tóm tắt;

10.12.5 Các kết quả khác.

10.13 Trích lập các bản đồ chuyên đề tính toán mô phỏng;

10.14 Lập các báo cáo nghiên cứu, bao gồm: báo cáo xây dựng và thiết lập mô hình; báo cáo hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; báo cáo kết quả chuyên đề; bộ dữ liệu mô hình đã được hiệu chỉnh.

11 Các bước cơ bản xây dựng mô hình thủy lực hai chiều và tràn bãi

11.1 Xử lý tài liệu để thiết lập lưới tính toán.

11.2 Chuyển đổi dữ liệu bình đồ sang định dạng của mô hình.

11.3 Xây dựng lưới hai chiều: xác định phạm vi mô phỏng; số hóa từ bản đồ nền, quét bản đồ ra ảnh. Hiệu chỉnh về cùng hệ thống tọa độ.

11.4 Thiết lập các điều kiện biên (phân tích lựa chọn các điều kiện biên theo chuỗi thời gian): Điều kiện biên được thành lập cho một chuỗi số liệu theo thời gian của các yếu tố thủy văn: mực nước, lưu lượng; liên kết biên trên miền tính toán.

11.5 Dữ liệu thủy văn, gồm có: đường lưu lượng- thời gian của một trận lũ, dữ liệu về hồ chứa (đường quan hệ giữa cao trình mực nước và thể tích của hồ chứa), các thông số thiết kế của đập (cao trình, công, cửa van), độ nhám của dòng sông sẽ được kết hợp với số liệu địa hình để chạy chương trình theo những kịch bản khác nhau.

11.6 Trong quá trình xảy ra lũ, khi có lượng mưa rơi trực tiếp xuống khu vực thì trong phạm vi mô phỏng bằng mô hình hai chiều lượng mưa cần được tính toán trực tiếp.

11.7 Nếu phạm vi mô phỏng bằng mô hình hai chiều tiếp nhận nước từ một hoặc các tiểu lưu vực tiêu xung quanh thì cần xác định đường quá trình lưu lượng cho mỗi tiểu lưu vực bằng các mô hình mưa-dòng chảy.

11.8 Thiết lập điều kiện ban đầu: thiết lập điều kiện ban đầu của các thông số thủy lực như mực nước, lưu lượng, vận tốc... , trên toàn miền tính toán.

11.9 Thiết lập các thông số thủy lực: căn cứ vào thăm phủ và sử dụng đất trong vùng xác định hệ số nhám tại các khu vực khác nhau trong vùng.

11.10 Xác định thời gian mô phỏng và bước thời gian tính toán.

11.11 Thiết lập và mô phỏng các công trình: xác định vị trí đặt công trình trên hệ thống sông đang tính toán; loại công trình; các thông số kỹ thuật công trình: cao độ các ngưỡng của công trình, thượng hạ lưu công trình; loại dòng chảy qua công trình; mô tả công trình trong mạng sông, thiết lập các hệ số cho công trình để tính tổn thất thủy lực dòng chảy qua công trình trong hệ thống sông.

11.12 Kết nối mô hình một chiều và 2 chiều: trên cơ sở mạng sông tính toán mà dòng chảy vào hoặc ra ở nhánh mô hình một chiều được áp dụng như nguồn cấp hoặc nguồn thu đối với các ô hai chiều trong mô hình hai chiều, thực hiện việc thiết lập các dạng kết nối: kết nối chuẩn, kết nối 2 bên (mô phỏng dòng tràn từ sông vào vùng bãi tràn) hoặc kết nối công trình, kết nối không có dòng chảy cho phù hợp với mô hình thủy lực hệ thống sông.

11.13 Hiệu chỉnh và xác định bộ thông số cho mô hình: xác định các giá trị của các thông số được sử dụng để mô tả các thành phần vật lý khác nhau của hệ thống. Các thông số này thường được hiệu chỉnh theo phương pháp thử sai, tức là tiến hành thay đổi giá trị của chúng và quan sát sự phù hợp giữa giá trị thực đo và giá trị tính toán, lặp lại từng bước đến khi đạt được sai số hợp lý nhất. Mỗi lần thay đổi như vậy sẽ thay đổi thông số thủy lực để làm khớp quá trình thực đo và tính toán của các đại lượng cần hiệu chỉnh và đánh giá sai số. Sau khi hiệu chỉnh đạt yêu cầu, giữ nguyên bộ thông số đó để thực hiện các bước tiếp theo.

11.14 Kiểm định và đánh giá sai số: chạy thử với bộ thông số đã được dò tìm, so sánh số liệu tính toán và thực đo, đánh giá sai số. Có thể kiểm định cho nhiều chuỗi thời gian khác nhau sẽ phản ánh được mức độ chính xác của mô hình đã thiết lập.

11.15 Tính toán mô phỏng các kịch bản xả lũ và vỡ đập.

11.16 Lập các báo cáo nghiên cứu: bao gồm báo cáo xây dựng và thiết lập mô hình; báo cáo hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; báo cáo kết quả nghiên cứu; bộ dữ liệu mô hình đã được hiệu chỉnh. Mỗi kịch bản cần tóm tắt các kết quả tính toán sau:

11.16.1 Bảng tổng hợp lưu lượng xả, độ ngập và lưu tốc lớn nhất (Q_{max} , H_{max} và V_{max}) và thời gian tương ứng đạt được các giá trị nói trên tại một số mặt cắt điển hình trên mạng lưới sông từ hạ du đập đến biên cuối cùng.

11.16.2 Bảng kê và đường biểu thị quan hệ độ sâu ngập, lưu lượng và lưu tốc với thời gian tại một số mặt cắt điển hình trên mạng lưới sông hạ du từ hạ du đập đến biên cuối cùng.

11.16.3 Bảng kê và các hình vẽ đường mặt nước max tại một số mặt cắt ngang sông điển hình.

11.16.4 Bảng thống kê diện tích ngập lụt theo các độ sâu ngập và biểu đồ quan hệ độ sâu và diện tích ngập.

11.16.5 Bảng kê thời gian truyền lũ và đường quan hệ thời gian truyền lũ và khoảng cách dọc sông.

11.16.6 Bình luận về kết quả tính toán và so sánh kết quả các kịch bản.

12 Tạo lập bản đồ ngập lụt

12.1 Bản đồ ngập lụt cần đạt được các mục tiêu sau:

12.1.1 Xác định diện tích ngập ở vùng hạ du và độ sâu ngập, tương ứng với các tình huống xả lũ và vỡ đập;

12.1.2 Làm căn cứ lập bản đồ sơ tán sơ tán dân và quy hoạch ổn định dân cư;

12.1.3 Làm tư liệu để phân tích, xác định phân loại mức độ khẩn cấp;

12.1.4 Làm cơ sở để xây dựng các phương án phòng, chống lũ cho hạ du đập;

12.1.5 Làm tư liệu phục vụ cho quy hoạch phát triển dân sinh – kinh tế, quản lý sử dụng đất đai vùng hạ du đập.

12.2 Bản đồ ngập lụt bao gồm hai lớp chính: lớp bản đồ nền cơ sở địa lý và lớp chuyên ngành thể hiện ngập lụt bằng phổ màu. Lớp bản đồ nền cơ sở địa lý đã được mô tả ở Mục 8 – Các tài liệu cơ bản.

12.3 Yêu cầu về bản đồ ngập lụt

12.3.1 Phản ánh được tính đồng thời gian của các đối tượng, hiện tượng. Các chỉ tiêu, chỉ số đưa lên bản đồ cần được cập nhật, bảo đảm thống nhất về thời gian, không gian.

12.3.2 Bản đồ phải có tính địa lý cao và được bố cục chặt chẽ, khoa học. Các đối tượng trên bản đồ phải bảo đảm tính chính xác địa lý.

12.3.3 Bản đồ ngập lụt cần bao trùm phạm vi vùng có nguy cơ bị ngập, tương ứng với một số kịch bản xả lưu lượng lũ từ hồ chứa và vùng bị ảnh hưởng bởi sóng vỡ đập trong trường hợp thể hiện ngập lụt do vỡ đập.

12.3.4 Bản đồ ngập lụt cần lập cho các khu vực hạ du đập chính và các đập phụ có khu vực hạ du độc lập mà ảnh hưởng của việc vỡ đập phụ là đáng kể.

12.3.5 Bản đồ cần thể hiện được ranh giới hành chính, các làng mạc, đô thị, các cơ sở kinh tế và công trình quan trọng.

12.3.6 Tỷ lệ bản đồ: tùy theo điều kiện và yêu cầu cụ thể, bản đồ ngập lụt cần được xây dựng với tỷ lệ từ 1:2.000 đến 1:10.000. Trong điều kiện cho phép có thể lập các bản đồ với tỷ lệ lớn hơn. Khi chỉ có bản đồ tỷ lệ 1:10.000, nếu cần đánh giá chi tiết thì cần bản đồ chi tiết hơn ở khu vực muốn thể hiện. Khi phạm vi nghiên cứu nhỏ hơn thì cần sử dụng các bản đồ tỷ lệ lớn hơn.

12.4 Tổng hợp các kết quả chính về tính toán thủy lực và lập bản đồ ngập lụt hạ du cho mỗi tình huống xả lũ, vỡ đập:

12.4.1 Diễn biến quá trình ngập lụt trong khu vực theo thời gian;

12.4.2 Độ ngập sâu lớn nhất;

12.4.3 Diện tích ngập ứng với từng độ sâu ngập (biểu thị bằng màu sắc khác nhau);

12.4.4 Đường quan hệ độ sâu ngập với diện tích bị ngập;

12.4.5 Thời điểm lũ bắt đầu gây ngập;

12.4.6 Thời gian ảnh hưởng của lũ (ngập trong bao lâu);

12.4.7 Bản đồ ngập lụt tại thời điểm khi diện tích ngập lụt là lớn nhất;

12.4.8 Bản đồ ngập lụt tại một số thời điểm cụ thể, thời đoạn sau 1, 2, 3; 2, 4, 6,; hoặc 3, 6, 9, giờ, tùy theo thời gian ngập ở từng khu vực dài hay ngắn;

12.4.9 Bản đồ phân bố vận tốc và hướng dòng chảy lũ trong vùng ngập lụt;

12.4.10 Bản đồ ngập lụt cho mỗi đối tượng hoặc các đối tượng bị ảnh hưởng (như lúa, hoa màu, thủy sản, gia súc, gia cầm); đơn vị: lúa, hoa màu, ao thủy sản: ha; gia súc, gia cầm: con.

