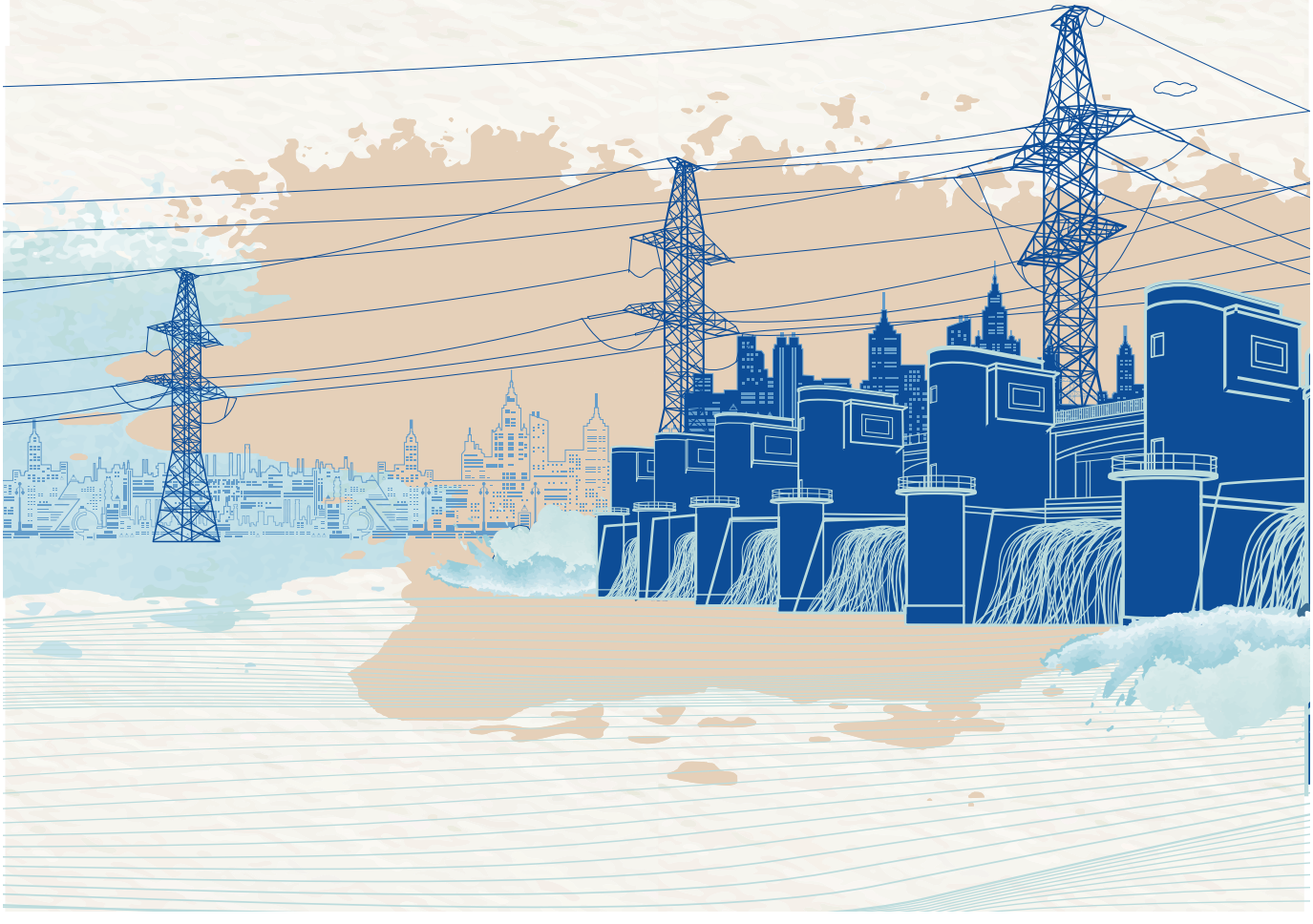
แนวทางการออกแบบเบื้องต้น สำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำโขงสายประธาน ของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง



คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) ได้รับทุนสนับสนุนจากการสนับสนุนของประเทศสมาชิกและพันธมิตรด้านการพัฒนา ซึ่งรวมถึงออสเตรเลีย สหภาพยุโรป ฟินแลนด์ แฟลนเดอร์/เบลเยียม ฝรั่งเศส เยอรมนี ญี่ปุ่น ลักเซมเบิร์ก เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์ สวีเดน สวิตเซอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา

แนวทางการออกแบบเบื้องต้น
สำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ
บนแม่น้ำโขงสายประธานของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

มกราคม 2023 (ค.ศ.)

ลิขสิทธิ์ © คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC), 2023
เผยแพร่ครั้งแรก (2009)
สงวนสิทธิ์บางประการ
ฉบับภาษาไทย พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567 (ค.ศ. 2024)

แนวทางการออกแบบนี้เป็นผลิตผลของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) แม้ว่าจะพยายามอย่างเต็มที่ในการนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ไม่ได้เป็นการรับประกันความถูกต้องของข้อมูลที่รวมอยู่ในแนวทางการออกแบบนี้ ขอบเขต สี การกำหนดชื่อ และข้อมูลอื่น ๆ ที่แสดงในแผนที่ใด ๆ ในแนวทางการออกแบบนี้ ไม่ได้หมายความว่าเป็นการตัดสินทางกฎหมายใด ๆ ของ MRC เกี่ยวกับสถานะทางกฎหมายของดินแดนหรือการรับรองและยอมรับเขตแดนนั้น ๆ

ไม่มีข้อความใดในที่นี้จะถือเป็นการจำกัด หรือสละสิทธิพิเศษ และเอกสิทธิ์ของ MRC ซึ่งทั้งหมดนี้สงวนไว้อย่างชัดเจน

การตีพิมพ์นี้สามารถทำซ้ำได้ทั้งหมดหรือบางส่วนและในรูปแบบใด ๆ สำหรับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา หรือไม่แสวงหากำไร โดยไม่ต้องขออนุญาตเป็นพิเศษจากเจ้าของลิขสิทธิ์ แต่ต้องอ้างอิงว่า MRC เป็นแหล่งที่มา และต้องส่งการแจ้งให้ MRC ทราบ สำนักงานเลขาธิการของ MRC จะขอบคุณหากได้รับสำเนาของสิ่งพิมพ์ใด ๆ ที่ใช้สิ่งพิมพ์นี้เป็นแหล่งข้อมูล สิ่งพิมพ์นี้ไม่สามารถใช้เพื่อการขายหรือวัตถุประสงค์ทางการค้าอื่น ๆ ใด ๆ ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักงานเลขาธิการ MRC

ชื่อเรื่อง: แนวทางการออกแบบเบื้องต้นสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำโขงสายประธานของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

คำสำคัญ: เขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำสายหลัก/เขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ/ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง/MRC

เพื่อการอ้างอิงเชิงบรรณานุกรมเล่มนี้สามารถอ้างถึงได้ว่า:

คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง. (2023). แนวทางการออกแบบเบื้องต้นสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำโขงสายประธานของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง. **เวียงจันทน์: สำนักงานเลขาธิการ**

ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งพิมพ์และผลิตภัณฑ์ดิจิทัลของMRCสามารถพบได้ที่:
www.mrcmekong.org/publications

คำถามทั้งหมดเกี่ยวกับสิทธิ์และใบอนุญาตควรติดต่อที่:

คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง
ศูนย์เอกสารและการเรียนรู้

184, ถนนฟ้างุ่ม, หน่วย 18, บ้านสีฐานเหนือ, เขตศรีโคตรบอง, เวียงจันทน์ 01000, สปป.ลาว,
โทรศัพท์: +856-21 263 263
อีเมล: mrcs@mrcmekong.org
www.mrcmekong.org

คำกล่าวนำ

มีการเขียนถึงประโยชน์ของไฟฟ้าพลังน้ำมากมาย ทั้งในฐานะแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญทั่วโลก และในฐานะเครื่องมือศักยภาพสำหรับการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งถือเป็นเรื่องจริงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับภูมิภาคอย่างลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (LMB) ที่ไม่เพียงแต่จะได้รับประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าหลายพันเมกะวัตต์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการใช้ภายในประเทศและอุตสาหกรรม ซึ่งช่วยเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงาน แต่ยังได้รับประโยชน์จากปริมาณไฟฟ้าจำนวนมหาศาลที่ภูมิภาคมีศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออกและรายได้ที่เกิดขึ้นอีกด้วย

ในทางกลับกัน โครงการไฟฟ้าพลังน้ำยังมีความเสี่ยงต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมที่อาจเป็นอันตราย ซึ่งผลกระทบเหล่านี้มักข้ามพรมแดน ตั้งแต่การทำลายระบบนิเวศไปจนถึงผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของชุมชนที่เปราะบาง อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่ได้ก่อสร้างเสร็จแล้วและที่กำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง อาจมีโครงการเขื่อนอีกหลายสิบแห่งที่อยู่ในแผนที่จะเกิดขึ้นในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า ทั้งในลำน้ำโขงสายหลักและลำน้ำสาขาต่างๆ



คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) ซึ่งเป็นหน่วยงานระหว่างรัฐบาลที่ประกอบด้วย 4 ประเทศในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ได้แก่ กัมพูชา สปป.ลาว ไทย และเวียดนาม อยู่ในแนวหน้าของการเผชิญกับความท้าทายทางพัฒนาที่สำคัญนี้ เนื่องจากลักษณะข้ามพรมแดนของปัญหาที่ซับซ้อนในการพัฒนาเขื่อนพลังน้ำ สมาชิกของ MRC จึงแสวงหาวิธีแก้ไขปัญหาผ่านการปรึกษาหารือและความร่วมมือ ซึ่งเราเห็นพ้องต้องกันว่าแต่ละโครงการควรปฏิบัติตามเกณฑ์การออกแบบที่พิจารณาอย่างดีและผ่านการทดสอบทางวิทยาศาสตร์

นั่นเป็นเหตุผลที่คู่มือแนวทางการออกแบบเบื้องต้น (PDG) มีความสำคัญ เนื่องจากให้แนวทางแก่หน่วยงานที่รับผิดชอบของประเทศสมาชิก MRC และนักพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต นี่เป็นเวอร์ชันปรับปรุงของ PDG ฉบับแรกที่เผยแพร่ในปี 2009 ตลอดระยะเวลากว่า 13 ปีที่ผ่านมา เราได้เรียนรู้มากมายจากการทบทวนโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่สร้างขึ้นในแม่น้ำโขง และที่กำลังจะสร้างในอนาคต นอกจากนี้ เรายังได้รวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมจากประสบการณ์ระดับภูมิภาคและระดับโลกในการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ การปรับปรุงนี้เป็นผลมาจากการวิจัยและการศึกษาเป็นเวลา 4 ปี พร้อมกับการหารืออย่างละเอียดกับประเทศสมาชิกทั้ง 4 นักพัฒนา และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ ซึ่งนำไปสู่การอนุมัติจากคณะกรรมการร่วม MRC ในเดือนกันยายน 2022

ดังนั้น PDG นี้จึงรวบรวมบทเรียนที่ยิ่งใหญ่ที่สุดจากอดีตและแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับอนาคต ซึ่งเป็นสิ่งที่รัฐบาลของเรา ชุมชนลุ่มน้ำ และพันธมิตรหลักอื่นๆ คาดหวังจากพวกเราทุกคน นั่นคือการสร้างและดำเนินโครงการเหล่านี้โดยสร้างสมดุลระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทน ลดผลกระทบให้น้อยที่สุดในขณะที่เพิ่มประโยชน์สูงสุด

ดังที่ระบุไว้ใน PDG วัตถุประสงค์คือการให้ “หลักการและเป้าหมายด้านประสิทธิภาพ” สำหรับการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ พร้อมกับพยายาม “บรรลุเป้าหมายร่วมและลดความเสี่ยงที่เข้าใจกันโดยทั่วไป” อย่างไรก็ตาม คู่มือแนวทางนี้ยังมีความยืดหยุ่น เนื่องจากส่งเสริมการแก้ปัญหาใหม่ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้น โดย “สรุปมาตรฐานประสิทธิภาพแทนที่จะเป็นการออกแบบตามข้อกำหนด ทำให้นักพัฒนาสามารถสร้างสรรค์และเสนอวิธีการบรรเทาผลกระทบและมาตรการปฏิบัติการทางเลือก”

ไม่ว่าเส้นทางใดที่ถูกเลือก เอกสารฉบับนี้ยังทำหน้าที่เป็นเครื่องเตือนใจที่สำคัญ ไม่เพียงแต่คำมั่นสัญญาดั้งเดิมของเรา ซึ่งได้รับการประดิษฐานไว้ในข้อตกลงแม่น้ำโขงปี 1995 เท่านั้น แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทรัพยากรน้ำของแม่น้ำที่จะต้อง “เป็นประโยชน์ร่วมกัน” ต่อแต่ละรัฐและสังคมของตนด้วย

คู่มือ PDG นี้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของกระบวนการโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ เช่น อุทกวิทยาและพลศาสตร์น้ำ การขนส่งตะกอนและธรณีสัณฐาน คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทางน้ำ ปลาและการประมง ความปลอดภัยของเขื่อน การเดินเรือ ชุมชนลุ่มน้ำ และวิถีชีวิตที่พึ่งพาแม่น้ำ น่าสังเกตว่าหัวข้อเกี่ยวกับอุทกวิทยาและผลกระทบทางเศรษฐกิจสังคมไม่ได้รับการเน้นใน PDG ปี 2009 แต่ในขณะนี้ได้รวมเข้ามา เนื่องจากความสำคัญที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงนี้ กระบวนการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแต่ละขั้นตอนได้รับการสำรวจจากหลายมุมมอง ครอบคลุมทั้งวัตถุประสงค์หลักและความเสี่ยง คำแนะนำด้านการออกแบบและการดำเนินงาน ไปจนถึงการติดตามและการจัดการการดำเนินงานของโครงการ

ขอขอบคุณผู้นำและทีมงานด้านเทคนิคของสำนักเลขาธิการ MRC ที่ได้ทำงานร่วมกับประเทศสมาชิกในการบรรลุข้อตกลงเพื่อนำคู่มือแนวทางปรับปรุงล่าสุดนี้มาใช้ ด้วยความร่วมมืออย่างแข็งขันจากทุกประเทศ และการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากสำนักเลขาธิการ MRC การดำเนินการตาม PDG ที่ปรับปรุงนี้จะส่งผลให้เกิดผลกระทบที่น้อยลงต่อระบบนิเวศของแม่น้ำ ความหลากหลายทางชีวภาพ และชุมชนลุ่มน้ำ พร้อมกับการกระจายประโยชน์ในด้านความมั่นคงทางพลังงาน การพัฒนาเศรษฐกิจ และผลประโยชน์ทางสังคมอย่างยุติธรรมทั่วทั้งภูมิภาค



H.E. Mr So Sophort

Chairperson of the MRC Joint Committee for 2022

สารบัญ

คำกล่าวนำ i

1. รายละเอียดของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น 1

1.1 วัตถุประสงค์ 1
1.2 การใช้และผู้ใช้ 5
1.3 ช่วงเวลาการใช้งาน 8
1.4 ขอบเขตแนวทาง 9
1.5 โครงสร้างของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น 12
1.6 ความต้องการทั่วไป 16
1.7 การปรับปรุงเพิ่มเติมของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น 18

2. อุทกวิทยาและชลศาสตร์ 20

2.1 วัตถุประสงค์ 20
2.2 ความเสี่ยง 21
2.3 การติดตามและการวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ 25
2.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน 31
2.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ 34

3. การเคลื่อนที่ของตะกอนและสภาพท้องน้ำ 36

3.1 วัตถุประสงค์ 36
3.2 ความเสี่ยง 36
3.3 การติดตามและการวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ 41
3.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน 47
3.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ 55

4. คุณภาพน้ำ 58

4.1 วัตถุประสงค์ 58
4.2 ความเสี่ยง 58
4.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ 62
4.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน 65
4.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ 71

5. ระบบนิเวศทางน้ำ ... 76
5.1 วัตถุประสงค์ ... 76
5.2 ความเสี่ยง ... 76
5.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ ... 80
5.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน ... 85
5.5 การตรวจสอบและการจัดการแบบปรับตัวได้ ... 87

6. ปลาและการประมง ... 90
6.1 วัตถุประสงค์ ... 90
6.2 ความเสี่ยง ... 91
6.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ ... 107
6.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน ... 111
6.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ ... 124

7. ความปลอดภัยเขื่อน ... 127
7.1 วัตถุประสงค์ ... 127
7.2 ความเสี่ยง ... 127
7.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ ... 129
7.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน ... 132
7.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ ... 139

8. การเดินเรือ ... 142
8.1 วัตถุประสงค์ ... 142
8.2 ความเสี่ยง ... 142
8.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ ... 146
8.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน ... 147
8.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ ... 154

9. ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและการดำรงชีวิตตามแม่น้ำ ... 156
9.1 วัตถุประสงค์ ... 156
9.2 ความเสี่ยง ... 159
9.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ ... 161
9.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน ... 164
9.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้ ... 168

10. เอกสารอ้างอิง ... 171

รายการภาพประกอบและกรอบข้อมูล

รูปที่ 1.1 กฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกันและกฎการดำเนินงานของแต่ละโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำ 2

รูปที่ 1.2 หน้าที่ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น (PDG) ระหว่างวงจรชีวิตของโครงการ 9

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์จากโครงการในแม่น้ำสายหลัก 21

รูปที่ 6.1. ระบบการย้ายถิ่นทั่วไปในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ดัดแปลงจาก Poulsen et al. (2004) 110

รายการตาราง

ตารางที่ 2.1 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุทกวิทยาและชลศาสตร์ 23

ตารางที่ 2.2 ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบเพื่อจัดการกับการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ 31

ตารางที่ 3.1 ความเสี่ยงด้านการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก 37

ตารางที่ 3.2 ทางเลือกการบรรเทาความเสี่ยงด้านการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก 47

ตารางที่ 4.1 ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำที่มีโอกาสเกิดจากเขื่อน 59

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำตรวจสอบโดย MRC Water Quality Monitoring Network, 2018 64

ตารางที่ 4.3 ทางเลือกในการลดความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำสำหรับเขื่อนหลัก 66

ตารางที 5.1 ความเสี่ยงทางนิเวศวิทยาทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน 77

ตารางที่ 5.2 ตัวชี้วัดนิเวศวิทยาทางน้ำเพื่อติดตามก่อนมีโครงการ 82

ตารางที่ 5.3 ทางเลือกในการบรรเทาความเสี่ยงด้านระบบนิเวศวิทยาทางน้ำสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก 85

ตารางที่ 6.1 กลุ่มปลาแม่น้ำโขงและการอพยพย้ายถิ่น 92

ตารางที่ 6.2 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับปลาและการประมงที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน 101

ตารางที่ 6.3 ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบสำหรับปลาและการประมงสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายประธาน 111

ตารางที่ 7.1 ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นต่อเขื่อนที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก 128

ตารางที่ 7.2 มาตรการลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนสำหรับเขื่อนลำน้ำสายหลัก 133

ตารางที่ 8.1 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับทางสัญจรเรือของเขื่อนแม่น้ำโขงสายประธาน 143

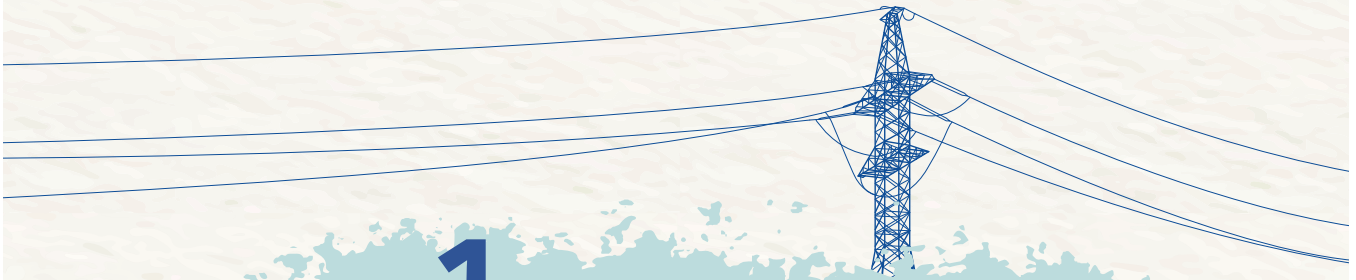
ตารางที่ 8.2 ทางเลือกในการบรรเทาความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือสำหรับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน 147

ตารางที่ 9.1 ความเสี่ยงที่อาจตกค้างต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน 160

ตารางที่ 9.2 มาตรการสนับสนุนที่เป็นไปได้เพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เหลืออยู่ต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน 165

อักษรย่อและคำย่อ

AEP	Annual exceedance probability
ARI	Annual recurrence interval
DSMS	Dam Safety Management System
EPP	Emergency Preparedness Plan
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment
ICOLD	International Commission on Large Dams
IFC	International Finance Corporation
IHA	International Hydropower Association
LMB	Lower Mekong Basin
MRC	Mekong River Commission
OAAs	Other aquatic animals
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congresses
PMF	Probable maximum flood
PNPCA	Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement
SIMVA	Social Impact Monitoring and Vulnerability Assessment
TGPWQ	Technical Guidelines for the Implementation of the Procedures for Water Quality



1

รายละเอียดของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

1 รายละเอียดของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

1.1 วัตถุประสงค์

1. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำบนแม่น้ำโขงสายประธานของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่นี้ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “แนวทางการออกแบบเบื้องต้น” จะให้คำแนะนำสำหรับประเทศภาคีเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาเขื่อนในลำน้ำสายประธานให้สอดคล้องกับการพัฒนาของประเทศภาคีที่รับรองไว้ในความตกลงว่าด้วยความร่วมมือเพื่อการพัฒนาลุ่มแม่น้ำโขงอย่างยั่งยืน ปี 1995 (ความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995) โดยในส่วนอารัมภบทของความตกลงดังกล่าวระบุว่า ประเทศภาคี:

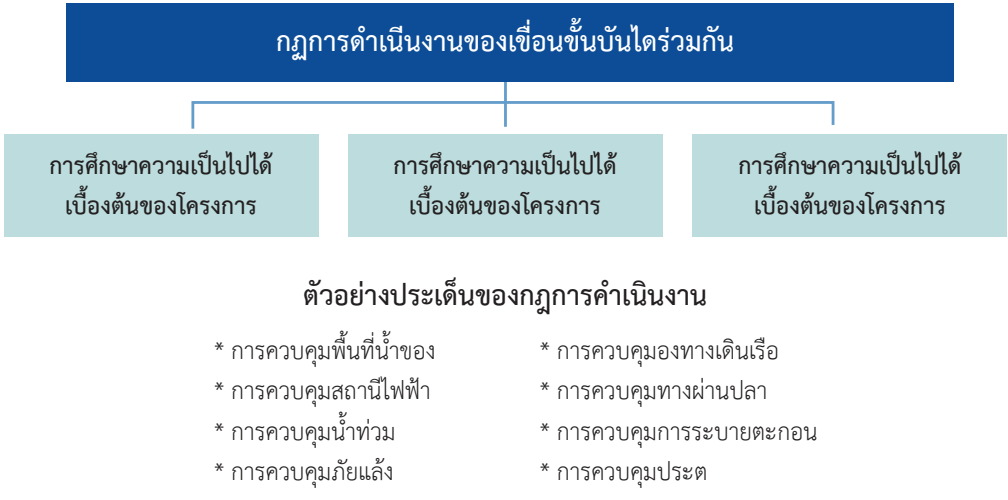
   i. ยอมรับว่า “ลุ่มแม่น้ำโขงและทรัพยากรธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง และสิ่งแวดล้อม เป็นสินทรัพย์ธรรมชาติที่มีมูลค่ามหาศาลต่อประเทศภาคีแม่น้ำโขงทุกประเทศ เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีด้านเศรษฐกิจและสังคม และมาตรฐานการครองชีพของประชาชน

   ii. ย้ำถึงความตั้งใจที่จะยังคงร่วมมือ และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน การใช้ การอนุรักษ์ และการจัดการทรัพยากรน้ำ และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องของลุ่มน้ำโขงในลักษณะที่เป็นการสร้างสรรค์ และเป็นประโยชน์ร่วมกันต่อไป เพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินเรือ และการอื่นที่ไม่ใช่การเดินเรือ เพื่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ที่ดีของรัฐริมฝั่งแม่น้ำโขงทั้งปวง โดยสอดคล้องกับความจำเป็นที่จะต้องคุ้มครอง ปกปักษ์ รักษา ปรับปรุง และจัดการสภาพสิ่งแวดล้อม และสภาพน้ำ และการรักษาความสมดุลทางนิเวศวิทยาที่มีลักษณะเฉพาะของลุ่มน้ำนี้

2. ในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 มาตรา 1-10 (บทที่ 3) ประเทศภาคีตกลงที่จะมีความร่วมมือกันเพื่อบรรลุผลสูงสุดในการใช้ประโยชน์และมีผลประโยชน์ร่วมกันของประเทศภาคี ในขณะเดียวกันก็พร้อมปกป้องความสมดุลทางสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาในลุ่มน้ำ รวมถึงการใช้น้ำอย่างสมเหตุสมผลและเป็นธรรม

3. วัตถุประสงค์ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้คือเพื่อให้มีเป้าหมายและหลักการสำหรับการออกแบบและการดำเนินงานของเขื่อนในลุ่มแม่น้ำโขงซึ่งจะช่วยหลีกเลี่ยง ลด และบรรเทาผลกระทบที่เป็นอันตราย (มาตรา 7 ในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995) รวมถึงการจำกัดความเสียหายรุนแรงแก่รัฐหนึ่งใดหรือหลายรัฐ (มาตรา 7 และ 8 ในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995) เพื่อให้มั่นใจได้ว่า:

- โครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในแม่น้ำสายหลักมีแนวทางการออกแบบและดำเนินงานที่ตอบสนองเป้าหมายและลดความเสี่ยงได้
- ผู้พัฒนาโครงการสามารถวางแผนและดำเนินการประเมิน รวมถึงการออกแบบมาตรการจัดการและลดผลกระทบให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ในการดำเนินโครงการ
- ผู้พัฒนาโครงการมีความยืดหยุ่นในการระบุและเสนอวิธีการแก้ไขที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มาตรฐานการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ **(ดูข้อ 8)**
- การดำเนินงานร่วมกันของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได (cascade) ในแม่น้ำสายหลักถูกแนะนำผ่านกรอบการทำงานในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ กรอบการทำงานนี้กล่าวถึง กฎการดำเนินงานร่วมกันที่ถูกพัฒนาโดยหนึ่งประเทศภาคีหรือหลายประเทศในพื้นที่โครงการ รวมถึงผู้พัฒนาโครงการและประเทศผู้ซื้อไฟฟ้า ประเทศภาคีอื่นที่อาจได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบเขื่อนขั้นบันไดควรได้รับพิจารณาด้วย กรอบการทำงานของกฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกันถูกแสดงดัง **รูปที่ 1.1**



รูปที่ 1.1 กฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกันและกฎการดำเนินงานของแต่ละโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำ

4. มีโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่อย่างน้อย 11 โครงการที่ได้รับการเสนอในแม่น้ำสายหลักของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง โดยมีสองโครงการที่ดำเนินการผลิตไฟฟ้าแล้วคือ โครงการไซยะบุรีและโครงการดอนสะโฮง การดำเนินงานของโครงการเหล่านี้จะสร้างโอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาคโดยการผลิตไฟฟ้าและการพัฒนาการเดินเรือในแม่น้ำสายหลัก อย่างไรก็ตามโครงการจะมีผลกระทบและมีความเสี่ยงต่อประเทศภาคีด้วยเช่นกัน ความเสี่ยงเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงการและระดับความเสี่ยงขึ้นอยู่กับแต่ละโครงการและขอบเขตที่ผู้พัฒนาและเจ้าของ/ผู้ปฏิบัติงานใช้คำแนะนำจากแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้

5. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เกิดจากวัตถุประสงค์และหลักการของความร่วมมือในบทที่ 3 ของความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 และหลักการของการบริการจัดการน้ำแบบบูรณาการ หลักการที่สำคัญประกอบด้วย

- **การบรรเทาผลกระทบอย่างมีลำดับขั้น (Mitigation hierarchy):** การหลีกเลี่ยง (Avoid) ผลกระทบดีกว่าการลดผลกระทบ (Minimize) และดีกว่าการบรรเทา (Mitigate) ผลกระทบตามลำดับ (รายละเอียดในข้อ 6)
- **น้ำเป็นสินค้าทางเศรษฐกิจและสังคม (Water as an economic and social good):** น้ำมีมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคม แม้ว่าจะไม่ได้ใช้เพื่อการบริโภคก็ตาม มูลค่าเหล่านี้ไม่เพียงแค่การใช้น้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการสนับสนุนการพัฒนาประเทศ แต่ยังรวมถึงการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์และสินค้าและบริการของระบบนิเวศวิทยา
- **การจัดการแบบปรับตัว (Adaptive management):** การจัดการแบบปรับตัว คือ กระบวนการตัดสินใจที่มีแบบแผนและทำซ้ำ ๆ เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงจากความไม่แน่นอน เพื่อให้แผนงานต่าง ๆ ยังคงสามารถบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นผ่านการติดตามและเรียนรู้ผลลัพธ์จากการจัดการนั้น (รายละเอียดในข้อ 27)
- **แนวปฏิบัติที่ดี (Good Practice):** คือ การใช้ระดับของทักษะและการดูแล การเอาใจใส่ การปฏิบัติตาม ความรอบคอบ และการมองการณ์ไกลที่คาดหวังอย่างสมเหตุสมผลและเป็นปกติจากผู้พัฒนาโครงการที่มีทักษะและประสบการณ์การทำงานในโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่มีขอบเขตและความซับซ้อนคล้ายคลึงกัน
- **การนำแนวคิดมาใช้ในระดับพื้นที่ (Subsidiarity):** เจ้าของโครงการและผู้ดำเนินงานโครงการควรปรับมาตรการลดผลกระทบในพื้นที่ให้เหมาะสมที่สุดจากผลการดำเนินงานของโครงการ
- **อำนาจอธิปไตย (Sovereignty):** จากความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 มาตรา 4 ประเทศภาคีมีอำนาจอธิปไตยในการควบคุมการพัฒนาในดินแดนของตนเอง แต่ควรกำหนดให้ผู้พัฒนาโครงการใช้ความ

พยายามทุกวิถีทางเพื่อใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งมั่นในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995

6. หลักการของการบรรเทาผลกระทบอย่างมีลำดับขั้น (Mitigation hierarchy) ที่สืบเนื่องมาจากแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เป็นการแสดงกระบวนการที่เป็นลำดับขั้น มาตรการป้องกันหรือลดผลกระทบที่ไม่ดีหรือสร้างความเสียหายควรถูกพิจารณาเป็นความสำคัญลำดับแรก หากการป้องกันไม่สามารถดำเนินการได้ ควรพิจารณาการลดผลกระทบแทน แต่หากทั้งการป้องกันและการลดผลกระทบไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ควรดำเนินมาตรการบรรเทา ในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ตามข้อกำหนดของมาตรา 7 และ 8 ในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 สามารถนิยามได้ดังนี้

   - **การหลีกเลี่ยง (Avoid)** หมายถึง การใช้มาตรการเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายใด ๆ เกิดขึ้น (เช่น การวางแผน การวางตำแหน่ง และการออกแบบโครงการอย่างรอบคอบ)
   - **การลด (Minimize)** หมายถึง การใช้มาตรการที่จะลดผลกระทบที่เป็นอันตรายหรือความเสี่ยงของผลกระทบที่เป็นอันตรายลงอย่างมาก
   - **การบรรเทา (Mitigate)** หมายถึง การใช้มาตรการที่จะลดผลกระทบของผลกระทบอันตรายที่เหลืออยู่ต่อผู้ใช้แม่น้ำโขงรายอื่น รวมทั้งในประเทศภาคีอื่น ๆ

7. ผลกระทบที่เหลืออยู่ คือ ผลกระทบที่ยังคงอยู่หลังจากใช้มาตรการหลีกเลี่ยง การลดผลกระทบ และการบรรเทาผลกระทบทั้งหมดแล้ว มาตรการควรถูกพิจารณาเพื่อจัดการกับผลกระทบหรือความสูญเสียที่เหลืออยู่

8. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้จะนำเสนอมาตรฐานการปฏิบัติมากกว่าการออกแบบ ดังนั้นผู้พัฒนาโครงการสามารถใช้นวัตกรรมและมาตรการทางเลือกในการลดผลกระทบและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ด้านล่าง

   - ในกรณีที่มีมาตรฐานหรือเป้าหมายที่ระบุไว้ในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ การออกแบบโครงการควรสอดคล้องกันเท่าที่ปฏิบัติได้อย่างสมเหตุสมผล ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้วิธีการที่แตกต่าง ผู้พัฒนาโครงการควรระบุว่าส่วนใดที่ต้องการปรับเปลี่ยนพร้อมหลักฐานสนับสนุน
   - ในบางกรณี แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ยังระบุถึงมาตรการเพิ่มเติมที่ผู้พัฒนาโครงการสามารถนำไปใช้เพื่อเพิ่มพูนวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้สำหรับแต่ละหัวข้อ โดยมีการระบุชัดเจนว่าการกระทำหรือ

ผลลัพธ์ใดที่ถือว่าเป็นขั้นต่ำ (โดยใช้คำว่า ‘ควร’) เทียบกับสิ่งที่ควรเพิ่มเติม (โดยใช้คำว่า ‘อาจ’)

- ในบางกรณี แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้จะอ้างอิงไปยังแหล่งข้อมูลภายนอก แต่ได้รับการจำกัดให้เพียงเล็กน้อยเพื่อให้เอกสารนี้เป็นแหล่งข้อมูลแนวทางที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในส่วนของการอ้างถึงแหล่งข้อมูลภายนอกนั้นจะระบุข้อความให้เห็นชัดว่าเป็นการการอ้างอิง: (ก) เป็นการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติตามที่ควรจะปฏิบัติ (รายละเอียดในข้อ 263 และ 304) หรือ (ข) เป็นการแสดงข้อมูลเพิ่มเติมที่อาจเป็นประโยชน์สำหรับเรื่องที่เฉพาะเจาะจง

9. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เป็นการปรับปรุงจากแนวทางการออกแบบเบื้องต้นสำหรับเขื่อนในลำน้ำสายประธานของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง ฉบับวันที่ 31 สิงหาคม 2009 โดยปรับปรุงจากประสบการณ์การประยุกต์ใช้กับโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในแม่น้ำสายหลัก 6 โครงการ ตลอดจนปรับปรุงความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงและการบรรเทาผลกระทบจากไฟฟ้าพลังงานน้ำในภูมิภาคลุ่มน้ำโขงและในระดับสากลเกี่ยวกับสิ่งที่ถือเป็นแนวปฏิบัติที่ดี แหล่งข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องมือการประเมินและคำแนะนำของสมาคมไฟฟ้าพลังงานน้ำระหว่างประเทศ (IHA, 2010) และบันทึกแนวปฏิบัติที่ดีของ International Finance Corporation (IFC, 2018a, 2018b, 2013) ซึ่งปรับให้เหมาะกับบริบทของแม่น้ำโขงเท่าที่เป็นไปได้ ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในลุ่มน้ำโขงมีอยู่ในรายงานของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) หลายฉบับที่เกี่ยวกับไฟฟ้าพลังงานน้ำที่ยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แนวทางการลดผลกระทบจากไฟฟ้าพลังงานน้ำของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC, 2018a) ให้รายละเอียดเพิ่มเติมและตัวอย่างสำหรับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงานในแนวทางนี้

1.2 การใช้และผู้ใช้

10. ตามความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 ก่อนประเทศภาคีทำการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ที่เป็นการใช้น้ำภายในลุ่มน้ำโขงในฤดูแล้งบนแม่น้ำโขง ต้องแจ้งให้ทราบและปรึกษากับประเทศภาคีอื่น ๆ ในลุ่มน้ำภายใต้มาตรา 5.2.1 ของระเบียบปฏิบัติเรื่องการแจ้ง การปรึกษาหารือล่วงหน้าและข้อตกลง (PNPCA) (รายละเอียดใน MRC 2003a), ประเทศที่เสนอโครงการควรจัดหาข้อมูลทางเทคนิคที่มีอยู่และเพิ่มเติมในเรื่องเหล่านี้:

- แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้สนับสนุนแนวทางที่ประเทศที่เสนอโครงการส่งข้อมูลและการตรวจสอบทางเทคนิคของข้อมูลที่ดำเนินการระหว่างกระบวนการ PNPCA

- เพื่อแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการหลีกเลี่ยง การลด และการบรรเทาผลกระทบ ประเทศที่เสนอโครงการสามารถแสดงความพยายามอย่างสมเหตุสมผลในการแนะนำผู้พัฒนาโครงการให้พิจารณาแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้
- โครงการที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้สามารถลดหรือแม้แต่ทำให้มาตรการลดผลกระทบจากโครงการอื่น ๆ ทั้งหมดไม่มีประสิทธิผล การใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้อย่างสม่ำเสมอจะทำให้ประเทศภาคีทั้งหมดและผู้พัฒนาโครงการแต่ละรายมีความมั่นใจว่าการพัฒนาโครงการในแม่น้ำสายหลักทั้งหมดจะได้รับการปฏิบัติภายใต้มาตรฐานเดียวกัน
- ประเทศภาคีอาจใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เพื่อแจ้งการปรับปรุงเขื่อนในแม่น้ำสายหลักที่มีอยู่ซึ่งควรเปิดใช้งานและแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องตลอดการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำสายหลักทั้งหมด
- การใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ไม่ได้จำกัดสิทธิ์ของประเทศที่ได้รับแจ้งภายใต้ข้อ 7 และ 8 ของความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 อย่างไรก็ตาม การใช้แนวทางนี้อาจจำกัดความรับผิดชอบต่อความเสียหายภายใต้ข้อ 7 และ 8 นี้[1]
- ภายใต้ความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงมาตรา 7 ประเทศภาคีได้ยอมรับหน้าที่ในการหลีกเลี่ยง ลด และบรรเทาผลกระทบที่เป็นอันตรายไม่ว่าจะเกิดขึ้นที่ใดก็ตาม แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดโอกาสของความเสียหายเหล่านี้ผ่านการบรรเทาผลกระทบอย่างมีลำดับขั้น ควรมีการตรวจสอบความปลอดภัยของเขื่อนและความเสี่ยงอื่น ๆ อย่างเพียงพอตามที่กำหนดไว้ในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลจากการดำเนินงานไฟฟ้าพลังงานน้ำอย่างแม่นยำ รวมถึงสาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ รวมถึงเหตุการณ์ที่เกิดจากภัยพิบัติมากขึ้น (เช่น เขื่อนแตก) ในกรณีที่ถือว่ามีความเสียหายเกิดขึ้น ความรับผิดชอบของรัฐในการประเมินและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจะอยู่ภายใต้ความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงมาตรา 8
- ภายใต้ระเบียบปฏิบัติ PNPCA ข้อ 5.4.2 ประเทศภาคีอื่น ๆ อาจขอข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแจ้ง การปรึกษาหารือล่วงหน้าและข้อตกลงนี้ และอาจใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เพื่อกำหนดกรอบคำขอข้อมูล คณะกรรมการร่วมอาจต้องการอ้างถึงแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เมื่อบรรลุข้อตกลงภายใต้

1 ตามความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 ภายใต้มาตรา 7 ประเทศที่ได้รับการบอกกล่าวควรพิสูจน์ด้วย “หลักฐานที่เหมาะสมและแน่ชัด” ว่าตนได้รับความเสียหายอย่างมาก และควรระบุว่าความเสียหายนั้นมาจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งจากประเทศที่เสนอโครงการ ภายใต้มาตรา 8 ฝ่ายที่ได้รับผลกระทบควรร่วมกันระบุสาเหตุ ความรับผิดชอบ และควรประเมินมูลค่าความเสียหาย หลังจากนั้นฝ่ายที่ได้รับผลกระทบควรตกลงเกี่ยวกับมาตรการบรรเทาผลกระทบอย่างเป็นมิตรและทันท่วงที

PNPCA ข้อ 5.4.3 ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานที่เสนอและข้อตกลงตามเงื่อนไข

11. ผู้ใช้คำแนะนำนี้จะรวมถึงประเทศภาคี ผู้พัฒนาโครงการ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สนใจ:

- แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ควรใช้เพื่อชี้แจงความคาดหวังของประเทศภาคีที่ได้รับแจ้งเกี่ยวกับการพัฒนา และควรใช้เพื่อชี้แจงมาตรการที่สามารถดำเนินการได้โดยประเทศที่เสนอโครงการ
- แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดกรอบการสนทนาเกี่ยวกับความเสี่ยงและมาตรการบรรเทาปัญหาของโครงการพัฒนาระหว่างผู้เข้าร่วมกระบวนการ PNPCA
- ประเทศภาคีสามารถใช้คำแนะนำนี้เพื่อสร้างพื้นฐานสำหรับกฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน เพื่อให้ทุกโครงการมีวัตถุประสงค์การออกแบบร่วมกันและการดำเนินงานที่สอดคล้องกัน
- ผู้พัฒนาโครงการควรใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เพื่อชี้แจงในทุกขั้นตอนของการวางแผนโครงการ การพัฒนาและการดำเนินงาน ผู้พัฒนาโครงการควรเข้าสู่กระบวนการหารือกับหน่วยงานระดับชาติที่เกี่ยวกับความรับผิดชอบที่จำเป็นต้องทำตามแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ ผู้พัฒนาโครงการสามารถอ้างอิงแนวทางนี้ในการพัฒนากฎการดำเนินงานของแต่ละโครงการภายใต้กรอบของกฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน
- ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สนใจอาจไม่ได้ใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้โดยตรง แต่สามารถอ้างอิงเมื่อพิจารณาข้อมูลโครงการและในการหารือที่เกี่ยวกับโครงการนี้

12. ผู้พัฒนาโครงการควรปฏิบัติตามมาตรฐานระดับชาติในการพัฒนาโครงการเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก ซึ่งอาจจะเท่ากับหรือเคร่งครัดมากกว่าแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้

- เนื่องจากผลกระทบอยู่ในระดับลุ่มน้ำ เช่น ผลกระทบข้ามพรมแดน ผลกระทบสะสม ผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งระบบ บางกรณีมาตรฐานระดับประเทศจะไม่ครอบคลุมผลกระทบในพื้นที่นอกราชอาณาจักร มาตรฐานที่เข้มงวดมากขึ้นควรจะถูกใช้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
- ประเทศภาคีอาจผนวกแนวปฏิบัติที่ดีจากแนวทางการออกแบบเบื้องต้นลงไปในมาตรฐานการพัฒนาโครงการเขื่อนของประเทศนั้น ๆ

13. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ไม่ได้ถูกออกแบบเพื่อแทนที่การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (Environmental and Social Impact Assessment, ESIA) โดย ESIA เป็นกระบวนการศึกษาและประเมินผลกระทบที่อาจเกิดต่อสิ่งแวดล้อม สังคมและวัฒนธรรม อันเนื่องมาจากการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในประเทศนั้น เพื่อให้หน่วยงานของประเทศนั้น ๆ อนุมัติตามกฎหมายต่อการพัฒนาโครงการเขื่อน ซึ่ง ESIA จะมีเนื้อหาที่กว้างกว่าแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ แนวทางฉบับนี้จะจำกัดเพียงความต้องการข้อมูลสำหรับผลกระทบจากเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก

14. ผู้พัฒนาโครงการ ประเทศภาคี และสำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการลุ่มน้ำโขง (MRCS) สามารถใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ในการสร้างรายการตรวจสอบ (Checklist) สำหรับข้อมูลที่ส่งเพื่อใช้ในกระบวนการ PNPCA รวมถึงในกระบวนการประชุมปรึกษาหารือ การทำรายการตรวจสอบตามแนวทางนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงข้อผูกพันเกี่ยวกับ “การดำเนินความพยายามทุกวิธีทาง” (make every effort) ในมาตรา 7 ของความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995

1.3 ช่วงเวลาการใช้งาน

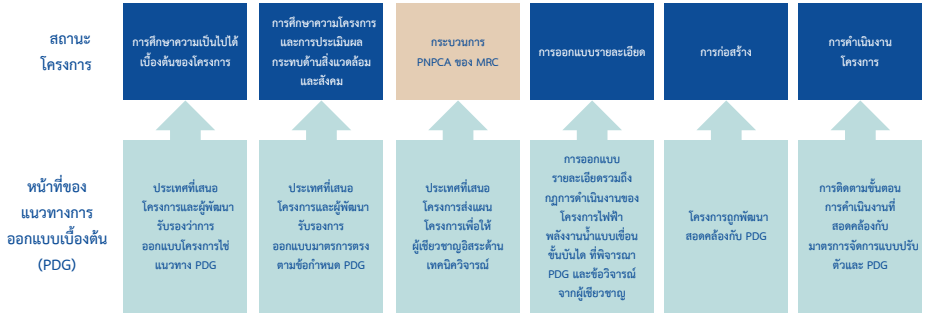
15. การตัดสินใจเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงและลดผลกระทบถูกใช้บ่อยในช่วงการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเบื้องต้น (pre-feasibility studies) เกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งโครงการ นอกจากนี้การตัดสินใจเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงและลดผลกระทบในช่วงการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (feasibility studies) จะถูกใช้ในด้านเทคนิค เช่น ที่ตั้งโครงการและการออกแบบโครงสร้าง ซึ่งจะระบุใน ESIA เช่นเดียวกัน การดำเนินการลดผลกระทบในพื้นที่จะถูกอธิบายในแผนการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและสังคม (Environmental and Social Management Plan, ESMP) โดยเฉพาะช่วงการก่อสร้างและช่วงดำเนินการ ซึ่งจะเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับ ESIA และจะต้องส่งให้ตรวจสอบก่อนการอนุมัติโครงการ รวมถึงการระบุในเอกสารประกวดราคาและสัญญาการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการควรจะถูกดำเนินงานคู่ขนานและเกี่ยวข้องไปกับ ESIA

16. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ควรถูกอ้างอิงตลอดวงจรการพัฒนาโครงการ (project development cycle) ตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของโครงการ การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม รวมถึงแผนที่สอดคล้องดังรูปที่ 1.2

    - การเริ่มต้นเก็บรวบรวมข้อมูลควรเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลบางชุด เช่น ข้อมูลอุทกวิทยาสามารถเริ่มต้นในช่วงการสำรวจเบื้องต้น สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลชุดอื่นเช่น ข้อมูลสิ่งแวดล้อม สามารถเริ่มต้นหลังจากที่รัฐบาลและผู้พัฒนาโครงการได้ลงนามบันทึกความเข้าใจ

(Memorandum of Understanding: MoU)

- การที่ผู้พัฒนาโครงการร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญของ MRCS ในการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ การออกแบบ อาจจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การรอการวิจารณ์ทางเทคนิคจากกระบวนการ PNPCA อาจใช้เวลามากขึ้นรวมถึงค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นจากการออกแบบใหม่
- การจัดลำดับขั้นตอนอย่างเหมาะสมจะช่วยให้มาตรการออกแบบและดำเนินงานมีความสอดคล้องกับแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ เพื่อให้ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ถูกนำไปพิจารณาในการจัดทำแผนงบประมาณและความเป็นไปได้เชิงธุรกิจในทุกข้อตกลง การจัดลำดับขั้นตอนนี้จะช่วยลดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดผลกระทบจากการขาดแคลนงบประมาณ



รูปที่ 1.2 หน้าที่ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น (PDG) ระหว่างวงจรชีวิตของโครงการ

1.4 ขอบเขตแนวทาง

17. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ถูกออกแบบเหมาะสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในแม่น้ำโขงสายหลัก ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ และน้ำที่ไหลมาเท่าไหร่ก็ผ่านเข้าสู่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและปล่อยออกไปท้ายน้ำเท่านั้น โครงการอาจจะใช้ประโยชน์ด้านชลประทานหรือการใช้ประโยชน์อื่นด้วย

18. โครงการที่มีการเก็บกักน้ำตามฤดูกาลหรือระหว่างปีหรือโครงการที่รวมการผันน้ำออกจากช่องทางหลักสำหรับระยะทางที่ไกลออกไปทางท้ายเขื่อนจะไม่ได้รับการกล่าวถึงโดยตรง ถึงแม้ว่าอาจใช้หลักการและมาตรฐานการปฏิบัติงานเดียวกันหลายประการ คำแนะนำเกี่ยวกับการบรรเทาผลกระทบของโครงการประเภทนี้มีอยู่ในแนวทางการลดผลกระทบจากโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำ (MRC Hydropower Mitigation Guidelines) คำแนะนำในการลดผลกระทบของเขื่อนที่สร้างขึ้นเพื่อระบายน้ำทิ้งเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การชลประทาน นั้นไม่ถูกพิจารณาในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ โดยสังเกตว่าเขื่อนเพื่อการนี้จะต้องเป็นไปตามระเบียบปฏิบัติเรื่องการรักษาปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน (Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream, PMFM)

19. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เน้นไปที่ผลกระทบที่เป็นปัญหาระดับลุ่มน้ำ เนื่องจากผลกระทบเหล่านั้นเป็นเรื่องของผลกระทบข้ามพรมแดน ผลกระทบสะสม กระบวนการระดับของลุ่มน้ำ กระบวนการและ/หรือผลลัพธ์ที่สำคัญจากการใช้ทรัพยากรน้ำโขงร่วมกันมีทั้งการพึ่งพาและมีผลกระทบในระดับลุ่มน้ำดังนี้

- ส่วนที่สำคัญในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ครอบคลุมประเด็นอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (hydrology and hydraulics) การเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (sediment transport and geomorphology) คุณภาพน้ำ (water quality) นิเวศวิทยาทางน้ำ (aquatic ecology) และประมง (fisheries) รายละเอียดในส่วนที่ 2-6 ของแนวทางนี้ โดยเริ่มต้นจากประเด็นกายภาพด้านสิ่งแวดล้อมและตามด้วยประเด็นด้านชีวภาพ
- ความปลอดภัยของเขื่อนและการเดินเรือ (Dam safety and navigation) ถูกแสดงในส่วนที่ 7 และ 8 เนื่องจากการกระทำของโครงการใดโครงการหนึ่งส่งผลกระทบต่อภาพรวมและโครงการอื่น ด้วยเหตุนี้การร่วมมือเป็นสิ่งสำคัญ
- ชุมชนริมน้ำและวิถีชีวิตริมแม่น้ำ (Riparian communities and river-based livelihoods) ถูกแสดงในส่วนที่ 9 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมและโครงสร้างพื้นฐานไม่สามารถบรรเทาได้ทั้งหมด ซึ่งยังคงมีผลกระทบที่เหลืออยู่ที่ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมต่อชุมชนในพื้นที่ มิติผลกระทบดังกล่าวถูกให้ความสำคัญในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995 และวิสัยทัศน์ของ MRC ซึ่งรัฐบาลของประเทศภาคีมีหน้าที่หลักในการจัดการผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมภายใต้อำนาจอธิปไตย แต่อาจมีข้อตกลงระหว่างประเทศหรือระดับภูมิภาคเพื่อลดประเด็นข้ามพรมแดน การประเมินผลกระทบต่อชุมชนริมน้ำและวิถีชีวิตริมแม่น้ำจึงต้องการความร่วมมือระหว่างภูมิภาคทั้งในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมข้ามพรมแดนที่เหลืออยู่และในมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชุมชนเหล่านี้ ส่วนที่ 9 ให้แนวทางเพื่อสนับสนุนการสนทนาในเรื่องนี้ในระหว่างและภายหลังกระบวนการ PNPCA และตามความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995

- มีการเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ที่หลากหลายของหัวข้อที่ถูกครอบคลุมในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ ประเด็นอุทกวิทยาและชลศาสตร์จะเชื่อมโยงกับทุกประเด็น การเดินเรือและความปลอดภัยเขื่อนขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการไหลของน้ำ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของที่อยู่อาศัย (ธรณีสัณฐานวิทยา) และคุณภาพน้ำขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการไหลของน้ำและส่งผลต่อนิเวศวิทยาทางน้ำ ประเด็นด้านปลาและประมงขึ้นอยู่กับการไหลของน้ำ ที่อยู่อาศัย คุณภาพน้ำ และนิเวศวิทยาทางน้ำ และวิถีชีวิตริมแม่น้ำขึ้นอยู่กับประเด็นทั้งหมดรวมถึงประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาที่ใช้
- มีหลายประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นที่มีขั้นตอนและแนวปฏิบัติที่กำหนดไว้ภายใต้กรอบข้อตกลงแม่น้ำโขง รวมถึงโครงการติดตาม (monitoring programmes) ของสำนักงานเลขาธิการ คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRCS) ซึ่งตอบสนองต่อวัตถุประสงค์เฉพาะสำหรับแต่ละประเด็น

20. ผลกระทบทั้งระยะทางใกล้และระยะทางไกลถูกพิจารณาในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ด้วย

- ควรใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ตามที่อธิบายในหัวข้อ 2.3) เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่ปลายน้ำและต้นน้ำในประเด็นต่าง ๆ ของการเปลี่ยนแปลงการไหลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น ความผันผวนของระดับน้ำรายวัน ผลกระทบจากน้ำเท้อ ระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และผลกระทบของการดำเนินการที่ไม่บ่อยนัก เช่น การระบายตะกอน ระยะทางจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ฤดูแล้งหรือฤดูฝน สัดส่วนของการไหลของแม่น้ำสาขา รูปทรงของแม่น้ำ และการดำเนินงานของโครงการอื่นๆ
- การวิเคราะห์สำหรับแต่ละประเด็นแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ (ส่วนที่ 3 ถึง 9) ควรพิจารณาแบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์เพื่อประเมินตำแหน่งของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงขนาดและผลกระทบความเสี่ยงที่เปลี่ยนแปลงจากโครงการ สำหรับประเด็นด้านปลาและการประมง (ส่วนที่ 6) ระยะทางของแม่น้ำที่ได้รับผลกระทบควรพิจารณาว่าปลาชนิดใดที่ไม่สามารถว่ายผ่านเขื่อนหรือเจริญเติบโตภายใต้เงื่อนไขการไหลที่เปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อปริมาณของชนิดปลาในช่วงเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงการ
- การวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ (ข้อ 23) ควรระบุผลกระทบที่อาจเป็นผลกระทบข้ามพรมแดน บางโครงการอยู่ใกล้กับชายแดนอย่างมากเพราะฉะนั้นผลกระทบของระยะทางที่สั้นอาจเป็นผลกระทบข้ามพรมแดนได้ ในกรณีนี้การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (ESIA) จึงไม่ควรถูกพิจารณาแค่ในประเทศเท่านั้น หากผลกระทบนั้นส่งผลต่อประเทศอื่น แนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมข้ามพรมแดน (Transboundary Environmental Impact Assessment - TbEIA) โดยสำนักงาน

เลขาธิการ คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRCS) จะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่สำคัญสำหรับประเทศภาคีในการระบุและการจัดการกับปัญหาที่เกี่ยวกับผลกระทบข้ามพรมแดน หลังจากเอกสารแนวทางได้รับการอนุมัติแล้ว

21. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ให้แนวปฏิบัติเพื่อช่วยในการออกแบบและวางแผนซึ่งจะมีผลต่อทั้งขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงานของโครงการ รวมถึง

- มีมาตรการออกแบบบางอย่าง[2] ที่ช่วยลดผลกระทบในขั้นตอนการก่อสร้าง และมีมากมายอีกหลายมาตรการที่ช่วยลดผลกระทบในระยะยาวของการดำเนินงานโครงการ
- การดำเนินงานของโครงการที่วางแผนไว้หรือเป็นไปได้ในอนาคตเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาข้อกำหนดคุณลักษณะการออกแบบ และประสิทธิภาพของการออกแบบ
- ความเสี่ยงบางอย่างอาจสามารถบรรเทาได้ด้วยการจัดการมากกว่าการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน

1.5 โครงสร้างของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

22. ทั้ง 8 หัวข้อในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้จะถูกนำเสนอในรูปแบบคล้ายคลึงกันคือ วัตถุประสงค์ ความเสี่ยง ผลกระทบ มาตรการบรรเทาผลกระทบ และประสิทธิผลของการบรรเทาผลกระทบ หัวข้อย่อยในส่วนที่ 2 ถึง 9 สามารถแสดงได้ดังนี้:

- วัตถุประสงค์: หัวข้อนี้อธิบายวัตถุประสงค์ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ ซึ่งสอดคล้องกับความมุ่งมั่นและหลักการในความตกลงลุ่มแม่น้ำโขงปี 1995
- ความเสี่ยง: หัวข้อนี้อธิบายประเภทของความเสี่ยงที่กระทบต่อเป้าหมาย และเน้นการเชื่อมโยงกับหัวข้ออื่นๆ มีการรวบรวมรายการความเสี่ยงทั้งหมดที่เป็นไปได้ไว้ โครงการที่พิจารณาอาจไม่มีทุกความเสี่ยงตามรายการ แต่ในบางกรณีมีความเสี่ยงเพิ่มเติมที่จะต้องพิจารณา ผู้พัฒนาโครงการจะต้องดำเนินการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยงและขจัดความเสี่ยงที่ไม่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งและรูปแบบของเขื่อนนั้นๆ การประเมินและการติดตามการลดความเสี่ยงควรรายงานผ่านกระบวนการระดับชาติและระดับภูมิภาค (เช่น PNPCA)

2 เช่น การออกแบบประตูทางระบายน้ำล้นระดับต่ำที่ช่วยระบายตะกอน

- การติดตามและการวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ: ส่วนนี้ให้แนวทางในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ที่เพียงพอเพื่อแสดงให้เห็นถึงการออกแบบและการดำเนินงานที่นำเสนอในเอกสาร PNPCA
- แนวทางในการออกแบบและการดำเนินงาน: ส่วนนี้ชี้แนะการระบุและการประเมินทางเลือกการลดผลกระทบ และให้พื้นฐานในการพิสูจน์ทางเลือกที่เสนอให้นำไปปฏิบัติ ในบางกรณีเป้าหมายผลลัพธ์จะถูกนำเสนอสำหรับมาตรการลดผลกระทบ คำแนะนำรวมอยู่ในมาตรการที่จะช่วยให้ปรับเปลี่ยนได้ในอนาคตหากมีการตรวจสอบหลังโครงการ
- การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัว: ส่วนนี้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการติดตามระหว่างการก่อสร้างโครงการและการดำเนินงาน ซึ่งจะช่วยแสดงให้เห็นว่ามาตรการการออกแบบและการดำเนินงานมีประสิทธิภาพหรือไม่ หรือควรดำเนินการดัดแปลงหรือไม่

