



SÔNG SÊ KÔNG Ở VIỆT NAM, LÀO VÀ CAMPUCHIA

Sách thông tin phục vụ đối thoại về quản lý dòng chảy trong sông
Peter-John Meynell



TỔ CHỨC BẢO TỒN THIÊN NHIÊN QUỐC TẾ



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cơ quan Hợp tác Phát triển Thụy Sĩ



Tên các địa danh và cách trình bày tư liệu trong ấn phẩm này không ám chỉ ý kiến từ phía IUCN (Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế) hoặc của Cơ quan Hợp tác Phát triển Thụy Sĩ về phân định ranh giới, tình trạng pháp lý của bất cứ quốc gia, vùng lãnh thổ hoặc khu vực địa lý hay thẩm quyền liên quan đến các thực thể địa lý.

Quan điểm trình bày trong ấn phẩm này không nhất thiết phản ánh quan điểm của IUCN hoặc của Cơ quan Hợp tác Phát triển Thụy Sĩ.

Dự án BRIDGE được Cơ quan Hợp tác Phát triển Thụy Sĩ tài trợ .

Cơ quan xuất bản:

Văn phòng khu vực châu Á của IUCN

Bản quyền:

©2014 Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế

Được phép sao chép ấn phẩm này cho mục đích giáo dục hoặc phi thương mại khác mà không cần văn bản cho phép của người giữ bản quyền nhưng phải nêu đủ xuất xứ. Cấm sao chép ấn phẩm này để bán hoặc vì các mục đích thương mại khác mà không được phép bằng văn bản trước của người giữ bản quyền.

Trích dẫn:

Meynell, P. (2014). Sông Mê Kông ở Việt Nam, Lào và Campuchia: Sách thông tin phục vụ đối thoại về quản lý dòng chảy sông. Bangkok, Thái Lan: IUCN. 139 trang.

Ảnh ngoài bìa:

IUCN

Văn phòng khu vực châu Á của IUCN sản xuất

Có sẵn tại:

IUCN (Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế)

Văn phòng Khu vực Châu Á

Số 63, ngõ 39, đường Sukhumvit

Klongton - Nua, Wattana,

Băng-Cốc, 10110, Thái Lan

Tel: +662 662 4029

http://www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/asia/regional_activities/bridge_3s/

SÔNG SÊ KÔNG Ở VIỆT NAM, LÀO VÀ CAMPUCHIA

*Sách thông tin phục vụ đối thoại
về quản lý dòng chảy trong sông*

PETER-JOHN MEYNELL

MỤC LỤC

1. Giới thiệu	6
1.1. Cách sử dụng sách thông tin	6
1.2. Các phương pháp áp dụng	7
1.2.1. Phân tích bằng GIS	7
1.2.2. Cơ sở dữ liệu	7
1.2.3. Khảo sát bằng Google Earth	7
1.2.4. Mô hình hóa Sức khỏe Dòng chảy	8
2. Sông Mê Kông	9
2.1. Sông Mê Công	9
2.2. Các lưu vực sông 3S	10
2.2.1. Tính đa dạng sinh thái của các lưu vực sông 3S	13
2.2.2. Tính độc đáo về mặt sinh thái	14
3. Đặc tính của sông Mê Kông	15
3.1. Cấu trúc và cấp dòng chảy	17
3.2. Cao độ	20
3.3. Độ dốc	23
3.4. Địa chất	26
3.5. Đất	33
3.6. Khí hậu	38
3.6.1. Mưa	38
3.6.2. Nhiệt độ	40
3.7. Các vùng sinh thái	41
3.8. Sử dụng đất và độ che phủ rừng	47
3.9. Khu bảo vệ và các vùng đa dạng sinh trọng yếu	51
4. Thủy văn	54
4.1. Dòng chảy trên sông Mê Kông	54
4.2. Lũ và hạn hán	57
5. Các đặc tính chính của sông	61
5.1. Sông Mê Kông	61
5.2. Sông Se Kamman	62
5.3. Sự khúc khuỷu của sông Mê Kông	64
5.4. Bản đồ đặc tính sông Mê Kông	65
5.5. Ghềnh thác và các vũng nước sâu	68
5.6. Các vị trí tham khảo được kiến nghị cho dòng chảy môi trường	70

5.6.1. Hạ lưu sông	71
5.6.2. Các dòng ở vùng chuyển tiếp	72
5.6.3. Các dòng ở trung lưu	73
5.6.4. Thượng lưu sông	74
5.6.5. Cao nguyên	75
5.6.6. Dòng Se Kamman	76
6. Thông tin sinh học	78
6.1. Đa dạng sinh học cá	78
6.1.1. Cá đặc hữu trên hệ thống sông 3S	78
6.1.2. Các loài có nguy cơ tuyệt chủng ở hệ thống sông 3S	79
6.2. Di cư của cá ở hệ thống sông 3S	79
6.3. Sinh sản của cá và bãi đẻ	83
6.4. Khu bảo tồn cá	83
7. Dân số và các cộng đồng	85
7.1. Việt Nam	85
7.2. Lào	85
7.3. Campuchia	86
8. Phát triển cơ sở hạ tầng	87
8.1. Thủy điện	87
8.2. Thủy lợi	93
9. Thay đổi dòng chảy	94
9.1. Mức độ điều tiết dòng sông khi có tất cả công trình thủy điện	94
9.2. Ứng dụng mô hình Sức khỏe Dòng chảy	97
10. Kết luận	102
Phụ lục 1: Các nguồn số liệu	103
Phụ lục 2: Các loài cá trên các sông Sê Kông, Sê San và Srêpôk	104
Phụ lục 3: Bản đồ ghềnh thác và các vùng nước sâu	114
Phụ lục 4: Các hình ảnh của Google Earth chụp từng đoạn 10 km của sông Sê Kông và Se Kamman	121

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2-1:	Diện tích lưu vực và độ dài các cấp dòng chảy của các dòng nhánh chính của sông Mê Công	9
Bảng 2-2:	Các đặc tính vật lý của các lưu vực sông 3S	11
Bảng 2-3:	So sánh các thông số đóng góp cho sự đa dạng về sinh thái giữa các dòng nhánh lớn của sông Mê Công	13
Bảng 2-4:	So sánh các thông số đóng góp cho sự độc đáo về mặt sinh thái giữa các dòng nhánh của sông Mê Công	14
Bảng 3-1:	Các tiểu lưu vực hợp nhất trong lưu vực sông Sê Kông	16
Bảng 3-2:	Các tiểu lưu vực hợp nhất của sông Sê Kông theo từng quốc gia	18
Bảng 3-3:	Độ dài theo cấp dòng chảy Strahler cho dòng chính sông (bôi màu) và các dòng nhánh	19
Bảng 3-4:	Mật độ sông/suối của các tiểu lưu vực thuộc lưu vực sông Sê Kông	19
Bảng 3-5:	Phần trăm diện tích lưu vực sông Sê Kông theo 4 cấp cao độ	21
Bảng 3-6:	Diện tích các lưu vực theo cao độ	22
Bảng 3-7:	Diện tích các lưu vực theo độ dốc so sánh i) % mức toàn dốc và ii) % của tiểu lưu vực	24
Bảng 3-8:	Tổng quan về địa chất của lưu vực sông Sê Kông	27
Bảng 3-9:	Thành hệ địa chất trong toàn lưu vực sông Sê Kông	27
Bảng 3-10:	Phân bố các thành hệ địa chất trong dòng chính sông Sê Kông	29
Bảng 3-11:	Phân bố các thành hệ địa chất trong các dòng nhánh sông Sê Kông	31
Bảng 3-12:	Phân bố về thổ nhưỡng ở lưu vực sông Sê Kông	33
Bảng 3-13:	Sự phân bố 6 loại thổ nhưỡng chính trong lưu vực sông Sê Kông theo i) % toàn lưu vực và ii) % tiểu lưu vực	36
Bảng 3-14:	Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực sông Sê Kông	38
Bảng 3-15:	Nhiệt độ trung bình năm ở lưu vực sông Sê Kông	38
Bảng 3-16:	Độ dài các cấp dòng chảy trên dòng chính sông Sê Kông theo từng vùng sinh thái	41
Bảng 3-17:	Phân bố các vùng sinh thái i) toàn lưu vực Sê Kông và ii) trong từng tiểu vùng	43
Bảng 3-18:	Độ dài của từng cấp dòng chảy qua các vùng sinh thái	45
Bảng 3-19:	Chỉ số đa dạng sinh thái theo các lưu vực hợp nhất	46
Bảng 3-20:	Thảm phủ/loại hình sử dụng đất trong toàn lưu vực sông Sê Kông	49
Bảng 3-21:	Thảm phủ/loại hình sử dụng đất theo tiểu vùng	50
Bảng 3-22:	Phân bố các Khu Bảo vệ và KBA trên các tiểu vùng sông Sê Kông	52

Bảng 4-1:	Phân tích diện tích tiểu lưu vực của sông Sê Kông	57
Bảng 5-1:	Đặc điểm của các đoạn chia theo khoảng cách 10 km của sông Sê Kông	67
Bảng 5-2:	Đặc điểm của các đoạn chia theo khoảng cách 10 km của sông Se Kamman	68
Bảng 5-3:	Kích thước của các vùng nước sâu trên sông Sê Kông ở Lào	70
Bảng 6-1:	Độ phong phú về các loài cá trên hệ thống sông 3S	78
Bảng 6-2:	Tính đặc hữu về cá ở hệ thống sông 3S	79
Bảng 6-3:	Loài cá nguy cấp hoặc cực kỳ nguy cấp được ghi nhận ở hệ thống sông 3S	79
Bảng 6-4:	Các loài cá di cư ở hệ thống sông 3S	81
Bảng 6-5:	Những phương pháp khai thác thích hợp và bất hợp pháp gần các khu bảo tồn cá ở sông Sê Kông	84
Bảng 6-6:	Tỷ lệ đánh bắt trung bình của mỗi hộ trên sông Sê Kông tính theo huyện	84
Bảng 7-1:	Dân số của các tỉnh Sê Kông và Attapeu và các huyện ven sông	85
Bảng 7-2:	Tổng số dân sống dọc sông Sê Kông ở Campuchia	86
Bảng 8-1:	Đặc tính của các dự án thủy điện lớn trên sông Sê Kông	88
Bảng 8-2:	Các đặc tính về thủy văn của các dự án thủy điện lớn trên sông Sê Kông	89
Bảng 8-3:	Các chỉ số tính toán cho các dự án thủy điện trên sông Sê Kông	92
Bảng 9-1:	Khả năng tích nước của các đập trên các sông 3S	94
Bảng 9-2:	Thay đổi của các chỉ số sức khỏe dòng chảy giữa chuỗi dòng chảy tự nhiên và nhân tạo tại Attapeu	100

DANH MỤC HÌNH

Hình 2-1:	Các lưu vực ở Hạ lưu vực sông Mê Công	10
Hình 2-2:	Phân loại các vùng sinh thái cho lưu vực sông Mê Công và các lưu vực 3S	11
Hình 2-3:	Cấp các dòng chảy/Các thông số về sinh thái của lưu vực sông 3S	12
Hình 3-1:	Ranh giới các tiểu lưu vực chia theo SWAT trong lưu vực sông Sê Kông	15
Hình 3-2:	Bản đồ các tiểu lưu vực hợp nhất của lưu vực sông Sê Kông	17
Hình 3-3:	Diện tích lưu vực sông Sê Kông ở các mức cao độ	20
Hình 3-4:	Phần trăm diện tích lưu vực sông Sê Kông theo cao độ	21
Hình 3-5:	% diện tích các tiểu lưu vực theo các mức độ dốc	23
Hình 3-6:	Bản đồ địa chất lưu vực sông Sê Kông	26
Hình 3-7:	Bản đồ thổ nhưỡng lưu vực sông Sê Kông	34
Hình 3-8:	Bản đồ mưa của lưu vực sông Sê Kông, thể hiện mưa trung bình năm theo tiểu vùng	39
Hình 3-9:	Bản đồ nhiệt độ trung bình năm theo tiểu vùng của lưu vực sông Sê Kông	40
Hình 3-10:	Bản đồ các vùng sinh thái trong lưu vực sông Sê Kông	42
Hình 3-11:	Chỉ số đa dạng sinh thái theo tiểu vùng	47
Hình 3-12:	Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Sê Kông	48
Hình 3-13:	Bản đồ lưu vực sông Sê Kông thể hiện các Khu Bảo vệ và các Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu	51
Hình 4-1:	Dòng chảy trung bình tháng của sông Sê Kông tại Attapeu	55
Hình 4-2:	Sự biến thiên theo năm của dòng chảy trung bình tháng (1989 – 2005)	56
Hình 4-3:	Lưu lượng đỉnh tại Attapeu, tháng 7 đến tháng 8 năm 1996	58
Hình 4-4:	Dòng chảy kiệt nhất tại Attapeu vào tháng 4 năm 1993	58
Hình 4-5:	Bản đồ rủi ro về bão - tần suất 2 % cho tỉnh Sê Kông (trên) và Attapeu (dưới)	59
Hình 4-6:	Bản đồ rủi ro về lũ cho Sê Kông và Attapeu, tần suất 1%	60
Hình 5-1:	Trắc dọc cao độ sông Sê Kông	61
Hình 5-2:	Cao độ và độ rộng trung bình của sông Sê Kông	62
Hình 5-3:	Thông số về cao độ của dòng Se Kamman	63
Hình 5-4:	Cao độ và độ rộng trung bình của dòng Se Kamman	63
Hình 5-5:	Chỉ số khúc khuỷu của sông Sê Kông và sông Se Kamman	64
Hình 5-6:	Tiếp tục	65
Hình 5-7:	Ghềnh thác và các vũng nước sâu trên dòng chính sông Sê Kông ở Lào	59
Hình 6-1:	Tổng số các loài cá di cư trong hệ thống sông 3S	80
Hình 8-1:	Bản đồ lưu vực sông Sê Kông về các vị trí của các dự án thủy điện và thủy lợi	87
Hình 9-1:	Sơ đồ dòng chảy của các tiểu lưu vực chính của sông Sê Kông khi có các đập	95
Hình 9-2:	So sánh dòng chảy trung bình tháng giữa các điều kiện chảy tự nhiên và nhân tạo	96
Hình 9-3:	Hình ảnh mô tả 9 chỉ số dùng trong mô hình Sức khỏe dòng sông	99

1. GIỚI THIỆU

Tài liệu này được xuất bản là một đóng góp cho dự án BRIDGE. Mục đích của tài liệu là để cung cấp thông tin hữu ích trong đối thoại về các chế độ dòng chảy thích hợp trên sông Sê Kông tại Việt Nam, Lào và Campuchia khi có các dự án thủy điện lớn được xây dựng và vận hành. Tài liệu này không phải là cẩm nang hướng dẫn thực hiện đánh giá dòng chảy môi trường mà được thiết kế để cung cấp các thông tin cơ sở nhằm hỗ trợ cho quá trình đó.

1.1. Cách sử dụng sách thông tin

Tài liệu này được bắt đầu bằng việc xem xét sông Sê Kông trong bối cảnh là một trong những dòng nhánh lớn quan trọng nhất của sông Mê Công và ở phía bắc của 3 con sông - Sê Kông, Sê San và Srêpôk. Sông Sê Kông được phân chia thành 17 tiểu lưu vực bằng cách sử dụng đường biên của mô hình thủy văn SWAT¹ cho các dòng nhánh chính và các tiểu lưu vực của sông Sê Kông. Các thông tin về các đặc tính địa mạo khác nhau của sông Sê Kông được xây dựng từ một loạt các thông số có thể đo được bằng GIS và sự phân bố của các thông số này trong các tiểu lưu vực. Trong bối cảnh các hệ sinh thái của lưu vực Sê Kông chưa đo đạc một cách hệ thống, các thông số này có thể làm rõ những khác biệt về sinh thái học và tầm quan trọng của các tiểu lưu vực khác nhau.

Một số thông tin cơ bản về thủy văn của sông Sê Kông đã được lấy từ số liệu của các trạm quan trắc thủy văn ở Lào, nơi có chuỗi số liệu tham khảo dài hạn.

Phần thứ hai của sách thông tin dựa trên phần mô tả về sông Sê Kông có sử dụng phân tích các đặc tính được quan trắc bằng công cụ Google Earth. Dòng chính con sông được mô tả chi tiết theo khoảng cách từng cây số hướng về phía thượng nguồn kể từ hợp lưu với các sông Sê San/Srêpôk ở Campuchia, có ghi chú chiều rộng lòng sông, các đặc tính như bãi cát, ghềnh và khu dải vàng, các dòng nhánh và các thị trấn và làng mạc ven sông. Độ khúc khuỷu của dòng sông cũng được đánh giá theo từng độ dài 10 km về phía thượng nguồn kể từ nơi hợp lưu của ba con sông.

Mục đích của việc thu thập các thông tin này là để giúp phân biệt và phân loại các chi lưu của sông, và các đặc tính về địa mạo và sinh thái, để từ đó có thể đánh giá được các ảnh hưởng của việc thay đổi chế độ dòng chảy. Một số chi lưu đặc trưng của sông Sê Kông và sông Se Kamman cũng được xem xét.

Những chương khác bao gồm các thông tin về đa dạng sinh học cá. Các thông tin cơ bản về dân số và các khu định cư dọc theo dòng sông cũng được đưa vào vì trong bất kỳ đánh giá nào về sự thay đổi dòng chảy và các tác động đối với sinh kế ở địa phương, tham vấn với người dân sử dụng dòng sông bản địa là cực kỳ quan trọng.

Các chương cuối xem xét đến các dự án thủy điện hiện có và dự kiến, thực trạng của các dự án tưới. Những thay đổi về chế độ dòng chảy do tăng cường điều tiết trên sông Sê Kông cũng được thảo luận. Một ví dụ về những sự thay đổi trong các chỉ số về "Sức khỏe dòng chảy" sẽ minh họa các tác động tiềm tàng có thể xảy ra từ một sự thay đổi được mô phỏng trong biểu đồ thủy văn hàng năm tại Attapeu.

¹ SWAT = Mô hình thủy văn

1.2. Các phương pháp áp dụng

1.2.1. Phân tích bằng GIS

Phân tích bằng GIS dựa trên các kỹ thuật dùng để phân tích tầm quan trọng về mặt sinh thái của 102 chi lưu và các lưu vực trong lưu vực sông Mê Công, được tác giả thực hiện cho Ủy hội sông Mê Công (Meynell, 2012) và là một phần của một loạt nghiên cứu về mức độ quan trọng của các dòng nhánh của sông Mê Công được Vogel (2012) tổng hợp. Việc phân tích này do Penroong Bamrungrach thực hiện.

Kỹ thuật này bao gồm việc chồng một loạt các thông số địa lý theo các lưu vực của sông Mê Kông được phân chia theo SWAT, và đánh giá các mảnh diện tích của từng lưu vực trong SWAT, hoặc chiều dài của các đoạn dòng chảy khác nhau trong từng lưu vực. Các thông số quan trọng được sử dụng bao gồm:

- Diện tích tiểu lưu vực
- Độ dài của từng đoạn dòng chảy
- Độ dốc địa hình
- Địa chất
- Đất
- Khí hậu - lượng mưa và nhiệt độ trung bình năm
- Các vùng sinh thái
- Sử dụng đất - nông nghiệp, độ che phủ rừng v.v.
- Các Khu Bảo vệ và Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu

1.2.2. Cơ sở dữ liệu

Các cơ sở dữ liệu và bản đồ sau đây đã được truy cập từ MRC và các tổ chức khác để thực hiện phần đánh giá này. Các số liệu được trình bày trong Phụ lục 1.

- Dự án phân loại rừng đầu nguồn của MRCS (2000) (WSCP)
- Dòng chính và các dòng nhánh, chi lưu của sông Mê Công, theo 7 cấp dòng chảy,
- Mô hình địa hình số cho Hạ lưu vực sông Mê Công về độ cao của các dòng nhánh và để xác định độ dốc của các dòng nhánh sông giữa các nút
- Tập ATLAS hạ lưu vực sông Mê Công năm 1968: về Địa chất
- Tập ATLAS hạ lưu vực sông Mê Công năm 1968: về Tiềm năng Đất
- Bản đồ đất của hạ lưu vực sông Mê Công
- Bản đồ thảm phủ của lưu vực sông Mê Công 1992-1993 và 2003
- Các vùng đất ngập nước của lưu vực sông Mê Công
- Các chức năng rừng /các khu bảo vệ của hạ lưu vực sông Mê Công cho các Khu Bảo vệ - Khu Ramsar

1.2.3. Khảo sát bằng Google Earth

Khảo sát bằng Google Earth đã được thực hiện cho cả sông Mê Kông và sông Se Kamman. Quá trình khảo sát được thực hiện từ vị trí hợp lưu với các sông Mê San/Srêpôk ngược lên phía thượng nguồn và xem xét các đặc tính của sông theo độ dài từng km. Quá trình này được thực hiện tốt khi các hình ảnh Google Earth rõ nét, đặc biệt là ở các đoạn hạ lưu hay trung lưu, nhưng chưa được tốt ở các đoạn sông ở vùng núi cao khi mà hình ảnh có thể bị méo mó do địa hình và độ rộng của dòng sông bị giảm. Thông tin về cao độ cũng có thể có mức độ chính xác khác nhau.

Các thông số dưới đây được quan trắc theo độ dài từng km của dòng sông:

- Vĩ độ và kinh độ
- Cao độ
- Chiều rộng của dòng sông (nơi dòng sông chia nhánh, ước tính chiều rộng của các nhánh chính được thực hiện)
- Đặc tính của lòng dẫn – vùng đất bằng có các đặc tính không phân biệt, đá, cát
- Các đặc tính được xem xét – các bãi đá và bãi cát, máng đải vàng, thác ghềnh, cồn
- Các dòng nhánh hai bên bờ sông
- Các khu dân cư – làng mạc và thị trấn trên hai bờ sông
- Các quan sát khác

Để phân tích, sẽ tổng hợp từng đoạn 1 km vào cả đoạn chiều dài 10 km và các kết quả được thể hiện bằng một ma trận để minh họa các đặc tính thay đổi của dòng sông theo khoảng cách kể từ nơi hợp lưu – các đoạn sông ở các vùng đất thấp, trung bình và cao theo các vùng chuyển tiếp điển hình.

Thông tin này được bổ sung bởi các tính toán về độ khúc khuỷu của dòng sông – số lượng và độ dài của các đoạn cong, và chiều rộng thay đổi của dòng sông theo cao độ

1.2.4. Mô hình hóa Sức khỏe Dòng chảy

Việc mô hình hóa Sức khỏe Dòng chảy được thực hiện bằng cách ứng dụng phần mềm *Sức khỏe Dòng chảy (Flow Health)* để mô phỏng những thay đổi về thủy văn do sự tăng cường điều tiết dòng sông khi xây dựng các hồ chứa thủy điện trên sông Sê Kông. Nó được dùng để minh họa cho các thay đổi chính có thể xảy ra và sẽ ảnh hưởng đến các đặc tính của dòng sông tại các vị trí tham chiếu.

Flow Health là một ứng dụng truy cập mở được xây dựng bởi nhóm Christopher Gippel et al. của Trung tâm Nước Quốc tế tại Brisbane². Ứng dụng này tạo ra một phương pháp đơn giản để xem xét các dòng chảy và những thay đổi xảy ra khi có sự điều tiết.

² Gippel, C.J., Marsh, N. & Grice, T. 2012. *Sức khỏe dòng chảy – Phần mềm để đánh giá khuynh hướng của các dòng chảy và để xây dựng chế độ dòng chảy môi trường tháng. Cẩm nang Kỹ thuật và Hướng dẫn Sử dụng, Phiên bản 2.0.* ACEDP Australia-China Environment Development Partnership, River Health and Environmental Flow in China. International WaterCentre, Brisbane, Fluvial Systems Pty Ltd, Stockton, and Yorlb Pty Ltd, Brisbane, 09/2012.

2. SÔNG SÊ KÔNG

2.1. Sông Mê Công

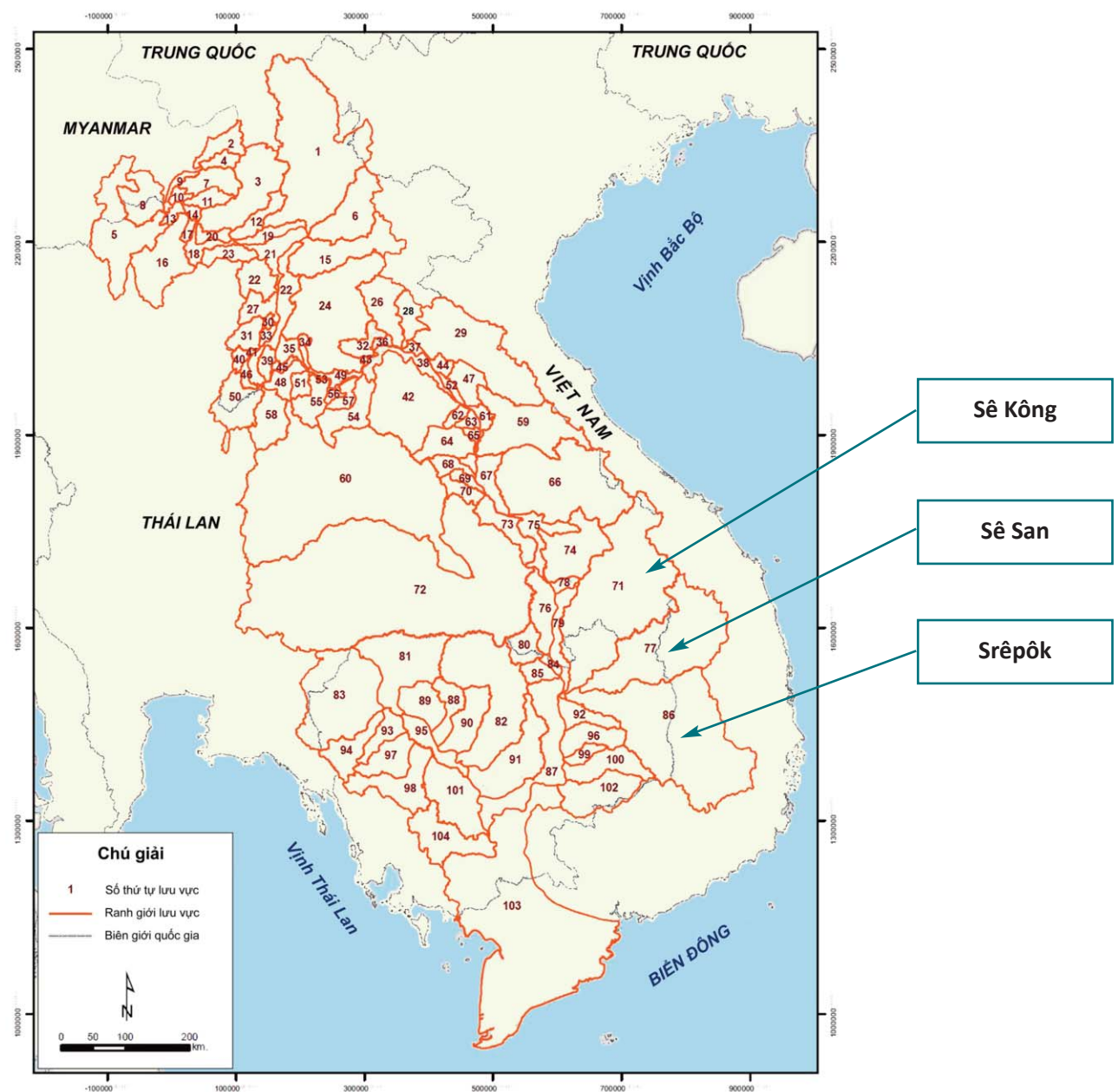
Sông Sê Kông là dòng nhánh lớn thứ 4 của sông Mê Công với diện tích lưu vực là 28.815 km², được nêu trong Bảng 2-1. Các dòng nhánh có diện tích trên 5.000 km² được phân loại là dòng nhánh lớn. Có thể thấy diện tích lưu vực 3S của cả 3 con sông chiếm đến 78.645 km².

Bảng 2-1: Diện tích lưu vực và độ dài các cấp dòng chảy của các dòng nhánh chính của sông Mê Công

Mã	Phụ lưu	Diện tích lưu vực	Vùng địa lý	Khoảng cách đến hợp lưu	Tổng chiều dài dòng chảy		
		km ²		km	km		
72	NAM MUN	70.574	KP	12.192	12,192		
60	NAM CHI	49.133	KP	9.303	9,303		
103	DELTA	48.235	D	5.467	5,467		
86	SRE POK	30.942	KM	6.729	6,729		
71	SE KONG	28.815	KM	4.932	4,932		
1	NAM OU	26.033	NH	5.740	5,740		
66	SE BANG HIENG	19.958	AMR	5.114	5,114		
77	SE SAN	18.888	KM	2.785	2,785		
24	NAM NGUM	16.906	NH	3.365	3,365		
82	ST. SEN	16.360	NTS	3.182	3,182		
83	ST.MONGKOL BOREY	14.966	NTS	3.171	3,171		
29	NAM CADINH	14.822	AMR	2.981	2,981		
42	NAM SONGKHRAM	13.123	KP	2.759	2,759		
5	NAM MAE KOK	10.701	NH	1.833	1,833		
59	SE BANG FAI	10.407	AMR	1.583	1,583		
81	ST.SRENG	9.986	NTS	2.091	2,091		
3	NAM THA	8.918	NH	1.029	1,029		
87	SIEM BOK	8.851	NTS	2.258	2,258	Mã	
91	ST.CHINIT	8.237	NTS	1.748	1,748	Các cao nguyên phía bắc	NH
15	NAM KHAN	7.490	NH	1.454	1,454	Dãy Trường Sơn	AMR
16	NAM MAE ING	7.267	NH	1.682	1,682	Đứt gãy Loei Petchuan	LFB
74	SE DONE	7.229	AMR	2.249	2,249	Cao nguyên Khorat	KP
101	ST.BARIBO	7.154	CM	2.192	2,192	Cao nguyên Bolevan	BP
6	NAM SUONG	6.578	NH	1.070	1,070	Bắc Tonle Sap	NTS
104	PREK THNOT	6.124	CM	1.740	1,740	Khối Kontum	KM
98	ST.PURSAT	5.965	CM	1.597	1,597	Núi Cardamon	CM
102	PREK CHHLONG	5.957	VU	1.713	1,713	Tonle Sap	TS
Tổng các phụ lưu lớn		479,616			91.962	Các cao nguyên núi lửa	VU
TỔNG		624,654			120.333	Đồng bằng châu thổ	D

Sê Kông bắt nguồn từ vùng núi Kon Tum ở Tây Nguyên của Việt Nam, chảy qua Lào và Campuchia rồi đổ vào sông Mê Công ở gần Stung Treng, cách đầu nguồn của sông Mê Công khoảng 3.900 km. Tổng chiều dài của tất cả các phụ lưu các cấp độ là 4.932 km.

