

**NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN CÁC TÁC ĐỘNG CỦA ĐẬP
ĐẾN SỰ DI CƯ CỦA CÁC LOÀI THỦY SINH VẬT
VÀ GIẢI PHÁP PHỤC HỒI ĐƯỜNG DI CƯ**

Vũ Văn Hiếu¹, Nguyễn Nghĩa Hùng¹, Vũ Cẩm Lương²,

Tóm tắt: Đối với một số loài thủy sinh vật, việc di cư giữa các môi trường sống khác nhau trong vòng đời của chúng là nhu cầu cần thiết nhằm mục đích tìm kiếm thức ăn, nơi ẩn trốn và sinh sản. Tuy nhiên, dưới áp lực của sự phát triển kinh tế - xã hội, nhiều đập thủy điện, thủy lợi đã được xây dựng tại nhiều lưu vực sông trên thế giới và ở Việt Nam. Điều này tác động không nhỏ tới các loài cá tôm di cư: cản trở các tuyến đường di cư; bị tổn thương khi đi qua tuabin hoặc đập tràn; làm chậm quá trình di cư; mất môi trường sống và bãi đẻ của các loài di cư; mất các tín hiệu di cư; làm thay đổi nhiệt và chất lượng nước; và gây sự chú ý tới nhiều loài động vật săn mồi. Để giảm thiểu các tác động trên, nhiều giải pháp khoa học công nghệ đã được đưa ra: (1) đối với sự di cư lên thượng lưu: nghiên cứu, thiết kế các mô hình đường di cư qua đập (ĐDCQĐ) cho cá như: mô hình ĐDCQĐ “hồ chìm”, khe dọc thẳng đứng, Denils, đập nâng, kênh tự nhiên, khóa, ống ngầm và ĐDCQĐ cho cá chình; (2) đối với sự di cư xuống hạ lưu: xây dựng các rào cản vật lý và hành vi. Đối với Việt Nam, là quốc gia có mạng sông ngòi dày đặc và có tới hơn 10.000 hồ chứa lớn nhỏ được xây dựng từ Bắc vào Nam, song cho tới nay mới chỉ có 1 đường qua đập được xây dựng tại đập Phước Hòa (tỉnh Bình Dương). Điều này đòi hỏi, trong thời gian tới cần có một sự đột phá trong nghiên cứu cũng như xây dựng các mô hình ĐDCQĐ tại các hồ chứa nước ở Việt Nam.

Từ khóa: Tác động của đập, sự di cư, thủy sinh vật, đường qua đập.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu những tác động của đập đối với các loài thủy sinh vật di cư và tìm kiếm các giải pháp nhằm giảm thiểu các tác động trên đã được thực hiện nhiều trên thế giới. Tuy nhiên, đến nay ở Đông Nam Á nói chung và Việt Nam nói riêng, đây là một khái niệm mới, chỉ được đề cập tới ở dạng ý tưởng mà chưa có nghiên cứu nào rõ ràng. Điều này dẫn tới một sự thiếu hụt về cơ sở lý luận và thực nghiệm trong việc nghiên cứu, thiết kế và ứng dụng các mô hình ĐDCQĐ vào thực tiễn ở Việt Nam. Chính vì vậy, nghiên cứu này nhằm tổng kết các kinh nghiệm, công trình nghiên cứu trên thế giới về vấn đề tác động của đập đối với các loài thủy

sinh vật di cư, cũng như các giải pháp khoa học công nghệ nhằm phục hồi đường di cư qua đập cho các loài thủy sinh vật, từ đó góp thêm vào cơ sở khoa học trong việc nghiên cứu thiết kế ĐDCQĐ cho các loài thủy sinh vật ở Việt Nam trong thời gian tới.

