

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

VŨ VĂN HIẾU

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ KHẢ NĂNG DI CHUYỂN
CỦA TÔM CÀNG XANH (*Macrobrachium rosenbergii*) ÁP DỤNG
CHO ĐƯỜNG DI CƯ QUA ĐẬP PHƯỚC HÒA**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

**VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM**

VŨ VĂN HIẾU

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ KHẢ NĂNG DI CHUYỂN
CỦA TÔM CÀNG XANH (*Macrobrachium rosenbergii*) ÁP DỤNG
CHO ĐƯỜNG DI CƯ QUA ĐẬP PHƯỚC HÒA**

CHUYÊN NGÀNH: MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ NƯỚC

MÃ NGÀNH: 9 44 03 03

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. VŨ CẨM LƯƠNG

2. PGS.TS. NGUYỄN NGHĨA HÙNG

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - NĂM 2022

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là trung thực, khách quan và chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình khoa học nào.

TP. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 2022

TÁC GIẢ LUẬN ÁN

Vũ Văn Hiếu

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, cho phép tôi được gửi lời tri ân sâu sắc đến hai Thầy hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Vũ Cẩm Lương và PGS.TS. Nguyễn Nghĩa Hùng. Trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện luận án này bản thân tôi đã được hai Thầy tận tình hướng dẫn, truyền đạt những kiến thức quý báu cùng sự động viên, khích lệ và giúp đỡ tôi. Sự động viên, giúp đỡ và tấm gương của hai Thầy đã giúp tôi có niềm tin và động lực thực hiện luận án một cách tốt nhất.

Tôi xin trân trọng cảm ơn quý Ban Lãnh đạo, cán bộ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi và các Nghiên cứu sinh trong quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện luận án. Đồng thời, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến các quý Thầy Cô tham gia công tác giảng dạy và hướng dẫn Nghiên cứu sinh tại Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đã giúp đỡ và có những đóng góp quý báu để tôi và hai Thầy hướng dẫn có thể chỉnh sửa và hoàn thiện luận án.

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới các quý Thầy Cô và các em sinh viên Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh; các nhà khoa học, nhà quản lý tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II, Ban Quản lý đập Phước Hòa, UBND xã An Thái, Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước... và ngư dân khai thác thủy sản ở khu vực đập Phước Hòa đã hỗ trợ, giúp đỡ tôi trong quá trình thực hiện luận án.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Gia đình hai bên Nội Ngoại, gia đình thân yêu, người thân và bạn bè đã giúp đỡ cả về mặt vật chất và tinh thần trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu, thực hiện luận án.

Mặc dù bản thân đã rất cố gắng song chắc chắn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót, kính mong các quý Thầy Cô và quý bạn đọc có những đóng góp ý kiến để tôi và hai Thầy hướng dẫn có thể tiếp tục hoàn thiện luận án tốt hơn.

Tôi xin trân trọng cảm ơn!

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 2022
TÁC GIẢ LUẬN ÁN

Vũ Văn Hiếu

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Đặt vấn đề.....	1
2. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu của luận án	4
3. Thời gian, đối tượng và phạm vi nghiên cứu	5
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án	6
5. Những đóng góp mới của luận án	7
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN KHẢ NĂNG DI CHUYỂN CỦA CÁC LOÀI THỦY SẢN DI CƯ ÁP DỤNG CHO ĐƯỜNG DI CƯ QUA ĐẬP.....	8
1.1. Xác định ảnh hưởng của đập đến các loài thủy sản di cư.....	8
1.1.1. Phân loại các nhóm loài thủy sản di cư.....	8
1.1.2. Xác định các nhóm loài thủy sản di cư ở Việt Nam.....	9
1.1.3. Xác định các loài thủy sản di cư mục tiêu của ĐDCQĐ	10
1.1.4. Ảnh hưởng của đập đến các loài thủy sản di cư	11
1.2. Các loại hình công trình ĐDCQĐ trên thế giới	13
1.2.1. Lịch sử phát triển của ĐDCQĐ trên thế giới	13
1.2.2. Các loại hình công trình ĐDCQĐ trên thế giới	14
1.2.3. Loại hình công trình ĐDCQĐ áp dụng tại hồ Phước Hòa.....	20
1.3. Các nghiên cứu khả năng di chuyển của một số loài thủy sản di cư áp dụng cho ĐDCQĐ trên thế giới	22
1.3.1. Khả năng di chuyển của các loài thủy sản	22
1.3.2. Các phương pháp đánh giá khả năng di chuyển của loài thủy sản.....	23
1.3.3. Một số công trình nghiên cứu về ĐDCQĐ cho TCX nước ngọt .	27
1.4. Một số đặc điểm di cư của tôm càng xanh.....	30
1.4.1. Đặc điểm phân loại và hình thái.....	30
1.4.2. Phân bố	31
1.4.3. Vòng đời.....	31
1.4.4. Sinh sản	32

1.4.5. Tập tính di cư của một số TCX nước ngọt (<i>Macrobrachium spp.</i>)	33
1.4.6. Tập tính ăn của tôm càng xanh	35
1.4.7. Điều kiện môi trường sống.....	35
1.5. Điều kiện tự nhiên của lưu vực sông Bé và hồ Phước Hòa	36
1.5.1. Đặc điểm tự nhiên lưu vực sông Bé	36
1.5.2. Khu vực hồ thủy lợi Phước Hòa	37
1.6. Kết luận Chương I.....	39
CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	41
2.1. Phương pháp thu dữ liệu thứ cấp	41
2.2. Phương pháp thu dữ liệu sơ cấp	41
2.2.1. Phân vùng khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa	41
2.2.2. Phân vùng khảo sát khu vực phía trên và dưới ĐDCQĐ PH.....	44
2.2.3. Phương pháp điều tra khảo sát	47
2.3. Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển ở các lưu tốc nước của TCX trong điều kiện thí nghiệm.....	48
2.3.1. Thiết kế kênh nước hở.....	48
2.3.2. Thiết kế thiết bị thủy lực	50
2.3.3. Chuẩn bị các yếu tố đầu vào cho thí nghiệm	52
2.3.4. Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển chủ động của TCX trong kênh nước hở.....	56
2.3.5. Phương pháp nghiên cứu khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX	58
2.3.6. Công thức tính toán và xử lý số liệu	59
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	62
3.1. Hiện trạng khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa	62
3.1.1. Hoạt động khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa.	62
3.1.2. Biến động nguồn lợi TCX giữa trước và sau khi có đập PH	71
3.2. Hiện trạng quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa.....	75
3.2.1. Hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ	75

3.2.2.	Hiện trạng quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa	79
3.2.3.	Ý kiến chuyên gia và ngư dân về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ80	
3.3.	Khả năng di chuyển của TCX ở các lưu tốc nước trong điều kiện thí nghiệm, với liên hệ thực tế cho ĐDCQĐ Phước Hòa	85
3.3.1.	Khảo sát các thông số kỹ thuật thực tế ĐDCQĐ và kích cỡ TCX làm cơ sở bố trí thí nghiệm.....	85
3.3.2.	Đánh giá điều kiện thủy lực của kênh nước hở và thiết bị thủy lực93	
3.3.3.	Tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m... 99	
3.3.4.	Tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh nước hở	106
3.3.5.	Khả năng di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước	111
3.3.6.	Lưu tốc nước tối đa TCX có thể bám giữ vị trí.....	115
3.3.7.	Đúc kết khả năng di chuyển của TCX trong điều kiện phòng thí nghiệm áp dụng cho ĐDCQĐ	118
3.4.	Đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa cho loài mục tiêu TCX	121
3.4.1.	Đề xuất chế độ quản lý vận hành lưu tốc nước ĐDCQĐ cho TCX121	
3.4.2.	Đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa.....	122
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ		124
4.1.	Kết luận	124
4.2.	Kiến nghị	125
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO		126
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ.....		137
PHỤ LỤC		

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. ĐDCQĐ "hồ chìm" (Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31]).....	14
Hình 1.2. ĐDCQĐ “khe dọc thẳng đứng” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])15	
Hình 1.3. ĐDCQĐ “Denil” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])	15
Hình 1.4. ĐDCQĐ “kênh tự nhiên” (Nguồn: Larinier, 2001 [58]).....	16
Hình 1.5. ĐDCQĐ “nâng” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])	16
Hình 1.6. ĐDCQĐ “cầu trượt” (Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31])	17
Hình 1.7. ĐDCQĐ “khóa” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])	17
Hình 1.8. ĐDCQĐ "Ice Harbor" (bên trái) và "Half Ice Harbor"	18
Hình 1.9. ĐDCQĐ “cổng ngầm” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])	18
Hình 1.10. ĐDCQĐ “dốc đá” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])	19
Hình 1.11. ĐDCQĐ cho cá chình (Nguồn: Larinier, 2001 [58]).....	19
Hình 1.12. Thu gom và vận chuyển qua đập	20
Hình 1.13. Thiết kế công trình ĐDCQĐ dạng "kênh tự nhiên" tại hồ chứa nước Phước Hòa (Nguồn: Thiết kế kỹ thuật ĐDCQĐ Phước Hòa, 2005)	21
Hình 1.14. Kênh nước thử nghiệm trên sông (Nguồn: Colavecchia, 1997 [41]).	24
Hình 1.15. Sơ đồ thiết kế “Kênh I-H” của Đại học Alberta (Canada).....	24
Hình 1.16. Thiết bị thủy lực thử nghiệm khả năng di chuyển	26
Hình 1.17. Kênh thí nghiệm (bên trái), máng nước (giữa) và 10 loại vật liệu nền đáy (bên phải): (A) khăn mềm; (B) thảm mềm; (C) bột biển; (D) cỏ nhân tạo; (E) thảm dày; (F) thảm mỏng; (G) ô lưới 0,87 mm; (H) ô lưới 0,52 mm; (I) ô lưới 0,27 mm; (J) bê tông (Nguồn: Hamano và nnk, 1995 [47])	28
Hình 1.18. Thiết bị thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố môi trường tới tập tính di cư của một số loài tôm (Nguồn: Kikkert và nnk, 2009)	29
Hình 1.19. Đặc điểm giải phẫu học của TCX (Foster và Wickins, 1972)	30
Hình 1.20. Vòng đời của TCX (Hình vẽ của Foster và Wichkins, 1972).....	31
Hình 1.21. Vòng đời di cư của TCX nước ngọt (Nguồn: Bauer, 2015 [28]).	33

Hình 1.22. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình di cư của TCX nước ngọt: (A) Yếu tố thủy lực; (B) Yếu tố ánh sáng ngày đêm (<i>Nguồn: Bauer, 2015 [28]</i>)	34
Hình 1.23. Hành lang di cư của TCX nước ngọt (<i>Nguồn: Bauer, 2015 [28]</i>)	34
Hình 1.24. Vị trí địa lý phụ lưu sông Bé của lưu vực sông Đồng Nai	36
Hình 1.25. Sơ đồ bậc thang thủy điện trên sông Bé.....	36
Hình 2.1. Các khu vực khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa.....	42
Hình 2.2. Cửa vào/ra ĐDCQĐ phía thượng lưu (bên trái) và đoạn kênh bê-tông được thiết kế theo loại hình "khe dọc thẳng đứng" (tháng 7/2017).....	42
Hình 2.3. Đoạn kênh phía trước (bên trái; tháng 3/2018) và phía sau (bên phải; tháng 7/2017) công điều chỉnh lưu lượng nước qua ĐDCQĐ Phước Hòa	43
Hình 2.4. Đoạn kênh đất được lót đá cuội (bên trái; tháng 7/2018) và kênh đất không được lót đá cuội (bên phải; tháng 11/2017)	43
Hình 2.5. Hồ nghỉ thứ ba ở ĐDCQĐ IV (tháng 3/2018; bên trái) và đoạn gần cửa ra/vào phía hạ lưu ĐDCQĐ (tháng 7/2018; bên phải)	44
Hình 2.6. Các khu vực điều tra khảo sát ở khu vực xung quanh đập Phước hòa	44
Hình 2.7. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã Tân Thành (Bình Phước)...	45
Hình 2.8. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã Nha Bích (Bình Phước).....	45
Hình 2.9. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã An Thái (Bình Dương).....	46
Hình 2.10. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã An Linh (Bình Dương)....	46
Hình 2.11. Khảo sát chuyên gia tại xã An Linh (bên trái) và Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước (bên phải)	48
Hình 2.12. Sơ đồ thiết kế (mặt cắt dọc) kênh nước hở	49
Hình 2.13. Sơ đồ thiết kế (mặt cắt ngang) kênh nước hở	50
Hình 2.14. Quá trình chuẩn bị và thực hiện thử nghiệm với thiết bị thủy lực	51
Hình 2.15. Chuẩn bị bể và thùng xốp nuôi dưỡng TCX tại Phòng thí nghiệm	52
Hình 2.16. TCX cỡ I (bên trái) và TCX cỡ II (bên phải) tham gia thử nghiệm	53
Hình 2.17. Máy đo lưu tốc nước (bên trái) và hệ thống máy bơm	54
Hình 2.18. Thiết bị đo lưu lượng và van chỉnh nước.....	55

Hình 2.19. Lưu tốc kế đo đặc tại ĐDCQĐ Phước Hòa	56
Hình 2.20. Cài đặt lưu tốc nước và quan trắc khả năng di chuyển của TCX trong kênh nước hỏ (<i>Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN</i>)	58
Hình 2.21. Thử nghiệm khả năng bám giữ của TCX trong thiết bị thủy lực (<i>Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN</i>)	59
Hình 3.1. Tỷ lệ phần trăm ngư dân địa phương và từ nơi khác đến	63
Hình 3.2. Ngư cụ đăng đáy được sử dụng phía dưới đập Phước Hòa	67
Hình 3.3. Ngư cụ lưới bén (bên trái) và câu giăng ở khu vực đập Phước Hòa	68
Hình 3.4. Ngư cụ câu máy (bên trái) và chài (bên phải) ở khu vực đập Phước Hòa	69
Hình 3.5. Biểu đồ biểu thị tỷ lệ phần trăm ý kiến ngư dân đánh giá biến động số lượng ngư dân khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa...	72
Hình 3.6. Đoạn thiết kế theo loại hình ĐDCQĐ "khe dọc thẳng đứng" và hồ nghỉ cho cá tôm ở khu vực ĐDCQĐ I (tháng 7/2017)	76
Hình 3.7. Cổng điều chỉnh lưu lượng nước (bên trái, tháng 7/2018) và hồ nghỉ cho cá tôm thứ hai ở khu vực ĐDCQĐ II (bên phải, tháng 3/2018)	77
Hình 3.8. Đoạn kênh đất không lót đá cuội (bên trái) và đoạn kênh đất lót đá cuội (bên phải) trên khu vực ĐDCQĐ III (tháng 7/2017)	77
Hình 3.9. Đoạn kênh đất lót đá cuội bị xạt lở hai bờ (bên trái, tháng 7/2018) và cửa vào/ra phía hạ lưu ĐDCQĐ (bên phải, tháng 03/2018)	78
Hình 3.10. Nước bị chặn phía sau cổng điều chỉnh lưu lượng vào mùa khô (bên trái, tháng 04/2018) và được xả vào mùa mưa (bên phải, tháng 7/2017)	79
Hình 3.11. Bảng Quy chế đánh bắt cá và thành lập Tổ khai thác và bảo vệ nguồn lợi thủy sản ở khu vực đập Phước Hòa, xã An Thái	80
Hình 3.12. TCX cỡ I (bên trái) và cỡ II (bên phải) bò tiến ở lưu tốc nước 0,3m/s	113
Hình 3.13. TCX cỡ I (bên trái) và cỡ II (bên phải) bò lùi ở lưu tốc nước 0,6m/s	113
Hình 3.14. TCX tập trung phía hạ lưu kênh (bên trái) và bò lùi để di chuyển (bên phải) ở lưu tốc nước 0,9 m/s	115
Hình 3.15. Sơ đồ đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX cỡ I và TCX cỡ II trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực	121

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1. Các nội dung của luận án.....	4
Bảng 1.1. Thành phần loài thủy sản bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa	9
Bảng 1.2. Một số thông số, đặc điểm kỹ thuật của ĐDCQĐ Phước Hòa.....	21
Bảng 1.3. Các thông số kỹ thuật của đập Phước Hoà.....	38
Bảng 1.4. Các thông số kỹ thuật của hồ chứa nước Phước Hòa.....	38
Bảng 1.5. Diễn biến thông số N-NH ₃ , COD trên sông Bé năm 2011 - 2018 .	39
Bảng 2.1. Quy trình các bước quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển.....	56
Bảng 2.2. Quy trình các bước quan trắc tỷ lệ TCX duy trì thượng lưu kênh ...	57
Bảng 2.3. Quy trình đánh giá khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX	58
Bảng 3.1. Phạm vi, địa điểm và thành phần ngư dân khai thác TCX.....	62
Bảng 3.2. Tỷ lệ độ tuổi ngư dân khai thác TCX xung quanh đập PH	64
Bảng 3.3. Tỷ lệ ngư dân khai thác TCX trước và sau khi có đập Phước Hòa	65
Bảng 3.4. Tỷ lệ ngư dân sử dụng các loại ngư cụ khai thác TCX	66
Bảng 3.5. Thời gian khai thác trong ngày của các hộ khai thác TCX	70
Bảng 3.6. Thời gian khai thác theo ngư cụ của các hộ dân	70
Bảng 3.7. Sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ trước, sau khi có đập PH...	71
Bảng 3.8. Tỷ lệ ngư dân đánh giá các nguyên nhân số lượng ngư dân khai thác TCX giảm hoặc không đổi giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa.....	73
Bảng 3.9. Biến động mức độ phụ thuộc vào nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa.....	74
Bảng 3.10. Biến động tỷ lệ ngư dân phụ thuộc vào nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa	75
Bảng 3.11. Các thông số hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ Phước Hòa.....	75
Bảng 3.12. Ý kiến chuyên gia về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ PH	81
Bảng 3.13. Ý kiến chuyên gia về quản lý, vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa	84
Bảng 3.14. Các thông số kỹ thuật thực tế trên các khu vực ĐDCQĐ PH	85
Bảng 3.15. Đúc kết và lựa chọn các thông số thử nghiệm cho kênh nước hở	88

Bảng 3.16. Tỷ lệ nhóm kích thước TCX khai thác các tháng trong năm tại khu vực xung quanh đập Phước Hòa	90
Bảng 3.17. Kết quả kiểm tra các thông số thiết kế, thủy lực của kênh nước..	93
Bảng 3.18. Kết quả kiểm tra lưu tốc và độ sâu mực nước ở kênh nước hở....	94
Bảng 3.19. Các thông số lưu tốc nước tăng dần đều trong thiết bị thủy lực...	97
Bảng 3.20. Kết quả đo đạc, so sánh một số chỉ số chất lượng nước tại Phòng thí nghiệm với trại tôm và khu vực đập Phước Hòa	98
Bảng 3.21. Tỷ lệ TCX di chuyển thành công qua kênh ở các lưu tốc nước	100
Bảng 3.22. Tỷ lệ sót sót và mức độ toàn vẹn của TCX sau thử nghiệm trong 30 phút ở các lưu tốc nước	101
Bảng 3.23. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX, lưu tốc nước và thời gian thí nghiệm đến tỷ lệ di chuyển của TCX qua kênh dài 18 m.....	103
Bảng 3.24. Tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước qua kênh dài 18 m ...	105
Bảng 3.25. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX và lưu tốc nước đến tốc độ di chuyển của TCX qua kênh dài 18 m.....	105
Bảng 3.26. Tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh ở các lưu tốc nước	107
Bảng 3.27. Tỷ lệ sót sót và toàn vẹn của TCX sau thử nghiệm 15 giờ với kênh nước hở ở các lưu tốc nước	109
Bảng 3.28. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX, lưu tốc nước và thời gian thí nghiệm đến tỉ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh nước hở	110
Bảng 3.29. Khả năng di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước .	112
Bảng 3.30. Kết quả thử nghiệm khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX	115
Bảng 3.31. So sánh khả năng di chuyển hay duy trì vị trí tối đa của TCX với một số loài cá khu vực ôn đới và nhiệt đới	118
Bảng 3.32. Đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX cỡ I và cỡ II trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực	119
Bảng 3.33. Đề xuất chế độ quản lý vận hành ĐDCQĐ cho TCX	121
Bảng 3.34. Đúc kết các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa.....	122

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

TT	Ký hiệu chữ viết tắt	Chữ viết đầy đủ
1	ADB	Asian Development Bank
2	ANOVA	Analysis of Variance
3	BQL	Ban quản lý
4	BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
5	DO	Dissolved Oxygen
6	ĐDCQĐ	Đường di cư qua đập
7	COD	Chemical Oxygen Demand
8	KHTLMN	Khoa học Thủy lợi miền Nam
9	MT	Môi trường
10	NN&PTNT	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
11	PVC	Polyvinyl Chloride (nhựa nhiệt dẻo)
12	PH	Phước Hòa
13	QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
14	QL	Quốc lộ
15	QT-KTTNMT	Quan trắc - Kỹ thuật Tài nguyên và Môi trường
16	SB	Sông Bé
17	SPSS	Statistical Package for Social Science
18	TCX	Tôm càng xanh
19	TP	Thành phố
20	TP.HCM	Thành phố Hồ Chí Minh
21	UBND	Ủy ban nhân dân

BẢNG CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỈ SỐ

TT	Ký hiệu	Đơn vị	Nội dung ý nghĩa của các ký hiệu và chỉ số
1	b	m	Chiều rộng kênh nước hở
2	$B_{đn}$	m	Chiều rộng đập thành mỏng
3	B_{kn}	m	Chiều rộng kênh nước hở
4	B_{tb}	m	Chiều rộng thiết bị thủy lực
5	Fr	-	Số Froude
6	g	m/s^2	Gia tốc trọng trường
7	h	m	Độ sâu mực nước kênh nước hở
8	h	m	Cột nước đỉnh đập tràn
9	h_{kn}	m	Độ sâu mực nước kênh nước hở
10	$h_{kn0,3}$	m	Độ sâu mực nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s
11	$h_{kn0,6}$	m	Độ sâu mực nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s
12	$h_{kn0,9}$	m	Độ sâu mực nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s
13	H_{kn}	m	Chiều cao kênh nước hở
14	H_{tb}	m	Chiều cao thiết bị thủy lực
15	i_{kn}	%	Độ dốc kênh nước hở
16	L_{kn}	m	Chiều dài kênh nước hở
17	L_{tb}	m	Chiều dài thiết bị thủy lực
18	n_{kn}	mm	Hệ số nhám kênh nước hở
19	$n_{knđ}$	mm	Hệ số nhám đáy kênh nước hở
20	n_{knb}	mm	Hệ số nhám bờ kênh nước hở
21	n_{tcxI}	con	Số lượng TCX cỡ I tham gia thử nghiệm
22	n_{tcxII}	con	Số lượng TCX cỡ II tham gia thử nghiệm
23	P	m	Chiều cao đập thành mỏng so với đáy thượng lưu

24	Q_{kn}	m^3/s	Lưu lượng nước qua kênh nước hở
25	$Q_{kn0,3}$	m^3/s	Lưu lượng nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s
26	$Q_{kn0,6}$	m^3/s	Lưu lượng nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s
27	$Q_{kn0,9}$	m^3/s	Lưu lượng nước ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s
28	$Q_{đn}$	m^3/s	Lưu lượng nước qua máng lường thành mỏng dạng chữ nhật
29	R	m	Bán kính thủy lực
30	Re	-	Số Reynolds
31	T_{iT}	phút	Thời gian bám giữ vị trí ở lưu tốc nước TCX kiệt sức
32	T_{iTI}	phút	Thời gian bám giữ vị trí ở lưu tốc nước TCX cỡ I kiệt sức
33	T_{iTH}	phút	Thời gian bám giữ vị trí ở lưu tốc nước TCX cỡ II kiệt sức
34	T_{iiT}	phút	Thời gian tăng dần đều cho TCX
35	T_{iiTI}	phút	Thời gian tăng dần đều cho TCX cỡ I
36	T_{iiTH}	phút	Thời gian tăng dần đều cho TCX cỡ II
37	U_{iT}	m/s	Lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước TCX kiệt sức
38	U_{iTI}	m/s	Lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước TCX cỡ I kiệt sức
39	U_{iTH}	m/s	Lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước TCX cỡ II kiệt sức
40	U_{iiT}	m/s	Lưu tốc nước tăng dần đều cho TCX (Brett, 1964)
41	U_{iiI}	m/s	Lưu tốc nước tăng dần đều cho TCX cỡ I (Brett, 1964)
42	U_{iiTH}	m/s	Lưu tốc nước tăng dần đều cho TCX cỡ II (Brett, 1964)
43	U_{maxT}	m/s	Lưu tốc nước TCX bám giữ vị trí tối đa (Brett, 1964)
44	U_{maxTI}	m/s	Lưu tốc nước TCX cỡ I bám giữ vị trí tối đa (Brett, 1964)
45	U_{maxTH}	m/s	Lưu tốc nước TCX cỡ II bám giữ vị trí tối đa (Brett, 1964)
46	U_{optTI}	m/s	Lưu tốc nước TCX cỡ I di chuyển bền vững
47	U_{optTH}	m/s	Lưu tốc nước TCX cỡ II di chuyển bền vững
48	V	m/s^2	Độ nhớt động học của chất lỏng

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, đường di cư qua đập (ĐDCQĐ) đã có lịch sử phát triển từ thế kỷ XVII ở châu Âu, với mục đích hỗ trợ các loài thủy sản di cư vượt qua các chướng ngại vật (đập, bờ cản...) trên sông [95]. Hiện nay, nhiều loại hình công trình đã được thiết kế và áp dụng rộng rãi như ĐDCQĐ “hồ chìm”, “kênh tự nhiên”, “Denil”, “khe dọc thẳng đứng”, “khóa”, “nâng”... [91]. Tuy nhiên, giai đoạn từ thế kỷ XVII đến thế kỷ XIX, đa số ĐDCQĐ được xây dựng song không phát huy được hiệu quả do chế độ dòng chảy không phù hợp và trở thành bờ cản thủy lực đối với các loài thủy sản di cư [95]. Đến những năm 1950, các nghiên cứu về khả năng di chuyển ngược dòng nước (sau đây được gọi tắt là khả năng di chuyển) của một số loài thủy sản bắt đầu được thực hiện nhằm làm cơ sở khoa học cho việc điều chỉnh chế độ dòng chảy ĐDCQĐ phù hợp hơn với loài thủy sản mục tiêu, qua đó đã góp phần cải thiện, nâng cao hiệu quả hoạt động của các ĐDCQĐ được xây dựng trước đó và sau này [56]. Đến nay, hơn 2.000 công trình nghiên cứu khả năng di chuyển đã được thực hiện [56] song đối tượng mục tiêu chính là một số loài cá có giá trị kinh tế cao, di cư giữa nước mặn (lợ) và nước ngọt như cá hồi ở khu vực Âu Mỹ [58], mà ít quan tâm tới các loài giáp xác di cư, trong đó có tôm càng xanh (TCX). Mặt khác, thời gian qua, các ĐDCQĐ được xây dựng ở khu vực nhiệt đới thường mô phỏng theo thiết kế cho các loài cá hồi [87] mà chưa có những lựa chọn loài mục tiêu ưu tiên để có những nghiên cứu, điều chỉnh cho phù hợp. Trong khi khu vực nhiệt đới, nơi có thành phần và mật độ di cư của các loài thủy sản rất lớn nên việc quản lý vận hành ĐDCQĐ theo loài mục tiêu đóng vai trò quan trọng, quyết định tới thành công của các ĐDCQĐ được áp dụng ở đây.

Đối với Việt Nam, trong bối cảnh có khoảng 7.000 hồ chứa thủy điện và thủy lợi trên 44 tỉnh thành với diện tích khác nhau [22], ĐDCQĐ tại hồ chứa nước

Phước Hòa (năm 2012) nằm trên địa bàn xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương là công trình ĐDCQĐ đầu tiên và duy nhất ở Việt Nam hiện nay. Công trình được thiết kế theo loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “kênh tự nhiên” với chiều dài 1,9 km, độ dốc thay đổi từ 0,7 đến 1,43%, lưu tốc nước được giới hạn dưới 0,6 m/s và các đối tượng loài thủy sản mục tiêu được xác định chung chung là các loài thủy sản di cư bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa [3], [4]. Tuy nhiên, hiệu quả hoạt động của công trình cũng còn nhiều điều phải bàn luận khi một số loài thủy sản di cư bản địa, có giá trị kinh tế cao và chịu tác động trực tiếp, nghiêm trọng bởi đập Phước Hòa như TCX... không di cư qua ĐDCQĐ [2].

Tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) là loài đóng vai trò quan trọng về kinh tế ở nhiều quốc gia và được phân bố rộng ở các khu vực Nam Á và Đông Nam Á, Tây Thái Bình Dương, Bắc châu Úc, Nam Trung Quốc và Đài Loan, từ vùng nhiệt đới đến cận nhiệt đới [71]. Ở Việt Nam, TCX phân bố tự nhiên từ Nha Trang trở vào, tập trung chủ yếu ở khu vực Đông Nam Bộ và Đồng Bằng Sông Cửu Long [15]. Trước đây, Việt Nam là nước có sản lượng TCX khai thác tự nhiên rất lớn (khoảng 6.000 tấn/năm (1980), trong khi ở Thái Lan là 400 - 500 tấn/năm, Malaysia là 120 tấn/năm) [14], tuy nhiên do khai thác không hợp lý và chịu tác động tiêu cực của các đập, bờ cản trên sông nên sản lượng ngày càng suy giảm và cạn kiệt [18]. Hiện nay, TCX rất được chú trọng sản xuất và ương nuôi vì tôm có giá trị kinh tế cao, được tiêu thụ trong nước và xuất khẩu, nhưng nghề nuôi TCX thương phẩm và sản xuất giống mặc dù đã phát triển khá lâu song nguồn TCX bố mẹ vẫn dựa chủ yếu vào khai thác từ tự nhiên [6], [8]. Trong đó, nguồn TCX bố mẹ ở sông Bé (thuộc lưu vực sông Đồng Nai) được đánh giá có chất lượng tốt nhất trong số các nguồn TCX bố mẹ ở các lưu vực sông của Việt Nam [11] cũng như một số khu vực khác trên thế giới. Đối với khu vực đập Phước Hòa, TCX và cá chình hoa (*Auguilla marmorata*) là hai loài có giá trị kinh tế cao và di cư sinh sản từ nước ngọt sang

nước lợ (mặn) bị tác động nhiều nhất bởi đập [3], [4], trong đó TCX là loài có sản lượng vượt trội nên là loài kinh tế được xếp ưu tiên làm loài mục tiêu của ĐDCQĐ. Theo nghiên cứu của Vũ Vi An và nnk (2011) [4], khi chưa có đập, TCX xuất hiện rất nhiều ở cả phía thượng lưu và hạ lưu của đập. Vào mùa sinh sản (từ tháng 5 đến tháng 11 hằng năm), TCX thường di cư ra vùng nước lợ (vùng cửa sông) để sinh sản, bởi vì giai đoạn ấu trùng (18 - 45 ngày sau khi nở) của tôm phụ thuộc vào độ mặn của nước (từ 7 - 18 ‰) và khi chuyển qua giai đoạn ấu niên và trưởng thành thì tôm bắt đầu di cư lên vùng nước ngọt để sinh trưởng và phát triển. Sau khi xây dựng đập tới nay, mặc dù vẫn thu được TCX song ít hơn nhiều so với trước đây. Đối với loài bị ảnh hưởng nhiều như TCX thì chưa rõ khả năng di chuyển của loài này ra sao ứng với chế độ vận hành lưu tốc nước, khoảng cách chiều dài giữa các hồ nghỉ và thời gian vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa để có những đề xuất điều chỉnh cho phù hợp.

Có nhiều câu hỏi được đặt ra bao gồm: Trên thế giới, các nghiên cứu ĐDCQĐ đã được tiến hành cho nhiều loài thủy sản di cư khác nhau, nhất là các loài di cư giữa nước mặn (lợ) và nước ngọt, nhưng tại sao đối với TCX vẫn còn rất hạn chế; cơ sở khoa học nào để đánh giá khả năng di chuyển của TCX áp dụng cho ĐDCQĐ; đặc biệt tại Phước Hòa: (1) Hiện trạng khai thác nguồn lợi TCX phía trên và phía dưới ĐDCQĐ Phước Hòa có những vấn đề gì cần chú ý khi đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động cho ĐDCQĐ; (2) Hiện trạng cơ sở hạ tầng, quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa hiện nay như thế nào?; (3) Chế độ vận hành lưu tốc nước, khoảng cách chiều dài giữa các vị trí nghỉ và thời gian vận hành ĐDCQĐ như thế nào là phù hợp với khả năng di chuyển của TCX?; (4) Khả năng đề xuất cơ chế quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa cho loài mục tiêu TCX ra sao?.

Để giải quyết các vấn đề trên, đề tài "Nghiên cứu cơ sở khoa học và khả năng di chuyển của tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) áp dụng cho ĐDCQĐ

Phước Hòa" được tiến hành nhằm đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ, hỗ trợ cho hoạt động di cư của loài mục tiêu ưu tiên TCX, qua đó góp phần bảo vệ và phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản.

2. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu của luận án

- **Mục tiêu tổng quát:** Nghiên cứu cơ sở khoa học và khả năng di chuyển của tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) áp dụng cho đường di cư qua đập Phước Hòa nhằm đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động của đường di cư qua đập, hỗ trợ cho hoạt động di cư của loài mục tiêu ưu tiên tôm càng xanh, qua đó góp phần bảo vệ và phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản.

- Mục tiêu cụ thể:

+ Đánh giá cơ sở khoa học trong nghiên cứu khả năng di chuyển của loài mục tiêu tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) ở khu vực hệ sinh thái đa loài thủy sản của vùng nhiệt đới áp dụng cho đường di cư qua đập.

+ Nghiên cứu đưa ra các thông số khoa học về quản lý vận hành lưu tốc nước, khoảng cách chiều dài của đường di cư qua đập cho loài mục tiêu tôm càng xanh.

+ Nghiên cứu, đúc kết các thông số kết quả thực nghiệm và thực tiễn để đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa.

- Nội dung của luận án:

Bảng 1. Tóm tắt các nội dung chính của Luận án

TT	Nội dung nghiên cứu của luận án
1	- Khảo sát hiện trạng khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa. - Khảo sát biến động nguồn lợi TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa.
2	- Khảo sát hiện trạng cơ sở hạ tầng đường di cư qua đập Phước Hòa. - Khảo sát hiện trạng quản lý vận hành đường di cư qua đập Phước Hòa. - Khảo sát ý kiến chuyên gia và ngư dân về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ PH.
3	- Khảo sát các thông số kỹ thuật thực tế của ĐDCQĐ Phước Hòa và kích cỡ TCX làm cơ sở bố trí thí nghiệm.

-
- Đánh giá các điều kiện thủy lực của kênh nước hồ và thiết bị thủy lực.
 - Quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển thành công qua kênh nước hồ.
 - Quan trắc tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh ở các lưu tốc nước.
 - Quan trắc khả năng di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước.
 - Ước lượng lưu tốc nước tối đa TCX bám giữ vị trí trong thiết bị thủy lực.
 - Đúc kết khả năng di chuyển của TCX trong điều kiện thí nghiệm áp dụng cho ĐDCQĐ.
-

- Đề xuất chế độ vận hành lưu tốc nước ĐDCQĐ phù hợp với khả năng di chuyển của TCX.
 - Đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ PH.
-

3. Thời gian, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- **Thời gian nghiên cứu:** Thời gian thực hiện đề tài nghiên cứu từ tháng 12/2016 - 11/2019, cụ thể:

+ Từ tháng 12/2016 - 06/2017: Tiến hành thu thập dữ liệu thứ cấp.

+ Từ tháng 05/2017 - 01/2019: Tiến hành khảo sát thực địa ĐDCQĐ và điều tra khảo sát chuyên gia, ngư dân đại diện cho mùa mưa và mùa khô ở khu vực xung quanh đập Phước Hòa.

+ Từ tháng 07/2018 - 11/2019: Là thời gian chuẩn bị, thực hiện và xử lý số liệu từ các nghiên cứu thử nghiệm khả năng di chuyển của tôm càng xanh tại Phòng thí nghiệm thủy lực.

- **Đối tượng nghiên cứu:** Đối tượng nghiên cứu của luận án là khả năng di chuyển ngược dòng nước (boi, bò, bám giữ vị trí và bật phóng) của tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) ở các lưu tốc nước khác nhau trong điều kiện phòng thí nghiệm, với liên hệ thực tế cho ĐDCQĐ Phước Hòa.

- **Phạm vi nghiên cứu:**

+ Ở thực địa: Khu vực ĐDCQĐ Phước Hòa và đoạn sông Bé qua 4 xã Tân Thành, Nha Bích, An Thái, An Linh của hai tỉnh Bình Phước, Bình Dương.

+ Trong điều kiện phòng thí nghiệm: Phòng Thí nghiệm thủy lực thuộc cơ sở 2 của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, khu phố Hòa Lân, phường Thuận Giao, thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương.

+ Đối tượng thí nghiệm: Tôm càng xanh với hai nhóm kích cỡ chiều dài 7,5 - 9,5 cm (TCX cỡ I) và 13,5 - 15,5 cm (TCX cỡ II) - được xác định thông qua kết quả điều tra khảo sát các nhóm kích cỡ TCX được khai thác hoặc xuất hiện tại khu vực xung quanh đập Phước Hòa năm 2017 và 2018. Trong đó, TCX cỡ I đại diện cho nhóm kích cỡ tôm càng xanh giai đoạn tôm ấu niên di cư lên thượng lưu sau giai đoạn ấu trùng phát triển ở vùng cửa sông; TCX cỡ II đại diện cho nhóm kích cỡ tôm càng xanh bố mẹ, di cư sinh sản từ thượng lưu xuống vùng cửa sông và sau đó di cư lên vùng thượng lưu để sinh trưởng và phát triển.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- Ý nghĩa khoa học của luận án:

+ Nghiên cứu đã giải quyết được vấn đề chọn loài mục tiêu trong xây dựng ĐDCQĐ ở khu vực hệ sinh thái đa loài thủy sản của vùng nhiệt đới.

+ Nghiên cứu đã đóng góp các thông số khoa học về quản lý vận hành lưu tốc nước, khoảng cách chiều dài của ĐDCQĐ cho loài mục tiêu TCX.

+ Kết hợp các thông số kết quả thực nghiệm và thực tiễn để đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa.

- Ý nghĩa thực tiễn của Luận án:

+ *Đối với nguồn lợi TCX:* Kết quả nghiên cứu góp phần bảo vệ và phát triển bền vững nguồn lợi TCX thông qua quá trình giúp tôm chưa thành thực di cư qua đập để mở rộng không gian sống, TCX cái mang trứng có thể di chuyển xuôi dòng sinh sản an toàn, hoàn thành vòng đời và sau khi sinh sản xong tiếp tục di cư qua đập trở lại thượng lưu để trở thành tôm thịt hoặc tôm bố mẹ tái thành thực, giúp tăng quần đàn và sản lượng.

+ *Đối với đường di cư qua đập Phước Hòa:* Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở khoa học quan trọng để các cơ quan quản lý nhà nước và Ban quản lý đập Phước Hòa tham khảo, áp dụng nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ.

+ *Đối với ngư dân khai thác thủy sản ở khu vực đập Phước Hòa:* Kết quả nghiên cứu của luận án giúp các hộ ngư dân khai thác thủy sản trong vùng nghiên cứu nhận thức rõ hơn về vai trò của ĐDCQĐ trong việc phục hồi nguồn lợi TCX thông qua sự hỗ trợ chu trình di cư sinh sản của loài này. Đồng thời, đề tài thành công sẽ giúp cho TCX di cư thuận lợi tạo điều kiện tăng sản lượng và quần đàn như trước khi xây đập Phước Hòa, qua đó góp phần nâng mức sống và thu nhập của người dân trong khu vực.

+ *Đối với các ĐDCQĐ trong tương lai của Việt Nam:* Kết quả của nghiên cứu là bài học và kinh nghiệm cho các công trình ĐDCQĐ được xây mới ở Việt Nam trong việc xác định loài thủy sản mục tiêu và xây dựng cơ chế quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài mục tiêu ở từng địa phương.

5. Những đóng góp mới của luận án

1) Trên cơ sở xác định loài mục tiêu của đường di cư qua đập là tôm càng xanh cho khu hệ đa loài thủy sản ở khu vực nhiệt đới, luận án đã cung cấp cơ sở khoa học và xây dựng được phương pháp nghiên cứu chuyên sâu phù hợp với khả năng và tập tính di chuyển, bám giữ vị trí của tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) ở các lưu tốc nước.

2) Bằng các thực nghiệm với kênh nước hở và thiết bị thủy lực trong điều kiện thí nghiệm, luận án đã nghiên cứu được khả năng di chuyển ngược dòng nước của tôm càng xanh tương ứng với các lưu tốc nước khác nhau.

3) Trên cơ sở quản lý loài mục tiêu, nghiên cứu đã đánh giá cơ bản cơ sở lý luận và thực tiễn về đường di cư qua đập góp phần nâng cao hiệu quả công tác quản lý của hồ Phước Hòa.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN KHẢ NĂNG DI CHUYỂN CỦA CÁC LOÀI THỦY SẢN DI CƯ ÁP DỤNG CHO ĐƯỜNG DI CƯ QUA ĐẬP

1.1. Xác định ảnh hưởng của đập đến các loài thủy sản di cư

1.1.1. Phân loại các nhóm loài thủy sản di cư

- **Khái niệm:** Sự di cư của các loài thủy sinh vật 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 [73]. Thông thường sự di cư có thể diễn ra theo mùa, theo tháng hoặc theo ngày [58], [73].

- **Phân loại:** Các nhóm loài thủy sản di cư được chia thành 03 nhóm loài chính: (1) *Nhóm loài di cư giữa nước ngọt và nước mặn - Diadromous* (tiếng Hy Lạp “Dia” nghĩa là “giữa”); bao gồm 03 nhóm loài nhỏ hơn: (i) *Nhóm loài sinh trưởng và phát triển trong nước mặn song sinh sản ở nước ngọt - Anadromous* (tiếng Hy Lạp “Ana” nghĩa là “lên trên”) như: cá hồi Thái Bình Dương (*Oncorhynchus spp.*); (ii) *Nhóm loài sinh trưởng và phát triển ở nước ngọt song sinh sản ở nước mặn - Catadromous* (tiếng Hy Lạp “Cata” nghĩa là “đi xuống”) như: cá chình (*Auguilla spp.*); (iii) *Nhóm loài di cư giữa nước ngọt và nước mặn trong một phần vòng đời của chúng song không phải để sinh sản - Amphidromous* (tiếng Hy Lạp “Amphi” nghĩa “cả hai”) như: TCX nước ngọt (*Macrobrachium spp.*) [29], [58], [73]; (2) *Nhóm loài chỉ di cư trong nước ngọt - Potamodromous* (tiếng Hy Lạp “Potamos” nghĩa là “sông”) như: cá chép (*Cyprinus spp.*) [73]; (3) *Nhóm loài chỉ di cư trong nước mặn - Oceandromous* (tiếng Hy Lạp “Oceanos” nghĩa là “đại dương”) như: cá ngừ (*Thunnus spp.*) [58].

Thông thường, cách phân chia trên chủ yếu được áp dụng cho các loài cá di cư, nhưng về nguyên tắc cũng có thể áp dụng cho tất cả các loài thủy sản di cư nói chung [58]. Theo Cohen (1970) được trích dẫn bởi Larinier (2001) [58], trên thế giới có khoảng 8.000 loài thủy sản nước ngọt, hơn 12.000 loài thủy sản nước mặn và khoảng 120 loài thủy sản di cư thường xuyên giữa nước ngọt và nước mặn.

1.1.2. Xác định các nhóm loài thủy sản di cư ở Việt Nam

- **Các nhóm loài thủy sản di cư ở Việt Nam:** Việt Nam ghi nhận khoảng 700 loài cá nước ngọt, 2.000 loài cá biển và hàng chục ngàn loài động vật không xương sống ở cạn, biển và nước ngọt [10]. Trong đó, các nhóm loài thủy sản di cư phân bố không đều giữa các lưu vực sông từ Bắc vào Nam: **(1) Lưu vực sông miền Bắc và miền Trung:** Do địa hình đồi núi, các lưu vực sông có độ dốc lớn và ít bị tác động bởi thủy triều nên tập trung chủ yếu các loài chỉ di cư trong nước ngọt như: cá chép, cá vược (*Cichla spp.*); **(2) Lưu vực sông miền Nam:** Do địa hình khá bằng phẳng, các lưu vực sông thường xuyên chịu tác động bởi thủy triều nên đây là nơi sinh sống của các loài chỉ di cư trong nước ngọt; các loài di cư giữa nước ngọt và nước mặn (lợ) như: TCX, cá chình hoa.

- **Các nhóm loài thủy sản di cư ở khu vực đập Phước Hòa:** Khu vực đập Phước Hòa của sông Bé có 120 loài cá tôm thuộc 11 bộ và 31 họ, trong đó 01 loài tép mỏng (*M. mirabile*) và 01 loài TCX (*M. rosenbergii*) [4]. Dựa vào đặc điểm sinh sản và di cư của các loài, Vũ Vi An và Nguyễn Nguyễn Du (2011) [4] chia thành 03 nhóm: **(1) Nhóm di cư lên thượng lưu:** cá linh (*Henicorhynchus siamensis*), cá dảnh (*Puntioplites proctozysron*), cá lăng (*Mystus nemurus*), cá chột sọc (*Mystus mysticetus*); **(2) Nhóm di cư xuống hạ lưu:** TCX (*M. rosenbergii*) và cá chình hoa (*A. marmorata*); **(3) Nhóm ít di cư:** cá lóc (*Channa striata*), cá rô đồng (*Anabas testudineus*)...

Mặt khác, Báo cáo đánh giá tác động môi trường của Dự án hồ chứa nước Phước Hòa (2003) ghi nhận ít nhất khoảng 25 loài thủy sản di cư bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa; trong đó, tôm càng xanh được đánh giá là một trong 08 loài có mức độ ảnh hưởng cao bởi đập (Bảng 1.1) [3], [25].

Bảng 1.1. Thành phần loài thủy sản bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa

TT	Tên khoa học	Tên địa phương	Mức độ ảnh hưởng
1	<i>Paralaubuca typus</i>	Cá thiếu	Cao

2	<i>Cyclocheilichthys enoplos</i>	Cá cóc	Cao
3	<i>Bagarius spp.</i>	Cá lăng chiên	Cao
4	<i>Crossocheilus reticulatus</i>	Cá linh nút	Cao
5	<i>Barbodes altus</i>	Cá he vàng	Cao
6	<i>Thynnichthys thynnoides</i>	Cá linh cá	Cao
7	<i>Botia modesta</i>	Cá heo cái	Cao
8	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Tôm càng xanh	Cao
9	<i>Bagriichthys spp.</i>	Cá chột chuột	Vừa
10	<i>Gyrinocheilus pennocki</i>	Cá bám đá	Vừa
11	<i>Cirrhinus microlepis</i>	Cá duồng	Vừa
12	<i>Parambassis wolffii/spp.</i>	Cá sơn bầu	Vừa
13	<i>Mystacoleucus spp.</i>	Cá vảy sước	Vừa
14	<i>Morulius chrysophekadion/spp.</i>	Cá ét mọi	Vừa
15	<i>Cosmochilus harmandi</i>	Cá duồng bay	Vừa

(Nguồn: Vũ Vi An và nnk, 2012 [3])

1.1.3. Xác định các loài thủy sản di cư mục tiêu của ĐDCQĐ trên thế giới

- **Khu vực ôn đới:** Các loài thủy sản di cư mục tiêu của ĐDCQĐ ở khu vực ôn đới chủ yếu là các loài di cư giữa nước ngọt và nước mặn (các loài cá hồi (*Oncorhynchus spp.*; *Salmo spp.*), cá chình (*Anguilla spp.*), cá trích (*Alosa spp.*), cá "ayu" Nhật Bản (*Plecoglossus altilevis*)...); trong khi các loài chỉ di cư trong nước ngọt chiếm tỷ lệ rất ít (cá chép (*Cyprinus spp.*)...)[26], [63].

Mặt khác, đến nay chưa ghi nhận một trong số hơn 25 loài TCX nước ngọt phân bố ở khu vực châu Mỹ là đối tượng mục tiêu của các ĐDCQĐ ở đây.

- **Khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới:** Các loài thủy sản mục tiêu của ĐDCQĐ ở nhiệt đới và cận nhiệt đới rất đa dạng song không bao gồm các loài cá hồi, trong đó, các loài chỉ di cư trong nước ngọt xuất hiện nhiều hơn

nhưng các loài di cư giữa nước mặn và nước ngọt vẫn chiếm đa số [26], [63]. Cụ thể như các loài cá characins và siluroids ở khu vực Nam Mỹ; một số loài cá trích và nhiều loài cá chép ở khu vực Đông Nam Á; cá đoi (*Mugil cephalus*), cá vược (*Lates calcarifer*) ở Australia [63].

Đối với TCX nước ngọt: Pompeu và nnk (2006) [28] đã ghi nhận ĐDCQĐ dạng "nâng" tại đập Santa Clara trên sông Mucuri (Brazil) di chuyển thành công 02 loài TCX nước ngọt (*M. carcinus* và *M. acanthurus*) qua đập.

1.1.4. Ảnh hưởng của đập đến các loài thủy sản di cư

- *Ảnh hưởng của đập đến sự di cư lên thượng lưu:* Sự ngăn cách giữa khu vực kiếm ăn (sinh trưởng, phát triển) và khu vực sinh sản do các đập nước gây ra đã trở thành một trong các nguyên nhân chính tác động tiêu cực tới các loài thủy sinh vật di cư, thậm chí là nguy cơ tuyệt chủng của nhiều loài thủy sản di cư sinh sản giữa nước ngọt và mặn (lợ), nếu các bãi đẻ của chúng ở trên sông hoặc phụ lưu sông không được duy trì [58].

Đối với TCX nước ngọt: (1) Theo Horne và Besser (1977) [50], 03 trong 04 loài TCX nước ngọt (*Macrobrachium spp.*) chỉ xuất hiện ở hạ lưu của đập gần cửa sông nhất trong số các đập trên sông San Marcos và Guadalupe, bang Texas (Mỹ); 01 loài TCX nước ngọt (*M. carcinus*) vẫn xuất hiện hai phía hạ lưu và thượng lưu đập này; (2) Bauer và Delahoussaye (2008) [29]; Bauer (2010) [30] cũng ghi nhận sự suy giảm số lượng của 01 loài TCX nước ngọt (*M. ohione*) ở khu vực phía thượng lưu sông Mississippi và phía hạ lưu sông Ohio (Mỹ).