Hình 2-1: Các lưu vực ở Hạ lưu vực sông Mê Công



2.2. Các lưu vực sông 3S

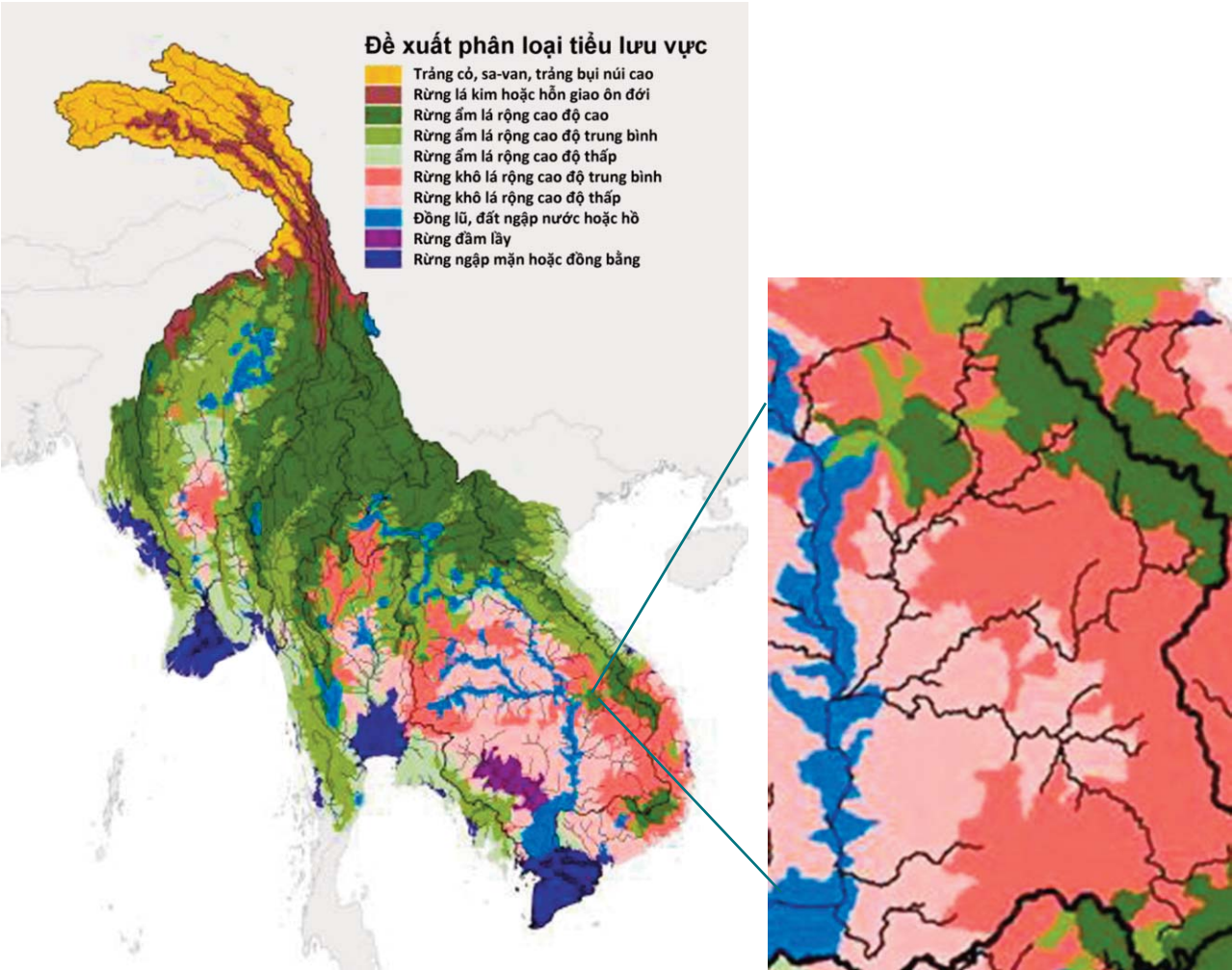
Các lưu vực sông 3S được hình thành từ địa chất núi lửa ở Tây Nguyên của Việt Nam. Con sông dài nhất, có số lượng các dòng nhánh nhiều nhất là sông Srêpôk, tiếp đến là sông Sê Kông và sông Se San. Tỷ lệ độ dài của các dòng nhánh cấp 1 và cấp 2 của tất cả ba con sông đều ở mức trung bình và sông Sê San có tỷ lệ độ dài các dòng nhánh cấp 3 và cấp 4 cao hơn. Sông Srêpôk, dòng sông phức tạp hơn, có tỷ lệ độ dài các dòng nhánh cấp 5 và cấp 6 cao hơn. Sê Kông là dòng sông dốc nhất, đặc biệt là đối với các dòng nhánh cấp 2, tiếp đến là sông Srêpôk và sông Sê San. Sông Sê Kông có tỷ lệ cao nhất về độ dài sông nằm trên cao độ 1.500 m, trải dài xuống đến dưới 100 so với mặt nước biển. Các sông Sê San và Srêpôk có các thông số cao độ tương tự.

Bảng 2-2: Các đặc tính vật lý của các lưu vực sông 3S

Mã	Phụ lưu	Diện tích lưu vực	Tổng chiều dài và số lượng các dòng nhánh		Phần trăm tổng chiều dài dòng theo cấp độ phân nhánh			Độ dốc trung bình		Mật độ dòng	Độ cao - % chiều dài của phụ lưu tại độ cao đó				
			Chiều dài	SL	1 & 2	3 & 4	5 & 6	Nhánh sơ cấp	Nhánh thứ cấp		<100 m	100 m	500 m	1000 m	1500 m
		km ²	km	SL	%	%	%	%	%	km/km ²	%	%	%	%	%
71	SE KONG	28,815	4,931,56	357	81,63	13,32	5,05	2,03	0,77	0,171	9,0	36,7	37,5	15,8	0,9
77	SE SAN	18,888	2,784,70	253	78,05	21,95		0,94	0,28	0,147	11,3	49,1	39,0	0,6	
86	SRE POK	30,942	6,729,10	626	76,63	17,37	6,01	0,99	0,39	0,217	4,0	67,5	28,3	0,2	

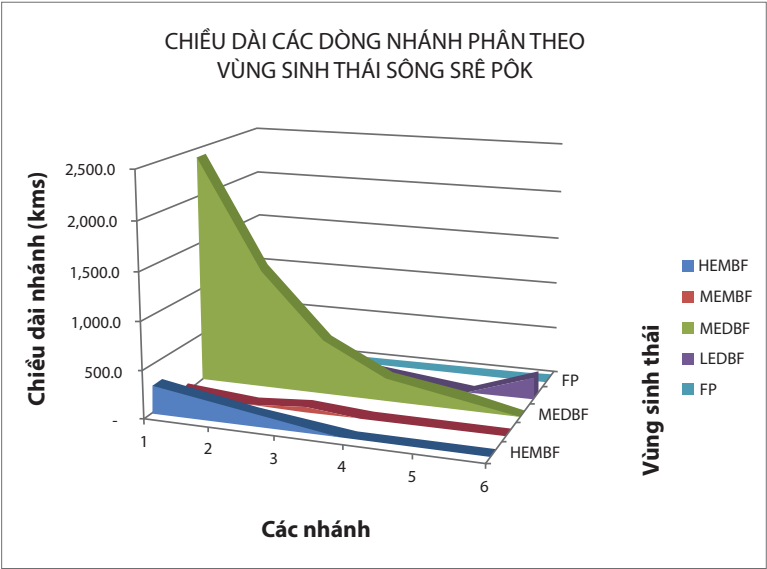
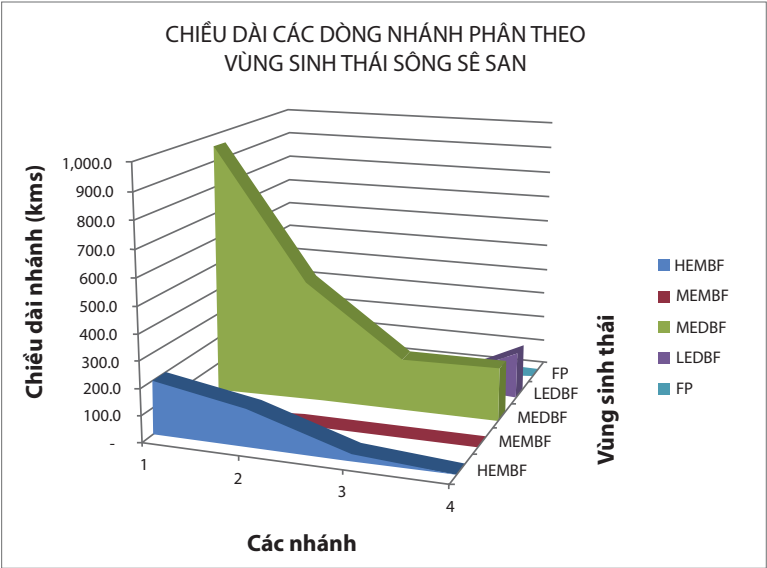
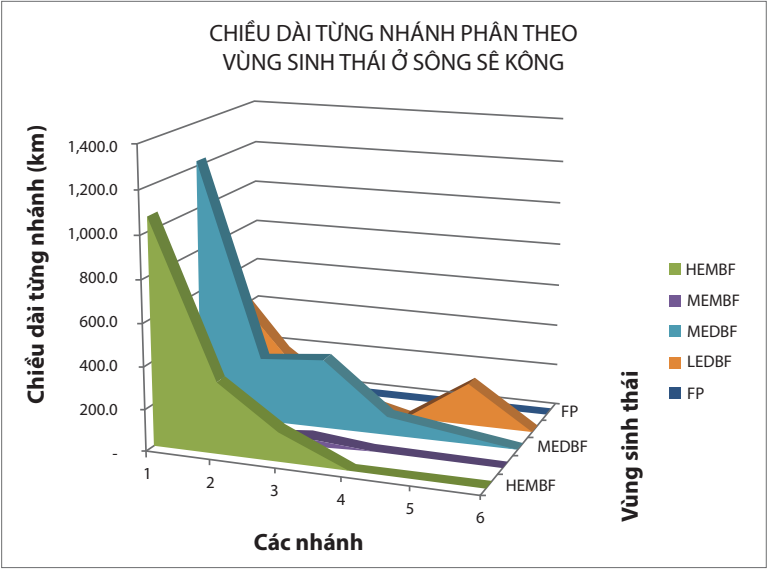
Ba con sông này chảy qua năm vùng sinh thái (ecozones) khác nhau³: Rừng ẩm lá rộng ở cao độ cao (HEMBF), Rừng ẩm lá rộng ở cao độ trung bình (MEMBF), Rừng khô lá rộng ở cao độ trung bình (MEDBF), Rừng khô lá rộng ở độ cao thấp (LEDBF) và một số lượng nhỏ các vùng đồng lũ và đất ngập nước (FP). Sự phân bố các vùng sinh thái trong toàn Hạ lưu vực sông Mê Công được nêu ở Hình 2-2 có lồng bản đồ chi tiết cho các lưu vực 3S.

Hình 2-2: Phân loại các vùng sinh thái cho lưu vực sông Mê Công và các lưu vực 3S



³ Các vùng sinh thái này phản ánh loại hình hệ thống sinh thái có tự nhiên trong vùng trước khi có sự thay đổi về sử dụng đất của con người. Chúng dựa vào các thành tố như đất, độ dốc, cao độ và mưa.

Hình 2-3: Cấp các dòng chảy/Các thông số về sinh thái của lưu vực sông 3S



2.2.1. Tính đa dạng sinh thái của các lưu vực sông 3S

Việc so sánh các thông số khác nhau trong nghiên cứu của MRC về tầm quan trọng của hệ sinh thái các dòng nhánh được sử dụng để nhấn vào các dòng nhánh có các thông số cao nhất có thể đóng góp vào sự đa dạng về sinh thái như nêu trong Bảng 2-3. Các hàng dữ liệu của các sông 3S được bôi đậm.

Có thể thấy rằng cùng với các sông 3S khác, Sê Kông là một trong những dòng nhánh của sông Mê Công có các giá trị cao nhất về các thông số đa dạng sinh thái. Đặc biệt, sông Sê Kông là một trong những dòng nhánh thuộc 80 dòng sông đứng đầu về sự đa dạng có độ dốc lớn nhất, cao độ nguồn nước cao nhất và có sự thay đổi cao độ nhiều nhất. Sê Kông thuộc nhóm dòng nhánh có các chỉ số đa dạng sinh thái cao nhất và có diện tích rừng cao nhất trong lưu vực. Nó cũng có tính đa dạng về cá cao và được quan tâm về đa dạng sinh học, về tỷ lệ diện tích lưu vực cao nằm trong các khu bảo vệ và các Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu của các quốc gia.

Bảng 2-3: So sánh các thông số đóng góp cho sự đa dạng về sinh thái giữa các dòng nhánh lớn của sông Mê Công

Mã	Phụ lưu	Diện tích lưu vực	Chiều dài dòng chảy	Vùng địa lý	Các thông số tự nhiên	Mật độ dòng chảy	Độ dốc lớn nhất	Cao độ cao nhất của nguồn	Khoảng cao độ lớn nhất	Các đặc trưng sinh thái	Chỉ số đa dạng sinh thái	Vùng độ phủ rừng cao nhất lưu vực	% đất ngập nước cao nhất	Đa dạng sinh học và cá	Đa dạng các loài cá	% các loài cá di cư	Điểm quan trọng về ĐDSH (KBT và KBA)
		km²	km														
1	NAM OU	26.033	5.740	NH													
3	NAM THA	8.918	1.029	NH													
5	NAM MAE KOK	10.701	1.833	NH													
6	NAM SUONG	6.578	1.070	NH													
15	NAM KHAN	7.490	1.454	NH													
16	NAM MAE ING	7.267	1.682	NH													
24	NAM NGUM	16.906	3.365	NH													
29	NAM CADINH	14.822	2.981	AMR													
42	NAM SONGKHRAM	13.123	2.759	KP													
59	SE BANG FAI	10.407	1.583	AMR													
60	NAM CHI	49.133	9.303	KP													
66	SE BANG HIENG	19.958	5.114	AMR													
71	SE KÔNG	28.815	4.932	KM													
72	NAM MUN	70.574	12.192	KP													
74	SE DONE	7.229	2.249	AMR													
77	SE SAN	18.888	2.785	KM													
81	ST.SRENG	9.986	2.091	NTS													
82	ST. SEN	16.360	3.182	NTS													
83	ST.MONGKOL BOREY	14.966	3.171	NTS													
86	SRE PÔK	30.942	6.729	KM													
87	SIEM BOK	8.851	2.258	NTS													
91	ST.CHINIT	8.237	1.748	NTS													
98	ST.PURSAT	5.965	1.597	CM													
101	ST.BARIBO	7.154	2.192	CM													
102	PREK CHHLONG	5.957	1.713	VU													
103	DELTA	48.235	5.467	D													
104	PREK THNOT	6.124	1.740	CM													

2.2.2. Tính độc đáo về mặt sinh thái

Tương tự, so sánh các thông số của các dòng nhánh của sông Mê Công đóng góp vào tính độc đáo về mặt sinh thái, trong đó một số thông số trùng với kết quả so sánh về tính đa dạng, như được nêu trong Bảng 2-4. Sông Sê Kông và các con sông 3S khác có tính đặc thù rất cao về mặt sinh thái. Hơn 80 phần trăm các nguồn nước đổ vào sông Sê Kông có độ dốc và cao độ lớn nhất, nghĩa là sẽ có các môi trường sống độc đáo ở cao độ cao và độ dốc lớn. Sự hiện diện của các vùng đất ngập nước quan trọng, tính đa dạng của các loài cá, số lượng lớn các loài cá có nguy cơ tuyệt chủng và được quan tâm bảo tồn, tất cả đều phản ánh tính độc đáo của dòng sông.

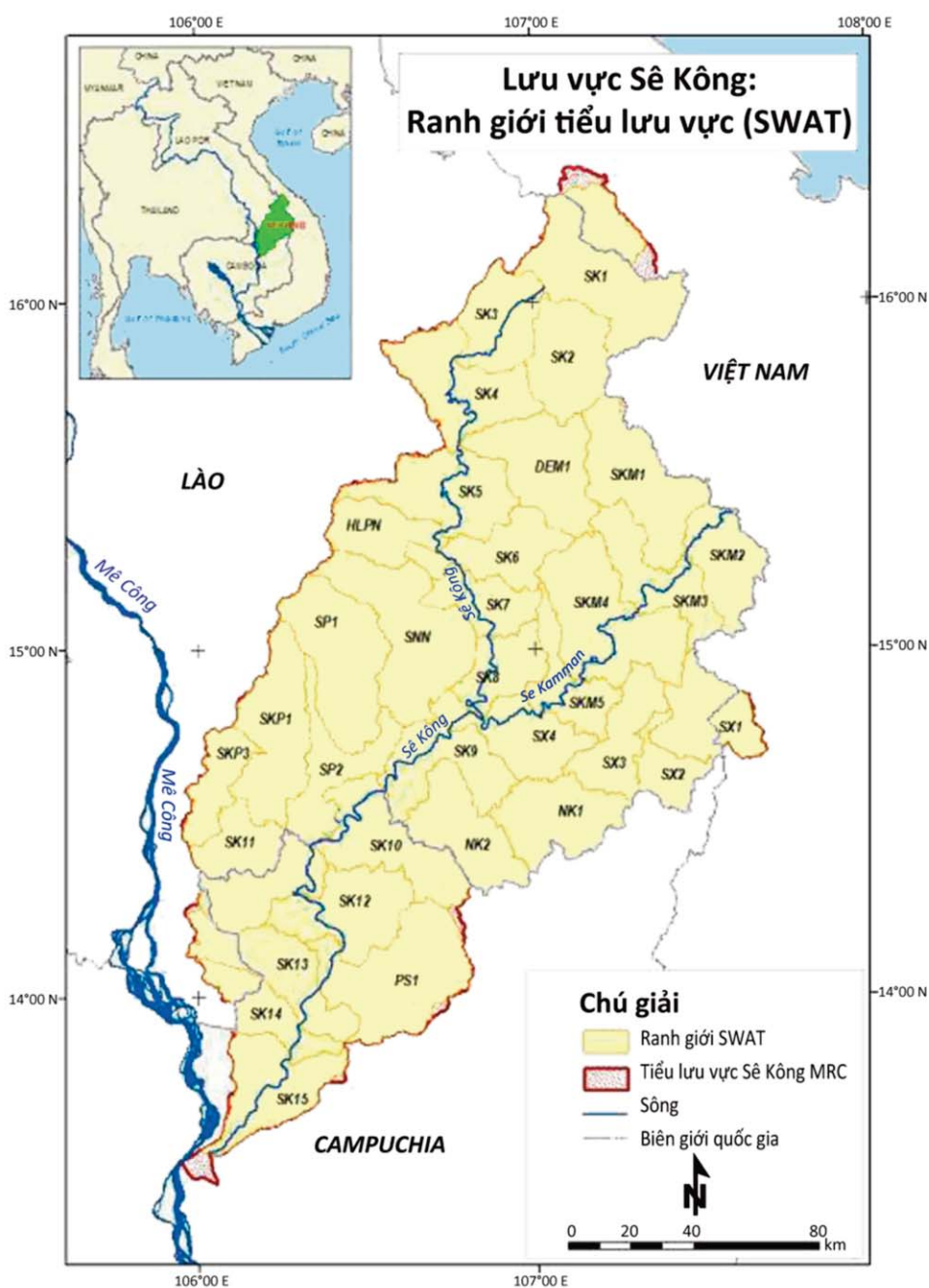
Bảng 2-4: So sánh các thông số đóng góp cho sự độc đáo về mặt sinh thái giữa các dòng nhánh của sông Mê Công

Mã	Phụ lưu	Diện tích lưu vực	Chiều dài dòng chảy	Vùng địa lý	Các thông số tự nhiên	Mật độ dòng chảy	Độ dốc lớn nhất	Cao độ cao nhất của nguồn	Khoảng cao độ giới hạn	Các đặc trưng địa lý	Phần trăm diện tích đá vôi lớn nhất	Các đặc trưng sinh thái	Giới hạn trong một vùng sinh thái	Chỉ số đa dạng sinh thái	Vùng độ phủ rừng cao nhất lưu vực	Đa dạng sinh học và cá	Đa dạng các loài cá	% các loài đặc hữu	Số lượng loài cá bị đe dọa	Các loài bị đe dọa	Điểm quan trọng về ĐDSH (KBT và KBA)
		km²	km																		
1	NAM OU	26.033	5.740	NH																	
3	NAM THA	8.918	1.029	NH																	
5	NAM MAE KOK	10.701	1.833	NH																	
6	NAM SUONG	6.578	1.070	NH																	
15	NAM KHAN	7.490	1.454	NH																	
16	NAM MAE ING	7.267	1.682	NH																	
24	NAM NGUM	16.906	3.365	NH																	
29	NAM CADINH	14.822	2.981	AMR																	
42	NAM SONGKHRAM	13.123	2.759	KP																	
59	SE BANG FAI	10.407	1.583	AMR																	
60	NAM CHI	49.133	9.303	KP																	
66	SE BANG HIENG	19.958	5.114	AMR																	
71	SE KÔNG	28.815	4.932	KM																	
72	NAM MUN	70.574	12.192	KP																	
74	SE DONE	7.229	2.249	AMR																	
77	SE SAN	18.888	2.785	KM																	
81	ST.SRENG	9.986	2.091	NTS																	
82	ST. SEN	16.360	3.182	NTS																	
83	ST.MONGKOL BOREY	14.966	3.171	NTS																	
86	SRE PÔK	30.942	6.729	KM																	
87	SIEM BOK	8.851	2.258	NTS																	
91	ST.CHINIT	8.237	1.748	NTS																	
98	ST.PURSAT	5.965	1.597	CM																	
101	ST.BARIBO	7.154	2.192	CM																	
102	PREK CHHLONG	5.957	1.713	VU																	
103	DELTA	48.235	5.467	D																	
104	PREK THNOT	6.124	1.740	CM																	

3. ĐẶC TÍNH CỦA SÔNG SÊ KÔNG

MRC khi phân tích thủy văn trong mô hình SWAT đã phân chia lưu vực sông Sê Kông thành 33 tiểu lưu vực như được thể hiện trong Hình 3-1. Các tiểu lưu vực này được kết hợp thành 17 tiểu lưu vực hợp nhất bao gồm dòng chính của Sê Kông và các chi lưu quan trọng như trình bày trong Bảng 3-1, với phần thông số về dòng chính được đánh dấu (màu xám).

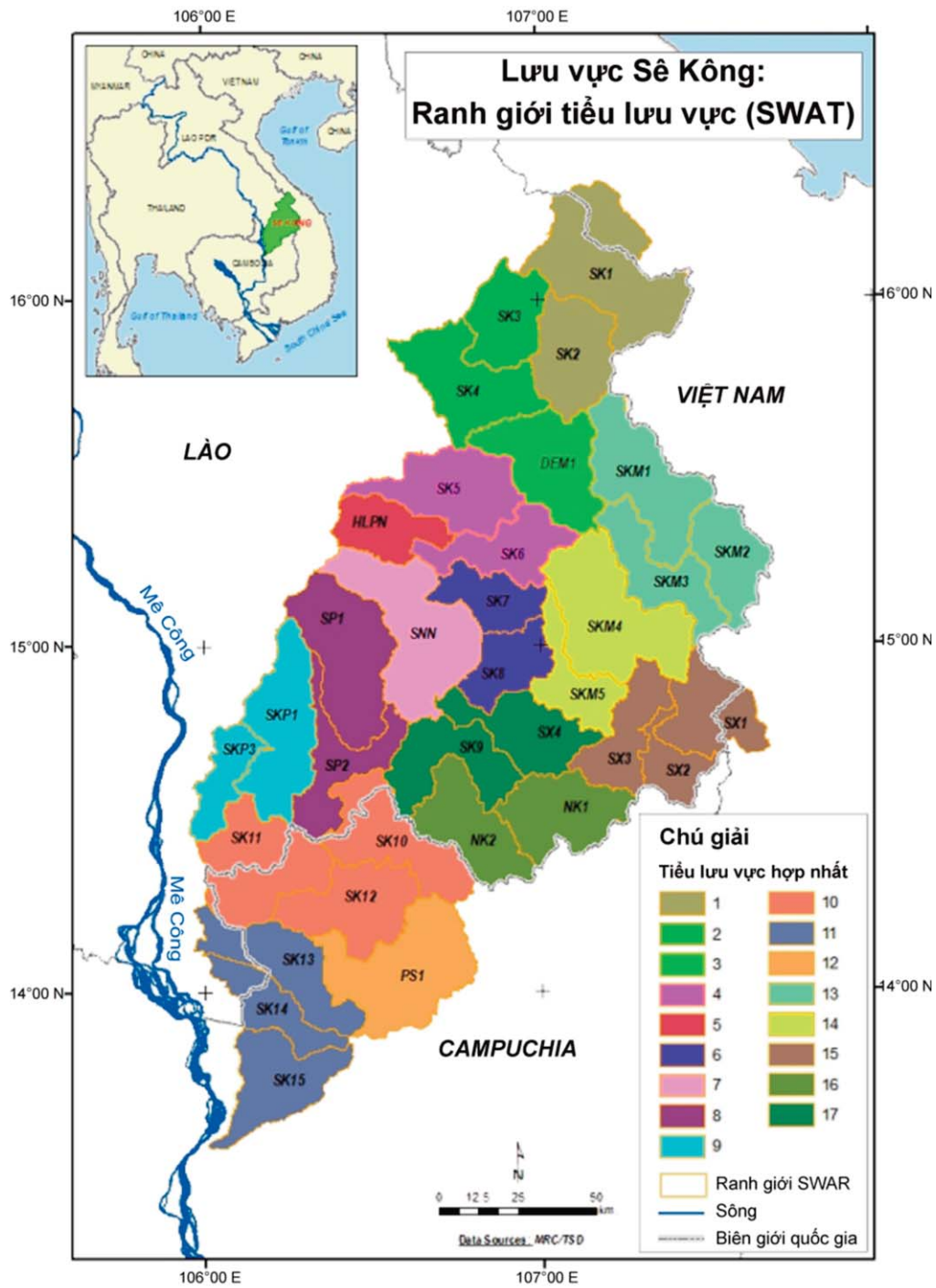
Hình 3-1: Ranh giới các tiểu lưu vực chia theo SWAT trong lưu vực sông Sekong



Bảng 3-1: Các tiểu lưu vực hợp nhất trong lưu vực sông Sê Kông

Mã số	Tên của tiểu lưu vực hợp nhất	Tiểu lưu vực chia theo SWAT	Nhận xét
1	Thượng nguồn sông Sê Kông	SK1+SK2	Bao gồm lưu vực ở Việt Nam và Lào xuống tới hợp lưu của một vài chi lưu ở thượng nguồn
2	Sê Kông tại Kaleum	SK3+SK4	Bắt đầu dòng chính sông Sê Kông
3	Dak e Meule	DEM1	Phụ lưu bên tả ngạn
4	Sê Kông phía trên thị trấn Sê Kông	SK5+SK6	Dòng chính sông Sê Kông
5	Houay Lamphan Ngai	HPLN	Phụ lưu bên hữu ngạn
6	Sê Kông phía trên Attapeu	SK7+SK8	Dòng chính sông Sê Kông
7	Se Nam Noy	SNN	Phụ lưu bên hữu ngạn bắt nguồn từ cao nguyên Bol- evan
8	Se Pian	SP1+SP2	Phụ lưu bên hữu ngạn bắt nguồn từ cao nguyên Bol- evan
9	Se Khampho	SKP1+SKP2+SKP3	Phụ lưu bên hữu ngạn bắt nguồn từ cao nguyên Bol- evan
10	Sê Kông thượng ở Cambodia	SK10+SK11+SK12	Dòng chính sông Sê Kông
11	Sê Kông hạ ở Cambodia	SK13+SK14+SK15	Dòng chính sông Sê Kông
12	Prek Samang	PS1	Phụ lưu bên tả ngạn hoàn toàn nằm ở Cambodia
13	Thượng Se Kamman	SKM1+SKM2+SKM3	Thượng lưu của dòng nhánh chính của sông Sê Kông
14	Hạ Se Kamman	SKM4 + SKM5	Dòng nhánh chính của sông Sê Kông nhập lưu ở Attapeu
15	Se Xou	SX1 + SX2 + SX3	Phụ lưu của sông Se Kamman nhập lưu ở tả ngạn trên Attapeu
16	Nam Kong	NK1 + NK2	Dòng phụ lưu chính thứ hai của sông Sê Kông nhập lưu ở tả ngạn phía dưới của hợp lưu sông Sê Kông và sông Se Kamman tại Attapeu
17	Hợp lưu của sông Sê Kông/Se Kamman	SX4 +SK9	Dòng chính sông Sê Kông từ đoạn trên Attapeu tới đoạn hợp lưu với sông Nam Kong

Hình 3-2: Bản đồ các tiểu lưu vực hợp nhất của lưu vực sông Mê Kông



3.1. Cấu trúc và cấp dòng chảy

Bảng 3-2 thể hiện diện tích các tiểu lưu vực hợp nhất, cho thấy sông Mê Kông có tổng diện tích là 28.414 km² trong đó 541 km² nằm ở Việt Nam, 22.455 km² ở Lào và 5.417 km² ở Campuchia⁴. Các phần bổ sung của lưu vực được MRC thể hiện bằng màu xám trong Hình 2-1 và nằm ở thượng nguồn của Việt Nam và trong lưu vực Prek Samang và phía dưới hợp lưu với sông Mê San và sông Srêpôk ở Campuchia. Các lưu vực hợp nhất được thể hiện trong Bảng 3-2.