2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN

2.1. Sự di cư của các loài thủy sinh vật

Theo Northcote (1984) định nghĩa, sự di cư là sự di chuyển luân phiên giữa hai hay nhiều nơi cư trú riêng rẽ mang tính chu kỳ nhất định của một bộ phận lớn trong đàn cá. Trong đó, các loài thủy sinh vật di cư được chia làm 3 nhóm: (1) các loài *diadromous*: là các loài di chuyển giữa nước ngọt và nước mặn. Nhóm *diadromous* gồm 3 nhóm nhỏ: (i) các loài *anadromous*: gồm các loài sống phần lớn ở biển, sinh sản trong nước ngọt; (ii) các loài *catadromous*: là các loài

¹ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

² Trường Đại học Nông lâm thành phố Hồ Chí Minh.

sống trong nước ngọt, sinh sản trong biển hoặc vùng cửa sông; (iii) các loài *amphidromous*: gồm các loài di chuyển giữa nước ngọt và nước mặn trong một phần vòng đời của chúng, nhưng không phải để sinh sản; (2) các loài *potamodromous*: là những loài chỉ di cư trong nước ngọt; (3) các loài *oceanodromous*: gồm các loài chỉ di cư trong vùng nước mặn. Thông thường, cách phân chia này chủ yếu được áp dụng cho các loài cá di cư, song về nguyên tắc cũng có thể áp dụng đối với các loài thủy sinh vật di cư nói chung.

Theo nghiên cứu của Cohen (1970), trên thế giới có khoảng 8.000 loài cá sống ở nước ngọt, hơn 12.000 loài sống trong nước mặn và khoảng 120 loài di cư thường xuyên giữa nước ngọt và nước mặn.

2.2. Ảnh hưởng của đập đối với các loài thủy sinh vật di cư

2.2.1. Ảnh hưởng của đập đối với sự di cư lên thượng lưu

Sự ngăn cách giữa khu vực kiếm ăn (sinh trưởng và phát triển) và khu vực sinh sản do các đập nước gây ra có thể tác động tiêu cực, thậm chí là nguy cơ tuyệt chủng của nhiều loài di cư lên thượng lưu để sinh sản, nếu như các bãi đẻ của chúng ở trên sông hoặc phụ lưu của sông phía dưới đập không được duy trì. Có thể kể tới sự biến mất hoặc cạn kiệt của cá hồi trên sông Rhine, Seine và Garonne (Pháp) hay làm giới hạn một số loài trong một phần nhất định của lưu vực sông như cá hồi trên sông Loire, cá trích trên sông Garonne và Rhône (Pháp) (Porcher, et al 1992).

2.2.2. Ảnh hưởng của đập đối với sự di cư xuống hạ lưu

a) Bị tổn thương khi đi qua tuabin

Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu được tiến hành (chủ yếu cho cá hồi non và ít thường xuyên hơn là cá trích và cá chình) nhằm xác định tỷ lệ tử vong khi đi qua các loại tuabin khác nhau đang sử dụng hiện nay, song ở Việt Nam vấn đề này vẫn chưa được quan tâm. Trong đó, tỷ lệ tử vong đối với cá hồi non qua tuabin Francis dao động từ dưới 5% đến trên

90%, trong khi cũng tỷ lệ này ở tuabin Kaplan là từ dưới 5% đến khoảng 20% (EPRI, 1992).

b) Bị tổn thương khi đi qua đập tràn

Việc đi qua đập tràn có thể là nguyên nhân trực tiếp gây thương tích hoặc tử vong hay là nguyên gián tiếp gây tăng tính nhạy cảm làm mất phương hướng hoặc bị sốc đối với các loài săn mồi. Theo nghiên cứu của Bell và Delacy (1972), những tổn thương đáng kể về mang, mắt và nội tạng xảy ra khi tốc độ va đập của cá trên bề mặt nước của bể nước phía dưới vượt quá mức 16m/giây, bất kể cá có kích thước to hay bé.

c) Làm chậm quá trình di cư

Trong thời gian khô hạn, việc thiếu nước có thể ảnh hưởng tới thời gian di cư xuống hạ lưu của các loài thủy sinh vật di cư. Theo nghiên cứu của Ebel (1977) ở lưu vực sông Columbia (Mỹ), trong thời kỳ dòng nước chảy thấp, cá hồi Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) con di chuyển xuống tới cửa sông chậm hơn 40 ngày so với trước khi đập trên lưu vực sông được xây dựng và đôi khi một số cá hồi con phải ở lại nước ngọt vài tháng trước khi chúng có thể di cư ra biển.

