

Thủy lợi thân thiện với cá

HƯỚNG DẪN GIÁM SÁT CÔNG TRÌNH
ĐƯỜNG DẪN CÁ

Tháng 2 năm 2023

The MRC is funded by contributions from its Member Countries and Development Partners, including Australia, the European Union, Finland, Flanders/Belgium, France, Germany, Japan, Luxembourg, the Netherlands, New Zealand, Sweden, Switzerland, and the United States of America.



Thủy lợi thân thiện với cá

**HƯỚNG DẪN GIÁM SÁT CÔNG TRÌNH
ĐƯỜNG DẪN CÁ**

Tháng 2 năm 2023

Copyright © Mekong River Commission, 2023

First published (2023)

Some rights reserved.

This work is a product of the Mekong River Commission (MRC) Secretariat. While all efforts have been made to present accurate information, the MRC does not guarantee the accuracy of the data included in this work. The boundaries, colours, denomination and other information shown on any map in this work do not imply any judgement on the part of the MRC concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of the MRC, all of which are specifically reserved.

This publication may be reproduced, in whole or in part and in any form, for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder provided that the MRC is acknowledged as the source and that notification is sent to the MRC. The MRC Secretariat would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. This publication cannot be used for sale or for any other commercial purpose whatsoever without permission in writing from the MRC Secretariat.

Title: Fish-friendly irrigation: Fishway monitoring manual (Vietnamese)

DOI: 10.52107/mrc.bjm99l

Keywords: fishway monitoring manual/fish manual/Lower Mekong Basin/Mekong River Commission

For bibliographic purposes, this volume may be cited as:

Mekong River Commission. (2023). *Fish-friendly irrigation: Fishway monitoring manual (Vietnamese)*. Vientiane: MRC Secretariat. DOI: 10.52107/mrc.bjm99l

Information on MRC publications and digital products can be found at
<http://www.mrcmekong.org/publications/>

All queries on rights and licenses should be addressed to:

Mekong River Commission

Documentation and Learning Centre

184 Fa Ngoum Road, Unit 18, Ban Sithane Neua, Sikhottabong District, Vientiane 01000, Lao

PDR Telephone: +856-21 263 263 | E-mail: mrcs@mrcmekong.org | www.mrcmekong.org

Trích dẫn

Ủy hội sông Mekong quốc tế Hướng dẫn giám sát công trình đường dẫn cá. Vientiane: MRC Secretariat. DOI: 10.52107/mrc.bjm99l

Mekong River Commission. (2023). *Fish-friendly irrigation: Fishway monitoring manual (Vietnamese)*. Vientiane: MRC Secretariat. DOI: 10.52107/mrc.bjm99l

Quản lý dự án

Mr Bountieng Sanaxonh, Director of Planning Division,

Dr Ly Thim, Chief River Basin Planner,

Dr Sinxay Vongphachanh, Agriculture and Irrigation Specialist,

Mr Hidefumi Murashita, Technical Advisor for Agriculture and Irrigation.

Chuyên gia kỹ thuật

Dr Martin Mallen-Cooper, Fishway Consulting Services,

Mr Hidefumi Murashita, Technical Advisor for Agriculture and Irrigation,

Dr Sinxay Vongphachanh, Agriculture and Irrigation Specialist,

Professor Lee Baumgartner, Charles Sturt University.

MỤC LỤC

1.	GIỚI THIỆU CHUNG	1
2.	SỰ DI CƯ CỦA CÁ TẠI ĐIỂM CÔNG TRÌNH.....	2
2.1.	Tổng quan và mục tiêu	2
2.2.	Phương pháp.....	4
2.2.1.	Đánh giá hiệu quả dòng thu hút phía thượng nguồn.....	4
2.2.1.1.	<i>Đánh bắt cá bằng xung điện</i>	5
2.2.1.2.	<i>Thẻ radio hoặc thẻ âm thanh</i>	6
2.2.1.3.	<i>Máy ảnh sonar ARIS:</i>	6
2.2.2.	Đánh giá hiệu quả công trình đường dẫn phía thượng nguồn	7
2.2.2.1.	<i>Đường dẫn cá phía hạ nguồn</i>	7
2.2.2.2.	<i>Bẫy tại lối ra và lối vào công trình đường dẫn</i>	7
2.2.2.3.	<i>Đường dẫn cá dạng dốc đá</i>	9
2.2.2.4.	<i>Thẻ PIT</i>	9
2.2.3.	Đánh giá công trình đường dẫn phía hạ nguồn	10
2.3.	Kế hoạch lấy mẫu và thiết kế thực nghiệm	10
2.4.	Kế hoạch dự phòng	13
2.5.	Lấy mẫu và ghi dữ liệu.....	13
2.6.	Phân tích.....	18
3.	ĐÁNH GIÁ QUẦN THỂ CÁ TRONG KHU VỰC.....	22
4.	GIÁM SÁT KINH TẾ XÃ HỘI	22
5.	TÓM TẮT – PHÁT TRIỂN CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG DẪN CÁ.....	23
6.	KẾT LUẬN.....	24
Phụ lục 1.	Phương pháp lấy mẫu.....	24
Phụ lục 2.	Câu hỏi mẫu đối với điều tra kinh tế - xã hội.....	24

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Có ba mục tiêu chính trong việc khôi phục đường di cư đối với cá:

- 1) Khôi phục đường di cư của cá,
- 2) Cải thiện quần thể cá và sự đa dạng sinh học,
- 3) Cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái chất lượng hơn (ví dụ: lợi ích kinh tế xã hội, khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu).

Đánh giá tập trung xung quanh các mục tiêu trên ::

- 1) Sự di cư của cá tại điểm giám sát (trong công trình đường dẫn và tại công trình rào cản)
- 2) Quần thể cá trong khu vực, thượng nguồn và hạ nguồn của công trình rào cản
- 3) Hệ sinh thái được chú trọng, thường là lợi ích kinh tế - xã hội.

Hướng dẫn này sẽ tập trung vào mục tiêu đầu tiên (Khôi phục đường di cư) và thảo luận ngắn gọn về hai mục tiêu còn lại.

Mặc dù có những thiết kế chung cho đường dẫn cá nhưng tất cả ứng dụng tại mỗi điểm công trình là riêng biệt không giống nhau - khác nhau về chiều dài, bố cục, kích thước cụ thể – và mỗi công trình đều có sự kết hợp riêng biệt về dòng chảy sông, các cá thể và kích cỡ cá, và mô hình dòng chảy ở hạ nguồn và thượng nguồn. Do đó, tất cả công trình đường dẫn cá cần được giám sát để đảm bảo rằng cá có thể vượt qua và đáp ứng ba mục tiêu chính là di cư, quần thể và các dịch vụ hệ sinh thái. Giám sát cũng là một công cụ thiết yếu để tối ưu hóa công trình đường dẫn, kết quả của việc giám sát giúp ích cho việc *Điều chỉnh* công trình (tham khảo Ủy hội sông Mekong (2021). *Hướng dẫn thiết kế, xây dựng, vận hành, duy tu bảo dưỡng và điều chỉnh công trình đường dẫn cá*).

Đối với các dự án đường dẫn cá được xây dựng mới hoặc cải thiện từ công trình có sẵn, một Kế hoạch Giám sát cần được phát triển trong Giai đoạn Thiết kế, với sự tham vấn của các nhà chuyên môn thủy sản, kỹ sư thủy lợi và ngư dân địa phương. Các chương trình giám sát sẽ thay đổi tùy theo quy mô và độ phức tạp của công trình. Tại các công trình lớn hoặc lưu vực lớn đòi hỏi phải giám sát kỹ và chi tiết hơn về 3 phương diện mục tiêu trên. Tuy nhiên, trong mọi trường hợp, việc giám sát phải được tiến hành trước và sau khi xây dựng/cải thiện đường dẫn cá. Hướng dẫn này được phát triển để đánh giá hiệu quả của việc xây dựng/cải thiện công trình đường dẫn và xác định những vấn đề cần điều chỉnh đối với công trình thông qua giám sát. Để kiểm tra xem công trình đường dẫn cá có hoạt động hay không, Hướng dẫn thanh kiểm tra đường cá (MRC 2021) sẽ được áp dụng.

Hướng dẫn này được nhắm tới những công trình đường dẫn cá tại các công trình thủy lợi và các công trình rào cản có cao trình thấp trên sông. Nó không dành cho các đập thủy điện có quy mô lớn vì tại các công trình này phát sinh các vấn đề về đường dẫn cá phức tạp hơn rất nhiều (ví dụ như tuabin), đòi hỏi phải giám sát và đánh giá phức tạp tỉ mỉ hơn. Tuy nhiên, nhiều nguyên tắc được mô tả trong hướng dẫn này có thể áp dụng trên phạm vi rộng trong các dự án đường dẫn cá.

Hướng dẫn này dành cho ai?

