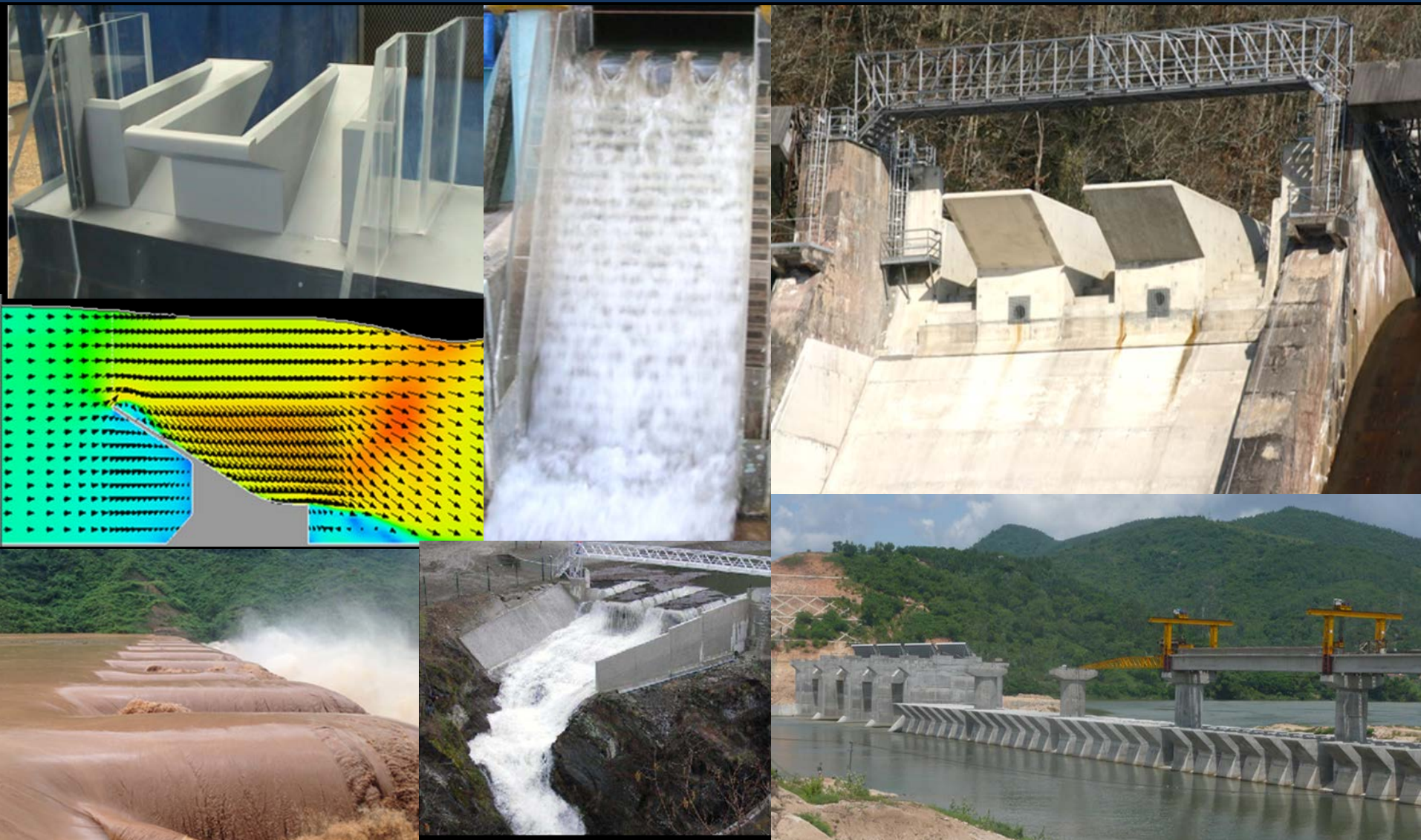


PKW 2013: Hội thảo quốc tế lần thứ 2 về tràn labyrinth và tràn phím đàn piano

Paris - Chatou, C.H. PHÁP 20-22 Tháng 11 năm 2013

Tràn phím đàn piano (PKW) : 15 năm Nghiên Cứu & Phát Triển – Triển vọng

M.HoTa Khanh (VNCOLD) - Vietnam



1. GIỚI THIỆU: TỔNG QUAN – TÓM TẮT QUÁ TRÌNH
2. MÔ HÌNH VẬT LÝ
 - 2.1 Các vấn đề chính và kết quả về quan hệ Q~H của PKW
 - 2.2 Những ví dụ về Nghiên cứu và Phát triển (NC&PT) với mô hình vật lý
3. MÔ HÌNH SỐ
4. ƯU ĐIỂM CỦA PKW – ÁP DỤNG
 - 4.1 Ưu điểm chính của PKW và trần labyrinth
 - 4.2 Các ưu điểm của PKW so với trần labyrinth (*khái quát*)
 - 4.3 (a & b): Các ví dụ về PKW bố trí trên đập trọng lực
 - 4.4 Các ví dụ kết hợp PKW với cửa van cung
 - 4.5 So sánh PKW (kiểu A & D) với trần labyrinth chữ nhật ở đập thấp (hoặc trần bên)
5. KẾT LUẬN – TRIỂN VỌNG
 - 5.1 Ứng dụng PKW và triển vọng phát triển
 - 5.2 Những NC&PT tiếp theo để áp dụng rộng rãi PKW trên thế giới
 - 5.3 Một số kiểu đập trần khả dĩ mới có PKW

1. TỔNG QUAN – TÓM TẮT QUÁ TRÌNH

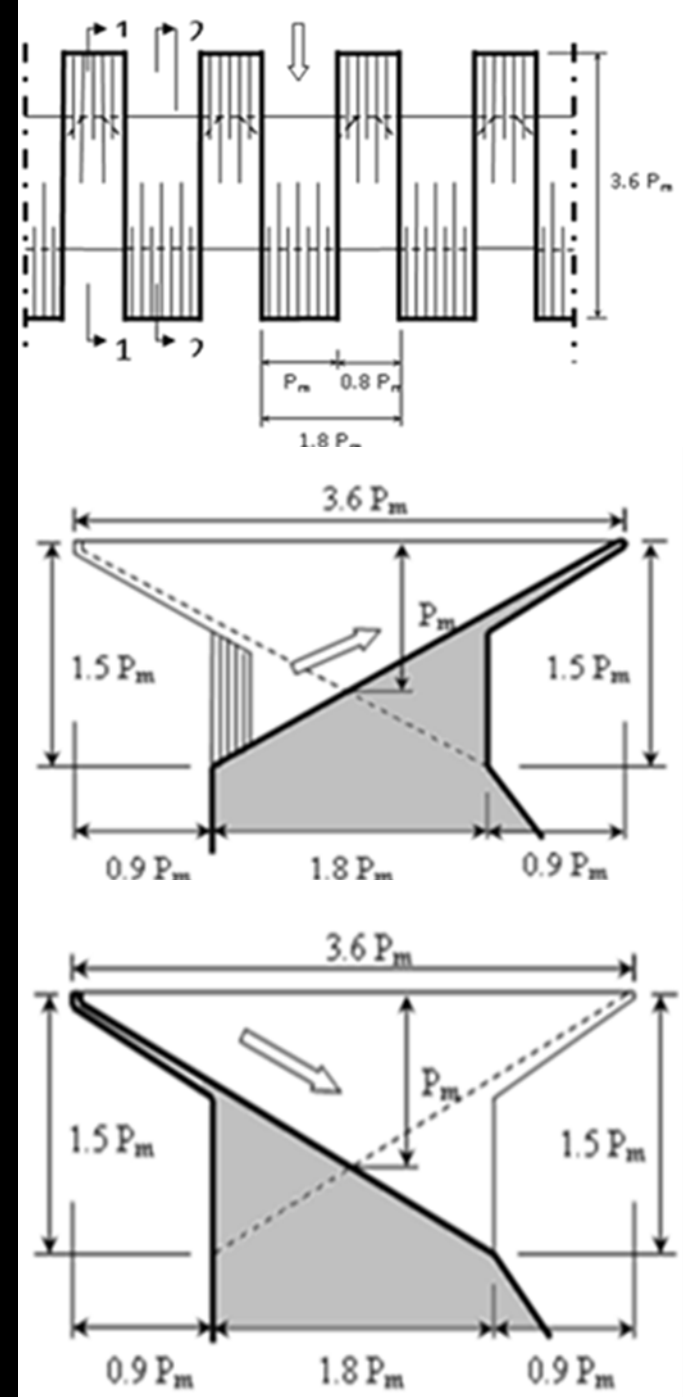
❖ Đặc điểm chung của PKW: được cải tiến từ trần labyrinth truyền thống với dạng chữ nhật trên mặt bằng và các ô cánh vươn về thượng, hạ lưu để giảm chiều dài móng.

