

***Khoa học công nghệ
phục vụ công tác an toàn đập***



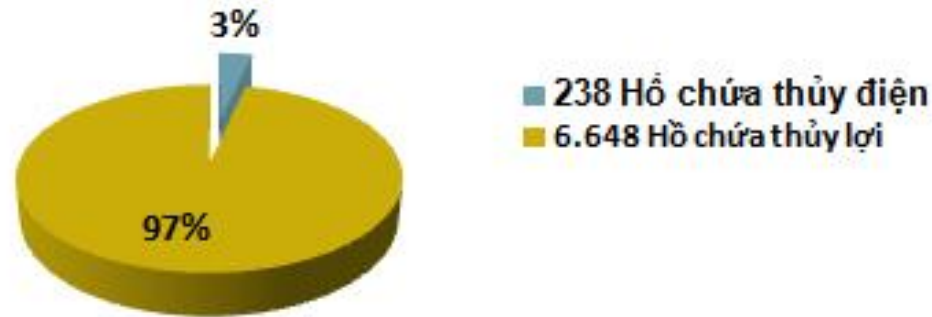
Trường Đại học Thủy lợi

Nội dung

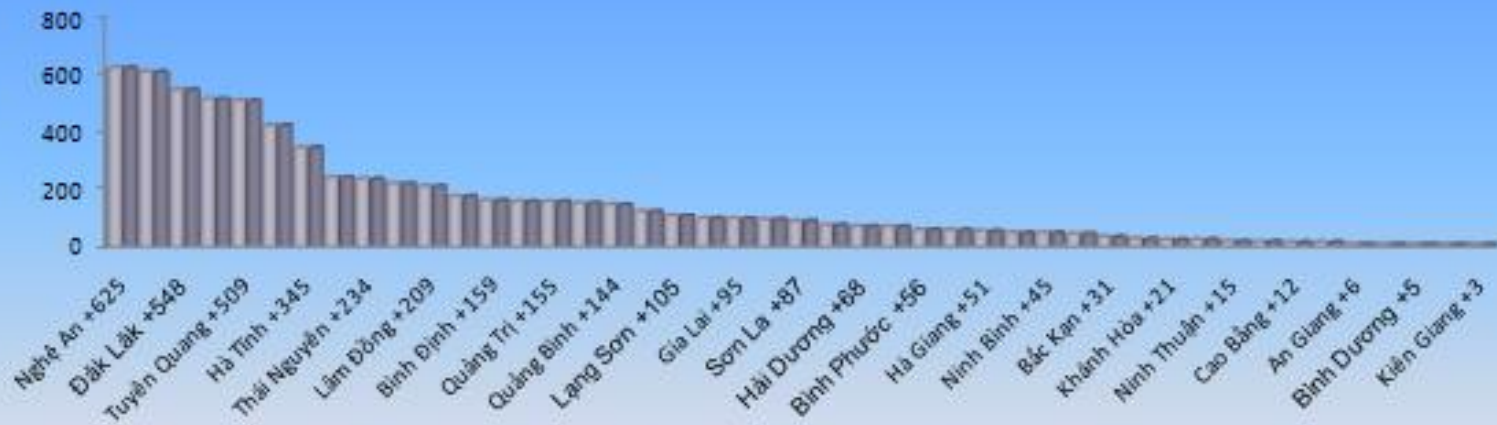
- I. **Đặt vấn đề**
- II. **Hiện trạng an toàn hồ đập**
- III. **Các ứng dụng KHCN về an toàn hồ đập**
- IV. **Một số giải pháp và hướng phát triển công nghệ**
- v. **Kiến nghị**

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỷ lệ hồ chứa thủy lợi và thủy điện



SỐ LƯỢNG HỒ CHỨA THỦY LỢI



Tổng số: 6.648

II. Hiện trạng an toàn hồ đập

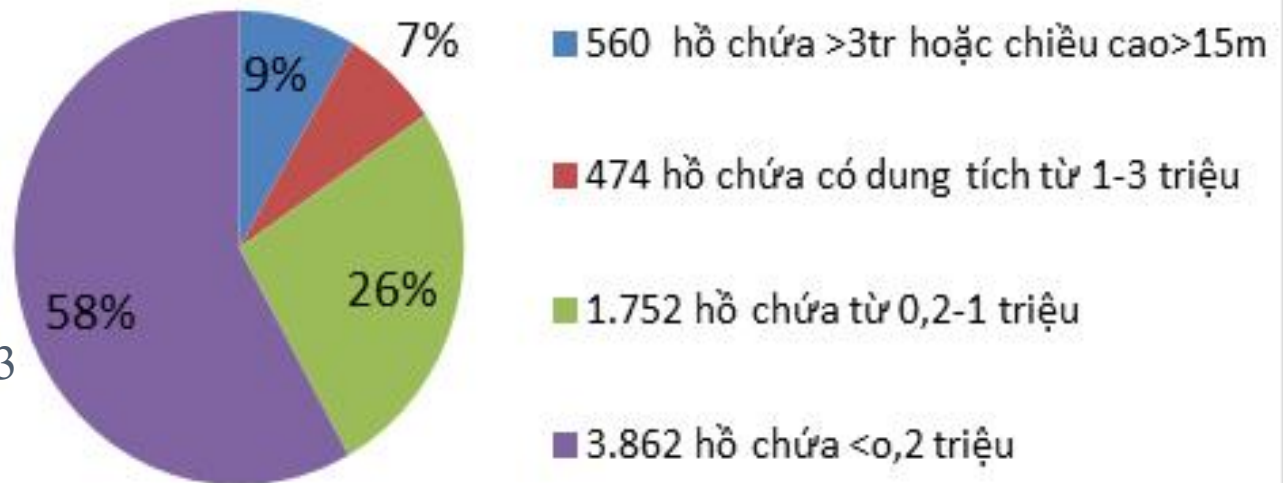
2.1 Hiện trạng về công trình

2/3 hồ đập được xây dựng cách đây trên 30-40 năm

Các hồ chứa có dung tích trên 3 triệu m³ cơ bản đã được sửa chữa, nâng cấp đảm bảo an toàn.

Các hồ chứa có dung tích nhỏ hơn 3 triệu m³ có độ an toàn không cao

SỐ LƯỢNG HỒ CHỨA THEO DUNG TÍCH



- » Công trình xuống cấp: sau thời gian dài khai thác sử dụng các kết cấu bị mục, nứt làm rò rỉ nước, thân đập bị lún, nứt, sạt, trượt; thiết bị chống thấm, thiết bị thoát nước bị hư hại; các công trình trong đập như tràn, cống bị hư hỏng gây hư hỏng và vỡ đập. Hiện tại còn khoảng 1.150 hồ cần sửa chữa, nâng cấp
- » Các hồ chứa xây dựng trước năm 2000, thiết kế, thi công theo tiêu chuẩn cũ (TCVN5060-90), nhiều công trình chưa được đầu tư đồng bộ, thiếu tài liệu tính toán, kinh nghiệm thiết kế, thi công đập còn hạn chế.