Hướng dẫn này dành cho các học viên như nhà khoa học, kỹ sư, nhân viên chính phủ, người vận hành cửa điều tiết/đập liên quan đến các hoạt động của công trình đường dẫn cá với cơ sở nền tảng có sẵn về khoa học môi trường, thiết kế thực nghiệm, thống kê, thủy lợi, quản lý tài nguyên nước và nghiên cứu thực địa; đang lên kế hoạch và thực hiện chương trình giám sát đối với công trình đường dẫn cá

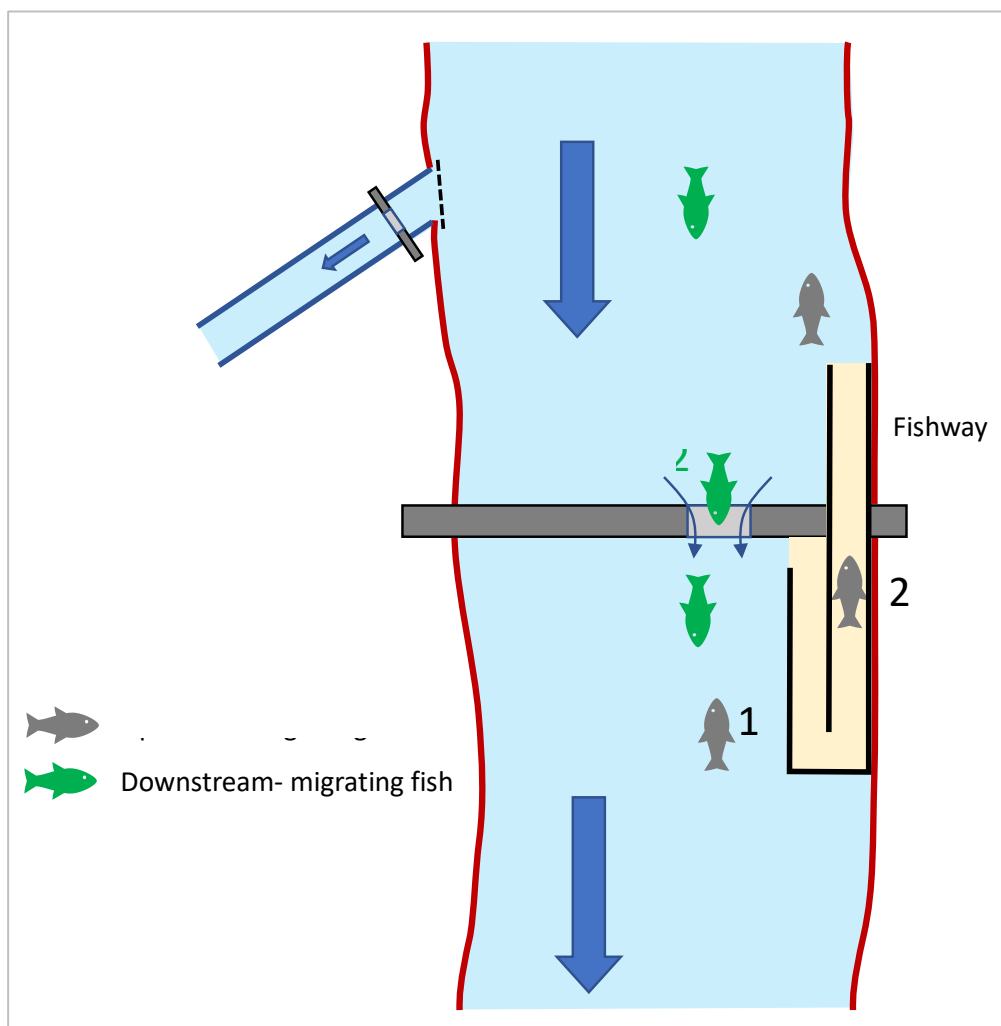
nào đó tại lưu vực hạ lưu sông Mekong. Hướng dẫn này bổ sung cho Hướng dẫn thiết kế công trình đường dẫn cá của MRC 2021 và Hướng dẫn thanh tra kiểm tra công trình đường dẫn cá của MRC 2021.

2. SỰ DI CƯ CỦA CÁ TẠI ĐIỂM CÔNG TRÌNH

2.1. Tổng quan và mục tiêu

Sự di cư của cá tại điểm công trình áp dụng cho cá di cư tại thượng nguồn và hạ nguồn và cũng có ba thành phần cũng phù hợp với thiết kế đường dẫn cá (Hình 1):

1. *Mức độ Hiệu quả của dòng thu hút* (lối vào đường dẫn cá và thiết kế của đập/cửa điều tiết);
2. *Mức độ Hiệu quả của đường dẫn* (thiết kế kênh cho đường dẫn cá; thiết kế cửa điều tiết cá di cư hạ nguồn);
3. *Lối ra* (vị trí và điều kiện để thiết kế lối ra an toàn).



Hình 1. Các thành phần trong thiết kế đường dẫn cá: 1) Dòng thu hút, 2) Lối đi và 3) Lối ra. (MRC 2021. Hướng dẫn thiết kế đường dẫn cá)

Từ ba thành phần này, giám sát có những mục tiêu rất cụ thể, có thể được diễn đạt dưới dạng câu hỏi hoặc giả thuyết, được thể hiện trong Bảng 1. Các câu hỏi về giám sát đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong. Bên cạnh những câu hỏi này là những ưu tiên cho giám sát. Những ưu tiên này có thể sẽ thay đổi sau khi kiểm tra và đánh giá thiết kế, tuân theo *Hướng dẫn thanh tra kiểm tra công trình đường dẫn dành cho cá MRC (2021)* và sử dụng *Hướng dẫn MRC (2021) về Thiết kế, Xây dựng, Vận hành, Duy tu bảo dưỡng và Điều chỉnh công trình đường dẫn cá*.

Bảng 1. Các câu hỏi về giám sát đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong).

LỐI ĐI TẠI THƯỢNG NGUỒN	Câu hỏi về giám sát	Mức độ ưu tiên chung đối với giám sát tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong (Lưu ý: các ưu tiên này được xem xét cho từng dự án cụ thể sau khi thanh tra kiểm tra công trình)
Mức độ Hiệu quả của dòng thu hút	Cá có xác định được vị trí lối vào đường dẫn hay không?	Rất cao
Mức độ hiệu quả của Đường dẫn	Cá có đi qua đường dẫn cá không?	Rất cao
	Cá có tiếp cận được lối ra không?	Rất cao
Lối ra	Cá có thoát khỏi lối ra của đường dẫn an toàn?	Cao
	Cá có tiếp tục di cư khi vượt qua công trình rào cản?	Cao
LỐI ĐI TẠI HẠ NGUỒN		
Mức độ hiệu quả của dòng thu hút dò	Cá có di cư vượt qua công trình rào cản không: i) Ấu trùng cá? ii) Cá gần trưởng thành? iii) Cá trưởng thành?	Cao Trung bình Trung bình
	Cá có xác định được vị trí lối vào đường dẫn không?	Rất cao
Mức độ hiệu quả của đường dẫn	Cá có vượt qua đường dẫn cá / đập tràn / cửa điều tiết một cách an toàn không??	Rất cao
Lối ra	Cá có vượt qua mực nước hạ nguồn đường dẫn một cách an toàn không?*	Rất cao

* Cá có thể bị mất phương hướng sau khi đi qua tuabin, cống hoặc đập tràn và dễ bị săn bởi các thú săn mồi

Ví dụ, đối với cửa điều tiết thiết kế phía trên (mở cửa theo chiều hướng về phía trước) được sử dụng trong công trình rào cản và dưới dòng chảy có thiết kế mực nước đệm, thì có thể đánh giá rằng việc

cá di cư tại hạ lưu là an toàn, thì mức độ cần ưu tiên giám sát sẽ thấp. Ngược lại, nếu lối vào công trình đường dẫn cá thiết kế tại vị trí không tốt và xuất hiện dòng chảy rối bên cạnh đường dẫn, thì mức độ cần ưu tiên giám sát sẽ cao. Do đó, bước đầu tiên trong việc lên kế hoạch cho chương trình giám sát là: kiểm tra và đánh giá khả năng tiếp cận của cá (theo Hướng dẫn thanh tra kiểm tra đường cá MRC 2021); xác định các vấn đề thiết kế hoặc vận hành quan trọng; và giải quyết những sai sót trong thiết kế một cách rõ ràng.

Những câu hỏi được đề cập trong Bảng 1. Các câu hỏi về giám sát đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong trùng lặp với trong dự án MRC về *Giám sát môi trường chung tại các dự án thủy điện trên dòng chính sông Mekong*, bao gồm giám sát cá đi qua các đập dòng chính lớn. Tuy nhiên, tại các công trình đập lớn, đường dẫn hạ lưu đường dẫn ấu trùng cá vượt qua công trình rào cản được ưu tiên cao hơn và gồm bốn câu hỏi bổ sung chỉ áp dụng cho các đập lớn, liên quan đến nhà máy điện, tuabin và lối đi cho cá phía hạ lưu:

- Những cá thể cá lớn được hướng ra khỏi nhà máy nhờ những màn chắn rác/cá không? Hay có ghi nhận trường hợp nào cá theo dòng chảy vào nhà máy không?
- Những cá thể cá nhỏ có đi qua các màn chắn, các tuabin một cách an toàn?
- Liệt kê các điều kiện thủy lực trong các kênh đường dẫn phía hạ nguồn?
- Có xảy ra hiện tượng cá chết làm tắc nghẽn phía hạ nguồn không?

Những câu hỏi này không áp dụng cho các công trình rào cản cấp không kết hợp thủy điện.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Đánh giá hiệu quả dòng thu hút phía thượng nguồn

Dòng thu hút hiệu quả là biện pháp hướng cá di cư đến công trình và xác định vị trí lối vào đường dẫn cá. Nó có thể được đánh giá như sau:

- i) Quan sát, bằng cách khảo sát các mô hình dòng chảy tại hạ nguồn của đập và xung quanh đường dẫn cá, sử dụng ba nguyên tắc được mô tả trước đó: thiết lập lối vào đường dẫn cá tại biên di cư thượng nguồn, tránh dòng chảy tuần hoàn và tránh dòng chảy xung đột.
- ii) Mẫu cá từ bẫy lưới và từ ngư dân tại bên dưới đập được ghi nhận nhiều hơn phía hạ lưu. , điều này thể hiện rằng cá đang tích tụ bên dưới đập và đường dẫn cá, có thể chúng không thể tìm thấy lối vào hoặc không thể vượt qua được đường dẫn cá.
- iii) Các mẫu cá từ đánh bắt bằng điện tại vị trí bên dưới đập và xa về phía hạ nguồn. Hay đối với các mẫu từ lưới hoặc từ ngư dân sự khác biệt từ các mẫu tại các địa điểm này cho thấy *hiệu quả thu hút*.
- iv) Thẻ radio hoặc âm thanh. Đây là những thẻ ngắn hạn (từ 90 ngày đến 5 năm) có thể phác thảo các chuyển động lên và xuống của cá trên hệ thống sông. Việc gắn thẻ được thực hiện tốt có thể cung cấp dữ liệu tốt về tập quán của cá trong vùng lân cận tại lối vào đường dẫn cá .
- v) Máy ảnh sonar ARIS (DIDSON). Công nghệ này sử dụng sóng âm thanh để chụp ra một bức ảnh sinh động ‘live’ về cá ở dưới nước tương quan với các vật thể khác nhau. Phương pháp này có thể được triển khai để giúp theo dõi chuyển động của cá trong và xung quanh lối vào đường dẫn cá. Điểm tích tụ của cá và chuyển động của cá tại vị trí lối vào vào, có thể dễ dàng quan sát thông qua sử dụng công nghệ này.