❖ Những nghiên cứu và thí nghiệm đầu tiên được Hydrocoop khởi xướng và phối hợp thực hiện tại 5 phòng thí nghiệm ở Pháp, Algérie, Trung Quốc, Ấn Độ và Việt Nam từ 1998 đến 2005.

❖ Mục tiêu của những nghiên cứu và thí nghiệm đầu tiên nhằm tạo thuận lợi cho thiết kế sơ khởi với:

- Đặc trưng hóa các thông số chính của PKW.
- Lập một số “mô hình trung bình” có xét đến phương diện kết cấu và kinh tế để thuận lợi cho ước tính chi phí và so sánh với các phương án khác.

Mô hình trung bình (đối xứng) kiểu A có $n=5$ 



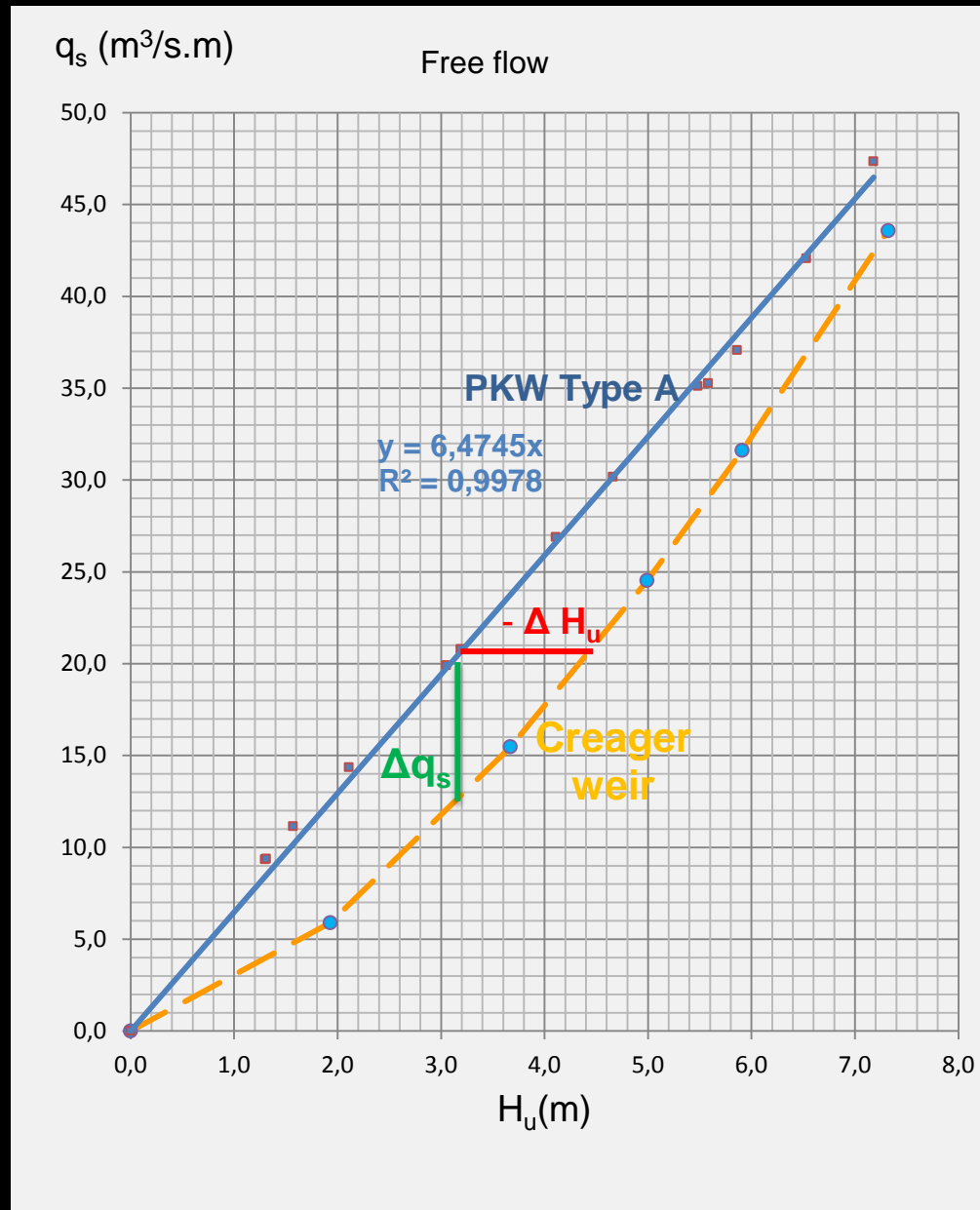
- Xác định quan hệ lưu lượng-mức nước ($q_s \sim H_u$) ở một số “mô hình trung bình”

* q_s ở đây là q_{sW} , không phải là q_{sL}

Với “mô hình trung bình kiểu A” của Hydrocoop, quan hệ lưu lượng-mức nước gần tuyến tính với $q_s = 4.3\sqrt{P_m} H_u$.

Những đường cong này cho phép trực tiếp có được 3 kết quả quan trọng nhất để so sánh PKW với tràn ogee.

- ✓ Mức tăng lưu lượng đơn vị Δq_s ứng với chiều cao cột nước tràn H_u .
- ✓ Mức giảm chiều cao cột nước ΔH_u ứng với lưu lượng đơn vị q_s .
- ✓ Tỷ số $r = q_{PKW}/q_{Creager}$ ứng với chiều cao cột nước H_u .



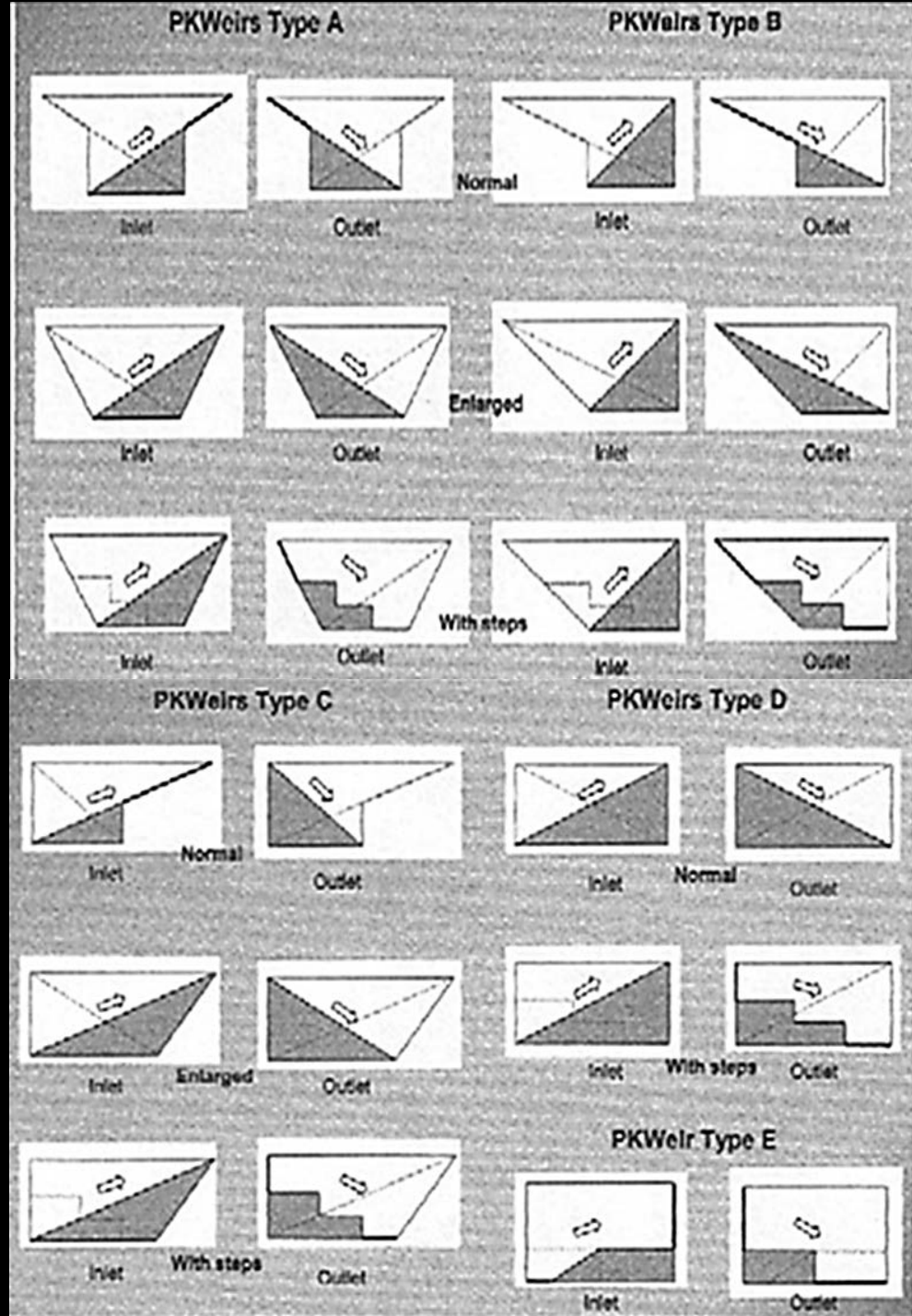
- Một số kiểu PKW do Hydrocoop đề xuất.

