MEKONG RIVER COMMISSION
MRC
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

การชลประทานที่เป็นมิตรกับปลา

คู่มือการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลา

กุมภาพันธ์ 2023

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

การชลประทานที่เป็นมิตรกับปลา

คู่มือการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลา

กุมภาพันธ์ 2023

(ฉบับภาษาไทย)

Copyright © Mekong River Commission, 2023
First published (2023)

Some rights reserved.

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

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

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

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

DOI: 10.52107/mrc.bi64jn

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

For bibliographic purposes, this volume may be cited as:
Mekong River Commission. (2023). *Fish-friendly irrigation: Fishway monitoring manual (Thai).* Vientiane: MRC Secretariat. DOI: 10.52107/mrc.bi64jn

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

All queries on rights and licenses should be addressed to:
Mekong River Commission
Documentation and Learning Centre
184 Fa Ngoum Road, Unit 18, Ban Sithane Neua, Sikhottabong District, Vientiane 01000, Lao PDR Telephone: +856-21 263 263 | E-mail: mrcs@mrcmekong.org | www.mrcmekong.org

การอ้างอิง

ฉบับภาษาไทย (ฉบับแปล)

คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (2566). คู่มือการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลา. เวียงจันทน์: สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง. DOI: 10.52107/mrc.bi64jn

ฉบับภาษาอังกฤษ (ต้นฉบับ)

Mekong River Commission (2023). Fish Passage Monitoring Manual. Vientiane: MRC Secretariat. DOI: 10.52107/mrc.bi64jn

การจัดการโครงการ

นายบุญเที่ยง สะนะซน, ผู้อำนวยการกองแผนงาน
ดร.ลี ธิม, หัวหน้าผู้วางแผนลุ่มน้ำ
ดร.สินไช วงพะจัน, ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและชลประทาน
นายฮิเดฟุมิ มูระชิตะ, ที่ปรึกษาทางเทคนิคด้านการเกษตรและชลประทาน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

ดร.มาร์ติน มัลเลน-คูเปอร์, ฟิชเวย์ คอนซัลติ้ง เซอร์วิส
นายฮิเดฟุมิ มูระชิตะ, ที่ปรึกษาทางเทคนิคด้านการเกษตรและชลประทาน
ดร.สินไช วงพะจัน, ผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรและชลประทาน
ศาสตราจารย์ ลี บอมการ์ทเนอร์, มหาวิทยาลัยชาร์ลส์สจ๊วต

สารบัญ

1. บทนำ ... 1
2. การอพยพของปลา ณ สถานที่แห่งนั้น ... 2
2.1. ภาพรวมและจุดมุ่งหมาย ... 2
2.2. วิธีการ ... 4
2.2.1. การประเมินประสิทธิภาพการดึงดูดขึ้นสู่เหนือน้ำ ... 4
2.2.1.1. การจับปลาด้วยไฟฟ้า ... 4
2.2.1.2. การติดตามด้วยแถบรหัสคลื่นวิทยุหรือคลื่นเสียง ... 6
2.2.1.3. การติดตามด้วยกล้องถ่ายภาพเสียงสะท้อนแบบ ARIS ... 6
2.2.2. การประเมินประสิทธิภาพการเดินทางผ่านขึ้นสู่เหนือน้ำ ... 7
2.2.2.1. พื้นที่ท้ายน้ำของทางผ่านปลา ... 7
2.2.2.2. การดักจับที่ทางเข้าและทางออกของทางผ่านปลา ... 8
2.2.2.3. ทางผ่านปลาแบบทางลาดหิน ... 9
2.2.2.4. การติดตามด้วยการฝังไมโครชิพ (PIT tags) ... 10
2.2.3. การประเมินการเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำ ... 10
2.3. การออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่าง ... 10
2.4. เงื่อนไขที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ ... 13
2.5. การสุ่มตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล ... 13
2.6. การวิเคราะห์ ... 18
3. การประเมินประชากรปลาในขอบเขตพื้นที่ ... 21
4. การตรวจติดตามด้านเศรษฐกิจและสังคม ... 21
5. สาระสำคัญของการพัฒนาโปรแกรมตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลา ... 23
6. บทสรุป ... 23
ภาคผนวกที่ 1. วิธีการสุ่มตัวอย่างประชาคมปลา ... 24
ภาคผนวกที่ 2. ตัวอย่างคำถามสำหรับการสำรวจด้านเศรษฐกิจและสังคม ... 28

1. บทนำ

การฟื้นฟูการเดินทางผ่านของปลามีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1) เพื่อฟื้นฟูเส้นทางการอพยพของปลา

2) เพื่อปรับปรุงประชากรปลาและความหลากหลายทางชีวภาพ

3) เพื่อให้มีการปรับปรุงการให้บริการของระบบนิเวศที่ดีขึ้น เช่น ผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจและสังคม และการรู้รับปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เป็นต้น

การประเมินจะมีโครงสร้างโดยรวมซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ โดยทำการสุ่มตัวอย่าง

1) การอพยพของปลาในสถานที่แห่งนั้น ทั้งที่ในบริเวณทางผ่านปลาและที่บริเวณฝาย

2) ประชากรปลาในพื้นที่หรือในขอบเขตบริเวณนั้น ทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของสิ่งขวางกั้นลำน้ำ

3) การให้บริการของระบบนิเวศ โดยทั่วไปได้แก่ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจและสังคม

<u>คู่มือฉบับนี้จะมุ่งเน้นที่วัตถุประสงค์ข้อแรก</u> และกล่าวโดยสังเขปในวัตถุประสงค์ที่เหลืออีก 2 ข้อ

แม้ว่าจะมีการออกแบบทางผ่านปลาอยู่ทั่วไป แต่การใช้งานในแต่ละแห่งก็มีความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง ซึ่งผันแปรไปตามความยาว รูปแบบการจัดวาง และความเฉพาะของรูปทรง โดยทางผ่านปลาแต่ละแห่งจะมีเอกลักษณ์ที่ผสมผสานกันของลักษณะจำเพาะซึ่งประกอบด้วยกระแสน้ำที่ไหลในลำน้ำ ชนิดปลาและขนาดปลา และรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ดังนั้น ทางผ่านปลาทุกแห่งจึงจำเป็นต้องมีการตรวจติดตามเพื่อยืนยันว่าพันธุ์ปลาทั้งหลายนั้นเป็นปลาที่สามารถเดินทางผ่านทางผ่านปลาได้หรือไม่ และสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ประการ คือ การอพยพ ประชากรปลา และการให้บริการของระบบนิเวศ หรือไม่ การตรวจติดตามยังเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่จะทำให้ทางผ่านปลามีความเหมาะสมมากที่สุด ด้วยผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปสู่การตอบสนองในการปรับแก้ทางผ่านปลาแห่งนั้น (ดูรายละเอียดใน MRC (2021) แนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้)

สำหรับโครงการใหม่ด้านการเดินทางผ่านของปลา ทั้งโครงการที่พัฒนาขึ้นในสถานที่แห่งใหม่ หรือโครงการที่ดำเนินการปรับปรุงในสถานที่เดิมที่มีอยู่ แผนการตรวจติดตามจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ โดยร่วมปรึกษาหารือกับนักวิชาการประมง วิศวกรชลประทาน และชาวประมงในพื้นที่ โปรแกรมการตรวจติดตามมีความผันแปรไปตามขนาดและความซับซ้อนของทางผ่านปลา โครงสร้างขนาดใหญ่หรือพื้นที่รับน้ำที่มีขนาดใหญ่ต้องการรายละเอียดของการตรวจติดตามมากขึ้นตามวัตถุประสงค์ทั้งสามประการนั้น ส่วนโครงสร้างขนาดเล็กอาจนำไปสู่การลดความเสี่ยงของการดำเนินการที่ไม่เพียงพอลงได้ ซึ่งอาจต้องการเพียงโปรแกรมการตรวจติดตามประสิทธิภาพการเดินทางผ่านของปลาที่จำกัด ด้วยการประเมินด้วยสายตาของประสิทธิภาพการดึงดูดและการเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าในกรณีใด ๆ ก็จำเป็นต้องมีการดำเนินการตรวจติดตามทั้งก่อนและหลังการพัฒนาหรือการปรับปรุงทางผ่านปลา คู่มือฉบับนี้จึงพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินด้านประสิทธิผลของการพัฒนาหรือการปรับปรุงทางผ่านปลา และระบุถึงความต้องการใด ๆ ในการปรับแก้ทางผ่านปลาโดยผ่านขั้นตอนการตรวจติดตาม สำหรับการตรวจสอบว่าทางผ่านปลาสามารถใช้งานได้หรือไม่ นั้น ขอแนะนำให้ใช้คู่มือการตรวจสอบทางผ่านของปลา (MRC, 2021)

คู่มือฉบับนี้พัฒนาขึ้นสำหรับการเดินทางผ่านของปลาที่บริเวณโครงสร้างชลประทานและโครงสร้างระดับต่ำในลำน้ำ แต่ไม่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ เนื่องด้วยโครงสร้างเหล่านี้มีความซับซ้อนมากเกินกว่าประเด็นการเดินทางผ่านของปลาเพียงประการเดียว (เช่น กังหันน้ำ) และต้องการการตรวจติดตามและการประเมินผลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ถึงแม้กระนั้นก็ตาม หลักการหลายประการที่ได้อธิบายไว้ในคู่มือฉบับนี้ก็สามารถนำไปใช้ได้กับโครงการทางผ่านปลาที่หลากหลายเช่นกัน

กลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้คู่มือฉบับนี้

คู่มือฉบับนี้มุ่งมั่นจัดทำขึ้นเพื่อผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เช่น นักวิชาการ วิศวกร เจ้าหน้าที่รัฐ เจ้าหน้าที่ประจำฝายหรือประตูระบายน้ำที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางผ่านปลาและมีฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การออกแบบการทดลอง สถิติ การชลประทาน การจัดการทรัพยากรน้ำ และการวิจัยภาคสนาม ซึ่งได้มีการวางแผนและดำเนินการตามโปรแกรมการตรวจติดตามสำหรับอุปกรณ์และโครงสร้างที่ช่วยในการเดินทางผ่านของปลาในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง โดยเอกสารฉบับนี้เป็นส่วนเสริมที่ช่วยเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ขึ้นจากเอกสารของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงเรื่องแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้ (MRC, 2021) และเอกสารคู่มือการตรวจสอบทางผ่านปลา (MRC, 2021)

2. การอพยพของปลา ณ สถานที่แห่งนั้น

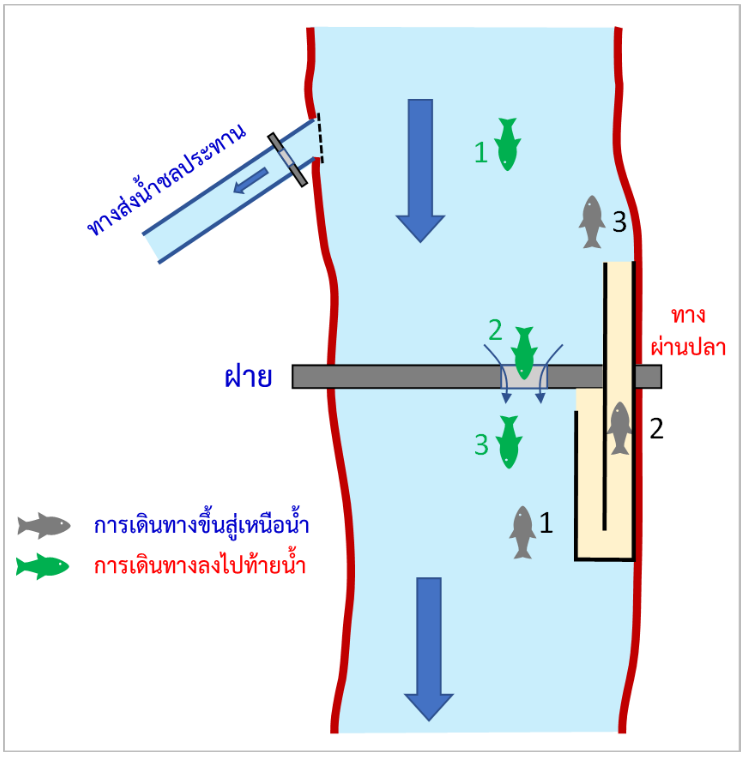
2.1. ภาพรวมและจุดมุ่งหมาย

การอพยพของปลาในสถานที่แห่งนั้นเกิดขึ้นได้ทั้งในทิศทางการอพยพขึ้นสู่เหนือน้ำและลงไปตามลำน้ำ โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการออกแบบการเดินทางผ่านของปลา (ภาพที่ 1) ดังนี้

1) ประสิทธิภาพการดึงดูด (การออกแบบทางเข้าของทางผ่านปลาร่วมกับฝายหรือประตูระบายน้ำ)

2) ประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน (การออกแบบช่องทางน้ำภายในทางผ่านปลา การออกแบบประตูระบายน้ำสำหรับปลาที่อพยพลงไปตามลำน้ำ)

3) ทางออก (ตำแหน่งที่ตั้งและเงื่อนไขสำหรับทางออกที่ปลอดภัย)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการออกแบบทางผ่านปลา 1) การดึงดูด 2) การเดินทางผ่าน และ 3) ทางออก

ที่มา: Guidelines on Fishway Design, Construction, Operation, Maintenance and Adjustment (MRC, 2021)

จากองค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้ การตรวจติดตามจึงมีเป้าหมายที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงซึ่งสามารถนำไปตั้งเป็นคำถามหรือสมมติฐานได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และโดยควบคู่กันไปกับคำถามเหล่านี้คือลำดับสำคัญที่ได้จัดเรียงไว้สำหรับการตรวจติดตาม ลำดับสำคัญเหล่านี้อาจมีแนวโน้มที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามการตรวจสอบและการประเมินการออกแบบที่เป็นไปตามคู่มือการตรวจสอบทางผ่านปลา (MRC, 2021) และแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้ (MRC, 2021)

ตารางที่ 1 คำถามเพื่อการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลาที่สิ่งขวางกั้นลำน้ำระดับต่ำในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

การเดินทางผ่านขึ้นสู่เหนือน้ำ	**คำถามสำหรับการตรวจติดตาม**	**ลำดับสำคัญโดยทั่วไปสำหรับการตรวจติดตามสิ่งขวางกั้นลำน้ำระดับต่ำในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง** (หมายเหตุ: สิ่งนี้เป็นการสอบทานสำหรับแต่ละโครงการหลังจากตรวจสอบสถานที่)
ประสิทธิภาพการดึงดูด	มีปลาอยู่ที่ทางเข้าของทางผ่านปลาหรือไม่?	สูงมาก
ประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน	มีปลาเข้าไปในทางผ่านปลาหรือไม่?	สูงมาก
	มีปลาไปถึงบริเวณทางออกหรือไม่?	สูงมาก
ทางออก	มีปลาเดินทางออกได้ปลอดภัยหรือไม่?	สูง
	มีปลายังคงอพยพผ่านสิ่งขวางกั้นอยู่หรือไม่?	สูง

การเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำ		
ประสิทธิภาพการดึงดูด	มีปลาเดินทางผ่านสิ่งขวางกั้นลำน้ำหรือไม่	
	1) ปลาวัยอ่อน?	สูง
	2) ปลาวัยรุ่น?	ปานกลาง
	3) ปลาโตเต็มวัย?	ปานกลาง
	มีปลาอยู่ที่บริเวณทางเข้าของทางผ่านปลา/ทางระบายน้ำล้น/ประตูระบายน้ำหรือไม่?	สูงมาก
ประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน	มีปลาเดินทางผ่านทางผ่านปลา/ทางระบายน้ำล้น/ประตูระบายน้ำอย่างปลอดภัยหรือไม่?	สูงมาก
ทางออก	มีปลาเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำได้อย่างปลอดภัยหรือไม่?*	สูงมาก

***หมายเหตุ:** ปลาอาจจะสูญเสียการควบคุมได้หลังจากผ่านกังหันน้ำ ประตูระบายน้ำ หรือทางระบายน้ำล้น และมีแนวโน้มที่จะถูกล่า

ตัวอย่างเช่นถ้าประตูน้ำที่ระบายน้ำจากด้านบนถูกนำมาใช้งานที่ฝาย และประตูน้ำนี้ได้ส่งผ่านน้ำลงในแอ่งน้ำลึกท้ายฝาย ดังนั้นก็มีความมั่นใจพอสมควรว่าการเดินทางผ่านของปลาลงไปตามลำน้ำจะมีความปลอดภัยและลำดับสำคัญในการตรวจติดตามก็จะลดลงอย่างมาก ตัวอย่างที่ตรงกันข้าม ถ้าช่องทางเข้าของทางผ่านปลาอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ดีและมีกระแสน้ำไหลปั่นป่วนใกล้บริเวณทางผ่านปลา ดังนั้นลำดับสำคัญในการตรวจติดตามในประเด็นนี้ก็จะจัดอยู่ในระดับสูง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนแรกในการพัฒนาโปรแกรมการตรวจติดตามคือการตรวจสอบและประเมินการเดินทางผ่านของปลาตามคู่มือการตรวจสอบทางผ่านปลา (MRC, 2021) เพื่อระบุประเด็นปัญหาของการออกแบบหรือการใช้งานที่มีนัยสำคัญ และหยิบยกจุดบกพร่องที่ชัดเจนขึ้นมา

คำถามในตารางที่ 1 เป็นคำถามเดียวกันกับในโครงการของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงเรื่องการร่วมตรวจติดตามสภาพแวดล้อมของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน (โครงการ JEM) ซึ่งเป็นการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลาที่เขื่อนขนาดใหญ่ในลำน้ำโขง อย่างไรก็ตาม การเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำของลูกปลาที่ต้องผ่านเขื่อนขนาดใหญ่ที่ปิดกั้นลำน้ำเป็นสิ่งที่มีลำดับสำคัญสูง และมีคำถามเพิ่มเติมจำนวน 4 ข้อที่ต้องนำมาใช้เฉพาะที่เขื่อนขนาดใหญ่นี้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้า กังหันน้ำ และการเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำ ดังนี้

- มีปลาขนาดใหญ่ถูกชักนำให้ออกห่างจากโรงไฟฟ้า โดยตะแกรงกรองปลา หรือการปะทะหรือไม่?
- มีปลาขนาดเล็กที่ผ่านตะแกรงกรองปลา สามารถผ่านออกทางช่องกังหันน้ำได้อย่างปลอดภัยหรือไม่?
- อะไรคือเงื่อนไขทางชลศาสตร์ภายในเส้นทางการเดินทางผ่านของปลาที่เดินทางลงไปตามลำน้ำ?
- มีการตายของปลาในภายหลังที่เกิดต่อเนื่องตามระยะทางลำน้ำหลายกิโลเมตรด้านท้ายน้ำหรือไม่?

โดยคำถามเหล่านี้จะไม่ถูกนำไปใช้กับสิ่งขวางกั้นลำน้ำระดับต่ำที่ไม่มีการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

2.2. วิธีการ

2.2.1. การประเมินประสิทธิภาพการดึงดูดขึ้นสู่เหนือน้ำ

ประสิทธิภาพการดึงดูดเป็นการวัดการอพยพของปลาขึ้นสู่โครงสร้างที่ปิดกั้นลำน้ำ และการเข้าหาตำแหน่งทางเข้าของทางผ่านปลา ซึ่งสามารถประเมินได้โดยใช้

1) การสังเกต โดยการตรวจสอบรูปแบบของกระแสน้ำที่ไหลบริเวณตอนล่างของฝายและรอบ ๆ ทางผ่านปลา โดยประเมินว่า ทางเข้าของทางผ่านปลายังอยู่ที่บริเวณขีดจำกัดด้านเหนือน้ำต่อการอพยพของปลาหรือไม่ รวมทั้งไม่มีกระแสน้ำหมุนวน และไม่มีกระแสน้ำอื่นที่ไหลมาแทรกแซงกระแสน้ำจากทางผ่านปลา

2) การใช้เครื่องมือข่าย-อวนเพื่อสุ่มจับปลาหรือตัวอย่างปลาจากชาวประมงที่บริเวณด้านท้ายฝายและบริเวณด้านท้ายน้ำที่อยู่ถัดไป ถ้ามีความชุกชุมสัมพัทธ์ของปลามากที่บริเวณท้ายฝาย แต่ไม่พบที่บริเวณลำน้ำตอนล่างที่ถัดไปก็บ่งบอกว่ามีปลาสะสมอยู่บริเวณตอนล่างของฝายและทางผ่านปลา ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการที่ปลาไม่สามารถพบทางเข้าของทางผ่านปลา หรือไม่สามารถเดินทางขึ้นไปบนทางผ่านปลาได้

3) ตัวอย่างปลาที่จับด้วยไฟฟ้าที่บริเวณท้ายฝายและลำน้ำตอนล่างที่อยู่ถัดไป เช่นเดียวกับการใช้เครื่องมือข่าย-อวน และตัวอย่างปลาจากชาวประมง โดยข้อมูลปริมาณความชุกชุมที่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่จะสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการดึงดูดได้

4) การติดตามด้วยแถบรหัสคลื่นวิทยุหรือคลื่นเสียง สิ่งเหล่านี้เป็นการติดตามในช่วงสั้น (ระหว่าง 90 วัน ถึง 5 ปี) สามารถแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของปลาทั้งการเดินทางขึ้นและลงตามระบบแม่น้ำ โปรแกรมการติดตามที่ออกแบบมาเป็นอย่างดีสามารถให้ข้อมูลที่มีคุณค่าเกี่ยวกับพฤติกรรมของปลาในบริเวณใกล้เคียงทางเข้าของทางผ่านปลา และให้ข้อมูลเกี่ยวกับความล่าช้าใด ๆ หรือการสะสมที่อาจเกิดขึ้นได้ในพื้นที่ใด ๆ

5) กล้องถ่ายภาพคลื่นเสียงสะท้อนแบบ ARIS (DIDSON) เทคโนโลยีนี้ใช้คลื่นเสียงเพื่อสร้างภาพที่เป็นปัจจุบันของปลาที่บริเวณใต้น้ำโดยสัมพันธ์กับวัตถุต่าง ๆ โดยเครื่องมือนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการติดตามการเคลื่อนที่ของปลาทั้งในบริเวณทางเข้าและบริเวณรอบทางเข้าของทางผ่านปลา การสะสมของปลาและการเคลื่อนที่ของปลาเข้าไปในทางเข้าของทางผ่านปลาสามารถสังเกตได้อย่างทันทีโดยใช้เทคโนโลยีนี้

วิธีการที่นำเสนอทั้ง 5 วิธีนี้ ได้เรียงลำดับตามประมาณการค่าใช้จ่าย สำหรับโครงการชลประทานขนาดเล็กและสิ่งขวางกั้นลำน้ำระดับต่ำนั้นดูเหมือนว่าวิธีการในสองแนวทางแรก (การสังเกต และการใช้ข่าย-อวน และตัวอย่างปลาจากชาวประมง) จะเป็นวิธีการที่ได้รับการนำมาใช้ปฏิบัติมาก

2.2.1.1. การจับปลาด้วยไฟฟ้า

การจับปลาด้วยไฟฟ้าในแม่น้ำขนาดใหญ่ดำเนินการได้ด้วยเรือที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะ (ภาพที่ 2) ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อทำให้ปลาส่วนใหญ่ถูกตรึงอยู่ในอาณาบริเวณที่ใกล้เคียงกับเรือได้ จากนั้นปลาจะถูกจำแนกชนิด วัดขนาด และปล่อยกลับคืนด้วยอัตราการรอดตายที่สูงมาก โดยตัวอย่างปลาในเชิงปริมาณสามารถรวบรวมได้ในช่วงเวลาที่มีการจับปลาด้วยไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำมาแสดงถึงความชุกชุมสัมพัทธ์ของปลาและนำไปใช้ในการประเมินปริมาณสะสมของปลาที่บริเวณด้านท้ายน้ำของทางผ่านปลาได้ และยังเป็นตัวอย่าง

ที่เป็นอิสระของปลาที่กำลังมีการอพยพเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างปลาที่พบในทางผ่านปลา ข้อจำกัดที่สำคัญคือผลจับปลาที่ได้นั้นอาจไม่ดีเพียงพอ เนื่องจากยังมีปลาบางส่วนสามารถหลบหนีอยู่ที่พื้นท้องน้ำได้เพราะว่าประสิทธิภาพการจับด้วยไฟฟ้าในบริเวณที่มีความลึกน้ำมากกว่า 2 เมตร นั้นต่ำมาก (MRC, 2019)

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์จับปลาด้วยไฟฟ้าแบบพกพาซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งแบบติดตั้งไว้ริมฝั่งหรือแบบสะพายหลัง (ภาพที่ 3) อุปกรณ์นี้มีประโยชน์สำหรับลำธารน้ำตื้น และสามารถนำไปใช้ในทางผ่านปลาและบริเวณรอบทางเข้าของทางผ่านปลา ถ้าบริเวณนั้นมีน้ำตื้นเช่นกัน รวมทั้งยังมีประโยชน์ในการสุ่มตัวอย่างบริเวณทางผ่านปลาแบบทางลาดหิน ซึ่งส่วนใหญ่ออกแบบให้มีความลึกน้อย มีข้อควรสังเกตว่าการจับปลาด้วยไฟฟ้านั้นเป็นสิ่งต้องห้ามและผิดกฎหมายของประเทศในลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งต้องได้รับอนุญาตเป็นพิเศษจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะทำการสุ่มตัวอย่างใด ๆ นอกจากนี้ การจับปลาด้วยไฟฟ้าอาจเป็นเทคนิคที่เป็นอันตรายร้ายแรงได้ ถ้าใช้อย่างไม่เหมาะสม ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างจึงจำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนมาตรฐานสากล

ภาพที่ 2 อุปกรณ์ประเภทเรือจับปลาด้วยไฟฟ้า (ภาพถ่ายโดย: M. Mallen-Cooper)

ภาพที่ 3 อุปกรณ์จับปลาด้วยไฟฟ้าแบบติดตั้งริมฝั่งและแบบสะพายหลัง

ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)

2.2.1.2. การติดตามด้วยแถบรหัสคลื่นวิทยุและคลื่นเสียง

อุปกรณ์นี้มีความผันแปรของขนาดตั้งแต่ประมาณนิ้วมือขนาดเล็กไปจนถึงนิ้วมือขนาดใหญ่ ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุใช้งานของแบตเตอรี่และช่วงสัญญาณ เครื่องมือดังกล่าวต้องการการผ่าตัดปลาเพื่อสอดใส่อุปกรณ์และเสาอากาศ (แบบพกพาหรือยึดกับที่) ในการตรวจจับปลา (ภาพที่ 4) ปกติช่วงระยะของการส่งสัญญาณมีระยะทางได้หลายร้อยเมตร ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการตรวจติดตามปลาที่เข้ามาใกล้หรือออกจากทางผ่านปลา แถบรหัสจำนวนมากถึงร้อยละ 40 อาจสูญหายได้ทั้งจากการตายและการทำการประมง ดังนั้นจำนวนตัวอย่างจึงต้องมีไว้รองรับการสูญเสียนั้นด้วย โดยอย่างน้อยต้องการ 50-60 ตัวอย่างต่อชนิดปลา เพื่อให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมปลา ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้แถบรหัสติดตามไม่น้อยกว่า 100 ชิ้น เพื่อให้ครอบคลุมความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น (MRC (2019): Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects)

แถบติดตามแบบคลื่นวิทยุสามารถตรวจจับได้จากเหนือน้ำ ในขณะที่แบบคลื่นเสียงจำเป็นต้องใช้เครื่องตรวจจับใต้น้ำ (ไฮโดรโฟน) แถบคลื่นเสียงให้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงเชิงพื้นที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของปลาและทำงานได้ดีในน้ำลึก (เช่น >10 เมตร) แม้ว่ามีจะความปั่นป่วนน้ำสูง (เช่น ทางระบายน้ำล้น) และบริเวณพื้นหินที่มีน้ำตื้นสามารถจำกัดสัญญาณได้ แถบคลื่นวิทยุให้ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่หยาบกว่า แต่ทำงานได้ดีในน้ำตื้น (< 10 เมตร) และในน้ำที่ปั่นป่วน ไม่ว่าจะใช้เทคโนโลยีใดก็สามารถติดตามปลาได้ภายในระยะทาง 1 เมตรจากทางเข้าทางผ่านปลา และสามารถคำนวณการเคลื่อนที่ภายใต้ช่วงสภาวะการไหลของน้ำได้ โดยทาง MRC ได้มีคู่มือโดยละเอียดสำหรับการติดตามแบบคลื่นเสียง ซึ่งสิ่งนี้ควรเป็นที่สนใจสำหรับโปรแกรมการตรวจติดตาม

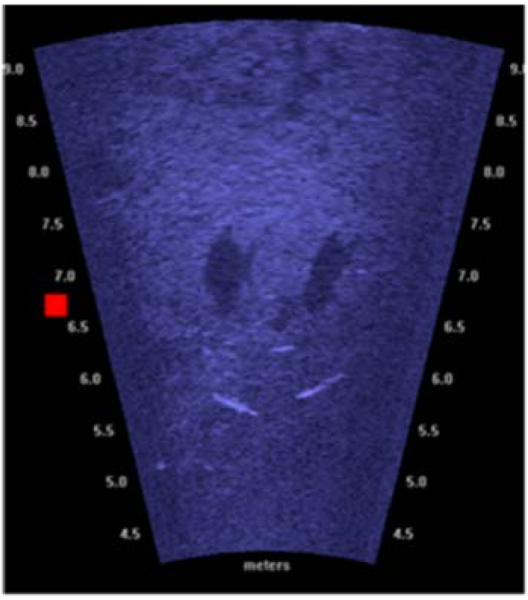
ภาพที่ 4 การใส่แถบรหัสคลื่นวิทยุเข้าไปในช่องของตัวปลา (ซ้าย) แถบคลื่นวิทยุที่มีเสาอากาศภายนอก (กลาง) และอุปกรณ์เสาอากาศแบบมือถือที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณ (ขวา)

ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)