Trong 5 biện pháp được liệt kê theo thứ tự chi phí. Đối với các dự án thủy lợi nhỏ và các công trình rào cản cấp thấp thì hai cách tiếp cận đầu tiên (phương pháp quan sát, phương pháp lấy mẫu từ lưới và từ ngư dân) có thể sẽ được áp dụng trong giám sát:.

2.2.1.1. Đánh bắt cá bằng xung điện

Hình thức đánh bắt này tại sông lớn được thực hiện với các dụng cụ đánh bắt và thuyền chuyên dụng (hình 2). Cá sau khi đánh bắt, được kiểm tra lấy mẫu, đo đạc và được thả lại tự nhiên với tỷ lệ sống cao. Những mẫu được thu thập cung cấp lượng cá tương đối dồi dào và sẽ hữu ích để đánh giá sự tích tụ của cá tại hạ nguồn đường dẫn cá và cung cấp một mẫu cá di cư riêng biệt để so sánh với các mẫu tại đường dẫn cá. Những hạn chế chính của việc đánh bắt bằng điện là việc đánh bắt cá kém, cá có thể bị choáng và không hiệu quả ở vùng nước sâu (> 2 m) (MRC 2019)) .

Thiết bị đánh bắt cá bằng xung điện như (**Error! Reference source not found.**). Chúng rất hữu ích cho các dòng suối nông và có thể được sử dụng trong và xung quanh lối vào của công trình đường dẫn cá, nếu nước nông thuyền chuyên dụng không thể hoạt động được.. Phương pháp này đặc biệt hữu ích khi lấy mẫu tại các đường cá dạng dốc đá chủ yếu được thiết kế với độ sâu mực nước nông. Cần lưu ý rằng đánh bắt cá bằng xung điện bị cấm tại các quốc gia thuộc lưu vực sông Mekong. Cần phải có sự cho phép đặc biệt từ các cơ quan có liên quan trước khi bắt đầu tiến hành qua trình lấy mẫu.. Ngoài ra, đánh bắt điện có thể là một kỹ thuật gây chết người nếu sử dụng không phù hợp. Do đó, việc lấy mẫu cũng cần phải tuân thủ nghiêm theo các quy trình tiêu chuẩn quốc tế.



Hình 2: Thuyền đánh bắt cá bằng xung điện (M. Mallen-Cooper).



Hình 3. Thiết bị đánh bắt cá bằng xung điện đi động (MRC 2019. Phối hợp giám sát môi trường các dự án thủy điện Mekong Mainstream).

2.2.1.2. Thẻ radio hoặc thẻ âm thanh

Chúng có kích thước rất đa dạng, tùy thuộc vào thời lượng pin và phạm vi tín hiệu. Chúng yêu cầu tiến hành phẫu thuật trên cá để chèn thẻ và dây anten (di động và/hoặc cố định) để (**Error! Reference source not found.**). Phạm vi thường là hàng trăm mét và vì vậy chúng rất lý tưởng để theo dõi cá khi chúng đến gần hoặc rời khỏi đường dẫn cá. Lưu ý: có thể mất tới 40% số thẻ cấy ghép do cá tử vong hoặc đánh bắt cá. Vì vậy kích thước mẫu cần phải đáp ứng : ít nhất 50-60 cá thể cá của một loài sẽ được yêu cầu để tìm hiểu sự thay đổi trong tập quán (MRC 2019, Phối hợp giám sát môi trường tại các dự án thủy điện dòng chính sông Mekong).

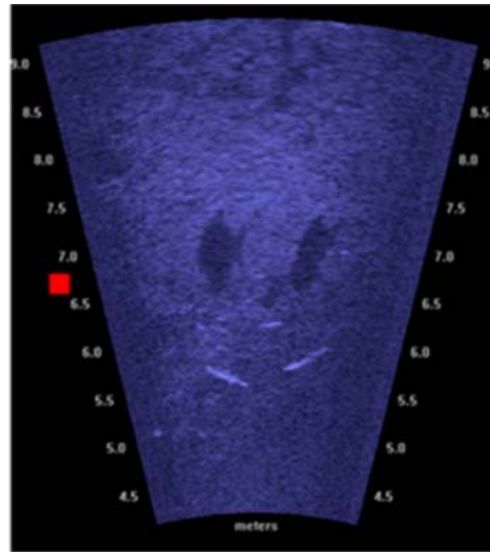
Thẻ radio có thể được phát hiện ra cá từ bên trên mặt nước trong khi các thẻ âm thanh cần một máy dò dưới nước (hydrophone). Thẻ âm thanh cung cấp dữ liệu không gian có độ phân giải cao về chuyển động của cá và hoạt động tốt ở vùng nước sâu (ví dụ: >10 m) nhưng bị hạn chế tín hiệu tại các vùng nước nông và vùng xuất hiện dòng chảy rối lớn (ví dụ: đập tràn).. Thẻ radio cung cấp độ phân giải không gian kém hơn nhưng hoạt động tốt ở vùng nước nông (< 10m) và nước . Bất kể công nghệ nào được sử dụng, cá có thể được theo dõi trong vòng một mét tính từ lối vào đường dẫn cá, và các chuyển động của cá trong các điều kiện dòng chảy sẽ được tính toán. MRC có một hướng dẫn chi tiết về công tác thực hiện gắn thẻ âm thanh, nếu phương pháp này được quan tâm, cần nhắc trong chương trình giám sát.



Hình 4 : Cấy thẻ âm thanh vào cơ thể của cá (ảnh trái), thẻ âm thanh cùng với ăng ten bên ngoài (ảnh giữa) và thiết bị cầm tay để phát hiện tín hiệu (ảnh phải) (MRC 2019, Phối hợp giám sát môi trường tại các dự án thủy điện dòng chính sông Mekong).

2.2.1.3. Máy ảnh sonar ARIS:

Máy ảnh ARIS (trước đây là DIDSON) sử dụng công nghệ sonar để tạo ra hình ảnh video rõ ràng trong nước với hầu hết mọi độ đục. Hạn chế của thiết bị này là chúng hoạt động kém trong nước có độ đục cao, vị trí này thường ở gần đập tràn, và có một chùm tia hẹp không thể bao quát một con sông lớn rộng với một lòng sông phức tạp, chẳng hạn như sông Mekong. Máy ảnh DIDSON hoặc ARIS đặc biệt hữu ích để đánh giá: Dòng thu hút cá ở vùng hạ nguồn, cá đi vào đường dẫn cá tại thượng nguồn hoặc hạ nguồn và cá mắc kẹt tại màn chắn rác. Các dữ liệu thể hiện cái nhìn tổng quan về tập tính của cá (MRC.2019).



Hình 2. Hình ảnh camera ARIS (trái) và ảnh chụp màn hình hiển thị của hình ảnh ARIS (phải) (Giám sát môi trường chung các dự án thủy điện dòng chính sông Mekong MRC 2019).

2.2.2. Đánh giá hiệu quả công trình đường dẫn phía thượng nguồn

Trong phần này, giám sát là đánh giá xem liệu tất cả các loài cá có thể vượt qua đường dẫn cá phía thượng nguồn hay không? Do đó cần lấy mẫu tại ::

- i) Hạ nguồn của lối vào đường dẫn cá (một mẫu cá tại đây),
- ii) Tại lối vào đường dẫn cá (một mẫu cá tại đây)
- iii) Tại lối ra đường dẫn cá (một mẫu cá tại đây)

2.2.2.1. Đường dẫn cá phía hạ nguồn

Một loạt các phương pháp có thể được sử dụng để lấy mẫu ở hạ nguồn đường dẫn cá - bao gồm lưới, đánh bắt cá bằng xung điện và khảo sát ngư dân - với mục tiêu thu thập đầy đủ các kích cỡ và chủng loại cá di cư về phía công trình đường dẫn cá. Những mẫu này sẽ được dùng để so sánh định tính với các mẫu cá trong công trình đường dẫn cá. Tốt nhất nên được thực hiện ngay tại hạ nguồn lối vào đường dẫn cá và đập; tuy nhiên, nếu việc lấy mẫu tại vị trí này gặp khó khăn thì việc lấy mẫu nên được thực hiện gần vị trí đường dẫn cá và đập.

2.2.2.2. Bẫy tại lối ra và lối vào công trình đường dẫn

Việc lấy mẫu đối với cá di chuyển qua công trình đường dẫn sẽ được thực hiện bằng cách thiết lập bẫy bằng lồng như (**Error! Reference source not found.**) hoặc lưới phễu (Hình 3) – bẫy cá đi vào và hạn chế cá thoát ra. Xác định kích thước cá để thiết lập mắt lưới phù hợp. Tốt nhất nên sử dụng thống nhất 1 loại bẫy lần lượt tại lối ra và lối vào đường dẫn. Thông thường những cái bẫy này được làm bằng khung thép và được phủ một lớp lưới nylon.



Hình 6 : Ví dụ về lồng bẫy.



Hình 3. Lấy mẫu dạng lưới phễu tại lối ra đường cá (MAFF, Nhật Bản).

Các bẫy nên được thiết kế để đảm bảo bắt được tất cả cá loài cá với các kích thước khác nhau. Đôi khi cần có bẫy riêng biệt cho cá thể cá nhỏ (sử dụng lưới nhỏ, ví dụ: 2-5 mm) và cá lớn (sử dụng lưới lớn, ví dụ: 20-40 mm).