23. การออกแบบโครงการ การตรวจสอบและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการควร:

- ถูกดำเนินการโดยบุคลากรที่มีคุณสมบัติและความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับแต่ละสาขา (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ข้อ 31)
- ให้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเชิงปริมาณและคุณภาพเกี่ยวกับเงื่อนไขก่อนมีโครงการและแนวโน้ม (สภาพพื้นฐาน หรือ baseline condition) รวมถึงการอ้างอิงแผนและการออกแบบโครงการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์และลดความเสี่ยงตามที่ได้ระบุไว้ในส่วนที่ 2 ถึง 9 ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้
- มีการควบคุมโดยการดำเนินการตรวจสอบและโปรแกรมการตรวจสอบซึ่งพิจารณาทุกหัวข้อที่นำเสนอในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ โครงข่ายการตรวจวัดนี้อาจประกอบไปด้วยสถานีตรวจวัดหรือตำแหน่งการเก็บตัวอย่างใหม่ที่กำหนดขึ้นและจัดการโดยผู้พัฒนาโครงการรวมถึงการใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ซึ่งจัดการโดยหน่วยงานอื่นและสามารถเข้าถึงได้ โดยมีรายละเอียดของ สถานที่ตรวจวัด ช่วงเวลาในการตรวจวัด วิธีการตรวจวัด และระยะเวลาในการสะสมข้อมูลควรออกแบบให้เพียงพอที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายและความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อต่างๆ ตามคำแนะนำในส่วนที่ 2 ถึง 9
- ใช้ข้อมูลและการเก็บข้อมูลที่มีอยู่แล้วในแม่น้ำโขงสายหลักและลำน้ำสาขาต่างๆ ที่อาจอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของหน่วยงานหรือสถาบันระดับชาติ ข้อมูลลำน้ำสาขาควรถูกนำมาพิจารณาด้วยเนื่องจากผลกระทบต่อแม่น้ำสายหลัก
- ใช้ข้อมูลการติดตามและการศึกษาของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) เป็นพื้นฐานในการตีความ

ข้อมูลเฉพาะโครงการ สามารถเข้าถึงข้อมูล MRC ได้โดยการส่งคำขอผ่านสำนักเลขาธิการคณะกรรมการแม่น้ำโขงแห่งชาติ (NMCS) ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถประเมินข้อมูลเฉพาะโครงการในขอบเขตที่ครอบคลุมมากขึ้นผู้พัฒนาโครงการควรออกแบบขั้นตอนและการเก็บข้อมูลระดับพื้นที่ให้เหมาะสมกับข้อมูล และควรปฏิบัติตามข้อบังคับที่แนะนำโดย MRC สำหรับการตรวจสอบในทั่วระบบลุ่มน้ำซึ่งอาจมีการปรับปรุงข้อมูลเป็นครั้งคราว

- มีระยะเวลาเหมาะสมในการคาดการณ์แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และให้ข้อมูลเกี่ยวข้อมูลพยากรณ์ที่มีการทับซ้อนกับแหล่งข้อมูลเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถขยายหรือต่อข้อมูลระดับโครงการได้ ข้อมูลระดับโครงการที่รวบรวมและวิเคราะห์สำหรับการส่งข้อมูลในกระบวนการ PNPCA ควรครอบคลุมอย่างน้อยหนึ่งรอบปี หรือนานกว่านั้นหากเป็นไปได้ ควรรวบรวมข้อมูลการติดตามต่อไปหลังจากการส่งข้อมูล PNPCA เพื่อขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด และส่งต่อไปยังการติดตามระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงานโครงการ (ข้อ 26)

24. การวิเคราะห์ที่เหมาะสมรวมถึงการใช้แบบจำลองควรถูกนำมาใช้เพื่อทำนายผลกระทบ โดยควรระบุว่าความเสี่ยงบางอย่างเกี่ยวกับโครงการหรือไม่ มีระดับความรุนแรงและผลกระทบอย่างไร รวมถึงวิธีการบรรเทาที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้:

- แบบจำลองควรมีรายละเอียดที่เหมาะสมเพื่อให้ข้อมูลและอ้างอิงในการออกแบบและการดำเนินการตามที่เสนอในขั้นตอน PNPCA
- ผู้พัฒนาโครงการควรอธิบายถึงการวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มเติมที่จะใช้สำหรับการออกแบบรายละเอียดและการดำเนินงาน
- ผู้พัฒนาโครงการอาจพิจารณาการใช้กรอบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Framework, DSF) ที่พัฒนาโดย MRC เพื่อใช้ประเมินผลกระทบสะสมและผลกระทบข้ามพรมแดนในแม่น้ำโขงและเพื่อให้ข้อมูลสำหรับการพัฒนากฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน กรอบ DSF ประกอบด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา แบบจำลองตะกอน และแบบจำลองคุณภาพน้ำ รวมถึงข้อมูลนำเข้าแบบจำลองเหล่านี้ ผู้พัฒนาโครงการอาจจะเสนอแบบจำลองที่มีฟังก์ชันเทียบเท่าได้

25. ข้อมูลที่นำเสนอเกี่ยวกับขอบเขตของผลกระทบโครงการสำหรับแต่ละหัวข้อและประสิทธิผลที่เป็นไปได้ของมาตรการลดผลกระทบที่วางแผนไว้ ควรระบุและวิเคราะห์ผลกระทบที่เหลืออยู่ ชุมชนที่จะได้รับผลกระทบจากผลกระทบที่เหลือเหล่านี้ และผลที่ตามมาของผลกระทบเหล่านั้น ข้อมูลเหล่านี้สำคัญมากสำหรับการ

วิเคราะห์เกี่ยวกับชุมชนริมน้ำและวิถีชีวิตริมแม่น้ำ (ส่วนที่ 9)

26. การติดตามโครงการที่จะดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด การก่อสร้าง และดำเนินงานโครงการควรระบุในข้อมูล PNPCA ดังนี้:

- แผนการติดตามโครงการควรอธิบายว่าจะเก็บข้อมูลอะไร วิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร ติดตามตัวชี้วัดอะไร และเพื่อเหตุผลอะไร และข้อมูลจะช่วยในการตอบสนองการบริหารจัดการที่ทันเวลาได้อย่างไร (ข้อ 27)
- แผนการติดตามโครงการสามารถใช้งานได้หลายอย่างนอกเหนือจากการติดตามประสิทธิภาพของการออกแบบโครงการและมาตรการลดผลกระทบ หากแนวทางที่วางแผนก่อนมีโครงการยังคงดำเนินต่อไปในระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานโครงการ จะสามารถเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังมีโครงการได้ การติดตามโครงการควรพิจารณาด้วยว่าความเสี่ยงในอนาคตที่เกิดขึ้นจะถูกตรวจพบอย่างไร รวมถึงความเสี่ยงที่เกิดจากกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากโครงการแต่อาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดการโครงการ
- แผนการติดตามโครงการควรแสดงให้เห็นว่ามีการพิจารณาและวางแผนอย่างไรสำหรับช่วงของการติดตามโครงการ และพิจารณาตำแหน่งของสถานีตรวจวัด (และอุปกรณ์ตรวจวัดถาวรหากเกี่ยวข้อง) และตรวจสอบว่ามีการเข้าถึงได้หรือไม่
- แผนการติดตามโครงการควรได้รับข้อมูลจากการร่วมติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม Joint Environmental Monitoring (JEM) ของแม่น้ำโขงเมื่อโครงการ JEM ได้รับความเห็นชอบจากประเทศภาคี
- สำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นความลับทางธุรกิจ ผู้พัฒนาโครงการควรแบ่งปันข้อมูล ตามระเบียบปฏิบัติเรื่องการแลกเปลี่ยนและการใช้ร่วมกันซึ่งข้อมูลและสารสนเทศ (Procedures for Data and Information Exchange and Sharing, PDIES) (MRC, 2001) การแบ่งปันข้อมูลสำคัญมากสำหรับการประสานงานการออกแบบ และดำเนินการโครงการอย่างมีประสิทธิภาพของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในแม่น้ำสายหลัก

27. การจัดการแบบปรับตัวเป็นหลักพื้นฐานของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ตามนิยามในข้อ 5 คำแนะนำต่อไปนี้เกี่ยวกับคุณสมบัติการออกแบบรองรับการจัดการแบบปรับตัวได้ในอนาคตมีรายละเอียดอยู่ในหัวข้อคำแนะนำในการออกแบบและการดำเนินงาน: มาตรการบรรเทาผลกระทบอาจถูกนำมาใช้บนพื้นฐานการทดลอง (trial basis) และการออกแบบควรถูกสร้างเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนได้ในภายหลังหากจำเป็น

- ความไม่แน่นอนในด้านประสิทธิผลของมาตรการลดผลกระทบที่เสนอ (เช่น โครงสร้างที่ก่อสร้างขึ้น กฎการปฏิบัติงาน) ควรได้รับการอธิบาย และการติดตามผลและการตรวจสอบความไม่แน่นอนเหล่านี้ควรรวมอยู่ในแผนการติดตามโครงการ
- แผนติดตามโครงการที่ส่งมาพร้อมกับข้อมูล PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดและเกณฑ์ใดที่จะเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการแบบปรับตัวได้ การปรับตัวแบบใดที่สามารถทำได้พร้อมเหตุผล การออกแบบโครงการจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการปรับตัวในอนาคต และรับประกันว่าเงินทุนฉุกเฉินถูกกันไว้เพียงพอเพื่อดำเนินขั้นตอนการปรับตัวที่เป็นไปได้เหล่านี้
- แผนติดตามโครงการที่ส่งมาพร้อมกับข้อมูล PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าจะมีการทบทวนผลการติดตามทั้งแม่น้ำและแอ่งน้ำนอง (riverine and impoundment) ทุกปี และควรระบุกระบวนการตัดสินใจที่จะใช้ดำเนินการหากพบความเสี่ยงหรือผลกระทบจากการติดตามผล

28. ผู้พัฒนาโครงการควรพิจารณาการใช้แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้กับโครงการที่พัฒนาขึ้น และเตรียมกรณีสำหรับการเปลี่ยนแปลงของแนวทางนี้หากจำเป็น โดยสอดคล้องกับข้อ 8 และ 20 กิจกรรมและโครงสร้างทางต้นน้ำและปลายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำอาจต้องการการพิจารณาเพิ่มเติม เช่น ตำแหน่งที่ตั้งและอิทธิพลของการไหลจากลำน้ำสาขา ลำดับของการพัฒนาโครงการเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญ และควรคำนึงถึงโครงการที่มีอยู่และที่วางแผนไว้

29. เนื่องจากการพัฒนาโครงการเป็นส่วนหนึ่งของระบบโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงในข้อมูล PNPCA ว่าจะปฏิบัติตามกฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกันที่กำหนดโดยประเทศภาคีที่รับผิดชอบอย่างไร ในกรณีที่ไม่มีกฎดังกล่าว ผู้พัฒนาโครงการควรระบุว่าจะประสานงานกับหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบอย่างไร รวมถึงประสานงานกับโครงการใกล้เคียงเกี่ยวกับการลดผลกระทบและการดำเนินงานเพื่อพัฒนากฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน กระบวนการบรรเทาผลกระทบจากเขื่อนขั้นบันไดสามารถศึกษาได้จากแนวทางบรรเทาผลกระทบโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำของ MRC (Hydropower Mitigation Guidelines)

1.6 ความต้องการทั่วไป

30. จากกระบวนการ PNPCA ข้อ 4.2.1 และ 5.2.1 อธิบายถึงข้อมูลเทคนิคและข้อมูลที่ให้โดยประเทศที่เสนอโครงการ หากคณะกรรมการร่วม (MRC Joint Committee, JC) หรือประเทศภาคีอื่นขอข้อมูลและข้อมูล

ชี้แจงเพิ่มเติมในระหว่างกระบวนการปรึกษาหารือล่วงหน้า (prior consultation process) ประเทศที่เสนอโครงการควรใช้ความพยายามสูงสุดเพื่อให้ข้อมูลเหล่านั้น หากข้อมูลพร้อมใช้งานและไม่เป็นอันตรายต่อความมั่นคงประเทศหรือหรือการป้องกันประเทศ ข้อมูลที่ส่งมอบสำหรับ PNPCA ควรอนุญาตให้คณะกรรมการร่วม MRC ประเมินว่า:

- ผู้พัฒนาโครงการและประเทศที่เสนอโครงการได้พยายามทุกวิถีทางเพื่อให้การออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานของโครงสร้างสอดคล้องกับแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้
- การเบี่ยงเบนจากแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้มีสาเหตุจากข้อมูลเฉพาะของโครงการที่รวบรวมและจากการประเมินความเสี่ยง
- การออกแบบและการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดตามที่ระบุในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้จะลดผลกระทบและความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ
- การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การออกแบบ และการพัฒนากฎการดำเนินงานโดยละเอียด เสนอให้ดำเนินการหลังจาก PNPCA ซึ่งมีการระบุไว้อย่างชัดเจนและบันทึกแนวทางที่วางแผนไว้ในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้
- ข้อมูลเพิ่มเติมเหล่านี้จะถูกจัดเตรียมให้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหลัง PNPCA ที่ตกลงกัน (แผนปฏิบัติการร่วม) และเพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการปรับปรุงและการจัดการแบบปรับตัวของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในแม่น้ำสายหลัก

31. นอกเหนือจากคำแนะนำเกี่ยวกับข้อมูลและสารสนเทศที่อาจส่งมาพร้อมกับเอกสาร PNPCA ที่ระบุไว้ในส่วนนี้และส่วนต่อไป ข้อมูล PNPCA ควรรวมถึง:

- กฎการดำเนินงานเฉพาะโครงการที่วางแผนไว้ หรืออย่างน้อยที่สุด หลักการดำเนินงานและวัตถุประสงค์สำหรับการกักเก็บ (the impoundment) สำหรับการปล่อยน้ำที่ท้ายน้ำ สำหรับประตู และสำหรับโครงสร้างการบรรเทาผลกระทบ

- กฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน หรืออย่างน้อยหลักการและวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน โดยมีโครงการที่เสนอเป็นส่วนหนึ่งของเขื่อนขั้นบันได (ดูข้อ 3)
- แบบแปลน (design drawings) ที่เกี่ยวข้องเป็นภาษาอังกฤษ
- แผนที่และตัวเลขที่ชัดเจน โดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสม เข้าใจง่าย และเกี่ยวข้องกับคำอธิบายที่ให้ไว้
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับหัวข้อที่ระบุโดยแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ และคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ.

32. มีข้อเสนอแนะให้ส่งรายการตรวจสอบ (checklist) พร้อมข้อมูลสำหรับการวิจารณ์ทางเทคนิคของ PNPCA โดยระบุความสอดคล้องกับข้อใดของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

1.7 การปรับปรุงเพิ่มเติมของแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

33. แนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้จะถูกปรับปรุงเป็นระยะ ๆ โดยมีการสนับสนุนจากสำนักงานเลขาธิการ คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง โดยการปรับปรุงจะอ้างอิงตาม:

- ประสบการณ์เพิ่มเติมจากการประยุกต์ใช้แนวทางการออกแบบนี้เกี่ยวกับการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำโขง
- การพัฒนาและการประยุกต์ใช้กระบวนการเพื่อการประสานงานที่ดีขึ้นของการพัฒนา รวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมข้ามพรมแดน (Transboundary Environmental Impact Assessment, TbEIA) กฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดร่วมกัน (Cascade Joint Operating Rules) และการร่วมติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม (Joint Environmental Monitoring)



2
อุทกวิทยาและชลศาสตร์

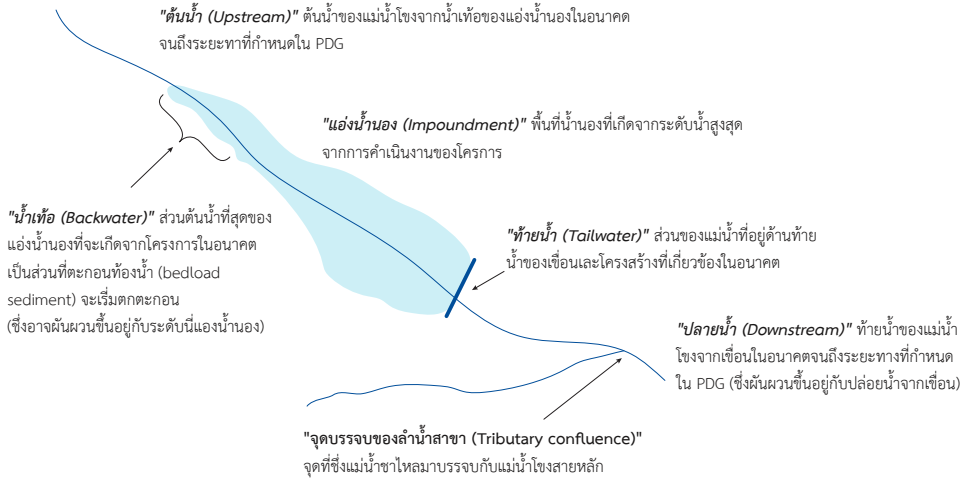
2 อุทกวิทยาและชลศาสตร์

2.1 วัตถุประสงค์

34. วัตถุประสงค์ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เกี่ยวกับอุทกวิทยาและชลศาสตร์เพื่อให้มั่นใจว่า:

- ผู้พัฒนาโครงการมีความเข้าใจโดยละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลอุทกวิทยาที่พร้อมและมีความน่าเชื่อถือ เพื่อใช้ในการวางแผน การออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานโครงการ โดยคำนึงถึงสถานการณ์ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น (เช่น ภาพฉายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)
- มาตรการลดผลกระทบและกฎการดำเนินงานของเขื่อนขั้นบันไดผ่านการประเมินทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์
- การพัฒนาโครงการในแม่น้ำสายหลักสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของระเบียบปฏิบัติเรื่องการรักษาปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน (Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream, PMFM) (MRC, 2006) และระเบียบปฏิบัติเรื่องการติดตามตรวจสอบการใช้น้ำ (Procedures for Water Use Monitoring, PWUM) (MRC, 2003b) ภายในกรอบความตกลงลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งกำหนดให้ใช้ความพยายามทุกวิถีทางในการจัดการและยังคงรักษาอัตราไหลต่ำสุด (minimum flow) และลดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของตัวชี้วัดการไหลในแม่น้ำเพื่อลดผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำและระบบนิเวศด้านท้ายน้ำ

35. **รูปที่ 2.1** แสดงตำแหน่งที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาโครงการในแม่น้ำสายหลัก และคำศัพท์ที่จะใช้ตลอดแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์จากโครงการในแม่น้ำสายหลัก

2.2 ความเสี่ยง

36. เนื่องจากการไหลมีผลต่อการรักษาระบบนิเวศของแม่น้ำทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางชีวภาพ ยิ่งมีการเปลี่ยนแปลงการไหล ตะกอน การเดินเรือ หรือคุณภาพน้ำมากเท่าไหร่ ก็จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ รวมถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมมากขึ้นเท่านั้น

37. ผลกระทบหลักจากโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำในลุ่มแม่น้ำโขงที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำ คือ:

- การเปลี่ยนแปลงการไหลในแม่น้ำด้านท้ายน้ำเนื่องจากการดำเนินโครงการ ซึ่งอาจมีผลกระทบมากขึ้นอยู่กับการลดผลกระทบเหล่านี้ด้านท้ายน้ำ
- การเกิดของแอ่งน้ำนองและน้ำเท้อบริเวณต้นน้ำของเขื่อน ผลกระทบโดยตรง คือ พื้นที่น้ำท่วมถาวร ระดับน้ำที่สูงขึ้น และความเร็วของน้ำที่ลดลง

- ขาดการเชื่อมต่อของแม่น้ำ การมีเขื่อนเกิดการกั้นลำน้ำส่งผลให้การเชื่อมต่อตามแนวยาวของลำน้ำโขงหยุดชะงัก รวมถึงการเชื่อมต่อด้านข้างระหว่างลำน้ำสายหลักกับที่ราบน้ำท่วมถึงหรือลำน้ำสาขาจะเปลี่ยนแปลงไป
- ความปลอดภัยของเขื่อน ทั้งโครงสร้างชั่วคราวระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและโครงสร้างถาวรระหว่างขั้นตอนการดำเนินงาน (ระบุไว้ในส่วนที่ 7)

38. ความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุทกวิทยาและชลศาสตร์ควรได้รับการประเมินอย่างละเอียด **ตารางที่ 2.1** แสดงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุทกวิทยาและชลศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ที่ครอบคลุมในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้ เขื่อนในแม่น้ำสายหลักได้รับการเสนอให้ดำเนินการแบบน้ำไหลผ่าน (Run-of-river) ซึ่งหมายความว่าการนำเข้าน้ำไหลผ่านช่องกั้นและถูกปล่อยออกมาด้วยความสามารถในการเก็บน้ำน้อยมาก ดังนั้น ความเสี่ยงหลักสำหรับตัวกระตุ้นการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม-เศรษฐกิจ จึงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการไหลรายวัน/ระยะสั้น บริเวณพื้นที่ปลายน้ำระหว่างการดำเนินงานผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ และจากแอ่งน้ำนอง

ตารางที่ 2.1 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุทกวิทยาและชลศาสตร์

ความเสี่ยง	ประเด็นที่ได้รับผลกระทบ
ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการไหลรายวัน/ระยะสั้น บริเวณด้านท้ายน้ำ	
การพังทลายของตลิ่ง การเปลี่ยนแปลงของขนาดตะกอน	การเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ส่วนที่ 3)
คุณภาพของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิและสารอาหาร การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นจากการปล่อยน้ำ	คุณภาพน้ำ (ส่วนที่ 4)
การเปลี่ยนแปลงความเร็วการไหลส่งผลต่อการลอยตัวและการเกยตื้น ผลกระทบและการสูญเสียที่อยู่อาศัย การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดความเครียดและผลกระทบต่อการย้ายถิ่น	นิเวศวิทยาทางน้ำ (ส่วนที่ 5) ประมง (ส่วนที่ 6)
การเปลี่ยนแปลงการไหลและระดับน้ำที่แปรผัน, ผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐาน เช่น อาคารระบายท้ายน้ำ (tailrace) การทำงานของประตูระบายน้ำ (spillway gate operation) และความปลอดภัยของเขื่อน (dam safety) เมื่อเกิดน้ำท่วมหนักหรือมีปริมาณน้ำไหลผ่านมากเกินไป	โครงสร้างพื้นฐานและความปลอดภัยของเขื่อน (ส่วนที่ 7)
ความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของประชาชนและเดินเรือจากระดับน้ำในอาคารระบายท้ายน้ำและช่วงปลายน้ำ ความเสี่ยงน้ำท่วมช่วงปลายน้ำจากการระบายน้ำของเขื่อนในช่วงน้ำท่วม	เศรษฐกิจสังคมรวมถึงความปลอดภัยของเขื่อนและการเดินเรือ (ส่วนที่ 8) และความปลอดภัยของประชาชน
ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ	
การสะสมตะกอนในแอ่งน้ำนอง, ตลิ่งไม่มีเสถียรภาพ	การเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ส่วนที่ 3)

ความเสี่ยง	ประเด็นที่ได้รับผลกระทบ
การเกิดชั้นน้ำ (Stratification), การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การดักจับสารอาหาร	คุณภาพน้ำ (ส่วนที่ 4)
การจมและการตกตะกอนของแอ่งน้ำลึก การสูญเสียที่อยู่อาศัยเนื่องจากน้ำท่วม การจมของไข่/ตัวอ่อนที่ล่องลอยเนื่องจากความเร็วการไหลต่ำ	นิเวศวิทยาทางน้ำ (ส่วนที่ 5) ประมง (ส่วนที่ 6)
ผลกระทบของน้ำเท้อเนื่องจากน้ำท่วมหรือความผันผวนของน้ำเท้อใกล้กับพื้นที่ที่มีความสำคัญทางสังคม ระดับน้ำที่ท่วมสูงขึ้นด้านเหนือน้ำ ความเสี่ยงในการเดินเรือเนื่องจากหินใต้น้ำ	เศรษฐกิจสังคมรวมถึงความปลอดภัยของเขื่อนและการเดินเรือ (ส่วนที่ 8) และความปลอดภัยของประชาชน

39. ผลกระทบทางอุทกวิทยาสะสมเกิดขึ้นเนื่องจากการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำหลายโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากโครงการที่สามารถกักเก็บน้ำและปล่อยน้ำออกมานอกฤดูกาลปกติ เงื่อนไขต่อไปนี้อาจส่งผลต่อการออกแบบโครงการ:

- เมื่อเปรียบเทียบการไหลในอดีตกับการไหลในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ชัดว่าการไหลรายปี/ฤดูกาลได้รับผลกระทบอย่างเห็นได้ชัดจากพื้นที่กักเก็บน้ำน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำโขงตอนบน (แม่น้ำล้านช้าง) และลำน้ำสาขา (MRC, 2018b)
- การไหลออกจากเขื่อนตอนบนสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนการไหลและความผันผวนของระดับน้ำที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเขื่อนตอนล่าง ตัวอย่างเช่น แอ่งน้ำนองและการระบายตะกอนจากเขื่อนตอนบนจะเกิดคลื่นน้ำที่เกิดจากการเปิดประตูอย่างกะทันหันของเขื่อนแต่ละแห่งที่ต่อเนื่องกัน
- ผู้พัฒนาโครงการใหม่ไม่สามารถคาดหวังได้ว่าจะลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากโครงการที่มีอยู่แล้ว แต่ผู้พัฒนาโครงการควรรับรู้และรวมความเสี่ยงเหล่านี้เข้าไปในข้อเสนอโครงการ ตัวอย่างเช่น โครงการที่พัฒนาขึ้นควรแสดงให้เห็นว่าสามารถจัดการกับน้ำท่วมที่เป็นผลมาจากจากการเปิดประตูของเขื่อนจีนได้

40. ความเสี่ยงสำหรับพื้นที่ที่กล่าวถึงในแนวทางการออกแบบเบื้องต้นนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุทกวิทยาและชลศาสตร์เนื่องจากการดำเนินงานของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำ นอกจากนี้ ภัยแล้งและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอาจทำให้ผลกระทบที่เกิดจากเขื่อนรุนแรงขึ้น และควรได้รับการพิจารณาในภาพฉายต่าง ๆ เพื่อประเมินและจัดการความเสี่ยง

2.3 การติดตามและการวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

41. ข้อมูลที่นำส่งสำหรับกระบวนการ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าการวางแผนและการออกแบบโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำตั้งอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับความพร้อมและความผันแปรด้านอุทกวิทยาทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนลักษณะทางชลศาสตร์ในแม่น้ำใกล้โครงสร้างเขื่อน ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาด ช่วงเวลา ความผันแปร และรูปแบบการไหลในกรณีสุดโต่งจะนำไปสู่ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของโครงสร้าง

42. การประเมินสภาวะเงื่อนไขก่อนเริ่มโครงการและสภาวะการเปลี่ยนแปลงด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ควรอยู่บนพื้นฐานของทั้งแนวทางการติดตามข้อมูลตรวจวัดจริงและการสร้างแบบจำลอง วิธีการควรรวมถึง:

- การติดตามระดับน้ำและอัตราการไหลในจุดที่กำหนดเฉพาะ
- การสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อสร้างสภาวะทางอุทกวิทยาที่ขึ้นกับเวลาในตำแหน่งระหว่างจุดที่ติดตาม
- การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านชลศาสตร์เพื่อประเมินเงื่อนไขของการไหลในบริเวณแอ่งน้ำนองใกล้เขื่อน ด้านท้ายน้ำ และที่จุดบรรจบของลำน้ำสาขา
- เมื่อรวมกันแล้ว ควรใช้วิธีเหล่านี้ในการหาประเมินตัวแปรทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ และความผันแปรเชิงเวลา (รายชั่วโมงถึงรายปี) และเชิงพื้นที่เพื่อให้เข้าใจเงื่อนไขประเด็นของที่ตั้งโครงการ

43. ขอบเขตเชิงพื้นที่ของการติดตามและการสร้างแบบจำลองควรเป็นไปตามข้อ 20 ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงข้อจำกัดและวิธีการเลือก รวมถึงประเภทและระดับของการเปลี่ยนแปลงในการสร้างแบบจำลอง ผลจากการวิเคราะห์นี้จะสนับสนุนและเป็นตัวแปรในการการพิจารณาสำหรับประเด็นและความเสี่ยงอื่น ๆ

แนวทางการติดตาม

44. วิธีการติดตามประเมินผลอุทกวิทยาและชลศาสตร์ควรเป็นพื้นฐานของกรอบการติดตามโดยรวมสำหรับการติดตามเฉพาะหัวข้อ (เช่น คุณภาพน้ำ ตะกอน ฯลฯ) แนวทางนี้ควรแสดงในข้อมูล PNPCA เพื่อให้เพียงพอต่อการออกแบบ รวมถึงเพื่อสนับสนุนการสร้างแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ผลกระทบ และเพื่อช่วยในการประเมินผลกระทบในภายหลัง ข้อ 23 ในเอกสารฉบับนี้ให้หลักการพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครือข่ายการติดตามโดยรวม สำหรับข้อ 45 ถึง 54 สามารถนำมาเป็นแนวทางและปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเงื่อนไขโครงการที่เฉพาะเจาะจงตามข้อ 23

45. ควรมีการพัฒนาเครือข่ายสถานีตรวจวัดอุทกวิทยาเพื่อสนับสนุนตลอดวงจรชีวิตของโครงการ แหล่งข้อมูลในเครือข่ายนี้อาจรวมถึงที่จัดการโดยหน่วยงานระดับประเทศที่โครงการเข้าถึงได้ ควรกำหนดจำนวนและตำแหน่งของสถานีตรวจวัดจากการประเมินความต้องการข้อมูลการตรวจสอบและสถานีตรวจวัดเดิมที่มีอยู่ (รวมถึงการเข้าถึงและคุณภาพข้อมูล) สถานีตรวจวัดของ MRC ที่ต้นน้ำและปลายน้ำของโครงการควรรวมอยู่ในเครือข่ายนี้เพื่อให้ทราบแนวโน้มระยะยาว

46. ข้อมูลที่ควรรวบรวมสำหรับการวิเคราะห์ด้านอุทกวิทยาก่อนมีโครงการควรประกอบด้วย:

- **ข้อมูลภูมิอากาศ** - ปริมาณฝน, อุณหภูมิ, การระเหย เป็นต้น
- **ข้อมูลภูมิศาสตร์** - ความลาดชัน, ความยาวของแม่น้ำ, ภูมิประเทศ / ระดับทะเล
- **ข้อมูลการไหลของน้ำในลำน้ำ** - ระดับน้ำ, อัตราการไหล, ข้อมูลน้ำท่วม
- **ข้อมูลน้ำบาดาล** - ปริมาณน้ำที่ซึมสู่ชั้นดิน (infiltration), การไหลซึมของน้ำในดิน (seepage)

47. ตำแหน่งสถานีตรวจสอบ ควรติดตั้งสถานีในบริเวณ:

- สถานีตรวจสอบของ MRC ที่อยู่ใกล้ที่สุดซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านเหนือน้ำของโครงการ หรือสถานีที่ตั้งอยู่ด้านท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายหลัก เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลอุทกวิทยาในลุ่มน้ำและความต่อเนื่องในการตรวจวัดข้อมูลที่มีระยะเวลายาวนาน (> 10 ปี)
- บริเวณเหนือน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำในอนาคต (ด้านเหนือน้ำของช่วงที่เกิดน้ำเท้อ) เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขการไหลเข้าในระยะยาว
- บริเวณเหนือน้ำของตำแหน่งก่อสร้างเขื่อนในอนาคต (ภายในพื้นที่กักเก็บน้ำในอนาคต)

- บริเวณที่จุดปลายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในอนาคต (ด้านท้ายน้ำของโครงสร้างระบายน้ำจากเขื่อน) และ
- ตำแหน่งที่สถานที่เหมาะสมในบริเวณท้ายน้ำของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำในระยะทางที่เกิดผลกระทบที่มีนัยสำคัญของโครงการ (ตามข้อ 20 ที่มีระยะที่สอดคล้องกับลักษณะของลำน้ำ และในช่วงที่สะท้อนถึงลักษณะเฉพาะของแม่น้ำ โดยคำนึงถึงที่ตั้งของแม่น้ำสาขาและที่ตั้งของโครงการอื่นๆ ที่ตั้งอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำ)

48. เครือข่ายสถานีตรวจวัดด้านอุทกวิทยาควรครอบคลุมสถานีตรวจวัดของลำน้ำสาขาบริเวณเหนือน้ำของที่ตั้งโครงการที่มีส่วนร่วมในการนำน้ำไปเก็บในพื้นที่กักเก็บน้ำ นอกจากนี้ ควรรวบรวมข้อมูลจากลำน้ำสาขาที่อยู่ด้านท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่จะก่อสร้างในอนาคต เนื่องจากการไหลของลำน้ำสาขาเหล่านี้สามารถมีผลกระทบต่อระดับน้ำที่ปลายน้ำที่ปล่อยออกจากโครงการซึ่งส่งผลกระทบต่อน้ำเท้อได้ (เช่น การเกิดกระแสน้ำที่อาจมีผลต่อการเดินเรือผ่านช่องทางเดินเรือ)

49. ข้อมูลอนุกรมเวลาของระดับน้ำสำหรับการวางแผน/ออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินการควรถูกวัดที่สถานีตรวจวัดถาวรและชั่วคราวที่ตั้งอยู่ในช่วงลำน้ำที่เสถียรและอ้างอิงกับระดับทะเลปานกลาง (MSL) ข้อมูลเหล่านี้ควรจะเป็นข้อมูลรายชั่วโมงโดยเฉพาะในช่วงลำน้ำที่ได้รับผลกระทบจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่อยู่ด้านบนหรือช่วงลำน้ำที่ต่อเนื่องจากสถานที่ก่อสร้าง เพื่อให้สามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้นๆ ได้

50. ข้อมูลอนุกรมเวลาการปล่อยน้ำสำหรับการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และการดำเนินการควรประกอบด้วยการวัดซ้ำกันที่ระดับการปล่อยน้ำต่างๆ (อัตราการไหลต่ำไปยังอัตราการไหลสูง) ที่สถานีตรวจวัดระดับน้ำเพื่อสร้างเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำ ซึ่งสามารถแนะนำปริมาณการไหลได้ในช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำการสำรวจ ทั้งนี้แนะนำให้ทำการปรับปรุงผลกระทบจากการสลับสถานะ (hysteresis) และผลกระทบจากน้ำเท้อ ข้อมูลอนุกรมเวลาการปล่อยน้ำยังควรให้ข้อมูลความเร็วการไหลและความลึกที่สามารถใช้สำหรับการจำลองตะกอนและคุณภาพของน้ำ รวมถึงการสนับสนุนการปรับแก้แบบจำลองชลศาสตร์ได้อีกด้วย

51. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลชี้วัดทางชลประทานควรสามารถครอบคลุมได้ทั้งปีซึ่งมีทั้งรูปแบบการไหลต่ำและสูง และยังต้องให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความแปรปรวนระหว่างปีซึ่งมีความสำคัญมากในลุ่มน้ำโขง และควรถูกนำมาพิจารณาในการออกแบบโครงการ ข้อมูลสนามสำหรับโครงการจะต้องถูกเก็บรวบรวมเป็นเวลาอย่างน้อยหนึ่งปี ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ควรถูกเก็บรวบรวมก่อนการยื่นเอกสารเข้าสู่กระบวนการ PNPCA และควรอธิบายโดยพิจารณาแนวโน้มระยะยาวโดยการมีระบบการตรวจวัดระยะยาวที่รวมอยู่ในโครงการ การเก็บ

ข้อมูลสนามควรดำเนินต่อไปตลอดระยะเวลาก่อนมีโครงการเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแปรปรวนระหว่างปีและนำมาใช้ในการออกแบบโครงการอย่างละเอียด ระยะเวลาของการบันทึกการไหลควรมีช่วงระยะเวลาอย่างน้อยสิบปีสำหรับวัตถุประสงค์ในการวางแผนและออกแบบ ยิ่งมีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ยาวนานเท่าไหร่ ก็ยิ่งเพิ่มระดับความมั่นใจและเข้าใจความเสี่ยงด้านอุทกวิทยาได้ดียิ่งขึ้น

52. แนะนำให้ปฏิบัติตามแนวปฏิบัติการตรวจสอบและการจัดการคุณภาพข้อมูลอุทกวิทยาที่พัฒนาขึ้นโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO, 2008) ข้อมูลการติดตามตรวจวัดควรได้รับการตรวจสอบว่ามีคุณภาพดี รวมถึงการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลเพื่อระบุช่องว่างและความไม่สอดคล้องกับแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงชี้วัดธรณีวิทยาที่เป็นมาตรฐาน

53. แหล่งข้อมูลที่สำคัญสำหรับการติดตามตรวจวัดระยะยาวของข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาในลุ่มน้ำโขงหลักคือฐานข้อมูลอุทกวิทยาของ MRC ร่วมกับฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาระดับชาติที่มีอยู่เดิม

54. อาจพิจารณาการดำเนินการโดยใช้เครือข่ายโทรมาตรสำหรับการวัดระดับน้ำในลำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงการไหลเข้าจากประเทศจีนที่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณฝน การขยายเพิ่มเติมเพื่อรวมเรดาร์ปริมาณน้ำฝนและแหล่งข้อมูลอื่น ๆ และการรวมโมดูลการคาดการณ์อาจปรับปรุงระยะเวลารอคอยในการทำนายการไหลเข้าอย่างมีนัยสำคัญ

แนวทางสำหรับแบบจำลองและการวิเคราะห์

55. ควรใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์เพื่อหาเงื่อนไขที่เฉพาะเจาะจงระหว่างสถานีตรวจวัดและโครงสร้างเขื่อน และทำการพยากรณ์สภาพอนาคตทั้งในกรณีที่มีและไม่มีโครงสร้างเขื่อนที่เสนอเพื่อการก่อสร้าง การดำเนินการของเขื่อนที่ตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำอาจต้องถูกจำลองและวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน ข้อ 24 จะให้ข้อพิจารณาเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลองและวิเคราะห์ ข้อ 56-60 สามารถใช้เป็นแนวทางและปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเงื่อนไขเฉพาะของโครงการ

56. แบบจำลองทางอุทกวิทยาควรใช้เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของการไหลเข้าเนื่องจากโครงการอื่นที่ตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงการ แบบจำลองทางอุทกวิทยาควรได้รับการปรับแก้อย่างเหมาะสมด้วยข้อมูลจากสถานีวัดหลายแหล่งในระยะเวลาอย่างน้อย 12 เดือน ทั้งนี้สามารถใช้โครงสร้างกรอบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSF) ของ MRC ซึ่งมีแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ได้รับการตรวจสอบและปรับแก้อย่างเหมาะสมที่สุดให้ใช้เพื่อวัตถุประสงค์นี้ได้

57. แบบจำลองชลศาสตร์เชิงพลวัตร (dynamic hydraulic modelling) ควรใช้ร่วมกับแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อทำการพยากรณ์และประเมินผลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ การไหลของน้ำ และความเร็วของการไหลเนื่องจากการดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ และพิจารณาข้อควรระวังต่อไปนี้:

- แบบจำลองชลศาสตร์ควรได้รับการปรับและตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดทั้งหมดที่มีอยู่ การปรับแก้ควรดำเนินการเพื่อให้สามารถสร้างระดับน้ำและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำได้อย่างถูกต้อง และแบบจำลองควรสามารถให้ค่าความเร็วของการไหลในพื้นที่กักเก็บน้ำและแม่น้ำได้ด้วย
- แบบจำลองสำหรับตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทางน้ำ และการไหลในกรณีเขื่อนพังทลาย ควรดำเนินการร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยาและชลศาสตร์ของการไหล
- การสร้างแบบจำลองการพังทลายของเขื่อนเพื่อกำหนดขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมและอันตรายในพื้นที่ด้านท้ายเขื่อน (ดูส่วนที่ 7, ความปลอดภัยของเขื่อน)
- แบบจำลองชลศาสตร์ที่มีรายละเอียดสามารถใช้ประเมินการไหลที่ซับซ้อนที่ตำแหน่งทางน้ำเข้า (inlets) ช่องเดินเรือ ทางเข้าช่องเดินเรือ อ่างน้ำนิ่งและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลา
- อาจใช้แบบจำลองทางกายภาพเพื่อประเมินรายละเอียดบางประการของการไหลแบบสามมิติที่ซับซ้อนในบริเวณใกล้เคียงโครงสร้างเขื่อน การปรับขนาดแบบจำลองทางกายภาพต้องมีความเหมาะสมเพื่อการใช้งาน

58. ในการวิเคราะห์ด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ มีข้อควรพิจารณาดังนี้:

- ช่วงเวลาสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงปีน้ำน้อย (ความน่าจะเป็นมากกว่า 5%) และ ปีน้ำปกติและปีน้ำมาก
- เงื่อนไขสภาพภูมิอากาศปัจจุบันและสภาพภูมิอากาศที่เป็นไปได้ในอนาคต (รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล)
- การดำเนินงานของเขื่อนกักเก็บน้ำขนาดใหญ่แบบขั้นบันไดในแม่น้ำล้านช้างของประเทศจีน (โครงการเขื่อนเซี่ยวหวาน (Xiaowan) และ เขื่อนนัวซาดู (Nuozhadu)) และผลกระทบต่อการไหลของน้ำตามช่วงฤดูกาลในช่วงหลายปีที่ผ่านมา[3]
- โอกาสการพัฒนาในอนาคตในลุ่มน้ำด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำของโครงการ

3 MRC อาจให้ข้อมูลที่เกิดจากการศึกษาแบบจำลองที่ดำเนินการโดยเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินระดับลุ่มน้ำ

- สภาพการไหลและการเปลี่ยนแปลงของการไหลกรณีที่มีโครงการและไม่มีโครงการรวมถึงการพัฒนาในด้านเหนือน้ำ (เช่น การเปลี่ยนสภาพการไหล) และการพัฒนาด้านท้ายน้ำ (เช่นระดับน้ำด้านท้ายเขื่อน) ของโครงการ
- สภาพการไหลและการเปลี่ยนแปลงการไหลในระหว่างก่อสร้างและการดำเนินงาน
- การเปลี่ยนแปลงเชิงภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นเรื่อย ๆ และผลกระทบต่อระดับน้ำ เช่นกระบวนการการตกค้างของตะกอนที่เกิดจากน้ำเท้อหรือระดับน้ำท่วมที่ลดลงเนื่องจากการขุดลำน้ำที่ด้านท้ายเขื่อน

59. ผลการประเมินควรนำเสนอในเอกสารสำหรับกระบวนการ PNPCA สำหรับตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่สำคัญซึ่งสะท้อนถึงความเสี่ยงและความอ่อนไหวของระบบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการไหล ซึ่งควรนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้:

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาเบื้องต้นสำหรับกระบวนการ PNCPA ซึ่งควรครอบคลุม ปริมาณของน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำและเวลาในการเก็บกัก ปริมาณน้ำเข้า ความเร็วของน้ำภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ แบบแผนการปล่อยน้ำที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการทำงานของบานระบาย และอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำและด้านท้ายเขื่อนโดยรวม ข้อแนะนำที่เป็นเชิงเฉพาะเกี่ยวกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่จำเป็นจะถูกอธิบายไว้ในส่วนอื่น ๆ ของคำแนะนำนี้
- กรอบการวัดผลของ MRC (MRC Indicator Framework) และแนวปฏิบัติการลดผลกระทบจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ (MRC, 2018b) สามารถใช้อ้างอิงได้สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมในการเลือกตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง โดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถอ้างอิงการศึกษาของ MRC ที่เกี่ยวข้องและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับกรอบการวัดผล

60. การวิเคราะห์เรื่องการเปลี่ยนแปลง ผลกระทบ และทางเลือกสำหรับการบรรเทาด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ควรระบุผลกระทบที่เหลืออยู่โดยชัดเจนและจัดทำเอกสารระบุตำแหน่งเหล่านี้บนแม่น้ำตามข้อ 7 และ 24

2.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน

61. ทางเลือกการบรรเทาผลกระทบควรได้รับการประเมินเพื่อหาว่าทางเลือกใดจะช่วยแก้ไขความเสี่ยงที่ระบุได้ดีที่สุด ผลการจำลองและการตรวจสอบควรใช้เพื่อช่วยระบุการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่มีผลต่อมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคม-เศรษฐกิจ และเพื่อระบุและเพิ่มประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาที่เหมาะสม มาตรการบรรเทาควรแก้ไขความเสี่ยงที่ระบุไว้อย่างชัดเจน ตารางที่ 2.2 ได้ระบุทางเลือกมาตรการบรรเทาที่คำนึงถึงแหล่งกำเนิดของผลกระทบหลักที่เกี่ยวข้องด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์

ตารางที่ 2.2 ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบเพื่อจัดการกับการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาหรือชลศาสตร์	ตัวเลือกการบรรเทาความเสียหาย
การเปลี่ยนแปลงในการไหลด้านท้ายน้ำในช่วงเวลาประจำวันหรือในช่วงเวลาสั้นๆ	• การวางตำแหน่งโครงการเพื่อลดผลกระทบต่อด้านท้ายน้ำเนื่องจากรูปแบบลำน้ำหรือลำน้ำสาขา • กฎการดำเนินการร่วมกันของเขื่อนขั้นบันได Cascade Joint Operating Rules) เพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องกัน • กฎการดำเนินการเฉพาะโครงการเพื่อลดความผันผวนของการไหลด้านท้ายเขื่อน (ในกรณีที่จำเป็น เขื่อนที่ตั้งอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของเขื่อนแบบขั้นบันไดสามารถดำเนินการเป็นเขื่อนเพื่อการควบคุมน้ำในกิจกรรมดำเนินการเฉพาะของการต่อเข้ากัน) • ระบบการแจ้งและการเตือนเหตุการณ์การไหลข้ามสันเขื่อนหรือการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำอย่างรวดเร็ว
พื้นที่กักเก็บน้ำในแม่น้ำ	• การวางตำแหน่งและออกแบบเพื่อลดพื้นที่น้ำท่วม • การวางตำแหน่งและออกแบบเพื่อลดเวลาน้ำท่วมขัง • กฎการเติมน้ำในเขื่อนเพื่อพิจารณาการปิดกั้นการไหลภายหลังการสร้างเขื่อน • กฎการดำเนินการสำหรับการกักเก็บน้ำเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำและป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมสูงถึงด้านเหนือน้ำ

ขั้นตอนการวางแผนและออกแบบ

62. การวางตำแหน่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในขั้นตอนแรกของการวางแผนสามารถช่วยลดผลกระทบต่อพื้นที่อ่อนไหวจากน้ำท่วมหรือความผันผวนของกระแสน้ำท้ายน้ำ เช่น ที่ราบน้ำท่วมที่มีคุณค่าทางนิเวศวิทยาสูงหรือพื้นที่เมืองใหญ่ ความผันผวนของระดับน้ำอาจรุนแรงที่สุดในทันทีที่ปลายน้ำของโครงการ แต่จะลดลงที่ปลายน้ำเพิ่มเติมเนื่องจากการลดทอนของการไหล

63. กฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ หรืออย่างน้อยหลักการการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ ควรได้รับการจัดทำขึ้นในขั้นตอนการออกแบบความเป็นไปได้ และรวมอยู่ในการประเมินทางเศรษฐกิจ/การเงินของโครงการ กฎการดำเนินงานควรคำนึงถึง:

- กฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได (Cascade Joint Operating Rules) ที่มุ่งเป้าไปที่การรับรองการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกันของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำภายในระบบเขื่อนแบบขั้นบันได
- วัตถุประสงค์เพื่อการไหลเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำของโครงการ
- ความจำเป็นในการบำรุงรักษาปริมาณการไหลขั้นต่ำในส่วนท้ายน้ำที่เกี่ยวข้องกับการหยุดชะงักเป็นครั้งคราวของการดำเนินงานของสถานีไฟฟ้า
- อัตราการเปลี่ยนแปลงของกำลังการผลิตไฟฟ้า (ramping rates) ตามข้อ 70 และ
- การจัดการความเสี่ยงด้านท้ายสน้ำเมื่อเปิดหรือปิดกังหันหลายตัวในช่วงเวลาสั้นๆ ในช่วงฤดูแล้ง

64. โครงสร้างเขื่อนรวมถึงกังหัน วาล์วบายพาส (bypass valves) อาคารระบายน้ำท้ายน้ำแบบประตู (gated outlets) และอาคารระบายน้าล้นแบบติดตั้งประตูบนสันฝาย (gated spillway) มีข้อควรพิจารณาดังนี้:

- ถูกออกแบบให้สามารถให้น้ำไหลผ่านได้ในช่วงการไหลต่างๆ (รวมถึงน้ำท่วมรุนแรง) และ
- มีความสามารถเพียงพอในการปิด-เปิดได้ตลอดช่วง (หรือบางส่วน) ของอัตราการเปลี่ยนแปลงขึ้น/ลงของกำลังการผลิตไฟฟ้า (up-ramping and down-ramping) ขณะที่การเติมน้ำหรือลดระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำอาจเกิดขึ้น เช่น การระบายตะกอน การบำรุงรักษา ภัยพิบัติที่ต้องหยุดการทำงานอย่างรวดเร็ว ข้อบกพร่องทางไฟฟ้าหรือกลไก เป็นต้น

65. ผลกระทบของการพัฒนาเขื่อนเพิ่มเติมในเขื่อนแบบขั้นบันไดในอนาคตที่เป็นไปได้ ควรได้รับการพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน[4] (เช่น เพื่อให้น้ำไหลผ่านจากการดำเนินงานของเขื่อนด้านเหนือน้ำ) และเกี่ยวกับการไหลด้านท้ายน้ำ

ขั้นตอนการก่อสร้าง

66. ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงให้เห็นว่ามีการระบุและประเมินปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบการไหลด้านท้ายน้ำของโครงสร้างพื้นฐานของโครงการในระหว่างการก่อสร้างโครงการและการเติมน้ำเข้าเขื่อนเพื่อการกักเก็บ ซึ่งการติดตามข้อมูลดังกล่าวจะช่วยให้สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ได้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

67. กฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได (Cascade Joint Operating Rules) ควรได้รับการจัดตั้งขึ้นโดยประเทศสมาชิกอย่างน้อยหนึ่งประเทศที่โครงการตั้งอยู่ ร่วมกับผู้พัฒนาโครงการและประเทศผู้นำเข้าไฟฟ้า และควรปรึกษาประเทศสมาชิกที่อาจได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได ทั้งนี้กฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันไดควรจัดให้มีกรอบการทำงานสำหรับกฎการปฏิบัติงานเฉพาะโครงการสำหรับโครงการทั้งหมดภายในโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได ตามข้อ 3 และ 29

68. กฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได (Cascade Joint Operating Rules) ควรสะท้อนถึงประเด็นสำคัญที่ต้องมีการประสานงานเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบสะสม สิ่งเหล่านี้อาจรวมถึง ตัวอย่างเช่น กฎการจัดการน้ำท่วมทั่วไปที่ควบคุมการปิดและเปิดบานประตู การประสานงานของระยะเวลาการบำรุงรักษา กฎทั่วไปสำหรับการดำเนินการช่องเดินเรือ และกำหนดเวลาในการชะล้างตะกอน

69. กฎการดำเนินงานเฉพาะโครงการควรสอดคล้องกับกฎการดำเนินงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได แต่อาจมีข้อกำหนดที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นโดยพิจารณาเงื่อนไขและความต้องการในพื้นที่โครงการ อาจรวมถึงการกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำด้านท้ายเขื่อน หรือความต้องการปริมาณน้ำและความเร็วของการไหลในการดำเนินงานเพื่อการเดินทางผ่านของปลา (fish passage) เป็นต้น

4 ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาในอนาคตเหล่านี้อาจต้องมาจากประเทศเจ้าของโครงการหรือ MRC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนระดับชาติหรือระดับภูมิภาค

70. ควรพยายามลดความเสี่ยงที่ระบุอันเนื่องมาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำและอัตราการปล่อยน้ำด้านท้ายเขื่อนที่สัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตไฟฟ้าให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งจะดำเนินการเฉพาะโครงการและสาขาวิชาเฉพาะที่เกี่ยวข้อง ควรใช้การสร้างแบบจำลองการไหลเพื่อช่วยในการระบุความเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบจากอัตราการลดลงหรือการเพิ่มอย่างรวดเร็วของระดับน้ำที่สัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตไฟฟ้า และเพื่อทดสอบประโยชน์ของการเปลี่ยนแปลงอัตรากำลังการผลิตไฟฟ้าเพื่อการบรรเทาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น คำแนะนำบางประการที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของอัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตไฟฟ้าสำหรับหัวข้อเฉพาะสามารถพบได้ในแนวทางการลดผลกระทบจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ (MRC, 2018b)

2.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

71. แผนการติดตามด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ของโครงการควรพิจารณาคำแนะนำในข้อกำหนดที่ 26 ของ PNPCA โดยข้อมูลภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนการตรวจสอบด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานจะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับ:

- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการเกี่ยวกับการดำเนินงานรวมถึงตัวชี้วัดใด ๆ ที่อาจถูกแสดงในกฎการปฏิบัติงานเฉพาะโครงการหรือกฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได และ
- ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องหรืออ้างอิงถึงข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลสำหรับหัวข้อใด ๆ ที่รวมอยู่ในส่วนที่3 ถึง 9 ซึ่งอาจบ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการใช้การจัดการโครงการแบบปรับตัวได้ในอนาคต

72. โปรแกรมตรวจสอบที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2.3 ควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินการ และจะต้องปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมเพื่อให้ข้อมูลที่ต้องการสำหรับการบริหารจัดการในขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินการ และเพื่อตอบสนองความต้องการในข้อ 27

73. ตัวอย่างของการดำเนินการของโครงการที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำและการไหลที่อาจจะสามารถจัดการได้โดยการปรับการจัดการอย่างยืดหยุ่นได้ เช่นการปล่อยน้ำในอัตราการไหลขั้นต่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตไฟฟ้า ระดับน้ำในการกักเก็บและการผันผวนของระดับน้ำ กฎของน้ำท่วม (flood rules) และการปฏิบัติการของบานประตู แผนสำหรับโปรแกรมการติดตามโครงการควรพิจารณาว่าจะสามารถแจ้งได้ดีเพียงใดว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่เป็นแนวทางในการดำเนินงานด้านต่างๆ เหล่านี้หรือไม่

3
การเคลื่อนที่ของตะกอนและสภาพท้องน้ำ

3 การเคลื่อนที่ของตะกอนและสภาพท้องน้ำ

3.1 วัตถุประสงค์

74. วัตถุประสงค์สำหรับแนวทางการออกแบบเบื้องต้นเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา เพื่อ:

- การรักษาสมดุลทางธรณีสัณฐานวิทยาของแม่น้ำโขง
- ลดการเปลี่ยนแปลงของการพัดพาตะกอนไปยังสิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำให้น้อยที่สุด โดยคำนึงถึงปริมาณตะกอน ฤดูกาลของการพัดพาตะกอน และองค์ประกอบของขนาดตะกอน (grain-size composition)
- ลดผลกระทบด้านธรณีสัณฐานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของตะกอน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของตลิ่งแม่น้ำ ท้องน้ำและแหล่งอาศัยที่ของสัตว์น้ำและชายฝั่ง
- ลดการสะสมภายในและด้านท้ายน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำให้น้อยที่สุด เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำด้านเหนือน้ำและรักษาและปกป้องโครงสร้างพื้นฐานของโครงการ

75. ไม่มีขั้นตอนของ MRC ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเคลื่อนที่ของตะกอนหรือธรณีสัณฐานวิทยา ความสำคัญของการเคลื่อนที่ของตะกอนเป็นที่ยอมรับโดยประเทศภาคีที่ให้ความร่วมมือในการติดตามการเคลื่อนไหวของตะกอนผ่านโครงการติดตามอัตราการไหลและตะกอน (Koehnken, 2014) นอกจากนี้ หัวข้อของการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยายังปรากฏอยู่ในโครงการการใช้น้ำของ MRC (MRC Water Utilisation Programme) ในอดีต โครงการริเริ่มของ MRC เพื่อการศึกษาไฟฟ้าพลังน้ำอย่างยั่งยืน (MRC, 2014) และในการศึกษา MRC ที่เผยแพร่อื่น ๆ

3.2 ความเสี่ยง

76. เขื่อนขัดขวางความต่อเนื่องตามธรรมชาติของการเคลื่อนที่ของตะกอนในระบบแม่น้ำ ทำให้เกิดการสะสมภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ และเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนและองค์ประกอบของตะกอนในน้ำที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำด้านท้ายน้ำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีนัยหลายประการต่อคุณภาพน้ำ ระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ การประมง การเดินเรือ กิจกรรมเชิงพาณิชย์ และการใช้ประโยชน์ในชุมชน

77. ควรประเมินความเสี่ยงในการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานที่อาจเกิดขึ้น ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของตะกอนและความเสี่ยงด้านธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำสรุปไว้ใน **ตารางที่ 3.1**