Đập thủy điện Đakrong 3-2012



Đập Ea m'rong-2013



Đập thủy điện IaKrel2



Cống lấy nước hồ Suối hai



Cống lấy nước hồ Vĩnh Trinh



Cống lấy nước hồ Bản muông



Đập tràn Hồ Đak Uy



Vỡ đập Tây nguyên –Nghệ an 2013



Vỡ đập Z20 –Hà Tĩnh 2009



Hố sụt hồ Bản muông-Sơn la



Vỡ đập đang thi công Lan Ra (Bình Thuận) năm 2011



Đập Hồ hồ



Đập Bản thành



Hồ Đầm hà đông – Quang ninh 2014



Đập Cổ Tùm (H. Bảo Thắng. Lào Cai)



Cổ, vật cản trên bề rộng tràn ở tràn xả lũ của hồ hồ Ngọc (Hòa Bình)



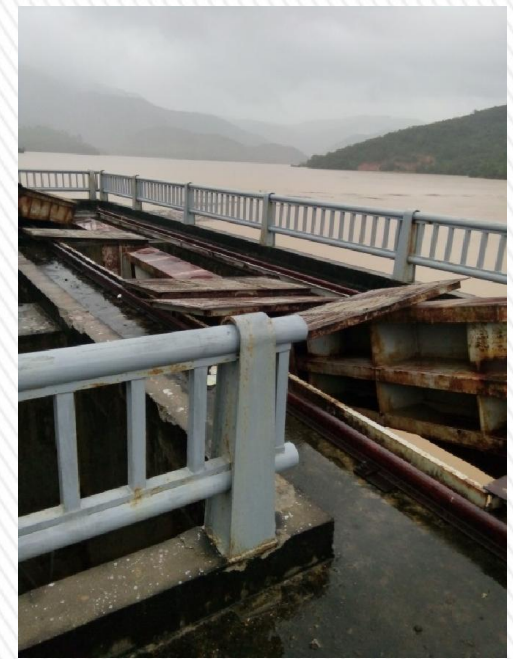
Đập Tây Di Linh (Lâm Đồng) là nơi đổ rác



Ao cá ngay chân mái hạ lưu đập Hồ chứa nước Đắc Ngót Sa Thầy, Kon Tum



Đập Cửa Đạt – Thanh Hóa



Đập Vạn Hội – Bình Định 2016



Sạt lở đất thủy điện Bản Vẽ

2.2 Các nguyên nhân gây ra sự cố và các loại sự cố

Các nguyên nhân gây sự cố:

- Do thiết kế
- Do chất lượng thi công
- Do thiên tai bất thường
- Do quản lý vận hành

Các loại sự cố, hư hỏng trong đập:

- **Nước tràn qua đỉnh đập:** Ở Việt Nam tỷ lệ đập VLĐP trên 90%. Đập đất, đập VLĐP dễ bị tổn thương khi mực nước trước đập vượt thiết kế, nước tràn qua đỉnh đập, gây vỡ đập.

- **Thấm qua thân và nền đập:** Vật liệu đắp đập có lẫn chất hữu cơ, thân đập là nơi đổ rác → tạo ẩn họa trong đập (tổ mối, hang chuột) → thấm mạnh, dễ gây sạt trượt, cống lấy nước, tràn xả lũ tách khỏi thân đập.

- **Biến dạng, ứng suất vượt giới hạn cho phép:** gây nứt nẻ, phá hoại cục bộ, mất ổn định

- **Hư hỏng cống:** Nứt, gãy cống, thủng cống, hư hỏng khớp nối → gây xói ngầm dẫn đến phá hoại đập

- **Hư hỏng các cửa van và thiết bị đóng mở**

2.3 Quản lý hồ đập

Quản lý đập gồm: sử dụng, duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa, quan trắc các yếu tố thủy văn, thủy lực, chuyển vị, biến dạng.

- Công tác quản lý mới chỉ ở khai thác, sử dụng để đáp ứng các yêu cầu dùng nước. Chưa thực hiện sửa chữa lớn, đại tu định kỳ theo quy trình. Khi có nguy cơ sự cố, cần tiền khắc phục thì không có nguồn kinh phí.
- Ở nhiều tỉnh, hồ đập nhỏ giao về cho xã, hợp tác xã quản lý, thiếu chuyên môn. Khi xảy ra hư hỏng không kịp thời phát hiện sửa chữa dẫn đến sự cố
- Đối với các đập thủy lợi xây dựng trước năm 1990, hầu hết hồ sơ công trình phục vụ quản lý vận hành đã bị thất lạc;

Công tác quan trắc:

- Công tác quan trắc thì còn nhiều bất cập: nhận thức đã có nhưng còn đơn giản. Nguồn nhân lực có chuyên môn về công tác quan trắc vừa yếu, vừa thiếu. Các thiết bị quan trắc hầu hết dùng loại đơn giản, ít tự động hóa.
- Một số công trình được bố trí thiết bị quan trắc hiện đại nhưng hoạt động không hiệu quả, số liệu quan trắc không được sử dụng

2.4 Biến đổi khí hậu, tạo ra những hình thái thời tiết cực đoan, làm nguy cơ mất an toàn đập càng cao

- » Các hồ chứa nước nhỏ được thiết kế theo tiêu chuẩn thiết kế cũ, tràn xả lũ không bảo đảm khả năng thoát lũ, tài liệu tính toán không đầy đủ (tài liệu khí tượng, thủy văn, địa chất..)
- Biến đổi khí hậu → đỉnh lũ lớn, tổng lượng lũ nhiều hơn tần suất lũ thiết kế. Lũ lớn vượt thiết kế tạo ra nước tràn qua đỉnh đập gây nguy cơ vỡ đập, gây xói lở hạ lưu tăng lên.
- Mạng lưới các trạm quan trắc khí tượng, thủy văn trên các lưu vực sông còn thưa và năng lực cán bộ hạn chế, gây khó khăn cho công tác dự báo khí tượng thủy văn.

2.5 Sự phát triển kinh tế xã hội đòi hỏi an toàn đập ở mức độ cao hơn

- Ở thời điểm xây đập, chưa có những yêu cầu lớn về tạo cảnh quan du lịch, yêu cầu kiến trúc mỹ thuật còn thấp.
- Ngày nay, khi kinh tế phát triển, mật độ dân cư tăng lên, hạ tầng cơ sở (điện, đường, trường, trạm) ngày càng nhiều → đòi hỏi an toàn cho vùng hạ du ở mức độ cao hơn.

2.6 Quản lý và nguồn lực chưa đáp ứng yêu cầu thực tế

■ **Thể chế, chính sách an toàn đập**

Đã tạo được khung pháp lý cho an toàn đập, nhưng thực thi các cơ chế chính sách đó còn có “khoảng cách” và thiếu bền vững. Khi có những sự cố xảy ra thì việc xử lý còn lúng túng (trường hợp hồ Kim Sơn - Hà Tĩnh).

■ **Tổ chức quản lý và bộ máy quản lý**

- Tổ chức quản lý về an toàn đập đã được phân công, phân cấp thống nhất từ trung ương đến địa phương, đảm bảo khép kín trên cơ sở của tổ chức chuyên ngành.

- Các hoạt động chỉ chủ yếu trong mùa mưa lũ và những năm có lũ lụt lớn thì hoạt động của hệ thống tổ chức này chặt chẽ. Hết mưa lũ thì hầu như không còn hiệu lực về an toàn đập mà chỉ phục vụ cho yêu cầu cấp nước tưới.

■ **Về lực lượng quản lý**

Cán bộ, công nhân thuộc các công ty thủy nông hầu hết đã được đào tạo, nhưng vẫn còn trên 20 % chưa được đào tạo. Cán bộ ở các cấp quản lý là không chuyên trách, ít được cập nhật các kiến thức, thông tin.

■ **Đào tạo nâng cao năng lực**

Vấn đề đào tạo chưa được đầu tư thích đáng, nên chưa xây dựng được kế hoạch, nội dung, chương trình đào tạo phù hợp với các yêu cầu của các đối tượng.

■ **Tài chính**

Nguồn tài chính cho các yêu cầu an toàn đập đã được khẳng định trong các chính sách tuy chưa đầy đủ, nhưng một số chính sách tài chính đã có qui định cũ thể cũng chưa được thực thi.