⁴ Ghi chú là các số liệu của MRC về lưu vực sông Mê Kông hơi cao hơn so với diện tích lưu vực mà SWAT đưa ra là 28.815 km².

Bảng 3-2: Các tiểu lưu vực hợp nhất của sông Sê Kông theo từng quốc gia

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Việt Nam	Lào	Campuchia	Tổng
		km ²			
Dòng chính Sê Kông					
1	Thượng nguồn Sê Kông	324,6	1.975,3		2.299,8
2	Sê Kông tại Kaleum		1.647,4		1.647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông		1.616,1		1.616,1
6	Sê Kông trên Attapeu		1.018,5		1.018,5
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman		1.513,0	1,2	1.514,2
10	Thượng Sê Kông, Campuchia		664,6	2.255,3	2.919,9
11	Hạ Sê Kông, Campuchia		343,2	1.831,6	2.174,8
Các phụ lưu					
3	Dak e Meule		977,9		977,9
5	Houay Lamphan Ngai		540,5		540,5
7	Se Nam Noy		1.345,4		1.345,4
8	Se Pian		1.848,1	3,8	1.851,9
9	Se Khampho		1.491,9	0,0	1.491,9
13	Thượng Se Kamman	tr	2.439,1		2.439,1
14	Hạ Se Kamman		1.906,4		1.906,4
15	Se Xou	216,8	1.508,3	tr	1.725,1
16	Nam Kong		1.619,6	7,4	1.627,0
12	Prek Samang			1.318,0	1.318,0
	Tổng	541,4	22.455,0	5.417,3	28.413,8

Chiều dài của các đoạn dòng chảy theo cấp Strahler tính toán cho từng tiểu lưu vực được nêu ở Bảng 3-3. Các dòng chảy cấp 1 có độ dài lớn nhất (3.089 km) trên toàn lưu vực, do tính cả các dòng suối nhỏ, tiếp theo các dòng chảy cấp 2 với tổng chiều dài khoảng 907 km và các dòng chảy cấp 3 với tổng chiều dài khoảng 557 km.

Tổng chiều dài của dòng chính sông Sê Kông từ đầu nguồn đến vị trí hợp lưu với sông Sê San và sông Srêpôk ước tính vào khoảng 515,8 km, trong đó độ dài của các dòng chảy cấp 3 vào khoảng 184 km; các dòng chảy cấp 4 vào khoảng 98 km; các dòng chảy cấp 5 vào khoảng 233 km và dòng chảy cấp 6 vào khoảng 1 km.

Mật độ sông suối - độ dài của tất cả các cấp dòng chảy chia theo tiểu lưu vực được thể hiện trong Bảng 3 4. Tiểu lưu vực nhỏ số 5, Houay Lamphan Ngai có mật độ dòng chảy cao nhất với mật độ 0,355 km/km², tiếp đến là tiểu lưu vực số 17, ngã ba sông Sê Kông Se Kamman với mật độ 0,262 km/km² và tiểu lưu vực số 11, Hạ Sê Kông ở Campuchia với mật độ 0,227 km/km².

Bảng 3-3: Độ dài theo cấp dòng chảy Strahler cho dòng chính sông (bôi màu) và các dòng nhánh

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Cấp độ dòng chảy – chiều dài từng cấp độ (km)						Tổng chiều dài
		1	2	3	4	5	6	
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG								
1	Thượng nguồn Sê Kông	218,2	94,2	38,9				351,3
2	Sê Kông tại Kaleum	91,8	33,9	98,0				223,6
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	161,2	47,4	47,2	7,0			262,8
6	Sê Kông trên Attapeu	45,4	37,6		77,1			160,1
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	211,4	53,9	63,6	13,7	54,4		397,0
10	Thượng Sê Kông, Campuchia	324,8	50,2	20,9		102,7		498,5
11	Hạ Sê Kông, Campuchia	324,9	92,2			75,9	0,9	493,9
TỔNG DÒNG CHÍNH				184,1	97,7	233,1	0,9	515,8
PHỤ LƯU								
3	Dak e Meule	118,2	30,7					148,9
5	Houay Lamphan Ngai	120,5	20,3	48,2	0,3			189,3
7	Se Nam Noy	129,7	10,8					140,5
8	Se Pian	222,3	56,0	85,3		1,2		364,8
9	Se Khampho	199,1	42,7					241,8
13	Upper Se Kamman	255,9	106,7	41,3				403,9
14	Lower Se Kamman	228,0	13,4	80,3				321,7
15	Se Xou	149,3	51,1	33,9				234,3
16	Nam Kong	158,0	105,2					263,1
12	Prek Samang	130,7	60,8			14,5		206,0
	TỔNG CHO SÊ KÔNG	3.089,3	907,1	557,7	98,0	248,7	0,9	4.901,8

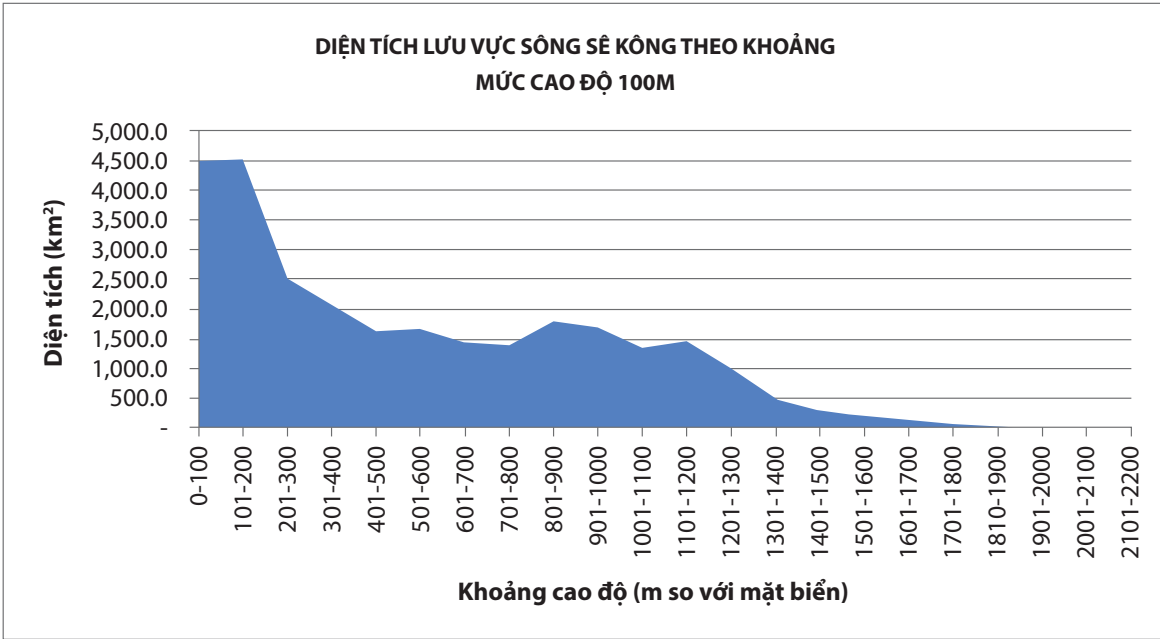
Bảng 3-4: Mật độ sông/suối của các tiểu lưu vực thuộc lưu vực sông Sê Kông

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Tổng diện tích	Độ dài dòng chảy	Mật độ dòng chảy
		km ²	km	km/km ²
1	Thượng nguồn Sê Kông	2.300	351	0,153
2	Sê Kông tại Kaleum	1.647	224	0,136
3	Dak e Meule	978	149	0,152
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	1.616	263	0,163
5	Houay Lamphan Ngai	540	189	0,350
6	Sê Kông trên Attapeu	1.019	160	0,157
7	Se Nam Noy	1.345	141	0,104
8	Se Pian	1.852	365	0,197
9	Se Khampho	1.492	242	0,162
10	Thượng Sê Kông, Campuchia	2.920	499	0,171
11	Hạ Sê Kông, Campuchia	2.175	494	0,227
12	Prek Samang	1.318	206	0,156
13	Upper Se Kamman	2.439	404	0,166
14	Lower Se Kamman	1.906	322	0,169
15	Se Xou	1.725	234	0,136
16	Nam Kong	1.627	263	0,162
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	1.514	397	0,262
	Tổng	28.414	4.902	0,173

3.2. Cao độ

Các vùng cao nhất của lưu vực sông Mê Kông đạt đến độ cao 2.200 mét trên mực nước biển như nêu trong Bảng 3-6, và được thể hiện bằng đồ thị trong Hình 3-3. Phần diện tích lớn nhất của lưu vực nằm ở giữa cao độ 0-200 m với tổng diện tích vào khoảng 9.000 km². Giữa cao độ từ 200 đến 300 m có khoảng 2.500 km², còn trong khoảng cao độ 400 và 1.200 m diện tích hầu như bằng nhau trong mỗi khoảng 100 m với diện tích khoảng 1.500 km².

Hình 3-3: Diện tích lưu vực sông Mê Kông ở các mức cao độ



Khi xem xét cao độ của các tiểu lưu vực thấy rằng thượng nguồn của cả hai sông Mê Kông và Se Kamman đều ở trên cao độ 2.100 m so với mặt biển và cao độ giảm rõ rệt về phía hạ lưu, trong khi các dòng nhánh bắt nguồn từ cao nguyên Bolevan, thì dòng Houay Lamphan Gnai bắt nguồn từ cao độ ở khoảng 1.800 m, dòng Mê Nam Noy ở khoảng 1.700 m, dòng Se Pian ở khoảng 1.400 m và dòng Se Kampho ở khoảng 1.300 m. Dòng Se Xou cũng bắt nguồn ở cao độ khoảng 1.700 m trong khi dòng Nam Mê Kông và dòng Prek Samang bắt nguồn từ cao độ 1.500 m và 900 m.

Bảng 3-5 và hình 3-4 cho thấy các lưu vực được tập hợp ở bốn cấp cao độ có ý nghĩa về mặt sinh thái - cao độ thấp (từ 0 đến 200 m), cao độ trung bình (200 - 700 m), cao độ cao (700 - 1.500 m) và núi cao (> 1.500 m). Toàn bộ lưu vực sông Mê Kông có diện tích rất đều (khoảng 33%) cho mỗi vùng cao độ (thấp, trung bình và cao), chỉ có 1,6% diện tích lưu vực ở cao độ núi cao. Đối với các đoạn dòng chính, chỉ có vùng đầu nguồn sông Mê Kông và sông Mê Kông ở Kaleum chảy trên vùng núi và vùng đầu nguồn Mê Kông không có đoạn nào cao độ thấp. Hầu như tất cả các diện tích của Hạ Mê Kông ở Campuchia đều ở cao độ thấp. Các nhánh khác cho thấy càng xuống dưới thì tỷ lệ diện tích càng tăng theo cao độ từ trung bình đến thấp.

Đối với các dòng nhánh, chỉ các lưu vực Dak-e-Meule, Houay Lamphan Ngai và Thượng Se Kamman có rất ít diện tích khá nhỏ nằm ở cao độ núi cao, và các lưu vực này cùng với dòng Se Nam Noy hầu như không có diện tích nào nằm ở cao độ thấp. Dòng Se Nam Noy nổi bật vì hầu như tất cả các diện tích của lưu vực đều nằm ở cao độ cao, tiếp đến là các dòng Dak-e-Meule và Thượng Se Kamman. Dòng Houay Lamphan Ngai có khoảng hơn 50% diện tích ở cao độ cao.

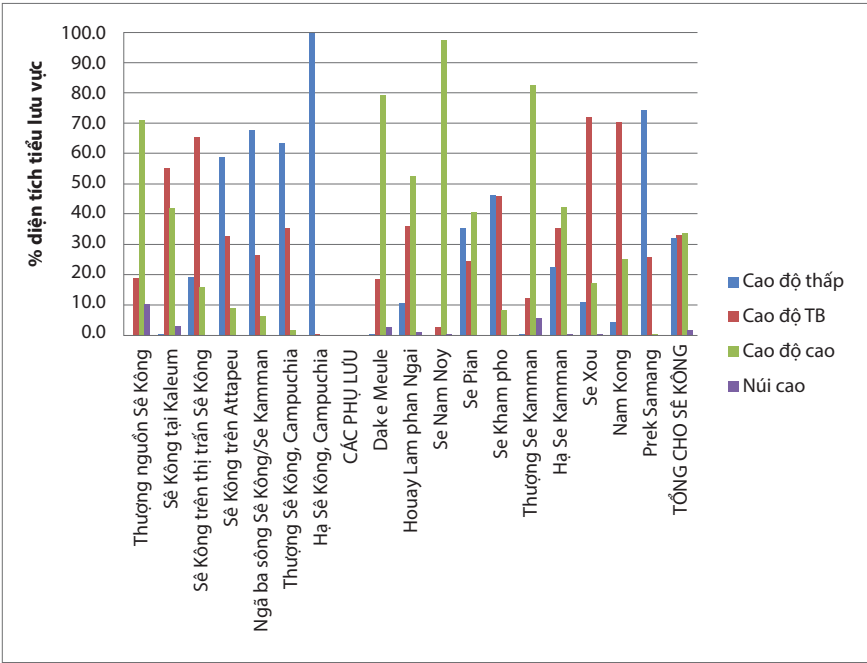
Dòng nhánh Nam Mê Kông và Xe Xou có tỷ lệ diện tích lưu vực cao nhất nằm ở cao độ trung bình (khoảng 70%), tiếp đến là dòng Se Kampho, Houay Lamphan Gnai và Hạ Se Kamman (45-35%). Dòng Prek Samang đáng chú ý vì có hơn 74% diện tích lưu vực nằm ở cao độ thấp.

Bảng 3-5: Phần trăm diện tích lưu vực sông Sê Kông theo 4 cấp cao độ

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Cao độ thấp		Cao độ TB		Cao độ cao		Núi cao		Tổng
		<200 m		200-700 m		700-1500 m		>1500 m		
		km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG										
1	Thượng nguồn Sê Kông	-	0,0	425,7	18,7	1.609,4	70,8	236,8	10,4	2.271,9
2	Sê Kông tại Kaleum	6,7	0,4	908,6	55,2	688,6	41,8	43,4	2,6	1.647,1
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	307,8	19,0	1.053,3	65,2	255,0	15,8	-	0,0	1.616,0
6	Sê Kông trên Attapeu	599,5	58,9	329,4	32,3	89,5	8,8	-	0,0	1.018,5
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	1.023,4	67,6	397,8	26,3	93,0	6,1	-	0,0	1.514,2
10	Thượng Sê Kông, Campuchia	1.833,2	63,3	1.022,0	35,3	42,4	1,5	-	0,0	2.897,6
11	Hạ Sê Kông, Campuchia	2.165,9	99,6	8,8	0,4	-	0,0	-	0,0	2.174,6
CÁC PHỤ LƯU										
3	Dak e Meule	0,3	0,0	180,3	18,4	774,8	79,2	22,4	2,3	977,9
5	Houay Lamphan Ngai	57,6	10,7	193,0	35,7	284,2	52,6	5,6	1,0	540,4
7	Se Nam Noy	-	0,0	31,5	2,3	1.311,2	97,5	2,7	0,2	1.345,4
8	Se Pian	652,3	35,2	447,5	24,2	752,1	40,6	-	0,0	1.851,8
9	Se Khampho	688,1	46,1	681,4	45,7	122,1	8,2	-	0,0	1.491,6
13	Thượng Se Kamman	1,4	0,1	298,3	12,2	2.009,7	82,4	129,9	5,3	2.439,2
14	Hạ Se Kamman	429,8	22,5	670,1	35,2	803,5	42,1	3,0	0,2	1.906,4
15	Se Xou	187,2	10,9	1.237,5	71,7	298,4	17,3	2,0	0,1	1.725,1
16	Nam Kong	70,2	4,3	1.146,5	70,5	410,2	25,2	-	0,0	1.626,9
12	Prek Samang	978,5	74,2	339,2	25,7	0,2	0,0	-	0,0	1.318,0
	TỔNG CHO SÊ KÔNG	9.001,9	31,7	9.370,8	33,0	9.544,2	33,7	445,7	1,6	28.362,5

Ghi chú: các ô được đánh dấu thể hiện các tỷ lệ lớn của lưu vực tại các cao độ (ví dụ trên 50%)

Hình 3-4: Phần trăm diện tích lưu vực sông Sê Kông theo cao độ



Bảng 3-6: Diện tích các lưu vực theo cao độ

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	0 -100	101- 200	201- 300	301- 400	401- 500	501- 600	601- 700	701- 800	801- 900	901- 1000	1001- 1100	1101- 1200	1201- 1300	1301- 1400	1401- 1500	1501- 1600	1601- 1700	1701- 1800	1810- 1900	1901- 2000	2001- 2100	2101- 2200	Tổng
		Diện tích ở từng quãng cao độ (km²)																						
ĐỒNG CHÍNH SẾ KÔNG																								
1	Thượng nguồn Sế Kông	-	-	-	9,5	30,0	178,9	207,3	239,4	246,0	228,1	200,1	188,6	188,3	180,2	138,7	105,6	80,7	24,7	21,2	3,3	1,1	0,2	2.271,9
2	Sế Kông tại Kaleum	-	6,7	82,6	143,9	214,1	266,3	201,6	163,0	141,6	111,1	86,3	65,7	53,6	40,3	27,0	19,7	12,5	7,1	2,9	1,1	0,1		1.647,1
4	Sế Kông trên thị trấn Sế Kông	0,1	307,7	286,4	281,9	217,0	142,9	125,1	80,1	54,6	33,7	33,3	49,2	3,8	0,4	0,0								1.616,0
6	Sế Kông trên Attapeu	36,2	563,4	87,4	85,6	82,2	47,6	26,6	22,3	22,4	29,1	11,1	3,4	1,2	0,2									1.018,5
17	Ngã ba sông Sế Kông/Se Kamman	243,1	780,2	104,3	104,9	91,9	57,1	39,6	33,3	20,4	28,9	6,7	2,9	0,7										1.514,2
10	Thượng Sế Kông, Campuchia	1.124,6	708,6	473,6	330,2	128,8	54,3	35,2	29,9	12,4														2.897,6
11	Hạ Sế Kông, Campuchia	1.951,0	214,8	6,9	1,4	0,5																		2.174,6
CÁC PHỤ LƯU																								
3	Dak e Meule	-	0,3	13,7	20,9	34,6	57,0	54,2	73,1	111,5	124,7	140,9	154,0	113,2	38,9	18,4	10,7	7,1	4,1	0,4	0,1			977,9
5	Houay Lamphan Ngai	0,0	57,6	49,8	63,0	31,9	28,9	19,4	21,1	40,3	72,2	56,8	36,7	24,4	19,6	13,1	4,5	1,1	0,0					540,4
7	Se Nam Noy	-	-	0,8	3,3	7,0	9,2	11,2	146,0	436,8	413,3	167,0	84,1	39,7	16,5	7,8	2,6	0,1						1.345,4
8	Se Pian	420,9	231,4	150,7	121,3	69,5	57,3	48,7	102,4	183,3	163,3	93,4	93,7	105,5	10,5									1.851,8
9	Se Khampho	51,5	636,5	469,9	134,6	52,1	16,4	8,4	9,4	25,3	35,3	13,2	20,7	18,2										1.491,6
13	Thượng Se Kamman	-	1,4	31,7	56,8	62,6	66,8	80,5	105,6	132,3	182,3	315,5	587,2	422,3	170,2	94,2	57,8	34,2	22,6	10,5	3,4	1,1	0,3	2.439,2
14	Hạ Se Kamman	1,1	428,7	228,2	156,6	118,2	89,7	77,4	95,1	186,3	170,5	166,0	131,6	30,8	15,4	7,8	2,8	0,2						1.906,4
15	Se Xou	-	187,2	255,9	282,1	250,4	225,3	223,8	126,5	76,6	43,5	22,3	12,1	8,4	5,9	3,0	1,6	0,4						1.725,1
16	Nam Kong	3,2	67,1	62,4	200,9	219,5	361,9	301,8	153,8	101,6	67,6	46,4	25,9	11,9	2,7	0,2								1.626,9
12	Prek Samang	650,2	328,3	223,5	89,1	19,2	6,4	1,0	0,2	0,0														1.318,0
	TỔNG CHO SẾ KÔNG	4.482,0	4.519,9	2.527,7	2.085,8	1.629,5	1.665,8	1.462,0	1.401,2	1.791,4	1.703,6	1.358,9	1.455,9	1.022,1	500,8	310,2	205,3	136,3	58,5	35,0	7,8	2,3	0,5	28.362,5

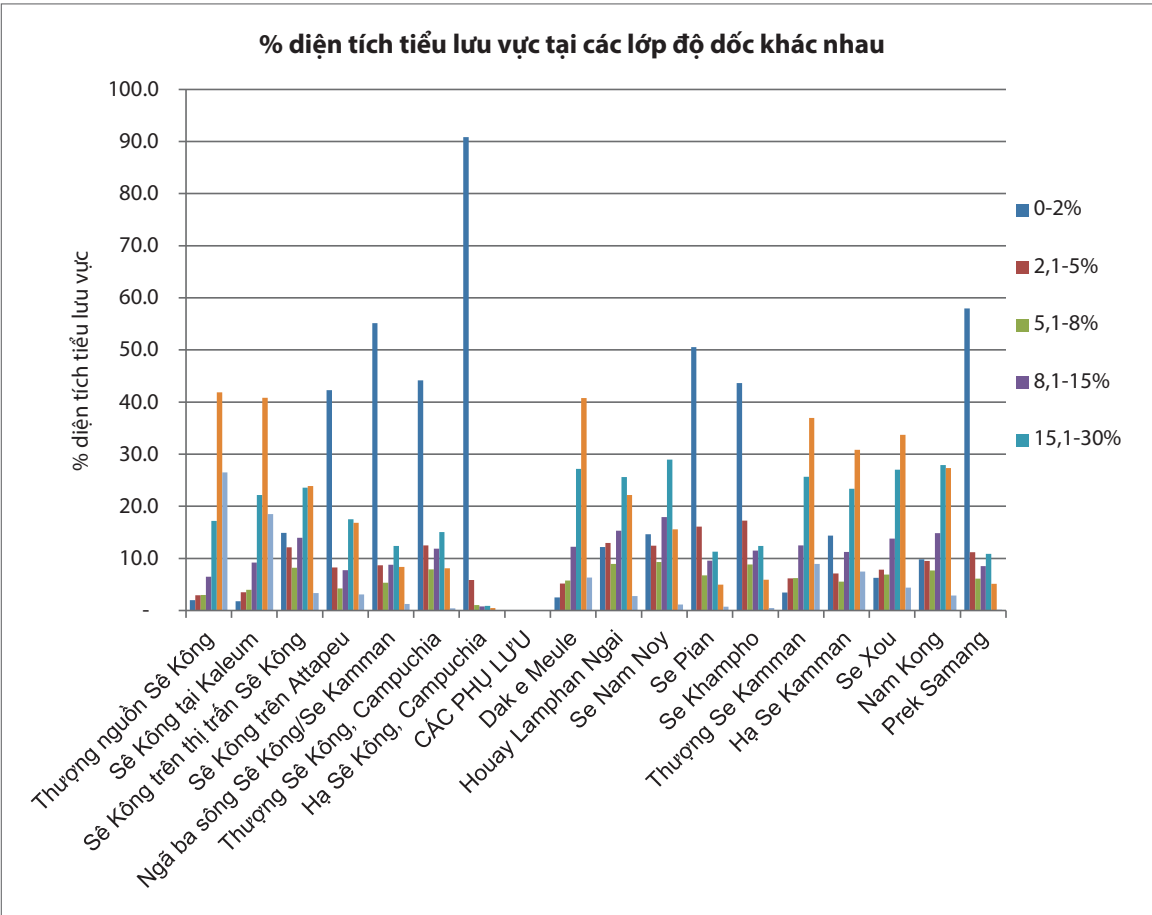
3.3. Độ dốc

Độ dốc là một thông số quan trọng để xác định đặc tính của một dòng sông, bởi vì nó quyết định đến tốc độ của dòng chảy trên sông và tiếp đó là thủy năng của dòng chảy. Độ dốc địa hình tổng thể của từng tiểu lưu vực được coi như là độ dốc thực tế của đáy sông. Nhìn chung, đáy sông hoặc đáy suối sẽ có độ dốc thấp hơn nhiều, bởi vì dòng sông chia cắt địa hình, tạo ra các lòng dẫn và thung lũng sông. Hình 3-5 và Bảng 3-7 cho biết tỷ lệ độ dốc khác nhau của các diện tích khác nhau trong lưu vực. Nhìn chung, lưu vực sông Sê Kông có khoảng 29% diện tích lưu vực có độ dốc rất thấp (0-2%), nhưng tiếp đó có khoảng 21% diện tích lưu vực có độ dốc rất lớn (30,1-60%) và còn lại 19% diện tích lưu vực có độ dốc lớn (15,1-30 %).

Khi xem xét dòng chính Sê Kông, có thể thấy rằng chỉ có ở vùng đầu nguồn sông Sê Kông và Sê Kông ở huyện Kaleum có phần diện tích lớn ở mức cực dốc (> 60%) và rất dốc. Đoạn phía dưới dòng chính sông Sê Kông, tăng dần tỷ lệ diện tích lưu vực ở mức dốc rất thoải (0-2%), với hơn 90% diện tích hạ lưu vực Sê Kông tại Campuchia ở mức dốc rất thoải.

Trong số các chi lưu, tất cả dòng Se Khampho, Se Pian và Prek Samang có phần lớn lưu vực có độ dốc rất thấp. Tất cả những dòng còn lại có khoảng 25-30% diện tích lưu vực có độ dốc cao (15,1-30%), và các dòng Dak-e-Meule, Thượng và Hạ Sê Kamman và Se Xou, có khoảng từ 30-40% lưu vực ở độ dốc rất cao. Những dòng nhánh này cũng có tỷ lệ cao nhất về diện tích lưu vực ở mức độ cực dốc - thường từ 5-10% diện tích.