ตารางที่ 3.1 ความเสี่ยงด้านการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การเปลี่ยนแปลงความสมดุลทางสัณฐานวิทยาของแม่น้ำโขง	
เขื่อนสามารถเปลี่ยนแปลงธรรมชาติ เวลา และรูปแบบการกระจายตัวของการพัดพาตะกอนในระบบแม่น้ำ	ถือเป็นความเสี่ยงระดับใหญ่ที่มีการเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบต่อไปนี้ การหลีกเลี่ยง การลดผลกระทบนี้เป็นจุดมุ่งหมายโดยรวมของการจัดการตะกอนในโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ
การดักจับตะกอนภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ	
การสะสมที่ด้านเหนือน้ำบริเวณน้ำนิ่งและที่จุดเข้าของแม่น้ำสาขาสามารถเพิ่มระดับท้องน้ำและความเสี่ยงของน้ำท่วมด้านเหนือน้ำและส่งผลกระทบต่อการเดินเรือ	ระดับของการดักจับตะกอนมีความสัมพันธ์กับระบบการไหลภายในพื้นที่กักเก็บน้ำและลักษณะของตะกอนที่ไหลเข้า ตะกอนขนาดใหญ่ที่สุดโดยทั่วไปจะถูกดักจับไว้ที่โครงการด้านเหนือน้ำมากที่สุดในกรณีของเขื่อนแบบขั้นบันไดหรือด้านท้ายน้ำของทางแยกของลำน้ำสาขา
การสะสมของตะกอนสามารถส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้าพลังน้ำและส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน	ตะกอนสามารถปิดกั้นประตู สร้างความเสียหายแก่กังหัน และลดที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในเขื่อน การสะสมของตะกอนยังส่งผลต่อคุณภาพน้ำ (ส่วนที่ 4)

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การลดตะกอนด้านท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ	
การกัดเซาะด้านท้ายน้ำที่เพิ่มขึ้น นำไปสู่การเพิ่มระดับความลึกของท้องน้ำและร่องน้ำขยายกว้าง การกัดเซาะจะดำเนินไปด้านท้ายน้ำเมื่อตะกอนหมดสิ้นไปจนกว่าจะมีการสร้างสมดุลตะกอนขึ้นใหม่	• การกัดเซาะเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโครงสร้างพื้นฐาน • การกัดเซาะและรอยบากสามารถเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินในท้องถิ่น ซึ่งส่งผลต่อเสถียรภาพของตลิ่งและน้ำที่นำไปใช้ได้ • แม่น้ำที่ตะกอนน้ำพาไหลผ่านมีแนวโน้มที่จะกัดเซาะมากสุด • ความเสี่ยงที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคือด้านท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำตัวสุดท้ายในแบบขั้นบันไดหรือที่มีแม่น้ำไหลตามธรรมชาติผ่านระหว่างโครงการ ความเสี่ยงจากการกัดเซาะจะลดลงหากโครงการปล่อยน้ำลงสู่อีกพื้นที่กักเก็บน้ำ • การกัดเซาะจะเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งส่งผลต่อระบบนิเวศวิทยาทางน้ำและการประมง (ส่วนที่ 5 และ 6)
การเปลี่ยนแปลงขนาดตะกอนที่ปล่อยออกมาด้านท้ายน้ำ	• การเปลี่ยนแปลงขนาดตะกอนส่งผลต่อลักษณะธรณีสัณฐานและการกระจายที่อยู่อาศัยและความพร้อมใช้งาน นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายตัวของตะกอนและสารอาหารที่ด้านท้ายน้ำ อาจเกิดขึ้นโดยอาจส่งผลกระทบอาจเกิดขึ้นต่อโตนเลสาบและสามเหลี่ยมปากแม่น้ำในประเทศเวียดนาม • การดักจับทรายจะทำให้ผลกระทบจากเหมืองทรายด้านท้ายน้ำรุนแรงขึ้น

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
เพิ่มความเสี่ยงในการกัดเซาะบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำและชายฝั่ง การลดลงของตะกอนดินละเอียดของป่าชายเลนและธาตุอาหารในบริเวณชายฝั่ง	• การกัดเซาะของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเพิ่มความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและคลื่นพายุซัดฝั่งที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง • มีผลกระทบต่อการทำเหมือง
ความผันผวนของระดับน้ำภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ	
น้ำขังและการสูญเสียพืชพรรณบนชายฝั่ง นำไปสู่การกัดเซาะตลิ่งที่เพิ่มขึ้นและความเสี่ยงของแผ่นดินถล่ม	• การเชื่อมโยงกับธรณีวิทยา ดิน และความลาดชันของหุบเขา
ความผันผวนของระดับน้ำด้านท้ายน้ำ	
ความเค้นเฉือนที่เพิ่มขึ้นระหว่างความผันผวนของระดับน้ำอย่างรวดเร็วจะเพิ่มการกัดเซาะตลิ่งและความอ่อนไหวต่อกระบวนการกัดเซาะจากการซึม (piping)	• ความเสี่ยงที่สูงขึ้นเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานบริเวณจุดยอดสุด • ความเสี่ยงที่มากที่สุดของการกัดเซาะเมื่อทางน้ำออกของเขื่อนไหลลงสู่แม่น้ำที่ไหลอย่างอิสระ เช่น ท้ายน้ำของโครงการลำดับสุดท้ายในเขื่อนแบบขั้นบันไดหรือแม่น้ำที่พัดพาตะกอนจากลุ่มน้ำซึ่งมีการไหลอย่างอิสระ • ความเสี่ยงจะลดลงเมื่อมีการไหลเข้าสู่อ่างกักเก็บอื่น
การกัดเซาะตลิ่ง ซึ่งเกิดจากการควบคุมช่วงระดับน้ำซึ่งนำไปสู่การกัดเซาะตลิ่งที่เพิ่มขึ้น	• ช่วงการปล่อยน้ำที่มีจำกัด จะส่งผลให้ระดับน้ำแยกจากการปล่อยน้ำเข้าสู่กังหัน และส่งผลให้เกิดการกัดเซาะตลิ่งเพิ่มขึ้น ความเสี่ยงนี้เกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อน้ำที่ระบายออกจากโครงการลำดับสุดท้ายในเขื่อนแบบขั้นบันไดไหลลงสู่แม่น้ำในลุ่มน้ำที่ไหลอย่างอิสระ

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การดำเนินงานการจัดการตะกอน	
การเคลื่อนย้ายและการชะล้างของตะกอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของแม่น้ำด้านท้ายน้ำและคุณภาพน้ำ	• การดำเนินงานของประตูระบายน้ำล้นระดับต่ำ (low-set spillway gates) อาจถูกนำมาใช้เพื่อชะล้าง / เคลื่อนย้ายตะกอนที่ติดอยู่ในพื้นที่กักเก็บน้ำ การปล่อยตะกอนเหล่านี้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสัณฐานวิทยาของแม่น้ำทันทีในบริเวณด้านท้ายน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำ
การตัดขาดความเชื่อมโยงระหว่างการไหลและการพัดพาตะกอน	
'จังหวะ' ของตะกอนตามฤดูกาลหายไป การแยกส่วนของการไหลของสาขาและแม่น้ำสายหลัก	• สิ่งนี้ส่งผลต่อรูปแบบการกระจายตัวของตะกอนและธาตุอาหาร รวมถึงการสะสมของที่ราบน้ำท่วมถึง • สามารถส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางนิเวศวิทยา (คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทางน้ำ การประมง) การเกษตรในที่ราบน้ำท่วมถึง และความสมดุลของตะกอนในระบบโตนเลสาบ
การเพิ่มขึ้นของตะกอนในระหว่างการก่อสร้าง	
ตะกอนที่เพิ่มขึ้นสามารถปกคลุมแหล่งที่อยู่อาศัยและส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศวิทยาทางน้ำและคุณภาพน้ำ	• ตะกอนที่เพิ่มขึ้นสามารถเติมพื้นกรวดและเปลี่ยนการตอกหยั่งแบบเบา นอกจากนี้ยังสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการก่อสร้างในโครงการสาขา
การเพิ่มขึ้นของตะกอนที่ไหลลงสู่พื้นที่กักเก็บน้ำของโครงการด้านท้ายน้ำ	• สามารถส่งผลกระทบต่อการจัดการตะกอนและกลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบในโครงการด้านท้ายน้ำและเขื่อนแบบขั้นบันได สิ่งเหล่านี้ยังสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการก่อสร้างโครงการในลำน้ำสาขา

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การรบกวนทางบกระหว่างการก่อสร้าง	
การก่อสร้างถนนทางเข้าและโครงสร้างพื้นฐานสามารถเพิ่มความเสี่ยงต่อแผ่นดินถล่ม	• เชื่อมโยงกับธรณีวิทยา ดิน ความลาดชันของหุบเขาและวิธีการก่อสร้าง

78. ควรพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของโครงการเขื่อนแบบขั้นบันไดและตำแหน่งที่สัมพันธ์กับโครงการในลำน้ำสาขาเมื่อระบุความเสี่ยง ควรพิจารณาถึงศักยภาพในการพัฒนาแม่น้ำสายหลักหรือสาขาในอนาคตที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขและความเสี่ยง

3.3 การติดตามและการวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

79. ข้อมูลที่นำส่งสำหรับกระบวนการ PNPCA ควรแสดงให้เห็นถึงข้อมูลเชิงปริมาณในช่วงก่อนมีโครงการและการระบุข้อมูลเชิงปริมาณของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นสำหรับการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา ตามวิธีการติดตามและการสร้างแบบจำลอง ข้อมูลที่นำส่งควรรวมถึง:

- การติดตามเฉพาะพื้นที่ของการเคลื่อนที่ของตะกอนและลักษณะทางธรณีสัณฐานในระดับเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมกับการพัฒนาโครงการ
- แบบจำลองพื้นฐานเชิงตัวเลขการเคลื่อนที่ของตะกอนที่รวมเข้ากับแบบจำลองการเคลื่อนตัวทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ดูส่วนที่ 2.3) แบบจำลองนี้ควรมีความสามารถในการหาปริมาณการเคลื่อนที่ตะกอนและการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำในเชิงพื้นที่และเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงข้ามพรมแดนที่อาจเกิดขึ้น อาจต้องใช้แบบจำลองมากกว่าหนึ่งแบบจำลองเพื่อเก็บรายละเอียดที่จำเป็นใกล้กับที่ตั้งโครงการเขื่อนและโครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้าพลังน้ำอย่างเพียงพอ และเพื่อบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานตลอดความยาวของแม่น้ำ
- การสร้างแบบจำลองเชิงตัวเลขอาจเสริมด้วยการสร้างแบบจำลองทางกายภาพในระหว่างขั้นตอนการออกแบบโดยละเอียด แบบจำลองทางกายภาพใด ๆ ควรได้รับการออกแบบโดยใช้กฎหมายตามขนาดที่เกี่ยวข้อง และการประเมินและอธิบายตัวแปรทางชลศาสตร์และตะกอนที่เกี่ยวข้อง (เช่น Froude number, Reynolds values, Shields parameters)

80. ควรใช้การติดตามและการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายและหาข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับเงื่อนไขพื้นฐาน (baseline conditions) ของโครงการและการดำเนินงานโครงการที่มีศักยภาพ โดยครอบคลุมถึง:

- คำอธิบายเชิงปริมาณของสภาพแวดล้อมที่ปรากฏอยู่ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ตะกอนและลักษณะธรณีสัณฐานตามที่ระบุไว้ในข้อ 81
- ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการระบุและประเมินการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับแม่น้ำ เนื่องจากการพัฒนาตามที่ระบุไว้ในข้อ 82
- ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการระบุความเสี่ยงตามที่ระบุไว้ในส่วนที่ 3.2 และการระบุและเพิ่มประสิทธิภาพมาตรการบรรเทาผลกระทบตามที่ระบุไว้ในส่วนที่ 3.4

81. คำอธิบายของสภาพแวดล้อมที่ปรากฏอยู่ควรรวมถึง แต่ไม่จำกัดเพียง:

- ประมาณการปริมาณตะกอนประจำปีโดยแบ่งออกเป็นฤดูกาล รวมถึงการบ่งชี้ความแปรปรวนของตะกอนและแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอื่น ๆ (เช่น การลดลงของปริมาณตะกอนเมื่อเวลาผ่านไปเนื่องจากเขื่อนในแม่น้ำสายหลักหรือเขื่อนในแม่น้ำสาขา)
- การกระจายขนาดตะกอนตามฤดูกาล โดยใช้คำจำกัดความขนาดตะกอนและระบบการตั้งชื่อที่กำหนดไว้ในคำจำกัดความด้านท้ายข้อกำหนดนี้ (Definition of Terms)
- ลักษณะธรณีสัณฐานที่มีอยู่และรูปแบบของการสะสมตะกอนและการกัดเซาะในพื้นที่โครงการ (รวมถึงพื้นที่กักเก็บน้ำและด้านท้ายน้ำ)
- คำอธิบายของการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานปัจจุบันที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่มีอยู่

82. คำอธิบายของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่ปรากฏอยู่ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ ควรครอบคลุม:

- การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของตะกอน[5] ภายในเขื่อนและด้านท้ายน้ำตลอดอายุของโครงการ เช่น การตกตะกอนของพื้นที่กักเก็บน้ำ การเคลื่อนที่ของตะกอนด้านท้ายน้ำของเขื่อน และ

5 ข้อมูลระดับลุ่มน้ำและการเปลี่ยนแปลงอาจถูกตรวจสอบผ่านการประเมินของ MRC (เช่น ผ่านการวางแผนลุ่มน้ำของ MRC)

การเปลี่ยนแปลงร่องน้ำด้านท้ายน้ำของเขื่อน

- การประเมินว่าผลกระทบจากโครงการมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เนื่องจากการพัฒนาด้านเหนือน้ำหรือท้ายน้ำที่วางแผนไว้ในอนาคตโดยผู้พัฒนาโครงการและประเทศเจ้าภาพ โดยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานระดับภูมิภาคตามที่กำหนด ตัวอย่างเช่น MRCS
- คำอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์คาดการณ์ของการตกตะกอนของพื้นที่กักเก็บน้ำ โครงสร้างพื้นฐานการจัดการตะกอน และการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานทางกายภาพด้านท้ายน้ำเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาสัมปทาน สิ่งนี้จะช่วยให้ประเทศภาคีที่เกี่ยวข้องสามารถรวมมาตรฐานคุณภาพ ข้อกำหนดการออกแบบ และเป้าหมายการดำเนินงานไว้ในข้อตกลงสัมปทาน เพื่อให้มั่นใจในมูลค่าของสินทรัพย์ ณ เวลาที่ยกเลิก
- คำอธิบายวิธีการจัดการแบบปรับตัวที่จะดำเนินการในช่วงระยะเวลาสัมปทานและความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน

แนวทางสำหรับการติดตาม

83. แนวทางการติดตามการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยาควรแสดงในข้อมูล PNPCA เพื่อให้เพียงพอต่อการออกแบบขั้นการศึกษาความเป็นไปได้อย่างครบถ้วน เพื่อสนับสนุนการสร้างแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ผลกระทบ และเพื่อช่วยในการประเมินผลกระทบในภายหลัง ข้อ 23 กำหนดหลักการพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครือข่ายการติดตามโดยรวม เนื้อหาในส่วนต่อไปนี้สามารถใช้เป็นแนวทางและสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมกับเงื่อนไขเฉพาะของโครงการ

84. การติดตามติดตามควรครอบคลุมขอบเขตทางภูมิศาสตร์ที่เพียงพอเพื่อระบุผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการตามข้อ 20 จำนวนและที่ตั้งของตำแหน่งในการติดตามควรประกอบด้วย:

- ตำแหน่งตรวจสอบทางอุทกวิทยาที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2.3 เพื่อให้ปริมาณตะกอนที่ไหลเข้าและระบายออกจากพื้นที่โครงการในช่วงระยะเวลาก่อนมีโครงการได้รับการวัดปริมาณอย่างถูกต้อง
- สถานที่ตรวจสอบตะกอนและปริมาณการไหลของ MRC ที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการตรวจติดตามการเคลื่อนที่ของตะกอนกับชุดข้อมูลระยะยาวที่มีอยู่
- จุดกึ่งกลางของระยะทางที่จะเกิดน้ำเท้อด้านเหนือเขื่อนไปด้านเหนือน้ำ ในกรณีที่คาดว่าพื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำจะมีความยาวเกิน 40 กม. สถานที่ตรวจสอบเพิ่มเติมในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำในอนาคตอาจจำเป็นจะต้องอยู่ที่ปลายน้ำของการบรรจบกันของแม่น้ำสาขาใด ๆ ที่ไหลเข้ามาภายในขอบเขตการกัก

เก็บซึ่งมีปริมาณการไหลมากกว่า 2% ของปริมาณการไหลประจำปีของแม่น้ำโขงโดยเฉลี่ยต่อปี ตามที่มีการตรวจวัดที่บริเวณต้นน้ำของการบรรจบกันของแม่น้ำสาขานั้น

85. การติดตามตรวจสอบควรครอบคลุมพารามิเตอร์ดังนี้:

- การไหลและชลศาสตร์ของแม่น้ำ ตามที่อธิบายไว้ในส่วน 2.3 ซึ่งทุกข้อมูลการเคลื่อนย้ายของตะกอนต้องเชื่อมโยงกับเงื่อนไขทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ในห้วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง เช่นความเร็ว ปริมาณการไหลและความลึก
- การเคลื่อนย้ายของตะกอนแขวนลอย โดยใช้การเก็บตัวอย่าง depth-integrated isokinetic method หรือ point-integrated method[6] หรือเทียบเท่า แต่ละวิธีต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสม อาจรวมถึงการวัดปริมาณตะกอนและขนาดเม็ดด้วยเครื่องมือเลเซอร์ในสถานที่ (in-situ measurement) โดยมีการกระบวนการสอบเทียบระหว่างงานกับการเก็บตัวอย่างทางกายภาพและเครื่องมือเลเซอร์ และต้องรวมอยู่ในข้อมูลพื้นฐาน (baseline information)
- การกระจายขนาดของเม็ดตะกอนแขวนลอยโดยใช้กระบวนการทางเทคนิคในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการยอมรับและอ้างอิง ทั้งนี้รวมถึง การใช้เครื่องมือเลเซอร์หรือเอ็กซ์เรย์ในห้องปฏิบัติการ หรือการระบุขนาดเม็ดตะกอนแบบในที่โดยใช้เครื่องมือเลเซอร์
- การประมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ (bedload movement) โดยใช้วิธี Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) loop method[7] หรือวิธีที่เทียบเท่ากัน
- การแจกแจงขนาดและองค์ประกอบของเม็ดตะกอนท้องน้ำโดยใช้ขนาดชุดตะแกรงทดสอบมาตรฐานที่สอดคล้องกับขนาดของเม็ดตะกอนตามที่ระบุไว้ในคำจำกัดความท้ายคู่มือนี้

86. ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูลตะกอนควรเพียงพอที่จะสามารถครอบคลุมรอบปีทั้งหมดที่มีการไหลต่ำและสูงได้ ตลอดจนให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความแปรปรวนระหว่างปี ซึ่งมีนัยสำคัญในแม่น้ำโขง และควรเป็นปัจจัยในการออกแบบโครงการ ควรรวบรวมข้อมูลภาคสนามเฉพาะโครงการเป็นระยะเวลาอย่างน้อยหนึ่ง

6 Davis, BE, 2005. A Guide to the Proper Selection and Use of Federally Approved Sediment and Water-Quality Samplers: Vicksburg, MS, U.S. Geological Survey, Open File Report 2005-1087, 20 p

7 USGS. 2006, Application of the Loop Method for Correcting Acoustic Doppler Current Profiler Discharge Measurements Biased by Sediment Transport. Scientific Investigations Report 2006 – 5079

ปี สิ่งนี้ควรเกิดขึ้นทันทีก่อนที่จะมีการสรุปและส่งเอกสาร PNPCA และอธิบายโดยพิจารณาจากแนวโน้มระยะยาวโดยครอบคลุมข้อมูลของเครือข่ายการตรวจสอบที่รวมถึงสถานที่ตรวจสอบระยะยาวหนึ่งแห่งหรือมากกว่านั้น การรวบรวมข้อมูลภาคสนามควรดำเนินต่อไปตลอดช่วงก่อนมีโครงการเพื่อตรวจจับความแปรปรวนระหว่างปีให้ละเอียดขึ้นและใช้เพื่อประกอบการออกแบบโครงการโดยละเอียด

87. ความถี่ของการรวบรวมข้อมูลควรเชื่อมโยงกับอุทกวิทยาตามฤดูกาล ระยะเวลานี้จะช่วยให้สามารถบูรณาการกับผลการตรวจสอบตะกอนของ MRC และช่วยให้สามารถตีความข้อมูลภายในชุดข้อมูลที่กว้างขึ้นได้

- การตรวจวัดทุกพารามิเตอร์ควรจัดเก็บเป็นรายสัปดาห์ในช่วงฤดูน้ำมาก (ครอบคลุมตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม) และทุกสองสัปดาห์ในช่วงฤดูเปลี่ยนผ่าน (พฤษภาคมและพฤศจิกายน) ตามที่กำหนดไว้สำหรับแม่น้ำโขง[8] การตรวจสอบบ่อยครั้งมากขึ้นในช่วงระยะเวลาและเหตุการณ์การไหลสูงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการเคลื่อนย้ายและการชะล้างตะกอน
- ในช่วงฤดูน้ำน้อย (ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน) แนะนำให้ติดตามปริมาณตะกอนแขวนลอยทุกเดือนเท่านั้น

88. เนื่องจากพลวัตของตะกอนที่พื้นที่โครงการเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการขนาดใหญ่และระยะยาวของพลวัตของตะกอนในแม่น้ำโขง ข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่รวบรวมโดยผู้พัฒนาโครงการจึงควรมีความเกี่ยวข้องและเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลการติดตามตรวจสอบตะกอนของ MRC และควรตรวจสอบและอธิบายความแตกต่างที่มีนัยสำคัญใดๆ

คำแนะนำสำหรับการสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์

89. การสร้างแบบจำลองตะกอนควรสอดคล้องกับข้อ24 และบูรณาการกับการสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ดูส่วนที่ 2.3) การสร้างแบบจำลองตะกอนควรรวมถึงตะกอน การกระจายขนาดของเม็ดตะกอน และความแปรปรวนตามฤดูกาล สภาพพื้นฐานของแม่น้ำควรได้รับการจำลองและสอบเทียบโดยใช้ผลการติดตาม

90. สถานการณ์จำลองสำหรับการสะสมและการกัดเซาะตะกอนควรได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของความเข้าใจในปัจจัยต่าง ๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมจากการพื้นที่กักเก็บน้ำในอนาคต ความผันผวนตามฤดูกาล การปรากฏตัวของชั้นหินโผล่ (bedrock outcrops) และอิทธิพลของลำน้ำสาขา ควรรวมสถานการณ์ตรวจ

8 MRC. 2009. The Flow of the Mekong, MRC Management Information Booklet Series No. 2, Vientiane. 11 pp

สอบกฎการดำเนินงานเฉพาะโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการตะกอน เช่น การลดการสะสมตัวให้เหลือน้อยที่สุดในพื้นที่กักเก็บน้ำแบบน้ำนิ่ง การชะล้างตะกอน หรือการเคลื่อนย้ายตะกอนควรรวมอยู่ด้วย

91. แบบจำลองตะกอนควรแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของรูปแบบการดำเนินงานรายวันและรายปีของโครงการดังต่อไปนี้:

- ปริมาณและการกระจายขนาดของการสะสมในพื้นที่กักเก็บน้ำ รวมทั้งการสะสมบริเวณด้านเหนือน้ำ การดำเนินการแบบจำลองควรรวมถึงผลกระทบจากโครงการด้านเหนือน้ำที่เกี่ยวข้อง
- ปริมาณและลักษณะขนาดเม็ดของตะกอนที่ปล่อยลงสู่ด้านท้ายน้ำ
- การปรับร่องน้ำของแม่น้ำด้านท้ายน้ำซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของตะกอน และขอบเขตของอิทธิพลด้านท้ายน้ำของการดำเนินโครงการตามความผันผวนของระดับน้ำ ควรระบุการเปลี่ยนแปลงของร่องน้ำลึก รูปร่างร่องน้ำ ทรายและกรวด และแอ่งน้ำลึก ควรมีการอภิปรายเกี่ยวกับความไม่แน่นอนและข้อจำกัดของแบบจำลอง

92. แบบจำลองนี้ควรจะเพียงพอที่จะประเมินการออกแบบเพื่อลดการสะสมตะกอนที่หรือใกล้กับบานประตูน้ำล้น และการกักตะกอนผ่านกังหัน

93. แบบจำลองควรสามารถผสมผสานและแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาตะกอนในสภาวะต่าง ๆ ประเภทของข้อมูลที่ได้รับจากการสร้างแบบจำลองควรรวมถึง (ขึ้นอยู่กับมาตรการบรรเทากระทบที่ดำเนินการ):

- ประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวกับการจำกัดการสะสมตะกอนในพื้นที่กักเก็บน้ำและการปล่อยตะกอนประจำปีลงสู่ด้านท้ายน้ำ
- ความเข้มข้นของตะกอนสูงสุดที่น่าจะเกิดขึ้นที่ด้านท้ายน้ำระหว่างการชะล้างหรือเส้นทางของตะกอนและระยะเวลาที่คาดไว้ของความเข้มข้นของตะกอนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับการบรรเทา
- การเปรียบเทียบมาตรการบรรเทาผลกระทบเมื่อดำเนินการภายใต้รูปแบบการไหลที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การชะล้างระหว่างสภาวะการไหลสูงกับสภาวะการไหลต่ำ

94. ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ผลกระทบ และทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบสำหรับการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา ควรระบุผลกระทบที่เหลือและตำแหน่งที่จะเกิดขึ้นในแม่น้ำอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับข้อ 7 และ 25

3.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน

95. ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบควรได้รับการประเมินเพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดจะจัดการกับความเสี่ยงที่ระบุได้ดีที่สุด ควรใช้การสร้างแบบจำลองและผลการติดตามและข้อมูลโครงการในการประเมินศักยภาพการเคลื่อนย้ายตะกอนและความเสี่ยงทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และเพื่อระบุและเพิ่มประสิทธิภาพมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เหมาะสม ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบควรระบุถึงความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับโครงการอย่างชัดเจน ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายหลักสรุปไว้ในตารางที่ 3.2 ทั้งนี้ทุกความเสี่ยงอาจไม่สามารถนำไปใช้กับทุกโครงการ และอาจมีความเสี่ยงเพิ่มเติมที่ต้องพิจารณา ข้อมูลเพิ่มเติมมีระบุไว้ในข้อต่อไปของเอกสารคู่มือนี้

ตารางที่ 3.2 ทางเลือกการบรรเทาความเสี่ยงด้านการเคลื่อนที่ของตะกอนและธรณีสัณฐานสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก

ความเสี่ยง	มาตรการบรรเทา
การเปลี่ยนแปลงความสมดุลทางสัณฐานวิทยาของแม่น้ำโขง	• ตำแหน่งและออกแบบของโครงการเพื่อลดการหยุดชะงักของการจัดหาตะกอนและเพิ่มศักยภาพในการจัดการตะกอนและทางผ่าน
การดักจับตะกอนภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ	• ขนาดและการออกแบบของโครงการเพื่อลดเวลาของกักเก็บและเพิ่มการผ่านและการเคลื่อนที่ตะกอนให้สูงสุด • รวมถึงช่องทางออกระดับต่ำเพื่อให้น้ำขุ่นไหลผ่านได้ และดำเนินการกำหนดเส้นทางตะกอนและการชะล้างตะกอน • รวมสิ่งดักทรายและทางผ่านใกล้กังหัน

ความเสี่ยง	มาตรการบรรเทา
การลดตะกอนด้านท้ายน้ำเนื่องจากการสะสมที่เพิ่มขึ้นภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ	• การพัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อเพิ่มเส้นทางตะกอน (ทางเบี่ยงตะกอน เส้นทางระบายตะกอน) • การพัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานประจำปีเพื่อชะล้างตะกอนในช่วงเวลาที่เหมาะสมตามฤดูกาล โดยกำหนดเป้าหมายการไหลของน้ำและปริมาณตะกอนที่ไหลเข้าสูง • ใช้การป้องกันตลิ่งทางกายภาพ ที่การกัดเซาะตลิ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโครงสร้างพื้นฐานหรือชุมชน
ความผันผวนของระดับน้ำภายในพื้นที่กักเก็บน้ำซึ่งนำไปสู่การกัดเซาะและดินถล่ม	• พัฒนาขั้นตอนการดำเนินงานที่จะลดอัตราและช่วงของความผันผวนของระดับน้ำให้น้อยที่สุด • ใช้แบบค้ำยันทางกายภาพของตลิ่งเพื่อปกป้องโครงสร้างพื้นฐาน
ความผันผวนของระดับน้ำด้านท้ายน้ำซึ่งนำไปสู่การกัดเซาะและดินถล่ม	• พัฒนาอัตราการเปลี่ยนแปลงขึ้น/ลงของกำลังการผลิตไฟฟ้า เพื่อลดการกัดเซาะตลิ่งและลดปัญหาด้านความปลอดภัย • ใช้แบบค้ำยันทางกายภาพของตลิ่งเพื่อปกป้องโครงสร้างพื้นฐานและที่ดิน
ตัดขาดการเชื่อมต่อระหว่างการไหลและการพัดพาตะกอน	• การกำหนดการเคลื่อนย้ายของตะกอนหรือการชะล้างตะกอนในช่วงต้นของมรสุม เพื่อให้ตะกอนไหลสู่สิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำ • ประสานงานการเคลื่อนย้ายตะกอนและการชะล้างภายในเขื่อนแบบขั้นบันได เพื่อเพิ่มการเคลื่อนที่ตะกอนที่ด้านท้ายน้ำสูงสุด
การดำเนินงานการจัดการตะกอน	• ดำเนินการชะล้าง/การเคลื่อนย้ายของตะกอนในช่วงที่มีการไหลสูง โดยใช้ประตูทางระบายน้ำล้นระดับต่ำกับประตูระบายน้ำล้นระดับกลางเพื่อเจือจางความเข้มข้นตะกอนที่ด้านท้ายน้ำ • ประสานงานการเคลื่อนย้ายตะกอนและการชะล้างภายในเขื่อนแบบขั้นบันได เพื่อเพิ่มการเคลื่อนที่ตะกอนที่ด้านท้ายน้ำสูงสุด

ความเสี่ยง	มาตรการบรรเทา
การสร้างตะกอนที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง	• จัดชั้นความสูงของถนนทางเข้าและท่อระบายน้ำ เพื่อจำกัดตะกอนที่ไหลไปกับน้ำ • สร้างถนนทางเข้า ทำนบชั่วคราว และงานดินหลักอื่น ๆ ในช่วงฤดูแล้ง • ก่อสร้างและจัดการงานดักตะกอน
การรบกวนทางบกและดินถล่มระหว่างการก่อสร้าง	• ลดการรบกวนที่ดินในช่วงฤดูฝน • ก่อสร้างถนนตามเส้นชั้นความสูงโดยใช้หลักปฏิบัติทางวิศวกรรมที่ดี • สร้างถนนทางเข้า ทำนบชั่วคราว และงานดินหลักอื่น ๆ ในช่วงฤดูแล้ง • ก่อสร้างและจัดการงานดักตะกอน • ฟื้นฟูและการปลูกพืชในที่ดินถูกรบกวนโดยเร็วที่สุด

สถานที่ตั้ง

96. ผู้พัฒนาโครงการควรพิจารณาทางเลือกที่ตั้งเขื่อนในขั้นตอนการวางแผนแรกสุดที่เป็นไปได้ โดยใช้แบบจำลองเพื่อช่วยในการเลือกพื้นที่ซึ่งมีลักษณะทางธรรมชาติรวมกับระบบชลศาสตร์ของการไหลของแม่น้ำในบริเวณนั้น เพื่อช่วยให้ตะกอนผ่านได้ดีที่สุด ควรรวมศักยภาพของช่องบายพาสตะกอนไว้ในขั้นตอนการวางแผนเบื้องต้นนี้

97. ควรใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของตะกอนที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการทำงานอย่างปลอดภัยของความสามารถในการเกิดน้ำท่วมผ่านของเขื่อน

98. แผนผังเขื่อน รวมถึงตำแหน่งของทางเข้ากังหัน ช่องระบายระดับต่ำ และประตูน้ำล้น ควรได้รับการวางแผนเพื่อลดการทับถมของตะกอนใกล้กับทางเข้า และเพิ่มศักยภาพสูงสุดในการชะล้างตะกอนบ่อยครั้ง

โครงสร้างเขื่อน

99. โครงการเขื่อนแบบน้ำไหลผ่านที่มีพื้นที่กักเก็บน้ำขนาดเล็กและหัวน้ำต่ำ (low-head) จะดักจับตะกอนน้อยกว่าเขื่อนที่มีความจุกักเก็บ เนื่องจากตะกอนละเอียดจะถูกกักเก็บไว้ในรูปแบบของตะกอนแขวนลอยได้ง่ายกว่า และการเคลื่อนย้ายหรือการชะล้างตะกอนละเอียดและหยาบสามารถทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

100. เขื่อนและอาคารรับน้ำควรได้รับการออกแบบ เพื่อลดการสะสมและการกักเก็บตะกอนบริเวณใกล้เขื่อน เพื่อให้มั่นใจถึงความปลอดภัยการดำเนินงานในระยะยาว หากเป็นไปได้ ควรรวมสิ่งอำนวยความสะดวกในทางผ่านของตะกอนไว้ใกล้กับกังหัน เพื่อให้สามารถชะล้างตะกอนจากทางเข้าใกล้กับกังหัน หรือเพื่ออำนวยความสะดวกในการชะล้างตะกอน เพื่อตอบสนองต่อการจัดการแบบปรับตัว

101. ในโครงการมีการเคลื่อนย้ายตะกอนหรือการชะล้างตะกอนเป็นทางเลือกบรรเทาผลกระทบเพียงอย่างเดียวสำหรับการผ่านของตะกอนไปยังสิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำนั้น โครงการควรมี ช่องระบายระดับต่ำขนาดใหญ่เพื่อการเคลื่อนย้ายตะกอน (ไหลผ่าน) และลดการดำเนินงานในการชะล้างตะกอน ช่องระบายควรมีลักษณะดังต่อไปนี้:

- ช่องระบายควรตั้งอยู่ที่ระดับความลึกสูงสุดภายในพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อเพิ่มศักยภาพในการชะล้างตะกอน
- ควรลดความสูงของฐานช่องระบายเหนือก้นแม่น้ำลงให้น้อยที่สุดเพื่อลดปริมาณตะกอนที่ต้องสะสมก่อนที่จะปล่อยผ่านบายประตูระบายระดับต่ำ
- ช่องระบายและช่องชะล้างหรืออุโมงค์ควรมีขนาดใหญ่พอที่จะรองรับการไหลเข้าและการเคลื่อนที่ของทรายหยาบและกรวดที่ปะปนในตะกอนแขวนลอยและป้องกันการอุดตัน
- ควรมีประตูกั้นระดับกลาง (หรือทางระบายน้ำล้น) เพื่อให้สามารถเจือจางน้ำด้านล่างที่มีความเข้มข้นตะกอนสูงที่ปล่อยออกมา

102. ควรมีข้อกำหนดป้องกันความล้มเหลว (Fail-safe provisions) เช่น ท่อนกั้นน้ำหรือประตูเพิ่มเติม สำหรับการระบายน้ำออกจากโครงสร้างทันทีด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของช่องระบายด้านล่างทันที เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ในกรณีที่เกิดการอุดตัน

การจัดการและบรรเทาตะกอนระหว่างการก่อสร้าง

103. ในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง การจัดการตะกอนควรมุ่งไปที่:

- ลดปริมาณน้ำท่าที่ไหลจากพื้นที่โดยใช้วิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมและมาตรการบรรเทาผลกระทบ เช่น การดักตะกอน การปลูกพืชคลุมดินในพื้นที่ที่ถูกรบกวนควรดำเนินการให้เสร็จสิ้นโดยเร็วที่สุด
- ลดความเสี่ยงของดินถล่มและการรบกวนที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและถนนทางเข้า รวมถึงสายส่งกำลังไฟฟ้าหรือการบริการเสริมความมั่นคงในระบบไฟฟ้า

การจัดการและบรรเทาตะกอนระหว่างการดำเนินงาน

104. ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินงาน การจัดการตะกอนควรมุ่งไปที่:

- ลดการสะสมของตะกอนภายในพื้นที่กักเก็บน้ำหรือใกล้โครงสร้างพื้นฐานที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ
- รักษาตะกอนตามฤดูกาลสู่สิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำ รักษาตะกอนและลักษณะขนาดเม็ดตะกอนให้ใกล้เคียงกับสภาพก่อนสร้างเขื่อนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- จัดกา[9]รพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อส่งเสริมการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำด้านท้ายน้ำ และ
- ลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสัณฐานวิทยาของแม่น้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนย้ายหรือชะล้างตะกอน

105. เป้าหมายในการจัดการตะกอน ควรครอบคลุมสิ่งต่อไปนี้:

- ควรส่งเสริมการผ่านของตะกอนในระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วมทั้งหมด โดยเปิดช่องระบายระดับต่ำร่วมกับประตูระบายน้ำระดับกลาง
- ควรปล่อยอย่างน้อย 70% ของตะกอนละเอียด (ขนาดเม็ด < 63 μm) ที่ไหลเข้าพื้นที่กักเก็บน้ำสู่ด้านท้ายน้ำของเขื่อนเป็นประจำทุกปี เพื่อรักษาตะกอนละเอียดและสารอาหารให้กับสิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำ รวมถึงโตนเลสาบและดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง เป้าหมาย 70% ถือเป็นเป้าหมายที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานซึ่งจะให้ประโยชน์ต่อด้านท้ายน้ำ

106. กลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบ รวมถึงกฎการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ควรได้รับการพัฒนาและรวมไว้ในรายงาน PNPCA เพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่ระบุในส่วนที่ 3.2 และบรรลุเป้าหมายที่ระบุไว้ในข้อ 105 กลยุทธ์เหล่านี้ควรรวมถึงองค์ประกอบการจัดการแบบปรับตัวที่แสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขได้อย่างไร กลยุทธ์ควรพิจารณาถึงศักยภาพของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านท้ายน้ำที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยตะกอนที่สูงผิดธรรมชาติ และรวมถึงข้อควรระวังเพื่อลดระดับและขอบเขตของผลกระทบด้านท้ายน้ำ ควรใช้แบบจำลองเพื่อกำหนดขอบเขตของผลกระทบด้านท้ายน้ำ และใช้เพื่อแจ้งให้ประเทศด้านท้ายน้ำ กลยุทธ์การบรรเทาของตะกอนควรมีเป้าหมายเพื่อให้เข้ากันได้กับกลยุทธ์บรรเทาการอพยพ

9 ตามข้อ 101 ประตูระบายน้ำระดับกลางอาจจำเป็นต้องดำเนินการพร้อมกันเพื่อเจือจางตะกอนที่ถูกชะล้าง

ของปลาในเชิงเวลาและการดำเนินการ (เช่น อัตราการลดลง) และลดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ กลยุทธ์การบรรเทาตะกอนอื่น ๆ ที่เป็นไปได้ มีดังนี้:

- **ทางเบี่ยงตะกอน:** เกี่ยวข้องกับการผันน้ำตะกอนเข้าช่องทางหรืออุโมงค์จากร่องแม่น้ำทางด้านเหนือน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำโดยเบี่ยงพื้นที่กักเก็บน้ำ และนำส่งตะกอนไปยังร่องน้ำใต้เขื่อน วิธีนี้จะเคลื่อนย้ายตะกอนทั้งเนื้อละเอียดและเนื้อหยาบ รักษาความต่อเนื่องของการเคลื่อนที่ของตะกอนไปยังด้านท้ายน้ำ และหลีกเลี่ยงปัญหาการตกตะกอนในการพื้นที่กักเก็บน้ำ อย่างไรก็ตาม กรณีนี้จะเป็นไปได้เฉพาะในสถานการณ์ที่รูปทรงทางเรขาคณิตของแม่น้ำและพื้นที่กักเก็บน้ำเอื้ออำนวย
- **การเคลื่อนย้ายตะกอน:** เกี่ยวข้องกับการลดลงตามฤดูกาลของระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อให้ตะกอนแขวนลอยผ่านพื้นที่กักเก็บน้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการตกตะกอนสุทธิ การเคลื่นย้ายตะกอนควรดำเนินการเมื่อความเข้มข้นของตะกอนและอัตราการเคลื่อนที่ตะกอนสูง เช่น ช่วงต้นฤดูน้ำหลาก
- **การชะล้างด้วยแรงดัน:** ขึ้นอยู่กับการเปิดช่องระบายระดับต่ำ แต่จะไม่ลดระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำให้ถึงระดับก่อนมีเขื่อน วิธีนี้มีประสิทธิภาพจำกัด เนื่องจากโดยทั่วไปจะกำจัดตะกอนที่อยู่ใกล้ผนังเขื่อนเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนปริมาณมากจากพื้นที่กักเก็บน้ำ
- **การชะล้างตะกอน:** เป็นการลดการกักเก็บลงและปล่อยให้ตะกอนที่สะสมอยู่ถูกกัดเซาะและผ่านช่องระบายระดับต่ำไปยังร่องน้ำด้านท้ายน้ำ เช่นเดียวกับการเคลื่อนย้ายตะกอน พื้นที่กักเก็บน้ำจะทำหน้าที่เหมือนกับการไหลของแม่น้ำเพื่อให้ตะกอนเคลื่อนที่ผ่านเขื่อน การชะล้างจะแตกต่างจากการเคลื่อนย้ายตะกอนหรือทางเบี่ยงตะกอนซึ่งจะปล่อยตะกอนที่มีความเข้มข้นมากกว่าในช่วงเวลาที่สั้นลง และเป็นการเปลี่ยนรูปแบบชั่วคราวของการปล่อยตะกอน การชะล้างสามารถทำได้เฉพาะพื้นที่กักเก็บน้ำที่สามารถบริหารจัดการระดับน้ำได้เท่านั้น และจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อบานระบายระดับต่ำมีขนาดใหญ่และสามารถผ่านการเคลื่อนที่ของตะกอนโดยไม่สร้างสภาวะน้ำเท้อ การชะล้างตะกอนยังมีประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ของกรวดท้องน้ำภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ ช่วงเวลาและระยะเวลาในการชะล้างตะกอนควรคำนึงถึงระบบนิเวศ เช่น เวลาการอพยพของปลา เป็นต้น

107. กฎการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างตะกอน มีข้อคำนึงดังต่อไปนี้:

- ควรหลีกเลี่ยงการชะล้างตะกอนในช่วงเวลาการไหลปกติ เพื่อลดผลกระทบด้านท้ายน้ำที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยน้ำที่มีระดับความขุ่นสูงมากและการสะสมของตะกอนที่จะยังคงอยู่ในช่องทางน้ำเป็นระยะเวลายาวนาน

- ควรกำหนดความเข้มข้นเป้าหมายของตะกอนสูงสุดด้านท้ายน้ำ ตามการพิจารณาทางสังคมและนิเวศวิทยาและผลการติดตามตะกอน ค่าแนะนำเริ่มต้นคือความเข้มข้นสูงสุดของตะกอนธรรมชาติ (ก่อนการสร้างเขื่อนจีน) ที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูน้ำหลาก
- ความเข้มข้นของตะกอนในน้ำที่ปล่อยระหว่างการดำเนินการชะล้างควรได้รับการควบคุมและติดตามเพื่อป้องกันผลกระทบด้านลบต่อนิเวศวิทยาด้านท้ายน้ำ สถานที่เฝ้าติดตามควรได้รับคำแนะนำจากเงื่อนไขเฉพาะของสถานที่ รวมถึงตำแหน่งของการตั้งถิ่นฐานด้านท้ายน้ำและการใช้ที่ดิน ตลอดจนแหล่งที่อยู่อาศัยและระบบนิเวศที่สำคัญ
- เงื่อนไขการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการชะล้าง (อัตราการชะล้าง ระยะเวลาการชะล้าง และเวลาการชะล้าง) ควรได้รับการชี้นำโดยเงื่อนไขเฉพาะของสถานที่ รวมถึงการไหลเข้าของตะกอน ความปลอดภัยด้านท้ายน้ำและความเสี่ยงทางนิเวศวิทยา โดยสอดคล้อง และคำนึงถึงเป้าหมายและกลยุทธ์ในการจัดการคุณภาพน้ำและปลา ควรใช้แบบจำลองการทำงานของระบบการชะล้างที่เป็นไปได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผ่านของตะกอน และแนวทางการชะล้างตะกอนควรเป็นองค์ประกอบสำคัญของกฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันได
- กลยุทธ์การสื่อสารควรได้รับการพัฒนาโดยผู้ดำเนินการของแต่ละโครงการ เพื่อแจ้งให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทราบถึงการดำเนินงานที่ผิดปรกติใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการตะกอน ในกรณีที่การดำเนินการเหล่านี้มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลกระทบข้ามพรมแดนที่ด้านท้ายน้ำ กลยุทธ์การสื่อสารควรรวมถึงการสื่อสารกับประเทศภาคีด้านท้ายน้ำ

การกำจัดตะกอนทางกล

108. ในกรณีที่ไม่สามารถชะล้างแบบไฮดรอลิกได้ ตะกอนที่สะสมอยู่ในพื้นที่กักเก็บน้ำสามารถกำจัดออกด้วยทางกลได้โดยการขุดลอกหรือชักดึงจากพื้นที่กักเก็บน้ำและขุดแบบแห้ง (excavating dry) การขุดลอกสามารถทำได้โดยใช้การดูดแบบไฮดรอลิกที่ขับเคลื่อนโดยปั๊ม siphons หรือ mechanical clamshell หรือ bucket ladder dredges ข้อควรพิจารณาที่สำคัญ ได้แก่ ตำแหน่งของพื้นที่กำจัดที่เหมาะสมในบริเวณใกล้เคียง ระยะทางและการขนส่งขึ้นเขาในแนวดิ่งที่จำเป็น และการขนส่งของเคลื่อนย้ายตะกอนจากบ่อกักเก็บไปยังรถบรรทุก หรือในบางกรณี ท่อส่งน้ำโคลน การกำจัดตะกอนทางกลอาจถูกนำมาใช้ในระหว่างการชะล้างตะกอนเพื่อเพิ่มการเคลื่อนย้ายของตะกอนที่สะสม

การจัดการผลกระทบธรณีสัณฐานด้านท้ายน้ำของเขื่อน

109. คำแนะนำนี้รวมถึงแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก วิธีการจัดการตะกอนและธรณีสัณฐานอื่น ๆ เช่น ฝายควบคุมใหม่ การดักตะกอน หรือการเพิ่มตะกอน อาจนำมาใช้ได้ในบางกรณี

110. ผลกระทบด้านท้ายน้ำจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาในบริบทลุ่มน้ำ กิจกรรมอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อธรณีสัณฐานวิทยาของแม่น้ำ เช่น aggregate extraction ควรได้รับการจัดการร่วมกับการดำเนินการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อลดผลกระทบซึ่งจะเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานระดับประเทศ ไม่ใช่ผู้พัฒนาโครงการ

111. อัตราการกัดเซาะหรือการสะสมด้านท้ายน้ำของเขื่อนอาจลดลง เมื่อกฎการปฏิบัติงานเฉพาะโครงการที่ลดอัตราและจำกัดขนาดของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (ดูข้อ 70)

112. การควบคุมการกัดเซาะตลิ่งซึ่งแทนที่หรือเพิ่มเติมจากกฎการปฏิบัติงาน อาจจำเป็นต้องใช้ผู้ดำเนินการเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อควบคุมการกัดเซาะตลิ่งด้านท้ายน้ำของโครงการหรือตามแนวชายฝั่งของพื้นที่กักเก็บน้ำ

การจัดการตะกอนของเขื่อนแบบขั้นบันได

113. การจัดการตะกอนตามวัตถุประสงค์ที่ระบุในข้อ 105 โดยหลักการแล้วควรมีการวางแผนและประสานงานระหว่างโครงการต่าง ๆ ภายในเขื่อนแบบขั้นบันไดผ่านกฎปฏิบัติการร่วมแบบขั้นบันได ซึ่งอาจสำเร็จได้ด้วยความร่วมมือระหว่างผู้พัฒนาโครงการ ประเทศเจ้าภาพ และอาจรวมถึงหน่วยงานระดับภูมิภาค (เช่น MRCS) หากจำเป็น ควรใช้แบบจำลองพื้นฐานเชิงตัวเลขของเขื่อนแบบขั้นบันไดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและลดผลกระทบภายในพื้นที่กักเก็บน้ำและต่อสภาพแวดล้อมด้านท้ายน้ำ คำอธิบายของวิธีการประสานงานของการจัดการตะกอนควรรวมอยู่ในเอกสาร PNPCA โดยคำนึงถึงสถานะของการวิเคราะห์ของระบบเขื่อนแบบขั้นบันไดและการพัฒนากฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได ในกรณีที่ไม่มีกฎที่กำหนดไว้ ผู้พัฒนาโครงการควรระบุมาตรการการจัดการเฉพาะโครงการโดยคำนึงถึงความจำเป็นในการจัดการตะกอนที่ประสานกันภายในเขื่อนแบบขั้นบันได

114. กฎการปฏิบัติการร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันได ควรรวมถึงกลไกการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายในเขื่อนแบบขั้นบันไดและประเทศภาคี เพื่อเพิ่มการแลกเปลี่ยนข้อมูลและจัดเตรียมระบบสำหรับการแจ้งต่อสาธารณะเกี่ยวกับการดำเนินงานของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ เช่น การชะล้างตะกอน ซึ่งคล้ายกับที่อธิบายไว้ในข้อ 107 กลยุทธ์การสื่อสารควรรวมถึงกลไกในการแจ้งประเทศภาคีด้านท้ายน้ำถึงการดำเนินงานของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำที่ไม่ปกติ (เช่น การชะล้างตะกอน การเคลื่อนย้ายตะกอน) ซึ่งอาจส่งผลกระทบข้ามพรมแดน

3.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

115. แผนการติดตามตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยาของโครงการควรคำนึงถึงคำแนะนำในข้อ 26 ซึ่งข้อมูลสำหรับกระบวนการใน PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนการสำหรับข้อมูลการเคลื่อนย้ายตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยาที่จะรวบรวมระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานจะแจ้งให้ทราบถึง:

- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการเกี่ยวกับการดำเนินการจัดการตะกอน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างตะกอน
- ตัวบ่งชี้ที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองการจัดการแบบปรับตัวต่อมาตรการลดผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับตะกอนหรือธรณีสัณฐานวิทยา

116. การติดตามการเคลื่อนย้ายตะกอน และธรณีสัณฐานวิทยาในขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงาน ควรทราบถึงลักษณะเฉพาะของพื้นที่ของโครงการและมีเป้าหมาย เพื่อติดตามประเด็นต่อไปนี้หากเกี่ยวข้อง

- ควรทำการวัดตะกอนไหลเข้าและออกจากพื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำ รวมทั้งกำหนดขนาดเม็ดตะกอน แนะนำให้ใช้ตัวแปรการติดตามและความถี่การติดตามเดียวกันกับที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3.3 นอกเหนือจากภายในพื้นที่กักเก็บน้ำแล้ว สถานที่เฝ้าติดตามควรเป็นที่เดียวกับตำแหน่งก่อนมีที่ตั้งโครงการ และควรรวมด้านเหนือน้ำของน้ำเท้อ เพื่อวัดปริมาณน้ำไหลเข้าและด้านท้ายน้ำของเขื่อนเพื่อคำนวณปริมาณน้ำไหลออก
- การสำรวจความลึกท้องน้ำภายในพื้นที่กักเก็บน้ำด้วยความละเอียดและความถี่ที่เพียงพอ เพื่อหาปริมาณตะกอนสะสมหรือกัดเซาะ
- การสำรวจภาคตัดขวางและความลึกท้องน้ำด้านเหนือน้ำของน้ำเท้อ ที่ความละเอียดและความถี่ เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่อาจส่งผลต่อการเดินเรือ
- ควรมีการสำรวจภาพตัดขวางของแม่น้ำด้านท้ายน้ำของเขื่อนเป็นประจำทุกปีในช่วง 5 ปีแรกของการดำเนินงาน และทุก ๆ 2 ปีหลังจากนั้น ควรมีการจัดทำแผนติดตามด้านท้ายน้ำโดยคำนึงถึงที่ตั้งของโครงการ ที่ตั้งของโครงการอื่น ๆ และความใกล้ชิดกับบริเวณที่เกิดตะกอนน้ำพา การติดตามควรขยายไปถึงลำน้ำที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ[10] หรือไปยังระดับน้ำเท้อของโครงการถัดไปที่อยู่ด้านท้ายน้ำ

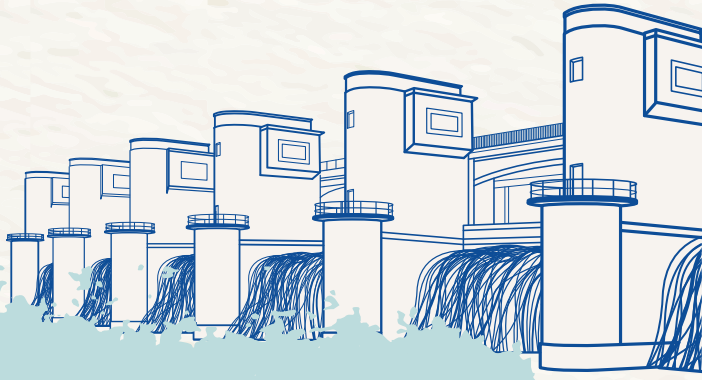
10 ดูข้อ 20

โดยมีการเว้นระยะภาคตัดขวางเป็นช่วง ๆ ที่เหมาะสม[11] และพิจารณาบริเวณที่มีตะกอนน้ำพา ภาพตัดขวางควรครอบคลุมเหนือความสูงระดับน้ำสูงสุดของแม่น้ำ

- แนวตลิ่งแม่น้ำตามแนวระดับน้ำท่วมใหม่ของพื้นที่กักเก็บน้ำควรได้รับการติดตามเพื่อกำหนดอัตราการกัดเซาะ
- คุณลักษณะเฉพาะของตำแหน่งในการติดตามควรคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ เมื่อเทียบกับโครงการในแม่น้ำสายหลักอื่น ๆ และโครงการในลำน้ำสาขา และความใกล้ชิดของลำน้ำสาขาและพรมแดนของประเทศ

117. มาตรการการจัดการแบบปรับตัวควรได้รับคำแนะนำจากผลการติดตามตามข้อ 27 มาตรการเหล่านี้รวมถึง เช่น ความถี่ ช่วงเวลา และระยะเวลาของการเคลื่อนย้ายหรือการชะล้างตะกอน และอัตราการลงลงของการผลิตกระแสไฟฟ้า (ramp-down rates) เพื่อลดการกัดเซาะตลิ่งด้านท้ายน้ำ ผลการติดตามยังสามารถเป็นแนวทางในการดำเนินการและการจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านท้ายน้ำเพื่อลดการกัดเซาะตลิ่ง เช่น การป้องกันตลิ่งหรือการใช้รอดักตะกอน (groynes) หากจำเป็น การพัฒนาการติดตามโครงการควรพิจารณาว่าจะสามารถแจ้งได้ดีเพียงใดว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ชี้นำการดำเนินงานด้านต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่

11 ระยะห่างระหว่างหน้าตัดที่ตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแม่น้ำ และการมีอยู่ของตะกอนน้ำพารูปพัด



4
คุณภาพน้ำ

4 คุณภาพน้ำ

4.1 วัตถุประสงค์

118. วัตถุประสงค์ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นสำหรับคุณภาพน้ำ เพื่อ:

- ลดความเสี่ยงต่อแหล่งน้ำด้วยการคำนึงถึงผลกระทบและวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ เช่น น้ำสำหรับการประมง น้ำที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ การรบกวนและสร้างความเสียหายต่อคุณภาพแหล่งน้ำ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าพลังงานน้ำ เช่นกังหัน เป็นต้น
- ลดผลกระทบของคุณภาพน้ำภายในเขื่อน ซึ่งอาจจะมีผลต่อการประมง สัตว์น้ำที่อยู่ท้ายน้ำ ระบบนิเวศและสุขภาพของมนุษย์
- ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าคุณภาพน้ำสอดคล้องกับ ระเบียบปฏิบัติเรื่องคุณภาพน้ำ (Procedures for Water Quality) คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงสำหรับการประเมินคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำโขงสายประธาน

119. แนวทางสำหรับการดำเนินการตามขั้นตอนคุณภาพน้ำ (MRC, 2016) ที่เรียกว่า “หลักเกณฑ์ทางเทคนิค” ซึ่งเป็นข้อตกลงกับประเทศต่าง ๆ สำหรับการคุ้มครองสิ่งมีชีวิตในน้ำ ตามกรอบการดำเนินงานและจัดการเพื่อรับมือกับภาวะฉุกเฉินทางด้านคุณภาพน้ำ

4.2 ความเสี่ยง

120. ควรมีการประเมินความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำที่อาจเกิดขึ้นอย่างครอบคลุม เขื่อนมีความเสี่ยงและอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ความเสี่ยงต่อคุณภาพน้ำในเขื่อนอาจเกิดขึ้นได้จากคุณภาพน้ำในแม่น้ำที่สร้างเขื่อน ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ในการกักเก็บน้ำบริเวณต้นน้ำของเขื่อน ป่าไม้ เกษตรกรรม การขยายตัวของเมือง และอุตสาหกรรม ล้วนเป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแม่น้ำได้ ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลักแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 เขื่อนในแม่น้ำสายหลักอาจประสบกับความเสี่ยงน้อยลงเนื่องจากเขื่อนเหล่านั้นดำเนินการในโหมดน้ำไหลผ่านซึ่งมีระยะเวลากักเก็บน้ำค่อนข้างสั้น หรืออาจประสบกับความเสี่ยงหลายประการเนื่องจากปัญหาที่เกิดจากการ

ใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบและการพัฒนาแม่น้ำสาขา ความเสี่ยงทั้งหมดควรได้รับการพิจารณาและประเมิน รวมถึงการพิจารณาสถานการณ์ที่ผิดปกติ (เช่น น้ำท่วม เหตุการณ์พายุรุนแรง ความแห้งแล้ง) เพื่อดูว่าอาจมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์เฉพาะหรือไม่

ตารางที่ 4.1 ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำที่มีโอกาสเกิดจากเขื่อน