Các bẫy tại lối ra và lối vào (Hình 4: Bẫy tại đường dẫn cá tại a) lối ra và b) lối vào) được sử dụng riêng biệt (tức là không phải cùng một thời điểm), nhưng trong cùng một khoảng thời gian, ví dụ trong ngày. Điều này cung cấp các mẫu định lượng để so sánh kích thước, chủng loài và xác định sự phong phú của cá tại vị trí lối ra và vào đường dẫn cá. Nếu có sự giống nhau về mẫu cá giữa lối ra và lối vào thì so sánh định lượng sẽ được chấp nhận. .



Hình 4: Bẫy tại đường dẫn cá tại a) lối ra và b) lối vào.

Bẫy tại lối ra công trình

Mục tiêu của loại bẫy này là đánh giá xem cá có thể vượt qua được toàn bộ chiều dài của đường dẫn cá hay không. Do đó, loại bẫy này được sử dụng ngay lập tức tại lối ra đường dẫn cá, với dòng chảy không hạn chế qua đường dẫn cá - điều này đảm bảo rằng đường dẫn cá được đánh giá với điều kiện thủy lực không thay đổi (vận tốc nước và dòng chảy rối).. Cửa điều tiết tại lối ra đường dẫn cá nên được mở hoàn toàn; nếu không kết quả sẽ không thực tế. Vì nếu có hoạt động vận hành đóng cửa điều tiết tại lối ra đường dẫn sẽ làm thay đổi thủy lực, giảm dòng chảy rối và kết quả sẽ không thể dùng để so sánh được.

Nếu không thể sử dụng bẫy tại lối ra tại thượng nguồn của đường dẫn cá và tại cửa điều tiết lối ra, trường hợp này bẫy có thể được sử dụng trong khoang chứa phía trên cùng của đường dẫn cá, nếu tổn thất đầu tại vách ngăn kế lối ra thấp hơn tổn thất đầu trong đường dẫn. Điều này cho thấy, cá có thể có khả năng vượt qua lối ra công trình đường dẫn nếu ghi nhận mẫu cá thu thập được từ bẫy.

Bẫy tại lối vào công trình

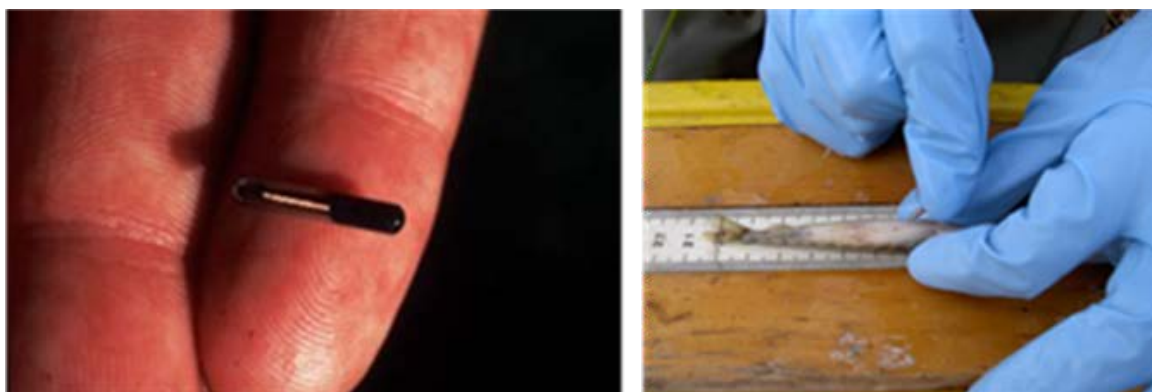
Mục tiêu là cung cấp mẫu cá di cư có thể xác định được vị trí và lối vào công trình đường dẫn cá. Nó được sử dụng trong khoang chứa tại lối vào đường dẫn cá có dòng chảy thấp, nhưng nó cũng được sử dụng trong các khoang chứa cao hơn nếu mực nước hạ nguồn cao, do dòng chảy sông lớn.. Để đảm bảo rằng, tất cả loài cá di cư qua công trình có thể xác định được lối vào đường dẫn cá, vận tốc nước và dòng chảy rối cần phải ở mức thấp tại lối vào đường dẫn: Tổn thất đầu¹ tiêu chuẩn tại lối vào đường dẫn cá là 50-80mm, cho phép cá có khả năng bơi yếu, cũng như cá có khả năng bơi vượt trội hơn có thể đi vào đường dẫn cá. Giảm tổn thất đầu bằng cách hạn chế xả lưu lượng trong đường dẫn cá (sử dụng cửa điều tiết tại lối ra, hoặc chặn một phần vách ngăn tại lối ra). Do đó, mẫu này không phải là một thử nghiệm về thủy lực đường cá hoặc hiệu quả của đường cá, mà là một mẫu cá di cư độc lập có thể sử dụng đường cá - nếu vận tốc nước và nhiễu loạn (thủy lực) không hạn chế cá bơi yếu hơn.

2.2.2.3. Đường dẫn cá dạng dốc đá

Rất khó thiết kế bẫy trong một vài dạng đường dẫn cá, chẳng hạn như đường dẫn cá dốc đá, các phương pháp thay thế như đánh bắt bằng xung điện hoặc lưới chum (lưới quăng) tại lối vào và lối ra của đường dẫn cá có thể được sử dụng thay cho bẫy dạng lồng hay dạng phễu như đã miêu tả ở trên.

2.2.2.4. Thẻ PIT

Đây là một thẻ nhỏ, không có pin và có mã vạch. Thẻ được định vị và tự động đăng nhập vào máy chủ khi thẻ vượt qua ngưỡng 20-40 cm của đầu đọc chuyên dụng. Những đặc điểm này làm cho nó trở nên lý tưởng để đánh giá cá, khi cá đi qua không gian hạn chế trong đường dẫn cá (MRC 2019). MRC có hướng dẫn chi tiết về cách gắn thẻ PIT (như một phần của sáng kiến JEM) có thể cân nhắc tuân theo nếu công nghệ này được quan tâm sử dụng.



Hình 5. Thẻ PIT (trái) và tiến hành phẫu thuật cấy ghép thẻ PIT trong cá thể cá nhỏ (phải) (Giám sát môi trường chung của các dự án thủy điện dòng chính sông mekong, MRC 2019)

¹ Sự khác biệt về mực nước ở hai bên vách ngăn tại lối vào

2.2.3. Đánh giá công trình đường dẫn phía hạ nguồn

Có thể được đánh giá yếu tố này bằng cách:

- i) Quan sát, bằng cách kiểm tra các mô hình dòng chảy, khoang chứa, vận hành cửa điều tiết,
- ii) Lấy mẫu cá khi chúng đi qua công trình rào cản,
- iii) Thẻ (PIT) (hành trình di chuyển cho thấy cá thể vẫn sống sót),
- iv) Thẻ radio hoặc thẻ âm thanh,
- v) Máy ảnh ARIS sonar

2.3. Kế hoạch lấy mẫu và thiết kế thực nghiệm

Các phần trước đã phác thảo các câu hỏi cần cho đánh giá và các phương pháp khác nhau để đánh giá. *Kế hoạch lấy mẫu và thực nghiệm* cho điểm công trình gồm::

- 1) Các câu hỏi từ Bảng 1. Các câu hỏi về giám sát đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong mà có mức độ ưu tiên cao cần được ưu tiên trước,
- 2) Phương pháp trả lời câu hỏi,
- 3) Số lượng yêu cầu trong mỗi phương pháp (số lượng mẫu hoặc cá được gắn thẻ),
- 4) Quy chế lấy mẫu (mùa, thời gian [giờ, ngày / đêm])
- 5) Tính độc lập của các phương pháp.

		THIẾT KẾ THỰC NGHIỆM & KẾ HOẠCH LẤY MẪU		
ĐƯỜNG DẪN PHÍA THƯỢNG NGUỒN	Câu hỏi	Giải pháp	Số lượng	Quy chế lấy mẫu
Tính hiệu quả của dòng thu hút	Có có xác định được vị trí lối vào công trình đường dẫn cá không?	Thẻ radio / âm thanh	100 thẻ trên mỗi loài cá	Thiết lập lưới để phát hiện cá đi qua
		Máy ảnh âm thanh ARIS	Cần lấy mẫu thí điểm để thiết lập phương sai	Thiết lập tại lối vào và lối ra với quy chế lấy mẫu số lượng nhỏ tại chỗ
		Đánh bắt cá bằng xung điện bên dưới lối vào công trình đường dẫn cá	>20 (X 15 phút dò)	Dòng chảy nhỏ, trung bình và lớn ² ; trong mùa di cư
		Lưới chum (lưới quăng) bên dưới lối vào đường dẫn cá	>20 (X 10 chiếc)	
		Các loại lưới khác	Yêu cầu lấy mẫu thí điểm	
Tính hiệu quả của đường dẫn	Cá có đi qua đường dẫn không?	Bẫy	>20	
	Cá có tiếp cận được lối ra của đường dẫn không?	Bẫy	>20	
Lối ra	Cá có thoát ra khỏi lối ra của đường dẫn an toàn?	Thẻ radio / âm thanh	100 thẻ cho mỗi loài	Cần thiết lập bộ thu
	Cá có tiếp tục di cư khi vượt qua công trình rào cản?	Thẻ radio / âm thanh	100 thẻ cho mỗi loài	Cần thiết lập bộ thu
ĐƯỜNG DẪN PHÍA HẠ NGUỒN				
Hiệu quả dòng thu hút	Cá thể cá vượt qua được công trình rào cản: i) Ấu trùng cá? ii) Cá gần trưởng thành? iii) Cá trưởng thành?	Mất lưới nhỏ	Yêu cầu lấy mẫu thí điểm	Mùa sinh sản
		Lưới		
		Thẻ radio hoặc âm thanh	100 thẻ trên mỗi loài	
	Cá có xác định được vị trí lối vào của công trình đường dẫn cá/đập tràn /cửa điều tiết không?	Thẻ radio / âm thanh	100 thẻ trên mỗi loài	
Hiệu quả của đường dẫn	Cá có vượt qua đường dẫn cá/đập tràn/cửa didefu tiết một cách an toàn không?	Thẻ radio / âm thanh	100 thẻ trên mỗi loài	
		Cá được gắn thẻ; Lưới	Yêu cầu lấy mẫu thí điểm	Dòng chảy lưu lượng nhỏ, trung bình và lớn;
Lối ra	Cá có vượt qua mực nước hạ nguồn một cách an toàn không?	Lưới	Yêu cầu lấy mẫu thí điểm	trong mùa di cư

Error! Reference source not found.: Cung cấp tóm tắt về Kế hoạch lấy mẫu và phác thảo thiết kế thực nghiệm về: câu hỏi, phương pháp, số lượng, thiết kế thực nghiệm và quy chế lấy mẫu để trả lời từng câu hỏi. Kế hoạch lấy mẫu và thiết kế thực nghiệm để giám sát đường dẫn cá tại các rào cản cấp thấp trong lưu vực hạ lưu sông Mekong. Màu cam ánh là những câu hỏi được ưu tiên rất cao.