Hình 3-5: % diện tích các tiểu lưu vực theo các mức độ dốc



Bảng 3-7: Diện tích các lưu vực theo độ dốc so sánh i) % mức toàn dốc và ii) % của tiểu lưu vực

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	0-2%		% of tiểu LV	2.1-5%		% of tiểu LV	5.1-8%		% of tiểu LV	8.1-15%		% of tiểu LV	15.1-30%		% of tiểu LV	30.1-60%		% of tiểu LV	> 60%		% of tiểu LV	Tổng	
		km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²	
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG																								
1	Thượng nguồn Sê Kông	46,14	2,0	67,80	2,9	69,17	3,0	149,61	6,5	395,34	17,2	962,33	41,8	609,41	26,5	2.299,8								
2	Sê Kông tại Kaleum	29,42	1,8	57,67	3,5	65,47	4,0	151,89	9,2	365,12	22,2	672,26	40,8	305,30	18,5	1.647,1								
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	241,00	14,9	196,12	12,1	132,51	8,2	225,45	14,0	380,63	23,6	385,72	23,9	54,61	3,4	1.616,0								
6	Sê Kông trên Attapeu	430,90	42,3	84,35	8,3	43,36	4,3	78,91	7,7	178,28	17,5	171,40	16,8	31,30	3,1	1.018,5								
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	834,85	55,1	131,83	8,7	81,09	5,4	132,71	8,8	187,72	12,4	126,81	8,4	19,19	1,3	1.514,2								
10	Thượng Sê Kông, Campuchia	1289,69	44,2	364,26	12,5	231,26	7,9	346,18	11,9	439,46	15,1	237,05	8,1	11,88	0,4	2.919,8								
11	Hạ Sê Kông, Campuchia	1975,20	90,8	127,76	5,9	23,41	1,1	17,79	0,8	19,52	0,9	10,50	0,5	0,49	0,0	2.174,6								
CÁC PHỤ LƯU																								
3	Dak e Meule	24,67	2,5	50,73	5,2	56,22	5,7	119,71	12,2	265,68	27,2	398,70	40,8	62,17	6,4	977,9								
5	Houay Lamphan Ngai	65,86	12,2	70,23	13,0	48,42	9,0	82,68	15,3	138,38	25,6	119,74	22,2	15,12	2,8	540,4								
7	Se Nam Noy	197,27	14,7	167,48	12,4	125,01	9,3	241,30	17,9	389,60	29,0	209,39	15,6	15,31	1,1	1.345,4								
8	Se Pian	936,37	50,6	298,08	16,1	124,88	6,7	177,41	9,6	209,10	11,3	91,93	5,0	14,06	0,8	1.851,8								
9	Se Khampho	650,81	43,6	257,25	17,2	131,57	8,8	171,66	11,5	184,98	12,4	88,43	5,9	6,89	0,5	1.491,6								
13	Thượng Se Kamman	84,39	3,5	151,18	6,2	152,23	6,2	305,43	12,5	626,66	25,7	901,66	37,0	217,65	8,9	2.439,2								
14	Hạ Se Kamman	274,37	14,4	135,47	7,1	105,65	5,5	214,09	11,2	445,94	23,4	588,22	30,9	142,65	7,5	1.906,4								
15	Se Xou	108,50	6,3	135,64	7,9	119,08	6,9	238,32	13,8	466,63	27,0	581,27	33,7	75,68	4,4	1.725,1								
16	Nam Kong	160,16	9,8	154,84	9,5	125,00	7,7	241,65	14,9	453,97	27,9	444,75	27,3	46,55	2,9	1.626,9								
12	Prek Samang	763,94	58,0	147,45	11,2	80,93	6,1	112,75	8,6	143,09	10,9	67,76	5,1	2,05	0,2	1.318,0								
TỔNG CHO SÊ KÔNG		8.113,5	28,6	2.598,1	9,1	1.715,3	6,0	3.007,5	10,6	5.290,1	18,6	6.057,9	21,3	1.630,3	5,7	28.412,6								

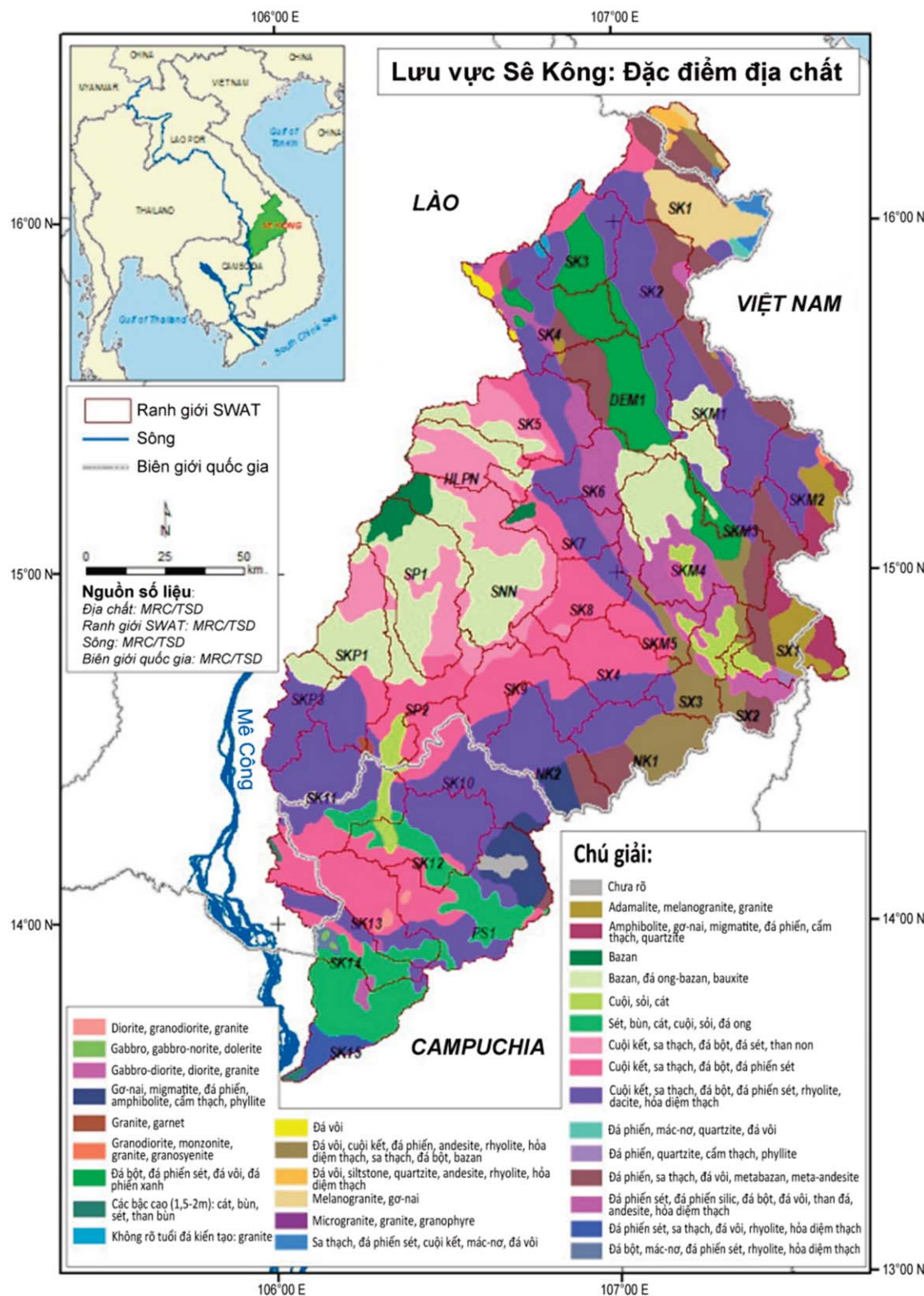
Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	0-2%		% lớp độ dốc	2.1-5%		% lớp độ dốc	5.1-8%		% lớp độ dốc	8.1-15%		% lớp độ dốc	15.1-30%		% lớp độ dốc	30.1-60%		% lớp độ dốc	> 60%		% lớp độ dốc	Tổng	
		km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²			km ²	
DÒNG CHÍNH SẾ KÔNG																								
1	Thượng nguồn Sê Kông	46,14		0,6	67,80	2,6		69,17		4,0	149,61	5,0		395,34	7,5		962,33	15,9		609,41	37,4		2.299,8	
2	Sê Kông tại Kaleum	29,42		0,4	57,67	2,2		65,47		3,8	151,89	5,1		365,12	6,9		672,26	11,1		305,30	18,7		1.647,1	
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	241,00		3,0	196,12	7,5		132,51		7,7	225,45	7,5		380,63	7,2		385,72	6,4		54,61	3,3		1.616,0	
6	Sê Kông trên Attapeu	430,90		5,3	84,35	3,2		43,36		2,5	78,91	2,6		178,28	3,4		171,40	2,8		31,30	1,9		1.018,5	
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	834,85		10,3	131,83	5,1		81,09		4,7	132,71	4,4		187,72	3,5		126,81	2,1		19,19	1,2		1.514,2	
10	Thượng Sê Kông, Campuchia	1289,69		15,9	364,26	14,0		231,26		13,5	346,18	11,5		439,46	8,3		237,05	3,9		11,88	0,7		2.919,8	
11	Hạ Sê Kông, Campuchia	1975,20		24,3	127,76	4,9		23,41		1,4	17,79	0,6		19,52	0,4		10,50	0,2		0,49	0,0		2.174,6	
CÁC PHỤ LƯU																								
3	Dak e Meule	24,67		0,3	50,73	2,0		56,22		3,3	119,71	4,0		265,68	5,0		398,70	6,6		62,17	3,8		977,9	
5	Houay Lamphan Ngai	65,86		0,8	70,23	2,7		48,42		2,8	82,68	2,7		138,38	2,6		119,74	2,0		15,12	0,9		540,4	
7	Se Nam Noy	197,27		2,4	167,48	6,4		125,01		7,3	241,30	8,0		389,60	7,4		209,39	3,5		15,31	0,9		1.345,4	
8	Se Pian	936,37		11,5	298,08	11,5		124,88		7,3	177,41	5,9		209,10	4,0		91,93	1,5		14,06	0,9		1.851,8	
9	Se Khampho	650,81		8,0	257,25	9,9		131,57		7,7	171,66	5,7		184,98	3,5		88,43	1,5		6,89	0,4		1.491,6	
13	Thượng Se Kamman	84,39		1,0	151,18	5,8		152,23		8,9	305,43	10,2		626,66	11,8		901,66	14,9		217,65	13,4		2.439,2	
14	Hạ Se Kamman	274,37		3,4	135,47	5,2		105,65		6,2	214,09	7,1		445,94	8,4		588,22	9,7		142,65	8,8		1.906,4	
15	Se Xou	108,50		1,3	135,64	5,2		119,08		6,9	238,32	7,9		466,63	8,8		581,27	9,6		75,68	4,6		1.725,1	
16	Nam Kong	160,16		2,0	154,84	6,0		125,00		7,3	241,65	8,0		453,97	8,6		444,75	7,3		46,55	2,9		1.626,9	
12	Prek Samang	763,94		9,4	147,45	5,7		80,93		4,7	112,75	3,7		143,09	2,7		67,76	1,1		2,05	0,1		1.318,0	
TỔNG CHO SẾ KÔNG		8.113,5			2.598,1			1.715,3			3.007,5			5.290,1			6.057,9			1.630,3			28.412,6	

Ghi chú: Các ô đánh dấu xám là lớp độ dốc có tỷ trọng diện tích cao

3.4. Địa chất

Địa chất của lưu vực sông Mê Kông được thể hiện trong Hình 3-6. Khi phân tích về các đặc tính chính trong Bảng 3-8 cho thấy rằng hơn 56% diện tích bao gồm các thành hệ cuối kết, cát kết, cuội sỏi; 22% diện tích thành hệ đá vôi, 13% bazan và 8% đá granite. Khi xem xét chi tiết hơn, 10 thành hệ hàng đầu được nhấn mạnh trong Bảng 3-9, phản ánh sự phân bố của chúng.

Hình 3-6: Bản đồ địa chất lưu vực sông Mê Kông



Bảng 3-8: Tổng quan về địa chất của lưu vực sông Sê Kông

	km ²	%
Granite	2.319,0	8,2
Bazan	3.684,7	13,0
Thành hệ đá vôi	6.333,7	22,3
Thành hệ cuội kết, cát kết và sỏi	15.964,1	56,2
Khác	112,3	0,4
Tổng diện tích	28.413,8	

Bảng 3-9: Thành hệ địa chất trong toàn lưu vực sông Sê Kông

Thành hệ địa chất	Tổng cho Sê Kông		Hạng
	km ²	%	
Adamalite, melanogranite, granite	452,6	1,59	
Amphibolite, gơ-nai, migmatite, đá phiến, ``cắm thạch, quartzite	381,1	1,34	
Bazan	282,2	0,99	
Bazan, đá ong-bazan, bauxite	3.402,6	11,98	3
Cuội, sỏi, cát	602,5	2,12	10
Sét, bùn, cát, cuội, sỏi, đá ong	1.475,1	5,19	6
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá sét, than non	1.982,7	6,98	5
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét	4.278,0	15,06	2
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét, rhyolite, dacite, hỏa diệm thạch	7.625,7	26,84	1
Diorite, granodiorite, granite	35,0	0,12	
Gabbro, gabbro-norite, dolerite	10,6	0,04	
Gabbro-diorite, diorite, granite	292,3	1,03	
Gơ-nai, migmatite, đá phiến, amphibolite, cắm thạch, phyllite	461,1	1,62	
Granite, garnet	24,4	0,09	
Granodiorite, monzonite, granite, granosyenite	21,2	0,07	
Đá vôi	52,5	0,18	
Đá vôi, cuội kết, đá phiến, andesite, rhyolite, hỏa diệm thạch, sa thạch, đá bột, bazan	1.040,6	3,66	9
Đá vôi, siltstone, quartzite, andesite, rhyolite, hỏa diệm thạch	81,1	0,29	
Melanogranite, gơ-nai	554,2	1,95	
Microgranite, granite, gra`nophyre	11,4	0,04	
Sa thạch, đá phiến sét, cuội kết, mác-nơ, đá vôi	93,2	0,33	
Đá phiến, mác-nơ, quartzite, đá vôi	27,9	0,10	
Đá phiến, quartzite, cắm thạch, phyllite	31,1	0,11	
Đá phiến, sa thạch, đá vôi, metabazan, meta-andesite	2.171,9	7,64	4
Đá phiến sét, đá phiến silic, đá bột, đá vôi, than đá, andesite, hỏa diệm thạch	1.227,0	4,32	8
Đá phiến sét, sa thạch, đá vôi, rhyolite, hỏa diệm thạch	170,2	0,60	
Đá bột, mác-nơ, đá phiến sét, rhyolite, hỏa diệm thạch	50,4	0,18	
Đá bột, đá phiến sét, đá vôi, đá phiến xanh	1.419,0	4,99	7
Các bậc cao (1,5-2m): cát, bùn, sét, than bùn	34,7	0,12	
Không biết tuổi đá kiến tạo: granite	43,9	0,15	
Chưa rõ	77,5	0,27	
Tổng theo tiểu lưu vực	28.413,8		

Bảng 3-10 và Bảng 3-11 cho biết sự phân bố của các thành hệ địa chất dọc theo dòng chính và các dòng nhánh của sông Sê Kông. Có thể thấy rõ rằng có hai thành hệ cuội kết chiếm đa số trong suốt chiều dài của dòng chính (*cuội, bùn kết, cát kết, đá phiến sét, đá rhyolit, dacit, thạch nham*; và *cuội, cát kết, bùn kết, đá phiến sét*). Ở thượng nguồn sông Sê Kông, *đá granite đen sẫm, đá gơnai*; và *đá đá phiến, đá sa thạch, đá vôi, đá metabazan, meta-andesite* lần lượt chiếm đến 24% và 27%. Sông Sê Kông ở huyện Kaleum, *bùn kết, đá phiến, đá vôi, đá phiến xanh* đóng góp 35% và cuội sỏi chiếm một tỷ lệ nhỏ hơn một chút.

Có một thành hệ liên quan tới than đá rất thú vị (*đá phiến, thạch anh, bùn kết, đá vôi, than đá, đá andesit, thạch nham*) ở lưu vực Sê Kông tại Kaleum, trên thị xã Sê Kông và phía trên Attapeu. Trên dòng Sê Kông ở trên thị xã Sê Kông, lớp này chiếm đến 25% diện tích lưu vực. Có than đá ở khu vực này và có thể khai thác vì mục đích thương mại, thậm chí ngay cạnh lòng sông.

Sông Sê Kông đoạn ở trên thị xã Sê Kông có các thành hệ địa chất quan trọng gồm *đá bazan, đá ong-bazan, bauxite* chiếm đến 18% diện tích, tỷ lệ thành hệ bazan lớn nhất ở dòng chính sông Sê Kông.

Hai đoạn sông Sê Kông ở Campuchia, Thượng Sê Kông và Hạ Sê Kông, cho thấy tỷ lệ tăng lên về *đất sét, bùn, cát, sỏi, cuội, đá ong* phản ánh trầm tích phù sa mịn hơn ở vùng ngập lũ của sông Sê Kông.

Ở các dòng nhánh, đá bazan và đá ong-bazan, bauxite chiếm phần lớn ở các dòng nhánh bắt nguồn từ cao nguyên Bolevan, cụ thể là các dòng Houay Lamphan Ngai, Se Nam Nôi, Se Pian, Se Khampho lần lượt chiếm với tỷ lệ là 33%, 60%, 50% và 38%. Trong các dòng nhánh này, có sự cân bằng các thành hệ cấu tạo nên *cuội kết, cát kết, bùn kết, đất sét, than non*; và *cuội kết, cát kết, bùn kết, đá phiến sét*.

Dak-e-Meule là một dòng nhánh rất đáng quan tâm vì 75% diện tích có các loại đá có vôi, chủ yếu là *bùn kết, đá phiến, đá vôi, đá phiến xanh* (50%) và *đá phiến, cát kết, đá vôi, đá metabazan, meta-andesit* (24%) và phần còn lại gồm *cuội kết, bột kết, cát kết, đá phiến* (20%) và *bazan, đá ong-bazan, và bauxite* (5%).

Se Kamman và Se Xou dường như có địa chất tương tự với tỷ lệ cao hơn về đá granit, nhưng các đoạn thượng lưu và hạ lưu của Se Kamman đều có tỷ lệ cao về *đá bazan, đá ong-bazan, bauxite* (lần lượt là 15% và 25%) trong khi đó dòng Se Xou không có thành phần này. Thượng Se Kamman có tỷ lệ cao về *cuội kết, bùn kết, cát kết, đá phiến sét, đá rhyolit, dacit, nham thạch* (chiếm 48%) trong khi hạ Se Kamman và Se Xou có tỷ lệ thấp hơn rất nhiều (lần lượt là 3% và 4%). Hạ Se Kamman và Se Xou đều có tỷ lệ lớn thành phần chứa đá vôi cùng với *cuội kết, đá phiến, đá andesit, đá rhyolit, nham thạch, đá sa thạch, bùn kết, đá bazan*; và *đá phiến, đá sa thạch, đá vôi, đá metabazan, đá meta-andesite*; và *bùn kết, đá phiến, đá vôi, đá phiến xanh* lần lượt chiếm 53% và 40% diện tích. Thượng Se Kamman có 24% diện tích chứa các thành hệ này.

The Nam Kông được tạo thành chủ yếu từ *cuội kết, bùn kết, cát kết, đá phiến sét, đá rhyolit, đá dacit, nham thạch* (47%); *Đá vôi, cuội kết, đá phiến, andesit, đá rhyolit, nham thạch, đá sa thạch, bột kết, đá bazan* (24%); và *đá phiến, đá sa thạch, đá vôi, đá metabazan, đá meta-andesit* (19%).

Địa chất lưu vực Prek Samang chủ yếu gồm hai thành hệ cuội kết chính (46%) và *đá cuội, sỏi và cát* (25%); cùng với *đá gơnai, đá migmatit, đá phiến, amphibolit, đá cẩm thạch, đá philit* (21%).

Bảng 3-10: Phân bố các thành hệ địa chất trong dòng chính sông Sê Kông

Thành hệ địa chất		Thượng nguồn Sê Kông		Sê Kông tại Kaleum		Sê Kông trên triền Sê Kông		Sê Kông trên Attapeu		Hợp lưu Sê Kông /Sê Kamman		Thượng Sê Kông, Campuchia		Hạ Sê Kông, Campuchia	
		1		2		4		6		17		10		11	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Adamalite, melanogranite, granite				14,84	0,90		-		-		-		-		-
Amphibolite, gơ-nai, migmatite, đá phiến, cẩm thạch, quartzite					-		-		-		-		-		-
Bazan					-		-	39,26	3,85		-		-		-
Bazan, đá ong-bazan, bauxite					-	295,57	18,29	2,17	0,21	0,37	0,02		-		-
Cuội, sỏi, cát					-		-		-		-	138,17	4,73		-
Sét, bùn, cát, cuội, sỏi, đá ong					-		-		-		-	309,29	10,59	832,18	38,26
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá sét, than non					-	286,64	17,74	93,05	9,14	95,82	6,33		-		-
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét		92,69	4,03	168,03	10,20	215,50	13,33	480,43	47,17	986,44	65,15	671,02	22,98	692,11	31,82
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét, rhyolite, dacite, hỏa diệm thạch		648,50	28,20	570,46	34,63	375,23	23,22	324,12	31,82	416,71	27,52	1.753,90	60,07	304,20	13,99
Diorite, granodiorite, granite					-		-		-		-		-	24,32	1,12
Gabbro, gabbro-norite, dolerite					-		-		-		-		-	10,62	0,49
Gabbro-diorite, diorite, granite		35,25	1,53		-		-		-		-		-		-
Gơ-nai, migmatite, đá phiến, amphibolite, cẩm thạch, phyllite					-		-		-		-	45,17	1,55		-
Granite, garnet					-		-		-		-	1,60	0,05		-
Granodiorite, monzonite, granite, granosyenite					-		-		-		-		-		-

Thành hệ địa chất	Thượng nguồn Sê Kông		Sê Kông tại Kaleum		Sê Kông trên trần Sê Kông		Sê Kông trên Attapeu		Hợp lưu Sê Kông /Se Kamman		Thượng Sê Kông, Campuchia		Hạ Sê Kông, Campuchia	
	1 km²	%	2 km²	%	4 km²	%	6 km²	%	17 km²	%	10 km²	%	11 km²	%
Đá vôi			52,52	3,19		-		-		-		-		-
Đá vôi, cuội kết, đá phiến, andesite, rhyolite, hóa diêm thạch, sa thạch, đá bột, bazan	61,79	2,69		-		-	0,24	0,02	14,85	0,98		-		-
Đá vôi, siltstone, quartzite, andesite, rhyolite, hóa diêm thạch	78,23	3,40	2,83	0,17		-		-		-		-		-
Melanogranite, gơ-nai	554,22	24,10		-		-		-		-		-		-
Microgranite, granite, granophyre			11,45	0,70		-		-		-		-		-
Sa thạch, đá phiến sét, cuội kết, mắc-nơ, đá vôi	93,18	4,05		-		-		-		-		-		-
Đá phiến, mắc-nơ, quartzite, đá vôi	27,86	1,21		-		-		-		-		-		-
Đá phiến, quartzite, cẩm thạch, phyllite				-		-		-		-		-		-
Đá phiến, sa thạch, đá vôi, metabazan, meta-andesite	633,67	27,55	97,32	5,91	14,26	0,88		-		-		-		-
Đá phiến sét, đá phiến silic, đá bột, đá vôi, than đá, andesite, hóa diêm thạch			100,43	6,10	411,64	25,47	79,23	7,78		-		-	56,28	2,59
Đá phiến sét, sa thạch, đá vôi, rhyolite, hóa diêm thạch				-		-		-		-		-	170,23	7,83
Đá bột, mắc-nơ, đá phiến sét, rhyolite, hóa diêm thạch				-		-		-		-		-	50,43	2,32
Đá bột, đá phiến sét, đá vôi, đá phiến xanh	74,45	3,24	585,57	35,55	17,26	1,07		-		-		-		-
Các bậc cao (1,5-2m): cát, bùn, sét, than bùn				-		-		-		-	0,25	0,01	34,46	1,58
Không biết tuổi đá kiến tạo: granite			43,94	2,67		-		-		-		-		-
Chưa rõ				-		-		-		-	0,48	0,02		-
Tổng theo tiểu lưu vực	2.299,8		1.647,4		1.616,1		1.018,5		1.514,2		2.919,9		2.174,8	

Bảng 3-11: Phân bố các thành hệ địa chất trong các dòng nhánh sông Sê Kông

	Dak e Meule		Houay Lamphan Ngai		Se Nam Noy		Se Pian		Se Khampho		Thượng Se Kamman		Hạ Se Kamman		Se Xou		Nam Kong		Prek Samang	
	3		5		7		8		9		13		14		15		16		12	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Adamalite, melanogranite, granite	7,97	0,82		-		-		-		-	148,78	6,10		-	281,03	16,29		-		-
Amphibolite, gơ-nai, migmatite, đá phiến, cẩm thạch, quartzite		-		-		-		-		-	157,49	6,46	16,46	0,86	207,17	12,01		-		-
Bazan		-	3,25	0,60	102,90	7,65	136,76	7,38		-		-		-		-		-		-
Bazan, đá ong-bazan, bauxite	45,19	4,62	177,24	32,79	712,80	52,98	783,00	42,28	560,77	37,59	358,33	14,69	467,13	24,50		-		-		-
Cuội, sỏi, cát		-		-		-	91,97	4,97		-		-	113,94	5,98	258,47	14,98		-		-
Sét, bùn, cát, cuội, sỏi, đá ong		-		-		-		-		-		-		-		-		-	333,67	25,32
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá sét, than non		-	348,69	64,51	529,36	39,35	421,52	22,76	207,63	13,92		-		-		-		-		-
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét		-	11,31	2,09	0,33	0,02	378,14	20,42	114,93	7,70		-	182,77	9,59		-	25,95	1,60	258,38	19,60
Cuội kết, sa thạch, đá bột, đá phiến sét, rhyolite, dacite, hỏa diêm thạch	191,72	19,61		-		-	28,01	1,51	598,23	40,10	1.166,52	47,83	63,08	3,31	77,59	4,50	765,17	47,03	342,25	25,97
Diorite, granodiorite, granite		-		-		-		-		-		-		-		-		-	10,63	0,81
Gabbro, gabbro-norite, dolerite		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Gabbro-diorite, diorite, granite		-		-		-		-		-	6,13	0,25	76,30	4,00	174,59	10,12		-		-
Gơ-nai, migmatite, đá phiến, amphibolite, cẩm thạch, phyllite		-		-		-		-		-		-		-		-	138,82	8,53	277,06	21,02
Granite, garnet		-		-		-	12,49	0,67	10,33	0,69		-		-		-		-		-
Granodiorite, monzonite, granite, granosyenite		-		-		-		-		-	21,18	0,87		-		-		-		-

	Dak e Meule		Houay Lamphan Ngai		Se Nam Noy		Se Pian		Se Khampho		Thượng Se Kamman		Hạ Se Kamman		Se Xou		Nam Kong		Prek Samang	
	3		5		7		8		9		13		14		15		16		12	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Đá vôi		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Đá vôi, cuội kết, đá phiến, andesite, rhyolite, hòa diệp thạch, sa thạch, đá bột, bazan		-		-		-		-		-		-	213,86	11,22	368,05	21,34	381,77	23,47		-
Đá vôi, siltstone, quartzite, andesite, rhyolite, hòa diệp thạch		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Melanogranite, gơ-nai		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Microgranite, granite, granophyre		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Sa thạch, đá phiến sét, cuội kết, mác-nơ, đá vôi		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Đá phiến, mác-nơ, quartzite, đá vôi		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Đá phiến, quartzite, cẩm thạch, phyllite		-		-		-		-		-		-		-	31,13	1,80		-		-
Đá phiến, sa thạch, đá vôi, metabazan, meta-andesite	233,48	23,88		-		-		-		-	492,46	20,19	133,17	6,99	233,34	13,53	315,23	19,38	18,93	1,44
Đá phiến sét, đá phiến silic, đá bột, đá vôi, than đá, andesite, hòa diệp thạch	6,79	0,69		-		-		-		-		-	478,96	25,12	93,71	5,43		-		-
Đá phiến sét, sa thạch, đá vôi, rhyolite, hòa diệp thạch		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Đá bột, mác-nơ, đá phiến sét, rhyolite, hòa diệp thạch		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Đá bột, đá phiến sét, đá vôi, đá phiến xanh	492,72	50,39		-		-		-		-	88,25	3,62	160,71	8,43		-		-		-
Các bậc cao (1,5-2m): cát, bùn, sét, than bùn		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Không biết tuổi đá kiến tạo: granite		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
Chưa rõ		-		-		-		-		-		-		-		-		-	77,06	5,85
Tổng theo tiểu lưu vực	977,9		540,5		1.345,4		1.851,9		1.491,9		2.439,1		1.906,4		1.725,1		1.626,9		1.318,0	

3.5. Đất

Bản đồ thổ nhưỡng của lưu vực sông Sê Kông được thể hiện trong Hình 3-8 cho thấy ưu thế của đất xám trên toàn lưu vực. Việc phân tích các loại đất được thể hiện trong Bảng 3-12. Đất xám chiếm 69% diện tích lưu vực, tiếp theo là Đất mới biến đổi với 15%, Đất tầng mỏng, Đất gley và Đất đen, mỗi loại chiếm khoảng 4% - 6%. Đất đỏ chiếm khoảng 1,6% diện tích lưu vực.

Bảng 3-13 cho thấy sự phân bố của sáu loại đất chính ở dòng chính và các phụ lưu sông Sê Kông. Ở dòng chính sông Sê Kông, *Đất xám* (Acrisols) chiếm hầu như 100% trên vùng cao, giảm xuống khoảng 60% ở giữa thị xã Sê Kông và thượng Sê Kông, Campuchia, và giảm xuống còn 40% ở hạ Sê Kông, Campuchia. *Đất mới biến đổi* (Cambisols) chiếm khoảng 30% ở lưu vực Sê Kông phía trên thị xã Sê Kông, và 14% ở Attapeu, tăng lên 26% ở vùng xung quanh ngã ba sông Sê Kông và sông Se Kamman. Ở hạ Sê Kông, Campuchia, *Đất mới biến đổi* chiếm 10%. *Đất nâu đỏ* (Ferralsols) chiếm tỷ lệ nhỏ ở vùng thượng nguồn, và nhiều hơn đáng kể ở trên thị xã Sê Kông và Attapeu.

Đất gley là đất ở đất ngập nước và có thể thấy rõ ràng trên bản đồ thổ nhưỡng. Loại đất này phân bố dọc sông và chiếm ưu thế trong hai vùng ở Campuchia, với thượng Sê Kông, Campuchia chiếm 20% và hạ Sê Kông, Campuchia chiếm 30,5%. *Đất tầng mỏng* (Leptosols) được tìm thấy với tỷ lệ tương đối nhỏ ở các khu vực trung lưu của dòng chính Sê Kông, chỉ chiếm 10% lớp phủ ở thượng Sê Kông, Campuchia. Đất đen (Luvisols) chỉ được tìm thấy với tỷ lệ đáng kể ở vùng xung quanh hợp lưu giữa sông Sê Kông và Se Kamman và chiếm khoảng 27% lớp phủ. Từ bản đồ thổ nhưỡng có thể thấy các loại đất đen tập trung ở vùng hạ lưu của sông Se Kamman quanh Attapeu cùng với một vùng *Đất mới biến đổi*.

Khi xem xét các chi lưu, các lưu vực Đắk-e-Meule, Se Kamman thượng và Prek Samang có hơn 90% các loại đất xám, một số diện tích *Đất mới biến đổi* (4%) ở Đắk-e-Meule, và đất gley (7 %) ở Prek Samang. Trong số bốn chi lưu trên cao nguyên Bolevan, Houay Lamphan Gnai có diện tích lớp phủ *Đất xám* thấp hơn nhiều (19%) so với Se Nam Noi, Se Pian và Se Khampho (mỗi vùng này có khoảng 67% *Đất xám*). Houay Lamphan Gnai có 28% *Đất mới biến đổi* và 50% *Đất tầng mỏng* – cao nhất so với bất kỳ chi lưu nào có loại đất này. Se Nam Noi có 24% *Đất mới biến đổi* và 20% *Đất tầng mỏng*. Se Pian có 24% *Đất mới biến đổi*, 8,5% *Đất gley*, và 3,5% *Đất tầng mỏng*. Se Khampho chỉ có 10% *Đất mới biến đổi* và 23% *Đất tầng mỏng*.

