Thiết kế an toàn đập hiện đại và bền vững

Tiến sĩ Martin Wieland
Chủ tịch Ủy ban Địa chấn trong Thiết kế đập, Hội Đập lớn thế giới
Poyry Switzerland Ltd., Zurich, Thụy Sĩ

Thiết kế an toàn đập hiện đại và bền vững

PHẦN G

Tiến sĩ Martin Wieland
Chủ tịch Ủy ban Địa chấn trong Thiết kế đập, Hội Đập lớn thế giới
Poyry Switzerland Ltd., Zurich, Thụy Sĩ

Tuổi thọ của đập

Tuổi kinh tế của đập

AN TOÀN: Đập còn tuổi thọ chừng nào đập vẫn **an toàn về mặt kỹ thuật và có thể vận hành được**!

BẢO DƯỠNG: điều này có nghĩa là, đập còn tuổi thọ chừng nào **vẫn có thể thực hiện được bảo dưỡng thích đáng.**

Bảo dưỡng làm chậm quá trình lão hóa.

Những yếu tố tác động đến tuổi thọ của đập

- **Thay đổi tiêu chí thiết kế** dựa trên các thông tin mới, có được kể từ thiết kế ban đầu về đập (thủy văn và **nguy cơ địa chấn, tiêu chí thiết kế địa chấn**);
- **Thay đổi phương pháp phân tích và khái niệm an toàn mới** (ví dụ quy tắc n-1 cho các bộ phận xả lũ đi cùng với đập đắp; **các phương pháp phân tích động lực – ứng xử không đàn hồi);**
- **Kết quả đánh giá rủi ro** (các rủi ro mới và thay đổi về tiêu chí chấp nhận rủi ro**, tính dễ tổn thương địa chấn của đập;**
- **Lão hóa** các vật liệu xây dựng và vật liệu nền (**giảm an toàn địa chấn**), và
- **Bồi lắng trong hồ chứa (thay đổi về tương tác động lực với hồ chứa).**