2.2.3. Làm mất môi trường sống của các loài thủy sinh vật di cư

Quá trình ngăn sông làm biến đổi môi trường sống của các loài thủy sinh vật từ môi trường sống nước chảy thành môi trường sống nước tù. Theo nghiên cứu của Hubbs và nnk (1976), 55% các loài cá bị suy giảm do con người xuất phát từ việc mất các môi trường sống trên sông nước chảy gây ra bởi các hồ chứa và 19% của sự suy giảm này đến từ việc xây đập làm ngăn cản đường di cư của cá.

2.2.4. Làm thay đổi chế độ dòng chảy phía dưới đập

Sự điều tiết dòng nước của các đập thủy điện, thủy lợi sẽ tạo ra một sự thay đổi về chế độ (đặc điểm) dòng chảy phía dưới hạ lưu đập, điều này sẽ tác động tiêu cực đến các loài thủy sinh vật di cư, như: mất đi các dấu hiệu kích thích sự di cư; làm mất đường di cư và các bãi đẻ; giảm tỷ lệ sống sót của trứng và con non

2.2.5. Làm thay đổi nhiệt độ và chất lượng nước

Những ảnh hưởng của quá trình thay đổi nhiệt độ do đập gây ra đối với các loài thủy sinh vật di cư thường diễn ra ở các vùng ôn đới hơn là nhiệt đới. Mặt khác, những sự thay đổi về tính chất hóa học của nước cũng có thể cũng ảnh hưởng nhất định tới các loài thủy sinh vật, như Bradka và Rehackova (1964) đã nghiên cứu thấy rằng quá trình phóng thích nước thiếu oxy từ tầng đáy của hồ có thể gây chết cá phía dưới đập.

2.2.6. Gây sự chú ý đối với các loài săn mồi

Các đập nước đã làm cho các loài cá tôm di cư phải tập trung ở trong các lối xả phía trên đập, hay bị mắc kẹt trong vòng nước xoáy bên

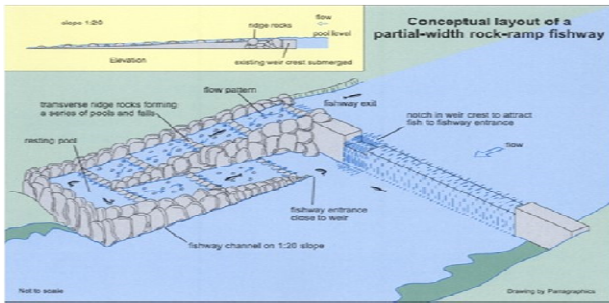
dưới đập hoặc bị sốc, mất phương hướng sau khi đi qua tuabin dẫn tới trở thành mục tiêu dễ dàng của các loài săn mồi.

2.3. Các loại hình công trình đường di cư qua đập cho các loài thủy sinh vật

2.3.1. Các mô hình đường qua đập cho sự di cư lên thượng lưu

a) *Mô hình đường di cư qua đập dạng “hồ chìm”*

Đây là mô hình sơ khởi đầu tiên trong các loại ĐDCQĐ và hiện nay nó đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Thiết kế bao gồm nhiều hồ được sắp xếp theo kiểu bậc thang và ngăn cách giữa các hồ bởi những vách ngăn với hình dạng khác nhau.