III. Các ứng dụng KHCCN về an toàn hồ đập

3.1. Các giải pháp phòng chống thấm thân và nền đập

- Tường hào xi măng-bentonite chống thấm
- Tường hào đất –Bentonite chống thấm
- Jet grouting
- Khoan phụt
- Sử dụng vật liệu mới
- Kết cấu thoát nước

3.1.1 Tường hào chống thấm

- » Tường chống thấm có bề rộng 60-120cm, cắm xuống tận nền đá hoặc nối với tường lõi chống thấm (việc đào hào thường có giá thành cao)
- » Quá trình đào hào được thực hiện thành nhiều bước trong dung dịch bentonite
- » Mục đích của dung dịch là để giữ ổn định vách hào và tạo màng chống thấm.
- » Khí hoàn thành việc đào hào có thể thay thế dung dịch bằng vật liệu khác.
- » Ưu điểm: khả năng chống thấm tốt, dễ kiểm soát chất lượng
- » Quá trình đào có thể phức tạp nếu có các hòn đá mờ côi
- » Cần cẩn thận để đảm bảo tiếp xúc giữa tường hào với lõi chống thấm

Các tham số cơ bản của một số hỗn hợp vữa làm tường hào phổ biến

Vật liệu đắp	Hệ số thấm (cm/s)	Cường độ (kg/cm ²)	Dung trọng (t/m ³)	Chi phí (USD/m ²)	Ghi chú
Đất-bentonite	1×10^{-7}	0	1,6- 2,1	30-60	Yêu cầu tối thiểu 20% hạt mịn
Đất-ximăng-Bentonite	5×10^{-7}	3,5	1,5-1,9	50-100	Trộn từ xa
Ximăng-Bentonite	1×10^{-6}	1,75	1,1-1,2	60-120	Vữa tự đóng rắn
Ximăng-Xỉ-Bentonite	5×10^{-7}	7	1,1-1,15	60-120	Vữa tự đóng rắn



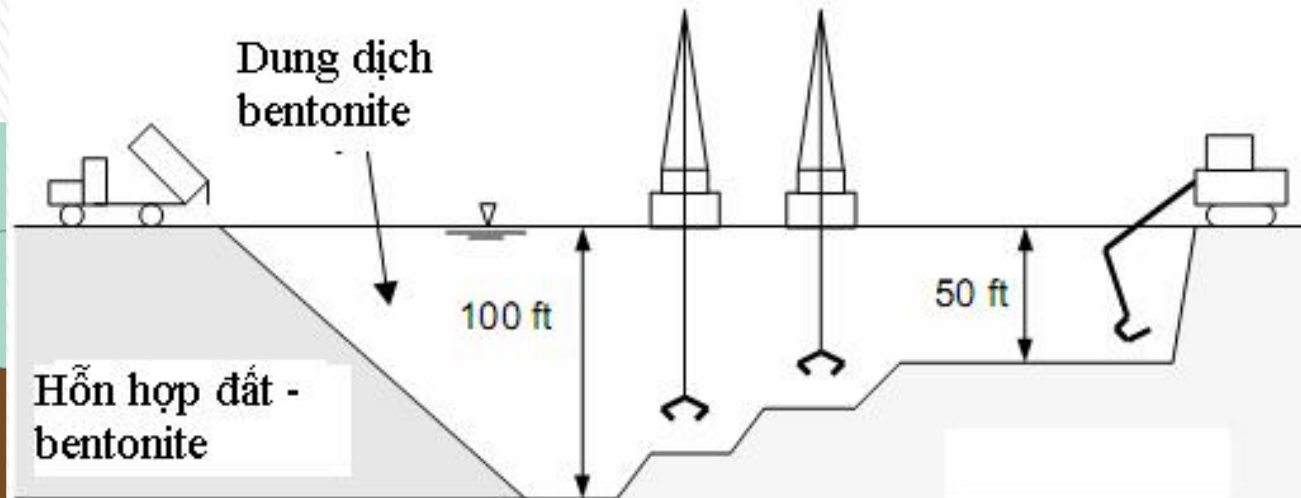
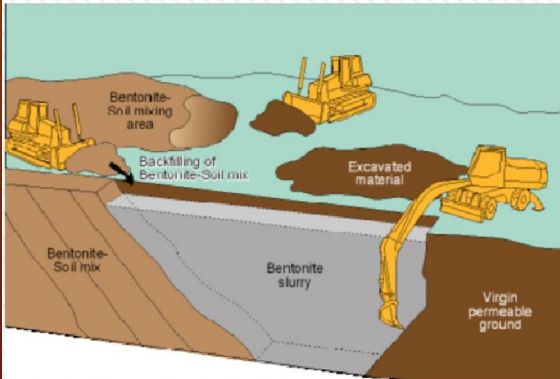
Gầu đào (<20m)



Clam shell (<50m)



Hydromill(>100m)



Thi công thử nghiệm tường hào đất-Bentonite



Tại hiện trường $K=5 \times 10^{-8}$ cm/s

Tường hào xi măng – bentonite

» Đặc điểm: bề rộng 60-80 cm

thi công theo từng panel

Thành phần cho 1m³ vữa: 917 l nước, 200-300kg ximang

35-45kg bentonite

Tường hào phải cắm vào nền đá tối thiểu 0.5m

Mức dung dịch trong hào cần cao hơn mực nước ngầm

» Ưu điểm: Tốc độ thi công nhanh, giữ ổn định vách hào tốt.

» Nhược điểm: Hệ số thấm cao (10^{-5} cm/s), không tương thích với đất xung quanh. Giá thành cao

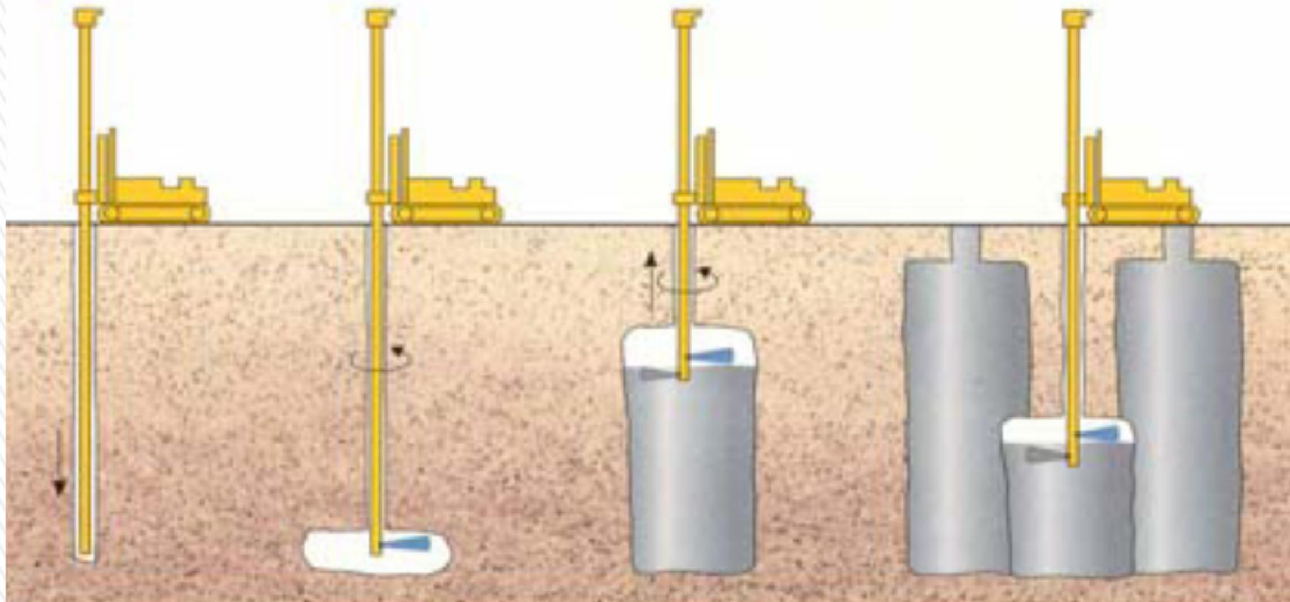
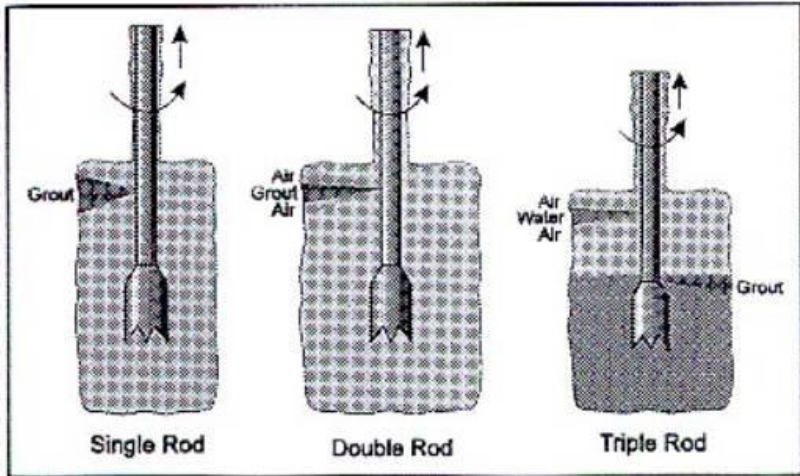
» Điều kiện áp dụng: Sửa chữa công trình cũ