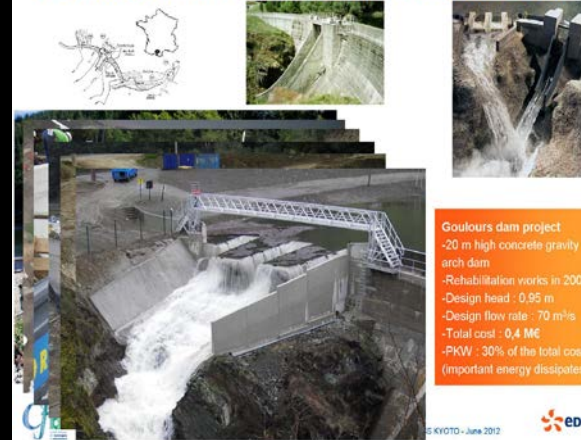
Ba kiểu PKW biến đổi này (còn có thể tạo nên những loại khác nữa) cho phép chọn được kiểu thích hợp nhất với điều kiện cụ thể của dự án.

Những điều kiện của dự án liên quan đến:

- tối ưu về thủy lực,
- các hạn chế về kết cấu và thi công,
- các yêu cầu vận hành,
- các cứu xét kinh tế.

Ví dụ, với đập có chiều rộng tràn dài trên nền bồi tích, nghiên cứu cho thấy PKW kiểu D hoặc E (không có cánh vươn) có thể phù hợp hơn kiểu A vì lý do thi công và kinh tế.





- Một số PKW do EDF thiết kế và thi công, sau ví dụ thành công đầu tiên ở đập Goulours năm 2006, là sự khởi đầu của nhiều thí nghiệm về PKW tiến hành tại EDF-LNHE (Pháp), HECE-ULg (Bỉ) và LCH-EPFL (Thụy Sĩ).

- Từ năm 2004 đến 2006 các PKW ở các đập xây mới đã được nghiên cứu trong các phòng thí nghiệm thủy lực ở Việt Nam cùng với việc thi công nhanh chóng một số trong các PKW đó.

- Hiện nay, một số PKW đang được thiết kế và thi công trên thế giới.



2. MÔ HÌNH VẬT LÝ

2.1 Các vấn đề chính và kết quả về quan hệ Q~H của PKW

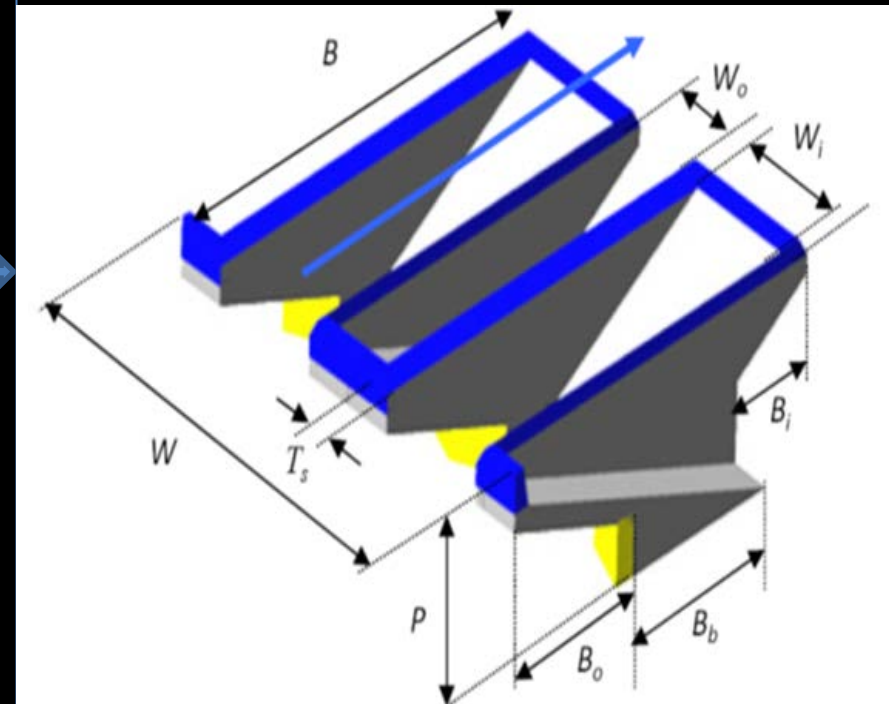
2.1.1 Các vấn đề chính

Do PKW có nhiều thông số hình học (khoảng 30 thông số nhưng thường chỉ cần 20 trong số đó là đủ):

- Cần áp dụng tên quy ước để thuận tiện cho so sánh.

- Cần nhiều thí nghiệm để tìm ra quan hệ giữa các thông số này, biến thiên của chúng và quan hệ lưu lượng-mức nước hệ quả.

- Khó khăn trong tối ưu hóa thiết kế (nhất là do các khống chế về kết cấu), nhưng cũng rất thuận lợi vì khả năng linh hoạt trong thiết kế do có rất nhiều thông số.



2.1.2 Những kết quả chính về đường quan hệ lưu lượng-mức nước

Nhiều thí nghiệm trước đây và hiện nay tập trung vào thiết lập quan hệ lưu lượng-mức nước của những kiểu và kích thước PKW, độ nhậy của chúng theo thay đổi các thông số và điều kiện dòng đến.

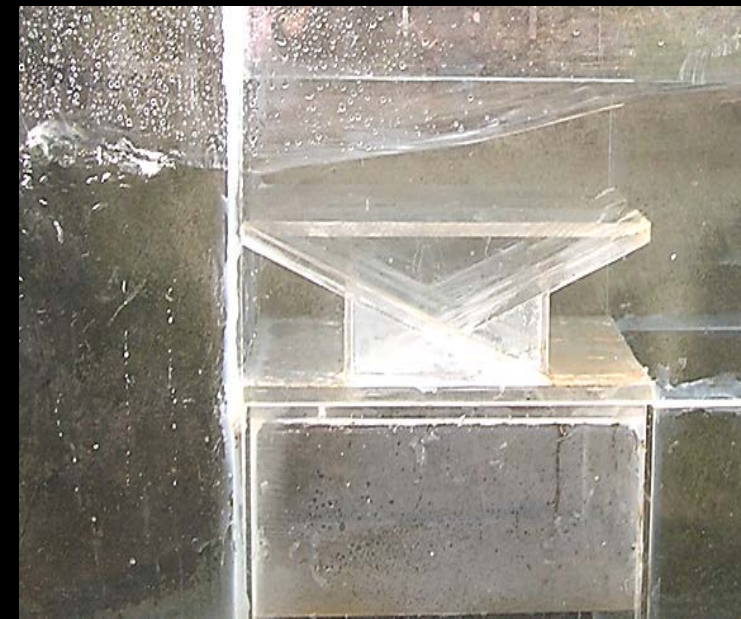
Các kết quả chính đạt được gồm có:

- Các thông số quan trọng là: $L, W, H_u/P$ và trong một số trường hợp, gồm cả tỷ số W_i/W_o và T_s .
- Trường hợp là tràn bổ sung, PKW thường có hiệu quả về kinh tế khi $H_u/P < 1$.
- Với dòng chảy ngập, mức giảm tỷ lưu q_{sub} chỉ đáng kể khi $H_d/H_u > 0.6$. Đưa ra khái niệm “hiệu quả” and “độ nhậy”.