2.2.1.3. การติดตามด้วยกล้องถ่ายภาพเสียงสะท้อนแบบ ARIS

กล้องถ่ายภาพแบบ ARIS (ก่อนหน้านี้คือ DIDSON) ใช้เทคโนโลยีคลื่นเสียงสะท้อนเพื่อสร้างภาพวิดีทัศน์ที่ชัดเจนในน้ำที่มีความขุ่นเกือบทุกชนิด ข้อจำกัดคืออุปกรณ์นี้ทำงานได้ไม่ดีในน้ำที่มีอากาศถ่ายเทสูง ซึ่งจะอยู่ใกล้ทางระบายน้ำล้น และมีช่วงลำแสงที่แคบ ไม่สามารถมองเห็นลำน้ำกว้างใหญ่ที่มีพื้นท้องน้ำที่

สลับซับซ้อน เช่น แม่น้ำโขง ได้ กล้องถ่ายภาพแบบ ARIS มีประโยชน์อย่างยิ่งในการประเมิน เช่น การดึงดูดของปลาในบริเวณท้ายน้ำ การเดินทางเข้าไปในทางผ่านปลา และการปะทะของปลากับตะแกรงป้องกัน เนื่องจากไม่มีการจัดการหรือการจับปลา ข้อมูลนี้จึงแสดงมุมมองที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับพฤติกรรมของปลา (MRC, 2019)



ภาพที่ 5 ภาพของกล้องถ่ายภาพเสียงสะท้อนแบบ ARIS (ซ้าย) และภาพหน้าจอคลื่นเสียงสะท้อน ARIS (ขวา

ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)

2.2.2. การประเมินประสิทธิภาพการเดินทางผ่านขึ้นสู่เหนือน้ำ

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน การตรวจติดตามคือการประเมินว่าปลาทั้งหมดที่เข้ามาสู่ทางผ่านปลาสามารถเดินทางขึ้นไปได้หรือไม่ ดังนั้นจึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างดังนี้

1) ที่บริเวณด้านท้ายลำน้ำของทางผ่านปลา (เป็นตัวอย่างของปลาที่อพยพเข้ามาใกล้ทางผ่านปลา)
2) ที่ในทางเข้าของทางผ่านปลา (เป็นตัวอย่างของปลาที่สามารถเข้าสู่ทางผ่านปลาได้)
3) ที่หน้าทางออกของทางผ่านปลา (เป็นตัวอย่างของปลาที่สามารถเดินทางผ่านทางผ่านปลาได้)

2.2.2.1. พื้นที่ท้ายน้ำของทางผ่านปลา

กลุ่มของวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการสุ่มตัวอย่างปลาบริเวณท้ายน้ำของทางผ่านปลาประกอบด้วยการจับปลาด้วยเครื่องมือข่าย-อวน การจับด้วยไฟฟ้า และการสำรวจจากชาวประมง โดยวัตถุประสงค์ของการสุ่มตัวอย่างจะต้องครอบคลุมทั้งขนาดและชนิดของปลาทั้งหมดที่กำลังมีการอพยพขึ้นสู่ทางผ่านปลา ตัวอย่างเหล่านี้นำมาซึ่งการเปรียบเทียบเชิงคุณภาพกับตัวอย่างที่ได้จากการดำเนินการในทางผ่านปลา ดังนั้นจึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างทั้งที่บริเวณท้ายลำน้ำที่อยู่ถัดไปจากทางเข้าของทางผ่านปลาและบริเวณท้ายฝาย ซึ่งเป็นการจับ

ปลาที่เป็นตัวแทนของกลุ่มปลาที่กำลังอพยพอย่างแข็งขัน อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่ปลอดภัย การสุ่มตัวอย่างควรดำเนินการให้ใกล้เคียงกับที่ปฏิบัติที่บริเวณทางผ่านปลาและที่ท้ายฝายให้มากที่สุด

การสุ่มตัวอย่างที่บริเวณท้ายน้ำที่อยู่ถัดออกไปจากทางผ่านปลามีแนวโน้มจะส่งผลกระทบทำให้ลดจำนวนและชนิดของปลาจะที่เข้าสู่ทางผ่านปลา ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างนี้จึงไม่ควรดำเนินการในช่วงเวลาเดียวกันกับการสุ่มตัวอย่างที่ในบริเวณทางผ่านปลา

2.2.2.2. การดักจับที่ทางเข้าและทางออกของทางผ่านปลา

ปลาที่กำลังเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในทางผ่านปลาสามารถถูกสุ่มตัวอย่างได้ด้วยเครื่องมือลอบที่มีลักษณะคล้ายกระชัง (ภาพที่ 6) หรือโพงพางถุงอวนที่มีลักษณะคล้ายไซปากกว้าง (ภาพที่ 7) ทั้งสองเครื่องมือต้องมีงาหรือช่องทางเข้ารูปกรวยอยู่ภายในเพื่อช่วยให้ปลาเข้าไปและป้องกันการหลบหนีออกมา โดยทั้งสองเครื่องมือต้องใช้ตาข่ายที่มีขนาดช่องตาเดียวกันซึ่งจะบ่งบอกถึงปลาขนาดเล็กสุดที่จับได้ และต้องใช้ขนาดกรวยและช่องงาที่มีขนาดเท่ากันซึ่งจะบ่งบอกถึงปลาขนาดใหญ่สุดที่จับได้ โดยจะต้องใช้อุปกรณ์แบบเดียวกันในการดักจับปลาทั้งที่บริเวณทางออกและทางเข้า ซึ่งปกติทั่วไปเครื่องมือนี้ทำจากโครงเหล็กและปิดคลุมด้วยตาข่ายไนลอน

การออกแบบกรวยหรืองาที่ช่องทางเข้าเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มโอกาสในการจับปลาให้ได้มากที่สุดและลดโอกาสของการหลบหนีให้มีได้น้อยที่สุด ทางเข้ารูปกรวยจำเป็นต้องขยายขนาดความสูงให้เต็มตามความสูงของขนาดลอบ และครอบคลุมความกว้างของช่องน้ำของทางผ่านปลา ซึ่งสามารถใช้กรวยแบบหลายชั้นก็ได้ งาที่ใช้ดักจับที่เป็นรูปกรวยต้องอยู่ตรงกลาง (ซึ่งทำให้การหลบหนีของปลามีได้น้อยที่สุด) โดยใช้มุมด้านข้างที่ระดับต่ำกว่า 25 องศา จะเหมาะสมกว่า และสูงสุดที่ 45 องศา ซึ่งจะช่วยให้ปลาสามารถเข้าได้ง่าย

ภาพที่ 6 ตัวอย่างลอบรูปกระชังที่ใช้ดักจับปลา

ภาพที่ 7 การสุ่มตัวอย่างที่ทางออกด้วยโพงพางถุงอวน ภาพถ่ายโดย: MAFF, Japan

การใช้เครื่องมือลอบและโพงพางถุงอวนดักจับปลาควรออกแบบให้จับปลาได้ทุกชนิดและทุกกลุ่มขนาดปลา บางครั้งอาจจำเป็นต้องแยกเครื่องมือสำหรับดักจับปลาขนาดเล็ก (ใช้ช่องตาขนาดเล็ก เช่น 2-5

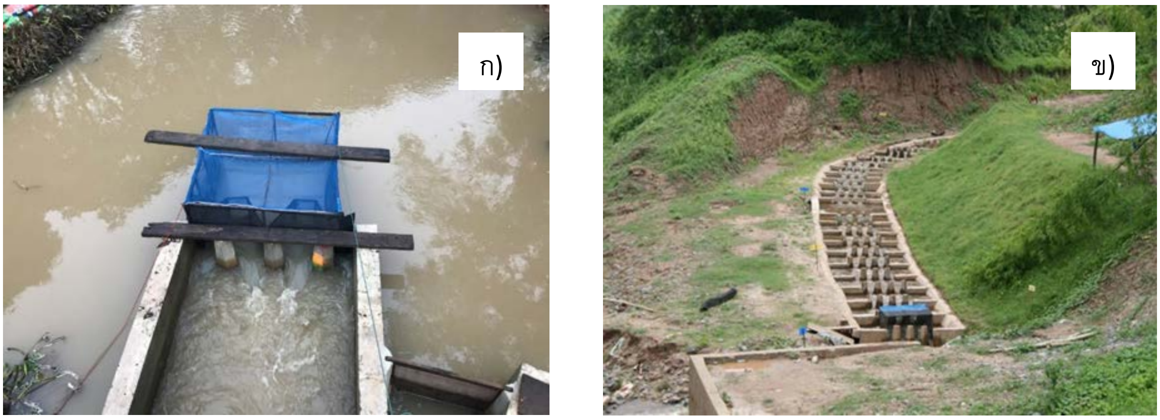
มิลลิเมตร) และจับปลาขนาดใหญ่ (ใช้ช่องตาขนาดใหญ่ เช่น 20-40 มิลลิเมตร) เนื่องจากปลาขนาดใหญ่ (เช่น > 30 เซนติเมตร) อาจไม่ชอบหรือไม่สมัครใจที่จะเดินทางเข้าไปในลอบที่มีช่องตาขนาดเล็ก

การดักจับปลาที่ทางเข้าและทางออก (ภาพที่ 8) ต้องดำเนินการแยกจากกัน (ไม่ทำในเวลาเดียวกัน) แต่ดำเนินการในช่วงเวลาและช่วงการสุ่มตัวอย่างเดียวกันของวัน สิ่งนี้จะนำมาซึ่งตัวอย่างสุ่มในเชิงปริมาณของปลาสำหรับเปรียบเทียบขนาด ชนิด และความชุกชุมของปลาที่เดินทางเข้าและออกจากทางผ่านปลา ทั้งนี้คาดว่าจะมีปลาบางส่วนที่สามารถหลบหนีจากการดักจับไปได้ แต่ถ้าการดำเนินการเป็นไปในทำนองเดียวกันทั้งที่บริเวณทางเข้าและทางออก การเปรียบเทียบเชิงปริมาณดังกล่าวก็สามารถเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้

การดักจับปลาที่ทางออก

วัตถุประสงค์ของการดักจับปลาที่บริเวณทางออกเพื่อเป็นการประเมินปลาที่สามารถเดินทางผ่านทางผ่านปลาได้ ดังนั้นการดักจับปลาที่ทางออกจึงต้องทำทันทีโดยไม่มีการจำกัดการไหลของน้ำที่ไหลผ่านเข้าไปสู่ทางผ่านปลา เพื่อให้แน่ใจว่าการเดินทางผ่านของปลาได้รับการประเมินด้วยระบบการไหลของน้ำที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ความเร็วน้ำและความปั่นป่วนน้ำ) ถ้าทางผ่านปลามีประตูทางออกจะต้องเปิดอย่างเต็มที่ มิฉะนั้นผลลัพธ์จะไม่เป็นไปตามความเป็นจริง เนื่องจากการปิดประตูทางออกจะทำให้เปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำภายในทางผ่านปลา โดยไปลดความปั่นป่วน และผลลัพธ์ที่ได้จะไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกันได้

ถ้าไม่สามารถดักจับปลาได้ทั้งที่บริเวณทางออกและประตูทางออกของทางผ่านปลา ก็สามารถใช้ห้วงน้ำที่อยู่ตำแหน่งบนสุดของทางผ่านปลาแทนได้ <u>ถ้าการสูญเสียหัวน้ำ (ระยะความต่างของระดับน้ำที่เหนือน้ำและท้ายน้ำ) ที่แผ่นกั้นตรงทางออกหรือประตูทางออกมีค่าน้อยกว่าการสูญเสียหัวน้ำในช่องทางผ่านปลา</u> โดยสิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าถ้าปลาเดินทางมาถึงที่ตำแหน่งดังกล่าว ปลาก็จะสามารถเดินทางผ่านออกไปได้



ภาพที่ 8 การใช้ลอบดักจับปลาที่บริเวณทางผ่านปลา ก) ช่องทางออก และ ข) ช่องทางเข้า

การดักจับปลาที่ทางเข้า

วัตถุประสงค์ของการดักจับปลาที่บริเวณทางเข้าเพื่อให้ได้ตัวอย่างปลาที่กำลังอพยพ ซึ่งสามารถหาตำแหน่งทางเข้าและเดินทางเข้าไปในทางผ่านปลาได้ สิ่งนี้ถูกนำมาใช้ในห้วงน้ำของทางเข้าทางผ่านปลาที่มีกระแสน้ำต่ำ แต่ก็สามารถใช้ในห้วงน้ำที่สูงขึ้นได้ถ้าท้ายน้ำมีระดับการไหลของน้ำที่สูงขึ้นเนื่องจากมีกระแสน้ำใน

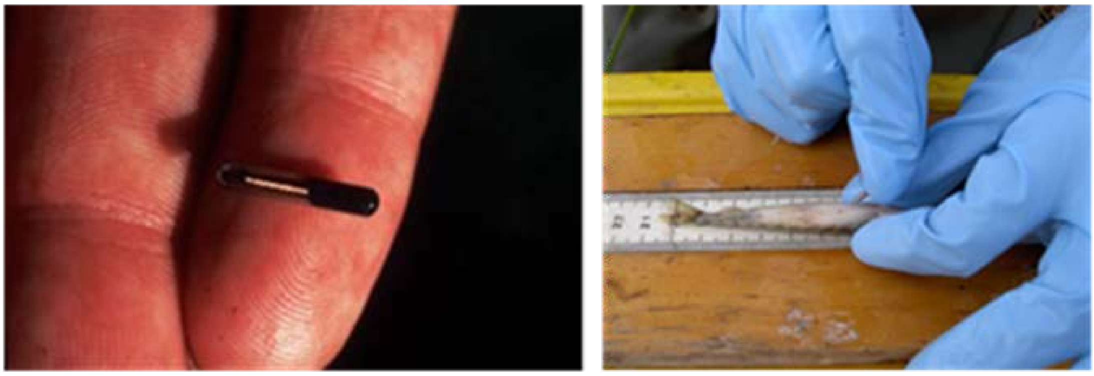
ลำน้ำมากขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่ากลุ่มปลาที่อพยพใด ๆ ที่มีอยู่ในลำน้ำสามารถเข้าสู่ทางผ่านปลาได้ ความเร็วน้ำและความปั่นป่วนน้ำที่บริเวณทางเข้าจำเป็นต้องมีระดับต่ำ โดยค่าเป้าหมายของการสูญเสียหัวน้ำ[1] (ซึ่งเป็นตัวกำหนดระดับความเร็วน้ำ) ที่ทางเข้าของทางผ่านปลาคือระดับ 50-80 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนให้กลุ่มปลาที่ว่ายน้ำไม่เก่งสามารถว่ายน้ำเข้าสู่ทางผ่านปลาได้เช่นเดียวกับกลุ่มปลาที่ว่ายน้ำแข็งแรง การลดลงของระยะห่างของระดับน้ำระหว่างห้วงน้ำทำได้โดยการจำกัดการปล่อยน้ำลงไปในช่องทางผ่านปลา (โดยควบคุมประตูทางออกใช้แผ่นชะลอน้ำ หรือปิดกั้นแผงทางออกบางส่วน) ดังนั้น ตัวอย่างนี้จึงไม่ใช่การทดสอบระบบการไหลของมวลน้ำในทางผ่านปลาหรือประสิทธิภาพของทางผ่านปลา แต่เป็นตัวอย่างของปลาอพยพที่สามารถใช้ทางผ่านปลาได้ถ้าความเร็วน้ำและความปั่นป่วนน้ำไม่ได้จำกัดกลุ่มปลาที่ว่ายน้ำไม่แข็งแรง