- *Ảnh hưởng của đập làm mất môi trường sống của các loài thủy sản di cư:* Một trong các tác động của quá trình ngăn sông là làm biến đổi môi trường sống của các loài thủy sinh vật từ môi trường nước chảy thành môi trường sống nước tù. Theo Oklahoma và nnk (1976) [58], 55% các loài thủy sản bị suy giảm xuất phát từ việc làm mất các môi trường nước chảy trên sông, được gây ra bởi việc làm ngập nước từ các hồ chứa.

- ***Ảnh hưởng của đập làm thay đổi chế độ dòng chảy phía hạ lưu của đập:*** Sự điều tiết dòng nước của đập nước sẽ tạo ra sự thay đổi về chế độ (đặc điểm) dòng chảy phía dưới hạ lưu đập, điều này tác động tiêu cực đến các loài thủy sản di cư như: Làm mất các dấu hiệu kích thích sự di cư, các hành lang di cư và các bãi đẻ; làm giảm tỷ lệ sống sót của trứng và con non [58].

- ***Ảnh hưởng của đập đến sự thay đổi nhiệt độ và chất lượng nước:*** Thay đổi về tính chất hóa học của nước cũng có thể ảnh hưởng nhất định tới các loài thủy sinh vật: Holden và Stalnaker (1975) được trích dẫn bởi Larinier (2001) [58] cho rằng, việc xả nước lạnh từ trên các đập cao ở sông Colorado (Mỹ) đã dẫn tới sự suy giảm của các loài bản địa, nhưng các loài cá hồi lại phát triển tốt trong điều kiện thay đổi từ nước ấm sang nước lạnh ở đây.

- ***Ảnh hưởng của đập đến việc gây ra sự chú ý đối với các loài săn mồi:*** Các đập nước đã làm cho các loài cá tôm di cư phải: (i) Tập trung gần cửa xả phía trên đập; (ii) Bị mắc kẹt tại vòng nước xoáy phía chân đập; (iii) Bị sốc, mất phương hướng sau khi di chuyển qua tua-bin, đập tràn dẫn tới trở thành mục tiêu dễ dàng cho các loài săn mồi [58].

- ***Ảnh hưởng của đập đến sự di cư xuống hạ lưu sông:*** (1) ***Bị tổn thương khi di chuyển qua tuabin:*** Khi các loài thủy sản di chuyển qua các tua-bin thủy điện sẽ bị tổn thương và đôi khi có thể dẫn tới tử vong do va đập vào thành tua-bin, tăng hoặc giảm tốc độ đột ngột cũng như sự thay đổi đột ngột về áp suất và khoảng không [67]; (2) ***Bị tổn thương khi di chuyển qua đập tràn:*** Việc đi qua đập tràn có thể là nguyên nhân trực tiếp gây thương tích, tử vong cho các loài thủy sản do va chạm vào bề mặt đập tràn; đồng thời là nguyên nhân gián tiếp gây tăng tính nhạy cảm làm mất phương hướng hoặc bị sốc đối với các loài săn mồi do sự hỗn loạn xảy ra ở đáy chân đập, sự thay đổi đột ngột vận tốc và áp suất khi cá tôm va đập vào nước [58]; (3) ***Làm chậm quá trình di cư của các loài thủy sản:*** Trong thời gian khô hạn, việc thiếu nước khiến các đập thủy

điện, thủy lợi dừng việc cấp xả nước để ưu tiên cho việc tích trữ nước nên có thể kéo dài thời gian di cư xuống hạ lưu của các loài thủy sản di cư [58].

1.2. Các loại hình công trình đường di cư qua đập trên thế giới

1.2.1. Lịch sử phát triển của ĐDCQĐ trên thế giới

Ở Pháp, từ thế kỷ XVII đã sử dụng các bó cành cây tạo ra bậc thang trong kênh nước chảy xiết để giúp cho các loài thủy sinh vật vượt qua chướng ngại vật trên sông [97]. Tuy nhiên, giai đoạn đầu từ thế kỷ XVII đến thế kỷ XIX, ĐDCQĐ chủ yếu được xây dựng tự phát và thiếu cơ sở khoa học nên không phát huy được hiệu quả [37]. Điển hình như: (1) ĐDCQĐ ở bang Maine (Mỹ) năm 1806 được xem là ĐDCQĐ đầu tiên trên thế giới được thiết kế và xây dựng hoàn chỉnh [37]; (2) Richard McFarlan (Canada) là người đầu tiên được cấp bằng sáng chế cho một thiết kế ĐDCQĐ năm 1837 [63]; (3) Bộ luật thủy sản của Pháp (năm 1662), Ireland (1842) và Tây Ban Nha (1879) yêu cầu phải xây dựng các ĐDCQĐ tại các đập nước trên sông cho các loài cá di cư, nhất là các loài cá hồi, được xem là các bộ luật sớm nhất có liên quan tới ĐDCQĐ [52].

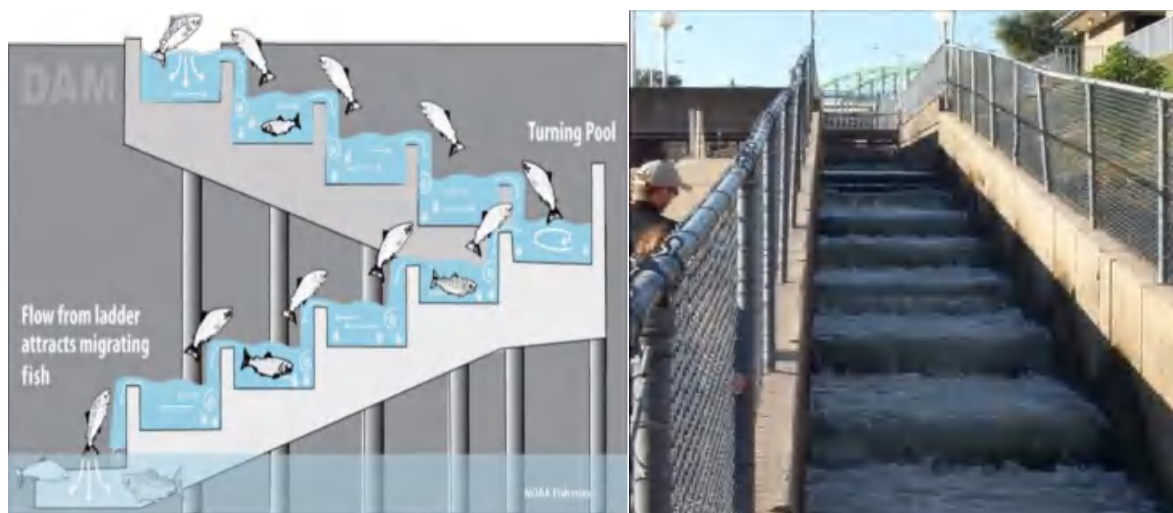
Đến thế kỷ XX, các nghiên cứu, thiết kế và xây dựng các ĐDCQĐ đã bước sang một giai đoạn phát triển mới, có tính hệ thống và mang hàm lượng khoa học nhiều hơn [37]. Nhất là những năm 1950, các nghiên cứu khả năng di chuyển ngược dòng nước của một số loài thủy sản được thực hiện làm cơ sở khoa học quan trọng cho việc đề xuất chế độ dòng chảy phù hợp với khả năng di chuyển của các loài thủy sản di cư, qua đó góp phần nâng cao hiệu quả hoạt động của các ĐDCQĐ xây dựng trước đó cũng như các ĐDCQĐ mới sau này. Mặt khác, quan điểm ĐDCQĐ cần được áp dụng cho tất cả các loài di cư không chỉ các loài cá hồi được đưa ra trong bối cảnh ĐDCQĐ được đưa sang áp dụng tại khu vực nhiệt đới, cận nhiệt đới và một số khu vực khác ngoài khu vực Âu Mỹ. Tuy nhiên, trong giai đoạn đầu áp dụng, đa số các ĐDCQĐ được mô phỏng theo các thiết kế ĐDCQĐ cho loài cá hồi nên không phù hợp với các

loài di cư bản địa [58]. Do đó, một số nước đã thực hiện các nghiên cứu điều chỉnh, điển hình như Nhật Bản đã tổ chức nhiều hội thảo khoa học tại tỉnh Gifu các năm 1990 và 1995 nhằm cải tiến thiết kế ĐDCQĐ phù hợp với các loài thủy sản di cư bản địa ở Nhật Bản [78], [86], đặc biệt là cá Ayu (*Plecoglossus altivelis*) (một loài thủy đặc sản đặc trưng của Nhật Bản) [68], [69].

Hiện nay, ĐDCQĐ đã được xây dựng ở hầu hết các khu vực trên thế giới; đồng thời, các nghiên cứu khả năng di chuyển, thiết kế và xây dựng các loại hình ĐDCQĐ đã đạt những tiến bộ vượt bậc nhờ áp dụng các thành tựu của cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật hiện đại 4.0.

1.2.2. Các loại hình công trình ĐDCQĐ trên thế giới

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “hồ chìm”**: ĐDCQĐ dạng “hồ chìm” là loại hình ĐDCQĐ sơ khởi đầu tiên trong các loại hình công trình ĐDCQĐ trên thế giới [37]; được ứng dụng rộng rãi cho các đập thấp (chiều cao từ 6 - 10 m) [31]. Thiết kế bao gồm nhiều hồ được sắp xếp theo kiểu bậc thang và ngăn cách bởi những vách ngăn với hình dạng khác nhau (Hình 1.1).



Hình 1.1. ĐDCQĐ "hồ chìm" (Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “khe dọc thẳng đứng”**: Là một biến thể được sử dụng phổ biến của loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “hồ chìm”; sử dụng các vách ngăn song song vẫn để các khe rãnh hẹp thẳng đứng nằm

gần bờ kênh cho các loài thủy sản bơi hoặc bò qua thay vì phải nhảy qua bờ cản như dạng “hồ chìm” (Hình 1.2) [37].



Hình 1.2. ĐDCQĐ “khe dọc thẳng đứng” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])

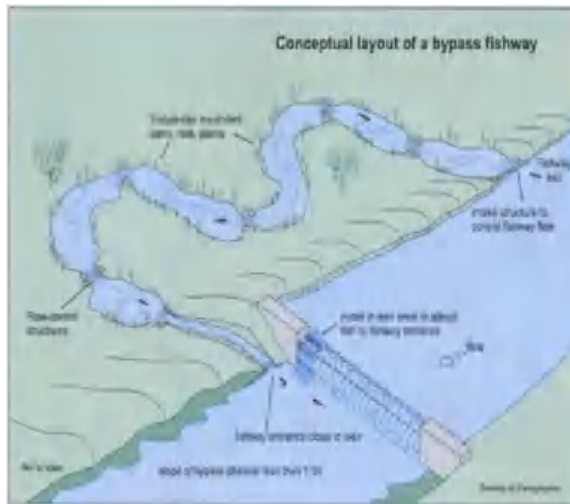
- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “Denil”:** Là loại hình công trình được thiết kế bởi nhà khoa học người Bỉ tên G. Denil (từ năm 1909); thiết kế bao gồm một loạt các vách ngăn hình chữ “U” (bằng gỗ) được đặt đối xứng và nghiêng một góc 45° so với nền đáy ĐDCQĐ (bằng bê tông) (Hình 1.3) [36].



Hình 1.3. ĐDCQĐ “Denil” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])

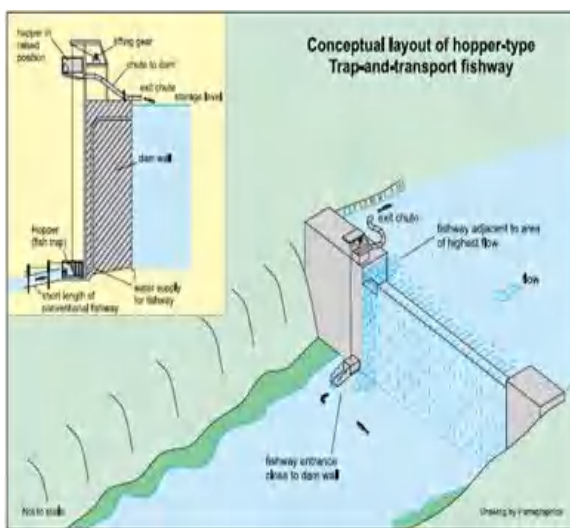
- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “kênh tự nhiên”:** Đây là loại hình công trình được sử dụng phổ biến từ những năm 1980 ở Châu Âu và hiện nay được sử dụng rộng rãi trên thế giới; được thiết kế như một kênh

trong tự nhiên với độ dốc thấp từ 01 đến 05% (Hình 1.4) [66]. Ưu điểm là phục hồi lại một phần hệ sinh thái tự nhiên bị mất bởi quá trình xây đập; song bất lợi là yêu cầu không gian lớn và các loài mục tiêu gặp khó khăn khi vượt qua khóa/công điều tiết lưu lượng nước đặt ở phía thượng lưu ĐDCQĐ.



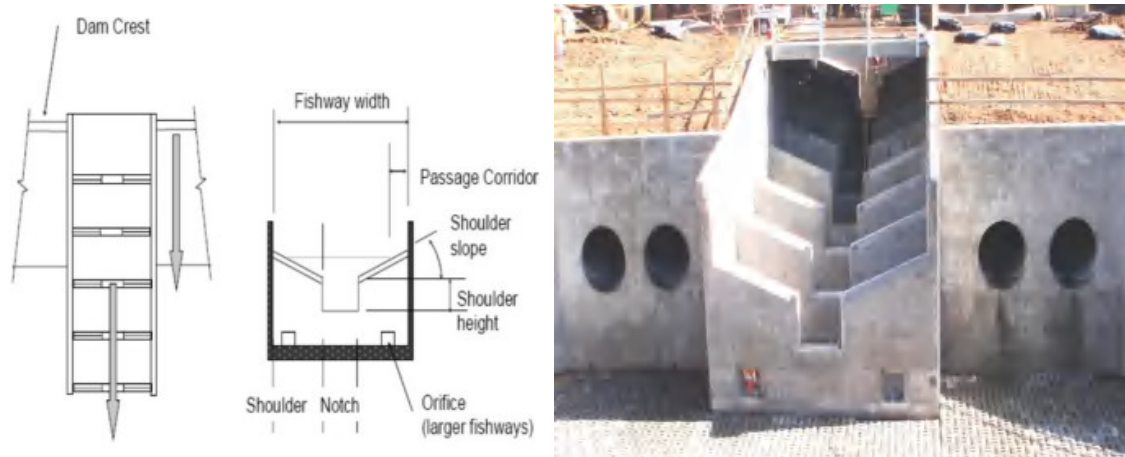
Hình 1.4. ĐDCQĐ “kênh tự nhiên” (Nguồn: Larinier, 2001 [58])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “nâng”:** Đây là loại hình công trình được phát triển mạnh vào những năm 1920 ở châu Âu cho một số loài cá tầm và cá trích [37]. Các loài mục tiêu sẽ bị thu hút bởi dòng nước ở lối vào, sau đó được nâng lên theo phương thẳng đứng tới đỉnh đập [37].



Hình 1.5. ĐDCQĐ “nâng” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “cầu trượt”**: Là loại hình công trình có nguyên lý hoạt động như loại hình ĐDCQĐ “hồ chìm” song điểm khác biệt là có vết khía hình chữ “V” ở trung tâm vách ngăn và bố trí thêm các lỗ nhỏ sát nền đáy ĐDCQĐ nhằm giúp ổn định dòng chảy của ĐDCQĐ (Hình 1.6) [80].



Hình 1.6. ĐDCQĐ “cầu trượt” (Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “khóa”**: Đây là loại hình được thiết kế bởi kỹ sư Borland (người Ailen) vào năm 1949 và thường được gọi là “khóa Borland” [58], [92]. Cấu tạo bao gồm một khoang với các khóa phía trên và phía dưới dòng chảy qua khoang. Các loài mục tiêu được thu hút vào hồ nước phía dưới ĐDCQĐ, sau đó cửa vào sẽ đóng kín và nước được làm đầy để đẩy trôi tượng mục tiêu bơi lên cửa phía trên ĐDCQĐ (Hình 1.7) [58].



Hình 1.7. ĐDCQĐ “khóa” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “Ice Harber”**: Là một thiết kế đặc biệt của loại hình ĐDCQĐ dạng “hồ chìm”, trong đó ở mỗi vách ngăn có phần nhô lên khỏi mặt nước ngay trung tâm hoặc sát bờ kênh ĐDCQĐ nhằm ổn định dòng chảy và bố trí thêm các lỗ nằm trên vách ngăn [31] (Hình 1.13).



Hình 1.8. ĐDCQĐ "Ice Harbor" (bên trái) và "Half Ice Harbor" (bên phải)
(Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31])

- **Loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “cống ngầm”**: Những năm gần đây, vấn đề thiết kế ĐDCQĐ không chỉ dừng ở việc áp dụng cho các đập nước trên sông (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 ĐDCQĐ (ĐDCQĐ cống ngầm). Theo đó, các vách ngăn, khe rãnh được bố trí thêm bên trong ống tạo thành các dạng ĐDCQĐ và có nắp đóng/mở phía trên ống [67] (Hình 1.9).



Hình 1.9. ĐDCQĐ “cống ngầm” (Nguồn: Thorncraft và Harris, 2000 [91])

- **Giải pháp thu gom và vận chuyển các loài thủy sản qua đập:** Giải pháp thu gom và vận chuyển qua đập thường được áp dụng tại các đập lớn với quy trình các bước như sau: (1) Thu hút các loài thủy sản mục tiêu vào trong bể chứa; (2) Phân loại các loài thủy sản; (3) Chuyển loài thủy sản mục tiêu vào trong xe tải (thường dùng) để vận chuyển qua đập lên thượng lưu [31].



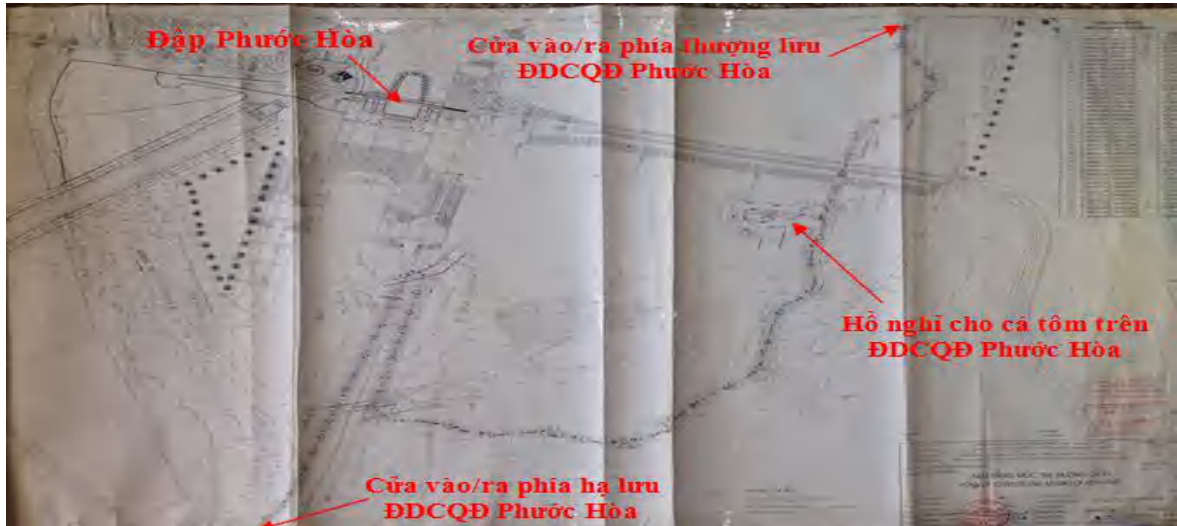
Hình 1.12. Thu gom và vận chuyển qua đập (Nguồn: Beckwith và nnk, 2013 [31])

1.2.3. Loại hình công trình ĐDCQĐ áp dụng tại hồ Phước Hòa

ĐDCQĐ Phước Hòa được thiết kế theo loại hình công trình ĐDCQĐ dạng “kênh tự nhiên” với chiều dài 1,9 km, độ dốc dọc theo ĐDCQĐ thay đổi từ 0,7 đến 1,43%, lưu tốc nước được giới hạn dưới 0,6 m/s. Các đối tượng loài thủy sản mục tiêu được xác định chung chung là các loài thủy sản di cư bị ảnh hưởng bởi đập Phước Hòa (ít nhất 25 loài) [23].

Bên cạnh đó, một đoạn ĐDCQĐ có tường bao dài 25 m (phía thượng lưu) được thiết kế theo loại hình ĐDCQĐ "khe dọc thẳng đứng" và phần còn lại là kênh đất không gia cố, được trồng cỏ để tạo suối tự nhiên; 03 hồ nghỉ cho cá tôm được bố trí dọc theo ĐDCQĐ. Lưu tốc nước được giới hạn bằng cách trồng và phát triển thực vật trong kênh nhằm tạo ra các điều kiện biên nhám và các kết cấu đá cuội tròn nhỏ. Điểm lấy nước vào sẽ đi quanh bờ bao

bằng cách bố trí công bê tông gia tốc thấp, có các van cửa đơn giản để kiểm soát lưu lượng và giới hạn lưu tốc [23] (Hình 1.13 và Bảng 1.2).



Hình 1.13. Thiết kế công trình ĐDCQĐ dạng "kênh tự nhiên" tại hồ chứa nước Phước Hòa (Nguồn: *Thiết kế kỹ thuật ĐDCQĐ Phước Hòa*, 2005)

Bảng 1.2. Một số thông số, đặc điểm kỹ thuật của ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Đặc điểm kỹ thuật của ĐDCQĐ Phước Hòa.	Thông số/mô tả
1	Tuyến kênh ĐDCQĐ	Nằm trong phạm vi đập tràn phụ Phước Hòa.
2	Kết cấu chính của kênh ĐDCQĐ	Bằng bê-tông cốt thép, gồm 2 cửa vào và 2 đoạn kênh hở dài 544 m.
3	Cửa vào	Cao trình ngưỡng vào (+41,0), tiết diện chữ nhật, kích thước BxH = 2 m x 3,8 m. Cửa van phẳng bằng thép, đóng mở bằng máy vít me chạy điện kết hợp thủ công.
4	Đoạn 1	Tiết diện chữ nhật, kích thước BxH = 2 m x (2,2 m - 3,3 m) dài 144 m, độ dốc bình quân $i = 0,83\%$, có bố trí tường cản.
5	Đoạn 2	Tiết diện chữ nhật, kích thước BxH = 4 m x 1,4 m, dài 400 m, độ dốc $i = 4\%$, có mố nhám.
6	Lưu lượng nước	$Q_{TK} = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$.
7	Nối tiếp giữa các bộ phận kết cấu bê-tông công trình bằng khớp nối PVC	

(Nguồn: *Viện Nghiên cứu Nôi trồng thủy sản II*, 2010 [23])

1.3. Các nghiên cứu khả năng di chuyển của một số loài thủy sản di cư áp dụng cho ĐDCQĐ trên thế giới

1.3.1. Khả năng di chuyển của các loài thủy sản

Khả năng di chuyển của các loài thủy sản được chia thành 03 cấp độ: di chuyển bền vững, di chuyển kéo dài và di chuyển bật phóng [51], [79], [98].

- **Di chuyển bền vững:** là hoạt động được thực hiện bởi các sợi cơ đỏ (có sự hiện diện của oxy) trong thời gian lớn hơn 200 phút mà không bị mệt mỏi [98]. Theo đó, lưu tốc nước di chuyển bền vững là lưu tốc nước di chuyển tối ưu của các loài thủy sản (U_{opt}) [62], [93].

- **Di chuyển kéo dài:** là hoạt động được thực hiện bởi sự kết hợp giữa các sợi cơ đỏ và sợi cơ trắng (không có sự hiện diện của oxy) trong thời gian từ 15 giây đến 200 phút mà không bị mệt mỏi [62]. Khả năng di chuyển kéo dài được thể hiện qua: (1) *Lưu tốc nước di chuyển tối đa* (U_{max}) là lưu tốc nước di chuyển tối đa theo lý thuyết mà đối tượng có thể vượt qua và được ước tính bằng công thức của Brett (1964) [79], [88], [99]; (2) *Lưu tốc nước di chuyển tới hạn* (U_{crit}) là lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước mà đối tượng có thể đạt được trước khi bị kiệt sức [35], [46], [79]; (3) *Lưu tốc nước di chuyển thay đổi dáng di chuyển* (U_{trans}) là lưu tốc nước làm cho đối tượng chuyển từ dáng di chuyển ổn định sang dáng di chuyển không ổn định [43].

- **Di chuyển bật phóng:** Là hoạt động có tốc độ di chuyển cao nhất được thực hiện bởi các sợi cơ trắng trong một thời gian rất ngắn (dưới 15 hoặc 20 giây) [33], [79], [90], [98]. Khả năng di chuyển bật phóng được thể hiện qua: (i) *Lưu tốc nước di chuyển bật phóng* (U_{burst}) [72], [83]; (ii) *Lưu tốc nước di chuyển xuất phát nhanh* [61]; (iii) *Lưu tốc nước vọt phóng* (U_{spint}) [66].

Nghiên cứu khả năng di chuyển của đối tượng thủy sản mục tiêu là cơ sở quan trọng để đưa ra các giới hạn lưu tốc nước vận hành ĐDCQĐ [38], [76], cụ thể: (i) Lưu tốc nước vận hành ĐDCQĐ dạng "hồ" tại vị trí khe rãnh giữa

các bờ cản hay đỉnh bờ tràn phải nhỏ hơn lưu tốc nước di chuyển tối đa (U_{max}) hay tới hạn (U_{crit}); (ii) Lưu tốc nước tại các hồ của ĐDCQĐ phải nhỏ hơn lưu tốc nước di chuyển bền vững (U_{opt}) của đối tượng mục tiêu [38].

1.3.2. Các phương pháp đánh giá khả năng di chuyển của loài thủy sản

Trên thế giới, hiện nhiều phương pháp thử nghiệm nhằm ước lượng khả năng di chuyển của các loài thủy sản được sử dụng; các phương pháp được đưa ra dựa trên mục tiêu, đối tượng nghiên cứu hay đôi khi để giới thiệu các công nghệ, kỹ thuật hay thiết bị nghiên cứu mới liên quan đến vấn đề này [56]. Mặt khác, đến nay chưa có một tiêu chí hay một phương pháp nghiên cứu chung để xác định chính xác khả năng di chuyển của một loài thủy sản cụ thể, mà mới chỉ dừng ở mức ước lượng [56].

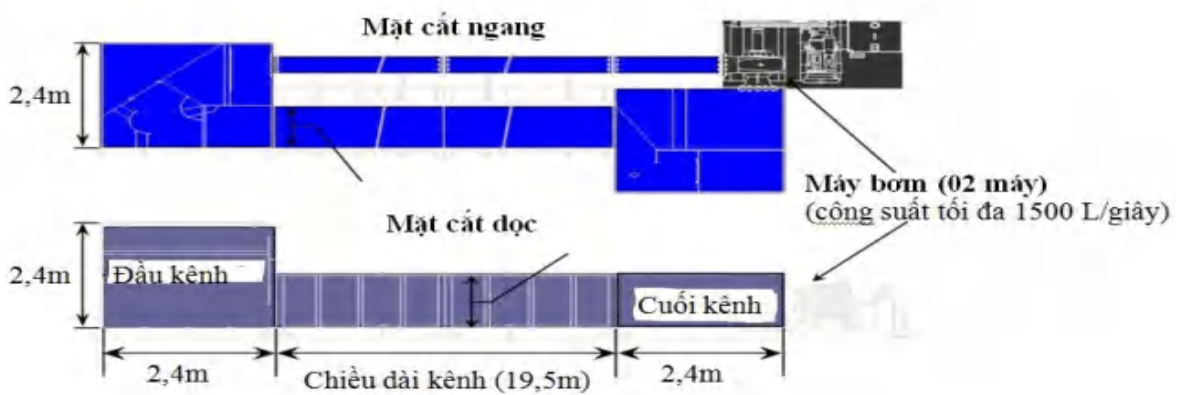
Các phương pháp nghiên cứu hiện đại được chia thành 02 phương pháp chính: (1) Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển chủ động trong kênh nước hở; (2) Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển ép buộc hoặc giữ vị trí trong thiết bị thủy lực [48], [56]. Ngoài ra, một số phương pháp khác như: (i) Thử nghiệm “bánh xe thủy sản” [96]; (ii) Thử nghiệm "xuất phát nhanh" hay "trốn thoát" hoặc "phản ứng giật mình" [33], [49], [62]; (iii) Thử nghiệm “lưu tốc nước di chuyển tối đa bất phóng” [54]; (iv) Thử nghiệm "lưu tốc nước tăng liên tục" [58]; (v) Thử nghiệm "di chuyển nước rút" [39], [72].

- **Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển chủ động:** (1) *Nguyên tắc áp dụng:* Các đối tượng mục tiêu sẽ được đưa vào một kênh nước hở (chiều dài cố định) để chủ động di chuyển ngược dòng nước lên thượng lưu kênh ở lưu tốc nước khác nhau trong một thời gian nhất định [40], [56]. Thử nghiệm được sử dụng để ước lượng khả năng di chuyển thông qua khoảng cách, lưu tốc nước và thời gian chịu đựng của đối tượng mục tiêu. Theo đó, lưu tốc nước di chuyển sẽ tương ứng với lưu tốc nước được kiểm soát và di chuyển bởi đối tượng mục tiêu đó [56]; (2) *Một số nghiên cứu điển hình như:* (i) Colavecchia và nnk (1997)

[41] đã sử dụng một máng thủy lực sinh thái (dài 18 m, rộng 0,5 m, sâu 0,61 m và độ dốc 2%) để tính toán khả năng di chuyển của cá hồi Đại Tây Dương (*Salmo salar*) trong điều kiện thực địa (trên sông) ở một số lưu tốc nước từ 1,6 - 3,2 m/s (Hình 1.14); (ii) Katopodis và Gervais (2016) [56] đã phát triển một mô hình “kênh thủy lực sinh thái di động” (được gọi là kênh I-H) (Hình 1.15).



Hình 1.14. Kênh nước thử nghiệm trên sông (Nguồn: Colavecchia, 1997 [41])



Hình 1.15. Sơ đồ thiết kế “Kênh I-H” của Đại học Alberta (Canada) (Nguồn: Katopodis và Gervais, 2016 [56])

- **Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển ép buộc:** (1) Nguyên tắc áp dụng: Loài mục tiêu được đưa vào trong một thiết bị thủy lực (hay còn được gọi là “khoảng bơi” hay “hồ hấp kế”) và ép buộc (cưỡng bức) phải di chuyển hoặc duy trì vị trí ở một lưu tốc cố định hoặc các lưu tốc thay đổi tăng dần đều cho đến khi đối tượng mục tiêu bị kiệt sức, nước cuốn về lưới chắn cuối thiết bị; (2) Quy trình thực hiện và công thức tính toán: Lưu tốc nước

trong thiết bị thủy lực có thể được chia làm 02 kiểu khác nhau: *(i) Lưu tốc nước được giữ cố định*: Trong thí nghiệm, lưu tốc nước được giữ ở một mức lưu tốc nước cố định và thời gian sẽ được tính từ khi bắt đầu thí nghiệm đến khi đối tượng mục tiêu bị kiệt sức, nước cuốn về lưới chắn cuối thiết bị. Kết quả thí nghiệm cung cấp các dữ liệu về thời gian chịu đựng của đối tượng mục tiêu ở lưu tốc nước được cài đặt [56]; *(ii) Lưu tốc nước tăng dần đều*: Lưu tốc nước trong thiết bị thủy lực được tăng dần đều sau một khoảng thời gian nhất định cho tới khi đối tượng bị kiệt sức, không thể tiếp tục giữ vị trí và nước cuốn về lưới chắn cuối thiết bị. Trong lần đầu tiên bị nước cuốn về lưới chắn cuối thiết bị, sử dụng các kích thích như lưới điện, ánh sáng mạnh hoặc dùng thanh gỗ tác động... để đối tượng lấy lại vị trí; nếu đối tượng sau khi được kích thích không thể lấy lại được vị trí, tiến hành ghi nhận kết quả và kết thúc thử nghiệm. Các thông số được ghi nhận bao gồm: *(i)* Lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước đối tượng bị kiệt sức; *(ii)* Thời gian đối tượng duy trì vị trí ở lưu tốc nước làm đối tượng bị kiệt sức; *(iii)* Thời gian giữa các khoảng tăng dần đều lưu tốc nước; *(iv)* Lưu tốc nước tăng dần đều trong thiết bị thủy lực [24], [27], [56]. Trong thời kỳ đầu, Brett (1964) sử dụng thời gian tăng dần đều là 60 phút để ước lượng lưu tốc nước di chuyển bền vững và kéo dài, tuy nhiên, trong những năm gần đây, các thử nghiệm được tiến hành với các bước tăng dần đều lưu tốc nước trong thời gian 5 phút hoặc thấp hơn [56].

Lưu tốc nước tối đa đối tượng thủy sản mục tiêu có thể di chuyển hoặc bám giữ vị trí (U_{max}) được tính toán theo công thức toán học của Brett (1964) [42], [44], [46], [79], [82], [84], [85]:

$$U_{max} = U_i + [(T_i/T_{ii}) * U_{ii}] \quad (1)$$

Trong đó:

- + U_{max} là lưu tốc nước tối đa đối tượng mục tiêu di chuyển (m/s).
- + U_i là lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước đối tượng mục tiêu kiệt sức (m/s);

- + U_{ii} là lưu tốc nước tăng dần đều (m/s);
- + T_i là thời gian di chuyển hoặc duy trì vị trí ở lưu tốc nước làm đối tượng mục tiêu bị kiệt sức (phút);
- + T_{ii} là thời gian tăng dần đều (phút).



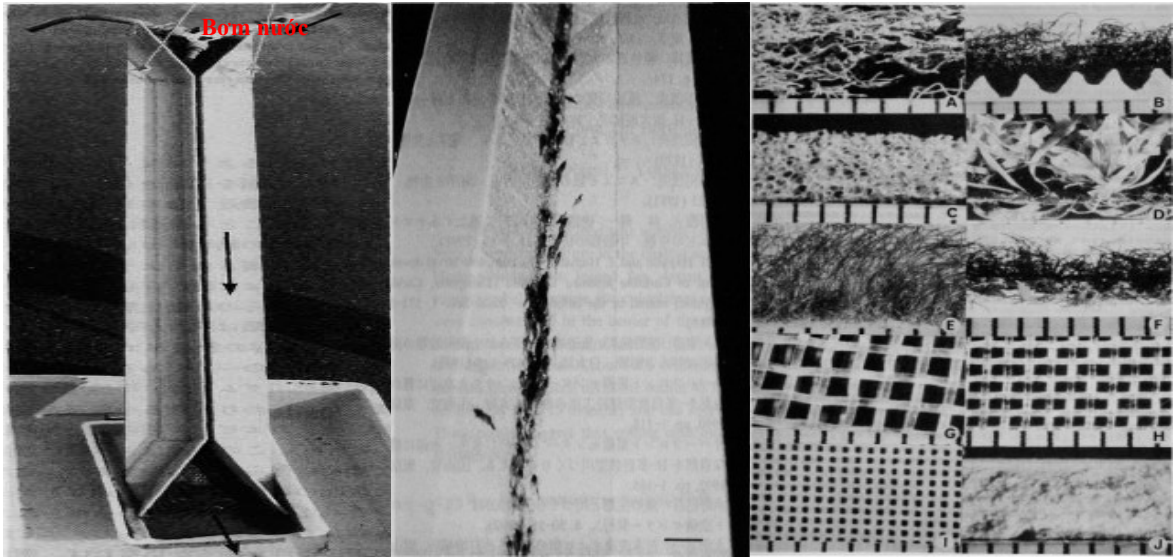
Hình 1.16. Thiết bị thủy lực thử nghiệm khả năng di chuyển (Nguồn: Clough và Turnpenny, 2001 [38]; Katopodis và Gervais, 2016 [56])

Brett (1964) là người đầu tiên đưa ra công thức ước lượng lưu tốc nước di chuyển tới hạn (U_{Crit}). Mục đích ban đầu của nghiên cứu là tính toán tỷ lệ tiêu thụ oxy của cá hồi Sockeye con (*Oncorhynchus nerka*) nhưng khi tăng dần đều lưu tốc nước tới một giới hạn nhất định, Brett nhận thấy có mối tương quan giữa việc tăng dần đều lưu tốc nước và lưu tốc nước di chuyển tới hạn (U_{Crit}). Cụ thể, trong thí nghiệm, Brett sử dụng thời gian 75 phút là mốc thời gian cho mỗi bước tăng dần đều lưu tốc nước và trong nỗ lực nhằm tiêu chuẩn hóa các kết quả để so sánh với các nghiên cứu trước đó có thời gian cố định, Brett nhận thấy rằng lưu tốc nước di chuyển tới hạn tại thời điểm cá hồi Sockeye bị kiệt sức được điều chỉnh để tính toán tỷ lệ thời gian mà cá hồi Sockeye bơi ở khoảng thời gian cuối của thử nghiệm. Theo đó, Brett đã đưa ra ví dụ như sau: Nếu một cá hồi Sockeye có thể bơi ở lưu tốc 2,0 feet/s (tương đương 0,6 m/s) thành công (qua khoảng thời gian tăng dần đều 75 phút) mà được kích thích bơi ở lưu tốc 2,3 feet/s (0,7 m/s) và bị kiệt sức sau khi duy trì

được khoảng thời gian 20 phút (trong tổng thời gian tăng dần đều 75 phút). Khi đó, lưu tốc nước di chuyển tới hạn được tính toán: $2,0 + (20/60 \times 0,3)$ feet/s = 2,1 feet/s (0,64 m/s). Brett sử dụng khoảng thời gian 60 phút (thay vì 75 phút ở trên) như là tiêu chuẩn trong cách tính toán của ông ở thời điểm đó và Brett xem đó là "lưu tốc nước di chuyển bền vững 60 phút". Tuy nhiên, năm 1982, Brett giải thích rằng thuật ngữ "lưu tốc nước di chuyển bền vững 60 phút" là một sự nhầm lẫn, bởi vì lưu tốc nước bơi bền vững là khoảng thời gian dài hơn chứ không chỉ 60 phút. Sau này, nhiều nhà nghiên cứu đã cho rằng, kết luận của Brett khi ông xem khoảng thời gian 60 phút được sử dụng như tiêu chuẩn cho bước tăng thời gian 75 phút là một hạn chế của nghiên cứu ở thời điểm đó [56]; hiện nay các thử nghiệm hiện đại được tiến hành với các bước tăng dần lưu tốc nước trong thời gian 5 phút hoặc thấp hơn [56].

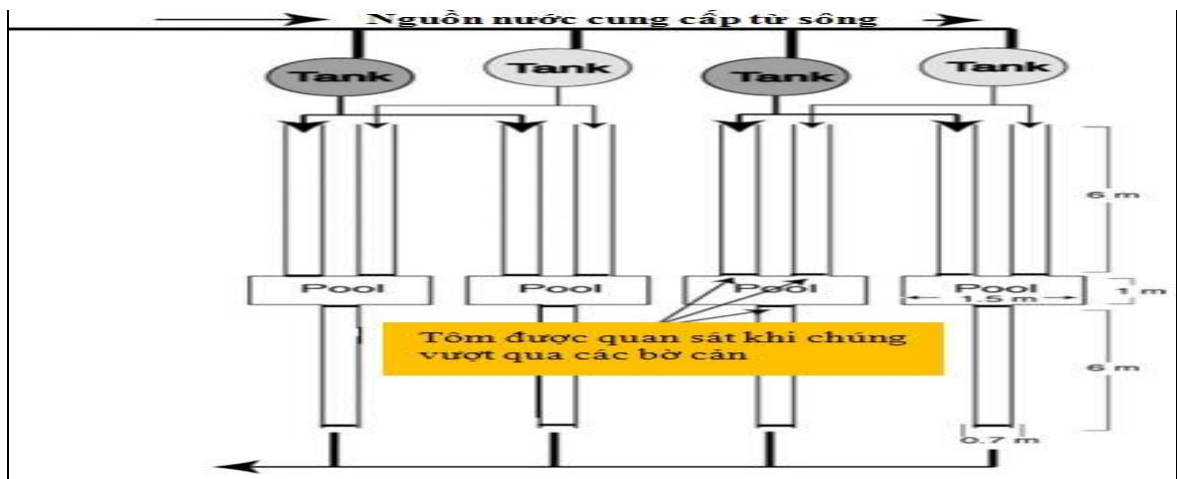
1.3.3. Một số công trình nghiên cứu về ĐDCQĐ cho TCX nước ngọt

- Hamano và nnk (1995) [47] đã thiết kế một kênh nước bằng nhựa nhiệt dẻo (PVC) rộng 01 cm và dài 100 cm (được chia thành 10 cm/10 đoạn và tương ứng với 10 đoạn được lót 10 loại vật liệu nền đáy khác nhau) (Hình 1.17). Nghiên cứu đã tiến hành các thử nghiệm nhằm xác định các loại vật liệu phù hợp với khả năng di chuyển bò của 03 loài tôm gồm: *Caridina japonica*, *Paratya compressa* và *Macrobrachium japonicum* với 03 nhóm kích cỡ chiều dài: 8,7 - 34,0 mm, 8,1 - 33,2 mm và 8,2 - 37,6 mm; ở 03 độ dốc 30°, 50° và 70° và 03 lưu tốc nước là $65,0 \pm 2$ cm/s, $85,0 \pm 3$ cm/s và $115,0 \pm 3$ cm/s. Kết quả nghiên cứu ghi nhận tốc độ và tỷ lệ tôm di chuyển qua quãng đường 10 cm với 10 loại vật liệu khác nhau và đưa ra kết luận nền đáy với cấu trúc lưới ba chiều (ô lưới 0,52 mm), độ dốc $\leq 50^\circ$, lưu tốc nước ≤ 65 cm/s là phù hợp để tạo ra một ĐDCQĐ hiệu quả cho các loài tôm với các kích cỡ chiều dài như trên.



Hình 1.17. Kênh thí nghiệm (bên trái), máng nước (giữa) và 10 loại vật liệu nền đáy (bên phải): (A) khăn mềm; (B) thảm mềm; (C) bột biển; (D) vỏ nhân tạo; (E) thảm dày; (F) thảm mỏng; (G) ô lưới 0,87 mm; (H) ô lưới 0,52 mm; (I) ô lưới 0,27 mm; (J) bê tông (Nguồn: Hamano và nnk, 1995 [47])

- Kikkert và nnk (2009) [57] đã tiến hành ảnh hưởng của các yếu tố môi trường tới tập tính di cư của một số loài tôm ở giai đoạn hậu ấu trùng (post-larvae) gồm: *Xiphocaris elongata*, *Macrobrachium spp.* và *Atya spp.* Theo đó, nghiên cứu sử dụng một máng nước làm bằng nhựa nhiệt dẻo với đường kính 53 cm, chia làm hai phần theo chiều dọc (mỗi phần dài 6 m) và được kết nối ở giữa là một hồ nước (Hình 1.18) nhằm đánh giá: (1) Tác động, ảnh hưởng của các yếu tố hóa học được tạo ra bởi các loài cá săn mồi tới tập tính di cư ở giai đoạn hậu ấu trùng của tôm; (2) Mối tương quan giữa dòng chảy và độ đục; (3) Ảnh hưởng của chất dịch tiết ra từ lá cây tới tập tính di cư của tôm. Kết quả cho thấy: (i) Tỷ lệ di chuyển của 02 loài tôm *X. elongata* và *Macrobrachium spp.* bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường nhiều hơn so với loài tôm *Atya spp.*; (ii) Tỷ lệ di cư của *X. elongata* và *Macrobrachium spp.* bị ảnh hưởng tiêu cực bởi dòng chảy mạnh; (iii) Độ đục càng tăng sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới tập tính di cư giai đoạn hậu ấu trùng của các loài tôm *Atya spp.* và *X. elongata*; (iv) Các dòng chảy khác nhau cung cấp các tín hiệu di cư lên thượng lưu qua ĐDCQĐ khác nhau.



Hình 1.18. Thiết bị thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố môi trường tới tập tính di cư của một số loài tôm (Nguồn: Kikkert và nnk, 2009)

- Hamano & Honke (1997) [29] đã thực hiện nghiên cứu đánh giá hiệu quả của việc sử dụng ánh sáng để định hướng các loài tôm di cư tập trung về phía cửa vào phía hạ lưu ĐDCQĐ. Cụ thể, nghiên cứu đã tiến hành chiếu đèn pha với công suất lớn từ một bờ sông (nơi không có ĐDCQĐ) để định hướng tôm di cư (vốn có tập tính tránh các loại ánh sáng mạnh) tập trung sang bờ sông đối diện, nơi đặt cửa vào của ĐDCQĐ, từ đó nâng cao hiệu quả hoạt động của các ĐDCQĐ đối với các đối tượng mục tiêu này.

- Horne và Besser (1977) [29] đã sử dụng biện pháp đặt bẫy một số loài TCX nước ngọt (*Macrobrachium spp.*) tại các địa điểm khác nhau trên sông San Marcos và Guadalupe ở bang Texas (Mỹ) để đánh giá khả năng di cư tự nhiên của chúng qua các đập trên sông. Kết quả cho thấy, 03 trong số 04 loài TCX nước ngọt (riêng TCX nước ngọt *M. carcinus* vẫn xuất hiện ở hai phía thượng lưu và hạ lưu của đập) trong khu vực chỉ xuất hiện ở một phía hạ lưu của đập gần nhất với cửa sông (trong số nhiều đập được xây dựng dọc theo chiều dài 325 km trên sông San Marcos và Guadalupe).

Ngoài ra, các nghiên cứu của một số tác giả như Hamano và nnk (1995) [47]; Benstead và nnk (2000) [32]; Fièvet (1999) [45] đánh giá các loại hình công trình ĐDCQĐ và các cấu trúc công trình tương tự được xây dựng, thiết

kế phù hợp đều khả thi để áp dụng cho các loài TCX nước ngọt (bao gồm TCX giai đoạn ấu niên) di cư lên thượng lưu.

1.4. Một số đặc điểm di cư của tôm càng xanh

1.4.1. Đặc điểm phân loại và hình thái

Tôm càng xanh có vị trí phân loại theo Holthuis (1950) trích bởi Nguyễn Việt Thắng (1993) [12] như sau:

Giới (regnum): Animalia

Ngành (phylum): Arthropoda

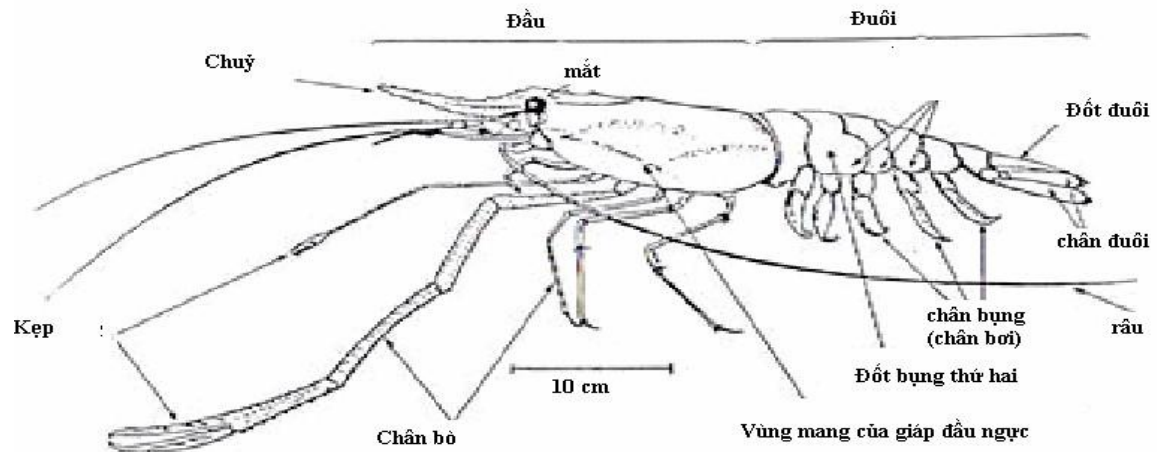
Lớp (class): Malacostraca

Bộ (ordo): Decapoda

Họ (familia): Palaemonidae

Chi (genus): Macrobrachium

Loài (species): M. rosenbergii (De Man, 1879)



Hình 1.19. Đặc điểm giải phẫu học của TCX (*Hình vẽ của Foster và Wickins, 1972*)

Tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) là loài có kích cỡ lớn nhất trong nhóm TCX nước ngọt (kích thước tôm trưởng thành lớn nhất ở Ấn Độ là 470 g, Thái Lan là 470 g và Việt Nam là 434 g [18]); thân tôm hơi tròn, có màu xanh nhạt, màu đặc trưng là đôi càng lớn có màu xanh lam sẫm hay nâu đỏ tùy thuộc vào độ tuổi của tôm, phía cuối thân có màu xanh lam, hai bên giáp đầu

ngực có đường vân xanh, đỏ chạy dọc song song với thân [5]. Cơ thể TCX gồm hai phần chính: phần đầu ngực và phần thân (Hình 1.19) [5].

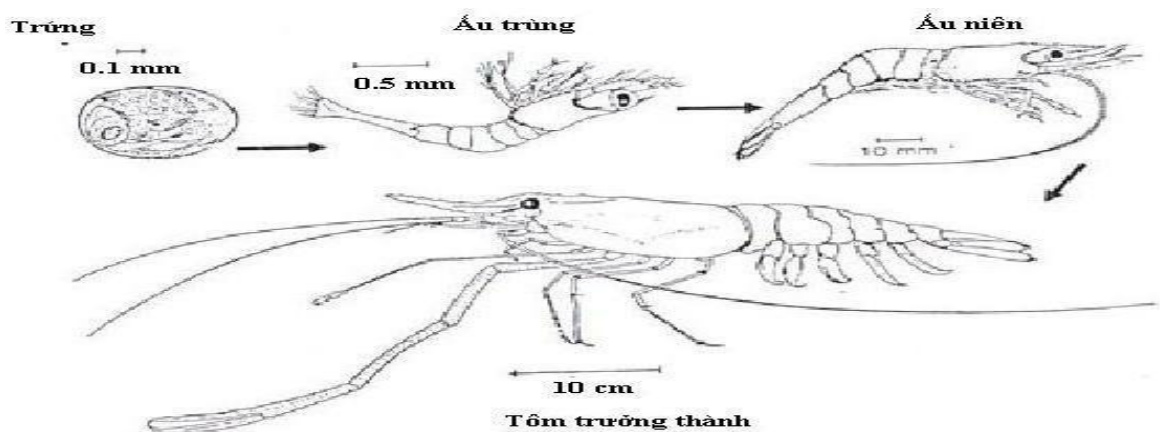
1.4.2. Phân bố

Tôm càng xanh nước ngọt thuộc chi *Macrobrachium* phân bố khắp vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới trên thế giới, tập trung ở khu vực Ấn Độ Dương và Tây Nam Thái Bình Dương, chủ yếu ở khu vực châu Úc đến New Guinea, Trung Quốc và Ấn Độ. Hiện nay, ước tính có khoảng hơn 100 loài TCX nước ngọt, trong đó hơn một phần tư số này được phân bố ở châu Mỹ [12].

Tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) có phạm vi phân bố rộng khắp các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới của khu vực Châu Á Thái Bình Dương, bao gồm phía Đông của Pakistan, Ấn Độ, Sri Lanka, Myanmar, Thái Lan, Malaysia, Indonesia, Philippines, Campuchia và Việt Nam [60]. Ở Việt Nam, TCX phân bố tự nhiên từ Cầu Đá Nha Trang trở vào, tập trung chủ yếu ở khu vực Đông Nam Bộ và Đồng Bằng Sông Cửu Long [15].

1.4.3. Vòng đời

Theo Trần Ngọc Hải và nnk (2014) [6]; Nguyễn Thanh Phương (2003) [9] vòng đời của TCX được chia thành 4 giai đoạn: trứng, ấu trùng, ấu niên và tôm trưởng thành.



Hình 1.20. Vòng đời của TCX (Hình vẽ của Foster và Wichkins, 1972)

Mỗi giai đoạn trong vòng đời của TCX đòi hỏi môi trường và điều kiện sống khác nhau. Tôm trưởng thành sống ở vùng nước ngọt, thành thực và giao

vĩ trong nước ngọt, nhưng sau đó những tôm cái mang trứng di chuyển qua các độ mặn khác nhau xuống vùng cửa sông để trứng nở và ấu trùng phát triển [53]. Tất cả các giai đoạn ấu trùng đều cần môi trường nước lợ, tương ứng với độ mặn từ 7 - 18 ‰. Ấu trùng có thể nở trong vùng nước lợ hoặc nước ngọt, song những ấu trùng nở trong nước ngọt sẽ phải nhanh chóng theo dòng nước để di chuyển ra vùng cửa sông (nơi có môi trường nước lợ) nếu không chúng sẽ chết trong vòng 4 - 5 ngày sau khi nở [60]. Sự biến đổi từ giai đoạn ấu trùng sang giai đoạn ấu niên cũng đánh dấu sự kết thúc chu kỳ sống của chúng trong môi trường nước lợ. Từ giai đoạn này, chúng bắt đầu quá trình di chuyển một cách chủ động theo hướng dòng chảy và có thể vượt qua những nơi có dòng chảy mạnh bằng cách bò bám chặt vào nền đáy của sông. Từ khi bắt đầu quá trình di cư lên thượng nguồn đến lúc trưởng thành, chúng ở lại môi trường nước ngọt trong một thời gian dài [60]; tôm càng xanh có thể di cư với khoảng cách chiều dài lên đến trên 200 km tính từ vùng cửa sông [94].

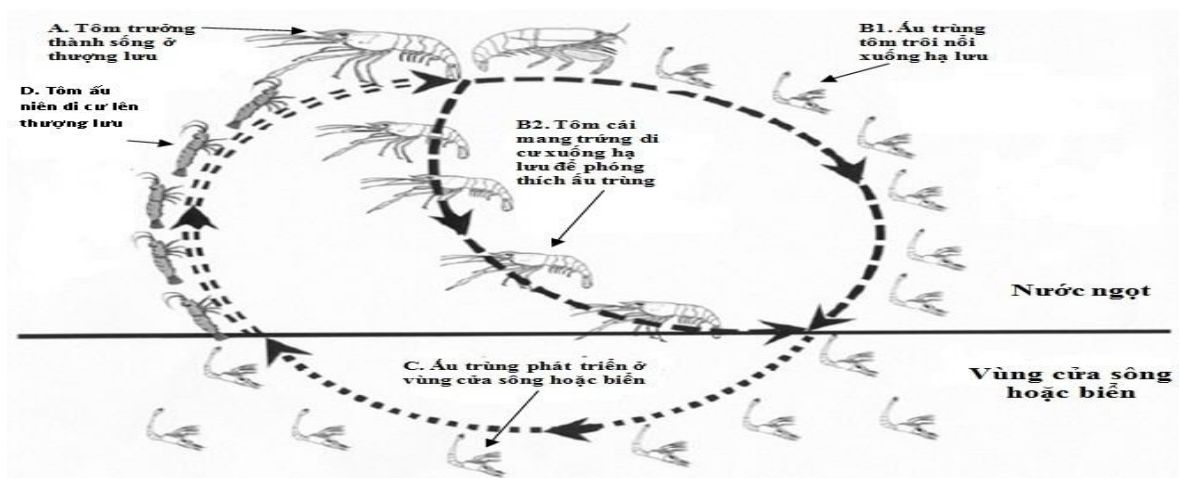
1.4.4. Sinh sản

Tôm đực thành thực sinh lý có thể trạng khỏe mạnh (vỏ cứng) có thể tiến hành giao vĩ, con cái hoàn tất lột xác mới tiến hành giao vĩ, quá trình giao vĩ của tôm có thể chia thành 4 giai đoạn: tiếp xúc, ôm giữ tôm cái, trèo lên lưng, lật ngửa và gấn túi tinh (turning) [12], [81]. Sau khi giao vĩ từ 6 - 20 giờ tôm cái bắt đầu đẻ trứng, những con cái chưa giao vĩ nhưng đã thành thực, chín mùi sinh dục cũng có thể đẻ trong vòng 24 giờ sau khi lột vỏ “tiền giao vĩ”, nhưng trứng của chúng sẽ không được thụ tinh, những trứng này chỉ được giữ trong buồng ấp trứng vài giờ [1], [12]. Tôm cái mang trứng dưới bụng và bảo vệ trứng đến khi nở, trứng mới đẻ có màu vàng sáng chuyển dần sang màu da cam đến ngày thứ 12 màu da cam của trứng nhạt dần và ngả màu xám xanh nhạt và từ màu xám nhạt chuyển dần sang xám đậm cho đến ngày nở có màu xám đậm đen lúc này sẵn sàng nở ra ấu trùng [12].

Ở các vùng ôn đới, mùa sinh sản của TCX là vào mùa hè, trong khi ở các vùng nhiệt đới là khi bắt đầu mùa mưa [53]. Một năm tôm đực có thể giao phối nhiều lần, mỗi lần cách nhau 01 tháng và tôm cái đẻ trứng hai lần hoặc nhiều hơn trong một mùa [60]. Ở Việt Nam, thời gian sinh sản của TCX thường từ tháng 5 tới tháng 11 hằng năm, trong đó mùa sinh sản rộ nhất của TCX ở Đồng Bằng Nam Bộ tập trung vào hai thời điểm từ tháng 4 đến tháng 6 và từ tháng 8 đến tháng 10 hằng năm [13]. Kích cỡ TCX nhỏ nhất đạt thành thực được ghi nhận là khoảng 10 - 13 cm và 7,5 g. Tuy nhiên, tuổi thành thực và kích cỡ thành thực của tôm còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như môi trường và thức ăn [18].

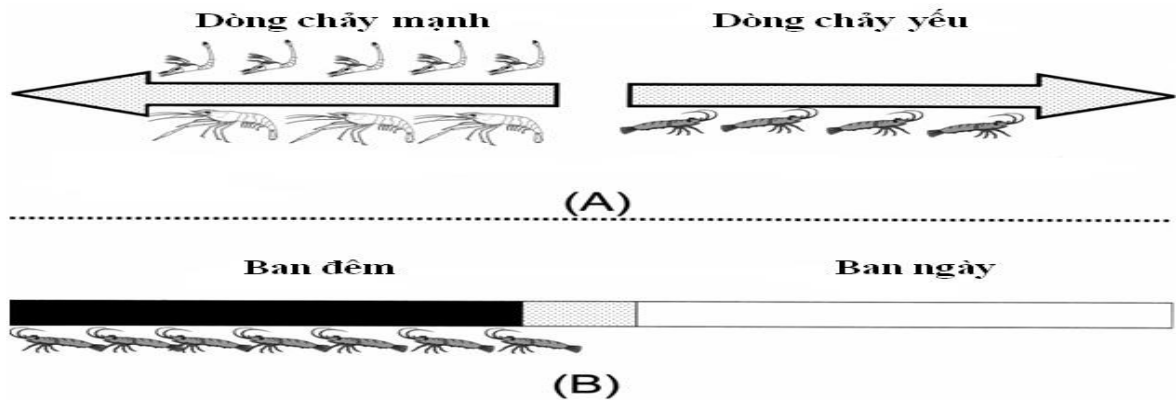
1.4.5. Tập tính di cư của một số TCX nước ngọt (*Macrobrachium spp.*)

- **Di cư xuống hạ lưu:** Theo Bauer (2011) [28]: (i) Ở các lưu vực sông ngắn (các lưu vực sông ở các đảo vùng Ca-ri-bê, Nhật Bản, Đài Loan, Costa Rica), các TCX cái mang trứng sẽ di chuyển theo dòng nước ra thẳng tới vùng cửa sông để phóng thích ấu trùng; (ii) Ở các lưu vực sông rộng lớn ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, TCX cái mang trứng sẽ di chuyển xuống hạ lưu với một khoảng cách nhất định và phóng thích ấu trùng trong vùng nước ngọt (chưa tới vùng cửa sông). Sau đó, ấu trùng sẽ trôi nổi theo dòng nước để di chuyển ra vùng cửa sông (Hình 1.21). Tuy nhiên, ấu trùng chỉ duy trì sự sống trong nước ngọt từ 3 - 15 ngày trước khi tới vùng nước lợ, nếu không ấu trùng sẽ chết sau thời gian trên [29].



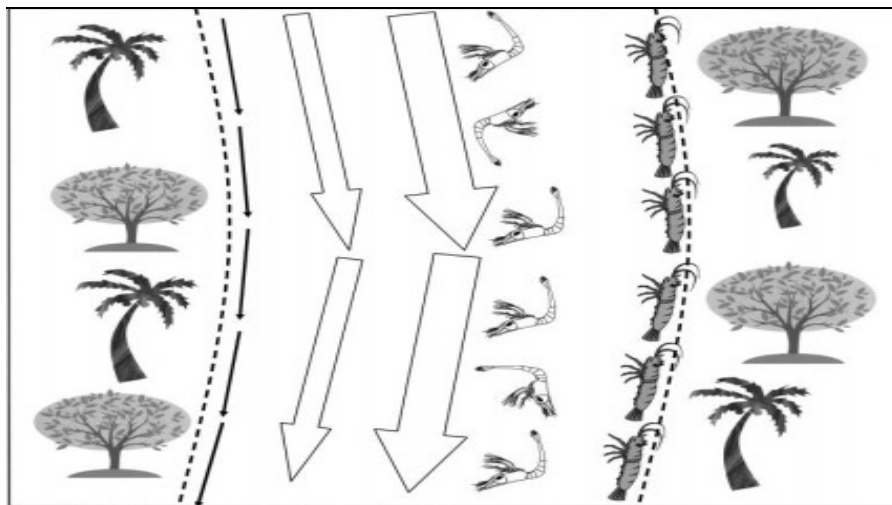
Hình 1.21. Vòng đời di cư của TCX nước ngọt (Nguồn: Bauer, 2015 [28])

- **Di cư lên thượng lưu:** Quá trình di cư lên thượng lưu của TCX trong tự nhiên bắt đầu được thực hiện ở giai đoạn tôm ấu niên (juvenils) và thường diễn ra vào thời điểm dòng nước chảy yếu, mực nước thấp và thời gian vào ban đêm (trong khi vào thời gian ban ngày, tôm thường ẩn mình trong hang, kiếm ăn và thực hiện quá trình lột vỏ ở hang dọc theo hai bờ sông) [28], [60].



Hình 1.22. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình di cư của TCX nước ngọt: (A) Yếu tố thủy lực; (B) Yếu tố ánh sáng ngày đêm (Nguồn: Bauer, 2015 [28])

- **Hành lang di cư:** TCX nước ngọt di cư lên thượng lưu dọc theo hai bờ sông, nơi có mực nước thấp và dòng nước chảy yếu; tôm có thể di chuyển theo kiểu bơi, bò, leo trèo dọc theo nền đáy của hai bờ sông [9]; trong khi quá trình di cư xuống hạ lưu thường gần hơn với khu vực chính giữa sông nhằm tận dụng lực đẩy của dòng nước để di chuyển xuôi dòng (Hình 1.23) [9], [28].



Hình 1.23. Hành lang di cư của TCX nước ngọt (Nguồn: Bauer, 2015 [28])

1.4.6. Tập tính ăn của tôm càng xanh

Tôm càng xanh là loài ăn tạp thiên về động vật, mức chọn lựa không cao, thành phần thức ăn không thay đổi theo giới tính. Tôm có hàm răng nghiền khỏe, ruột có cấu tạo ngắn nên khả năng tiêu hóa nhanh; chúng ăn hầu hết các loài động vật nhỏ, các mảnh vụn hữu cơ, thích bắt mồi vào ban đêm hơn ban ngày [15].

1.4.7. Điều kiện môi trường sống

- **Về nhiệt độ:** Do phân bố ở vùng nhiệt đới, cận nhiệt đới nên TCX không thích hợp với nhiệt độ thấp. Nhiệt độ thích hợp là từ 24 - 30 °C, thích hợp nhất là từ 26 - 28 °C, tôm sẽ chết khi nhiệt độ môi trường dưới 14 °C và cao trên 35 °C [17].

- **Về độ pH:** Độ pH thích hợp cho TCX là 6,5 - 8,5, ngoài khoảng này tôm có thể sống được nhưng sinh trưởng kém, pH dưới 5,5 tôm hoạt động yếu và chết [1], [13].

- **Về nồng độ muối:** TCX từ giai đoạn ấu niên đến giai đoạn trưởng thành có thể sống trong nước ngọt, nước lợ, nhưng ấu trùng mới từ trứng thụ tinh nở ra chỉ sống được trong môi trường nước có độ mặn từ 7 - 18 ‰, thích hợp nhất là từ 10 - 12 ‰, trong môi trường nước ngọt ấu trùng chết hoàn toàn [1], [12].

- **Về hàm lượng oxy trong nước (DO):** TCX có nhu cầu hàm lượng oxy hòa tan cao, từ 4 mg/l trở lên là thích hợp. Hàm lượng oxy hòa trong nước ở mức dưới 0,1 mg/l tôm sẽ nổi đầu và ở 0,7 mg/l tôm trưởng thành bắt đầu chết [1], [12].

- **Về ánh sáng:** Ánh sáng cao sẽ ức chế hoạt động của tôm, do vậy ban ngày có ánh sáng cao tôm xuống đáy thủy vực trú ẩn, ban đêm hoạt động tìm mồi tích cực. Tôm không ưa ánh sáng có cường độ cao nhưng lại có tính hướng quang vào ban đêm, khi có luồng sáng thì tôm sẽ tập trung lại; tôm lớn có tính hướng quang kém hơn tôm nhỏ [1].

Ngoài ra, một số chỉ tiêu môi trường nước thích hợp đối với TCX: Độ trong: 25 - 40 cm; H₂S: 0,01 - 0,05 mg/l; NO₂: 0,01 - 0,3 mg/l; NH₃⁺: 0,05 - 0,7 mg/l [1].

1.5. Điều kiện tự nhiên của lưu vực sông Bé và hồ Phước Hòa

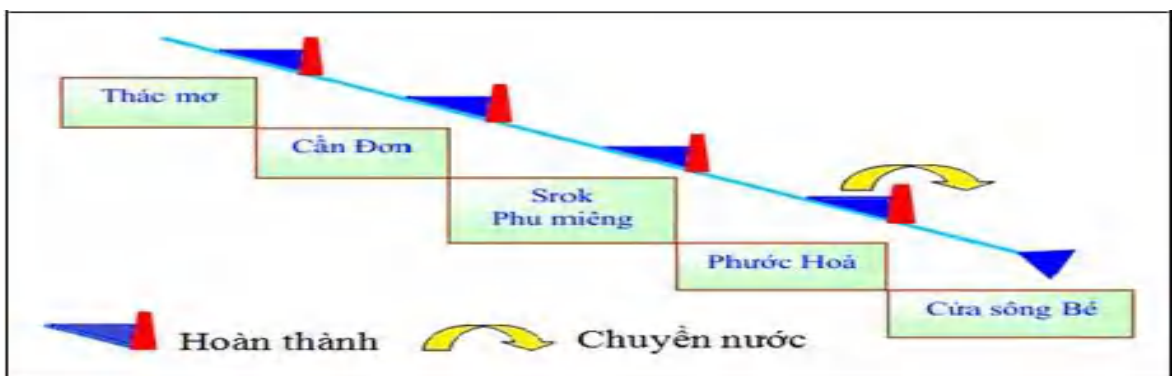
1.5.1. Đặc điểm tự nhiên lưu vực sông Bé

- **Vị trí địa lý:** Sông Bé là một trong 04 phụ lưu lớn của hệ thống sông Đồng Nai, với diện tích là 7.650 km². Phạm vi lưu vực trải dài trong khoảng tọa độ 11°06' - 12°22' độ vĩ Bắc và 106°35' - 107°31' độ kinh Đông, thuộc địa phận các tỉnh Bình Phước, Bình Dương, Đồng Nai, Đắk Nông và một phần Campuchia (Hình 1.24).



Hình 1.24. Vị trí địa lý phụ lưu sông Bé của lưu vực sông Đồng Nai

- **Thủy văn:** Lưu vực sông Bé có lưu lượng dòng chảy 255 m³/s, chiều dài sông chính 350 km, hệ số uốn khúc 1,4 và độ dốc lòng sông là 0,0032. Dòng sông chảy quanh co, luôn đổi hướng, tạo thành nhiều đoạn có hình vòng cung. Hiện nay, lưu vực sông Bé đã được đầu tư xây dựng bốn công trình thủy điện, thủy lợi gồm Thác Mơ, Cần Đơn, Srok Phu Miêng, Phước Hòa (Hình 1.25).



Hình 1.25. Sơ đồ bậc thang thủy điện trên sông Bé

- **Địa hình:** Sông Bé có dạng địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam, gồm nhiều đồi thoải, có đỉnh tròn; bằng, độ dốc trung bình khoảng 3 - 8 độ, cao độ phổ biến từ 150 - 280 m; bờ dốc đứng quanh co (chênh lệch cao độ từ lòng sông và bờ khoảng 20 m), địa hình còn bị chia cắt bởi nhiều sông, suối nhỏ.

- **Khí hậu:** (i) *Mùa Đông:* Lưu vực chịu ảnh hưởng chủ yếu của gió mùa Đông - Bắc ứng với khối không khí đã trở thành nhiệt đới hóa tương đối ổn định; (ii) *Mùa Hè:* Chịu ảnh hưởng trực tiếp của hai luồng gió mùa Tây - Nam, từ vịnh Bengal vào đầu mùa và từ Nam Thái Bình Dương vào giữa và cuối mùa.

- **Nhiệt độ:** Lưu vực sông Bé có nền nhiệt độ cao, nhiệt độ trung bình năm dao động trong khoảng 25,5 - 26,7 °C và biên độ nhiệt độ trung bình tháng lớn nhất và nhỏ nhất trong năm từ 20 - 40 °C.

- **Lượng mưa:** Lượng mưa hàng năm trên lưu vực sông Bé là lớn nhất so với toàn lưu vực sông Đồng Nai, từ 2.200 - 2.600 mm, song lại phân bố không đều theo không gian và thời gian. Hàng năm, mùa mưa kéo từ tháng 5 đến tháng 11, trùng với giai đoạn gió mùa Tây Nam, với lượng mưa chiếm từ 85 - 90 % tổng lượng mưa năm và mỗi tháng từ 200 - 400 mm, trong đó 3 tháng 7, 8, 9 có lượng mưa lớn nhất; mùa khô, lượng mưa rất nhỏ, chiếm từ 10 - 15% tổng lượng mưa năm và biến động rất mạnh ở những tháng đầu và cuối mùa.

1.5.2. Khu vực hồ thủy lợi Phước Hòa

- **Hồ thủy lợi Phước Hòa:** Dự án Thủy lợi Phước Hòa được Ngân hàng phát triển Châu Á (ADB) tài trợ với mục tiêu bổ sung nước cho các lưu vực sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ Đông để phát triển nông nghiệp có tưới và tăng cường các nguồn cấp nước hiện tại nhằm kiểm soát mặn, cấp nước sinh hoạt, đô thị và công nghiệp ở TP.Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận [23]. Trong đó, bờ phải của đập Phước Hòa thuộc xã Minh Thành, huyện Chơn Thành, tỉnh Bình Phước, bờ trái thuộc xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương; kênh dẫn nước từ hồ Phước Hoà qua hồ Dầu Tiếng dài khoảng 40 km

cũng được xây dựng [23]. Cụ thể các thông số thiết kế kỹ thuật đập và hồ chứa nước Phước Hòa được trình bày trong Bảng 1.3 và Bảng 1.4.

Bảng 1.3. Các thông số kỹ thuật của đập Phước Hoà

TT	Các đặc trưng kỹ thuật của đập Phước Hoà	Thông số kỹ thuật
1	Loại đập	Đập đất 2 khối đắp
2	Cao trình đỉnh đập (m)	51,5
3	Chiều dài đập (m)	400
4	Chiều cao đập lớn nhất (m)	28,5
5	Chiều rộng mặt đập (m)	7,0

(Nguồn: Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản II, 2010 [23])

Bảng 1.4. Các thông số kỹ thuật của hồ chứa nước Phước Hoà

TT	Các đặc trưng kỹ thuật của hồ chứa nước Phước Hoà	Thông số kỹ thuật
1	Diện tích lưu vực	5.193 km ²
2	Dung tích hồ	6x10 ⁶ m ³
3	Dung tích điều tiết ngày	2,45x10 ⁶ m ³
4	Mực nước chết	+ 42,50 m
5	Diện tích mặt hồ tương ứng	1.254 ha
6	Mực nước dâng bình thường	+ 42,90 m
7	Diện tích mặt hồ tương ứng	1.269 ha
8	Mực nước sông khi chưa có đập Phước Hoà	25 - 29m
9	Mực nước dâng bình thường cao hơn mực nước hiện tại	13 - 14m
10	Mực nước lũ thiết kế chu kỳ xuất hiện 200 năm (p = 0,5%)	+ 46,23 m
11	Mực nước lũ chu kỳ xuất hiện 1000 năm (p=0,1%)	+ 48,25 m
12	Mực nước lũ chu kỳ xuất hiện 10.000 năm (p=0,01%)	+ 50,87 m
13	Diện tích đới bán ngập (từ cao độ + 42,50 đến + 42,90 m)	637 ha
14	Chế độ điều tiết	điều tiết ngày

(Nguồn: Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản II, 2010 [23])

- **Hiện trạng chất lượng nước sông Bé khu vực đập Phước Hòa:** Theo báo cáo quan trắc nước mặt sông Bé các năm 2016, 2017 và 2018 của Trung tâm quan trắc - kỹ thuật tài nguyên môi trường (QT-KTTNMT) tỉnh Bình Dương (với 3 điểm quan trắc: KTL1: Cửa xả hồ nước Phước Hòa; SB: Sông Bé tại cầu Phước Hòa; KTL2: Tại giao lộ với QL13) cho thấy, chất lượng nước từ năm 2011 đến 2018 đạt tiêu chuẩn cho mục đích tưới tiêu và các mục đích cấp nước sinh hoạt song cần có biện pháp xử lý phù hợp [19], [20], [21]. Trong đó, một số thông số như N-NH₃ có chiều hướng tăng, vượt chuẩn vào năm 2012 và 2016; thông số COD và Coliform ổn định và đạt chuẩn, ngoại trừ năm 2012 thông số COD vượt chuẩn (Bảng 1.5).

Bảng 1.5. Diễn biến thông số N-NH₃ và COD trên sông Bé năm 2011 - 2018

Thông số (mg/L)	Năm 2011	Năm 2012	Năm 2013	Năm 2014	Năm 2015	Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018	QCVN 08-MT:2015/ BTNMT (A2)
NH₃-N									
SB	0,37	5,82	0,30	0,95	1,10	1,08	0,71	0,27	0,3
KTL1	-	-	-	-	-	1,12	0,55	0,3	0,3
KTL2	-	-	-	-	-	0,75	0,40	0,19	0,3
COD									
SB	10	25	12	11	8	10	11	13	15
KTL1	-	-	-	-	-	10	10	11	15
KTL2	-	-	-	-	-	10	12	11	15

(Nguồn: Trung tâm QT-KTTNMT Bình Dương, 2018 [19])

1.6. Kết luận Chương I

- Tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) là một trong các loài động vật giáp xác di cư giữa nước mặn (lợ) và nước ngọt (nhóm loài diadromous), chịu tác động tiêu cực, nghiêm trọng bởi đập, bờ cản trên sông, trong đó có đập Phước Hòa

song đến nay TCX chưa được xác định là một trong các đối tượng loài thủy sản mục tiêu ưu tiên của các ĐDCQĐ trên thế giới và Việt Nam.

- Khu vực nhiệt đới, nơi có thành phần và mật độ di cư các loài thủy sản rất lớn, nhưng đến nay các loại hình công trình ĐDCQĐ được xây dựng và áp dụng trong khu vực thường mô phỏng theo loại hình công trình ĐDCQĐ ở khu vực Âu Mỹ cho loài cá hồi mà chưa có sự lựa chọn hay xác định loài mục tiêu ưu tiên, bản địa và có giá trị kinh tế cao... để tiến hành các nghiên cứu, điều chỉnh cho phù hợp. Đối tượng loài mục tiêu ở đây thường được xác định chung chung là các loài thủy sản chịu tác động của đập, bờ cản trên sông nên việc quản lý vận hành ĐDCQĐ thường thiếu tính định hướng khi thực hiện các nghiên cứu điều chỉnh, nâng cao hiệu quả của ĐDCQĐ. Do đó, việc quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài mục tiêu (cụ thể là tôm càng xanh) được xem là cách tiếp cận mới, cần được quan tâm tiến hành hiện nay (mặc dù cũng cần phải có những nghiên cứu đánh giá nhằm giảm thiểu tác động, ảnh hưởng tới các loài thủy sản khác khi quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài mục tiêu).

- Theo Vũ Vi An và nnk (2013) [2], TCX không di cư qua ĐDCQĐ Phước Hòa; tuy nhiên, đến nay, trên thế giới khoảng hơn 2.000 công trình nghiên cứu khả năng di chuyển tập trung chủ yếu cho một số loài cá, nhất là các loài cá hồi... thay vì các loài động vật giáp xác di cư như TCX. Điều này dẫn tới sự thiếu hụt về cơ sở khoa học trong đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ nói chung và ĐDCQĐ Phước Hòa nói riêng cho loài mục tiêu TCX. Do đó, nghiên cứu đã áp dụng và hiệu chỉnh hợp lý phương pháp thử nghiệm khả năng di chuyển chủ động và ép buộc hiện có cho loài mục tiêu TCX nhằm ước lượng lưu tốc nước di chuyển bền vững, kéo dài và bất phóng của loài này áp dụng cho ĐDCQĐ.

CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu dữ liệu thứ cấp

- *Nội dung dữ liệu thứ cấp được thu thập* bao gồm các thông tin, tài liệu liên quan đến quá trình thiết kế, xây dựng, quản lý và vận hành công trình ĐDCQĐ Phước Hòa; các loại hình công trình ĐDCQĐ, các loài thủy sản mục tiêu của ĐDCQĐ trên thế giới; cơ sở để lựa chọn loài mục tiêu cho ĐDCQĐ; các phương pháp và công trình nghiên cứu về khả năng di chuyển của các loài thủy sản di cư, nhất là các loài giáp xác; các loài thủy sản di cư ở khu vực đập Phước Hòa; hoạt động quản lý và khai thác nguồn lợi TCX xung quanh đập Phước Hòa; ảnh hưởng của đập Phước Hòa tới TCX; hiện trạng môi trường nước sông Bé (khu vực đập Phước Hòa) từ năm 2011 đến năm 2018.

- *Địa điểm thu dữ liệu thứ cấp:* BQL đập Phước Hòa; Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II; BQL Đầu tư và Xây dựng Thủy lợi 9; Sở NN&PTNT hai tỉnh Bình Dương và Bình Phước; Phòng Kinh tế huyện Phú Giáo (Bình Dương); UBND các xã An Linh, An Thái, Nha Bích, Tân Thành của hai tỉnh Bình Dương và Bình Phước; Trung tâm Quan trắc - Kỹ thuật Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Dương; mạng Internet của một số tờ báo uy tín.

2.2. Phương pháp thu dữ liệu sơ cấp

2.2.1. Phân vùng khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa

Thủy vực khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa được chia thành 04 khu vực: khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV (Hình 2.1). Trong các đợt khảo sát, tiến hành mô tả thật chi tiết các thông số hiện trạng cơ sở hạ tầng; đo đạc nhanh trực tiếp tại hiện trường các thông số lưu tốc nước, chiều dài, chiều rộng, độ sâu, độ dốc đoạn ĐDCQĐ tại 100 vị trí đo (khoảng cách chiều dài giữa các vị trí đo dao động từ 15 đến 20 m) trên ĐDCQĐ đại diện cho mùa mưa và mùa khô; tần suất khảo sát 2 - 3 đợt/mùa (vào thời điểm đầu, giữa và cuối mùa mưa hoặc mùa khô); mỗi đợt khảo sát kéo dài từ 5 đến 10 ngày.



Hình 2.1. Các khu vực khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa

- **Khu vực ĐDCQĐ I:** Từ cửa ra/vào ĐDCQĐ phía thượng lưu tới hồ nghỉ thứ nhất (tính từ thượng lưu xuống hạ lưu); trong đó, đa phần là đoạn kênh đất (được lót hoặc không được lót đá cuội) và 01 đoạn kênh bê-tông được thiết kế theo loại hình ĐDCQĐ dạng "khe dọc thẳng đứng" (Hình 2.1 và Hình 2.2). Khu vực ĐDCQĐ I có lưu tốc dòng chảy khá thấp; độ sâu và chiều rộng mặt nước kênh lớn hơn so với các khu vực khác trên ĐDCQĐ; độ dốc kênh tương đối ổn định, thay đổi không lớn.



Hình 2.2. Cửa vào/ra ĐDCQĐ phía thượng lưu (bên trái) và đoạn kênh bê-tông được thiết kế theo loại hình "khe dọc thẳng đứng" (tháng 7/2017)

- **Khu vực ĐDCQĐ II:** Từ hồ nghỉ thứ nhất tới hồ nghỉ thứ hai; trong đó, đa phần là kênh đất và 01 cống điều chỉnh lưu lượng nước qua ĐDCQĐ (Hình 2.1 và Hình 2.3). Lưu tốc dòng chảy và độ dốc có sự biến động lớn giữa phía trước và phía sau cống điều chỉnh lưu lượng nước; độ sâu và chiều rộng mặt nước kênh lớn hơn so với khu vực ĐDCQĐ III và IV song nhỏ hơn so với khu vực ĐDCQĐ I và có sự thay đổi tùy theo từng vị trí.



Hình 2.3. Đoạn kênh phía trước (bên trái; tháng 3/2018) và phía sau (bên phải; tháng 7/2017) cống điều chỉnh lưu lượng nước qua ĐDCQĐ Phước Hòa

- **Khu vực ĐDCQĐ III:** Từ hồ nghỉ thứ hai đến hồ nghỉ thứ ba; lưu tốc dòng chảy tương đối ổn định; độ dốc có sự thay đổi theo từng vị trí; độ sâu mực nước thấp; chiều rộng mặt nước kênh tương đối đồng đều (Hình 2.1; Hình 2.4).



Hình 2.4. Đoạn kênh đất được lát đá cuội (bên trái; tháng 7/2018) và kênh đất không được lát đá cuội (bên phải; tháng 11/2017)

- **Khu vực ĐDCQĐ IV:** Từ hồ nghỉ thứ ba đến cửa vào/ra phía hạ lưu ĐDCQĐ; trong đó, đa phần là kênh đất (Hình 2.1 và Hình 2.5). Lưu tốc dòng chảy về tổng thể lớn hơn so với các khu vực ĐDCQĐ khác; độ sâu mực nước thấp; chiều rộng mặt nước kênh tương đối đồng đều như khu vực ĐDCQĐ III song nhỏ hơn so với khu vực ĐDCQĐ I và II.



Hình 2.5. Hồ nghỉ thứ ba ở ĐDCQĐ IV (tháng 3/2018; bên trái) và đoạn gần cửa ra/vào phía hạ lưu ĐDCQĐ (tháng 7/2018; bên phải)

2.2.2. Phân vùng khảo sát khu vực phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa

Thủy vực sông Bé phía trên và dưới ĐDCQĐ được chia thành 04 khu vực:



Hình 2.6. Các khu vực điều tra khảo sát ở khu vực xung quanh đập Phước hòa
(Nguồn: Google maps, năm 2018)

- **Khu vực 1:** Đoạn sông Bé chảy qua xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước. Khu vực này nằm khá xa phía trên đập Phước Hòa (hơn 10 km); các hộ dân ở đây thường nuôi cá lồng bè trên sông Bé kết hợp khai thác TCX bằng ngư cụ câu giăng, câu máy và lưới bén (Hình 2.6 và Hình 2.7).



Hình 2.7. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã Tân Thành (Bình Phước)

- **Khu vực 2:** Đoạn sông Bé chảy qua xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, tỉnh Bình Phước. Khu vực này nằm trong lòng hồ Phước Hòa; nghề nghiệp chính của các hộ dân ở đây là đánh bắt thủy sản và cạo mủ cao su. Tuy nhiên, khu vực lòng hồ Phước Hòa là khu vực không hoặc ít khai thác được TCX (do lòng hồ sâu và môi trường nước lặng không thích hợp cho TCX) nên chỉ một số ngư dân (ở khu vực thượng lưu hồ Phước Hòa giáp sông Bé) và đại diện cho Tổ khai thác thủy sản cộng đồng ở đây được lựa chọn để thực hiện điều tra khảo sát (Hình 2.8).



Hình 2.8. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã Nha Bích (Bình Phước)

- **Khu vực 3:** Đoạn sông Bé chảy qua xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương. Đây là khu vực đặt ĐDCQĐ Phước Hòa và nằm ngay phía dưới chân đập Phước Hòa (cách đập khoảng 5 km); nghề nghiệp chính của các ngư hộ là đánh bắt thủy sản (với ngư cụ khai thác TCX đặc trưng là đăng đáy, tiếp đến là chài và lưới bén) và nghề cạo mủ cao su (Hình 2.6 và Hình 2.9).



Hình 2.9. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã An Thái (Bình Dương)

- **Khu vực 4:** Đoạn sông Bé chảy qua xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương. Khu vực nằm xa về phía dưới đập Phước Hòa (hơn 5 km); nghề nghiệp chính của các ngư hộ là cạo mủ cao su và khai thác thủy sản (với các ngư cụ khai thác TCX đặc trưng là đăng đáy, lưới bén và câu máy) (Hình 2.10).



Hình 2.10. Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã An Linh (Bình Dương)

2.2.3. Phương pháp điều tra khảo sát

- Tiêu chí lựa chọn: (1) *Chuyên gia*: là các cán bộ quản lý nhà nước liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp đối với ĐDCQĐ Phước Hòa; các nhà khoa học về thủy lợi và thủy sản đã từng tham gia trực tiếp hoặc gián tiếp dự án xây dựng ĐDCQĐ áp dụng tại Hồ chứa nước Phước Hòa (*Phụ lục 1*); (2) *Ngư dân*: là các ngư dân khai thác TCX trên sông Bé qua 04 xã An Linh, An Thái, Nha Bích, Tân Thành của hai tỉnh Bình Dương và Bình Phước (*Phụ lục 2*).

- **Nội dung điều tra khảo sát:** (i) *Đối với chuyên gia*: Hiện trạng cơ sở hạ tầng, quản lý vận hành ĐDCQĐ; hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ, nguyên nhân và đề xuất giải pháp cho ĐDCQĐ Phước Hòa; (ii) *Đối với ngư dân*: Hiện trạng hoạt động khai thác nguồn lợi TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ; biến động nguồn lợi TCX giữa trước và sau khi có đập; hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ, nguyên nhân và đề xuất giải pháp cho ĐDCQĐ Phước Hòa.

- **Thời gian tiến hành điều tra khảo sát:** Từ tháng 05/2017 - 01/2019, nhóm nghiên cứu đã tiến hành điều tra khảo sát chuyên gia, ngư dân đại diện cho mùa mưa và mùa khô ở khu vực xung quanh đập Phước Hòa.

- **Mức độ đánh giá của chuyên gia và ngư dân về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa được chia thành 03 mức (cao, trung bình và thấp), cụ thể:** (1) *Tính hiệu quả về mặt thủy sản*: Cao - xác định được loài mục tiêu và loài mục tiêu đó di cư qua ĐDCQĐ; Trung bình - chưa xác định được loài mục tiêu, nhưng một trong các loài có giá trị về kinh tế di cư qua ĐDCQĐ; Thấp - chưa xác định được loài mục tiêu và chỉ có một số loài thủy sản không có giá trị về kinh tế di cư qua ĐDCQĐ; (2) *Tính hiệu quả về mặt thủy lợi*: Cao - hỗ trợ điều tiết mực nước hồ Phước Hòa tốt; Trung bình - hỗ trợ điều tiết mực nước hồ Phước Hòa một phần; Thấp - chưa hỗ trợ điều tiết được mực nước hồ Phước Hòa; (3) *Mức độ duy tu, bảo dưỡng ĐDCQĐ*: Cao - ĐDCQĐ được duy tu bảo dưỡng định kỳ theo tháng hoặc theo năm; Trung bình - từ khi xây dựng

tới nay, ĐDCQĐ được duy tu bảo dưỡng một số lần; Thấp - từ khi xây dựng tới nay, ĐDCQĐ chưa được duy tu bảo dưỡng; (4) *Mức độ quản lý, bảo vệ ĐDCQĐ*: Cao - ĐDCQĐ được bảo vệ và người dân không xâm phạm vào khu vực ĐDCQĐ để đánh bắt thủy sản; Trung bình - ĐDCQĐ được bảo vệ song một số ngư dân vẫn xâm phạm vào khu vực ĐDCQĐ để khai thác thủy sản; Thấp - ĐDCQĐ không được bảo vệ và ngư dân tự do, thường xuyên xâm phạm khu vực ĐDCQĐ để khai thác thủy sản; (5) *Mức độ duy trì hiện trạng cơ sở hạ tầng của ĐDCQĐ*: Cao - hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ được duy trì tốt; Trung bình - ĐDCQĐ đã xuống cấp song vẫn đảm bảo khả năng hoạt động; Thấp - ĐDCQĐ đã xuống cấp và không còn khả năng hoạt động.



Hình 2.11. Khảo sát chuyên gia tại xã An Linh (bên trái) và Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước (bên phải)

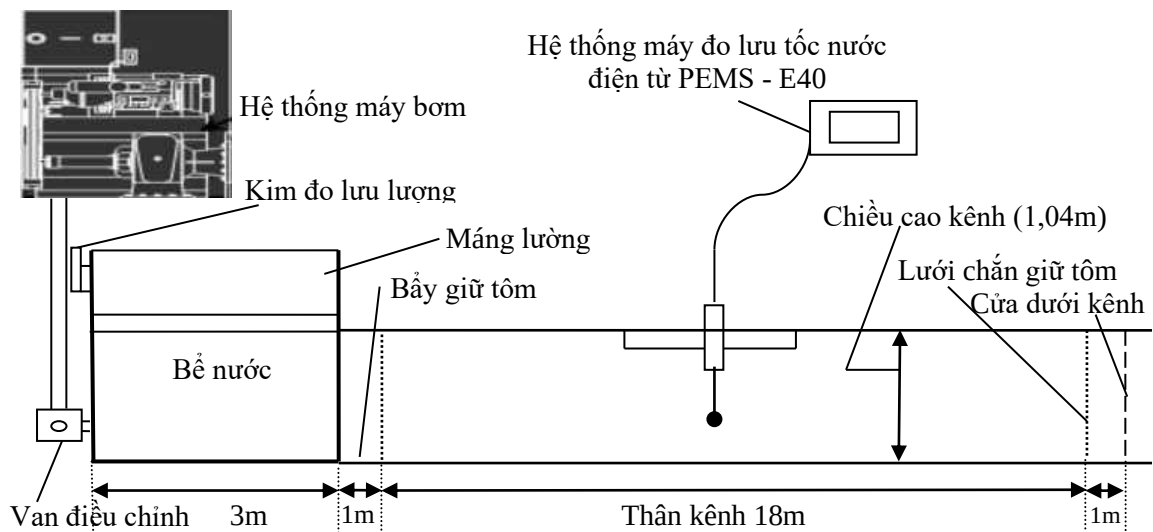
2.3. Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển ở các lưu tốc nước của TCX trong điều kiện thí nghiệm

2.3.1. Thiết kế kênh nước hở

- *Cơ sở khoa học để thiết kế kênh nước hở*: Để đánh giá khả năng di chuyển ngược dòng nước chủ động của TCX, hệ thống xả nước phòng thí nghiệm được mở ở các cấp lưu lượng xả xác định gần với điều kiện thực tế ở Phước Hòa: 0,3 m/s, 0,6 m/s hoặc 0,9 m/s, dòng chảy trong kênh là dòng chảy

đều hoặc gần đều không áp (lưu tốc nước không phụ thuộc thời gian và không đổi từ mặt cắt này sang mặt cắt khác). Vì vậy, quá trình thiết kế, xây dựng và vận hành kênh nước hở phải đảm bảo các yêu cầu, điều kiện sau: **(1)** Lưu lượng nước không đổi theo thời gian và dọc theo dòng chảy, $Q(t,l)_{kn} = \text{Const}$; **(2)** Hình dạng mặt cắt, chu vi và diện tích mặt cắt ướt không đổi dọc theo dòng chảy. Nên độ sâu mực nước trong kênh không đổi: $h(l)_{kn} = \text{const}$ hay $dh/dl = 0$; **(3)** Độ dốc đáy không đổi, $i_{kn} = \text{const}$; **(4)** Hệ số nhám cũng không đổi, $n_{kn} = \text{const}$; **(5)** Sự phân bố lưu tốc nước trên các mặt cắt là không đổi dọc theo dòng chảy [7].

- **Thiết kế kênh nước hở:** Một kênh nước hở hình chữ nhật (chiều dài $L_{kn} = 18$ m, chiều rộng $B_{kn} = 0,54$ m, chiều cao $H_{kn} = 1,04$ m, độ dốc $i_{kn} = 1,45\%$, hệ số nhám nền đáy kênh (bê-tông - thô) $n_{knd} = 0,8$ mm và hệ số nhám hai bờ kênh (mica) $n_{knb} = 0,0015$ mm) được xây dựng, sửa chữa và lắp ráp nhằm tạo dòng chảy đều hoặc gần đều không áp (Hình 2.12 và Hình 2.13).

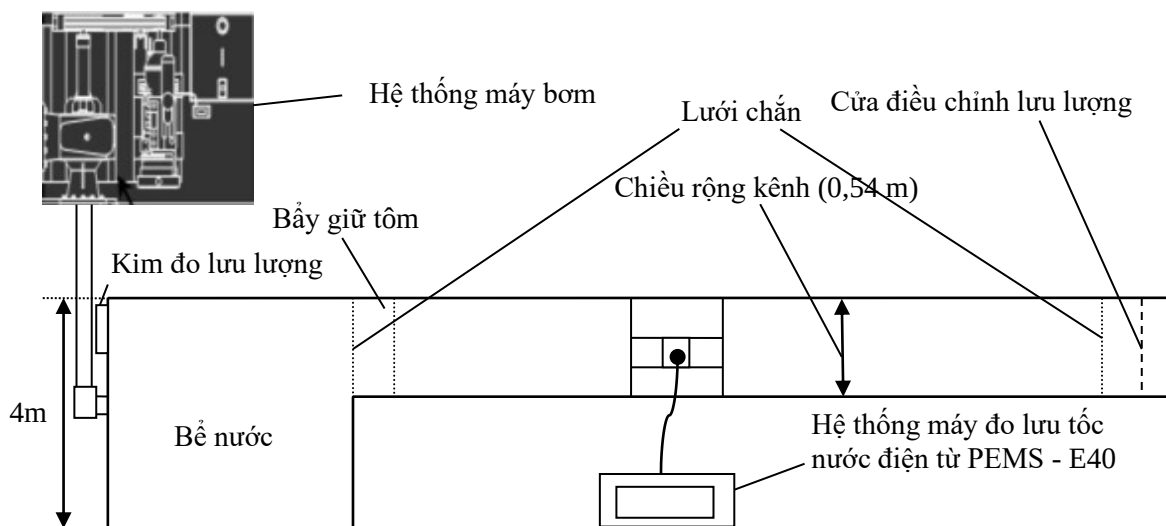


Hình 2.12. Sơ đồ thiết kế (mặt cắt dọc) kênh nước hở

Bên cạnh đó, hai đầu kênh nước hở được bố trí lưới chắn và bẫy giữ tôm (trước khi bắt đầu thử nghiệm và sau khi tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua toàn bộ chiều dài kênh 18 m); cài đặt hệ thống đo lưu tốc nước điện tử và đo độ sâu mực nước tại 03 vị trí: đầu, giữa và cuối kênh (tương ứng với các vị

trí mét thứ 4,5, 9 và 13,5 trên kênh - tính từ hạ lưu lên thượng lưu kênh); bố trí các camera quan trắc, giám sát quá trình di chuyển của tôm tại đầu, giữa và cuối kênh - tương ứng với các vị trí mét thứ 0,5, 9 và 18 trên kênh, kết hợp camera di chuyển theo quá trình di chuyển của tôm trong kênh nước hở.

Ngoài ra, nguồn nước cung cấp cho kênh nước hở được vận hành bởi hệ thống máy bơm công suất lớn, chảy qua máng lường với kim đo lưu lượng và được điều tiết bởi một van điều chỉnh lưu lượng nước phía thượng lưu và một cửa điều chỉnh lưu lượng nước phía hạ lưu kênh. Đồng thời, kênh nước hở cũng được che chắn nhằm giảm thiểu tối đa sự tác động của các yếu tố môi trường bên ngoài tới quá trình di chuyển của tôm trong các thử nghiệm.



Hình 2.13. Sơ đồ thiết kế (mặt cắt ngang) kênh nước hở

2.3.2. Thiết kế thiết bị thủy lực

- **Cơ sở khoa học để thiết kế thiết bị thủy lực:** Thí nghiệm ước lượng lưu tốc nước tối đa TCX có thể bám giữ vị trí (U_{max}) theo công thức tính toán của Brett (1964) cần đảm bảo quy trình tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau khoảng thời gian 05 phút đến khi tôm bị kiệt sức (nước cuốn về cuối thiết bị). Bên cạnh đó, để duy trì lưu tốc nước trên các mặt cắt trong thiết bị là không đổi dọc theo dòng chảy, thiết bị cần đáp ứng các yêu cầu: (i) Hình dạng

mặt cắt, chu vi và diện tích mặt cắt ướt khoang thí nghiệm của thiết bị không đổi; **(ii)** Độ dốc đáy không đổi, $i_{tb} = 0,0\%$; **(iii)** Hệ số nhám bờ hai bên thiết bị làm bằng tấm mica $n_{tb} = 0,0015$ mm; **(iv)** Nền đáy thiết bị được bố trí thêm lưới mỏng để tôm bám giữ vị trí thay vì bơi như thí nghiệm đối với các loài cá nhưng không ảnh hưởng tới tính ổn định của lưu tốc dòng nước trong thiết bị.

- **Thiết kế thiết bị thủy lực:** Một thiết bị thủy lực hình chữ nhật (chiều dài $L_{tb} = 1,5$ m, chiều rộng $B_{tb} = 0,35$ m, chiều cao $H_{tb} = 0,35$ m) có kết nối với hệ thống máy đo lưu tốc nước điện từ PEMS - E40 được thiết kế và lắp ráp bằng các tấm mica trong suốt gắn trong khung gỗ chắc chắn với nền đáy được lót bằng một lớp lưới mỏng (kích thước ô lưới $0,5\text{ mm}^2$). Một đầu thiết bị được gắn vào tường nối ống nước có van điều chỉnh lưu lượng nước qua thiết bị và một đầu được để hở; hai đầu thiết bị đều có lưới chắn ngăn tôm thoát ra ngoài; phía trên thiết kế 02 lỗ nhỏ có thể đóng mở (01 lỗ được sử dụng để đưa đầu kim máy đo lưu tốc nước vào trong thiết bị và 01 lỗ được sử dụng để di chuyển tôm ra/vào thiết bị); lắp đặt camera bên ngoài thiết bị ghi nhận kết quả thí nghiệm (Hình 2.14). Trong quá trình thử nghiệm, phía ngoài thiết bị được che chắn bằng lưới chắn màu đen; phía hạ lưu bên ngoài thiết bị, sử dụng ánh sáng đèn pha chiếu mạnh nhằm kích thích tôm giữ vị trí phía thượng lưu thiết bị.



Hình 2.14. Quá trình chuẩn bị và thực hiện thử nghiệm với thiết bị thủy lực

2.3.3. Chuẩn bị các yếu tố đầu vào cho thí nghiệm

- **TCX tham gia thí nghiệm:** Nguồn TCX được mua từ một trại nuôi tôm ở thành phố Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh vận chuyển lên Phòng thí nghiệm thủy lực (Bình Dương) bằng phương tiện chuyên dụng và được nuôi dưỡng ở đây một tháng trước khi tham gia các thử nghiệm để tôm làm quen môi trường nước mới. Tại phòng thí nghiệm, tôm được cho ăn 3 - 4 lần/ngày, được sục khí, theo dõi sức khỏe và các chỉ số chất lượng nước thường xuyên để có những điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện môi trường sống của TCX.

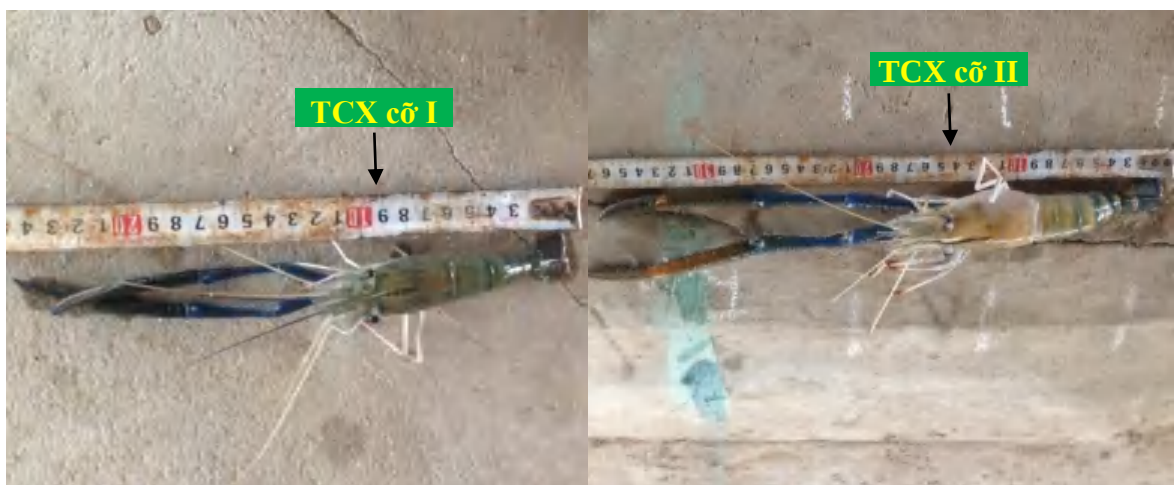
Bên cạnh đó, nguồn tôm giống tại các trại tôm (thành phố Thủ Đức) được lấy giống từ các nguồn TCX bố mẹ ở lưu vực sông Bé hoặc sông Đồng Nai thuộc hai tỉnh Bình Dương và Bình Phước nên xét về mặt di truyền và khả năng di chuyển được đảm bảo như nguồn tôm trong tự nhiên ở lưu vực sông trên.