Số lượng là cần thiết vì sẽ có sự khác nhau về chủng loài và kích cỡ giữa các mẫu. Một mẫu từ bẫy lồng hoặc một cá thể cá được gắn thẻ không cung cấp đủ dữ liệu để đánh giá một đường dẫn cá. Số lượng khuyến nghị được cung cấp trong **Error! Reference source not found.**. Lưu ý rằng số lượng này được lấy "trên mỗi loài" và số mẫu có thể được tăng lên phụ thuộc theo nhu cầu giám sát).

Quy chế lấy mẫu cần phải phù hợp với thời gian khác nhau mà cá di cư và sự cần thiết phải đánh giá hiệu suất của công trình đường dẫn cá tại các điều kiện dòng chảy khác nhau. Do đó, thời điểm đánh giá cần được thực hiện trong mùa di cư khi số lượng cá di cư đạt cao điểm (thường là vào đầu mùa mưa); và tại ba (hoặc nhiều hơn) loại dòng chảy: lưu lượng dòng chảy nhỏ ($Q < 75\%$ ile), lưu lượng dòng chảy trung bình ($Q = 25-75\%$ ile) và lưu lượng dòng chảy lớn ($Q > 25\%$ ile). Trong mỗi loại dòng chảy, cách lấy mẫu được lặp lại và kết quả được so sánh - điều này được gọi là *lấy mẫu phân tầng*, với mỗi loại dòng chảy là một *tầng*).

Giám sát công trình đường dẫn cá trong thời gian dòng chảy lớn, đặc biệt là trong trường hợp xảy ra lũ lụt, có thể gây nguy hiểm cho các thành viên trong nhóm và chỉ nên được thực hiện nếu các vị trí lấy mẫu ở lối ra và lối vào của đường dẫn cá được đảm bảo an toàn.

Nhiều loài cá có tập tính di cư vào ban đêm hoặc ban ngày, đây có thể được coi là một *tầng* lấy mẫu. Do đó, một thiết kế thực nghiệm để đánh giá công trình đường dẫn cá nên được phân tầng theo dòng chảy ngày và đêm, điều này có nghĩa là mỗi mẫu *ngày* và *đêm* là riêng biệt sẽ được thực hiện trong từng loại *dòng chảy lưu lượng* (nhỏ ($Q < 75\%$ ile), trung bình ($Q = 25-75\%$ ile) và lớn ($Q > 25\%$ ile)).

Trong suốt mùa di cư, kích thước và chủng loại cá có thể rất đa dạng. Đối với một số loài cá thì thời điểm di cư vào đầu mùa nhưng đối với loài khác thì lại vào thời điểm muộn hơn. Điều này ảnh hưởng đến thiết kế thực nghiệm.

Trong việc lấy mẫu tại công trình đường dẫn cá, sự thay đổi được điều chỉnh trong thiết kế thực nghiệm bằng cách nhóm các mẫu được lấy tại điểm khác nhau thành các *khối*. Do đó, trong ví dụ này, việc lấy mẫu đường cá tại lối ra và lối vào sẽ được làm thành 2 khối riêng biệt nhưng liền kề về thời gian lấy mẫu (hoặc khoảng thời gian khác) và sẽ được lặp lại. Các phương pháp lấy mẫu khác có thể được thêm vào *khối*, chẳng hạn như lấy mẫu ngay bên dưới lối vào đường dẫn cá để đánh giá khả năng tiếp cận công trình của cá. Việc tạo thành khối trong các mẫu tạo ra một thiết kế thực nghiệm phù hợp với những thay đổi trong quá trình di cư theo thời điểm của cá. Ví dụ, trong trường hợp một cổng đồng cá di cư qua đường dẫn cá vào ngày đầu của thực nghiệm có thể khác với ngày thứ 10.

Một ví dụ về quy chế lấy mẫu *phân tầng* và *khối* được hiển thị trong Bảng 2. Ví dụ về quy chế lấy mẫu với 3 vị trí khác nhau (bẫy tại lối ra, bẫy tại lối vào và lấy mẫu ngay tại phía hạ nguồn của đường dẫn cá), được phân tầng theo ngày và đêm. Ngày và đêm là hai tầng, và ngày sẽ được coi là khối của ba phương pháp lấy mẫu tại thời điểm ngày và đêm. Các mẫu kéo dài hai giờ được hiển thị nhưng ở những con sông có số lượng cá thấp, thời gian của mỗi mẫu có thể cần phải là 12-24 giờ.

² Các lớp dòng chảy được xác định bởi các phần trăm của đường cong thời gian dòng chảy: dòng chảy lưu lượng nhỏ ($Q < 75\%$ ile), trung bình ($Q = 25-75\%$ ile) và lớn ($Q > 25\%$ ile).

Bảng 2. Ví dụ về quy chế lấy mẫu với 3 vị trí khác nhau (bẫy tại lối ra, bẫy tại lối vào và lấy mẫu ngay tại phía hạ nguồn của đường dẫn cá), được phân tầng theo ngày và đêm. Mỗi ngày có một *khối mẫu ngẫu nhiên*, và mỗi đêm có một *khối mẫu ngẫu nhiên*. Bảng 3 thể hiện cách phân tầng lấy mẫu trong 5 ngày nhưng thời gian thu thập mẫu phổ biến là 10 ngày.

	Thời gian (giờ)	Ngày 1	Ngày 2	Ngày 3	Ngày 4	Ngày 5
Ngày	08:00-10:00	Lối ra	Lối vào	Lối ra	Lối vào	Hạ nguồn
	10:30-12:30	Lối vào	Hạ nguồn	Hạ nguồn	Lối ra	Lối vào
	13:00-15:00	Hạ nguồn	Lối ra	Lối vào	Hạ nguồn	Lối ra
Đêm	17:00-19:00	Lối vào	Lối ra	Lối vào	Lối ra	Hạ nguồn
	19:30-21:30	Lối ra	Hạ nguồn	Hạ nguồn	Lối vào	Lối vào
	22:00-24:00	Hạ nguồn	Lối vào	Lối ra	Hạ nguồn	Lối ra

Cũng như sự thay đổi dòng chảy trong ngày, di cư của cá có thể thay đổi theo mùa và giữa các năm. Do đó, theo dõi trong hơn một năm (giám sát ba đến năm năm trước và sau khi phát triển/cải thiện đường cá) để có được dữ liệu toàn diện.

Độc lập mẫu là đảm bảo các phương pháp, mẫu không tương tác hoặc xung đột với nhau, điều này có thể ảnh hưởng đến kết quả. Ví dụ, lấy mẫu tại lối ra và lối vào của đường dẫn cá bằng bẫy lồng cùng một lúc sẽ gọi là không *độc lập mẫu* vì cá di cư phía thượng nguồn không thể vượt qua bẫy tại lối vào để đến lối ra. Trong ví dụ này, giải pháp để đạt được *sự độc lập mẫu* là lấy mẫu lối ra và lối vào vào các ngày hoặc thời gian khác nhau, vì vậy các mẫu hoàn toàn riêng biệt.

2.4. Kế hoạch dự phòng

Việc số lượng trong **Error! Reference source not found.** giả định rằng cá đang di cư, tất cả các thiết bị hoạt động tốt và không có vấn đề gì trên thực địa. Đối với hầu hết các dự án, bất kỳ thời gian thực địa theo kế hoạch nào cũng cần phải có kế hoạch dự phòng, các kế hoạch này bao gồm cá không di cư vào thời điểm tiến hành giám sát, mất thiết bị và lũ lụt. Do đó, thời gian luôn được ước tính thêm một tuần hoặc hơn một tuần tại hiện trường để thiết lập và kiểm tra các phương pháp lấy mẫu.

2.5. Lấy mẫu và ghi dữ liệu

Lấy mẫu

Các phương pháp lấy mẫu, bao gồm phân tích dữ liệu, được nêu trong hướng dẫn FADM (MRC 2018). *Bẫy được đặt tại lối ra và lối vào công trình đường dẫn cá* được sử dụng trong hầu hết các đánh giá đối với công trình đường dẫn tại các đập cấp thấp, vì vậy một số hướng dẫn kỹ thuật đã được chuẩn bị:

- Sử dụng bẫy tại lối ra và lối vào những ngày riêng biệt.
- Đối với bẫy tại lối ra đường dẫn cá, đảm bảo dòng chảy không bị cản trở.
- Đối với bẫy tại lối vào đường dẫn cá, hạn chế lưu lượng dòng chảy để đạt được tổn thất đầu là 50-80mm tại lối vào.
- Đặt bẫy vào một khoảng thời gian cụ thể.
- Gỡ cá khỏi bẫy sau khi kết thúc thời gian thực hiện lấy mẫu.
- Xác định và đếm tổng số cá phân loại theo loài (lấy làm mẫu phụ, nếu > 200 số lượng cá/loài).
- Đo từng cá thể cá về chiều dài và trọng lượng, nếu cần thiết (lấy làm mẫu phụ, nếu > 200 số lượng cá/loài).