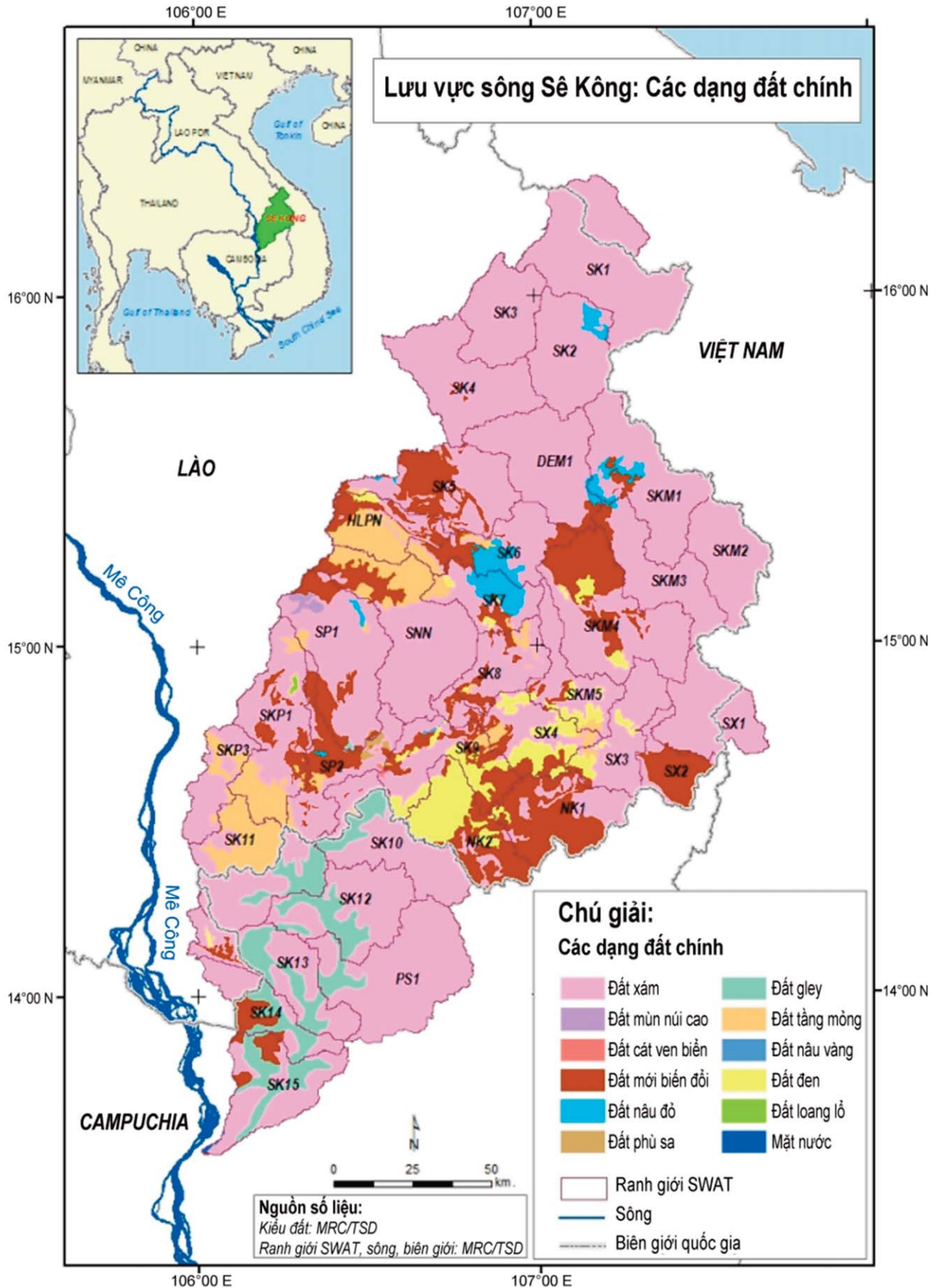
Se Kamman thượng có diện tích *Đất xám* cao và các loại *Đất mới biến đổi* và *Đất nâu đỏ* chiếm tỷ lệ thấp (mỗi loại chiếm khoảng 4%). Se Kamman hạ và Se Xou có diện tích *Đất xám* hơi thấp hơn (65% -80%), và có tỷ lệ *Đất mới biến đổi* cao hơn. Se Kamman hạ có 27% *Đất mới biến đổi* và 7% *Đất đen*. Se Xou có 16% *Đất mới biến đổi* và 4% *Đất đen*.

Ngược lại, Nam Kông chỉ có 21% *Đất xám*, 55% *Đất mới biến đổi* và 24% *Đất đen*, cho thấy rõ những đặc điểm rất khác về thổ nhưỡng so với các chi lưu khác.

Bảng 3-12: Phân bố về thổ nhưỡng ở lưu vực sông Sê Kông

Kiểu đất	km²	% lưu vực	Hạng
Acrisol (Đất xám)	18.689,85	68,98	1
Alisol (Đất mùn núi cao)	43,04	0,16	
Arenosol (Đất cát ven biển)	6,95	0,03	
Cambisol (Đất mới biến đổi)	3.987,51	14,72	2
Ferralsol (Đất nâu đỏ)	442,37	1,63	
Fluvisol (Đất phù sa)	35,77	0,13	
Gleysol (Đất gley)	1.246,72	4,60	4
Leptosol (Đất tầng mỏng)	1.556,68	5,75	3
Lixisol (Đất nâu vàng)	5,40	0,02	
Luvisol (Đất đen)	1.065,52	3,93	5
Plinthosol (Đất loang lổ)	9,37	0,03	
Mặt nước	6,65	0,02	
Tổng số	27.095,8		

Hình 3-7: Bản đồ thổ nhưỡng lưu vực sông Mê Kông



CÁC LOẠI ĐẤT Ở LƯU VỰC SÔNG SÊ KÔNG

- **Đất xám** là một loại đất giàu sét liên quan đến độ ẩm, khí hậu nhiệt đới, chẳng hạn như ở Brazil, thường ở các khu vực có rừng. Đất xám là một trong 30 nhóm đất chính của Cơ sở Tham chiếu Thế giới về Tài nguyên Đất. Độ màu mỡ thấp của đất xám và lượng độc hại của nhôm trong đất gây ra những hạn chế trong sử dụng loại đất này để sản xuất nông nghiệp. Ở nhiều nơi loại đất này được sử dụng cho trồng rừng, đồng cỏ mật độ thấp và các khu bảo vệ. Các loại cây trồng có thể được trồng thành công nếu điều kiện khí hậu cho phép bao gồm chè, cao su, cọ dầu, cà phê và mía đường.
- **Đất mới biến đổi** là một loại đất mới được hình thành, sự phân tầng yếu. Một dấu hiệu bằng chứng của phân tầng đất yếu là đất chủ yếu có màu nâu bầm hoặc hình thành cấu trúc nâu bầm trong phẫu diện đất. Đất mới biến đổi được phát triển trên các vật liệu mịn đến trung bình bắt nguồn từ một loạt các loại đá, chủ yếu ở bãi bồi, và các bãi thiên thạch. Hầu hết các loại đất này sử dụng tốt cho nông nghiệp và có thể sử dụng thâm canh. Đất mới biến đổi trong vùng khí hậu ôn đới là một trong những loại đất cho năng suất cao nhất trên trái đất.
- Các quá trình chính hình thành đất của các loại **Đất nâu đỏ** là do phong hóa, mùn hóa, chất thải của động vật. Những quá trình này tạo ra các đặc điểm của phẫu diện đất đặc trưng. Chúng được xác định có ở tất cả các độ sâu, đất có chứa không quá 10% khoáng chất có thể phong hóa, và khả năng trao đổi cation thấp. Đất nâu đỏ luôn luôn có màu đỏ hoặc vàng, là do hàm lượng sắt (II), oxit và hydroxit nhôm cao. Ngoài ra, chúng còn chứa thạch anh, cao lanh, cộng với một lượng nhỏ các khoáng chất sét và chất hữu cơ khác.
- **Đất gley** là một loại đất ngập nước (đất có ngậm nước) trừ khi thoát hết nước, nó được bão hòa với nước ngầm trong một thời gian đủ dài để phát triển phẫu diện màu xám đặc trưng. Phẫu diện này chủ yếu được tạo thành bởi các màu đỏ, màu nâu hoặc màu vàng trên các bề mặt của mảnh đất và / hoặc trong tầng thượng của đất trộn lẫn với màu xám / màu xanh dương bên trong các mảnh đất và / hoặc trong tầng đất sâu hơn. Đất gley xuất hiện trên một loạt các vật liệu bờ rời, chủ yếu là trong các trầm tích sông ngòi, biển và hồ thuộc thế Pleistocen hay Holocen, với tính chất khoáng vật từ bazơ đến axit. Chúng được tìm thấy trong khu vực đất sụt lún và các vị trí cảnh quan thấp với nước ngầm nông. Ẩm ướt là hạn chế chính của đất gley; chúng được bao phủ bởi thảm thực vật đầm lầy tự nhiên và được bỏ hoang hoặc được sử dụng cho chăn nuôi quảng canh. Đất gley được thoát nước nhân tạo được sử dụng cho trồng trọt canh tác, chăn nuôi bò sữa và rau quả. Đất gley ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới được dùng để trồng lúa.
- **Đất đen** có đặc trưng kỹ thuật là bề mặt tích lũy một lớp mùn phủ rộng trên một tầng gần như không có đất sét và các khoáng chất sắt. Tầng dưới là một lớp tích lũy hỗn hợp đất sét có hàm lượng các ion dinh dưỡng dễ tiêu cao bao gồm canxi, magiê, natri, kali hoặc lân. Đất đen thường gắn liền với đất mới biến đổi. Các khoáng vật hỗn hợp, hàm lượng dinh dưỡng cao, và khả năng thoát nước tốt của các loại đất này là những điều kiện làm cho các loại đất này rất thích hợp cho sản xuất nông nghiệp từ canh tác các loại cây trồng có hạt đến trồng cây ăn trái và trồng nho.
- **Đất tầng mỏng** là một loại đất rất nông trên mẫu chất đá cứng hoặc chất liệu đá vôi cao hay một loại đất sâu hơn có lẫn rất nhiều sỏi và/hoặc đá. Đất tầng mỏng có thể được tìm thấy trên các vùng đá cứng hoặc nơi xói mòn đã theo kịp với sự hình thành đất hoặc làm mất đi lớp đất mặt. Đất tầng mỏng là đất không hấp dẫn đối với canh tác nông nghiệp không có tưới tiêu chủ động (phụ thuộc vào mưa) vì chúng không có khả năng giữ nước, nhưng đôi khi có thể có tiềm năng cho cây kinh tế hoặc chăn thả quảng canh. Đất tầng mỏng tốt nhất là được giữ dưới tán rừng.

Bảng 3-13: Sự phân bố 6 loại thổ nhưỡng chính trong lưu vực sông Mê Kông theo i) % toàn lưu vực và ii) % tiểu lưu vực

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Acrisol		Cambisol		Ferralsol		Gleysol		Leptosol		Luvisol		Tổng	
		km ²	% LV	km ²	% LV	km ²	% LV	km ²	% LV	km ²	% LV	km ²	% LV	km ²	km ²
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG															
1	Thượng nguồn Sê Kông	2.247,42	12,02	-	-	52,42	11,85	-	-	-	-	-	-	-	2.299,84
2	Sê Kông tại Kaleum	1.641,63	8,78	5,76	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.647,40
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	921,81	4,93	491,34	12,32	126,63	28,63	-	-	72,91	4,68	3,41	9,55	9,55	1.616,10
6	Sê Kông trên Attapeu	627,83	3,36	140,42	3,52	144,58	32,68	-	-	86,60	5,56	19,06	53,29	53,29	1.018,50
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	616,51	3,30	400,83	10,05	-	-	0,28	0,02	74,83	4,81	412,08	1.152,18	1.152,18	1.514,19
10	Thượng Sê Kông. Campuchia	1.984,51	10,62	2,65	0,07	-	-	574,07	46,05	356,58	22,91	2,07	5,78	5,78	2.919,88
11	Hạ Sê Kông. Campuchia	1.273,51	6,81	223,72	5,61	-	-	663,89	53,25	-	-	7,07	19,76	19,76	2.174,84
CÁC PHỤ LƯU															
3	Dak e Meule	921,92	4,93	41,90	1,05	14,05	3,18	-	-	-	-	-	-	-	977,87
5	Houay Lamphan Ngai	104,43	0,56	149,63	3,75	-	-	-	-	268,58	17,25	17,85	49,90	49,90	540,49
7	Se Nam Noy	911,08	4,87	166,74	4,18	-	-	-	-	267,56	17,19	-	-	-	1.345,38
8	Se Pian	1.239,75	6,63	440,40	11,04	16,81	3,80	8,49	0,68	64,95	4,17	-	-	-	1.851,89
9	Se Khampho	1.002,73	5,37	144,73	3,63	-	-	-	-	335,05	21,52	-	-	-	1.491,89
13	Thượng Se Kamman	2.256,09	12,07	95,17	2,39	87,87	19,86	-	-	-	-	-	-	-	2.439,14
14	Hạ Se Kamman	1.241,65	6,64	506,54	12,70	-	-	-	-	19,16	1,23	139,02	388,71	388,71	1.906,38
15	Se Xou	1.364,77	7,30	280,47	7,03	-	-	-	-	10,44	0,67	69,40	194,05	194,05	1.725,09
16	Nam Kong	334,19	1,79	897,21	22,50	-	-	-	-	-	-	395,55	1.105,94	1.105,94	1.626,95
12	Prek Samang	1.222,80	6,54	-	-	-	-	95,18	7,63	-	-	-	-	-	1.317,98
TỔNG		18.689,85		3.987,51		442,37		1.246,72		1.556,68		1.065,52			27.095,82

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Acrisol		Cambisol		Ferralsol		Gleysol		Leptosol		Luvisol		Tổng	
		km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	km ²
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG															
1	Thượng nguồn Sê Kông	2.247,42	97,72	-	-	52,42	2,28	-	-	-	-	-	-	-	2.299,8
2	Sê Kông tại Kaleum	1.641,63	99,65	5,76	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	921,81	57,04	491,34	30,40	126,63	7,84	-	-	72,91	4,51	3,41	0,21	0,21	1.616,1
6	Sê Kông trên Attapeu	627,83	61,64	140,42	13,79	144,58	14,20	-	-	86,60	8,50	19,06	1,87	1,87	1.018,5
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	616,51	40,72	400,83	26,47	-	-	0,28	0,02	74,83	4,94	412,08	27,21	27,21	1.514,2
10	Thượng Sê Kông. Campuchia	1.984,51	67,97	2,65	0,09	-	-	574,07	19,66	356,58	12,21	2,07	0,07	0,07	2.919,9
11	Hạ Sê Kông. Campuchia	1.273,51	58,56	223,72	10,29	-	-	663,89	30,53	-	-	7,07	0,32	0,32	2.174,8
CÁC PHỤ LƯU															
3	Dak e Meule	921,92	94,28	41,90	4,28	14,05	1,44	-	-	-	-	-	-	-	977,9
5	Houay Lamphan Ngai	104,43	19,32	149,63	27,68	-	-	-	-	268,58	49,69	17,85	3,30	3,30	540,5
7	Se Nam Noy	911,08	67,72	166,74	12,39	-	-	-	-	267,56	19,89	-	-	-	1.345,4
8	Se Pian	1.239,75	66,95	440,40	23,78	16,81	0,91	8,49	0,46	64,95	3,51	-	-	-	1.851,9
9	Se Khampho	1.002,73	67,21	144,73	9,70	-	-	-	-	335,05	22,46	-	-	-	1.491,9
13	Thượng Se Kamman	2.256,09	92,50	95,17	3,90	87,87	3,60	-	-	-	-	-	-	-	2.439,1
14	Hạ Se Kamman	1.241,65	65,13	506,54	26,57	-	-	-	-	19,16	1,01	139,02	7,29	7,29	1.906,4
15	Se Xou	1.364,77	79,11	280,47	16,26	-	-	-	-	10,44	0,61	69,40	4,02	4,02	1.725,1
16	Nam Kong	334,19	20,54	897,21	55,15	-	-	-	-	-	-	395,55	24,31	24,31	1.626,9
12	Prek Samang	1.222,80	92,78	-	-	-	-	95,18	7,22	-	-	-	-	-	1.318,0
TỔNG		18.689,85	68,98	3.987,51	14,72	442,37	1,63	1.246,72	4,60	1.556,68	5,75	1.065,52	3,93	3,93	27.095,8

3.6. Khí hậu

3.6.1. Mưa

Lượng mưa trung bình hàng năm của lưu vực sông Sê Kông dao động trong khoảng từ 1.400 đến 2.900 mm/năm được thể hiện trong Bảng 3-14. Gần 60% diện tích của lưu vực nằm ở khoảng 1.700-1.900 mm/năm và với 23% lưu vực nằm trong khoảng 2.300 -2.700 mm/năm.

Sự phân bố lượng mưa theo tiểu lưu vực được thể hiện trong Hình 3-9. Vì thế, lượng mưa cao nhất (> 2.700 mm/năm) xảy ra ở vùng thượng nguồn Sê Kông và dòng Sê Kông ở huyện Kaleum. Hàng năm có một lượng mưa trong khoảng 2.300-2.700 mm/năm đổ vào thung lũng sông Sê Kông đưa xuống Attapeu, bao gồm cả lưu vực Se Nam Noi.

Ngay dưới hạ lưu của Attapeu, có một lượng mưa trung bình khoảng 1.900-2.300 mm/năm, và phần còn lại của lưu vực có lượng mưa 1.700-1.900 mm/năm. Ngoài hai tiểu lưu vực ít mưa hơn (một ở phía Bắc, một ở ngay trên biên giới Campuchia), thì tiểu lưu vực thứ ba ở hạ Sê Kông, Campuchia có lượng mưa khoảng 1.400-1.700 mm/năm.

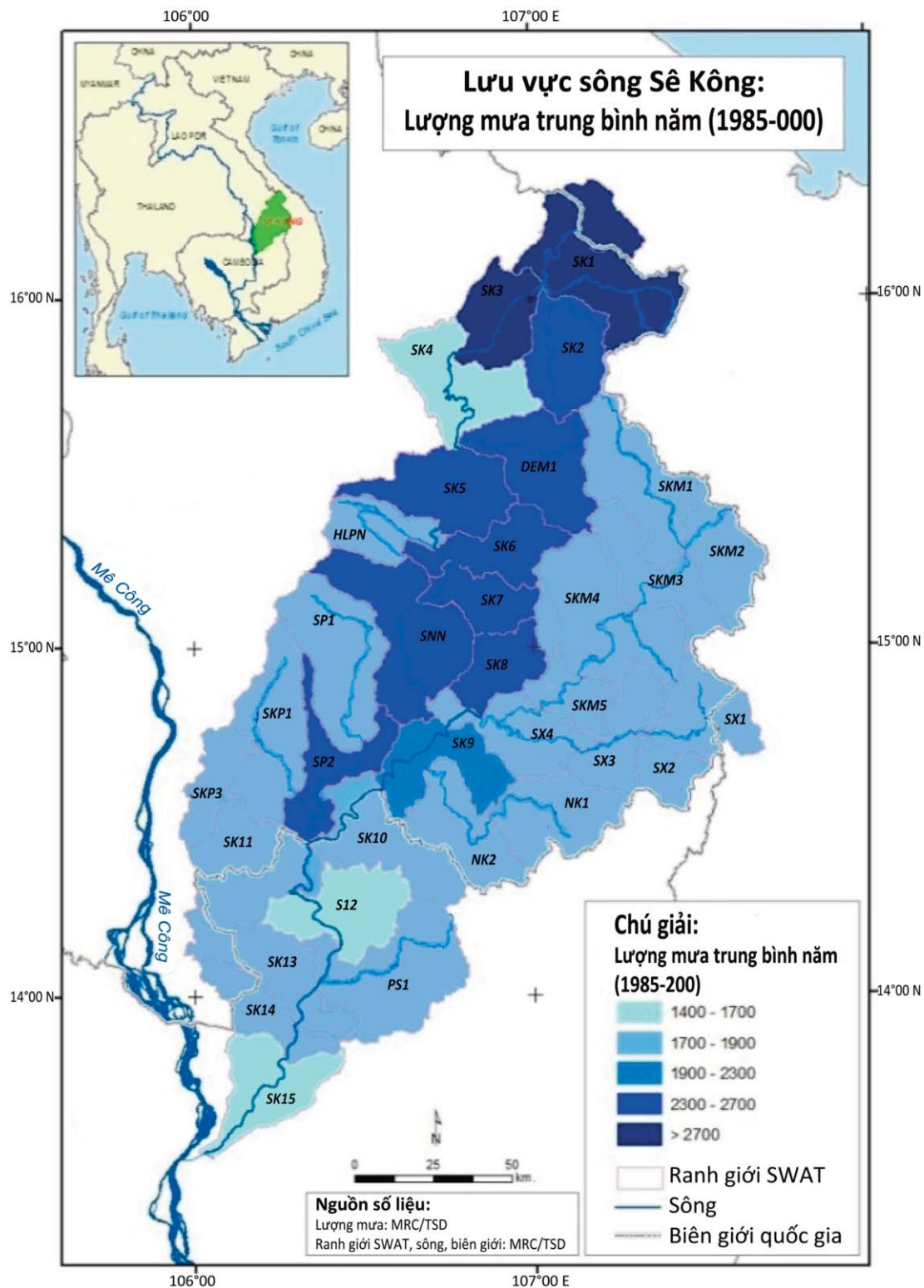
Bảng 3-14: Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực sông Sê Kông

Lượng mưa trung bình năm	Diện tích	
mm/năm	km²	%
1400 - 1700	2.681,22	9,4
1701 - 1900	16.341,61	57,5
1900 - 2300	777,35	2,7
2300 - 2700	6.452,46	22,7
2700 - 2900	2.161,76	7,6
Tổng	28.414,40	

Bảng 3-15: Nhiệt độ trung bình năm ở lưu vực sông Sê Kông

Khoảng nhiệt độ trung bình năm	Diện tích	
°C	km²	%
21 - 22	15.801,06	55,6
22,1 - 24	777,00	2,7
24,1 - 25	-	0,0
25,1 - 26	-	0,0
26,1 - 27	2.243,08	7,9
27,1 - 28	9.593,26	33,8
Tổng	28.414,40	

Hình 3-8: Bản đồ mưa của lưu vực sông Mê Kông, thể hiện mưa trung bình năm theo tiểu vùng



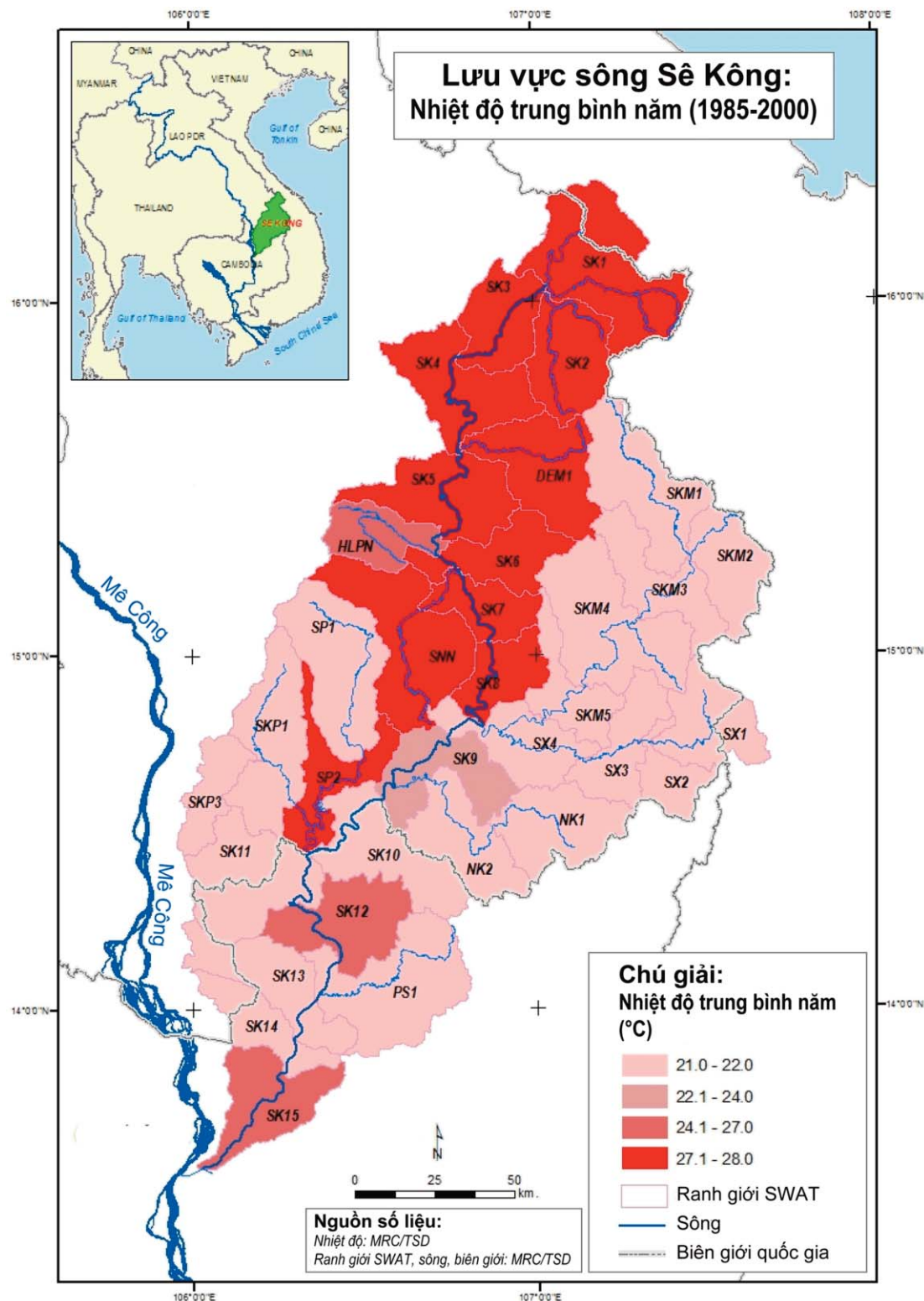
3.6.2. Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình năm của lưu vực Mê Kông nằm trong khoảng từ 21 đến 28°C. Hầu hết diện tích lưu vực (56%) có nhiệt độ trong khoảng 21-22°C, nhưng có khoảng 33% diện tích có nhiệt độ cao hơn nhiều, như trong Bảng 3-15.

Hình 3-10 hiển thị bản đồ về nhiệt độ trung bình năm. Các tiểu lưu vực có quãng nhiệt cao độ hơn là các vùng từ thượng nguồn xuống đến hợp lưu với sông Se Kamman - rất giống với phân bố lượng mưa. Có ba khu vực có nhiệt độ trung bình (26-27°C), các khu vực này ít nhiều khá tương thích với các vùng có lượng mưa thấp nhất.

Lưu vực Sê Kamman và hầu hết diện tích cao nguyên Bolevan (ngoài Se Pian) nằm ở vùng có nhiệt độ thấp nhất (21-22°C).

Hình 3-9: Bản đồ nhiệt độ trung bình năm theo tiểu vùng của lưu vực sông Mê Kông



3.7. Các vùng sinh thái

Các vùng sinh thái của Hạ lưu vực sông Mê Công (LMB) đã được Quỹ Quốc tế Bảo vệ Thiên nhiên Hoang dã (WWF) xác định trong một nghiên cứu trước đó. Đã xác định được tám vùng sinh thái chính có các dòng nhánh chảy qua, được thể hiện trong Hình 2-2, bao gồm các vùng:

- Rừng ẩm lá rộng cao độ cao (HEMBF)
- Rừng ẩm lá rộng cao độ trung bình (MEMBF)
- Rừng khô lá rộng cao độ trung bình (MEDBF)
- Rừng ẩm lá rộng cao độ thấp (LEMBF)
- Rừng khô lá rộng cao độ thấp (LEDBF)
- Đồng lũ, đất ngập nước hoặc hồ (FP)
- Rừng đầm lầy (SF)
- Rừng ngập mặn hoặc đồng bằng (MD)

Lưu ý rằng những vùng này không phản ánh độ che phủ rừng thực tế hoặc chất lượng của rừng ở các khu vực này, nhưng chúng cho biết các loại thực vật phát triển tự nhiên ở đó phụ thuộc vào vĩ độ, cao độ, đất và khí hậu nào. Điều này cũng sẽ xác định cho kiểu hệ sinh thái thủy sinh của các dòng nhánh.

Bộ dữ liệu được WWF Tiểu vùng Mê Công Mở rộng cung cấp. Các bộ dữ liệu này được hình thành vào năm 2005 trong khuôn khổ của việc phân loại các hệ thống sinh thái thủy sinh bao gồm cao độ, thảm thực vật, và độ ẩm ướt (nước-đất ngập nước-đồng bằng ngập lũ hay ngập mặn). Phương pháp phân tích được áp dụng dùng bốn mức cao độ, hai cấp độ khô hay ẩm ướt và một mức độ ngập lũ để xác định tám vùng sinh thái. Phần phân tích cũng bao gồm cả phần thượng lưu sông Mê Công ở Trung Quốc.

Trong lưu vực sông Sê Kông, đã xác định được năm vùng sinh thái: HEMBF, MEMBF, MEDBF, LEDBF và FP. Sự phân bố của các vùng sinh thái được thể hiện trong Hình 3-10, còn diện tích và phần trăm các tiểu lưu vực được trình bày trong Bảng 3-16.