2.2.2.3. ทางผ่านปลาแบบทางลาดหิน

จากการออกแบบทางผ่านปลา ในบางครั้งก็เป็นการยากที่จะดักจับปลาด้วยลอบ เช่น ทางผ่านปลาแบบทางลาดหิน วิธีการที่เป็นทางเลือกคือการจับปลาด้วยไฟฟ้าหรือการทอดแหที่บริเวณทางเข้าและทางออกของทางผ่านปลา วิธีการนี้เป็นสิ่งที่ใช้แทนการดักจับด้วยลอบได้

2.2.2.4. การติดตามด้วยการฝังไมโครชิพ (PIT tags)

ไมโครชิพเป็นแถบติดตามที่มีขนาดเล็ก มีอายุใช้งานได้ตลอด (ไม่มีแบตเตอรี่) มีรหัสเฉพาะตัว ตัวแถบถูกระบุและเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติเมื่อผ่านเครื่องอ่านที่มีความเฉพาะในระยะทาง 20-40 เซนติเมตร ลักษณะเหล่านี้ทำให้เหมาะอย่างยิ่งในการนำไปประเมินปลาที่ผ่านเข้าไปในระยะที่กำหนดในทางผ่านปลา (MRC, 2019) โดยทางคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) ได้มีคู่มือโดยละเอียดสำหรับการติดตามด้วยการฝังไมโครชิพ (PIT tags) (เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ JEM) ซึ่งสามารถติดตามศึกษาได้ถ้าสนใจเทคโนโลยีนี้



ภาพที่ 9 แถบไมโครชิพ (ซ้าย) และการผ่าตัดใส่แถบไมโครชิพในปลาขนาดเล็ก (ขวา)
ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)

[1] การสูญเสียหัวน้ำ (head loss) หรือการสูญเสียพลังงาน คือ ค่าระยะห่างของระดับน้ำระหว่างห้วงน้ำที่ติดกันที่ลดลงไป

2.2.3. การประเมินการเดินทางผ่านลงไปตามลำน้ำ

การเดินทางผ่านของปลาลงไปตามลำน้ำด้านล่างสามารถประเมินได้โดยใช้

1) การสังเกต ตรวจสอบจากรูปแบบการไหลของน้ำ สภาวะห้วงน้ำลึกท้ายฝาย การใช้งานประตูระบายน้ำ
2) การสุ่มตัวอย่างปลา เมื่อปลาเดินทางผ่านฝาย
3) การฝังแถบไมโครชิพ (PIT tags) (การเดินทางกลับแสดงถึงความอยู่รอดของปลา)
4) การใช้แถบรหัสคลื่นวิทยุและคลื่นเสียง
5) การใช้กล้องถ่ายภาพเสียงสะท้อนในน้ำแบบ ARIS

2.3. การออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่าง

ในหัวข้อก่อนหน้านี้ได้มีคำถามที่ต้องทำการประเมิน และมีวิธีการหลายแบบที่นำมาใช้ในการประเมิน การออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่างสำหรับสถานที่ที่เลือกไว้จะประกอบด้วย

1) <u>คำถาม</u>จากตารางที่ 1 ซึ่งมีลำดับสำคัญสูงที่จะต้องทำการตอบ
2) <u>วิธีการ</u>ที่จะนำมาซึ่งการตอบคำถาม
3) <u>จำนวนซ้ำ</u>ที่ต้องการในแต่ละวิธีการ (จำนวนตัวอย่าง หรือจำนวนปลาที่จะติดแถบรหัสติดตาม)
4) <u>กรอบการสุ่มตัวอย่าง</u> (ฤดูกาล ห้วงเวลา [ชั่วโมง กลางวัน/กลางคืน])
5) <u>ความเป็นอิสระ</u>ของวิธีการ

ตารางที่ 2 นำมาซึ่งบทสรุปของการออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย ประเด็นคำถาม วิธีการสุ่มตัวอย่าง จำนวนซ้ำของตัวอย่างสุ่ม การออกแบบการทดลอง และกรอบการสุ่มตัวอย่าง ที่จำเป็นเพื่อตอบคำถามในแต่ละข้อดังกล่าว

ตารางที่ 2 การออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่างในการตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลาที่สิ่งขวางกั้นลำน้ำระดับต่ำในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง พื้นที่แรเงาสีส้มเป็นคำถามที่มีลำดับสำคัญสูงมาก พื้นที่แรเงาสีเขียวเป็นวิธีการตรวจติดตามโครงการขนาดเล็กในแม่น้ำสาขา สิ่งเหล่านี้เป็นข้อกำหนดขั้นต่ำสำหรับการประเมินการเดินทางผ่านขึ้นสู่เหนือน้ำ

		การออกแบบการทดลองและแผนการสุ่มตัวอย่าง		
การอพยพผ่านขึ้นสู่เหนือน้ำ	**คำถามสำหรับการตรวจติดตาม**	**วิธีการสุ่มตัวอย่าง**	**จำนวนซ้ำของตัวอย่าง**	**กรอบการสุ่มตัวอย่าง**
ประสิทธิภาพการดึงดูด	มีปลาอยู่ที่ช่องทางเข้าของทางผ่านปลาหรือไม่?	แถบรหัสติดตามแบบสัญญาณคลื่นวิทยุ/คลื่นเสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	กำหนดตำแหน่งของเครื่องรับเพื่อตรวจจับการเดินทางผ่าน
		ภาพเสียงสะท้อนจากกล้อง ARIS	ต้องการการสุ่มตัวอย่างนำร่องเพื่อใช้ปรับค่าตัวแปรในสมการ	ติดตั้งที่บริเวณทางเข้าและออกแล้วสุ่มตัวอย่างตามกรอบเวลา

		จับด้วยไฟฟ้าบริเวณช่วงท้ายทางเข้าของทางผ่านปลา	>20 ตัวอย่างสุ่ม (x15 นาทีของเวลาการกวาดจับปลา)	ดำเนินการบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลต่ำ ปานกลาง สูง ในช่วงฤดูกาลที่มีการเดินทางของปลา
		จับด้วยแหบริเวณช่วงท้ายทางเข้าของทางผ่านปลา	>20 ตัวอย่างสุ่ม (x10 วงแห)	
		จับด้วยข่าย-อวนแบบอื่น ๆ	ต้องการการสุ่มตัวอย่างนำร่อง	
ประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน	มีปลาเข้าไปในทางผ่านปลาหรือไม่?	จับด้วยลอบ	>20 ตัวอย่างสุ่ม	
	มีปลาไปถึงบริเวณทางออกหรือไม่?	จับด้วยลอบ	>20 ตัวอย่างสุ่ม	
ทางออก	มีปลาเดินทางออกได้ปลอดภัยหรือไม่?	แถบสัญญาณคลื่นวิทยุ/เสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	ต้องติดตั้งเครื่องรับที่ประตูระบายน้ำ
	มีปลายังคงอพยพผ่านสิ่งขวางกั้นลำน้ำอยู่หรือไม่?	แถบสัญญาณคลื่นวิทยุ/เสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	ต้องติดตั้งเครื่องรับที่ประตูระบายน้ำ
การอพยพผ่านลงสู่ท้ายน้ำ				
ประสิทธิภาพการดึงดูดปลา	มีปลาเดินทางผ่านสิ่งขวางกั้นลำน้ำหรือไม่? 1) ปลาวัยอ่อน? 2) ปลาวัยรุ่น? 3) ปลาวัยเจริญพันธุ์?	ถุงลากลูกปลา อวนลากลูกปลา	ต้องการการสุ่มตัวอย่างนำร่อง	ช่วงฤดูปลาวางไข่
		แถบสัญญาณคลื่นวิทยุ/เสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	-
	มีปลาอยู่ที่บริเวณทางเข้าทางผ่านปลา/ทางระบายน้ำล้น/ประตูระบายน้ำหรือไม่?	แถบสัญญาณคลื่นวิทยุ/เสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	-
ประสิทธิภาพการเดินทางผ่าน	มีปลาเดินทางผ่านที่ทางผ่านปลา/ทางระบายน้ำล้น/ประตูระบายน้ำ ได้อย่างปลอดภัยหรือไม่?	แถบสัญญาณคลื่นวิทยุ/เสียง	100 เครื่องหมาย/ชนิดปลา	-
		ติดไมโครชิพที่ปลา; ข่าย-อวน	ต้องการการสุ่มตัวอย่างนำร่อง	บริเวณที่กระแสน้ำต่ำ ปานกลาง สูง ในช่วงฤดูกาลที่มีการเดินทางของปลา
ทางออก	มีปลาเดินทางผ่านไปสู่ด้านท้ายลำน้ำได้อย่างปลอดภัยหรือไม่?	ข่าย-อวน	ต้องการการสุ่มตัวอย่างนำร่อง	

ในการสุ่มตัวอย่าง การทำซ้ำมีความจำเป็นเนื่องจากจำนวนปลา ชนิดพันธุ์ปลา และขนาดปลามีความผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละตัวอย่างสุ่ม ตัวอย่างสุ่มจากลอบหนึ่งหลังหรือปลาหนึ่งตัวที่ติดแถบรหัสอาจไม่สามารถให้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการประเมินทางผ่านปลา คำแนะนำในการทำซ้ำได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 โปรดสังเกตว่าจำนวนที่ต้องการนั้นเป็นรายชนิดพันธุ์ปลา และสามารถเพิ่มได้ในแต่ละชนิดพันธุ์ปลา ถ้ามีชีวประวัติเป็นที่สนใจ (เช่น ถ้าปลาวัยรุ่นและวัยโตเต็มวัยเป็นที่สนใจ ทั้งคู่ก็ควรติดเครื่องหมายตามจำนวนขั้นต่ำ)

กรอบของการสุ่มตัวอย่างจำเป็นต้องปรับให้เข้ากับช่วงเวลาที่ผันแปรไปของปลาที่อพยพ และความจำเป็นในการประเมินประสิทธิภาพการเดินทางผ่านของปลาที่ระดับการไหลของน้ำที่ต่างกัน ดังนั้นช่วงเวลาของการประเมินจึงจำเป็นต้องดำเนินการในช่วงฤดูกาลอพยพของปลา ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีจำนวนปลาที่อพยพมากที่สุด (ส่วนมากเป็นช่วงต้นฤดูฝน) ที่ 3 กลุ่ม (หรือมากกว่า) ของอัตราการไหลของน้ำ ระดับต่ำ (Q<75%), ระดับปานกลาง (Q=25-75%) และระดับสูง (Q>25%) ในแต่ละกลุ่มอัตราการไหลของน้ำต้องมีการสุ่มตัวอย่างที่ซ้ำกันและเปรียบเทียบผลลัพธ์กัน ซึ่งเรียกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นหรือแบบชั้นภูมิ (stratified sampling) โดยแต่ละกลุ่มอัตราการไหลของน้ำจะเป็นชั้น (หรือเป็นระดับของการสุ่มตัวอย่าง)

การตรวจติดตามทางผ่านปลาในช่วงที่มีอัตราการไหลของน้ำสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงน้ำท่วม อาจเป็นอันตรายต่อสมาชิกในทีมงานได้ ดังนั้นควรดำเนินการเมื่อบริเวณที่สุ่มตัวอย่างทั้งที่ทางออกและทางเข้าของทางผ่านปลานั้นมีความปลอดภัย

มีแนวโน้มว่าชนิดพันธุ์ปลาต่าง ๆ มีการอพยพในช่วงเวลากลางคืนและกลางวันที่ต่างกัน ซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งชั้นของการสุ่มตัวอย่าง ดังนั้นการออกแบบการทดลองเพื่อประเมินทางผ่านปลาควรต้องแบ่งชั้นตามกลุ่มอัตราการไหลของน้ำและช่วงเวลา (กลางวัน/กลางคืน) ซึ่งหมายความว่าแต่ละตัวอย่างสุ่มจะแยกช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในแต่ละกลุ่มอัตราการไหลของน้ำ (ต่ำ (Q<75%) ปานกลาง (Q=25-75 %) และสูง (Q>25%)

ตลอดฤดูกาลอพยพ ชนิดพันธุ์ปลาและขนาดปลาอาจแตกต่างกันไป โดยปลาบางชนิดจะอพยพในช่วงต้นฤดูและบางชนิดจะอพยพในภายหลัง ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบการทดลอง ตัวอย่างเช่น ถ้าสุ่มตัวอย่างทางออกและทางเข้าของทางผ่านปลาด้วยลอบ ไม่ควรทำการสุ่มตัวอย่างที่ทางออกทั้งหมดก่อน แล้วจึงมาสุ่มตัวอย่างที่ทางเข้าทั้งหมด การสุ่มตัวอย่างที่ทางออกอาจจับได้ชนิดปลาที่อพยพในช่วงต้นฤดู ในขณะที่ตัวอย่างที่ทางเข้าอาจจับได้ปลาชนิดพันธุ์ที่อพยพในช่วงปลายฤดู ผลลัพธ์นั้นจะไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

ความแปรปรวนในการอพยพของปลาเป็นเรื่องปกติ การสุ่มตัวอย่างทางผ่านปลาจึงต้องมีการปรับเพื่อรองรับความแปรปรวนด้วยการออกแบบการทดลองโดยการจัดกลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่มหรือบล็อก ดังนั้นในตัวอย่างนี้ การสุ่มตัวอย่างทางผ่านปลาที่ทางออกและทางเข้าจะดำเนินการในช่วงวันที่แยกจากกัน แต่จะต้องอยู่ติดกัน (หรือในช่วงเวลาที่ติดกัน) และบล็อกจะถูกทำซ้ำ การสุ่มตัวอย่างอื่น ๆ สามารถเพิ่มเข้าในบล็อกได้ เช่น การสุ่มตัวอย่างที่ช่วงท้ายน้ำของทางผ่านปลาเพื่อประเมินปลาที่เข้าใกล้ทางผ่านปลา การจัดกลุ่มตัวอย่างทำให้เกิดการออกแบบการทดลองที่มีประสิทธิภาพซึ่งรองรับการเปลี่ยนแปลงของการอพยพตามช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น ประชาคมปลาที่เดินทางเข้าใกล้ทางผ่านปลาในวันที่ 1 ของการทดลองอาจแตกต่างไปจากวันที่ 10 การเปลี่ยนแปลงนี้จะกระจายไประหว่างตัวอย่างสุ่มทั้งหมดภายในบล็อกและระหว่างบล็อก การออกแบบการทดลองนี้อาจเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบบล็อกสุ่ม แบบบล็อกแยก หรือแบบละตินสแควร์ก็ได้

ตัวอย่างของกรอบการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบ่งชั้น (stratified) ของการสุ่มตัวอย่างแบบบล็อกสุ่ม (randomized block design) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ช่วงกลางวันและกลางคืนถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มชั้น (strata) และในแต่ละวันคือบล็อกของสถานที่สุ่มตัวอย่าง 3 พื้นที่ ทั้งกลางวันและกลางคืน ตัวอย่างสุ่มช่วงละสองชั่วโมงได้กำหนดให้ดำเนินการ ถ้าในลำน้ำมีปลาในปริมาณที่ชุกชุมน้อย ช่วงเวลาของแต่ละตัวอย่างสุ่มอาจจะต้องเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ตัวอย่างของกรอบการสุ่มตัวอย่าง 3 บริเวณ (ทางออก ทางเข้า และช่วงท้ายลำน้ำของทางผ่านปลา) แบ่งกลุ่มชั้นตามช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ซึ่งในแต่ละวันสุ่มแบบบล็อกใน 3 บริเวณ โดยในตารางแสดงให้เห็นเพียงช่วง 5 วัน แต่โดยทั่วไปจะทำการสุ่มตัวอย่างรวม 10 วัน