Thí nghiệm dòng không ngập ↑

Thí nghiệm dòng chảy ngập ↓



2.2 Những ví dụ về Nghiên Cứu & Phát Triển với mô hình vật lý

2.2.1. Dạng toán học của “hệ số lưu lượng” (hay tỷ số $r = q_{PKW} / q_{Creager}$) theo các phương pháp phân tích khác nhau

- Nghiên cứu về “hệ số lưu lượng” C_w hay tỷ số r của PKW.

Ví dụ về một dạng X ($r = e^X - 1$) đối với H và các đặc tính chính của PKW

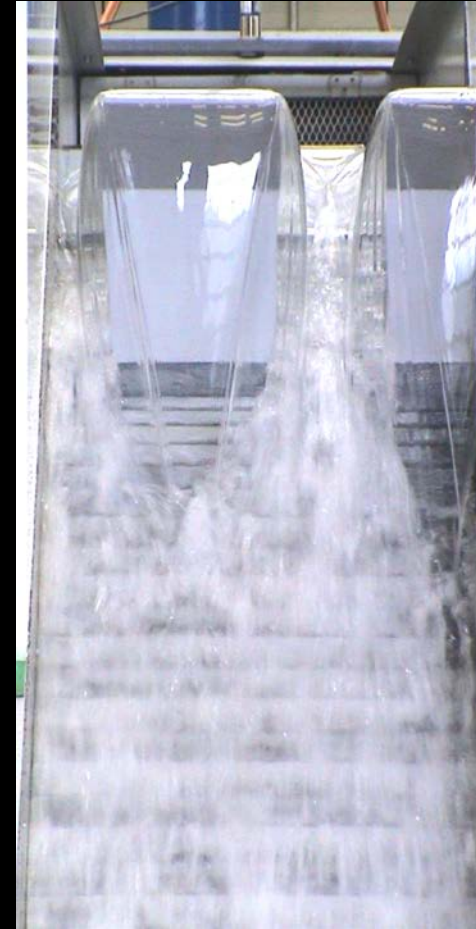
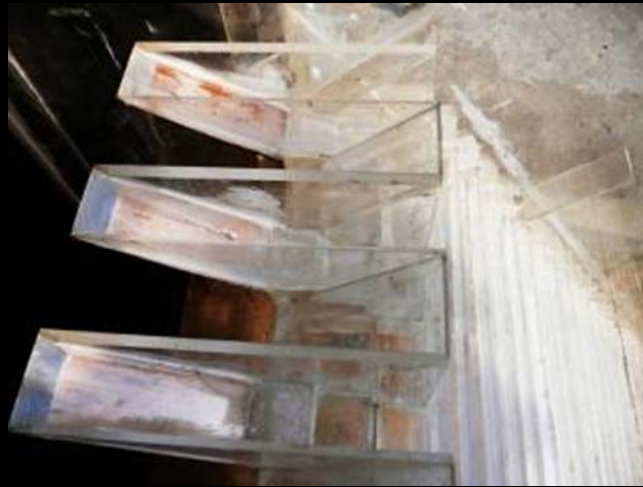
$$0.26 \cdot \left(\frac{P}{a}\right)^{1.4} \left(\frac{H}{P}\right)^{0.15} + 1.0056 \cdot \left(\frac{L}{W}\right)^{0.15} \left(\frac{P}{a}\right)^{0.15} \left(\frac{H}{P}\right)^{0.7} + 0.067 \cdot \left(\frac{L}{W}\right)^{0.3} \left(\frac{P}{a}\right)^2 \left(\frac{a}{b}\right)^{0.25} \left(\frac{H}{P}\right)^{0.2} + 13.9 \cdot \left(\frac{L}{W}\right)^{0.35} \left(\frac{H}{P}\right)^{0.15} - 14 \cdot \left(\frac{L}{W}\right)^{0.35} \left(\frac{H}{P}\right)^{0.2} + 0.094$$

- “Hệ số lưu lượng” C_w của PKW không gần bằng một hằng số như đối với các đường tràn thẳng, mà là một hàm số của cột nước thượng lưu H_u .
- Sử dụng một “công thức chung” như vậy ở giai đoạn thiết kế sơ khởi có thể dẫn đến một số khó khăn nếu như không áp dụng đúng đắn.
- Các dạng toán học được đề nghị không cho phép tìm được “giải pháp kinh tế tối ưu”.
- Thực tế, cách tốt nhất để xác định kích thước kết cấu PKW là:
 1. trước tiên, sử dụng các “mô hình trung bình”, các PKW hiện có và các phần mềm giản hóa,
 2. tiến hành tối ưu hóa lần đầu có xét đến các chi phối về kết cấu, thi công và kinh tế,
 3. hoàn tất thiết kế trên cơ sở các kết quả mô hình số và/hoặc mô hình vật lý.

2.2.2 Tiêu năng ở hạ lưu PKW

Đã tiến hành một số thí nghiệm về tiêu năng ở hạ lưu PKW nhưng chỉ với một số dự án cụ thể.

Các thí nghiệm cơ bản được thực hiện ở Việt Nam và ở HECCE-ULg (Bỉ) với tràn Creager và PKW bố trí trên đỉnh đập đã cho thấy dòng chảy được trộn khí tốt hơn ở những bậc thang trên của đập nhưng các tính toán về năng lượng dư và mức độ xói ở bề tiêu năng chưa cho phép rút ra các kết luận xác định và rõ ràng để thiết kế. Cần tiếp tục một số thí nghiệm khác nữa.



3. MÔ HÌNH SỐ

Một số mô hình số hiện nay

Chảy tự do: Đường $Q \sim H$ của PKW kiểu D

❖ Mô hình số giản hóa 1D của HECE-ULg.

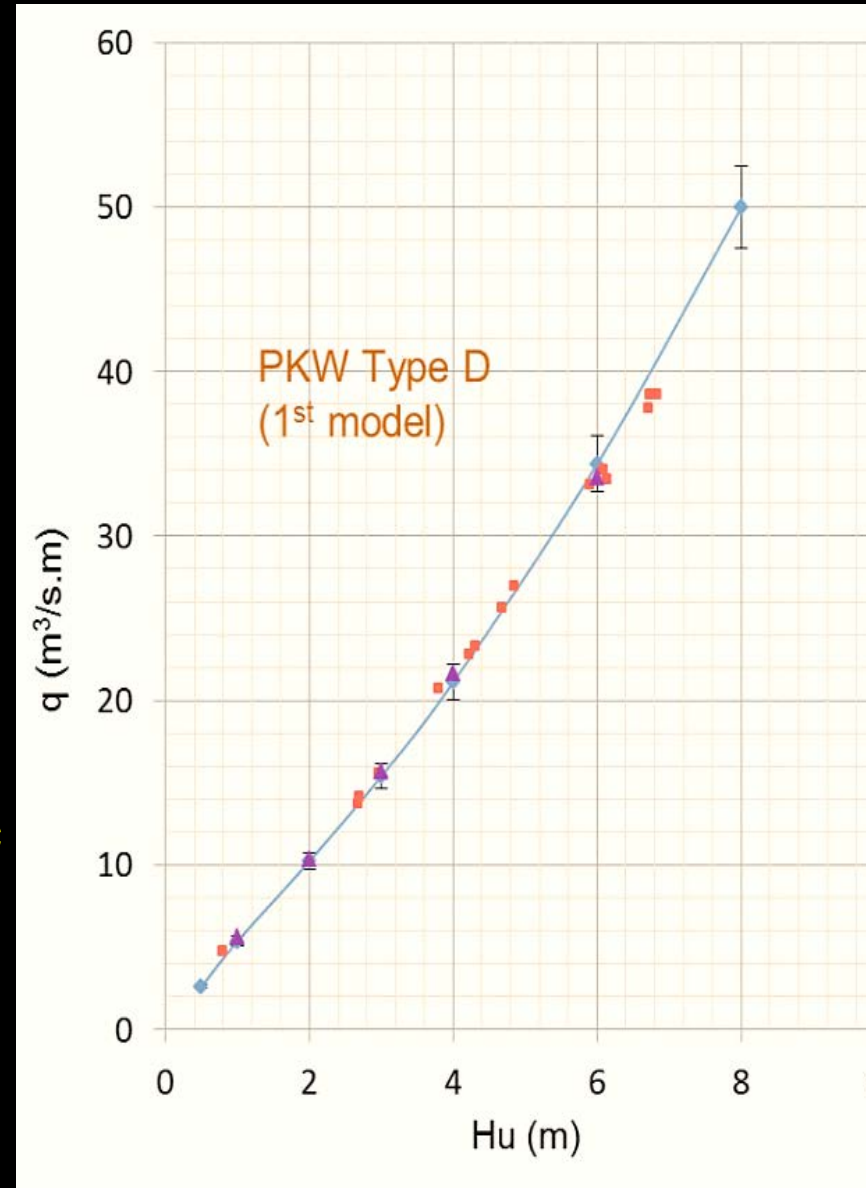
Phần mềm này dựa trên cơ sở mô hình hóa 1 chiều phần vào và ra riêng biệt cùng với tương tác giữa hai dòng chảy vào và ra này.