- Thực hiện cùng một thao tác với cùng một cái bẫy và cùng một lưới , v.v. để tránh kết quả sai lệch.
- Lấy mẫu cá tại các lưu lượng dòng chảy khác nhau (*nhỏ* ($Q < 75\%$ ile), *trung bình* ($Q = 25-75\%$ ile) và *lớn* ($Q > 25\%$ ile) tại thời điểm mùa di cư .
- Tốt nhất là bẫy cá cả ngày lẫn đêm để có thể thu thập được số lượng mẫu đa dạng.
- Tốt nhất nên lấy mẫu tại hạ nguồn đường dẫn cá (Mục **Error! Reference source not found.**) để đánh giá khả năng tiếp cận công trình đường dẫn của cá.

Các quy trình lấy mẫu phụ được đề xuất ở đây áp dụng đối với hầu hết kỹ thuật lấy mẫu cá.

Ghi dữ liệu

Nhóm lấy mẫu cần ghi lại ba loại bảng dữ liệu như sau:

Bảng dữ liệu 1. Được thể hiện trong **Hình 6**. Bảng dữ liệu 1 với thông tin điểm công trình và việc sử dụng từng loại thiết bị ("Hoạt động"). Nửa dưới của trang tính là một bản tóm tắt từ bảng dữ liệu 2 . Thông tin về điểm công trình và việc sử dụng riêng từng thiết bị lấy mẫu, với thời gian bắt đầu và kết thúc, được gọi là "Hoạt động". Trang tính này cung cấp một "con số tham chiếu" duy nhất - sự kết hợp giữa ngày và số hiệu hoạt động - được sử dụng cho Biểu dữ liệu 2.

Bảng dữ liệu 2. Được thể hiện trong **Hình 11**. **Bảng dữ liệu 2 với thông tin sinh học cho mỗi cá thể cá riêng biệt "Hoạt động" (loại thiết bị)**.. Đối với mỗi "Hoạt động" loài, kích thước (chiều dài) và trọng lượng của từng cá thể cá được ghi lại. Điều này cũng sẽ cung cấp tổng số cá bị bắt thuộc mỗi loài. Các phương pháp đo đạc cá bị bắt được thể hiện trong hướng dẫn FADM (MRC 2018)³.

Nếu số lượng cá lớn, chỉ cần đo mẫu phụ của 200 cá thể cá/loài; . Ngoài ra, việc lấy mẫu phụ có thể được thực hiện bằng cách đếm số lượng cá với trọng lượng cố định (ví dụ: 1 kg đối với cá nhỏ; 10 kg đối với cá có kích thước trung bình) và cân tổng số cá cho những loài này. Tổng số sau đó có thể được ngoại suy.

Dữ liệu được tóm tắt trong bảng dữ liệu 1.

Bảng dữ liệu 3. Được thể hiện trong **Error! Reference source not found.**.. Đối với mỗi "Hoạt động" *bẫy tại lối ra hoặc lối vào*, tất cả tổn thất đầu tại khoang chứa và độ sâu được ghi lại *tại hạ nguồn vị trí đặt bẫy*.

Bảng dữ liệu cần được chụp lại mỗi ngày để đảm bảo một bản sao dữ liệu và được nhập vào cơ sở dữ liệu sau khi quá trình thực địa hoàn tất.

³ MRC (2018). Hướng dẫn lấy mẫu đạt tiêu chuẩn để giám sát sự phong phú và đa dạng của cá tại lưu vực hạ nguồn sông Mê Kông.

Fishway Sampling Data Sheet

Reference No.	Date operation began d m y	Collector Initials	Site No.	Site Name	Stream or Dam name	Page <input type="text"/> of <input type="text"/>	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Nearest Town	Drainage Basin	Map No.	Grid Ref

		Operation No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
Effort, Settings and Water Quality	Fishway Type	Start Date/End Date	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Total Ascent Height m	Sampling Start Time (24h)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
		Sampling End Time (24h)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
		Sampling Period	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
		Trap Location	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
		Flow Ml/day	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	V-slot or R-ramp	Cell width/length (m)	Attraction time/Exit time (mins)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		Pool Depth (m)	Start Cycle No.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		Slot Velocity (m/s)	End Cycle No.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		Slot Width (m)	Bag Condition	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		Headloss Between Cells (m)	Attraction Intensity	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
			U/S	D/S	U/S	D/S	U/S	D/S	U/S	D/S	U/S	D/S	U/S	D/S
		Temp (°C)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		D.O (mg/L)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		Cond (µS/cm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	pH	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Secchi Depth (m)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

	Genus	Species	Total	Total (kg)	Total	Total (kg)	Total	Total (kg)	Total	Total (kg)	Total	Total (kg)
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Catch

GRADE	Abundant	Frequent	Occasional	Rare
--------------	----------	----------	------------	------

Hình 6. Bảng dữ liệu 1 với thông tin điểm công trình và việc sử dụng từng loại thiết bị ("Hoạt động"). Nửa dưới của trang tính là một bản tóm tắt từ bảng dữ liệu 2 (**Hình 11. Bảng dữ liệu 2** với thông tin sinh học cho mỗi cá thể cá riêng biệt "Hoạt động" (loại thiết bị). 11).

FRESHWATER BIOLOGICAL RECORD

Page of

©

REFERENCE No.		Date operation began		Site No.	Site name		Stream or dam name															
		d	m	y																		
	Operation No.	Genus	Species	Fish No.	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)	Operation No.	Genus	Species	Fish No.	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)		
1																					31	
2																						32
3																						33
4																						34
5																						35
6																						36
7																						37
8																						38
9																						39
10																						40
11																						41
12																						42
13																						43
14																						44
15																						45
16																						46
17																						47
18																						48
19																						49
20																						50
21																						51
22																						52
23																						53
24																						54
25																						55
26																						56
27																						57
28																						58
29																						59
30																						60

Hình 11. Bảng dữ liệu 2 với thông tin sinh học cho mỗi cá thể cá riêng biệt "Hoạt động" (loại thiết bị).

2.6. Phân tích

Kỹ thuật đánh giá phổ biến nhất đối với đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp là lấy mẫu tại bẫy lối ra và lối vào công trình đường dẫn cá, và so sánh những dữ liệu này với các mẫu cá ngay tại hạ nguồn đường dẫn cá. .

Bảng 3. Một loạt các kết quả tiềm năng và chú thích về lấy mẫu tại đường dẫn cá liệt kê một loạt các kết quả khác nhau về sự phong phú trong thu thập mẫu tại lối ra và lối vào đường dẫn cá, và hạ nguồn. Ví dụ, nếu ghi nhận dữ liệu về loại, kích cỡ hoặc sự phong phú trong các mẫu tại hạ nguồn chứ không phải là các mẫu tại bẫy lối vào đường dẫn cá, điều này có thể chỉ ra rằng những mẫu cá này không thể xác định được vị trí hoặc lối vào đường dẫn cá.

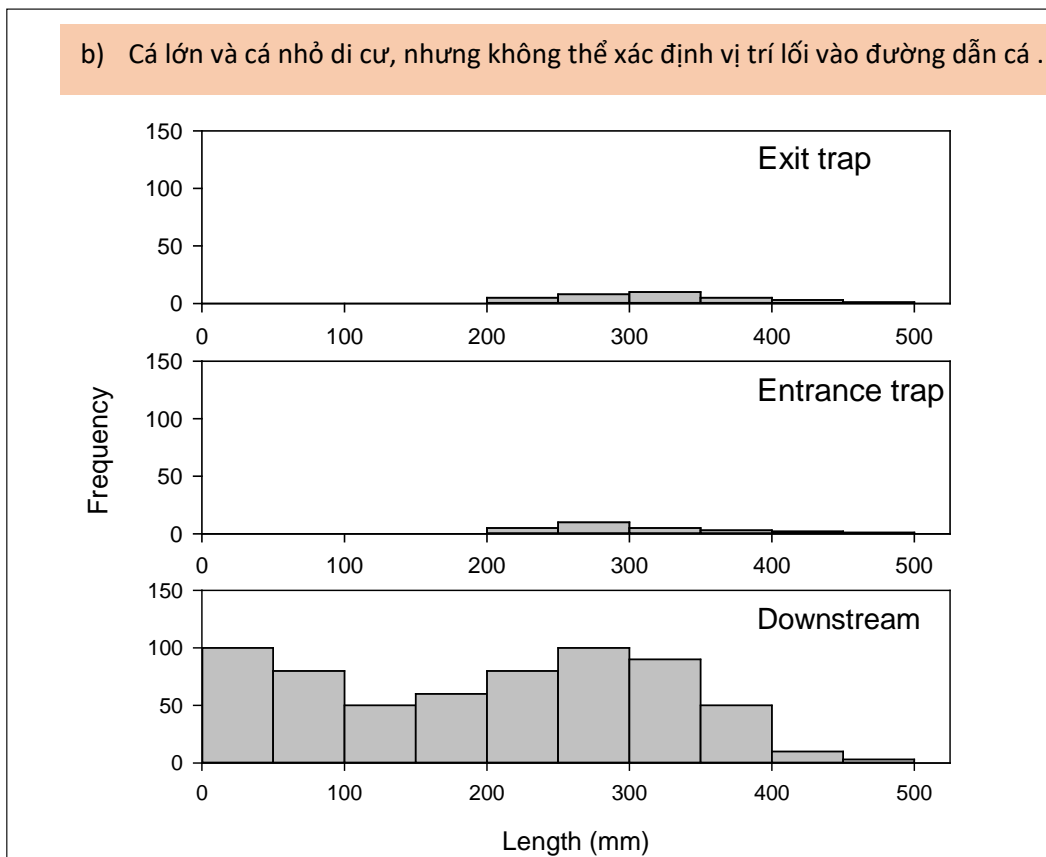
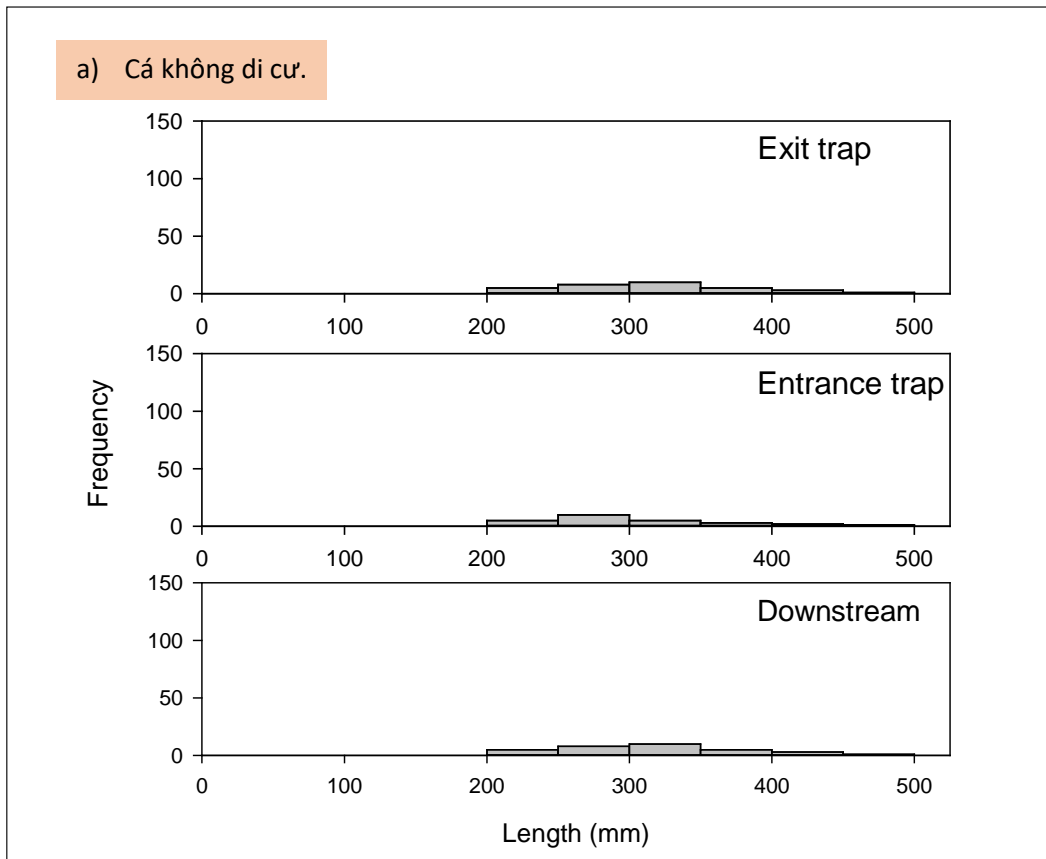
Bảng 3. Một loạt các kết quả tiềm năng và chú thích về lấy mẫu tại đường dẫn cá.