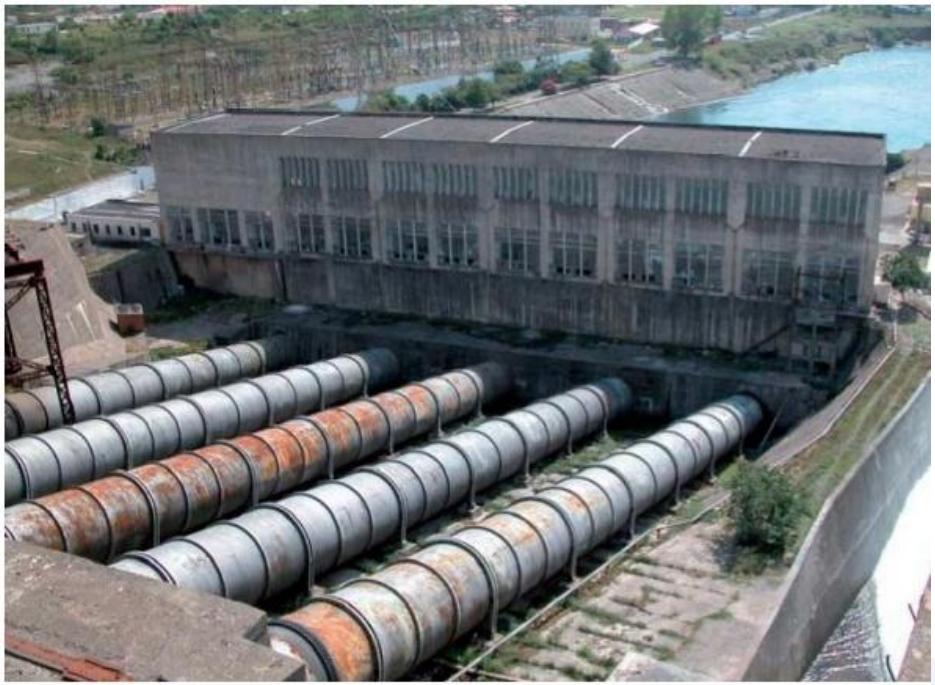
Tuổi thọ của bê tông

- Ngoại suy cho tính năng của bê tông kéo dài 150 đến 200 năm là một ước đoán không chắc chắn vì không có đập thực tế để kiểm chứng.
- Các nghiên cứu (các đền đài, kho chứa chất thải phóng xạ) cho thấy tuổi phục vụ của bê tông có thể là 500 - 1000 năm nếu như không có cốt thép và sử dụng xi măng đặc biệt (ít tỏa nhiệt) cùng với cốt liệu bền vững.
- Trong điều kiện môi trường lý tưởng (nhiệt độ, độ ẩm, …) tuổi thọ của đập bê tông được bảo dưỡng tốt có thể hơn hơn 100 năm.

Lão hóa

Lão hóa: Ăn mòn, thực vật.

Yếu kém ở thiết bị cơ khí thủy công: Rò chảy qua cửa van đập tràn và ăn mòn đường ống áp lực