12.4.11 Bảng kê diện tích ngập lớn nhất theo độ sâu ngập; thời điểm bắt đầu ngập cho từng xã trong khu vực bị ngập, tổng diện tích ngập của từng đơn vị hành chính, xã, huyện, tỉnh; diện tích ngập của các loại sử dụng đất (nông nghiệp, đất ở, đất khác), v.v...; đơn vị: ha.

12.4.12 Bảng kê số nhà /hộ dân, số dân bị ảnh hưởng theo độ sâu ngập của từng thôn, xã, huyện...; đơn vị: nhà và tài sản trong nhà (kê nhà cấp 4 trở lên): cái; hộ dân: hộ; số dân: người;

12.4.13 Bảng kê các công trình bị ảnh hưởng (đường giao thông, cơ sở kinh tế, công trình công cộng, công trình quốc phòng, v.v...) theo độ sâu ngập; Đơn vị: đường giao thông: km, cần kê theo loại: quốc lộ, đường nhựa/bê tông, đường đất; công trình công cộng (trường, bệnh xá, ủy ban nhân dân): m²; cơ sở kinh tế: m²; trạm biến áp: cái; đường dây hạ thế, trung thế: km; v.v...

12.4.14 Tổng hợp, phân tích đánh giá tình hình ngập lụt, vùng và đối tượng bị ảnh hưởng, diện tích ngập lụt.

12.5 Các bước chính để tạo bản đồ ngập lụt:

12.5.1 Từ kết quả của các mô hình thủy lực kể trên, trích xuất các trường thông tin về mực nước lũ (file/tệp chứa các thông tin $X, Y, Z_{lũ}$) và thông tin về vận tốc đỉnh lũ (file/tệp chứa các thông tin X, Y, u, v) tại mỗi thời điểm cho tất cả các điểm/vị trí trong miền tính toán.

12.5.2 Sử dụng công cụ GIS nhập các trường mực nước lũ và vận tốc đỉnh lũ vào GIS thành các lớp chuyên ngành tương ứng, theo cùng hệ quy chiếu với bản đồ nền (VN2000). Tính toán độ sâu ngập lụt (bằng hiệu số giữa mực nước lũ và cao độ nền địa hình tại điểm đang xét).

12.5.3 Bản đồ chuyên đề được tạo thành bằng cách chồng ghép lớp chuyên ngành với một hoặc các lớp cơ sở trên bản đồ nền.

12.5.4 Với lớp chuyên ngành, sử dụng thang màu như quy định ở Mục 12.5.6 để thể hiện độ ngập sâu của nước lũ, hoặc vận tốc dòng chảy lũ quy định ở Mục 12.5.7 trên bản đồ chuyên ngành. Riêng đối với bản đồ vận tốc dòng chảy lũ, ngoài sử dụng thang màu, cần thể hiện thêm trường vec-tơ vận tốc (hướng và độ lớn) dạng mũi tên trên bản đồ.

12.5.5 Bố cục bản đồ và chú giải: theo quy định về thành lập bản đồ của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

12.5.6 Quy định về thang màu thể hiện độ ngập của nước lũ trên bản đồ ngập lụt:

a) Độ ngập lớn nhất (H_{max}) = màu xanh đậm (Dark Blue), [Red=50, Green=50, Blue=180]

b) Độ ngập nhỏ nhất (H_{min}) = màu xanh nhạt (Light Blue), [Red=176, Green=226, Blue=255]

c) Số phổ màu = từ 5 đến 10, tùy theo yêu cầu về độ mịn của dải màu cần thể hiện.

d) Giá trị tham khảo của từng phổ màu trong trường hợp chia dải màu từ H_{max} đến H_{min} thành 10 bước như Bảng màu 1.

12.5.7 Quy định về thang màu thể hiện độ vận tốc của dòng chảy lũ trên bản đồ:












a) Vận tốc lớn nhất (V_{max}) = màu đỏ (Red), [Red=255, Green=0, Blue=0]

b) Vận tốc nhỏ nhất (V_{min}) = màu xanh (Blue), [Red=0, Green=0, Blue=255]












c) Số phổ màu = từ 5 đến 10, tùy theo yêu cầu về độ mịn của dải màu cần thể hiện.

d) Giá trị tham khảo của từng phổ màu trong trường hợp chia dải màu từ V_{max} đến V_{min} thành 10 bước như Bảng màu 2.

Bảng màu 1: Phổ màu 10 bước từ H_{\max} đến H_{\min}

		Color	Red	Green	Blue	Value
1	<input checked="" type="checkbox"/>		50	50	180	H_{\max}
2	<input checked="" type="checkbox"/>		64	69	188	
3	<input checked="" type="checkbox"/>		78	89	196	
4	<input checked="" type="checkbox"/>		92	108	205	
5	<input checked="" type="checkbox"/>		106	128	213	
6	<input checked="" type="checkbox"/>		120	147	221	
7	<input checked="" type="checkbox"/>		134	167	230	
8	<input checked="" type="checkbox"/>		148	186	238	
9	<input checked="" type="checkbox"/>		162	206	246	
10	<input checked="" type="checkbox"/>		176	226	255	H_{\min}

Bảng màu 2: Phổ màu 10 bước từ V_{\max} đến V_{\min}

		Color	Red	Green	Blue	Value
1	<input checked="" type="checkbox"/>		255	0	0	V_{\max}
2	<input checked="" type="checkbox"/>		227	0	28	
3	<input checked="" type="checkbox"/>		199	0	56	
4	<input checked="" type="checkbox"/>		170	0	85	
5	<input checked="" type="checkbox"/>		142	0	113	
6	<input checked="" type="checkbox"/>		114	0	141	
7	<input checked="" type="checkbox"/>		85	0	170	
8	<input checked="" type="checkbox"/>		57	0	198	
9	<input checked="" type="checkbox"/>		29	0	226	
10	<input checked="" type="checkbox"/>		0	0	255	V_{\min}

Phụ lục A

(tham khảo)

Hướng dẫn tính toán vỡ đập**A.1 Các ký hiệu**

H_v : Chiều cao vết vỡ, là khoảng cách thẳng đứng từ đỉnh đập đến đáy vết vỡ, m

H : Độ sâu lớn nhất của nước phía thượng lưu vết vỡ, là độ sâu từ mực nước hồ trước khi vỡ đến đáy vết vỡ lớn nhất (vết vỡ có cao độ đáy thấp nhất), m

V : Dung tích hồ (m^3) tương ứng với H

V_x : Thể tích đập bị xói (m^3) trong quá trình vỡ

$$V_x = B_{\text{ĐTB}} \cdot B_{\text{VTB}} \cdot H \quad \text{đối với vỡ đập hoàn toàn}$$

$$V_x = D^2 L \quad \text{đối với vỡ đập dạng xói ngầm}$$

B_{VTB} : Chiều rộng trung bình của vết vỡ

m_v : hệ số mái của vết vỡ

m_t : hệ số mái đập phía hạ lưu

m_h : hệ số mái đập phía thượng lưu

B_v : Chiều rộng đáy vết vỡ (m)

$B_{\text{ĐTB}}$: Chiều rộng trung bình của đập theo phương dòng chảy tính tại mặt cắt có chiều cao H_v , m

$$B_{\text{ĐTB}} = B_{\text{đđ}} + H_v \frac{m_t + m_h}{2}$$

$B_{\text{đđ}}$: Chiều rộng đỉnh đập, m

T : Thời gian phát triển vết vỡ, giờ

g : gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

V_x : Tốc độ xói. $V_x = \frac{B_{\text{VTB}}}{T}$, m/giờ

L : chiều dài vết vỡ (lỗ) dạng xói ngầm, m

D : Chiều cao và chiều rộng lỗ vỡ (giả thiết là hình vuông), m

H_l : Chiều cao từ tâm lỗ vỡ tới đỉnh đập (m); $H_l = H_v - \frac{D}{2}$

A : Diện tích mặt thoáng hồ chứa tại mực nước tương ứng với độ sâu H , ha

Q : Lưu lượng, m^3/s

Q_{max} : Lưu lượng lớn nhất qua vết vỡ đập, m^3/s

Q_v : Lưu lượng tại mặt cắt tính toán phía hạ lưu, m^3/s

X: Khoảng cách từ tim đập tới mặt cắt tính toán phía hạ lưu, m

D_{50} : đường kính lọt qua sàng 50% trên đường cong cấp phối hạt, mm

A_x : Diện tích của vết vỡ, m^2

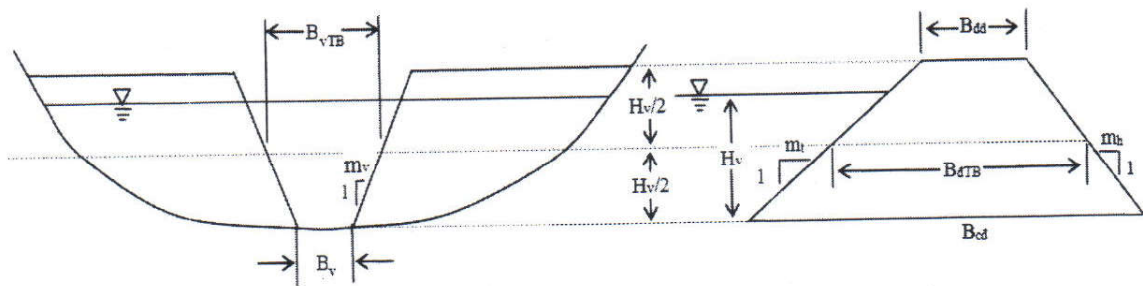
K_o : Hệ số kiểu vỡ của Froehlich.