	Kết quả lấy mẫu ⁴			Chú thích về hiệu quả của đường dẫn cá
	Bẫy tại lối ra công trình đường dẫn cá	Bẫy tại lối vào công trình đường dẫn cá	Ngay tại hạ nguồn	
Đa dạng về loài	Thấp	Thấp	Thấp	Cá không di cư. Không thể đánh giá đường cá.
	Thấp	Thấp	Cao	Cá di cư, nhưng: không thể tìm thấy lối vào hoặc không sử dụng lối vào của công trình đường dẫn. Dòng thu hút không hiệu quả hoặc thiết kế lối vào kém hiệu quả
	Thấp	Cao	Cao	Cá di cư; tìm và sử dụng lối vào công trình đường dẫn cá; nhưng không thể vượt qua đường dẫn cá. (vận tốc nước tại công trình đường dẫn cá quá cao, xảy ra dòng chảy rối quá lớn hoặc mực nước trong đường dẫn cá quá nông) Đường cá không hiệu quả đối với đường dẫn phía thượng nguồn
	Cao	Cao	Cao	Cá di cư; tìm và sử dụng lối vào đường dẫn cá; và có thể vượt qua đường dẫn cá. Đường cá hiệu quả đối với di cư phía thượng nguồn

Nhìn chung, phân tích chiều dài/tần xuất là rất hữu ích vì chiều dài của một cá thể cá là yếu tố đại diện cho khả năng bơi của cá, vì cá lớn thường bơi tốt hơn cá nhỏ. Do đó, nếu không ghi nhận sự

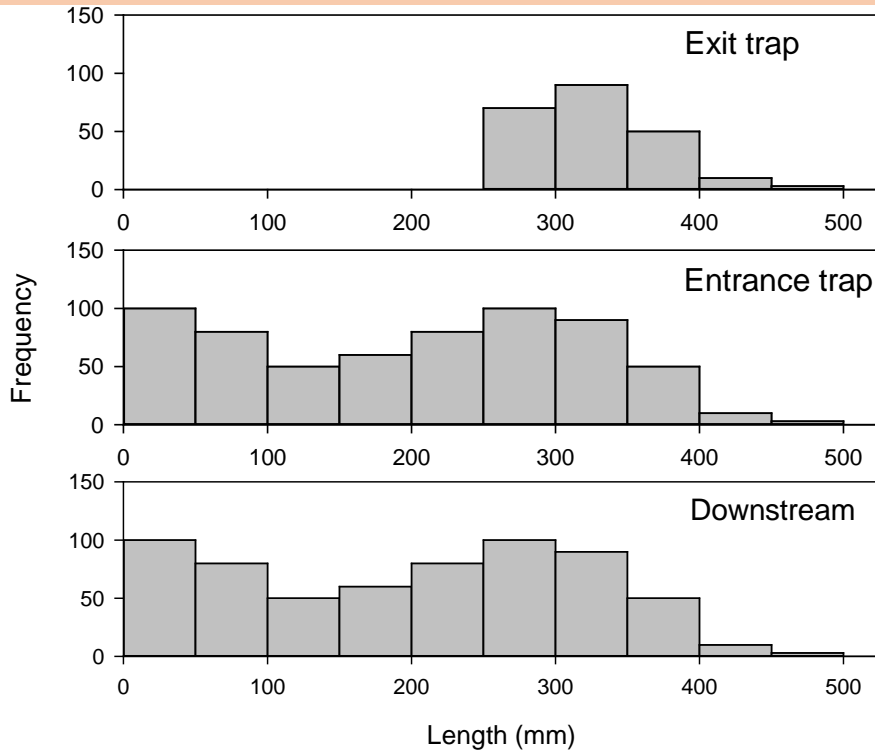
⁴ Kết quả lấy mẫu nên được so sánh giữa các kết quả trước và sau khi phát triển/cải thiện đường cá.

xuất hiện của cá nhỏ trong các mẫu tại lối ra, nhưng lại ghi nhận tại lối vào đường dẫn cá thì điều này chứng tỏ rằng vận tốc nước và dòng chảy rối trong đường dẫn là cao, vượt qua sức bơi của cá nhỏ. Hình 7 cho thấy các ví dụ về dữ liệu về phổ kích thước và chú thích.

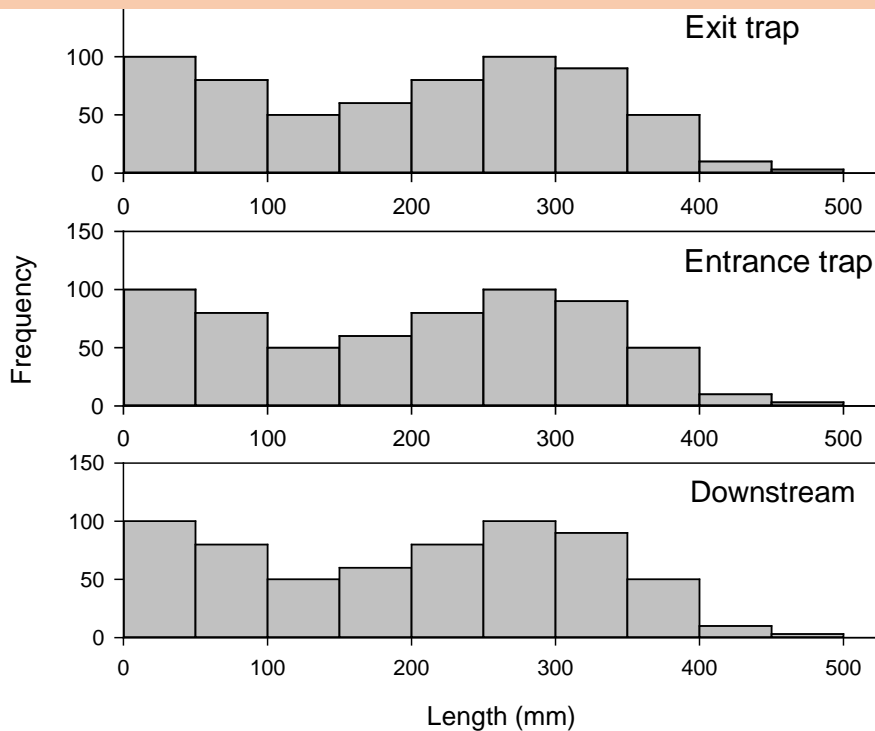


Hình 13. Ví dụ về giải thích dữ liệu phổ kích thước của cá trong đường dẫn cá và tại hạ nguồn.

c, Cá nhỏ và cá lớn di cư, có thể xác định vị trí và đi qua đường dẫn cá, nhưng chỉ những cá thể cá lớn mới có thể vượt qua đường dẫn.



d, Cá nhỏ và cá lớn có thể xác định vị trí đường dẫn, đi vào và vượt qua được đường dẫn



Hình 13. (còn tiếp).

3. ĐÁNH GIÁ QUẦN THỂ CÁ TRONG KHU VỰC

Giám sát cá trong khu vực cung cấp đánh giá về việc liệu đường dẫn cá có đang góp phần cải thiện quần thể cá hơn hay không. Ghi nhận dữ liệu cá trước và sau khi vận hành đường dẫn cá cho thấy đường dẫn cá đang tác động tích cực hay tiêu cực đến quần thể cá. Dữ liệu về quần thể cá này có thể được thu thập bằng nhiều phương pháp khác nhau bao gồm đánh bắt bằng lưới và đánh bắt cá bằng xung điện (Phụ lục 1).