Hình 2.15. Chuẩn bị bể và thùng xếp nuôi dưỡng TCX tại Phòng thí nghiệm

Dựa trên kết quả nghiên cứu khảo sát các nhóm kích cỡ chiều dài TCX di cư ở khu vực đập Phước Hòa, nghiên cứu đã lựa chọn 02 nhóm kích cỡ chiều dài TCX gồm: 7,5 - 9,5 cm (TCX cỡ I) và 13,5 - 15,5 cm (TCX cỡ II); trong đó, TCX cỡ I đại diện cho nhóm kích cỡ TCX giai đoạn tôm ấu niên di cư lên thượng lưu sau giai đoạn ấu trùng phát triển ở vùng cửa sông; TCX cỡ II đại diện cho nhóm kích cỡ TCX bố mẹ, di cư sinh sản từ thượng lưu xuống vùng cửa sông và sau đó di cư lên vùng thượng lưu để sinh trưởng, phát triển.

Về số lượng tôm tham gia thử nghiệm: (i) *Đối với thí nghiệm với kênh nước hở*: Ở giai đoạn tôm ấu niên đến trưởng thành, tôm thường có tập tính hoạt động theo đàn nên nghiên cứu đã bố trí 20 con tôm cùng kích cỡ/thí nghiệm và lặp lại 06 lần/kích cỡ để đảm bảo độ tin cậy của số liệu thí nghiệm; (ii) *Đối với thí nghiệm với thiết bị thủy lực*: Điều kiện thí nghiệm chỉ cho phép sử dụng tối đa 02 con tôm cùng kích cỡ/thí nghiệm và lặp lại 16 lần/kích cỡ để đảm bảo độ tin cậy của số liệu thí nghiệm.



Hình 2.16. TCX cỡ I (bên trái) và TCX cỡ II (bên phải) tham gia thử nghiệm

- **Nguồn nước cung cấp cho thí nghiệm và nuôi dưỡng TCX:** Nguồn nước cung cấp cho thí nghiệm và nuôi dưỡng TCX được lấy từ bể nước ngầm của Phòng thí nghiệm thủy lực thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, khu phố Hòa Lân, phường Thuận Giao, thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương. Nguồn nước được kiểm tra nhanh để có những điều chỉnh cho phù hợp với môi trường sống thích hợp với TCX được khảo sát tại trại tôm cung cấp nguồn TCX bố trí thí nghiệm cũng như tương đồng với nguồn nước sông Bé khu vực đập Phước Hòa. Theo đó, nghiên cứu đã tiến hành các đợt điều tra, khảo sát và đo đạc một số chỉ số chất lượng nước tại các trại nuôi TCX ở thành phố Thủ Đức và tập hợp các thông tin, tài liệu về chỉ số chất lượng nước sông Bé khu vực đập Phước Hòa (năm 2018) từ Trung tâm Quan trắc - Kỹ thuật Tài nguyên

và Môi trường, tỉnh Bình Dương trước và trong khi tiến hành các thử nghiệm khả năng di chuyển của TCX trong điều kiện thí nghiệm.

- Các dụng cụ và thiết bị được sử dụng tại Phòng thí nghiệm và đo đạc tại khu vực ĐDCQĐ Phước Hòa:

+ Các thiết bị đo đạc bao gồm: Máy đo lưu tốc kiểu điện từ PEMS - E30 và PEMS - E40; máy đo lưu tốc bằng lade; máy thăng bằng độ chính xác cao Ni-005.

+ Các kim đo mực nước độ chính xác cao H1-8, và H1-3 di động, cố định, và hiện số của Amfield - Anh sản xuất.



Hình 2.17. Máy đo lưu tốc nước (bên trái) và hệ thống máy bơm (bên phải)
(Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN)

+ Các thiết bị cấp nước cho Phòng thí nghiệm thủy lực: hồ chứa, hệ thống máy bơm công suất lớn, hệ thống các đường ống dẫn tới kênh nước, các van điều chỉnh...; thiết bị đo lưu lượng trên máng nước: dùng máng lường thành mỏng dạng chữ nhật để đo lưu lượng. Theo TCVN 8214:2009 lưu lượng qua máng lường thành mỏng dạng chữ nhật được tính theo công thức của Rehbock.

$$Q_{\text{đn}} = (1,782 + 0,24 \frac{h^*}{P}). B_{\text{đn}}. h^{*3/2}$$

Trong đó:

$Q_{\text{đn}}$: Lưu lượng nước qua máng lường thành mỏng (m^3/s).

P: Chiều cao đập thành mỏng so với đáy thượng lưu (m).

$B_{\text{đn}}$: Chiều rộng đập thành mỏng (m).

h: Cột nước trên đỉnh đập tràn (m);

$h^* = h + 0,0011 \text{ m}$.



Hình 2.18. Thiết bị đo lưu lượng và van chỉnh nước (Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN)

+ Các chỉ tiêu chất lượng nước được đo đạc tại Phòng thí nghiệm, trại nuôi tôm và thực địa tại sông Bé bao gồm độ mặn, nhiệt độ, DO, pH, độ trong, lưu tốc nước, độ cứng: (i) Độ mặn được đo trực tiếp bằng khúc xạ kế ATAGO; (ii) Nhiệt độ nước được đo trực tiếp bằng máy đo Hanna HI9142; (iii) Ôxy hòa tan (DO) được đo trực tiếp bằng máy đo Hanna HI9142; (iv) Độ pH được đo trực tiếp bằng máy đo pH Hanna pHep; (v) Độ trong được đo trực tiếp bằng đĩa Secchi; (vi) Lưu tốc nước (m/s) được đo bằng máy đo lưu tốc kế LS25-1A và lưu tốc kế (GO Series #B 24058) (Hình 2.19); (vi) Độ cứng được đo trực tiếp bằng Testkit Sera.

+ Các loại thước đo góc điện từ Bosh GAM 220; thước dây cuộn 50M; thước thẳng đo độ sâu, đo cao, đo rộng Niigata SV-300DKD; máy đo thủy bình Leica NA 730; máy đo khoảng cách SNDWAY SW-M50.



Hình 2.19. Lưu tốc kế đo đặc tại ĐDCQĐ Phước Hòa (Nguồn: Thiết bị được sử dụng tại hiện trường ĐDCQĐ Phước Hòa)

2.3.4. Phương pháp nghiên cứu khả năng di chuyển chủ động của TCX

- **Bố trí thí nghiệm với kênh nước hở:** Thí nghiệm được bố trí 02 nghiệm thức: **(1)** Quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m ở các cấp lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s trong các khoảng thời gian duy trì 10p, 20p và 30 phút; sử dụng 20 con TCX cùng kích cỡ/thí nghiệm và lặp lại 06 lần/kích cỡ; **(2)** Quan trắc tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh ở các cấp lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s trong các khoảng thời gian kéo dài 5g, 10g và 15 giờ; sử dụng 20 con TCX cùng kích cỡ/thí nghiệm và lặp lại 06 lần/kích cỡ.

- **Quy trình thử nghiệm quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m** ở các lưu tốc nước (0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s) trong thời gian 10p, 20p và 30 phút được trình bày trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Quy trình các bước quan trắc tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển thành công

Quy trình các bước	Nội dung thực hiện của các bước thử nghiệm
Bước 1. Tôm làm quen với môi trường nước mới.	20 con tôm cùng kích cỡ được đưa vào lưới chắn phía hạ lưu kênh và duy trì ở lưu tốc nước 0,2 m/s trong 30 phút trước khi bắt đầu thử nghiệm để tôm làm quen môi trường nước mới.
Bước 2. Bắt đầu thử nghiệm.	Sau 30 phút làm quen, lưu tốc nước được đưa lên lưu tốc nước thử nghiệm (0,3 m/s, 0,6 m/s hoặc 0,9 m/s) và lưới chắn tôm được mở để bắt đầu thí nghiệm.

<i>Bước 3.</i> Quan trắc quá trình di chuyển ngược dòng nước của tôm trong kênh nước hở.	Sau khi bắt đầu thí nghiệm, quá trình di chuyển ngược dòng nước của TCX trong kênh nước hở đều được quan trắc bằng hệ thống camera đặt cố định ở đầu, giữa và cuối kênh hoặc di động theo quá trình tôm di chuyển. Khi tôm di chuyển qua toàn bộ chiều dài kênh dài 18 m, tôm sẽ được giữ lại trong lưới chắn phía thượng lưu kênh.
<i>Bước 4.</i> Ghi nhận kết quả.	- <i>Ghi nhận thời gian:</i> Camera phía thượng lưu kênh sẽ ghi nhận thời gian đối với những tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua toàn bộ chiều dài kênh 18 m. - <i>Ghi nhận tỷ lệ tôm di chuyển thành công:</i> Số lượng tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m sẽ được ghi nhận tại các mốc thời gian 10p, 20p và 30 phút.
<i>Bước 5.</i> Kết thúc thử nghiệm.	Kết thúc 30 phút thử nghiệm, toàn bộ tôm sẽ được đưa ra khỏi kênh; tiến hành ghi nhận kết quả, tỷ lệ sống sót và mức độ toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm.

- Quy trình các bước quan trắc tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh nước hở ở các lưu tốc nước (0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s) trong các khoảng thời gian kéo dài 5g, 10g và 15 giờ được trình bày trong Bảng 2.2.

Bảng 2.2. Quy trình các bước quan trắc tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh

Quy trình các bước	Nội dung thực hiện của các bước thử nghiệm
<i>Bước 1.</i> Tôm làm quen với môi trường nước mới.	20 con tôm cùng kích cỡ được đưa vào lưới chắn phía hạ lưu kênh và duy trì ở lưu tốc nước 0,2 m/s trong 30 phút trước khi bắt đầu thử nghiệm để tôm làm quen môi trường nước mới.
<i>Bước 2.</i> Bắt đầu thử nghiệm.	Sau 30 phút làm quen, lưu tốc nước được đưa lên lưu tốc nước thử nghiệm (0,3 m/s, 0,6 m/s hoặc 0,9 m/s) và lưới chắn tôm được mở để bắt đầu thử nghiệm.
<i>Bước 3.</i> Quan trắc quá trình di chuyển ngược dòng nước của tôm.	Sau khi bắt đầu thí nghiệm, toàn bộ quá trình di chuyển ngược dòng nước của TCX trong kênh nước hở đều được quan trắc bằng hệ thống camera đặt cố định ở đầu, giữa và cuối kênh hoặc di động theo quá trình tôm di chuyển.

<i>Bước 4.</i> Ghi nhận kết quả.	Số lượng tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m và có thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh (từ mét thứ 9 đến mét thứ 18) sẽ được ghi nhận tại các mốc thời gian 5g, 10g và 15 giờ.
<i>Bước 5.</i> Kết thúc thử nghiệm.	Kết thúc 15 giờ thử nghiệm, toàn bộ tôm sẽ được đưa ra khỏi kênh; ghi nhận kết quả, tỷ lệ sống sót, mức độ toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm.



Hình 2.20. Cài đặt lưu tốc nước và quan trắc khả năng di chuyển của TCX trong kênh nước hở (Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN)

2.3.5. Phương pháp nghiên cứu khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX

Quy trình các bước thử nghiệm đánh giá khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX cỡ I và cỡ II với mức tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút trong thiết bị thủy lực được trình bày trong Bảng 2.3; sử dụng 02 TCX cùng kích cỡ/thí nghiệm và lặp lại 06 lần/kích cỡ.

Bảng 2.3. Quy trình các bước đánh giá khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX cỡ I và cỡ II trong thiết bị thủy lực

Quy trình các bước	Nội dung các bước thực hiện thử nghiệm
<i>Bước 1.</i> Tôm làm quen với môi trường nước mới.	02 con tôm cùng kích cỡ được đưa vào trong thiết bị, duy trì ở lưu tốc nước 0,1 m/s trong 15 phút trước khi bắt đầu thí nghiệm để tôm làm quen với môi trường nước mới.

<i>Bước 2.</i> Bắt đầu thí nghiệm tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút.	Sau 15 phút làm quen, lưu tốc nước được đưa lên 0,2 m/s và duy trì trong 05 phút trước khi tiếp tục tăng lên 0,3 m/s và duy trì trong 05 phút...; quy trình trên được lặp lại (tăng lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút) cho tới khi cả hai tôm bị kiệt sức và nước cuốn về cuối thiết bị.
<i>Bước 3.</i> Ghi nhận kết quả.	Khi một hoặc hai con tôm bị kiệt sức (nước cuốn về cuối thiết bị), tiếp tục sử dụng ánh sáng chiếu mạnh hoặc sử dụng que gỗ đẩy nhẹ tôm lên lấy lại vị trí, nếu tôm không thể lấy lại được vị trí, tiến hành ghi nhận: (i) Thời gian tôm có thể duy trì vị trí ở lưu tốc nước làm tôm bị kiệt sức; (ii) Lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước làm tôm bị kiệt sức.
<i>Bước 4.</i> Kết thúc thử nghiệm.	Thí nghiệm kết thúc khi toàn bộ 02 con tôm đều không thể bám giữ được vị trí; ghi nhận kết quả, tỷ lệ sống sót, mức độ toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm.



Hình 2.21. Thử nghiệm khả năng bám giữ của TCX trong thiết bị thủy lực
(Nguồn: Thiết bị Phòng thí nghiệm Viện KHTLMN)

2.3.6. Công thức tính toán và xử lý số liệu

- Công thức ước lượng lưu tốc nước TCX bám giữ vị trí tối đa (theo Brett, 1964) [42], [44], [46], [79], [82], [84], [85]:

$$U_{maxT} = U_{iT} + [(T_{iT}/T_{iiT}) * U_{iiT}]$$

Trong đó:

- + U_{maxT} là lưu tốc nước tối đa TCX bám giữ vị trí (m/s);
- + U_{iT} là lưu tốc nước gần nhất với lưu tốc nước TCX kiệt sức (m/s);
- + U_{iiT} là lưu tốc nước tăng dần đều cho TCX (0,1 m/s);
- + T_{iT} là thời gian TCX bám giữ vị trí ở lưu tốc nước TCX kiệt sức (phút);
- + T_{iiT} là thời gian tăng dần đều cho TCX (05 phút).

- **Số Reynold (Re) được tính theo công thức [7]:**

$$Re = \frac{vR}{\nu}$$

Trong đó:

$$R = \frac{b * h}{b + 2h}$$

- + b là chiều rộng kênh nước hở (m);
- + h là độ sâu mực nước kênh nước hở (m);
- + v là vận tốc dòng chảy trong kênh nước hở (m/s);
- + R là bán kính thủy lực kênh nước hở (m);
- + ν là độ nhớt động học của chất lỏng (m/s²).

Dựa vào số Reynolds có thể phân loại dòng chảy theo độ rối của nó:

- + Dòng chảy có $Re < 580$ là dòng chảy tầng;
- + Dòng chảy có $Re > 580$ là dòng chảy rối.

- **Số Froude (Fr) được tính theo công thức [7]:**

Trong đó:
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

- + v là vận tốc dòng chảy trong kênh nước hở (m/s);
- + g là gia tốc trọng trường (m/s²);
- + h là độ sâu mực nước trong kênh nước hở (m).

Dựa vào số Froude có thể phân loại dòng chảy theo trạng thái chảy như:

- + Dòng chảy có $Fr < 1$ tương ứng với trạng thái chảy êm;
- + Dòng chảy có $Fr > 1$ tương ứng với trạng thái chảy xiết.

- **Xử lý số liệu:** Các dữ liệu thu thập được từ kết quả điều tra khảo sát, thử nghiệm với kênh nước hở, thiết bị thủy lực được xử lý bằng phần mềm Excel và phần mềm thống kê SPSS (version 25.0). Số liệu thu thập được trong quá trình điều tra khảo sát, thử nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm cũng sẽ được mã hoá, nhập vào phần mềm thống kê SPSS để xử lý nhằm đánh giá biến động nguồn lợi TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa (biến động sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ, số lượng ngư dân, mức phụ thuộc và đáp ứng nhu cầu sinh kế của nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa); các điều kiện thủy lực và tác động ảnh hưởng của các yếu tố liên quan đến khả năng di chuyển của TCX.

Phân tích phương sai 1 yếu tố (one-way ANOVA) và 2 yếu tố (two-way ANOVA) được sử dụng để làm rõ một số vấn đề nghiên cứu. Trước khi thực hiện tất cả các phân tích, chúng tôi kiểm tra các điều kiện để tiến hành phân tích. Tỷ lệ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m và tỷ lệ TCX bám giữ vị trí phía thượng lưu kênh nước hở được đánh giá theo 3 khía cạnh: cỡ tôm, thời gian thí nghiệm và lưu tốc nước đồng thời kiểm tra sự tương tác của cỡ tôm, thời gian thí nghiệm và lưu tốc nước tới tỉ lệ di chuyển thành công và bám giữ giữ vị trí của TCX. Tốc độ di chuyển của TCX qua kênh dài 18m được đánh giá theo 2 khía cạnh: cỡ tôm và lưu tốc nước. Các phân tích sẽ được thực hiện với mức ý nghĩa 5%.

- **Mức độ toàn vẹn của TCX sau thử nghiệm được đánh giá theo 03 cấp độ:** (i) Tôm toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương sau thử nghiệm; (ii) Tôm bị mất một càng hoặc bị trầy xước ở một vị trí trên cơ thể tôm; (iii) Tôm bị mất hai càng hoặc bị trầy xước nhiều hơn một vị trí trên cơ thể tôm.

CHƯƠNG III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa

3.1.1. Hoạt động khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa

- *Phạm vi, địa điểm và thành phần ngư dân khai thác TCX:* Kết quả khảo sát về phạm vi, địa điểm, thành phần ngư dân khai thác TCX đại diện cho mùa mưa, mùa khô (các năm 2017, 2018 và 2019) ở khu vực phía trên và phía dưới ĐDCQĐ Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Phạm vi, địa điểm, thành phần ngư dân khai thác TCX phía trên và dưới ĐDCQĐ Phước Hòa qua khảo sát ngư dân

TT	Nội dung khảo sát	Các phương án lựa chọn	Tỷ lệ (%)
1	Phạm vi khai thác TCX (hai phía hoặc một phía trên/dưới ĐDCQĐ).	Hai phía trên và dưới	90,9
		Một phía trên/dưới	8,1
2	Địa điểm tập trung khai thác TCX (phía trên/dưới ĐDCQĐ).	Phía trên ĐDCQĐ	27,3
		Phía dưới ĐDCQĐ	72,7
3	Phạm vi ngư dân khai thác TCX so với ĐDCQĐ Phước Hòa (km).	≤ 5 km	42,4
		6 - 10 km	30,3
		> 10 km	27,3
4	Số lượng người tham gia khai thác TCX trong mỗi ngư hộ (người).	01	33,3
		02	48,5
		03	18,2
5	Giới tính ngư dân tham gia hoạt động khai thác TCX (nam/nữ).	Nam	75,8
		Nữ	24,2

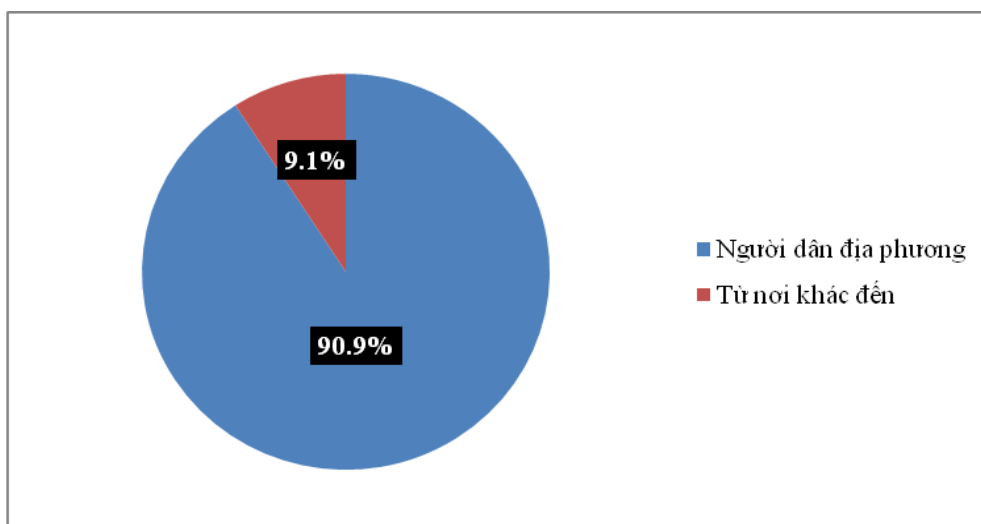
Từ Bảng 3.1 cho ta các nhận xét sau:

+ Đa số ngư dân (90,9%) đánh giá TCX đang được khai thác hay xuất hiện ở hai phía trên và phía dưới của ĐDCQĐ; trong khi, 8,1% ngư dân đánh giá TCX được khai thác một phía trên hoặc phía dưới của ĐDCQĐ. Trong đó, khu vực phía dưới (72,7%) được ngư dân tập trung khai thác nhiều hơn so với khu vực phía trên

ĐDCQĐ (27,3%). Bên cạnh đó, phạm vi khai thác TCX được phân bố đều giữa các khu vực từ dưới 5 km so với đập (42,5% ngư dân; ngoại trừ phạm vi lòng hồ Phước Hòa - ít hoặc không khai thác được TCX do lòng hồ sâu, môi trường nước lợ không thích hợp cho TCX) đến phạm vi cách đập từ 6 đến 10 km (30,3%) và trên 10 km (27,3%). Kết quả trên cho thấy, hiện TCX vẫn được duy trì quần đàn hay được khai thác, xuất hiện ở khu vực sông Bé phía trên và phía dưới của ĐDCQĐ nên việc lựa chọn TCX làm đối tượng mục tiêu của ĐDCQĐ là rất cần thiết nhằm đưa ra các giải pháp bảo vệ và phục hồi nguồn lợi TCX ở khu vực đập Phước Hòa.

+ Số thành viên trong ngư hộ đánh bắt TCX thường gồm 02 người (chiếm 48,5%), trong đó có thể là người chồng và người vợ hoặc người bố và người con trai trong gia đình; 33,3% ngư hộ có 01 người và 18,2% ngư hộ có 03 người cùng tham gia hoạt động đánh bắt TCX. Bên cạnh đó, do nghề khai thác TCX cần nhiều sức lực nên lực lượng lao động chính của các ngư hộ chủ yếu là nam giới (chiếm 75,8%), trong khi nữ giới chỉ chiếm tỷ lệ 24,2% tổng số ngư dân được khảo sát.

- **Quê quán:** Kết quả khảo sát về quê quán ngư dân khai thác TCX ở khu vực phía trên và phía dưới ĐDCQĐ được tổng hợp trong Hình 3.1.



Hình 3.1. Tỷ lệ phần trăm ngư dân địa phương và từ nơi khác đến

Hình 3.1 cho thấy, 90,9% ngư dân được khảo sát đều là người dân địa phương; 9,1% ngư dân là người từ nơi khác đến. Đồng thời, các hộ ngư dân

đều có nhà cửa cố định, dựng nhà tạm gần sông để tiện cho việc đánh bắt TCX, nhất là các hộ sử dụng ngư cụ đăng đáy ở khu vực 3, 4 và các ngư hộ có nghề nuôi cá lồng bè kết hợp khai thác TCX ở khu vực 1.

- **Độ tuổi lao động:** Kết quả khảo sát về độ tuổi ngư dân khai thác TCX ở khu vực xung quanh đập Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Tỷ lệ độ tuổi ngư dân khai thác TCX xung quanh đập PH

Khu vực	Tỷ lệ độ tuổi ngư dân khai thác TCX (%)			
	< 30 tuổi	30 - 40 tuổi	41 - 50 tuổi	> 50 tuổi
Khu vực 1	0,0	9,1	9,1	9,1
Khu vực 2	6,1	3,0	6,1	0,0
Khu vực 3	3,0	9,1	9,1	12,1
Khu vực 4	6,1	6,1	9,1	3,0
Tổng tỷ lệ (%):	15,2	27,3	33,3	24,2

Qua Bảng 3.2 cho thấy, độ tuổi ngư dân khai thác TCX trong khu vực tập trung ở 02 nhóm độ tuổi từ 30 đến 40 tuổi (chiếm tỷ lệ 27,3%; trong đó, 9,1% ở khu vực 1; 3,0% ở khu vực 2; 9,1% ở khu vực 3; 6,1% ở khu vực 4) và từ 40 đến 50 tuổi (chiếm 33,3%; trong đó, 9,1% ở khu vực 1; 6,1% ở khu vực 2; 9,1% ở khu vực 3; 9,1% ở khu vực 4). Ở hai nhóm độ tuổi trên, ngư dân vừa có kinh nghiệm trong xác định dòng nước, mùa đánh bắt, hướng di chuyển của TCX và vừa có sức khỏe để thực hiện hoạt động khai thác TCX ở khu vực xung quanh đập Phước Hòa, nơi có địa hình phức tạp với độ dốc lớn, dòng nước chảy mạnh, nhất là khu vực phía dưới đập vào mùa mưa hoặc khi đập xả nước. Bên cạnh đó, nhóm ngư dân có độ tuổi trên 50 tuổi chiếm tỷ lệ 24,2% tổng số người được khảo sát (trong đó, 9,1% ở khu vực 1; 0,0% ở khu vực 2; 12,1% ở khu vực 3; 3,0% ở khu vực 4) - ở độ tuổi này tuy có nhiều kinh nghiệm song người khai thác đã giảm thời gian và tần suất làm việc nên

ảnh hưởng tới hiệu quả của hoạt động đánh bắt TCX. Thêm vào đó, số ngư dân có độ tuổi dưới 30 tuổi chiếm tỷ lệ 15,2% (trong đó, 0,0% ở khu vực 1; 6,1% ở khu vực 2; 3,0% ở khu vực 3; 6,1% ở khu vực 4) - ở độ tuổi này tuy có sức khỏe song người khai thác thiếu kinh nghiệm nên thường tham gia đánh bắt TCX cùng với những người có kinh nghiệm khác trong ngư hộ.

- **Kinh nghiệm khai thác TCX:** Kết quả khảo sát kinh nghiệm ngư dân khai thác TCX từ trước hay sau khi có đập Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.3.

Bảng 3.3. Tỷ lệ ngư dân khai thác TCX trước và sau khi có đập Phước Hòa

Khu vực khảo sát	Tỷ lệ ngư dân khai thác TCX trước/sau khi có đập PH (%)	
	Trước khi có đập	Sau khi có đập
Khu vực 1	21,1	6,1
Khu vực 2	9,1	6,1
Khu vực 3	27,2	6,1
Khu vực 4	15,2	9,1
Tổng tỷ lệ (%):	72,6	27,4

Bảng 3.3 cho thấy, đa số các ngư dân (72,6%) trong khu vực đều có kinh nghiệm đánh bắt TCX từ trước khi có đập (trong đó, 21,1% ngư dân ở khu vực 1; 9,1% ở khu vực 2; 27,2% ở khu vực 3; 15,2% ở khu vực 4); 27,4% ngư dân (trong đó, 6,1% ở khu vực 1; 6,1% ở khu vực 2; 6,1% ở khu vực 3; 9,1% ở khu vực 4) bắt đầu hoạt động khai thác TCX từ sau khi có đập - đây thường là những người câu cá tôm giải trí trong khu vực. Do khai thác TCX từ trước khi có đập, nên đa số các ngư dân đều có những hiểu biết về những thay đổi trong hoạt động khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa cũng như hiện trạng và hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ, qua đó góp phần đề xuất các giải pháp hiệu quả cho ĐDCQĐ Phước Hòa.

Mặt khác, kinh nghiệm khai thác TCX của các ngư dân ở các khu vực phía trên và phía dưới đập Phước Hòa cũng có sự khác biệt, cụ thể: số người có kinh nghiệm khai thác TCX từ trước khi có đập tập trung chủ yếu ở khu vực phía dưới ĐDCQĐ (khu vực 3, 4) và phía trên hồ Phước Hòa (khu vực 1) - nơi có nghề đăng đáy, lưới bén đòi hỏi ngư dân có nhiều kinh nghiệm và sức khỏe; trong khi ở khu vực 2, do ngư dân phải di chuyển sang khu vực khác (khu vực 1, 3 hoặc 4) để đánh bắt TCX nên kinh nghiệm khai thác TCX không nhiều như kinh nghiệm khai thác các loài thủy sản khác.

- **Ngư cụ khai thác TCX:** Kết quả khảo sát ngư dân về ngư cụ khai thác TCX ở khu vực phía trên và dưới ĐDCQĐ được trình bày trong Bảng 3.4.

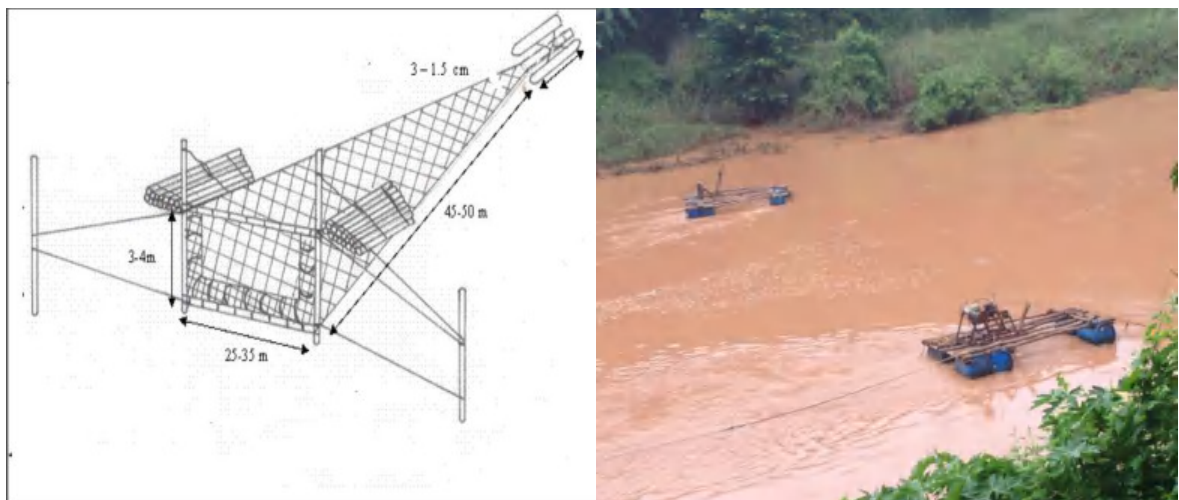
Bảng 3.4. Tỷ lệ ngư dân sử dụng các loại ngư cụ khai thác TCX ở khu vực phía trên và phía dưới ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Loại ngư cụ	Tỷ lệ ngư dân sử dụng các loại ngư cụ khai thác TCX (%)			
		Khu vực 1	Khu vực 2	Khu vực 3	Khu vực 4
1	Đăng đáy	0	0	12,1	9,1
2	Lưới bén	9,1	12,1	9,1	9,1
3	Câu giăng	6,1	0	0	0
4	Câu máy	12,1	0	9,1	6,1
5	Chài	0	3,0	3,0	0

Bảng 3.4 cho thấy, 05 loại ngư cụ thường được sử dụng để khai thác TCX gồm: đăng đáy, câu máy, câu giăng, lưới bén và chài. Trong đó, đa phần những người khai thác chỉ dùng một loại ngư cụ và tùy vào điều kiện tự nhiên của khu vực khai thác mà ngư dân sẽ sử dụng những ngư cụ khác nhau, cụ thể như sau:

+ Đăng đáy: là ngư cụ đặc trưng để khai thác TCX ở khu vực phía dưới đập Phước Hòa (khu vực 3 và 4 với tỷ lệ ngư dân sử dụng lần lượt là 12,1% và 9,1%) do đây là khu vực có lòng sông hẹp thuận lợi cho việc giăng và thu

lưới; trong khi đó, phía trên đập Phước Hòa không có sử dụng ngư cụ đăng đáy do khu vực 1 là khu vực có lòng sông rộng, sâu và nền đá; khu vực 2 là khu vực lòng hồ nên không xác định được đường di chuyển của TCX và nền đáy sâu. Ngư cụ đăng đáy được sử dụng bằng cách giăng lưới ngang sông với hai đầu lưới được cố định vào phao nổi có dây cáp đầu nối với các trụ cây ở hai bên bờ sông. Kích cỡ mắt lưới thay đổi từ 3 cm (ở vị trí gần cửa vào) đến 1,5 cm (ở cuối lưới đáy) nên cả TCX bố mẹ (kích cỡ lớn hơn 10 cm) và TCX con (kích cỡ dưới 10 cm) đều trở thành đối tượng khai thác bởi loại ngư cụ này, đặc biệt là vào mùa sinh sản từ tháng 5 đến tháng 11 hằng năm (Hình 3.2). Điều này đã vi phạm nghiêm trọng "Quy định về quản lý các hoạt động khai thác, bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản trên địa bàn tỉnh Bình Dương" của UBND tỉnh Bình Dương (ban hành ngày 17/02/2017) về chiều dài nhỏ nhất của TCX được phép khai thác là 10 cm song chưa được các cơ quan quản lý nhà nước, lực lượng chức năng xử lý dẫn tới tình trạng số lượng ngư dân sử dụng ngư cụ này có xu hướng tăng lên thời gian gần đây.



Hình 3.2. Ngư cụ đăng đáy được sử dụng phía dưới đập Phước Hòa

+ Lưới bén: là ngư cụ được sử dụng phổ biến ở phía trên và dưới đập Phước Hòa vì đây là một ngư cụ đơn giản, dễ dùng và phù hợp với nhiều thủy

vực khác nhau. Tỷ lệ ngư dân sử dụng ngư cụ lưới bén ở khu vực 1, 2, 3 và 4 lần lượt là 9,1, 12,1, 9,1 và 9,1% (Bảng 3.4 và Hình 3.3).

+ Câu giăng: là ngư cụ chủ yếu được sử dụng ở khu vực 1 (6,1% ngư dân) do đây là khu vực các ngư hộ nuôi cá lồng bè trên sông kết hợp sử dụng thuyền để đi câu giăng (Bảng 3.4 và Hình 3.3).



Hình 3.3. Ngư cụ lưới bén (bên trái) và câu giăng ở khu vực đập Phước Hòa

+ Câu máy: thường được sử dụng bởi những người đi câu cá tôm chuyên nghiệp hay giải trí trong khu vực (với tỷ lệ ngư dân sử dụng ngư cụ câu máy ở khu vực 1, 2, 3 và 4 lần lượt là 12,1, 0,0, 9,1 và 6,1%) (Bảng 3.4 và Hình 3.4).

+ Chài: là ngư cụ sử dụng chủ yếu ở khu vực ngay chân đập Phước Hòa để khai thác thủy sản, trong đó có TCX, nhất là vào mùa nước cạn hoặc khi cửa xả của đập Phước Hòa bị đóng. Tỷ lệ ngư dân sử dụng ngư cụ chài ở khu vực 1, 2, 3 và 4 lần lượt là 0,0, 3,0, 3,0 và 0,0%. (Bảng 3.4 và Hình 3.4).



Hình 3.4. Ngư cụ câu máy (bên trái) và chài (bên phải) ở khu vực đập Phước Hòa

Ngoài ra, kết quả điều tra khảo sát cũng cho thấy, vào mùa khô, khi nước lòng hồ rút xuống hoặc nước sông Bé cạn, một số người dân đã sử dụng chích điện, bỏ thuốc độc để đánh bắt thủy sản gây nguy hại cho nguồn lợi thủy sản nói chung và TCX nói riêng, nhất là khu vực lòng hồ Phước Hòa.

- **Thời gian khai thác TCX:** Thời gian khai thác TCX chính trong năm chủ yếu diễn ra vào mùa mưa từ tháng 05 đến tháng 11 hoặc 12 hằng năm (trong đó, từ sau khi có đập Phước Hòa đến nay, ngư dân thường đẩy mạnh hoạt động đánh bắt chủ yếu vào tháng 9 và 10) trùng vào thời điểm là mùa di cư sinh sản của TCX (mùa mưa) nên cả TCX cái mang trứng và TCX con (kích cỡ dưới 10 cm) cũng trở thành đối tượng được đánh bắt của ngư dân, nhất là đối với ngư cụ đăng đáy. Trong khi, "Quy định về quản lý các hoạt động khai thác, bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản trên địa bàn tỉnh Bình Dương" (*Quyết định số 06/2017/QĐ-UBND ngày 17/02/2017 của UBND tỉnh Bình Dương*) quy định thời gian cấm khai thác TCX trên địa bàn tỉnh Bình Dương từ ngày 01/4 - 01/6 hằng năm là chưa hợp lý so với thời gian di cư sinh sản của TCX trong khu vực.

Mặt khác, thời gian khai thác trong ngày vào mùa mưa của các ngư hộ khai thác TCX được trình bày ở Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Thời gian khai thác trong ngày của các hộ khai thác TCX

Thời gian khai thác (giờ/ngày)	Tỷ lệ số thời gian ngư dân khai thác trong ngày (%)				
	KV 1	KV 2	KV 3	KV 4	Tổng (%)
< 3	9,1	6,1	0	0	15,2
3 - 5	18,2	9,1	12,1	6,1	45,5
> 5	0	0	21,1	18,2	39,3

Bảng 3.5 cho thấy, đa số ngư dân dành từ 03 đến 05 giờ (45,5%) và hơn 05 giờ (39,3%) mỗi ngày để khai thác TCX vào mùa mưa; trong khi số người dành ít hơn 03 giờ mỗi ngày để khai thác TCX chỉ chiếm 15,2% tổng số ngư dân tham gia khảo sát. Mặt khác, các khu vực khác nhau cũng có sự khác nhau về thời gian khai thác TCX trong ngày, cụ thể: các ngư dân ở khu vực 3 (21,1%) và 4 (18,2%) đều dành hơn 05 giờ mỗi ngày để khai thác TCX do ngư cụ chính được sử dụng ở đây là ngư cụ đăng đáy nên tốn nhiều thời gian để chuẩn bị, thu lưới; trong khi, những người khai thác ở khu vực 1 (27,3%) và khu vực 2 (15,2%), đa phần thời gian khai thác trong ngày đều dưới 5 giờ do ngư cụ chính được sử dụng trong khu vực là lưới bén, chài nên ít tốn thời gian chuẩn bị và thu lưới hơn so với ngư cụ đăng đáy.

Mặt khác, thời gian chuẩn bị và sử dụng các ngư cụ khai thác TCX được thể hiện qua Bảng 3.6.

Bảng 3.6. Thời gian khai thác theo ngư cụ của các hộ dân

Ngư cụ	Đơn vị nỗ lực (giờ/lần) (Min - Max)	Tần suất khai thác (lần/ngày) (Min - Max)
Câu máy	1 - 3	1 - 2
Đăng đáy	3 - 5	2 - 6
Lưới bén	2 - 4	2 - 3
Câu giăng	1 - 2	2 - 3
Chài	4 - 5	2 - 3

Bảng 3.6 cho thấy, ngư cụ đăng đáy và chài là hai loại ngư cụ tốn nhiều thời gian so với ngư cụ câu máy, câu giăng. Bên cạnh đó, do mùa mưa là mùa khai thác chính nên tần suất sử dụng ngư cụ đăng đáy (2 - 6 lần/ngày) nhiều nhất trong số các ngư cụ được sử dụng ở khu vực khảo sát. Ngoài ra, kết quả điều tra khảo sát cho thấy, những ngư dân trong khu vực chủ yếu là những người khai thác thủy sản bán thời gian. Cụ thể, ở tất cả khu vực, người khai thác không dùng phần lớn thời gian trong ngày làm nghề khai thác thủy sản vì nghề nghiệp chính của ngư dân là chăm sóc cây cao su và một phần làm nghề nuôi trồng thủy sản trên sông ở khu vực 1. Công việc khai thác thường xuyên bị gián đoạn vài giờ hoặc vài ngày do phụ thuộc vào việc tích và xả nước của đập Phước Hòa và điều kiện thời tiết.

3.1.2. Biến động nguồn lợi TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa

- **Biến động sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ:** Kết quả điều tra khảo sát sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.7.

Bảng 3.7. Sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ trước và sau khi có đập PH

Trước/sau khi có đập	Sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ theo ngư hộ (kg/hộ/năm)				
	Đăng đáy	Lưới bén	Câu giăng	Câu máy	Chài
Trước	194,3 ± 50,4 ^a	92,9 ± 41,1 ^a	60,0 ± 21,2 ^a	32,6 ± 18,5 ^a	26,3 ± 5,3 ^a
Sau	44,1 ± 18,1 ^b	16,4 ± 11,3 ^b	9,3 ± 2,5 ^b	5,9 ± 2,5 ^b	2,5 ± 0,7 ^b

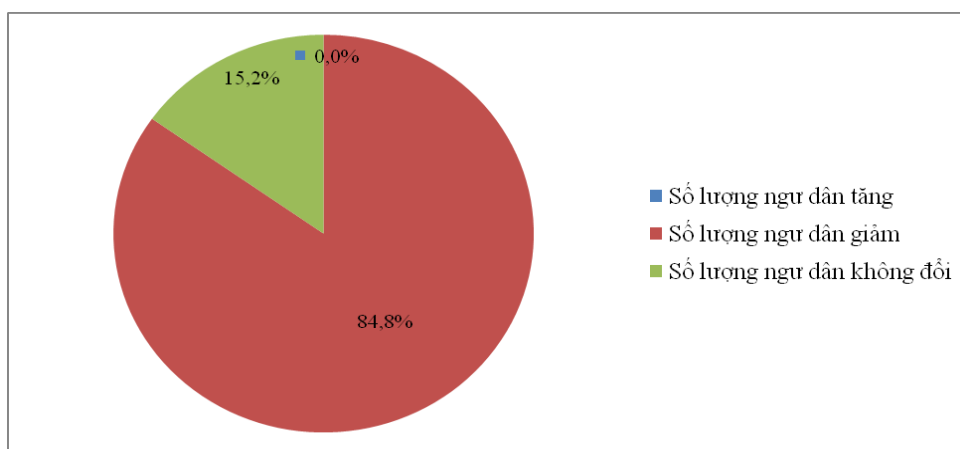
(Ghi chú: Cùng một cột theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Bảng 3.7 cho thấy, sản lượng khai thác TCX theo ngư cụ đã có sự suy giảm rõ rệt giữa trước và sau khi có đập, cụ thể: trước khi có đập, sản lượng khai thác TCX của ngư hộ sử dụng ngư cụ đăng đáy, lưới bén, câu giăng, câu máy và chài lần lượt là 194,3, 92,9, 60,0, 32,6 và 26,2 kg/hộ/năm; tuy nhiên, sau khi có đập Phước Hòa, sản lượng khai thác TCX của các ngư cụ trên đã

giảm xuống ở mức mức lần lượt là 44,1, 16,4, 9,3 và 2,5 kg/hộ/năm. Kết quả trên cho thấy, TCX chịu ảnh hưởng cao bởi đập Phước Hòa nên cần được ưu tiên lựa chọn làm loài mục tiêu của ĐDCQĐ Phước Hòa.

Trong đó, các ngư cụ được ngư dân sử dụng ở khu vực phía trên đập Phước Hòa (khu vực 1 và 2) có sự suy giảm lớn hơn so khu vực phía dưới đập Phước Hòa (khu vực 3 và 4). Điều này cho thấy, từ khi có đập tới nay, mặc dù vẫn khai thác được TCX ở khu vực phía trên đập Phước Hòa nhưng ít hơn nhiều so với trước khi có đập cũng như so với khu vực phía dưới đập.

- **Biến động số lượng ngư dân khai thác TCX:** Kết quả khảo sát biến động số lượng ngư dân khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa được thể hiện qua biểu đồ Hình 3.5. Hình 3.5 cho thấy, đa số ngư dân (84,8%) đánh giá số lượng ngư dân khai thác TCX giảm từ sau khi có đập Phước Hòa; 15,2% ngư dân đánh giá biến động không đổi và 0,0% ngư dân đánh biến động giá tăng.



Hình 3.5. Biểu đồ biểu thị tỷ lệ phần trăm ý kiến ngư dân đánh giá biến động số lượng ngư dân khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa

Bên cạnh đó, ý kiến ngư dân về nguyên nhân số lượng ngư dân khai thác TCX đã giảm hoặc không đổi sau khi có đập được tổng hợp trong Bảng 3.8. Bảng 3.8 cho thấy, số lượng TCX khai thác được ngày càng suy giảm từ sau khi có đập Phước Hòa (84,8%) là một trong các nguyên nhân chính dẫn tới số lượng ngư dân đánh bắt TCX giảm thời gian qua bên cạnh một số nguyên nhân khác

như ngư dân chuyển đổi sang nghề khác (72,7%); ngư dân di chuyển sang địa phương khác sinh sống tăng (42,4%). Ngoài ra, số lượng các ngư dân khai thác TCX không đổi sau khi có đập được ngư dân đánh giá do: (i) Ngư dân từ địa phương khác qua khu vực xung quanh đập Phước Hòa khai thác TCX tăng hoặc không đổi (15,2%); (ii) Ngư dân không di chuyển qua địa phương khác (6,1%).

Bảng 3.8. Tỷ lệ ngư dân đánh giá các nguyên nhân số lượng ngư dân khai thác TCX giảm hoặc không đổi giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa

TT	Các nguyên nhân dẫn tới số lượng ngư dân khai thác TCX giảm hoặc không đổi giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa	Tỷ lệ ngư dân đánh giá tăng, giảm hoặc không đổi (%)		
		Tăng	Giảm	Không đổi
1	Số lượng ngư dân chuyển đổi sang nghề khác tăng/giảm/không đổi sau khi có đập.	72,7	0,0	0,0
2	Số lượng ngư dân chuyển sang địa phương khác sinh sống tăng/giảm/không đổi sau khi có đập.	42,4	0,0	6,1
3	Số lượng ngư dân từ địa phương khác sang khai thác TCX tăng/giảm/không đổi sau khi có đập.	15,2	0,0	15,2
4	Số lượng TCX khai thác được ở khu vực đập Phước Hòa tăng/giảm/không đổi sau khi có đập.	0,0	84,8	0,0

(Ghi chú: Mỗi ngư dân có thể lựa chọn hơn 01 nguyên nhân)

- **Biến động mức phụ thuộc vào nghề khai thác TCX:** Kết quả khảo sát ngư dân về biến động mức phụ thuộc vào nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.9. Từ Bảng 3.9 cho thấy, trước khi có đập đa số ngư dân xem nghề khai thác TCX là nghề chính, nhưng tỷ lệ trên đã suy giảm mạnh giảm sau khi có đập tới nay. Cụ thể: (i) *Trước khi có đập:* 51,5% ngư dân (trong đó, 12,1% ở khu vực 1; 9,1% ở khu vực 2; 18,2% ở khu vực 3; 12,1% ở khu vực 4) đánh giá là nghề chính; 49,5% ngư dân (trong đó, 15,2% ở khu vực 1; 6,1% ở khu vực 2; 15,1% ở khu vực 3; 12,1% ở khu vực 4) đánh giá là nghề phụ; (ii) *Sau khi có đập:* 75,8% ngư dân (trong đó, 9,1% ở

khu vực 1; 12,1% ở khu vực 2; 30,3% ở khu vực 3; 24,3% ở khu vực 4) đánh giá là nghề phụ; 24,2% ngư dân (trong đó, 18,2% ở khu vực 1; 3,0% ở khu vực 2; 3,0% ở khu vực 3; 0,0% ở khu vực 4) đánh giá là nghề chính. Hiện nay, ngoài nghề khai thác thủy sản, các ngư dân có nghề cạo mủ cao su ở khu vực 3 và 4; nghề nuôi cá lồng bè ở khu vực 1; buôn bán và khai thác thủy sản ở khu vực 2.

Bảng 3.9. Biến động mức độ phụ thuộc vào nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa

Nghề chính/ nghề phụ	Tỷ lệ ngư dân đánh giá khai thác TCX là nghề chính/nghề phụ giữa trước (T) và sau (S) khi có đập (%)								Tổng tỷ lệ (%)	
	Khu vực 1		Khu vực 2		Khu vực 3		Khu vực 4			
	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
Nghề chính	12,1 ^a	18,2 ^b	9,1 ^a	3,0 ^b	18,2 ^a	3,0 ^b	12,2 ^a	0,0 ^b	51,6 ^a	24,2 ^b
Nghề phụ	15,2 ^a	9,1 ^b	6,1 ^a	12,1 ^b	15,1 ^a	30,3 ^b	12,1 ^a	24,3 ^b	48,4 ^a	75,8 ^b

(Ghi chú: Cùng một hàng theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

- **Biến động thu nhập của các hộ ngư dân khai thác TCX:** Kết quả khảo sát ý kiến ngư dân về biến động thu nhập của các hộ ngư dân khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.10. Qua Bảng 3.10 cho thấy, thu nhập của các hộ ngư dân khai thác TCX đáp ứng được nhu cầu sinh kế đã có sự biến động theo chiều hướng giảm giữa trước và sau khi có đập, cụ thể: sau khi có đập, tỷ lệ ngư dân có thu nhập từ nghề khai thác TCX đáp ứng được nhu cầu sinh kế là 15,2% (trong đó, 0,0% ở khu vực 1; 6,1% ở khu vực 2; 6,1% ở khu vực 3; và 3,0% ở khu vực 4) so với mức 69,7% ngư dân (trong đó, 18,1% ở khu vực 1; 15,2% ở khu vực 2; 21,2% ở khu vực 3; và 15,3% ở khu vực 4) trước khi có đập; trong khi, tỷ lệ ngư dân đánh giá không đáp ứng nhu cầu sinh kế đã tăng lên 84,8% (trong đó, 27,3%

ở khu vực 1; 9,1% ở khu vực 2; 27,2% ở khu vực 3; và 21,2% ở khu vực 4) so với mức 30,3% ngư dân (trong đó, 9,1% ở khu vực 1; 0,0% ở khu vực 2; 12,1% ở khu vực 3; và 9,1% ở khu vực 4) trước khi có đập.