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ความเสี่ยงจากการก่อสร้าง	
การรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น	การปนเปื้อนในพื้นที่อาจส่งผลต่อกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและปลาในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง
การไหลบ่าของน้ำขุ่นอันเนื่องมาจากดิน	การปนเปื้อนในพื้นที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและปลาในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง
น้ำเสียจากที่พักของคนทำงาน	การปนเปื้อนในพื้นที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและปลาในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง
ความเสี่ยงในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ	
เพิ่มอัตราการไหลเข้าของสารอาหารจากต้นน้ำและแหล่งน้ำในท้องถิ่น ที่ไม่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าพลังงานน้ำ	เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย
ความขุ่นลดลงและการเพิ่มการแทรกซึมของแสง (light penetration)	เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย
ความเสี่ยงจากการแบ่งชั้นของน้ำ (stratification) ของพื้นที่กักเก็บน้ำ	
ออกซิเจนละลายน้ำต่ำในชั้นไฮโปลิมเนียน (น้ำด้านล่าง)	น้ำในโซนด้านล่างไม่เหมาะสมกับปลาและสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากตะกอนมีการปลดปล่อยเหล็กและแมงกานีส
ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำในชั้นไฮโปลิมเนียน	ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำ ทำให้เกิดการกัดกร่อนโครงสร้างพื้นฐานของไฟฟ้าพลังงานน้ำ ส่งผลให้ชั้นไฮโปลิมเนียนเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต อันเนื่องมาจากตะกอนมีการปลดปล่อยโลหะและสารอาหาร

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสที่ละลายน้ำสูงในชั้นไฮโปลิมเนียน	เกิดการทับถมของธาตุเหล็กและแมงกานีสในโครงสร้างพื้นฐานของน้ำในแม่น้ำและปลายน้ำ
ความเข้มข้นของโลหะ (ปรอท) ที่เป็นพิษสูง อันเกิดจากธรรมชาติหรือการกระทำของมนุษย์ ในชั้นไฮโปลิมเนียน	สิ่งมีชีวิตมีการสะสมโลหะที่เป็นพิษ และส่งต่อไปยังห่วงโซ่อาหารจนกระทั่งส่งผลต่อมายังมนุษย์
ความเข้มข้นของซัลไฟด์ (S2-) และสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สูงในชั้นไฮโปลิมเนียน	การเจริญเติบโตของ Trigger algal เมื่อมีการผันน้ำมากักเก็บ ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม
ความเสี่ยงด้านท้ายเขื่อน	
การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลอย่างรวดเร็ว	ความผันผวนอย่างรวดเร็วของคุณภาพน้ำด้านท้ายน้ำ
อุณหภูมิของน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำ
ความขุ่นที่ลดลงอันมาจากการตกตะกอนของอนุภาค	พืชและสาหร่ายที่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น โดยจะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของปลา
ความเข้มข้นสารอาหารลดลงอันมาจากการตกตะกอนของอนุภาค	สารอาหารสำหรับการดำรงชีวิตในแหล่งน้ำลดลง
ความอิ่มตัวของก๊าซ (Gas supersaturation)	ปลาตาย
ความเสี่ยงเมื่อมีการระบายน้ำออกเมื่อมีการแบ่งชั้น (stratification) ของน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำ	
ออกซิเจนละลายน้ำต่ำ	ผลกระทบทางลบต่อสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำ
ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ	ผลกระทบทางลบต่อสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำ
ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสที่ละลายน้ำสูง	ผลกระทบทางลบต่อสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำ

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ความเข้มข้นของโลหะที่มาจากการชะล้างตะกอนที่เป็นพิษสูง	ผลกระทบทางลบต่อสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำ รวมถึงผลกระทบของมนุษย์ที่อาจเกิดขึ้นจากการบริโภคปลาหรือสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ
ความเสี่ยงจากการชะล้างตะกอน	
จังหวะในการตกตะกอนของพื้นที่ท้ายน้ำ	มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและความเข้มข้นของตะกอนท้ายน้ำ
การเกิดความขุ่นสูงที่พื้นที่ท้ายน้ำ	ปริมาณสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำลดลง เนื่องจากการตายและพฤติกรรมการหลีกเลี่ยง เช่น การล่องลอยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
การละลายของออกซิเจนในน้ำต่ำในพื้นที่ท้ายน้ำ	ปริมาณสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำลดลง เนื่องจากการตายและพฤติกรรมการหลีกเลี่ยง เช่น การล่องลอยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
สารพิษในพื้นที่ท้ายน้ำ	ปริมาณสิ่งมีชีวิตด้านท้ายน้ำลดลง เนื่องจากการตายและพฤติกรรมการหลีกเลี่ยง เช่น การล่องลอยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

121. เมื่อน้ำถูกกักเก็บไว้ในเขื่อนจะส่งผลให้สภาพของน้ำเปลี่ยนไป ได้แก่ การสูญเสียสารแขวนลอย เพิ่มฤทธิ์ทางชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพ เช่น การได้รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและคุณสมบัติของน้ำในเขื่อน

122. ความเสี่ยงจากการแบ่งชั้นของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความโปร่งใสของน้ำ รังสีดวงอาทิตย์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพื้นที่กักเก็บน้ำ อัตราส่วนการไหลเข้าต่อการจัดเก็บ ตำแหน่งของทางเข้า และลักษณะของการกักเก็บน้ำ การแบ่งชั้นเกิดระหว่างชั้นเทอร์โมไคลน์นั้นพบว่าน้ำเย็นจะอยู่ด้านล่าง และน้ำอุ่นอยู่ทางด้านบน ซึ่งออกซิเจนในชั้นเทอร์โมไคลน์ไม่กระจายส่งผลให้น้ำด้านล่างที่เย็นกว่าชั้นไฮโปลิมเนียน นั่นคือสภาวะไร้อากาศ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และปริมาณโลหะในตะกอนสามารถละลายออกสู่แหล่งน้ำได้ในปริมาณมาก (เหล็ก แมงกานีส ปรอท เป็นต้น) ดังนั้นควรมีการพิจารณาดังนี้:

- ความเสี่ยงจะลดลงเมื่อการกักเก็บสิ่งปนเปื้อนในตะกอนอยู่ในระดับต่ำ หรือมีอัตราส่วนปริมาณไหลเข้าต่อปริมาณการกักเก็บสูง สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำได้
- ความเสี่ยงมีโอกาสสูงขึ้นเมื่อเขื่อนมีลักษณะลึกและมีปริมาณน้ำในเขื่อนมาก หรือมีอัตราส่วนปริมาณการไหลเข้าต่อปริมาณการกักเก็บต่ำ
- บริเวณเขตร้อน พื้นที่กักเก็บน้ำจะได้รับปริมาณความร้อนที่สูงซึ่งส่งผลต่อปริมาณการปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่มาจากการชะล้างตะกอน

123. ความอิ่มตัวของก๊าซเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นเมื่อความดันบรรยากาศบางส่วนของก๊าซในสารละลายเกินความดันของชั้นบรรยากาศ สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อน้ำสัมผัสกับอากาศมีความดันสูงกว่าปกติ สำหรับกังหันไฟฟ้าพลังน้ำหรือทางระบายน้ำล้นของเขื่อน พบว่าความดันบางส่วนของก๊าซที่ละลายน้ำทั้งหมดมากกว่าความดันบรรยากาศจะส่งผลให้เกิดฟองก๊าซในน้ำ ซึ่งสิ่งนี้ทำให้เกิดสภาพที่เรียกว่าฟองก๊าซที่สามารถคร่าชีวิตปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังได้ (Gas bubble disease)

4.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

คำแนะนำสำหรับการติดตาม

124. วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำควรแสดงในข้อมูลสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA เพื่อสนับสนุนการสร้างแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ผลกระทบ และคาดคะเนผลกระทบที่มีโอกาสเกิดขึ้นในภายหลังจากคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ควรเพิ่มการวิเคราะห์สถานที่ ความถี่เชิงวิเคราะห์ วิธีการประเมิน และการรายงานที่มีอยู่ในด้านเทคนิค โดยใช้หลักการพื้นฐานสำหรับการจัดทำแนวทางการบริหารจัดการและการออกแบบเป็นหลัก

125. การออกแบบเพื่อประเมินความเสี่ยงและโอกาสการเกิดผลกระทบด้านคุณภาพน้ำในระหว่างขั้นตอนการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และข้อกำหนดของโครงการ ควรพิจารณาลักษณะดังต่อไปนี้ :

- ควรจัดตั้งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำที่บริเวณต้นน้ำและตามจุดต่าง ๆ บริเวณท้ายน้ำของเขื่อน เพื่อให้สอดคล้องกับแหล่งตรวจวัดอุทกวิทยา
- ควรมีการจัดตั้งสถานที่ตรวจสอบปริมาณน้ำเพิ่มเติมตามความเหมาะสม เพื่อให้มีการกักเก็บน้ำภายใน

เขื่อนไม่น้อยกว่า 2% ของปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงเฉลี่ยต่อปี

- ควรมีการจัดตั้งสถานที่ตรวจติดตามเพิ่มเติมตามความเหมาะสมบริเวณต้นน้ำและท้ายเขื่อน เพื่อศึกษาผลกระทบและโอกาสเกิดผลกระทบจากการที่น้ำจากลำน้ำสาขาไหลมาบรรจบกันบริเวณท้ายเขื่อน โดยมีการสมทบมากกว่า 0.5% ของการไหลของแม่น้ำโขงเฉลี่ยต่อปีที่จุดบรรจบกัน
- ควรพิจารณาตำแหน่งตรวจสอบคุณภาพน้ำเพิ่มเติมบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ หรือบริเวณที่มีการปล่อยคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น บริเวณใกล้เคียงกับภาคอุตสาหกรรม

126. สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำควรมีการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อนำมาจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพทางเคมีของน้ำในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาหลักบางแห่ง ปัจจุบันมีข้อมูลคุณภาพน้ำย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 และเป็นส่วนหนึ่งของชุดข้อมูลในคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง (Mekong River Commission: MRC)

127. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำควรครอบคลุมทั้งรอบปี อัตราการไหลทั้งต่ำและสูง รวมถึงข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความแปรปรวนระหว่างปี ข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเป็นประโยชน์ต่อการนำมาออกแบบโครงการผ่านการกำหนดเกณฑ์เทียบเท่ากับพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่เป็นเป้าหมาย คุณภาพของน้ำที่มีการตรวจวัดควรมีการแจ้งตลอดระยะเวลาสองปี คิดเป็นเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 ตัวอย่างเช่นคุณภาพน้ำประจำเดือนก็ควรมีการส่งข้อมูลคุณภาพน้ำตลอดสองปี เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลของ PNPCA สำหรับรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำรายเดือนที่ผ่านการตรวจสอบในโปรแกรม MRC ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลภาคสนามก่อนและหลังการดำเนินโครงการ

128. พารามิเตอร์ในโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพน้ำของ MRC แสดงดังตารางที่ 4.2 ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพตลอดทั้งปี และที่ต้องมีการตรวจสอบเพิ่มในช่วงเดือนเมษายนและตุลาคม

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำตรวจสอบโดย MRC Water Quality Monitoring Network, 2018

พารามิเตอร์ตรวจสอบทุกเดือนตลอดทั้งปี		พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบระหว่างเมษายนและตุลาคม
อุณหภูมิ	แอมโมเนีย Ammonium (NH4 -N)	แคลเซียม Calcium (Ca)
ความเป็นกรด-ด่าง pH	ไนเตรต Nitrite +nitrate (NO2-3 -N)	แมกนีเซียม Magnesium (Mg)
ค่าการนำไฟฟ้า (ความเค็ม) Conductivity (Salinity)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม Faecal coliforms	โซเดียม Sodium (Na)
ความเป็นด่าง Alkalinity/ acidity	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด Total suspended solids (TSS)	โพแทสเซียม Potassium (K)
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ Dissolved oxygen (DO)	ความต้องการออกซิเจนทางเคมี Chemical oxygen demand (COD) (KMnO4)	ซัลเฟต Sulphate (SO4)
ฟอสฟอรัสทั้งหมด Total phosphorous (TP)	ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพBiiochemical oxygen demand (BOD)	คลอไรด์ Chloride (Cl)
ไนโตรเจนทั้งหมด Total nitrogen (TN)		

* ไซต์ที่เลือกเท่านั้น

129. การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานของเขื่อน โดยต้องมีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างน้อย 5 จุดผิวน้ำ เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในระยะแรก

การวิเคราะห์ข้อมูลและการคาดการณ์ผลกระทบ

130. การวิเคราะห์ผลกระทบจากคุณภาพน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ควรมีการพิจารณาถึงผลกระทบโดยตรงที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ และแนวโน้มคุณภาพน้ำที่แสดงโดยข้อมูลระยะยาวของ MRC พร้อมทั้งคาดคะเนคุณภาพน้ำเพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรม

131. การวิเคราะห์ศักยภาพ ความเสี่ยงจากการแบ่งชั้นและความอิ่มตัวของก๊าซ สำหรับการใช้ประโยชน์ทางด้านแบบจำลองที่มีความซับซ้อนจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงในแต่ละด้าน รวมถึงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ที่ส่งผลต่อผลกระทบจากคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งหาแนวทางในการลดผลกระทบของคุณภาพน้ำ

132. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ผลกระทบ และทางเลือกในการบรรเทาคุณภาพน้ำควรระบุผลกระทบตกค้างและเอกสารที่จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจนในแม่น้ำ ตามข้อ 7 และ 25

4.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน

133. ควรมีการประเมินเพื่อลดผลกระทบด้วยการพิจารณาถึงทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการติดตามและการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการผ่านการประเมินความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำที่อาจเกิดขึ้น เพื่อบรรเทาปัญหาและคิดค้นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากคุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลง **ดังตารางที่ 4.3** ที่มีการบ่งบอกถึงตัวชี้วัดที่เหมาะสมในการติดตามและประเมินความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งการระบุความเสี่ยงเพิ่มเติมตามมาตรการลดผลกระทบที่ระบุไว้ในหัวข้ออุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ส่วนที่ 2) และการเคลื่อนย้ายตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ส่วนที่ 3) ที่มีการชี้แจงคำแนะนำในการบรรเทาผลกระทบ

ตารางที่ 4.3 ทางเลือกในการลดความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำสำหรับเขื่อนหลัก

ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำ	ตัวชี้วัด	มาตรการจัดการ/บรรเทาผลกระทบ
ความเสี่ยงจากการก่อสร้าง		
น้ำเสีย และการรั่วไหลของสารปนเปื้อนจากแคมป์คนงาน อาคารปฏิบัติการ ฯลฯ	• สารอาหารที่มีความเข้มข้น • ฟีคัลโคลิฟอร์ม	• ดำเนินการก่อสร้างที่เหมาะสม ลดการปล่อยน้ำเสีย • ดำเนินการบำบัดน้ำเสียสำหรับแคมป์คนงาน
น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมัน และสารเคมีหก	ปิโตรเลียมรวมและไฮโดรคาร์บอน	• ตรวจสอบให้แน่ใจว่าพื้นที่จัดเก็บและถ่ายโอนทั้งหมดมีการรวบรวมอย่างเหมาะสมพร้อมทำความสะอาดอุปกรณ์ในสถานที่กักเก็บ • ควรมีการฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี
ความเสี่ยงในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ		
น้ำเสียและการไหลบ่าที่ปนเปื้อนจากหมู่บ้านริมฝั่ง	• สารอาหารที่มีความเข้มข้น • ฟีคัลโคลิฟอร์ม	• ดำเนินการก่อสร้างที่เหมาะสม ลดการปล่อยน้ำเสีย • ดำเนินการบำบัดน้ำเสียสำหรับแคมป์คนงาน.
สารอาหารที่เพิ่มไหลบ่ามาจากต้นน้ำและแหล่งน้ำในท้องถิ่นจากกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวกับเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ	การเพิ่มสารอาหารที่มีความเข้มข้นเข้าสู่พื้นที่กักเก็บน้ำ (TN, TP, NH3+, etc.)	• การสื่อสารอย่างต่อเนื่องร่วมกับผู้รับผิดชอบในหน่วยงานระดับชาติและระดับจังหวัด เพื่อส่งเสริมแนวปฏิบัติในการจัดการน้ำเสีย.
ความขุ่นลดลงและเพิ่มความโปร่งแสง ซึ่งสามารถนำไปสู่การเจริญเติบโตของสาหร่ายในแหล่งน้ำ	• การสังเคราะห์แสงและปริมาณแสง • ความขุ่น • ปริมาณคลอโรฟิลล์	• ทำงานร่วมกับหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการน้ำด้วยระบบบำบัดทางเคมีและทางชีวภาพเพื่อกำจัดคราบสกปรกบนผิวน้ำ

ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำ	ตัวชี้วัด	มาตรการจัดการ/บรรเทาผลกระทบ
ความเสี่ยงจากการแบ่งชั้นของน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำ		
ออกซิเจนละลายต่ำในชั้นไฮโปลิมเนียน (ด้านล่างของน้ำ)	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ	• ออกแบบให้มีการกักเก็บน้ำได้น้อย และมีอัตราการไหลเข้าของน้ำสูง จะทำให้มีความเสี่ยงต่ำ • การทำงานร่วมกับคณะทำงานในลุ่มน้ำและหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบด้านการลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ • ออกแบบทางเข้ากังหันที่มีมิติสูงเพื่อนำน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้าในช่วงความลึกของการกักเก็บ - ติดตั้งเครื่องเติมอากาศใกล้เขื่อน
ความเสี่ยงด้านท้ายน้ำ		
อุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลง	อุณหภูมิของน้ำ	• ที่ตั้งโครงการบริเวณต้นน้ำของลำน้ำสาขาที่ไม่มีการควบคุม • รวมอาคารรับน้ำที่แยกน้ำจากระดับความลึกต่างๆ • รวมถึงอาคารปล่อยน้ำที่มีหลายระดับ • ปล่อยน้ำที่อยู่บริเวณผิวน้ำให้ผสมกับน้ำที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้า
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอย่างรวดเร็ว	• อุณหภูมิน้ำ • ความขุ่น • ของแข็งแขวนลอย • การนำไฟฟ้า • ความเป็นกรด-ด่าง	• มีระเบียบการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันอัตราการเปลี่ยนแปลงการผลิตกระแสไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำรายวัน

ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำ	ตัวชี้วัด	มาตรการจัดการ/บรรเทาผลกระทบ
การอิ่มตัวยิ่งยวดของแก๊ส (Gas supersaturation)	Gas saturation	• รักษาตะแกรงดักขยะให้สะอาดเพื่อลดความปั่นป่วนและการกักเก็บอากาศที่ทางน้ำเข้า • เลือกที่ตั้งโครงการในบริเวณที่สูงชันเพื่อให้สามารถกำจัดก๊าซไหลออกได้ • พิจารณาใช้ทางเบี่ยงทางระบายน้ำล้นหากมีความเสี่ยงสูง
ความเสี่ยงด้านท้ายน้ำจากการแบ่งชั้นของน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำ		
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	• เพิ่มการระบายน้ำโดยบานระบายระดับบนเพื่อให้เกิดการผสมและเจือจาง • เลือกที่ตั้งโครงการในบริเวณที่สูงชันเพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนจากการไหลปั่นป่วน
ความเป็นกรด-ด่างต่ำ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	• เพิ่มการระบายน้ำโดยบานระบายระดับบนเพื่อให้เกิดการผสมและเจือจางและเพิ่มปริมาณออกซิเจน
ปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูง	ปริมาณเหล็กและแมงกานีส	• ปล่อยน้ำผ่านบานระบายระดับบนเพื่อผสมทำให้ธาตุเหล่านี้เจือจาง เพิ่มระดับออกซิเจนและทำให้โลหะตกตะกอน
ความเสี่ยงจากการชะล้างตะกอน		
ตะกอนท้ายน้ำมีความขุ่นสูง	ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย	• จำกัดความเข้มข้นของตะกอนในระหว่างการชะล้างโดยการจัดการการไหล • ทำการชะล้างตะกอนบ่อย ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงตะกอนขนาดใหญ่

ความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำ	ตัวชี้วัด	มาตรการจัดการ/บรรเทาผลกระทบ
การละลายของออกซิเจนในน้ำต่ำในบริเวณท้ายน้ำ	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ	• เพิ่มการระบายน้ำโดยบานระบายระดับบนเพื่อให้เกิดการผสมและเจือจาง และดำเนินมาตรกาเพื่อลดการแบ่งชั้นของน้ำ
สารพิษในน้ำบริเวณท้ายน้ำ	ค่าเหล็กและแมงกานีส	• เพิ่มการระบายน้ำบนผิวน้ำกับแหล่งน้ำบริเวณอื่นเพื่อให้เกิดการผสมและเจือจาง

134. ควรมีการจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับการก่อสร้าง เพื่อเป็นการระบุแนวทางในการปฏิบัติเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำในการก่อสร้างที่จะดำเนินการเพื่อลดการไหลบ่าของตะกอนและน้ำที่มีการปนเปื้อน รวมถึงการรั่วไหลของสารเคมี เช่น เชื้อเพลิง สารหล่อลื่น และสารเติมแต่ง

135. การบริหารจัดการคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ มีความสำคัญต่อทรัพยากรธรรมชาติและประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากเป็นสิ่งที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นเชื้อโรคหรือปรสิตในแหล่งน้ำที่มาจากการสุขาภิบาลที่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยพบว่าชุมชนที่มีการขาดแคลนน้ำสะอาดหรือมีแหล่งน้ำสะอาดที่ต่ำกว่ามาตรฐานมักได้รับความเสี่ยงทางสุขภาพสูง

136. การคาดคะเนและการบริหารจัดการการแบ่งชั้นน้ำ (stratification) มีความสำคัญเป็นอันดับแรก หากการแบ่งชั้นน้ำได้รับการยอมรับว่ามีความเสี่ยงสูง ควรพิจารณาปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาหลายระดับหรือโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ และใช้กฎการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เพื่อให้น้ำที่ปล่อยออกมามีอุณหภูมิและองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสม หากพิจารณาพบว่ามีความไม่แน่นอนเกี่ยวกับการก่อตัวของการแบ่งชั้นและผลกระทบที่ตามมา การออกแบบโครงการควรเปิดโอกาสให้มีการใช้แนวทางการลดการทำลายการแบ่งชั้นในภายหลัง

137. หากการแบ่งชั้นเกิดขึ้นและเป็นแหล่งที่มาของอันตราย และหากไม่มีการดำเนินการปล่อยน้ำออกหลายระดับหรือไม่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาได้ ควรพิจารณาเทคโนโลยีการทำลายการแบ่งชั้นดังต่อไปนี้เพื่อให้แน่ใจว่าด้านท้ายน้ำมีคุณภาพน้ำที่เหมาะสม:

- โดยปกติ ไม่จำเป็นต้องทำลายชั้นน้ำในพื้นที่กักเก็บทั้งหมด ควรมีการจัดการเฉพาะน้ำที่อยู่ติดกับบริเวณที่ไหลออกเท่านั้นเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำที่ไหลออกได้รับออกซิเจน มีค่า pH เป็นกลาง และไม่ได้เจือปนด้วยโลหะที่มีความหนาแน่นต่ำ (reduced metals)

- มีเทคโนโลยีการทำลายชั้นน้ำที่แตกต่างกันจำนวนหนึ่งที่อาจเหมาะสม รวมถึงการอัดอากาศและตัวกระจายไฮดรอลิก (pneumatic and hydraulic diffuser) ที่สามารถติดตั้งบริเวณด้านล่างของพื้นที่กักเก็บน้ำ โดยติดตั้งใบพัดกับเสาที่อยู่ใต้น้ำ และใบพัดของปั้มและเครื่องพ่นไฮดรอลิกที่อาจติดตั้งบนพื้นผิวพื้นที่กักเก็บน้ำ
- ในกรณีของพื้นที่กักเก็บน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ระบบ pneumatic bubble plume มักได้รับความนิยมเนื่องจากเครื่องอัดอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนถูกติดตั้งบริเวณพื้นผิวน้ำ จึงง่ายต่อการบำรุงรักษา ระบบติดตั้งได้ง่ายและราคาค่อนข้างถูก และใช้พลังงานจากพื้นที่โครงการในการทำงาน เทคโนโลยีนี้ใช้ได้เฉพาะกับเขื่อนที่มีความลึกของน้ำมากกว่า 5 เมตร และเทคนิคการเติมอากาศบนพื้นผิวจะเหมาะสมที่สุดสำหรับแหล่งน้ำตื้น มีหลายแบบจำลองที่อาจใช้เพื่อเลือกเทคนิคการทำลายการแบ่งชั้นที่เหมาะสมที่สุดเฉพาะพื้นที่กักเก็บน้ำ

138. การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำอย่างรวดเร็วในพื้นที่กักเก็บน้ำส่งผลให้คุณภาพน้ำบริเวณท้ายน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของน้ำ การอพยพหรือเสียชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ สำหรับกรณีของเขื่อนแม่น้ำโขงนั้นมีแนวทางในการลดผลกระทบ ดังนี้:

- กฎระเบียบข้อบังคับสำหรับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลง ของการผลิตกระแสไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลง ระดับน้ำ
- การเลือกที่ตั้งโครงการที่ก่อให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนที่บริเวณท้ายน้ำซึ่งจะช่วยปรับสมดุลของอุณหภูมิน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ
- ในบางสถานการณ์ อาจใช้บ่อหรือพื้นที่กักเก็บน้ำบริเวณปลายน้ำในการปรับสมดุลของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทั้งนี้พื้นที่กักเก็บน้ำของเขื่อนตัวท้ายสุดของเขื่อนแบบขั้นบันไดสามารถดำเนินการเป็นบ่อควบคุม (re-regulation pond) ได้ หากจำเป็น

139. ในกรณีที่พบว่าความอิ่มตัวของก๊าซมากเกินไป (gas supersaturation) เป็นความเสี่ยงสำหรับโครงการกลยุทธ์ในการบรรเทาผลกระทบที่ปฏิบัติได้จริงและมีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการออกแบบทางระบายน้ำล้นและช่องทางไหลออกด้วยตัวเบี่ยงการไหลหรือ “ flip lips” ซึ่งจะเปลี่ยนเส้นทางน้ำที่ถูกปนเปื้อนไปที่ผิวน้ำส่วนท้ายแทนที่จะ ปล่อยให้จมลงสู่ก้นแอ่งน้ำนิ่ง (stilling basin) มาตรการอื่นที่ใช้ในกรณีที่ไม่มีทางระบายน้ำล้นระดับพื้นผิว ได้แก่:

- ดูแลรักษาตะแกรงกันสวะให้สะอาดเพื่อลดความปั่นป่วนและการกักเก็บอากาศในทางน้ำเข้า และ
- เลือกตำแหน่งของโครงการที่การปล่อยน้ำออกมีสภาพการไหลแบบปั่นป่วนเพื่อให้สามารถกำจัดก๊าซในน้ำได้

140. หากพื้นที่กักเก็บน้ำมีการแบ่งชั้นของน้ำ หรือหากคุณภาพน้ำในรูพรุนของตะกอนมีมาตรฐานต่ำ จะเกิดความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างตะกอน (ข้อ 107) ซึ่งรวมถึงความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของตะกอนแขวนลอย สารอาหารที่เพิ่มขึ้น และคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและมาตรการบรรเทาปัญหาระหว่างการชะล้าง ได้แก่:

- หลีกเลี่ยงการชะล้างระหว่างช่วงการไหลปกติเมื่อระดับสารแขวนลอยในแม่น้ำธรรมชาติต่ำและมีความเสี่ยงในการแบ่งชั้นน้ำสูง
- ใช้ขีดจำกัดความเข้มข้นของตะกอนสูงสุดในระหว่างการชะล้าง และปล่อยน้ำบริเวณผิวน้ำในปริมาณมากระหว่างและหลังจากการชะล้างตะกอน เพื่อเจือจางความเข้มข้นและขนส่งตะกอนที่อยู่ท้ายน้ำ
- ดำเนินการกำจัดตะกอนในช่วงต้นฤดูมรสุม เพื่อให้ปริมาณการไหลสูงที่จะตามมาช่วยลำเลียงตะกอนต่อไปทางท้ายน้ำ
- พิจารณาการขุดลอกและการกำจัดตะกอนบนพื้นดิน (land-based disposal) หากความเสี่ยงด้านคุณภาพน้ำบริเวณท้ายน้ำมีสูงกว่าประโยชน์ของการปล่อยตะกอน

4.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

141. แผนการติดตามโครงการเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรมีการคำนึงถึงการวางแผนเก็บข้อมูลตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างก่อสร้างและการดำเนินโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

- การบริหารจัดการคุณภาพน้ำของผู้พัฒนาโครงการ และ
- ตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นของการจัดการแบบปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ

142. โปรแกรมการตรวจสอบที่อธิบายในหัวข้อ 4.3 ควรดำเนินการในช่วงขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงาน และสามารถปรับเปลี่ยนตามที่จำเป็นเพื่อให้ข้อมูลตามความต้องการระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงานสำหรับฝ่ายบริหารได้ดียิ่งขึ้น ควรรวมตัวชี้วัดที่แสดงในตารางที่ 4.3 เพื่อประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบจากตารางนั้น

143. การก่อสร้างควรให้ความสำคัญกับความเสี่ยงเหล่านั้นอย่างใกล้ชิด เช่น การรวบรวมปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดไว้ในพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิง การใช้น้ำมันและสารเคมีที่หก การหาความเข้มข้นของสารอาหาร และโคลิฟอร์ม เพื่อระบุสิ่งปฏิกูลหรือสิ่งปนเปื้อนที่ไหลออกจากสถานที่ก่อสร้าง

144. ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการควรติดตามผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำทุกเดือน สำหรับการเฝ้าติดตามพื้นที่ต้นน้ำและท้ายน้ำจะต้องมีการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำที่มีการรวบรวมจากความลึกและตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อระบุว่ามีการแบ่งชั้นน้ำหรือไม่

145. โปรแกรมเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำที่ด้านท้ายน้ำ สำหรับประเมินผลกระทบของเขื่อนจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนและการเพิ่มความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง หากประเมินคุณภาพน้ำแล้วพบว่าคุณภาพน้ำที่มีความเสี่ยงต่อระบบนิเวศหรือผู้ใช้ในพื้นที่หรือด้านท้ายน้ำ แผนสำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของโครงการที่รวมอยู่ในข้อมูลสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรพิจารณาเหตุการณ์ เกณฑ์ขั้นต่ำ และการตอบสนองของผู้พัฒนาโครงการที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถรวมข้อพิจารณาเพื่อการออกแบบที่จำเป็นของโครงการ ตัวอย่างของเหตุการณ์ที่อาจบ่งชี้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของโปรแกรมติดตามคุณภาพน้ำ ได้แก่:

- การแบ่งชั้นของน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำทำให้เกิดการปล่อยน้ำที่ไม่มีออกซิเจนไปยังด้านท้ายน้ำ
- เหตุการณ์ที่อาจส่งผลกระทบด้านคุณภาพน้ำต่อผู้ใช้น้ำ เช่น การรั่วไหลของเชื้อเพลิง
- การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ก่อให้เกิดสารพิษ

146. ควรนำผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศและเป้าหมายคุณภาพน้ำที่มีอยู่ใน แนวปฏิบัติทางเทคนิคของระเบียบปฏิบัติด้านคุณภาพน้ำ (Technical Guidelines for the Implementation of the Procedures for Water Quality: TGPWQ) เกณฑ์เฉพาะบางประการที่แนะนำสำหรับโครงการเพื่อเป็นตัวชี้วัดความจำเป็นในการตอบสนองของการบริหารจัดการโครงการ มีดังนี้:

- อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยออกมาไม่ควรสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิในแม่น้ำต้นน้ำที่กักเก็บเกิน 3 องศาเซลเซียส

- ความเข้มข้นของก๊าซที่ละลายในน้ำ เช่น ออกซิเจน ไม่ควรอยู่ในทางน้ำทิ้ง (Tailrace) เกินร้อยละ 110 ของความอิ่มตัวที่อุณหภูมิและความเค็มที่เหมาะสม
- จำนวนตัวอย่างที่เปรียบเทียบกับมาตรฐานระดับประเทศและ/หรือ TGPWQ ควรมากกว่าร้อยละ 20 ของตัวอย่างรายเดือนที่ถูกรวบรวมมาเป็นเวลาสองปี

147. ในกรณีที่เกินมาตรฐานควรแสดงให้เห็นว่ามีการสอบสวนสาเหตุของปัญหาและการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุกระบวนการตัดสินใจและแนวทางในการเริ่มดำเนินการตามข้อ 27 การสืบสวนและการดำเนินการเหล่านี้อาจจำเป็นต้องมีการมีส่วนร่วมหรือเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบ หากแหล่งที่มาของคุณภาพน้ำที่เกินมาตรฐานนั้นไม่เกี่ยวข้องกับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ

148. หากจำเป็น สามารถเพิ่มพารามิเตอร์และตำแหน่งต่อไปนี้ลงในโปรแกรมตรวจสอบได้:

- การตรวจวัดปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่มีการปลดปล่อยและการทับถมที่เกิดจากการชะล้างตะกอนและการแบ่งชั้นน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อประเมินความเสี่ยงที่ด้านท้ายน้ำ
- ตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทุกเดือน เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เชื่อมโยงกับสารอาหารส่วนเกินในน้ำ ซึ่งอาจมาจากสถานที่ก่อสร้างหรือจากบริเวณโดยรอบ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่ควรเกิน 5 ไมโครกรัมต่อลิตร
- การตรวจวัดฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นประจำทุกเดือน เพื่อติดตามและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลกสำหรับน่านน้ำเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ (ร้อยละ 95 ของจำนวนแบคทีเรียในลำไส้ < 40) (WHO, 2003) จุดเก็บตัวอย่างของฟีคัลโคลิฟอร์มควรเป็นจุดเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างคลอโรฟิลล์ โดยมีการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมเป็นระยะทาง 3–5 เมตร จากริมน้ำในบริเวณที่มีมนุษย์ตั้งถิ่นฐานในระยะ 1 กิโลเมตร
- การเก็บตัวอย่างของอุณหภูมิ การนำไฟฟ้า และออกซิเจนที่ละลายน้ำ ควรมีการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจหาแนวโน้มการแบ่งชั้นน้ำ และควรมีการเก็บตัวอย่างบริเวณใกล้เคียงอีก 1 ตัวอย่าง เพื่อตรวจหาและบันทึกขอบเขตเชิงพื้นที่และความรุนแรงของการแบ่งชั้นน้ำ
- การวัดการซึมผ่านของแสงหรือความโปร่งใสของน้ำที่พื้นผิวของตำแหน่งตรวจสอบในพื้นที่กักเก็บน้ำแต่ละแห่ง โดยควรใช้เครื่องวัดการแผ่รังสีกัมมันตภาพรังสี (PAR) หรือเครื่องวัดความขุ่น ควรแสดงค่าความขุ่นของตัวอย่างที่เก็บตามระดับความลึก

149. คุณภาพน้ำควรมีการคำนึงถึงการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบถาวรและต่อเนื่อง ณ ทางเข้า-ออกของเขื่อนกั้นน้ำและท้ายน้ำเขื่อน โดยเครื่องตรวจวัดเหล่านี้จะต้องสามารถบันทึกอุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ความขุ่น และออกซิเจนที่ละลายน้ำได้อย่างต่อเนื่อง

5
ระบบนิเวศทางน้ำ

5 ระบบนิเวศทางน้ำ

5.1 วัตถุประสงค์

150. วัตถุประสงค์ของแนวทางการออกแบบเบื้องต้นด้านระบบนิเวศทางน้ำประกอบไปด้วย:

- การปกป้องและอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำที่สามารถทำได้ในระหว่างการพัฒนาและระหว่างการทำงานของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน
- ลดผลกระทบของการก่อสร้างและการทำงานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่มีต่อระบบนิเวศวิทยาทางน้ำและระบบนิเวศของระบบแม่น้ำโขงตอนล่าง
- ลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายของศัตรูพืช ปรสิต หรือโรคในสัตว์น้ำที่จะเกิดขึ้นในระบบนิเวศทางน้ำจากการกักเก็บน้ำในเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายหลัก
- การรักษาระบบนิเวศทางน้ำโดยอาศัยระบบการไหลของแม่น้ำ

5.2 ความเสี่ยง

151. ในบริบทแนวทางการออกแบบเบื้องต้น ระบบนิเวศวิทยาทางน้ำนั้นครอบคลุมถึงสิ่งมีชีวิตหลักในแม่น้ำที่นอกเหนือจากปลา และยังรวมถึงกระบวนการทางชีวภาพ เช่น การผลิตขั้นต้นและสารอาหารในห่วงโซ่อาหาร เช่น แม่น้ำโขงได้พลังงานส่วนใหญ่มาจากสาหร่ายที่ลอยอยู่ในน้ำและยังพบปริมาณสารอินทรีย์เพียงเล็กน้อยที่มาจากการชะล้างของดินและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จำพวก แมลง หอยทาก หอยแมลงภู่ สัตว์จำพวกครัสเตเชียน ในทางกลับกัน สาหร่าย สารอินทรีย์ และสัตว์มีกระดูกสันหลังก็เป็นอาหารสำหรับปลา และผู้บริโภคจำพวกกบและเต่า ปลาโลมาที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำโขงก็รับประทานปลาชนิดอื่น หากระบบนิเวศทางน้ำเสียหายจะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นในระบบนิเวศ ผู้คนบริโภคสิ่งของจากทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อาหาร รวมถึงสาหร่าย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา กบ และเต่า สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ประกอบด้วย OAA หรือสัตว์น้ำอื่นๆ (Other Aquatic Animals) ซึ่งรวมอยู่ในข้อมูลการจับประมง อันที่จริงชื่อ OAA เป็นเรื่องที่โชคร้าย เนื่องจากสาหร่ายที่มนุษย์บริโภคก็รวมอยู่ด้วยและเป็นพืชแทนที่จะเป็นสัตว์

152. ผู้คนบริโภคสิ่งของจากทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อาหาร รวมถึงสาหร่าย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา กบ และเต่า สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ประกอบด้วย OAA หรือสัตว์น้ำอื่นๆ (Other Aquatic Animals) ซึ่งรวมอยู่ในข้อมูลการจับประมง อันที่จริงชื่อ OAA เป็นเรื่องที่โชคร้าย เนื่องจากสาหร่ายที่มนุษย์บริโภคก็รวมอยู่ด้วยและเป็นพืชแทนที่จะเป็นสัตว์

153. แม่น้ำโขงรองรับสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่ถือว่าเป็นการอนุรักษ์สัตว์น้ำที่สำคัญ เช่น ปลาโลมาในแม่น้ำโขง (Orcaella brevirostris) เต่ากระดองยักษ์เอเชีย (Pelochelys cantorii) และเต่ากระดองเอเชีย (Amydia cartilaginea) ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature - IUCN) เนื่องจากเป็นสัตว์ที่อยู่ในขั้นวิกฤติและเสี่ยงอันตราย พบว่าจำนวนประชากรสัตว์ทุกชนิดที่อยู่ในรายการของ IUCN ลดลงอันเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการ รวมถึงความเสื่อมโทรมและการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย การจับ และการลดลงของความพร้อมด้านอาหาร พื้นที่กักเก็บน้ำของเขื่อนที่มีอยู่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนส่งเสริมการลดลงของประชากรสัตว์เหล่านี้ นอกจากนี้การสร้างพื้นที่กักเก็บน้ำของเขื่อนเพิ่มเติมจะเพิ่มความกดดันให้กับสายพันธุ์เหล่านี้ โดยการขัดขวางการเคลื่อนไหว ลดแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญ และลดความพร้อมของอาหาร เช่น สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและปลา เนื่องจากแม่น้ำเป็นระบบที่เชื่อมต่อกัน จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะกำหนดพื้นที่คุ้มครองที่มีประสิทธิผลสำหรับพันธุ์สัตว์น้ำ เว้นแต่พื้นที่คุ้มครองครอบคลุมพื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำหรือแหล่งกักเก็บย่อยทั้งหมดของลุ่มน้ำหรือลุ่มน้ำย่อย

154. ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบนิเวศทางน้ำควรได้รับการประเมินอย่างครอบคลุม ตารางที่ 5-1 ให้ข้อมูลสรุปความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับพันธุ์สัตว์น้ำและแหล่งที่อยู่อาศัยด้วยการพัฒนาและการดำเนินงานของเขื่อนในลำน้ำสายหลัก ระดับความเสี่ยงขึ้นอยู่กับการกำหนดขนาดและการดำเนินงานของโครงการ ความเสี่ยงเหล่านี้ควรได้รับการประเมินเพื่อดูว่าสิ่งใดที่อาจเกี่ยวข้องกับแต่ละโครงการ

ตารางที่ 5.1 ความเสี่ยงทางนิเวศวิทยาทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ความเสี่ยงในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ	
การสูญเสียที่อยู่อาศัย	พันธุ์สัตว์น้ำและระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องแบบพึ่งพาอาศัยกันในน้ำมีปริมาณลดลง
การเจริญเติบโตของสาหร่ายที่มีพิษ	เกิดขึ้นเมื่อปริมาณสารอาหารและฟอสฟอรัสในน้ำสูง

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การระบาดของพืชรุกราน	ผักตบชวา จอกหูหนู (Salvinia) และ ผักบุ้ง (water cabbage) สามารถเกิดขึ้นเองในแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดการยึดพื้นที่บริเวณผิวน้ำ
การระบาดของสัตว์รุกราน	หอยเชอรี่และปลาหลายในลุ่มน้ำก่อให้เกิดปัญหาในพื้นที่ โดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
การสูญเสียสันทรายในแม่น้ำ	การที่สันทรายน้อยลงจะส่งผลกระทบต่อเต่าและนกนานาชนิด เนื่องจากสันทรายมีความสำคัญต่อแหล่งเพาะพันธุ์และที่อยู่อาศัย
การเพิ่มปริมาณปรสิตที่มีผลกระทบต่อมนุษย์	มาลาเรียและโรคพยาธิใบไม้ในเลือด (Schistosomiasis) ไม่คาดว่าจะเป็นปัญหา ในขณะที่พยาธิใบไม้ตับ พยาธิปอดหนูและพยาธิหนอนหัวใจ (fascioliasis) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นจากการที่ผู้บริโภคปลาดิบจำนวนมากขึ้น
การสูญเสียหลุมลึก	หลุมลึกตามลำน้ำโขงถูกน้ำท่วมเนื่องจากพื้นที่กักเก็บน้ำ จะทำให้เกิดการแบ่งชั้นและเติมเต็มด้วยตะกอน ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำสูญเสียที่อยู่อาศัย
ความเสี่ยงด้านท้ายน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำ	
สิ่งกีดขวางต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหาร	ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศบริเวณท้ายน้ำ (ปริมาณสารอาหารต่ำ)
สิ่งกีดขวางต่อการเคลื่อนที่ของคาร์บอน	ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศบริเวณท้ายน้ำ (ปริมาณอนุภาคคาร์บอนขนาดเล็กลดลง)
สิ่งกีดขวางต่อการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต	เต่า ปลาโลมา กุ้ง ปู (สัตว์ในคลาสครัสเตเชีย) หอย และแมลงบางชนิด ไม่สามารถตั้งรกรากบริเวณเหนือน้ำได้
หน้าดินมีการเสื่อมโทรมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้	มีการเปลี่ยนแปลงของก้นแม่น้ำ ธรณีสัณฐานวิทยา คุณภาพน้ำ และรูปแบบการไหล
อุณหภูมิปลายน้ำของเขื่อนมีการเปลี่ยนแปลง	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตเสียชีวิตได้

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
คุณภาพน้ำท้ายเขื่อนต่ำกว่ามาตรฐาน	สิ่งมีชีวิตเสียชีวิตและลอยไปกับน้ำ อันเนื่องมาจากการสะสมของมลพิษในร่างกาย อาทิเช่น เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น
การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของทางน้ำที่ไหลไปด้านท้ายน้ำ	การเปลี่ยนแปลงของลักษณะของตะกอนละเอียด ทราย หินกรวด ส่งผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต
ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงการไหลด้านท้ายเขื่อน	
การเพิ่มขึ้นของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแม่น้ำภายในช่วงระยะสั้น	การเกยตื้นของสิ่งมีชีวิตบริเวณริมฝั่ง และปริมาณของสาหร่ายไม่เพียงพอส่งผลให้สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังและปลาในทุ่งหญ้าลดลง
การเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลในช่วงฤดูแล้ง	การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในช่วงฤดูแล้งและแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณริมฝั่งลดลง
การลดลงของอัตราการไหลในช่วงฤดูฝน	การบริการของพื้นที่น้ำท่วม (ปริมาณคาร์บอน พลังงาน และสารอาหาร) ที่เคลื่อนย้ายลงสู่แม่น้ำลดลง ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ
มีกระแสน้ำหลากล่าช้า	อาจรบกวนการสืบพันธุ์ของพันธุ์พืชที่ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูน้ำหลาก
การชะลอการไหลของน้ำในช่วงฤดูแล้ง	การชะลอกระแสน้ำในช่วงหน้าแล้ง มีผลต่อการการสืบพันธุ์ที่มีการผสมพันธุ์ระหว่างฤดูแล้ง
การเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานวิทยาด้านท้ายน้ำ (ที่อยู่อาศัย) ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำ	การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของทราย ก้อนกรวดหรือก้อนหิน ส่งผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต
การเปลี่ยนแปลงของที่ราบน้ำท่วมถึง	
การลดลงของพื้นที่ชายฝั่งและน้ำท่วมทุ่ง (รวมถึงป่าชายเลน)	ส่งผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของพืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และปลาที่อาศัยในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ
ระยะเวลาน้ำท่วมของริมฝั่งและที่ราบน้ำท่วมถึงลดลง	ส่งผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของพืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และปลาในพื้นที่น้ำท่วม

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาน้ำท่วมของที่ราบน้ำท่วมถึงและริมฝั่ง	อาจส่งผลให้มีการลดลงของการสืบพันธุ์ของพืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และปลาในพื้นที่ได้รับผลกระทบ
การลดปริมาณสารอาหารบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง	ผลผลิตในพื้นที่ชุ่มน้ำที่น้ำท่วมถึงตามฤดูกาลในระบบภาคพื้นดินลดลง

155. นอกเหนือจากความเสี่ยงจากการพัฒนาโครงการและการดำเนินการโครงการที่มีอยู่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำระบบนิเวศน์ของแม่น้ำโขงแล้วนั้น ยังมีความเสี่ยงเกี่ยวกับระบบนิเวศทางน้ำบางประการที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินโครงการ ดังนั้นจึงควรมีการประเมินความเสี่ยง ดังนี้

- การเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรีย (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณธาตุอาหารสูงและมีความขุ่นต่ำ โดยไซยาโนแบคทีเรียสามารถสร้างสารพิษซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อปลา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และมนุษย์ที่บริโภคน้ำจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน
- พืชน้ำเช่น ผักตบชวา (Eichornia crassipes), จอกหูหนู (Salvinia molesta) และ จอก (Pistia stratiotes) มักมีการเจริญเติบโตในลุ่มแม่น้ำโขงอย่างมาก และส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณดังกล่าว
- ปริมาณปรสิตที่เพิ่มขึ้นต่อประชากรมนุษย์อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริโภคปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ (OAA)

5.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

คำแนะนำในการติดตาม

156. จะต้องแสดงวิธีการติดตามตรวจสอบนิเวศวิทยาทางน้ำในข้อมูลโครงการภายใต้กระบวนการ PNPCA สำหรับเก็บเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสนับสนุนการสร้างแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ผลกระทบ ตลอดจนการประเมินผลกระทบในภายหลัง ข้อ 23 กำหนดหลักการพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครือข่ายการติดตามตรวจสอบโดยรวม ข้อเสนอแนะต่อไปนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการติดตาม

ตรวจสอบและสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมกับเงื่อนไขเฉพาะของโครงการ

157. การออกแบบโดยรวมสำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความเสี่ยงด้านนิเวศวิทยาทางน้ำและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ควรจัดทำและอธิบายไว้ในข้อมูลโครงการภายใต้กระบวนการ PNPCA เนื่องจากนิเวศวิทยาทางน้ำเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของสภาวะของแม่น้ำ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวโน้มของปลาและการดำรงชีวิต ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจากโครงการหรือจากอิทธิพลอื่น ๆ การออกแบบการการสุ่มตัวอย่างเพื่อการติดตามควรได้รับการดำเนินการก่อนมีโครงการ เพื่อให้การติดตามหลังการพัฒนาโครงการสามารถทำการเปรียบเทียบที่ถูกต้องกับเงื่อนไขก่อนมีโครงการ รวมทั้งการระบุความเสี่ยงและการวางแผนบรรเทาอย่างเพียงพอ เพื่อให้มีการเปรียบเทียบที่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลก่อนมีโครงการอย่างเพียงพอเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบภายหลังโครงการที่มีนัยสำคัญทางสถิติได้ (ดูหัวข้อ 5.5)

158. การกำหนดสถานที่สำหรับตรวจสอบระบบนิเวศวิทยาทางน้ำควรตั้งอยู่ในพื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำ บริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำของโครงการ การออกแบบที่ดีสำหรับสถานที่เก็บตัวอย่างก่อนมีโครงการอาจรวมถึง

- การกำหนดสถานที่สำหรับตรวจสอบระบบนิเวศวิทยาทางน้ำควรตั้งอยู่ในพื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำ บริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำของโครงการ การออกแบบที่ดีสำหรับสถานที่เก็บตัวอย่างก่อนมีโครงการอาจรวมถึง
- จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 2 จุด บริเวณต้นน้ำ สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงการพัฒนาโครงการ
- จุดเก็บตัวอย่าง 1 จุด ภายในบริเวณพื้นที่กักเก็บน้ำ
- จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุด บริเวณท้ายน้ำของเขื่อนที่จะก่อสร้างในอนาคต โดยมีการขยายระยะทางออกไป 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งสถานีตรวจสอบก่อนหน้านี้ โดยการเลือกจุดเก็บตัวอย่างนี้ควรเป็นจุดเดียวกับการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ทั่วไป
- จุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำที่มีลำน้ำสาขาไหลมาบรรจบและมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 2 ของปริมาณน้ำไหลลงเขื่อนโดยเฉลี่ยต่อปี

159. ควรใช้เกณฑ์วิธีและดัชนีการประเมินทางชีวภาพของ MRC[12] สำหรับการประเมินทางชีวภาพในแม่น้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำ ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยเฉพาะสำหรับระบบแม่น้ำโขงโดยอาศัยการสุ่มตัวอย่างและการติดตามตรวจสอบเป็นเวลาหลายปี โดยมีการบันทึกอย่างละเอียด และเป็นที่ทราบกันว่ามีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเสนอเกณฑ์วิธีและดัชนีการประเมินทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากันได้

160. การประเมินควรครอบคลุมตัวชี้วัดของ MRC ที่มีอยู่ รวมกับข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วนดังแสดงในตารางที่ 5.2 สามารถตรวจสอบแพลงก์ตอนพืชได้ดีที่สุดโดยใช้ fluorometric field instrument ซึ่งเครื่องมือบางกลุ่มในประเภทนี้ยังสามารถใช้เพื่อตรวจติดตามกลุ่มสาหร่าย (เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย) ได้ด้วย ควรมีการกำหนดกระบวนการประกันคุณภาพที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการระบุสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง

ตารางที่ 5.2 ตัวชี้วัดนิเวศวิทยาทางน้ำเพื่อติดตามก่อนมีโครงการ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบริเวณริมฝั่ง (Littoral invertebrates)
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Benthic invertebrates)
แพลงตอนสัตว์ (Zooplankton)
ไดอะตอมริมฝั่ง (Littoral diatoms)
แพลงตอนพืชคลอโรฟิลล์ (Phytoplankton chlorophyll)
กลุ่มสาหร่าย (เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย) (Algal groups (such as cyanobacteria))

161. ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูลนิเวศวิทยาทางน้ำควรครอบคลุมช่วงเวลา 2 ปีเพื่อสร้างข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเปรียบเทียบในภายหลัง ระยะเวลา 2 ปีมีความสำคัญสำหรับข้อมูลนิเวศวิทยาทางน้ำ เนื่องจากในแต่ละ

12 MRC (2010). Biomonitoring Methods for the Lower Mekong River. Vientiane; MRC (2009). Report on the 2006 Biomonitoring Survey of the Lower Mekong River and Selected Tributaries. The MRC Technical Paper No. 22. Vientiane

ปีสามารถสุ่มตัวอย่างได้เพียงฤดูกาลเดียว (ดูข้อ 162) และเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความแปรปรวนระหว่างปี ซึ่งมีนัยสำคัญในแม่น้ำโขง

162. การสุ่มตัวอย่างทางชีวภาพควรดำเนินการสองครั้งในช่วงระยะเวลาที่มีสภาวะการไหลต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดในความเป็นไปได้ในการสุ่มตัวอย่างภายใต้สภาวะการไหลสูงดังต่อไปนี้:

- แม่น้ำโขงมีความแตกต่างของปริมาณการไหลสูงมากระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ เช่น ระดับน้ำที่นครหลวงเวียงจันทน์ในช่วงฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งประมาณ 10 เมตร
- ในฤดูฝน การสุ่มตัวอย่างจากเรืออาจเป็นอันตรายได้เนื่องจากมีท่อนซุงและต้นไม้ขนาดใหญ่ล่องไปตามน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำทำให้การเก็บตัวอย่างจากก้นแม่น้ำไม่สามารถทำได้
- สำหรับการสุ่มตัวอย่างบริเวณขอบน้ำ ระดับน้ำมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประมาณ 35 ซม. ต่อวัน กล่าวคือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในถิ่นที่อยู่ใต้น้ำลึก 1 เมตรที่ริมฝั่งแม่น้ำจะมีเวลาเพียงสามวันในการตั้งถิ่นฐานเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น ดังนั้น ตัวอย่างจึงมีแนวโน้มที่จะสะท้อนถึงความสามารถในการตั้งอาณานิคมมากกว่าการตอบสนองต่อแหล่งที่อยู่อาศัยและคุณภาพน้ำ
- การสุ่มตัวอย่างในช่วงฤดูสภาวะการไหลต่ำสามารถทำได้เฉพาะในแม่น้ำโขงเท่านั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างฤดูกาลไม่มีนัยสำคัญ สิ่งนี้แตกต่างกับเขตอบอุ่นซึ่งปกติแล้วการติดตามทางชีวภาพของแม่น้ำจะดำเนินการในหลายฤดูกาล ส่วนหนึ่งเป็นเพราะในเขตอบอุ่น วงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดถูกปรับตามฤดูกาลตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

163. ควรมีการเปรียบเทียบผลการติดตามข้อมูลก่อนมีโครงการกับข้อมูลที่มีอยู่และการคำนวณดัชนีจากทั่วทั้งลุ่มน้ำ ซึ่งควรรวมถึงการเปรียบเทียบกับข้อมูลการประเมินทางชีวภาพของ MRC จากสถานที่ติดตามตรวจสอบของ MRC ที่ใกล้ที่สุดกับโครงการ

การคาดการณ์ผลกระทบ

164. ข้อมูลก่อนมีโครงการควรได้รับการวิเคราะห์เพื่อดูองค์ประกอบของชนิดพันธุ์และลักษณะที่อยู่อาศัย เพื่อให้สามารถคาดการณ์ประเภทของผลกระทบที่คาดหวังได้ โดยอิงจากผลลัพธ์แบบจำลองสำหรับการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ดูส่วนที่ 2)

165. การพยากรณ์ผลกระทบเกี่ยวกับการไหล คุณภาพน้ำ และตะกอนควรใช้เพื่อแจ้งการประเมินระดับความเสี่ยงต่อแหล่งที่อยู่อาศัยในน้ำ ชนิดพันธุ์ และกระบวนการทางนิเวศ และเพื่อระบุพื้นที่ที่มีความเปราะบางเป็นพิเศษ ระดับของการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาต่อการไหลด้านท้ายน้ำควรใช้เพื่อแจ้งการประเมินระดับของความเสี่ยงใดๆ ต่อระบบการไหลตามฤดูกาลและต่อที่ราบน้ำท่วมถึง (ดูเพิ่มเติมในข้อ 169 เกี่ยวกับการใช้แบบจำลองที่เหมาะสม)

166. ควรระบุพื้นที่ที่อยู่อาศัยที่สำคัญตามการสำรวจก่อนมีโครงการ เพื่อให้การประเมินสามารถประเมินได้ว่ามีมาตรการบรรเทาผลกระทบใด ๆ ที่สามารถช่วยลดผลกระทบได้หรือไม่

167. ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่กักเก็บน้ำในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับแอ่งน้ำลึก (deep pools) ในแม่น้ำโขงควรได้รับการตรวจสอบบนแผนที่ที่จัดทำโดย MRC

168. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ผลกระทบ และทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบสำหรับระบบนิเวศทางน้ำควรระบุผลกระทบตกค้างและบันทึกสิ่งที่จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจน ตามข้อ 7 และ 25

169. ควรใช้แบบจำลองระดับลุ่มน้ำที่เหมาะสมเพื่อคาดการณ์ผลกระทบและประเมินทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบ ผู้พัฒนาโครงการอาจใช้ Downstream Response to Imposed Flow Transformations (DRIFT) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ระบบนิเวศที่ใช้ในแบบจำลองการศึกษาการบริหารจัดการและพัฒนาลุ่มแม่น้ำโขงอย่างยั่งยืนรวมถึงผลกระทบจากการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน (Council Study) (MRC, 2018a) เพื่อประเมินผลกระทบสะสมและพัฒนากฎการปฏิบัติงานร่วมของ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบขั้นบันได ทั้งนี้อาจเสนอแนวทางและฟังก์ชันการวิเคราะห์ที่เทียบเท่าได้ดังนี้:

- วิธีการวิเคราะห์ควรเชื่อมโยงการไหลกับธรณีสัณฐานวิทยา คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทางน้ำ และการประมง สำหรับโซนต่างๆ ทั้ง 8 โซนริมแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับโซนของธรณีสัณฐานวิทยา
- การวิเคราะห์ควรทดสอบกฎการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เป็นไปได้ และอนุญาตให้ประเมินว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานใดที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแม่น้ำน้อยที่สุด
- ผลลัพธ์ของแนวทางการวิเคราะห์ควรใช้เพื่อแจ้งให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจทราบถึงข้อดีข้อเสียของโครงสร้างเขื่อนและรูปแบบการดำเนินงานที่แตกต่างกัน โดยเทียบกับค่าด้านสิ่งแวดล้อมที่พิจารณา และควรเป็นแนวทางในการพัฒนากฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบขั้นบันได