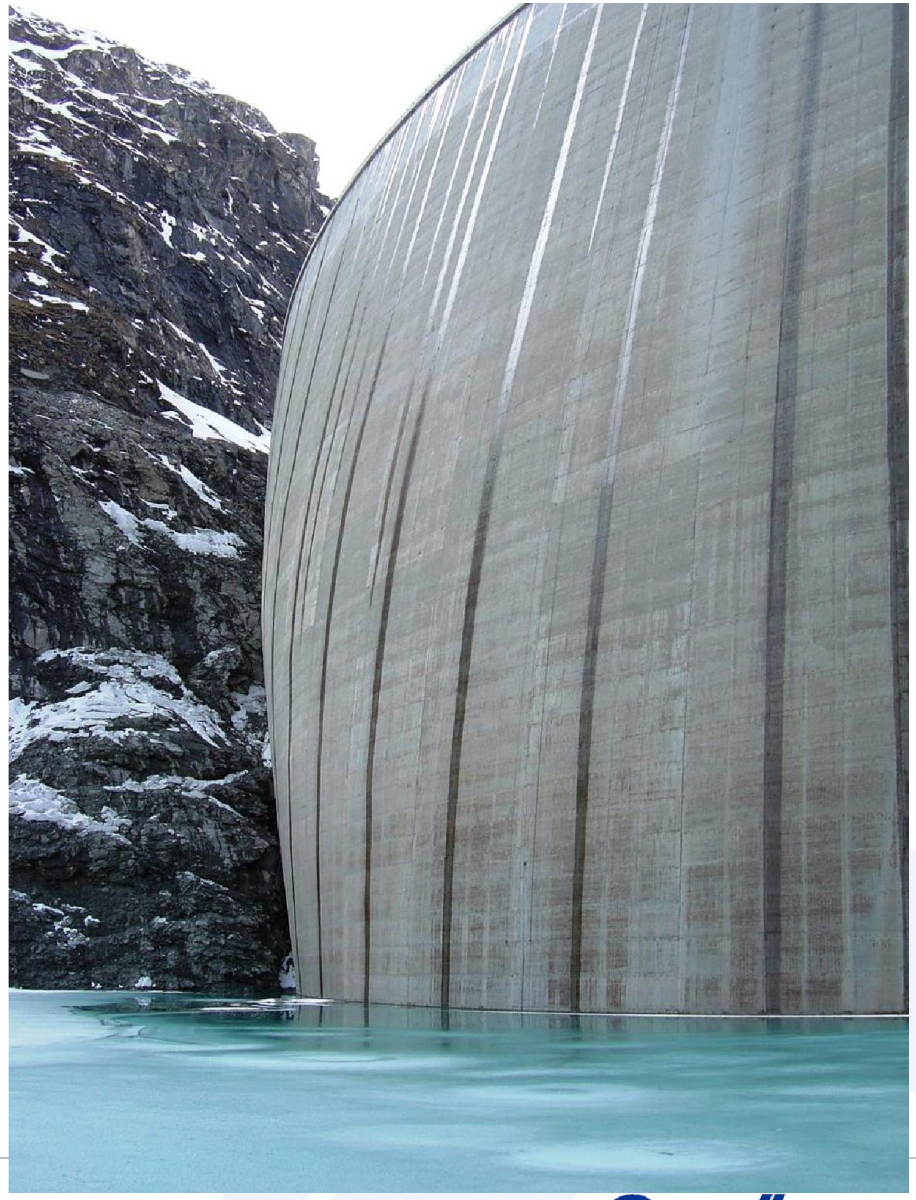


Lão hóa tác động đến tuổi thọ đập bê tông

- **Quá trình hóa học** (trưởng nở do AAR), ăn mòn sulphate, rửa lũa can xi, ...),
- **Quá trình vật lý và cơ học** (các chu kỳ tan băng-đóng băng và khô-ướt liên tục, bị nứt do các tác động của địa chấn, ...),
- **Quá trình sinh học** (cây cỏ mọc tại các khe nứt, động vật thân mềm bám trên bề mặt, …), và