Bảng 3.10. Biến động tỷ lệ ngư dân phụ thuộc vào nghề khai thác TCX giữa trước và sau khi có đập Phước Hòa

Đáp ứng/không đáp ứng nhu cầu sinh kế hộ gia đình	Tỷ lệ ngư dân khai thác TCX đáp/không đáp ứng được nhu cầu sinh kế giữa trước (T) và sau (S) khi có đập (%)								Tổng tỷ lệ	
	Khu vực 1		Khu vực 2		Khu vực 3		Khu vực 4			
	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
Đáp ứng	18,1 ^a	0,0 ^b	15,2 ^a	6,1 ^b	21,2 ^a	6,1 ^b	15,2 ^a	3,0 ^b	69,7 ^a	15,3 ^b
Không đáp ứng	9,1 ^a	27,3 ^b	0,0 ^b	9,1 ^a	12,1 ^a	27,2 ^b	9,1 ^a	21,2 ^b	30,3 ^a	84,8 ^b

(Ghi chú: Cùng một hàng theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

3.2. Hiện trạng quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa

3.2.1. Hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ

Kết quả khảo sát thực địa trên ĐDCQĐ Phước Hòa (năm 2017, 2018 và 2019) đại diện cho mùa mưa và mùa khô ghi nhận hiện trạng cơ sở hạ tầng của ĐDCQĐ đã xuống cấp song vẫn đảm bảo khả năng hoạt động; nhiều vị trí bị xói lở bờ kênh, lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh sống trôi nổi trong kênh cần được khắc phục, sửa chữa nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của công trình, cụ thể được tổng hợp trong Bảng 3.11.

Bảng 3.11. Các thông số hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Các thông số hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ (các năm 2017, 2018 và 2019)	Các khu vực ĐDCQĐ			
		KV I	KV II	KV III	KV IV
1	Tổng chiều dài khu vực khảo sát (m).	125	180	780	815
2	Chiều dài đoạn kênh tường bê-tông (m).	25	-	-	-

3	Số lượng van kiểm soát lưu lượng và giới hạn lưu tốc nước qua ĐDCQĐ (cái).	-	1	-	-
4	Chiều dài đoạn kênh đất có lót đá cuội (m)	40	65	110	185
5	Chiều dài đoạn kênh không lót đá cuội (m)	60	115	670	630
6	Số đoạn kênh bị xói lở đất, đá (vị trí).	1	3	6	9
7	Chiều dài đoạn kênh bị xói lở đất, đá (m).	10	28	45	52
8	Số đoạn kênh bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh (vị trí).	2	2	7	5
9	Tổng chiều dài đoạn kênh bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh (m).	35	16	38	26

Từ Bảng 3.11, cho ta các nhận xét sau:

- **Khu vực ĐDCQĐ I:** Với chiều dài 125 m; trong đó, 25 m kênh tường bao bằng bê-tông theo loại hình ĐDCQĐ "khe dọc thẳng đứng"; 40 m kênh đất lót đá cuội và 01 hồ nghỉ; 60 m kênh đất không lót đá cuội. Nhìn chung, hiện trạng cơ sở hạ tầng khu vực ĐDCQĐ I được duy trì tốt, thực vật phát triển đều hai bên bờ kênh giúp hạn chế xói lở và giới hạn lưu tốc nước trong kênh. Tuy nhiên, có 01 vị trí bị sạt lở một phần với chiều dài 10 m; 02 vị trí bị lắng đọng bùn cát, rác thải hoặc thực vật thủy sinh phát triển trong kênh với tổng chiều dài 35 m cần được sửa chữa, khắc phục (Bảng 3.11 và Hình 3.6).



Hình 3.6. Đoạn thiết kế theo loại hình ĐDCQĐ "khe dọc thẳng đứng" và hồ nghỉ cho cá tôm ở khu vực ĐDCQĐ I (tháng 7/2017)

- **Khu vực ĐDCQĐ II:** Với tổng chiều dài 180m; trong đó, 65 m kênh đất được lót đá cuội và 01 hồ nghỉ; 115 m kênh đất không lót đá cuội; 01 công điều tiết lưu lượng dòng nước qua ĐDCQĐ. Đánh giá chung, hiện trạng cơ sở hạ tầng khu vực ĐDCQĐ II cơ bản tương tự khu vực ĐDCQĐ I; trong đó, 02 vị trí bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh phát triển trong kênh (tổng chiều dài 16 m); 03 vị trí dọc theo kênh ĐDCQĐ II bị xói lở (tổng chiều dài 28 m) cần được sửa chữa, khắc phục (Bảng 3.11 và Hình 3.7).



Hình 3.7. Cổng điều chỉnh lưu lượng nước (bên trái, tháng 7/2018) và hồ nghỉ cho cá tôm thứ hai ở khu vực ĐDCQĐ II (bên phải, tháng 3/2018)

- **Khu vực ĐDCQĐ III:** Với tổng chiều dài 780 m; trong đó, 130 m kênh đất lót đá cuội và 01 hồ nghỉ; 650 m kênh đất không lót đá cuội.



Hình 3.8. Đoạn kênh đất không lót đá cuội (bên trái) và đoạn kênh đất lót đá cuội (bên phải) trên khu vực ĐDCQĐ III (tháng 7/2017)

Đánh giá chung, hiện trạng cơ sở hạ tầng khu vực ĐDCQĐ III đã xuống cấp với 06 vị trí bị xạt lở đất, đá (tổng chiều dài 45 m) và 07 vị trí bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh phát triển trong kênh (38 m) cần được sửa chữa, khắc phục (Bảng 3.11). Đáng chú ý, lượng bùn cát bị lắng đọng tại hồ nghỉ thứ 3 (tính từ thượng lưu xuống hạ lưu) khá nghiêm trọng, đã làm thay đổi độ sâu và ảnh hưởng tới chức năng làm nơi trú ẩn của các loài thủy sản (Hình 3.8).

- **Khu vực ĐDCQĐ IV:** Với tổng chiều dài 815m; trong đó, 145 m kênh đất lót đá cuội và cửa vào/ra phía hạ lưu; 670 m kênh đất không lót đá cuội. Hiện trạng cơ sở hạ tầng khu vực ĐDCQĐ IV đã xuống cấp với 09 vị trí bờ kênh bị xói lở đất, đá (tổng chiều dài 52 m); 05 vị trí bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh (26 m) cần được sửa chữa, khắc phục (Bảng 3.11).



Hình 3.9. Đoạn kênh đất lót đá cuội bị xạt lở hai bờ (bên trái, tháng 7/2018) và cửa vào/ra phía hạ lưu ĐDCQĐ (bên phải, tháng 03/2018)

Đáng chú ý, tại vị trí cửa vào/ra phía hạ lưu ĐDCQĐ: (i) Ghi nhận hiện trạng sạt lở hai bên bờ kênh; (ii) Độ sâu cửa ra/vào khá nông nên vào thời điểm nước cạn nên nền đáy cửa ra/vào thường nằm phía trên bề mặt nước sông Bé, ảnh hưởng tới khả năng di chuyển của các loài thủy sản qua ĐDCQĐ, nhất là đối với các loài di chuyển đáy như TCX; (iii) Người dân sử dụng các ngư cụ lưới (lú) chắn ngang lối vào ĐDCQĐ để đánh bắt thủy sản

làm ảnh hưởng nghiêm trọng tới hoạt động di chuyển của các loài thủy sản vào/ra ĐDCQĐ (Hình 3.9); (iv) Vị trí cửa vào/ra phía hạ lưu nằm khá xa so với đập Phước Hòa (khoảng hơn 500 m) nên không tận dụng được dòng nước xả của đập để thu hút cá tôm tìm thấy cửa vào ĐDCQĐ. Do đó, cần có các biện pháp xử lý và khắc phục đối với các vấn đề trên liên quan đến cửa vào/ra phía hạ lưu của ĐDCQĐ nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của công trình.

3.2.2. Hiện trạng quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa

Kết quả khảo sát thực địa cho thấy, ĐDCQĐ chủ yếu được mở nước hoạt động trong mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 11 hằng năm); trong khi vào mùa khô (từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau), nước được mở một phần hoặc đóng cửa van để ưu tiên nước cho mục đích thủy lợi của hồ chứa nước Phước Hoà (Hình 3.10).

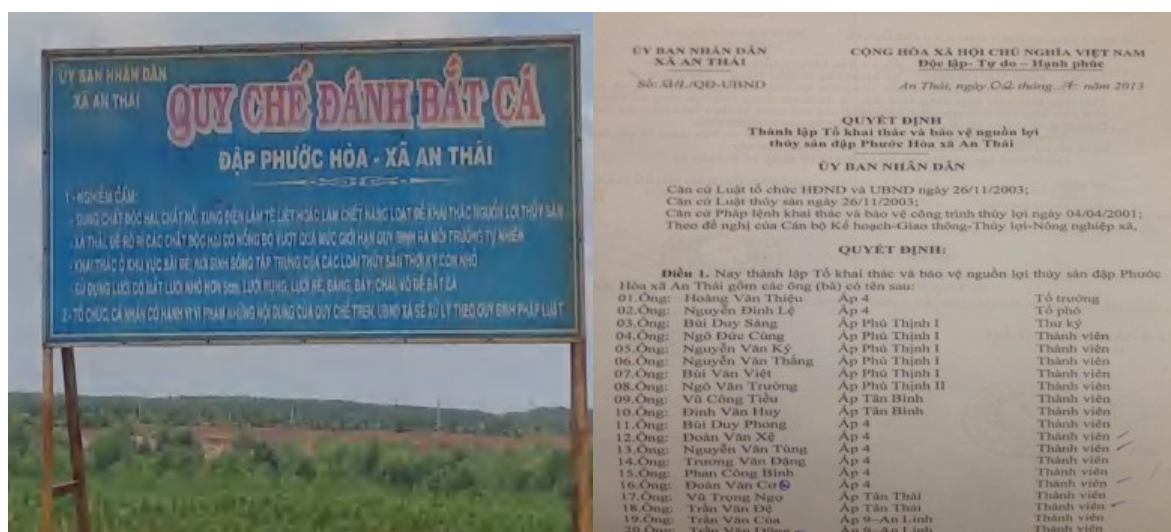


Hình 3.10. Nước bị chặn phía sau công điều chỉnh lưu lượng vào mùa khô (bên trái, tháng 04/2018) và được xả vào mùa mưa (bên phải, tháng 7/2017)

Bên cạnh đó, chế độ vận hành lưu tốc nước qua ĐDCQĐ theo thiết kế của ĐDCQĐ Phước Hòa (dưới 0,6 m/s) chưa được quan tâm, một số vị trí trên ĐDCQĐ có lưu tốc nước vượt xa giới hạn cho phép trên (vượt mức 0,92 m/s tại vị trí phía sau công điều chỉnh lưu lượng nước, phía trước hồ nghỉ thứ 3 ở tọa độ (0688202E; 1262224N)...). Mặt khác, tình trạng người dân ra vào khu vực ĐDCQĐ để đánh bắt thủy sản cũng diễn ra thường xuyên, khó kiểm

soát do ĐDCQĐ không có tường bao bảo vệ xung quanh nên người dân có thể tiếp cận công trình ĐDCQĐ một cách dễ dàng.

Ngoài ra, cơ chế phối hợp quản lý hoạt động khai thác thủy sản trên ĐDCQĐ Phước Hòa còn nhiều chồng chéo, chưa thống nhất: Lãnh đạo UBND xã An Thái cho rằng, hoạt động quản lý vận hành (về mặt thủy sản và thủy lợi) ĐDCQĐ thuộc trách nhiệm của BQL đập Phước Hòa; trong khi BQL đập Phước Hòa cho rằng BQL có trách nhiệm quản lý về mặt thủy lợi và trách nhiệm quản lý về mặt thủy sản do UBND xã An Thái đảm nhiệm. Đồng thời, các văn bản pháp luật hiện hành chưa quy định rõ trách nhiệm của các bên tham gia quản lý ĐDCQĐ; chủ yếu quy định về hoạt động khai thác thủy sản khu vực sông Bé và hồ Phước Hòa ("Quy định về khai thác và bảo vệ nguồn lợi thủy sản đập Phước Hòa, xã An Thái" và "Quy định về khai thác và bảo vệ nguồn lợi thủy sản lòng hồ Phước Hòa, xã Nha Bích"...) (Hình 3.11).



Hình 3.11. Bảng Quy chế đánh bắt cá và thành lập Tổ khai thác và bảo vệ nguồn lợi thủy sản ở khu vực đập Phước Hòa, xã An Thái

3.2.3. Ý kiến chuyên gia và ngư dân về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ

Kết quả khảo sát ý kiến chuyên gia và ngư dân về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.12.

Bảng 3.12. Ý kiến chuyên gia về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Nội dung lấy ý kiến chuyên gia và ngư dân.	Các tiêu chí lựa chọn của chuyên gia và ngư dân.	Tỷ lệ chuyên gia (%)	Tỷ lệ ngư dân (%)
1	Tính hiệu quả hoạt động về thủy sản của ĐDCQĐ.	Cao	0,0	0,0
		Trung bình	23,8	42,4
		Thấp	76,2	57,6
2	Tính hiệu quả hoạt động về thủy lợi của ĐDCQĐ.	Cao	0,0	0,0
		Trung bình	71,4	36,4
		Thấp	28,6	63,6
3	Mức độ duy tu, bảo dưỡng ĐDCQĐ.	Cao	0,0	0,0
		Trung bình	33,3	45,5
		Thấp	66,7	54,5
4	Mức độ quản lý hoạt động khai thác và bảo vệ ĐDCQĐ.	Cao	0,0	0,0
		Trung bình	9,5	18,2
		Thấp	90,5	81,8
5	Hiện trạng cơ sở hạ tầng của ĐDCQĐ Phước Hòa.	Cao	38,1	21,2
		Trung bình	61,9	72,7
		Thấp	0,0	6,1
6	Đánh giá chung về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ.	Cao	0,0	0,0
		Trung bình	19,1	21,2
		Thấp	80,9	78,8

- **Hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ về mặt thủy sản:** 0,0% chuyên gia và 0,0% ngư dân đánh giá hiệu quả cao - ĐDCQĐ đã xác định được loài mục tiêu và loài mục tiêu đó di cư qua ĐDCQĐ; 23,8% chuyên gia và 42,4% ngư dân đánh giá hiệu quả trung bình - ĐDCQĐ chưa xác định được loài mục tiêu nhưng một trong các loài có giá trị về kinh tế di cư qua ĐDCQĐ; 76,2%

chuyên gia và 57,6% ngư dân đánh giá hiệu quả thấp - ĐDCQĐ chưa xác định được loài mục tiêu và một số loài thủy sản không có giá trị về kinh tế di cư qua ĐDCQĐ. Kết quả trên cho thấy, đa số chuyên gia và ngư dân đánh giá thấp hiệu quả hoạt động về mặt thủy sản của ĐDCQĐ Phước Hòa, nhất là xét trên góc độ quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài thủy sản mục tiêu.

- **Hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ về mặt thủy lợi:** 0,0% chuyên gia và 0,0% ngư dân đánh giá hiệu quả cao - ĐDCQĐ hỗ trợ điều tiết mực nước hồ Phước Hòa tốt; 71,4% chuyên gia và 36,4% ngư dân đánh giá hiệu quả trung bình - ĐDCQĐ hỗ trợ điều tiết mực nước hồ Phước Hòa một phần; 28,6% chuyên gia và 63,6% ngư dân đánh giá hiệu quả thấp - ĐDCQĐ chưa hỗ trợ điều tiết được mực nước hồ Phước Hòa. Kết quả trên cho thấy, đa số chuyên gia (71,4%) và một số ngư dân (36,4%) đánh giá ĐDCQĐ góp phần hỗ trợ điều tiết mực nước hồ Phước Hòa một phần, nhất là vào mùa mưa.

- **Về mức độ duy tu bảo dưỡng ĐDCQĐ:** 0,0% chuyên gia và 0,0% ngư dân đánh giá ĐDCQĐ được duy tu, bảo dưỡng tốt - ĐDCQĐ được duy tu bảo dưỡng định kỳ theo tháng hoặc theo năm; 33,3% chuyên gia và 45,5% ngư dân đánh giá trung bình - ĐDCQĐ được duy tu bảo dưỡng một số lần từ khi xây dựng tới nay; 66,7% chuyên gia và 54,5% ngư dân đánh giá thấp - ĐDCQĐ chưa được duy tu bảo dưỡng từ khi xây dựng tới nay. Kết quả trên cho thấy, công tác duy tu, bảo dưỡng ĐDCQĐ chưa được BQL đập Phước Hòa và các cơ quan quản lý nhà nước liên quan quan tâm, thực hiện; ĐDCQĐ không được duy tu bảo dưỡng thường xuyên (theo tháng hoặc theo năm); chỉ được duy tu, bảo dưỡng một số lần từ khi xây dựng tới nay (33,3% chuyên gia và 45,5% ngư dân); trong khi, đa số chuyên gia (66,7%) và ngư dân (54,5%) đánh giá ĐDCQĐ không được duy tu, bảo dưỡng từ khi xây dựng tới nay. Đây là một trong các nguyên nhân dẫn tới hiện trạng cơ sở hạ tầng công trình ĐDCQĐ đã xuống cấp nhưng vẫn chưa được sửa chữa, khắc phục thời gian qua.

- Về mức độ quản lý hoạt động khai thác thủy sản và bảo vệ ĐDCQĐ:

0,0% chuyên gia và 0,0% ngư dân đánh giá cao - ĐDCQĐ được bảo vệ và người dân không xâm phạm vào khu vực ĐDCQĐ để đánh bắt thủy sản; 9,5% chuyên gia và 19,2% ngư dân đánh giá trung bình - ĐDCQĐ được bảo vệ song một số ngư dân vẫn xâm phạm vào khu vực ĐDCQĐ để khai thác thủy sản; 90,5% chuyên gia và 81,8% ngư dân đánh giá thấp - ĐDCQĐ không được bảo vệ và ngư dân tự do và thường xuyên xâm phạm khu vực ĐDCQĐ để khai thác thủy sản. Kết quả trên cho thấy, công tác quản lý hoạt động khai thác thủy sản và bảo vệ ĐDCQĐ của chính quyền địa phương (UBND xã An Thái) hay Ban Quản lý đập Phước Hòa thiếu chặt chẽ, còn chồng chéo và chưa thống nhất; ĐDCQĐ không có hành lang hoặc hàng rào chắn bảo vệ, ngăn cách với khu dân cư... nên dẫn tới việc người dân có thể tự do và thường xuyên xâm phạm khu vực ĐDCQĐ để khai thác thủy sản (90,5% chuyên gia và 81,8% ngư dân).

- Về hiện trạng cơ sở hạ tầng của ĐDCQĐ: 38,1% chuyên gia và 21,2% ngư dân đánh giá cao - ĐDCQĐ được duy trì hiện trạng cơ sở hạ tầng tốt; 61,9% chuyên gia và 72,7% ngư dân đánh giá trung bình - Hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ đã xuống cấp song vẫn đảm bảo khả năng hoạt động; 0,0% chuyên gia và 6,1% ngư dân đánh giá thấp - ĐDCQĐ đã xuống cấp và không còn khả năng hoạt động. Kết quả trên cho thấy, đa số chuyên gia (61,9%) và ngư dân (72,7%) đánh giá hiện trạng cơ sở hạ tầng ĐDCQĐ đã xuống cấp song vẫn đảm bảo khả năng hoạt động. Do đó, cần có các giải pháp khắc phục các vị trí đã xuống cấp, cản trở quá trình di chuyển của các loài thủy sản di cư cũng như điều chỉnh hoạt động điều tiết lưu tốc nước qua công trình ĐDCQĐ.

- Đánh giá chung về hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa: 0,0% chuyên gia và 0,0% ngư dân đánh giá cao; 19,1% chuyên gia và 21,2% ngư dân đánh giá trung bình; 80,9% chuyên gia và 78,8% ngư dân đánh giá thấp hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa.

Mặt khác, kết quả khảo sát ý kiến chuyên gia và ngư dân về cơ chế phối hợp quản lý vận hành ĐDCQĐ giữa các cơ quan quản lý nhà nước, BQL đập Phước Hòa và cộng đồng dân cư địa phương được tổng hợp trong Bảng 3.13.

Bảng 3.13. Ý kiến chuyên gia về quản lý, vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Nội dung khảo sát	Các nội dung lựa chọn	Tỷ lệ chuyên gia (%)	Tỷ lệ ngư dân (%)
1	Cơ quan hoặc tổ chức chịu trách nhiệm quản lý hoạt động khai thác thủy sản và bảo vệ ĐDCQĐ.	BQL đập Phước Hòa	47,6	24,4
		UBND xã An Thái	38,1	63,6
		Cộng đồng dân cư địa phương	14,3	12,1
		Sở NN&PTNT Bình Dương	0,0	0,0
		Sở NN&PTNT Bình Phước	0,0	0,0
2	Cơ quan chịu trách nhiệm duy tu bảo dưỡng và vận hành ĐDCQĐ.	BQL đập Phước Hòa	85,7	93,9
		Sở NN&PTNT Bình Dương	14,3	0,0
		UBND xã An Thái	0,0	6,1
		Sở NN&PTNT Bình Phước	0,0	0,0

Bảng 3.13 cho thấy, đa số các chuyên gia đề xuất giải pháp BQL đập Phước Hòa là cơ quan chịu trách nhiệm chính trong hai vấn đề quản lý hoạt động khai thác thủy sản, bảo vệ ĐDCQĐ (47,6% chuyên gia) và duy tu, bảo dưỡng, vận hành ĐDCQĐ (85,7% chuyên gia); trong khi, một số chuyên gia (38,1%) cho rằng công tác quản lý hoạt động khai thác thủy sản và bảo vệ ĐDCQĐ thuộc trách nhiệm của UBND xã An Thái với sự tham gia của cộng đồng dân cư địa phương (14,2% chuyên gia). Tuy nhiên, đa số ngư dân đề xuất giải pháp UBND xã An Thái là cơ quan chịu trách nhiệm chính trong vấn đề quản lý hoạt động khai thác thủy sản và bảo vệ ĐDCQĐ (63,6% ngư dân) và BQL đập Phước Hòa là cơ quan chịu trách nhiệm chính trong công tác duy tu, bảo dưỡng và vận hành ĐDCQĐ (93,9% ngư dân).

3.3. Khả năng di chuyển của TCX ở các lưu tốc nước trong điều kiện thí nghiệm, với liên hệ thực tế cho ĐDCQĐ Phước Hòa

3.3.1. Khảo sát các thông số kỹ thuật thực tế ĐDCQĐ và kích cỡ TCX làm cơ sở bố trí thí nghiệm

- *Khảo sát các thông số kỹ thuật thực tế của ĐDCQĐ Phước Hòa:* Kết quả khảo sát thực địa tại công trình ĐDCQĐ Phước Hòa đại diện cho mùa mưa và mùa khô (năm 2017 và 2018) được tổng hợp qua Bảng 3.14.

Bảng 3.14. Các thông số kỹ thuật thực tế trên các khu vực ĐDCQĐ PH

TT	Thông số đo đặc trên ĐDCQĐ	ĐDCQĐ I		ĐDCQĐ II		ĐDCQĐ III		ĐDCQĐ IV		Trung bình mùa mưa	Trung bình mùa khô
		Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô		
1	Lưu tốc nước (m/s)	0,48 ± 0,03	0,22 ± 0,16	0,64 ± 0,26	0,24 ± 0,21	0,55 ± 0,05	0,27 ± 0,20	0,68 ± 0,11	0,32 ± 0,24	0,59 ± 0,09	0,26 ± 0,04
2	Độ sâu (m)	1,08 ± 0,52	0,43 ± 0,32	0,87 ± 0,55	0,29 ± 0,18	1,00 ± 0,78	0,16 ± 0,08	0,83 ± 0,68	0,16 ± 0,10	0,95 ± 0,12	0,26 ± 0,13
3	Độ dốc (%)	0,72 ± 0,07		2,73 ± 3,39		1,08 ± 0,33		1,40 ± 0,95		1,48 ± 0,88	
4	Chiều dài (m)	125		180		780		815		475	
5	Chiều rộng mặt nước (m)	5,17 ± 1,50	1,20 ± 1,82	4,10 ± 2,35	1,07 ± 1,67	3,50 ± 3,04	0,55 ± 0,65	3,20 ± 2,14	0,57 ± 0,64	3,99 ± 0,87	0,83 ± 0,36

Qua Bảng 3.14 cho ta các nhận xét sau:

- *Lưu tốc nước trung bình* vào mùa mưa ở các khu vực ĐDCQĐ dao động từ 0,48 m/s (khu vực ĐDCQĐ I) đến 0,68 m/s (ĐDCQĐ IV) và đạt lưu tốc nước

trung bình giữa các khu vực ĐDCQĐ là 0,59 m/s (lưu tốc nước cao nhất là 0,92 m/s và thấp nhất là 0,31 m/s); vào mùa khô dao động từ 0,22 m/s (ĐDCQĐ I) đến 0,32 m/s (ĐDCQĐ IV) và đạt lưu tốc nước trung bình giữa các khu vực ĐDCQĐ là 0,26 m/s (lưu tốc nước cao nhất là 0,54 m/s và thấp nhất là 0,03 m/s). Cụ thể, lưu tốc nước trung bình ở các khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV lần lượt là 0,48, 0,64, 0,55 và 0,68 m/s vào mùa mưa; 0,22, 0,24, 0,27 và 0,32 m/s vào mùa khô. Bên cạnh đó, lưu tốc nước trung bình ở khu vực ĐDCQĐ II (0,64 m/s) và ĐDCQĐ IV (0,68 m/s) thường cao hơn so với khu vực ĐDCQĐ I (0,48 m/s) và ĐDCQĐ III (0,55 m/s) vào mùa mưa; trong khi lưu tốc nước ở khu vực ĐDCQĐ III (0,27 m/s) và ĐDCQĐ IV (0,32 m/s) cao hơn so với khu vực ĐDCQĐ I (0,22 m/s) và ĐDCQĐ II (0,24 m/s) vào mùa khô.

Kết quả trên cho thấy, các thông số lưu tốc nước của ĐDCQĐ cần được quan tâm trong bố trí thí nghiệm bao gồm: Lưu tốc nước trung bình vào mùa mưa (0,59 m/s), mùa khô (0,26 m/s) và lưu tốc nước cao nhất vào mùa mưa (0,92 m/s). Mặt khác, lưu tốc nước dưới 0,6 m/s là lưu tốc nước giới hạn theo thiết kế kỹ thuật của ĐDCQĐ Phước Hòa nên cần được quan tâm, đánh giá để đưa ra các đề xuất điều chỉnh phù hợp với khả năng di chuyển ngược dòng nước của loài mục tiêu TCX. Do đó, các thử nghiệm đánh giá khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX với kênh nước hở trong điều kiện phòng thí nghiệm được thực hiện với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s.

- **Độ sâu mực nước trung bình** ở các khu vực trên ĐDCQĐ dao động trong khoảng từ 0,83 m (ĐDCQĐ IV) đến 1,08 m (ĐDCQĐ I) và đạt độ sâu mực nước trung bình giữa các khu vực ĐDCQĐ là 0,95 m (độ sâu lớn nhất là 1,90 m và nhỏ nhất là 0,33 m) vào mùa mưa; vào mùa khô dao động từ 0,16 m (ĐDCQĐ III và IV) đến 0,43 m (ĐDCQĐ I) và đạt độ sâu mực nước trung bình của các khu vực ĐDCQĐ là 0,26 m (độ sâu lớn nhất là 0,8 m và nhỏ nhất là 0,07 m). Trong đó, độ sâu mực nước trung bình ở khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV lần

lượt là 1,08, 0,87, 1,00 và 0,83 m vào mùa mưa; 0,43, 0,29, 0,16 và 0,16 m vào mùa khô. Bên cạnh đó, độ sâu mực nước trung bình ở khu vực ĐDCQĐ I (1,08 m) và ĐDCQĐ III (1,00 m) thường cao hơn so với khu vực ĐDCQĐ II (0,87 m) và ĐDCQĐ IV (0,83 m) vào mùa mưa; khu vực ĐDCQĐ I (0,43 m) và ĐDCQĐ II (0,29 m) cao hơn so với khu vực ĐDCQĐ III (0,16 m) và ĐDCQĐ IV (0,16 m) vào mùa khô. Mặt khác, trong tự nhiên, TCX có tập tính di cư ngược dòng nước lên thượng lưu vào thời điểm mực nước thấp nên độ sâu mức thức thấp nhất vào mùa mưa và trung bình vào mùa khô dao động xung quanh 0,3 m là thông số hợp lý để bố trí thí nghiệm với kênh nước hở.

- **Độ dốc trung bình** ở các khu vực trên ĐDCQĐ dao động trong khoảng từ 0,72% (ĐDCQĐ I) đến 2,73% (ĐDCQĐ II) và đạt độ dốc trung bình của các khu vực là 1,48% (độ dốc lớn nhất là 6,65% và nhỏ nhất là 0,7%). Cụ thể, độ dốc trung bình tại các khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV lần lượt là 0,72, 2,73, 1,08 và 1,40%; trong đó, độ dốc trung bình tại khu vực ĐDCQĐ II (2,73%) và ĐDCQĐ IV (1,40%) cao hơn so với khu vực ĐDCQĐ I (0,72%) và ĐDCQĐ III (1,08%). Mặt khác, độ dốc theo thiết kế dọc theo ĐDCQĐ Phước Hòa thay đổi từ 0,7 đến 1,43% nên độ dốc được lựa chọn cho thiết kế kênh nước hở trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực là 1,45%.

- **Chiều dài khoảng cách trung bình giữa các hồ nghỉ cho cá tôm hoặc giữa hồ nghỉ và cửa vào/ra ĐDCQĐ** là 475 m (xa nhất là 815 m ở khu vực ĐDCQĐ IV và ngắn nhất là 125 m ở khu vực ĐDCQĐ I). Cụ thể, chiều dài khoảng cách giữa các vị trí nghỉ tại các khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV được ghi nhận lần lượt là 125 m, 180 m, 780 m và 815 m. Do đó, nhằm đánh giá khả năng di chuyển qua các chiều dài khoảng cách ngắn nhất (125 m), trung bình (475 m) và xa nhất (815 m) giữa các vị trí nghỉ trên ĐDCQĐ, nghiên cứu đã lựa chọn các khoảng thời gian kéo dài là 5g, 10g và 15 giờ trong các thử nghiệm đánh giá khả năng chịu đựng, bám giữ vị trí của TCX ở các lưu tốc nước.

- **Chiều rộng mặt nước trung bình** trong kênh vào mùa mưa ở các khu vực trên ĐDCQĐ dao động trong khoảng từ 3,20 m (ĐDCQĐ IV) đến 5,17 m (ĐDCQĐ I) và đạt chiều rộng mặt nước trung bình của các khu vực là 3,99 m (chiều rộng mặt nước lớn nhất là 8,0 m và nhỏ nhất là 2,50 m); trong khi vào mùa khô dao động từ 0,55 m (ĐDCQĐ III) đến 1,20 m (ĐDCQĐ I) và đạt chiều rộng mặt nước trung bình của các khu vực là 0,83 m (chiều rộng mặt nước lớn nhất là 3,60 m và nhỏ nhất là 0,21 m). Trong đó, chiều rộng mặt nước trung bình tại các khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV lần lượt là 5,17 m, 4,10 m, 3,50 m và 3,20 m vào mùa mưa; 1,20 m, 1,07 m, 0,55 m và 0,57 m vào mùa khô. Kết quả trên cho thấy, chiều rộng mặt nước vào mùa khô (0,83 m), nhất là ở khu vực ĐDCQĐ III (0,55 m) và ĐDCQĐ IV (0,57 m) (chiếm hơn 2/3 tổng chiều dài của ĐDCQĐ) là chiều rộng mặt nước được lựa chọn trong thiết kế kênh nước hở (0,54 m) trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực.

Từ kết quả kết quả khảo sát thực địa trên, nghiên cứu đã đúc kết các thông số bố trí thí nghiệm và thiết kế kênh nước hở trong Bảng 3.15 như sau:

Bảng 3.15. Đúc kết và lựa chọn các thông số thử nghiệm cho kênh nước hở

TT	Thông số	Thông số kỹ thuật thực tế của công trình ĐDCQĐ Phước Hòa	Kết quả đúc kết
1	Lưu tốc nước	- Lưu tốc nước trung bình mùa mưa: 0,59 m/s. - Lưu tốc nước trung bình mùa khô: 0,26 m/s. - Lưu tốc nước thấp và cao nhất mùa mưa lần lượt là 0,31 m/s và 0,92 m/s. - Lưu tốc nước thấp và cao nhất mùa khô lần lượt là 0,03 m/s và 0,54 m/s. - Giới hạn lưu tốc nước theo thiết kế của ĐDCQĐ Phước Hòa là dưới 0,6 m/s.	Ba lưu tốc nước thử nghiệm được lựa chọn gồm: 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s.
2	Độ sâu	- Độ sâu mực nước trung bình mùa mưa, mùa khô lần lượt là 0,95 m và 0,26 m.	Độ sâu mực kênh nước hở được lựa

	mực nước	- Độ sâu mực nước thấp và cao nhất mùa mưa lần lượt là 0,33 m và 1,90 m. - Độ sâu mực nước thấp và cao nhất mùa khô lần lượt là 0,07 m và 0,8 m. - TCX thường có xu hướng di cư lên thượng lưu vào thời điểm mực nước thấp.	chọn là 0,3 m.
3	Độ dốc	- Độ dốc trung bình của ĐDCQĐ: 1,48%. - Độ dốc nhỏ nhất và lớn nhất tại một số vị trí của ĐDCQĐ lần lượt là 0,7 và 6,65%. - Độ dốc theo thiết kế của ĐDCQĐ Phước Hòa thay đổi từ 0,7 - 1,43%.	Độ dốc kênh nước hỏ được lựa chọn là 1,45%.
4	Chiều rộng	- Chiều rộng mặt nước trung bình vào mùa mưa và khô lần lượt là 0,83 m và 3,99 m. - Chiều rộng mặt nước nhỏ và lớn nhất vào mùa mưa lần lượt là 2,50 m và 8,0 m. - Chiều rộng mặt nước nhỏ và lớn nhất vào mùa khô lần lượt là 0,21 m và 3,60 m. - Chiều rộng mặt nước trung bình vào mùa khô tại khu vực ĐDCQĐ III và ĐDCQĐ IV lần lượt là 0,55 m và 0,57 m.	Chiều rộng mặt kênh nước hỏ được lựa chọn là 0,54 m.
5	Thời gian kéo dài	- Chiều dài khoảng cách trung bình giữa các hồ nghỉ trên ĐDCQĐ Phước Hòa là 475 m. - Chiều dài khoảng cách gần nhất và xa nhất giữa các hồ nghỉ trên ĐDCQĐ Phước Hòa lần lượt là 125 m và 815 m.	Ba khoảng thời gian kéo dài được lựa chọn gồm: 5g, 10g và 15 giờ.

Từ Bảng 3.15 kết hợp điều kiện thực tế khi tiến hành triển khai thực hiện thí nghiệm tại Phòng thí nghiệm thủy lực - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam cho thấy, (i) Các lưu tốc nước thử nghiệm gồm: lưu tốc nước 0,6 m/s là lưu tốc nước đại diện cho giới hạn lưu tốc nước theo thiết kế của ĐDCQĐ

Phước Hòa và lưu tốc trung bình vào mùa mưa; lưu tốc nước 0,9 m/s là lưu tốc nước đại diện cho lưu tốc nước tối đa vào mùa mưa; lưu tốc nước 0,3 m/s là lưu tốc nước đại diện cho lưu tốc nước trung bình vào mùa khô (hay lưu tốc nước tối thiểu cần được duy trì) cũng như lưu tốc đối chứng của lưu tốc nước 0,6 m/s và 0,9 m/s trong các thử nghiệm; (ii) Độ sâu mực nước thử nghiệm là 0,3 m tương ứng với mực nước thấp nhất vào mùa mưa và trung bình vào mùa khô cũng như tập tính di chuyển ngược dòng lên thượng lưu của TCX khi mực nước thấp; (iii) Độ dốc cố định trong kênh nước hở là 1,45% tương ứng với độ dốc theo thiết kế và độ dốc trung bình của ĐDCQĐ Phước Hòa; (iv) Chiều rộng kênh nước hở là 0,54 m tương ứng với chiều rộng mặt kênh ĐDCQĐ ở khu vực III và IV vào mùa khô; (v) Các khoảng thời gian kéo dài là 5g, 10g và 15 giờ tương ứng với khoảng cách chiều dài tối thiểu và tối đa TCX phải di chuyển giữa hai vị trí nghỉ cho cá tôm trên ĐDCQĐ Phước Hòa; (vi) Chiều dài khoảng cách của kênh nước hở là 18 m - căn cứ vào điều kiện thực tế tại Phòng thí nghiệm nhằm đảm bảo sự sai khác về lưu tốc nước, độ sâu mực nước giữa đầu, giữa và cuối kênh nước hở trong phạm vi cho phép để tạo ra dòng chảy gần đều không áp.

- **Khảo sát các nhóm kích cỡ TCX di cư ở khu vực đập Phước Hòa:** Kết quả khảo sát các nhóm kích cỡ chiều dài TCX khai thác các tháng trong năm tại khu vực đập Phước Hòa (các năm 2017 và 2018) được tổng hợp trong Bảng 3.16.

Bảng 3.16. Tỷ lệ nhóm kích thước TCX khai thác các tháng trong năm tại khu vực xung quanh đập Phước Hòa

Tháng	Tỷ lệ ngư dân lựa chọn khai thác các nhóm kích thước TCX các tháng trong năm (%)			
	<= 5 cm	6 - 10 cm	11 - 15 cm	> 15 cm
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-

3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	3,0	-
6	-	-	12,1	-
7	-	-	27,3	12,1
8	-	-	45,4	18,2
9	-	30,3	100	93,9
10	-	36,4	84,8	96,9
11	12,1	51,5	39,4	21,2
12	9,1	54,5	27,3	21,2

Bảng 3.16 cho thấy, TCX chủ yếu được khai thác hoặc xuất hiện trong mùa mưa từ tháng 05 đến tháng 11 hoặc 12 hằng năm, cụ thể như sau:

+ *Nhóm kích cỡ chiều dài TCX nhỏ hơn hoặc bằng 5 cm* là nhóm kích cỡ hầu như không được khai thác/xuất hiện ở khu vực chân đập Phước Hòa từ tháng 01 đến tháng 10 hằng năm; nhóm kích cỡ này chỉ được một số ít ngư dân lựa chọn xuất hiện vào cuối mùa mưa trong các tháng 11 (12,1% ngư dân lựa chọn khai thác) và tháng 12 (9,1%). Kết quả cho thấy, do khoảng cách chiều dài từ vùng cửa sông (nơi giai đoạn ấu trùng của TCX sinh trưởng và phát triển) đến chân đập Phước Hòa khá xa (khoảng 80 - 90 km) nên nhóm kích cỡ chiều dài TCX nhỏ hơn hoặc bằng 5 cm ít hoặc không xuất hiện ở khu vực đập Phước Hòa nên không thuộc nhóm kích cỡ TCX mục tiêu của ĐDCQĐ Phước Hòa.

+ *Nhóm kích cỡ chiều dài TCX từ 6 - 10 cm* được ngư dân lựa chọn khai thác chính vào thời điểm các tháng cuối mùa mưa, cụ thể: tháng 9 (30,3% ngư dân lựa chọn khai thác), 10 (36,4%), 11 (51,5%) và 12 (54,4%); trong khi các tháng từ tháng 01 đến tháng 8 không được các ngư dân lựa chọn khai thác hoặc xuất hiện ở khu vực xung quanh đập Phước Hòa. Kết quả trên cho thấy, nhóm kích cỡ TCX từ 06 cm đến 10 cm là một trong các nhóm kích cỡ TCX

mục tiêu của ĐDCQĐ, đặc biệt là từ tháng 9 đến tháng 12 hằng năm.

+ *Nhóm kích cỡ chiều dài từ 11 - 15 cm* là nhóm kích cỡ TCX có tỷ lệ ngư dân lựa chọn khai thác nhiều nhất các tháng trong mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 12), nhất là tháng 9 (100% ngư dân) và 10 (84,8%). Cụ thể, tỷ lệ ngư dân lựa chọn khai thác nhóm kích cỡ chiều dài từ 11 - 15 cm trong các tháng 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 và 12 lần lượt là 3,0, 12,1, 27,3, 45,4, 100, 84,8, 39,4 và 27,3%. Kết quả trên cho thấy, nhóm kích cỡ TCX từ 11 đến 15 cm là một trong các nhóm kích cỡ TCX mục tiêu quan trọng của ĐDCQĐ Phước Hòa, nhất là vào mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 hoặc 12 hằng năm.

+ *Nhóm kích cỡ chiều dài TCX lớn hơn 15 cm* có tỷ lệ ngư dân lựa chọn khai thác chủ yếu từ tháng 7 đến tháng 12; trong đó tập trung cao trong tháng 9 (93,9% ngư dân lựa chọn) và 10 (96,9%). Cụ thể, tỷ lệ ngư dân lựa chọn khai thác TCX nhóm kích cỡ chiều dài lớn hơn 15 cm các tháng 7, 8, 9, 10, 11 và 12 lần lượt là 12,1, 18,2, 93,9, 96,9, 21,2 và 21,2%. Kết quả trên cho thấy, nhóm kích cỡ TCX lớn hơn 15 cm là một trong các nhóm kích cỡ TCX mục tiêu của ĐDCQĐ Phước Hòa, nhất là từ tháng 7 đến tháng 12.

Từ kết quả trên, ba nhóm kích cỡ chiều dài TCX cần được quan tâm thử nghiệm bao gồm: nhóm kích cỡ TCX từ 6 - 10 cm; 11 - 15 cm; lớn hơn 15 cm. Tuy nhiên, nhóm kích cỡ chiều dài TCX lớn 10 cm là nhóm kích cỡ có thể đã bước vào giai đoạn trưởng thành sinh sản, do đó nghiên cứu đã chọn lựa hai nhóm kích thước TCX đại diện gồm: (1) Nhóm kích thước từ 7,5 - 9,5 cm (TCX cỡ I), đại diện cho nhóm kích cỡ TCX giai đoạn tôm ấu niên (juvenile) di cư lên thượng lưu sau giai đoạn ấu trùng phát triển ở vùng cửa sông; (2) Nhóm kích thước từ 13,5 - 15,5 cm (TCX cỡ II), đại diện cho nhóm kích cỡ TCX bố mẹ, di cư sinh sản từ thượng lưu xuống vùng cửa sông (nơi có môi trường nước lợ) để phóng thích ấu trùng và sau đó di cư ngược lên vùng thượng lưu để sinh trưởng và phát triển.

3.3.2. Đánh giá điều kiện thủy lực của kênh nước hở và thiết bị thủy lực

- **Đánh giá các điều kiện thủy lực của kênh nước hở:** Kết quả kiểm tra, đánh giá các yêu cầu về thiết kế và vận hành kênh nước hở (chiều dài $L_{kn} = 18$ m, chiều rộng $B_{kn} = 0,54$ m, chiều cao $H_{kn} = 1,04$ m, độ dốc $i_{kn} = 1,45\%$, hệ số nhám đáy kênh (bê-tông thô) $n_{kd} = 0,8$ mm và bờ kênh (tấm mica) $n_{kb} = 0,0015$ mm) nhằm tạo ra dòng chảy ổn định gần đều không áp được tổng hợp trong Bảng 3.17.

Bảng 3.17. Kết quả kiểm tra các thông số thiết kế, thủy lực của kênh nước hở

Lưu tốc nước (m/s)	Lưu lượng nước (m ³ /s)	Chu vi ướt lòng kênh (m)	Diện tích mặt cắt ướt (m ²)	Độ dốc (%)	Nhiệt độ nước (°C)	Số Reynolds (Re)	Số Froude (Fr)
0,3	0,05	1,15	0,16 ±	1,45 ±	25,60	487,60	0,17
	± 0,00	± 0,00	0,00	0,00	± 0,16	± 10,96	± 0,00
0,6	0,11	1,15	0,16 ±	1,45 ±	25,70	968,07	0,36
	± 0,00	± 0,00	0,00	0,00	± 0,15	± 23,37	± 0,01
0,9	0,15	1,15	0,16 ±	1,45 ±	25,70	1407,31	0,53
	± 0,00	± 0,00	0,00	0,00	± 0,15	± 30,06	± 0,01

Bảng 3.17 cho thấy, quá trình thiết kế và vận hành kênh thước hở đều thỏa mãn các yêu cầu để tạo dòng chảy ổn định gần đều không áp, cụ thể: (1) Lưu lượng nước được duy trì cố định theo thời gian: Lưu lượng nước trung bình được duy trì là $Q_{0,3m/s} = 0,05$ m³/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; $Q_{0,6m/s} = 0,11$ m³/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s; $Q_{0,9m/s} = 0,15$ m³/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s; (2) Hình dạng mặt cắt, chu vi ($P_{kn} = 1,15$ m) và diện tích mặt cắt ướt ($A_{kn} = 0,16$ m²) không đổi dọc theo dòng chảy trong kênh nên độ sâu mực nước không đổi: $h_{kn} = 0,3$ m; (3) Độ dốc đáy kênh được giữ cố định: $i_{kn} = 1,45\%$; (4) Hệ số nhám cũng không đổi (hai bờ

kênh mica với $n_{kb} = 0,0015$ mm, nền đáy kênh bê-tông với $n_{kd} = 0,8$ mm); (5) Hai bờ kênh mica nhẵn bóng nhằm đảm bảo sự phân bố lưu tốc nước trên các mặt cắt là không đổi dọc theo dòng chảy.

Bên cạnh đó, kết quả kiểm tra giới hạn trạng thái chảy thông qua chỉ số Renolds (Re) và Froude (Fr) cho thấy, dòng chảy trong kênh ở các lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s là dòng chảy ổn định gần đều không áp (chỉ số $Fr < 1$); tuy nhiên, dòng chảy ở lưu tốc nước 0,3 m/s thuộc kiểu chảy tầng ($Re < 580$), trong khi dòng chảy ở lưu tốc nước 0,6 m/s và 0,9 m/s có trạng thái chảy rối, không đồng nhất (chỉ số $Re > 580$) (Bảng 3.17). Nhiệt độ nước trong kênh dao động trong khoảng từ 25,6 °C đến 25,7 °C là phù hợp với điều kiện môi trường sống của TCX. Bên cạnh đó, thời gian thử nghiệm diễn ra vào mùa mưa (tháng 8, 9 và 10/2018) là mùa di cư của TCX ở khu vực đập Phước Hòa; địa điểm thực hiện thử nghiệm là Phòng thí nghiệm thủy lực đặt tại thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương có vị trí gần với đập nên các điều kiện môi trường xung quanh Phòng thí nghiệm gần như tương đồng với các điều kiện môi trường sống tự nhiên của TCX ở khu vực đập Phước Hòa.

Mặt khác, kết quả kiểm tra, đánh giá và phân tích thống kê, so sánh kết quả bằng phần mềm SPSS (version 25.0) đối với lưu tốc nước và độ sâu mực nước trong kênh nước hở ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s được tổng hợp trong Bảng 3.18.

Bảng 3.18. Kết quả kiểm tra lưu tốc và độ sâu mực nước ở kênh nước hở

Lưu tốc nước cài đặt trong kênh nước hở (m/s)	Lưu tốc nước đo thực tế của kênh nước (m/s)			Độ sâu mực nước đo thực tế của kênh nước (m/s)		
	Đầu kênh	Giữa kênh	Cuối kênh	Đầu kênh	Giữa kênh	Cuối kênh
0,3	Lưu tốc nước mặt	0,31 ± 0,01 ^a	0,30 ± 0,01 ^{ab}	0,29 ± 0,01 ^b	0,32	0,32
	Lưu tốc nước đáy	0,27 ± 0,01 ^a	0,26 ± 0,01 ^{ab}	0,25 ± 0,01 ^b	± 0,02 ^a	± 0,02 ^a

0,6	Lưu tốc nước mặt	$0,62 \pm 0,01^a$	$0,60 \pm 0,01^b$	$0,63 \pm 0,01^c$	0,29	0,30	0,29
	Lưu tốc nước đáy	$0,55 \pm 0,01^a$	$0,52 \pm 0,01^b$	$0,55 \pm 0,01^a$	$\pm 0,02^b$	$\pm 0,02^b$	$\pm 0,02^b$
0,9	Lưu tốc nước mặt	$0,87 \pm 0,02^a$	$0,90 \pm 0,02^b$	$0,92 \pm 0,02^c$	0,33	0,29	0,27
	Lưu tốc nước đáy	$0,79 \pm 0,02^a$	$0,82 \pm 0,02^b$	$0,83 \pm 0,02^b$	$\pm 0,02^a$	$\pm 0,02^b$	$\pm 0,03^c$

(Ghi chú: Cùng một hàng theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Bảng 3.18 cho ta các nhận xét sau:

+ Đối với lưu tốc nước ở đầu, giữa và cuối kênh (tính từ thượng lưu xuống hạ lưu kênh): Kết quả kiểm tra, đánh giá cho thấy, lưu tốc nước tại đầu, giữa và cuối kênh có sự khác biệt, cụ thể: Lưu tốc nước ở đầu, giữa và cuối kênh lần lượt là 0,31 m/s, 0,30 m/s và 0,29 m/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,62 m/s, 0,60 m/s, 0,63 m/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s; 0,87 m/s, 0,90 m/s và 0,92 m/s ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s. Trong đó, lưu tốc nước tại đầu kênh và cuối kênh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) nhưng không có sự khác biệt so với vị trí giữa kênh ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; lưu tốc nước tại đầu, giữa và cuối kênh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) trong các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s và 0,9 m/s. Tuy nhiên, lưu tốc nước ở giữa kênh luôn được đảm bảo dao động xung quanh lưu tốc cài đặt thử nghiệm (0,6 m/s và 0,9 m/s) và nằm trong phạm vi sai số cho phép (TCVN 8214: 2009 - tương ứng với độ chính xác của máy đo lưu tốc điện từ PEMS - E40 là $\pm 0,01$ m/s $\pm 1\%$ giá trị đo) nên không ảnh hưởng tới kết quả thử nghiệm. Do đó, lưu tốc của dòng chảy tại các vị trí trên kênh nước hồ cơ bản đảm bảo không có sự sai khác quá lớn, qua đó khả năng di chuyển của TCX được đánh giá tại các lưu tốc nước thử nghiệm được đảm bảo độ chính xác và độ tin cậy cao.