5.4 แนวทางการออกแบบและการดำเนินงาน

170. ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบควรได้รับการประเมินเพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดจะจัดการกับความเสี่ยงที่ระบุได้ดีที่สุด ตารางที่ 5.3 ระบุทางเลือกการบรรเทาผลกระทบที่ควรพิจารณาเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ซึ่งเพิ่มเติมจากทางเลือกการบรรเทาผลกระทบและความเสี่ยงที่ระบุไว้ในส่วนอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (ส่วนที่ 2) การเคลื่อนย้ายตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ส่วนที่ 3) และคุณภาพน้ำ (มาตรา 4) แนวทางการบรรเทาผลกระทบสำหรับสาขาวิชาอื่นๆ เหล่านี้ในหลายกรณีจะเป็นประโยชน์ต่อวัตถุประสงค์ทางนิเวศวิทยาทางน้ำด้วย ทั้งนี้ผู้พัฒนาโครงการอาจไม่ถูกคาดหมายให้ดำเนินมาตรการบรรเทาผลกระทบทั้งหมดเหล่านี้ แต่บางมาตรการ เช่น การคุ้มครองพื้นที่ลุ่มน้ำ จะต้องดำเนินการโดยหน่วยงานระดับชาติหรือระดับจังหวัด และหน่วยงานอื่นๆ ซึ่งอาจต้องการแนวทางความร่วมมือระหว่างโครงการกับสถาบันอื่นๆ

ตารางที่ 5.3 ทางเลือกในการบรรเทาความเสี่ยงด้านระบบนิเวศวิทยาทางน้ำสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก

ความเสี่ยง	ทางเลือกการลดผลกระทบ
การเกิดสาหร่ายพิษในพื้นที่กักเก็บน้ำ	ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแหล่งสารอาหารในท้องถิ่น โดยเฉพาะฟอสฟอรัส ได้รับการควบคุม ส่งเสริมการควบคุมแหล่งสารอาหารต้นน้ำ การทำลายการแบ่งชั้นน้ำอาจช่วยควบคุมการบานของสาหร่ายได้เช่นกัน
การรุกรานของพืชและสัตว์ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในพื้นที่กักเก็บน้ำ	ติดตามการเกิดขึ้นของพรรณไม้น้ำที่มีขนาดใหญ่ (macrophytes) และชนิดศัตรูพืชที่อาจเกิดขึ้นภายในพื้นที่กักเก็บน้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าตรวจพบได้ตั้งแต่เนิ่นๆ การกำจัดทางกายภาพ การควบคุมทางชีวภาพ หรือการควบคุมโดยสารเคมีเป็นแนวทางการบรรเทาโดยดำเนินการตามลำดับที่ต้องการ
ความเสี่ยงด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่กักเก็บน้ำ สูงขึ้น	การตรวจติดตามและตรวจสอบทางชีวภาพที่เป็นตัวบ่งชี้ของจุลินทรีย์ (เช่น อุจจาระ โคลิฟอร์ม เป็นต้น) ประสานงานกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงปัญหาด้านสาธารณสุข

การสูญเสียแหล่งอาศัยในบริเวณแอ่งลึก (deep hole habitats)	หลีกเลี่ยงตำแหน่งของพื้นที่กักเก็บน้ำในบริเวณของแม่น้ำที่มีแอ่งลึก
การกีดขวางการเคลื่อนที่ของสารอาหารประเภทคาร์บอน และไบโอต้า	ก่อสร้างทางเบี่ยงของพื้นที่กักเก็บน้ำ หากมีความจำเป็น
ความเสื่อมโทรมของชุมชนสิ่งมีชีวิตหน้าดิน	พยายามค้นหาตำแหน่งของพื้นที่กักเก็บน้ำบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำสาขาที่สำคัญทันที และเพื่อลดระยะทางที่ได้รับผลกระทบของแม่น้ำ
ปริมาณน้ำในฤดูแล้งเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในฤดูฝนลดลง และ/หรือความล่าช้าของกระแสน้ำตามฤดูกาล	ใช้กฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบขั้นบันไดและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ เพื่อควบคุมการจัดการพื้นที่กักเก็บน้ำและการระบายน้ำของโครงการ
การลดพื้นที่และ/หรือระยะเวลาของน้ำท่วมที่ราบน้ำท่วมถึง และปริมาณสารอาหารที่ส่งผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยและวงจรชีวิตของสัตว์น้ำอื่นๆ (OAAs)	ใช้กฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบขั้นบันไดและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ เพื่อควบคุมการจัดการพื้นที่กักเก็บน้ำและการระบายน้ำของโครงการ ในสถานที่ที่เหมาะสม แหล่งน้ำที่ราบน้ำท่วมถึงอาจได้รับการจัดการโดยการสูบน้ำเข้าหรือการก่อสร้างทางน้ำท่วมเพื่อเพิ่มน้ำท่วมในฤดูฝน หรือการรวมกลุ่มเพื่อให้กักเก็บน้ำไว้ได้นานขึ้นเมื่อสิ้นสุดฤดูน้ำท่วม

171. แม้ว่าการดำเนินงานจะได้รับการประสานงานอย่างดีในการจัดการการไหลบริเวณด้านท้ายน้ำและน้ำท่วมที่ราบน้ำท่วมถึง แต่การสร้างเขื่อนในแม่น้ำสายหลักที่ลดหลั่นกันจะก่อให้เกิดผลกระทบสะสมต่อระบบนิเวศทางน้ำของแม่น้ำที่อยู่ปลายน้ำมากกว่าผลรวมของผลกระทบเฉพาะโครงการของเขื่อนจำนวนหนึ่ง เนื่องจากการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยของแม่น้ำในสัดส่วนที่ใหญ่กว่า

172. กฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการควรได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับกฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบขั้นบันได เพื่อจัดการกับวัตถุประสงค์ทางนิเวศวิทยาทางน้ำในพื้นที่ท้องถิ่นมากขึ้น และให้แน่ใจว่าการปฏิบัติงานคำนึงถึงพื้นที่ที่สำคัญสำหรับมาตรการบรรเทาผลกระทบ

5.5 การตรวจสอบและการจัดการแบบปรับตัวได้

173. แผนสำหรับการติดตามโครงการด้านนิเวศวิทยาทางน้ำควรคำนึงถึงแนวทางในข้อ 26 ข้อมูลสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนสำหรับข้อมูลการติดตามนิเวศวิทยาทางน้ำที่จะรวบรวมในระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานจะแจ้งตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองการจัดการแบบปรับตัว ไปจนถึงมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศทางน้ำ

174. โปรแกรมการติดตามผลที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 5.3 ควรดำเนินต่อไปในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงาน และปรับเปลี่ยนตามที่จำเป็นเพื่อให้ข้อมูลความต้องการข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงานสำหรับการบริหารจัดการเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำได้ดียิ่งขึ้น

175. สำหรับการเปรียบเทียบระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากโครงการกับสถานะก่อนมีโครงการจะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้:

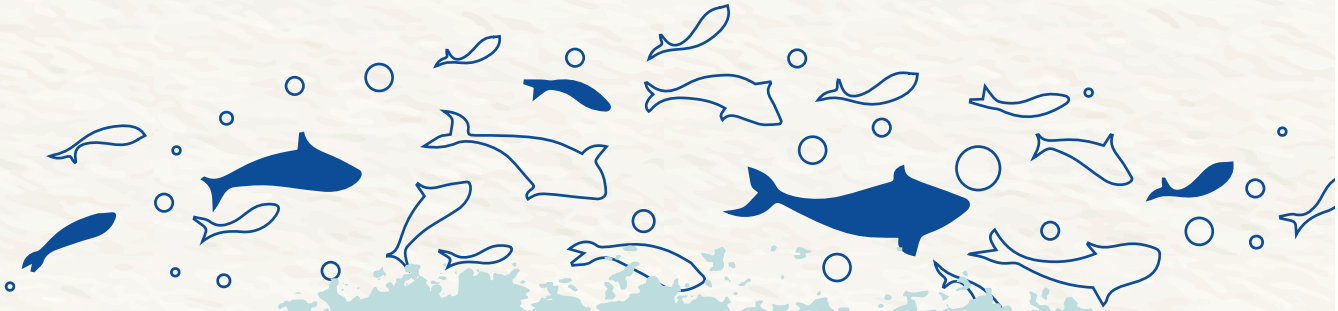
- ควรดำเนินการสุ่มตัวอย่างหลังมีโครงการอย่างเพียงพอเพื่อให้สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงทางสถิติได้เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนมีโครงการ
- การเกิดขึ้นและขนาดของผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำโดยโครงการควรได้รับการประเมินโดยการเปรียบเทียบค่าดัชนีทั้งจากก่อนและหลังการก่อสร้าง และจากพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำด้วย
- ข้อมูลรายการสายพันธุ์จากการสุ่มตัวอย่างควรประกอบด้วยชุดข้อมูลหลายตัวแปรที่สามารถเปรียบเทียบได้โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA) และการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างในพื้นที่การเรียงลำดับ
- การตรวจสอบข้อมูลเพื่อประเมินว่ากลุ่มสายพันธุ์ใดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งการมีอยู่หรือความอุดมสมบูรณ์หรือไม่ อาจเป็นวิธีที่เหมาะสมในการพิจารณาว่าปัจจัยการดำเนินงานใดที่อาจมีส่วนรับผิดชอบต่อการเปลี่ยนแปลงที่พบเป็นหลัก

176. การติดตามตรวจสอบภายในการกักเก็บระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงานอาจประสานกับสถานที่เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ และควรรวมพารามิเตอร์เพิ่มเติมตามรายการด้านล่าง

- คลอโรฟิลล์ - ตามที่ระบุไว้ในส่วนที่ 4.5 โดยผลลัพธ์ควรได้รับการตีความโดยนักนิเวศวิทยาทางน้ำ
- ฟีคัลโคลิฟอร์ม - ตามที่ระบุไว้ในส่วนที่ 4.5

- การเติบโตของพืชน้ำ (Macrophytes) - ในพื้นที่กักเก็บน้ำและริมฝั่งพื้นที่กักเก็บน้ำควรได้รับการตรวจสอบอย่างน้อยปีละครั้ง และติดตามบ่อยขึ้นหากมีปริมาณมาก และ
- การมีอยู่ของพันธุ์สัตว์ศัตรูพืช - ควรดำเนินการตรวจสอบอย่างน้อยปีละครั้ง ในส่วนของพืชน้ำ

177. แผนการติดตามที่ยื่นพร้อมกับข้อมูลภายใต้กระบวนการ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าจะมีการทบทวนผลการติดตามทั้งลำน้ำและพื้นที่กักเก็บน้ำทุกปี และควรระบุกระบวนการตัดสินใจที่จะใช้เพื่อระบุและดำเนินการมาตรการที่จะต้องดำเนินการ หากความเสี่ยงหรือผลกระทบปรากฏชัดเจนจากผลการติดตามผลตามข้อ 27



6
ปลาและการประมง

6 ปลาและการประมง

6.1 วัตถุประสงค์

178. วัตถุประสงค์ของการจัดการเกี่ยวกับปลาและประมงมีดังนี้:

- รักษาผลผลิตประมงและสัตว์น้ำอื่นๆ (OAA) และความหลากหลายของปลาให้เพียงพอที่จะรักษาอาหาร การดำรงชีวิต และความสมบูรณ์ทางนิเวศวิทยาของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง
- ลดผลกระทบของการสร้างและการดำเนินการของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำต่อการอพยพขึ้น (Upstream migration) ของพันธุ์ปลาโดยการออกแบบสิ่งอำนวยสะดวกการเดินทางผ่านของปลา (fish passage facilities) ที่เหมาะสม ในกรณีที่จำเป็น
- ลดผลกระทบของการสร้างและการดำเนินการของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำต่อการอพยพล่อง (downstream movement) ของพันธุ์ปลาผ่านการออกแบบระบบการปฏิบัติงานที่เหมาะสม สิ่งอำนวยสะดวกการเดินทางผ่านของปลา ระบบนำทางปลา และการออกแบบกังหันที่เหมาะสม
- ลดผลกระทบต่อปลาและการประมงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณท้ายเขื่อนในพื้นที่กักเก็บน้ำ และต้นน้ำ ให้เหลือน้อยที่สุด
- บรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อปลาและการประมงทั้งในท้องถิ่นและข้ามพรมแดน รวมถึงสัตว์น้ำอื่นๆ

179. ไม่มีขั้นตอนของ MRC ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการประมงหรือความหลากหลายทางชีวภาพทางน้ำและการจัดการ อย่างไรก็ตาม ความสำคัญของการประมงและนิเวศวิทยาทางน้ำได้รับการยอมรับจากประเทศสมาชิกที่ร่วมมือผ่าน Fisheries Abundance and Diversity Monitoring Programme หัวข้อเกี่ยวกับการประมงและความหลากหลายทางชีวภาพทางน้ำถูกรวมไว้เป็นประเด็นหลักภายใน MRC Initiative for Sustainable Hydropower Studies (MRC, 2014) และใน การศึกษาอื่นๆ ของ MRC ที่ตีพิมพ์เผยแพร่

6.2 ความเสี่ยง

180. แม่น้ำโขงเป็นแหล่งการทำประมงน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในโลก และการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานก่อให้เกิดความเสี่ยงทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกเหนือจากที่ประสบอยู่แล้วจากการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำสาขา

181. ผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อประชากรปลารวมถึงการสูญเสียสัตว์บางชนิด (ในท้องถิ่น ภูมิภาค หรือทั่วทั้งลุ่มน้ำ) มีแนวโน้มสูงว่ามีสาเหตุมาจากการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน การลดลงที่สำคัญในการประมงอาจได้รับผลมาจากการพัฒนาดังกล่าว โดยมีผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อความมั่นคงทางอาหาร โภชนาการ การดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความยืดหยุ่นของระบบนิเวศ

182. การที่จะประเมินผลกระทบของการพัฒนาที่สำคัญในระดับชนิดพันธุ์ในระบบนิเวศที่อุดมด้วยพันธุ์ปลาขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำโขงนั้น อาจกระทำได้ยาก ดังนั้นพันธุ์ปลาจึงควรจำแนกเป็นประเภท (categories) หรือกลุ่ม (guilds) ที่มีความต้องการที่อยู่อาศัยและพฤติกรรมการอพยพย้ายถิ่นที่คล้ายคลึงกัน (Welcomme et al, 2006) (ตารางที่ 6.1) ควรรายงานกลุ่มเพิ่มเติม - ชนิดพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์ท้องถิ่นดั้งเดิม - เนื่องจากคาดว่าจะได้รับประโยชน์จากความเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัย และทดแทนชนิดพันธุ์ที่สูญหายไป ซึ่งอาจเป็นผลเสียหายจากการจับจากการทำประมง (wild fisheries) กลุ่มเหล่านั้นที่มีแนวโน้มจะได้รับผลกระทบสูงถึงสูงมากจากเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน (guild 2, 3, 8 และ 9) แสดงไว้ในตารางที่ 6.1 กล่องข้อความ 6.1 ระบุกลุ่มตัวชี้วัดและ/หรือสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 6.1 กลุ่มปลาแม่น้ำโขงและการอพยพย้ายถิ่น

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
1. กลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณตอนบนลำน้ำ(Rhithron resident guild)	• อาศัยอยู่ในกระแสน้ำเชี่ยวกราก บริเวณที่เป็นหิน และแอ่งน้ำในตอนบนแม่น้ำ (rhitron)	มีผลกระทบเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลยจากเขื่อนในแม่น้ำสายประธาน (แต่สังเกตว่าอาจได้รับผลกระทบสูงจากเขื่อนที่อยู่สูงขึ้นไป)	มีผลกระทบจากเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย อย่างไรก็ตาม อาจมีผลกระทบสูงภายในเขื่อนกักเก็บที่สูงขึ้นไป เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่บริเวณแนวระลอกคลื่นและน้ำท่วมที่อยู่อาศัยบริเวณต้นน้ำ
2. กลุ่มที่อาศัยและอพยพย้ายถิ่นในลำน้ำสายประธาน (และแม่น้ำสาขา)	• อพยพย้ายถิ่นระยะทางไกล วางไข่ในร่องน้ำหลัก (บางครั้งอาจอยู่ในโซนตอนบนของแม่น้ำโขง (รูปที่ 6.1) ปลาที่โตเต็มวัยมีแหล่งอาศัยหากินอยู่บริเวณต้นน้ำของแม่น้ำสายประธาน • อาจอพยพไปยังแหล่งหลบภัย (แอ่งน้ำลึก) ในแม่น้ำสายประธานในช่วงฤดูแล้ง	มีผลกระทบสูงมาก	มีผลกระทบสูง: การเปลี่ยนแปลงของการไหลอาจส่งผลต่อความสามารถในการผ่านที่น้ำตกคอนพะเพ็งและสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติอื่นๆ และความแปรปรวนของการน้ำท่วมจะขัดขวางสัญญาณการอพยพของปลา

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
	• ปลาในกลุ่ม Pelagophilic มีไข่ลอย (pelagic egg) หรือลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (larval stage) ที่กลับคืนสู่แหล่งอาศัยของตัวโตเต็มวัยโดยใช้บริเวณที่มีน้ำเท้อหรือน้ำนิ่งเป็นแหล่งอนุบาล • ตัวเต็มวัยไม่เข้าไปในที่ราบน้ำท่วมถึงและอาจกินสัตว์ได้.		
3. กลุ่มที่อพยพย้ายถิ่นและวางไข่ในแม่น้ำสายประธาน	• วางไข่ในแม่น้ำสายประธาน ลำน้ำสาขา หรือชายขอบทางต้นน้ำของที่ราบน้ำท่วม ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์ พื้นที่เหล่านี้มักประกอบด้วยไข่ลอยหรือลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก	มีผลกระทบสูงมาก	มีผลกระทบสูงมาก: สูญเสียการเชื่อมต่อและเกิดน้ำท่วมแหล่งที่อยู่อาศัยของการวางไข่และแหล่งอนุบาล

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
	• ตัวเต็มวัยและตัวอ่อนลอยกลับไปยังที่ราบน้ำท่วมเพื่อหาอาหาร • อาจอพยพไปยังแหล่งหลบภัย (แอ่งน้ำลึก) ในแม่น้ำโขงสายหลักในช่วงฤดูแล้ง.		
4. กลุ่มที่อพยพย้ายถิ่นในแม่น้ำโขงสายประธานและใช้เป็นที่หลบภัย	• อพยพจากแหล่งหากินและวางไข่ในที่ราบน้ำท่วมถึงมาลี้ภัย ในแม่น้ำโขงสายประธาน (แอ่งน้ำลึก) ในช่วงฤดูแล้ง • การวางไข่จะเกิดขึ้นบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงและแม่น้ำโขงสายประธานที่ใช้เป็นที่หลบภัยในช่วงฤดูแล้ง.	มีผลกระทบปานกลาง	มีผลกระทบสูง: สูญเสียการเชื่อมต่อและเกิดน้ำท่วมแหล่งที่อยู่อาศัยของการวางไข่และแหล่งอนุบาล

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
5. กลุ่มทั่วไป (Generalist)	• การโยกย้ายที่ไม่มีนัยสำคัญในแม่น้ำโขงสายประธานมีจำกัด • สามารถปรับตัวเข้ากับการปรับเปลี่ยนถิ่นที่อยู่ได้อย่างมาก อันเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้สูงในจีโนม (genome).	มีผลกระทบเล็กน้อยน้อยหรือไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบปานกลาง: สูญเสียการเชื่อมต่อและลดการท่วมในที่ราบน้ำท่วมถึง
6. กลุ่มที่อาศัยในที่ราบน้ำท่วมถึง (ปลาดำ/ Blackfish)	• การอพยพอย่างจำกัดระหว่างแอ่งที่ราบน้ำท่วมถึง ขอบแม่น้ำ หนองน้ำ และที่ราบน้ำท่วมถึง • ทนทานต่อความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำหรือภาวะขาดออกซิเจนโดยสมบูรณ์.	มีผลกระทบเล็กน้อยหรือไม่มีผลกระทบ	

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
7. กลุ่มที่อยู่อาศัยบริเวณปากแม่น้ำ	• มีการอพยพอย่างจำกัดภายในบริเวณปากแม่น้ำเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในแต่ละวันและตามฤดูกาล	ผลกระทบเพียงเล็กน้อย (หากเขื่อนตั้งอยู่ต้นน้ำของปากแม่น้ำและไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในปากแม่น้ำ)	มีผลกระทบเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย
8. กลุ่มปลาสองน้ำที่วางไข่ในน้ำจืดแต่อพยพไปเจริญเติบโตในทะเล (Anadromous)	• เข้าสู่น้ำจืด/น้ำกร่อยเพื่อผสมพันธุ์ • เข้าสู่แหล่งน้ำจืดในรูปแบบตัวอ่อน/วัยอ่อนเพื่อใช้พื้นที่เป็นแหล่งอนุบาล ทั้งในแง่ของการถูกบังคับหรือเป็นไปตามโอกาส	ผลกระทบสูง (สำหรับเขื่อนที่อยู่ในปากแม่น้ำหรือส่วนของแม่น้ำตอนล่าง)	มีผลกระทบเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย
9. กลุ่มปลาที่อยู่ในน้ำจืดแล้วเข้ามาวางไข่ในทะเล (Catadromous)	• สืบพันธุ์ ให้อาหารระยะแรก และเติบโตในทะเล • การอพยพย้ายถิ่นของตัวอ่อน หรือช่วงวัยเยาว์ไปยังแหล่งน้ำจืดมักจะขึ้นไปด้านต้นน้ำเป็นระยะทางไกล .	Very high	ผลกระทบสูงมาก: สูญเสียการเชื่อมต่อกับแหล่งอาหารและแหล่งอนุบาล

หมายเลขกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่น	ลักษณะทั่วไป	ผลกระทบเชิงสัมพัทธ์ของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานต่อการอพยพย้ายถิ่น	ผลสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลต่อการผลิตปลา
10. กลุ่มปลาทะเล ที่หลงเข้ามาเป็นครั้งคราว (Marine visitor)	• เข้าสู่ปากแม่น้ำโดยบังเอิญ.	มีผลกระทบเล็กน้อยหรือไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบเล็กน้อยหรือไม่มีผลกระทบ

กล่องข้อความ 6.1 กลุ่มตัวชี้วัด และ/หรือ ชนิดพันธุ์ปลาลุ่มแม่น้ำโขง

<u>Guild 1 - Rhithron resident guild: Notopteridae:</u> **Chitala blanci (main channel with rocky only); Cyprinidae:** *Gara spp., Brachydanio spp., Devario spp., Poropuntius spp., Tor spp., Neolissocheilus spp., Osteochilus waandersii, Raiamas guttatus, Opsarius spp., Lobocheiros spp., Onychostoma spp.* (Lao PDR), *Scaphidonuchthys acanthopterus* (Lao PDR), *Mekongina erythrospila* (Stuntreng-3S, Lao PDR), *Mystacoleucus spp.*; **Balitoridae**: all species (e.g. *Homaloptera spp., Balitora spp.*); **Nemacheilidae**: all species (eg. *Nemacheilus spp., Schistura spp.*); **Akysidae**: all species (e.g. *Akysis spp., Pseudobagarius spp.*); **Sisoridae**: *Gryptothorax spp., Bagarius spp.* (main channel); **Datnioididae**: *Datnioides undecimradiatus* (main channel only); **Channidae**: *Channa gachua*, **Osphronemidae**: *Osphronemus exodon*; **Gobiidae**: *Rhinogobius mekongianus* (above Stuntreng); **Tetraodontidae**: *Pao baileyi* (main channel only), P. turgidus

<u>Guild 2 - Migratory main channel (and tributaries) resident guild:</u> **Cyprinidae**: *Cirrhinus microlepis*, *Cyclocheilos enoplos, Cosmochirus harmandi, Probarbus jullieni;* **Pangasiidae**: *Pangasianodon hypophthalmus* (all places), *Pangasius larnardii* (all places), *P. mekongensis, P. bocourti* (except TS system), *P. concophilus* (except the TS system)

<u>Guild 3 - Migratory main channel spawner guild:</u> **Clupeidae**: *Clupeichthys aesarnensis* (all places), *Clupeoides borneensis* (all places), *Corica laciniata* (DT-PP-TS); **Cyprinidae**: *Cirrhinus prosemion, C. jullieni, Hypsibarbus spp., Puntioplites falcifer* (above Kratie), *P. proctozysron* (below Kratie tol DT), *Labeo chrysophekadion, L. pierrei, Sikukia spp., Incisilabeo behri, Scaphognathops spp.* (above Kratie), *Barbichthys laevis, Leptobarbus rubripinna, Amblyrhynchichthys micracanthus*, **Botiidae**: all species (*Syncrossus spp., Yasuhikotakia spp.*); **Pangasiidae**: *Pangasius macronema, Pseudolais pleurotaenia, Helicophagus leptorhynchus*, **Siluridae**: *Walago attu, Phalacronotus spp., Kryptopterus spp.;* Bagridae: *Hemibagrus spp.*; **Cobitidae**: *Acantopsis spp., Acanthopsoides spp.* (prefers sandy bottom); **Gyrinocheilidae**: all species; **Tetraodontidae**: *Auriglobus nefastus*

<u>Guild 4 - Migratory main channel refuge seeker guild:</u> **Cyprinidae**: *Barbonymus altus, B. schwanefeldii , Cyclocheilichthys spp., Rasbora spp., Paralaubuca spp., Parachela spp., Thynnichthys thynnoides*; **Cobitidae**: *Pangio spp.;* **Siluridae**: *Ompok siluroides*; **Bagridae**: *Mystus spp.*; **Pristolepididae**: *Pristolepis fasciata*; **Ambassidae**: Parambassis wolfii, P. apogonoides; **Sciaenidae**: Boesemania microlepis (d/s Stuntreng common, (above Khone Falls very rare now); **Tetraodontidae**: *Pao cambodgiensis, P. suvattii* (above Khone Falls only)

Guild 5 - Generalist guild: **Notopteridae**: *Notopterus notopterus, Chitala ornata;* **Cyprinidae**: *Gymnostomus (Henichorynchus) spp., Barbonymus gonionotus, Systomus orphoides, Crossocheirus spp. Osteochirus vittatus, O. microcephalus, Hampala spp., Labiobarbus spp., Cyclocheilichthys spp.*; **Syngnathidae**: *Doryichthys boaja* (below Kratie to DT-TS), *D. deokhatoides* (below Kratie to DT-TS), *D. contiguus* (confirmed between Vientiane-Ubonratchathani, does not exist below Khone Falls), **Mastacembelidae**: *Mastacembelus spp*. (e.g. *M. favus, M. armatus*); **Ambassidae**: *Parambassis siamensis*; **Eleotridae**: *Oxyeleotris marmorata*

Guild 6 - Floodplain resident guild (Blackfish): **Cyprinidae**: *Esomus spp.*; **Cobitidae**: *Lepidocephalichthys hasselti;* **Clariidae**: all species (e.g. *C. macrocephalus, C. cf batrachus*); **Adrianichtyidae**: *Oryzias siamensis, O. minutillus;* **Hemiramphidae**: *Dermogenys siamensis*, **Channidae**: *Channa striata, C. lucius*; **Anabantidae**: *Anabas testudineus*; **Osphronemidae**: *Trichopodus spp., Trichopsis spp*; **Synbranchidae**: *Monopterus albus*; **Mastacembelidae**: *Macrognathus spp.*; **Tetraodontidae**: *Pao cochinchinensis*

Guild 7 - Estuarine resident guild: **Plotocidae**: *Plotosus canius* (DT); **Ariidae:** all species (DT); **Adrianichthidae**: *Oryzias haugiangensis* (DT); **Gobiidae**: *Glossogobius* spp. (DT-TS-PP); **Polynemidae**: *Polynemus* spp. (DT-TS-PP); **Cynoglossidae**: all species (DT-PP-TS); **Soleidae**: *Brachirus* spp. except *B. harmandi* and *B. siamensis*

Guild 8 - Anadromous guild: **Pangasiidae**: *Pangasius krempfi*, *P. elongates* (mainstream only); **Ariidae**: all species (DT-PP)

Guild 9 - Catadromous guild: **Angullidae**: *Anguilla marmorata, A. bicolor* (all nodes); **Ophichthidae**: *Pisodonophis boro* (DT-PP-TS)

Guild 10 - Marine visitor guild: **Scombridae**: Scomberomorus sinensis (DT-PP), **Gerreidae**: all species (DT); **Ambassiidae**: all species except *Parambassis* spp. (DT); **Terapontidae**: *Terapon jarbua;* **Sciaenidae**: all species except *Boesemania;* **Gobiidae**: *Pseudapocryptes elongatus, Periophthalmodon schlosseri*

Non-native: **Cyprinidae**: *Labeo rohita, Cyprinus carpio, Cirrhinus cirrosus, Cyprinus rubrifuscus*; **Serrasalmidae**: *Piaractus brachypomus*; **Clariidae**: *Clarias gariepinus*, **Loricariidae**: *Pterygoplichthys spp.*; **Cichlidae**: *Oreochromis spp*

Note: DT = Delta; PP = Phnom Penh; TS = Tonle Sap

183. ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับปลาและการประมง รวมถึง OAAs ควรได้รับการประเมินอย่างครอบคลุม ความเสี่ยงต่อปลาและการประมงที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำสรุปไว้ในตารางที่ 6.2 (ดูตารางที่ 5.2 สำหรับความเสี่ยงต่อ OAA) และมีการมุ่งเน้นไปที่ 4 ประเด็นหลัก ดังต่อไปนี้:

- เขื่อนเป็นสิ่งกีดขวางทางกายภาพของแม่น้ำที่ขัดขวางการอพยพของปลาทั้งต้นน้ำและปลายน้ำ
- เขื่อนสามารถเปลี่ยนระบบการไหลของแม่น้ำจากแม่น้ำที่ไหล (น้ำไหลเร็ว) ไปเป็นที่อยู่อาศัยของน้ำนิ่ง (น้ำไหลช้า) ในพื้นที่กักเก็บน้ำ ซึ่งท่วมพื้นที่วางไข่ (สภาพของน้ำที่ไหลตามความต้องการตามธรรมชาติของกลุ่มปลาที่ 1, 2, 3, 4 และ 8 สำหรับการวางไข่และให้กำเนิดตัวอ่อน) ขัดขวางการล่องลอยของตัวอ่อน สามารถกำจัดปลาพื้นเมืองที่ต้องดำรงชีวิตภายใต้น้ำไหลเร็วได้ (กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 8) และสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์ท้องถิ่น
- เขื่อนเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำ (อุทกวิทยา) ในแม่น้ำด้านท้ายเขื่อน จากเขื่อนแบบน้ำไหลผ่าน (ไหลเข้า = ไหลออก) ที่มีผลกระทบน้อยกว่า ไปจนถึงเขื่อนกักเก็บที่มีผลกระทบสูงโดยการเปลี่ยนระยะเวลาตามฤดูกาลและปริมาณการไหล ในทางปฏิบัติ เขื่อนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการได้ทั้งแบบน้ำไหลผ่านหรือแบบกักเก็บน้ำ แม้ว่าเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการกักเก็บที่จำกัดมากก็ตาม การเปลี่ยนแปลงการไหลส่งผลกระทบต่อความสามารถของปลาในการอพยพ สามารถทำให้ปลาเกยตื้นและไข่ตายได้อันเป็นผลมาจากภาวะการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้ากำลังสูงรายวัน/รายชั่วโมง ขัดขวางรูปแบบน้ำท่วมของแม่น้ำ และส่งผลต่อการเข้าถึงที่ราบน้ำท่วมถึงของสายพันธุ์ที่วางไข่ในที่ราบน้ำท่วมถึงโดยขัดขวางการเชื่อมต่อด้านข้างระหว่างแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง (กลุ่ม 3, 4 และ 6)
- หากเขื่อนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น โครงการชลประทาน หรือหากที่ราบน้ำท่วมถึงถูกน้ำท่วมอย่างถาวรจากพื้นที่กักเก็บน้ำ พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอาจสูญเสียการทำงานในระบบนิเวศโดยสิ้นเชิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ให้อาหาร วางไข่ และอนุบาล (ส่งผลต่อกลุ่ม 4, 5 และ 6)

ตารางที่ 6.2 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับปลาและการประมงที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ผลกระทบจากการปิดกั้นลำน้ำต่อปลาและการประมง	
เขื่อนเป็นอุปสรรคโดยตรงต่อการอพยพขึ้น (Upstream migration) ของปลา	ท้ายที่สุดแล้ว เขื่อนอาจนำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายของพันธุ์ปลาที่ไม่สามารถทำให้วงจรชีวิตสมบูรณ์ได้ (โดยทั่วไปคือปลาในกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 8) โดยปกติแล้วเป็นเพราะปลากลุ่มนี้ถูกแยกออกจากพื้นที่วางไข่และอนุบาล ในบางครั้ง หากสภาพการวางไข่มีความเหมาะสมบริเวณพื้นที่ใต้เขื่อน ปลาเหล่านี้อาจอยู่รอดได้ แต่โดยปกติแล้วจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่ามากโดยปกติผลกระทบจะมีมากกว่าหากลำน้ำสาขาหลักสำหรับการวางไข่ตั้งอยู่ต้นน้ำของเขื่อนหรือระบายลงสู่พื้นที่พื้นที่กักเก็บน้ำ
เขื่อนเป็นอุปสรรคโดยตรงต่อการอพยพล่อง (Downstream migration) ของปลา	พื้นที่กักเก็บน้ำยังสร้างปัญหาให้กับปลาอพยพล่องด้วยเช่นกัน การอพยพล่องเกี่ยวข้องกับทุกช่วงชีวิตของปลา รวมถึงไข่และตัวอ่อนที่ลอยอยู่ในกระแสน้ำ ตัวอ่อนที่มีความสามารถในการว่ายน้ำอย่างจำกัด และปลาที่โตเต็มวัย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้อง ท้ายที่สุดแล้ว การหยุดชะงักของการอพยพล่องอาจนำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายของสายพันธุ์ปลาที่ไม่สามารถทำให้วงจรชีวิตสมบูรณ์ได้ (โดยทั่วไปคือปลาในกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 8) ซึ่งโดยปกติแล้วเป็นเพราะปลาในกลุ่มนี้ถูกแยกออกจากแหล่งอนุบาลและพื้นที่หาอาหาร

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การตายที่โครงสร้างพื้นฐานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ	
ปลาที่ประสบกับเขื่อนในขณะที่เคลื่อนตัวไปด้านท้ายน้ำจะต้องผ่านอาคารทางระบายน้ำล้น ผ่านช่องบายพาสที่ออกแบบเป็นพิเศษ หรือถูกดึงเข้าไปในทางเข้าของกังหันแล้วจึงผ่านตัวกังหันเอง	ตัวอ่อนและปลาวัยอ่อนจำนวนมากลอยล่องลอยไปตามกระแสน้ำจากพื้นที่วางไข่บริเวณต้นน้ำ และถูกดึงเข้าสู่ทางเข้ากังหันหรือทางระบายน้ำล้นของเขื่อน ทั้งสองเส้นทางอาจทำให้มีอัตราการเสียชีวิตสูงโดยส่งผลต่อการจัดหาปลา (recruitment of fish) ให้กับประชากรบริเวณท้ายเขื่อน
มีอัตราการเสียชีวิตหรือการบาดเจ็บสูงในกังหัน	ปลาที่เข้ามาในกังหันจะต้องเผชิญกับความเครียดทางกายภาพที่หลากหลาย ซึ่งทำให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิต ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงความดัน (การบาดเจ็บจากแรงดัน - Barotrauma) แรงเฉือนและความเครียดทางชลศาสตร์ ความปั่นป่วน และการกระแทกของใบพัดกังหัน ไข่ ตัวอ่อน และลูกปลามีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากกังหันเป็นพิเศษ กังหันที่มีป้ายกำกับว่า “เป็นมิตรกับปลา” (“fish-friendly”) อาจยังคงส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปลาแต่ละตัว ซึ่งส่งผลให้มีอัตราการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตสูง โดยมักใช้เวลานานหลายวันหลังจากผ่านกังหัน
การตายและการบาดเจ็บในอาคารทางระบายน้ำล้น	ปลาที่เคลื่อนอยู่เหนือทางน้ำล้นอาจได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ หากการออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้นไม่ได้คำนึงถึงการเดินทางผ่านของปลาด้วย หากมีการไหลที่แรงเกินไป ปลาอาจไม่สามารถหลีกเลี่ยงการชนกับโครงสร้างกระจายพลังงานหรือเครื่องตรวจจับการไหลได้ หากน้ำตื้นเกินไป ปลาจะได้รับการเสียดสีกับผนังและพื้นอาคารทางระบายน้ำล้น (แรงเฉือน) และอาจประสบ "โรคฟองอากาศ (Gas bubble disease)" และการบาดเจ็บจากแรงดัน (Barotrauma) หากอ่างรับน้ำ (Plunge Pool) มีความลึกเกินไป (ดูหัวข้อ 4.2) การไหลแบบปั่นป่วนในแอ่งน้ำของอาคารทางระบายน้ำล้นอาจทำให้ปลาสับสน ชะลอการเคลื่อนไหวท้ายน้ำ และตกเป็นเหยื่อของปลาและนกนักล่า

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ผลกระทบของพื้นที่กักเก็บน้ำต่อปลาและการประมง	
พื้นที่กักเก็บน้ำจะท่วมแอ่งน้ำลึกและเปลี่ยนอุทกพลศาสตร์จากแหล่งน้ำที่มีการไหลซับซ้อนให้กลายเป็นแหล่งน้ำที่ไหลช้าลงและมีความสม่ำเสมอมากขึ้น	พื้นที่กักเก็บน้ำในแม่น้ำที่ไหลเร็วอาจส่งผลให้ปลาน้ำจืดที่ต้องพึ่งพาสภาพน้ำไหลตลอดเวลาไม่สามารถดำรงชีวิตได้ และมักจะทำให้ปลาที่สามารถอาศัยอยู่เฉพาะในน้ำไหลถูกกำจัดไปหมดสิ้น ปลาในแม่น้ำจะประกอบด้วยสายพันธุ์ที่มีไข่ล่องลอยหรือไข่เหนียวที่ยึดติดกับพืชใต้น้ำ หิน กรวด และทราย ไข่ทั้งสองประเภทของปลาน้ำจืดต้องการแหล่งน้ำที่มีการไหล (น้ำไหลเร็ว) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเมื่อพิจารณาผลกระทบของพื้นที่กักเก็บน้ำ
พื้นที่กักเก็บน้ำอาจทำให้แหล่งวางไข่และแหล่งอนุบาลของสายพันธุ์อพยพจมน้ำตาย	สายพันธุ์ปลาในแม่น้ำมักจะลดจำนวนลงเนื่องจากไม่สามารถดำรงวงจรชีวิตได้ และถูกแทนที่ด้วยสายพันธุ์ที่ทนทานและสามารถใช้ประโยชน์จากสภาพน้ำที่นิ่ง (กลุ่มที่ 5 และสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมือง).
พื้นที่กักเก็บน้ำอาจทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยของสายพันธุ์ปลาน้ำจืดที่มักพบในน้ำเชี่ยวและน้ำไหลเร็ว (Rhithron species) (สายพันธุ์ในกลุ่มที่ 1)	สายพันธุ์ปลาน้ำจืดที่มักพบในน้ำเชี่ยวและน้ำไหลเร็ว (Rhithron species) (สายพันธุ์ในกลุ่มที่ 1) หายไป ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง และถูกแทนที่ด้วยสายพันธุ์ที่ทนทานและสามารถใช้ประโยชน์จากสภาพน้ำที่นิ่ง (กลุ่มที่ 6 และสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมือง)
การลดการไหลของน้ำในเขื่อนส่งผลกระทบต่อระยะชีวิตที่ล่องลอยของปลา	พื้นที่กักเก็บน้ำกลายเป็นที่กักเก็บไข่และตัวอ่อนที่ล่องลอยลงมาตามน้ำซึ่งมักจะสูญหายไปจากระบบ ส่งผลให้การประมงของสายพันธุ์ปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่อพยพลดลง (กลุ่มที่ 2, 3, 4, และ 8)
การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในเขื่อนส่งผลกระทบต่อความสามารถในการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของปลาบางสายพันธุ์และสิ่งมีชีวิตน้ำอื่นๆ (OAAs) ในพื้นที่กักเก็บน้ำ	ส่งผลให้ความสามารถของพื้นที่กักเก็บน้ำในการทดแทนการผลิตประมงที่สูญเสียไปเนื่องจากการกักเก็บน้ำในระบบแม่น้ำลดลง

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ผลกระทบด้านท้ายน้ำต่อปลาและการประมง	
การเปลี่ยนแปลงเวลา ขนาด และระยะเวลาของลักษณะทางอุทกวิทยาในระบบแม่น้ำของด้านท้ายน้ำ	รูปแบบน้ำท่วมตามฤดูกาลสามารถปรับเปลี่ยนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและการดำเนินงานของพื้นที่กักเก็บน้ำ ส่งผลให้แหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณด้านท้ายน้ำเสื่อมโทรมลง และการหยุดชะงักของการอพยพตามยาวและด้านข้าง ในบางกรณี การอพยพของปลาตามยาวก็ลดลงเช่นกัน เนื่องจากสัญญาณด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการอพยพ (ทำให้เกิดน้ำท่วมหรือกระแสน้ำไหล) หายไป และการผ่านของปลาจะหยุดชะงักเนื่องจากกระแสน้ำเชี่ยวกราก น้ำตก และสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติอื่นๆ บางส่วน เช่น น้ำตกคอนพะเพ็ง ปลาสีเทา (กลุ่มที่ 4) ที่ต้องอาศัยพื้นที่น้ำท่วมขังเพื่อการเพาะพันธุ์มีข้อจำกัดและไม่สามารถเจริญเติบโตไปสู่ช่วงชีวิตที่ใหญ่ขึ้นได้สำเร็จ โดยทั่วไป โครงสร้างชุมชนปลาด้านท้ายน้ำและพลวัตของประชากรปลาจะมีการเปลี่ยนแปลง และการประมงจะเปลี่ยนแปลงไปสู่การจับได้ในจำนวนน้อยลง และเป็นพันธุ์ปลาขนาดเล็กที่ไม่ได้อพยพซึ่งมีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำกว่า หรือสายพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์ท้องถิ่น มีข้อสังเกตว่าผลกระทบนี้น่าจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน เนื่องจากโครงการส่วนใหญ่จะดำเนินการในลักษณะของเขื่อนแบบน้ำไหลผ่าน
การเปลี่ยนแปลงธรรมชาติ ระยะเวลา และรูปแบบการแพร่กระจายของตะกอนในระบบแม่น้ำ	พื้นที่กักเก็บน้ำอาจลดปริมาตรของตะกอนและสารอาหารที่เกี่ยวข้องที่ไหลผ่านไปยังด้านท้ายน้ำ และผลผลิตของตะกอนในระบบลดลง โดยเฉพาะในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และในพื้นที่ชายฝั่งทะเล (ดูส่วนที่ 3)

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การเปลี่ยนแปลงระบบการระบายความร้อนด้านท้ายน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำ	หากพื้นที่กักเก็บน้ำเกิดการแบ่งชั้น (ดูส่วนที่ 4) อุณหภูมิของน้ำที่ลดลงจะเกิดขึ้นเนื่องจากการปล่อยน้ำออกจากภาวะไฮโปลิมเนียนและการระงับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามฤดูกาลตามธรรมชาติ ซึ่งปรากฏการณ์ในส่วนหลังนี้มักจะกระตุ้นให้ปลาอพยพ ซึ่งแม้ว่าจะเกิดขึ้นได้น้อยกว่านั้นก็ตาม ในแม่น้ำเขตร้อน ดังนั้นความเสี่ยงนี้อาจไม่แพร่หลายในเขื่อนแม่น้ำโขงสายประธาน
คุณภาพน้ำท้ายน้ำได้รับผลกระทบทางลบจากโครงสร้างพื้นฐานและการดำเนินงานของเขื่อน	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ถูกปล่อยจากเขื่อนและคุณภาพน้ำอาจส่งผลกระทบต่อปลาทุกตัวในบริเวณแม่น้ำด้านล่างเขื่อน (ดูหัวข้อที่ 4)
ผลกระทบข้ามพรมแดน	
การหยุดชะงักของระบบอุทกวิทยาและการส่งตะกอน และผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการประมงอาจส่งผลกระทบไปยังด้านท้ายน้ำเป็นระยะทางไกลมาก	ผลกระทบของเขื่อนในแง่ของการสูญเสียผลผลิตอาจปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในระยะทางไกลจากที่ตั้งเขื่อน และอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อชุมชนในชนบทที่ต้องพึ่งพาการประมงเพื่อความมั่นคงทางอาหารและการดำรงชีวิต (ดูส่วนที่ 9)
เขื่อนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น แผนการชลประทาน จะขัดขวางการทำงานของที่ราบน้ำท่วมถึง	หากที่ราบน้ำท่วมถึงถูกน้ำท่วมอย่างถาวรจากการกักเก็บ ที่ราบน้ำท่วมถึงอาจสูญเสียการทำงานในระบบนิเวศโดยสิ้นเชิง และส่งผลให้บริการที่เกี่ยวข้องกับการประมงสูญเสียไป

184. ความแตกต่างของกลุ่มนิเวศวิทยาของปลาโขง (ตารางที่ 6.1) แสดงระดับความเปราะบางที่แตกต่างกันต่อผลกระทบจากเขื่อน โดยกลุ่มที่มีความเปราะบางที่สุดคือกลุ่ม 2, 3, 4, 8, และ 9 ดังที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 6.1

- สายพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดจากการขวางกั้นโดยเขื่อนคือสายพันธุ์ที่มีการอพยพระยะสั้นและระยะไกล (กลุ่ม 2, 3 และ 8)
- สายพันธุ์ที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบน้ำท่วมมากที่สุดคือ: (i) สายพันธุ์ที่วางไข่ในที่ราบน้ำท่วมถึง (กลุ่ม 4) ที่เคลื่อนย้ายด้านข้างไปยังที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อวางไข่และใช้แหล่งที่อยู่อาศัยของที่ราบ

น้ำท่วมถึงซึ่งอุดมด้วยสารอาหารเป็นพื้นที่อนุบาล และ (ii) ช่วงชีวิตของปลาวัยอ่อนของปลาอพยพระยะสั้นและระยะไกล (กลุ่ม 2 และ 3) ซึ่งมีตัวอ่อนลอยอยู่บนที่ราบน้ำท่วมถึงและใช้ที่อยู่อาศัยนี้เป็นพื้นที่อนุบาลด้วย

- สายพันธุ์ที่มีระยะตัวอ่อนล่องลอยส่วนใหญ่เป็นปลาในกลุ่ม 2, 3, 4 และ 8 ซึ่งต้องการความยาวลำน้ำขั้นต่ำสำหรับการล่องลอยและแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ โดยปัจจุบันยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดสำหรับสายพันธุ์ปลาในแม่น้ำโขง อย่างไรก็ตาม อาจจำเป็นต้องมีระยะทางอย่างน้อย 10 กม. สำหรับปลาอพยพย้ายถิ่นระยะสั้นบางชนิด มากกว่า 200 กม. สำหรับปลาอพยพย้ายถิ่นระยะกลาง (กลุ่ม 3 และ 4) และมากกว่า 1,000 กม. สำหรับปลาอพยพย้ายถิ่นระยะไกล (กลุ่ม 2 และ 8) ตัวอ่อนที่ลอยอยู่จำเป็นต้องมีแหล่งอาศัยในแหล่งอนุบาลที่เหมาะสมเพื่ออยู่อาศัยและเติบโตต่อไปในด้านท้ายน้ำของการอพยพ
- สายพันธุ์ที่พบเฉพาะในลำธารที่ลาดชันขึ้นไป (กลุ่ม 1: สายพันธุ์ rhithron) จะไม่ได้รับผลกระทบจากเขื่อนในลำน้ำโขงสายประธาน แต่อาจเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงจากเขื่อนกักเก็บน้ำบนลำน้ำสาขา เนื่องจากมีแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณน้ำท่วมขังด้านเหนือน้ำและการเปลี่ยนแปลงของการไหลบริเวณท้ายน้ำ สายพันธุ์เหล่านี้มักเป็นสายพันธุ์ที่พบได้เฉพาะในพื้นที่หนึ่งเท่านั้น มีค่าความหลากหลายทางชีวภาพสูง และเป็นแหล่งอาหารท้องถิ่นที่สำคัญอีกด้วย ปลาที่ใช้เฉพาะพื้นที่น้ำท่วมถึง (กลุ่ม 5: ปลาดำ) ไม่น่าจะได้รับผลกระทบ เว้นแต่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงจะถูกน้ำท่วมอย่างถาวรหรือถูกตัดการเชื่อมต่อ และ/หรือใช้เพื่อการเกษตรหรือการพัฒนาเมือง

185. สายพันธุ์ปลาแม่น้ำโขงหลายชนิดมีวงจรชีวิตที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการอพยพระหว่างพื้นที่ต่างๆ ของแม่น้ำ (ดูรูปที่ 6.1) โดยเฉพาะการอพยพขึ้นไปยังพื้นที่วางไข่ด้านเหนือน้ำ และอพยพล่องไปด้านท้ายน้ำเพื่อแหล่งอนุบาลและแหล่งอาหาร ระยะเวลาของการอพยพขึ้นและล่องเหล่านี้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของปลา ด้วยเหตุนี้ การวางไข่ของสายพันธุ์ต่างๆ ในระบบแม่น้ำโขงจึงเกิดขึ้นในทุกฤดูกาล แต่จะพบมากที่สุดในช่วงฤดูใบไม้ผลิ (กุมภาพันธ์-มีนาคม) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือช่วงน้ำหลาก (มิถุนายน-กรกฎาคม) และต่อจากนั้นเมื่อช่วงน้ำกำลังลด (พฤศจิกายน)

186. ความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับรูปแบบการอพยพย้ายถิ่นในแม่น้ำโขงคือ มีโซนหลัก 3 โซน คือ ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง (รูปที่ 6-1) โดยมีพันธุ์ปลาที่มีคุณค่าทางการค้ามากมาย (อาจมีปลาขาวมากถึง 30 สายพันธุ์ [กล่องที่ 6- 1: กลุ่ม2, 3 และ 8]) อพยพเป็นระยะทางไกลระหว่างโซนเหล่านี้ มีการวางไข่ตามแนวแม่น้ำโขงทั้งหมด แต่บริเวณตอนกลางและตอนล่างมีที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเป็นพื้นที่อนุบาลและพื้นที่วางไข่ที่มีการอพยพครั้งใหญ่ระหว่างทั้งสองโซน (รูปที่ 6-1) แม้ว่าหลายสายพันธุ์จะอพยพไปตามแม่น้ำโขงสายประธาน แต่สายพันธุ์เหล่านี้มักจะวางไข่ในลำน้ำสาขา ดังนั้นการเชื่อมโยงระหว่างแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งสองนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

187. ทรัพยากรปลาอพยพที่มีความเสี่ยงจากเขื่อนแตกต่างกันไปในแต่ละโซนหลักทั้ง 3 โซนของแม่น้ำ (กล่องข้อความ 6.1) ข้อบ่งชี้ของการเปลี่ยนแปลงนี้คือการจับเชิงพาณิชย์ ซึ่งในแม่น้ำโขงตอนบนมีปริมาณปลาที่จับได้มากถึง 60,000 ตันต่อปี ในขณะที่โซนตอนกลางและโซนตอนล่างมีอัตราการจับปลาต่อปีที่สูงกว่ามาก โดยมีจำนวน 1.0 ล้านตันต่อปีในแต่ละโซน เนื่องจากชีวมวลที่มีประมาณสูงของปลาอพยพในโซนตอนกลางและโซนตอนล่าง และการอพยพเคลื่อนย้ายของปลาระหว่างแหล่งวางไข่และแหล่งอนุบาลในแต่ละโซนเหล่านี้ (รูปที่ 6.1) ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงมากขึ้นต่อประชากรปลาเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานในโซนล่างเหล่านี้

188. เนื่องจากวงจรชีวิตที่อธิบายไว้ข้างต้น โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันไดจะกำจัดสายพันธุ์ปลาในแม่น้ำส่วนใหญ่ที่ต้องการแหล่งอาศัยที่มีน้ำไหล (น้ำไหลเร็ว) แม้ว่าจะมีการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลาก็ตาม

6.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

189. วิธีการติดตามสำหรับปลาและการประมงที่นำเสนอในข้อมูลภายใต้กระบวนการ PNPCA นั้นควรเพียงพอเพื่อสร้างข้อมูลฐาน เพื่อให้ข้อมูลในการออกแบบ และเป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินผลกระทบของโครงการและการลดผลกระทบ

190. ข้อมูลสำคัญที่ต้องเสนอในขั้นตอนกระบวนการภายใต้ PNPCA คือรายชื่อพันธุ์ปลาที่จัดกลุ่มตามรูปแบบการอพยพย้ายถิ่น (ตามตารางที่ 6.1 และกล่องข้อความ 6.1) พร้อมด้วยความอุดมสมบูรณ์สัมพัทธ์ (relative abundance) รวมถึงชนิดพันธุ์ปลาที่สังเกตและคาดว่าจะมีอยู่ในระบบแม่น้ำและสถานะการอนุรักษ์ของสายพันธุ์ จำเป็นต้องมีการกำหนดพื้นฐานเพื่อระบุชนิด องค์ประกอบขนาด และชีวมวลที่ต้องผ่าน โดยข้อมูลจาก MRC และข้อมูลการวิจัยอื่นๆ ที่มีอยู่ควรได้รับการจัดหามาเพื่อจุดประสงค์นี้

191. ควรเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานต่อไปนี้ร่วมกับรายชื่อชนิดพันธุ์ในข้อ 182 ข้อมูลการประมงของ MRC และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการประเมินนี้ควรใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่:

- ฤดูกาลของการเคลื่อนตัวไปด้านเหนือน้ำและปัจจัยทางอุทกวิทยาของการอพยพ (เช่น การเกิดวงจรน้ำท่วม) สำหรับสายพันธุ์หลัก
- การกระจายเชิงพื้นที่ของแหล่งวางไข่ พื้นที่อนุบาล และแหล่งอาศัยหลบภัยสำหรับแต่ละกลุ่มภายในภูมิภาค (200 กม. ต้นน้ำและปลายน้ำของตำแหน่งที่ตั้งโครงการที่เสนอ รวมถึงแม่น้ำสาขาที่ต่ำกว่า 50 กม.)
- ขนาดของการอพยพย้ายถิ่นของปลาในแง่ของชีวมวลของปลา (จากการศึกษาอิสระและการติดตามความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของปลา) ที่สัมพันธ์กับการไหลตามฤดูกาล ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้จึงสามารถให้ข้อมูลเพื่อการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลาได้
- ระยะทาง (เชิงพื้นที่) ของการโยกย้ายแบบวน (cyclic migration) ของแต่ละกลุ่ม
- การระบุชนิดพันธุ์ของปลาและ OAA ที่ขึ้นอยู่กับถิ่นที่อยู่ที่มีน้ำไหล (น้ำไหลเร็ว) สำหรับการวางไข่และการล่องลอยตัวของตัวอ่อน และระยะทางต่ำสุดที่ต้องการในการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนเพื่อให้แน่ใจว่าการเติบโตของตัวอ่อนจะประสบความสำเร็จ
- ปริมาณ องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ และมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมของปลาและ OAA ที่จับได้จากต้นน้ำและปลายน้ำของพื้นที่เชื่อนตลอดช่วงรอบน้ำท่วม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้สามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมต่อการดำรงชีวิตในท้องถิ่นและระดับภูมิภาค ความมั่นคงทางอาหาร และเศรษฐกิจ รวมถึงการแจ้งผลกระทบด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

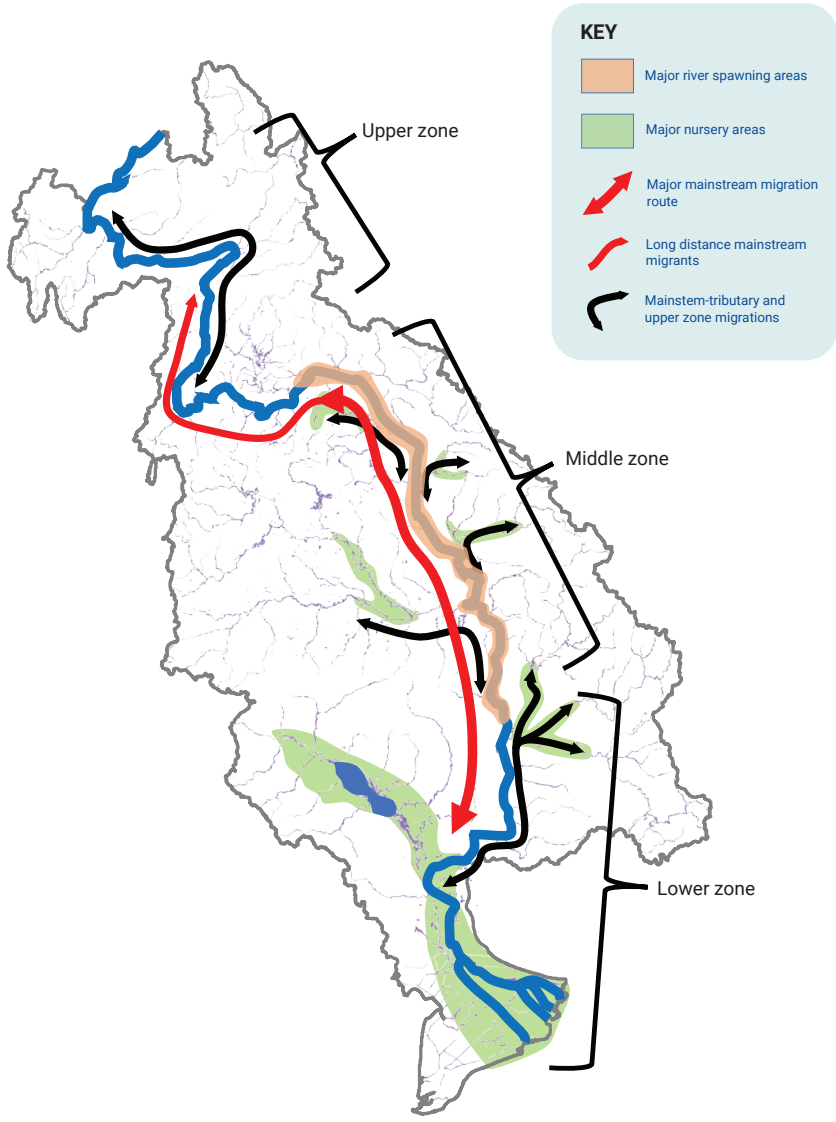
192. ควรใช้วิธีการมาตรฐานที่แนะนำโดย MRC โดยจะได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้พัฒนาโครงการมีแนวทางที่สอดคล้องกันในการติดตามการประมงในแม่น้ำโดยรวม

193. ควรจัดให้มีรายชื่อพันธุ์ปลาที่ถูกคุกคามหรือพันธุ์ปลาที่มีคุณค่าการอนุรักษ์สูงใกล้เขื่อนและพื้นที่กักเก็บน้ำหรืออาจได้รับผลกระทบจากโครงการ ควรมีการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาต่อการอยู่รอดของพันธุ์ปลาที่ถูกคุกคาม และการดำเนินการเพื่อบรรเทาผลกระทบดังกล่าว

194. จากการประเมิน[13] ทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3 ข้อมูลต่อไปนี้ควรนำไปสู่การพิจารณาทางเลือกการเดินทางผ่านของปลาที่เหมาะสม พัฒนาการออกแบบแนวคิด และประเมินผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยและการย้ายถิ่นของปลา

- การปล่อยน้ำรายวันและตามฤดูกาล (daily and seasonal discharge) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลการอพยพย้ายถิ่นของปลาเพื่อระบุความเสี่ยงและเพื่อการออกแบบทางผ่านปลา (fishway)
- การสร้างแบบจำลองผลการดำเนินงานของอาคารทางระบายน้ำล้นและโรงไฟฟ้า รวมถึงการประเมินที่เพียงพอของการปล่อยน้ำรายชั่วโมง รายวัน และตามฤดูกาล และระดับน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ และการลดทอนเชิงพื้นที่ (ระยะทางที่ส่งผลต่อท้ายน้ำ) จากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้
- โค้งอัตราการไหลด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ และ
- การสร้างแบบจำลองผลลัพธ์ของระบบชลศาสตร์รายวันและตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระจายความเร็วของน้ำของพื้นที่กักเก็บน้ำ เพื่อตรวจสอบผลกระทบต่อแหล่งอาศัยที่วางไข่ในน้ำไหลและการล่องลอยของตัวอ่อน

13 เพื่อประเมินผลกระทบต่อการออกแบบทางผ่านปลาและปลา จะต้องดำเนินการวิเคราะห์อย่างเพียงพอและนำเสนอในกระบวนการภายใต้ PNPCA เพื่อให้ MRC ประเมินประสิทธิผลของการบรรเทาผลกระทบได้ การสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่มีรายละเอียดเพิ่มเติมอาจดำเนินการในระหว่างขั้นตอนการออกแบบโดยละเอียด



รูปที่ 6.1. ระบบการย้ายถิ่นทั่วไปในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ดัดแปลงจาก Poulsen et al. (2004)

195. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ผลกระทบ และทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบสำหรับปลา การประมง และ OAA ควรระบุผลกระทบตกค้างและจัดทำเอกสารว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดในแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับข้อ 7 และ 25.