- **Thấm trong nền và thân đập** (hoà tan, rửa trôi vật liệu, làm thay đổi áp lực đẩy nổi trong đập và nền, dẫn đến thay đổi ổn định của đập và hai vai đập.

Đập vòm Mauvoisin, 250 m, Thụy Sĩ

Điều kiện của đập sau 50 năm khai thác hiệu quả



PÖYRY

Vệt nước thấm rỉ ra mặt đập trọng lực 75 năm tuổi

(tỉ lệ nước-XM cao, tác động của áp lực kẽ rỗng lên ổn định đập)

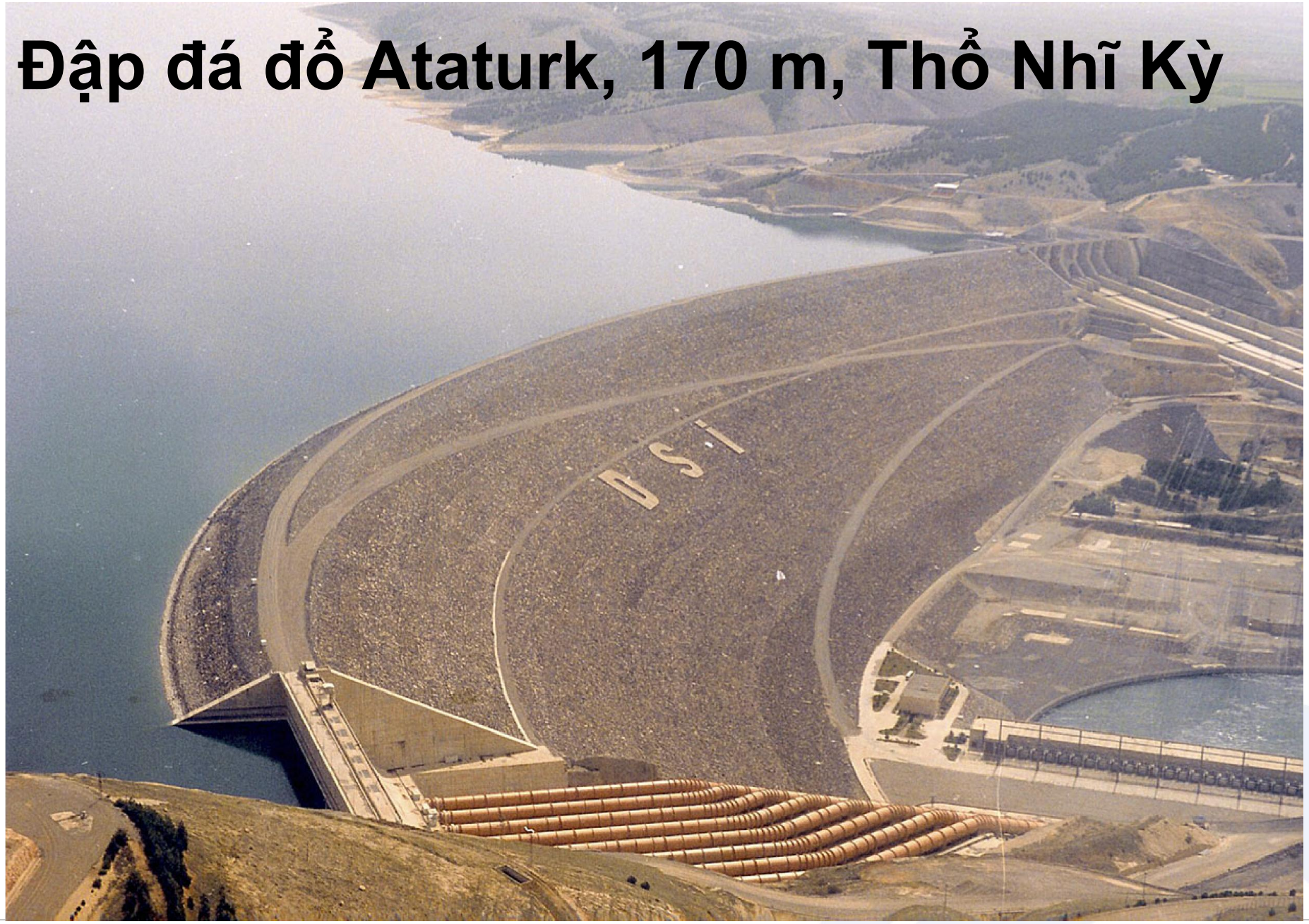
Tác động của lão hóa đối với tuổi thọ của đập đắp