+ *Đối với độ sâu mực nước ở đầu, giữa và cuối kênh:* Kết quả kiểm tra, đánh giá cho thấy, độ sâu mực nước tại đầu, giữa và cuối kênh có sự khác biệt theo xu hướng ở những vị trí có mực nước thấp sẽ có lưu tốc cao và ngược lại. Cụ thể, độ sâu mực nước ở các vị trí đầu, giữa và cuối kênh nước hờ lần lượt là 0,32 m, 0,32 m và 0,33 m ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,29 m, 0,30 m và 0,29 m ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s; 0,33 m, 0,29 m và 0,27 m ở thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s. Tuy nhiên, độ sâu mực nước ở giữa kênh luôn được duy trì dao động xung quanh độ sâu mực nước 0,3 m nên không ảnh hưởng tới kết quả thử nghiệm. Đồng thời, kết quả trên cho thấy, chiều dài kênh 18 m đạt yêu cầu để tạo ra dòng chảy ổn định gần đều không áp và sự chênh lệch độ sâu mực nước giữa đầu, giữa và cuối kênh nằm trong phạm vi cho phép.

+ *Đối với lưu tốc nước mặt kênh (đầu kim đo đặt ở độ sâu có khoảng cách 0,25 m so với đáy kênh) và đáy kênh (đầu kim đo ở độ sâu có khoảng cách 0,05 m so với đáy kênh):* Bảng 3.18 cho thấy, có sự khác nhau giữa lưu tốc nước mặt kênh và đáy kênh, cụ thể: Lưu tốc nước đáy kênh thường thấp hơn lưu tốc mặt kênh là 0,04 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,08 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s; 0,09 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s. Theo đó, lưu tốc nước đáy kênh ở các vị trí đầu, giữa và cuối kênh lần lượt là 0,27 m/s, 0,26 m/s và 0,25 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,52 m/s, 0,55 m/s và 0,52 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s; 0,79 m/s, 0,82 m/s và 0,83 m/s ở các thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s. Tuy nhiên, nghiên cứu sử dụng các dữ liệu lưu tốc nước mặt kênh để tính toán nên sự khác biệt trên không ảnh hưởng tới kết quả nghiên cứu; lưu tốc nước đáy kênh chỉ có ý nghĩa đối chiếu do TCX là loài di chuyển đáy.

- *Đánh giá các điều kiện thủy lực của thiết bị thủy lực:* Kết quả đánh giá và phân tích thống kê, so sánh kết quả bằng phần mềm SPSS (version 25.0) đối với các thử nghiệm bằng thiết bị thủy lực được tổng hợp trong Bảng 3.19.

Bảng 3.19. Các thông số lưu tốc nước tăng dần đều trong thiết bị thủy lực

Số lần thử thử nghiệm (lần)	Thời gian tăng dần đều (phút)	Lưu tốc nước tăng dần đều cài đặt (m/s)	Lưu tốc nước thực tế cho TCX cỡ I (m/s)	Lưu tốc nước thực tế cho TCX cỡ II (m/s)
16	5'	0,1	$0,10 \pm 0,00^a$	$0,10 \pm 0,01^a$
16	10'	0,2	$0,20 \pm 0,00^a$	$0,20 \pm 0,00^a$
16	15'	0,3	$0,30 \pm 0,009^a$	$0,31 \pm 0,004^b$
16	20'	0,4	$0,40 \pm 0,009^a$	$0,40 \pm 0,005^a$
16	25'	0,5	$0,51 \pm 0,008^a$	$0,51 \pm 0,007^a$
16	30'	0,6	$0,59 \pm 0,006^a$	$0,60 \pm 0,006^b$
16	35'	0,7	$0,71 \pm 0,014^a$	$0,71 \pm 0,007^a$
16	40'	0,8	$0,82 \pm 0,016^a$	$0,81 \pm 0,005^b$
16	45'	0,9	$0,91 \pm 0,015^a$	$0,91 \pm 0,009^a$
16	50'	1,0	$1,03 \pm 0,020^a$	$1,04 \pm 0,028^a$
16	55'	1,1	$1,13 \pm 0,037^a$	$1,12 \pm 0,027^a$
16	60'	1,2	$1,21 \pm 0,016^a$	$1,21 \pm 0,006^a$
16	65'	1,3	$1,30 \pm 0,010^a$	$1,30 \pm 0,024^a$
16	70'	1,4	$1,41 \pm 0,009^a$	$1,41 \pm 0,007^a$
16	75'	1,5	$1,51 \pm 0,009^a$	$1,51 \pm 0,005^a$
16	80'	1,6	$1,60 \pm 0,002^a$	$1,60 \pm 0,008^a$
16	85'	1,7	-	$1,70 \pm 0,013^a$
16	90'	1,8	-	$1,80 \pm 0,011^a$

(Ghi chú: Cùng một hàng theo sau bởi các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Bảng 3.19 cho thấy, qua phân tích thống kê một yếu tố, so sánh kết quả bằng phần mềm SPSS, đa số các mức tăng lưu tốc nước trong các thử nghiệm với từng kích cỡ TCX, so sánh giữa hai nhóm kích cỡ TCX cỡ I và cỡ II không

có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), nhưng ba mức tăng lưu tốc nước (0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh kết quả thử nghiệm giữa hai nhóm kích cỡ chiều dài TCX. Tuy nhiên, giới hạn sai số đối với các mức lưu tốc nước tăng dần đều thêm 0,1 m/s sau 05 phút trong tổng số 16 lần thử nghiệm với từng kích cỡ chiều dài TCX (TCX cỡ I và cỡ II) nhìn chung nằm trong phạm vi sai số cho phép (TCVN 8214: 2009); trong đó, một số mức tăng lưu tốc nước vượt quá không lớn so với giới hạn cho phép (như lưu tốc nước 1,0 m/s cho TCX cỡ I và TCX cỡ II; 1,1 m/s cho TCX cỡ I). Do đó, đánh giá chung kết quả thử nghiệm khả năng bám giữ vị trí tối đa cho TCX cỡ I và cỡ II được đảm bảo yêu cầu thử nghiệm với các bước tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút.

- Đánh giá một số chỉ số chất lượng nguồn nước cung cấp cho thí nghiệm và nuôi dưỡng TCX: Kết quả kiểm tra nhanh một số chỉ số chất lượng nước từ bể nước ngầm của Phòng thí nghiệm thủy lực (thành phố Thuận An, tỉnh Bình Dương) so sánh với một số chỉ số chất lượng nước sông Bé (khu vực phía dưới hồ Phước Hòa), trại tôm cung cấp nguồn TCX bố trí thí nghiệm và thích hợp cho TCX được trình bày trong Bảng 3.20.

Bảng 3.20. Kết quả đo đạc, so sánh một số chỉ số chất lượng nước tại Phòng thí nghiệm với trại tôm và khu vực đập Phước Hòa

TT	Thông số chất lượng nước	Chỉ số chất lượng nước			
		Phòng thí nghiệm	Sông Bé phía dưới hồ Phước Hòa (tháng 9/2018) *	Trại nuôi TCX (tháng 8, 9/2018)	Thích hợp cho TCX **
1	Độ mặn (‰)	0,0	0,0	$5 \pm 0,1$	0,0 - 16,0
2	Nhiệt độ (°C)	$25,5 \pm 0,2$	$26,0 \pm 0,3$	$26,0 \pm 0,2$	24,0 - 30,0
3	pH	$6,8 \pm 0,1$	$6,8 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,1$	6,5 - 8,5

4	DO (mg/l)	6,3 ± 0,2	4,7 ± 0,4	5,0 ± 0,2	≥ 4,0
5	Độ trong (cm)	30,0 ± 0,2	-	39 ± 0,2	30,0 - 40,0
6	Độ cứng (mg/L CaCO ₃)	110 ± 0,1	-	140 ± 0,1	100 - 250

(Nguồn: *: Trung tâm QT-KTTNMT Bình Dương, 2018 [19]; **: Nguyễn Việt Thắng, 1995 [13])

Bảng 3.20 cho thấy: (i) Điều kiện môi trường nước ở khu vực đập Phước Hòa khá tương đồng với một số chỉ số chất lượng nước của nguồn nước cung cấp cho thí nghiệm khả năng di chuyển của TCX ở kênh nước hở và thiết bị thủy lực; (ii) Nguồn nước nuôi dưỡng tôm ở phòng thí nghiệm phù hợp với môi trường sống thích hợp của TCX và tương đồng với nguồn nước trại tôm cung cấp nguồn TCX bố trí thí nghiệm.

3.3.3. Tỷ lệ và tốc độ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m

- **Tỷ lệ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m:** Kết quả quan trắc tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút ở các lưu tốc nước được tổng hợp trong Bảng 3.21.

Từ Bảng 3.21 cho thấy: Tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m sau 30 phút thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s đạt tỷ lệ cao trên 90,0% đối với TCX cỡ II và 75,0% đối với TCX cỡ I; trong khi, tôm không di chuyển thành công ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Cụ thể, tỷ lệ TCX di chuyển thành công qua kênh dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu mực nước 0,3 m, độ dốc 1,45%, hệ số nhám nền đáy kênh 0,8 mm trong 10p, 20p và 30 phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 13,3, 68,3 và 94,2% cho TCX cỡ I; 21,7, 76,0 và 98,3% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 2,5, 50,8 và 79,7% cho

TCX cỡ I; 9,2, 61,7 và 90,8% cho TCX cỡ II; ở lưu tốc nước 0,9 m/s, lần lượt là 0,0, 0,0 và 0,0% cho TCX cỡ I; 0,0, 0,0 và 0,0% cho TCX cỡ II.

Bảng 3.21. Tỷ lệ TCX di chuyển thành công qua kênh ở các lưu tốc nước

Cỡ tôm	Lưu tốc nước (m/s)	Số lần thử thử nghiệm (lần)	Số lượng TCX thử thử nghiệm (con)	Tỷ lệ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m trong 10, 20 và 30 phút (%)		
				10 phút	20 phút	30 phút
TCX cỡ I	0,3	6	120	13,3 ± 8,8	68,3 ± 6,8	94,2 ± 4,9
	0,6	6	120	2,5 ± 2,7	50,8 ± 7,4	79,2 ± 7,4
	0,9	6	120	0,0	0,0	0,0
TCX cỡ II	0,3	6	120	21,7 ± 6,8	76,0 ± 5,8	98,3 ± 2,6
	0,6	6	120	9,2 ± 4,9	61,7 ± 9,3	90,8 ± 2,0
	0,9	6	120	0,0	0,0	0,0

Trong đó: (i) Ở mốc thời gian tối thiểu (10 phút) để TCX di chuyển qua toàn bộ chiều dài kênh 18 m, một số TCX cỡ I và cỡ II đã di chuyển thành công qua kênh dài 18 m, cụ thể là 13,3% TCX cỡ I và 21,7% TCX cỡ II ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 2,5% TCX cỡ I và 9,7% TCX cỡ II ở lưu tốc nước 0,6 m/s; (ii) Đến 20 phút, tỷ lệ tôm di chuyển thành công bắt đầu đạt trên 65,0% cho TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước 0,3 m/s (68,3% TCX cỡ I và 76,0% TCX cỡ II) và trên 50,0% cho TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước 0,6 m/s (50,8% TCX cỡ I và 61,7 TCX cỡ II); (iii) Ở mốc thời gian 30 phút, tỷ lệ TCX di chuyển thành công đều đạt trên 90,0% cho TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước 0,3 m/s (94,2% TCX cỡ I và 98,3% TCX cỡ II) và trên 75,0% cho TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước 0,6 m/s (79,2% TCX cỡ I và 90,8% TCX cỡ II).

Kết quả trên cho thấy, TCX cỡ I và cỡ II đều di chuyển thuận lợi ở lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s; di chuyển khó khăn ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Đáng chú ý ở lưu tốc nước 0,9 m/s, mặc dù tôm không di chuyển qua toàn bộ

chiều dài kênh 18 m trong 30 phút thử nghiệm song một số TCX cỡ II (9,2%) vẫn có thể di chuyển qua khoảng cách chiều dài 6 m (1/3 tổng chiều dài kênh; xa nhất đối với TCX cỡ I và II lần lượt là 3,85 m và 8,21 m). Mặt khác, kết quả quan trắc, phân tích, đánh giá quá trình di chuyển ngược dòng nước của TCX cho thấy, khi nâng lưu tốc nước từ 0,2 m/s (mức làm quen với môi trường nước của tôm) lên mức 0,9 m/s, đa số tôm đã chuyển từ trạng thái di chuyển sang trạng thái bám giữ vị trí vào nền đáy kênh hoặc bị nước cuốn về lưới chắn cuối kênh (56,7% TCX cỡ I - *Phụ lục 5* và 43,3% TCX cỡ II - *Phụ lục 6*); đối với những tôm vẫn bám giữ được vị trí trên kênh, sau một thời gian nhất định (thường 5 - 10 phút) tôm mới bắt đầu quá trình di chuyển ngược dòng lên thượng lưu. Điều này cho thấy, có thể đã xảy ra hiện tượng sốc phản vệ đối với TCX tham gia thử nghiệm ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Do đó, các nghiên cứu thử nghiệm với thiết bị thủy lực theo phương pháp tăng dần đều lưu tốc nước sau một thời gian nhất định của Brett (1964) có thể làm giảm yếu tố tôm bị sốc phản vệ ở các lưu tốc nước cao, đồng thời đánh giá giới hạn lưu tốc nước tối đa TCX có thể bám giữ vị trí để đưa ra các đề xuất, kiến nghị tốt hơn cho thiết kế ĐDCQĐ phù hợp với TCX cỡ I và cỡ II.

Mặt khác, kết quả kiểm tra, đánh giá tỷ lệ sống sót và mức độ toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm trong 30 phút được tổng hợp trong Bảng 3.22.

Bảng 3.22. Tỷ lệ sống sót và mức độ toàn vẹn của TCX sau thử nghiệm trong 30 phút ở các lưu tốc nước

TT	Nội dung đánh giá sau thử nghiệm ở các lưu tốc nước	TCX cỡ I			TCX cỡ II		
		0,3 m/s	0,6 m/s	0,9 m/s	0,3 m/s	0,6 m/s	0,9 m/s
1	Tỷ lệ sống sót của tôm (%)	99,2	97,5	90,8	100	99,2	95,8
2	Tỷ lệ tôm toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương (%)	97,5	93,3	79,2	98,4	95,9	88,3

3	Tỷ lệ tôm bị mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể (%)	1,7	4,2	15,0	0,8	3,3	9,2
4	Tỷ lệ tôm bị mất hai càng hoặc bị trầy xước hơn một vị trí trên cơ thể (%)	0,8	2,5	5,8	0,8	0,8	2,5

Bảng 3.22 cho ta những nhận xét sau: Tỷ lệ TCX sống sót sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s đều đạt tỷ lệ cao lần lượt là 99,2, 97,5 và 90,8% cho TCX cỡ I; 100, 99,2 và 95,8% cho TCX cỡ II song có sự khác biệt lớn về mức độ toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm ở các lưu tốc nước, nhất là ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Cụ thể, (i) tỷ lệ tôm toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 97,5, 93,3 và 79,2% cho TCX cỡ I; 98,4, 95,9 và 88,3% cho TCX cỡ II; (ii) Tỷ lệ tôm bị tổn thương mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể tôm sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 1,7, 4,2 và 15,0% cho TCX cỡ I; 0,8, 3,2 và 9,2% cho TCX cỡ II; (iii) Tỷ lệ tôm bị tổn thương mất hai càng hoặc bị trầy xước nhiều hơn một vị trí trên cơ thể sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 0,8, 2,5 và 5,8% cho TCX cỡ I; 0,8, 0,8 và 2,5% cho TCX cỡ II. Kết quả trên cho thấy, thời gian tối thiểu và tối đa để TCX cỡ I và cỡ II di chuyển thành công qua toàn bộ chiều dài kênh lần lượt là 10p và 30 phút là hợp lý, đảm bảo tôm khỏe mạnh để di chuyển ngược dòng nước trong kênh nước hở với tỷ lệ sống sót cao và ít bị tổn thương sau thử nghiệm.

Bên cạnh đó, kết quả phân tích phương sai 1 yếu tố và 2 yếu tố nhằm đánh giá tác động của lưu tốc nước, kích cỡ TCX, thời gian thí nghiệm đến tỷ lệ tôm di chuyển thành công qua kênh dài 18 m được trình bày trong Bảng 3.23.

Bảng 3.23 cho ta các nhận xét sau:

+ Kích cỡ TCX cỡ I và cỡ II có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m. Theo đó, tỷ lệ TCX di

chuyển thành công có mối liên hệ thuận với kích cỡ TCX - tương ứng kích cỡ TCX càng tăng tỷ lệ TCX di chuyển thành công càng tăng và ngược lại. Kết quả trên cho thấy, khả năng di chuyển ngược dòng ở các lưu tốc nước của TCX cỡ I là thấp hơn so với TCX cỡ II. Do đó, chế độ vận hành lưu tốc nước ĐDCQĐ Phước Hòa cần được điều tiết cho phù hợp với từng nhóm kích cỡ hay giai đoạn vòng đời của TCX, nhất là nhóm kích cỡ tôm ấu niên (dưới 10 cm) di cư lên thượng lưu sau giai đoạn phát triển ấu trùng ở vùng cửa sông.

Bảng 3.23. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX, lưu tốc nước và thời gian thí nghiệm đến tỷ lệ di chuyển của TCX qua kênh dài 18 m

TT	Đối tượng kiểm định	Sig.	Kết luận
1	Kích cỡ TCX	0.00	Có ảnh hưởng
2	Lưu tốc nước	0.00	Có ảnh hưởng
3	Thời gian thí nghiệm	0.00	Có ảnh hưởng
4	Kích cỡ TCX x lưu tốc nước	0.002	Có ảnh hưởng
5	Kích cỡ TCX x thời gian thí nghiệm	0.897	Không ảnh hưởng
6	Lưu tốc nước x thời gian thí nghiệm	0.00	Có ảnh hưởng
7	Lưu tốc nước x kích cỡ x thời gian thí nghiệm	0.650	Không ảnh hưởng

+ Lưu tốc nước có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m. Theo đó, tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II di chuyển thành công có mối liên hệ nghịch với lưu tốc nước - tương ứng lưu tốc nước càng tăng tỷ lệ TCX di chuyển thành công càng giảm và ngược lại. Kết quả trên cho thấy, lưu tốc nước càng tăng, khả năng di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m càng giảm nên chế độ vận hành lưu tốc nước của ĐDCQĐ cần được điều tiết dưới mức giới hạn lưu tốc nước TCX cỡ I và cỡ II di chuyển khó khăn (0,9 m/s).

+ Thời gian thử nghiệm có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m. Theo đó, tỷ lệ TCX di chuyển thành

công có mối liên hệ thuận với thời gian thử nghiệm - tương ứng thời gian thử nghiệm càng tăng thì tỷ lệ tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m càng tăng và ngược lại. Tuy nhiên, kết quả trên chỉ đúng trong một thời gian nhất định và với khoảng cách chiều dài kênh 18 m do thời gian càng kéo dài cũng như khoảng cách càng xa thì sức chịu đựng của TCX càng giảm, từ đó sẽ ảnh hưởng tới khả năng di chuyển của tôm ở các lưu tốc nước.

+ Sự tương tác giữa kích cỡ TCX và lưu tốc nước; giữa lưu tốc nước và thời gian thử nghiệm có ảnh hưởng đến tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m. Theo đó, tỷ lệ TCX di chuyển thành công có mối liên hệ thuận với sự tương tác giữa kích cỡ TCX và lưu tốc nước; giữa lưu tốc nước và thời gian thử nghiệm - tương ứng kích cỡ TCX (TCX cỡ I và cỡ II) và lưu tốc nước (0,3 và 0,6 m/s) càng tăng tỷ lệ di chuyển thành công càng tăng; lưu tốc nước và thời gian (10, 20 và 30 phút) càng tăng tỷ lệ tôm di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m càng cao.

+ Sự tương tác giữa kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm; giữa lưu tốc nước, kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm không có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m. Theo đó, tỷ lệ TCX di chuyển thành công không có sự thay đổi khi có sự tương tác giữa kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm; giữa lưu tốc nước, kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm.

- ***Tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước:*** Kết quả quan trắc tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m ở các lưu tốc nước được tổng hợp trong Bảng 3.24.

Bảng 3.24 cho thấy, tốc độ di chuyển của TCX cỡ I và cỡ II lần lượt là 1,15 m/phút và 1,18 m/phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,92 m/phút và 0,96 m/phút ở lưu tốc nước 0,6 m/s. Đối với lưu tốc nước 0,9 m/s, do TCX cỡ I và cỡ II không di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút thử nghiệm và có xu hướng bám giữ vị trí, ít di chuyển nên nghiên

cứu không tính tốc độ di chuyển cho TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước này. Kết quả trên cho thấy, thời gian để TCX cỡ I và cỡ II di chuyển qua toàn bộ chiều dài kênh nước hờ dài 18 m lần lượt là 15,7 phút và 15,2 phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 19,6 phút và 18,7 phút ở lưu tốc nước 0,6 m/s. Tuy nhiên, tốc độ TCX di chuyển trên chỉ được đo đạc, tính toán trong 30 phút thử nghiệm đối với những tôm di chuyển thành công qua kênh dài 18 m. Do đó, đối với quãng đường TCX có thể di chuyển xa hơn, nghiên cứu đã tiến hành tiếp nghiên cứu thử nghiệm về khả năng chịu đựng hay bám giữ vị trí của TCX trong các khoảng thời gian kéo dài hơn là 5 giờ, 10 giờ và 15 giờ.

Bảng 3.24. Tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước qua kênh dài 18 m

Cỡ tôm	Lưu tốc nước (m/s)	Tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút thử nghiệm (m/phút)
TCX cỡ I	0,3	1,15 ± 0,07
	0,6	0,92 ± 0,06
	0,9	-
TCX cỡ II	0,3	1,18 ± 0,08
	0,6	0,96 ± 0,09
	0,9	-

Mặt khác, kết quả phân tích phương sai 1 yếu tố và 2 yếu tố nhằm đánh giá sự tương tác của các yếu tố kích cỡ TCX và lưu tốc nước đến tốc độ TCX di chuyển qua kênh dài 18 m được tổng hợp trong Bảng 3.25.

Bảng 3.25. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX và lưu tốc nước đến tốc độ di chuyển của TCX qua kênh dài 18 m

TT	Đối tượng kiểm định	Sig.	Kết luận
1	Kích cỡ TCX	0.294	Không ảnh hưởng
2	Lưu tốc nước	0.000	Có ảnh hưởng
3	Kích cỡ TCX x lưu tốc nước	0.725	Không ảnh hưởng

Bảng 3.25 cho ta các nhận xét sau:

+ Lưu tốc nước có ảnh hưởng tới tốc độ TCX di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút thử nghiệm. Theo đó, tốc độ TCX di chuyển tỷ lệ nghịch với lưu tốc nước - tương ứng với lưu tốc nước càng tăng tốc độ tôm di chuyển ngược dòng nước qua kênh dài 18 càng giảm và ngược lại. Đồng thời, khi tăng lưu tốc nước đến một giới hạn nhất định (0,9 m/s), TCX sẽ chuyển từ trạng thái di chuyển sang trạng thái bám giữ vị trí và bật phóng để di chuyển. Khi đó, tốc độ tôm bật phóng nhanh hơn song không thường xuyên và liên tục so với khi tôm di chuyển bơi hoặc bò.

+ Kích cỡ TCX; sự tương tác giữa kích cỡ TCX và lưu tốc nước không ảnh hưởng tới tốc độ tôm di chuyển qua kênh dài 18 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s trong 30 phút thử nghiệm. Theo đó, tốc độ tôm di chuyển ngược dòng nước qua kênh dài 18 m không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa hai kích cỡ TCX; khi có sự tương tác giữa kích cỡ TCX với lưu tốc nước. Điều này, có thể xuất phát từ việc tốc độ tôm di chuyển không được ghi nhận đối với những tôm không di chuyển thành công qua kênh dài 18 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s cũng như không được ghi nhận cho các tôm tham gia thử nghiệm ở lưu tốc nước 0,9 m/s (lưu tốc nước càng lớn thì khả năng di chuyển của tôm càng giảm). Đồng thời, kết quả trên cũng cho thấy lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s đều là hai lưu tốc nước thuận lợi cho hai kích cỡ chiều dài TCX cỡ I và cỡ II di chuyển ngược dòng nước trong kênh nước dài 18 m, rộng 0,54 m, độ dốc 1,45% và hệ số nhám nền đáy kênh bê-tông 0,8 mm.

3.3.4. Tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh nước hờ ở các lưu tốc nước

Kết quả quan trắc tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ (từ mét thứ 9 đến mét thứ 18 tính từ hạ lưu lên thượng lưu kênh) trong các khoảng thời gian kéo dài 5 giờ, 10 giờ và 15 giờ ở các lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s được tổng hợp trong Bảng 3.26.

Bảng 3.26. Tỷ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh ở các lưu tốc nước

Cỡ tôm	Lưu tốc nước (m/s)	Số lần thử nghiệm (lần)	Số lượng TCX thử nghiệm (con)	Tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh trong 5, 10 và 15 giờ (%)		
				5 giờ	10 giờ	15 giờ
TCX cỡ I	0,3	6	120	88,3 ± 7,5	69,2 ± 7,4	30,8 ± 7,4
	0,6	6	120	70,8 ± 8,6	36,7 ± 8,8	0
	0,9	6	120	0	0	0
TCX cỡ II	0,3	6	120	91,7 ± 6,1	83,3 ± 6,8	47,5 ± 6,1
	0,6	6	120	82,5 ± 8,2	48,3 ± 8,2	12,5 ± 7,6
	0,9	6	120	0	0	0

Từ Bảng 3.26 cho ta các nhận xét sau:

- Ở lưu tốc nước 0,3 m/s, TCX cỡ I và cỡ II đều có thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh đủ thời gian 5g, 10g và 15 giờ. Qua đó cho thấy, đây là lưu tốc nước thuận lợi nhất trong 03 lưu tốc nước thử nghiệm (0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s) cho TCX cỡ I và cỡ II di chuyển và bám giữ vị trí trên kênh nước hở dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu mực nước 0,3 m, độ dốc 1,45% và hệ số nhám nền đáy kênh (bê-tông thô) 0,8 mm. Theo đó, trong 5 giờ và 10 giờ đầu thử nghiệm, tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II duy trì vị trí phía thượng lưu kênh đều đạt tỷ lệ cao trên 65%; khi kéo dài thời gian đến 15 giờ, tỷ lệ duy trì vị trí đã giảm xuống mức 30,8% cho TCX cỡ I và 47,5% cho TCX cỡ II. Cụ thể, tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở trong 5g, 10g và 15 giờ ở lưu tốc nước 0,3 m/s lần lượt là 88,3, 69,2 và 30,8% cho TCX cỡ I; 91,7, 83,3 và 47,5% cho TCX cỡ II. Kết quả trên cho thấy, thời gian chịu đựng tối đa của TCX cỡ I và cỡ II ở lưu tốc nước 0,3 m/s là lớn nhất trong ba lưu tốc nước thử nghiệm nên khoảng cách chiều dài giữa các hồ hay thăm nghi trên ĐDCQĐ cho TCX di cư ngược dòng nước lên thượng lưu là dài hơn so với lưu tốc nước 0,6 m/s và 0,9 m/s.

- Ở lưu tốc nước 0,6 m/s, khả năng bám giữ vị trí phía thượng lưu kênh nước hỏ của TCX cỡ I và cỡ II đã có sự khác biệt lớn hơn so với lưu tốc nước 0,3 m/s (trong đó, TCX cỡ II có thể duy trì vị trí đủ thời gian 5g, 10g và 15 giờ; trong khi TCX cỡ I là 5 giờ và 10 giờ). Cụ thể, 5 giờ đầu thử nghiệm, TCX cỡ I và cỡ II đều duy trì vị trí đạt tỷ lệ trên 70%; khi kéo dài thời gian tới 10 giờ, tỷ lệ trên đã suy giảm dưới 40% cho TCX cỡ I và dưới 50% cho TCX cỡ II; và khi kéo dài thời gian tới 15 giờ, toàn bộ TCX cỡ I đã bị nước cuốn về cuối hạ lưu kênh trong khi một số TCX cỡ II (12,5%) vẫn duy trì được vị trí phí thượng lưu kênh. Cụ thể, tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hỏ trong 5, 10 và 15 giờ ở lưu tốc nước 0,6 m/s lần lượt là 70,8, 36,7 và 0,0% cho TCX cỡ I; 82,5, 48,3 và 12,5% cho TCX cỡ II.

- Ở lưu tốc nước 0,9 m/s, TCX cỡ I và cỡ II đều không thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hỏ đủ thời gian 5g, 10g và 15 giờ. Qua đó cho thấy, đây là lưu tốc nước TCX di chuyển và bám giữ vị trí khó khăn nhất trong số ba lưu tốc nước thử nghiệm. Cụ thể, tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hỏ trong 5g, 10g và 15 giờ lần lượt là 0,0, 0,0 và 0,0% cho TCX cỡ I và cỡ II. Mặt khác, kết quả quan trắc cho thấy 5,0% TCX cỡ II có thể di chuyển qua toàn bộ chiều dài kênh 18,0 m và 1,7% TCX cỡ I có thể di chuyển lớn hơn 9,0 m (giữa kênh) song không thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hỏ trong các khoảng thời gian kéo dài 5g, 10g và 15 giờ nên tỷ lệ tôm duy trì phía thượng lưu kênh nước hỏ không được ghi nhận đối với cả hai kích cỡ TCX cỡ I và cỡ II.

Mặt khác, kết quả đánh giá tỷ lệ sống sót và toàn vẹn của TCX sau 15 giờ thử nghiệm với kênh nước hỏ ở các lưu tốc nước được tổng hợp trong Bảng 3.27.

Từ Bảng 3.27 cho thấy, tỷ lệ sống sót của TCX cỡ I và cỡ II giảm mạnh khi kéo dài thời gian thử nghiệm 15 giờ, nhất là khi lưu tốc nước càng tăng (0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s) tỷ lệ sống sót của tôm càng giảm; TCX cỡ I có tỷ lệ sống sót sau thử nghiệm thấp hơn so với TCX cỡ II. Cụ thể, tỷ lệ sống

sốt sau 15 giờ thử nghiệm của TCX cỡ I và cỡ II lần lượt là 75,8 và 88,3% ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 52,5 và 71,2% ở lưu tốc nước 0,6 m/s; 18,3 và 31,2% ở lưu tốc nước 0,9 m/s. Kết quả trên cho thấy, sức chịu đựng của tôm càng giảm khi thời gian kéo dài và lưu tốc nước tăng; TCX cỡ II có sức chịu đựng cao hơn so với TCX cỡ I. Bên cạnh đó, lưu tốc nước càng tăng thì tỷ lệ TCX bị tổn thương sau thử nghiệm càng lớn; đồng thời, TCX cỡ I bị tổn thương nhiều hơn so với TCX cỡ II, cụ thể: (i) tỷ lệ tôm toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 55,0, 36,7 và 8,3% cho TCX cỡ I; 73,3%, 50,8 và 20,8% cho TCX cỡ II; (ii) tỷ lệ tôm bị tổn thương mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 33,3, 35,8 và 51,7% cho TCX cỡ I; 19,2, 32,5 và 42,5% cho TCX cỡ II; (iii) tỷ lệ tôm bị tổn thương mất hai càng hoặc bị trầy xước nhiều hơn một vị trí trên cơ thể sau thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s, 0,6 m/s và 0,9 m/s lần lượt là 11,7, 27,5 và 40,0% cho TCX cỡ I; 7,5, 16,7 và 36,7% cho TCX cỡ II.

Bảng 3.27. Tỷ lệ sống sót và toàn vẹn của TCX sau thử nghiệm 15 giờ với kênh nước hở ở các lưu tốc nước

TT	Nội dung đánh giá sau thử nghiệm 15 giờ ở các lưu tốc nước	TCX cỡ I			TCX cỡ II		
		0,3 m/s	0,6 m/s	0,9 m/s	0,3 m/s	0,6 m/s	0,9 m/s
1	Tỷ lệ sống sót của tôm (%)	75,8	52,5	18,3	88,3	71,2	31,2
2	Tỷ lệ tôm toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương (%)	55,0	36,7	8,3	73,3	50,8	20,8
3	Tỷ lệ tôm bị mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể (%)	33,3	35,8	51,7	19,2	32,5	42,5
4	Tỷ lệ tôm bị mất hai càng, bị trầy xước hơn một vị trí trên cơ thể (%)	11,7	27,5	40,0	7,5	16,7	36,7

Kết quả phân tích phương sai 1 yếu tố và 2 yếu tố nhằm đánh giá sự tương tác giữa các yếu tố kích cỡ TCX, lưu tốc nước và thời gian thí nghiệm đến tỷ lệ bám duy trì vị trí phía thượng lưu kênh được trình bày trong Bảng 3.28.

Bảng 3.28. Sự tương tác của các nhân tố kích cỡ TCX, lưu tốc nước và thời gian thí nghiệm đến tỉ lệ TCX duy trì phía thượng lưu kênh nước hờ

TT	Đối tượng kiểm định	Sig.	Kết luận
1	Kích cỡ TCX	0.00	Có ảnh hưởng
2	Lưu tốc nước	0.00	Có ảnh hưởng
3	Thời gian thí nghiệm	0.00	Có ảnh hưởng
4	Kích cỡ TCX x lưu tốc nước	0.28	Không ảnh hưởng
5	Kích cỡ TCX x thời gian thí nghiệm	0.007	Có ảnh hưởng
6	Lưu tốc nước x thời gian thí nghiệm	0.00	Có ảnh hưởng
7	Lưu tốc nước x kích cỡ TCX x thời gian thí nghiệm	0.134	Không ảnh hưởng

Bảng 3.28 cho ta các nhận xét sau:

- Kích cỡ TCX có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ trong các khoảng thời gian kéo dài 5g, 10g và 15 giờ. Theo đó, tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ có mối liên hệ thuận với kích cỡ TCX - tương ứng kích cỡ TCX càng tăng tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ trong 5g, 10g và 15 giờ càng tăng và ngược lại. Kết quả trên cho thấy, thời gian càng kéo dài, khả năng di chuyển hay bám giữ vị trí của TCX cỡ II càng có sự khác biệt lớn hơn so với TCX cỡ I.

- Lưu tốc nước có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh trong các khoảng thời gian kéo dài 5g, 10g và 15 giờ. Theo đó, tỷ lệ TCX duy trì vị trí có mối liên hệ nghịch với lưu tốc nước - tương ứng với lưu tốc nước càng tăng tỷ lệ duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ càng giảm và ngược lại. Kết quả trên cho thấy, lưu tốc nước là yếu tố ảnh hưởng chính tới khả năng di chuyển ngược dòng nước và bám giữ vị trí của TCX. Do đó, chế

độ vận hành lưu tốc ĐDCQĐ phù hợp với khả năng di chuyển của đối tượng mục tiêu TCX là yếu tố quyết định tới hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ.

- Thời gian thử nghiệm (5g, 10g và 15 giờ) có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở. Theo đó, tỷ lệ TCX duy trì vị trí có mối liên hệ nghịch với thời gian thử nghiệm - tương ứng thời gian thử nghiệm càng kéo dài tỷ lệ duy trì vị trí phía thượng lưu kênh của TCX càng giảm. Kết quả trên cho thấy, sức chịu đựng của TCX càng giảm khi thời gian càng kéo dài nên việc bố trí khoảng cách chiều dài giữa các hồ nghỉ cho tôm đóng vai trò quan trọng, quyết định tới hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ.

- Sự tương tác giữa kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm; giữa lưu tốc nước và thời gian thử nghiệm có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở. Theo đó, thời gian càng kéo dài thì khả năng bám giữ vị trí của TCX cỡ II càng được thể hiện vượt trội hơn so với TCX cỡ I; thời gian càng kéo dài thì khả năng bám giữ vị trí của TCX ở lưu tốc nước 0,6 m/s càng bị suy giảm mạnh so với lưu tốc nước 0,3 m/s.

- Sự tương tác giữa kích cỡ TCX và lưu tốc nước; giữa lưu tốc nước, kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm không có ảnh hưởng tới tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở. Theo đó, tỷ lệ TCX duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở không có sự sai khác khi có sự tương tác giữa kích cỡ TCX và lưu tốc nước; giữa lưu tốc nước, kích cỡ TCX và thời gian thử nghiệm. Điều này có thể xuất phát từ việc tỷ lệ tôm duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hở không được ghi nhận đối với thử nghiệm ở lưu tốc nước 0,9 m/s; đồng thời cũng cho thấy, lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s đều là hai lưu tốc thuận lợi cho TCX cỡ I và cỡ II di chuyển và bám giữ vị trí.

3.3.5. Khả năng di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước

Kết quả quan trắc quá trình di chuyển của TCX, nghiên cứu đã đúc kết thành 05 cấp độ di chuyển ngược dòng nước (*từ thuận lợi đến khó khăn*) của

TCX cỡ I và cỡ II trong kênh nước hờ, bao gồm: bơi tiến, bò tiến, bò lùi, đứng yên và bật phóng giật lùi ngược dòng nước, được tổng hợp trong Bảng 3.29.

Bảng 3.29. Khả năng di chuyển ngược dòng của TCX ở các lưu tốc nước

Khả năng di chuyển	Hành lang di chuyển	Mức độ di chuyển của tôm ở các lưu tốc nước					
		0,3 m/s		0,6 m/s		0,9 m/s	
		Cỡ I	Cỡ II	Cỡ I	Cỡ II	Cỡ I	Cỡ II
Bơi tiến	Gần giữa kênh	-	+	-	-	-	-
	Dọc bờ kênh	+++	+++	-	-	-	-
Bò tiến	Gần giữa kênh	-	+	-	-	-	-
	Dọc bờ kênh	+++	+++	-	+	-	-
Bò lùi	Gần giữa kênh	+	+	-	-	-	-
	Dọc bờ kênh	+	+	+++	+++	+	++
Đứng yên	Gần giữa kênh	-	-	-	-	-	-
	Dọc bờ kênh	+	+	++	+	+++	+++
Bật phóng giật lùi	Gần giữa kênh	-	-	+	+	+	++
	Dọc bờ kênh	-	-	-	-	-	-

(Ghi chú: +++: tần suất sử dụng khả năng di chuyển lớn; ++: tần suất sử dụng khả năng di chuyển trung bình; +: tần suất sử dụng khả năng di chuyển ít; -: khả năng di chuyển không được sử dụng).

Từ Bảng 3.29 cho ta các nhận xét sau:

- **Ở lưu tốc nước 0,3 m/s:** Tôm chủ yếu sử dụng khả năng bơi tiến và bò tiến để di chuyển ngược dòng nước với hành lang di chuyển thiên về dọc theo hai bờ kênh, trong đó vẫn có một số tôm di chuyển giữa dòng nước; tôm ít sử dụng khả năng bò lùi và đứng yên; không sử dụng khả năng bật phóng giật lùi để di chuyển ngược dòng nước (Bảng 3.29 và Hình 3.12). Bên cạnh đó, kết quả quan trắc cho thấy, TCX cỡ I và cỡ II có xu hướng di chuyển liên tục và di chuyển ngay khi bắt đầu thí nghiệm ở lưu tốc nước 0,3 m/s. Điều này cho

thấy, lưu tốc nước 0,3 m/s là lưu tốc nước khá thuận lợi cho TCX di chuyển do tôm có thể di chuyển bò kết hợp bơi tiến ngược dòng nước; đồng thời hành lang di chuyển dọc theo hai bờ kênh hoặc giữa dòng nước đều không ảnh hưởng tới khả năng di chuyển của TCX cỡ I và cỡ II.



Hình 3.12. TCX cỡ I (bên trái) và cỡ II (bên phải) bò tiến ở lưu tốc nước 0,3m/s

- ***Ở lưu tốc nước 0,6 m/s:*** Tôm sử dụng khả năng bò lùi ngược dòng nước là chính để di chuyển ở lưu tốc nước 0,6 m/s với hành lang dọc theo hai bờ kênh; ít sử dụng khả năng đứng yên và gập thân mình bật phóng; và không sử dụng khả năng bơi hoặc bò tiến ngược dòng nước (Bảng 3.29 và Hình 3.13).



Hình 3.13. TCX cỡ I (bên trái) và cỡ II (bên phải) bò lùi ở lưu tốc nước 0,6m/s

Tôm có xu hướng di chuyển ngay khi bắt đầu thí nghiệm với thân mình bò lùi áp sát nền đáy kết hợp khua chân bụng để hỗ trợ quá trình di chuyển; tần suất dừng nghỉ xuất hiện nhiều hơn so với khi di chuyển ở lưu tốc nước 0,3 m/s. Điều này cho thấy, tôm di chuyển khó khăn hơn so với lưu tốc nước 0,3 m/s nhưng đây vẫn là lưu tốc nước mà TCX cỡ I và cỡ II có thể di chuyển thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút thử nghiệm nên được đánh giá là lưu tốc nước thuận lợi cho TCX di chuyển.

- **Ở lưu tốc nước 0,9 m/s:** Tôm thường bám giữ vị trí và di chuyển bằng khả năng gập thân mình bật phóng ngược dòng nước và đôi khi sử dụng khả năng bò lùi dọc theo hai bờ kênh nước hở; không sử dụng khả năng bơi và bò tiến để di chuyển ngược dòng nước (Bảng 3.29 và Hình 3.14). Khi bắt đầu thí nghiệm (5 - 10 phút đầu thí nghiệm), đa số tôm có xu hướng bám giữ vị trí cho đến khi giữ được vị trí vững chắc là lúc tôm bắt đầu quá trình di chuyển. Trong quá trình di chuyển hoặc bám giữ vị trí, do dòng nước chảy mạnh nên tôm có thể phải bò lùi hoặc bị nước cuốn về phía hạ lưu trước khi lấy được vị trí bám vững chắc hơn và tiếp tục di chuyển lên thượng lưu - tình huống thường không hoặc ít xảy ra đối với lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s. Mặt khác, khi chuyển từ lưu tốc nước làm quen với môi trường nước mới (0,2 m/s) lên lưu tốc nước thử nghiệm 0,9 m/s, 56,7% TCX cỡ I (*Phụ lục 5*) và 43,3% TCX cỡ II (*Phụ lục 6*) bị nước cuốn về lưới chắn cuối kênh và không thể tiếp tục lấy lại được vị trí để di chuyển. Điều này cho thấy, lưu tốc nước 0,9 m/s là lưu tốc nước TCX cỡ I và cỡ II di chuyển khó khăn và chỉ phù hợp cho tôm di chuyển với chiều dài khoảng cách nhất định.



Hình 3.14. TCX tập trung phía hạ lưu kênh (bên trái) và bò lùi để di chuyển (bên phải) ở lưu tốc nước 0,9 m/s

3.3.6. Lưu tốc nước tối đa TCX có thể bám giữ vị trí

Kết quả đánh giá khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX cỡ I và cỡ II với bước tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút cho tới khi tôm bị kiệt sức; tỷ lệ sống sót và toàn vẹn của tôm sau thử nghiệm với thiết bị thủy lực được tổng hợp trong Bảng 3.30.

Bảng 3.30. Kết quả thử nghiệm khả năng bám giữ vị trí tối đa của TCX

U_{iIT}	T_{ii}	TCX cỡ I			TCX cỡ II		
		n_{TI}	T_{iTI}	U_{iTI}	n_{TII}	T_{iTII}	U_{iTII}
0,1 - 1,0	5	-	-	-	-	-	-
1,1	5	1	4,50	1,0	-	-	-
1,2	5	1	3,53	1,1	-	-	-
1,3	5	-	-	-	2	$3,86 \pm 0,47$	1,2
1,4	5	15	$2,04 \pm 0,82$	1,3	4	$2,24 \pm 1,35$	1,3
1,5	5	11	$2,41 \pm 1,33$	1,4	9	$2,42 \pm 1,24$	1,4
1,6	5	4	$1,13 \pm 1,00$	1,5	6	$2,02 \pm 1,49$	1,5
1,7	5	-	-	-	6	$3,77 \pm 0,54$	1,6

1,8	5	-	-	-	5	2,03 ± 1,01	1,7
$U_{iT} = 0,1$	$T_{ii} = 5$	$n_I = 32$	$T_{ii} = 2,22 \pm 1,19$	$U_{ii} = 1,35 \pm 0,10$	$n_{II} = 32$	$T_{iii} = 2,70 \pm 1,31$	$U_{iii} = 1,48 \pm 0,15$
Tỷ lệ sống sót của tôm sau thử nghiệm (%)			87,5	96,9			
Tỷ lệ tôm toàn vẹn cơ thể, không bị tổn thương (%)			78,1	90,6			
Tỷ lệ tôm bị mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể tôm (%)			18,8	9,4			
Tỷ lệ tôm bị mất hai càng, bị trầy xước nhiều hơn một vị trí trên cơ thể (%)			3,1	0,0			
- Công thức lưu tốc nước tối đa của Brett (1964): $U_{max} = U_i + [T_i/T_{ii}]*U_{ii}$							
- Lưu tốc nước tối đa cho TCX cỡ I: $U_{maxI} = 1,35 + (2,22/5)*0,1 = 1,39$ (m/s)							
- Lưu tốc nước tối đa cho TCX cỡ II: $U_{maxII} = 1,48 + (2,70/5)*0,1 = 1,54$ (m/s)							

Bảng 3.30 cho ta các nhận xét sau:

- Kết quả sử dụng phương pháp tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút trong thiết bị thủy lực cho thấy, mức lưu tốc nước thấp nhất và cao nhất làm tôm bị kiệt sức lần lượt là 1,1 m/s và 1,6 m/s cho TCX cỡ I; 1,3 m/s và 1,8 m/s cho TCX cỡ II. Từ kết quả trên kết hợp sử dụng công thức ước lượng lưu tốc nước tối đa TCX bám giữ vị trí: $U_{maxT} = U_{iT} + [T_{iT}/T_{iIT}] * U_{iIT}$ ghi nhận lưu tốc nước tối đa TCX cỡ I (U_{maxII}) và cỡ II (U_{maxIII}) có thể bám giữ vị trí lần lượt là 1,39 m/s và 1,54 m/s. Trong đó, U_{iT} là lưu tốc nước giáp lưu tốc nước TCX bị kiệt sức (TCX cỡ I (U_{iII}) và TCX cỡ II (U_{iIII})) được ghi nhận giá trị trung bình lần lượt là 1,35 m/s và 1,48 m/s; T_{iT} là thời gian tôm duy trì bám giữ vị trí ở lưu tốc nước

làm tôm bị kiệt sức (TCX cỡ I (T_{IT1}) và TCX cỡ II (T_{IT2}) được ghi nhận giá trị trung bình lần lượt là 2,22 phút và 2,70 phút); U_{IT} là lưu tốc nước tăng dần đều sau 05 phút (0,1 m/s); và T_{IT} là thời gian tăng dần đều giữa các lưu tốc nước (05 phút).

Bên cạnh đó, kết quả quan trắc ghi nhận, khi tôm bị mất vị trí ở một giới hạn lưu tốc nước nhất định, tôm sẽ bật phóng ngược dòng nước để di chuyển tới một vị trí khác. Điều này cho thấy, lưu tốc nước tối đa TCX bám giữ vị trí có thể được xem xét là lưu tốc nước tối đa đối với khả năng di chuyển bật phóng của TCX. Đây là một trong các điểm khác biệt lớn nhất giữa khả năng di chuyển của loài động vật giáp xác TCX và các loài cá. Do đó, lưu tốc nước tối đa TCX bám giữ vị trí có thể được xem là lưu tốc nước bật phóng của TCX, cụ thể: lưu tốc nước bật phóng của TCX cỡ I và cỡ II lần lượt là 1,39 m/s và 1,54 m/s với bước tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút.

- Tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II sống sót sau thử nghiệm đạt tỷ lệ cao lần lượt là 87,5% và 96,9%; trong đó, TCX cỡ I bị tổn thương nhiều hơn so với TCX cỡ II. Cụ thể, (i) tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II toàn vẹn cơ thể hoặc không bị tổn thương sau thử nghiệm lần lượt là 78,1 và 90,6%; (ii) tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II bị tổn thương mất một càng hoặc bị trầy xước một vị trí trên cơ thể sau thử nghiệm lần lượt là 18,8 và 9,4%; (iii) tỷ lệ TCX cỡ I và cỡ II bị tổn thương mất hai càng hoặc bị trầy xước nhiều hơn một vị trí trên cơ thể sau thử nghiệm lần lượt là 3,1 và 0,0%. Kết quả trên cho thấy, bước tăng dần đều thêm 0,1 m/s sau 05 phút là phù hợp nhằm đảm bảo tôm khỏe mạnh và có trạng thái tốt nhất để bám giữ duy trì vị trí ở các lưu tốc nước lớn trong thiết bị thủy lực.

- Mặt khác, khi so sánh khả năng di chuyển hay duy trì vị trí tối đa giữa tôm càng xanh (*M. rosenbergii*) với cá hồi Sockeye (*Oncorhynchus nerka*) ở vùng ôn đới (Mỹ) và cá Mandi (*Pimelodus Maculatus*) ở vùng nhiệt đới (Brazil) được tổng hợp trong Bảng 3.31.

Bảng 3.31. So sánh khả năng di chuyển hay duy trì vị trí tối đa của TCX với một số loài cá khu vực ôn đới và nhiệt đới

Tên tiếng Việt	Tên khoa học	Khu vực/quốc gia	Kích cỡ chiều dài (cm)	U_{ii} (m/s)	T_{ii} (phút)	U_{max} (m/s)
Cá hồ*	<i>Oncorhynchus</i>	Ôn đới	7,7 - 19	0,1	60	0,87
Sockeye	<i>nerka</i>	(Mỹ)	26 - 41,8	0,1	60	1,06
Cá Mandi*	<i>Pimelodus</i>	Nhiệt đới	19	0,05	5	1,29
	<i>Maculatus</i>	(Brazil)	26	0,05	5	1,61
Tôm càng xanh	<i>M. resenbergii</i>	Nhiệt đới (Việt Nam)	7,5 - 9,5	0,1	5	1,39
			13,5 - 15,5	0,1	5	1,54

(Nguồn: * Santos và nnk, 2008 [85])

Qua Bảng 3.31 cho thấy, với một số điều kiện thử nghiệm tương đồng hoặc khác nhau về thời gian (T_{ii}) và lưu tốc nước (U_{ii}) tăng dần đều, lưu tốc nước di chuyển hay duy trì vị trí tối đa của TCX và cá Mandi ở khu vực nhiệt đới cao hơn so với cá hồ Sockeye ở khu vực ôn đới. Tuy nhiên, lưu tốc nước duy trì vị trí tối đa của TCX thấp hơn so với cá Mandi (Brazil). Do đó, khi áp dụng các loại hình công trình ĐDCQĐ thường được sử dụng ở khu vực ôn đới cho vùng nhiệt đới cần có sự điều chỉnh thiết kế cho phù hợp với khả năng di chuyển của từng đối tượng loài thủy sản mục tiêu bản địa ở khu vực nhiệt đới, trong đó có TCX ở Việt Nam.