6.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน

196. ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบควรได้รับการประเมินเพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดจะจัดการกับความเสี่ยงที่ระบุได้ดีที่สุด ตารางที่ 6.3 แสดงบทสรุปของแนวทางการบรรเทาผลกระทบที่สามารถนำมาใช้เพื่อจัดการกับความเสี่ยงทั่วไปที่มีต่อปลาและการประมงดังแสดงในตารางที่ 6.2 ควรใช้ชุดมาตรการบรรเทาผลกระทบแบบองค์รวมเพื่อจัดการกับการเปลี่ยนแปลงหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อปลาและการประมง แม้ว่าเนื้อหาด้านล่างนี้จะกล่าวถึงเฉพาะมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับปลาเท่านั้น แต่มาตรการบรรเทาผลกระทบสำหรับการไหล ตะกอน คุณภาพน้ำ และนิเวศวิทยาทางน้ำในแนวทางนี้ยังมีอิทธิพลสำคัญต่อปลาอีกด้วย

197. เนื่องจากยังขาดแคลนข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลจากการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของทางผ่านปลาในแม่น้ำโขง ซึ่งส่งผลต่อความเสี่ยงต่อปลาและการประมง ดังนั้นผู้พัฒนาโครงการควรใช้บริการของผู้เชี่ยวชาญด้านการเดินทางผ่านของปลาที่เป็นอิสระและมีความรู้ พร้อมประสบการณ์เฉพาะที่เกี่ยวข้องในระดับภูมิภาคและระดับโลกตั้งแต่เนิ่นๆ ในกระบวนการออกแบบ ผู้พัฒนาโครงการได้รับการสนับสนุนให้ใช้ข้อมูล ทรัพยากร และความเชี่ยวชาญของ MRCS ที่มีอยู่ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นตามข้อ 16

ตารางที่ 6.3 ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบสำหรับปลาและการประมงสำหรับเขื่อนในแม่น้ำสายประธาน

ความเสี่ยง	ทางเลือกการลดผลกระทบ
ผลกระทบจากการปิดกั้นลำน้ำต่อปลาและการประมง	• สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลาทางต้นน้ำและท้ายน้ำ • โปรแกรมการจับปลาด้วยอุปกรณ์ตกปลาและปล่อยไปขณะยังมีชีวิต (Catch-and-release programmes) (ไม่เหมาะสำหรับแม่น้ำและการประมงในระดับแม่น้ำโขง) • โครงการโรงเพาะเลี้ยงและการเพิ่มสต็อก (อาจใช้ร่วมกับมาตรการอื่น ๆ) อย่างไรก็ตาม ให้สังเกตข้อ 247

ความเสี่ยง	ทางเลือกการลดผลกระทบ
การตายที่โครงสร้างพื้นฐานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ	• การออกแบบเฉพาะและทางเลือกการปฏิบัติงานสำหรับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น กังหันและประตู • การใช้ตะแกรงและเทคโนโลยีกั้นอื่นๆ (เช่น แสง อะคูสติก) เพื่อนำปลาออกจากบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูง
ผลกระทบของพื้นที่กักเก็บน้ำต่อปลาและการประมง	• การวางตำแหน่งและการกำหนดค่าของพื้นที่กักเก็บน้ำเพื่อลดพื้นที่น้ำท่วมและหลีกเลี่ยงแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญ เช่น หลุมลึกและพื้นที่วางไข่ • การจัดการระดับน้ำกักเก็บผ่านกฎการปฏิบัติงานร่วมและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะโครงการ • การคุ้มครองแหล่งที่อยู่อาศัยริมฝั่งพื้นที่เก็บกักผ่านการดำเนินงานในท้องถิ่นเพื่อปกป้อง ปรับปรุง หรือแนะนำพื้นที่ที่อยู่อาศัยที่สำคัญ (เช่น สำหรับพื้นที่วางไข่และอนุบาล หรือพื้นที่พักพิงและแหล่งอาหาร)
ผลกระทบด้านท้ายน้ำต่อปลาและการประมง	• การจัดการระดับน้ำท้ายน้ำผ่านกฎการปฏิบัติงานร่วมและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ • การคุ้มครองแหล่งที่อยู่อาศัยริมตลิ่งตามธรรมชาติผ่านการดำเนินงานในท้องถิ่น • การควบคุมและการบรรเทาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำที่อาจเกิดขึ้นและผลกระทบจากตะกอน

198. คำแนะนำต่อไปนี้สำหรับปลาและประมงถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน: ที่อยู่อาศัย ซึ่งรวมถึงการวางแผนตำแหน่งและความสูงของเขื่อน และ การดำเนินการ และ การเดินทางผ่านของปลา ซึ่งเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการอพยพย้ายถิ่นของปลาขึ้นและลงน้ำตามกระแสน้ำ

ที่อยู่อาศัย

199. เนื่องจากแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีน้ำไหล (น้ำไหลเร็ว) เป็นพื้นที่วางไข่ที่สำคัญและจำเป็นต่อการล่องลอยของตัวอ่อน จึงควรวางตำแหน่งและออกแบบเขื่อนเพื่อเพิ่มทางน้ำให้สูงสุดโดยมีน้ำไหลอย่างต่อเนื่อง[14] ทางน้ำไหลเหล่านี้ ได้แก่:

14 ควรสังเกตว่าที่ตั้งของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานทั้งหมดถูกกำหนดไว้แล้วตามข้อกำหนดการออกแบบทางวิศวกรรม

- การรักษาทางน้ำไหลไว้ภายในพื้นที่กักเก็บทั้งหมดโดยรักษาความเร็วเฉลี่ยของของการไหลไว้ที่ > 0.3 เมตร/วินาที
- ระหว่างเขื่อนและแอ่งน้ำนิ่งของพื้นที่กักเก็บน้ำ (บางสายพันธุ์อาจต้องการระยะทาง 10 กม. ในขณะที่บางสายพันธุ์อาจต้องการระยะทางถึง 200 กม.) และ
- ในลำน้ำสาขา

200. เขื่อนควรได้รับการจัดวางและออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงน้ำท่วมถาวรหรือการตัดขาดการเชื่อมต่อของที่ราบน้ำท่วม ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญและมักจะไม่สามารถทดแทนได้ การวางไข่ และแหล่งอนุบาล ประชากรปลาที่มีประสิทธิผลขึ้นอยู่กับน้ำท่วมตามธรรมชาติและรูปแบบการแห้ง (drying patterns) ของแหล่งที่อยู่อาศัยเหล่านี้

201. ในการดำเนินการก่อสร้างเขื่อน ควรคำนึงถึงการจัดการถิ่นที่อยู่ริมแม่น้ำ (เขตริมฝั่ง) ของหินและพืชพรรณที่อยู่ท้ายเขื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเริ่มต้นของฤดูฝน ซึ่งจะมีสัตว์หลายชนิดวางไข่ ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ (แต่ดูข้อ 71) แต่การลดลง เช่น มากกว่า 0.5 เมตรต่อวัน (จะพิจารณาตามพื้นฐานเฉพาะของสถานที่) ในฤดูวางไข่ อาจทำให้เกิดอันตรายต่อไข่ได้ เขื่อนที่มีจำนวนทางผ่านปลาไม่เพียงพอหรือไม่มีทางผ่านปลาอาจส่งผลให้ปลาอพยพอาจรวมตัวกันใต้เขื่อน และมักวางไข่ในบริเวณท้ายน้ำของเขื่อน

202. ความผันผวนของระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำสามารถสร้างเขตขอบริมฝั่งที่แห้งแล้งซึ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในพื้นที่กักเก็บน้ำ ระบบลากูนสามารถสร้างขึ้นได้ในบริเวณอ่าวของพื้นที่กักเก็บน้ำโดยการติดตั้งฝายขนาดเล็ก ซึ่งช่วยป้องกันความผันผวนเหล่านี้ และรักษาพื้นที่อนุบาลในพื้นที่กักเก็บน้ำในช่วงที่เกิดน้ำลด

203. การผลิตประมงในพื้นที่กักเก็บน้ำมีแนวโน้มลดลงภายใน 5-7 ปีภายหลังน้ำท่วม โดยทั่วไปแล้ว พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมจะถูกกำจัดพืชพรรณออกก่อนที่จะเกิดน้ำท่วม แต่เพื่อสนับสนุนการผลิตประมงในพื้นที่กักเก็บน้ำ ไม่ควรตัดไม้ในพื้นที่ที่คัดเลือกไว้ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่เกาะและแขวนตัวกับวัตถุในน้ำจืด (Periphyton) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารหลักสำหรับปลา

การเดินทางผ่านของปลา

204. สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลาสำหรับการอพยพทั้งต้นน้ำและท้ายน้ำควรรวมอยู่ในเขื่อนทุกแห่งในแม่น้ำโขงสายประธาน หากการเดินทางผ่านของปลาไม่ได้รับการพิจารณาว่าสามารถสนับสนุนการดำรงชีวิตประชากรปลาได้ (เช่น มีการวางแผนสร้างเขื่อนที่ลดแหล่งที่อยู่อาศัยของน้ำไหลบริเวณต้นน้ำ) ก็ควรใช้มาตรการชดเชยที่เหมาะสมเพื่อชดเชยความสูญเสียของระบบนิเวศที่อาจเกิดขึ้น (ความหลากหลายทางชีวภาพ) ความสูญเสียทางสังคม ความสูญเสียด้านความมั่นคงทางอาหาร โภชนาการ และ ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (การดำรงชีวิต) (MRC, 2018b)

205. การบรรเทาผลกระทบอย่างมีประสิทธิผลเพื่อให้ปลาสามารถเดินทางผ่านโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธานได้แสดงให้เห็นว่ามีมูลค่าสูงถึง 10% ของต้นทุนของโครงการ ขึ้นอยู่กับที่ตั้งและขนาดของโครงการ ต้นทุนนี้จำเป็นต้องได้รับการพิจารณาอย่างเหมาะสมในแบบจำลองทางการเงินของโครงการและการดำเนินธุรกิจ

206. การเดินทางผ่านของปลาด้านต้นน้ำและท้ายน้ำที่มีประสิทธิผลควรได้รับการประเมินโดยใช้ชนิดพันธุ์เป้าหมาย ชนิดพันธุ์เหล่านี้ควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความสำคัญทางการค้าและการดำรงชีวิต ความครอบคลุมกลุ่มทางนิเวศวิทยาในวงกว้าง พฤติกรรม (เช่น พื้นผิว กลางน้ำ ที่อาศัยอยู่ก้นแม่น้ำ) ขนาด (เล็ก กลาง ใหญ่) มูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพ และสถานะของชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม

207. ประสิทธิภาพการเดินทางผ่านของปลาถูกกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์เป้าหมายสำหรับจำนวนปลาในแต่ละสายพันธุ์อพยพที่เข้าใกล้โครงสร้างเขื่อนทั้งต้นน้ำและท้ายน้ำ โดยทั่วไปจะใช้กลุ่มตัวอย่างย่อยเพื่อประเมินเป้าหมายเหล่านี้ มากกว่าการใช้ประชากรทั้งหมด เป้าหมายเฉพาะในเอกสารแนวทางนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในหัวข้อ 6.1 กล่าวคือ ความยั่งยืนของประชากรปลาอย่างต่อเนื่องในแม่น้ำโขงสายประธาน ซึ่งไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าประสบความสำเร็จสำหรับโครงสร้างทางผ่านปลาที่มีอยู่ โดยสังเกตว่าทางผ่านปลาในเขตร้อนหลายแห่งที่มีอยู่ทั่วโลกมีข้อบกพร่องด้านการออกแบบและการปฏิบัติงานที่เอกสารแนวทางนี้พยายามกล่าวถึง เป้าหมายการผ่านของปลาต่อไปนี้ขึ้นอยู่กับแบบจำลองประชากรและอัตราการผ่านของสายพันธุ์แม่น้ำโขงและเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ (Halls and Kshatriya, 2009)[15]:

15 หมายเหตุ: การสร้างแบบจำลองขึ้นอยู่กับอัตราการตายที่คำนวณของปลาผ่านกังหัน Kaplan ตามความยาวของปลา ซึ่งอาจปรับปรุงด้วยการออกแบบกังหันใหม่ และยังสันนิษฐานว่าตัวอ่อนทั้งหมดสามารถล่องลอยผ่านพื้นที่กักเก็บน้ำได้สำเร็จ และไม่เป็นอันตรายผ่านกังหัน

- สำหรับชนิดพันธุ์อพยพระยะไกล (เช่น กลุ่ม 2, 3, 4 และ 8) ผ่านเขื่อนเดียว ปลาขนาดใหญ่ (>75 ซม.) ต้องการการผ่านมากกว่า 90% (ของจำนวนแต่ละสายพันธุ์ที่เข้าใกล้เขื่อน) และปลาขนาดกลาง ปลาขนาด (50–75 ซม.) ต้องผ่านมากกว่า 80% หากมีเขื่อนหลายแห่ง ทั้งสองกลุ่มขนาดจะต้องมีการผ่านมากกว่า 95% ในแต่ละพื้นที่ของเขื่อน
- ชนิดพันธุ์ขนาดเล็กและมีการอพยพระยะสั้น (กลุ่ม 4) ที่เคลื่อนที่ไปมาระหว่าง/ตามแม่น้ำไปยังที่ราบน้ำท่วมถึงต้องใช้พื้นที่ผ่านมากกว่า 60% (ต้นน้ำและท้ายน้ำ) ระหว่างการวางไข่และการให้อาหาร/แหล่งที่อยู่อาศัยที่หลบภัย
- เปอร์เซ็นต์ข้อกำหนดในการผ่านข้างต้นอาจได้รับการปรับปรุงสำหรับสัตว์ชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยขึ้นอยู่กับประวัติชีวิตและจำนวนเขื่อนที่ชนิดพันธุ์นั้นต้องผ่านเพื่อให้วงจรชีวิตสมบูรณ์ และเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมระดับภูมิภาคและข้อมูลระดับเฉพาะโครงการเกี่ยวกับประเด็นเหล่านี้

ข้อกำหนดทางชีววิทยาและอุทกวิทยาในการออกแบบการเดินทางผ่านของปลาก

208. ช่วงอัตราการไหลของทางผ่านปลา (Flow range of fishway) ต้องออกแบบทางผ่านปลาให้สามารถทำงานได้ตั้งแต่การไหลต่ำสุดที่บันทึกไว้ไปจนถึง 1-in-1 year annual recurrence interval (ARI) (63% ความน่าจะเป็นที่เกิดเหตุปีละครั้ง) อัตราการไหลนี้ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากการควบคุมการไหลจากด้านเหนือน้ำ โดยการประเมินอัตราการไหลต่ำสุดที่ต่ำเกินไปอาจส่งผลให้ทางผ่านปลาไม่สามารถทำงานได้

209. อัตราการไหลในทางผ่านปลา - การเดินทางผ่านของปลาอพยพขึ้น (Proportion of flow in fishway – upstream passage) ข้อพิจารณาเบื้องต้น (Williams et al, 2012) ในการออกแบบโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ

210. คือการทำให้มั่นใจว่ามีอัตราการไหลเพียงพอ[16] เพื่อดึงดูดปลาให้เข้ามาที่ทางเข้าของทางผ่านปลา อัตราการไหลที่เพียงพอ (adequate flows) จะชักนำปลาเข้าสู่ทางผ่านปลาเพื่อให้แน่ใจว่าการไหลจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในฤดูน้ำไหลสูงและต่ำ และเพียงพอตลอดเวลา รวมถึงเพื่อให้แน่ใจว่ามีประสิทธิผลสูงสุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางผ่านปลาในข้อ 207 ทั้งนี้อัตราการไหลสำหรับการเดินทางผ่านของปลาควรเป็นไปตามผลการวิจัยระดับท้องถิ่นและระดับนานาชาติ (Larnier, 2002; Bell, 1985; Roscoe et al, 2011; Armstrong et al, 2010) โดยมีพื้นฐานของอัตราการไหลที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนในเอกสารของโครงการภายใต้กระบวนการ PNPCA

211. อัตราการไหลในทางผ่านปลา – การเดินทางผ่านของปลาอพยพล่อง (Proportion of flow in fishway – downstream passage) สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านของปลาอพยพล่องโดยเฉพาะที่บริเวณโรงไฟฟ้าต้องใช้อัตราการไหลคิดเป็น 2% ของอัตราการไหลเข้าสู่โรงไฟฟ้าจึงจะผ่านปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป้าหมายนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้หากมีข้อมูลเฉพาะภูมิภาคหรือข้อมูลระดับโครงการที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

212. เมื่อพิจารณาถึงช่วงของชนิดพันธุ์ ปริมาณการอพยพ และความแปรผันของสภาพการไหลของน้ำที่พบในบริเวณเขื่อน แต่ละโครงการควรพิจารณาทางเลือกต่างๆ สำหรับทางปลาผ่านอพยพขึ้นและล่อง อาจมีแนว

16 การวิจัยระบุว่าข้อพิจารณาเบื้องต้นในการออกแบบโครงการไฟฟ้าพลังน้ำคือการจัดให้มีการไหลที่เพียงพอที่ทางเข้าทางผ่านปลาเพื่อดึงดูดปลาจากแม่น้ำเข้าสู่ทางผ่านปลา ในขณะที่มีสภาวะการไหลต่ำ (หมายถึงอัตราการไหลเกิน 95% ของเวลา หรือ Q95 ของอัตราการไหลปัจจุบัน) ต้องใช้อัตราการไหล 10% ของอัตราการไหลเพื่อดึงดูดปลาเข้าสู่ทางผ่านปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ช่วงการไหลบนของทางผ่านปลา (1-in-1 year ARI) ควรจัดสรร 10% ของการไหลสำหรับการเดินทางผ่านของปลาขึ้นไปยังต้นน้ำ โดย 2% จะเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ อัตราการไหลนี้สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นการรวมกันของ อัตราการไหลเพื่อการเดินทางผ่านของปลา (passage flow) (ตลอดทางผ่านปลา) และ อัตราการไหลเสริม (อัตราการไหลเพิ่มเติม) ในส่วนท้ายของทางผ่านปลา แต่ไม่รวมการไหลเพื่อการดึงดูดปลา (attraction flow) ซึ่งเป็นอัตราการไหลภายนอกทางเข้าทางผ่านปลา ที่บริเวณที่มีชีวมวลสูงมาก (เช่น ปลายน้ำของเวียงจันทน์) จำเป็นต้องจัดสรรอัตราการไหลของน้ำครึ่งหนึ่งสำหรับอัตราการไหลในทางผ่านของปลา สำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ที่มีการเดินทางผ่านของปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดสรร 10% ของอัตราการไหลขั้นต่ำสำหรับปลาที่อพยพย้ายถิ่นขึ้นไปยังต้นน้ำถือเป็นมาตรฐานทั่วไป (แม้ว่าจะสามารถใช้ได้ถึง 30%) และยังมีการใช้ 5% ของอัตราการไหลที่ปล่อยกังหันสูงสุดเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะระบุว่าทางผ่านปลาของเขื่อนไซยะบุรีในแม่น้ำโขงมีปริมาณการปล่อยน้ำเพื่อดึงดูดทางปลา 8.6% (86 ลบ.ม./วินาที) ของสภาวะการไหลต่ำ (Q95); 5% (240 ลบ.ม./วินาที) ของอัตราการปล่อยน้ำจสูงสุดากกังหัน (5,000 ลบ.ม./วินาที) และ 2.5% ของสภาวะการไหลสูง (10,000 ลบ.ม./วินาที) การวิจัยจะทดสอบว่าอัตราการไหลเหล่านี้เพียงพอหรือไม่ ทั้งนี้เป้าหมายเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงหากมีข้อมูลเฉพาะภูมิภาคหรือข้อมูลระดับโครงการที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ไม่ได้กับลำธารหรือแม่น้ำสาขาขนาดเล็ก ซึ่งทางปลาอาจต้องการใช้อัตราการไหล 100%

โน้มว่าจะต้องมีทางผ่านปลาหลายเส้นทางสำหรับโครงการเขื่อนขนาดใหญ่

213. เว้นแต่จะมีข้อมูลระดับโครงการ/ภูมิภาคที่เฉพาะเจาะจงมากกว่านี้ ทางผ่านปลาอพยพขึ้นและล่องควรมีลักษณะดังนี้:

- ทำงานตลอดทั้งปีเท่าที่ทำได้จริง ภายในช่วงการไหลที่ระบุในข้อ 208
- ส่งผ่านปลาอพยพที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ซม. ถึง 300 ซม. ทั้งต้นน้ำและท้ายน้ำ รวมถึงไข่ปลาและตัวอ่อนที่ลอยล่องไปตามน้ำ และ
- ส่งผ่านชีวมวลอพยพของแม่น้ำโขงตามที่กำหนดในระหว่างการติดตามข้อมูลพื้นฐานและการประเมินจากภายนอก โดยสังเกตว่าชีวมวลอพยพดังกล่าวมีค่าสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณตอนกลางและตอนล่างของแม่น้ำโขง (เช่น ประมาณช่วงท้ายน้ำของนครหลวงเวียงจันทน์ รูปที่ 6.1)

ทางผ่านปลาอพยพขึ้น (Upstream fish passage)

214. ทางผ่านปลาอพยพขึ้นมีสองส่วนประกอบ ซึ่งมีการออกแบบแยกกันดังนี้

- การดึงดูดปลา (Attraction) - การชักนำให้ปลาเข้าสู่เขื่อนและค้นหาทางเข้า
- การผ่าน (Passage) - ทางผ่านปลา

การดึงดูดปลา (Attraction)

215. เพื่อให้เกิดการดึงดูดปลาเข้าสู่ทางผ่านปลาอย่างมีประสิทธิผล การออกแบบทางผ่านปลาควรบูรณาการเข้ากับแนวคิดโครงการตั้งแต่กระบวนการเริ่มแรก เนื่องจากจะมีอิทธิพลต่อการวางแนวแกนเขื่อน การกำหนดค่าและการวางแนวของเขื่อนและโรงไฟฟ้า ฐานยันเขื่อน (abutment) และรูปร่างกำแพงควบคุมทางไหลของแม่น้ำ (training wall shapes) การออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้นและบานประตู และการออกแบบอ่างน้ำนิ่ง

216. ควรดำเนินการการสร้างแบบจำลองทางกายภาพในระดับที่เหมาะสม[17] ในระหว่างการออกแบบโดยละเอียด เพื่อให้สามารถทำนายรูปแบบการไหลได้อย่างแม่นยำ และสภาวะที่เหมาะสมของทางเข้าทางผ่านปลาที่ใช้งานได้ (ดูข้อ 24) การสร้างแบบจำลองควรรวมถึงอาคารทางระบายน้ำล้น โรงไฟฟ้า ทางเข้าทางผ่านปลา (พร้อมอัตราการไหลเสริมและอัตราการไหลดึงดูด) และสภาพลำน้ำด้านท้ายน้ำ ทั้งนี้อาจจำเป็นต้องใช้แบบจำลองแยกต่างหากสำหรับส่วนประกอบเขื่อนที่แตกต่างกันเนื่องจากข้อจำกัดด้านขนาด การสร้างแบบจำลองควรทดสอบการไหลของทางน้ำอย่างเต็มรูปแบบการไหลในทางผ่านปลาดังที่กล่าวข้างต้น เพื่อให้แน่ใจว่าปลาสามารถระบุตำแหน่งและเข้าถึงทางเข้าได้ การออกแบบทางเข้าทางผ่านปลาและบูรณาการกับการออกแบบเขื่อนสามารถดำเนินการได้ก่อนการออกแบบช่องทางผ่านปลาใดๆ

217. การสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ 3 มิติ (Computational Fluid Dynamics หรือ CFD) ยังมีประโยชน์เมื่อใช้ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางกายภาพ

218. หลักการออกแบบที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองทางกายภาพ/คอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดึงดูดปลา ได้แก่:

- สร้างเส้นทางอย่างต่อเนื่องและที่หลบภัยสำหรับความเร็วน้ำต่ำและความปั่นป่วนที่นำไปสู่ “ขีดจำกัดต้นน้ำของการอพยพ (upstream limit of migration)” ซึ่งถูกกำหนดโดยความเร็วน้ำที่สูงโดยไม่มีที่หลบภัย (เช่น ที่ปลายอาคารระบายน้ำล้น) และความปั่นป่วนสูงโดยไม่มีที่หลบภัย ปลาจะถูกดึงดูดโดยทางระบายน้ำที่ใหญ่ที่สุด (กังหันหรืออาคารทางระบายน้ำล้น) และใช้ความเร็วน้ำต่ำที่อยู่ติดกับอัตราการระบายน้ำสูงและความเร็วน้ำสูงเพื่ออพยพไปทางต้นน้ำ
- ลดการไหลหมุนเวียน (แนวนอนหรือแนวตั้ง) และการไหลข้ามให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งจะดักจับและชะลอการอพยพของปลา

219. ควรจัดให้มีทางเข้าทางผ่านปลาหลายช่องทางสำหรับเขื่อนขนาดใหญ่และบริเวณที่มีการระบายน้ำไม่แน่นอน ปลาอพยพจะถูกดึงดูดไปยังบริเวณกว้าง และ “ขีดจำกัดต้นน้ำของการอพยพ” จะแตกต่างกันไปตามการปล่อย

220. ทางเข้าทางผ่านปลาควรรองรับชนิดพันธุ์ปลาที่จะใช้บริเวณผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน และร่องน้ำลึก (ช่องที่ลึกที่สุด) โดยร่องน้ำลึกต้องนำไปสู่ทางเข้าทางผ่านปลา รูปร่างของลำน้ำอาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนใหม่ใน

17 ขนาดที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปทรงของเขื่อนและลักษณะลำน้ำ ตัวอย่างเช่น การสร้างแบบจำลองทางกายภาพสำหรับเขื่อนไซยะบุรีดำเนินการที่อัตราส่วนมาตราส่วนเชิงเส้นที่ไม่บิดเบี้ยว (ที่ undistorted linear scale ratio) 1: 120 มาตราส่วนควรช่วยให้การประเมินระบบชลศาสตร์ของทางเข้าทางผ่านปลามีความแม่นยำเพียงพอ

ระหว่างการก่อสร้างเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้

221. อาคารทางระบายน้ำล้นและประตูระบายน้ำควรได้รับการออกแบบและดำเนินการเพื่อให้อัตราการไหลเริ่มต้นและสิ้นสุดในการเพิ่มแรงดึงดูดให้กับทางเข้าทางผ่านปลา

222. การไหลผ่านอาคารทางน้ำล้นทั้งหมดสามารถนำมาใช้เป็นทางผ่านของปลาได้ โดยสังเกตว่าปลาอพยพในทุกฤดูกาลและภายใต้ทุกสภาพการไหล

การผ่าน (Passage)

223. ทางเลือกในการออกแบบการเดินทางผ่านของปลาขึ้นไปทางต้นน้ำที่เขื่อนสูงหรือเขื่อนที่มีทางระบายน้ำขนาดใหญ่ รวมถึงแต่ไม่จำกัดเฉพาะ:

- ทางผ่านปลาแบบห้วงน้ำ (pool-type fishways) ขนาดใหญ่
- ช่องบายพาสขนาดใหญ่เหมือนธรรมชาติ (nature-like bypass channels)
- ช่องยกระดับปลา (Fish Lock)
- ลิฟท์ยกปลา (Fish lift)

224. อาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ภายในทางผ่านปลาอพยพขึ้น (upstream fishways) เว้นแต่จะมีข้อมูลเฉพาะพื้นที่เพิ่มเติม:

- ความเร็วน้ำสูงสุดสำหรับระยะทางสั้นๆ (< 0.2 ม. เช่น ใน vena Contracta ของช่องเปิดหรือรูระบาย) คือ 1.4 ม./วินาที
- ความเร็วน้ำสูงสุดในช่องคือ 0.5 ม./วินาที
- ความปั่นป่วนสูงสุดในอ่างของทางผ่านปลา (fishway pool) คือ 40 วัตต์ต่อลูกบาศก์เมตร (คำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย 0.7)
- ความลึกขั้นต่ำคือ 3 ม. ภายใต้อัตราการไหลทั้งหมด หรือเท่ากับความลึกของช่องธรรมชาติสูงสุด (ร่องน้ำลึก) ที่สภาวะการไหลต่ำ
- ความยาวและความกว้างของอ่างควรมีความยาวอย่างน้อยสามเท่าของความยาวสูงสุดของปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

225. สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการเดินทางผ่านทางปลาควรอนุญาตให้ชีวมวลสูงสุดผ่านได้ ซึ่งต้องมีขนาดของทางผ่านปลาที่เหมาะสม และรอบเวลาที่เหมาะสมของช่องยกระดับปลาและลิฟท์ยกปลา

226. การล่าอาหาร (predation) ในทางผ่านปลาควรลดลง ควรพิจารณาที่พักพิงที่เพียงพอสำหรับสัตว์พันธุ์เล็กในขณะที่อยู่ภายในขอบเขตของทางผ่านปลา และลดระยะเวลาการพักอาศัยในทางผ่านปลาให้เหลือน้อยที่สุด

227. ควรรักษาคุณภาพน้ำภายในกรงกักเพื่อให้มั่นใจว่าปลามีสุขภาพที่ดี ควรรักษาระดับออกซิเจนภายในทางปลาไว้ที่ >5 ppm (เช่น การยกปลา)

228. การออกแบบทางผ่านปลาควรมีความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ และมีการเผื่อ ตัวอย่างเช่น รูปร่างของแผ่นกั้นอาจปรับได้หรือมีช่องแทรกที่ปรับได้ และกลไกการปล่อยน้ำสำหรับการดึงดูดปลาและการไหลเพื่อการเดินทางผ่านของปลา (passage flow) สามารถปรับได้เมื่อเวลาผ่านไป ผลที่ได้จากการติดตามและสังเกตพฤติกรรมของปลาควรนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานทางผ่านปลา

229. หากใช้การผ่านปลาแบบรอบวัน เช่นลิฟต์ปลาหรือช่องยกระดับปลา ระยะเวลาในการกักกันและขัดขวางการเคลื่อนไหวปกติของปลาควรสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

230. ปลาที่เดินทางผ่านทางผ่านปลาขึ้น (Fish exiting upstream fishway) ไม่ควรถูกดึงกลับไปยังด้านเหนือน้ำของอาคารทางระบายน้ำล้นเมื่อมีการไหลข้าม (overtopping) ทางออกของทางผ่านปลาควรจะมีสภาพเพียงพอที่จะกระตุ้นให้ปลาออกจากทางผ่านปลา การรวมกันที่เหมาะสมของแรงดึงดูด ซับสเตรต และการป้องกันจากสัตว์นักล่าที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ

231. ปลาที่เดินทางผ่านทางผ่านปลาขึ้นและล่องต้องมีความแข็งแรงที่เพียงพอที่จะดำเนินชีวิตและใช้เส้นทางการเดินทางอพยพได้ตามธรรมชาติต่อไปได้ การตายโดยตรงและโดยอ้อมรวมกันซึ่งเป็นผลจากการเคลื่อนย้ายผ่านเขื่อน การกักเก็บน้ำ และทางผ่านปลา ควรสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ข้อ 207) สำหรับกลุ่มปลาที่เกี่ยวข้อง

232. หากเป็นไปได้ ควรออกแบบระบบประตูเรือสัญจร (navigation lock) สำหรับการเดินทางผ่านของปลา (ดูข้อ 322) โดยจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเฉพาะสำหรับปลาที่ผ่าน รวมทั้งจัดให้มีการไหลดึงดูดและทางเข้าเพิ่มเติมสำหรับปลาอพยพที่อยู่ใกล้ขีดจำกัดต้นน้ำของการอพยพ ลักษณะเหล่านี้ส่งผลต่อการออกแบบประตูวาล์ว และตัวสลายพลังงาน

การเดินทางผ่านของปลาไปด้านท้ายน้ำ (Downstream fish passage)

233. การเดินทางผ่านของปลาไปด้านท้ายน้ำ ประกอบด้วย

- ตัวอ่อนล่องลอยผ่านพื้นที่กักเก็บน้ำ
- ผ่านที่ตะแกรงปลา/ตะแกรงกันสวะ
- ผ่านช่องกังหันสำหรับปลาที่ผ่านตะแกรงปลา และ
- ผ่านประตูระบายน้ำล้น

234. ตลอดความยาวของพื้นที่กักเก็บน้ำควรมีความเร็วการไหลเฉลี่ย > 0.3 m/s เพื่อรักษาการล่องลอยของตัวอ่อนผ่านพื้นที่กักเก็บน้ำสำหรับชนิดพันธุ์อพยพ (กลุ่ม 2, 3, 4, 8) ข้อกำหนดนี้ควรเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดขอบเขตการตรวจสอบและการออกแบบเบื้องต้น เนื่องจากสามารถทำได้ง่ายกว่าในช่องทางแม่น้ำที่แคบหรือเขื่อนที่มีความสูงต่ำ

235. ตะแกรงปลาควรได้รับการออกแบบเพื่อกันปลาที่เดินทางผ่านไปด้านท้ายน้ำให้ห่างจากกังหันและไปยังทางผ่านของปลาไปด้านท้ายน้ำ ซึ่งอาจเป็นการใช้ร่วมกันกับทางผ่านปลาขึ้น ปลาที่ผ่านตะแกรงจะผ่านกังหัน ดังนั้นระยะห่างภายในของตะแกรงปลาควรเชื่อมโยงกับการออกแบบกังหันให้ปลาสามารถผ่านได้อย่างปลอดภัย อาจใช้ตะแกรงตาข่ายหยาบหากกังหันสามารถผ่านปลาขนาดใหญ่ได้อย่างปลอดภัย ในขณะที่ควรใช้ตะแกรงตาข่ายที่ละเอียดกว่า หากปลาตัวเล็กไม่สามารถผ่านกังหันได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้อาจใช้วิธีการอื่นในการคัดกรอง โดยพิจารณาจากประสิทธิผลผ่านการวิจัยเฉพาะระดับภูมิภาคหรือเฉพาะสถานที่[18]

236. ตะแกรงปลาในบริเวณที่มีการปล่อยน้ำสูง (เช่น 2,000 ถึง 5,000 ลบ.ม./วินาที) เช่น แม่น้ำโขงสายหลัก อาจเปลี่ยนเส้นทางปลาตัวใหญ่และปานกลาง แต่ไม่น่าจะเปลี่ยนเส้นทางปลาตัวเล็กและตัวอ่อน ดังนั้น กังหันควรได้รับการออกแบบให้ปลาที่มีขนาดเล็กกว่าเหล่านี้ผ่านได้

237. ตะแกรงควรทำมุมอย่างน้อย 45 องศากับกระแสน้ำ และมีความเร็วพื้นผิวน้อยกว่า 0.5 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการชนกัน เว้นแต่การทดสอบจะแสดงเกณฑ์หรือการออกแบบตะแกรงที่แตกต่างออกไป ซึ่งจะทำให้ปลาเปลี่ยนเส้นทางได้อย่างปลอดภัย

238. ควรติดตั้งตะแกรงทำความสะอาดตัวเอง (Self-cleaning screens) ในบริเวณที่มีเศษสวะจำนวนมาก

239. สำหรับปลาขนาดเล็ก/กลางที่ผ่านตะแกรงปลา กังหันควรได้รับการออกแบบให้มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อมูลเฉพาะพื้นที่เพิ่มเติม

18 ในกรณีที่มีเศษขยะจำนวนมากหรือมีร่องน้ำลึกซึ่งทำให้การกรองที่เหมาะสมไม่สามารถทำได้ อาจจำเป็นต้องใช้วิธีแก้ปัญหาทางเลือกเพื่อเปลี่ยนเส้นทางปลาขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถผ่านกังหันได้อย่างปลอดภัย ให้ห่างจากทางเข้ากังหัน

- เพื่อลดการกระแทกของใบมีด ความกว้างขอบนำของใบพัดกังหัน (leading-edge width of the turbine blade) ควรเท่ากับความยาวของปลาที่ใหญ่ที่สุดที่ผ่านตะแกรง
- แรงเฉือนควรน้อยกว่า 150 ซม./วินาที/ซม. สำหรับ 99% ของเส้นทางการสัมผัส
- อัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันควรอยู่ที่ < 0.1เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันอย่างกะทันหัน (barotrauma)
- การออกแบบและการวางตำแหน่งของกังหันควรคำนึงถึงความต้องการเหล่านี้ เนื่องจากอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างเช่น เพื่อให้บรรลุอัตราส่วนความดัน < 0.1 กังหันมีแนวโน้มที่จะต้องอยู่ลึกลงไปในท้ายน้ำ ซึ่งต้องมีการขุดเพิ่มเติมเกินกว่าที่วางแผนไว้สำหรับความต้องการในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเท่านั้น

240. ในขั้นตอนการออกแบบโดยละเอียด ควรใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหล (fluid dynamics model) เพื่อประเมินขอบเขตของค่าข้างต้นและเส้นทางการสัมผัสของปลาผ่านกังหัน

241. ควรใช้ชนิดพันธุ์ที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีสัณฐานวิทยาของกระเพาะลมหรือถุงลม (swim bladder morphology) เมื่อเปรียบเทียบกับปลาแม่น้ำโขงเพื่อประเมินการตายผ่านกังหัน

242. ทางระบายน้ำล้น พื้นอาคารชลประทานด้านท้ายน้ำ แอ่งน้ำนิ่ง และอาคารสลายพลังงานควรได้รับการออกแบบเพื่อลดการบาดเจ็บของปลา โดยสังเกตว่าอัตราการตายโดยรวมควรน้อยกว่า 5% สำหรับหลายชนิดพันธุ์

243. หากเป็นไปได้ ประตูระบายบนอาคารระบายน้ำล้นควรออกแบบลักษณะ overshot หรือออกแบบมาให้ยกขึ้นเต็มที่ เนื่องจากประตูที่ undershot จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันสูงและค่าแรงเฉือนที่อาจทำให้ปลาตายได้

การดำเนินงานการเดินทางผ่านของปลา

244. การประมงในบริเวณใกล้เคียงทางผ่านปลาควรได้รับการจัดการเพื่อให้แน่ใจว่าอัตราการตายที่เกิดจากการประมงไม่มากเกินไป ไม่ควรอนุญาตให้ทำการประมงภายในระยะ 500 เมตรจากทางเข้าหรือออกทางผ่านปลา หรือภายในทางผ่านปลา

245. ในกรณีที่ต้องบรรลุวัตถุประสงค์ทางนิเวศวิทยาบริเวณท้ายน้ำของเขื่อนผ่านกฎการปฏิบัติงานในการปล่อยน้ำทิ้ง การปล่อยใดๆ ที่ไม่ผ่านกังหันควรถูกส่งไปทางผ่านปลาเป็นอันดับแรก เพื่อให้มั่นใจได้ว่าปลาจะถูก

ดึงดูดไปที่ทางเข้าทางผ่านปลาเนื่องจาก พร้อมทั้งเพิ่มเวลาการทำงานให้สูงสุด

246. ในกรณีที่ปฏิบัติได้จริง ควรรักษาสภาพทางอุทกวิทยาเพื่อให้แน่ใจว่าพันธุ์ปลาอพยพสามารถเข้าถึงแม่น้ำสาขาและที่ราบน้ำท่วมบริเวณท้ายเขื่อนและที่ราบน้ำท่วมถึงบริเวณขอบของพื้นที่กักเก็บน้ำ

การเดินทางผ่านของปลาระหว่างการก่อสร้าง

247. ควรจัดให้มีทางผ่านปลาในระหว่างการก่อสร้าง โดยพิจารณาจากการประเมินจำนวนประชากรอพยพที่เข้าใกล้พื้นที่และสัดส่วนของชนิดพันธุ์เป้าหมายแต่ละชนิดที่ผ่านไป ทั้งนี้ประตูเรือสัญจรอาจเป็นส่วนหนึ่งของวิธีแก้ปัญหานี้

มาตรการบรรเทาผลกระทบทางเลือกและการชดเชยการจัดการทรัพยากรประมง

248. ในกรณีที่อัตราการผ่านของปลาไม่น่าจะเพียงพอที่จะรักษาปริมาณปลาในภูมิภาคที่สามารถดำรงอยู่ได้ หรือไม่สามารถรักษาจำนวนปลาในท้องถิ่นได้ ผู้พัฒนาโครงการควรพิจารณามาตรการสนับสนุน รวมถึงการชดเชยการสูญเสียการประมงและ OAA จากมุมมองของปลาและการประมง ควรพิจารณาปัจจัยทางเทคนิคต่อไปนี้โดยสัมพันธ์กับมาตรการทางเลือกใดๆ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องด้านความเป็นอยู่ของมาตรการสนับสนุนและการชดเชยมีระบุไว้ในส่วนที่ 9 ดังนี้

- การชดเชยควรพิจารณาไปไกลกว่าแนวทางดั้งเดิมของการเลี้ยงปลาและการปล่อยปลาและ OAA (ส่วนใหญ่เป็นกุ้ง) เนื่องจากสิ่งเหล่านี้แทบจะไม่สามารถแทนที่การสูญเสียปริมาณปลาและ OAA (และปริมาณที่จับได้) และควรใช้ร่วมกับมาตรการอื่นๆ
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (การเพาะเลี้ยงในกระชัง) ภายในพื้นที่กักเก็บน้ำของแม่น้ำโขงสายประธานจะต้องอาศัยระดับน้ำที่คงที่และความเร็วน้ำต่ำที่อัตราการไหลที่สูง เนื่องจากระดับน้ำที่ผันผวนและอัตราการไหลที่สูงทำให้การทอดสมอและการเข้าถึงเป็นปัญหา ทั้งนี้ไม่ควรเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมือง (เช่น ปลาคาร์พและปลานิล) ในกระชัง เนื่องจากมีความเป็นไปได้สูงที่จะหลบหนีและการแพร่กระจายของพันธุ์ต่างถิ่นในแม่น้ำจนเป็นอันตรายต่อพันธุ์พื้นเมือง
- การเลี้ยงปลาและ OAA สายพันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่กักเก็บน้ำจะต้องมีการเลี้ยงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุของโครงการ อย่างไรก็ตาม การผลิตจากการเลี้ยงในกระชังจะไม่ทดแทนการประมงและผลผลิตของ OAA ในแม่น้ำธรรมชาติที่สูญเสียไป เนื่องจากผลผลิตจากพื้นที่กักเก็บน้ำจะลดลงหลังจากผ่านไป 5-7 ปี

นอกจากนี้ ระยะเวลากักเก็บน้ำในเขื่อนแม่น้ำสายหลักที่สั้นยังช่วยป้องกันการสะสมของผลผลิตขั้นต้นอีกด้วย

- สามารถสร้างทางผ่านปลาขนาดเล็กในพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อเชื่อมต่อพื้นที่อนุบาลกับแหล่งที่อยู่อาศัยในแม่น้ำอีกครั้ง
- การสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยของพื้นที่ชุ่มน้ำขึ้นใหม่เพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตเพื่อการประมงที่จับตามธรรมชาติและ OAAs หรือการสร้างการประมงใหม่ๆ ที่สูญเสียไปเนื่องจากเขื่อนและการกักเก็บน้ำ อาจทำได้สำเร็จภายในพื้นที่กักเก็บน้ำโดยการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำในทะเลสาบ (lagoon wetlands) หรือทำได้ในพื้นที่ต้นน้ำหรือท้ายน้ำของโครงการโดยการเชื่อมโยงพื้นที่ชุ่มน้ำหรือที่ราบน้ำท่วมถึงที่สูญเสียไปเนื่องจากการเกษตรอีกครั้ง

6.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

249. แผนสำหรับการติดตามโครงการเกี่ยวกับปลา การประมง และ OAA ควรคำนึงถึงแนวทางในข้อ 26 ข้อมูลของโครงการภายใต้กระบวนการ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนสำหรับข้อมูลการติดตามปลา การประมง และ OAA ที่จะรวบรวมระหว่างการก่อสร้างและการปฏิบัติการจะช่วยให้ทราบถึง

- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการในการการดำเนินการเพื่อจัดการการเดินทางผ่านของปลา และ
- ตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองต่อการจัดการแบบปรับตัวต่อปลา การประมง OAA และมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้อง

250. โปรแกรมการติดตามที่ดำเนินการสำหรับการประเมินก่อนมีโครงการ (ส่วนที่ 6.3) ควรดำเนินต่อไปในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างและการดำเนินงาน และปรับเปลี่ยนเมื่อจำเป็น เพื่อให้ข้อมูลการก่อสร้างและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับฝ่ายบริหารได้ดีขึ้น องค์ประกอบของโครงการติดตามปลาและประมงโดยรวมควรพิจารณาสถานะของการประมงและความหลากหลายทางชีวภาพ (รวมถึง OAA) ประสิทธิผลของการเดินทางผ่านของปลา และแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาและ OAA

251. จุดเน้นสำหรับการทบทวนประจำปีตามการประเมินเชิงปริมาณ ควรมีดังนี้

- สำหรับการเดินทางผ่านของปลาขึ้น: ประสิทธิภาพของการดึงดูดปลา (การหาทางเข้า) การเดินทางผ่าน

ของปลา (ผ่านทางผ่านปลา) และทางออกที่ปลอดภัย ควรใช้วิธีการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการประเมินประสิทธิภาพการดึงดูดปลาและทางออกที่ปลอดภัย

- สำหรับการเดินทางผ่านของปลาล่อง: ตัวอ่อนจะลอยอยู่ในที่กัก ประสิทธิภาพของตะแกรงปลาและทางเบี่ยงปลา การเดินทางของปลาผ่านกังหัน และการเดินทางของปลาผ่านบานประตูและอาคารทางน้ำล้น ควรใช้วิธีการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการประเมินการเคลื่อนตัวของตัวอ่อน

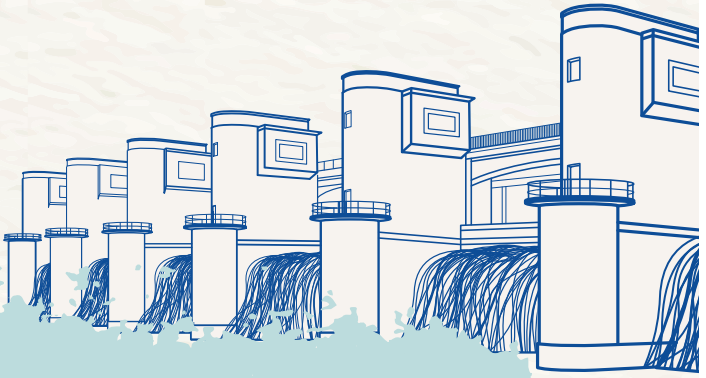
252. แผนการติดตามที่นำเสนอในขั้นตอนกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของจำนวนปลาของแต่ละชนิดพันธุ์เป้าหมายอพยพ (3 ชนิดพันธุ์ของแต่ละกลุ่มอพยพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรวมถึงชนิดพันธุ์หน้าดิน กลางน้ำ และอาศัยอยู่ตามพื้นผิว) และชีวมวลทั้งหมดที่สามารถผ่านเขื่อนได้สำเร็จทั้งต้นน้ำและท้ายน้ำจะถูกกำหนดและเปรียบเทียบกับเป้าหมายในข้อ 207 สัดส่วนของปลาแสดงถึงปลาที่เข้ามาใกล้เขื่อนในขณะที่สุ่มตัวอย่างจึงเป็นตัวอย่างที่แข็งแกร่งเมื่อเปรียบเทียบต่อการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ของประชากรปลาที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากผลกระทบจากการเก็บกักน้ำอื่นๆ ทั้งนี้ควรประเมินระดับการตายของแต่ละสายพันธุ์ตามข้อ 241

253. หากเปอร์เซ็นต์ของการผ่านเขื่อนที่แท้จริงต่ำกว่าเป้าหมาย ควรมีการทบทวนสิ่งอำนวยความสะดวกและการปฏิบัติการโดยเทียบกับคำแนะนำในเอกสารแนวทางนี้ และดำเนินการเพื่อปรับปรุงการจัดการการเดินทางผ่านของปลา ตามข้อ 27

254. การติดตามตรวจสอบแหล่งที่อยู่อาศัยและกิจกรรมการวางไข่ในบริเวณริมฝั่งท้ายเขื่อนควรรวมอยู่ในแผนการติดตามโดยรวม ข้อมูลเหล่านี้สามารถให้แนวทางเพื่อการปรับปรุงกฎการปฏิบัติงาน (การชะล้างตะกอนและการควบคุมน้ำท่วม) ซึ่งอาจเพิ่มการเติบโตของปลาและจำนวนประชากรที่อยู่ท้ายน้ำ

255. นอกเหนือจากข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจติดตามคุณภาพน้ำโดยรวมของโครงการ (ส่วนที่ 4.5) แล้ว ควรดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพน้ำโดยเฉพาะในทางผ่านปลา เพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีปัญหาใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำที่อาจมีผลกระทบต่อประสิทธิผลหรือไม่ พารามิเตอร์ควรประกอบด้วยอุณหภูมิของน้ำและออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

256. แนะนำให้ใช้วิธีมาตรฐานตามที่ MRC กำหนด เพื่อรับรองข้อมูลและการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ และแนวทางที่สอดคล้องกับการติดตามโดยรวมในแม่น้ำโดยผู้พัฒนาโครงการ หากเป็นไปได้ ควรพิจารณาโอกาสสำหรับแนวทางการทำงานร่วมกันระหว่างโครงการต่างๆ ในแม่น้ำโขงสายประธาน (เช่น โดยใช้ระบบแท็ก PIT เดียวกันในการตรวจจับปลาที่ติดแท็ก)



7
ความปลอดภัยเขื่อน

7 ความปลอดภัยเขื่อน

7.1 วัตถุประสงค์

257. วัตถุประสงค์ของการรักษาความปลอดภัยของเขื่อนมีดังนี้

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเขื่อนไม่ละเมิดมาตรา 7 ของข้อตกลงแม่น้ำโขงโดยก่อให้เกิดความเสียหายที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (ต้นน้ำหรือท้ายน้ำ) จากการดำเนินงานหรือในกรณีที่เกิดความล้มเหลว
- ปกป้องชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมจากผลที่ตามมาจากการดำเนินงานของเขื่อนหรือความล้มเหลว โดยอาศัยความเข้าใจถึงความเสี่ยงที่เกิดจากเขื่อนและผลที่ตามมาของความล้มเหลว
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีการใช้มาตรฐานระดับชาติและนานาชาติในปัจจุบันในการออกแบบโดยควรมีแนวทางที่สอดคล้องกันในการออกแบบเกณฑ์สำหรับน้ำตกของเขื่อนกระแสหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเส้นทางที่ปลอดภัยจากน้ำท่วมรุนแรงและความมั่นคงของแผ่นดินไหว
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่ารูปแบบการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานและการบำรุงรักษา ตลอดจนการเตรียมการของสถาบันสอดคล้องกับข้อกำหนดระดับชาติและแนวปฏิบัติที่ดีระหว่างประเทศเพื่อความปลอดภัยของเขื่อนและการวางแผนรับมือเหตุฉุกเฉินที่เกี่ยวข้อง

7.2 ความเสี่ยง

258. ความปลอดภัยของเขื่อนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเขื่อนแต่ละแห่งบนลำน้ำสายหลักของลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง เช่นเดียวกับความปลอดภัยเขื่อนแบบขั้นบันได โดยการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานเขื่อนอย่างปลอดภัยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยทางวิศวกรรมมากกว่า แนวทางด้านความปลอดภัยของเขื่อนควรตระหนักว่าความพิบัติของเขื่อนเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งอาจรวมถึงข้อผิดพลาดของมนุษย์ในขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ และการบำรุงรักษา และการติดตาม (ICOLD, 2005)

259. การออกแบบตามความเสี่ยงกลายเป็นขั้นตอนมาตรฐานในหลายประเทศทั่วโลก เพื่อให้เข้าใจถึงความปลอดภัยของเขื่อนอย่างถ่องแท้ ควรเข้าใจความเสี่ยงที่เกิดจากเขื่อนในสภาพแวดล้อมท้ายน้ำอย่างถ่องแท้ การประเมินความเสี่ยงและการประเมินรูปแบบความพิบัติเป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบเขื่อนร่วมสมัย กระบวนการประเมินความเสี่ยงในขั้นตอนต่างๆ ตลอดการออกแบบได้รับการสนับสนุนเพื่อให้แน่ใจว่าผู้มี

ส่วนได้ส่วนเสียหลักทุกรายเข้าใจความเสี่ยงและความไม่แน่นอน และบรรเทาลงหากเป็นไปได้

260. ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนที่อาจเกิดขึ้นควรได้รับการประเมินอย่างครอบคลุม ความเสี่ยงหลักที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนสรุปไว้ใน **ตารางที่ 7.1**

ตารางที่ 7.1 ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นต่อเขื่อนที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำสายหลัก

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การวิบัติของเขื่อนด้านเหนือน้ำ	ความเสี่ยงของการวิบัติของเขื่อนแบบขั้นบันไดจะปล่อยคลื่นน้ำท่วมที่ไหลล้นและสร้างความเสียหายให้กับเขื่อนด้านท้ายน้ำ
ความไม่แน่นอนของน้ำหนักบรรทุกของน้ำท่วม	อาคารทางระบายน้ำล้นที่มีค่าการออกแบบต่ำเกินไป ซึ่งนำไปสู่การไหลล้นข้ามสันเขื่อนและความเสียหายของโครงสร้าง เป็นสาเหตุเพียงพอต่อการวิบัติของเขื่อน
ความไม่แน่นอนในการตรวจสอบข้อมูลทางธรณีวิทยาและธรณีเทคนิค	การปรับปรุงฐานรากเขื่อนที่ไม่เพียงพอ นำไปสู่การกัดเซาะหรือการวิบัติของฐานรากเขื่อนและตัวเขื่อน
ความไม่แน่นอนของแรงกระทำจากแผ่นดินไหว (seismic loading)	การประเมินภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวและน้ำหนักบรรทุกที่ไม่เพียงพอ ซึ่งนำไปสู่การวิบัติของโครงสร้างของเขื่อนในระหว่างเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงหรือการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อน
การออกแบบเขื่อนและโครงสร้างต่ำกว่ามาตรฐาน	ความเสี่ยงจากการวิบัติของเขื่อน นำไปสู่ปล่อยคลื่นน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ
การควบคุมการก่อสร้างและคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน	ข้อบกพร่องในการก่อสร้างซึ่งนำไปสู่ความเสียหายของโครงสร้างและการวิบัติของเขื่อน
ความล้มเหลวของเขื่อนในระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากงานผันน้ำที่มีขนาดเล็กเกินไป ส่งผลให้เกิดการไหลข้ามเขื่อนที่สร้างเสร็จบางส่วน	ความเสี่ยงจากปริมาณน้ำจำนวนมากไหลไปทางท้ายน้ำในสถานการณ์เขื่อนแตก

การดำเนินงาน การบำรุงรักษา และการเฝ้าระวังความปลอดภัยของเขื่อนไม่เพียงพอ	ไม่สามารถตรวจสอบพบการเริ่มต้นของการวิบัติและสามารถเพิ่มความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของเขื่อนหลัก

7.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

261. ผู้พัฒนาโครงการควรให้ข้อมูลอย่างละเอียดเพียงพอในกระบวนการ PNPCA เพื่อแสดงว่าแนวทางด้านความปลอดภัยของเขื่อนที่นำเสนอนี้จะถูกนำมาใช้ให้เต็มที่

262. ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาทางอุทกวิทยาเพื่อพัฒนาการออกแบบน้ำท่วม และข้อมูลทางธรณีวิทยาที่จำเป็นสำหรับการประเมินอันตรายของฐานรากและแผ่นดินไหวในระดับภูมิภาคและระดับเฉพาะพื้นที่