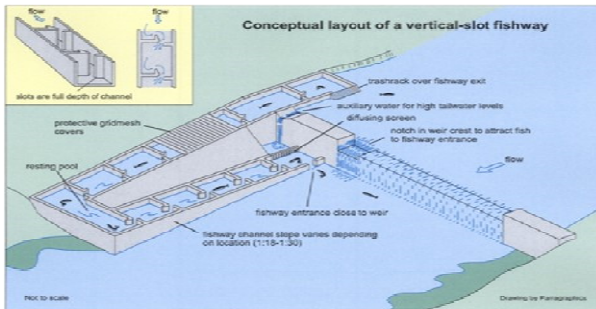


Hình 1. ĐDCQĐ dạng “hồ chìm” (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

b) *Đường di cư qua đập dạng khe dọc thẳng đứng*

Đây là một dạng đặc biệt của dạng ĐDCQĐ “hồ chìm”, sử dụng các vách ngăn nhưng vẫn để các khe rãnh hẹp thẳng đứng nằm gần vách

thang để cho các đối tượng mục tiêu bơi qua thay vì phải nhảy qua. Hiện nay, mô hình này đã được áp dụng rộng rãi cho nhiều đối tượng khác nhau trên thế giới.

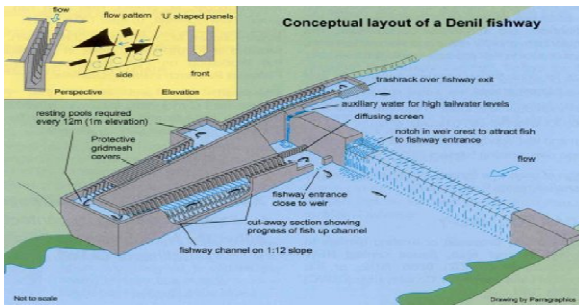


Hình 2. ĐDCQĐ dạng “khe dọc thẳng đứng” (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

c) *Đường di cư qua đập dạng Denil*

ĐDCQĐ Denil đầu tiên được phát triển từ năm 1909 bởi nhà khoa học người Bỉ tên là G. Denil phục vụ cho loài cá hồi Đại Tây Dương. Thiết kế

sử dụng một loạt các vách ngăn hình chữ V (thường bằng gỗ) đặt đối xứng, nghiêng một góc 45° so với nền ĐDCQĐ (thường bằng bê tông) để chuyển hướng dòng nước giúp cá bơi qua bờ cản.

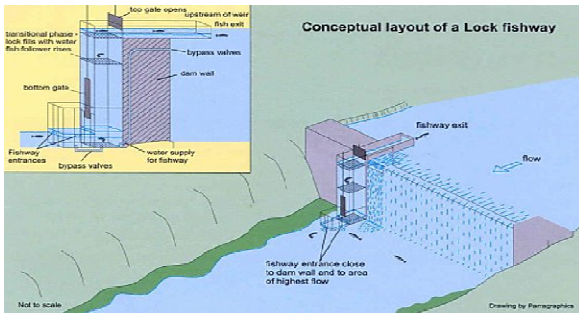


Hình 3. ĐDCQĐ dạng Denil (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

d) Đường di cư qua đập dạng đập nâng

Kiểu này được xây dựng rộng rãi trên thế giới, tập chung chủ yếu cho một số loài cá tầm và cá trích. Các loài mục tiêu sẽ bị thu hút bởi dòng nước nơi lồi vào và được nâng lên theo phương thẳng đứng tới đỉnh đập. Công nghệ

này rất được ưu chuộng sử dụng tại các đập lớn, bởi vì giá thành của nó thấp hơn nhiều so với việc xây dựng các dạng ĐDCQĐ khác bằng bê tông. Tuy nhiên, điểm bất lợi chính của công nghệ này là chi phí vận hành và bảo dưỡng khá cao.