❖ Mô hình 3D với Flow-3D®.

Mô hình này, do EDF thích ứng và phát triển, đã được hiệu chỉnh và kiểm chứng trên các mô hình vật lý hiện có với trường hợp dòng chảy tự do và dòng chảy ngập.

❖ Anslys CFX version 13.

Với tất cả những mô hình trên, so sánh giữa các kết quả từ mô hình số với các số liệu thực nghiệm cho thấy các mô hình số này có thể dự tính được năng lực xả của PKW, bất kể dạng hình học của chúng, trong phạm vi đáng kể của mức nước hồ.



* Vật lý

* Flow-3D

4. ƯU ĐIỂM CỦA PKW – ÁP DỤNG

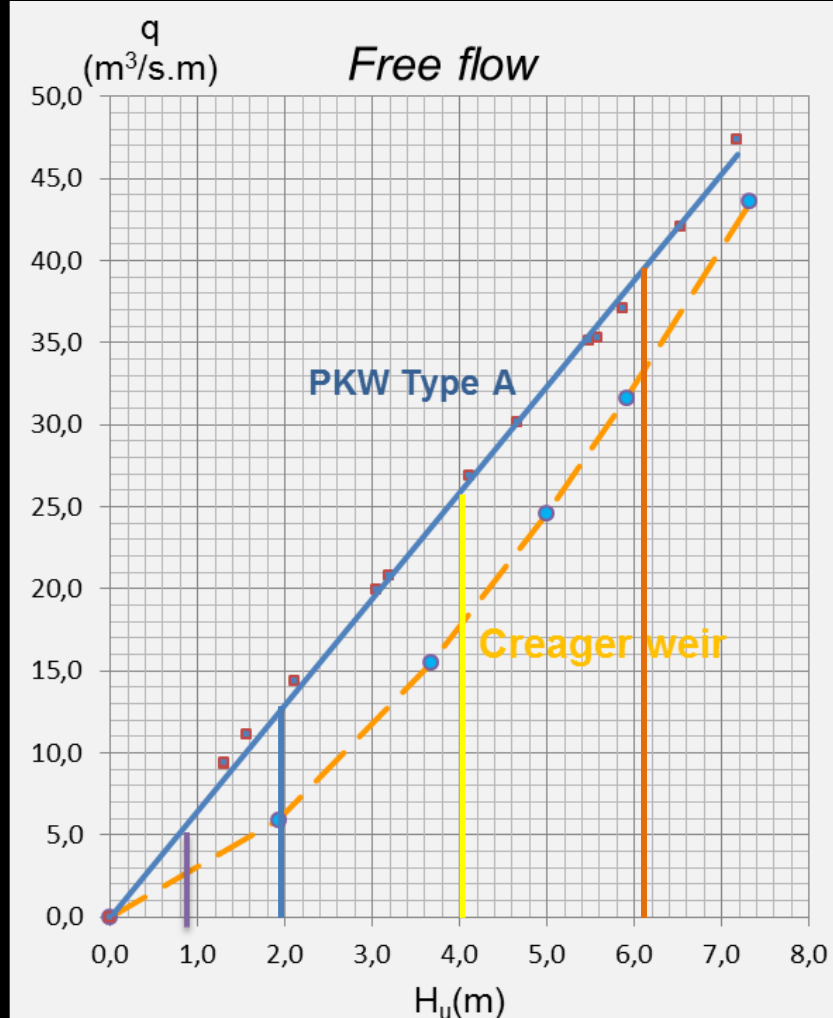
4.1 Ưu điểm chính của PKW và tràn labyrinth

Ưu điểm chính của PKW và tràn labyrinth so với tràn ogee: Tỷ lưu q_s cao với $H_u/P < 1$.

[Với các tràn PKW và labyrinth đã thí nghiệm với H_u/P lớn tới 2].

Khi là tràn bổ sung ($+\Delta q$), PKW và tràn labyrinth đáng được chú ý khi $H_u/P < 1$ và đôi khi $1 < H_u/P < 2$; với các cột nước tràn cao, tuy chúng vẫn hiệu quả về thủy lực nhưng có thể không hấp dẫn về phương diện kinh tế nếu so sánh với chi phí xây dựng tràn ogee.

Trong trường hợp cần tăng dung tích hồ chứa ($-\Delta H$), PKW có thể có lợi ngay cả khi $H_u/P > 1$.



$r = 3.90$ với $H_u/P=0.2$

$r = 2.25$ với $H_u/P=0.5$


$r = 1.53$ với $H_u/P=1.0$

$r = 1.22$ với $H_u/P=1.5$

➤ Khả năng tăng năng lực xả và/hoặc dung tích hữu ích của hồ chứa với cùng chiều cao đập.

4.2 Các ưu điểm của PKW so với tràn labyrinth (khái quát)

- Tỷ lưu q_{sw} cao hơn (khoảng 8 ~12%): có thể giải thích lưu lượng qua tràn labyrinth nhỏ hơn (với $\alpha > 7^\circ$) chủ yếu do va chạm và giao cắt của dòng chảy ở phần đỉnh và cũng do vận tốc nhỏ ở sau tường thẳng đứng. Các ô cánh của PKW kiểu A, B và C cũng làm tăng q_{sw} .
- Hiệu quả và độ nhạy tốt nhất về tỷ lưu q_{sw} khi dòng chảy ngập.
- Mặt bằng công trình nhỏ: gồm các ô cánh, có thể được bố trí làm tràn cố định, có tỷ lưu q_{sw} lớn, trên đỉnh của đập trọng lực (hoặc tường).

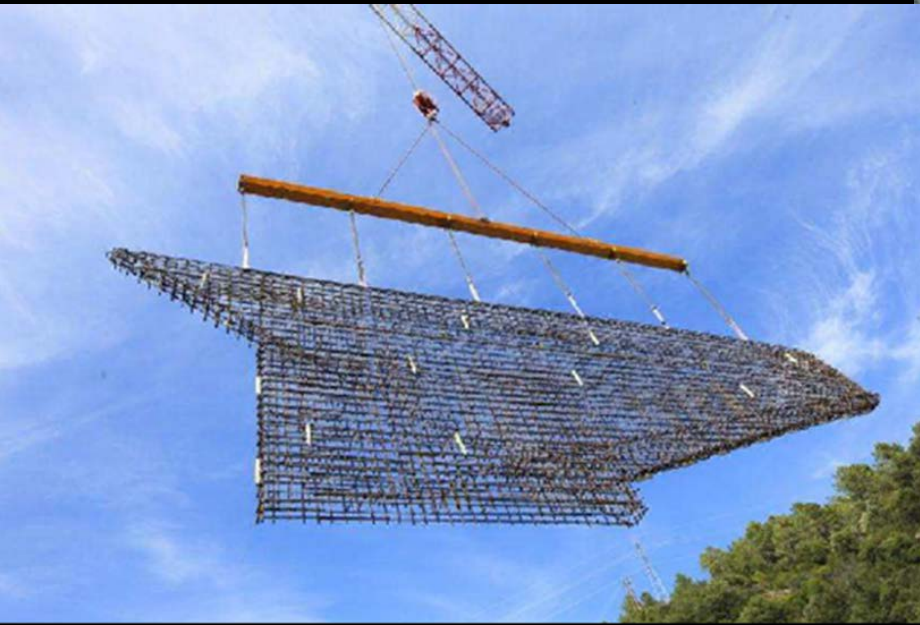
Một tràn bổ sung không cửa 
- Rất linh hoạt trong thiết kế do có nhiều kiểu dạng PKW (có ô cánh hoặc không với các kích thước, vị trí thượng và/hoặc hạ lưu khác nhau).
- Có thể giảm chi phí (khi so sánh, không chỉ xét riêng đầu tràn, mà cần xét đến toàn bộ tràn, gồm cả thân tràn và bể tiêu năng).