Một số công trình ứng dụng tường hào xi măng -bentonite ở Việt nam

Tên công trình	Địa điểm	Chiều sâu lớn nhất (m)	Chiều dài (m)	Chiều rộng (m)	Hệ số thấm (cm/s)
Hồ Dầu Tiếng - H18-H22 - H22-H33 - Suối Đá - Bầu vuông	Tây Ninh	33	162	0,6	$2,54.10^{-6}$
		39	350	0,6	$5,0.10^{-6}$
		25	140	0,6	
		18	740	0.6	
Hồ Am chúa	Kh. Hòa	-	-	-	-
Hồ IA Kao	Đăk lăk	21	-	-	-
Hồ EA Súp thượng	Đăk Lăk	21	1780	0,6	$1,51- 4,2.10^{-6}$
Hồ EAKAO - Đập số 1 - Đập số 3	Đăk Lăk	25.2	26.2	0,6	$4,06.10^{-6}$
		14.9	175.6	0,6	
Hồ Dương Đông	Kiên Giang	21	312	0,6	$1.10^{-5} -6,7.10^{-6}$
Hồ Ia Mlah	Gia Lai	47,5	340	0,6	

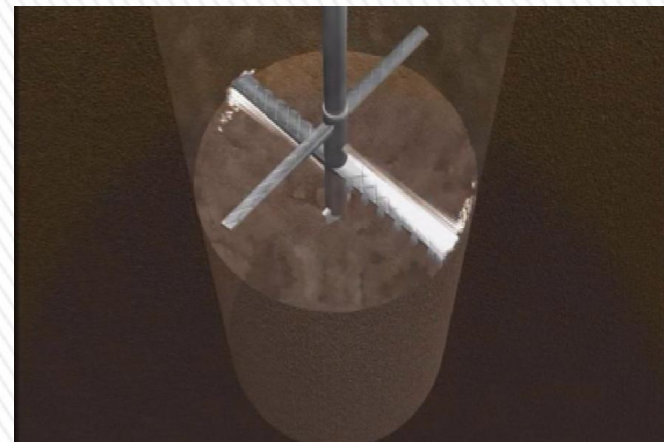
3.1.2 Jet grouting

- » Là phương pháp xử lý nền được phát triển ở Nhật, Ý, Anh
- » Kết cấu của đất nền bị phá vỡ bởi tia nước hoặc vữa được phun ra với áp lực rất cao. Vùng đất này sau đó được trộn với dung dịch vữa tạo thành các cột đất.
- » Jet grouting được sử dụng thay thế khoan phụt thông thường đối với nền đất
- » So sánh giá thành so với khoan phụt thông thường khó khăn
- » Thời gian thi công nhanh hơn
- » Có thể xử lý cục bộ ở độ sâu nào đó
- » Sử dụng hiệu quả đối với không dích (cát, cuội sỏi)
- » Không hiệu quả đối với đất dích cao
- » Không dùng được đối với nền đá, nền có cuội sỏi lớn



3.1.3 Công nghệ tường cọc Đất-Bentonite

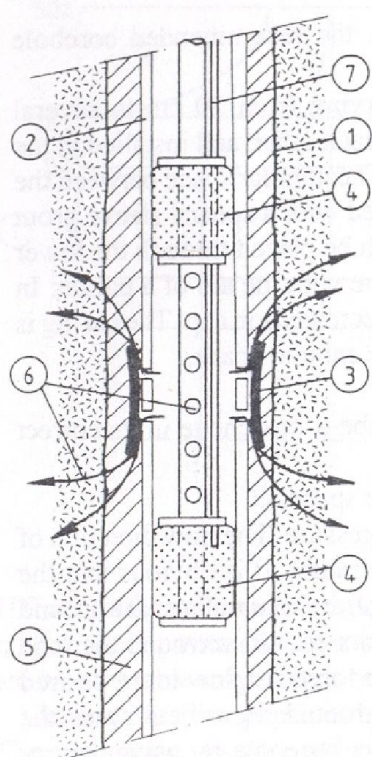
- ✓ CMS là phương pháp tạo tường cọc bằng việc sử dụng kết hợp hai hệ thống: Phun vữa với áp lực trung bình và lưỡi cắt đặc biệt cho phép làm tơi đất hiệu quả hơn



3.1.4 Chống thấm bằng giải pháp khoan phụt

- Ưu điểm:

- ✓ Giải pháp tương đối đơn giản và đã được áp dụng cho rất nhiều công trình.



Khoan phụt 2 nút

- Nhược điểm:

- ✓ Qua thực tế cho thấy giải pháp này cho chất lượng không đồng đều

3.1.5 Công nghệ khoan phụt chống thấm bằng khoan phụt tuần hoàn áp lực cao

- Công trình hồ Cửa Đạt
- Hồ Thủy Yên, tỉnh Thừa Thiên - Huế
- Nước Trong (Quảng Ngãi). Thủy điện Sơn La, Hàm Thuận-Đami, Playkrong, Ialy, Sêsan 3, Sêsan 4, A Vương, Định Bình



3.1.6 Một số vật liệu mới để chống thấm

- Công nghệ sử dụng túi vải địa kỹ thuật để bơm vật liệu như cát, đất bùn, hay vữa ... - Túi địa kỹ thuật-Geotube; Màn HPDE
- Sơn Polyurea để chống thấm khe biến dạng của đập bê tông
- Hợp chất ARC (Acrylic Reinforced Composite: đây là dung dịch 3 thành phần: Vật liệu mới Neoweb gia cố mái công trình thủy lợi
- vải địa kỹ thuật làm vật liệu thấm, vật liệu chống thấm, gia cố nền công trình