γ : Hệ số triết giảm lưu lượng tức thời. ($\gamma = 17,62 \frac{A}{B_{vTB}}$)

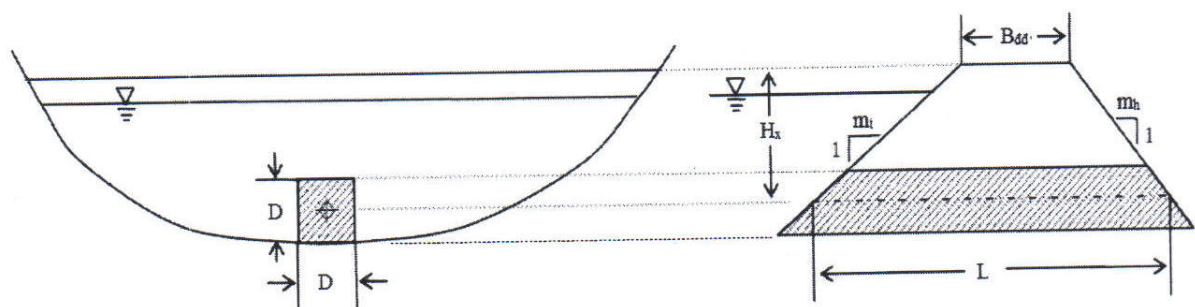
μ : Hệ số lưu lượng qua lỗ ($\mu = 0,65 \div 0,75$)

A.2 Cơ chế vỡ đập

Dựa vào vật liệu xây dựng đập, có thể chia đập thành 2 dạng chính: đập bê tông (đập vòm, đập trụ chống, đập bê tông trọng lực, đập bê tông bản mặt, đập bê tông đầm lăn...) và đập vật liệu địa phương (đập đất, đập đá đổ, đập đất đá hỗn hợp...). Tùy theo loại đập và trường hợp cụ thể, đập có thể bị vỡ do các nguyên nhân: lũ đặc biệt lớn, sạt lở bề mặt đập, sự cố về công trình, động đất và xói ngầm trong thân đập...



Hình 1: Sơ đồ vỡ đập dạng tràn đỉnh



Hình 2: Sơ đồ vỡ đập dạng lỗ xói trong thân đập

A.2.1 Đối với đập bê tông: vỡ đập chủ yếu hình thành bởi sự mất ổn định cục bộ, một phần hoặc toàn bộ công trình và nền do vượt quá khả năng chịu lực, chất lượng bê tông không đảm bảo gây xói ngầm và xâm thực bê tông.

A.2.2 Đối với các loại đập vật liệu địa phương: vỡ đập có thể xảy ra do chảy tràn đỉnh, do dòng chảy đến hồ quá lớn vượt quá khả năng xả của tràn hoặc do xói ngầm qua thân đập hình thành các dòng chảy ngầm qua thân đập và cuối cùng là vỡ đập.

A.3 Các phương pháp, công cụ tính toán

A.3.1 Phương pháp so sánh

Đây là phương pháp đơn giản nhất trong toán tính vỡ đập. Phương pháp này so sánh đập đang nghiên cứu với cơ sở dữ liệu của các đập đã bị vỡ trong quá khứ. Các thông số về hình dạng, chiều cao, mái đập và các diện tích mặt hồ và dung tích hồ được so sánh với các đập đã vỡ có các thông số tương tự. Các thông số về vỡ đập và lưu lượng lớn nhất khi vỡ đập của các đập đã bị vỡ có điều kiện tương tự sẽ được áp dụng để phân tích.

A.3.2 Phương pháp kinh nghiệm

Phương pháp kinh nghiệm được dùng để xác định thời gian vỡ và dạng vết vỡ cũng như để xác định lưu lượng lớn nhất khi vỡ đập. Phương pháp này phân tích các số liệu thống kê thu được từ các trường hợp vỡ đập. Quan hệ giữa các thông số vỡ đập với thể tích của đập bị dịch chuyển, thể tích nước chảy qua đập, chiều sâu mực nước trong hồ chứa được xây dựng từ số liệu thống kê theo bằng phương pháp bình quân nhỏ nhất hoặc vẽ các đường bao.

Có nhiều công thức/đường cong kinh nghiệm được đề xuất. Các công thức sử dụng phổ biến nhất để tính toán các thông số vỡ đập là của MacDonald & Langridge – Monopolis (1984), USBR (1988), Von Thun và Gillette (1990), Washington State (2007), Froehlich (1995a, 1995b, 2008)... Những công thức này cho tương quan khá hợp lý giữa các giá trị tính toán với các giá trị quan trắc (State of Colorado Department of Natural Resources Division of Water Resources, 2010).

A.3.3 Phương pháp dựa trên bản chất vật lý

Phương pháp dựa trên bản chất vật lý là phương pháp xác định sự phát triển của vết vỡ sử dụng mô hình xói mòn dựa trên các nguyên lý thủy lực vận chuyển bùn cát và cơ học đất. Trong trường hợp phân tích vỡ đập, các yếu tố đầu vào và các điều kiện ràng buộc vật lý đều thay đổi theo thời gian (xói lở, dòng chảy tháo qua hồ chứa).

A.3.4 Phương pháp mô hình thủy văn

Phương pháp mô hình thủy văn được sử dụng để tính toán đường quá trình lưu lượng của sóng vỡ đập. Phương pháp này áp dụng phương trình liên tục và quan hệ giải tích hoặc thực nghiệm giữa lượng nước bên trong đoạn dòng chảy và lưu lượng tại mặt cắt cuối (USACE, 1994). Khi không có ảnh hưởng đáng kể của hiện tượng nước vật, các mô hình thủy văn có ưu điểm là đơn giản, dễ sử dụng và tính hiệu quả trong tính toán (USACE, 1994). Mô hình thủy văn tính toán đường quá trình lưu lượng của sóng vỡ đập tới các vị trí cần tính, nhưng không tính được mực nước hoặc vận tốc.

A.3.5 Phương pháp mô hình thủy lực

Các mô hình thủy lực (bộ công cụ) có khả năng mô phỏng dòng chảy với các điều kiện phức tạp về chế độ thủy lực và các đặc trưng của lòng dẫn. Số liệu yêu cầu đối với bài toán tính toán thủy lực bao gồm: số liệu về biên lưu lượng/mức nước, địa hình lòng dẫn, các hệ số nhám và các điều kiện biên bên trong hệ thống, v.v...

A.4 Các cấp độ phân tích tính toán vỡ đập và lựa chọn phương pháp tính toán vỡ đập

Tùy theo yêu cầu, điều kiện cụ thể việc tính toán vỡ đập có thể được tiến hành theo 4 cấp độ khác nhau: sơ bộ, đơn giản, trung bình và chi tiết. Bảng A.1 dưới đây đưa ra các cấp độ tính toán vỡ đập và một số phần mềm được sử dụng rộng rãi và thường xuyên được nâng cấp trên thế giới để tính toán vỡ đập:

Bảng A.1: Các cấp độ tính toán vỡ đập

Cấp độ	Áp dụng	Tính toán các thông số vết vỡ ⁽¹⁾	Tính toán lưu lượng lũ lớn nhất	Tính truyền sóng và các yếu tố thủy lực tại các vị trí
Sơ bộ	<ul style="list-style-type: none"> - Các đập có nguy cơ gây thiệt hại thấp - Các đập nhỏ - Dùng để sàng lọc đối với các đập có nguy cơ gây thiệt hại ở cấp độ vừa và cao 	Công thức kinh nghiệm	<ul style="list-style-type: none"> - Công thức kinh nghiệm, - Công thức SMPDBR 	- Công thức kinh nghiệm và công thức dòng đều
Đơn giản	<ul style="list-style-type: none"> - Các đập có nguy cơ gây thiệt hại thấp - Các đập nhỏ - Dùng để sàng lọc đối với các đập có nguy cơ gây thiệt hại ở cấp độ vừa và cao 	Công thức kinh nghiệm	Mô hình thủy văn (ví dụ như HEC-HMS)	- Mô hình HEC-HMS và mô hình HECRAS (dòng ổn định)
Trung bình	<ul style="list-style-type: none"> - Các đập có nguy cơ gây thiệt hại ở cấp độ vừa - Các đập có kích thước vừa - Các đập có nguy cơ gây thiệt hại cao với ít người chịu rủi ro 	Công thức kinh nghiệm	Mô hình thủy lực một chiều (như HEC-RAS, MIKE 11, SOBEK...)	Các mô hình thủy lực 1 chiều (như HECRAS, MIKE 11, SOBEK...), Mô hình 2 chiều ⁽²⁾ (như MIKE FLOOD, CCHE2D-DAMBREAK, FLO-2D, SOBEK-2D...)

Cấp độ	Áp dụng	Tính toán các thông số vết vỡ ⁽¹⁾	Tính toán lưu lượng lũ lớn nhất	Tính truyền sóng và các yếu tố thủy lực tại các vị trí
Chi tiết	<ul style="list-style-type: none"> - Các đập có nguy cơ gây thiệt hại ở cấp độ cao với nhiều người chịu rủi ro - Các đập có kích thước lớn và quan trọng cấp quốc gia nhiều người chịu rủi ro 	<ul style="list-style-type: none"> - Công thức kinh nghiệm - Phương pháp NWS BREACH hoặc WinDAM 	Mô hình thủy lực một chiều (như HEC-RAS, MIKE 11, SOBEK, ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Mô hình HECRAS, MIKE11, SOBEK-1D Mô hình 2 chiều⁽²⁾: (như MIKE FLOOD, FLO-2D, CCHE2D-DAMBREAK, SOBEK-2D...)

Ghi chú: ⁽¹⁾ Dùng cho bài toán vỡ đập.

⁽²⁾ Mô hình 2 chiều được áp dụng trong các trường hợp khi mô phỏng chi tiết ngập lụt hạ du là vùng đồng bằng khi mô hình 1 chiều không đáp ứng độ chính xác

A.4.1 Cấp độ đánh giá sơ bộ

Cấp độ này cho phép phân tích nhanh, bỏ qua việc tính toán đường quá trình lũ do vỡ đập. Các thông số vỡ đập và lưu lượng lớn nhất được xác định bằng các công thức kinh nghiệm. Công thức thực nghiệm tính truyền sóng vỡ đập được xây dựng bởi USBR (1982) như sau:

$$Q_v = 0,0283 \times 10^{\log(35,31 Q_{\max}) - 6,2X}$$

Các điều kiện thủy lực tại các vị trí tới hạn được xác định theo công thức của dòng đều với giả thiết dòng chảy là đều và ổn định thỏa mãn tại các vị trí (nghĩa là không có các ảnh hưởng đáng kể của nước vật ở các mặt cắt lân cận). Vì cấp độ đánh giá sơ bộ thiên về an toàn nên có thể dùng kết quả này để quyết định xem có cần tính toán phân tích ở cấp độ cao hơn hay không. Nếu kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy vỡ đập chỉ có nguy cơ gây ra thiệt hại thấp thì không cần tính toán phân tích ở cấp độ cao hơn. Nếu kết quả đánh giá sơ bộ chỉ ra vỡ đập sẽ có nguy cơ gây thiệt hại vừa hoặc cao, các cấp độ phân tích tính toán cao hơn sẽ được tiến hành. Lưu ý với cấp độ này không cần phải tiến hành xây dựng các bản đồ ngập lụt.