4.3a Các ví dụ về PKW bố trí trên đập trọng lực đã xây dựng (Pháp)

Một ví dụ về PKW bố trí trên đập trọng lực (Malarce - EDF) để tăng năng lực của đập và tràn có cửa đã xây dựng.

Không áp dụng «kiểu trung bình» vì điều kiện đặc thù của công trình và khu vực xây dựng. Tối ưu hóa về kinh tế đã xác định được $n \approx 8.25$ với $H_u/P = 0.3$.



4.3b Các ví dụ về PKW bố trí ở các đập trọng lực xây mới (Việt Nam)

Các ví dụ về PKW bố trí tại các đập xây mới ở Việt Nam thay cho tràn có cửa. Áp dụng «kiểu bình thường» trong tiếp cận lần đầu; thường với $n \approx 5$ và trị số $(0.5 < H_v/P < 0.8)$. Chiều rộng cánh vào và cánh ra ở mức tối thiểu (khoảng 2.5 m).



4.4 Các ví dụ về kết hợp PKW với cửa van cung

Một giải pháp hấp dẫn là kết hợp bố trí PKW ở một hoặc hai bên các cửa van cung.

Ưu điểm của giải pháp này là:

- Cải thiện an toàn đập trong trường hợp vận hành không đúng hay kẹt một số cửa,
- Giảm thiểu bảo trì các cửa,
- Có thể giảm chi phí đầu tư.

Với trường hợp tràn bên, PKW cũng có thể thay thế các cửa cung với cùng ưu điểm.



Mô hình vật lý đập Dakmi 2 (Việt Nam) ↑

Đập Văn Phong đang thi công (Việt Nam) ↓



4.5 So sánh PKW (kiểu A & D) với tràn labyrinth chữ nhật (RL) ở đập thấp (hoặc tràn bên)

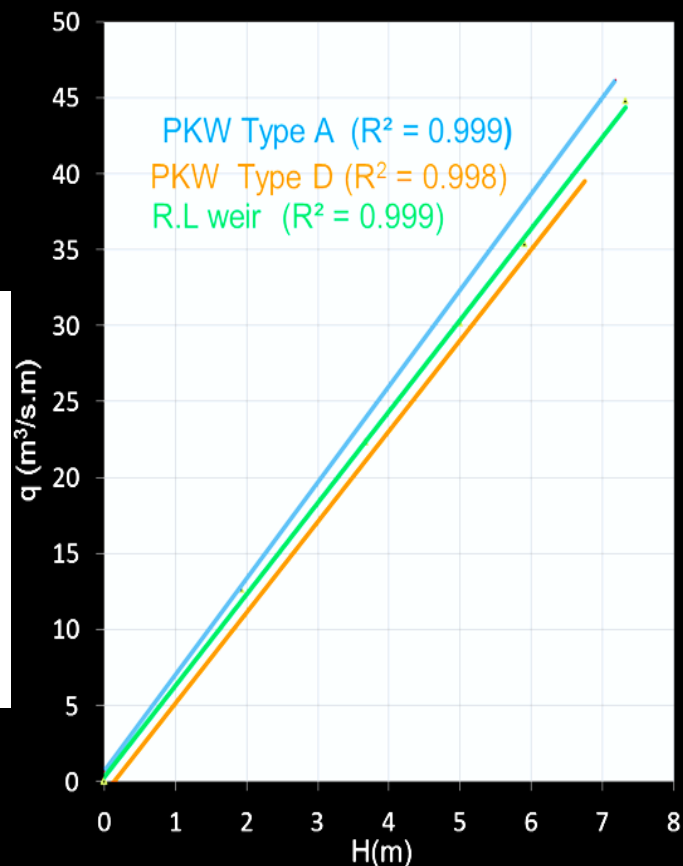
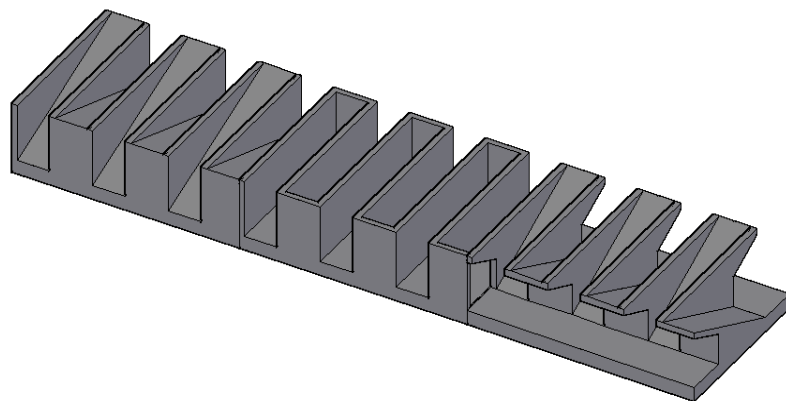
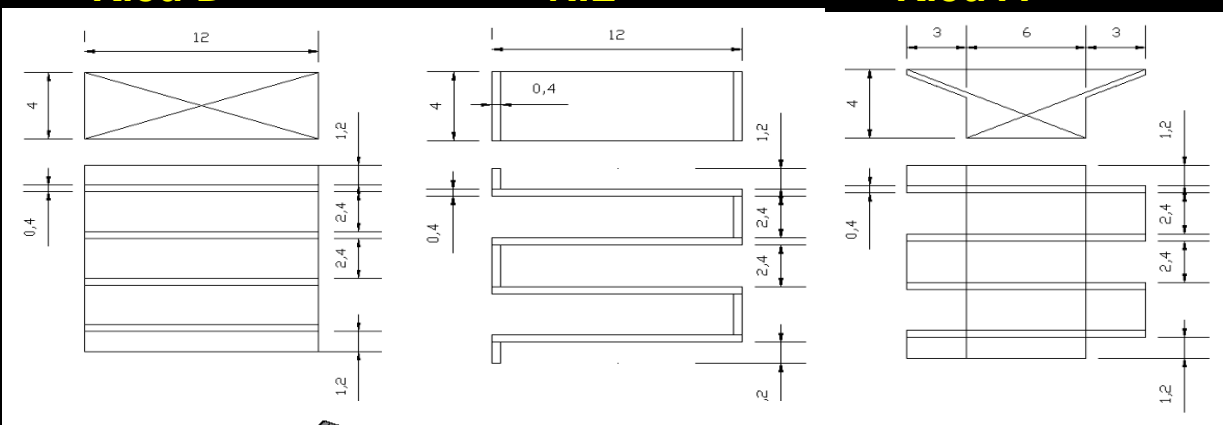
4.5.1 So sánh về thủy lực (phần đỉnh có có dạng mặt bằng như nhau)

Với chảy tự do: quan hệ lưu lượng ~ mức nước của PKW kiểu A lớn nhất nhưng không khác nhau nhiều so với hai kiểu còn lại.