Hình 14. Phủ polyurea chống thấm Đập TĐ Sông Tranh 2

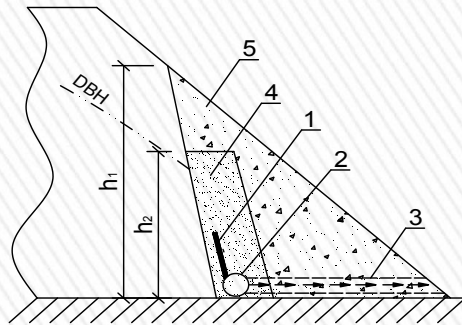
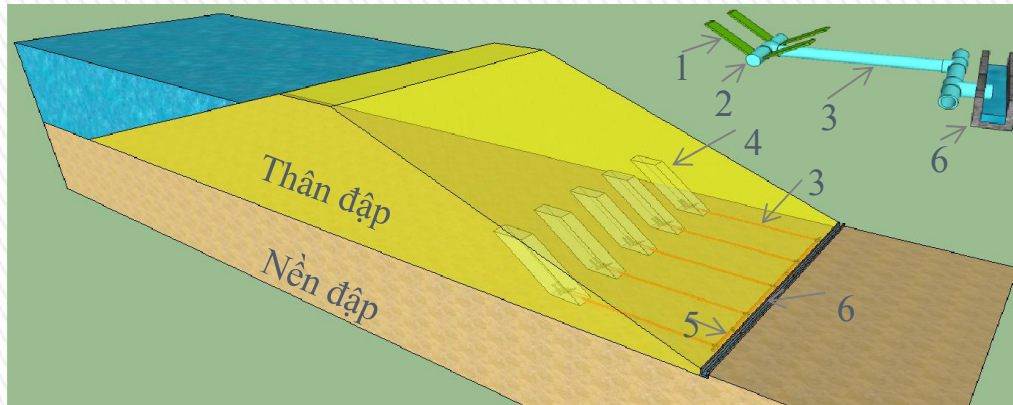


Hình 15. Phủ polyurea chống thấm Đập TĐ Bản Vẽ



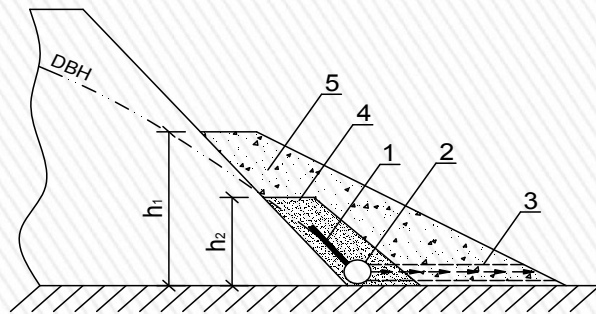
Hình 16. Phủ polyurea chống thấm Đập TĐ Bản Chát

3.1.7 Giải pháp THU LỌC NƯỚC bằng NÊM CÁT hạ lưu đập đất



a, Bố trí trong thân đập

- Năm 2015 – 2016 đã nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm tại công trình đập Đồng Bể - tỉnh Thanh Hóa. Hiệu quả hạ thấp đường bão hòa đến 2m.
- Giải pháp này thi công đơn giản, thích hợp với việc xử lý các vị trí thấm cục bộ.
- Hiệu quả hạ thấp đường bão hòa rất rõ rệt, với khoảng cách rãnh 4 m, rộng 1 m cho phép hạ đường bão hòa 2 m chiều cao.



b, Bố trí tiếp giáp mái đập

3.2. Công nghệ tăng khả năng tháo của tràn

3.2.1 Tràn Piano/tràn Labyrinth

- Là tràn libring đặc biệt có các ô chữ nhật trên mặt bằng, làm tăng chiều dài tràn nước so với B tràn cơ bản, => năng lực xả lớn hơn

- **Đã xây dựng:** đập Vân Phong (Bình Định) và một số thủy điện: Đăkrông 3, Đăk Mi 4b (Quảng Nam), một số đập đang thiết kế (Đăk Mi 2, Vĩnh Sơn...)



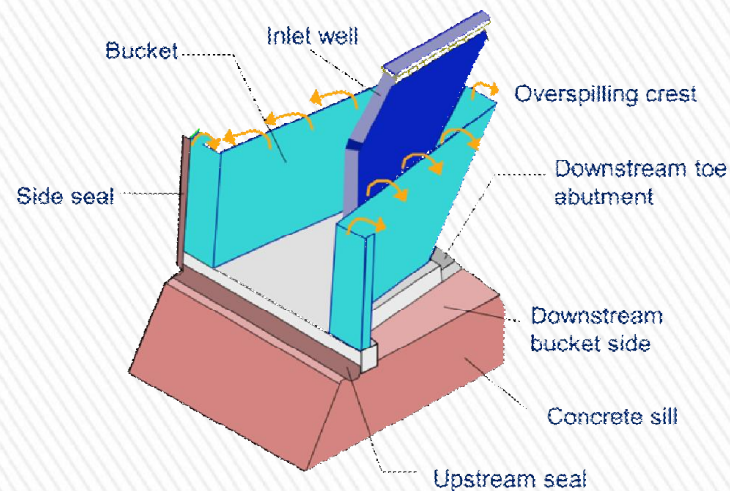
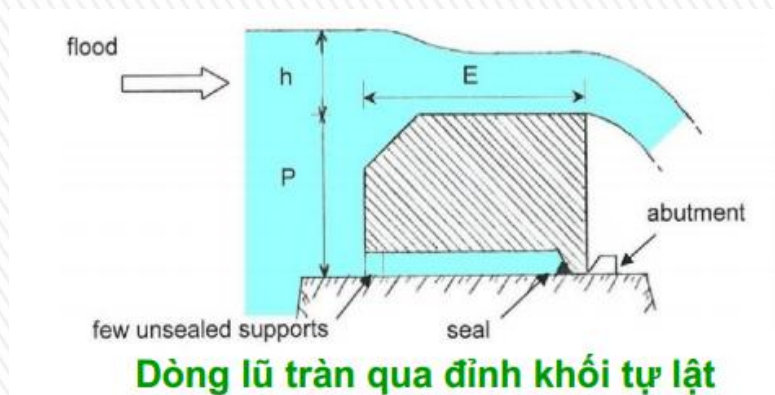
Tràn xả lũ ngưỡng LaBrinh của hồ E29 – Đăk Nông



Tràn piano Vân Phong

3.2.2 Trần tự lật

- Ngưỡng tràn gồm các khối bê tông nối tiếp nhau, các khối này được thiết kế đứng tự do và tự lật nghiêng khi MN hồ đạt cao trình nào đó



3.2.3 Trần tự vỡ: trên ngưỡng tràn có bố trí một đập đất tạm, khi lũ về mực nước trong hồ dâng vượt đỉnh đập đất tạm gây xói vỡ đập tạm và tràn thực sự làm việc gọi là tràn sự cố kiểu nước tràn qua đỉnh đập đất gây vỡ, gọi tắt là tràn sự cố kiểu đập đất tự vỡ. Áp dụng tại các công trình:

3.2.4 Đập cao su: làm việc tương tự như đập tràn hay cống có cửa van, kết cấu ngăn nước của đập bằng túi cao su liên kết với móng đập, khi vận hành làm thay đổi lượng nước hoặc khí trong túi để điều chỉnh chiều cao túi đập. Áp dụng tại các công trình:

Lưu ý: Nên áp dụng loại tràn làm việc tự động



3.3. Công nghệ SỬA CHỮA CỐNG dưới ĐẬP bằng phương pháp LUỒN ỐNG THÉP, chèn vữa BÊ TÔNG TỰ LÈN

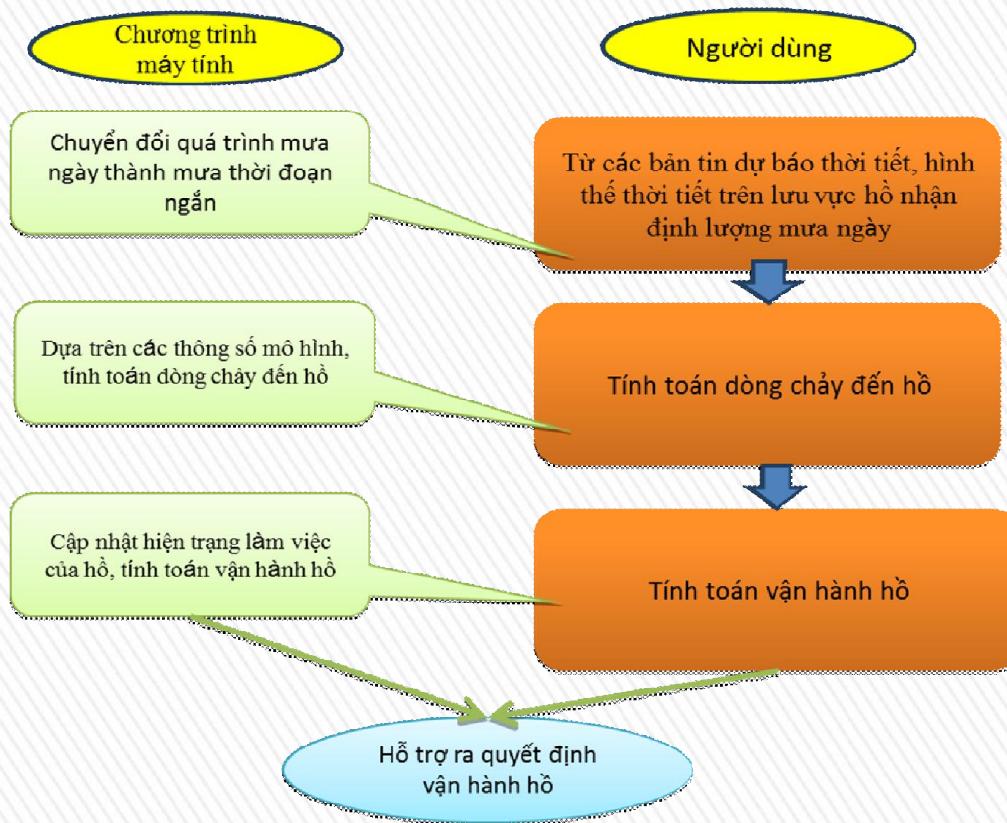
- Khi cống dưới khả năng chịu lực hoặc cống bị thấm, rò rỉ có nguy cơ mất an toàn; một đường ống thép được luồn vào bên trong cống hiện trạng trên suốt chiều dài cống; phần trống giữa cống cũ và đường ống thép trước đây được lấp đầy bằng vữa bê tông.
- Áp dụng cho đập Khe Gỗ (Hà Tĩnh), Ba Nương (Quảng Bình), Xạ Hương (Vĩnh Phúc), và một số công luồn khác của ngành giao thông.



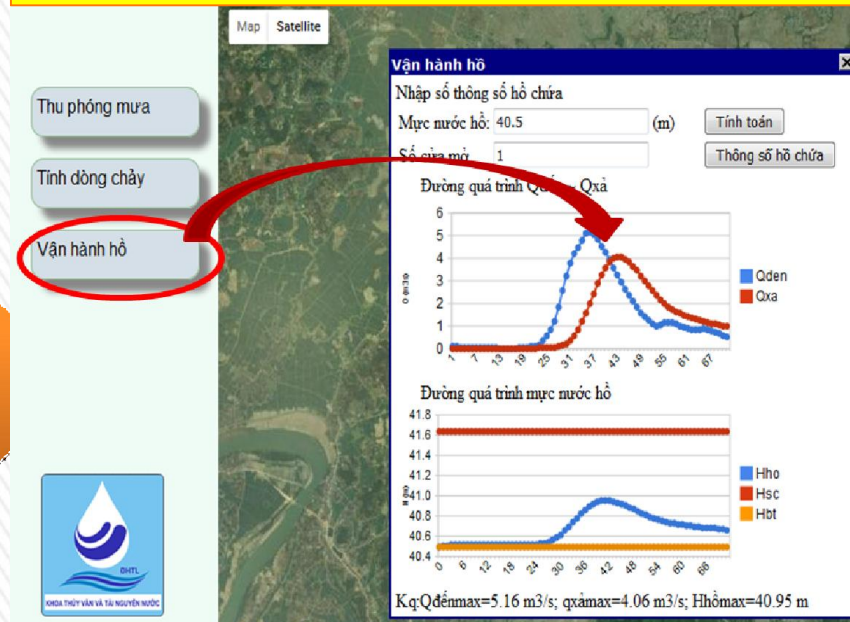
- **Lưu ý:** Trong một số trường hợp, tuy cống cũ đã được thay bằng ống thép và sử dụng van côn ở hạ lưu, nhưng van thượng lưu vẫn được sử dụng để điều tiết lưu lượng, dẫn đến hiện tượng rung động, khí thực, và gây ra hư hỏng.

3.4. Công nghệ cảnh báo và đánh giá rủi ro ATĐ

3.4.1 Bộ công cụ tính toán và cảnh báo nhanh lũ đến hồ và cảnh báo mức độ an toàn hồ



Phần mềm đã được thử nghiệm cho trên 40 hồ và được viết trên nền Google Map



Cùng với việc bố trí quan trắc mưa trong lòng hồ, Rada thời tiết việc dự báo lũ sẽ chính xác hơn → Vận hành hồ an toàn hơn.

Dự án Viet Nam-New Zealand về an toàn đập

3.4.2 Công cụ đánh giá nhanh an toàn đập

> 5 Step process being used in Nghe An and Ha Tinh Provinces

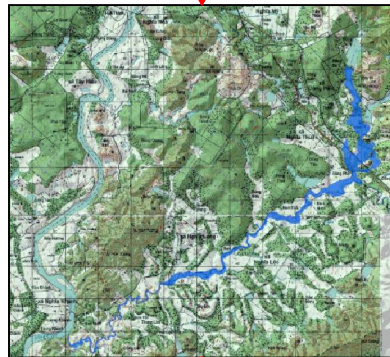
1. Dam Site Inspection

Output: identify and record current dam condition and any observable dam safety issues



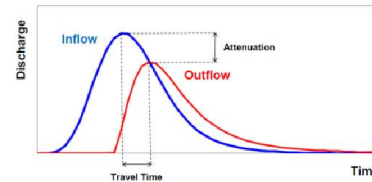
2. Preliminary Downstream Impact Assessment

Output: dam-break flood extent and population at risk



3. Preliminary Spillway Capacity Assessment

Output: estimate of spillway capacity for design flood



4. Preliminary Potential Failure Modes Assessment

Output: identify which potential failure modes are in progress (or not)