A.4.2 Cấp độ đơn giản

Việc phân tích tính toán ở cấp độ đơn giản sử dụng các công thức kinh nghiệm để tính các thông số vỡ đập và sử dụng mô hình thủy văn (như HEC-HMS) để tính đường quá trình lũ do vỡ đập và để tính truyền dòng chảy về hạ du tới các vị trí tới hạn. Tại vị trí tới hạn, mô hình thủy lực dòng ổn định có thể được dùng để tính toán các yếu tố thủy lực. Các kết quả tính toán này có thể dùng để xây dựng bản đồ ngập lụt dùng cho các kế hoạch ứng phó khẩn cấp. Kết quả của cấp độ này cũng là cơ sở để quyết định xem có cần thiết phải tính toán phân tích ở cấp độ cao hơn không.

A.4.3 Cấp độ trung bình

Tương tự với phương pháp phân tích ở cấp độ đơn giản, phân tích tính toán ở cấp độ này cũng sử dụng các công thức thực nghiệm để xác định các thông số vết vỡ (kích thước, hình

dạng và thời gian phát triển vết vỡ). Các kích thước này sẽ là số liệu đầu vào của mô hình thủy văn (ví dụ như HEC-HMS) để tính toán đường quá trình lưu lượng vỡ đập. Các đường quá trình lưu lượng này là số liệu đầu vào cho mô hình thủy lực (ví dụ như HEC-RAS, MIKE 11...) để tính toán sóng lũ do vỡ đập về hạ du và tính toán các điều kiện thủy lực tại các vị trí tới hạn.

Cấp độ phân tích này có thể không chính xác bằng cấp độ tính toán phân tích chi tiết đối với các bài toán vỡ đập tính cho các đập nhỏ. Tuy nhiên, nó có thể đạt được độ chính xác tương đương cấp độ tính toán chi tiết đối với kịch bản vỡ đập tính cho các đập lớn. Phương pháp sử dụng trong cấp độ đánh giá này là khá phù hợp cho việc xây dựng bản đồ ngập lụt phục vụ các kế hoạch ứng phó khẩn cấp.

A.4.4 Cấp độ chi tiết

Cấp độ chi tiết là cấp độ phân tích tính toán kỹ lưỡng và chính xác nhất. Phương pháp này sử dụng các công thức kinh nghiệm để xác định các thông số vết vỡ (hình dạng, kích thước và thời gian phát triển vết vỡ). Các kích thước này là số liệu đầu vào của mô hình thủy lực một chiều (ví dụ như HEC-RAS, DAMBRK, MIKE-11, SOBEK-1D...) để tính toán đường quá trình lưu lượng do vỡ đập ở hạ du và tính toán các điều kiện thủy lực tại các vị trí tới hạn.

Trong các trường hợp, phạm vi ảnh hưởng của vỡ đập có thể lan tới các vùng đồng bằng địa hình bằng phẳng có thể cần kết hợp với bài toán thủy lực hai chiều (ví dụ như MIKE-FLOOD, CCHE2D-DAMBREAK, SOBEK-2D...) để tính toán thủy lực ở hạ du tới các vị trí tới hạn. Tính toán phân tích bài toán vỡ đập ở cấp độ chi tiết cho kết quả chính xác và chi tiết hơn tuy nhiên yêu cầu cao hơn về thời gian, mức độ chi tiết và một khối lượng lớn các số liệu địa hình của khu vực hạ du đặc biệt khi các mặt cắt tới hạn nằm rất xa về hạ du.

A.5 Xác định các thông số vỡ đập

Các thông số vết vỡ của bài toán vỡ đập bao gồm bốn thông số sau:

- Thời gian hình thành vết vỡ (thời gian vỡ): là khoảng thời gian từ khi vết vỡ bắt đầu hình thành ở mặt thượng lưu đập (bắt đầu vỡ) đến khi vết vỡ phát triển đạt đến kích thước lớn nhất.
- Chiều sâu vết vỡ (chiều cao vết vỡ): là chiều cao tính theo phương thẳng đứng của vết vỡ tính từ đáy của vết vỡ.
- Chiều rộng vết vỡ: là chiều rộng trung bình của vết vỡ (khi đạt đến kích thước lớn nhất) thường được đo tại điểm giữa của chiều cao vết vỡ.
- Hệ số mái của vết vỡ.

A.5.1 Đối với đập vật liệu địa phương (VLDP)

Các thông số vỡ đập được xác định theo công thức kinh nghiệm. Các công thức này đã được xây dựng từ số liệu thống kê theo phương pháp thích hợp bằng phương pháp bình quân nhỏ

nhất hoặc vẽ các đường bao phụ thuộc vào thể tích của đập bị dịch chuyển, thể tích nước xả qua đập, chiều sâu mực nước trong hồ chứa và thời gian phát triển vết vỡ, chiều cao vết vỡ và mái của vết vỡ. Hiện nay, có khá nhiều các công thức được đề xuất để tính toán các thông số của vết vỡ. Ba công thức tính toán các thông số vết vỡ đối với đập VLĐP được sử dụng phổ biến nhất và cho tương quan khá hợp lý giữa các giá trị tính toán với các giá trị quan trắc được kiến nghị sử dụng là công thức của MacDonald & Langrdige-Monopolis (1984), công thức của Washington State (2007) và Froehlich (2008) được trình bày trong Bảng A.2 dưới đây, cụ thể cho đập đất:

Bảng A.2: Các công thức kinh nghiệm tính toán các thông số vết vỡ đối với đập đất

Thông số	MacDonald & Langrdige-Monopolis (1984)	Washington State (2007)	Froehlich (2008)
Thể tích bị xói (V_x) (m^3)	$V_x = 0,0261(V.H)^{0,769}$ (đập đất)	$V_x = 0,03(V.H)^{0,769}$ (đất không dính)	
	$V_x = 0,00348(VH)^{0,852}$ (đập đá đổ)	$V_x = 0,02(V.H)^{0,769}$ (đất dính)	
Chiều rộng vết vỡ trung bình B_{VTB} (m)	$B_{VTB} = \frac{V_x}{H_V B_{VTB}}$		$B_{VTB} = 0,27K_0 V^{1/3} H_V^{0,04}$ $K_0 = 1.0$ đối với xói ngầm $K_0 = 1.3$ đối với tràn đỉnh
Hệ số mái của vết vỡ m_v (ngang: đứng)	2:1 ($m_v=2$)		0.7:1 đối với xói ngầm ($m_v=0.7$) 1:1 đối với tràn đỉnh ($m_v=1$)
Thời gian phát triển vết vỡ T (giờ)	$T = 0,0179.V_x^{0,364}$	$T = 0,0207.V_x^{0,36}$ (đất không dính)	$T = 63,2 \sqrt{\frac{V}{gH_V^2}}$
		$T = 0,0372.V_x^{0,36}$ (đất dính)	

Việc lựa chọn các công thức để tính các thông số vết vỡ phụ thuộc vào hình thức vỡ, kích thước đập, tỉ số V_w/H_w và loại vật liệu xây đập như mô tả trong Bảng A.3 dưới đây.

Bảng A.3: Công thức kiến nghị dùng cho từng trường hợp

Loại đập	Tỉ số V_w/H_w (ha)		
	Nhỏ ($V/H < 2$)	Trung bình ($2 < V/H < 8$)	Lớn ($V/H > 8$)
Nhỏ	Vỡ dạng xói ngầm: Kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2).	Vỡ dạng xói ngầm: Kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2).	Vỡ dạng xói ngầm: Kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2).
	Vỡ tràn đỉnh: theo (3)	Vỡ tràn đỉnh: theo (3)	Vỡ tràn đỉnh: theo (3)
Vừa	Vỡ dạng xói ngầm: Kích	Theo (3) và với đập vật liệu	Theo (3)

Loại đập	Tỉ số $V_w/H_w(ha)$		
	Nhỏ($V/H < 2$)	Trung bình($2 < V/H < 8$)	Lớn($V/H > 8$)
	thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2) hoặc (3) (tùy từng trường hợp); Vỡ tràn đỉnh: theo (3)	dính có thể kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2) (tùy từng trường hợp)	
Lớn	Theo (3) Hệ số mái của vết vỡ cần hiệu chỉnh cho phù hợp với chiều rộng đáy vết vỡ.	Theo (3) và với đập vật liệu dính có thể kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2) Cần có sự hiệu chỉnh tùy theo từng trường hợp cụ thể	Theo (3) và với đập vật liệu dính có thể kích thước vết vỡ theo (1) và thời gian vỡ theo (2) Cần có sự hiệu chỉnh tùy theo từng trường hợp cụ thể

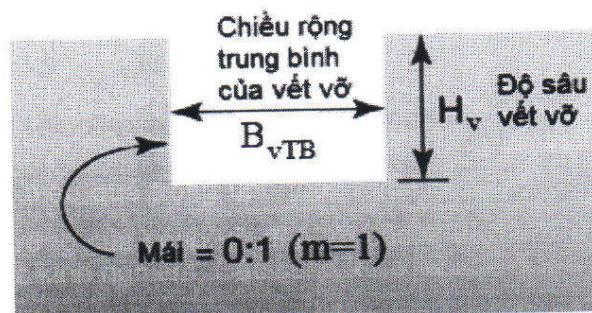
Ghi chú:

- Loại đập được phân loại theo Nghị định số 72/2007/NĐ-CP ban hành ngày 07/05/2007 của Chính phủ về Quản lý an toàn đập.
- (1): Công thức của MacDonald & Langrdige-Monopolis (1984); (2): Công thức của Washington State (2007); (3): công thức của Froehlich (2008).
- Công thức (1) phù hợp với đập được xây dựng bằng vật liệu dính và công thức (2) phù hợp với đập được xây dựng bằng vật liệu rời.