3.3.7. Đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX trong điều kiện phòng thí nghiệm áp dụng cho ĐDCQĐ

Kết quả đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX cỡ I (7,5 - 9,5 cm) và TCX cỡ II (13,5 - 15,5 cm) ở các lưu tốc nước trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực được tổng hợp trong Bảng 3.32 và Hình 3.15.

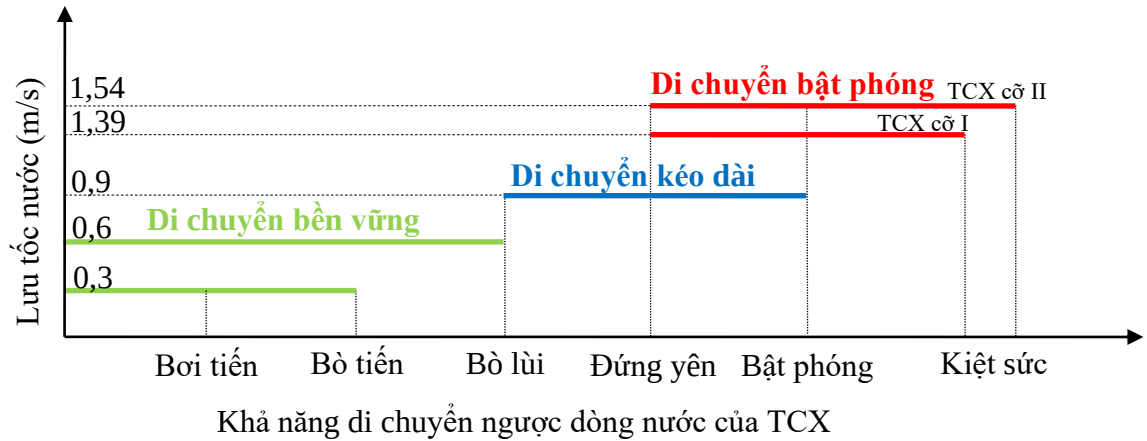
Bảng 3.32. Đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX cỡ I và cỡ II trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực

TT	Kết quả nghiên cứu	Đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX
1	- Thử nghiệm với lưu tốc nước 0,3 m/s: + 94,17% TCX cỡ I và 98,33% TCX cỡ II di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút. + 30,8% TCX cỡ I và 47,5% TCX cỡ II duy trì vị trí thượng lưu kênh sau 15 giờ. + TCX cỡ I và cỡ II di chuyển bơi, bò tiến ngược dòng nước lên thượng lưu kênh.	Lưu tốc nước dao động xung quanh 0,3 m/s là lưu tốc nước di chuyển bền vững của TCX cỡ I và TCX cỡ II trong kênh dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu 0,3 m, độ dốc 1,45% và độ nhám 0,8 mm - di chuyển thuận lợi tương ứng với khả năng bơi tiến và bò tiến ngược dòng nước (Hình 3.15).
2	- Thử nghiệm với lưu tốc nước 0,6 m/s: + 79,2% TCX cỡ I và 90,8% TCX cỡ II di chuyển ngược dòng nước thành công qua kênh dài 18 m trong 30 phút. + 36,7% TCX cỡ I có thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh trong 10 giờ và 12,5% TCX cỡ II có thể duy trì trong 15 giờ. + TCX cỡ I và cỡ II di chuyển bò lùi ngược dòng nước lên thượng lưu kênh.	Lưu tốc nước dao động xung quanh 0,6 m/s là lưu tốc nước di chuyển bền vững của TCX cỡ I và TCX cỡ II trong kênh dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu 0,3 m, độ dốc 1,45% và độ nhám 0,8 mm - di chuyển thuận lợi tương ứng với khả năng bò lùi ngược dòng nước (Hình 3.15).
3	- Thử nghiệm với lưu tốc nước 0,9 m/s: + Khoảng cách xa nhất TCX cỡ I và cỡ II có thể di chuyển lần lượt là 3,85 và 8,21 m trong 30 phút; 9,0 và 18,0 m trong 5 giờ. + Một số TCX cỡ I và cỡ II có thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh nước hờ một thời gian nhất định song không quá 5 giờ. + TCX cỡ I và cỡ II chủ yếu bám giữ vị trí; sử dụng khả năng bò lùi và bật phóng ngược dòng nước để di chuyển.	Lưu tốc nước dao động xung quanh 0,9 m/s là lưu tốc nước di chuyển kéo dài của TCX cỡ I và TCX cỡ II trong kênh nước hờ dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu 0,3 m, độ dốc 1,45% và độ nhám 0,8 mm - di chuyển khó khăn tương ứng khả năng bò lùi, đứng yên và bật phóng ngược dòng nước (Hình 3.15).

4	- Thử nghiệm với thiết bị thủy lực: Lưu tốc nước tối đa TCX cỡ I và cỡ II có thể bám giữ vị trí với bước tăng dần đều lưu tốc nước thêm 0,1 m/s sau 05 phút lần lượt là 1,39 m/s và 1,54 m/s.	Lưu tốc nước dao động xung quanh 1,39 m/s và 1,54 m/s lần lượt là <i>lưu tốc nước bám giữ vị trí tối đa của TCX cỡ I và cỡ II</i> - tương ứng lưu tốc nước bật phóng của TCX cỡ I và II (Hình 3.15).
5	- Chiều dài khoảng cách tối đa TCX có thể di chuyển ngược dòng nước: + Tốc độ TCX cỡ I, cỡ II di chuyển qua kênh dài 18 m trong 30 phút lần lượt là 1,15, 1,18 m/phút ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 0,92, 0,96 m/phút ở lưu tốc nước 0,6 m/s. + Trong 15 giờ, 30,8% TCX cỡ I và 45,7% TCX cỡ II có thể duy trì vị trí phía thượng lưu kênh ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 12,5% TCX cỡ II ở lưu tốc nước 0,6 m/s. + Ở lưu tốc nước 0,9 m/s, 1,7% TCX cỡ I và 5,0% TCX cỡ II có thể di chuyển qua chiều dài khoảng cách lần lượt là 9,0 m và 18,0 m trong 5 giờ.	Chiều dài khoảng cách tối đa theo lý thuyết TCX cỡ I và cỡ II có thể di chuyển ngược dòng nước lần lượt là 1.035 và 1.062 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 552 và 864 m ở lưu tốc nước 0,6 m/s; 9,0 và 18,0 m ở lưu tốc nước 0,9 m/s.

Từ Bảng 3.32 và Hình 2.15 cho thấy, khả năng di chuyển của TCX áp dụng cho ĐDCQĐ như sau: (i) Giới hạn lưu tốc nước vận hành ĐDCQĐ phù hợp với TCX cỡ I và cỡ II là dưới 0,9 m/s; (ii) Lưu tốc nước từ 0,9 m/s đến 1,39 m/s và từ 0,9 m/s đến 1,54 m/s sẽ bị giới hạn khoảng cách chiều dài dưới lần lượt là 9,0 m cho TCX cỡ I và 18 m cho TCX cỡ II; (iii) Lưu tốc nước lớn hơn 1,39 m/s cho TCX cỡ I và 1,54 m/s TCX cỡ II sẽ trở thành bờ cản thủy lực đối với khả năng di chuyển và bám giữ vị trí của TCX. Đồng thời, chiều dài khoảng cách tối đa giữa hai vị trí nghỉ trên ĐDCQĐ cho TCX cỡ I và cỡ II

có thể di chuyển lần lượt là 1.035 m và 1.062 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 552 m và 864 m ở lưu tốc nước 0,6 m/s; 9,0 m và 18,0 m ở lưu tốc nước 0,9 m/s.



Hình 3.15. Sơ đồ đúc kết khả năng di chuyển ngược dòng nước của TCX cỡ I và TCX cỡ II trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực

3.4. Đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa cho loài mục tiêu TCX

3.4.1. Đề xuất chế độ quản lý vận hành lưu tốc nước ĐDCQĐ cho TCX

Kết quả đúc kết đề xuất chế độ vận hành lưu tốc nước, chiều dài khoảng cách giữa các vị trí nghỉ của ĐDCQĐ Phước Hòa phù hợp với khả năng di chuyển của TCX được tổng hợp trong Bảng 3.33.

Bảng 3.33. Đề xuất chế độ quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài mục tiêu TCX

TT	Hiện trạng ĐDCQĐ Phước Hòa và khả năng di chuyển của TCX	Đề xuất giải pháp quản lý vận hành ĐDCQĐ cho đối tượng mục tiêu TCX
1	- Lưu tốc nước vận hành theo thiết kế ĐDCQĐ Phước Hòa là dưới 0,6 m/s. - TCX cỡ I và cỡ II di chuyển bền vững ở lưu tốc nước 0,3 m/s và 0,6 m/s; kéo dài ở lưu tốc nước 0,9 m/s và bật phóng ở lưu tốc nước lần lượt là 1,39 m/s và 1,54 m/s. - Mùa di cư của TCX ở khu vực đập	- Lưu tốc nước vận hành ĐDCQĐ phù hợp cho TCX là dưới 0,9 m/s; trong đó, ưu tiên quản lý vận hành linh hoạt lưu tốc nước ĐDCQĐ cho loài mục tiêu TCX theo mùa vụ hoặc tháng trong năm, cụ thể: (i) Từ tháng 5 - 8 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,9 m/s; (ii) Từ tháng 9 - 12 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,6 m/s; (iii) Từ

Phước Hòa diễn ra từ tháng 5 đến tháng 11 hoặc 12 hằng năm; trong đó, nhóm kích cỡ dưới 10 cm xuất hiện từ tháng 9 đến tháng 12 và nhóm kích cỡ lớn hơn 10 cm xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 12.	tháng 1 - 4 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,3 m/s với độ sâu tối thiểu 0,3 m, độ dốc không vượt quá 1,45%. - Bên cạnh đó, lưu tốc nước cao nhất vận hành ĐDCQĐ không vượt quá lưu tốc nước 1,39 m/s nhằm đảm bảo TCX cỡ I và cỡ II không bị nước cuốn khỏi phạm vi ĐDCQĐ.
2 - Chiều dài khoảng cách giữa các vị trí nghỉ tại các khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV lần lượt là 125 m, 180 m, 780 m và 815 m. - Chiều dài khoảng cách tối đa theo lý thuyết TCX cỡ I và cỡ II có thể di chuyển ngược dòng nước lần lượt là 1.035 m và 1.062 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 552 m và 864 m ở lưu tốc nước 0,6 m/s; 9,0 m và 18,0 m ở lưu tốc nước 0,9 m/s.	Rút ngắn chiều dài khoảng cách tối đa giữa hai vị trí nghỉ ở khu vực ĐDCQĐ III và IV dao động xung quanh 552 m. Mặt khác, giới hạn chiều dài tối đa ở một số vị trí (như phía sau cống điều chỉnh lưu lượng; vị trí ở tọa độ (0688202E; 1262224N...) là 9,0 m với độ dốc dao động xung quanh 1,45%, độ sâu tối thiểu 0,3 m.

3.4.2. Đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa

Kết quả đúc kết các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa được tổng hợp trong Bảng 3.34.

Bảng 3.34. Đúc kết các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa

TT	Kết quả nghiên cứu	Đề xuất giải pháp cho ĐDCQĐ
1	Khu vực ĐDCQĐ I, II, III và IV có lần lượt là 1 (10 m), 3 (28 m), 6 (45 m) và 9 (52 m) vị trí bị xói lở đất, đá; 2 (35 m), 2 (16 m), 7 (38 m) và 5 (26	Nghiên cứu khắc phục các vị trí bị xói lở đất, đá, rác thải và thực vật thủy sinh phát triển trong kênh; gia cố, trồng các loại thực vật hai bên bờ dọc theo

	m) vị trí bị lắng đọng bùn cát, rác thải và thực vật thủy sinh.	ĐDCQĐ để hạn chế xói lở và bảo vệ ĐDCQĐ được tốt hơn.
2	- ĐDCQĐ được mở nước hoạt động chủ yếu vào mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 11); trong khi vào mùa khô cửa xả chỉ được mở một phần hoặc đóng để ưu tiên nước cho mục đích thủy lợi. - Cơ chế quản lý vận hành ĐDCQĐ còn nhiều chông chéo, chưa thống nhất giữa Ban quản lý đập Phước Hòa và chính quyền địa phương. - Tình trạng người dân ra vào phạm vi công trình ĐDCQĐ để khai thác thủy sản chưa được kiểm soát gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới hiệu quả hoạt động của công trình.	- Nghiên cứu thành lập Tổ quản lý vận hành ĐDCQĐ và ban hành các văn bản pháp luật cấm đánh bắt thủy sản trong phạm vi công trình ĐDCQĐ. Trong đó phân công trách nhiệm giữa các bên tham gia: BQL đập Phước Hòa là cơ quan chịu trách nhiệm chính trong quản lý vận hành ĐDCQĐ; UBND xã An Thái chịu trách nhiệm chính trong quản lý hoạt động khai thác thủy sản với sự tham gia của cộng đồng ngư dân địa phương. - Nghiên cứu xây dựng hàng rào bảo vệ xung quanh ĐDCQĐ nhằm ngăn chặn hoạt động khai thác thủy sản và giảm các tác động từ bên ngoài tới quá trình di cư của các loài cá tôm qua ĐDCQĐ.
3	Độ sâu cửa vào/ra hạ lưu ĐDCQĐ khá nông, thường nằm phía trên mặt nước sông Bé vào mùa khô; vị trí nằm cách xa (> 500 m) so với đập nên không tận dụng được dòng nước để thu hút cá tôm; hiện trạng cửa vào/ra đã xuống cấp với hai bờ bị sạt lở đất, đá... cần được khắc phục.	Nghiên cứu điều chỉnh độ sâu tối thiểu cửa ra/vào phía hạ lưu ĐDCQĐ là 0,3 m so với mặt nước sông Bé; chuyển vị trí cửa vào ĐDCQĐ gần hơn với đập Phước Hòa; gia cố cửa vào bằng bê tông hoặc trồng cây hai bên để hạn chế sạt lở, tăng hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ.
4	Ngư cụ đăng đáy được sử dụng tại khu vực phía dưới đập Phước Hòa mang tính tận diệt đối với các loài thủy sản nói chung và TCX nói riêng (TCX con và trưởng thành đều là mục tiêu khai thác của ngư cụ này).	- Ban hành quy định cấm sử dụng ngư cụ đăng đáy ở khu vực đập Phước Hòa. - Điều chỉnh thời gian cấm khai thác TCX ở lưu vực sông Bé là từ tháng 5 đến tháng 12 thay vì thời gian từ tháng 4 đến tháng 6 như hiện nay.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

- Trên cơ sở xác định loài mục tiêu của đường di cư qua đập là TCX (*M. rosenbergii*) cho khu hệ đa loài thủy sản ở khu vực nhiệt đới, nghiên cứu đã cung cấp các dữ liệu khoa học và thực tiễn liên quan đến khả năng di chuyển (bền vững, kéo dài và bật phóng) của TCX làm cơ sở cho việc xây dựng phương pháp nghiên cứu chuyên sâu (di chuyển chủ động và di chuyển ép buộc) phù hợp với khả năng và tập tính di chuyển, bám giữ vị trí của TCX ở các lưu tốc nước trong điều kiện phòng thí nghiệm thủy lực, với liên hệ thực tế cho đường di cư qua đập Phước Hòa.

- Bằng các thực nghiệm với kênh nước hở và thiết bị thủy lực trong điều kiện thí nghiệm thủy lực, luận án đã nghiên cứu được tôm càng xanh nhóm kích cỡ chiều dài từ 7,5 cm đến 9,5 cm và từ 13,5 cm đến 15,5 cm di chuyển thuận lợi ở lưu tốc nước dao động xung quanh 0,3 m/s và 0,6 m/s; khó khăn ở lưu tốc nước dao động xung quanh 0,9 m/s trong kênh nước hở dài 18 m, rộng 0,54 m, độ sâu 0,3 m và độ dốc 1,45%; tối đa ở lưu tốc nước dao động xung quanh lần lượt là 1,39 m/s và 1,54 m/s tương ứng với 06 cấp độ di chuyển từ thuận lợi đến khó khăn bao gồm: bơi tiến, bò tiến, bò lùi, đứng yên, bật phóng và bị kiệt sức với khoảng cách chiều dài tối đa lần lượt là 1.035 m và 1.062 m ở lưu tốc nước 0,3 m/s; 552 m và 864 m ở lưu tốc 0,6 m/s; 9,0 m và 18,0 m ở lưu tốc nước 0,9 m/s.

- Trên cơ sở kết quả nghiên cứu khả năng di chuyển của tôm càng xanh ở các lưu tốc nước trong điều kiện thí nghiệm, nghiên cứu đã đề xuất: (i) Lưu tốc nước vận hành ĐDCQĐ phù hợp với TCX nhóm kích cỡ chiều dài từ 7,5 cm đến 9,5 cm (TCX cỡ I) và từ 13,5 cm đến 15,5 cm (TCX cỡ II) là dưới 0,9 m/s với độ sâu 0,3 m, độ dốc 1,45%; (ii) Lưu tốc nước từ 0,9 m/s đến 1,39 m/s và từ 0,9 m/s đến 1,54 m/s sẽ bị giới hạn khoảng cách chiều dài dưới lần lượt là 9,0 m cho TCX cỡ I và 18 m cho TCX cỡ II; (iii) Lưu tốc nước lớn hơn 1,39 m/s cho TCX cỡ I và 1,54 m/s TCX cỡ II sẽ trở thành bờ cản thủy

lực đối với khả năng di chuyển và bám giữ vị trí của TCX. Đối với ĐDCQĐ Phước Hòa, nghiên cứu đề xuất vận hành linh hoạt lưu tốc nước ĐDCQĐ cho loài mục tiêu TCX theo tháng trong năm, cụ thể: (i) Từ tháng 5 đến tháng 8 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,9 m/s; (ii) từ tháng 9 đến tháng 12 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,6 m/s; (iii) Từ tháng 1 đến tháng 4 ưu tiên vận hành ở lưu tốc nước dưới 0,3 m/s. Đồng thời, lưu tốc nước tối đa vận hành ĐDCQĐ không vượt quá giới hạn lưu tốc nước 1,39 m/s.

- Trên cơ sở quản lý loài mục tiêu, nghiên cứu đã đánh giá cơ bản cơ sở lý luận và thực tiễn về đường di cư qua đập Phước Hòa nhằm làm cơ sở cho việc đề xuất bốn giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý vận hành ĐDCQĐ Phước Hòa nói chung và cho loài mục tiêu TCX nói riêng.

4.2. Kiến nghị

- Khi quản lý vận hành ĐDCQĐ cho loài mục tiêu TCX, cần kiểm soát xả nước với lưu lượng tương ứng lưu tốc nước không vượt quá 0,9 m/s để tạo điều kiện thuận lợi cho TCX di chuyển ngược dòng trong ĐDCQĐ. Đối với ĐDCQĐ Phước Hòa, cần bổ sung các vật nhám (đá cuội...) ở lòng kênh để tạo điều kiện tốt hơn lực bám cho TCX di chuyển trong điều kiện lũ lớn; tiến hành cấm đánh bắt, cải tạo và khơi thông các đoạn ĐDCQĐ bị hư hỏng; vận hành đúng lưu tốc nước, khoảng cách chiều dài giữa các hồ nghỉ cũng như kiểm soát tốt nguồn nước đầu vào và cửa xả của công trình ĐDCQĐ.

- Nghiên cứu tiếp tục triển khai các thử nghiệm khả năng di chuyển của TCX tại thực địa công trình ĐDCQĐ Phước Hòa để phù hợp hơn với thực tế quản lý vận hành và hiện trạng hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa.

- Tiến hành các nghiên cứu đánh giá hiệu quả hoạt động của ĐDCQĐ Phước Hòa ở khía cạnh thu thập vật mẫu các loài thủy sản di cư qua công trình cũng như áp dụng các tiến bộ của khoa học kỹ thuật trong đánh giá hiệu quả hoạt động của công trình như công nghệ gắn chip định vị cho loài thủy sản di cư.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- [1]. Lê Văn An, Nguyễn Trung Nghĩa (2002). *Kỹ thuật nuôi trồng thủy sản - nuôi tôm*, Nhà xuất bản Đà Nẵng.
- [2]. Vũ Vi An, Nguyễn Minh Niên và Nguyễn Nguyễn Du (2013). *Đánh giá kết quả bước đầu về đường dẫn cá ở đập Phước Hòa*. Gói thầu MT4, Dự án Thủy Lợi Phước Hoà. Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 2.
- [3]. Vũ Vi An, Nguyễn Minh Niên và Nguyễn Nguyễn Du (2012). *Hiện trạng và kế hoạch quản lý nguồn lợi thủy sản hồ Phước Hòa*. Gói thầu MT4, Dự án Thủy Lợi Phước Hoà. Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 2.
- [4]. Vũ Vi An và Nguyễn Nguyễn Du (2011). *Báo cáo tạm thời quản lý thủy sản Phước Hoà sông Bé*. Gói thầu MT4, Dự án Thủy Lợi Phước Hoà. Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 2.
- [5]. Lương Đình Chung (1999). *Kỹ thuật sản xuất giống và nuôi tôm càng xanh*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. 70 trang.
- [6]. Trần Ngọc Hải, Trần Minh Nhứt và Châu Tài Tảo (2014). *Đánh giá sự tăng trưởng và sinh sản của một số nguồn tôm càng xanh (Macrobrachium rosenbergii) ở các tỉnh phía Nam*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Thủy sản (2014)(2): 101-107.
- [7]. Lê Thị Thu Hiền, Nguyễn Văn Tài, Đỗ Xuân Khánh và Lê Bảo Trung (2020). *Thủy lực dòng hở*. Nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội. 287 trang.
- [8]. Nguyễn Thanh Phương và Trần Văn Bùi (2006). *Ảnh hưởng của nguồn tôm mẹ lên sức sinh sản và chất lượng ấu trùng tôm càng xanh (Macrobrachium rosenbergii)*. Tạp chí Thủy sản 2006: 124-133.
- [9]. Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, Trần Thị Thanh Hiền, MarcyN. Wilder (2003). *Nguyên lý và kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh (Macrobrachium rosenbergii)*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh. 127 trang.

- [10]. Vũ Trung Tạng và Nguyễn Đình Mão (2006). Khai thác và sử dụng bền vững đa dạng sinh học thủy sinh vật và nguồn lợi thủy sản Việt Nam. NXB Nông Nghiệp, TPHCM, 146 trang.
- [11]. Châu Tài Tảo, Trần Minh Nhứt và Trần Ngọc Hải (2014). *Đánh giá chất lượng ấu trùng và hậu ấu trùng của một số nguồn tôm càng xanh (Macrobrachium rosenbergii) ở các tỉnh phía Nam*. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Phần B: Nông nghiệp, thủy sản và công nghệ sinh học: 34 (2014): 64-69.
- [12]. Nguyễn Việt Thắng (1993). *Một số đặc điểm sinh học và ứng dụng qui trình kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh (Macrobrachium rosenbergii de Man 1879) ở Đồng Bằng Nam Bộ*. Luận án phó tiến sĩ khoa học Trường Đại Học Thủy Sản Nha Trang. 175 trang.
- [13]. Nguyễn Việt Thắng (1995). *Kỹ thuật nuôi tôm càng xanh*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh.
- [14]. Nguyễn Thị Thanh Thủy (2002). *Kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh. 67 trang.
- [15]. Phạm Văn Tình (2004). *Kỹ thuật nuôi tôm càng xanh*. Nhà xuất Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh. 45 trang.
- [16]. Phạm Văn Tình (2000). *Kỹ thuật nuôi tôm càng xanh*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2000.
- [17]. Phạm Văn Trang, Trần Văn Vỹ, Nguyễn Duy Khóat, 1993. *Nuôi tôm nước ngọt và nước lợ xuất khẩu*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. 112 trang.
- [18]. Trung tâm khuyến nông - khuyến ngư quốc gia (2009). *Kỹ thuật sản xuất giống và tôm càng xanh thương phẩm*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2009.
- [19]. Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật tài nguyên môi trường Bình Dương (2018). *Báo cáo quan trắc nước mặt năm 2018 trên địa bàn tỉnh Bình Dương*.
- [20]. Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật tài nguyên môi trường Bình Dương (2017). *Báo cáo quan trắc nước mặt năm 2017 trên địa bàn tỉnh Bình Dương*.

- [21]. Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật tài nguyên môi trường Bình Dương (2016). *Báo cáo quan trắc nước mặt năm 2016 trên địa bàn tỉnh Bình Dương*.
- [22]. Phạm Tiến Văn (2013). *Thực trạng an toàn đập và công tác quản lý an toàn đập trên cả nước*. Cục Giám Định Nhà Nước Về Chất Lượng Công Trình Xây Dựng. Bộ Xây Dựng.
- [23]. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II (2010). *Báo cáo khởi đầu dự án thủy lợi Phước Hòa*. Gói thầu MT4: Quản lý thủy sản Phước Hòa và sông Bé thuộc Dự án Thủy lợi Phước Hòa.

Tiếng Anh

- [24.]. Adams, S. R., Hoover, J. A. N. J., & Killgore, K. J. (2009). *Swimming Performance of the Topeka Shiner (Notropis topeka) an Endangered Midwestern Minnow*. American Midland Naturalist · January 2009.
- [25] Asian Development Bank - ADB (2003). *Environmental Impact Assessment*. Phuoc Hoa water resources Project in the Socialist Republic of Vietnam. Asian Development Bank, Manila.
- [26]. Atlantic States Marine Fisheries Commission - ASMFC, (2010). *Upstream Fish Passage Technologies for Managed Species*. Fish Passage Working Group, (September), 16.
- [27]. Basaran, F., H. Ozbilgin and Y. D. Ozbilgin (2007). *Comparison of the swimming performance of farmed and wild gilthead sea bream, sparus aurata*. *Aquacult. Res.*, **38**: 452-456.
- [28]. Bauer, R. T. (2015). *Amphidromy in shrimps : A life cycle between rivers and the sea*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(4): 633-650, 2013. <http://doi.org/10.3856/vol41-issue4-fulltext-2>.
- [29]. Bauer, R.T. 2011b. *Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. II. Delivery of hatching larvae to the sea, return juvenile upstream migration, and human impacts*. In: A. Asakura (ed.). *New frontiers in*

- crustacean biology. Proceedings of The Crustacean Society summer meeting, Tokyo, 20-24 September 2009, Brill, Leiden, pp. 157-168.
- [30]. Bauer, R. T. & J. Delahoussaye (2008). *Life history migrations of the amphidromous river shrimp Macrobrachium ohione from a continental large river system*. J. Crust. Biol., **28**: 622-632.
- [31]. Beckwith, R., Greene, T., Sheely, M., Pierce, L., Padilla, R., Kleinfelter, J., & Al-Shafie, O. (2013). *Technologies for Passing Fish at Large Dams*. California Natural Resources Agency, Department of Water Resources FloodSAFE Environmental Stewardship and Statewide Resources Office, 304 pp.
- [32]. Benstead, J. P., J. G. March & C. M. Pringle (2000). *Estuarine larval development and upstream post-larval migration of freshwater shrimps in two tropical rivers of Puerto Rico*. Biotropica, **32**: 545-548.
- [33]. Bergstorm, C. A. (2002). *Fast-start swimming performance and reduction in lateral plate number in three spine stickleback. Canada. J. Zool.*, **80**: 207-213.
- [34]. Black and Veatch International - BVI (2000). *Feasibility study report, Annex H: Environmental Impact Assessment*. Phase 2: Study and design, Consulting services for Phuoc Hoa water resources Project loan No.1598-VIE(SF). Black and Veatch International – Experco Ltd.
- [35]. Brett, J. R. (1964). *The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon*. J. Fish. Res. Board Can. **21**, 1183-1226.
- [36]. California Department of Fish and Game (CDFG) (2009). *Part XII, Fish Passage Design and Implementation*. California Salmonid Stream Habitat Restoration Manual (1998. 3rd edition). P. XII-i to XII-C-12. Available at: <http://www.dfg.ca.gov/fish/REsources/HabitatManual.asp>.
- [37]. Clay, C.H. (1995). *Design of Fishways and Other Fish Facilities*, Boca Raton, Louisiana, USA: Lewis Publishers.

- [38]. Clough, S.C., and Turnpenny, A.W.H. (2001). *Swimming speeds in Fish: Phase 1*. RandD Technical Report W2-026/TR1. Fawley Aquatic Research Laboratories LTD.
- [39]. Clough, S. C., Lee-Elliott, I. H., Turnpenny, A. W. H., Holden, S. D. J., Hinks, C. (2003). *Swimming speeds in fish: Phase 2* RandD Technical Report W2-049/TR1. Fawley Aquatic Research Laboratories LTD.
- [40]. Chow, V.T. (1959). *Open channel hydraulics*. McGraw-Hill, New York.
- [41]. Colavecchia, M.V. (1997). *The use of telemetry to assess high speed swimming and fishway performance in salmonids*. Thesis (M.Sc.) University of Waterloo. Waterloo, ON. 110 p.
- [42]. Dockery, D. R., McMahon, T. E., Kappenman, K. M., & Blank, M. (2017). *Swimming performance of sauger (Sander canadensis) in relation to fish passage*. 2044(February), 2035–2044.
- [43]. Drucker, E. G. (1996). *The use of gait transitions speed in comparative studies of fish locomotion*. *Am. Zool.*, **36**: 555-566.
- [44]. Farrell, A. P. (2008). *Comparisons of swimming performance in rainbow trout using constant acceleration and critical swimming speed tests*. *Journal of Fish Biology* (2008) 72, 693–710. <http://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01759>.
- [45]. Fièvet, É. (1999). *An experimental survey of freshwater shrimp migration in an unimpounded stream of Guadeloupe Island, Lesser Antilles*. *Archive. für Biol.*, **144**: 339-355.
- [46]. Fisher, R., J. M. Leis, D. I. Clarke and L. K. Wilson (2005). *Critical swimming speeds of late-stage coral reef fish larvae: Variations within species, among species and between locations*. *Mar. Biol.*, **147**: 1201-1212.

- [47]. Hamano, T., K. Yoshimi, K.-I. Hayashi, H. Kakimoto & S. Shokita (1995). *Experiments on fishways for freshwater amphidromous shrimps*. Nippon Suisan Gakkaishi, **61**: 171-178.
- [48]. Haro, A., Castro-santos, T., Norelka, J. & Odeh, M. (2004). *Swimming performance of upstream migrant fishes in open-channel flow: a new approach to predicting passage through velocity barriers*. Volume 61 Number 9 2004. Pages 1590-1 601.
- [49]. Harper, D.G., and Blake, R.W. (1990). *Fast-start performance of Rainbow Trout *Salmo gairdneri* and Northern Pike *Esox lucius**. J. Exp. Biol. 150: 321–342.
- [50]. Horne, F. & Besser, S. (1977). *Distribution of river shrimp in the Guadalupe and San Marcos Rivers of central Texas, U.S.A.* (Decapoda, Caridea). Crustaceana, **33**: 56-60.
- [51]. Hartwell, S. I. and Otto, R. G. (1991). *Critical swimming capacity of the Atlantic silverside, *Menidia menidia* L.* Estuaries, **14(2)**: 218-221.
- [52]. Horváth, E., Angel, M., & Municio, T. (1998). *Impacts of dams on fish fauna / feasibility of mitigation measures*. 2nd Int. PhD Symposium in Civil Engineering 1998 Budapest. Pp. 1–8.
- [53]. Ismael, D. and New, M. B. (2000). *Freshwater Prawn Culture, the Farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Biology In: New, M.B., Valenti, W.C. (Eds.) Blackwell Science, Oxford. pp. 69-90.
- [54]. Jain, K.E., and Farrell, A.P. (2003). *Influence of seasonal temperature on the repeat swimming performance of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss**. J. Exp. Biol. 206(20): 3569–3579.
- [55]. John E (2009). *Physico-chemical studies of river Pumba and distribution of prawn, *Macrobrachium rosenbergii** .Journal of Environmental Biology. 2009;30(5):709–712.

- [56]. Katopodis, C. and Gervais, R. (2016). *Fish swimming performance database and analyses*. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/002. vi + 550 p.
- [57]. Kikkert, D. A., T. A. Crowl & A. P. Covich (2009). *Upstream migration of amphidromous shrimp in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico: temporal patterns and environmental cues*. J. North American Benthol. Soc., **28**: 233-24.
- [58]. Larinier, M. (2001). *Environmental issues, dams and fish migration*. Dams, fish and fisheries – opportunities, challenges and conflict resolution of FAO. 45-84.
- [59]. Law, T. C., & Blake, R. W. (1996). *Comparison of the fast-start performances of closely related , morphologically distinct threespine sticklebacks*. The Journal of Experimental Biology 199, 2595–2604.
- [60]. Ling, S.W. (1969). *General biology and development of Macrobrachium rosenbergii*. FAO, Fisheries Representative 57: 589-606.
- [61]. Lucas, M. & Baras, E. (2001). *Migration of freshwater fishes*. Blackwell Science, Oxford, 420 p.
- [62]. Lyon, J. P., T. J. Ryan and M. P. Scrogle (2008). *Effects of temperature on the fast-start swimming performance of an Australian freshwater fish*. Eco. Freshwat. Fish, **17**: 184-188.
- [63]. Mallen-Cooper, M. (1996). *Fishway and freshwater fish migration in South-Eastern Australia*. Australia Journal of Marine and Freshwater Research **49**, 725-809.
- [64]. March, j. G., j. P. Benstead, c. M. Pringle & f. N. Scatena (2003). *Damming tropical island streams: problems, solutions, alternatives*. Bioscience, **53**: 1069-1078.
- [65]. March, j. G., j. P. Benstead, c. M. Pringle & f. N. Scatena (1998). *Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico*. Fresh. Biol., **40**: 261-273.

- [66]. Mesa, M.G., Phelps, J., and Weiland, L.K. (2008). *Sprint swimming performance of wild bull trout (Salvelinus confluentus)*. Northwest Sci. **82**(1): 1–6. doi:10.3955/0029-344X-82.1.1
- [67]. Monten, E. (1985). *Fish and turbines*. Fish injuries during passage through power station turbines. Vattenfall, Stockholm, Sweden.
- [68]. Nakamura, S. (1993). *A review of fish passage facilities in East Asia. Fish Passage Policy and Technology*. In: Proceedings of the Symposium. Portland, Oregon, USA.
- [69]. Nakamura, S., N. Mizuno, N. Tamai and R. Ishida (1991). *An investigation of environmental improvements for fish production in developed japanese rivers*. Fisheries Bioengineering Symp. 10. American Fisheries Soc. Symp. USA, 32-41.
- [70]. Nakamura, S. and N. Yotsukura (1987). *On the design of fish ladder for juvenile fish in Japan*. Paper presented at the International Symposium on Design of Hydraulic Structures, Fort Collins, Colorado, USA, 24-27 August.
- [71]. Nandlal, S., and Pickering, T. (2005). *Freshwater Prawns Macrobrachium rosenbergii in Pacific Island countries*. Marine Studies Program, The University of the South Pacific.
- [72]. Nelson, J.A., Gotwalt, P.S., Reidy, S.P., and Webber, D.M. (2002). *Beyond Ucrit: matching swimming performance tests to the physiological ecology of the animal, including a new fish 'drag strip'*. Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol. **133**(2): 289–302. doi:10.1016/S1095-6433(02)00161-7.
- [73]. Northcote, T.G. (1998). *Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities*. In S. Weiss (ed.) Fish Migration and Fish Bypasses. Fishing news Books, Oxford, pp. 3-18.
- [74]. Office of Technology Assessment (OTA) (1995). *Fish passage technologies: protection at hydroelectric facilities*. Report OTA-ENV-641, Washington DC.

- [75]. Peake, S., R. S. McKinley, and D. A. Scruton. (1997). *Swimming performance of various freshwater Newfoundland salmonids relative to habitat selection and fishway design*. Journal of Fish Biology 51:710-723.
- [76]. Peake, S., F. W. H. Beamish, R. S. McKinley, D. A. Scruton, and C. Katopodis (1996). *Relating swimming performance of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, to fishway design*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54:1361-1366.
- [77]. Pearson, W.H., Southard, S.L., May, C.W., Skalski, J.R., Townsend, R.L., Horner-Devine, A.R., Thurman, D.R., Hotchkiss, R.H., Morrison, R.R., Richmond, M.C., and Deng, D. (2006). *Research on the Upstream Passage of Juvenile Salmon through Culverts: Retrofit Baffles* PNWD-3672 Battelle Pacific Northwest Division, Richland, Washington; 93 p.
- [78]. Pholprasith, S. (1995). *Fishways in Thailand*. In 'Proceedings of the International Symposium on Fishway' 95 in Gifu'. (Ed. S. Komura) pp. 355-362. (Publications committee of the International Symposium on Fishway '95: Gifu, Japan.).
- [79]. Plaut, I. (2001). *Critical swimming speed; its ecological relevance*. Comp. Biochem. And Phys. A, **131**: 41-50.
- [80]. Powers (2001). *Pool and Chute Fishways, Discussion and Design Process* (Draft in Progress). Washington Department of Fish and Wildlife.
- [81]. Rao, K.J, 1991. *Reproductive biology of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) from the lake Kolleru (Andhra pradesh)*. Indian,J. Anim. Sci., 61(7): 780-787.
- [82]. Reidy, S.P., Nelson, J.A., Tang, Y., and Kerr, S.R. (1995). *Post-exercise metabolic rate in Atlantic Cod and its dependence upon the method of exhaustion*. J. Fish Biol. 47: 377-86.

- [83]. Reidy, S. P., S. R. Kerr and J. A. Nelson, (2000). *Aerobic and anaerobic swimming performance of individual Atlantic cod*. J. Exp. Biol., **203**: 347-357.
- [84]. Remen, M., Solstorm, F., Bui, S., Klebert, P., Vågseth, T., Solstorm, D., Havas, M., Oppedal, F. (2016). *Critical swimming speed in groups of Atlantic salmon Salmo salar*. Vol. 8: 659–664, 2016. <http://doi.org/10.3354/aei00207>
- [85]. Santos, HA, Pompeu, PS, Vicentini, GS, and Martinez, CB (2008). *Swimming performance of the freshwater neotropical fish: Pimelodus maculatus* Lacepède. Braz. J. Biol., 68(2): 433-439, 2008.
- [86]. Sasanabe, S. (1990). “Fishway at headworks”. Proc.Int.Symp. on Fishways '90 Gifu, Japan.
- [87]. Schmutz, S. and C. Mielach (2015). *Review of Existing Research on Fish Passage through Large Dams and its Applicability to Mekong Mainstream Dams*. MRC Technical Paper No. 48. Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia. 149 pp. ISSN: 1683-1489.
- [88]. Sepulveda, G. and K. A. Dickson (2000). *Maximum sustainable speeds and cost of swimming in juvenile Kawakawa tuna (Euthynnus affinis) and chub mackerel (Scomber japonicus)*. J. Exp. Biol., **203**: 3089-3101.
- [89]. Solomon, D. J. and Beach, M.H., (2004). *Fish Pass design for Eel and Elver (Anguilla anguilla)*. R&D Technical Report W2-070/TR1. Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, Bristol BS32 4UD.
- [90]. Taylor, F. B. and J. D. McPhail (1985). *Burst swimming and size related predation of newly emerged coho salmon, Oncorhynchus kitsutch*. Trans. Amer. Fish. Soc., **114**: 546-551.
- [91]. Thorncraft, G. and Harris, J.H. (2000). *Fish Passage and Fishways in New South Wales: A Status Report*. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology Technical Report 1/2000.

- [92]. Travade, F. & Larinier, M. (2002). *Fish locks and fish lifts*. Bull. Fr. Peche Piscic. 364 suppl., pp. 102-118.
- [93]. Tudorache, C., P. Viaene, R. Blust, H. Vereecken and G. De Boeck (2008). *A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species*. J. Freshwat. Fish, **17**: 284-291.
- [94]. Upadhyay A. S, Kulkarni B. G and Pandey A. K (2014). *Migration in prawns with special reference to light and water current as inducers in Macrobrachium rosenbergii* . J. Exp. Zool. India Vol. 17, No. 1, pp. 33-48, 2014.
- [95]. Wepener, V., & Howatson, G. (2018). *A tool for determining maximum sustaining swimming ability of selected inland fish species in an Afrotropic ecozone*, 44(3), 1–5.
- [96]. Videler, J.J., and Wardle, C.S. (1991). *Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance*. Rev. Fish Biol. Fish. 1(1): 23-40.
- [97]. Williams, J.G. (1998). *Fish passage in the Columbia River, USA and its tributaries: problems and solutions*. In Fish migration and fish bypass. Edited by Jungwirth, M.; Schmutz, S. and Weiss, S. Fishing News Books, Oxford, pp. 180-191.
- [98]. Wolter C. and R. Arlinghaus (2003). *Navigation impacts on freshwater fish assemblages: The ecological relevance of swimming performance*. Rev. Fish Biol. Fish., **13**: 63-89. Yeh, M. F., C. H. Ho and M. A. Lee (2010).
- [99]. Yeh, M., Ho, C., & Lee, M. (2010). *Critical Swimming Speeds and Maximum Sustainable Swimming Speeds of the Minnows Acrosssocheilus Paradoxus and Varicorhinus barbatulus in Comparison to the Burst Swimming Speeds*, 37(1), 49–63.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ

TT	Tên bài báo	Nhóm tác giả	Tên tạp chí	Năm đăng
1	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 Hiếu, Nguyễn Nghĩa Hùng, Vũ Cẩm Lương.	Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi.	2017
2	Hiện trạng đường di cư qua đập ở hồ chứa Phước Hòa và khả năng thích ứng cho tôm càng xanh (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>).	Vũ Văn Hiếu, Vũ Cẩm Lương, Nguyễn Nghĩa Hùng, Trần Hồng Thủy, Di Tiến Học, Nguyễn Tuyết Kiều Diễm.	Tuyển tập Kết quả Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.	2018
3	Quan trắc khả năng di chuyển của tôm càng xanh ở các lưu tốc nước trong điều kiện thí nghiệm thủy lực, với liên hệ thực tế cho đường di cư qua đập Phước Hòa.	Vũ Văn Hiếu, Vũ Cẩm Lương, Nguyễn Nghĩa Hùng.	Tạp chí Khoa học Công nghệ - Thủy sản, Đại học Nha Trang.	2020

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1. DANH SÁCH CHUYÊN GIA ĐIỀU TRA KHẢO SÁT

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác/làm việc
1	Hà Lực	Ban Quản lý đập Phước Hòa.
2	Nguyễn Hữu Đông	Ban Quản lý đập Phước Hòa.
3	Trần Mạnh Hùng	Ban Quản lý đập Phước Hòa.
4	Bùi Thanh Huân	Ban Quản lý đập Phước Hòa.
5	Trương Khái Nghiệp	Ban Quản lý đập Phước Hòa.
6	Đặng Minh Phúc	UBND xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
7	Bùi Văn Bảo	UBND xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
8	Bùi Hùng Tuấn	UBND xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
9	Nguyễn Tín Nghĩa	UBND xã An Thái, huyện Phú Giáo, Bình Dương.
10	Thượng Chí Huy	UBND xã An Linh, huyện Phú Giáo, Bình Dương.
11	Phan Hữu Trí	UBND xã An Linh, huyện Phú Giáo, Bình Dương.
12	Võ Quốc Hân	UBND xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, tỉnh Bình Phước.
13	Hoàng Thị Giang	UBND xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, Bình Phước.
14	Nguyễn Nguyễn Du	Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II.
15	Nguyễn Văn Hảo	Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II.
16	Nguyễn Văn Trọng	Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản II.
17	Võ Khắc Trí	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
18	Lương Văn Thanh	Viện Kỹ thuật Biển.
19	Hồ Văn Biên	Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
20	Phan Thị Minh	Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
21	Nguyễn Thị Ngọc	Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.

**PHỤ LỤC 2. DANH SÁCH CÁC NGƯỜI DÂN THAM GIA ĐIỀU TRA
KHẢO SÁT Ở KHU VỰC XUNG QUANH ĐẬP PHƯỚC HÒA**

TT	Họ và tên	Nơi ở/khai thác TCX của ngư dân
I. Danh sách các ngư dân tham gia điều tra khảo sát (Nguồn: Số phiếu phát ra 33 phiếu, số phiếu thu vào 33 phiếu).		
1	Hoàng Văn Thiệu	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
2	Nguyễn Đình Lệ	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
3	Bùi Duy Sáng	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
4	Ngô Văn Trường	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
5	Ngô Đức Cùng	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
6	Nguyễn Văn Kỳ	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
7	Nguyễn Văn Thắng	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
8	Bùi Văn Việt	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
9	Vũ Công Tiều	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
10	Đinh Văn Huy	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
11	Bùi Duy Phong	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
12	Trần Văn Cửa	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
13	Trần Văn Dũng	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
14	Nguyễn Duy Hải	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
15	Trần Văn Tiến	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
16	Nguyễn Văn Trường	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
17	Đoàn Văn Cơ	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
18	Vũ Trọng Ngọc	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
19	Trần Văn Đệ	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
20	Đinh Văn Nhung	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
21	Trần Bá Nhật	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
22	Đoàn Văn Cang	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
23	Nguyễn Hữu Thanh	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
24	Phạm Ngọc Yến	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.

25	Nguyễn Văn Thành	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
26	Trần Văn Thảo	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
27	Nguyễn Văn Tha	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
28	Lưu Văn Thảo	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
29	Nguyễn Thị Bé	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
30	Nguyễn Bảy	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
31	Nguyễn Văn Sang	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
32	Trần Thị Liên	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
33	Đinh Văn Tiến	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước

II. Danh sách các ngư dân không tham gia điều tra khảo sát của các xã An Thái, An Linh và Tân Thành (Nguồn: Theo danh sách thành viên trong các Tổ khai thác thủy sản tự quản của các xã An Thái, An Linh; và chuyên viên Hồ Văn Biên cho xã Nha Bích và Tân Thành).

1	Phan Công Bình	Xã An Thái, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
2	Nguyễn Văn Thiệu	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
3	Trương Văn Đặng	Xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương.
4	Đoàn Văn Tiến	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
5	Nguyễn Văn Phiên	Xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, Bình Phước.
6	Huỳnh Văn Hồng	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
7	Nguyễn Thanh Hiền	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước
8	Nguyễn Thanh Vệm	Xã Tân Thành, TP. Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước.

PHỤ LỤC 3. BẢNG CÂU HỎI DÀNH CHO NGƯỜI DÂN KHAI THÁC THỦY SẢN XUNG QUANH ĐẬP PHƯỚC HÒA

Họ tên người được khảo sát (ông/bà):

Nơi ở:

Độ tuổi:

Nghề nghiệp chính từ khi có đập Phước Hòa tới nay:

Nghề nghiệp chính trước khi có đập Phước Hòa:

Ông/Bà ở cách đập Phước Hòa bao xa: km, về phía dưới [] hay trên đập [].

Ông/Bà đã khai thác thủy sản được: năm, trước [] hay sau [] khi đập Phước Hòa hình thành.

Xin Ông/Bà trả lời giúp một số câu hỏi sau:

I. Thông tin về đường dẫn cá/đường di cư qua đập áp dụng cho đập Phước Hòa

1. Ông/Bà có biết tới đường dẫn cá áp dụng cho đập Phước Hòa?

[] Có [] Không

Nếu có xin Ông/Bà trả lời giúp một số câu hỏi sau:

1.1. Ông/Bà đánh giá về hiện trạng cơ sở hạ tầng của đường dẫn cá Phước Hòa như thế nào?

[] Được duy trì hiện trạng tốt.

[] Đã xuống cấp nhưng vẫn đảm bảo khả năng hoạt động.

[] Đã xuống cấp và không có khả năng hoạt động.

[] Ý kiến khác.....

1.2. Theo Ông/Bà, cơ quan, tổ chức nào chịu trách nhiệm quản lý (hoạt động khai thác thủy sản, bảo vệ...) ở đường dẫn cá Phước Hòa?

[] Ban quản lý Đập Phước Hòa.

[] Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.

[] Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.

[] UBND xã An Thái.

[] Cộng đồng dân cư địa phương.

[] Ý kiến khác

1.3. Theo Ông/Bà, cơ quan nào chịu trách nhiệm vận hành đường dẫn cá Phước Hòa?

- ☐ Ban quản lý Đập Phước Hòa.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
- ☐ UBND xã An Thái.
- ☐ Ý kiến khác

1.4. Theo ông/bà, đường dẫn nước được xả nước vào thời gian nào trong năm?

- ☐ Tháng 1; ☐ Tháng 2; ☐ Tháng 3; ☐ Tháng 4; ☐ Tháng 5; ☐ Tháng 6; ☐ Tháng 7; ☐ Tháng 8; ☐ Tháng 9; ☐ Tháng 10; ☐ Tháng 11; ☐ Tháng 12.

1.5. Theo Ông/Bà, tính hiệu quả về thủy lợi của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Cao ☐ Trung bình ☐ Thấp

1.6. Theo Ông/Bà, tính hiệu quả về thủy sản của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Cao ☐ Trung bình ☐ Thấp

1.7. Theo Ông/Bà, mức độ duy tu, bảo dưỡng của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Cao ☐ Trung bình ☐ Thấp

1.8. Theo Ông/Bà, đường dẫn cá ở Phước Hòa có hoạt động hiệu quả hay không?

- ☐ Cao ☐ Trung bình ☐ Thấp

Nếu hiệu quả thì tại sao:

- ☐ Do quản lý đường dẫn cá tốt.
- ☐ Do quá trình vận hành đường dẫn cá tốt.
- ☐ Do áp dụng mô hình đường dẫn cá phù hợp.
- ☐ Vận tốc nước trong đường dẫn cá phù hợp cho các loài thủy sản di cư.
- ☐ Lý do khác:

Nếu không hiệu quả thì tại sao:

- ☐ Do quá trình quản lý không phù hợp.
- ☐ Do quá trình vận hành không tốt.
- ☐ Do áp dụng mô hình đường dẫn cá không phù hợp.
- ☐ Vận tốc nước trong đường dẫn cá không phù hợp cho các loài thủy sản di cư.
- ☐ Yếu tố khác:

1.9. Theo Ông/Bà, đường dẫn cá được quản lý, bảo vệ như thế nào?

- ☐ Cao ☐ Trung bình ☐ Thấp

1.10. Theo Ông/Bà, cơ quan, tổ chức nào chịu trách nhiệm quản lý hoạt động khai thác thủy sản ở đường dẫn cá Phước Hòa?

- ☐ Ban quản lý Đập Phước Hòa.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
- ☐ UBND xã An Thái.
- ☐ Cộng đồng dân cư địa phương.
- ☐ Ý kiến khác

1.11. Theo Ông/Bà, cơ quan nào chịu trách nhiệm vận hành đường dẫn cá Phước Hòa?

- ☐ Ban quản lý Đập Phước Hòa.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
- ☐ UBND xã An Thái.
- ☐ Ý kiến khác

II. Thông tin về ảnh hưởng của đập Phước Hòa đối với các loài thủy sản di cư

2.1. Xin phép Ông/Bà trả lời giúp một số câu hỏi trong bảng sau về các loài thủy sản di cư (có hình ảnh kèm theo):

TT	Các loài thủy sản di cư được khảo sát	Ông/Bà có hoặc không khai thác các loài thủy sản di cư (C/K)?	Mức độ phổ biến của các loài thủy sản di cư (từ 6 đến 1)		Mức độ ưu chuộng khai thác (từ 1 đến 6)		Nếu Ông/Bà chọn mức độ ưu tiên từ 1 đến 3 (trước hoặc sau khi có đập Phước Hòa) thì tại sao?				Nếu Ông/Bà chọn mức độ ưu tiên từ 4 đến 6 (trước hoặc sau khi có đập Phước Hòa) thì tại sao?			
			Trước khi có đập Phước Hòa (6-1)	Sau khi có đập Phước Hòa (6-1)	Trước khi có đập Phước Hòa (1-6)	Sau khi có đập Phước Hòa (1-6)	Loài có giá trị kinh tế cao?	Số lượng khai thác nhiều?	Loài dễ khai thác?	Các loài khác có mức ưu tiên thấp hoặc giảm nên mức độ ưu tiên cao?	Loài có giá trị kinh tế thấp?	Số lượng khai thác giảm?	Loài khó khai thác?	Các loài khác có mức ưu tiên cao hoặc tăng nên mức độ ưu tiên thấp?
1	Tôm càng xanh													
2	Cá chình hoa													
3	Cá linh													
4	Cá dảnh													
5	Cá lăng													
6	Cá chột sọc													

- Ông/Bà có đề xuất nguyên nhân khác:

2.3. Những loàichiếm bao nhiêu phần trăm trong ngày đánh bắt:

2.4. Thu nhập trung bình hàng ngày từ đánh bắt thủy sản của ông bà là bao nhiêu?

2.5. Tại sao ông/bà không còn khai thác được các loài ở đây?

☐ Do ảnh hưởng của đập Phước Hòa chặn đường di cư của chúng.