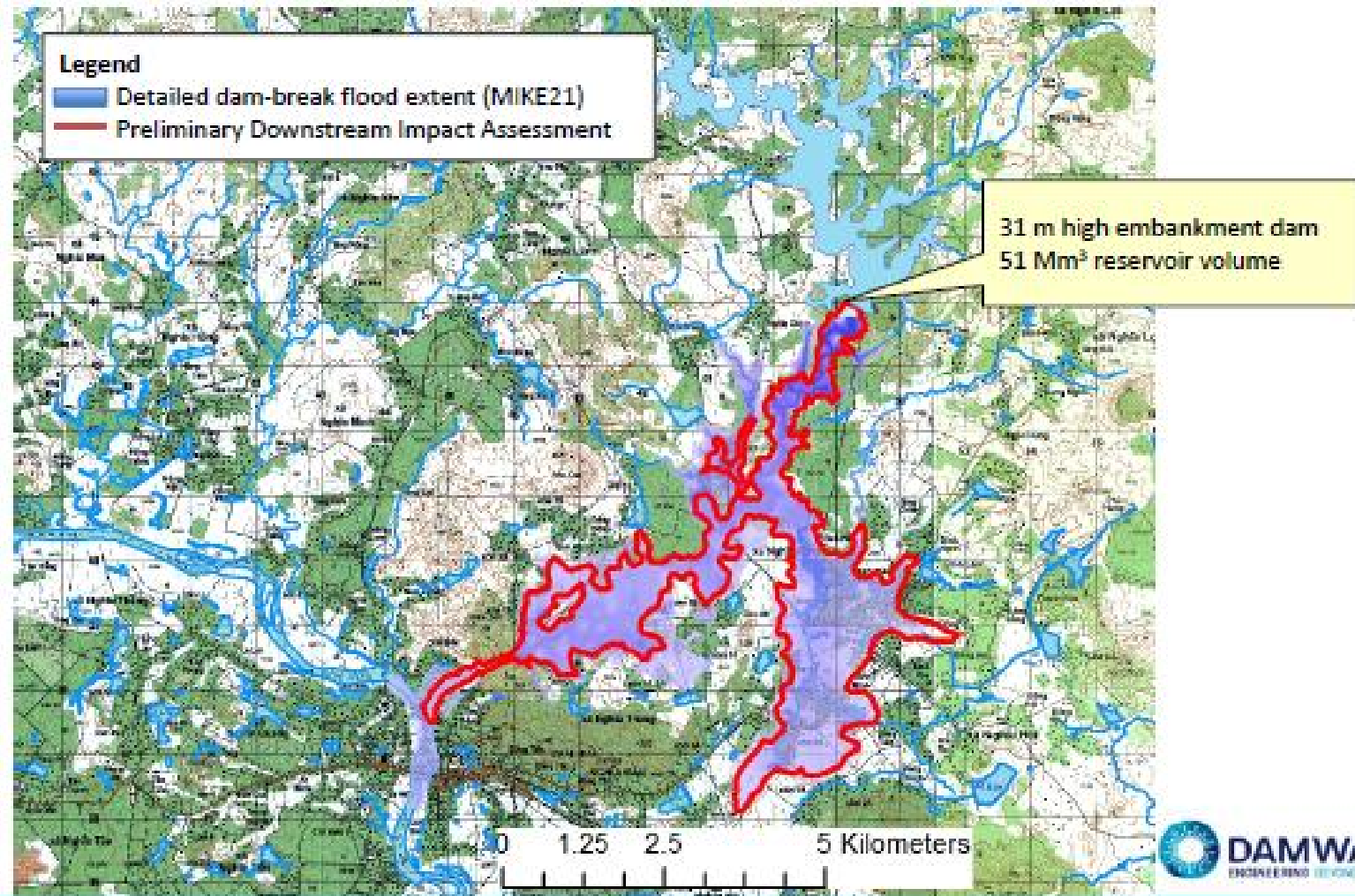
Contributing Factor Score	Description
10	Contributing factor means that the potential failure mode has initiated or is progressing, or expected to progress under normal operating or design loading conditions.
9	Contributing factor indicates that the potential failure mode is likely to develop or progress under normal operating or design loading conditions.
8	Contributing factor indicates that the potential failure mode is unlikely to develop or progress under normal operating or design loading conditions.
7	Contributing factor indicates that the potential failure mode is very unlikely to develop or progress under normal operating or design loading conditions.
6	Contributing factor is not relevant to potential failure mode development.

5. Preliminary Dam Safety Risk Assessment

Outputs from the four inspections/assessments above are combined to inform overall dam safety risk

» Simplified Dam Break Flood Mapping for small to medium reservoirs

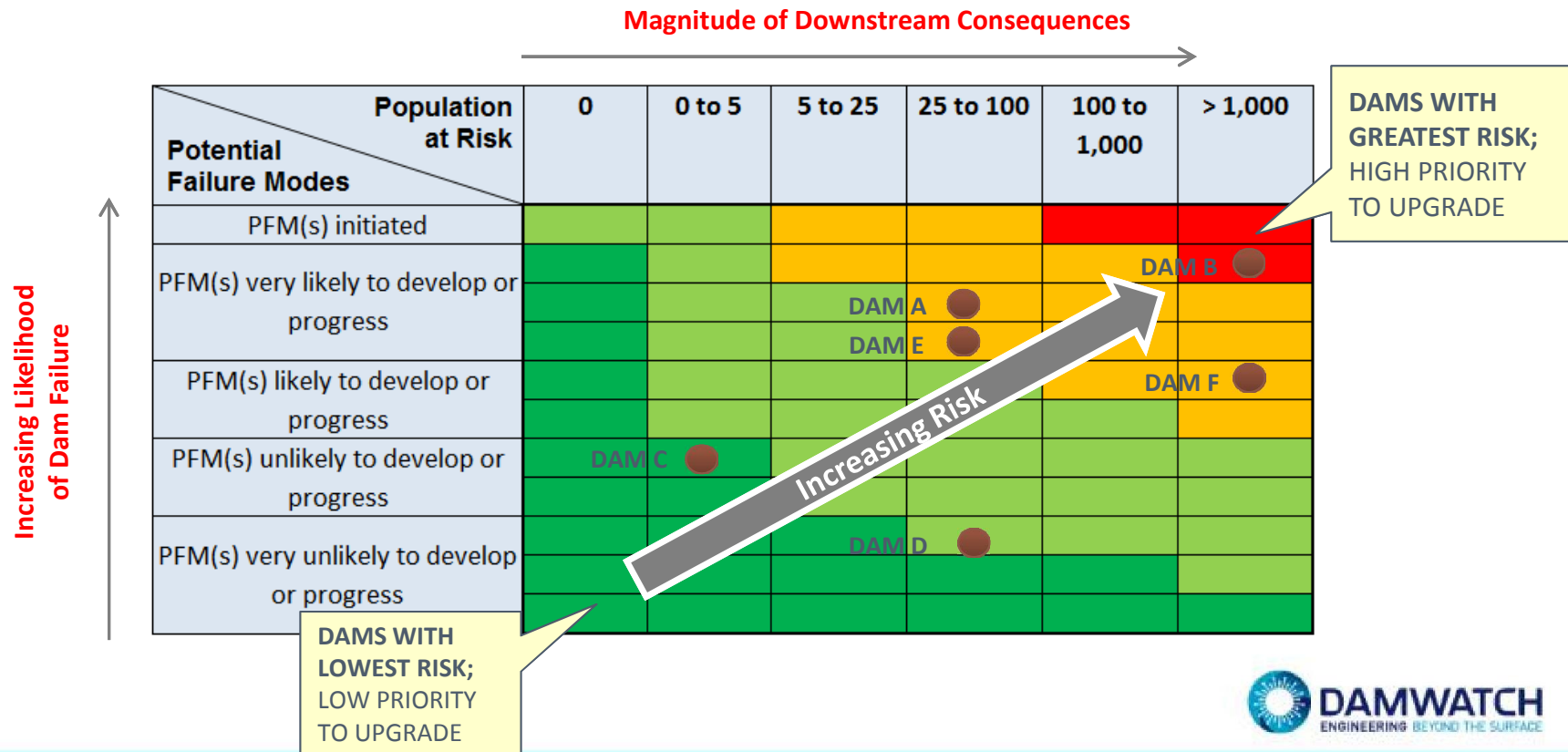
> Flood Extent from Dam Break at Song Sao, Nghe An Province



Dự án Viet Nam-New Zealand về an toàn đập

- The rapid risk assessment tool (DRAPT) can be applied over a portfolio (large number) of dams
- Dams ranked/prioritised for further assessment and upgrade according to risk:

Dam Safety Risk = Likelihood of Dam Failure x Consequences of Failure



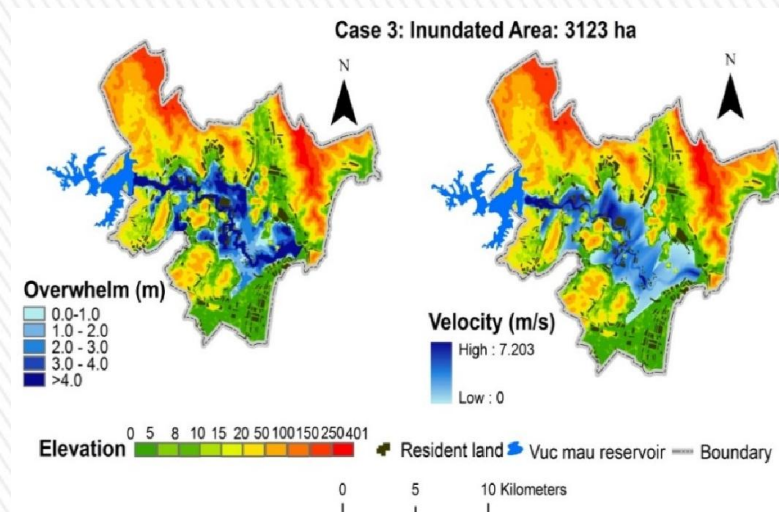
Dự án Viet Nam-New Zealand về an toàn đập