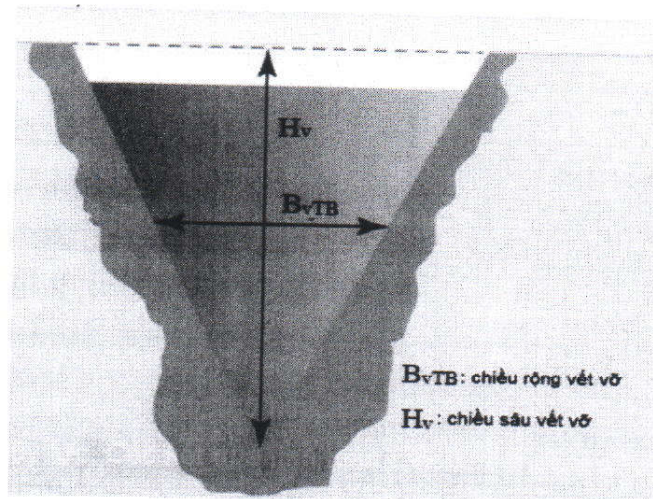
A.5.2 Đối với đập bê tông

Vỡ đập bê tông thường được tính toán như vỡ kết cấu, vì vậy, có nhiều cơ chế vỡ khác nhau phụ thuộc vào dạng đập. Trong hướng dẫn này tập trung vào vỡ đập bê tông trọng lực và đập vòm.

- Đập bê tông trọng lực thường được thường phân thành nhiều khối. Với loại đập này kích thước vết vỡ thường được tính theo chiều rộng trung bình vết vỡ và được lấy bằng tổng chiều rộng của các khối bê tông và mái của vết vỡ là thẳng đứng. Thời gian vỡ thường từ 0,1 giờ đến 0,5 giờ. Hình 3 mô tả sơ đồ vết vỡ của đập bê tông trọng lực.



Hình 3: Sơ đồ vết vỡ đập bê tông trọng lực



Hình 4: Sơ đồ vết vỡ đập vòm bê tông

- Đập vòm: Vị trí xây dựng đập vòm thường ở những nơi thung lũng hẹp và có mái bên dốc. Vì vậy, mái của vết vỡ thường giả thiết từ thẳng đứng (0:1) đến bằng với mái bên của thung lũng. Chiều rộng trung bình của vết vỡ được giả thiết bằng 80% -100% (xem Hình 4). Thời gian vỡ thường giả thiết từ 0 đến 0,1 giờ.

- Các thông số của vết vỡ đối với các dạng đập bê tông/khoài cứng được tóm tắt trong Bảng A.4.

Bảng A.4: Các thông số của vết vỡ đối với đập bê tông/khoài cứng

Loại đập	Chiều rộng vết vỡ	Độ dốc mái của vết vỡ	Thời gian vỡ (giờ)
Đập bê tông trọng lực	Chiều rộng của một hoặc nhiều khối đập bị vỡ	Thẳng đứng (0:1) ($m=0$)	Từ 0.1 đến 0.5
Đập vòm	Vỡ toàn bộ đập	Thẳng đứng (0:1) ($m=0$) đến bằng độ dốc mái tự nhiên.	Từ 0 đến 0.1
Đập trụ chống	Bội số của các tấm	Thẳng đứng (0:1) ($m=0$)	Từ 0.1 đến 0.3
Đập gạch/đá xây	Bội số các khối đập bị vỡ	Thẳng đứng (0:1) ($m=0$)	Từ 0 đến 0.3

A.5.3 Phân tích độ nhạy

Do có nhiều công thức tính toán và khoảng giá trị của các thông số vỡ đập được đưa ra, nên các kết quả khác nhau về thông số vết vỡ. Vì vậy, trong nhiều trường hợp cần phân tích độ nhạy trước khi lựa chọn các thông số cuối cùng của vết vỡ. Việc phân tích độ nhạy không chỉ hạn chế để xác định tác động của sự thay đổi giá trị các thông số đến lưu lượng lớn nhất qua vết vỡ và đường quá trình lưu lượng qua vết vỡ tại vị trí đập; xác định ảnh hưởng của các thông số này đến mực nước tính toán tại các vị trí quan tâm ở hạ du. Vì vậy, trong nhiều trường hợp cần phải tiến hành phân tích độ nhạy của thông số trước khi lựa chọn các thông số cuối cùng.

A.6 Xác định lưu lượng lớn nhất

A.6.1 Phương pháp sử dụng các công thức kinh nghiệm (đối với bài toán vỡ đập):

Các công thức tính toán lưu lượng lớn nhất khi vỡ đập được kiến nghị dùng công thức của MacDonald & Langridge-Monopolis (1984), Froehlich (2008) và công thức của Wetmore and Fread (1984). Công thức Froehlich có tương quan khá tốt với các số liệu thực đo nhưng vẫn có một số trường hợp có đỉnh lưu lượng thiên lớn hoặc thiên nhỏ. Công thức MacDonald & Langridge-Monopolis cho kết quả lưu lượng lớn nhất tính toán thiên lớn đáng kể đặc biệt với trường hợp vỡ tức thời đối với trường hợp vỡ dạng xói ngầm.

Công thức của MacDonald & Langridge-Monopolis (1984): $Q_{\max} = 1,154(V.H)^{0,411}$

Công thức của Froehlich (1995b, 2008): $Q_{\max} = 0,607(V)^{0,295}(H)^{1,24}$

Wetmore and Fread (1984) cũng đề xuất công thức tính lưu lượng lớn nhất khi vỡ đập. Công thức này được xây dựng nằm trong chương trình DAMBRK đơn giản hóa (SMPDBK). Công thức của đập tràn khi vỡ tức thời với một hệ số triết giảm. Hệ số triết giảm này phụ thuộc vào diện tích mặt hồ khi hồ đầy nước, thời gian vỡ và H_w . Khi dung tích của hồ chứa tăng dần, phương trình này tiến tới xấp xỉ vỡ tức thời và lưu lượng lớn nhất sẽ luôn nhỏ hơn giá trị vỡ tức thời. Lưu lượng lớn nhất được xác định theo phương trình sau:

$$Q_{\max} = 1,71B_{vTB}H^{1,5}\left(\frac{\gamma}{\gamma + 1,81T\sqrt{H}}\right)$$

Trong nhiều trường hợp nghiên cứu cho thấy Q_p được tính từ phương trình của SMPDBK thiên lớn so với Q_p được tính từ các phần mềm thủy lực (ví dụ như HEC-RAS, MIKE-11), nhưng sự sai khác không nhiều. Vì vậy, công thức tính đỉnh lũ theo SMPDBK cho các kết quả thiên về an toàn. Trong các trường hợp không yêu cầu tính truyền dòng chảy thì các công thức trên có thể được dùng để phân tích ở cấp độ sơ bộ.

Trong các trường hợp vỡ đập dạng xói ngầm mà không dẫn đến vỡ đỉnh đập, thì công thức lưu lượng lớn nhất được tính theo công thức dòng chảy qua lỗ với giả thiết vết vỡ đạt kích thước lớn nhất ngay tức thời:

$$Q_{\max} = \mu D^2 \sqrt{2g\left(H - \frac{D}{2}\right)}$$

A.6.2 Phương pháp sử dụng mô hình thủy văn

Có thể sử dụng mô hình HEC-HMS có thể tính toán lưu lượng lớn nhất lũ do vỡ đập. Các số liệu đầu vào bao gồm các thông số của vỡ đập được xác định theo công thức kinh nghiệm, quá trình phát triển vết vỡ (theo một trong ba dạng: dạng tuyến tính, dạng hình sin hoặc do người sử dụng mô hình tự định ra), ngoài ra, cần giá trị hệ số lưu lượng và cao trình ban đầu của vết vỡ (đối với vỡ xói ngầm) và hệ số lưu lượng của đập tràn (đối với vỡ dạng tràn đỉnh).

TCKT 03:2015/TCTL

Mô hình này, với dạng xói ngầm thì vết vỡ được mô phỏng theo hình tròn còn với dạng tràn đỉnh thì vết vỡ được mô phỏng theo dạng hình thang.

Một số điểm cần lưu khi sử dụng mô hình HEC-HMS cho trường hợp vỡ dạng xói ngầm:

- + Sự chuyển đổi hình dạng vết vỡ từ hình tròn (khi vết vỡ chưa phát triển đến đỉnh đập) sang hình thang (khi vỡ đỉnh đập) gây ra sự mất liên tục và dẫn đến sự bất thường trong đường quá trình lưu lượng chảy qua vết vỡ.
- + Với lỗ hình tròn mở rộng về mọi phía tới đỉnh đập, công thức dòng chảy qua lỗ được sử dụng. Tuy nhiên, sau một khoảng thời gian nhất định sẽ dẫn tới kết quả bất hợp lý nếu mực nước hồ chứa hạ thấp hơn so với đỉnh lỗ. Vì vậy kết quả tính toán từ phần mềm HEC-HMS có thể sinh ra các bất thường trong đường quá trình lưu lượng bao gồm sự hạ thấp đột ngột về lưu lượng khi mực nước trong hồ chứa thấp hơn đỉnh lỗ và xuất hiện sự tăng đột ngột về lưu lượng khi mô hình chuyển từ dòng chảy qua lỗ sang dòng chảy qua đập tràn.
- + Do cột nước trước lỗ được tính từ cao trình ban đầu của lỗ cho tất cả các bước tính, nên với trường hợp vết vỡ ban đầu ở vị trí đáy đập (lỗ chỉ mở rộng lên phía trên và nửa dưới của lỗ sẽ coi như không mở rộng (vì thuộc phần nền đập)) sẽ cho đường quá trình lưu lượng có đỉnh lớn hơn so với thực tế và như vậy sẽ làm mực nước hồ giảm nhanh hơn so với thực tế trong giai đoạn phát triển vết vỡ. Để khắc phục nhược điểm này, khi sử dụng HEC-HMS thì cao độ ban đầu của lỗ phải nên đặt ở điểm giữa của chiều cao cuối cùng của vết vỡ.

A.6.3 Phương pháp mô hình thủy lực

Như đã trình bày ở trên, các mô hình thủy lực giải hệ phương trình cơ của dòng không ổn định. Các mô hình thủy lực có khả năng mô phỏng dòng chảy với các điều kiện phức tạp về chế độ thủy lực và các đặc trưng của lòng dẫn. Số liệu yêu cầu đối với bài toán tính toán thủy lực bao gồm: số liệu về biên lưu lượng/mực nước, địa hình lòng dẫn, các hệ số nhám và các điều kiện biên bên trong hệ thống.