แผ่นดินไหว

263. ผู้พัฒนาโครงการควรเข้าใจสภาพทางธรณีวิทยาของแผ่นดินไหวในระดับภูมิภาคตลอดจนสถานการณ์เฉพาะของพื้นที่

264. สิ่งต่อไปนี้ควรได้รับการพิจารณาในการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบแผ่นดินไหวสำหรับพื้นที่โครงการที่เสนอ

- ควรใช้ International Commission on Large Dams (ICOLD) Bulletin 148 และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (เช่น ICOLD, 2001) เพื่อกำหนดเกณฑ์การออกแบบแผ่นดินไหว
- ควรมีการตรวจสอบรายละเอียดรอยเลื่อนที่สำคัญ (significant faults) ในบริเวณใกล้เคียง และควรมีหลักฐานเพื่อแสดงสมมติฐานเกี่ยวกับการทำงานของรอยเลื่อนที่ใกล้ที่สุด
- หากไม่มีรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง ควรมีการตรวจสอบพารามิเตอร์แผ่นดินไหวในระดับภูมิภาคและความไม่แน่นอนของค่าดังกล่าวสำหรับแนวทางแบบกำหนดหรือความน่าจะเป็น (deterministic or probabilistic approaches)
- ควรประเมินผลกระทบอาฟเตอร์ช็อกต่อเขื่อน (aftershock impacts)
- หากการตรวจสอบบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดการพาดผ่านของรอยเลื่อนผ่านฐานรากของเขื่อน ควรพิจารณาความเสี่ยงจากรอยเลื่อนและมาตรการบรรเทาผลกระทบรวมอยู่ในการออกแบบด้วย

- ต้องจัดทำแบบจำลองจลนศาสตร์ของการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกที่อาจเกิดขึ้นในบริเวณเขื่อนควรให้แล้วเสร็จและควรได้รับการปรับปรุงในขณะที่โครงการดำเนินการโดยคำนึงถึงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่พบในฐานรากเขื่อนระหว่างการก่อสร้าง

น้ำท่วม

265. ควรมีการอ้างอิงส่วนที่ 2 (อุทกวิทยาและชลศาสตร์) ของแนวทางนี้โดยสัมพันธ์กับที่มาของการออกแบบน้ำท่วม และการกำหนดกฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนแบบขั้นบันไดและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะของโครงการ

266. น้ำท่วมเพื่อการออกแบบ (check flood) ควรเป็นค่าน้ำท่วมสูงสุดที่เป็นไปได้ (probable maximum flood - PMF) โครงสร้างและการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าและประตูระบายน้ำอาจยอมรับความเสียหายที่สำคัญได้ แต่โครงสร้างเขื่อนไม่ควรเสียหายร้ายแรงจนเกิดน้ำท่วมที่ไม่สามารถควบคุมได้ น้ำท่วมที่ออกแบบไม่ควรส่งผลให้โครงสร้างเสียหายหรือกระทบการดำเนินงานของเขื่อนหรืออาคารทางระบายน้ำล้นภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (worst-case scenario)

การระบุผลกระทบ

267. ผู้พัฒนาโครงการควรดำเนินการประเมิน Potential Failure Modes Assessment (PFMA) อย่างละเอียดเพื่อระบุรูปแบบการวิบัติที่น่าเชื่อถือสำหรับเขื่อนและโครงสร้างประกอบ PFMA ควรใช้เพื่อลดความเสี่ยงของการวิบัติของเขื่อน และเพื่อการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยของเขื่อน (Dam Safety Management System) (ข้อ 283) และแผนเตรียมความพร้อมในกรณีฉุกเฉิน (Emergency Preparedness Plans) (ข้อ 286 และ 290)

268. ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงให้เห็นขอบเขตของความเสี่ยงหลักต่อไปนี้ที่เกิดจากเขื่อนต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

    - น้ำท่วมธรรมชาติ ควรพิจารณาช่วงของโอกาสในการเกิดเหตุการณ์นั้นๆ หรือ รุนแรงกว่านั้น (annual exceedance probabilities - AEP) ตั้งแต่น้ำท่วมประจำปีจนถึง PMF การประเมินเหล่านี้ควรดำเนินการทั้งกรณีที่มีและไม่มีเขื่อน และแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของกฎการปฏิบัติงานที่นำเสนอเพื่อผ่านน้ำท่วมใหญ่เหล่านี้ทั้งบนพื้นที่ต้นน้ำและท้ายน้ำของเขื่อน

- การทำงานของเขื่อนผิดพลาดหรืออุบัติเหตุ การประเมินเหล่านี้ควรแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการดำเนินงานที่ผิดพลาดของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดำเนินงานที่ผิดพลาดของประตูระบายน้ำ การทำงานที่ผิดพลาด ได้แก่ การที่ประตูระบายน้ำไม่สามารถเปิดได้ และการทำงานของประตูระบายน้ำโดยไม่ได้ตั้งใจ
- การประเมินน้ำท่วมจากเขื่อนแตก การประเมินน้ำท่วมจากเขื่อนแตกควรแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของความวิบัติของเขื่อนในระหว่างสถานการณ์น้ำท่วม ระยะเวลาของช่วงการไหลต่ำ และการก่อสร้าง รูปแบบของความวิบัติควรได้รับการตรวจสอบ (ข้อ 266) และฉากทัศน์การวิบัติที่น่าเชื่อถือควรถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งกราฟน้ำท่าของน้ำท่วม (flood hydrograph) ของเขื่อน

269. ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นที่ระบุไว้ในข้อ 259 ควรได้รับการประเมินโดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์โดยละเอียด แบบจำลองขอบเขตน้ำท่วมทั้งกรณีที่มีและไม่มีเขื่อน ควรซ้อนทับผลจากแบบจำลองบนแผนที่ของพื้นที่เพื่อระบุบุคคล ทรัพย์สิน และโครงสร้างที่มีความเสี่ยงจากโครงการ การสร้างแบบจำลองควรขยายระยะด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของเขื่อนไปยังจุดที่ความลึกของน้ำท่วมก่อนและหลังมีโครงการเขื่อนน้อยกว่า 10 ซม. หรือถึงจุดที่ชัดเจนว่าความลึกของน้ำท่วมจากความเสี่ยงเพิ่มเติมอันเกิดจากเขื่อนวิบัติไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้คนและทรัพย์สิน

270. ในกรณีที่ผลกระทบของเขื่อนส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ด้านเหนือน้ำหรือท้ายน้ำ ผู้พัฒนาโครงการควรจัดให้มีมาตรการบรรเทาผลกระทบเพื่อขจัดหรือลดปัญหาเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุด โดยปรึกษาหารือกับเจ้าของโครงสร้างพื้นฐานที่ได้รับผลกระทบและหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบ

271. ผู้พัฒนาโครงการควรระบุรายละเอียดของผลกระทบ รวมถึงจำนวนบุคคลที่มีความเสี่ยงและโครงสร้างที่เปราะบางหรือพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม ในการประเมินผลกระทบของเขื่อนต่อชุมชนเหนือน้ำและท้ายน้ำ ผู้พัฒนาโครงการควรคำนึงถึงผู้ที่เดินทางไปตามที่ต่างๆ โดยใช้แม่น้ำและชุมชนประจำถิ่นด้วย ซึ่งผู้ใช้แม่น้ำเพื่อการเดินทางเหล่านี้อาจรวมถึงการสัญจรทางเรือ (นักท่องเที่ยว การประมง สินค้าและอื่น ๆ) ชาวประมง (ในเรือและริมฝั่งแม่น้ำ) และผู้ใช้ริมฝั่งแม่น้ำอื่น ๆ การประเมินด้านนี้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการประเมินชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและการดำรงชีวิตบนแม่น้ำ (Riparian Communities and River-Based Livelihoods) (ส่วนที่ 9)

272. ควรใช้แบบจำลองที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3 และข้อ 268 เพื่อพัฒนาแผนที่น้ำท่วมจากการวิบัติของเขื่อนและน้ำท่วมตามธรรมชาติสำหรับการวางแผนฉุกเฉิน โดยแสดงอย่างน้อย พื้นที่เสี่ยง ความลึกของน้ำท่วม ความเร็ว และเวลาเดินทางของคลื่นน้ำท่วมสำหรับพื้นที่น้ำท่วม แผนที่เหล่านี้ควรได้รับการพัฒนาร่วมกับทีมจัดการเหตุฉุกเฉินในพื้นที่เพื่อให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนฉุกเฉิน ซึ่งอาจรวมถึงแผนที่ภัยอันตราย

(ความเร็วคูณความลึก) นอกเหนือจากความลึกของน้ำท่วม ความเร็ว และเวลาเดินทาง

273. การวิเคราะห์การจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนควรระบุความเสี่ยงส่วนเหลือ (residual risk) และจัดทำรายงานเมื่อมีเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้น และสอดคล้องกับข้อ 7 และ 25

7.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน

274. เนื้อหาส่วนนี้ระบุข้อกำหนดเฉพาะที่ควรแสดงให้เห็นในระหว่างการพัฒนาแนวคิด/การออกแบบความเป็นไปได้ที่จะเสนอสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA แม้ว่ารายละเอียดทั้งหมดจะได้รับการสรุปในระหว่างขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้างโดยละเอียด แต่ควรส่งรายละเอียดที่เพียงพอสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA เพื่อให้คณะกรรมการร่วมของ MRC (MRC Joint Committee) มั่นใจว่าการพัฒนาจะได้รับการออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินการอย่างปลอดภัย

275. ตารางที่ 7.2 ระบุมาตรการบรรเทาความเสี่ยงที่ระบุในตารางที่ 7.1 ทั้งนี้ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงให้เห็นในขั้นตอนกระบวนการภายใต้ PNPCA ถึงความตั้งใจที่จะลดความเสี่ยงเหล่านี้อย่างไร

ตารางที่ 7.2 มาตรการลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนสำหรับเขื่อนลำน้ำสายหลัก

	ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
การออกแบบ	การวิบัติของเขื่อนด้านเหนือน้ำ	ควรดำเนินการการสร้างแบบจำลองทางชลศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบของความวิบัติของเขื่อนด้านเหนือน้ำ และเขื่อนควรได้รับการออกแบบมาเพื่อป้องกันการวิบัติของเขื่อนจากภัยพิบัติเนื่องจากการพังทลายของเขื่อนด้านเหนือน้ำ
	ความไม่แน่นอนของน้ำหนักบรรทุกของน้ำท่วม (flood loading)	เขื่อนที่มีอยู่บนลำน้ำสายหลักได้รับการออกแบบให้ผ่านน้ำท่วมสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น (PMF) ได้อย่างปลอดภัย เขื่อนใหม่ทั้งหมดควรใช้ PMF เป็นค่าน้ำท่วมเพื่อการออกแบบ
	ความไม่แน่นอนในการตรวจสอบข้อมูลทางธรณีวิทยาและธรณีเทคนิค	การตรวจสอบทางธรณีวิทยาและธรณีเทคนิคโดยละเอียดของบริเวณเขื่อนควรดำเนินการก่อนและระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง
	ความไม่แน่นอนของแรงกระทำจากแผ่นดินไหว (seismic loading)	ควรใช้ผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ ควรรวมระบบการประกันคุณภาพที่เพียงพอไว้ในการออกแบบ คณะผู้พิจารณาทบทวนความปลอดภัยของเขื่อนควรมีส่วนร่วมอย่างเข้มข้นในทุกขั้นตอนของโครงการ
	การออกแบบเขื่อนและโครงสร้างต่ำกว่ามาตรฐาน	การประเมินอันตรายจากแผ่นดินไหวโดยละเอียดควรดำเนินการตามคำแนะนำของ ICOLD Bulletins 120 และ 148
	การควบคุมการก่อสร้างและคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน	ผู้ออกแบบควรจัดเตรียมข้อกำหนดโดยละเอียดและนำไปใช้อย่างเคร่งครัดในระหว่างการก่อสร้าง การออกแบบและการก่อสร้างควรดำเนินการโดยวิศวกรและผู้รับเหมาเขื่อนที่มีประสบการณ์ โดยทุกขั้นตอนจะได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นอิสระจากหน่วยงานที่มีอำนาจจากมุมมองด้านความปลอดภัยของเขื่อน

	ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
การก่อสร้าง	ความล้มเหลวของเขื่อนในระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากงานผันน้ำที่มีขนาดเล็กเกินไป ส่งผลให้เกิดการไหลข้ามเขื่อนที่สร้างเสร็จบางส่วน	งานผันน้ำควรมีขนาดเพียงพอและปลอดภัย มีการจัดการสวะอย่างดี ควรมีการนำระบบพยากรณ์น้ำท่วมมาใช้ในระหว่างการก่อสร้าง การวางแผนฉุกเฉินและการตรวจสอบความปลอดภัยของเขื่อนควรดำเนินการในระหว่างการก่อสร้าง
การดำเนินงาน	การดำเนินงาน การบำรุงรักษา และการเฝ้าระวังความปลอดภัยของเขื่อนไม่เพียงพอ	แผนการจัดการความปลอดภัยของเขื่อนโดยละเอียด แผนการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา และแผนเตรียมความพร้อมในกรณีฉุกเฉินตามการประเมินโหมดความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น ควรจัดเตรียมโดยผู้ออกแบบ และนำไปปฏิบัติโดยผู้พัฒนาและเจ้าของโครงการ ควรจัดเตรียมกฎการปฏิบัติงานที่ครอบคลุมเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงและครอบคลุมการดำเนินการทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนได้รับการบรรเทาลง และชุมชนที่อาจได้รับผลกระทบจะได้รับการปรึกษาหารือ

ขั้นตอนการออกแบบ (แนวคิด ความเป็นไปได้ รายละเอียด)

276. ควรเป็นไปตามมาตรฐานระดับชาติที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนของประเทศสมาชิกที่รับผิดชอบ เว้นแต่คำแนะนำในแนวทางนี้จะระบุเกณฑ์ที่เข้มงวดมากขึ้นเพื่อประโยชน์ด้านความปลอดภัยข้ามพรมแดนตามข้อ 12 ในกรณีที่ไม่ได้ให้แนวทางเฉพาะเจาะจงไว้ในเอกสารนี้ ควรใช้แนวปฏิบัติที่ดีด้านความปลอดภัยของเขื่อนระหว่างประเทศ เช่น World Bank Operational Manual and ICOLD Bulletins (ICOLD, 1987)[19]

277. ในระหว่างขั้นตอนการออกแบบ ควรระบุโครงสร้างและระบบที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเขื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ระบบต่างๆ เช่น บานประตูระบายน้ำล้นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมทางกลและไฟฟ้า ระบบควรได้รับการออกแบบด้วยระบบสำรองเพื่อให้มั่นใจในความน่าเชื่อถือในกรณีฉุกเฉิน ผู้พัฒนาโครงการ

19 ICOLD (1987). Bulletin 59 - Dam Safety Guidelines; and ICOLD (2005). Bulletin 130 - Risk Assessment in Dam Safety Management: A Reconnaissance of Benefits, Methods and Current Applications

ควรระบุว่าระบบใดมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเขื่อน และแสดงให้เห็นว่ามีการทำงานแบบคู่ขนาน (complete redundancy) ในระบบ

278. คณะผู้พิจารณาทบทวนความปลอดภัยของเขื่อน (Dam Safety Review Panel) (คล้ายกับคณะผู้พิจารณาที่กำหนดภายใต้ World Bank Operational Policy OP4/37) ควรได้รับการแต่งตั้งโดยผู้พัฒนาโครงการหรือรัฐบาลของประเทศเจ้าภาพ และควรเป็นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- คณะผู้พิจารณาควรประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญอิสระที่ได้รับการยอมรับในด้านต่างๆ ของความปลอดภัยของเขื่อน
- ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนจะต้องไม่มีบทบาทในการออกแบบหรือดำเนินการเขื่อน และไม่มีผลประโยชน์ทางการเงินหรือผลประโยชน์อื่นๆ ในโครงการ และเป็นที่ยอมรับว่าสามารถให้มุมมองที่เป็นกลาง กล่าวคือเป็น “ผู้เชี่ยวชาญเป็นอิสระ”
- บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนจะต้องมีความรู้ในระดับสูงเกี่ยวกับความปลอดภัยของเขื่อนและโครงสร้างพื้นฐาน อันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่สำคัญและการฝึกอบรมในส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องของเขื่อนที่พวกเขากำลังทบทวน กล่าวคือบุคคลเหล่านั้นเป็น “ผู้เชี่ยวชาญ”
- คณะผู้พิจารณาควรได้รับการแต่งตั้งก่อนกระบวนการภายใต้ PNPCA และทำการทบทวนอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งขั้นตอนการทบทวน การออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานของเขื่อน รวมถึงการเริ่มต้นใช้งานเขื่อนครั้งแรกและการปฏิบัติการ
- สมาชิกของคณะผู้พิจารณาอาจได้รับการแต่งตั้งภายใต้กฎหมายภายในประเทศที่เกี่ยวข้องของประเทศที่แจ้ง (notifying country)[20]

279. ผู้พัฒนาโครงการควรรวมการตรวจสอบที่เป็นอิสระโดยคณะผู้พิจารณาทบทวนความปลอดภัยของเขื่อน (ข้อ 277) พร้อมกับการส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการภายใต้ PNPCA การทบทวนนี้ควรดำเนินการหลังจากการศึกษาความเป็นไปได้เสร็จสิ้นแล้ว ข้อมูลที่ส่งมาควรระบุข้อมูลที่เสนอจากคณะกรรมการพิจารณาในระหว่างการออกแบบและการก่อสร้าง การทดสอบการเดินเครื่องครั้งแรกของเขื่อน และเมื่อเริ่มดำเนินการ

280. ผู้พัฒนาโครงการควรมีวิธีการบรรเทาผลกระทบเพื่อควบคุมเศษสวะที่ลอยอยู่ในพื้นที่กักเก็บน้ำซึ่งอาจสร้าง

20 ตัวอย่างเช่น มาตรฐานทางเทคนิคกำลังไฟฟ้าลาว ปี 2018 (Lao Electrical Power Technical Standards 2018) กำหนดให้กระทรวงพลังงานและการเหมืองแร่ได้รับการแต่งตั้งจาก “หัวหน้าวิศวกร” เพื่อทบทวนการออกแบบและการก่อสร้าง

ความเสียหายให้กับประตูระบายน้ำท่วมหรือโรงงานและระบบอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเขื่อน

281. หากจะใช้โครงสร้างช่องเรือสัญจรเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการควบคุมน้ำท่วม ควรระบุสิ่งนี้ให้ชัดเจนในเอกสารความปลอดภัยของเขื่อน

282. น้ำท่วมที่ไหลผ่านโครงสร้างเขื่อนควรระบายออกอย่างปลอดภัย ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงให้เห็นว่ามีการกระจายพลังงานและการป้องกันการกัดเซาะอย่างเพียงพอเพื่อป้องกันความวิบัติของเขื่อน สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบอาคารทางระบายน้ำล้น ทางระบายระดับต่ำ และทางระบายกังหัน

283. หากเสนอให้มีประตูระบายน้ำเกินขอบเขต (overshot flood gates) ควรพิจารณาโดยละเอียดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาในระยะยาวและความน่าเชื่อถือของประตูเพื่อให้แน่ใจว่าจะสามารถตอบสนองข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของเขื่อนได้ตลอดเวลา

284. ควรเตรียมระบบการจัดการความปลอดภัยของเขื่อน (dam safety management system - DSMS) สำหรับการใช้งานโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบและดำเนินการต่อไปจนถึงขั้นตอนการก่อสร้างและดำเนินการทั้งหมด และควรอธิบายแผนเหล่านี้ประกอบในข้อมูลสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA ระบบนี้ควรจะมีความซับซ้อนมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อความก้าวหน้าของโครงการผ่านขั้นตอนการพัฒนา และเพื่อให้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ดีระหว่างประเทศ DSMS จะรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

- การทบทวนความปลอดภัยของเขื่อนอย่างครอบคลุม โดยมีการตรวจสอบโดยหน่วยงานอิสระ ซึ่งกำหนดไว้อย่างน้อยหนึ่งครั้งทุกๆ ห้าปี ควรสำเนารายงานความปลอดภัยของเขื่อนไปยังรัฐบาล และดำเนินการตรวจสอบติดตามผลเพื่อยืนยันว่าได้ดำเนินการตามที่แนะนำแล้ว การตรวจสอบเหล่านี้ควรดำเนินการโดยวิศวกรที่มีประสบการณ์ซึ่งเป็นอิสระจากเจ้าของโครงการเขื่อน
- การทบทวนความปลอดภัยของเขื่อนประจำปี รวมถึงการตรวจสอบเพื่อตรวจสอบความเสียหายและรับรองการทำงานของโครงสร้างที่สำคัญ และเพื่อให้มั่นใจว่างานที่ได้รับการระบุเพื่อติดตามผลจากการทบทวนครั้งก่อนจะแล้วเสร็จสมบูรณ์
- รายละเอียดรูปแบบวิธีการในการระบุและรายงานปัญหาความปลอดภัยของเขื่อน
- ระบบเฝ้าระวังเพื่อระบุการเริ่มต้นของโหมดความวิบัติ ตามการประเมินที่อธิบายไว้ในข้อ 266 และ
- เกณฑ์การออกแบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนทั้งหมด การติดตามและการประเมินแผนการจัดการ และการทบทวนและการตรวจสอบที่ระบุไว้ในแนวทางนี้

285. DSMS ควรครอบคลุมแผนซึ่งใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการติดตามความปลอดภัยของเขื่อนเพื่อรวมไว้ในการออกแบบโครงการ แผนนี้ควรสรุปตำแหน่งและประเภทของเครื่องมือที่จะติดตั้งเพื่อติดตามและบันทึกพฤติกรรมของเขื่อน และเพื่อให้ได้ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา โครงสร้าง และแผ่นดินไหวที่เกี่ยวข้องตลอดอายุของโครงการ แผนควรรวมถึงการพิจารณาถึงวิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ ที่น่าเชื่อถือเพื่อการแจ้งเตือนล่วงหน้าถึงการเริ่มต้นรูปแบบเขื่อนที่วิบัติ

ขั้นตอนการก่อสร้าง

286. DSMS ควรรวมแผนสำหรับการกำกับดูแลการก่อสร้างและการประกันคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้พัฒนาโครงการจะรับประกันคุณภาพในประเด็นที่สำคัญต่อความปลอดภัยของเขื่อนในระหว่างระยะเวลาการก่อสร้างได้อย่างไร ซึ่งควรรวมถึงองค์กร คุณสมบัติบุคลากร ขั้นตอน และอุปกรณ์ในการกำกับดูแลกาก่อสร้างเขื่อนใหม่ โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์และมีความสามารถในการออกแบบและควบคุมการก่อสร้าง

287. ควรจัดให้มีแผนเตรียมความพร้อมฉุกเฉินในระยะการก่อสร้าง (Construction Stage Emergency Preparedness Plan) ที่แสดงให้เห็นถึงการระบุและมาตรการลดความเสี่ยงต่อโครงการ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ และชุมชนท้องถิ่นในระหว่างระยะเวลาการก่อสร้าง แผนควรรวมถึงความวิบัติของเขื่อนหรือทำนบชั่วคราว (cofferdam) ที่สร้างเสร็จบางส่วนในระหว่างการก่อสร้าง หากมีงานผันน้ำจำนวนมาก

288. แผนเกี่ยวกับการก่อสร้างชั่วคราวและการรื้อถอนควรรวมอยู่ใน DSMS เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อน การไม่รื้อถอนงานก่อสร้างชั่วคราวให้แล้วเสร็จทั้งหมดอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินงานของงานก่อสร้างหลัก ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงรายละเอียดวิธีการทำงานก่อสร้างชั่วคราวอย่างครบถ้วนซึ่งควรรวมถึงการรื้อถอนด้วย

289. แผนการที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บน้ำครั้งแรกควรรวมอยู่ใน DSMS เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อน ซึ่งประกอบด้วย

- ระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อความปลอดภัยของเขื่อนในระหว่างการกักเก็บน้ำครั้งแรกและมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้อง
- ครอบคลุมการติดตามและการเฝ้าระวังที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลานี้เพื่อตรวจจับการเริ่มต้นของโหมดความวิบัติของเขื่อนที่อาจเกิดขึ้น
- เชื่อมโยงกับแผนเตรียมความพร้อมในกรณีฉุกเฉิน และ

- ได้รับการปรับปรุงและแล้วเสร็จในระหว่างการดำเนินโครงการ และแผนสุดท้ายของการกักเก็บน้ำควรแล้วเสร็จและยอมรับโดยหน่วยงานระดับชาติที่รับผิดชอบไม่น้อยกว่าหกเดือนก่อนการกักเก็บน้ำครั้งแรก

ระยะการดำเนินงาน

290. ต้องมีกฎการปฏิบัติงานและการดำเนินการดังต่อไปนี้เพื่อให้แน่ใจว่าความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเขื่อนจะลดลง

- กฎเกณฑ์สำหรับการลดการกักเก็บก่อนน้ำท่วม และสำหรับการทำงานของกังหันและประตูระบายน้ำในช่วงน้ำท่วม
- กฎสำหรับการทำงานของประตูระบายน้ำในขณะที่ประตูใดๆ ไม่ทำงานเนื่องจากการบำรุงรักษาหรือการอัพเกรด และ
- การควบคุมระดับน้ำกักเก็บหรืออัตราการไหลด้านท้ายน้ำเพื่อความปลอดภัยสาธารณะ

291. ต้องจัดให้มีแผนเตรียมความพร้อมในกรณีฉุกเฉิน (EPP) ในระยะปฏิบัติการ ซึ่งครอบคลุมประเด็นดังต่อไปนี้

- การกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบของทุกฝ่ายเมื่อพิจารณาว่าเขื่อนกำลังจะพัง หรือเมื่อคาดว่าจะมีการปล่อยน้ำในการปฏิบัติงานซึ่งคุกคามชีวิตท้ายน้ำ ทรัพย์สิน หรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ขึ้นอยู่กับระดับการไหลของแม่น้ำ
- การอ้างอิงเฉพาะเกี่ยวกับกฎการปฏิบัติงานของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันไดเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำท่วมรุนแรงและการปรึกษาหารือกับโครงการเหนือน้ำและท้ายน้ำ
- การพิจารณาข้ามพรมแดนและการปรึกษาหารือและข้อตกลงกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในประเทศสมาชิกด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ
- กลยุทธ์การสื่อสารเพื่อมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นความปลอดภัยของเขื่อนและกิจกรรมเตรียมความพร้อมในกรณีฉุกเฉินที่เกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบโดยตรง ซึ่งควรจัดให้มีการปรึกษาหารืออย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพกับชุมชนท้องถิ่นและหน่วยงานรัฐบาลท้องถิ่นตลอดจนองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

- ผู้ที่เกี่ยวข้องและได้รับผลกระทบทั้งหมด รวมถึงผู้ที่อยู่ในประเทศเหนือน้ำและท้ายน้ำที่อาจได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานเขื่อน ควรมีส่วนร่วมในการเตรียม EPP รวมถึงในการฝึกอบรมและเสริมสร้างขีดความสามารถสำหรับการนำไปปฏิบัติ และเพื่อตอบสนองต่อประเด็นใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับรายงานความปลอดภัยของเขื่อนประจำปี
- แผนที่น้ำท่วมตามแบบจำลองการวิบัติของเขื่อนและน้ำท่วมตามธรรมชาติ (ข้อ 267) ที่ระบุครัวเรือนและโครงสร้างที่มีความเสี่ยงซึ่งควรอยู่ในรายชื่อผู้ติดต่อสำหรับการเตือนหรือการอพยพ
- รายละเอียดระบบเตือนภัยน้ำท่วม
- ผังการสื่อสารและรายชื่อผู้ติดต่อ รวมถึงครัวเรือนที่มีความเสี่ยง และ
- การระบุทรัพยากรที่สามารถนำมาใช้ได้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

292. แผนปฏิบัติการและบำรุงรักษา (O&M) ของโครงการควรรวมประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อน ซึ่งควรรวมไว้ใน DSMS โดยควรกล่าวถึงประเด็นเหล่านี้

- โครงสร้างองค์กร บุคลากร ความเชี่ยวชาญทางเทคนิค การฝึกอบรม อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นเพื่อให้มั่นใจ และ
- ขั้นตอน O&M เงินทุน และการเตรียมการอื่นๆ สำหรับการบำรุงรักษาเขื่อนในระยะยาวและการตรวจสอบความปลอดภัย

7.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

293. แผนสำหรับการติดตามโครงการ การตรวจสอบและการทบทวนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนควรคำนึงถึงแนวทางในข้อ 26 ข้อมูลของโครงการภายใต้กระบวนการ PNPCA จะต้องแสดงให้เห็นว่าแผนข้อมูลการติดตามที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อนที่จะรวบรวมระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินการ ซึ่งจะช่วยให้ทราบเกี่ยวกับ

- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ และ
- ตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองการจัดการแบบปรับตัวต่อมาตรการจัดการความเสี่ยงหรือแผนการจัดการที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อน

294. เจ้าของโครงการมีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินมาตรการที่เหมาะสมทั้งหมดและจัดหาทรัพยากรให้เพียงพอเพื่อความปลอดภัยของเขื่อนตลอดอายุของเขื่อน แผนและระบบการจัดการทั้งหมดที่ระบุไว้ในหัวข้อ 7.4 ควรได้รับการทบทวนและปรับปรุงเป็นประจำทุกปี และควรมีการดำเนินการฝึกอบรมเพื่อให้แน่ใจว่าผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดคุ้นเคยกับแผนที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ควรการดำเนินการตาม DSMS เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินการและการค้นพบทั้งหมดได้รับการบันทึกในลักษณะที่สามารถนำมาใช้ได้ง่ายเมื่อเวลาผ่านไป และจัดให้มีการติดตามผลและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

295. แผนควรระบุว่า DSMS ที่อธิบายไว้ในข้อ 283 จะได้รับการสรุปและปรับปรุงให้เหมาะสมกับเขื่อน “ตามที่ก่อสร้าง” อย่างไรและเมื่อใด ภายในหกเดือนหลังจากเริ่มดำเนินการก่อสร้างเขื่อน

296. แผนการที่ยื่นในขั้นตอนภายใต้กระบวนการ PNPCA ควรอธิบายถึงระบบพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมที่จะได้รับการพัฒนาเพื่อแจ้งเตือนประชาชนทุกคนในพื้นที่น้ำท่วมที่ระบุโดยการสร้างแบบจำลองและการทำแผนที่น้ำท่วม (ข้อ 267) ซึ่งควรรวมถึงแผนการปรับปรุงและการทดสอบเป็นระยะของ EPP ในระยะปฏิบัติการ (ข้อ 289) แผนเหล่านี้ควรรวมถึงการพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนที่อาจจำเป็นสำหรับประเทศสมาชิกด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

8
การเดินเรือ

8 การเดินเรือ

8.1 วัตถุประสงค์

297. วัตถุประสงค์เพื่อการเดินเรือ มีดังนี้

- รับประกันความต่อเนื่องของการเดินเรือในแม่น้ำโขงสายหลักที่สอดคล้องกับข้อ 9 ของความตกลงแม่น้ำโขง ผ่านการจัดเตรียมและการจัดการทางสัญจรเรือ (ship lock) ที่เขื่อนในแม่น้ำโขงสายหลักทั้งหมด
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทางสัญจรเรือของเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานมีการออกแบบและการทำงานทั้งหมดสอดคล้องกัน
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าโครงสร้างพื้นฐานของเขื่อนไม่ขัดขวางการพัฒนาการเดินเรือในแม่น้ำโขงสายประธาน[21] ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น ในแง่ของความสามารถในการขนส่งสินค้า ความสามารถในการขนส่งผู้โดยสาร และการพัฒนาการขนส่งด้วยขบวนรถ
- ความมั่นใจในประสิทธิภาพในการดำเนินงานของทางสัญจรเรือ

8.2 ความเสี่ยง

298. ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือควรได้รับการประเมินอย่างละเอียดถี่ถ้วน การจัดทำเอกสารสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าการออกแบบได้จัดการกับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือได้อย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับทางสัญจรเรือตามที่แสดงใน**ตารางที่ 8.1**

21 ข้อมูลอาจมาจากรัฐบาลหรือหน่วยงานระดับภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง (เช่น MRC)

ตารางที่ 8.1 ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับทางสัญจรเรือของเขื่อนแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
ทางเข้าทางสัญจรเรือขาขึ้นและขาล่อง	
ช่องทางเข้าทางสัญจรเรือขาขึ้นและขาล่องไม่เป็นแนวทางเส้นตรงซึ่งทำให้ทัศนวิสัยไม่ดีเมื่อเข้าใกล้ทางสัญจรเรือ	เรือบรรทุกและขบวนเรือ (barges and convoys) อาจชนกับปลายแหลม (bull nose) ของกำแพงนำทางหรือเข้าสู่ท่อรับน้ำหรือทางระบายน้ำล้นของเขื่อนได้ หากไม่ได้จัดแนวให้ถูกต้องเมื่อเข้ามาใกล้
การสะสมของตะกอนในช่องทางเข้าด้านเหนือน้ำหรือท้ายน้ำ	เรืออาจเกยตื้นและกีดขวางทางเข้าสำหรับเรือลำอื่นได้.
กระแสน้ำด้านข้างมีกำลังแรงในบริเวณช่องทางเข้าด้านท้ายน้ำบรรจบกับเส้นทางแม่น้ำสายหลัก	กระแสน้ำด้านข้างที่รุนแรงสามารถผลักเรือบรรทุกและขบวนเรือออกนอกเส้นทาง และทำให้เกิดการชนกับเรือหรือเรือบรรทุกที่กำลังสวนมาได้
อ่างพักเรือ (Lock chamber) และการออกแบบประตู	
การถ่ายเทและการเติมน้ำจะทำให้เกิดความปั่นป่วนอย่างหนักและรบกวนตำแหน่งของเรือและเรือสินค้า โดยเฉพาะเรือเล็ก	เรือบรรทุกและเรืออาจสั่นไหวจากความปั่นป่วนหรือกระแสน้ำที่สูงขึ้นในระหว่างการเติมน้ำ และอาจสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างตัวเรือได้
กรณีที่มีการใช้บานคู่หมุนรอบแกนตั้ง (Mitre Lock Gate) เศษซากที่จมน้ำอาจติดอยู่ระหว่างประตูและธรณีประตูหรือภายในอ่างพักเรือได้	ความเสียหายอาจเกิดขึ้นกับประตู (แรงบิด) หรือระบบไฮดรอลิกส์ที่เปิดและปิด ซึ่งอาจส่งผลให้ระบบทางสัญจรเรือหยุดชะงักเป็นเวลานาน

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
เรือกระแทกผนังอ่างพักเรือขณะเข้าไปในอ่างพักเรือ	แรงกระแทกจากเรือบรรทุกขนาดใหญ่ เรือ หรือขบวนเรือกระทบกับผนังคอนกรีตอ่างพักเรืออาจทำให้คอนกรีตเสื่อมสภาพและหลุดร่อนได้
เรือเข้าสู่อ่างพักเรืออย่างไม่เหมาะสม และไม่ได้จอดเทียบท่าอย่างถูกต้องระหว่างการดำเนินการสัญจรเรือ	เรือที่ไม่ได้เข้าเทียบท่าอย่างถูกต้องหลังจากเข้าไปในอ่างพักเรืออาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเรือลำอื่นหรืออุปกรณ์อ่างพักเรือในระหว่างการดำเนินการสัญจรเรือ โดยเฉพาะกรณีที่เรือจอดที่แนวตะขอ (line-hooks) แทนที่จะเป็นเสาผูกเรือแบบลอยตัว (floating bollard) ซึ่งอาจนำไปสู่การล่มของเรือ
คนตกเรือและ/หรือเรือประสบเหตุฉุกเฉินในพื้นที่อ่างพักเรือ	อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง การจมน้ำ และการสอบสวนของตำรวจ เป็นต้น
เรือเข้าไปในอ่างพักเรือและไม่หยุดหน้าประตู	เรือชนกับบานประตู (mitre gate) อาจทำให้โครงสร้างเสียหายได้ และอาจต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครงสร้างเหล็ก ซึ่งอาจส่งผลให้ไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน
เรือขนาดเล็กไม่สามารถผ่านอ่างพักเรือได้อย่างปลอดภัย	เรือขนาดเล็กมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบจากความปั่นป่วนในอ่างพักเรือระหว่างการเติมน้ำเข้าอ่าง
การออกแบบและการทำงานของท่อระบายน้ำ	
การเกิดโพรงอากาศที่วาล์วและท่อระบายน้ำด้านในจากอ่างพักเรือที่มีระยะยกสูงกว่า 25 เมตร	โพรงอากาศเป็นอันตรายต่อวาล์วและผนังท่อระบายน้ำ โดยส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นและสังเกตเห็นได้ยาก การซ่อมแซมโพรงอากาศค่อนข้างที่จะซับซ้อน มีราคาแพง และใช้เวลานาน
โครงสร้างทั้งหมดของทางสัญจรเรือ	
แผ่นดินไหว	แผ่นดินไหวสามารถทำให้เกิดการทรุดตัวที่ไม่ได้กำหนดไว้และการเคลื่อนไหวเล็กน้อยในอ่างพักเรือและหัวประตู (lock heads) แม้กระทั่งรบกวนการทำงานปกติของบานประตูและวาล์วควบคุมการไหล (tainter valves) ในท่อระบายน้ำ การต้านทานแผ่นดินไหวไม่เพียงพออาจส่งผลให้หัวล็อคเรือและประตูเสียหายจนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติอีกต่อไป

ความเสี่ยง	ผลที่ตามมา/ความคิดเห็น
การพังของโครงสร้างที่ทรุดต่างกันของโครงสร้างทางสัญจรเรือทั้งหมด	อาจเกิดผลที่ตามมาเช่นเดียวกับข้างต้น หากการพังของโครงสร้างที่ทรุดต่างกันนำไปสู่การทำงานผิดพลาดของบานประตูหรือวาล์วควบคุมการไหล ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายต่อหัวประตูและอาจส่งผลร้ายแรงต่อทางสัญจรเรือ
การรั่วซึมภายใต้โครงสร้างทางสัญจรเรือ	การรั่วซึมที่ส่งผลให้เกิดการพังทลายของดิน สามารถทำให้เกิดโพรงที่ไม่ช้าก็เร็วสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างทั้งหมดได้หากสร้างฉากกันน้ำ (waterproof screen) ไม่เพียงพอหรือไม่มีประสิทธิภาพ
พื้นที่กักเก็บน้ำ	
มีตะกอนสะสมมากเกินไปในน้ำนิ่งที่กักเก็บ	เรือและเรือบรรทุกสามารถเกยตื้นได้เนื่องจากมีระดับน้ำไม่เพียงพอ ทำให้กีดขวางการสัญจรของเรือ
หินที่จมอยู่ใต้น้ำโผล่ขึ้นมาในพื้นที่กักเก็บน้ำ	เรือและเรือบรรทุกสามารถชนกับสิ่งกีดขวางใต้น้ำ เช่น หินและแนวปะการัง ที่มองไม่เห็นเนื่องจากการท่วมขัง กระแสน้ำในเขื่อนอาจอ่อนมากจนกัปตันและนายท้ายเรือไม่สามารถ "อ่านน้ำ" ได้ การชนกับสิ่งกีดขวางใต้น้ำ (มักจะเป็นโขดหิน) สามารถทำให้ตัวเรือเสียหายอย่างมากและอาจนำไปสู่การจมเรือหรือการพลิกคว่ำของเรือ
การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ	
การปล่อยน้ำอย่างกะทันหันลงสู่แม่น้ำด้านท้ายน้ำอันเป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน เช่น การชะล้างตะกอน	เรือเล็กที่จอดอยู่ท้ายน้ำของโครงการสามารถหลุดออกและถูกกวาดออกไปตามท้ายน้ำได้ในระหว่างการดำเนินการเขื่อน (เช่น การทำงานของประตูระบายน้ำล้น การเริ่ม/หยุดกังหัน)
การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในพื้นที่กักเก็บน้ำอย่างกะทันหัน	เรือขนาดใหญ่และ/หรือเรือเล็กที่ทอดสมอที่ไม่แน่นหนา อาจหลุดออกและเสี่ยงต่อการลอยเข้าไปในโครงสร้างพื้นฐานของโครงการ

8.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

299. การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินเรือควรคำนึงถึงการออกแบบและการดำเนินโครงการต้นน้ำและปลายน้ำที่มีอยู่และที่วางแผนไว้ในเขื่อนแบบขั้นบันได

300. การออกแบบควรได้รับข้อมูลจากข้อเสนอในปัจจุบันและอนาคตสำหรับการปรับปรุงลำน้ำเพื่อการเดินเรืออย่างอิสระทั้งเหนือน้ำและท้ายน้ำของเขื่อน ทั้งนี้โครงการ การศึกษา และข้อเสนอจำนวนหนึ่งอยู่ระหว่างการพิจารณา ซึ่งข้อเสนอที่สำคัญที่สุดคือแผนพัฒนาการเดินเรือระหว่างประเทศในแม่น้ำล้านช้าง-แม่โขง (พ.ศ. 2557-2568) โดยกรมการขนส่งแห่งมณฑลยูนนาน สิงหาคม พ.ศ. 2557

301. การออกแบบควรคำนึงถึงการศึกษาสองเรื่องที่ดำเนินการโดย MRCS เกี่ยวกับการปรับปรุงร่องน้ำในพื้นที่อันตรายสำหรับการเดินเรือ (รวมถึงแนวปะการัง แก่ง และสันดอน) ได้แก่

- “การสำรวจสภาพพื้นที่อันตรายในการเดินเรือระหว่างหลวงพระบางและปากเซใน สปป.ลาว และไทย – ตุลาคม 2552” และ
- “การสำรวจสภาพพื้นที่อันตรายในการเดินเรือระหว่างห้วยทรายและหลวงพระบางในสปป.ลาวและไทย – เมษายน 2553”

302. ผู้พัฒนาโครงการควรออกแบบทางสัญจรเรือโดยอาศัยความเข้าใจโดยละเอียดเกี่ยวกับสภาพทางธรณีวิทยาธรณีสัณฐาน อุทกวิทยา และชลศาสตร์ของบริเวณเขื่อน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2.3 และการสร้างแบบจำลองตะกอนที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3.3 สามารถให้ข้อมูลเพื่อการวางแผนโดยละเอียดสำหรับการพัฒนาและการทำงานของทางสัญจรเรือและวิธีการต่างๆ

303. ควรจัดให้มีพื้นที่ที่เพียงพอสำหรับเรือที่จะเข้าหัวประตู และมีการจัดทำเอกสารเกี่ยวกับความจำเป็นในการขุดลอกหรือการขุดหินเพื่อให้แน่ใจว่าเรือสามารถเข้าถึงอ่างพักเรือได้อย่างปลอดภัย ทางเข้าทางเรือสัญจรทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำต้องมองเห็นได้อย่างชัดเจน

304. ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ความเสี่ยง และทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือ จะต้องระบุผลกระทบตกค้างและจัดทำเอกสารดังกล่าวในกรณีที่จะเกิดขึ้นในแม่น้ำโขงสายประธานอย่าง ชัดเจน ตามข้อ 7 และ 25

8.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน

305. คู่มือที่สำคัญสำหรับการออกแบบทางสัญจรเรือแม่น้ำโขงสายประธาน คือ 2009 Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC[22] report) ซึ่ง Innovations in Navigation Lock Design และแนวทางที่จำเป็นสำหรับการนำทางในแม่น้ำโขง (an essential guide for Mekong navigation) คือรายงาน PIANC InCom WG report n^0 141-2019, Design Guidelines for Inland Waterway Dimensions นั่นเอง ผู้พัฒนาโครงการมีหน้าที่รับผิดชอบในการขอรับเอกสารคำแนะนำเหล่านี้ผ่านระเบียบปฏิบัติ PIANC คำแนะนำการออกแบบเบื้องต้น (PDG) ฉบับนี้มุ่งเน้นส่วนเฉพาะของเอกสารอ้างอิงจาก PIANC ที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดการออกแบบที่สำคัญ

306. ทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบควรได้รับการประเมินเพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดจะจัดการกับความเสี่ยงที่ระบุได้ดีที่สุด ตารางที่ 8.2 กำหนดทางเลือกในการบรรเทาความเสี่ยงในวงกว้าง โดยมีคำแนะนำโดยละเอียดเพิ่มเติมต่อท้ายตารางนี้ ผู้พัฒนาโครงการอาจเสนอทางเลือกอื่นในการบรรเทาผลกระทบโดยพิจารณาจากสถานที่ตั้งของโครงการและความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องพร้อมเหตุผลที่เหมาะสม

ตารางที่ 8.2 ทางเลือกในการบรรเทาความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือสำหรับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
ความสมบูรณ์ของโครงสร้างของโครงสร้างพื้นฐานของทางเรือสัญจร	ทางเรือสัญจรควรทนทานต่อแผ่นดินไหว (ดูหมวดที่ 7 ความปลอดภัยของเขื่อน) การออกแบบควรคำนึงถึงสภาพทางธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่และผลกระทบของการทรุดตัวที่แตกต่างกันที่อาจเกิดขึ้น

22 PIANC, the Permanent International Association of Navigation Congresses, ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น the World Association for Waterborne Transport Infrastructure (www.pianc.org). เอกสารมีบริการในราคาประหยัด

ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
ปัญหาที่เกิดขึ้นในช่องทางเข้าทางเรือสัญจรและการกักเก็บน้ำของเขื่อน	ควรจัดให้มีช่องทางเข้าทางเรือสัญจรที่เป็นเส้นตรงและมีการมองเห็นการทางเข้าที่ชัดเจน ตรวจสอบให้แน่ใจว่ากำแพงนำทาง บานประตู และอ่างพักเรือได้รับการออกแบบมาให้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน มาตรการการจัดการอันตรายในการเดินเรือควรถูกนำมาใช้ (เช่น การสำรวจเบื้องต้น การเคลียร์พื้นที่ เครื่องหมายสำหรับอันตรายที่เหลืออยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำนิ่งในพื้นที่กักเก็บน้ำ) ควรใช้มาตรการการจัดการตะกอน (ดูหัวข้อที่ 3) ควรใช้มาตรการการจัดการเศษสวะ (เช่น การสำรวจเป็นประจำ ระบบฉีดน้ำใต้น้ำที่ด้านหน้าธรณีประตู การเคลียร์พื้นที่ทางกล การสร้างหลุมตรวจสอบด้านเหนือน้ำที่เพื่อจับอันตรายที่อาจเกิดขึ้น)
มีตะกอนสะสมมากเกินไปในบริเวณน้ำเท้อ/น้ำนิ่งของพื้นที่กักเก็บน้ำ	ควรดำเนินการการขุดลอกช่องทางเดินเรือในพื้นที่น้ำนิ่งที่ได้รับผลกระทบ รวมถึงจุดเข้าลำน้ำสาขา และจัดให้มีเครื่องช่วยนำทาง
หินที่จมอยู่ใต้น้ำโผล่ขึ้นมาจากพื้นที่กักเก็บน้ำ	ควรจัดให้มีเครื่องหมายทางเรือ (Navigation aid) สำหรับระดับน้ำสูงและต่ำ
ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในอ่างพักเรือ	ควรใช้มาตรการป้องกันการกระแทกจากเรือ (เช่น การป้องกันประตูแถบเลื่อนเหล็ก หรือเกราะที่ฝังอยู่ในผนังคอนกรีต) สิ่งอำนวยความสะดวกในการจอดเรือควรมีอุปกรณ์ลอยน้ำ ตะขอเกี่ยว และที่กันกระแทรก ควรมีกล้องวงจรปิด ลำโพงสำหรับเตือน สิ่งอำนวยความสะดวกในการหยุดฉุกเฉิน และสัญญาณไฟจราจร

ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
เกิดการปั่นป่วนอย่างรุนแรงเนื่องจากการถ่ายและการเติมน้ำจะทำให้ซึ่งส่งผลต่อเรือบรรทุก	ลำดับการเปิดวาล์วเติมน้ำสำหรับเรือเล็ก/เรือ/เรือบรรทุกประเภทและขนาดต่างๆ ควรได้รับการตั้งโปรแกรมใหม่ ช่องเติมย่ำควรได้รับการปรับรูปร่างใหม่ หรือควรออกแบบระบบเติมน้ำทั้งหมดใหม่ ควรหลีกเลี่ยงการสัญจรเรือบรรทุกขนาดใหญ่ร่วมกับเรือเล็ก หรือควรปรับเปลี่ยนโปรแกรมการเติมวาล์วท่อระบายน้ำ
เรือขนาดเล็กไม่สามารถเข้าและออกจากทางสัญจรเรือได้อย่างปลอดภัย	ควรใช้วิธีการอื่น (รถแทรกเตอร์/รถพ่วง) เพื่อเคลื่อนย้ายเรือขนาดเล็กผ่านโครงสร้างเขื่อน
การเกิดโพรงอากาศที่วาล์วควบคุมน้ำและท่อระบายน้ำภายใน (ในล็อคที่มีลิฟต์สูงกว่า 25 เมตร)	ล็อคที่มีลิฟต์สูงกว่า 35 เมตรไม่ควรสร้างเป็นทางสัญจรเรือเดี่ยว การออกแบบควรเลือกใช้ระบบทางสัญจรเรือแบบคู่ ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโพรงในล็อคที่มีลิฟต์สูงกว่า 25 ม. อาจออกแบบให้มีแอ่งประหยัดน้ำเพื่อลดแรงดันบนวาล์วควบคุมน้ำได้อย่างมาก (PIANC, 2009)[23] ควรพิจารณาวาล์วควบคุมน้ำที่มีช่องขยาย (ลึก) ด้านหลังวาล์ว รูปร่างท่อระบายน้ำด้านหลังวาล์วควบคุมน้ำควรได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสม ควรพิจารณาการเติมอากาศวาล์วควบคุมน้ำด้วยระบบไอดี ควรเพิ่มความต้านทานของผนังท่อระบายน้ำและปรับปรุงต่อการเกิดโพรงอากาศ เช่น โดยแผ่นเหล็ก
การหยุดชะงักของการสัญจรที่มีอยู่และระหว่างการสัญจร	ควรจัดให้มีทางเลือกอื่นในการขนส่งสินค้า และผู้โดยสารในระหว่างการก่อสร้างทางสัญจรเรือ ควรให้ข้อมูลความคืบหน้าในการก่อสร้างแก่ผู้ใช้ทางน้ำ โดยเฉพาะสมาคมเรือจากท่าเรือเหนือน้ำและท่ายน้ำ และผู้ประกอบการขนส่งทางน้ำเชิงพาณิชย์

23 PIANC-InCom report from working group 29 (Report n^0 106-2009): “Innovations in navigation lock design”, Section 4.4.5 (p. 82)

ความเสี่ยง	มาตรการลดผลกระทบ
การปล่อยน้ำอย่างกะทันหันลงสู่ด้านท้ายน้ำอันเป็นผลมาจากการดำเนินการ เช่น การชะล้างตะกอน	ควรใช้กฎการปฏิบัติงานร่วมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแบบเขื่อนขั้นบันไดและกฎการปฏิบัติงานเฉพาะโครงการเพื่อควบคุมระดับน้ำที่จะผันผวน ควรมีการแจ้งเตือนล่วงหน้า ควรมีการตรวจสอบความปลอดภัยล่วงหน้าก่อนการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำครั้งใหญ่
ทางผ่านปลาระหว่างการก่อสร้าง	ควรดัดแปลงทางเรือสัญจรเป็นทางผ่านปลาทางเดียวในระหว่างการก่อสร้างตามข้อ 231

ขนาดทางเรือสัญจร

307. ขนาดประตูของทางเรือสัญจรได้รับการออกแบบสำหรับทางเรือสัญจรทั้งหมดที่จะสร้างตามแนวเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน ตามผลของการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงสายประธาน (Optimisation Study of the Mekong Mainstream Hydropower Projects) ซึ่งดำเนินงานโดยรัฐบาล สปป. ลาว อ่างพักเรือควรมีขนาดอย่างน้อย 120 ม. x 12 ม. x 4 ม. ซึ่งสามารถรองรับขบวนเรือบรรทุกขนาด 500 ตันสองลำ (แบบจีน) พร้อมเรือดันได้อย่างสะดวก

308. แม่น้ำโขง-ล้านช้างซึ่งเป็นต้นน้ำของน้ำตกคอนพะเพ็งควรถือเป็นการสัญจรเรือทางเดียวกันโดยใช้ขนาดเรือและทางสัญจรเรือข้างต้น ด้านท้ายน้ำของน้ำตกคอนพะเพ็ง (กัมพูชา - เวียดนาม) อาจใช้ขนาดทางสัญจรเรือที่แตกต่างกันเนื่องจากการเชื่อมต่อกับทะเล

ช่วงเวลาสัญจรเรือและความพร้อมใช้งาน

309. ควรรักษาเวลาของการสัญจรเรือให้น้อยที่สุด ในขณะเดียวกันก็ช่วยให้เรือทุกลำในอ่างพักเรือสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและการสัญจรเรือทำได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้ควรใช้คำแนะนำของ PIANC[24]

310. เกณฑ์การออกแบบสำหรับแรงดึงของสายลากจูง (Hawser Force) ในทุกทิศทางที่เป็นไปได้ควรมีค่า ≤ 1% x การกระจัดของน้ำของเรือ (หน่วย ตัน) และควรใช้คำแนะนำของ PIANC[25]

311. ระบบทางเรือสัญจรควรได้รับการออกแบบให้ทำงานอย่างน้อย 12 ชั่วโมงต่อวัน ทุกวันตลอดทั้งปี

312. แต่ละอ่างพักเรือควรใช้งานได้อย่างน้อย 98% ของเวลาการทำงานที่กำหนดไว้ในแต่ละปีของอายุการใช้งาน ไม่รวมการปิดตามแผนสำหรับการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลาและการซ่อมแซมที่ไม่ได้กำหนดไว้

313. การหยุดทำงานที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายโดยไม่ได้ตาดการณ์ไม่ควรเกิน 2 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการทำงานในแต่ละปี

314. การหยุดให้บริการเพื่อการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลาควรเป็นเก้าวันติดต่อกัน (หนึ่งสัปดาห์ทำงานและสองวันหยุดสุดสัปดาห์) ในแต่ละปี ในช่วงเวลาเดียวกันสำหรับเขื่อนทั้งหมดบนแม่น้ำโขงสายประธาน (ต้นน้ำของน้ำตกคอนพะเพ็ง) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรติดขัด ช่วงเวลานี้ควรกำหนดไว้ในกฎการปฏิบัติงานร่วมของเขื่อนไฟฟ้าแบบขั้นบันได หน่วยงานราชการที่รับผิดชอบประสานงานการเดินเรือในแม่น้ำโขงควรมีหน้าที่กำหนดวันให้บริการ

โครงสร้างพื้นฐานทางเข้าทางเรือสัญจร

315. โครงสร้างพื้นฐานทางเข้าทางสัญจรเรือควรได้รับการออกแบบตามคำแนะนำของ PIANC[26] ควรจัดให้มีจุดจอดเรือที่แตกต่างกันสามแห่ง โดยแต่ละแห่งสามารถจอดเรือ/ขบวนเรือขนาดบรรทุกเต็มอัตราได้หนึ่งลำ และรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

- ประตูเรือ (lay-by area) โดยที่เรือสามารถพร้อมที่จะเข้าไปในอ่างพักเรือได้ทันทีที่เรือลำก่อนหน้าออกไปหรือเปิดไฟทางเข้าสีเขียว

24 อ้างแล้ว, Chapter 4.2.5 Duration of Lock Cycle and Vessel Passage (p. 56)

25 อ้างแล้ว, Chapter 5.2.3 Mooring Line/Hawser Forces during Filling and Emptying of Lock Chamber (p. 109)

26 อ้างแล้ว, Chapter 5.6 Lock Approach Structures (p. 148)

- พื้นที่พักรอ (waiting area) ที่เรือสามารถรอได้หากมีอีกหลายลำรออยู่ข้างหน้า พื้นที่พักรอสามารถขยายจากประตูเรือได้
- พื้นที่ค้างคืนเรือ (overnight area) ที่เรือสามารถพักค้างคืนได้ พื้นที่ค้างคืนไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับประตูเรือหรือพื้นที่พักรอ แต่ทั้งสามพื้นที่ควรเข้าถึงฝั่งได้ทางเดินหรือโป๊ะลอยน้ำ พื้นที่ค้างคืนเรืออาจได้รับการพัฒนาในภายหลังหากความต้องการมีน้อยในขณะที่เริ่มดำเนินการโครงการ และแผนที่ยื่นในขั้นตอนกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรระบุว่าเป็นกรณีนี้หรือไม่ และได้จัดเตรียมไว้อย่างไร
- หนึ่งในสามพื้นที่ข้างต้นอาจจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น น้ำดื่ม น้ำสะอาด สิ่งอำนวยความสะดวกในการกำจัดขยะมูลฝอยและของเหลว ความช่วยเหลือฉุกเฉิน ฯลฯ

อายุการใช้งาน

316. ทางสัญจรเรือแต่ละช่องควรได้รับการออกแบบให้มีอายุการใช้งาน 100 ปี

317. ส่วนประกอบบางส่วนของทางสัญจรเรืออาจมีอายุการใช้งานสั้นกว่า 50 ปี และควรได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถเปลี่ยนได้ง่าย ส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่

    - โครงสร้างโลหะ
    - แม่แรงไฮดรอลิก
    - ตลับลูกปืน รอก ข้อต่อ วาล์ว ฯลฯ
    - สายเคเบิล
    - อุปกรณ์ไฟฟ้า
    - อุปกรณ์สื่อสารและความปลอดภัยระบบดิจิทัล กล้อง และชุดทีวี

318. ควรมีชิ้นส่วนอะไหล่ที่เพียงพอในระหว่างการดำเนินโครงการสำหรับชิ้นส่วนกลไกที่สำคัญที่สุดของทางสัญจรเรือ คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการวงจรอายุการใช้งานของทางสัญจรเรือมีอยู่ในข้อมูลอ้างอิงของ PIANC[27]

27 อ้างแล้ว, Chapter 4.3 Life Cycle Management for Locks (pp. 58–63)

การขยายตัวในอนาคต

319. การออกแบบระบบทางสัญจรเรือควรอนุญาตให้มีการสร้างทางสัญจรเรือช่องที่สองในอนาคต