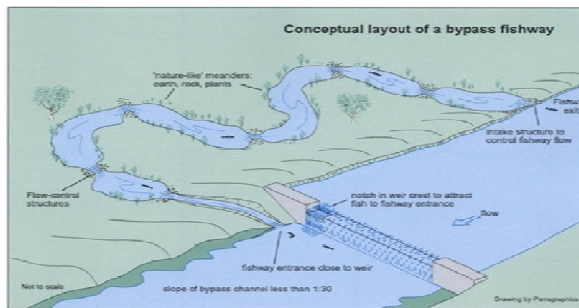


Hình 4. ĐDCQĐ dạng đập nâng (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

e) Đường di cư qua đập dạng kênh tự nhiên

Kiểu này đã trở nên phổ biến từ những năm 1980 ở Châu Âu và hiện nay được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Chúng được thiết kế sao cho

giống như một kênh trong tự nhiên với độ dốc thấp, thường khoảng 1 đến 5%. Ưu điểm là phục hồi lại một phần các hệ sinh thái tự nhiên bị mất bởi quá trình xây đập. Tuy nhiên, bất lợi là yêu cầu không gian lớn.

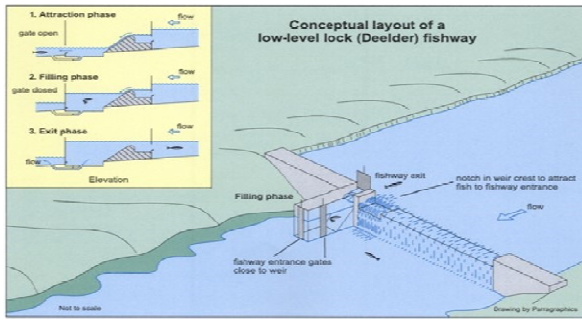


Hình 5. ĐDCQĐ dạng tự nhiên (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

f) Đường di cư qua đập khóa

Được thiết kế bởi kỹ sư Borland và thường được gọi là khóa Borland. Cấu tạo bao gồm một khoang với các khóa phía trên và phía dưới dòng chảy qua khoang. Các loài thủy

sản mục tiêu sẽ được thu hút vào hồ nước đặt ở phía dưới, sau đó, cửa sẽ được đóng kín và nước sẽ được làm đầy dọc theo khoang để các đối tượng mục tiêu sẽ bơi lên cửa mở phía trên.



Hình 6. ĐDCQĐ dạng khóa (Nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

g) Đường di cư qua đập cho cá chình

Thiết kế đặc biệt này đã được phát triển ở Châu Âu, Nhật Bản, New Zealand và Australia cho loài

cá chình. Chúng bao gồm một ống hoặc một đường kênh nhỏ được lót bằng các vật liệu như bàn chải thô và ẩm ướt giúp cho cá chình trườn qua.

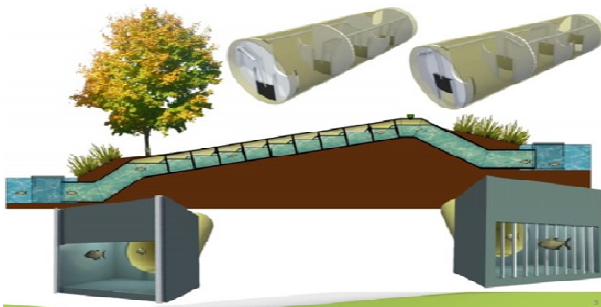


Hình 7. ĐDCQĐ dành cho cá chình

h) Đường di cư qua đập dạng ống ngầm (culvert fishway)

Trong những năm gần đây, vấn đề nghiên cứu thiết kế ĐDCQĐ không chỉ dừng lại ở việc áp dụng cho các đập nước trên sông (gọi chung là ĐDCQĐ dạng cầu), mà còn áp dụng cho các

đường cao tốc, các công trình đô thị...thông qua việc thiết kế các cống thoát nước thành các ĐDCQĐ (gọi chung là ĐDCQĐ ống ngầm). Theo đó, các vách ngăn, khe rãnh được bố trí thêm bên trong ống như các dạng ĐDCQĐ khác và có nắp đóng - mở phía trên ống.