A.7 Tính truyền lưu lượng về hạ lưu đập

A.7.1 Phương pháp kinh nghiệm

Phương pháp này đơn giản và nhanh để tính toán đường quá trình lũ do vỡ đập bằng các công thức kinh nghiệm. Công thức kinh nghiệm đề xuất để tính truyền sóng vỡ đập là công thức của USBR (1982):

$$Q_v = 0,0283 \times 10^{\log(35,31 Q_{\max}) - 6,2X}$$

Các điều kiện thủy lực tại các vị trí tới hạn được xác định theo công thức của dòng đều với giả thiết dòng chảy là đều và ổn định thỏa mãn tại các vị trí (nghĩa là không có các ảnh hưởng đáng kể của nước vật ở các mặt cắt lân cận). Phương pháp này thiên an toàn nên có thể dùng để đánh giá xem có cần thiết tính toán ở cấp độ cao hơn hay không. Nếu kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy vỡ đập có nguy cơ gây thiệt hại thấp thì không cần tính toán tính toán ở cấp độ

cao hơn. Nếu kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy vỡ đập sẽ gây ra nguy cơ gây thiệt hại vừa hoặc cao, cần tiến hành các cấp độ tính toán cao hơn.

A.7.2 Phương pháp mô hình thủy văn

Đây là phương pháp đơn giản để tính truyền sóng lũ/vỡ đập khi đòi hỏi mức độ chính xác vừa phải. Sử dụng mô hình thủy văn cho kết quả tương đối tốt khi không có ảnh hưởng của nước vật và khi độ dốc lòng dẫn lớn hơn 0,0004. Các thông số vỡ đập là số liệu đầu vào của mô hình thủy văn HEC-HMS để tính đường quá trình lan truyền lũ do vỡ đập hoặc xả lũ khẩn về hạ du tới các vị trí quan tâm. Tại các vị trí quan tâm, mô hình thủy lực dòng ổn định có thể được sử dụng để tính toán các yếu tố thủy lực. Các kết quả tính toán này có thể dùng để xây dựng bản đồ ngập lụt dùng cho các kế hoạch ứng phó khẩn cấp. Kết quả của cấp độ này cũng là cơ sở để quyết định xem có cần thiết phải tính toán phân tích ở cấp độ cao hơn không.

A.7.3 Phương pháp mô hình thủy lực

Các mô hình thủy lực 1 chiều sử dụng các phương trình cơ bản của dòng không ổn định bao gồm phương trình liên tục và phương trình động lực (hệ phương trình Saint-Venant). Đây là phương pháp cho phép tính toán chính xác và phân tích tính kỹ lưỡng nhất. Phương pháp này cũng sử dụng các phương trình kinh nghiệm để xác định các thông số vết vỡ (hình dạng, kích thước và thời gian phát triển vết vỡ). Các kích thước này là đầu vào của mô hình thủy lực.

Phương pháp mô hình thủy lực cho kết quả chính xác và chi tiết hơn so với các phương pháp khác. Kết quả của các mô hình này có thể trực tiếp sử dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi tốn nhiều thời gian, công sức và tốn kém vì ngoài các thông số về vỡ đập, mô hình còn đòi hỏi chi tiết về các số liệu thủy văn, số liệu địa hình (sơ đồ hệ thống sông, mặt cắt ngang sông, công trình trên hệ thống...) và các thông số liên quan khác (hệ số nhám, hệ số lưu lượng...).

A.8 Giá trị sơ bộ của hệ số nhám Manning (n) đối với một số bề mặt lòng dẫn

Bảng A.5: Hệ số nhám Manning (n) đối với một số bề mặt lòng dẫn phổ biến

Bề mặt lòng dẫn	n
Kênh bê tông	0,014
Kênh xây gạch loại trung bình hoặc lát đá	0,015
Kênh xây lát đá học tốt, bê tông thô	0,017
Kênh xây lát đá học trung bình; kênh bằng đất hoang thổ, đất chắc, mới	0,020
Kênh đất sét chặt, hoang thổ, đá cuội ở tình trạng trung bình	0,022
Kênh đất ở tình trạng trung bình; lòng sông tình trạng tốt (lòng sông nhỏ, sạch, chảy thẳng, không bị lở bờ)	0,025

Bề mặt lòng dẫn	n
Kênh đất ở tình trạng kém trung bình; lòng sông tự nhiên nhỏ, chảy thẳng, không lở bờ	0,027
Kênh đất trong tình trạng kém (đáy kênh có rêu, cuội sỏi), có cỏ mọc mọc nhiều, lở bờ; lòng sông tự nhiên có cỏ mọc; lòng sông tự nhiên trung bình, chảy thẳng, không lở bờ.	0,030
Lòng sông tự nhiên nhỏ và trung bình có nhiều cuội, sỏi, đá, cỏ; lòng sông tự nhiên lớn.	0,035
Lòng sông tự nhiên có nhiều các hố sâu	0,040
Lòng sông tự nhiên với tình trạng rất xấu (nhiều đá, cuội, sỏi, hố sâu, cỏ mọc dày, lở bờ)	0,060
Bãi sông – trồng rau cỏ	từ 0,035 đến 0,50
Bãi sông trồng ngô	từ 0,60 đến 0,70
Bãi sông – các bụi nhỏ	từ 0,050 đến 0,70
Bãi sông – nhiều bụi rậm	từ 0,07 đến 0,10
Bãi sông – có nhiều cây cối	từ 0,150 đến 0,20
Khu đô thị phát triển với mật độ dân cư thấp và trung bình	từ 0,06 đến 0,07
Khu đô thị phát triển với mật độ dân cư cao	từ 0,07 đến 0,10
Khu đô thị nơi công viên	0,06

A.9 Các điều kiện thủy lực tại các vị trí khống chế ở hạ lưu

Bước cuối cùng trong tính toán phân tích vỡ đập là xác định các điều kiện thủy lực tại các vị trí khống chế ở hạ lưu. Bước này đòi hỏi phải xác định độ sâu ngập và vận tốc dòng chảy tại các vị trí khống chế để xác định phân loại nguy cơ gây thiệt hại.

Đối với trường hợp tính toán ở cấp độ đơn giản trong các trường hợp tính truyền sóng lũ do vỡ đập tới các vị trí tới hạn sử dụng công thức kinh nghiệm hoặc mô hình cụ thủy văn, việc xác định các độ sâu dòng chảy và vận tốc tại các vị trí tới hạn sẽ được tính gần đúng theo công thức của dòng đều chảy ổn định hoặc áp dụng mô hình thủy lực.

Trong trường hợp tính truyền lũ vỡ đập bằng mô hình thủy lực, kết quả tính toán đã bao gồm đường quá trình truyền lũ do vỡ đập hoặc do xả lũ, mực nước và vận tốc dòng chảy theo thời gian, vì vậy, có thể sử dụng để xác định thời gian truyền lũ tới bất kỳ vị trí nào dọc theo dòng chảy. Từ đó có thể xây dựng chi tiết bản đồ ngập lụt với sự hỗ trợ của công nghệ GIS.

A.10 Các phương án tính toán cho bài toán vỡ đập

Các phương án tính toán trường hợp vỡ đập được nghiên cứu trong các điều kiện thời tiết khác nhau (bình thường hoặc có mưa) để đánh giá tác động của vỡ đập cũng như xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du (nếu cần).

Các tần suất lũ và trận lũ được lựa chọn hoặc để nghiên cứu ngập lụt thường phụ thuộc vào sự phân loại đập và phân loại nguy cơ gây thiệt hại do xả lũ khẩn cấp hoặc do vỡ đập.

Nghiên cứu bài toán ngập lụt do vỡ đập trong điều kiện có mưa bao gồm các trường hợp dòng chảy nằm trong phạm vi từ lũ tần suất 1% hoặc theo phần trăm của lũ cực hạn PMF đối với đập có nguy cơ thiệt hại thấp đến lũ cực hạn PMF đối với đập có nguy cơ gây thiệt hại cao.

A.10.1 Vỡ đập trong điều kiện thời tiết bình thường

Vỡ đập trong thời tiết bình thường là vỡ đập xảy ra trong điều kiện thời tiết không mưa. Vỡ đập trong trường hợp này được tính toán phân tích dựa trên việc thiết lập mực nước hồ ban đầu trong hồ với dòng chảy đến hồ là dòng chảy trung bình. Vỡ đập trong thời tiết bình thường là vỡ do xói ngầm gây ra do địa chất, thủy văn, công trình, động đất hoặc do con người.

Bảng A.6 đưa ra điều kiện mực nước ban đầu tính toán vỡ đập trong điều kiện thời tiết bình thường.

Bảng A.6: Mực nước ban đầu để tính toán vỡ đập trong điều kiện thời tiết bình thường

Loại đập hoặc Nguy cơ gây thiệt hại	Mực nước ban đầu trong hồ	Dòng chảy tới hồ	Kiểu vỡ
Đặc quan trọng/Lớn	Mực nước dâng bình thường	Dòng chảy trung bình	- Xói ngầm - Tràn đỉnh (do động đất, sự cố...)
Vừa và nhỏ/ thấp	Mực nước bằng cao trình đỉnh đập	Dòng chảy trung bình	- Xói ngầm (phổ biến) - Tràn đỉnh

A.10.2 Vỡ đập trong điều kiện mưa lũ

Các trường hợp vỡ đập trong điều kiện thời tiết có mưa xảy ra, khi gặp mưa lũ lớn được gọi là vỡ đập trong thời tiết mưa lũ. Trộn lũ được lựa chọn tính toán thường là lũ thiết kế được xác định theo phân loại nguy cơ gây thiệt hại hoặc phân loại đập. Bảng A.7 mô tả điều kiện dòng chảy đến hồ trong tính toán vỡ đập trong điều kiện thời tiết có mưa lũ:

Bảng A.7: Lưu lượng dòng chảy trong tính toán vỡ đập trong điều kiện thời tiết mưa lũ

Loại đập/nguy cơ gây thiệt hại	Dòng chảy lũ tới hồ	Kiểu vỡ
Đặc biệt và lớn/Cao	PMF	- Xói ngầm - Tràn đỉnh
Vừa /Vừa	$P = 0.1\%$	- Xói ngầm - Tràn đỉnh
Nhỏ/Thấp	$P = 1\%$	- Xói ngầm - Tràn đỉnh

A.11 Trường hợp hồ chứa bậc thang

Trên một con sông có hai hay nhiều hồ/đập (hệ thống đập bậc thang), nếu khi một/nhiều đập ở thượng lưu bị vỡ có thể gây ảnh hưởng xấu hoặc gây vỡ đập ở hạ du thì cần phải đánh giá để xác định các ảnh hưởng tổng thể khi có hai/nhiều đập vỡ trên cùng một tuyến sông.