320. เจ้าของ/ผู้ปฏิบัติงานควรรับผิดชอบในการสร้างระบบทางสัญจรเรือแบบขนานแถวที่สอง เมื่อจำนวนการสัญจรเรือต่อปีถึงอย่างน้อยร้อยละ 80 ของการผ่านทางสัญจรเรือสูงสุดต่อปีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในช่วงระยะเวลาสองปีติดต่อกัน

การออกแบบและคำแนะนำการดำเนินงานเพิ่มเติม

321. ประตูทางสัญจรเรือและอุปกรณ์เสริมควรได้รับการป้องกันจากไฟไหม้ภายในอ่างพักเรือ

322. เครนเหนือศีรษะ (overhead rolling crane) หรืออุปกรณ์ยกอื่น ๆ ที่ทำงานเต็มความยาวของแต่ละทางสัญจรเรืออาจพิจารณาเพื่อการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ยกเศษสวะที่ลอยหรือจมติดอยู่ระหว่างประตูและธรณีประตูหรือที่ติดอยู่ภายในอ่างพักเรือ
- ช่วยเหลือเรือขนาดเล็กในกรณีฉุกเฉินภายในอ่างพักเรือ
- วางตำแหน่งแผงกั้นน้ำสำหรับหัวประตูแต่ละอันเพื่อวัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษา (เช่น การเปลี่ยนเดือยประตู) และการซ่อมแซม/การเปลี่ยนวาล์วควบคุมน้ำ หรือวาลว์แบบเลื่อนในท่อระบายน้ำ และ
- สนับสนุนปฏิบัติการกู้ภัยฉุกเฉินสำหรับเรือที่ประสบอุบัติเหตุภายในอ่างพักเรือ

323. หากเป็นไปได้ อาจใช้ทางสัญจรเรือเป็นทางผ่านของปลาเพิ่มเติมในช่วงการอพยพย้ายถิ่น (ดูข้อ 231) ทางผ่านปลาเพิ่มเติมนี้อาจเป็นทางเดียวในระหว่างการก่อสร้างโรงไฟฟ้าและทางระบายน้ำล้น ซึ่งในกรณีนี้เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการก่อสร้าง และควรใช้เพื่อการเดินทางผ่านของปลาในระหว่างการก่อสร้าง

324. โครงการควรเผื่อสำหรับการติดตั้งระบบติดตามที่ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายในอนาคตกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานอื่นๆ เพื่อให้ติดตามความเคลื่อนไหวของเรือและเรือบรรทุกในแม่น้ำโขงแบบเรียลไทม์ นี่อาจเป็นการเริ่มต้นของระบบข้อมูลแม่น้ำ (River Information System) ที่ครบครัน ซึ่งมีการตรวจสอบการเคลื่อนตัวของเรือและเรือบรรทุกแบบเรียลไทม์และสื่อสารกับท่าเรือและท่าเรือด้านเหนือน้ำหรือท้ายน้ำ

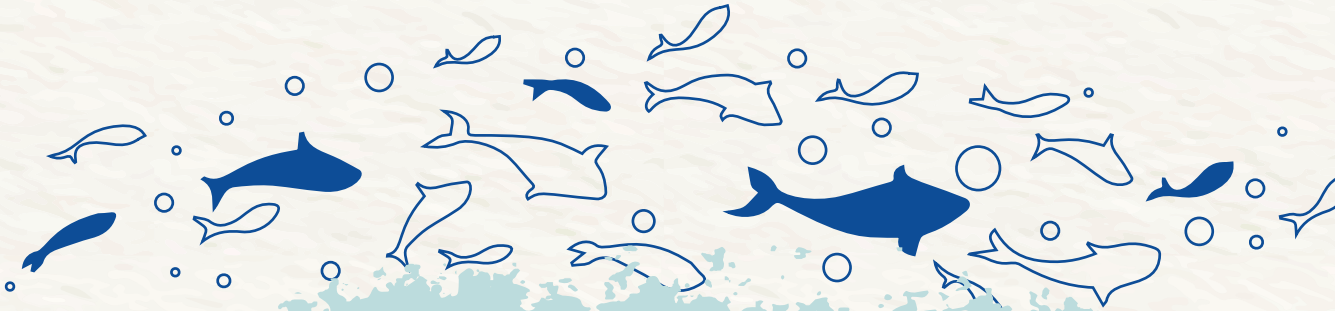
8.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

325. แผนสำหรับการตรวจสอบทางสัญจรเรือของโครงการควรคำนึงถึงคำแนะนำในข้อ 26 โดยข้อมูลสำหรับกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนสำหรับข้อมูลการติดตามที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือที่จะรวบรวมระหว่างการก่อสร้างและการดำเนินงาน ซึ่งจะช่วยให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูลดังต่อไปนี้

- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการเกี่ยวกับการจัดการการดำเนินทางสัญจรเรือ และ
- ตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองการจัดการแบบปรับตัวต่อมาตรการการจัดการและบรรเทาผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการนำทาง

326. โปรแกรมการตรวจติดตามการเดินเรือในขั้นตอนการก่อสร้างและการปฏิบัติการควรรวมถึงการมุ่งเน้นไปที่ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ระยะเวลาน้อยที่สุดของการหยุดการทำงานของทางสัญจรเรือ (minimum lock downtimes) ประสิทธิผลของการสื่อสารและการประสานงาน และการบำรุงรักษาและการเปลี่ยนส่วนประกอบของทางสัญจรเรือในการปฏิบัติการ

327. แผนสำหรับโปรแกรมการติดตามควรรวมการติดตามและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอโดยผู้ดำเนินการทางสัญจรเรือซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานการเดินเรือที่สำคัญ อุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้า และเก็บบันทึกการสัญจรของเรือและปัญหาที่เกี่ยวข้องใด ๆ ที่เกิดขึ้น การสำรวจความลึกของน้ำทั้งลำน้ำก่อนถึงทางเข้าทางสัญจรเรือและทางเข้าทางสัญจรเรือควรดำเนินการร่วมกับการติดตามตรวจสอบตะกอนที่เกี่ยวข้องตามที่กำหนดไว้ในส่วนที่ 3.5



9

ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและการดำรงชีวิตตามแม่น้ำ

9 ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและการดำรงชีวิตตามแม่น้ำ

9.1 วัตถุประสงค์

328. วัตถุประสงค์สำหรับแนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับชุมชนริมชายฝั่งและการดำรงชีวิตบนแม่น้ำ คือ

- มีส่วนร่วมกับชุมชนริมฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงในทุกขั้นตอนของการพัฒนาโครงการและการดำเนินโครงการในลักษณะการมีส่วนร่วม
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าความเป็นอยู่ของชุมชนริมฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงนั้นดีกว่าหรืออย่างน้อยก็ได้รับการฟื้นฟูในระดับก่อนมีโครงการ
- ใช้มาตรการสนับสนุนเหล่านี้ หากเป็นไปได้ ภายในกรอบสถาบันที่มีอยู่ (เช่น MRC รัฐบาลในระดับต่างๆ องค์กรภาคประชาสังคม)
- ปรับปรุงกลไกความร่วมมือข้ามพรมแดนที่มีอยู่หรือสร้างกลไกความร่วมมือข้ามพรมแดนใหม่ตามความจำเป็น (เช่น เพื่อดำเนินการกลไกสนับสนุนสำหรับชุมชนชายฝั่งข้ามพรมแดน) เช่น ผ่านกรอบการทำงานระดับชาติ ทวิภาคี ภูมิภาค และ MRC

329. มิติทางสังคมและเศรษฐกิจของการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำในแม่น้ำโขงได้รับการยอมรับในข้อตกลงแม่น้ำโขง พ.ศ. 2538 และวิสัยทัศน์ของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง หลักการทั่วไปเหล่านี้ยังไม่ได้แปลเป็นนโยบาย ระเบียบปฏิบัติ หรือแนวปฏิบัติเฉพาะของ MRC ทั้งนี้รัฐบาลของประเทศภาคียังคงมีความรับผิดชอบหลักในการจัดการผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมภายในขอบเขตของตน และอาจลงนามในข้อตกลงทวิภาคีและ/หรือระดับภูมิภาคเพื่อแก้ไขปัญหาข้ามพรมแดนที่เป็นผลประโยชน์หรือข้อกังวลร่วมกัน[28]

330. กรอบตัวชี้วัดของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงประกอบด้วยตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม (สภาพความเป็นอยู่และความเป็นอยู่ที่ดี) และประเด็นทางเศรษฐกิจ (ความเป็นอยู่และการจ้างงานในภาคส่วนต่างๆ ของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง) คำแนะนำในส่วนนี้กล่าวถึงเฉพาะส่วนย่อยของตัวชี้วัดเหล่านี้ ได้แก่ ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากไฟฟ้าพลังน้ำในระบบแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตในแม่น้ำ ความเป็นอยู่ที่ดีที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำจะกล่าวถึงเฉพาะด้านสุขภาพและความปลอดภัยของชุมชนเท่านั้น ซึ่งครอบคลุมอยู่ในมาตรา 4, 5 และ 7 การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจอื่นๆ ไม่อยู่

28 การพัฒนาทั้งหมดจะต้องปฏิบัติตามกฎหมาย นโยบาย และมาตรฐานของประเทศเจ้าภาพเป็นอันดับแรก (ดูข้อ 12)

ในขอบเขตของเอกสารแนวทางนี้ เช่น การหยุดชะงักของเครือข่ายทางสังคมอันเนื่องมาจาก การตั้งถิ่นฐานใหม่ ผลกระทบต่อมรดกทางวัฒนธรรม การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตเนื่องจากการได้มาซึ่งที่ดิน หรือผลกระทบต่อความพร้อมใช้ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นในระดับท้องถิ่นหรือระดับประเทศ

331. คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้มีดังต่อไปนี้

- ผลกระทบตกค้าง (Residual impacts) คือผลกระทบที่คงอยู่หลังจากใช้มาตรการหลีกเลี่ยง ลด และบรรเทาผลกระทบที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้ว
- การดำรงชีวิต (Livelihoods) หมายถึงความสามารถ ทรัพย์สิน (ร้านค้า ทรัพยากร การเรียกร้อง และการเข้าถึง) และกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต
- การดำรงชีพบนแม่น้ำ (river-based livelihood) ในบริบทของแม่น้ำโขงสายประธาน อาจรวมถึง การจับปลาและ OAAs เกษตรกรรมริมฝั่งแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง การขนส่งทางแม่น้ำ การทำเหมืองทราย การท่องเที่ยว การให้บริการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหล่านี้ และ/หรือการแปรรูปและกิจกรรมการค้าที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหล่านี้
- ชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง (directly affected riparian community) ในบริบทของการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน หมายถึงชุมชนที่อาศัยอยู่ริมฝั่งตามแนวลำน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งมีวิถีชีวิตบนแม่น้ำซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงในระบบแม่น้ำ เพื่อวัตถุประสงค์ในทางปฏิบัติ กลุ่มเหล่านี้คือกลุ่มย่อย [29] ของประชากรภายในระยะ 15 กม. ที่อาศัยอยู่บนทั้งสองฝั่งของแม่น้ำซึ่งถือเป็นประชากรริมฝั่งแม่น้ำ (riparian population) โดยอิงตามแบบอย่างที่กำหนดโดยการติดตามเศรษฐกิจและสังคมของ MRC การกำหนดขอบเขตตามยาวของการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในระบบแม่น้ำเหนือน้ำและท้ายน้ำเป็นไปตามที่อธิบายไว้ในข้อ 25 และระบุไว้ในส่วนที่ 2 ถึง 8
- ได้รับผลกระทบโดยตรง (Directly affected) ในบริบทนี้ หมายความว่าผลกระทบที่ตกค้างสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าส่งผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำของชุมชนริมฝั่งแม่น้ำ ผลกระทบทางอ้อม (เช่น ผลกระทบจากการย้ายถิ่นของประชากร หรือการเปลี่ยนแปลงราคาปลาหรือวัสดุก่อสร้างในเขตเมือง) ไม่อยู่ในขอบเขตของเอกสารแนวทางนี้

29 ประชากรกลุ่มนี้จะมีทั้งวิถีชีวิตตามแม่น้ำ (Cl 330 (iii)) และเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง (Cl 330 (iv))

- ความเปราะบาง (IHA, 2019) หมายถึงการที่ผู้คน องค์กร และสังคมไม่สามารถทนต่อผลกระทบด้านลบจากปัจจัยกดดันหลายประการที่พวกเขาเผชิญอยู่ กลุ่มเปราะบาง ได้แก่ บุคคลที่มีความเปราะบางเนื่องจาก เพศสภาพ ชาติพันธุ์ อายุ ความพิการทางร่างกายหรือจิตใจ ความเสียเปรียบทางเศรษฐกิจ หรือสถานะทางสังคม ที่อาจได้รับผลกระทบในทางลบจากผลกระทบของโครงการมากกว่าคนอื่นๆ และอาจจำกัดความสามารถในการเรียกร้องหรือใช้ประโยชน์จากความช่วยเหลือจากโครงการและผลประโยชน์การพัฒนาที่เกี่ยวข้อง บุคคลเปราะบาง คือ บุคคลที่ประสบความยากลำบากเนื่องจาก เพศ ชาติพันธุ์ อายุ ความสามารถทางร่างกายหรือจิตใจ ความเสียเปรียบทางเศรษฐกิจ หรือสถานะทางสังคม และจะได้รับประโยชน์จากการสนับสนุนหรือความช่วยเหลือที่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย การเปลี่ยนแปลงด้านลบเล็กๆ น้อยๆ ในชีวิตของคนกลุ่มนี้ก็เพียงพอที่จะทำให้พวกเขาตกอยู่ภายใต้เส้นความยากจน พวกเขาอาจเสี่ยงต่อการถูกเลือกปฏิบัติ และมักจะพบว่าการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่รวดเร็วนั้นทำได้ยากขึ้น ซึ่งขัดขวางบรรทัดฐานดั้งเดิมและเครือข่ายความปลอดภัยทางสังคม พวกเขาสามารถจัดการกับค่าตอบแทนทางการเงินได้น้อยลง และพึ่งพาค่าตอบแทนในรูปแบบอื่นมากกว่า ครัวเรือนและบุคคลที่เปราะบางจะได้รับประโยชน์จากแนวทางการจัดการเป็นกรณีๆ ไป ซึ่งควรเกี่ยวข้องกับความร่วมมือที่ดีกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ชนเผ่าพื้นเมืองอาจเป็นหนึ่งในกลุ่มผู้ที่มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบจากโครงการ

332. เนื่องจากชุมชนริมฝั่งแม่น้ำโขงสายประธานจะได้รับผลกระทบสะสมจากการพัฒนาต่างๆ การระบุแหล่งที่มาของผลกระทบต่อการพัฒนาเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธานเพียงโครงการเดียวจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์อย่างรอบคอบ ผู้พัฒนาโครงการจะต้องรับผิดชอบต่อผลกระทบเพิ่มเติมที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเขื่อนที่เกิดขึ้นก่อนหน้าหรือที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน เท่าที่สามารถนำมาประกอบกับข้อจำกัดด้านความมีประสิทธิผลของมาตรการบรรเทาผลกระทบของโครงการนั้น

333. การระบุแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวภาพในระบบแม่น้ำต่อโครงการไฟฟ้าพลังน้ำโดยเฉพาะมีระบุไว้ในส่วนที่ 2 ถึง 8 แต่ละส่วนก่อนหน้านี้มีแนวทางในการระบุอย่างชัดเจนถึงผลกระทบที่คงเหลือที่อาจเกิดขึ้นหลังจากนำมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เสนอไปใช้แล้ว เนื้อหาในส่วนนี้กล่าวถึงแหล่งที่มาของผลกระทบในการดำรงชีวิตจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ในระบบแม่น้ำ การระบุแหล่งที่มาจำเป็นต้องแยกและประมาณค่าของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณภาพในการดำรงชีวิต ซึ่งต้องการความชัดเจนเกี่ยวกับสาเหตุ และความตระหนักรู้ถึงปัจจัยอื่นๆ มากมายที่อาจพัฒนาไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลง

ทางกายภาพ[30] ตัวอย่างเช่น เมื่อแม่น้ำเปลี่ยนเส้นทาง เกษตรกรอาจสูญเสียรายได้หรือความมั่นคงทางอาหารเนื่องจากทุ่งนาริมฝั่งแม่น้ำถูกกัดเซาะ หากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากผลกระทบด้านท้ายน้ำของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้พัฒนาโครงการควรบรรเทาหรือชดเชยมูลค่าของที่ดินและการผลิตที่สูญเสียไป (และไม่ใช่เนื่องจากการกัดเซาะตามธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับโครงการอื่น การทำเหมืองกรวด ฯลฯ)

9.2 ความเสี่ยง

334. แม่น้ำโขงมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของชุมชนริมฝั่งแม่น้ำในฐานะแหล่งรายได้ อาหาร น้ำ และวัสดุ (เช่น ทรายเพื่อการก่อสร้าง) เส้นทางสำหรับการค้าและการเดินทาง เป็นทรัพย์สินทางวัฒนธรรม แต่บางครั้งก็อาจกลายเป็นภัยคุกคามในกรณีที่เกิดน้ำท่วมได้

335. โครงการไฟฟ้าพลังน้ำมีผลกระทบหลายประการ ทั้งเชิงบวกและเชิงลบต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำของชุมชนริมฝั่งแม่น้ำ ผลกระทบเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจาก ที่ตั้ง การออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินโครงการ มาตรการบรรเทาผลกระทบหรือความเสี่ยงด้านลบ และมาตรการเพื่อเพิ่มผลกระทบหรือโอกาสเชิงบวก เนื้อหาในส่วนนี้มุ่งเน้นไปที่ผลกระทบตกค้างจากการพัฒนาเขื่อนที่มีต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่ได้รับผลกระทบโดยตรงของชุมชนริมฝั่งแม่น้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ โดยถือว่าได้ปฏิบัติตามคำแนะนำในส่วนที่ 2 ถึง 8 แล้ว

336. ความเสี่ยง (และโอกาส) ที่เหลืออยู่สำหรับชุมชนริมฝั่งแม่น้ำจะถูกสะสม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในระบบแม่น้ำเป็นผลมาจากโครงการหลายโครงการและการพัฒนาอื่นๆ โดยส่วนสนับสนุนที่แข็งแกร่งที่สุดซึ่งมักจะมาจากโครงการโดยตรงทั้งเหนือน้ำและ/หรือท้ายน้ำ อาจมีผลกระทบต่อชุมชนริมฝั่งน้ำในประเทศที่โครงการไฟฟ้าพลังน้ำตั้งอยู่ และในประเทศอื่นๆ ตามแนวแม่น้ำ ผลกระทบบางส่วนอาจหายไปตามระยะทางจากโครงการ (MRC, 2018b)

337. ความเสี่ยงที่หลงเหลือต่อการดำรงชีพทางแม่น้ำ (Residual risks to river-based livelihoods) ควรได้รับการประเมินอย่างครอบคลุม ตารางที่ 9.1 ระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

30 คำแนะนำเกี่ยวกับการระบุแหล่งที่มาสามารถพบได้ในบทที่ 4 ของ Leeuw and Vaessen (2009). Impact Evaluations and Development. Independent Evaluation Group, World Bank

ตารางที่ 9.1 ความเสี่ยงที่อาจตกค้างต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยงคงเหลือที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่ตามมาของการดำรงชีวิตที่อาจเกิดขึ้น
การปล่อยน้ำที่ไม่คาดคิดและรุนแรงมากจากพื้นที่กักเก็บน้ำ (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2 และ 7)	• การปล่อยน้ำปริมาณมาก (หรือผลที่ตามมาจากเขื่อนแตก) อาจส่งผลกระทบต่อสินทรัพย์ท้ายน้ำ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น สะพาน ท่าเรือ แม่น้ำ บ้าน ฟาร์ม และระบบชลประทาน เป็นต้น
โครงการอาจส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3)	• ตะกอนที่สะสมอยู่ในน้ำนิ่งที่กักเก็บอาจเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือ • การกัดเซาะบริเวณท้ายน้ำของเขื่อนหรือเขื่อนแบบขั้นบันไดอาจส่งผลกระทบต่อทรัพย์สินริมฝั่งแม่น้ำและชายฝั่ง • การดักตะกอนในการกักเก็บสามารถลดปริมาณของทรายและกรวดสำหรับการก่อสร้างบริเวณท้ายน้ำได้ • รอยบากของท้องน้ำ (incision of the riverbed) บริเวณท้ายน้ำอาจส่งผลต่อระดับน้ำใต้ดินและผลผลิตทางการเกษตร • แหล่งที่อยู่อาศัยของปลา เช่น พื้นที่วางไข่ อาจได้รับผลกระทบ ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณปลาที่จับได้
โครงการต่างๆ อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและประชากรปลา ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3 ถึง 6)	• ประชากรปลาได้รับผลกระทบจากการกระจายตัวของแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ • เนื่องจากการพึ่งพาปลาและ OAA สูงผิดปกติ นี่จึงเป็นพื้นที่ที่อาจเกิดผลกระทบที่สำคัญ (Nam So et al, 2015) • แม้ว่าชุมชนริมชายฝั่งบางแห่งอาจได้รับประโยชน์จากโอกาสในการประมงที่เพิ่มขึ้นในที่กักเก็บและใต้เขื่อน แต่ส่วนใหญ่คาดว่าจะพบกับการลดปริมาณทรัพยากรการประมงเพื่อยังชีพและการประมงเชิงพาณิชย์ สิ่งนี้อาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและรายได้ และมีผลเสียต่อเครือข่ายทางเศรษฐกิจและสังคมสำหรับการแปรรูปและการค้าปลา

ความเสี่ยงคงเหลือที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่ตามมาของการดำรงชีวิตที่อาจเกิดขึ้น
โครงการอาจส่งผลต่อการเดินเรือในท้องถิ่นและทางไกล (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 8)	• การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ความเร็วการไหล การเคลื่อนย้ายตะกอน และผลกระทบจากการกีดขวางของเขื่อน มีอิทธิพลต่อประเภทของยานพาหนะที่สามารถใช้ได้ ต้นทุนในการขนส่งทางน้ำ ความพร้อมของสินค้า ความน่าดึงดูดใจสำหรับการท่องเที่ยวทางแม่น้ำ ตลอดจนความปลอดภัย ของการเดินเรือ

9.3 การติดตามและวิเคราะห์ก่อนมีโครงการ

338. แนวทางการติดตามและวิเคราะห์สำหรับชุมชนชายฝั่งและการดำรงชีวิตบนแม่น้ำควรอธิบายไว้ในเอกสารโครงการของกระบวนการภายใต้ PNPCA เพื่อให้ข้อมูลที่เพียงพอเพื่อให้เข้าใจถึงความเสี่ยงที่เหลืออยู่ และควรระบุตำแหน่งของชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงทั้งเหนือน้ำและท้ายน้ำของโครงการ และขอบเขตของชุมชนที่ได้รับผลกระทบ รวมถึงผลกระทบด้านความแตกต่างทางเพศ ควรรวมถึงการระบุและการวิเคราะห์มาตรการสนับสนุนที่เป็นไปได้ และควรสนับสนุนการวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิผลของมาตรการที่ดำเนินการ ข้อ 23 ถึง 25 รวมถึงกำหนดหลักการพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบการติดตามโดยรวมและแนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบ

339. การวิเคราะห์ก่อนมีโครงการควรระบุและแสดงลักษณะขอบเขตทางภูมิศาสตร์ของชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง และการดำรงชีวิตบนแม่น้ำ และตามคำจำกัดความที่ให้ไว้ในข้อ 330 และคำแนะนำเพิ่มเติมด้านล่าง ข้อมูลควรแยกตามลักษณะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ชาติพันธุ์ เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์ (ethnic minorities) มักมีประเพณีทางวัฒนธรรมและการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน
- เพศ เนื่องจากบทบาทที่แตกต่างกันของผู้หญิงและผู้ชายในแนวทางการดำรงชีวิตของครัวเรือน และ
- ความเปราะบาง เนื่องจากบุคคล ครัวเรือน และชุมชนที่มีความเปราะบางอาจมีความเสี่ยงมากขึ้นและไม่สามารถได้รับประโยชน์จากโอกาสต่างๆ เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

340. ชุมชนควรได้รับการปรึกษาหารือในลักษณะที่ให้ความเคารพและครอบคลุม เพื่อให้มั่นใจว่า พวกเขาสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การปรึกษาหารือจะจัดขึ้นในเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ยังคงมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการออกแบบโครงการและมาตรการบรรเทาผลกระทบ และผู้นำชุมชนตลอดจน

ตัวแทนของกลุ่มย่อยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด (โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความเปราะบาง) จะถูกรับฟังแยกกัน ในกรณีที่จำเป็น ควรเลือกตัวแทนตามหน้าที่ (เช่น หน้าที่ผู้นำอย่างเป็นทางการ) บนพื้นฐานของการเป็นตัวแทนที่ถูกต้องทางสถิติของกลุ่มย่อยทั้งหมดที่ระบุ และเลือกด้วยตนเองตามความสนใจในโครงการ

341. สำหรับชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงซึ่งอาศัยอยู่ไม่ไกลจากโครงการ (เช่น ภายในพื้นที่ที่จำเป็นสำหรับพื้นที่กักเก็บน้ำและโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ โดยตรง ภายในรัศมีที่กำหนดของโครงสร้างพื้นฐานของโครงการใด ๆ และ/หรือตามที่กำหนดโดยหน่วยงานระดับชาติที่เกี่ยวข้อง) ข้อมูลพื้นฐานเพื่อแจ้งการประเมินผลกระทบตกค้างของโครงการอาจจำเป็นภายใต้กฎระเบียบ EIA ระดับชาติ และควรจัดทำ

- ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนและที่ตั้งของครัวเรือนในแต่ละชุมชน แบ่งตามลักษณะที่เกี่ยวข้อง
- สถิติการดำรงชีวิตในแต่ละชุมชน มีความสัมพันธ์กับข้อมูลประชากร

ข้อมูลบางส่วนสำหรับข้อมูลฐานเหล่านี้มีอยู่ในสถิติระดับชาติ ในขณะที่ข้อมูลอื่นๆ จะต้องรวบรวมโดยเฉพาะจากการสำรวจหมู่บ้านและครัวเรือนและการปรึกษาหารือระหว่างการเตรียมโครงการ ประเทศภาคีบางประเทศได้ออกแนวทางเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับแง่มุมทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการ (เช่น สปป. ลาว กำลังขอให้ผู้พัฒนาโครงการส่งการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพ) ซึ่งอาจมีส่วนทำให้เกิดข้อมูลฐานนี้

ผู้พัฒนาโครงการควรพยายามจัดกลุ่มข้อมูลพื้นฐานโดยละเอียดสำหรับชุมชนเหล่านี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ด้วยข้อมูลที่สามารถรับได้จากการติดตามผลกระทบทางสังคมและการประเมินความเสี่ยง (SIMVA) ของ MRC และแหล่งข้อมูลรองอื่นๆ (ดูด้านล่าง)

342. ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงซึ่งอาศัยอยู่ในระยะทางที่ไกลกว่า เช่น อาศัยอยู่บริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำเพิ่มเติมจากพื้นที่ที่อธิบายไว้ข้างต้น สามารถดึงมาจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ได้ซึ่งการสำรวจที่อยู่อาศัยที่ดำเนินงานเป็นประจำของ SIMVA ในเส้นทางแม่น้ำโขงระยะทาง 15 กม. เป็นแหล่งข้อมูลที่แนะนำให้ใช้ คุณลักษณะของข้อมูล SIMVA มีดังนี้

- ข้อมูล SIMVA ได้จาก MRC ซึ่งสามารถให้ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมอื่นๆ หรือผู้พัฒนาโครงการโดยตรงไปยังแหล่งอื่นๆ (เช่น สถิติระดับชาติ ข้อมูลรัฐบาลท้องถิ่น และการศึกษาเฉพาะด้าน)
- SIMVA ให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันโดยมุ่งเน้นไปที่การพึ่งพาทางเศรษฐกิจและสังคมต่อทรัพยากรน้ำและความสามารถในการฟื้นตัวต่อการเปลี่ยนแปลงในทรัพยากรเหล่านี้ โดยแยกความแตกต่างตามโซน

ระบบนิเวศและสังคมและโซนย่อยตามแม่น้ำโขงสายหลักตอนล่าง โตนเลสาบ และสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ

- SIMVA ยังได้รับการตั้งค่าเพื่อระบุและติดตามแนวโน้มในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจำเป็นในการบันทึกผลกระทบที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำอย่างค่อยเป็นค่อยไป (เช่น การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา) และเพื่อให้สามารถจัดการแบบปรับตัวได้
- พารามิเตอร์ SIMVA เป็นส่วนหนึ่งของกรอบตัวชี้วัด MRC ที่เกิดขึ้นใหม่ ซึ่งคาดว่าจะเป็นแนวทางในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ การรายงานสถานะของลุ่มน้ำ และการประสานงานการติดตามผลระดับชาติ วิธีการของ SIMVA ได้รับการอัปเดตในการสำรวจแต่ละครั้ง แต่อาจไม่ครอบคลุมพารามิเตอร์หรือตำแหน่งบางอย่างที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ
- ในกรณีที่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอสำหรับเอกสารพื้นฐานและการประเมินผลกระทบ ผู้พัฒนาโครงการอาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม
- แม้ว่าจะเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะมีส่วนร่วมกับชุมชนระยะไกลทั้งหมดในลักษณะมีส่วนร่วม แต่ควรปรึกษาตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของชุมชนที่ได้รับผลกระทบ ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจรวมถึงองค์กรพัฒนาเอกชนที่ทำงานในระดับชุมชน หน่วยงานราชการในท้องถิ่นและระดับจังหวัด และผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ

343. ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งหมดที่รวบรวมระหว่างการเตรียมโครงการควรได้รับการวิเคราะห์ และนำเสนอผลลัพธ์ตามแนวทางปฏิบัติที่ดีในการประเมินผลกระทบทางสังคม (เช่น Vanclay et al 2015; Kyam, 2018)[31] เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจและสังคมสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลจึงควรแสดงถึงสถานะปัจจุบัน ควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ บุคคลที่รับคำปรึกษา และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

344. จุดเน้นของการวิเคราะห์ควรอยู่ที่การระบุและการพยากรณ์เชิงปริมาณของผลกระทบตกค้าง เท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อแจ้งการตัดสินใจด้านการออกแบบ การปฏิบัติงาน การบรรเทา และค่าชดเชย สิ่งนี้จำเป็นต้องมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองการคาดการณ์ที่ใช้สำหรับส่วนที่ 2 ถึง 8 เพื่อระบุความมีประสิทธิผลของมาตรการบรรเทาผลกระทบและผลกระทบที่น่าจะคงเหลือที่เหลืออยู่ การพยากรณ์ผลกระทบตกค้างเหล่านี้ควรเชื่อม

31 ตัวอย่างเช่น Vanclay, F., Esteves, A. M., Aucamp, I., & Franks, D. (2015) Social Impact Assessment: Guidance for Assessing and Managing the Social Impacts of Projects. International Association for Impact Assessment (IAIA); and Kvam (2018). Social Impact Assessment: Integrating Social Issues in Development Projects. Inter-American Development Bank (IDB)

โยงกับผลที่คาดการณ์ไว้ต่อชุมชนริมชายฝั่ง ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในส่วนที่ 9.1

345. การคาดการณ์ผลกระทบควรแยกแยะระหว่างผลกระทบเฉพาะโครงการและผลกระทบสะสม และลักษณะผลกระทบต่อแต่ละโครงการหากเป็นไปได้ การทำนายผลกระทบควรแยกแยะระหว่างผลกระทบระยะสั้นและระยะยาว และผลกระทบระดับท้องถิ่นและข้ามพรมแดน

9.4 แนวทางการออกแบบและดำเนินงาน

346. คำแนะนำเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยง การลด และการบรรเทาผลกระทบมีระบุไว้ในส่วนที่ 2 - 8 มาตรการ ณ ที่ตั้งโครงการเพื่อจัดการกับผลกระทบด้านลบต่ออุทกวิทยาและชลศาสตร์ของแม่น้ำ การขนส่งตะกอน คุณภาพน้ำ นิเวศวิทยาทางน้ำ ปลา ความปลอดภัยของเขื่อน และ การเดินเรือจะกล่าวถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดขึ้นกับชุมชนชายฝั่งบางส่วนด้วย ส่วนนี้จะให้คำแนะนำในการจัดการกับผลกระทบตกค้างที่ไม่สามารถบรรเทาได้

347. ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมที่ตกค้างต่อชุมชนชายฝั่งจะยังคงอยู่ เนื่องจากการบรรเทาผลกระทบนั้นไม่ค่อยได้รับการออกแบบมาเพื่อขจัดผลกระทบทั้งหมดและอาจไม่สามารถบรรลุผลได้ตามที่ตั้งใจไว้ และเนื่องจากผลกระทบนั้นสะสมอยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากหลายโครงการที่อาจใช้แนวทางปฏิบัติในการบรรเทาผลกระทบที่ดีหรือไม่ก็ได้

348. ทางเลือกสำหรับมาตรการสนับสนุนควรได้รับการประเมินเพื่อพิจารณาว่าตัวเลือกใดจะจัดการกับผลกระทบที่ตกค้างต่อชุมชนชายฝั่งจากโครงการใดโครงการหนึ่งที่อยู่ระหว่างการพิจารณาได้ดีที่สุด ตารางที่ 9.2 สรุปมาตรการสนับสนุนจำนวนหนึ่งที่อาจได้รับการพิจารณาเพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เหลืออยู่ที่ระบุไว้ในตารางที่ 9.1 มาตรการสนับสนุนที่เสนอไม่ควรจำกัดอยู่เพียงมาตรการในตารางที่ 9.2 และอาจรวมถึงมาตรการอื่นๆ ด้วย

ตารางที่ 9.2 มาตรการสนับสนุนที่เป็นไปได้เพื่อจัดการกับความเสี่ยงที่เหลืออยู่ต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนในแม่น้ำโขงสายประธาน

ความเสี่ยงคงเหลือที่อาจเกิดขึ้น	มาตรการสนับสนุนที่เป็นไปได้
การปล่อยน้ำที่ไม่คาดคิดและรุนแรงมากจากพื้นที่กักเก็บน้ำ (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2 และ 7)	• มาตรการเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของโครงสร้างพื้นฐานต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (เช่น ผ่านการออกแบบสะพาน ถนนริมฝั่งแม่น้ำ ทางลาดลงเรือและท่าเรือ ทางน้ำเข้าเพื่อใช้ในเทศบาลและเพื่อการชลประทาน ท่อส่งไฟฟ้า และสายสื่อสาร) • การวางแผนและการสื่อสารเหตุฉุกเฉิน • การชดเชยทรัพย์สินที่สูญหาย รวมถึงเรือ ปศุสัตว์ ฯลฯ
โครงการอาจส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายตะกอนและธรณีสัณฐานวิทยา (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3)	• การชะล้างและการขุดลอกเพื่อรองรับการเดินเรือ • การเสริมความแข็งแกร่งของตลิ่งและคันกั้นน้ำ (เช่น เขื่อนป้องกันน้ำท่วม คันกั้นน้ำ) เพื่อปกป้องที่ดินที่มีมูลค่าสูง เช่น การตั้งถิ่นฐาน • การปรับตัวหรือการเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานริมแม่น้ำหากได้รับผลกระทบ เช่น การลดปริมาณน้ำเข้าในกรณีที่ก้นแม่น้ำลึกลง • การสนับสนุนในกรณีของการพลัดถิ่นทางกายภาพหรือทางเศรษฐกิจ เช่น ที่ดินและบ้านทดแทนที่เทียบเท่า และการชดใช้ค่าครองชีพหรือการสนับสนุนการดำรงชีพทางเลือก (ดูด้านล่าง) • การเข้าถึงวัสดุก่อสร้างทางเลือกเพื่อทดแทนทรายและกรวดที่มีอยู่น้อยลง เช่น บ่อยืมดินบนฝั่ง

ความเสี่ยงคงเหลือที่อาจเกิดขึ้น	มาตรการสนับสนุนที่เป็นไปได้
โครงการต่างๆ อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและประชากรปลา ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 3 ถึง 6)	• การชดเชยเพื่อเพิ่มจำนวนประชากรปลา (การปรับปรุงการเดินทางผ่านของปลาและแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาในส่วนอื่นๆ ของระบบแม่น้ำ การเพาะเลี้ยงและการปล่อยพันธุ์ปลา ดูข้อ 247) • การสนับสนุนการดำรงชีวิตทางเลือก ได้แก่ การฝึกอบรม อุปกรณ์ แผนการให้สินเชื่อ การจัดหางาน และการพัฒนาตลาด • การเข้าถึงพื้นที่กักเก็บน้ำ เรือ และอุปกรณ์ประมงอื่นๆ และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการลงจอด การทำความเย็น การแปรรูป และการตลาด • การเข้าถึงทางเลือกการผลิตอาหารและตลาดทางเลือก รวมถึงตัวเลือกที่มีมูลค่าสูง เช่น ไม้ผล การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์นม ฯลฯ
โครงการอาจส่งผลต่อการเดินเรือในท้องถิ่นและทางไกล (ตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 8)	• การขนส่งทางเลือก หากพื้นที่กักเก็บน้ำหรือเขื่อนกลายเป็นสิ่งกีดขวาง (เรือข้ามฟาก สะพาน ถนนบายพาส บริการรถประจำทาง ฯลฯ) • มาตรการความปลอดภัย เช่น การทำเครื่องหมายหินที่จมอยู่ใต้น้ำ • บทบัญญัติอนุญาตให้เรือขนาดเล็กแล่นผ่านเขื่อนได้

349. ผู้พัฒนาโครงการควรแสดงให้เห็นว่ามีการระบุผลกระทบตกค้าง มีการอธิบายผลกระทบต่อชุมชนริมฝั่งและการดำรงชีวิตบนแม่น้ำ และมาตรการสนับสนุนต่างๆ ซึ่งได้รับการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- พื้นที่ได้รับผลกระทบควรได้รับการจัดลำดับความสำคัญในแง่ของขนาดผลกระทบ ขอบเขต และผลที่ตามมา และมาตรการสนับสนุนที่เสนอสำหรับพื้นที่ผลกระทบที่มีลำดับความสำคัญ
- มาตรการสนับสนุนควรเกี่ยวข้องโดยตรงกับพื้นที่ที่มีผลกระทบตกค้าง (เช่น การลดมวลชีวภาพของปลา) และให้ประโยชน์แก่ชุมชนริมฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง เป็นที่ทราบกันดีว่าช่วงเวลาของการได้รับผลกระทบและผลประโยชน์อาจเป็นเรื่องยากที่จะคาดเดาได้ แต่การเชื่อมโยงระหว่างผู้รับผลกระทบและผู้รับผลประโยชน์ที่ได้รับการสนับสนุนควรจะทำเท่าที่ปฏิบัติได้จริง
- มาตรการสนับสนุนควรแสดงให้เห็นได้ในทางปฏิบัติและมีความเป็นไปได้ ซึ่งสามารถชี้แจงการมีส่วนร่วมของการสนับสนุนจากผู้พัฒนาโครงการ รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อความสำเร็จของมาตรการ

สนับสนุน ด้วยเหตุผลนี้ มาตรการแบบครั้งเดียวที่ผู้พัฒนาโครงการสามารถนำไปใช้ในระหว่างการก่อสร้างโครงการแล้วส่งมอบให้กับหน่วยงานระดับชาติที่เกี่ยวข้องจึงเป็นที่นิยมโดยทั่วไป มากกว่ามาตรการที่ต้องใช้ความมุ่งมั่นและการจัดการระยะยาวโดยผู้พัฒนาโครงการ

- มาตรการสนับสนุนควรมีความคุ้มค่าทางการเงิน โดยข้อเสนอมุ่งเน้นไปที่มาตรการที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากเงินทุน ข้อผูกพันด้านเงินทุนควรเพียงพอที่จะครอบคลุมข้อกำหนดทั้งหมดสำหรับมาตรการสนับสนุนอย่างเต็มที่
- มาตรการสนับสนุนควรมุ่งสู่ผลลัพธ์ที่ยั่งยืนในระยะยาว ตัวอย่างเช่น การจ่ายเงินชดเชยครั้งเดียวไม่น่าจะสามารถแก้ไขปัญหาหลักของผลกระทบต่อการดำรงชีวิตตามแม่น้ำได้ ในขณะที่การจัดหาโครงสร้างพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกอย่างดีอาจให้ผลประโยชน์ระยะยาว
- ไม่ว่าชุมชนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจะอยู่ใกล้หรือห่างจากโครงการ และเป็นชุมชนท้องถิ่นหรือข้ามพรมแดน อาจมีผลกระทบต่อความใกล้ชิดในการติดตามตรวจสอบ ความสะดวกในการระบุแหล่งที่มา และการเตรียมการของสถาบันที่จำเป็น และการปฏิบัติจริงของมาตรการสนับสนุนประเภทต่างๆ ตัวอย่างเช่น มาตรการที่ผู้พัฒนาโครงการต้องมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องตลอดอายุของโครงการมีความเป็นไปได้มากกว่าสำหรับชุมชนที่อยู่ในระยะใกล้กับโครงการมากกว่าชุมชนที่ได้รับผลกระทบข้ามพรมแดนในระยะไกล

350. อาจมีการรับประกันมาตรการสนับสนุนจำนวนหนึ่ง เช่น ที่ระบุไว้ในตารางที่ 9.2 เพื่อที่จะระบุลักษณะและระดับของผลกระทบตกค้างอย่างเพียงพอซึ่งขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ผลกระทบตกค้าง ควรพยายามทุกวิถีทางเท่าที่ปฏิบัติได้จริงเพื่อระบุลักษณะระดับของผลกระทบตกค้างและความเหมาะสมของมาตรการสนับสนุนที่เสนอ ตัวอย่างเช่น หากทางผ่านปลาได้รับการออกแบบให้มีประสิทธิผลเป็นเปอร์เซ็นต์ก็สามารถคำนวณการสูญเสียการจับที่อาจเกิดขึ้นได้ และสามารถใช้มาตรการเพื่อชดเชยผลกระทบที่เหลืออยู่ของการสูญเสียนี้ได้ ข้อ 247 ให้ตัวอย่างเฉพาะจำนวนหนึ่งของมาตรการชดเชยที่อาจเกิดขึ้นซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อจัดการกับผลกระทบตกค้างต่อการประมง และให้คำแนะนำทางเทคนิคบางประการที่เกี่ยวข้องกับมาตรการเหล่านี้

351. มาตรการสนับสนุนบางประการสามารถจัดทำในรูปแบบของผลประโยชน์ของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับแม่น้ำ เช่น จากการใช้พื้นที่กักเก็บน้ำ ซึ่งควรได้รับการพิจารณาตั้งแต่ระยะเริ่มต้นและในการเจรจากับหน่วยงานระดับชาติที่เกี่ยวข้อง เพื่ออนุญาตให้มีการตั้งกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมและจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น (เช่น ทางลาดลงเรือ)

352. ผู้พัฒนาโครงการไม่จำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุดในการนำมาตรการทางไกลและข้ามพรมแดนไปปฏิบัติโดยตรง มาตรการเหล่านี้อาจนำไปใช้ได้ดีที่สุดผ่านหน่วยงานระดับชาติหรือระดับภูมิภาคที่ได้รับทุนสนับสนุนอย่างเหมาะสม หรือการจัดการการกำกับดูแลทางเลือก สิ่งสำคัญคือต้องกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบในการจัดการดังกล่าวให้เข้มงวด เพื่อให้การสนับสนุนด้านเงินทุนถูกส่งไปยังพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบไว้อย่างทันท่วงที

353. การจัดการระดับท้องถิ่นที่มีประสิทธิผลสูงสุดสำหรับการดำเนินการและการกำกับดูแลมาตรการสนับสนุนใด ๆ ควรได้รับการพิจารณาร่วมกับหน่วยงานระดับชาติ ในขณะที่การจัดการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้ามพรมแดนอาจได้รับการพิจารณาร่วมกับประเทศภาคีที่เกี่ยวข้องและ/หรือหน่วยงานระดับภูมิภาค เช่น คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง สิ่งเหล่านี้ควรได้รับแจ้งจากเอกสารและกรอบการทำงานของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง เช่น ยุทธศาสตร์การพัฒนาลุ่มน้ำ มาตรการสนับสนุนข้ามพรมแดนเพื่อจัดการกับผลกระทบตกค้างอาจต้องใช้แนวทางของสถาบันใหม่ รวมถึงข้อตกลงทวิภาคีหรือพหุภาคีที่มีการเจรจาระหว่างรัฐบาลของประเทศสมาชิก ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินการเบื้องต้นและความรับผิดชอบในการจัดการที่กำลังดำเนินอยู่ เช่น การเตรียมการด้านเงินทุน

354. ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแง่มุมต่างๆ ของแนวทางปฏิบัติทางเศรษฐกิจและสังคมที่ดีที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าพลังน้ำที่ไม่ได้กล่าวถึงโดยตรงในคำแนะนำนี้มีปรากฏอยู่โดยทั่วไป (เช่น IFC, 2018; World Bank, 2012; IHA, 2018)

9.5 การติดตามโครงการและการจัดการแบบปรับตัวได้

355. แผนสำหรับการติดตามตรวจสอบโครงการของชุมชนชายฝั่งและการดำรงชีวิตตามแม่น้ำควรคำนึงถึงแนวทางในข้อ 26 ข้อมูลที่แสดงในกระบวนการภายใต้ PNPCA ควรแสดงให้เห็นว่าแผนสำหรับข้อมูลการติดตามที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตที่จะรวบรวมระหว่างการก่อสร้างและการปฏิบัติการจะแจ้งให้ทราบถึง

- มาตรการหลีกเลี่ยง การลดขนาด และการบรรเทาผลกระทบตามที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2 - 8 นั้นเพียงพอหรือไม่ หรือหากผลกระทบตกค้างมีมากกว่าที่คาดการณ์ไว้
- ความต้องการของผู้พัฒนาโครงการเกี่ยวกับการจัดการมาตรการสนับสนุนใดๆ และ
- ตัวชี้วัดที่อาจส่งสัญญาณถึงความจำเป็นในการตอบสนองต่อการจัดการแบบปรับตัวต่อมาตรการสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

356. ผู้พัฒนาโครงการมีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบ ไม่ว่าจะโดยการรวบรวมข้อมูลโดยตรง โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิหรือโดยการตรวจสอบให้แน่ใจว่าข้อมูลถูกรวบรวมโดยบุคคลอื่น

357. ควรติดตามประสิทธิผลของมาตรการสนับสนุนอย่างสม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับลักษณะของมาตรการ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับ เช่น การติดตามการดำเนินงานและการบำรุงรักษาโครงสร้างทางกายภาพ (เช่น ทางผ่านปลา) หรือกิจกรรมใดๆ ที่อาจลดความสำเร็จของมาตรการดังกล่าว (เช่น การจับปลาที่ทางผ่านปลา) หากจำเป็นควรดำเนินการแก้ไข

358. นอกจากนี้ ควรดำเนินการติดตามตรวจสอบทางเศรษฐกิจและสังคมโดยเฉพาะเพื่อจับตาดูการลดลงที่เป็นไปได้ของการดำรงชีวิตบนแม่น้ำ สิ่งนี้ควรแยกความแตกต่างตามกลุ่มประชากร โดยติดตามพารามิเตอร์หลักที่ระบุไว้ตั้งแต่เริ่มแรกสำหรับการศึกษาพื้นฐาน (ดูหัวข้อ 9.3 ด้านบน)

359. ในชุมชนริมฝั่งที่อาศัยอยู่ใกล้กับโครงการ (ดูข้อ 340) การดำรงชีวิตบนแม่น้ำควรได้รับการตรวจสอบภายใต้ความรับผิดชอบโดยตรงของผู้พัฒนาโครงการ สำหรับชุมชนริมฝั่งที่มีอาศัยอยู่ในระยะทางไกลจากโครงการทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ดูข้อ 341) การติดตามผลควรดำเนินการเป็นหลักผ่านการสำรวจ SIMVA ของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง และกรอบงานการติดตามอื่น ๆ ตามที่รายงานเป็นประจำภายใต้กรอบตัวชี้วัดของคณะกรรมาธิการแม่น้ำโขงและรายงานสถานะของลุ่มน้ำ และข้อมูลที่ดึงออกมาและถูกวิเคราะห์เพื่อติดตามผลกระทบของโครงการ การอัปเดตกรอบงานการตรวจสอบที่สนับสนุนความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับผลกระทบเมื่อเวลาผ่านไปควรนำมาพิจารณา ในขณะเดียวกันควรพิจารณาความสอดคล้องของชุดข้อมูลเช่นกัน

360. ในกรณีที่การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมที่เปิดเผยต่อสาธารณะมีแนวโน้มที่จะไม่เพียงพอที่จะบ่งชี้ผลกระทบ ทั้งในขอบเขต (ช่องว่างในตัวชี้วัดและพารามิเตอร์) และในการแก้ไขชั่วคราวและเชิงพื้นที่ (การสำรวจไม่บ่อยเพียงพอหรือไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง) ควรมีการติดตามเพิ่มเติม การติดตามเพิ่มเติมดังกล่าวอาจต้องมีการชี้แจงความรับผิดชอบระหว่างผู้พัฒนาโครงการและหน่วยงานภาครัฐ และในกรณีของผลกระทบข้ามพรมแดน ข้อตกลงระหว่างประเทศภาคีด้านเหนือน้ำหรือท้ายน้ำ ข้อตกลงเหล่านี้อาจต้องครอบคลุมถึงความรับผิดชอบและวิธีการในการติดตาม เช่นเดียวกับภูมิภาคและ/หรือประเทศข้ามพรมแดนสำหรับการแบ่งปันข้อมูล เพื่อลดต้นทุนในการตรวจสอบและเพิ่มความเข้ากันได้ของผลลัพธ์ อาจดำเนินการในลักษณะร่วมมือกับผู้พัฒนาโครงการรายอื่นหรือกับบุคคลที่สาม

361. หากการติดตามตรวจสอบขั้นตอนการก่อสร้างหรือการดำเนินงานตรวจพบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของการดำรงชีวิตบนแม่น้ำสำหรับชุมชนริมฝั่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากโครงการหรือกลุ่มของโครงการ (แทนที่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ในระบบแม่น้ำ) ทางเลือกการจัดการแบบปรับตัว จะรวมถึง

- การแก้ไขมาตรการบรรเทาผลกระทบระดับโครงการที่อธิบายไว้ในส่วนที่ 2 - 8 เพื่อขจัดแหล่งที่มาของผลกระทบตกค้างให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และ/หรือ
- มาตรการสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อจัดการกับผลที่ตามมาจากผลกระทบที่เหลือ เช่น ดังที่แสดงไว้ **ในตารางที่ 9.2**

เอกสารอ้างอิง

Armstrong, G. S., Aprahamian, M. W., Fewings, G. A., Gough, P. J., Reader, N. A., & Varallo, P. V. (2010). *Environment Agency fish pass manual.* Environment Agency. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/298053/geho0910btbp-e-e.pdf

Bell, L. (1985). A fish passage problem at the Seton hydroelectric project in southwestern British Columbia. *Canadian Water Resources Journal, 10*(1), 32–39. https://doi.org/10.4296/cwrj1001032

Davis, B. E. (2005). *A guide to the proper selection and use of federally approved sediment and water-quality samplers* (Open-File Report 2005–1087). Virginia: US Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/of/2005/1087/pdf/OFR_2005-1087.pdf

Halls, A., & Kshatriya, M. (2009). *Modelling the cumulative effects of mainstream hydropower dams on migratory fish populations in the Lower Mekong Basin* (MRC Technical Series No. 25). Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ajhz5g

ICOLD. (1987). *Dam safety guidelines* (ICOLD Bulletin 59). Paris: International Commission on Large Dams.

ICOLD. (2001). *Design features of dams to resist ground motions: Guidelines and case studies* (ICOLD Bulletin 120). Paris: International Commission on Large Dams. https://www.icoldchile.cl/boletines/120.pdf

ICOLD. (2005). *Bulletin on dam safety management*. Paris: International Commission on Large Dams.

ICOLD. (2014). *Selecting seismic parameters for large dams* (ICOLD Bulletin 148). Paris: International Commission on Large Dams.

IFC. (2013). *Good practice handbook on cumulative impact assessment and management: Guidance for the private sector in emerging markets*. Washington, DC: International Finance Corporation. https://bit.ly/3XDYXXg

IFC. (2018a). *Good practice handbook on environmental flows for hydropower projects: Guidance for the private sector in emerging markets*. Washington, DC: International Finance Corporation. https://bit.ly/3lH1Fyd

IFC. (2018b). *Good practice note: Environmental, health, and safety approaches for hydropower projects*. Washington, DC: International Finance Corporation. https://bit.ly/40U13Fz

IHA. (2010). *Hydropower sustainability assessment protocol.* Sutton: International Hydropower Association. https://bit.ly/3jUwxL7

IHA. (2020). *Hydropower sustainability guidelines on good international industry practice*. Sutton: International Hydropower Association. https://bit.ly/3Kan1hk

ISO-14688-1:2017 (2017, December). *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 1: Identification and description*. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14688:-1:ed-2:v1:en

Koehnken, L. (2014). *Discharge sediment monitoring project (DSMP) 2009–2013: Summary and analysis of results*. Phnom Penh: MRC Secretariat. https://bit.ly/3k1Vsfz

Kvam, R. (2018). *Social impact assessment: Integrating social issues in development projects.* Washington, DC: Inter-American Development Bank.

Larinier, M. (2002). Location of fishways. In M. Larinier, F. Travade, & J. P. Porcher (Eds.), *Fishways: Biological basis, design criteria, and monitoring* (Vol. 364 supplément, pp. 39–53). Bull. Fr. Pêche Piscic. https://doi.org/10.1051/kmae/2002106

MRC. (1995). *Agreement on the Cooperation for the Sustainable Development of the Mekong River Basin*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.akivwc

MRC. (2001). *Procedures for Data and Information Exchange and Sharing*. Phnom Penh: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.akivp7

MRC. (2003a). *Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement*. Phnom Penh: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.akbnu1

MRC. (2003b). *Procedures for Water Use Monitoring*. Phnom Penh: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.akbnu6

MRC. (2006). *Procedures for the Maintenance of Flows on the Mainstream*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.aji00r

MRC. (2009a). *The flow of the Mekong* (Management Information Booklet Series No. 2). Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ajhz63

MRC. (2009b). *Report on the 2006 bio-monitoring survey of the Lower Mekong River Basin and selected tributaries* (MRC Technical Paper No.22). Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ajhz6k

MRC. (2010). *Biomonitoring methods for the Lower Mekong River Basin*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ajhypg

MRC. (2011). *Procedures for Water Quality*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ajhylo

MRC. (2014). *Improved environmental and socio-economic baseline information for hydropower planning*. MRC Secretariat.

MRC. (2016). *Technical guidelines on the implementation of the Procedures for Water Quality*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ay2l12

MRC. (2018a). *Guidelines for hydropower environmental impact mitigation and risk management in the Lower Mekong mainstream and tributaries–case study: Mainstream dams assessment including alternative scheme layouts*. https://www.mrcmekong.org/assets/Publications/ISH0306-Volume-3.pdf

MRC. (2018b). *The study on sustainable management and development of the Mekong River including impacts of mainstream hydropower projects*. https://bit.ly/3VZmC4J

MRC. (2023). *Guidelines for transboundary environmental impact assessment in the Lower Mekong River Basin*. Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.aqrsbk

Nam, S., Phommakone, S., Ly, V., Samphawamana, T., Nguyen, H. S., Khumsri, M., Ngor, P. B., Kong, S., Degen, P., & Starr, P. (2015). Lower Mekong fisheries estimated to be worth around $17 billion a year. *Catch and Culture, 21*(3), 3–7. https://www.mrcmekong.org/assets/Publications/Catch-and-Culture/CatchCultureVol-21.3.pdf

PIANC. (2009). *Innovations in navigation lock design* (Report No. 106–2009). Brussels: The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/innovations-in-navigation-lock-design

Poulsen, A. F., Hortle, K. G., Valbo-Jorgensen, J., Chan, S., Chhuon, C. K., Viravong, S., Bouakhamvongsa, K., Suntornratana, U., Yoorong, N., Nguyen, T. T., & Tran, B. Q. (2004). *Distribution and ecology of some important riverine fish species of the Mekong River Basin* (MRC Technical Paper No. 10). Vientiane: MRC Secretariat. https://doi.org/10.52107/mrc.ak8j7v

Roscoe, D., Hinch, S., Cooke, S., & Patterson, D. (2011). Fishway passage and post-passage mortality of up-river migrating sockeye salmon in the Seton River, British Columbia. *River Research and Applications, 27*(6), 693–705. https://doi.org/10.1002/rra.1384

USGS. (2006). *Application of the loop method for correcting acoustic doppler current profiler discharge measurements biased by sediment transport* (Scientific Investigations Report 2006-5079). https://doi.org/10.3133/sir20065079

Vanclay, F., Esteves, A. M., Aucamp, I., & Franks, D. M. (2015). *Social impact assessment: Guidance for assessing and managing the social impacts of projects*. International Association for Impact Assessment. https://www.commdev.org/publications/social-impact-assessment-guidance-for-assessing-and-managing-the-social-impacts-of-projects/

Wang, C. (2012). *A guide for local benefit sharing in hydropower projects*. Washington, DC: The World Bank. http://hdl.handle.net/10986/18366

Welcomme, R. L., Winemiller, K. O., & Cowx, I. G. (2006). Fish environmental guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *Rivers Research and Applications, 22*(3), 377–396. https://doi.org/10.1002/rra.914

WHO. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments: Volume 1, Coastal and fresh waters*. https://apps.who.int/iris/handle/10665/42591

Williams, J., Armstrong, G., Katopodis, C., Larinier, M., & Travade, F. (2012). Thinking like a fish: A key ingredient for development of effective fish passage facilities at river obstructions. *River Research and Applications, 28*(4), 407–417. https://doi.org/10.1002/rra.1551

WMO. (2008). *Guide to hydrological practice: Volume I, Hydrology – From measurement to hydrological information* (WMO-No. 168). https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10473





184, ถนนฟ้างุ่ม, หน่วย 18, บ้านสีฐานเหนือ,
เขตศรีโคตรบอง, เวียงจันทน์ 01000, สปป.ลาว,
T: +856 21 263 263 F: +856 21 263 264
www.mrcmekong.org