Hình 8. ĐDCQĐ dạng ống ngầm (nguồn: Thorncraft and Harris, 2000)

2.3.2. Các công nghệ giảm thiểu tác động đối với sự di cư xuống hạ lưu

Trong giai đoạn đầu của quá trình phát triển

ĐDCQĐ, các kỹ sư và nhà sinh vật học hay thủy sản mới chỉ quan tâm tới việc nghiên cứu, xây dựng các ĐDCQĐ cho sự di cư lên thượng

lưu mà chưa quan tâm tới các công nghệ cho sự di cư xuống hạ lưu. Thực tế cho thấy, quá trình đi qua các tuabin hoặc qua các đập tràn cũng là một trong các nguyên nhân chính gây hại cho các loài di cư xuống hạ lưu. Do đó, trong những năm gần đây, các công nghệ giúp giảm thiểu các tác động của đập đối với sự di cư xuống hạ lưu đã được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng.



a) Màn lưới chắn tại một nhà máy thủy điện trên đảo Loch Ness ở Scotland



b) Hàng rào chắn tại nhà máy thủy điện trên đảo Loch Ness ở Scotland

Hình 9. Xây dựng rào cản

b) Các rào cản dựa trên tập tính của các loài di cư

Sử dụng các kích thích liên quan tới thị giác, thính giác, điện và thủy động lực để tạo thành rào chắn ngăn các loài thủy sinh vật di cư, như: màn chắn bằng bong bóng, màn chắn âm thanh, rào chắn cố định hoặc di chuyển, sử dụng ánh sáng để dẫn dụ cá, màn chắn điện hoặc thủy động lực học. Hiệu quả các giải pháp này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loài, kích thước loài, điều kiện nhiễu động của nước và thủy lực. Tuy nhiên, theo OTA (1995), giải pháp này đang trong quá trình thử nghiệm và nó phải được xem xét một cách thận trọng trước khi áp dụng vào thực tế.

2.4. Một số vấn đề cần lưu ý khi xây dựng các ĐDCQH cho các loài cá di cư ở Việt Nam

Ở Việt Nam, ghi nhận khoảng 700 loài cá nước ngọt, 2.000 loài cá biển và có hàng chục ngàn loài động vật không xương sống ở cạn, biển và nước ngọt. Trong đó, các nhóm di cư phân bố không đều giữa các vùng trên toàn quốc: (i) miền Bắc và miền Trung do điều kiện đồi núi có độ dốc lớn, các lưu vực sông ít

a) Xây dựng các rào cản vật lý

Một trong các giải pháp hiệu quả đối với các loài cá tôm di cư xuống hạ lưu là xây dựng các rào cản vật lý tại các điểm lấy nước vào tuabin nhằm ngăn quá trình xâm nhập của chúng đi qua tuabin. Tuy nhiên, để mang lại hiệu quả đối với các giải pháp này đòi hỏi dòng chảy phải thấp để tránh sự va đập của cá tôm vào các cấu trúc vật lý này.

bị tác động bởi thủy triều nên thường tập trung chủ yếu là các loài cá chỉ di cư trong nước ngọt (nhóm potamodromous), như các loài trong bộ cá chép (*Cypriniformes*), bộ cá vược (*Perciformes*)...; (ii) miền Nam có địa hình bằng phẳng, bị tác động bởi thủy triều nên không chỉ gồm xuất hiện các loài cá chỉ di cư trong nước ngọt mà còn có nhiều loài di cư giữa nước ngọt và nước mặn hoặc nước lợ (nhóm diadromous), như các loài trong bộ cá trích (*Clupeiformes*), cá Ngát (*Plotosus canius*), cá Phèn vàng (*Polynemus paradiseus*), tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*), cá chình hoa (*Anguilla marmorata*)... Trong nhóm các loài di cư trên, thì nhóm diadromous thường bị tác động nặng nề nhất bởi tác động của các đập được xây dựng ở vùng tiếp giáp giữa nước mặn và nước ngọt, thậm chí là nguy cơ tuyệt chủng của nhiều loài nếu các bãi đẻ của chúng không được duy trì ở trên sông phía dưới hoặc trên đập.