- Đập đắp chủ yếu sử dụng các vật liệu tự nhiên.
- Ở các đập đắp có mặt chống thấm thượng lưu thường sử dụng bê tông hoặc bê tông asphalt.
- Ở đập đá đổ bản mặt bê tông (CFRD), nứt các tấm bản mặt sẽ dẫn đến tổn thất thấm và gia tăng ăn mòn cốt thép. Tuổi thọ của tấm bản mặt bê tông cốt thép ngắn hơn so với đá xếp khan. Do đó các đập CFRD đòi hỏi bảo trì nhiều hơn so với đập đá đổ truyền thống có lõi chống thấm.
- Các đập đắp được thiết kế và thi công đúng cách có thể bền vững về mặt kết cấu qua nhiều thế kỉ chừng nào chúng không bị xói mòn.

Đập Mahabad, Iran (cao 47 m)
Biến dạng đỉnh đập do lún bão hòa trong khối lăng trụ đá thượng lưu

PÖYRY

Đập đá đổ Ataturk, 170 m, Thổ Nhĩ Kỳ



PÖYRY

Thi công lại phần 15m trên đỉnh đập
(do xẩy ra biến dạng ở đỉnh đập)

PÖYRY

Tuổi phục vụ thiết kế

- Tuổi phục vụ thiết kế của đập và của các hạng mục đi cùng với đập, gồm thân đập,nền đập, đập tràn, cống xả đáy và/hoặc bộ phận xả cát tách biệt:

  (i) điển hình là 80 đến 100 năm hoặc

  (ii) bằng thời gian nhượng quyền (30 – 80 năm)

- Tuổi phục vụ thiết kế của thiết bị cơ điện, thiết bị điện tử và phần mềm:

  (i) thiết bị cơ điện chính: khoảng 30 năm

  (ii) máy tính, phần mềm, thiết bị quan trắc:

  5 – 20 năm (có thể thay đổi)

Equipment	Typical life-span of new components
Shut down vlave	60 years
Turbine stationnary parts	50
Turbine Governor	30
Generator	40
Exciter machine	40
MV switchgear	35
LV switchgear	35
Auxiliary transformer	40
Battery systems	20
Battery chargers	25
Cables	50
Generator protection	20
Voltage regulator	20

Tuổi thọ của thiết bị cơ điện mới (đơn vị: năm): Tuổi thọ phụ thuộc vào điều kiện bảo dưỡng thường kỳ, có sẵn phụ tùng thay thế và đội ngũ nhân viên có chuyên môn

PÖYRY

Kết luận: Tuổi thọ kinh tế của đập

- Đập còn tuổi thọ chừng nào đập còn an toàn, nghĩa là vẫn chắc chắn thực hiện được công tác bảo dưỡng thích đáng.
- Một đập an toàn tại thời điểm kết thúc thi công, không nghiễm nhiên vẫn sẽ an toàn mãi về sau. Một số chủ đầu tư có thể tin rằng, đập đã an toàn tại thời điểm kết thúc thi công thì vẫn sẽ tiếp tục an toàn sau này.
- Bỏ qua công tác bảo dưỡng công trình sẽ làm giảm tuổi thọ công trình, nghĩa là tổn thất về kinh tế, và làm mất lòng tin của công chúng về an toàn của đập.