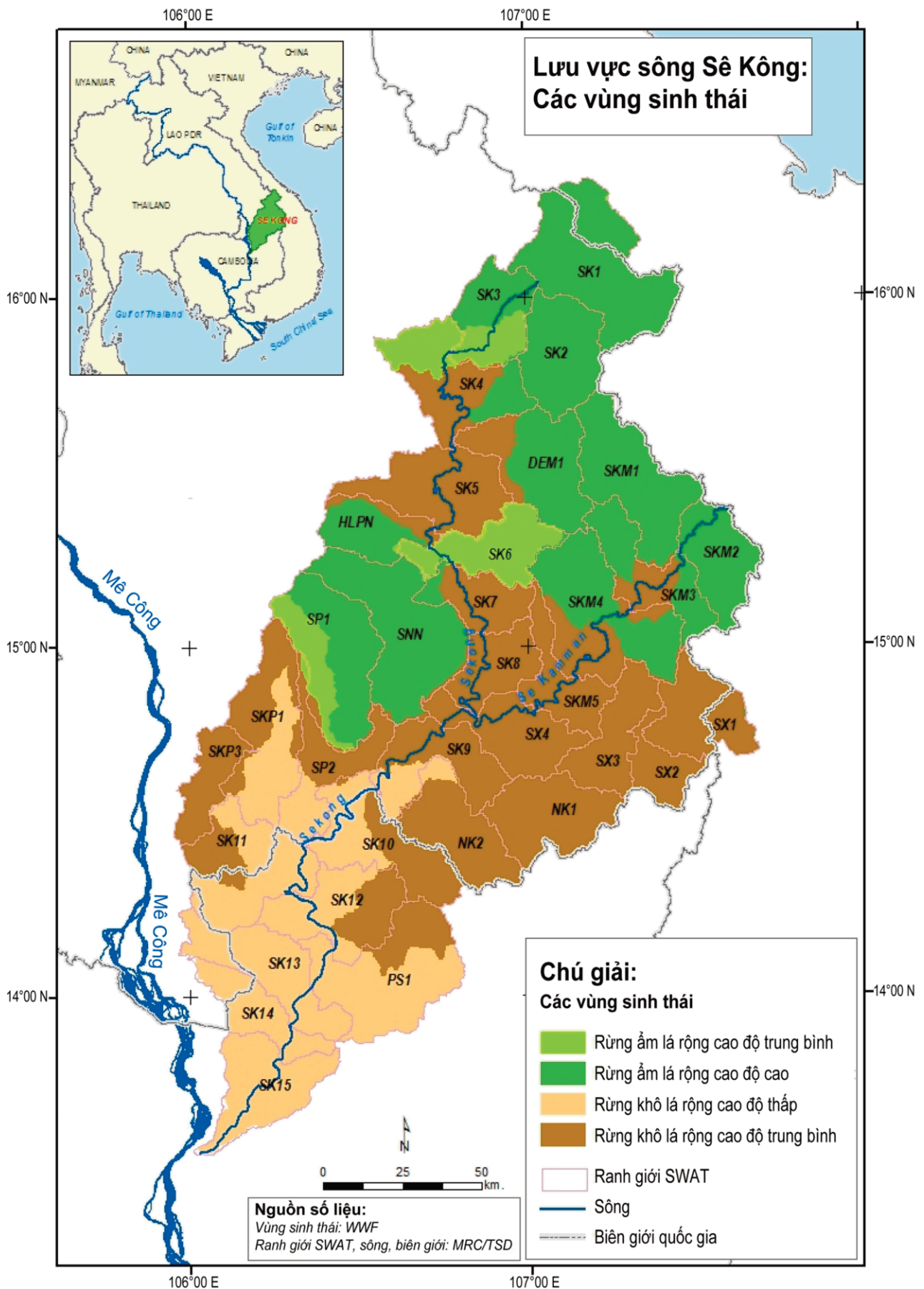
Sự phân bố chủ yếu theo các vùng cao độ với HEMBF chiếm hầu hết diện tích các tiểu lưu vực trên đầu nguồn cả hai sông Sê Kông và Se Kaman, và một vùng rộng lớn khác ở phía bắc và phía tây cao nguyên Bolevan. Những vùng này là các vùng MEMBF và MEDBF, phần lớn theo chế độ mưa. LEDBF chiếm phần hạ lưu vực Sê Kông, dưới hợp lưu với Nam Kng và chảy xuống Campuchia. Phần hạ lưu thuộc Se Khampho cũng thuộc vùng sinh thái này.

Bảng 3-18 bổ sung độ dài của từng cấp dòng chảy trong mỗi vùng sinh thái. Khía cạnh quan tâm nhất của bảng này là độ dài của dòng chảy chính trong mỗi vùng. Bảng 3-16 cho biết tỷ lệ chiều dài của dòng chảy chính nằm trong vùng MEDBF (44%), tiếp đến là LEDBF (36%), HEMBF (12%), và 8% trong MEMBF.

Bảng 3-16: Độ dài các cấp dòng chảy trên dòng chính sông Sê Kông theo từng vùng sinh thái

Vùng sinh thái	Chiều dài cấp độ dòng chảy				Tổng	% chiều dài
	3	4	5	6		
Rừng ẩm lá rộng cao độ cao	61,8				61,8	12,0
Rừng ẩm lá rộng cao độ trung bình	30,3	9,3			39,6	7,7
Rừng khô lá rộng cao độ trung bình	92,1	88,5	45,4		226,0	43,8
Rừng khô lá rộng cao độ thấp			187,4		187,4	36,3
Đồng lũ, đất ngập nước, hồ			0,2	0,9	1,2	0,2
Tổng	184,1	97,7	233,1	0,9	515,8	

Hình 3-10: Bản đồ các vùng sinh thái trong lưu vực sông Mê Kông



Bảng 3-17: Phân bố các vùng sinh thái i) toàn lưu vực Sê Kông và ii) trong từng tiểu vùng

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Rừng ẩm lá rộng cao độ cao		Rừng ẩm lá rộng cao độ TB		Rừng khô lá rộng cao độ TB		Rừng khô lá rộng cao độ thấp		Đồng lũ, đất ngập nước, hồ		Tổng
		km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²
DÒNG CHÍNH SÊ KÔNG												
1	Thượng nguồn Sê Kông	2,291,8	24,7	8,0	0,5							2,299,84
2	Sê Kông tại Kaleum	598,9	6,5	594,0	35,7	454,6	4,0					1,647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	14,3	0,2	662,0	39,8	939,8	8,2					1,616,1
6	Sê Kông trên Attapeu	71,6	0,8	8,9	0,5	938,0	8,2					1,018,5
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	0,9	0,0			1,318,3	11,5	195,0	3,3			1,514,2
10	Thượng Sê Kông, Campuchia					1,076,0	9,4	1,843,6	30,9	0,3	0,9	2,919,9
11	Hạ Sê Kông, Campuchia							2,148,7	36,0	26,1	90,2	2,174,8
CÁC PHỤ LƯU												
3	Dak e Meule	731,2	7,9	3,2	0,2	243,5	2,1					977,9
5	Houay Lamphan Ngai	395,6	4,3	9,3	0,6	135,7	1,2					540,5
7	Se Nam Noy	1,301,7	14,0	3,2	0,2	40,6	0,4					1,345,4
8	Se Pian	762,7	8,2	372,3	22,4	475,2	4,1	241,7	4,0			1,851,9
9	Se Khampho		-	0,9	0,1	981,8	8,6	506,6	8,5	2,6	8,8	1,491,9
13	Thượng Se Kamman	2,200,8	23,8		-	238,3	2,1		-			2,439,1
14	Hạ Se Kamman	891,3	9,6	0,9	0,1	1,014,2	8,8		-			1,906,4
15	Se Xou	5,3	0,1			1,719,8	15,0		-			1,725,1
16	Nam Kong					1,557,8	13,6	69,2	1,2			1,626,9
12	Prek Samang					348,3	3,0	969,7	16,2			1,318,0
	TỔNG	9,266,1		1,662,6		11,481,8		5,974,5		28,9		28,413,8

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Rừng ẩm lá rộng cao độ cao		Rừng ẩm lá rộng cao độ TB		Rừng khô lá rộng cao độ TB		Rừng khô lá rộng cao độ thấp		Đồng lũ, đất ngập nước, hồ		Tổng
		km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²	% LV Sê Kông	km ²
ĐỒNG CHÍNH SÊ KÔNG												
1	Thượng nguồn Sê Kông	2,291,8	99,7	8,0	0,3							2,299,84
2	Sê Kông tại Kaleum	598,9	36,4	594,0	36,1	454,6	27,6					1,647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	14,3	0,9	662,0	41,0	939,8	58,2					1,616,1
6	Sê Kông trên Attapeu	71,6	7,0	8,9	0,9	938,0	92,1					1,018,5
17	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	0,9	0,1			1,318,3	87,1	195,0	12,9			1,514,2
10	Thượng Sê Kông, Campuchia					1,076,0	36,9	1,843,6	63,1	0,3	0,0	2,919,9
11	Hạ Sê Kông, Campuchia							2,148,7	98,8	26,1	1,2	2,174,8
CÁC PHỤ LƯU												
3	Dak e Meule	731,2	74,8	3,2	0,3	243,5	24,9					977,9
5	Houay Lamphan Ngai	395,6	73,2	9,3	1,7	135,7	25,1					540,5
7	Se Nam Noy	1,301,7	96,8	3,2	0,2	40,6	3,0					1,345,4
8	Se Pian	762,7	41,2	372,3	20,1	475,2	25,7	241,7	13,0			1,851,9
9	Se Khampho			0,9	0,1	981,8	65,8	506,6	34,0	2,6	0,2	1,491,9
13	Thượng Se Kamman	2,200,8	90,2			238,3	9,8					2,439,1
14	Hạ Se Kamman	891,3	46,8	0,9	0,0	1,014,2	53,2					1,906,4
15	Se Xou	5,3	0,3			1,719,8	99,7					1,725,1
16	Nam Kong					1,557,8	95,7	69,2	4,3			1,626,9
12	Prek Samang					348,3	26,4	969,7	73,6			1,318,0
TỔNG		9,266,1	32,6	1,662,6	5,9	11,481,8	40,4	5,974,5	21,0	28,9	0,1	28,413,8

Lưu ý: Các tiểu lưu vực có tỷ lệ cao của từng vùng sinh thái được tô đậm

Bảng 3-18: Độ dài của từng cấp dòng chảy qua các vùng sinh thái

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất				Rừng ẩm lá rộng cao độ cao				Rừng ẩm lá rộng cao độ TB				Rừng khô lá rộng cao độ TB				Rừng khô lá rộng cao độ thấp						Đồng lủ, đất ngập nước, hồ						Tổng
					Cấp độ dòng - km				Cấp độ dòng - km				Cấp độ dòng - km				Cấp độ dòng - km												
1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6		
DÒNG CHÍNH SẾ KÔNG																													
1	Thượng nguồn Sế Kông				218,2	94,2	38,9																				351,3		
2	Sế Kông tại Kaleum				48,5	32,2	22,8	40,2		30,3			3,1	1,7	44,9												223,6		
4	Sế Kông trên thị trấn Sế Kông							65,9	8,1		6,9	95,3	39,3	47,2	0,1												262,8		
6	Sế Kông trên Attapeu					21,3			1,1		2,4	45,4	15,3	74,7													160,1		
17	Ngã ba sông Sế Kông/Se Kamman											211,4	34,0	63,6	13,7	44,5		19,9				9,9					397,0		
10	Thượng Sế Kông, Campuchia											150,8	14,6			0,9	174,0	35,6	20,9		101,8						498,5		
11	Hạ Sế Kông, Campuchia																322,3	92,2				75,7	2,6		0,2	0,9	493,9		
	TỔNG DÒNG CHÍNH				266,6	147,7	61,8	106,1	9,2	30,3	9,3	506,0	104,8	155,7	88,5	45,4	496,3	147,7	20,9	-	187,4	2,6	-	-	0,2	0,9	2.387,3		
CÁC PHỤ LƯU																													
3	Dak e Meule				118,2	1,4							29,4														148,9		
5	Houay Lamphan Ngai				77,0	20,3	37,8			1,7	0,3	43,5		8,7													189,3		
7	Se Nam Noy				129,7	10,8	A																				140,5		
8	Se Pian				104,8	38,5	12,2	80,8	5,9			36,7		28,2				11,7	44,9		1,2						364,8		
9	Se Khampho											162,6	16,8					36,5	25,9								241,8		
13	Thượng Se Kamman				254,7	106,7	9,1					1,2		32,2													403,9		
14	Hạ Se Kamman				116,1	13,4	12,1					111,9		68,2													321,7		
15	Se Xou											149,3	51,1	33,9													234,3		
16	Nam Kong											157,0	93,2					0,9	12,0								263,2		
12	Prek Samang												50,0					80,7	60,8		14,5						206,0		
	TỔNG CHO SẾ KÔNG				1.067,1	338,8	133,0	186,9	15,1	32,0	9,6	1.218,3	295,2	326,9	88,5	45,4	614,4	258,0	65,8	-	203,0	2,6	-	-	-	0,2	0,9	4.901,8	

Ghi chú: các ô đánh dấu là thuộc dòng chính

Chỉ số đa dạng sinh thái được sử dụng để thể hiện tính đa dạng của các vùng sinh thái có các dòng sông hoặc suối chảy qua. Chúng được tính như sau:

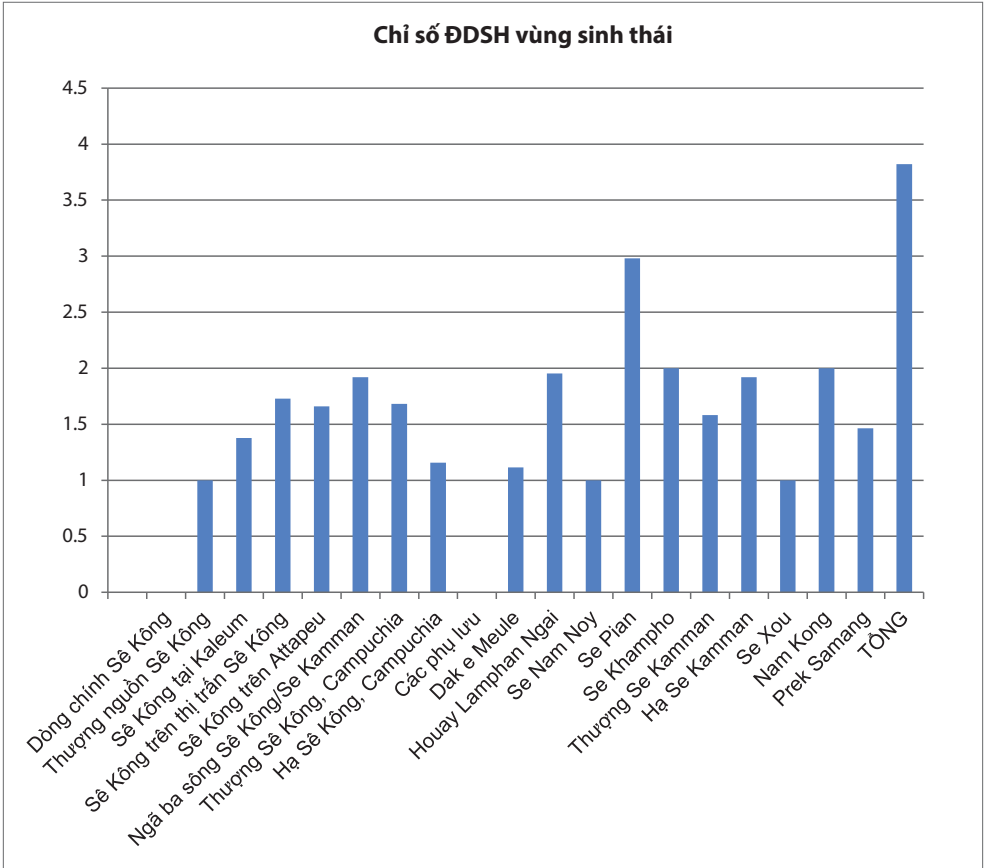
- 1. Tổng chiều dài của từng cấp dòng chảy của dòng nhánh chia cho số lượng các vùng sinh thái trong tiểu lưu vực.
- 2. Lấy tổng các kết quả của bước một cho từng cấp dòng chảy chia cho số lượng các cấp dòng chảy dòng thuộc tiểu lưu vực đó.
- 3. Chỉ số đa dạng vùng sinh thái có được bằng cách chia tổng chiều dài của tất cả các cấp dòng nhánh cho kết quả của bước hai. Thực chất đây là một tỷ số của hai chiều dài, mà các con số cao hơn thể hiện tính đa dạng cao hơn của các vùng sinh thái.

Các chỉ số đa dạng của vùng sinh thái cho từng tiểu lưu vực được thể hiện trong Bảng 3-19. Qua đó cho thấy, chỉ số chung cho lưu vực Sê Kông là ở mức 3,82.

Bảng 3-19: Chỉ số đa dạng sinh thái theo các lưu vực hợp nhất

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Chỉ số ĐDSH vùng sinh thái
Dòng chính Sê Kông		
1	Thượng nguồn Sê Kông	1,00
2	Sê Kông tại Kaleum	1,38
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	1,73
6	Sê Kông trên Attapeu	1,66
10	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	1,92
11	Thượng Sê Kông, Campuchia	1,68
17	Hạ Sê Kông, Campuchia	1,16
Các phụ lưu		
3	Dak e Meule	1,12
5	Houay Lamphan Ngai	1,95
7	Se Nam Noy	1,00
8	Se Pian	2,98
9	Se Khampho	2,00
13	Thượng Se Kamman	1,58
14	Hạ Se Kamman	1,92
15	Se Xou	1,00
16	Nam Kong	2,00
12	Prek Samang	1,46
	TỔNG	3,82

Hình 3-11: Chỉ số đa dạng sinh thái theo tiểu vùng



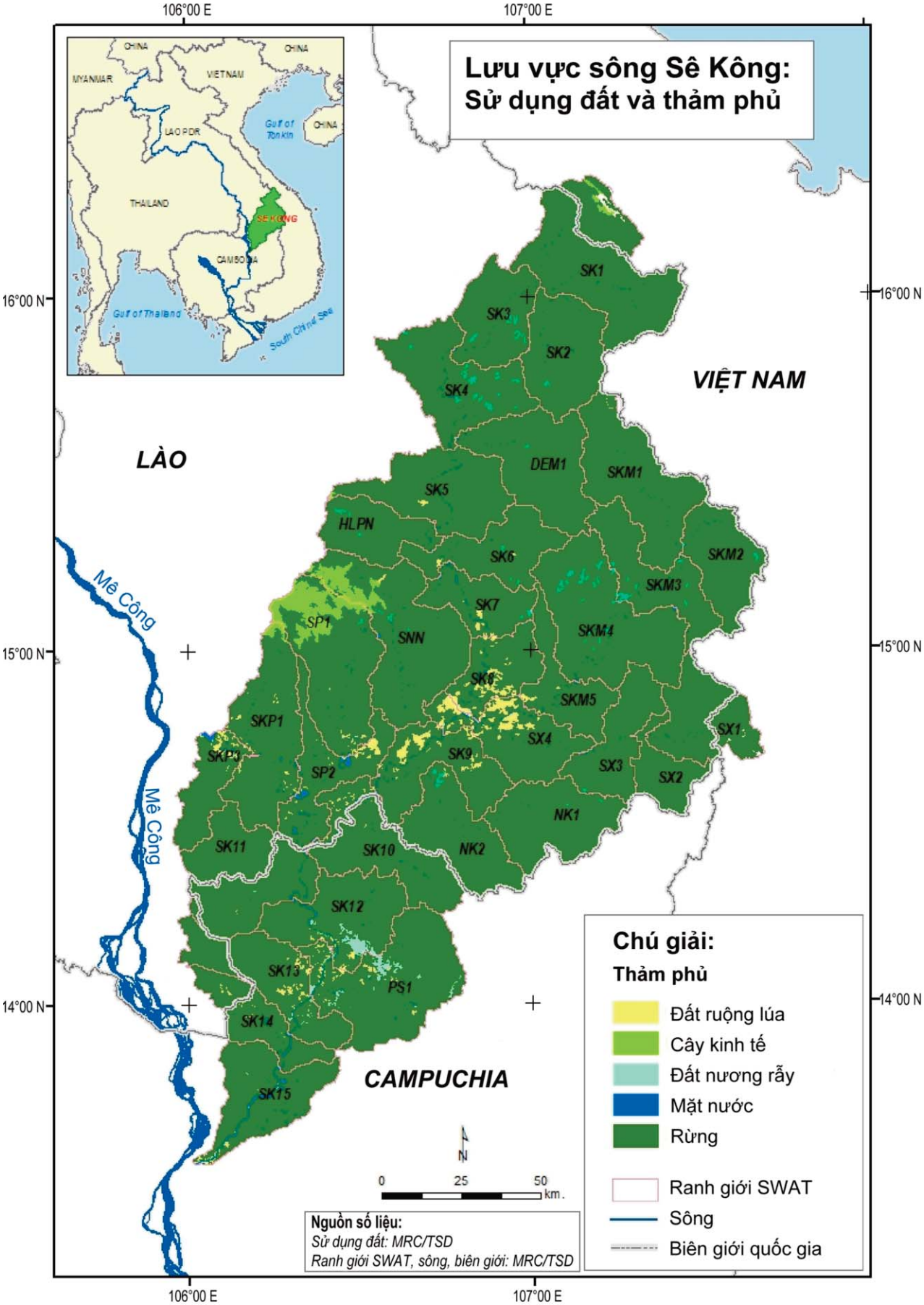
3.8. Sử dụng đất và độ che phủ rừng

Bản đồ sử dụng đất của lưu vực sông Sê Kông được thể hiện trong Hình 3-12 và các kết quả phân tích loại hình sử dụng đất và thảm phủ cho từng tiểu lưu vực trong lưu vực sông Sê Kông được thể hiện trong Bảng 3 20. Bảng 3-21 cho biết kết quả phân tích tương tự về các tỷ lệ của các loại hình sử dụng đất trong các tiểu lưu vực này.

Đặc điểm nổi bật của cách phân tích này là tỷ lệ rất cao diện tích rừng trong lưu vực Sê Kông.Tuy nhiên, các bộ dữ liệu tổng thể về sử dụng đất có thể so sánh được giữa ba nước thì rất khó tổng hợp và phiên bản này được lấy từ bộ dữ liệu năm 2003 do MRC biên tập. Trong thập kỷ vừa qua, lưu vực sông Sê Kông đã có những thay đổi đáng kể về sử dụng đất. Rất nhiều diện tích đất rừng đã hoặc đang bị suy thoái hoặc chuyển đổi sang mục đích cho nông nghiệp và nông lâm kết hợp, đặc biệt là ở Lào. Có nhiều chuyển nhượng về sử dụng đất phục vụ mục đích kinh tế diễn ra bên bờ phải của Sê Kông ở Campuchia. Vì thế các con số này cần được xem là thể hiện tình hình cách đây 10 năm, chứ không phải tình hình sử dụng đất hiện nay.

Trong lưu vực, đặc điểm về sử dụng đất nổi bật bao gồm sự tập trung các loại cây trồng ở phía sườn đông của cao nguyên Bolevan, nơi đổ nước vào sông Sê Kông, trồng lúa ở các vùng đất thấp của sông Sê Kông gần Attapeu, và có các vùng du canh ở phía đông của dòng sông tại Campuchia. Cũng thấy rõ các vùng nông nghiệp ở thượng nguồn của sông Sê Kông tại Việt Nam.

Hình 3-12: Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Mê Kông



Bảng 3-20: Thảm phủ/loại hình sử dụng đất trong toàn lưu vực sông Sê Kông

Mã	Tên lưu vực hợp nhất	Đất rừng		Ruộng lúa		Đất nông nghiệp		Cây kinh tế		Nương rẫy		Đầm lầy/Đất ngập nước		Mặt nước		Rừng ven sông		Khu đô thị/Phát triển đô thị		Khác		Tổng
		km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	km²	% LV	
Dòng chính Sê Kông																						
1	Thượng nguồn Sê Kông	2.232,1	8,2	-	-	12,0	100,0	15,2	3,8	1,7	1,0	-	-	6,5	3,9	-	-	-	-	-	-	2.267,4
2	Sê Kông tại Kaleum	1.609,5	5,9	-	-	-	-	-	-	30,1	17,3	-	-	7,7	4,7	-	-	-	-	-	-	1.647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	1.593,2	5,9	6,9	1,8	-	-	3,4	0,9	2,5	1,4	-	-	9,3	5,6	-	-	0,7	19,1	-	-	1.616,1
6	Sê Kông trên Attapeu	936,0	3,5	63,5	16,8	-	-	-	-	3,0	1,8	-	-	14,5	8,7	-	-	1,3	36,4	0,1	4,0	1.018,5
10	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	2.799,5	10,3	18,8	5,0	-	-	1,6	0,4	38,8	22,3	0,6	1,4	31,5	19,0	0,7	0,8	-	-	2,0	59,4	2.893,6
11	Thượng Sê Kông, Campuchia	2.006,8	7,4	36,5	9,6	-	-	1,1	0,3	4,5	2,6	9,4	21,6	28,4	17,1	75,0	79,7	-	-	0,6	16,8	2.162,2
17	Hạ Sê Kông, Campuchia	1.346,4	5,0	146,7	38,8	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	11,2	-	-	0,7	20,7	0,5	14,1	1.512,8
Các phụ lưu																						
3	Dak e Meule	975,7	3,6	-	-	-	-	-	-	1,0	0,6	-	-	1,1	0,7	-	-	-	-	-	-	977,9
5	Houay Lamphan Ngai	533,6	2,0	-	-	-	-	0,0	0,0	3,9	2,2	-	-	2,1	1,3	-	-	0,9	23,9	-	-	540,5
7	Se Nam Noy	1.219,5	4,5	2,6	0,7	-	-	115,0	29,1	2,9	1,7	-	-	5,4	3,2	-	-	-	-	-	-	1.345,4
8	Se Pian	1.552,1	5,7	32,0	8,5	-	-	236,4	59,9	1,1	0,6	19,8	45,4	9,6	5,8	-	-	-	-	-	-	1.851,0
9	Se Khampho	1.418,7	5,2	36,1	9,6	-	-	20,3	5,1	0,2	0,1	11,3	25,9	4,9	3,0	-	-	-	-	-	-	1.491,5
13	Thượng Se Kamman	2.524,7	9,3	1,4	0,4	-	-	1,0	0,3	13,5	7,8	-	-	5,5	3,3	-	-	-	-	-	-	2.546,1
14	Hạ Se Kamman	1.866,6	6,9	7,9	2,1	-	-	-	-	23,7	13,6	-	-	8,3	5,0	-	-	-	-	-	-	1.906,4
15	Se Xou	1.697,0	6,3	-	-	-	-	-	-	0,8	0,5	-	-	3,1	1,9	-	-	-	-	-	-	1.700,9
16	Nam Kong	1.590,1	5,9	2,1	0,6	-	-	-	-	7,3	4,2	-	-	3,1	1,9	-	-	-	-	-	-	1.602,5
12	Prek Samang	1.227,2	4,5	23,8	6,3	-	-	0,7	0,2	38,8	22,3	2,5	5,7	6,5	3,9	18,3	19,5	-	-	0,2	5,6	1.318,0
TỔNG		27.128,9		378,2		12,0		394,7		173,8		43,5		165,9		94,0		3,6		3,4		28.398,1

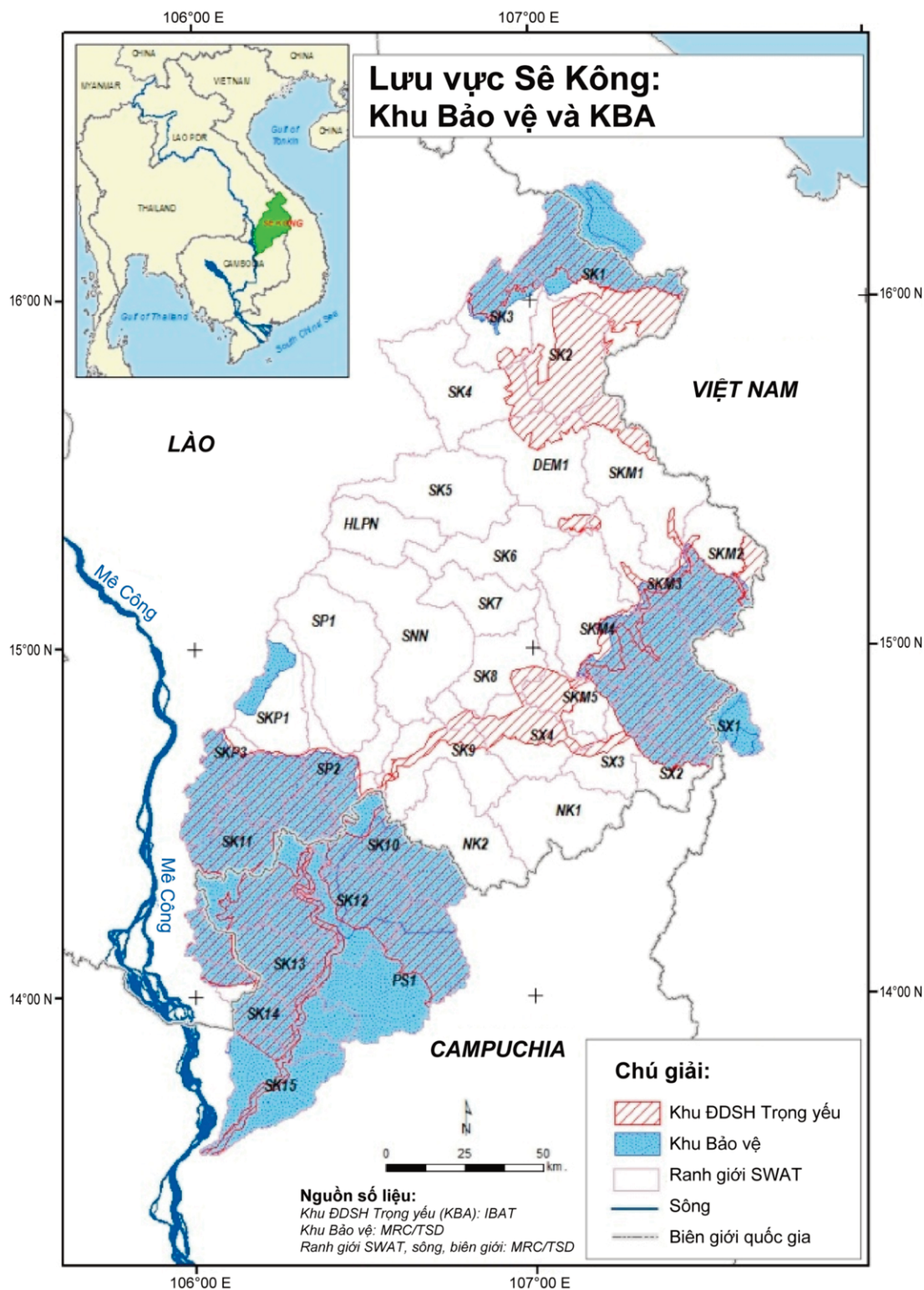
Bảng 3-21: Thảm phủ/loại hình sử dụng đất theo tiểu vùng