	ช่วงเวลา	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
กลางวัน	08:00-10:00	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ท้ายลำน้ำ
	10:30-12:30	ทางเข้า	ท้ายลำน้ำ	ท้ายลำน้ำ	ทางออก	ทางเข้า
	13:00-15:00	ท้ายลำน้ำ	ทางออก	ทางเข้า	ท้ายลำน้ำ	ทางออก
กลางคืน	17:00-19:00	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ท้ายลำน้ำ
	19:30-21:30	ทางออก	ท้ายลำน้ำ	ท้ายลำน้ำ	ทางเข้า	ทางเข้า
	22:00-24:00	ท้ายลำน้ำ	ทางเข้า	ทางออก	ท้ายลำน้ำ	ทางออก

เช่นเดียวกันกับความผันแปรระหว่างกระแสน้ำและวัน ปลาที่อพยพอาจแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและระหว่างปี ดังนั้นจึงควรตรวจติดตามเป็นระยะเวลามากกว่าหนึ่งปี (3-5 ปี ในการตรวจติดตามทั้งก่อนและหลังการพัฒนาหรือปรับปรุงทางผ่านปลา) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมเพียงพอ

ความเป็นอิสระจะทำให้แน่ใจได้ว่าวิธีการหรือตัวอย่างจะไม่ขัดแย้งหรือมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งอาจส่งผลต่อผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น การสุ่มตัวอย่างที่ทางออกและทางเข้าของทางผ่านปลาด้วยลอบในเวลาเดียวกันจะไม่เป็นอิสระเพราะปลาที่อพยพขึ้นเหนือน้ำจะไม่สามารถผ่านลอบที่ดักไว้ที่ทางเข้าเพื่อเดินทางไปถึงทางออกได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่มีปลาที่ทางออกซึ่งบ่งชี้ว่าทางผ่านปลาไม่ทำงาน ในตัวอย่างนี้ วิธีแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความเป็นอิสระคือต้องสุ่มตัวอย่างที่ทางออกและทางเข้าในวันหรือเวลาที่ต่างกัน (ในวันที่ต่างกันเป็นที่น่าพอใจมากกว่า) ดังนั้นตัวอย่างสุ่มจึงต้องแยกจากกันโดยสิ้นเชิง

2.4. เงื่อนไขที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ

จำนวนซ้ำที่แสดงในตารางที่ 2 ถือว่าเป็นจำนวนตัวอย่างจากปลาที่กำลังมีการอพยพ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดต้องสามารถทำงานได้ดีและไม่มีปัญหาในภาคสนาม สำหรับโครงการส่วนใหญ่ ระยะเวลาที่ดำเนินการภาคสนามตามการวางแผนไว้อาจจำเป็นต้องเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเพื่อเป็นการเผื่อเหลือเผื่อขาด ซึ่งรวมถึงเหตุการณ์ที่ปลาไม่อพยพ การสูญเสียอุปกรณ์ และน้ำท่วม และรวมทั้งความต้องการระยะเวลาเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งสัปดาห์หรือมากกว่าสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และการทดสอบวิธีการสุ่มตัวอย่างในภาคสนาม

2.5. การสุ่มตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล

การสุ่มตัวอย่าง

วิธีการสุ่มตัวอย่างรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลได้ระบุไว้ในแนวทางปฏิบัติด้านการตรวจติดตามความชุกชุมและความหลากหลายของปลาในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (MRC, 2018) โดยมีการดักจับปลาที่บริเวณหน้าทางเข้าและทางออกของทางผ่านปลา ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินที่ต้องดำเนินการเกือบทั้งหมดในทางผ่านปลาของฝายระดับต่ำ โดยมีโครงร่างของเทคนิคการประเมินที่นำเสนอดังนี้

- การดักจับปลาที่บริเวณทางเข้าและทางออกโดยแยกดำเนินการในวันที่ต่างกัน
- การดักจับปลาที่ทางออก ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีสิ่งขวางกั้นอยู่ในช่องทางผ่านปลา
- การดักจับปลาที่ทางเข้า ต้องจำกัดการไหลของน้ำให้มีความต่างของระดับน้ำระหว่างห้วงน้ำ (การสูญเสียหัวน้ำ) ที่ 50-80 มิลลิเมตร ที่ช่องทางเข้าของทางผ่านปลา
- ต้องติดตั้งลอบดักจับปลาในช่วงระยะเวลาที่กำหนด
- นำปลาที่จับได้ออกเมื่อสิ้นสุดห้วงระยะเวลาที่กำหนด
- จำแนกชนิดพันธุ์ปลาและนับจำนวนทั้งหมดรายชนิด สุ่มตัวอย่างย่อยถ้ามีปลา > 200 ตัวต่อชนิด
- วัดความยาวและชั่งน้ำหนักรายตัว ถ้าจำเป็นต้องสุ่มตัวอย่างย่อยต้องมีปลา > 200 ตัวต่อชนิด
- ปฏิบัติตามมาตรการเดียวกันในตัวอย่างปลาที่ได้จากลอบเดียวกันและขนาดช่องตาเดียวกัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลลัพธ์ที่จะทำให้มีอคติ
- ทำการสุ่มตัวอย่างปลาในที่ที่มีการไหลของน้ำที่ต่างกัน[2] (ต่ำ (Q<75%) ปานกลาง (Q=25-75%) และสูง (Q>25%) ในช่วงฤดูกาลอพยพของปลา
- ควรทำการดักจับปลาทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนเพื่อให้ได้ตัวอย่างในทุกชนิดพันธุ์ปลา
- ควรสุ่มตัวอย่างที่ท้ายลำน้ำของทางผ่านปลา (ข้อ 2.2.2.) เพื่อประเมินปลาที่เข้าใกล้ทางผ่านปลา

ข้อกำหนดในการสุ่มตัวอย่างย่อยที่แนะนำนี้สามารถนำไปใช้ได้ในทุกเทคนิคการสุ่มตัวอย่างปลา

การบันทึกข้อมูล

ทีมงานสุ่มตัวอย่างจำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลรวม 3 แบบ

แบบบันทึกข้อมูลที่ 1 แสดงในภาพที่ 10 เป็นข้อมูลของสถานที่สุ่มและเครื่องมือที่ใช้สุ่มตัวอย่าง พร้อมเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด ซึ่งเรียกว่า "operation" แบบข้อมูลนี้มีช่องให้ระบุ "หมายเลขอ้างอิง" ที่ไม่ซ้ำกัน อาจมีการรวมกันของวันที่และหมายเลขดำเนินการ ซึ่งมีใช้ในแบบบันทึกข้อมูลที่ 2

แบบบันทึกข้อมูลที่ 2 แสดงในภาพที่ 11 สำหรับ " operation" ในแต่ละรายการจะเป็นการบันทึกชนิดปลา ขนาดความยาว และน้ำหนักของปลารายตัว นอกจากนี้ยังระบุจำนวนปลาที่จับได้ทั้งหมดในแต่

---

[2] การแบ่งกลุ่มอัตราการไหลของน้ำ กำหนดค่าการแบ่งกลุ่มโดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของอัตราการไหลของน้ำ ต่ำ (Q<75%ile), ปานกลาง (Q=25-75%ile) สูง (Q>25%ile)

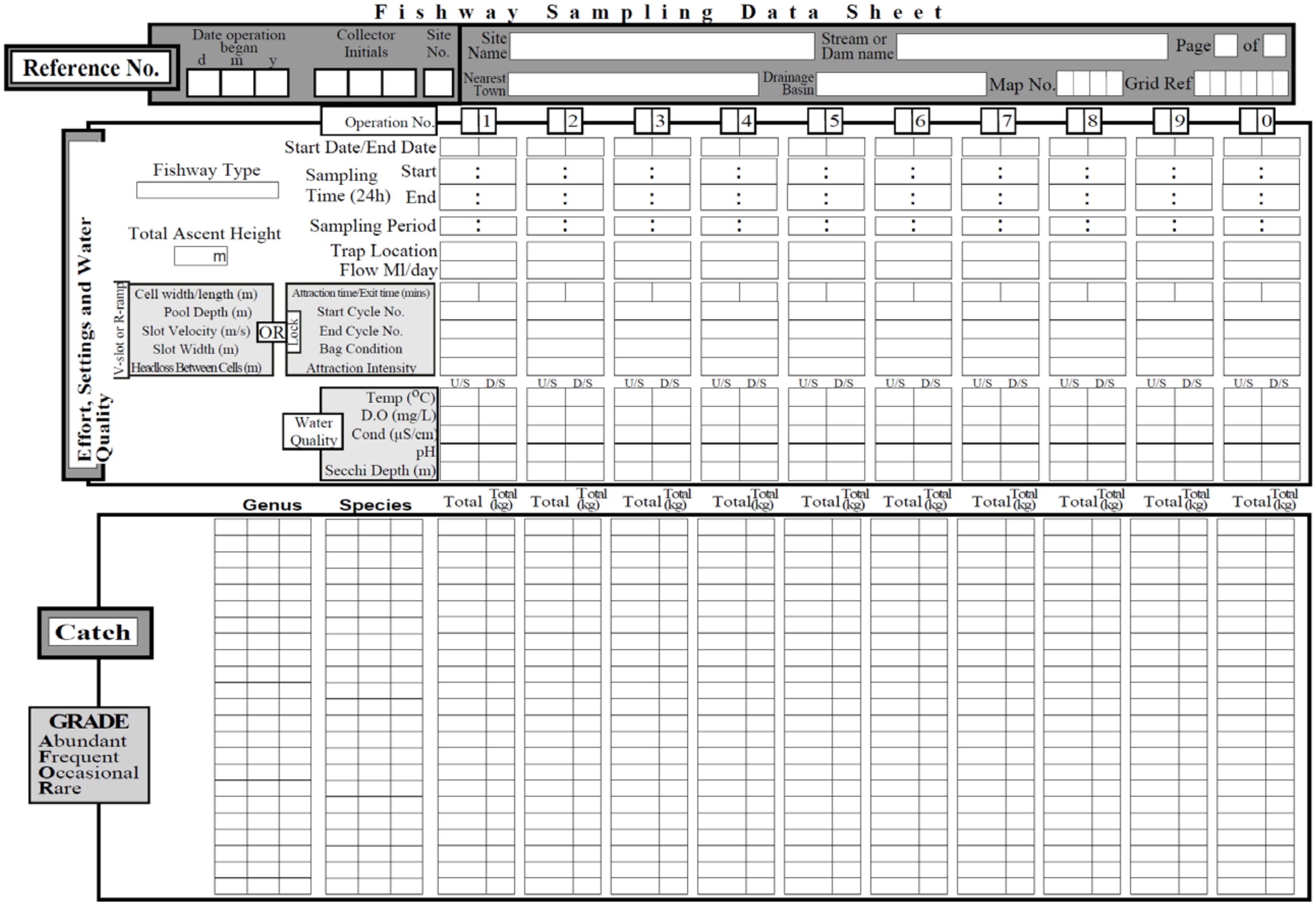
ละชนิด วิธีการชั่งวัดปลาได้ระบุรายละเอียดไว้ในแนวทางปฏิบัติด้านการตรวจติดตามความชุกชุมและความหลากหลายของปลาในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (MRC, 2018)[3]

ถ้ามีปลาเป็นจำนวนมากจะสุ่มตัวอย่างปลาเพียงชนิดละ 200 ตัวเท่านั้น ส่วนปลาที่เหลือจะนับจำนวนตามรายชนิด อีกวิธีการหนึ่งของการสุ่มตัวอย่างย่อยสามารถทำได้โดยการนับจำนวนปลาในน้ำหนักที่คงที่ (เช่น 1 กิโลกรัม สำหรับปลาขนาดเล็ก; 10 กิโลกรัม สำหรับปลาขนาดกลาง) แล้วชั่งน้ำหนักปลาทั้งหมดในแต่ละชนิดนั้น ตัวเลขของจำนวนทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากการประมาณค่า โดยข้อมูลดังกล่าวจะสรุปไว้ในแบบบันทึกข้อมูลที่ 1

แบบบันทึกข้อมูลที่ 3 แสดงในภาพที่ 12 สำหรับในแต่ละ “operation” คือการดักจับปลาที่บริเวณทางออกหรือทางเข้า โดยระดับค่าของการสูญเสียหัวน้ำของห้วงน้ำทั้งหมดและความลึกน้ำจะถูกบันทึกไปจนถึงบริเวณท้ายน้ำของลอบดักปลา

แบบบันทึกข้อมูลที่บันทึกแล้วทั้งหมดจะต้องถูกถ่ายภาพเก็บไว้ในทุก ๆ วัน เพื่อให้แน่ใจว่าจะยังคงมีสำเนาของข้อมูลเหล่านั้นอยู่ จากนั้นทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลหลังจากการเสร็จสิ้นงานในภาคสนาม

[3] MRC (2018). Standard Sampling Guidelines for Fish Abundance and Diversity Monitoring in the Lower Mekong Basin.



ภาพที่ 10 แบบบันทึกข้อมูลที่ 1 พร้อมรายละเอียดของข้อมูลจุดสุ่มตัวอย่างและการใช้เครื่องมือสุ่มแต่ละประเภท (“operation”) ครึ่งล่างของแบบเป็นบทสรุปจากแบบบันทึกข้อมูลที่ 2 (ภาพที่ 11)

FRESHWATER BIOLOGICAL RECORD

Page ☐ of ☐

©

REFERENCE No.