Kiểu D

R.L

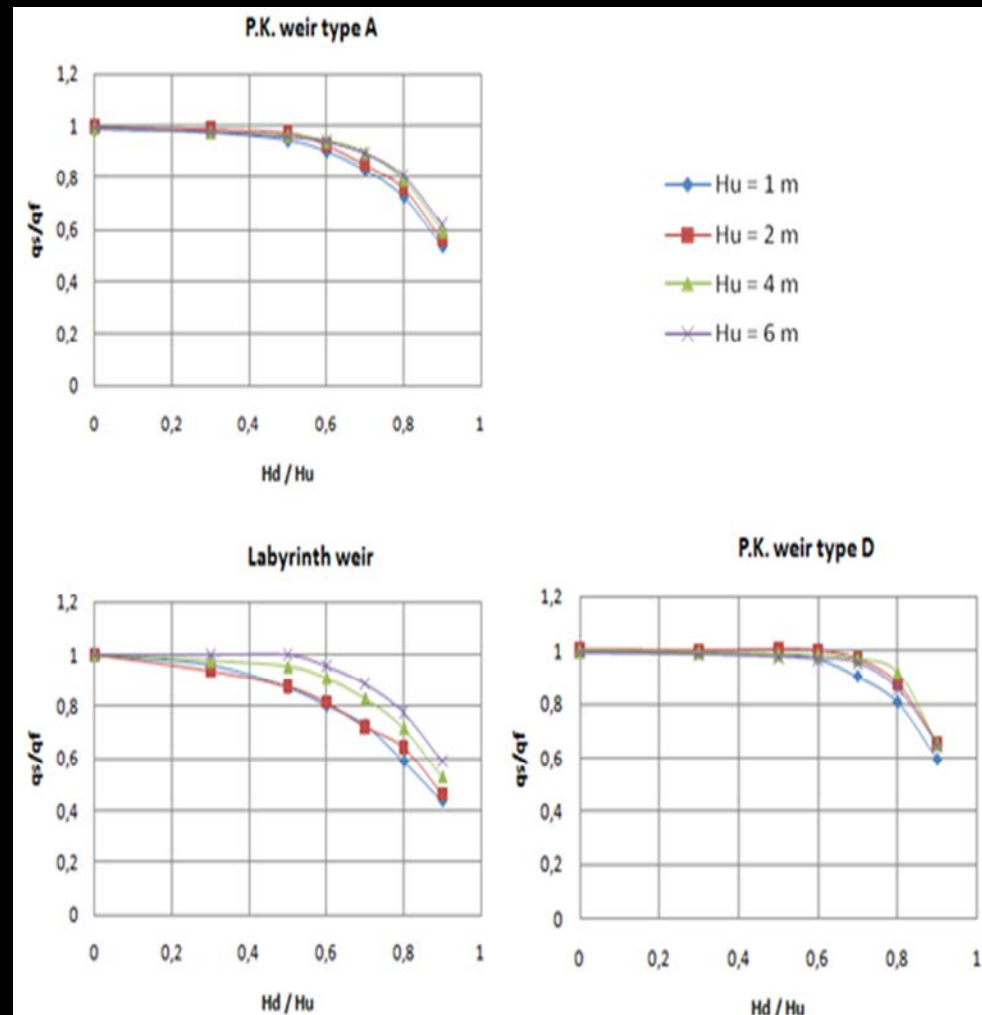
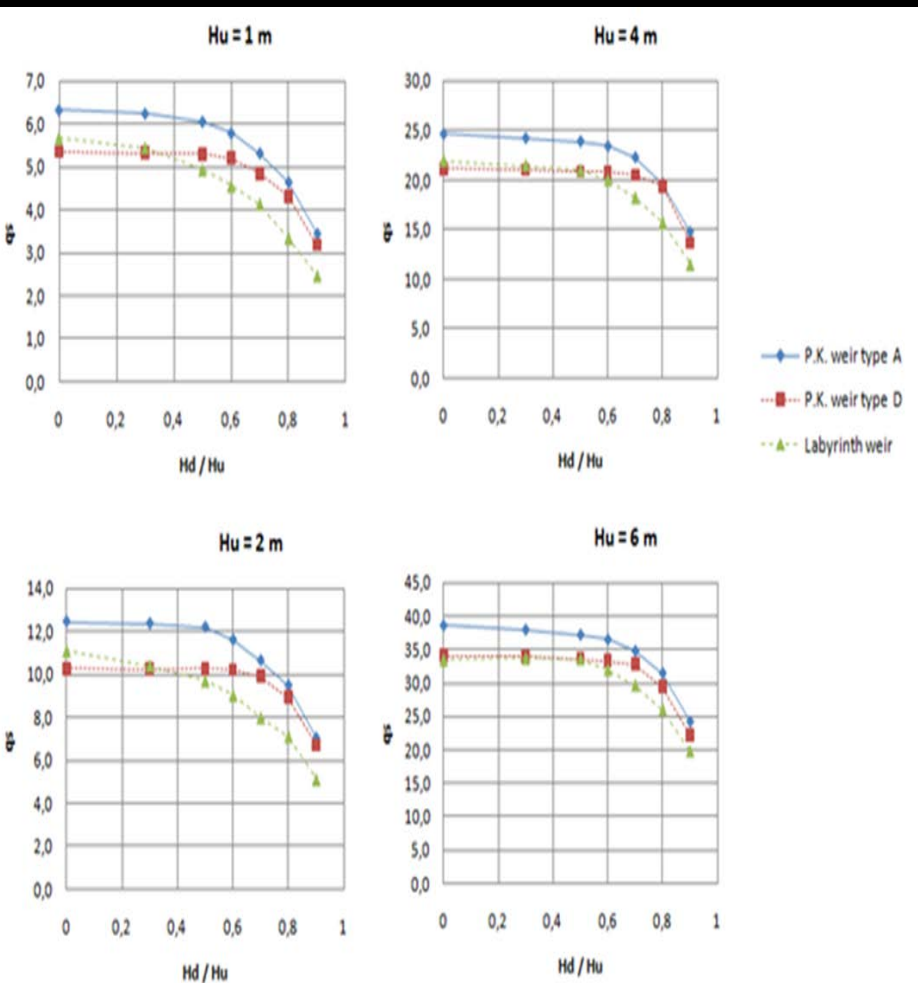
Kiểu A



Với chảy ngập: với các giá trị H_u khác nhau, “hiệu quả” (q_{sub} đối với H_d/H_u) và “độ nhạy” (q_{sub}/q_{free} đối với H_d/H_u) của các kiểu tràn cũng khác nhau. Các PKW ít bị ảnh hưởng (kém nhạy) đối với các thay đổi của H_u hơn so với R.L.

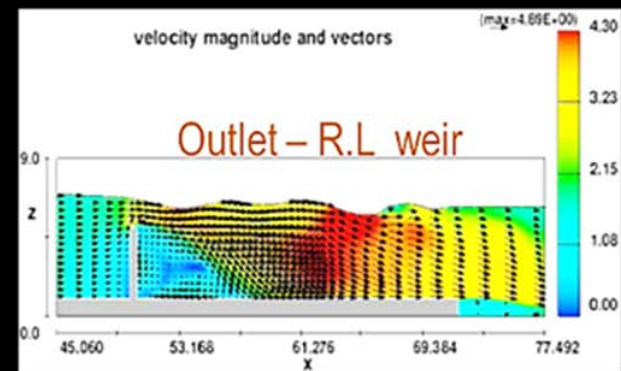
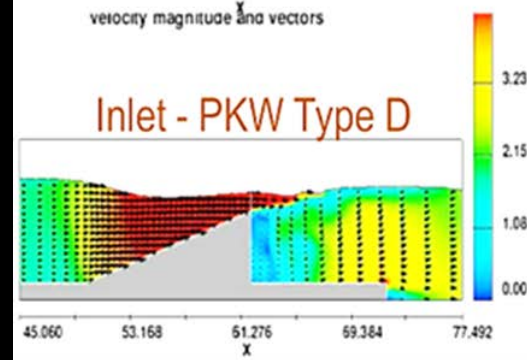
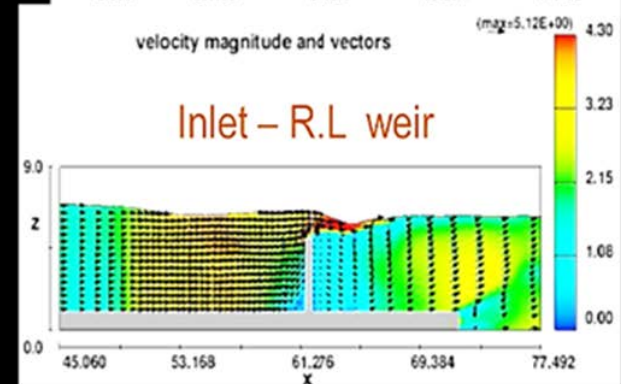
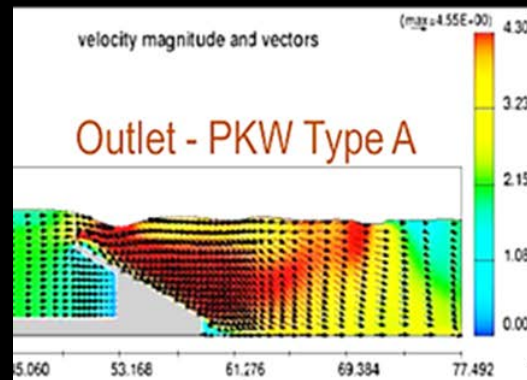
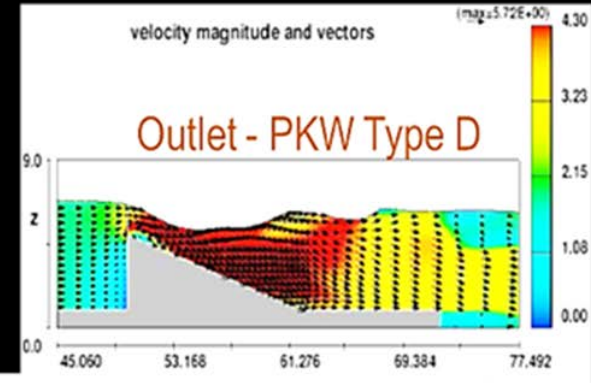
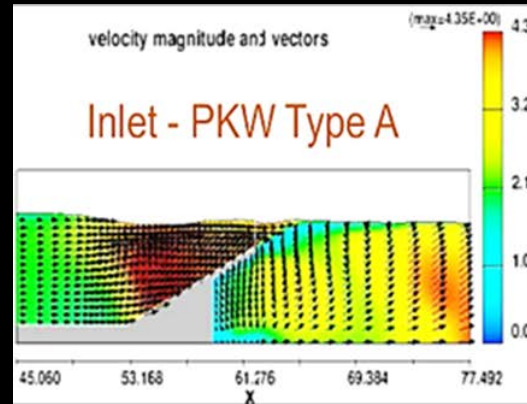
Hiệu quả: q_{sub} đối với H_d/H_u của từng kiểu tràn với một số cột nước thượng lưu H_u