Mã	Tên lưu vực hợp nhất	Đất rừng		Ruộng lúa		Đất nông nghiệp		Cây kinh tế		Nương rẫy		Đầm lầy/Đất ngập nước		Mặt nước		Rừng ven sông		Khu đô thị/Phát triển đô thị		Khác		Tổng
		km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	km ²	% tiểu LV	
Dòng chính Sê Kông																						
1	Thượng nguồn Sê Kông	2.232,1	98,4	-	-	12,0	0,5	15,2	0,7	1,7	0,1	-	-	6,5	0,3	-	-	-	-	-	-	2.267,4
2	Sê Kông tại Kaleum	1.609,5	97,7	-	-	-	-	-	-	30,1	1,8	-	-	7,7	0,5	-	-	-	-	-	-	1.647,4
4	Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	1.593,2	98,6	6,9	0,4	-	-	3,4	0,2	2,5	0,2	-	-	9,3	0,6	-	-	0,7	0,0	-	-	1.616,1
6	Sê Kông trên Attapeu	936,0	91,9	63,5	6,2	-	-	-	-	3,0	0,3	-	-	14,5	1,4	-	-	1,3	0,1	0,1	0,0	1.018,5
10	Ngã ba sông Sê Kông/Se Kamman	2.799,5	96,7	18,8	0,7	-	-	1,6	0,1	38,8	1,3	0,6	0,0	31,5	1,1	0,7	0,0	-	-	2,0	0,1	2.893,6
11	Thượng Sê Kông, Campuchia	2.006,8	92,8	36,5	1,7	-	-	1,1	0,1	4,5	0,2	9,4	0,4	28,4	1,3	75,0	3,5	-	-	0,6	0,0	2.162,2
17	Hạ Sê Kông, Campuchia	1.346,4	89,0	146,7	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	1,2	-	-	0,7	0,0	0,5	0,0	1.512,8
Các phụ lưu																						
3	Dak e Meule	975,7	99,8	-	-	-	-	-	-	1,0	0,1	-	-	1,1	0,1	-	-	-	-	-	-	977,9
5	Houay Lamphan Ngai	533,6	98,7	-	-	-	-	0,0	0,0	3,9	0,7	-	-	2,1	0,4	-	-	0,9	0,2	-	-	540,5
7	Se Nam Noy	1.219,5	90,6	2,6	0,2	-	-	115,0	8,5	2,9	0,2	-	-	5,4	0,4	-	-	-	-	-	-	1.345,4
8	Se Pian	1.552,1	83,9	32,0	1,7	-	-	236,4	12,8	1,1	0,1	19,8	1,1	9,6	0,5	-	-	-	-	-	-	1.851,0
9	Se Khampho	1.418,7	95,1	36,1	2,4	-	-	20,3	1,4	0,2	0,0	11,3	0,8	4,9	0,3	-	-	-	-	-	-	1.491,5
13	Thượng Se Kamman	2.524,7	99,2	1,4	0,1	-	-	1,0	0,0	13,5	0,5	-	-	5,5	0,2	-	-	-	-	-	-	2.546,1
14	Hạ Se Kamman	1.866,6	97,9	7,9	0,4	-	-	-	-	23,7	1,2	-	-	8,3	0,4	-	-	-	-	-	-	1.906,4
15	Se Xou	1.697,0	99,8	-	-	-	-	-	-	0,8	0,0	-	-	3,1	0,2	-	-	-	-	-	-	1.700,9
16	Nam Kong	1.590,1	99,2	2,1	0,1	-	-	-	-	7,3	0,5	-	-	3,1	0,2	-	-	-	-	-	-	1.602,5
12	Prek Samang	1.227,2	93,1	23,8	1,8	-	-	0,7	0,0	38,8	2,9	2,5	0,2	6,5	0,5	18,3	1,4	-	-	0,2	0,0	1.318,0
	TỔNG	25.901,6	95,6	354,4	1,3	12,0	0,0	394,1	1,5	135,0	0,5	41,0	0,2	159,4	0,6	75,7	0,3	3,6	0,0	3,2	0,0	27.080,1

3.9. Khu Bảo vệ và các Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu

Như đã nêu ở phần trên, trong số tất cả các dòng nhánh của sông Mê Công, lưu vực sông Sê Kông có tỷ lệ cao nhất về số các Khu Bảo vệ và Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu (KBA). Hình 3-13 thể hiện các Khu Bảo vệ và các KBA ở lưu vực sông Sê Kông và Bảng 3-22 thể hiện sự phân bố của cả hai trong các tiểu lưu vực. Khoảng 39% diện tích của lưu vực thuộc các Khu Bảo vệ và 37% diện tích của lưu vực được xác định là nằm trong các KBA.

Hình 3-13: Bản đồ lưu vực sông Sê Kông thể hiện các Khu Bảo vệ và các Vùng Đa dạng Sinh học Trọng yếu



Bảng 3-22: Phân bố các Khu Bảo vệ và KBA trên các tiểu vùng sông Mê Kông

Mã	Tên tiểu lưu vực hợp nhất	Tổng diện tích	KBA		Khu Bảo vệ	
			km²	%	km²	%
1	Thượng nguồn Mê Kông	2.300	1.608,77	69,95	1.018,73	44,30
2	Mê Kông tại Kaleum	1.647	358,23	21,75	263,21	15,98
4	Mê Kông trên thị trấn Mê Kông	1.616		0,00		0,00
6	Mê Kông trên Attapeu	1.019	52,51	5,16		0,00
17	Ngã ba sông Mê Kông/Se Kamman	1.514	453,04	29,92	1,21	0,08
10	Thượng Mê Kông, Campuchia	2.920	2.260,16	77,41	2.870,97	98,33
11	Hạ Mê Kông, Campuchia	2.175	1.168,81	53,74	2.118,88	97,43
	Tổng cho dòng chính	13.191	5.901,52	44,74	6.273,01	47,56
Các phụ lưu						
3	Dak e Meule	978	204,03	20,86		0,00
5	Houay Lamphan Ngai	540		0,00		0,00
7	Se Nam Noy	1.345		0,00		0,00
8	Se Pian	1.852	394,04	21,28	376,81	20,35
9	Se Khampho	1.492	793,71	53,20	923,19	61,88
13	Thượng Se Kamman	2.439	869,22	35,64	541,94	22,22
14	Hạ Se Kamman	1.906	833,56	43,72	592,18	31,06
15	Se Xou	1.725	929,16	53,86	1.116,34	64,71
16	Nam Kong	1.627	18,59	1,14	7,38	0,45
12	Prek Samang	1.318	633,33	48,05	1.317,98	100,00
	TỔNG	28.414	10.577,16	37,23	11.148,83	39,24

Các khu bảo vệ của quốc gia được lưu trữ trên trang web IBAT:

Dong Ampham (Lào) - 2000 km ²
Phou Kathong (Lào) - 880 km ²
Xe Sap (Lào) - 1130 km ²
Phou Theung (Lào) - 1130 km ²
Cao nguyên Xe Khampho-Bolevan - 794 km ²
Xe Pian (Lào) - 2400 km ²
Virachey (Campuchia) - 3325 km ²

Các vùng đa dạng sinh học trọng yếu sau cũng đã được xác định, trong đó có một số khu mở rộng ra ngoài ranh giới của lưu vực sông Mê Kông:

A Lưới-Nam Đông (Việt Nam)	Xe Sap (Lào) - 137120 ha
Dong Ampham (Lào) - 180220 ha	Phou Kathong (Lào)
Thượng Xe Kamman (Lào) - 34780 ha	Phou Ahyon (Lào) - 148900 ha
Bình nguyên Attapeu (Lào) - 71400 ha	Nam Ghong (Lào)
Đông Bắc Bolevan (Lào)	Xe Pian (Lào) - 243100 ha
Khu Đất ngập nước Nong Khe (Lào)	Tây Siempang (Campuchia) - 13817 ha
	Virachey (Campuchia) - 432415 ha

4. THỦY VĂN

4.1. Dòng chảy trên sông Sê Kông

Trong các nghiên cứu về Quản lý dòng chảy tổng hợp lưu vực (IBFM) trên sông Mê Công, các tác giả Adamson và King đã soạn thảo một báo cáo để xác định các chỉ số chính của dòng chảy môi trường nhằm xác định được cả sinh thái và hình thái sông của các dòng nhánh (Adamson, Draft). Tài liệu này xác định được bốn mùa thủy sinh học được đo bằng sáu thông số thủy văn, cụ thể là:

1. Mùa dòng chảy khô/kiệt, thể hiện bằng:
 - a. Dòng chảy tối thiểu và ngày tháng
 - b. Lưu lượng trung bình ngày và mùa khô
 - c. Hệ số biến thiên của dòng chảy ngày trong mùa khô
2. Giai đoạn chuyển tiếp 1 giữa các dòng chảy dòng kiệt và dòng chảy cao (trên sông Mê Công thường trong một vài tuần vào tháng 5/tháng 6), được thể hiện bằng số lượng và cường độ của các đợt nước lên trước mùa lũ.
3. Mùa lũ/dòng chảy cao được thể hiện qua đỉnh lũ và lượng nước đổ về cao trên hoặc dưới lưu lượng trung bình
4. Giai đoạn chuyển tiếp 2 giữa mùa mưa và mùa khô, thường trong một thời gian ngắn từ một đến hai tuần vào giữa tháng 11, được thể hiện qua tốc độ dòng chảy giảm trung bình theo ngày ($m^3/ngày$).

Công trình nghiên cứu này tạo ra những ý tưởng ban đầu về định nghĩa các thông số dòng chảy cho sông Mê Công. Các số đo được sử dụng để xác định thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc của bốn mùa dòng chảy gồm (Adamson P. , 12/2006):

Mùa	Bắt đầu	Kết thúc
Mùa khô	Lưu lượng dòng chảy trung bình ngày (giảm) 1% hoặc ít hơn trong 15 ngày liên tục, thể hiện các điều kiện của dòng chảy nền	Lưu lượng ngày thấp nhất của mùa khô hiện tại xảy ra, thể hiện rằng lưu lượng dòng chảy tăng đáng kể và kết thúc mùa dòng chảy kiệt
Giai đoạn giao mùa 1	Cuối mùa khô	Bắt đầu mùa lũ
Mùa lũ	Lưu lượng ngày vượt quá lưu lượng trung bình năm ở lần đầu tiên	Ngày cuối cùng mà lưu lượng ngày xuống dưới mức lưu lượng trung bình năm
Giai đoạn giao mùa 2	Cuối mùa lũ	Bắt đầu mùa khô

Số liệu từ 3 trạm quan trắc thủy văn trên sông Sê Kông được lấy từ MRC bao gồm:

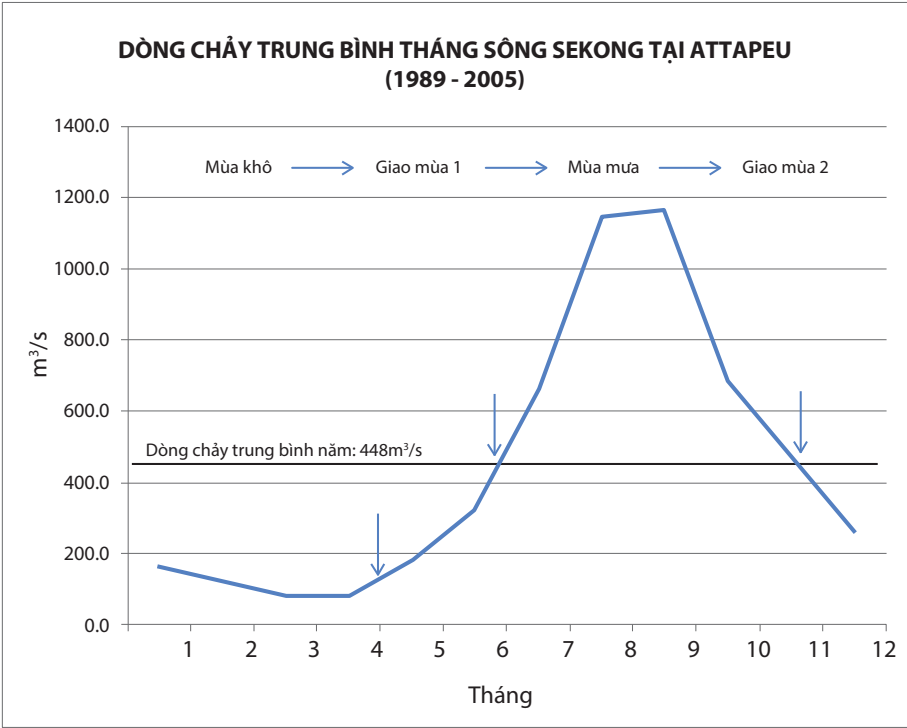
Mã	Trạm	Sông	Dạng số liệu	Vĩ độ	Kinh độ	Bắt đầu	Kết thúc
430102	Siempang	Sê Kông	QH	14.11678	106.39093	1965	1968
430105	Attapeu	Sê Kông	QH	14.8067	106.8433	1989	2005
430106	Khoueng Sekong	Sê Kông	QH	15.4333	106.7333	2001	2005
430106	Khoueng Sekong	Sê Kông	QH	15.4333	106.7333	2001	2006

QH = xả nước; HH = mức nước
Nguồn số liệu: MRC HYMOS

Các số liệu từ trạm Attapeu đại diện cho bộ số liệu toàn diện nhất về dòng chảy trên sông Sê Kông và chúng được sử dụng để chạy một số mô hình dòng chảy ban đầu. Đối với hai trạm quan trắc thủy văn còn lại, các bộ dữ liệu là quá ngắn để có thể sử dụng cho việc chạy mô hình Flow Health, vì mô hình này đòi hỏi phải có số liệu tham khảo ít nhất là 10 năm. Tuy nhiên, từ vị trí này có thể thấy rằng trạm lấy mẫu tại Attapeu nằm phía trên hợp lưu với dòng Se Kamman, và do đó không bao gồm các dòng chảy nhập vào Sê Kông sau đoạn này. Hình 4-1 cho thấy lưu lượng trung bình tháng của sông tại Attapeu có dòng chảy rất thấp từ tháng 2 đến tháng 4, nơi mà lưu lượng trung bình tối thiểu có thể chỉ được khoảng 80m³/s, và tăng dần từ tháng 5 đến tháng 8 khi đỉnh lũ đạt trung bình gần 1.200 m³/s. Dòng chảy trung bình năm được ước tính khoảng 448m³/s. Con số này cũng cho thấy sự dịch chuyển từ dòng chảy thấp, trong mùa khô qua giai đoạn mùa chuyển tiếp 1 kể từ đầu tháng 5, khi lưu lượng dòng chảy là gấp đôi so với dòng chảy tối thiểu (tức là khoảng 160m³/ giây) đổ vào giữa tháng 6, khi mà lưu lượng dòng chảy vượt qua mức trung bình năm 448m³/giây.

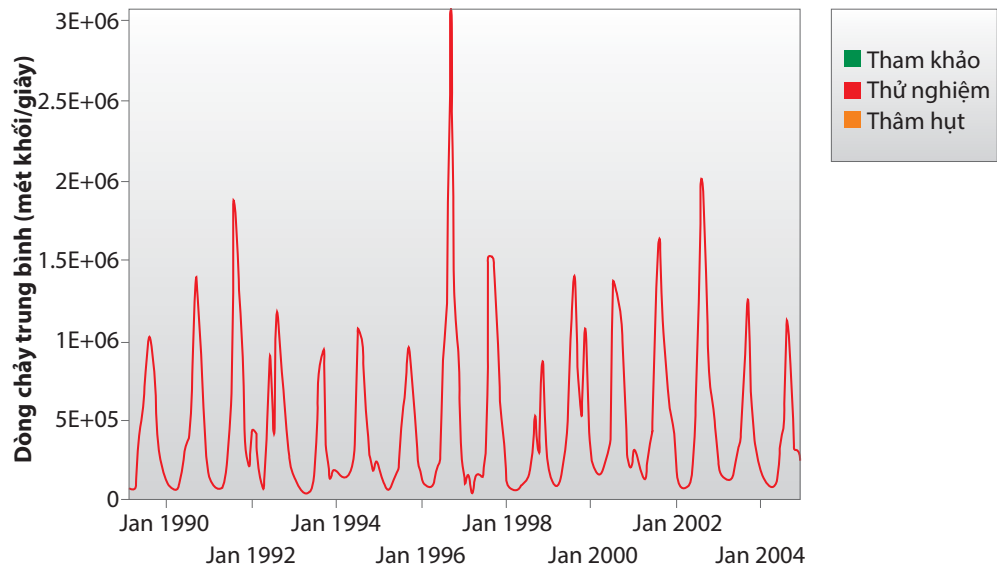
Vào mùa mưa, lưu lượng dòng chảy cao kéo dài từ giữa tháng 6 đến giữa tháng 11, thời điểm mà lưu lượng dòng chảy một lần nữa lại giảm xuống dưới mức trung bình năm và chuyển dịch vào giai đoạn chuyển tiếp mùa 2 kéo dài cho đến cuối năm. Thời gian chính xác của giai đoạn chuyển tiếp lần thứ hai này không hề dễ dàng dự đoán.

Hình 4-1. Dòng chảy trung bình tháng của sông Sê Kông tại Attapeu



Hình 4-2 cho thấy sự thay đổi hàng năm về lưu lượng dòng chảy trung bình tháng trong thời kỳ tham khảo. Từ biểu đồ này có thể thấy rằng có 3 năm có lưu lượng đỉnh vào tháng 8 là cao hơn bình thường đó là các năm 1991, 1996 và 2002. Có 2 năm (1993 và 1998) có lưu lượng đỉnh thấp nhất. Có 2 năm có lưu lượng dòng chảy tối thiểu trong tháng 3/tháng 4 thấp hơn so với bình thường vào các năm 1993 và năm 1997. Cũng có thể thấy rằng có một vài năm có 2 đỉnh lưu lượng dòng chảy cao, đó là trong các năm 1992, 1998, 1999.

Hình 4-2: Sự biến thiên theo năm của dòng chảy trung bình tháng (1989 – 2005)



Những thông số này là của dòng Sê Kông trên Attapeu, nơi có hợp lưu của dòng nhánh chính Se Kamman. Phân tích diện tích lưu vực (Bảng 4-1) thấy rằng trước khi hợp lưu với dòng Se Kamman, diện tích lưu vực phía trên Attapeu chỉ khoảng 33,2% tổng diện tích lưu vực, và dòng Se Kamman đóng góp 21,4% nên tổng cộng chiếm 54,6% của toàn bộ lưu vực. Khi đến biên giới giữa Lào và Campuchia, lưu lượng dòng chảy nhận nước từ 77,4% diện tích của lưu vực.

Tuy nhiên, không thể chỉ đơn giản làm một phép nhân lưu lượng dòng chảy tại Attapeu theo tỷ lệ diện tích lưu vực là có được lưu lượng dòng chảy ở cửa sông, bởi có sự khác biệt về lượng mưa phân bố. Tham chiếu đến Hình 3-8 cho thấy dòng Sê Kông trên Attapeu lấy nước từ nơi có độ ẩm ướt nhất của lưu vực, trong khi dòng Se Kamman lại đến từ một vùng khô hơn.

MRC tính toán tổng lưu lượng trung bình năm nhỏ nhất từ dòng Sê Kông là 998 m³/s, tức là hơn gấp đôi so với dòng chảy ở Attapeu. Điều này dẫn đến tổng lượng dòng chảy năm khoảng 32.000 triệu m³/năm so với khoảng 14.128 triệu m³/năm tại Attapeu.

Bảng 4-1: Phân tích diện tích tiểu lưu vực của sông Sê Kông

	Diện tích từng tiểu LV (km²)	Tổng diện tích lưu vực (km²)	% tổng lưu vực	Phụ lưu so với % lưu vực
Thượng Sê Kông	3.947,2	3.947,2	13,9	
Dak e Meule	977,9	4.925,1	17,3	3,4
Sê Kông trên thị trấn Sê Kông	1.616,1	6.541,2	23,0	
Houay Lamphan Ngai	540,5	7.081,7	24,9	1,9
Sê Kông trên Attapeu	1.018,5	8.100,2	28,5	
Se Nam Noy	1.345,4	9.445,6	33,2	4,7
Thượng Se Kamman	2439,14			
Hạ Se Kamman	1906,38			
Se Xou	1725,09			
Se Kamman	6070,61	15.516,2	54,6	21,4
Hợp lưu Sê Kông/Se Kamman	1.514,2	17.030,4	59,9	
Nam Kong	1.627,0	18.657,3	65,7	5,7
Se Khampho	1.491,9			
Se Pian	1.851,9			
Se Pian	3.343,8	22.001,1	77,4	11,8
Thượng Sê Kông, Campuchia	2.919,9	24.921,0	87,7	
Prek Samang	1.318,0	26.239,0	92,3	4,6
Hạ Sê Kông, Campuchia	2.174,8	28.413,8	100,0	
Tổng diện tích lưu vực		28.413,8		

4.2. Lũ và hạn hán

Các phân tích thủy văn nêu trên dựa vào các dữ liệu có sẵn không thực sự mô tả được hết các sự kiện lũ vì số liệu trung bình ngày được tính trung bình theo tháng và sau đó cho cả năm. Để hiểu được khả năng lưu lượng đỉnh, lưu lượng trung bình hàng ngày trong thời kỳ tháng 7 và tháng 8 năm 1996 (lưu lượng lớn nhất trong tập dữ liệu tham khảo) được nêu trong Hình 4-3. Điều này cho thấy rằng có một loạt trận lũ ở mức ngày càng cao dẫn đến đỉnh lũ cao đến gần 4.000 m³/giây vào ngày 06 tháng 8 năm 1996. Lưu lượng này gấp gần 3,4 lần so với lưu lượng tối đa trung bình tháng.

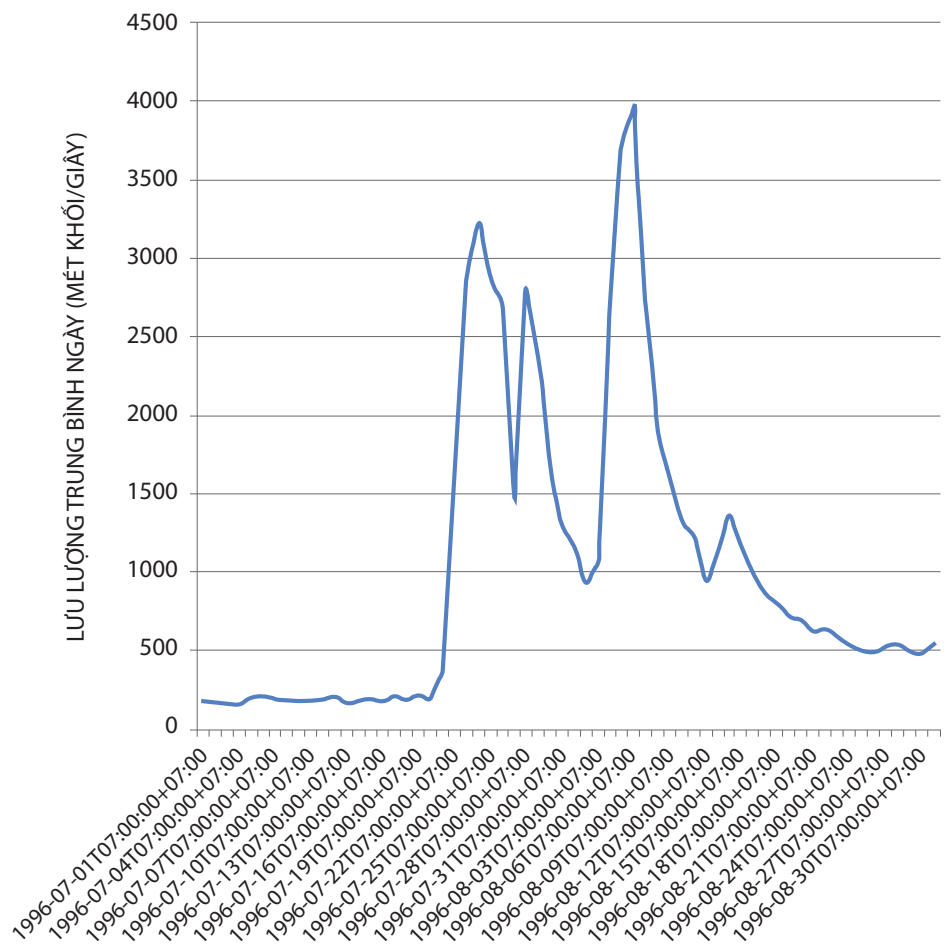
Ngược lại, lưu lượng ngày kiệt nhất xảy ra vào năm 1993 theo mức dòng chảy tối thiểu 16 m³/giây tại Attapeu vào ngày 11 tháng 4 năm 1993. Năm tiếp theo, khi dòng chảy rất thấp vào tháng 2 năm 1997, lưu lượng kiệt nhất ghi lại được là vào giữa 20 và 25 m³/giây.

Các bộ dữ liệu có sẵn không có các thông tin về các cơn bão nhiệt đới xảy ra gần đây, đặc biệt là cơn bão Khetsana đổ bộ vào cuối tháng 9 năm 2009, khi có lũ lụt lớn xảy ra ở sông Sê Kông và Se Kamman, với khoảng 90% diện tích của tỉnh Attapeu bị ảnh hưởng.

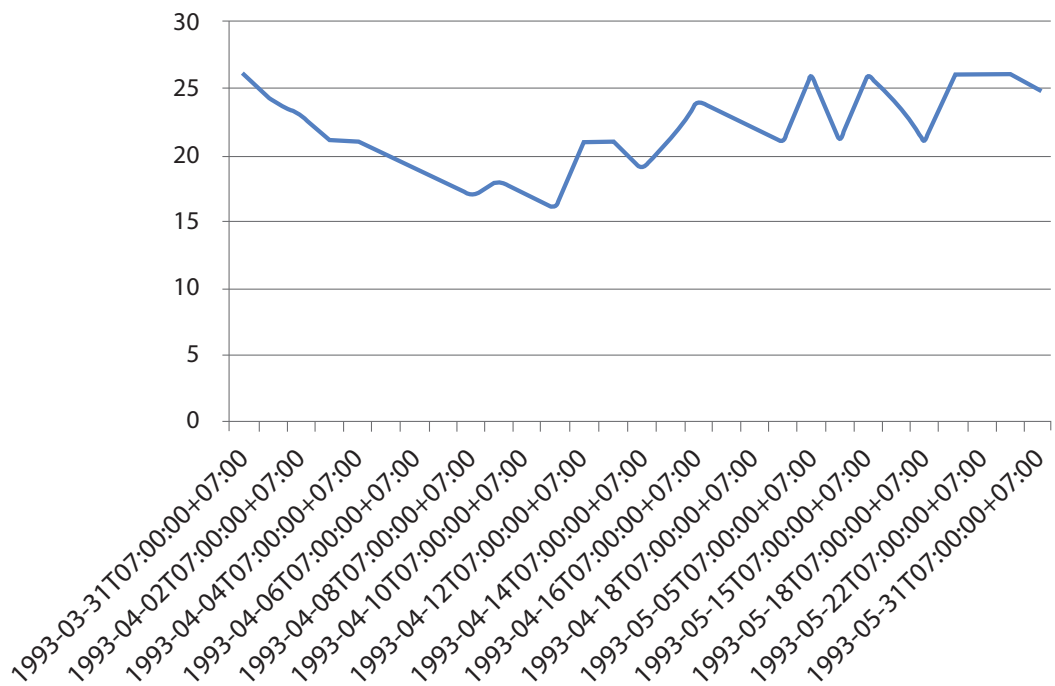
Gần đây Văn phòng Quản lý Thiên tai quốc gia (NDMO) của Lào đã xuất bản một loạt các bản đồ về nguy cơ lũ lụt và bão ở Attapeu và Sê Kông⁵. Chúng được thể hiện trong Hình 4-5 và Hình 4-6.