Đối với các trường hợp vỡ đập trong điều kiện thời tiết bình thường, khả năng vỡ của đập thượng lưu cần được xem xét đến khả năng gây ra vỡ của đập hạ du trong cùng điều kiện. Đường quá trình lưu lượng do vỡ đập thượng lưu cần được tính truyền xuống hạ lưu theo quá trình diễn toán dòng chảy đến hồ hạ lưu.

Đối với các trường hợp vỡ đập trong điều kiện mưa lũ, tần suất lũ tính toán dựa trên phân loại đập và nguy cơ gây thiệt hại được qui định trong tính toán vỡ đập và được áp dụng chung cho tất cả các đập trong hệ thống bậc thang trên lưu vực.

Nếu đập thượng lưu có đủ khả năng tháo an toàn lũ với tần suất tính toán mà không gây vỡ đập thì đường quá trình điều tiết lũ của hồ thượng lưu tương ứng sẽ được tính truyền tới đập hạ lưu.

Trong trường hợp đập thượng lưu không đủ khả năng tháo lũ theo tần suất tính toán và có thể vỡ đập, thì diễn toán dòng chảy khi vỡ đập sẽ được tính truyền xuống đập hạ lưu.

A.12 Trường hợp có nhiều hồ chứa trên cùng một lưu vực

Trên một lưu vực sông có thể có nhiều tiểu lưu vực và trên mỗi tiểu lưu vực thể có một hồ đập được xây dựng. Việc lập bản đồ ngập lụt hạ du trong các tình huống xả lũ và vỡ đập có thể được tiến hành cho riêng từng hồ đập thuộc tiểu lưu vực.

Đối với hệ thống sông chính, trong trường hợp này, trước khi tính toán thủy lực hệ thống (một chiều, hai chiều) thì cần xác định biên lưu lượng do xả lũ hoặc do vỡ đập của các hồ/đập thuộc các tiểu lưu vực sẽ được tính truyền xuống và gia nhập vào các nút trên hệ thống sông chính.

Phụ lục B

(tham khảo)

Một số bộ công cụ hỗ trợ

Hiện nay, có một số bộ công cụ bao gồm các mô-đun, phần mềm vi tính có chức năng tính toán thủy lực một chiều, thủy lực hai chiều, hỗ trợ tính toán vỡ đập, tính toán thủy văn và hỗ trợ xây dựng bản đồ ngập lụt, hỗ trợ ra quyết định... Việc lựa chọn, áp dụng phần mềm nào hoặc bộ công cụ nào, cần được người sử dụng phân tích dựa vào ưu nhược điểm, tính năng, chức năng... của mỗi phần mềm; các yêu cầu về số liệu đầu vào, về yêu cầu kỹ thuật, sản phẩm đầu ra và nguồn lực, v.v... để quyết định.

B.1 Bộ công cụ ArcGIS + HEC-RAS + HEC-GeoRAS

B.1.1 ArcGIS là dòng sản phẩm hỗ trợ trong hệ thống thông tin địa lý (GIS) của ESRI. Tùy mức độ đăng ký bản quyền mà ArcGIS sẽ ở dạng ArcView, ArcEditor, ArcInfo. Trong đó ArcInfo có chi phí bản quyền lớn nhất và nhiều chức năng nhất. ArcGIS hỗ trợ đọc được nhiều định dạng dữ liệu khác nhau như shapefile, geodatabase, AutoCad, Raster, Coverage. ArcGIS được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng trong hệ thống thông tin địa lý như quản lý môi trường, đất đai, xã hội, kinh tế.

B.1.2 HECRAS (the Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) là một bộ phần mềm tổng hợp các phần mềm được phát triển bởi U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center (CEIWR-HEC). Bộ phần mềm này bao gồm giao diện người dùng, các mô-đun tính toán riêng rẽ, ngân hàng dữ liệu và quản lý kết quả. Phần mềm có thể được tải miễn phí từ trang web: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/downloads.aspx>

B.1.3 HEC-GeoRAS là một phần mở rộng đặc biệt của ArcGIS có thể sử dụng để phân tích dữ liệu không gian địa lý của HECRAS. Bộ công cụ cho phép một người với ít kinh nghiệm sử dụng ArcGIS có thể tạo một tập tin dữ liệu địa hình ở trong ArcGIS từ một tập tin mô hình địa hình số (digital terrain model) dưới định dạng các mạng lưới tam giác không qui tắc (TIN) để trích xuất sang HECRAS.

Các kết quả thu được sau khi chạy HECRAS có thể xuất lại sang ArcGIS thông qua Hec-GeoRAS, từ đó giúp người dùng có thể tạo được bản đồ ngập lụt theo độ sâu. Việc xây dựng bản đồ vận tốc được hoàn thành bằng việc nội suy các điểm vận tốc đã biết ở giữa các mặt cắt. Để có thể vẽ được bản đồ phân bố vận tốc, đường biên của bãi bồi phải có từ trước. Dữ liệu đường biên của bãi bồi, vận tốc và bờ sông được sử dụng để nội suy vận tốc giữa các mặt cắt.

B.2 Bộ công cụ hợp MIKE (MIKE 11, MIKE 21, MIKE FLOOD)

MIKE FLOOD (được phát triển bởi Danish Hydraulic Institute) là một hệ thống mô hình thủy lực kết nối giữa mô hình một chiều MIKE 11 và mô hình 2 chiều MIKE 21 lưới chữ nhật hoặc MIKE 21 FM lưới phi cấu trúc. Những đặc điểm nổi bật của MIKE FLOOD bao gồm:

- + Bảo toàn động lượng qua các link liên kết.
- + Liên kết bên, cho phép mô phỏng dòng chảy tràn từ sông vào các bãi tràn.
- + Có mô phỏng các công trình thủy lực.
- + Công trình liên kết mô phỏng dưới dạng ẩn.
- + Mô phỏng các lỗ cống nơi kết nối giữa hệ thống cống, kênh tiêu với dòng chảy tràn trên mặt.
- + Có sự kết nối với GIS.
- + Các liên kết giữa mô hình 1 chiều và 2 chiều theo mọi hướng.
- + Có các công cụ cho phép nhập và xem kết quả một cách dễ dàng.
- + Có đầy đủ tài liệu hướng dẫn sử dụng với hệ thống trợ giúp trực tiếp.

Có nhiều lợi ích khi sử dụng mô hình MIKE FLOOD và nhiều ứng dụng được cải thiện, bao gồm:

- + Ứng dụng mô phỏng lũ tràn
- + Nghiên cứu sóng dâng do bão
- + Tiêu thoát nước đô thị
- + Vỡ đập
- + Thiết kế các công trình thủy lực
- + Ứng dụng cho vùng cửa sông rộng lớn.

Mô hình MIKE FLOOD là sự kết hợp giữa những đặc điểm tốt nhất của mô hình 1 chiều và mô hình 2 chiều. Những khó khăn của mô hình 1 chiều trong mô phỏng dòng chảy tràn bãi và vùng cửa sông, ven biển được mô phỏng tốt trong mô hình 2 chiều.

B.3 Bộ công cụ tích hợp khác

Ngoài các bộ công cụ kể trên, còn có một số bộ công cụ khác như MIKE FLOOD (mục B.2), HDM, NK-GIAS, v.v... tích hợp mô hình thủy lực 1 chiều và 2 chiều trên nền GIS với các mô-đun hỗ trợ khác, có tính năng hỗ trợ tính toán dự báo, lập bản đồ ngập lụt hạ du.

B.3.1 Một số tính năng cơ bản

- + Hiển thị bản đồ gồm các lớp: (i) lớp bản đồ hành chính, (ii) lớp bản đồ Google (bản đồ hành chính, bản đồ vệ tinh, bản đồ địa hình, bản đồ kết hợp), (iii) lớp bản đồ hồ chứa và thủy hệ, (iv) lớp bản đồ hạ du, (v) lớp bản đồ vùng ngập lụt hạ du thời gian thực;

- + Cung cấp các công cụ cơ bản của một phần mềm GIS, các tính năng tương tác với bản đồ kỹ thuật số như xem thông tin đối tượng, phóng to, đo diện tích, đo khoảng cách,... để hiển thị thông tin trên nền bản đồ;
- + Hệ thống này sẽ được xây dựng tích hợp nhiều lớp bản đồ khác nhau, do đó các bản đồ với dữ liệu thuộc tính phải có khả năng đáp ứng tốc độ tải và hiển thị thông tin trên hạ tầng mạng internet hiện nay;
- + Có thể kết nối với dữ liệu đầu ra của hệ thống SCADA, dữ liệu quan trắc hiển thị trên bản đồ có thể hiển thị nhấn thông tin quan trắc tức thời và biểu tượng trạng thái trên bản đồ ở tỷ lệ phóng to nhất định; hiển thị thông tin cơ bản hoặc đầy đủ của đối tượng; nhấn và biểu tượng có thể tự động cập nhật thông tin và trạng thái mới nhất từ cơ sở dữ liệu;

B.3.2 Tính toán dự báo các vùng ngập lụt hạ du

B.3.2.1 Bộ công cụ như đã mô tả ở trên hoặc các công cụ khác có tính năng tương tự có thể áp dụng để tính toán mô phỏng kịch bản vùng ngập lụt hạ du hồ chứa, bao gồm:

- + Dự báo các vùng ngập lụt hạ du: dựa trên số liệu quan trắc về lượng mưa hạ du, mực nước hạ du và xả tràn đang diễn ra để mô phỏng kịch bản ngập lụt vùng hạ du tương ứng theo thời gian, có thể theo thời gian thực.
- + Quản lý lũ lụt tổng hợp: hiển thị chi tiết bản đồ vùng hạ du và lưu vực hồ chứa, hiển thị mật độ phân bố dân cư trong vùng hạ du để có phương án sơ tán dân kịp thời khi xảy ra lũ lụt.
- + Hỗ trợ người dùng xây dựng phương án xả lũ và hiển thị các vùng ngập lụt hạ du theo thời gian tương ứng với từng phương án;
- + Xem dữ liệu vận hành và các vùng ngập lụt hạ du trong quá khứ.