☐ Do khai thác quá mức các loài trên.

☐ Do ô nhiễm môi trường.

☐ Do nguyên nhân khác

2.6. Nếu số người tham gia đánh bắt thủy sản tại đây tăng, theo ông/bà nguyên nhân là do đâu?

☐ Nguồn lợi thủy sản được phục hồi và tăng trưởng, nguồn thu nhập từ khai thác thủy sản đáp ứng được mức sống của ngư dân.

☐ Người dân chuyển từ ngành nghề khác qua nghề khai thác.

☐ Ngư dân di cư từ nơi khác đến

☐ Nguyên nhân khác:.....

2.7. Nếu số người tham gia đánh bắt thủy sản tại đây giảm, theo ông/bà nguyên nhân là do đâu?

☐ Nguồn lợi thủy sản đang bị giảm sút khiến nguồn thu nhập từ khai thác thủy sản không đáp ứng được mức sống của ngư dân.

☐ Người khai thác chuyển đổi sang ngành nghề khác.

☐ Ngư dân di cư đến nơi khác.

☐ Nguyên nhân khác:.....

2.8. Theo ông/bà số lượng ngư cụ khai thác ở trong làng/ xóm tăng hay giảm?

Loài	Số lượng ngư cụ tăng hay giảm (+/-)	Số lượng người sản xuất ngư cụ tăng hay giảm (+/-)
Tôm càng xanh		
Cá chình hoa		
Cá linh		
Cá dảnh		
Cá lạng		
Cá chột sọc		

2.9. Chi phí:

	Trước khi có đập PH	Sau khi có đập PH	Tăng/Giảm
Chi phí ngư cụ			
Chi phí phương tiện khai thác			
Chi phí xăng dầu			

2.10. Ông/bà có làm thêm nghề tay trái không? ☐ Có ☐ Không

Nếu có xin trả lời câu hỏi sau:

+ Đó là công việc ☐ Thời vụ hay ☐ Thường xuyên

+ Thời gian của công việc tay trái là bao nhiêu:.....

+ Thu nhập của nghề tay trái là bao nhiêu:.....

2.11. Thu nhập của ông/bà có phụ thuộc vào việc khai thác thủy sản tại khu vực này không? ☐ Có ☐ Không

2.13. Thu nhập của ông bà có đáp ứng nhu cầu hay không?

- Trước khi có đập Phước Hòa: ☐ Có ☐ Không

- Sau khi có đập Phước Hòa: ☐ Có ☐ Không

2.14. Dự định trong tương lai về khai thác thủy sản

☐ Không thay đổi ☐ Đầu tư thêm ☐ Chuyển nghề

☐ Khác:

2.15. Ông/bà có đề xuất gì để bảo vệ nguồn lợi các loài thủy sản tại khu vực?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PHỤ LỤC 4. BẢNG CÂU HỎI DÀNH CHO CHUYÊN GIA

Họ và tên người được khảo sát:

Cơ quan công tác:.....

Lĩnh vực chuyên môn:.....

Chức vụ:

Xin Ông/Bà trả lời giúp một số câu hỏi sau:

I. Thông tin về đường dẫn cá/đường di cư qua đập áp dụng cho đập Phước Hòa

1. Ông/Bà đã hoặc đang làm công việc gì liên quan tới đường dẫn cá/đường di cư qua đập (ĐDCQĐ)?

☐ Làm dự án về đường dẫn cá.

☐ Tham dự hội đồng đánh giá về đường dẫn cá.

☐ Có lĩnh vực nghiên cứu hoặc quản lý liên quan trực tiếp tới đường dẫn cá.

☐ Có lĩnh vực nghiên cứu hoặc quản lý liên quan gián tiếp đến đường dẫn cá.

☐ Tìm hiểu đường dẫn cá qua tài liệu.

☐ Ý kiến khác:

2. Ông/Bà có biết tới đường dẫn cá áp dụng cho đập Phước Hòa?

☐ Có

☐ Không

Nếu có xin Ông/Bà trả lời giúp một số câu hỏi sau:

3. Ông/Bà đánh giá về hiện trạng cơ sở hạ tầng của đường dẫn cá Phước Hòa như thế nào?

☐ Được duy trì hiện trạng tốt.

☐ Đã xuống cấp nhưng vẫn đảm bảo khả năng hoạt động.

☐ Đã xuống cấp và không có khả năng hoạt động.

☐ Ý kiến khác.....

4. Theo Ông/Bà, cơ quan, tổ chức nào chịu trách nhiệm quản lý hoạt động khai thác thủy sản ở đường dẫn cá Phước Hòa?

☐ Ban quản lý Đập Phước Hòa.

☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.

☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.

☐ UBND xã An Thái.

- ☐ Cộng đồng dân cư địa phương.
- ☐ Ý kiến khác

5. Theo Ông/Bà, cơ quan nào chịu trách nhiệm vận hành đường dẫn cá Phước Hòa?

- ☐ Ban quản lý Đập Phước Hòa.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Dương.
- ☐ Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước.
- ☐ UBND xã An Thái.
- ☐ Ý kiến khác

6. Xin ông/bà cho biết, đường dẫn nước được xả nước chủ yếu thời gian nào trong năm?

- ☐ Tháng 1; ☐ Tháng 2; ☐ Tháng 3; ☐ Tháng 4; ☐ Tháng 5; ☐ Tháng 6;
- ☐ Tháng 7; ☐ Tháng 8; ☐ Tháng 9; ☐ Tháng 10; ☐ Tháng 11; ☐ Tháng 12

7. Theo Ông/Bà, tính hiệu quả về thủy lợi của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Tốt ☐ Không tốt

8. Theo Ông/Bà, tính hiệu quả về thủy sản của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Tốt ☐ Không tốt

9. Theo Ông/Bà, mức độ duy tu, bảo dưỡng của đường dẫn cá ở Phước Hòa?

- ☐ Tốt ☐ Không tốt

10. Theo Ông/Bà, đường dẫn cá ở Phước Hòa có hoạt động hiệu quả hay không?

- ☐ Hiệu quả ☐ Không hiệu quả

Nếu hiệu quả thì tại sao:

- ☐ Do quản lý đường dẫn cá tốt.
- ☐ Do quá trình vận hành đường dẫn cá tốt.
- ☐ Do áp dụng mô hình đường dẫn cá phù hợp.
- ☐ Vận tốc nước trong đường dẫn cá phù hợp cho các loài thủy sản di cư.
- ☐ Lý do khác:

Nếu không hiệu quả thì tại sao:

- ☐ Do quá trình quản lý không phù hợp.
- ☐ Do quá trình vận hành không tốt.
- ☐ Do áp dụng mô hình đường dẫn cá không phù hợp.
- ☐ Vận tốc nước trong đường dẫn cá không phù hợp cho các loài thủy sản di cư.
- ☐ Yếu tố khác:

11. Theo Ông/Bà, đường cá đi ở đập Phước Hòa có hướng tới phục vụ một số loài thủy sản cụ thể không?

☐ Có ☐ Không

12. Theo ông/bà, trong quá trình vận hành đường dẫn cá gặp phải một số khó khăn gì?

☐ Phải ưu tiên nước cho phục vụ thủy lợi và sinh hoạt hơn là duy trì đường dẫn cá hoạt động

☐ Thiếu nước nên khó đáp ứng được việc xả nước cho đường dẫn cá

☐ Đường dẫn cá hoạt động không hiệu quả nên lãng phí nguồn nước

☐ Khó khăn khác:

13. Xin ông/bà cho biết, đường dẫn cá được xả nước lần/tháng?

14. Ông/Bà đánh giá thế nào về tầm quan trọng của việc xây dựng đường dẫn cá khi xây dựng các đập ngăn sông ở Việt Nam?

☐ Rất quan trọng và cần bắt buộc xây cho các đập

☐ Tương đối quan trọng và tùy từng yêu cầu cụ thể

☐ Ít quan trọng và không bắt buộc xây cho các đập

15. Ông/Bà, đánh giá thế nào về hiệu quả xây dựng các đường dẫn cá ở Việt Nam?

☐ Hiệu quả ☐ Ít hiệu quả ☐ Không hiệu quả

Nếu **ít hiệu quả và không hiệu quả** thì tại sao:

☐ Phải dựa vào mô hình đường dẫn cá ở Âu Mỹ

☐ Thiếu thông tin để xây dựng đường dẫn cá ở Việt Nam

☐ Chưa có nhiều nghiên cứu khoa học về đường dẫn cá ở VN

☐ Chưa có nhiều kinh nghiệm xây dựng đường dẫn cá ở VN

☐ Yếu tố khác:

16. Theo Ông/Bà, có thể mô phỏng mô hình đường dẫn cá đang áp dụng tại ở Âu Mỹ cho Việt Nam?

☐ Có thể mô phỏng ☐ Không thể mô phỏng

Nếu có thể mô phỏng thì tại sao:

☐ Âu Mỹ có nhiều kinh nghiệm xây dựng đường dẫn cá

☐ Có cơ sở khoa học vững chắc

☐ Có nhiều loài thủy sản giống nhau giữa hai khu vực

☐ Yếu tố khác:

Nếu không thể mô phỏng thì tại sao:

☐ Khác nhau về tập tính di cư giữa các loài ở hai vùng

☐ Khác nhau về mức độ đa dạng thành phần loài

☐ Khác nhau về số lượng các loài di cư

☐ Khác nhau về thời điểm di cư trong năm

☐ Khác nhau về chiều cao của đập ngăn sông

☐ Khác nhau về kích thước các loài cá giữa hai vùng

☐ Yếu tố khác:

17. Theo Ông/Bà, khi xây dựng đường dẫn cá cần ưu tiên cho một số hay nhiều loài thủy sản?

☐ Ưu tiên cho một số loài thủy sản

☐ Ưu tiên cho nhiều loài thủy sản

☐ Ưu tiên cho tất cả các loài thủy sản

18. Theo Ông/Bà, những yếu tố nào cần quan tâm khi xây dựng đường dẫn cá?

☐ Xác định được loài thủy sản di chuyển qua đường dẫn cá

☐ Lựa chọn loài đường dẫn cá phù hợp

☐ Tập tính di cư của loài chủ đích

☐ Độ nghiêng và vận tốc nước trong đường dẫn cá điều kiện đối tượng?

☐ Vận tốc nước thu hút loài chủ đích về phía đường dẫn cá

19. Theo Ông/Bà, tại sao đường dẫn cá chưa được quan tâm ở Việt Nam?

☐ Chưa xác định được sự nghiêm trọng của vấn đề

☐ Hiệu quả của đường dẫn cá đối với đa loài vẫn là câu hỏi mở

☐ Chưa có nhiều thông tin về tập tính di cư của các loài cá tôm ở Việt Nam

☐ Các nhà quản lý chưa quan tâm tới đường dẫn cá

☐ Yếu tố khác:

20. Theo Ông/Bà, tại sao hiện nay vẫn chưa có nhiều nghiên cứu khoa học về đường dẫn cá ở Việt Nam?

☐ Các nhà khoa học chưa quan tâm tới đường dẫn cá

- ☐ Khó áp dụng đường dẫn cá ở Việt Nam
- ☐ Thiếu các thông tin về tập tính di cư và thiết kế đường dẫn cá
- ☐ Khó xin kinh phí thực hiện đề tài về đường dẫn cá
- ☐ Yếu tố khác:

21. Cơ quan Anh/Chị có thường xuyên điều tra nguồn lợi thủy sản hay không?

- ☐ Có
- ☐ Không thường xuyên
- ☐ Rất hiếm khi

Nếu có/không thường xuyên thì bao nhiêu lần/năm (...../năm).

22. Anh/Chị đánh giá thế nào về vai trò của cộng đồng trong quản lý nguồn lợi thủy sản di cư ở lưu vực sông Đồng Nai?

- ☐ Quan trọng
- ☐ Không quan trọng

Nếu quan trọng thì vì sao:

- ☐ Người hưởng lợi trực tiếp từ nguồn lợi cá, tôm di cư
- ☐ Có nhiều kinh nghiệm về các loại thủy sản di cư
- ☐ Bị ảnh hưởng trực tiếp từ việc suy giảm nguồn lợi
- ☐ Yếu tố khác:

Nếu không quan trọng thì vì sao:

- ☐ Không có kinh nghiệm quản lý
- ☐ Đây là việc của cơ quan quản lý nhà nước
- ☐ Yếu tố khác:

23. Theo Anh/Chị việc quản lý đường dẫn cá hiện này có gì bất cập hay không?

- ☐ Có
- ☐ Không

Nếu có thì tại sao:

- ☐ Cơ chế quản lý chồng chéo
- ☐ Việc giám sát quá trình vận hành của đường dẫn cá chưa được quan tâm
- ☐ Thiếu cán bộ quản lý chuyên trách
- ☐ Yếu tố khác:

24. Theo Ông/Bà, ở Việt Nam có nên phát triển đường dẫn cá hay không?

- ☐ Có
- ☐ Không

Nếu có thì tại sao:

- ☐ Để bảo nguồn lợi thủy sản và duy trì đa dạng sinh học
- ☐ Nếu có nhu cầu xây đập phải có đường dẫn cá
- ☐ Cân bằng giữa lợi ích kinh tế và môi trường
- ☐ Yếu tố khác:

Nếu không thì tại sao:

- ☐ Ưu tiên phát triển kinh tế
- ☐ Chưa tới mức độ nghiêm trọng cần phải xây dựng đường dẫn cá
- ☐ Có nhiều giải pháp bảo vệ nguồn lợi ngoài đường dẫn cá như:
- ☐ Không hiệu quả tại Việt Nam
- ☐ Yếu tố khác:

25. Theo Ông/Bà, khi xây dựng đường dẫn cá thì đối tượng nào được hưởng lợi?

- ☐ Những người đánh bắt thủy sản quy mô nhỏ
- ☐ Những người nuôi trồng thủy sản trong khu vực
- ☐ Những người buôn bán thủy sản
- ☐ Đối tượng khác

PHỤ LỤC 5. VỊ TRÍ TCX TRÊN KÊNH NƯỚC HỒ TRONG CÁC THỬ NGHIỆM VỚI TCX CỖ I (đơn vị tính là m)

	Lưu tốc 0,3m/giây						Lưu tốc 0,6m/giây						Lưu tốc 0,9 m/giây					
Lần 1	Thứ 3, ngày 18/9/2018						Thứ 5, ngày 20/9/2018						Thứ 7, ngày 22/9/2018					
Số tôm	5'	10'	15'	20'	25'	30'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
1	1,8	2,1	2,1	5,0	6,5	8,6	1,2	1,8	3,0	2,0	2,0	2,0	0	0	0	0	0	0
2	2,1	3,2	5,0	5,3	7,2	9,3	1,5	3,5	3,8	7,5	7,5	8,2	0	0	0	0	0	0
3	2,1	4,5	5,9	8,4	18	18	1,6	3,5	4,9	7,6	9,0	10,1	0	0	0	0	0	0
4	2,2	4,7	6,4	8,9	18	18	1,8	3,5	5,3	7,8	10,2	13,2	0	0	0	0	0	0
5	5,0	5,0	7,9	13,7	18	18	1,8	3,8	6,2	7,9	11,3	13,3	0	0	0	0	0	0
6	5,2	5,4	8,4	13,8	18	18	3,0	5,3	7,7	9,6	11,5	15,3	0	0	0	0	0	0
7	5,5	5,9	9,0	14,0	18	18	3,4	6,5	8,2	11,3	16,3	18	0	0	0	0	0	0
8	5,9	6,5	12,0	18	18	18	3,5	6,8	9,6	13,5	18	18	0	0	0	0	0	0
9	5,9	7,8	12,1	18	18	18	3,8	6,8	9,8	13,6	18	18	0	0	0	0	0	0
10	6,0	8,7	12,3	18	18	18	3,9	7,2	11,2	18	18	18	0	0	0	0	0	0
11	6,3	8,9	13,2	18	18	18	4,5	9,5	12,8	18	18	18	0	0	0	0	0	0
12	6,5	12,8	13,3	18	18	18	4,6	9,6	13,6	18	18	18	0	0	0	0	0	0
13	6,5	13,5	18	18	18	18	4,8	9,8	13,8	18	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
14	7,5	13,6	18	18	18	18	4,9	9,8	14,0	18	18	18	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
15	7,8	15,1	18	18	18	18	9,5	10,2	14,5	18	18	18	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
16	7,8	15,3	18	18	18	18	9,6	14,5	18	18	18	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
17	8,0	15,4	18	18	18	18	9,8	15,6	18	18	18	18	0,5	0,5	0,6	1,5	1,5	1,5
18	8,5	17,2	18	16	18	18	9,8	15,8	18	18	18	18	0,8	0,5	0,8	1,8	1,8	1,8
19	8,8	17,5	18	18	18	18	10,2	17,4	18	18	18	18	1,0	0,8	1,0	2,0	2,0	2,0
20	8,8	18	18	18	18	18	10,5	18	18	18	18	18	1,0	1,0	2,0	3,2	3,2	3,2
Lần 2	Thứ 3, ngày 18/9/2018						Thứ 5, ngày 20/9/2018						Thứ 7, ngày 22/9/2018					
1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	2,5	2,6	3,3	6,0	0	0	0	0	0	0

2	0,5	2,5	4,2	7,0	18	14,8	0,5	1,3	2,6	5,6	74	9,0	0	0	0	0	0	0
3	2,0	4,2	5,2	9,8	18	18	2,3	4,5	6,9	8,9	11,0	14,6	0	0	0	0	0	0
4	2,3	4,9	6,4	10,0	18	18	2,5	4,6	7,5	9,5	15,8	18	0	0	0	0	0	0
5	2,5	5,0	7,0	10,5	19	18	2,5	4,8	8,7	11,2	17,6	18	0	0	0	0	0	0
6	3,2	5,2	7,5	12,4	18	18	2,6	5,5	8,8	11,3	17,7	18	0	0	0	0	0	0
7	3,5	6,4	11,2	12,4	18	18	2,8	5,6	8,8	11,5	18	18	0	0	0	0	0	0
8	3,8	6,8	11,2	13,0	18	18	3,0	5,9	9,3	12,3	18	18	0	0	0	0	0	0
9	4,0	8,1	12,8	18	18	18	3,1	5,9	9,4	12,5	18	18	0	0	0	0	0	0
10	7,4	9,5	13,0	18	18	18	3,3	6,5	9,8	12,8	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	7,6	9,5	13,6	18	18	18	3,3	6,8	9,0	13,2	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	7,6	9,8	13,7	18	18	18	3,4	11,5	12,1	18	18	18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
13	7,8	13,4	14,0	18	18	18	7,5	12,3	12,3	18	18	18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
14	9,2	13,5	18	18	18	18	8,7	12,5	12,9	18	18	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
15	9,5	13,8	18	18	18	18	8,8	12,8	13,0	18	18	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
16	9,6	14,5	18	18	18	18	8,8	13,2	18	18	18	18	0,5	0,5	0,45	0,8	0,8	0,8
17	9,6	14,6	18	18	18	18	9,3	16,9	18	18	18	18	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
18	10,3	17,2	18	18	18	18	9,4	17,1	18	18	18	18	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2
19	10,5	18	18	18	18	18	9,8	17,5	18	18	18	18	1,0	1,2	1,2	2,0	3,0	3,5
20	10,5	18	18	18	18	18	10,5	18	18	18	18	18	1,2	1,2	2,0	3,0	3,5	3,5
Lần 3	Thứ 3, ngày 25/9/2018						Thứ 6, ngày 28/9/2018						Thứ 7, ngày 29/9/2018					
1	0,1	0,5	1,0	3,0	4,8	4,8	2,1	2,3	4,5	6,5	5,3	1,5	0	0	0	0	0	0
2	0,5	0,5	2,0	8,3	15,2	18	2,3	4,5	6,7	8,8	8,6	10,4	0	0	0	0	0	0
3	0,5	3,0	4,7	8,5	18	18	2,3	4,6	6,9	8,8	10,2	13,4	0	0	0	0	0	0
4	1,0	3,2	4,7	8,5	18	18	2,5	4,8	7,6	9,5	11,2	14,8	0	0	0	0	0	0
5	3,0	4,0	11,3	14,7	18	18	2,6	4,9	7,8	9,7	13,6	18	0	0	0	0	0	0
6	3,0	7,1	12,5	18	18	18	2,7	5,0	7,8	9,8	14,0	18	0	0	0	0	0	0

7	6,3	9,5	13,0	18	18	18	2,9	5,5	8,2	11,3	17,2	18	0	0	0	0	0	0
8	6,4	10,0	13,2	18	18	18	3,8	5,9	10,0	11,3	17,3	18	0	0	0	0	0	0
9	6,8	10,1	13,3	18	18	18	6,9	8,5	11,3	18	18	18	0	0	0	0	0	0
10	8,5	10,5	13,3	18	18	18	7,6	8,6	12,0	18	18	18	0	0	0	0	0	0
11	8,5	11,3	14,5	18	18	18	7,8	9,3	13,7	18	18	18	0	0	0	0	0	0
12	8,8	12,2	18	18	18	18	7,8	10,0	13,8	18	18	18	0	0	0	0	0	0
13	9,0	14,5	18	18	18	18	8,2	11,3	14,2	18	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
14	9,5	14,6	18	18	18	18	8,3	12,0	14,3	18	18	18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
15	9,5	15,4	18	18	18	18	8,5	13,7	15,8	18	18	18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
16	9,8	15,5	18	18	18	18	9,3	13,8	18	18	18	18	0,3	0,4	0,5	0,5	0,9	0,9
17	9,8	16,2	18	18	18	18	9,5	14,2	18	18	18	18	0,3	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
18	10,0	18	18	18	18	18	9,7	14,3	18	18	18	18	0,5	0,5	1,0	2,0	2,3	2,3
19	10,5	18	18	18	18	18	9,8	15,8	18	18	18	18	2,0	2,0	2,0	3,0	3,8	3,8
20	10,6	18	18	18	18	18	10,0	16,0	18	18	18	18	2,0	2,0	3,0	3,5	3,6	3,8
Lần 4	Thứ 2, ngày 01/10/2018						Thứ 3, ngày 02/10/2018						Thứ 5, ngày 04/10/2018					
1	0,5	1,0	1,0	5,5	10,3	18	0,1	0,1	4,5	6,5	3,4	53	0	0	0	0	0	0
2	0,7	1,5	5,0	11,5	18	18	1,0	2,0	5,0	6,6	6,8	9,0	0	0	0	0	0	0
3	1,0	3,0	6,5	13,5	18	18	1,2	2,8	5,1	6,8	8,0	11,2	0	0	0	0	0	0
4	1,0	3,2	6,6	15,2	18	18	2,4	3,6	5,3	6,8	8,2	11,5	0	0	0	0	0	0
5	3,2	5,0	9,2	16,0	18	18	3,0	3,6	6,4	9,0	11,2	16,2	0	0	0	0	0	0
6	3,2	5,1	9,2	16,2	18	18	3,2	4,4	6,9	9,3	15,5	18	0	0	0	0	0	0
7	3,5	6,0	11,2	18	18	18	3,5	4,6	7,0	9,6	15,6	18	0	0	0	0	0	0
8	3,6	6,5	11,4	18	18	18	3,2	5,8	8,7	15,3	18	18	0	0	0	0	0	0
9	3,8	10,5	11,6	18	18	18	5,0	7,3	9,4	15,4	18	18	0	0	0	0	0	0
10	5,0	10,7	12,6	18	18	18	5,3	7,5	10,5	18	18	18	0	0	0	0	0	0
11	5,4	10,7	12,8	18	18	18	5,3	7,8	11,4	18	18	18	0	0	0	0	0	0

12	5,5	12,3	18	18	18	18	7,3	8,4	13,4	18	18	18	0	0	0	0	0	0
13	7,2	12,3	18	18	18	18	7,5	8,5	13,6	18	18	18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
14	7,5	15,6	18	18	18	18	7,8	8,5	18	18	18	18	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
15	7,5	15,8	18	18	18	18	8,4	9,3	18	18	18	18	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16	7,9	16,8	18	18	18	18	8,5	13,4	18	18	18	18	0,8	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0
17	8,0	17,2	18	18	18	18	8,5	13,6	18	18	18	18	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
18	8,5	16,7	18	18	18	18	9,3	13,6	18	18	18	18	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
19	8,5	18	18	18	18	18	9,5	15,2	18	18	18	18	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5
20	9,0	18	18	18	18	18	9,5	15,5	18	18	18	18	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Lần 5	Thứ 7, ngày 06/10/2018						Thứ 3, ngày 8/10/2018						Thứ 6, ngày 12/10/2018					
1	3,0	3,9	8,6	11,0	18	18	1,5	1,7	2,5	3,0	5,0	8,0	0	0	0	0	0	0
2	3,2	4,3	10,0	13,5	18	18	2,6	3,0	4,9	6,4	8,5	10,2	0	0	0	0	0	0
3	3,4	4,5	10,5	13,6	18	18	2,7	3,0	6,5	8,0	10,2	12,5	0	0	0	0	0	0
4	3,5	4,5	11,0	14,5	18	18	3,5	4,7	6,5	8,5	10,5	12,4	0	0	0	0	0	0
5	3,8	5,5	11,4	16,0	18	18	3,5	4,9	7,5	9,8	11,5	15,3	0	0	0	0	0	0
6	5,2	6,0	13,5	18	18	18	3,8	4,9	7,7	13,8	18	18	0	0	0	0	0	0
7	5,5	10,0	13,5	18	18	18	4,0	5,2	7,9	13,8	18	18	0	0	0	0	0	0
8	5,6	10,2	16,4	18	18	18	4,2	5,3	9,5	15,4	18	18	0	0	0	0	0	0
9	5,8	11,0	16,5	18	18	18	4,5	6,0	9,6	15,6	18	18	0	0	0	0	0	0
10	5,8	11,2	18	18	18	18	4,5	6,3	9,9	17,3	18	18	0	0	0	0	0	0
11	6,0	11,5	18	18	18	18	5,0	9,0	10,0	17,5	18	18	0	0	0	0	0	0
12	6,6	11,8	18	18	18	18	5,1	9,0	10,2	17,8	18	18	0	0	0	0	0	0
13	7,5	12,5	18	18	18	18	5,1	11,0	12,0	18	18	18	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
14	7,5	12,5	18	18	18	18	8,0	11,3	12,0	18	18	18	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	7,8	15,5	18	18	18	18	9,2	11,4	14,0	18	18	18	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
16	7,8	15,8	18	18	18	18	9,0	13,8	14,2	18	18	18	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0

17	8,3	15,8	18	18	18	18	9,5	13,8	18	18	18	18	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
18	8,3	16,0	18	18	18	18	10,0	15,4	18	18	18	18	2,0	2,0	3,0	2,5	2,5	2,5
19	9,5	18	18	18	18	18	10,2	15,6	18	18	18	18	2,3	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0
20	9,6	18	18	18	18	18	10,2	17,3	18	18	18	18	2,5	3,0	3,0	3,2	3,3	3,3
Lần 6	Thứ 7, ngày 06/10/2018						Thứ 3, ngày 8/10/2018						Thứ 6, ngày 12/10/2018					
1	0,5	0,5	0,5	5,0	5,2	5,3	0,2	0,2	2,8	5,0	3,3	3,3	0	0	0	0	0	0
2	3,4	3,6	7,5	7,5	10,2	15,7	1,0	0,6	3,2	7,5	10,5	10,5	0	0	0	0	0	0
3	3,5	6,1	7,5	13,4	18	18	1,4	2,0	5,7	7,6	13,6	18	0	0	0	0	0	0
4	3,6	7,2	9,5	14,2	18	18	1,5	2,3	7,4	7,9	13,7	18	0	0	0	0	0	0
5	5,3	7,3	9,7	14,4	18	18	2,3	6,3	8,5	13,4	17,0	18	0	0	0	0	0	0
6	5,3	10,0	9,8	14,9	18	18	2,5	6,9	8,7	13,5	17,1	18	0	0	0	0	0	0
7	5,5	10,2	13,5	18	18	18	2,6	7,5	8,8	13,6	17,4	18	0	0	0	0	0	0
8	5,6	10,2	14,5	18	18	18	3,4	7,9	9,0	13,8	18	18	0	0	0	0	0	0
9	8,0	14,5	15,6	18	18	18	6,3	7,9	9,5	17,5	18	18	0	0	0	0	0	0
10	8,2	14,5	15,6	18	18	18	6,9	8,5	9,6	17,5	18	18	0	0	0	0	0	0
11	8,2	14,7	18	18	18	18	7,5	8,9	10,2	18	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	8,5	15,1	18	18	18	18	7,9	9,2	11,3	18	18	18	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
13	8,5	15,2	18	18	18	18	7,9	9,5	14,5	18	18	18	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
14	8,7	15,5	18	18	18	18	8,5	12,5	14,5	18	18	18	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
15	9,0	18	18	18	18	18	8,9	15,6	18	18	18	18	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
16	9,0	18	18	18	18	18	9,2	15,8	18	18	18	18	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
17	9,2	18	18	18	18	18	9,2	16,4	18	18	18	18	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
18	9,2	18	18	18	18	18	9,5	17,2	18	18	18	18	1,0	1,2	1,0	1,2	1,5	1,5
19	9,9	18	18	18	18	18	11,0	17,5	18	18	18	18	1,2	1,3	1,2	2,0	2,0	2,0
20	10,5	18	18	18	18	18	11,3	18	18	18	18	18	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

PHỤ LỤC 6. VỊ TRÍ TCX TRÊN KÊNH NƯỚC HỒ Ở CÁC THỬ NGHIỆM VỚI TCX CỖ II (đơn vị tính là m)

	Lưu tốc 0,3m/giây						Lưu tốc 0,6m/giây						Lưu tốc 0,9 m/giây					
Lần 1	Thứ 3, ngày 18/9/2018						Thứ 5, ngày 20/9/2018						Thứ 7, ngày 22/9/2018					
Số tôm	5'	10'	15'	20'	25'	30'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
1	1.6	1.5	1.5	1.5	3.6	3.5	0.2	2	2.6	4.6	6	7.5	0	0	0	0	0	0
2	3.2	1.7	7.6	14.3	18	18	2	2.5	3.6	7.5	13.6	18	0	0	0	0	0	0
3	3.5	4.5	7.6	14.3	18	18	2.2	2.6	4.3	7.6	13.8	18	0	0	0	0	0	0
4	4.7	4.6	7.7	14.5	18	18	4.3	4	5.7	8.9	13.8	18	0	0	0	0	0	0
5	4.9	4.8	10.2	16.7	18	18	4.3	4.5	5.9	10.2	18	18	0	0	0	0	0	0
6	4.9	7.6	11.5	17.4	18	18	5.6	4.6	6.5	10.5	18	18	0	0	0	0	0	0
7	5.1	7.6	12.6	18	18	18	5.8	5.4	7.2	10.5	18	18	0	0	0	0	0	0
8	5.2	10.1	12.7	18	18	18	5.9	5.5	7.3	10.8	18	18	0	0	0	0	0	0
9	5.5	10.2	16.5	18	18	18	8.2	9.5	15.3	18	18	18	0	0	0	0	0	0
10	5.6	11.4	16.4	18	18	18	9	9.6	15.3	18	18	18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	5.8	11.6	17.9	18	18	18	9.5	11	15.5	18	18	18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15
12	5.8	15	18	18	18	18	9.8	12.3	17.5	18	18	18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
13	6.1	12.5	18	18	18	18	11	12.5	17.6	18	18	18	0.9	0.9	0.9	1	1	1
14	6.3	12.6	18	18	18	18	11.2	15.6	18	18	18	18	1	1	1	1.5	1.5	1.5
15	6.3	12.8	18	18	18	18	12	15.7	18	18	18	18	1.3	1.3	1.3	2	2	2
16	8.5	15.6	18	18	18	18	12.6	16	18	18	18	18	1.5	1.5	1.5	3.8	3.8	3.8
17	8.6	15.7	18	18	18	18	12.9	16.2	18	18	18	18	2	2	2	4	4	4
18	8.6	16.5	18	18	18	18	13	16.3	18	18	18	18	2	2.5	2.5	4.6	4.6	4.6
19	10.5	18	18	18	18	18	13.5	17	18	18	18	18	3	3	3	5	5	5
20	10.6	18	18	18	18	18	13.8	17.2	18	18	18	18	3	6	6	6	6	6
Lần 2	Thứ 3, ngày 25/9/2018						Thứ 6, ngày 28/9/2018						Thứ 7, ngày 29/9/2018					

1	0.5	0.7	5.8	12.8	18	18	0.2	1.5	3.5	4.7	5.6	7.2	0	0	0	0	0	0
2	4.2	2.5	6.8	13.5	18	18	0.8	1.6	3.6	5	8	7.3	0	0	0	0	0	0
3	4.3	2.5	7.2	13.6	18	18	1.3	3.2	5.6	5.6	11.5	18	0	0	0	0	0	0
4	5.7	5.6	9.5	13.6	18	18	1.3	3.2	9	11.9	18	18	0	0	0	0	0	0
5	5.9	5.8	9.6	14.3	18	18	2.8	4.3	9.1	12	18	18	0	0	0	0	0	0
6	7.5	7.8	13.1	16.5	18	18	3	5.9	9.5	13.4	18	18	0	0	0	0	0	0
7	7.6	8	13.4	18	18	18	3.2	8.2	11.5	18	18	18	0	0	0	0	0	0
8	7.6	8.6	13.5	18	18	18	3.5	9.5	11.5	18	18	18	0	0	0	0	0	0
9	7.9	11.2	17.6	18	18	18	5.6	9.6	11.6	18	18	18	0	0	0	0	0	0
10	8	11.2	17.6	18	18	18	5.8	11	12.4	18	18	18	0	0	0	0	0	0
11	10.2	13.5	18	18	18	18	5.9	12.3	12.8	18	18	18	0.38	0.45	0.45	0.5	0.5	0.55
12	10.2	13.9	18	18	18	18	8.2	12.4	16.5	18	18	18	0.4	0.5	0.5	0.9	1	1
13	10.5	14.6	18	18	18	18	9	14.5	16.7	18	18	18	0.5	1	1	1	1.3	1.3
14	12.5	14.7	18	18	18	18	9.5	15	18	18	18	18	0.9	0.9	1	1.3	1.5	1.8
15	12.6	14.7	18	18	18	18	9.8	15	18	18	18	18	1.5	2	2	2	2.2	2.2
16	12.8	18	18	18	18	18	11	16.2	18	18	18	18	2	2.5	2.5	2.5	3	3
17	12.8	18	18	18	18	18	11.2	16.2	18	18	18	18	2	2.9	2.9	3.5	3.5	3.5
18	13.5	18	18	18	18	18	12	17.5	18	18	18	18	3	3	3	4	4	3.8
19	13.5	18	18	18	18	18	12.5	18	18	18	18	18	3	3	3	6	6	6
20	13.6	18	18	18	18	18	12.6	18	18	18	18	18	3.2	5	5	7	7	8
Lần 3	Thứ 3, ngày 25/9/2018						Thứ 6, ngày 28/9/2018						Thứ 7, ngày 29/9/2018					
1	2	3.5	4	4.6	9.2	12.5	1	4.5	6	8.1	10.2	14.5	0	0	0	0	0	0
2	2.2	3.6	6.7	12.3	18	18	1.2	4.8	6.5	8.8	10.6	15.8	0	0	0	0	0	0
3	5	5.7	6.8	12.4	18	18	1.2	6	8.6	13.5	18	18	0	0	0	0	0	0
4	5.1	6.5	11.4	16.5	18	18	1.5	6.5	9	15.5	18	18	0	0	0	0	0	0
5	5.5	6.7	11.5	16.5	18	18	2	6.7	9.4	15.8	18	18	0	0	0	0	0	0

6	5.7	8	13.5	18	18	18	3	6.8	10.2	16	18	18	0	0	0	0	0	0
7	6.8	8.2	14.7	18	18	18	5	7	10.5	16.3	18	18	0	0	0	0	0	0
8	6.8	9	14.7	18	18	18	6.5	7.5	11.3	18	18	18	0	0	0	0	0	0
9	9	13.5	17.2	18	18	18	9.5	7.8	11.5	18	18	18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	9.5	15	18	18	18	18	9.7	8.3	11.5	18	18	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
11	9.5	15.2	18	18	18	18	10.2	8.5	12.3	18	18	18	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
12	10.2	15.5	18	18	18	18	10.4	8.5	12.5	18	18	18	0.2	0.3	0.4	0.4	0.35	0.35
13	10.5	15.6	18	18	18	18	11.2	8.7	13	18	18	18	0.3	0.35	0.4	0.4	0.5	0.5
14	10.7	15.8	18	18	18	18	11.5	8.9	13.2	18	18	18	0.3	0.35	0.45	0.5	0.55	0.55
15	11.4	16.2	18	18	18	18	11.8	11.5	16.5	18	18	18	0.35	0.4	0.5	0.5	0.8	0.8
16	11.4	16.5	18	18	18	18	12	11.7	16.7	18	18	18	0.9	0.9	2	2	2	2
17	11.8	18	18	18	18	18	12.3	16.7	18	18	18	18	3	3	3	3.9	3.9	3.9
18	12.3	18	18	18	18	18	12.4	18	18	18	18	18	3.7	3.7	3.7	4	4	4
19	12.5	18	18	18	18	18	12.8	18	18	18	18	18	4	4	4	4.8	4.8	4.8
20	12.5	18	18	18	18	18	13	18	18	18	18	18	4.5	4.5	4.5	6.5	6.5	6.5
Lần 4	Thứ 2, ngày 01/10/2018						Thứ 3, ngày 02/10/2018						Thứ 5, ngày 04/10/2018					
1	3.5	7.3	11	15.5	18	18	0.2	0.2	3.8	5.5	9.1	9.1	0	0	0	0	0	0
2	3.6	7.4	12.1	17.2	18	18	0.2	0.5	4	6.5	6.5	6	0	0	0	0	0	0
3	3.8	8	12.3	17.5	18	18	0.4	3.2	9.6	12.2	18	18	0	0	0	0	0	0
4	3.9	8.5	12.5	17.6	18	18	3	7.2	9.6	12.5	15	18	0	0	0	0	0	0
5	4.2	8.6	13	18	18	18	3.2	7.4	11.5	17.3	18	18	0	0	0	0	0	0
6	4.3	8.8	14.6	18	18	18	5.2	7.5	11.5	17.4	18	18	0	0	0	0	0	0
7	6	11.8	15.7	18	18	18	5.5	7.8	11.6	18	18	18	0	0	0	0	0	0
8	6.5	12	15.9	18	18	18	5.6	7.9	11.8	18	18	18	0	0	0	0	0	0
9	8.5	12.3	18	18	18	18	5.7	8.5	13	18	18	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10	8.7	12.5	18	18	18	18	5.9	9	14.1	18	18	18	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25

11	8.8	12.7	18	18	18	18	6	9.1	15.6	18	18	18	0.22	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
12	10.5	12.7	18	18	18	18	6.8	10.2	15.6	18	18	18	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
13	10.8	13.7	18	18	18	18	7.8	10.5	18	18	18	18	0.8	0.8	0.8	1	1	1
14	10.9	14.5	18	18	18	18	8.8	10.5	18	18	18	18	1	1	1.2	1.2	2	2
15	11.5	14.7	18	18	18	18	9.2	12	18	18	18	18	1.5	1.5	1.5	2	2	2
16	11.6	17.3	18	18	18	18	9.7	12.2	18	18	18	18	1.8	1.8	1.8	2.5	3	3
17	13.5	18	18	18	18	18	10	15.6	18	18	18	18	2	3	3	3.5	3.5	4
18	13.5	18	18	18	18	18	10.8	15.6	18	18	18	18	3.6	4.6	4.6	5.5	5.5	5.5
19	13.8	18	18	18	18	18	11.2	18	18	18	18	18	4	5	5	5.9	7	7
20	14	18	18	18	18	18	12	18	18	18	18	18	4.5	5.5	5.5	6	7.5	7.5
Lần 5	Thứ 2, ngày 07/10/2018						Thứ 5, ngày 11/10/2018						Thứ 7, ngày 13/10/2018					
1	4.5	0.5	1.5	8.8	18	18	0.3	3.5	3.5	6.5	6.5	5.3	0	0	0	0	0	0
2	4.6	1.5	9.2	13.6	18	18	0.5	5.5	6.5	9.8	9.8	9.8	0	0	0	0	0	0
3	6.2	6.7	10.6	13.9	18	18	2.4	9.5	8.5	12.2	15.7	18	0	0	0	0	0	0
4	6.4	7.6	12.5	17.5	18	18	5	11	8.5	12.4	17.5	18	0	0	0	0	0	0
5	6.6	8.4	12.6	17.7	18	18	5.9	11.2	9.4	12.4	18	18	0	0	0	0	0	0
6	6.8	9.2	13.6	18	18	18	6	12	9.6	12.6	18	18	0	0	0	0	0	0
7	9.2	9.3	13.7	18	18	18	6.5	12.8	9.8	12.6	18	18	0	0	0	0	0	0
8	9.5	9.5	13.9	18	18	18	6.9	13	10.5	17.5	18	18	0	0	0	0	0	0
9	9.5	9.9	13.9	18	18	18	7.2	13.5	10.5	18	18	18	0	0	0	0	0	0
10	9.7	10.6	15.7	18	18	18	8	13.9	13.6	18	18	18	0	0	0	0	0	0
11	11.3	12.4	18	18	18	18	8.3	14	16.8	18	18	18	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
12	11.5	15.3	18	18	18	18	9	14.3	16.9	18	18	18	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
13	11.5	15.3	18	18	18	18	9.3	14.5	18	18	18	18	0.3	0.3	0.3	0.2	0.28	0.28
14	11.8	16.5	18	18	18	18	10	14.5	18	18	18	18	0.5	0.5	0.32	0.3	0.3	0.3
15	12.8	16.7	18	18	18	18	10.2	14.6	18	18	18	18	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7

16	12.8	18	18	18	18	18	10.6	14.8	18	18	18	18	1.5	1.5	1.5	2	2	2
17	14.2	18	18	18	18	18	11	17.2	18	18	18	18	2	2	2	3	3	3.9
18	14.5	18	18	18	18	18	11.5	17.5	18	18	18	18	3	3	3	4.5	4.5	4.5
19	14.5	18	18	18	18	18	11.8	18	18	18	18	18	3.5	3.5	3.5	6	6	6
20	14.7	18	18	18	18	18	12	18	18	18	18	18	4	6	6	8.2	8.2	8.2
Lần 6	Thứ 2, ngày 07/10/2018						Thứ 5, ngày 11/10/2018						Thứ 7, ngày 13/10/2018					
1	1.5	3.5	9.2	14	18	18	2.1	2.5	4.1	5.5	4.3	2.4	0	0	0	0	0	0
2	4.2	3.8	9.4	14.5	18	18	2.5	3.2	5.5	7.2	6	6	0	0	0	0	0	0
3	4.5	5.6	9.5	14.5	18	18	2.5	4.1	5.5	7.3	12.6	18	0	0	0	0	0	0
4	6.7	9.4	13.5	18	18	18	2.7	4.3	6.3	7.8	12.7	18	0	0	0	0	0	0
5	6.5	9.5	13.7	18	18	18	2.9	4.2	6.5	12.4	17.2	18	0	0	0	0	0	0
6	6.6	9.5	13.8	18	18	18	3.2	4.5	7.4	12.5	18	18	0	0	0	0	0	0
7	6.8	13.4	17.3	18	18	18	3.5	5.5	7.8	14.6	18	18	0	0	0	0	0	0
8	8	14.6	16.8	18	18	18	3.5	6.3	7.9	14.6	18	18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
9	8.2	15.6	16.8	18	18	18	3.7	6.3	8.5	15.3	18	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10	8.5	15.8	17.2	18	18	18	3.7	6.5	8.7	15.3	18	18	0.3	0.3	0.32	0.32	0.32	0.32
11	8.5	16.5	17.5	18	18	18	3.9	6.8	9	15.5	18	18	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
12	9	17.4	18	18	18	18	5	8.6	12.7	18	18	18	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
13	9.1	17.5	18	18	18	18	5.2	9	13.5	18	18	18	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45
14	9.3	17.8	18	18	18	18	5.5	9.2	18	18	18	18	0.9	0.9	0.9	1	1	1
15	10	18	18	18	18	18	6.3	9.2	18	18	18	18	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5
16	14.5	18	18	18	18	18	6.3	9.5	18	18	18	18	2.4	2.4	2	2	2	2
17	14.5	18	18	18	18	18	9.2	15.2	18	18	18	18	3	3	3	3.3	3.3	3.3
18	14.8	18	18	18	18	18	9.2	15.4	18	18	18	18	3.5	3.5	3.5	4	4	4
19	15	18	18	18	18	18	12.2	18	18	18	18	18	4	4	4	4	4.5	4.5
20	15.6	18	18	18	18	18	12.5	18	18	18	18	18	4	5	5	6	6	6

PHỤ LỤC 7. PHỤ LỤC HÌNH ẢNH

Hình ảnh về khảo sát chuyên gia



Khảo sát chuyên gia BQL đập Phước Hòa



Khảo sát chuyên gia ở UBND xã An Linh



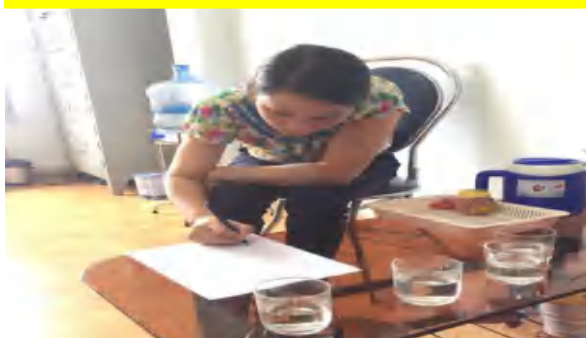
Khảo sát chuyên gia ở UBND xã An Thái



Khảo sát chuyên gia ở UBND xã Nha Bích



Khảo sát chuyên gia ở xã Tân Thành, thành phố Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước



Khảo sát chuyên gia quản lý lĩnh vực thủy sản tại Sở NN&PTNT tỉnh Bình Phước



Hình ảnh về khảo sát ngư dân



Khảo sát ngư dân ở xã Tân Thành, thành phố Đồng Xoài, tỉnh Bình Phước



Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã Nha Bích, huyện Chơn Thành, tỉnh Bình Phước

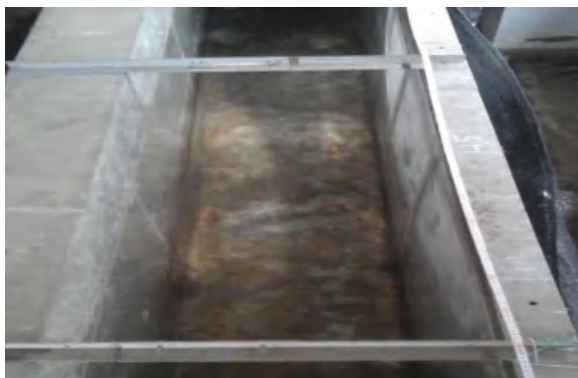


Khảo sát ngư dân khai thác TCX bằng ngư cụ đăng đáy ở xã An Thái, huyện Phú Giáo



Khảo sát ngư dân khai thác TCX ở xã An Linh, huyện Phú Giáo, tỉnh Bình Dương

Hình ảnh quá trình thực hiện thử nghiệm tại Phòng thí nghiệm thủy lực



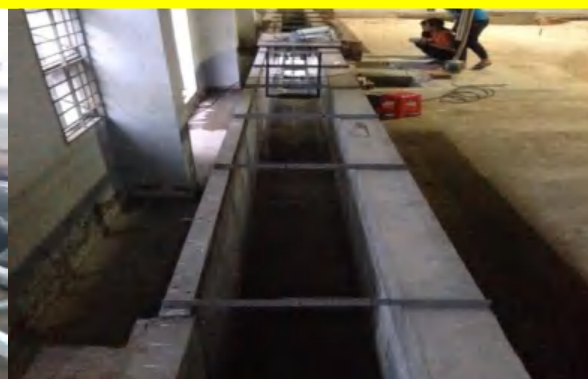
Xây dựng nền đáy và bờ kênh nước hồ



Lắp ráp Hệ thống đo lưu tốc nước



Lắp ráp thiết bị thủy lực thử nghiệm



Cài đặt lưu tốc nước trước khi thử nghiệm



Chuẩn bị bể nước nuôi tôm



Chuẩn bị thùng chứa và máy sục khí cho tôm



Thực hiện thí nghiệm với Thiết bị thủy lực



Quan trắc tôm di chuyển trong kênh nước

Hình ảnh di chuyển ngược dòng nước của TCX trong các thử nghiệm



TCX cỡ I (bên trái) và TCX cỡ II bơi, bò tiến ngược dòng nước ở lưu tốc nước 0,3 m/s



TCX cỡ I (bên trái) và TCX cỡ II (phải) bò lùi ngược dòng nước ở lưu tốc nước 0,6 m/s



TCX bám giữ vị trí để bật phóng giật lùi ngược dòng nước ở lưu tốc nước 0,9 m/s



TCX bám giữ vị trí (bên trái) và bị kiệt sức (phải) trong thí nghiệm với thiết bị thủy lực