Date operation began d	m	y	Site No.	Site name	Stream or dam name

	Operation No.	Genus	Species	Fish No.	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

	Operation No.	Genus	Species	Fish No.	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)	L (mm)	W (g)
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										

ภาพที่ 11 แบบบันทึกข้อมูลที่ 2 พร้อมรายละเอียดข้อมูลชีวภาพสำหรับบันทึกปลารายตัว “operation” (ประเภทเครื่องมือ)

Page ☐ of ☐

ulics

REFERENCE No.			
Date operation began d m y	Site No.	Site name	Stream or dam name

							loss (cm)	Depth (cm)

ภาพที่ 12 แบบบันทึกข้อมูลที่ 3 พร้อมรายละเอียดของข้อมูลรูปแบบการไหลของน้ำ (hydraulic information) สำหรับการดำเนินการรายห้วงน้ำ “operation” โดยใช้ลอบดักจับปลาที่ทางเข้าและทางออก ข้อมูลจะถูกรวบรวมในช่วงเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของการดำเนินการ

2.6. การวิเคราะห์

เทคนิคการประเมินที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับทางผ่านปลาของฝายที่มีระดับต่ำคือการสุ่มตัวอย่างปลาด้วยการดักลอบที่บริเวณทางเข้าและทางออก แล้วเปรียบเทียบข้อมูลเหล่านี้กับตัวอย่างปลาที่สุ่มตัวอย่างที่บริเวณด้านท้ายลำน้ำของทางผ่านปลา ข้อมูลความชุกชุม องค์ประกอบของชนิดปลา และขนาดความยาวหรือความถี่ของความยาวปลาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกันในระหว่าง 3 พื้นที่ ซึ่งจะทำให้เห็นถึงการประเมินที่มีความชัดเจนของการเดินทางผ่านของปลาในทางผ่านปลา แม้ว่าจะมีข้อมูลเพียงเล็กน้อยที่แสดงว่าทางผ่านปลาได้ลำเลียงชีวมวลของปลาที่อพยพผ่านขึ้นมาจากด้านท้ายน้ำ

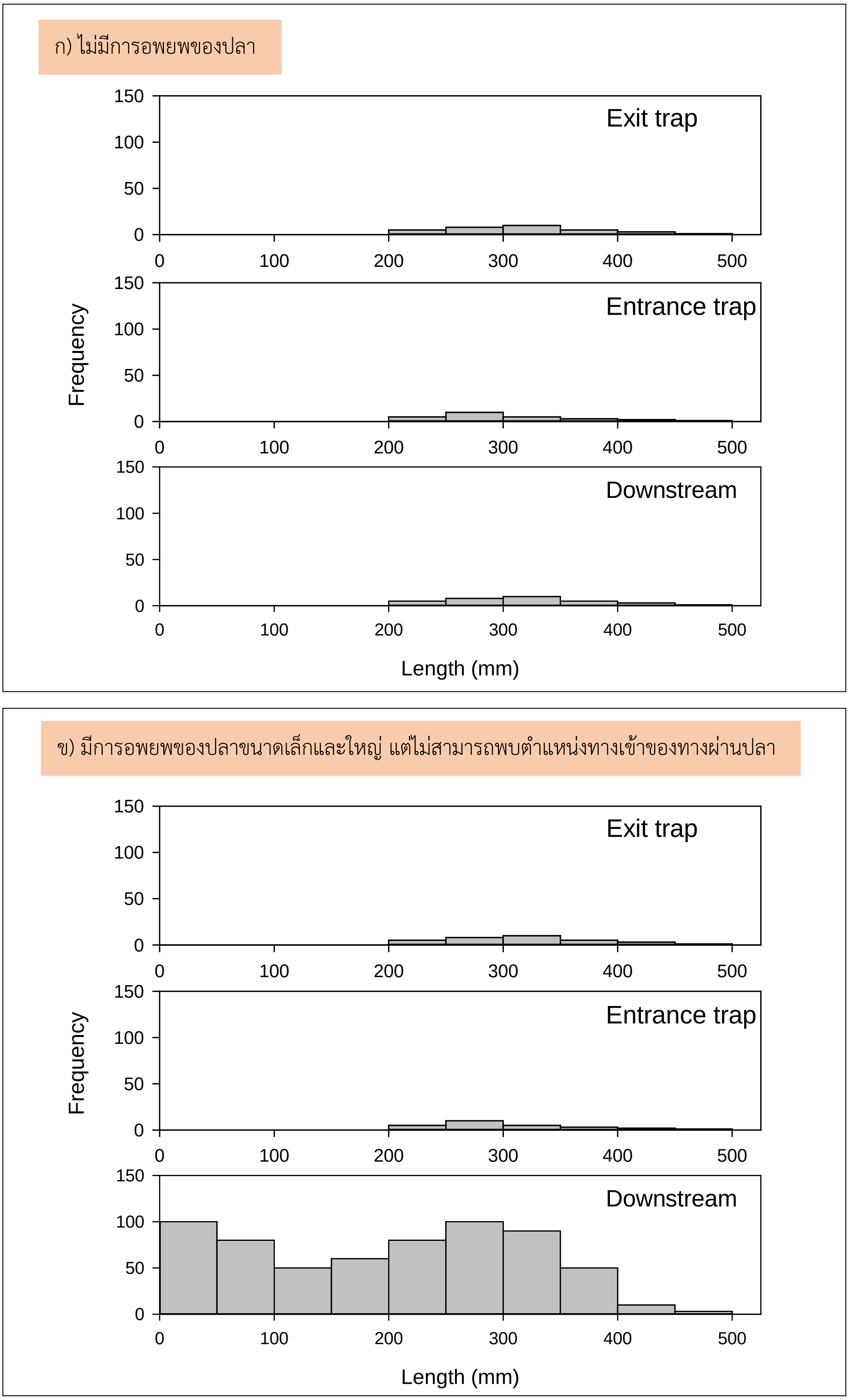
รายละเอียดในตารางที่ 4 ได้แสดงช่วงของผลลัพธ์ที่ต่างกันของความชุกชุมจากการสุ่มตัวอย่างบริเวณทางออก ทางเข้า และช่วงท้ายลำน้ำ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการพบความชุกชุม ขนาด และชนิดปลาในตัวอย่างสุ่มที่อยู่ท้ายลำน้ำ แต่ไม่พบในลอบที่บริเวณหน้าทางเข้า ก็อาจบ่งชี้ว่าพันธุ์ปลาเหล่านี้ไม่สามารถหาตำแหน่งหรือเดินทางเข้าไปในทางเข้าของทางผ่านปลาได้

ตารางที่ 4 ช่วงของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้และการแปลความหมายของการสุ่มตัวอย่างของทางผ่านปลา

	ผลลัพธ์ของการสุ่มตัวอย่าง[4]			**การแปลความหมายด้านประสิทธิผลของทางผ่านปลา**
	ดักลอบที่ทางออก	**ดักลอบที่ทางเข้า**	**ท้ายลำน้ำของทางผ่านปลา**	
ความชุกชุมของปลา	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	- ปลาไม่อพยพ - ไม่สามารถเข้าสู่ทางผ่านปลาได้
	ต่ำ	ต่ำ	สูง	- มีปลาอพยพ แต่ไม่สามารถเข้าสู่ทางเข้าของทางผ่านปลา หรือไม่ได้ใช้ช่องทางเข้าของทางผ่านปลา **แสดงว่าไม่มีประสิทธิภาพของการดึงดูด หรือไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบทางเข้า**
	ต่ำ	สูง	สูง	- มีปลาอพยพ ปลาสามารถหาและใช้ทางเข้าได้ แต่ไม่สามารถเดินทางขึ้นทางผ่านปลาได้ (ความเร็วน้ำในทางผ่านปลาสูงเกินไป, ความปั่นป่วนน้ำสูงเกินไป หรือทางผ่านปลาตื้นเกินไป) **แสดงว่าทางผ่านปลาไม่ได้ผลสำหรับเดินทางขึ้นเหนือน้ำ**
	สูง	สูง	สูง	- การอพยพของปลาสามารถค้นหาและใช้ทางเข้า และเดินทางขึ้นทางผ่านปลาได้ **แสดงว่าทางผ่านปลามีประสิทธิภาพสำหรับการอพยพของปลาขึ้นสู่เหนือน้ำ**

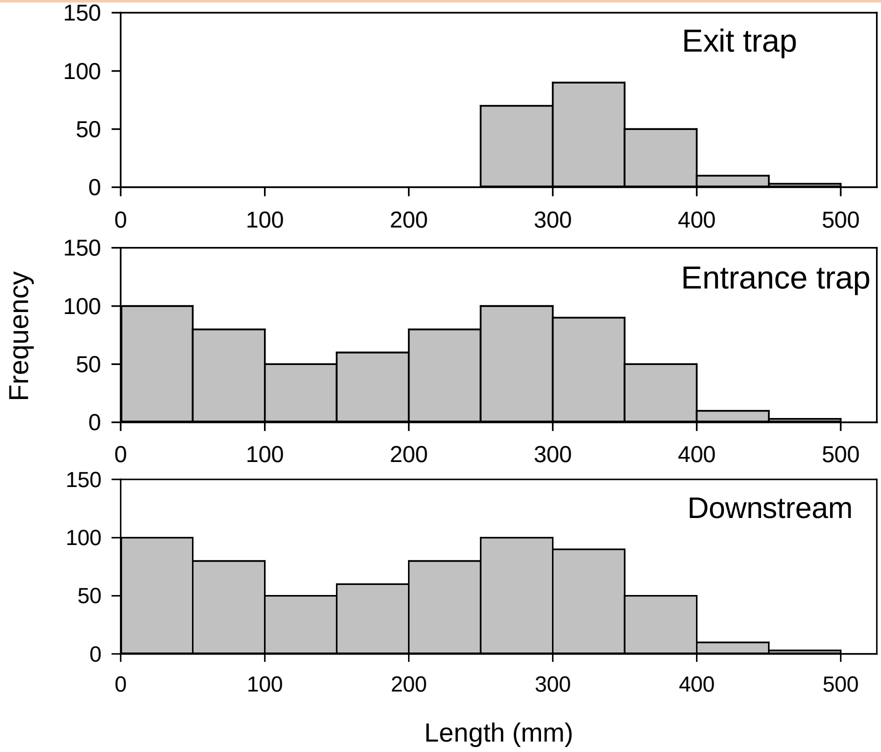
[4] ผลลัพธ์ของการสุ่มตัวอย่างควรสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาหรือปรับปรุงทางผ่านปลา

โดยทั่วไป การวิเคราะห์ความยาวหรือความถี่ของปลามีประโยชน์เพราะว่าความยาวของปลาเป็นตัวช่วยที่มีประโยชน์สำหรับความสามารถในการว่ายน้ำ เนื่องจากปลาขนาดใหญ่จะว่ายน้ำได้ดีกว่าปลาขนาดเล็ก ดังนั้น ถ้าปลาขนาดเล็กหายไปจากตัวอย่างสุ่มที่บริเวณทางออก แต่มีอยู่ที่บริเวณทางเข้าของทางผ่านปลา มีข้อแนะนำว่าความเร็วน้ำและความปั่นป่วนน้ำอาจจะสูงเกินไปสำหรับการเดินทางผ่านของปลาขนาดเล็ก ในภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างข้อมูลความถี่ความยาวปลาและการแปลความหมาย

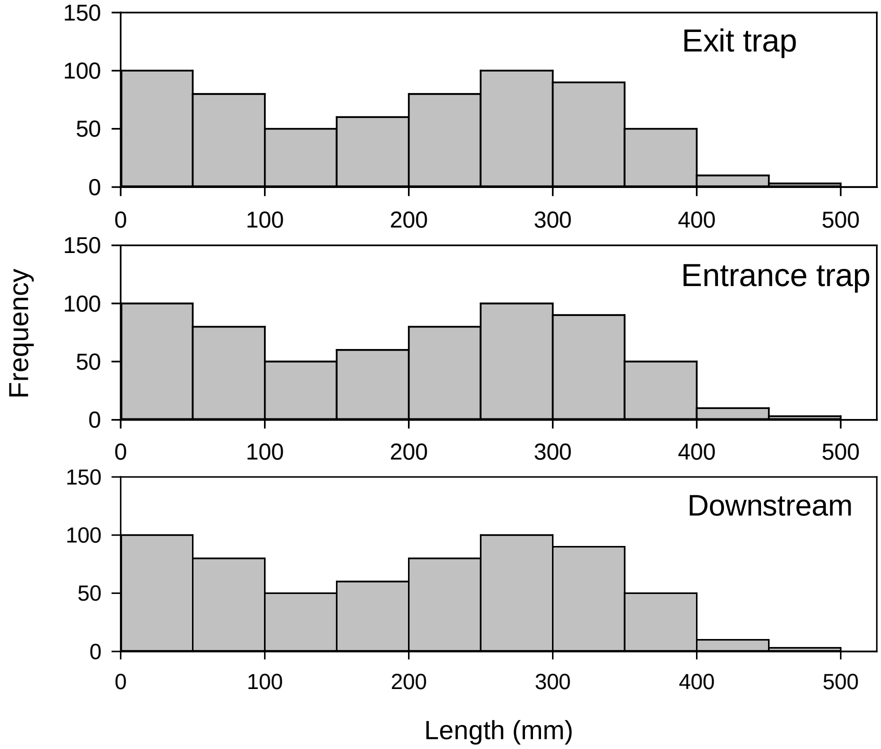


ภาพที่ 13 ตัวอย่างของการแปลผลข้อมูลความถี่ความยาวปลาที่บริเวณทางผ่านปลาและท้ายลำน้ำ

ค) มีการอพยพของปลาขนาดเล็กและใหญ่ และสามารถพบบริเวณทางเข้า แต่เดินทางขึ้นทางผ่านปลาได้เฉพาะปลาขนาดใหญ่



ง) ปลาขนาดเล็กและใหญ่สามารถพบทางเข้า และเดินทางผ่านขึ้นทางผ่านปลาได้



ภาพที่ 13 (ต่อ)

3. การประเมินประชากรปลาในขอบเขตพื้นที่

การตรวจติดตามปลาในพื้นที่ที่นำมาซึ่งการประเมินว่าทางผ่านปลามีส่วนช่วยในการปรับปรุงประชากรปลาในวงกว้างมากขึ้นหรือไม่ ในการนี้จำเป็นเป็นต้องมีพื้นที่หลายแห่งที่ต้องดำเนินการทั้งพื้นที่ด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงสร้างทางผ่านปลา และช่วงเวลาทั้งก่อนและหลังการก่อสร้างทางผ่านปลา การมีอยู่ของความชุกชุมปลาและชนิดพันธุ์ปลาในพื้นที่ด้านเหนือน้ำที่ไม่ได้พบช่วงก่อนการสร้างทางผ่านปลาแสดงให้เห็นว่าทางผ่านปลาได้ส่งผลกระทบในทางบวกต่อประชาคมปลา ข้อมูลประชาคมปลานี้สามารถเก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการต่าง ๆ รวมถึงการใช้ลอบ อวน และการจับด้วยไฟฟ้า (ภาคผนวกที่ 1)

4. การตรวจติดตามด้านเศรษฐกิจและสังคม

การตรวจติดตามด้านเศรษฐกิจและสังคมนำมาใช้เพื่อประเมินผลประโยชน์ที่ได้รับของชุมชนท้องถิ่นจากการสร้างทางผ่านปลา การตรวจติดตามด้านเศรษฐกิจและสังคมควรดำเนินการใน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับหมู่บ้าน ระดับครัวเรือน และระดับชาวประมงรายบุคคล และควรดำเนินการทั้งช่วงก่อนและหลังการก่อสร้างทางผ่านปลา อย่างน้อยสองฤดูกาล

การสำรวจด้านเศรษฐกิจและสังคมควรมุ่งเน้นที่ตัวชี้วัดหลัก 5 ประการ คือ

1) การตรวจวัดระดับข้อมูลฐานของการทำการประมงและการบริโภคปลาที่พื้นที่ด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงสร้างสิ่งขวางกั้นลำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงก่อนและหลังการก่อสร้างทางผ่านปลา

2) การตรวจติดตามที่ตลาดท้องถิ่นและเส้นทางการตลาดของปลา (ผู้ค้าปลา) ที่ได้รับผลกระทบจากโครงสร้าง

3) การจำแนกการมีส่วนสนับสนุนรายได้ครัวเรือนของปลาจากบริเวณพื้นที่ด้านบนและด้านล่างของโครงสร้าง ถ้าชาวประมงต้องเดินทางเป็นระยะทางไกลจากด้านเหนือน้ำไปยังด้านท้ายน้ำเพื่อจับปลา ดังนั้นทางผ่านปลาที่ดีจะทำให้ปลาเคลื่อนที่ขึ้นสู่ด้านเหนือน้ำและเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มประชาชนที่เกี่ยวข้องมากขึ้น