Kết luận: Các lợi ích do đập an toàn

- Các công trình chứa nước đòi hỏi phải được bảo dưỡng liên tục và được định kỳ đánh giá về an toàn.
- Các đập phải có khả năng chịu được các trận lũ cực lớn và động đất mạnh.
- Đầu tư cho công tác bảo dưỡng, nâng cấp và sửa chữa sẽ nâng cao độ an toàn và kéo dài tuổi thọ của công trình.
- Đầu tư vào an toàn đập bắt đầu ngay từ ở giai đoạn thiết kế, và có thể gặt hái được nhiều lợi ích trong giai đoạn khai thác đập.
- Đầu tư vào an toàn của các đập hiện có cũng là một nghĩa vụ xã hội và không chỉ đơn thuần là đầu tư thương mại.

Rủi ro của đập tạo hồ

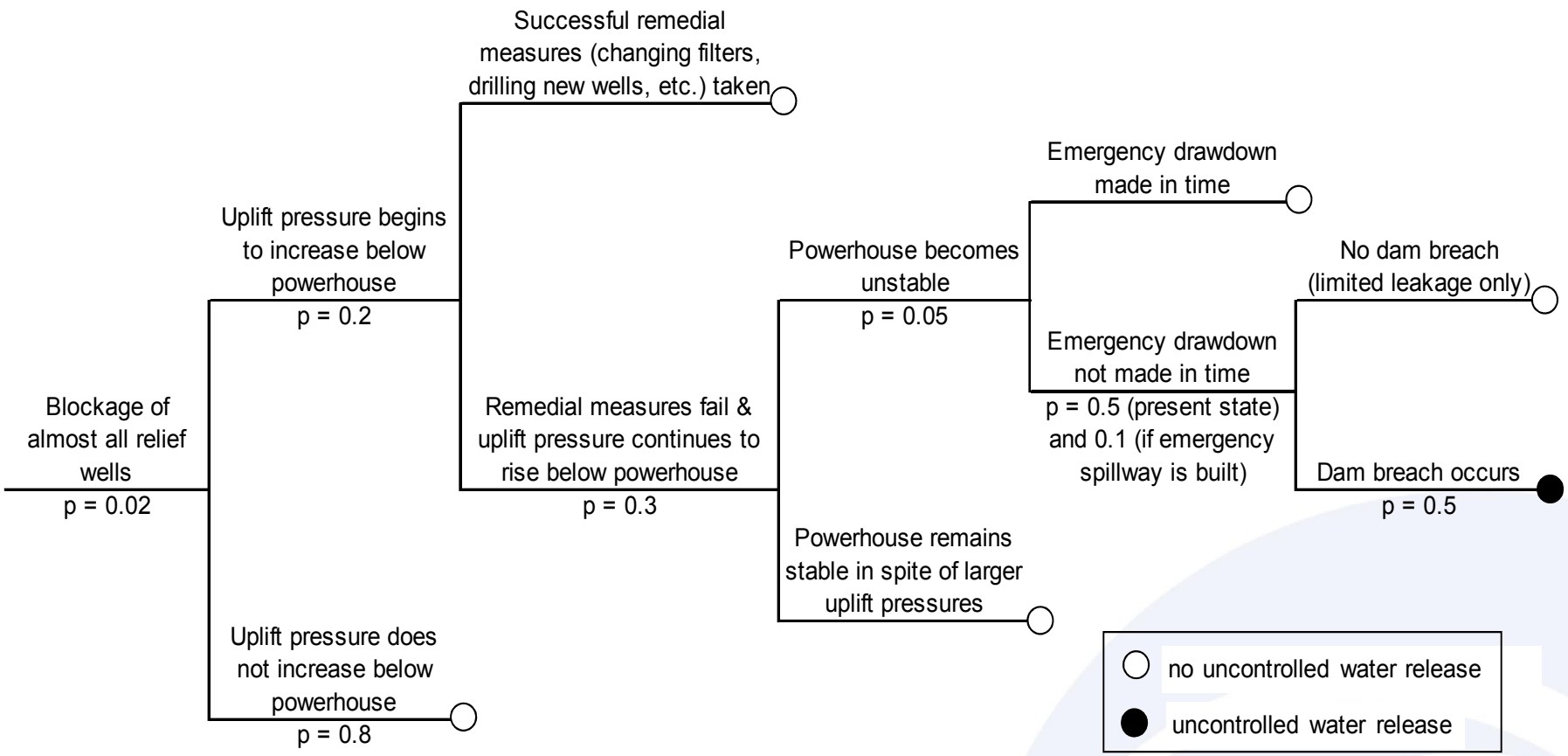
Rủi ro = Xác suất vỡ đập

x

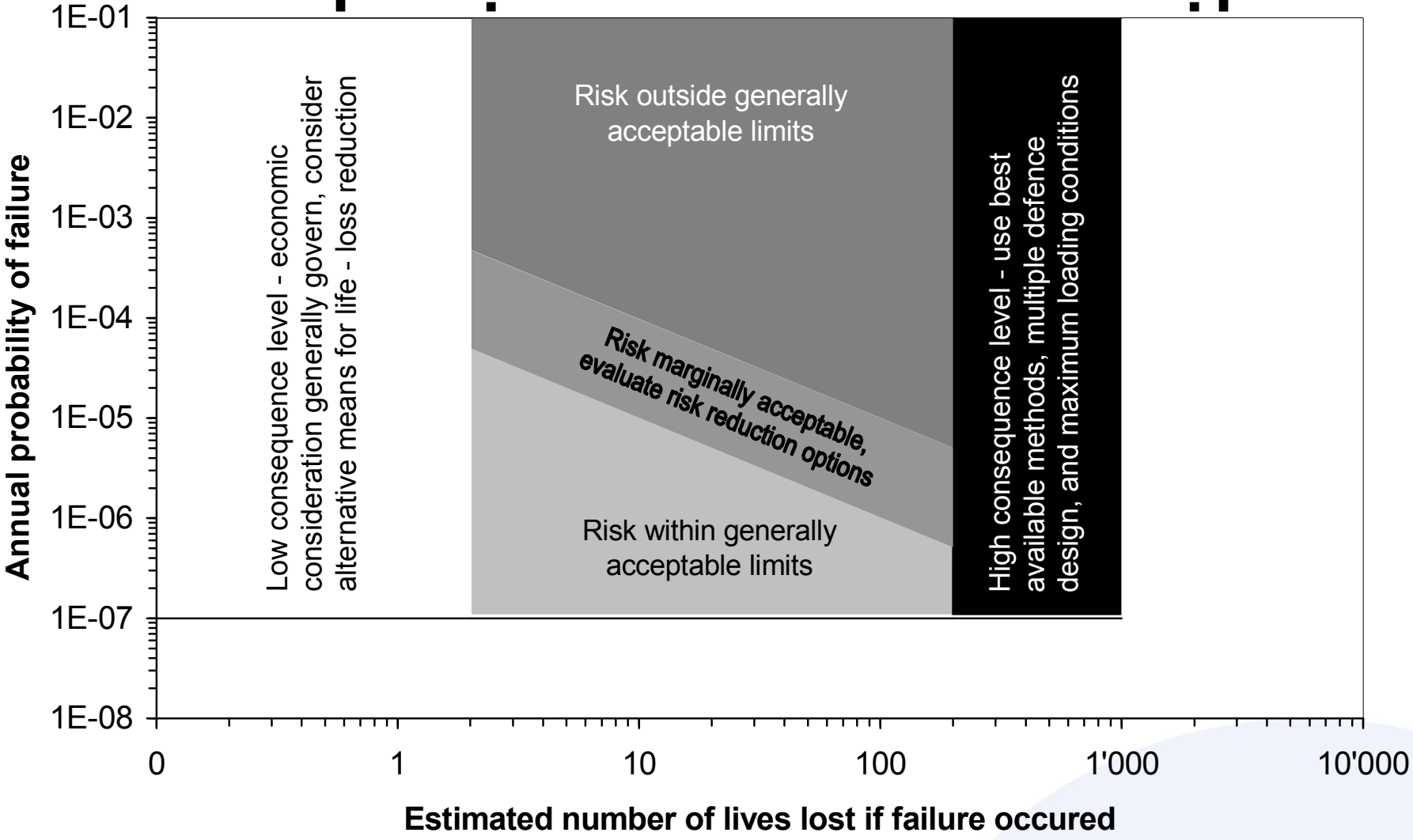
Hậu quả (ngập lụt)