4. GIÁM SÁT KINH TẾ XÃ HỘI

Giám sát kinh tế xã hội được sử dụng để đánh giá những lợi ích mà người dân địa phương thu được từ công trình đường dẫn cá hoàn chỉnh. Giám sát kinh tế xã hội nên được tiến hành ở ba cấp chính, ví dụ : đánh bắt cá tại địa phương, hộ gia đình và cá nhân, và cũng được thực hiện cả trước và sau khi thi công xây dựng đường dẫn cá, trong tối thiểu hai mùa mưa.

Các cuộc điều tra khảo sát về kinh tế - xã hội cần tập trung vào bốn chỉ tiêu chính:

1. Xác định mức độ đánh bắt và tiêu thụ cá tại thượng nguồn và hạ nguồn của công trình, tốt nhất là gồm giai đoạn trước và sau khi xây dựng.
2. Giám sát thị trường tiêu thụ địa phương và các con đường tiếp thị cá khác (như từ thương nhân) bị ảnh hưởng bởi công trình đường dẫn.
3. Xác định tầm quan trọng của cá (cá tại hạ nguồn và thượng nguồn của công trình) đối với thu nhập hộ gia đình. Đường dẫn cá có thể làm cân bằng lượng cá giữa hạ nguồn và thượng nguồn do khơi thông tuyến đường di cư cho cá,
4. Định lượng phân bố nền của kinh tế địa phương dựa vào khai thác cá bằng cách xác định vị trí người dân đánh bắt, thời điểm đánh bắt, họ kiếm được bao nhiêu thu nhập từ mỗi loài, giá cả thị trường theo mùa. Tất cả những điều này đều có thể ảnh hưởng đến thu nhập hộ gia đình.
5. Đánh giá định tính tình hình đánh bắt cá tại địa phương và nhận thức của các bên liên quan về những lợi ích do đường dẫn cá mang lại

Nghiên cứu nên tập trung vào các địa phương gần đường dẫn cá (ví dụ: trong vòng 5 km) nhưng bao gồm cả những vị trí xa hơn trong khu vực để đánh giá mức độ biến động trong tỷ lệ đánh bắt cá. Trong một cuộc khảo sát trong ngư dân gần đây tại một địa phương gần đường dẫn cá Pak Peung, 6 địa phương và 60 hộ gia đình đã được khảo sát. Khảo sát mẫu tại địa phương nên được tham khảo từ đơn vị đứng đầu địa phương và ngư dân có kinh nghiệm với những kiến thức chung về thực hành đánh bắt cá trong khu vực của họ. .

Các cuộc khảo sát trong hộ gia đình, trong mỗi địa phương, nên được thực hiện để xác định mức tiêu thụ tổng thể và mức độ đánh bắt cá ở cấp độ hộ gia đình. Các cuộc khảo sát nên được thực hiện nhiều lần hàng năm, cả trước và sau khi điều chỉnh công trình, để xác định những thay đổi theo mùa về tỷ lệ đánh bắt và tiêu thụ. Thông tin này có thể tương quan với sự di cư của cá theo mùa, để xác định có mối liên hệ nào giữa hai yếu tố này hay không. Thông tin nên được thu thập thông qua một cuộc khảo sát trực tiếp với chủ nhà.

Các cuộc khảo sát độc lập sau đó sẽ được thực hiện để có được thông tin về các hoạt động đánh bắt cá cá nhân. Điều này là cần thiết để xác định phạm vi kỹ thuật đánh bắt và các loài mục tiêu. Bất kỳ sự thay đổi nào trong phương pháp đánh bắt và phương pháp lấy mẫu đều phải được xem xét kỹ khi

phân tích dữ liệu tại địa phương hoặc hộ gia đình. Kết quả của việc khảo sát để tạo cơ sở cho việc cải thiện quản lý đánh bắt dựa vào cộng đồng.

Các câu hỏi mẫu cho một cuộc khảo sát kinh tế - xã hội được trình bày trong Phụ lục 2.

Phân tích chi phí hữu ích Phân tích chi phí hữu ích có thể được sử dụng để ước tính hiệu quả trong cấu trúc đường dẫn cá được xây dựng dựa trên cơ sở tài chính. Trong phân tích chi phí hữu ích, tổng chi phí của một đường cá được ước tính dựa trên tất cả các chi phí dự kiến. Mặt khác, tổng lợi ích của đường dẫn cá bao gồm những lợi ích trực tiếp của đường dẫn cá trong suốt vòng đời của dự án (Cooper và cộng sự, 2019)⁵.

Nói chung, phân tích chi phí hữu ích được thực hiện trước khi xây dựng. Tuy nhiên, nó cũng có thể được thực hiện trong quá trình vận hành đường dẫn cá để đánh giá hiệu quả sau xây dựng. Phân tích chi phí hữu ích trong quá trình vận hành được dự kiến sẽ làm cho quyết định minh bạch hơn cho việc lắp đặt thêm đường dẫn cá tại lưu vực hạ nguồn sông Mê công.

Đại học Nam Úc và Đại học Charles Sturt đã phát triển Công cụ hỗ trợ đường dẫn cá hạ nguồn sông Mekong (LMFST) và áp dụng nó ở ChDCND Lào để phân tích chi phí hữu ích của một công trình đường dẫn cá.

5. TÓM TẮT – PHÁT TRIỂN CHƯƠNG TRÌNH GIÁM SÁT CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG DẪN CÁ

Cán bộ tham gia vào chương trình giám sát công trình đường dẫn cá cần nắm rõ Hướng dẫn của MRC 2021 về *Thiết kế, Xây dựng, Vận hành, Duy tu bảo dưỡng và Điều chỉnh Đường dẫn cá*, đồng thời có thể sử dụng *Hướng dẫn Thanh tra kiểm tra công trình Đường dẫn cá MRC 2021*. Phát triển chương trình giám sát công trình đường dẫn cá gồm các bước sau:

- 1) Thanh tra kiểm tra đường dẫn cá (Hướng dẫn thanh tra kiểm tra đường cá MRC 2021):
 - a. Thực hiện bất kỳ duy tu bảo dưỡng cần thiết ,
 - b. Sửa đổi những bất cập trong thiết kế.
 - c. Giải quyết các vấn đề liên quan đến vận hành.
- 2) Xác định và ưu tiên các câu hỏi dành cho giám sát (Bảng 1. Các câu hỏi về giám sát đường dẫn cá tại các công trình rào cản cấp thấp tại hạ lưu vực sông Mekong).
- 3) Phát triển Thiết kế thực nghiệm để trả lời các câu hỏi:
 - Phương pháp
 - Số lượng
 - Quy chế lấy mẫu
 - Đảm bảo kế hoạch dự trù về thời gian khi thực địa
- 4) Thực hiện giám sát
 - Đồng nhất về các phương pháp
 - Thu thập dữ liệu và chụp ảnh lại để đảm bảo luôn có một bản lưu trữ dữ liệu
 - Nhập dữ liệu vào cơ sở dữ liệu

⁵Bethany Cooper, Lin Crase và Lee J. Baumgartner (2019). Ước tính lợi ích và chi phí: sự phát triển của Công cụ hỗ trợ đường dẫn cá hạ lưu sông Mekong. *Nghiên cứu biển và nước ngọt*. **70** (9), 1284-1294.

5) Lập báo cáo kỹ thuật cùng với các khuyến nghị.

6. KẾT LUẬN

Công trình đường dẫn cá đang được quan tâm phát triển nhanh chóng ở lưu vực hạ nguồn sông Mekong. Như đã lưu ý trong phần giới thiệu, mỗi công trình đường dẫn cá là riêng biệt, điều này làm cho việc giám sát trở nên rất quan trọng.

Bởi vì mỗi điểm công trình là riêng biệt, rất khó để có xác định những thiết kế thiếu sót tại một công trình đường dẫn. Sử dụng Hướng dẫn MRC 2021 về *Thiết kế Đường dẫn cá* giúp giảm thiểu những rủi ro này, nhưng luôn cần theo dõi để đánh giá hiệu suất sinh học thực tế và xác định xem có cần điều chỉnh hay không. Nếu không có sự giám sát, những thiếu sót trong thiết kế là khó tránh khỏi, và các đường cá không hiệu quả sẽ không được khắc phục kịp thời.

Cuối cùng, sự phối hợp giữa các nước hạ nguồn sông Mekong là rất quan trọng để đảm bảo rằng các bài học kinh nghiệm về thiết kế và giám sát công trình đường dẫn cá được chia sẻ.

7. Trích dẫn

Cooper, B., Crase, L., & Baumgartner, L. J. (2019). Estimating benefits and costs: A case of fish passages in Lao PDR and the development of the Lower Mekong fishway support tool. *Marine and Freshwater Research*, 70(9), 1284–1294.
<https://doi.org/10.1071/MF19156>

MRC. (2018). Standard sampling guidelines for fish abundance and diversity monitoring in the Lower Mekong Basin.

MRC. (2019). Joint environment monitoring of Mekong mainstream hydropower projects (version 4.0).

Phụ lục 1. Phương pháp lấy mẫu

Xem tại phụ lục 11 hướng dẫn 2021 về Thiết kế, Thi công xây dựng, Vận hành, Duy tu bảo dưỡng và Điều chỉnh công trình đường dẫn cá.

Phụ lục 2. Câu hỏi mẫu đối với điều tra kinh tế - xã hội

Xem tại phụ lục 11 hướng dẫn 2021 về Thiết kế, Thi công xây dựng, Vận hành, Duy tu bảo dưỡng và Điều chỉnh công trình đường dẫn cá



Mekong River Commission Secretariat

P. O. Box 6101, 184 Fa Ngoum Road, Unit 18 Ban Sithane Neua,
Sikhottabong District, Vientiane 01000, Lao PDR
Tel: +856 21 263 263. Fax: +856 21 263 264
www.mrcmekong.org

© Mekong River Commission 2023