Mặt khác, do điều kiện nhiệt đới và địa hình chia cắt, nên Việt Nam có nhiều sông suối, với

khoảng 2.360 con sông, kênh lớn nhỏ và để khai thác tiềm năng thủy điện, thủy lợi dồi dào này phục vụ việc phát triển kinh tế - xã hội, Việt Nam đã xây dựng khoảng 10.000 hồ chứa nước (trong đó có các đập cao trên 50m), phân bố không đồng đều trên phạm vi toàn quốc và tập trung chủ yếu ở các tỉnh miền Bắc và miền Trung (chiếm 88,2% số hồ chứa toàn quốc). Tuy nhiên, cho tới nay các nghiên cứu về những tác động của đập đối với các loài cá tôm di cư cũng như nghiên cứu, thiết kế ĐDCQĐ cho các đối tượng này ở Việt Nam vẫn còn giới hạn, dẫn tới việc thiếu hụt về cơ sở khoa học và thực tiễn trong việc xây dựng các ĐDCQĐ ở nước ta. Đường di cư qua đập được xây dựng ở hồ thủy lợi Phước Hòa (tỉnh Bình Dương) là ĐDCQĐ đầu tiên được xây dựng ở Việt Nam, song hiệu quả của nó cũng còn nhiều câu hỏi ngỡ bởi công trình được áp dụng theo mô hình ĐDCQĐ cho các loài cá ở Âu - Mỹ và chưa có các nghiên cứu cụ thể được tiến hành trước khi xây ĐDCQĐ nhằm xác định các loài ưu tiên cũng như các tiêu chuẩn thiết kế cho phù hợp với khả năng bơi của loài cá ở đây. Do vậy, cần thiết và cấp bách bổ sung các nghiên cứu ĐDCQĐ nhằm bảo tồn nguồn gen tự nhiên đồng thời giảm thiểu đến mức tối đa các tác động của đập đến các loài thủy sinh vật di cư ở nước ta.

3. Kết luận và kiến nghị

3.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu tổng quan cho thấy:

- Các loài thủy sinh vật di cư có thể chia làm 3 nhóm chính gồm: các loài diadromous, potamodromous và oceandromous.

- Khi xây dựng đập ngăn sông, tác động của việc làm này có thể tóm lược ở 6 dạng tác động nêu trên, trong đó tác động di chuyển 2 chiều (lên, xuống) đều có ảnh hưởng rất đáng kể, thậm

chí có nguy cơ tuyệt chủng.

- Hiện nay, trên thế giới sử dụng 8 dạng cơ bản để xây dựng ĐDCQĐ cho các loài thủy sinh di trú, và mỗi dạng đều có những ưu nhược điểm khác nhau. Đối với Việt Nam, với đặc điểm gồm nhiều đập có kích thước lớn, địa hình chia cắt thì phù hợp với các mô hình ĐDCQĐ dạng kênh tự nhiên và nâng. Tuy nhiên, do mỗi khu vực có một đặc thù sinh học riêng, nên việc sử dụng các ĐDCQĐ là kết quả của quá trình nghiên cứu áp dụng ở mỗi nơi để có các quy mô và thiết kế cho phù hợp.

- Ở Việt Nam, thời gian qua các nghiên cứu về ĐDCQĐ cho các loài thủy sinh vật di cư chưa được quan tâm và mới chỉ có một ĐDCQĐ được xây dựng ở nước ta là chưa tương xứng với sự yêu cầu xây dựng ĐDCQĐ ở Việt Nam.

3.2. Kiến nghị đối với Việt Nam

- Xác định các loài thủy sinh vật di cư ưu tiên để tiến hành các nghiên cứu, thiết kế ĐDCQĐ cũng như đánh giá ảnh hưởng của đập đối với các loài này.

- Tiến hành xác định các vị trí cần được xây dựng các ĐDCQĐ, ưu tiên xây dựng các ĐDCQĐ tại các đập nằm ở vùng tiếp giáp giữa nước mặn và nước ngọt.