4) การเปรียบเทียบจำนวนการจัดการด้านเศรษฐกิจการประมงในท้องถิ่น โดยพิจารณาว่าที่ใดบ้างและเมื่อไรบ้างที่มีการทำประมง รายได้จากปลาแต่ละชนิดคิดเป็นจำนวนเงินเท่าไร และมีการเปลี่ยนแปลงของตลาดตามฤดูกาลหรือไม่ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีอิทธิพลต่อรายได้ของครัวเรือน และทางผ่านปลาก็มีส่วนช่วยสนับสนุนเช่นกัน

5) การประเมินเชิงคุณภาพของชาวประมงท้องถิ่นและการรับรู้ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับการปรับปรุงที่สืบเนื่องมาจากทางผ่านปลา

การศึกษาควรมุ่งเน้นที่หมู่บ้านในท้องถิ่นที่อยู่ใกล้กับทางผ่านปลา (เช่น ภายใน 5 กิโลเมตร) แต่อาจรวมถึงหมู่บ้านบางแห่งที่อยู่ไกลจากพื้นที่นั้นด้วย เพื่อวัดระดับของความผันแปรเชิงพื้นที่ของอัตราการทำการประมง (เช่น การสำรวจชาวประมงในหมู่บ้านที่ใกล้กับทางผ่านปลาบ้านปากปึ่งของ สปป. ลาว เมื่อเร็ว ๆ นี้

จาก 6 หมู่บ้าน และ 60 ครัวเรือน) การสุ่มตัวอย่างของหมู่บ้านควรรวมข้อมูลการสัมภาษณ์หัวหน้าหมู่บ้านและชาวประมงที่มีประสบการณ์ด้านความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทำประมงในพื้นที่ของตนเองด้วย รวมทั้งตรวจติดตามตลาดปลาและผู้ค้าปลาในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อวัดระดับการเปลี่ยนแปลงของราคาปลาทั้งตามฤดูกาลและช่วงก่อนและหลังการติดตั้งทางผ่านปลา

ควรมีการสำรวจครัวเรือนในแต่ละหมู่บ้านเพื่อตรวจสอบระดับการบริโภคโดยรวมและการจับปลาในระดับครัวเรือน โดยควรทำการสำรวจปีละหลายครั้ง ทั้งช่วงก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางผ่านปลาเพื่อเปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอัตราการจับและการบริโภคปลา ข้อมูลนี้อาจแสดงความสัมพันธ์กับการอพยพของปลาตามฤดูกาล ดังนั้นจึงควรตรวจสอบว่ามีความเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองปัจจัยหรือไม่ รายละเอียดข้อมูลที่ได้รับควรมาจากการสำรวจแบบตัวต่อตัวกับหัวหน้าครัวเรือน และควรสำรวจครัวเรือนในบางครัวเรือนของแต่ละหมู่บ้านด้วย

การสำรวจรายบุคคลจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำประมงของรายบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการตรวจสอบปริมาณการจับปลาและชนิดพันธุ์เป้าหมาย ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาถึงความผันแปรของจำนวนการลงแรงทำการประมงและวิธีการสุ่มตัวอย่างด้วย เมื่อต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับหมู่บ้านหรือระดับครัวเรือน เนื่องจากจำนวนการลงแรงนั้นสามารถทำให้เกิดอคติได้มาก วิธีการนี้จะเกี่ยวข้องกับการสำรวจกิจกรรมประมงทั้งชายและหญิง ควรมีการศึกษาให้มีภาพที่ชัดเจนของกิจกรรมการทำการประมงแบบกลุ่มและการพัฒนาการทำประมงทั้งในและนอกพื้นที่ศึกษา และหมู่บ้านควรได้รับผลการศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงการจัดการประมงในชุมชน ตัวชี้วัดที่อธิบายผลผลิตทางการประมงควรได้รับการกลั่นกรองเมื่อมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเสร็จสิ้น ตัวอย่างคำถามของแบบสำรวจด้านเศรษฐกิจและสังคมได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2.

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุนและตอบแทนสามารถนำไปใช้ประมาณค่าประสิทธิผลของการสร้างทางผ่านปลาในด้านการเงินได้ ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ต้นทุนรวมของทางผ่านปลาจะถูกประเมินตามต้นทุนที่คาดการณ์ไว้ทั้งหมด เช่น การก่อสร้างและการบำรุงรักษาตลอดอายุของโครงการ ในทางกลับกันผลตอบแทนทั้งหมดของทางผ่านปลาจะประกอบด้วยผลตอบแทนโดยทางตรงของทางผ่านปลาตลอดช่วงอายุขัยโครงการ (Cooper *et al*, 2019) ผลตอบแทนโดยทางตรงเป็นการประมาณการจากผลผลิตหรือผลจับปลาที่เพิ่มขึ้นที่นำมาซึ่งรายได้ที่มากขึ้น ความมั่นคงด้านอาหารและการปรับปรุงโภชนาการด้านอาหารที่ดีขึ้น

โดยทั่วไป การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจะดำเนินการก่อนการก่อสร้าง อย่างไรก็ตามสามารถดำเนินการระหว่างการใช้งานทางผ่านปลาเพื่อประเมินประสิทธิผลภายหลังการก่อสร้างได้เช่นกัน การวิเคราะห์ภายหลังการก่อสร้างจะให้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือมากกว่าการวิเคราะห์ก่อนการก่อสร้าง เนื่องจากสามารถประมาณค่าได้จากต้นทุนการก่อสร้างและการบำรุงรักษาจริงและผลผลิตปลาที่เพิ่มขึ้นจริง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการดำเนินการคาดว่าจะทำให้การตัดสินใจสำหรับการติดตั้งทางผ่านปลาเพิ่มเติมในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่างมีความโปร่งใสมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเซาท์ออสเตรเลียและมหาวิทยาลัยชาร์ลส์สจ๊วตได้พัฒนาเครื่องมือสนับสนุนทางผ่านปลาในพื้นที่แม่น้ำโขงตอนล่างและได้นำมาใช้ที่ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชนลาวเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางผ่านปลา เมื่อมีการบันทึกข้อมูล เช่น โครงสร้างทางผ่านปลา รูปแบบ ชนิดพันธุ์ปลาเป้าหมาย อายุขัย อัตราการลดลงของราคาปลา และราคาปลา ลงในเครื่องมือการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของทางผ่านปลา (Cooper *et al*, 2019) เครื่องมือนี้สามารถใช้ในการประเมินผลด้านประสิทธิผลของทางผ่านปลาได้ และโดยมุมมองผู้เขียนเห็นว่าเครื่องมือนี้สามารถนำไปใช้ในวงกว้างอื่น ๆ ได้ด้วย

5. สาระสำคัญของการพัฒนาโปรแกรมตรวจติดตามการเดินทางผ่านของปลา

เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในโปรแกรมตรวจติดตามทางผ่านปลาจำเป็นต้องเข้าใจในเอกสารของ MRC (2021) เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้ และมีความสามารถในการใช้เอกสาร MRC (2021) เรื่องคู่มือการตรวจสอบทางผ่านปลา การพัฒนาโปรแกรมการตรวจติดตามทางผ่านปลามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ตรวจสอบทางผ่านปลา (MRC, 2021: Fishway Inspection Manual)
   ก. ดำเนินการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาที่จำเป็น
   ข. ปรับแก้ข้อบกพร่องที่ชัดเจนในการออกแบบที่ยังไม่ดีพอ
   ค. หยิบยกประเด็นปัญหาด้านการใช้งาน
2) ระบุและจัดลำดับสำคัญของคำถามสำหรับการตรวจติดตาม (ตารางที่ 1)
3) พัฒนาการออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถาม
   - วิธีการ
   - จำนวนซ้ำของตัวอย่างสุ่ม
   - กรอบการสุ่มตัวอย่าง
   - ตรวจสอบให้แน่ใจเกี่ยวกับช่วงเวลาทำงานภาคสนามเพื่อให้เกิดเงื่อนไขที่นำไปสู่ความสำเร็จ
4) ดำเนินการตรวจติดตาม
   - ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวิธีการมีความเหมาะสมสอดคล้องกันในแต่ละวัน
   - รวบรวมข้อมูลและภาพถ่ายเพื่อให้แน่ใจว่ายังมีสำเนารองรับไว้อีกหนึ่งชุด
   - บันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล
5) จัดทำรายงานด้านเทคนิคพร้อมคำแนะนำ

6. บทสรุป

การเดินทางผ่านของปลากำลังได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วในลุ่มน้ำโขงตอนล่างดังข้อสังเกตในบทนำที่ว่าทุกอุปกรณ์ที่มีการเดินทางผ่านของปลาล้วนแต่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งทำให้การตรวจติดตามมีความสำคัญ

เนื่องจากทุกแห่งมีลักษณะเฉพาะจึงเป็นเรื่องยากที่จะแก้ไขทุกแง่มุมของการออกแบบทางผ่านปลาให้ถูกต้อง การใช้แนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลาของ MRC (2021) ช่วยลดความเสี่ยงเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุด แต่จำเป็นต้องมีการตรวจติดตามเสมอเพื่อประเมินการแสดงออกทางชีวภาพที่แท้จริงและระบุว่าจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือไม่ ถ้าไม่มีการตรวจติดตาม ความผิดพลาดในการออกแบบในแบบเดียวกันก็จะยังคงดำเนินต่อไป และทางผ่านปลาที่ไม่มีประสิทธิภาพก็จะยังคงดำเนินต่อไปด้วยเช่นกัน

ทางผ่านปลาที่ไม่มีปลาผ่านอย่างมีประสิทธิภาพเป็นโอกาสในการเรียนรู้และปรับปรุงการออกแบบการทำความเข้าใจว่าเหตุใดปลาจึงไม่สามารถใช้งานทางผ่านปลานั้นได้ จะช่วยให้สถานที่แห่งนั้นได้รับการปรับปรุง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานที่แห่งอื่น ๆ ได้

สุดท้าย การประสานงานระหว่างประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่างจะยังคงมีความสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่ามีการแลกเปลี่ยนบทเรียนที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบทางผ่านปลาและการตรวจติดตาม และมีการแบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงประชากรปลาให้ดีขึ้น

7. อ้างอิง

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

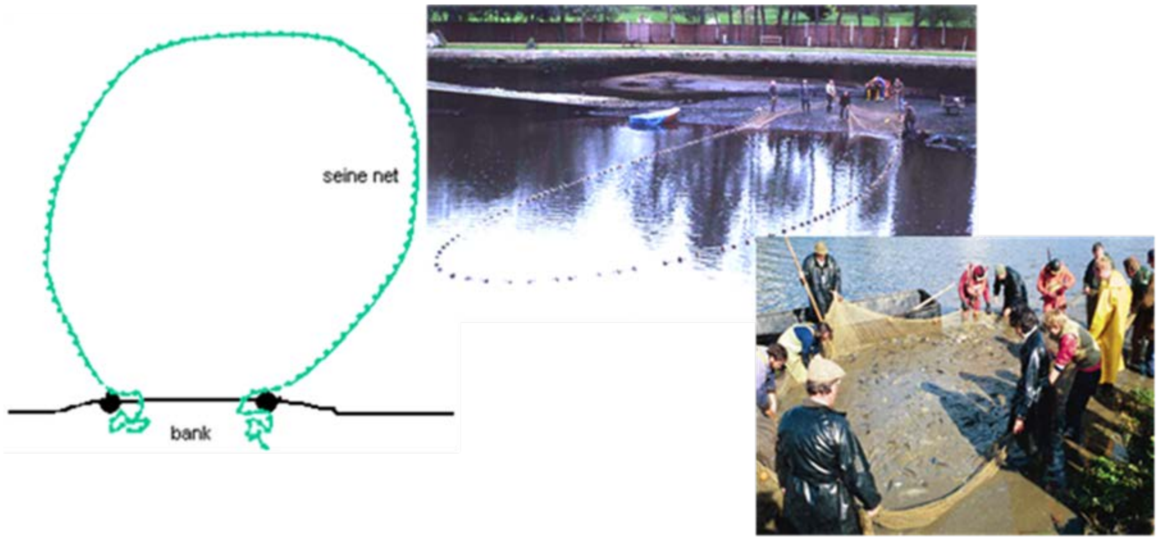
MRC. (2018). Standard sampling guidelines for fish abundance and diversity monitoring in the Lower Mekong Basin.

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

ภาคผนวกที่ 1. วิธีการสุ่มตัวอย่างประชาคมปลา

ข้อมูลต่อไปนี้มีความคล้ายคลึงกับข้อมูลในภาคผนวกที่ 10 ของแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้ ที่ตีพิมพ์ในปี 2021

ข้อมูลของประชาคมปลาสามารถทำการเก็บรวบรวมได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น ข่าย อวนลาก อวนล้อมด้วยไฟฟ้า หรือลอบดักปลา (ภาพผนวกที่ 1.1) วิธีการทั้งหมดล้วนเป็นเทคนิคที่เหมาะสม การสุ่มตัวอย่างอาจเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำการประมงของชาวประมงในพื้นบ้านที่จับปลาในบริเวณใกล้เคียงกับทางผ่านปลา อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทั้งหมดควรถูกเก็บรวบรวมในลักษณะที่ง่ายต่อการนำมาเปรียบเทียบกันในตลอดช่วงอายุของโปรแกรมการสุ่มตัวอย่าง ดังนั้นวิธีการรวบรวมข้อมูลจึงควรได้รับการพิจารณากำหนดให้เรียบร้อยก่อนเริ่มต้นโปรแกรมการสุ่มตัวอย่าง



ภาพผนวกที่ 1.1 การสุ่มตัวอย่างด้วยอวนทับตลิ่ง

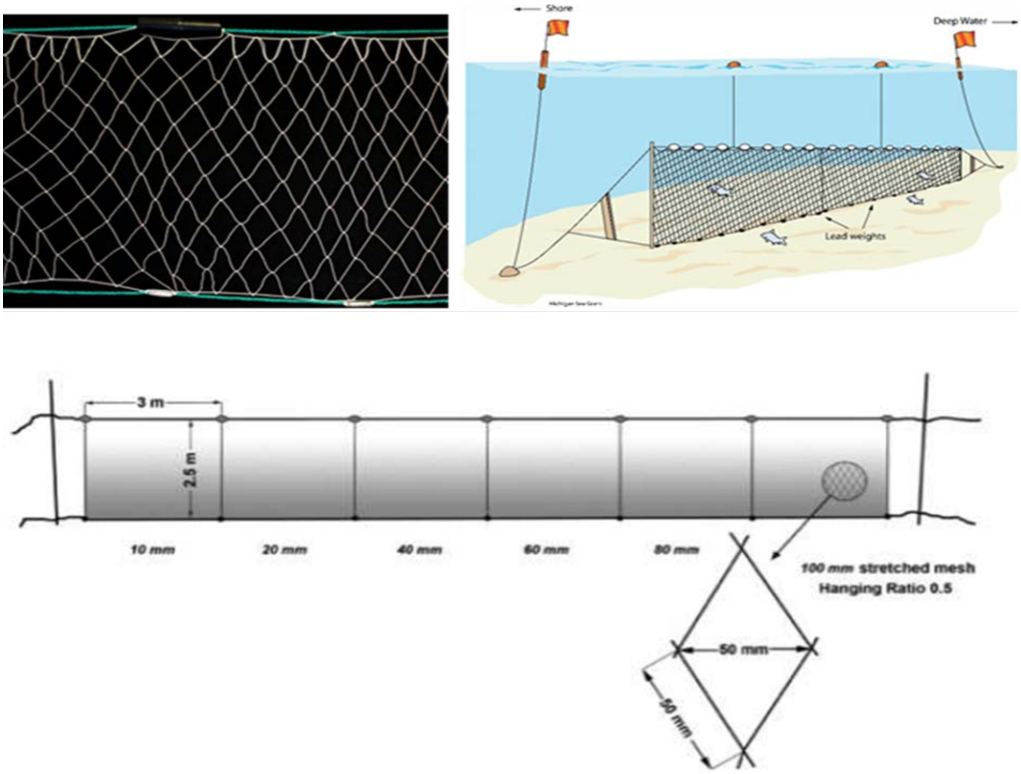
ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)