Các kiểu vỡ đập do địa kỹ thuật (cây sự việc)

Tắc giếng giảm áp



Tiêu chí chấp nhận rủi ro đối với các đập USBR



Thực tiễn ở Thụy Sĩ: giảm tối đa hậu quả (mục tiêu: không tổn thất sinh mạng) vì không thể tính được xác suất vỡ đập (mỗi đập là một nguyên mẫu)!

PÖYRY

Ví dụ về các đập có nguy cơ động đất cao
Đỉnh gia tốc nền và chuyển dịch đứt gãy

- Đập Neelum Jhelum kết hợp đập bê tông với đập đắp, Pakistan: 1,26 g và chuyển dịch đứt gẫy khoảng 3,7 m
- Đập đá đổ Rudbar Lorestan, Iran: 0.74 g, nhiều gián đoạn địa chất trong nền đập có chuyển dịch do địa chấn lên đến 1,5 m
- Đập đá đổ có lõi nghiêng Angat, Philippines: 0.95 g và dịch chuyển đứt gãy từ 4 đến 6 m
- Đập đá đổ Frieda có màn geotextile thượng lưu, Papua New Guinea: 0,94 g
- Nhiều đập bê tông ở vùng núi Zagros, Iran: 0,4 đến 0,6 g
- Nhiều đập đá đổ ở Philippines (Ambuklao, Binga, Magat, Aklan, Pantabangan, Balintingon): 0,4 đến 0,6 g

Kết luận

- Để có được an toàn đập tin cậy, phải áp dụng khái niệm an toàn đập tích hợp, bao gồm những nội dung sau:
  - An toàn kết cấu
  - Giám sát an toàn đập (quản lý an toàn đập)
  - An toàn vận hành và bảo dưỡng
  - Kế hoạch ứng phó khẩn cấp

Cả 4 hợp phần an toàn trên đều quan trọng như nhau.

Kết luận

- Địa chấn gây nguy hiểm về nhiều phương diện cho hầu hết các đập lớn. Dao động nền là nguy cơ chính, được xét đến trong tất cả các hướng dẫn về động đất cho các đập. Các nguy cơ do địa chấn khác thường được đề cập sơ giản hơn so với nguy cơ dao động nền, hoặc đã bị bỏ qua.

- Đập vốn dĩ không an toàn về chịu động đất.
- Hướng dẫn cập nhật của ICOLD về “Lựa chọn các thông số địa chấn cho các đập lớn” đã đề cập hầu hết các kết cấu và hạng mục của đập lớn.

Kết luận

- Công trình hạ tầng phải bền vững để có thể đáp ứng các yêu cầu của công chúng trong thời gian rất dài. Tuy vậy, không thể xem các công trình chứa nước là bền vững nếu an toàn của chúng không được bảo đảm chiếu theo các tiêu chuẩn hiện đại.
- Tính bền vững đòi hỏi phải có công nghệ an toàn và an toàn là yếu tố trọng tâm.

Kết luận

- Đập còn tuổi thọ chừng nào đập còn an toàn, nghĩa là chừng nào vẫn chắc chắn thực hiện được công tác bảo dưỡng thích đáng.
  - Đập an toàn tại thời điểm kết thúc thi công không có nghĩa là sẽ nghiễm nhiên an toàn lâu dài về sau.
  - Bỏ qua công tác bảo dưỡng các hợp phần xây dựng sẽ làm giảm tuổi thọ công trình, thể hiện thành tổn thất về kinh tế, và gây mất niềm tin về an toàn đập của công chúng chịu ảnh hưởng.