B.3.2.2 Mô tả chi tiết

a) Dự báo các vùng ngập lụt hạ du

- + Quản lý số liệu quan trắc thủ công: Khi chưa được lắp đặt các trạm quan trắc tự động, phần mềm cho phép quản lý số liệu nhập liệu thủ công của lượng mưa vùng hạ du, mực nước sông vùng hạ du, mực nước hồ, độ mở cửa tràn để phục vụ cho việc dự báo ngập lụt vùng hạ du.
- + Tính toán mưa bình quân hạ du theo thời đoạn: Tính mưa bình quân hạ du theo trọng số của các trạm đo mưa tự động sau đó chuyển mưa lũy tích về mưa thời đoạn để lưu trữ vào cơ sở dữ liệu.
- + Tự động cập nhập dữ liệu lượng mưa bình quân hạ du lưu trữ vào cơ sở dữ liệu phục vụ tính toán
- + Cập nhật số liệu mưa dự báo cho các điểm trên vùng hạ du của hồ chứa: Cập nhật dữ liệu mưa dự báo và phân bố mưa theo mô hình mưa. Dữ liệu này được sử dụng để đưa vào mô hình phục vụ cho việc tính toán dự báo vùng ngập lụt phía hạ du.

- + Xem dữ liệu tổng thể theo dạng bảng: Toàn bộ dữ liệu về độ mở tràn, lượng mưa hạ du sẽ được hiển thị trên bảng dữ liệu giúp người dùng dễ dàng quan sát mọi diễn biến theo thời gian.
- + Hỗ trợ tính độ mở tràn theo lưu lượng xả: Hỗ trợ người dùng tính độ mở tràn theo thời gian bằng cách nhập lưu lượng xả và số lượng cửa tràn mở tương ứng.
- + Thiết lập kịch bản điều hành hồ chứa trong quá khứ: Tối ưu hóa đường quá trình xả trong quá khứ bằng việc thiết lập kịch bản điều hành hồ chứa trong quá khứ thay cho kịch bản thực tế đã diễn ra. Việc này sẽ nâng cao kinh nghiệm giúp ích cho quá trình vận hành hồ chứa trong tương lai được tốt hơn.
- + Lưu trữ và quản lý kịch bản mưa hạ du: Sau khi người dùng mô phỏng vùng ngập lụt hạ du dựa vào lượng mưa hạ du dự báo, bộ công cụ cho phép lưu trữ kịch bản mưa này lại để lần sau có thể xem mà không cần phải thao tác lại.
- + Lưu trữ và quản lý kịch bản xả tràn: Tương ứng với một kịch bản mưa hạ du có thể có nhiều kịch bản xả tràn, kịch bản mưa và kịch bản xả tràn phải đồng trục thời gian.
- + Tính toán theo kịch bản đã được xác nhận thiết lập: Khi một kịch bản được xác nhận thiết lập để áp dụng cho thực tế, hệ thống sẽ tự động tính toán theo kịch bản được xác nhận thiết lập này.
- + Xem dữ liệu vận hành trong quá khứ: Toàn bộ diễn biến của lượng mưa vùng hạ du và vận hành tràn thực tế trong quá khứ sẽ được hiển thị theo thời gian. Người dùng có thể sử dụng thanh công cụ để xem dữ liệu từ ngày đến ngày hoặc xem theo từng thời đoạn 24 giờ.
- + Dự báo các vùng ngập lụt hạ du theo thời gian thực: Bộ công cụ sẽ tự động nhận số liệu quan trắc tức thời theo thời gian thực về lượng mưa hạ du, mực nước hạ du và xả tràn đang diễn ra để tự động mô phỏng các kịch bản ngập lụt dự báo trong tương lai. Kết quả sẽ hiển thị các vùng ngập lụt hạ du trên bản đồ theo thời gian.
- + Lập báo cáo ảnh hưởng ngập lụt hạ du theo mô phỏng các kịch bản ngập lụt dự báo trong tương lai theo thời gian.
- + Hiển thị các vùng ngập lụt hạ du theo thời gian tương ứng với từng phương án xả tràn: Bộ công cụ cho phép tạo kịch bản ngập lụt vùng hạ du theo thời gian dựa trên số liệu thiết lập giả định về lượng mưa hạ du, mực nước hiện tại vùng hạ du và phương án xả tràn tương ứng. Kết quả sẽ hiển thị các vùng ngập lụt hạ du trên bản đồ theo thời gian.
- + Báo cáo các vùng ngập lụt hạ du theo thời gian tương ứng với từng phương án xả tràn.
- + Xem các vùng ngập lụt hạ du trong quá khứ: Sử dụng dữ liệu thực tế trong quá khứ về lượng mưa, mực nước vùng hạ du và phương án xả tràn để tính toán mô phỏng lại các kịch bản ngập lụt đã xảy ra. Kết quả sẽ hiển thị các vùng ngập lụt hạ du trên bản đồ theo thời gian.
- + Báo cáo ảnh hưởng ngập lụt hạ du trong quá khứ tương ứng theo thời gian.
- + Quản lý các kịch bản ngập lụt mẫu có sẵn: quản lý các kịch bản ngập lụt ở một số trường hợp đặc biệt do đơn vị thiết lập mạng thủy lực chạy mô hình lập sẵn. Bộ công cụ sẽ lấy các

kịch bản mẫu này làm cơ sở để so sánh giữa việc tính toán trực tiếp trên máy chủ và kịch bản mẫu. Nếu thấy có sự sai khác phần mềm sẽ cảnh báo người dùng để kiểm tra hệ thống.

b) Quản lý lũ lụt tổng hợp

- + **Hiện thị bản đồ vùng hạ du và lưu vực hồ chứa.** Bản đồ số vùng hạ du hồ chứa tỷ lệ 1/10.000 với các lớp chính: Ranh giới tỉnh, huyện, xã; Đường giao thông liên huyện, liên xã; Lớp cao độ; Các nơi có thể tránh lũ; Mật độ phân bố dân cư.
- + **Hiện thị mật độ phân bố dân cư trong vùng hạ du:** Dựa vào bản đồ phân bố dân cư này và bản đồ ngập lụt vùng hạ du tương ứng với kịch bản xả tràn của hồ để có phương án sơ tán dân khi phải xả lũ.
- + **Xem các bản đồ ngập lụt thực tế được xây dựng (nếu có):** Cho phép xem các kịch bản ngập lụt thực tế đã được xây dựng (nếu có, thông thường được xây dựng khi có tài liệu ảnh viễn thám chụp được tại thời điểm xảy ra lũ lụt) theo thời gian tương ứng với lượng mưa, mực nước hạ du và phương án xả tràn.
- + **Hiện thị các phương án sơ tán dân:** Người dùng sẽ quyết định phương án xả tràn sao cho giảm thiểu thiệt hại dưới vùng hạ du nhất nhưng vẫn đảm bảo an toàn công trình. Khi có phương án xả tràn, các vùng hạ du có thể bị ngập lụt, hệ thống sẽ hiện thị phương án sơ tán dân đến nơi an toàn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Danish Hydraulic Institute, 2001, MIKE 11 – A modeling system for rivers and channels - MIKE 11 Reference manual.
- Federal Emergency Management Agency (2013). Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risk Associated with Dam Incidents and Failures, First Edition. Federal Emergency Management Agency, USA, July 2013, 145 pgs.
- Fread, D.L. (1988a). DAMBRK Model – Theoretical Background / User Documentation, National Weather Service. June 20, 1988.
- Fread, D.L. (1988b). Breach: An Erosion Model for Earthen Dam Failures. National Weather Service, July 1988.
- Froehlich, D. C., (1995a). Peak Outflow from Breached Embankment Dam, Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 121, No. 1, January/February pgs 90-97.
- Froehlich, D. C., (1995b). Embankment Dam Breach Parameters Revisited, Water Resources Engineering, Proceedings of the 1995 Conference on Water Resources Engineering, San Antonio, Texas, August 14-18, 1995, pgs 887-891.
- Froehlich, D. C., (2008). Embankment Dam Breach Parameters and Their Uncertainties, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 134, No. 12, May, pgs 1708-1720.
- Froehlich, D. C., (2008). Embankment Dam Breach Parameters and Their Uncertainties, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 134, No. 12, May, pgs 1708-1720.
- Kaiser, G., Scheele, L., Kortenhaus, A., Lovholt, F., Romer, H., and Leschka, S (2011). The influence of land cover on the results of high resolution tsunami inundation modeling. Natural hazards and earth system science, No.11, pgs 2521-2540.
- MacDonald, T.C., and Langridge-Monopolis, J., (1984). Breaching Characteristics of Dam Failures, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 110, No. 5, May, pgs 567-586.
- Nghị định số 72/2007/NĐ-CP về quản lý an toàn đập.
- Nguyễn Cảnh Cầm và nnk. (2006). Thủy lực – tập 2. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- State of Colorado Department of Natural Resources Division of Water Resources (2010). Guidelines for Dam Breach Analysis. Colorado, CO, October 2010.
- U.S. Army Corps of Engineers, (2010). HEC-RAS User's Manual, Version 4.1, Washington, D.C., January, 2010.
- U.S. Army Corps of Engineers, (2011). HEC-GeoRAS, GIS tools for support of HEC-RAS using Arc-GIS. User's manual, Version 4.3.93. , Washington, D.C., February, 2011.
- U.S. Bureau of Reclamation, (1982). Guidelines for Defining Inundation Areas Downstream from Bureau of Reclamation Dams, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, 22 pgs.
- U.S. Bureau of Reclamation, (1988). Downstream Hazard Classification Guidelines, ACER Technical Memorandum No. 11, Denver, CO, December 1988, 57pgs.
- Wahl, T.L., (2001). The Uncertainty of Embankment Dam Breach Parameter Predictions Based on Dam Failure Case Studies, prepared for: USDA/FEMA Workshop on Issues, Resolution, and Research Needs Related to Dam Failure Analysis, June 26-28, 2001, Oklahoma City, OK.
- Walder, J.S., O'Connor, J.E., (1997). Method of Predicting Peak Discharge of Floods Caused by Failure of Natural and Constructed Earthen Dams, Water Resources Research, Vol. 33, No. 10, pgs. 2337-2348.
- Washington State (MGS Engineering Consultants), (2007). Dam Safety Guidelines, Technical Note 1: Dam Break Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification, Washington State Department of Ecology Publication No. 92-55E (revised), October, 34 pgs.