Độ nhạy: q_{sub}/q_{free} đối với H_d/H_u của từng kiểu tràn với một số cột nước thượng lưu H_u



Ví dụ về độ lớn của lưu tốc dòng chảy có được từ mô hình số Flow-3D với dòng chảy ngập

So sánh cho thấy vận tốc dòng chảy ở hạ lưu tường thẳng đứng của tràn labyrinth chữ nhật (RL) - cụ thể ở m/c cửa ra - nhỏ hơn so với ở PKW kiểu A và kiểu D có đáy nghiêng. Đó có thể là một (nhưng không phải chủ yếu) trong những lý do dẫn đến hiệu quả thấp hơn của tràn RL.



4.5.2 So sánh về kết cấu

1. Ổn định của kết cấu

Tùy thuộc vào điều kiện nền móng (đá gốc hay bồi tích). Trường hợp đập trên nền đá phong hóa mạnh hay bồi tích dày, PKW kiểu D là loại kết cấu duy nhất có thể chịu được các ngoại lực bằng chính trọng lượng bản thân của mình.

2. Khối lượng bê tông và cốt thép (theo 1m đập tràn)

	PKW A	PKW D	R.L
Bê tông (m ³)	24.4	39.4 (25.7 mass concrete or masonry)	20.2
Cốt thép (kg)	616	717	1018
Ván khuôn (m ²)	28.7	38.9	42.3
Tạo mặt bê tông (không ván khuôn) (m ²)	20.4	22.8	12.0

3. Chi phí tràn

Tổng chi phí phụ thuộc đơn giá tương đối của các hạng mục và phương pháp thi công. Trong trường hợp tổng quát, với dự án xây mới, thực hiện so chọn giữa chi phí tăng thêm do đỉnh cần làm rộng hơn với do làm các cánh tràn.

Nhìn chung, so chọn giữa các phương án có lẽ phụ thuộc vào các yêu cầu về kết cấu và kinh tế hơn là phụ thuộc vào chênh lệch không lớn về phương diện thủy lực.

5. KẾT LUẬN – TRIỂN VỌNG

5.1 Ứng dụng PKW và triển vọng phát triển

- ❖ Cho đến nay, ở các dự án có PKW, mục tiêu chính là giảm nhỏ W and B với q_{sw} đã cho do không gian bị hạn chế. Như Anderson đã nhận xét : «*tại những đập tràn có mặt bằng đỉnh bị hạn chế về chiều dài và chiều rộng thì các đặc tính thủy lực của PKW là những ưu điểm nổi bật*».

Khi đó, PKW thường là giải pháp tốt nhất cho tràn bổ sung không cửa trên đỉnh đập tràn.

Phát triển PKW trong tương lai rất có thể song hành với:

- nâng cấp các đập tràn hiện có cần tăng năng lực xả. PKW là một giải pháp an toàn và kinh tế, nhất là (nhưng không giới hạn như vậy) với những đập trọng lực.

- áp dụng PKW ở những đập xây mới, như là tràn chính hay kết hợp với tràn có cửa. Giải pháp sau có thể là lựa chọn an toàn hơn nếu như có thể đã đánh giá thấp lũ thiết kế, khả năng vận hành không đúng hay kẹt cửa.

- ❖ Để mở rộng áp dụng PKW, cần tiếp tục thực hiện NC&PT vào những vấn đề cụ thể và tập hợp kinh nghiệm từ các PKW đã xây dựng và đang vận hành.

5.2 Những NC&PT tiếp theo để áp dụng rộng rãi PKW trên thế giới

- Rủi ro do vật nổi

Đã đề cập đến trong một số trường hợp cụ thể (băng tảng, gỗ trôi, các vật nổi) song cần tiếp tục các nghiên cứu và thí nghiệm liên quan đến rủi ro này ở vùng gần khu dân cư, khu vực rừng rậm và băng giá nói riêng.

- Hàm khí ở sau cửa vào của PKW

Sự cần thiết hoặc không, các khuyến nghị và phương pháp.

- Tiêu năng ở hạ lưu PKW

Do tỷ lưu ở PKW lớn hơn và do đang hướng đến thiết kế các đập tràn lớn nên nghiên cứu về tiêu năng nói trên rất cấp thiết.

- Phương pháp thi công

Có một số phương pháp thi công mới đáng để các nhà thầu quan tâm thử nghiệm (ví dụ: kết cấu thép cho PKW thấp, các khối BTCT đúc sẵn cho các đập thấp và dài).

5.3 Một số kiểu đập tràn khả dĩ mới có PKW

Mục tiêu của những phương án dưới đây là tăng chiều dài đường tràn ở nơi không gian hạn chế.

▪ Đập tràn giếng có PKW

Để nâng cao năng lực của tràn giếng hiện có: là phương án thay thế cửa vào dạng hoa cúc.

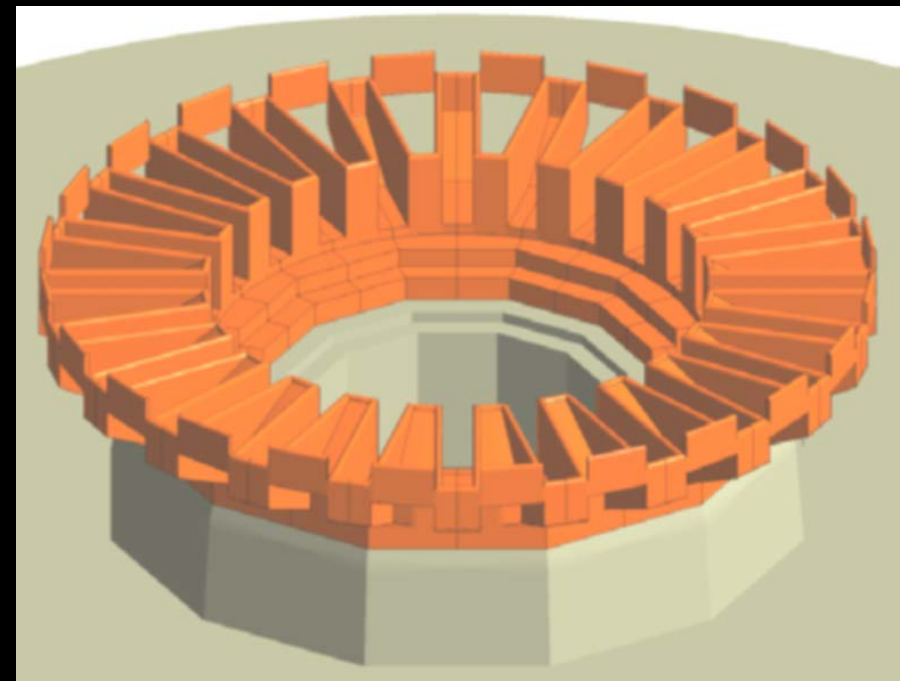
- Đã thí nghiệm ở hồ chứa Bage (Pháp) nhưng chưa được thông qua (1)

- Đang thi công : Hồ chứa Black Esk reservoir (Scotland, Anh) (2)

(1)



(2)



- Kết hợp các kiểu tràn khác nhau (3)

Labyrinth đặt trên tràn mở vệt (Việt Nam 2006). Cũng có thể bố trí *PKW*.

- PKW phân nhỏ (4)

Có thể đáng được quan tâm với các tràn cần xả lưu lượng lớn nhưng cột nước tràn nhỏ. Đã thí nghiệm ở *HECE-ULg (Bỉ)* nhưng chưa thi công.

(3)



(4)