โปรแกรมการสุ่มตัวอย่างขั้นต่ำอาจประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างจากชุดเครื่องมือข่ายที่ประกอบด้วยหลายขนาดช่องตา ตั้งแต่ขนาดช่องตา 1 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว จาก 4 พื้นที่ของบริเวณท้ายน้ำ และ 4 พื้นที่ของบริเวณเหนือน้ำของทางผ่านปลา โดยดำเนินการสองครั้งต่อปีในแต่ละฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนและฤดูแล้ง ในช่วงระยะเวลามากกว่าสามปี (ตารางผนวกที่ 1.1 ภาพผนวกที่ 1.2 และ 1.3) การลงข่ายจะถูกกำหนดให้ดำเนินการตามช่วงระยะเวลาที่เป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกพื้นที่สุ่มตัวอย่าง (เช่น สามชั่วโมงต่อข่ายต่อแห่งและต่อครั้ง) ในระยะทางการสุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน (ตั้งแต่ 5 ถึง 10 กิโลเมตร) มีความต่อเนื่องของการสุ่มตัวอย่าง (เช่น มากกว่า 4 วัน) เช่นเดียวกับการสุ่มตัวอย่างในทางผ่านปลา โดยขึ้นอยู่กับขนาดของระบบและความซับซ้อนของทางผ่านปลาและการประมง โปรแกรมการสุ่มตัวอย่างนี้อาจจำเป็นต้องขยายไปดำเนินการในพื้นที่เพิ่มขึ้นหรือมีระยะเวลานานขึ้น แต่ละแห่งจำเป็นต้องมีโปรแกรมการตรวจติดตามที่พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสมกับปัจจัยเหล่านี้ และอาจจะแตกต่างไปจากทางเลือกที่แสดงไว้นี้

มีข้อพึงสังเกตจะเห็นว่าไม่มีการแนะนำให้ใช้ข่ายจับปลาสำหรับวัตถุประสงค์ในการนำปลาไปใช้ติดแถบรหัสหรือเครื่องหมาย เนื่องจากข่ายสามารถทำให้ปลาได้รับบาดเจ็บและไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษาในระยะยาวเนื่องจากอัตราการรอดตายอาจลดลง

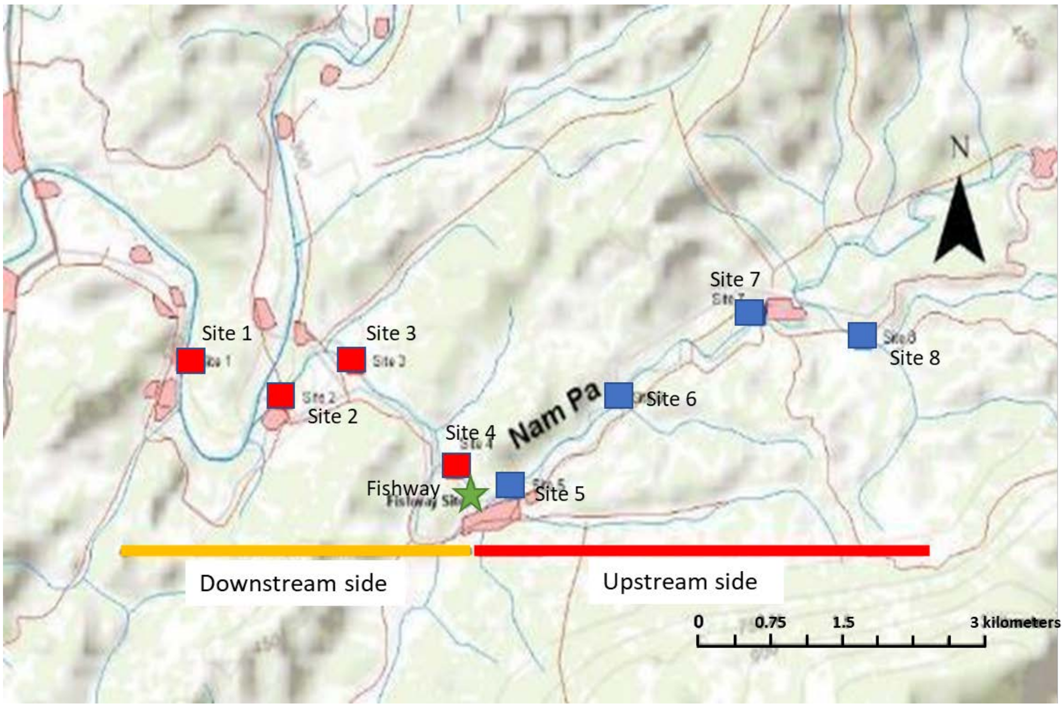
ตารางผนวกที่ 1.1 รูปแบบของการสุ่มตัวอย่างด้วยเครื่องมือข่ายในแต่ละพื้นที่ในช่วงระยะเวลา 4 วัน

เวลา	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
ช่วงเช้า	จุดที่ 1 จุดที่ 2	จุดที่ 3 จุดที่ 4	จุดที่ 5 จุดที่ 6	จุดที่ 7 จุดที่ 8
ช่วงบ่าย	จุดที่ 1 จุดที่ 2	จุดที่ 3 จุดที่ 4	จุดที่ 5 จุดที่ 6	จุดที่ 7 จุดที่ 8
ช่วงกลางคืน	จุดที่ 1 จุดที่ 2	จุดที่ 3 จุดที่ 4	จุดที่ 5 จุดที่ 6	จุดที่ 7 จุดที่ 8



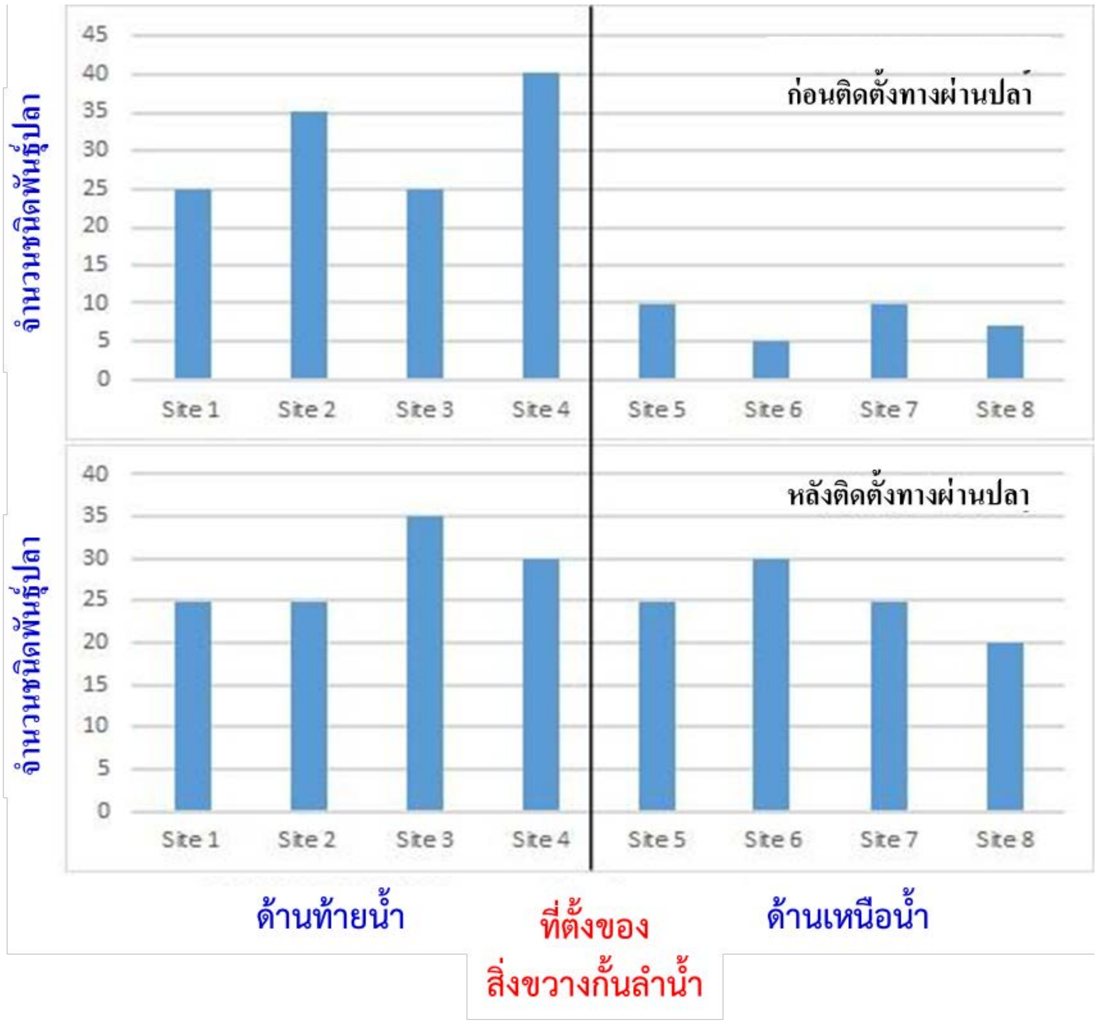
ภาพผนวกที่ 1.2 ภาพแสดงการสุ่มตัวอย่างด้วยชุดเครื่องมือข่าย

ที่มา: Joint Environment Monitoring of Mekong Mainstream Hydropower Projects (MRC, 2019)



ภาพผนวกที่ 1.3 สถานที่สุ่มตัวอย่างทั่วไปที่เกี่ยวกับการสร้างทางผ่านปลาแห่งใหม่ โดยตำแหน่งที่ต้องดำเนินการสุ่มตัวอย่างจะตั้งอยู่ที่บริเวณด้านบนและด้านล่างของที่ตั้งทางผ่านปลา
หมายเหตุ site = จุดสุ่มตัวอย่างที่

ปลาทั้งหมดที่รวบรวมได้จากการสุ่มตัวอย่างประชาคมปลาจะต้องนำมาจำแนกชนิดพันธุ์ปลา วัดขนาดความยาว และบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล สภาพของแหล่งน้ำ เช่น คุณภาพน้ำ และการไหลของน้ำ จะถูกบันทึกไว้ในทุกสถานที่สุ่มตัวอย่าง การนับจำนวนปลาและข้อมูลความยาวปลาทั้งหมด ร่วมกับข้อมูลคุณภาพน้ำ การไหลของน้ำ และการสังเกตการทำงานของทางผ่านปลา จะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ จากนั้นข้อมูลทางชีววิทยาที่รวบรวมจะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อค้นหาความแตกต่างระหว่างปลาที่จับได้บริเวณด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของทางผ่านปลา ทั้งช่วงก่อนและหลังการก่อสร้างทางผ่านปลา โดยทั่วไปการสุ่มตัวอย่างควรแสดงให้เห็นว่ามีจำนวนปลาและชนิดพันธุ์ปลาที่สะสมอยู่บริเวณด้านล่างของสิ่งขวางกั้นลำน้ำก่อนที่จะมีการสร้างทางผ่านปลามากกว่า และการสะสมเหล่านี้จะลดลงหลังจากมีการก่อสร้างทางผ่านปลา ซึ่งแสดงว่ามีจำนวนปลากระจายไปทั่วพื้นที่อย่างเท่าเทียมกันมากขึ้น (ภาพผนวกที่ 1.4)



ภาพผนวกที่ 1.4 ผลการสุ่มตัวอย่างในอุดมคติของพื้นที่ด้านท้ายน้ำ (ซ้าย) และพื้นที่ด้านเหนือน้ำ (ขวา) ของทางผ่านปลา โดยช่วงเวลาก่อน (บน) และหลัง (ล่าง) ของการก่อสร้าง หลังจากทำการก่อสร้างทางผ่านปลาเรียบร้อยแล้ว จำนวนพันธุ์ปลาสามารถเดินทางผ่านไปยังเหนือน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยปรับปรุงผลผลิตในระบบ โดยจุดที่ 1 อยู่ที่ท้ายน้ำในตำแหน่งไกลสุดจากฝาย จุดที่ 4 อยู่ที่ตรงฐานฝาย จุดที่ 5 อยู่ที่ด้านเหนือน้ำเหนือสันฝาย จุดที่ 8 อยู่ไกลที่สุดจากตัวฝายบนพื้นที่ด้านเหนือน้ำ หมายเหตุ site = จุดที่

ภาคผนวกที่ 2. ตัวอย่างคำถามสำหรับการสำรวจด้านเศรษฐกิจและสังคม

ข้อมูลต่อไปนี้คล้ายคลึงกับข้อมูลในภาคผนวกที่ 11 ของแนวทางปฏิบัติด้านการออกแบบทางผ่านปลา การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา และการปรับแก้ ที่ตีพิมพ์ในปี 2021

ตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างช่วงก่อนและหลังของการติดตั้งทางผ่านปลา

- ✓ มีความแตกต่างกันของจำนวนปลาที่จับได้โดยชาวประมงหรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างกันของชนิดพันธุ์ปลาที่จับได้หรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างกันของน้ำหนักปลาที่จับได้หรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างกันของจำนวนปลาที่สังเกตพบโดยรอบบริเวณสิ่งขวางกั้นลำน้ำหรือไม่?
- ✓ ชาวประมงมีรายได้เพิ่มขึ้นหรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างกันของรูปแบบการอพยพของปลาหรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการจับปลาหรือไม่?
- ✓ มีความแตกต่างกันของการใช้ประโยชน์ปลาที่จับได้หรือไม่? ปลาที่ขายในตลาด ปลาที่บริโภคในครัวเรือน ปลาที่แจกให้กับญาติพี่น้องหรือเพื่อนบ้าน?

ตารางผนวกที่ 2.1 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับการสำรวจด้านเศรษฐกิจและสังคม

สถานที่จับปลา	ชนิดพันธุ์ปลา	จำนวนปลาที่จับได้ (ตัว)	น้ำหนักรวมปลาที่จับได้ (กก.)	ปลาที่บริโภคในครัวเรือน (กก.)	ปลาที่แจกให้ผู้อื่น (กก.)	ปลาที่นำไปจำหน่าย (กก.)	ราคาปลาที่ขายได้ (บาท/กก.)

Mekong River Commission Secretariat

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

© Mekong River Commission 2023