- Risk assessment (DRAPT) results plotted on risk matrix for 56 dams (Nghe An and Ha Tinh Provinces)
- Size of point shows number of dams with same risk profile

Số người có nguy cơ rủi ro (Population at Risk)		Cấp độ khả năng xảy ra sự cố (Potential Failure Mode Score)		0	0 to 5	5 to 25	25 to 100	100 to 500	500 to 1,000	> 1,000
		0	2	5	7	8	9	10		
FM(s) initiated	10		2	2	8	10	1			
FM(s) very likely to develop or progress;	9									
	8			1	3	2	1			
FM(s) likely to develop or progress	7				1	1				
	6			2	3	8	1	1		
FM(s) unlikely to develop or progress	5					2				
	4			1	1	3				
FM(s) very unlikely to develop or progress	3									
	2				1					1
	1									
	0									

3.4.3 Dự báo ngập lụt hạ lưu hồ chứa nước do xả lũ/vỡ đập

- Bộ phần mềm hiện đại (MIKE11, MIKE21, MIKE FLOOD, ...)
- Công nghệ dự báo ngập lụt
- Đã và đang áp dụng ở nhiều tiểu dự án của các dự án WB4, WB5, WB8
- Bản đồ ngập lụt do xả lũ các hồ chứa trên các lưu vực sông lớn đang được xây dựng



Bản đồ ngập lụt hạ lưu hồ Vực Mấu

3.4.4 Công nghệ mới trong tính toán thiết kế, quan trắc

- Diễn biến nhiệt và ứng suất nhiệt trong RCC, BT khối lớn
- Bài toán phân tích kết cấu, USBD
- Bài toán hóa lỏng nền đê/đập do động đất
- Thủy lực, thủy văn
- Ổn định, thấm (phi tuyến, ba chiều)
- Phân tích công trình theo lý thuyết độ tin cậy
- » Công nghệ viễn thám, sử dụng ảnh vệ tinh trong điều tra khảo sát, quy hoạch, thiết kế thủy lợi và dự báo

3.4.5. Công nghệ cảnh báo phát hiện nguy cơ sự cố

Trong số các KQ đề tài ĐL Cấp QG, 2016 – 2019:

- **Thiết bị phát hiện sớm dòng thấm tập trung:** Bộ thiết bị quan trắc – thăm dò điện đa cực.
- **Công nghệ đánh dấu đồng vị, phóng xạ** để xác định vận tốc thấm và dòng thấm.
- **Thí nghiệm mô hình vật lý đập đất tỷ lệ lớn** (đo dòng thấm, chuyển vị, dao động của cửa van....).
- **Robot khảo sát (đang thử nghiệm):** dùng cho công tác khảo sát kiểm tra phát hiện và dự báo vị trí hư hỏng trong lòng cống và các công trình thủy lợi là rất cần thiết và phù hợp với ngành thủy lợi hiện nay.



3.4.6. Xây dựng Bộ tiêu chí đánh giá ATĐ, Tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật

- **Bộ tiêu chí đánh giá ATĐ** (các Tiêu chí lũy, Nhóm tiêu chí địa chất, địa chấn, Nhóm tiêu chí thấm, Nhóm tiêu chí kết cấu và ổn định, Tổ hợp các tiêu chí);
- **Sổ tay hướng dẫn an toàn hồ chứa vừa và nhỏ,**
- **TCVN - Đánh giá an toàn đập;**
 - Cọc xi măng đất thi công theo phương pháp jet- grouting – yêu cầu thiết kế thi công và nghiệm thu cho xử lý nền đất yếu
 - **Định mức kiểm định ATĐ;**
 - Hướng dẫn sửa chữa cống dưới đập; (Hướng dẫn đắp áp trúc mái đập đất; Hướng dẫn chống thấm đập đất...)
 - Tiêu chuẩn kỹ thuật/định mức xây dựng bản đồ ngập lụt

3.4.7.Đào tạo, tập huấn ATĐ

- Giảng dạy các lớp tập huấn về an toàn đập.

IV. Một số giải pháp và hướng phát triển CN ATĐ

4.1 Giải pháp

- **Nghiên cứu, phát triển, hoàn thiện công nghệ ATĐ**

- **Nâng cao chất lượng tư vấn thiết kế và công nghệ xây dựng hồ đập**

- **Tập trung đầu tư hợp lý**

Phân loại để ưu tiên đầu tư khắc phục. Mạnh dạn cho dừng hoạt động tạm thời các hồ đập có nguy cơ cao mà chưa có vốn sửa chữa

- **Hoàn thiện hệ thống văn bản pháp lý ATĐ**

Cập nhật tiến bộ KH-CN, những thay đổi của thực tế. Thống nhất về một mối quản lý chính thể nhưng cụ thể rõ ràng.

- **Đổi mới cơ bản công tác quản lý hồ đập**

Quản lý hồ đập phải đưa về một đầu mối. Thực hiện tốt công tác quan trắc.

- **Nâng cao nhận thức về ATĐ**

Các lớp tập huấn, tổ chức kiểm tra kiểm định, thực hiện thi tay nghề nâng cấp các quy trình bắt buộc với người quản lý hồ đập, tiến hành đào tạo lại. Biên tập và phổ biến kỹ thuật an toàn đập, thực hành diễn tập xử lý từng sự cố

4.2 Hướng phát triển công nghệ ATĐ

1. Giải pháp cho nước tràn qua đỉnh:

Ứng dụng phụ gia Rovo để cứng hóa mặt đê/đập.

Áp dụng kết cấu băng lọc (waterbelt) để làm kết cấu thoát nước mái hạ lưu

Công nghệ trồng cỏ trong thảm lưới xơ dừa để bảo vệ mái đê/đập

Tràn xả lũ khẩn cấp trên đập đất vừa và nhỏ sử dụng cấu kiện bê tông đúc sẵn có liên kết

2. Công nghệ dò tìm và phát hiện khuyết tật trong đập

Công nghệ phát hiện hư hỏng sửa chữa, nâng cấp công

Công nghệ phát hiện sớm nguy cơ sự cố cho đập đá đổ bản mặt BT

Công nghệ xử lý các loại sự cố ở đập BT trọng lực trên nền đá.

3. Các quy trình

Quy trình đánh giá độ an toàn cửa van công trình tháo

Quy trình xác định “thoát không” dưới đập đá đổ bê tông bản mặt

Quy trình công nghệ phát hiện sớm các loại nguy cơ sự cố đối với đập BT trên nền đá.

Quy trình thiết kế tràn sự cố

Quy trình sử dụng tiêu chí đánh giá an toàn đập đất và nguy cơ sự cố

Công nghệ áp dụng thiết bị, kỹ thuật và quy trình quan trắc tiên tiến ở đập

Quy trình kỹ thuật Tường hào xi măng-Bentonite để chống thấm ở đập đất

V. Kiến nghị

- » Thành lập bộ máy quản lý an toàn đập từ Trung ương xuống Địa phương;
- » Nghiên cứu thành lập cơ quan quản lý đập theo lưu vực sông;
- » Khuyến khích ứng dụng các công nghệ mới, cho phép áp dụng các tiêu chuẩn nước ngoài cho các công trình thí điểm.
- » Đầu tư nguồn lực để thực hiện các nghiên cứu, phát triển, hoàn thiện các công nghệ mới đảm bảo an toàn đập.

Xin trân trọng cảm ơn!