- Cần xây dựng cơ chế vận hành, quy mô và vị trí phù hợp trước khi tiến hành xây dựng ĐDCQĐ để tránh lãng phí nước và kém hiệu quả.

- Cần có cơ chế rõ ràng, kể cả điều kiện bắt buộc phải xây dựng các ĐDCQĐ tại các lưu vực sông cụ thể trong hồ sơ thiết kế công trình (có thể cụ thể hóa trong luật);

- Đánh giá hiệu quả của ĐDCQĐ đã được xây dựng ở hồ Phước Hòa để có những điều chỉnh phù hợp cho các mô hình ĐDCQĐ được xây dựng sau này ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bradka, J. and V. Rehackova, (1964). *Mass destruction of fish in the Slapy Reservoir in winter 1962-63*. In: *Vodni Hospodarstvi*, Vol 14 : 451-452.
- Ebel, W.J., (1977). *Major Passage Problems and Solutions*. In: *Columbia River Salmon and Steelhead* (ed. E. Schwiebert). Proceedings of the AFS Symposium held in Vancouver, Special Publication N°10, American Fisheries Society, Washington, D.C., USA.

- EPRI (1992). *Fish entrainment and turbine mortality review and guidelines*. Report Stone and Webster Engineering Corporation, Boston, Massachusetts, USA.
- Holden, P.B. and C.B. Stalnaker, (1975). *Distribution and abundance of mainstream fishes of the middle and upper Colorado River basins, 1967-1973*. In: Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 104: 217-231.
- Hubbs, C. and J. Pigg, (1976). *The effects of impoundments on threatened fishes of Oklahoma*. Annals of the Oklahoma Academy of Science. Vol. 5: 133-77.
- Pavlov, D.S., (1989). *Structures assisting the migration of non-salmonid fish: USSE*. FAO Fish. Tech. Pap. No. 308. FAO, Rome.
- Porcher, J.P., (1992). *Les passes à anguilles*. In: *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*. Vol. 326-327: 134-141.
- Raymond, H.L., (1979). *Effects on Dams and Impoundments on the Migration Rate of Juvenile Chinook Salmon and Steelhead Trout from the Snake River, 1966-1975*. In: Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 108 (6): 509-29.
- Thorncraft, G., & Harris, J. H. (2000). *Fish Passage and Fishways in New South Wales: A Status Report*. Ecology, (May).
- Zhong, Y. and G. Power (1996). *Environmental impacts of hydroelectric projects on fish resources in China*. In: *Regulated Rivers: Research and Management*. Vol. 12: 81-98.

Abstracts:

REVIEWING THE IMPACTS OF DAM ON MIGRATION OF AQUATIC SPECIES AND MIGRATION RESTORATION SOLUTIONS

For some aquatic species, migration between different habitats in their lifecycle is a necessity for finding food, shelter, breeding or evading predators. However, under the pressure of socio-economic development, many hydropower dams have been built in many river basins around the world and in Vietnam. This has a great impact on migratory fishes such as obstruction of migration routes, damage due to hydraulic turbines and spillways, loss of habitat, modification of discharge, water temperature and water quality changes, increased exposure to predation. To mitigate these impacts, a number of scientific and technological solutions have been proposed: (1) for upstream migration: upstream passage can be provided through several types of fish pass: pool and weir fishpasses, vertical-slot fish passages, Denil type fish pass (or baffle-type fish passes), nature-like bypass channels, fish lifts, fish locks and culverts; (2) for downstream migration: physical and behavioural barriers. For Vietnam, which has a great network of rivers and more than 10,000 large and small reservoirs built from the North to the South, yet so far only one fishpass has been built at Phuoc Hoa dam (Binh Duong province). This will need a breakthrough in research as well as the construction of fishways through reservoirs in Vietnam in the next time.

Key words: Impacts of dams, migration, aquatic species, fishpass.

Ngày nhận bài: 05/9/2017

Ngày chấp nhận đăng: 19/9/2017