⁵ Trên trang pagebook của NDMO - <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=475778165780599&set=a.475778089113940.111041.212398375451914&type=1&theater>

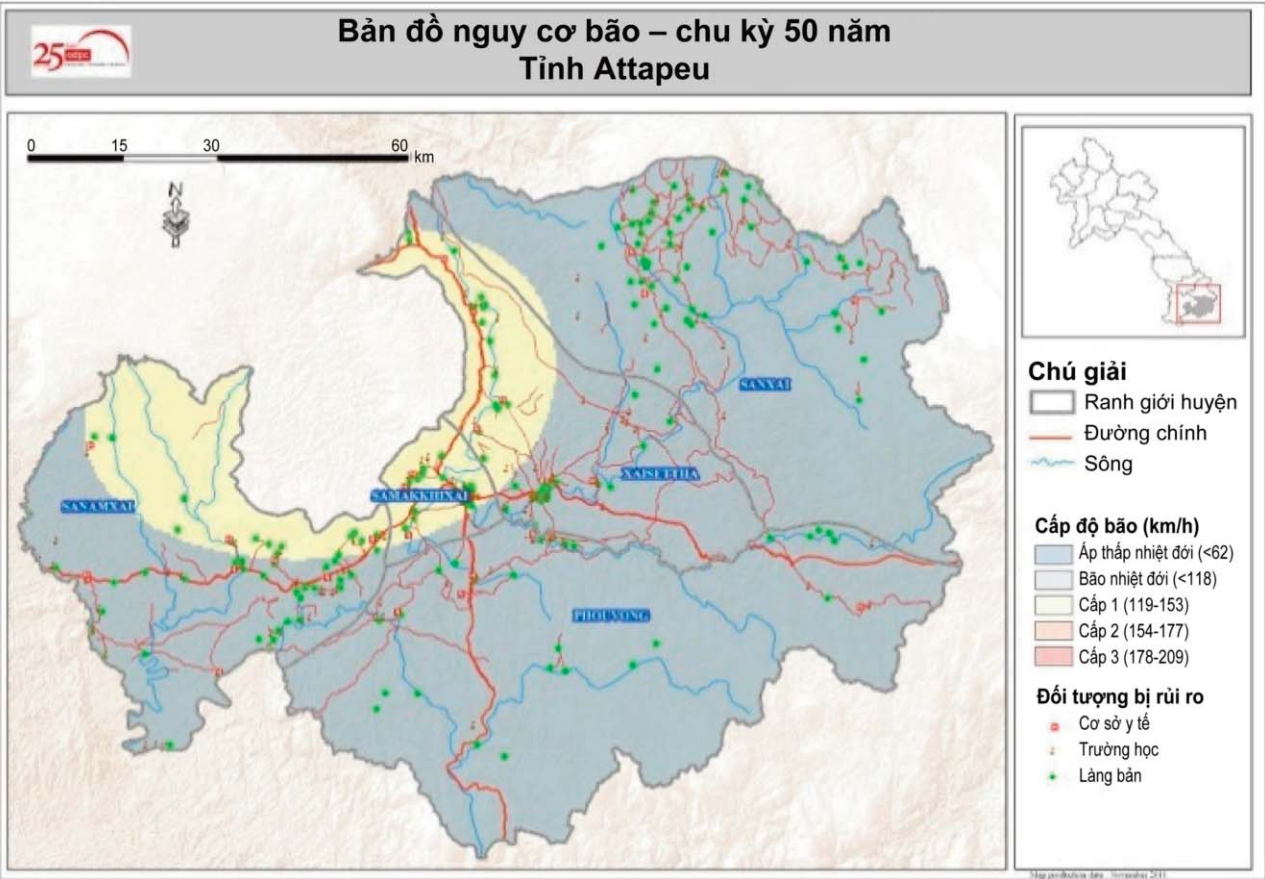
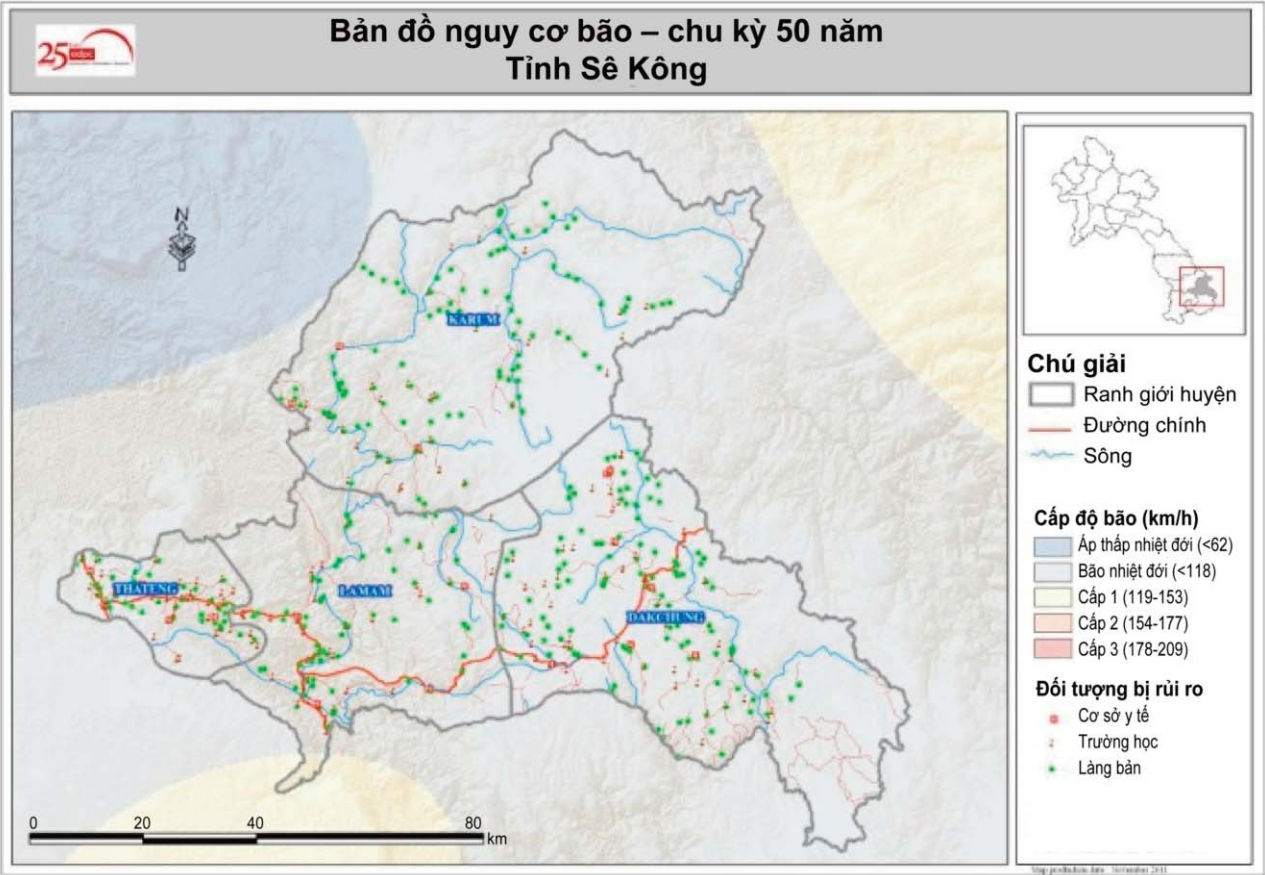
Hình 4-3: Lưu lượng đỉnh tại Attapeu, tháng 7 đến tháng 8 năm 1996



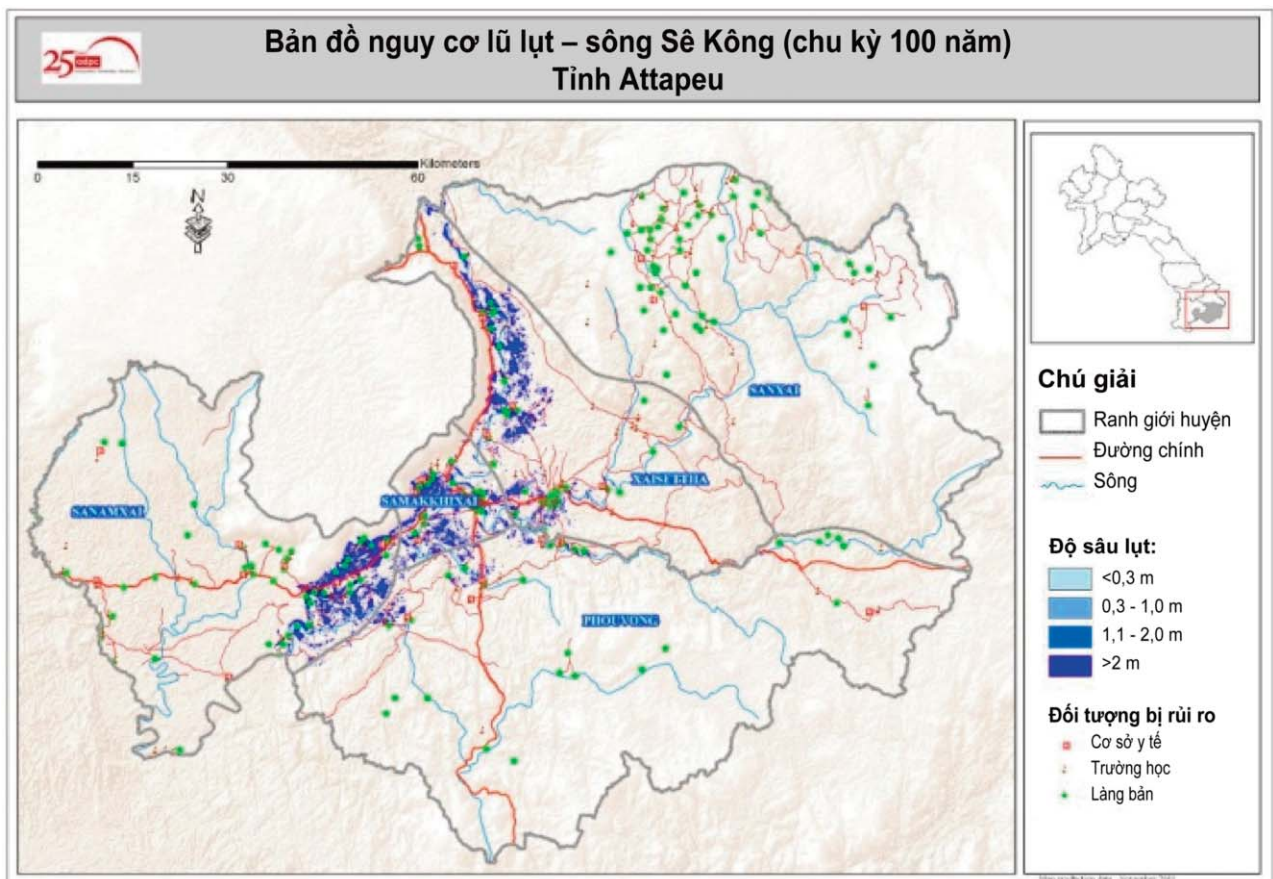
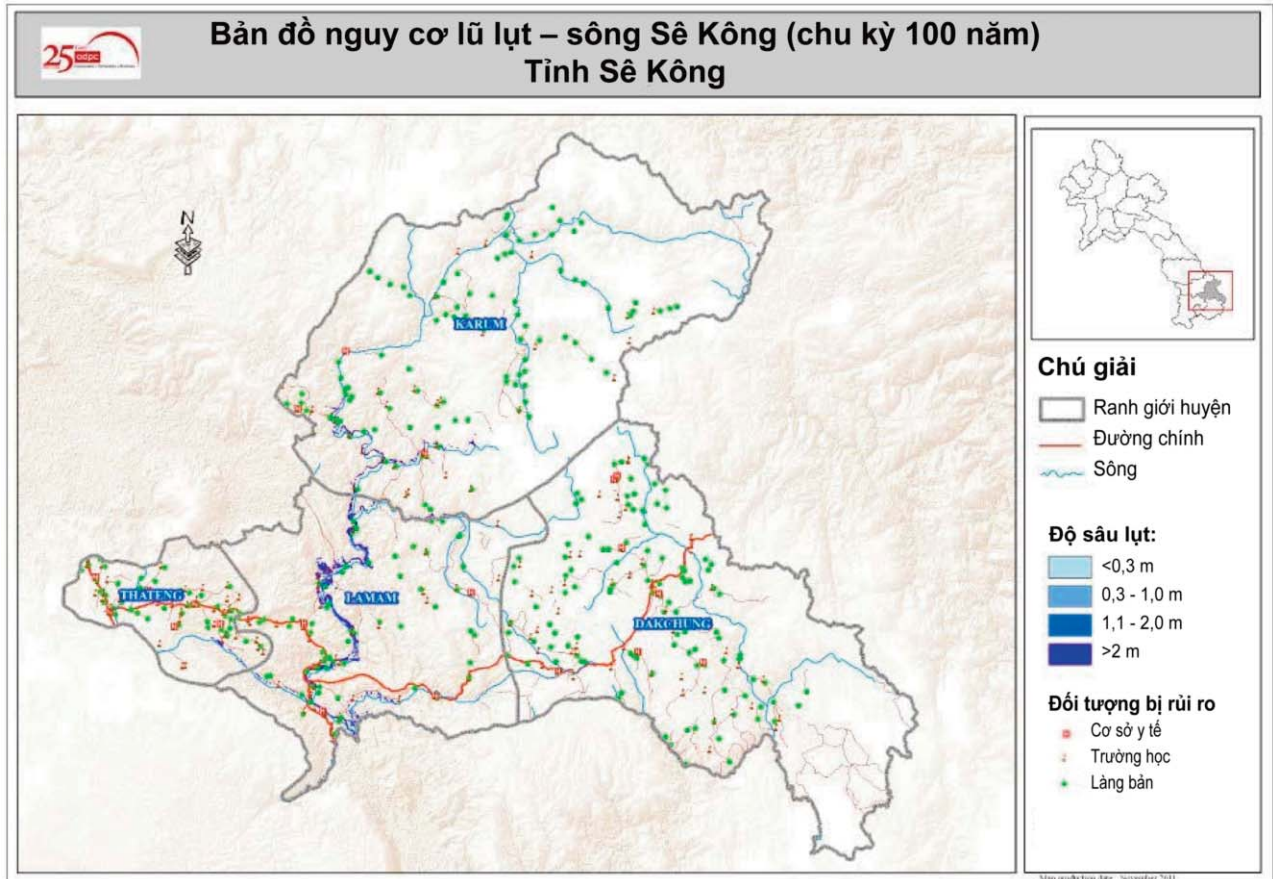
Hình 4-4: Dòng chảy kiệt nhất tại Attapeu vào tháng 4 năm 1993



Hình 4-5: Bản đồ rủi ro về bão - tần suất 2 % cho tỉnh Sê Kông (trên) và Attapeu (dưới)



Hình 4-6: Bản đồ rủi ro về lũ cho Sê Kông và Attapeu, tần suất 1%



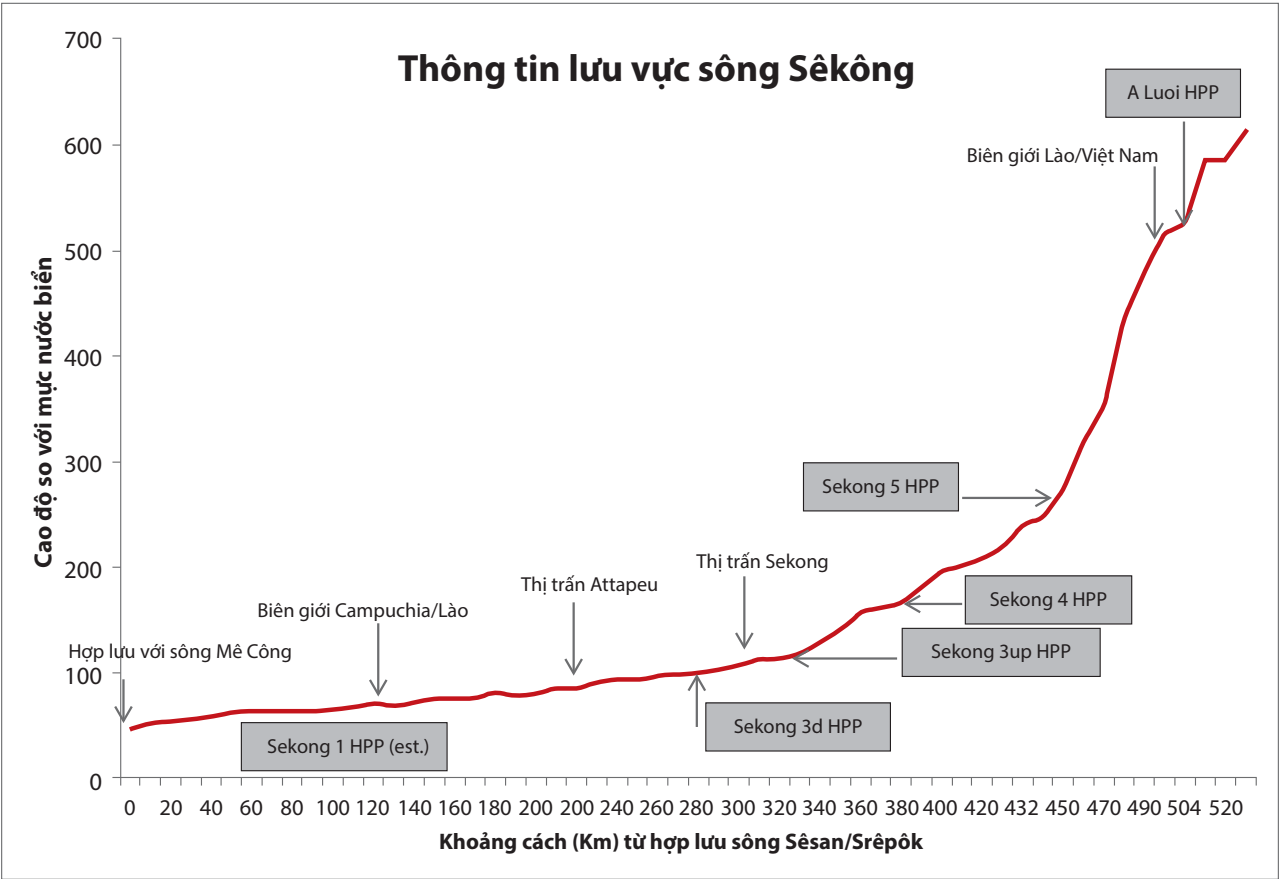
5. CÁC ĐẶC TÍNH CHÍNH CỦA SÔNG

5.1. Sông Sê Kông

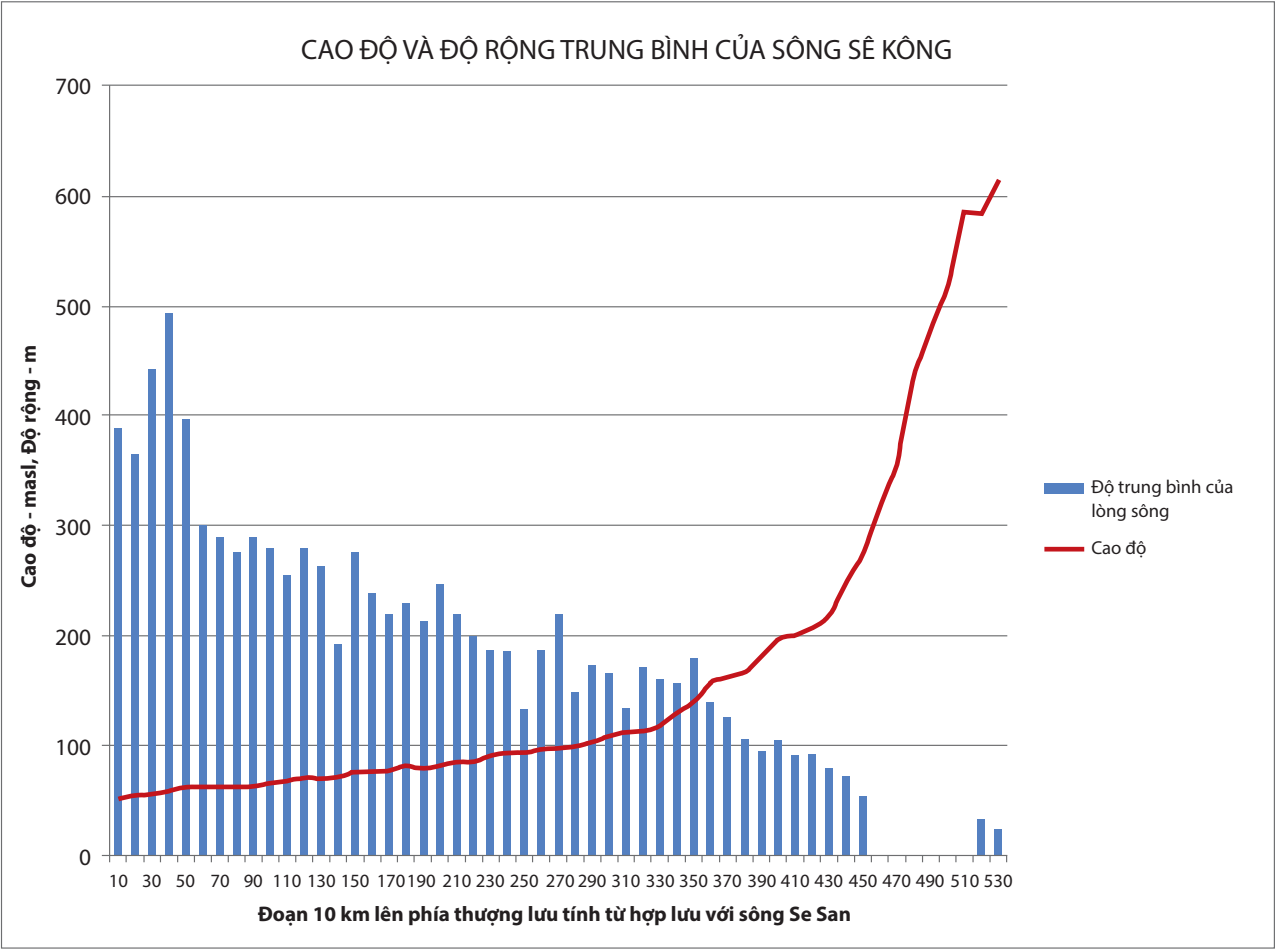
Các thông số về cao độ của sông Sê Kông được thể hiện trong Hình 5-1 cho biết các vị trí đường biên giới, các thị trấn chính và các con đập trên dòng chính. Kể từ hợp lưu với sông Sê San/Srêpôk, dòng sông trải dài trên hơn 530 km với cao độ từ khoảng 50 m đến hơn 600 m (so với mặt nước biển).

Hình 5-2 cho biết chiều rộng của sông giảm dần đi cùng với sự gia tăng về cao độ và khoảng cách với thượng lưu. Trong 50 km đầu tiên ở thượng nguồn từ điểm hợp lưu, chiều rộng của sông khoảng 400 m, sau đó giảm dần ở mức khá đồng đều với chiều rộng dòng sông khoảng 300 m ở 60 km tiếp theo, rồi còn khoảng 200 m trong 270 km tiếp nữa và chỉ còn rộng 100 m ở khoảng cách 400 km trở đi. Trên 400 km còn lại, chiều rộng của dòng sông giảm xuống dưới 50 m, cho đến khi dòng sông chảy đến vùng cao nguyên ở Việt Nam, dòng sông mới được mở rộng hơn và bằng phẳng hơn

Hình 5-1: Trắc dọc cao độ sông Sê Kông



Hình 5-2: Cao độ và độ rộng trung bình của sông Sê Kông

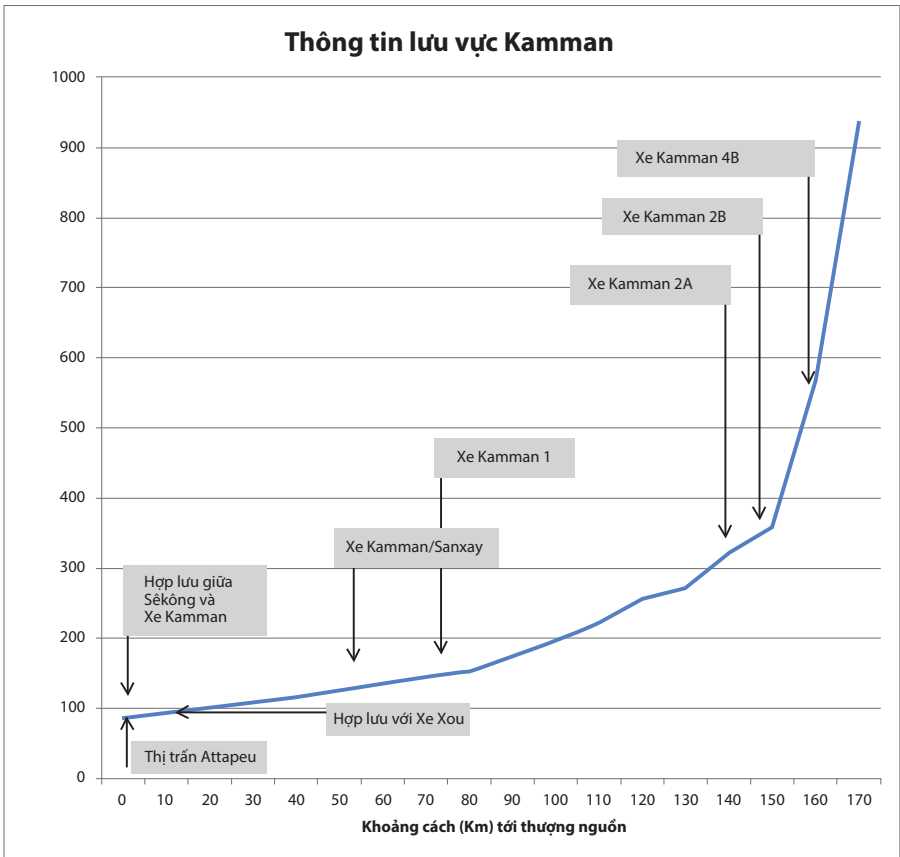


5.2. Sông Se Kamman

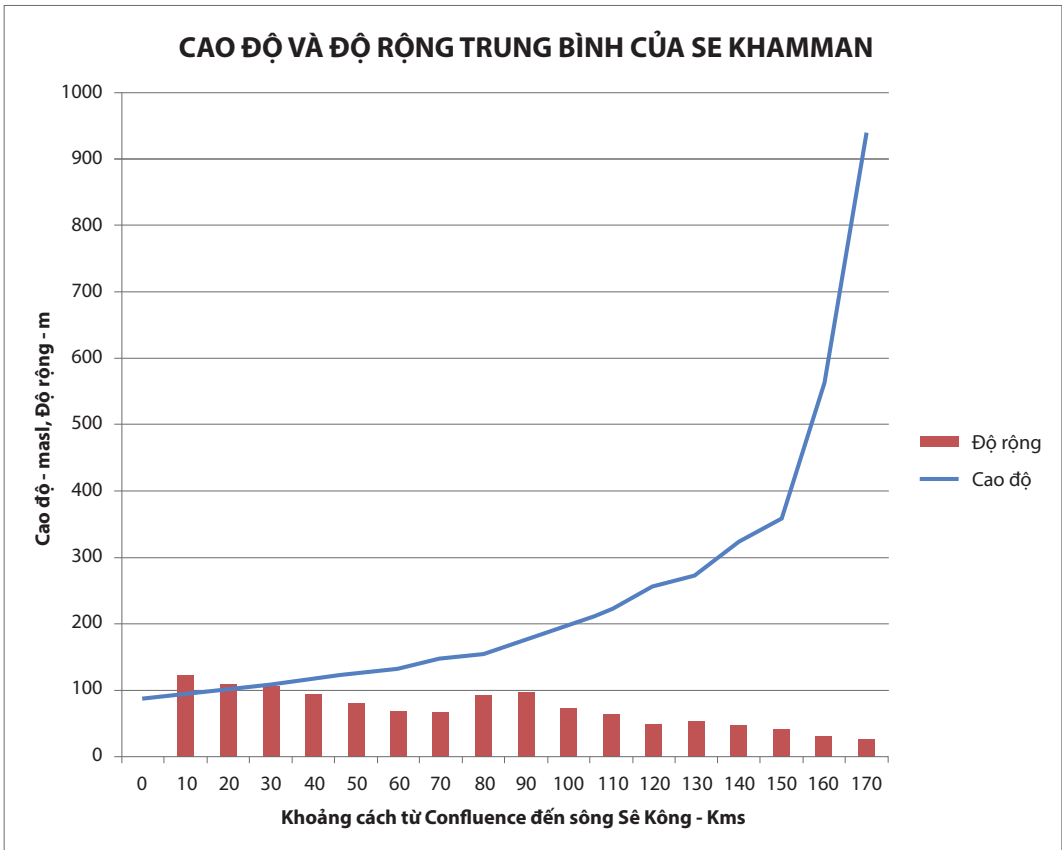
Các thông số cao độ của sông Se Kamman được thể hiện trong Hình 5-3. Sông Se Kamman đổ vào sông Sê Kông ở Attapeu tại km 220 ở cao độ khoảng 80 m (so với mặt biển). Sông Sê Sou gia nhập sông Se Kamman khoảng 14 km về phía thượng lưu của hợp lưu với sông Sê Kông ở cao độ khoảng 100 m. Dự kiến 55 km về phía thượng lưu sẽ có một đập điều tiết sông Se Kamman/Sanxay và với độ dốc tăng dần, có bốn dự án thủy điện nữa được dự kiến xây dựng trên cao độ 560 m. Nhà máy thủy điện Se Kamman 3 nằm bên dòng nhánh ở phía bắc trên Se Kamman 2B. Dòng Se Kamman có cao độ lên đến 940 m ở thượng lưu cách hợp lưu khoảng 170 km.

Hình 5-4 cho biết chiều rộng và cao độ của dòng sông, dao động từ chỉ hơn 100 m rộng tại hợp lưu với Sê Kông, hẹp dần xuống dưới 30 m ở đầu cuối. Đoạn giữa km 80 đến km 90, độ rộng của dòng sông tăng lên đến 100 m.

Hình 5-3: Thông số về cao độ của dòng Se Kamman



Hình 5-4: Cao độ và độ rộng trung bình của dòng Se Kamman



5.3. Sự khúc khuỷu của sông Sê Kông

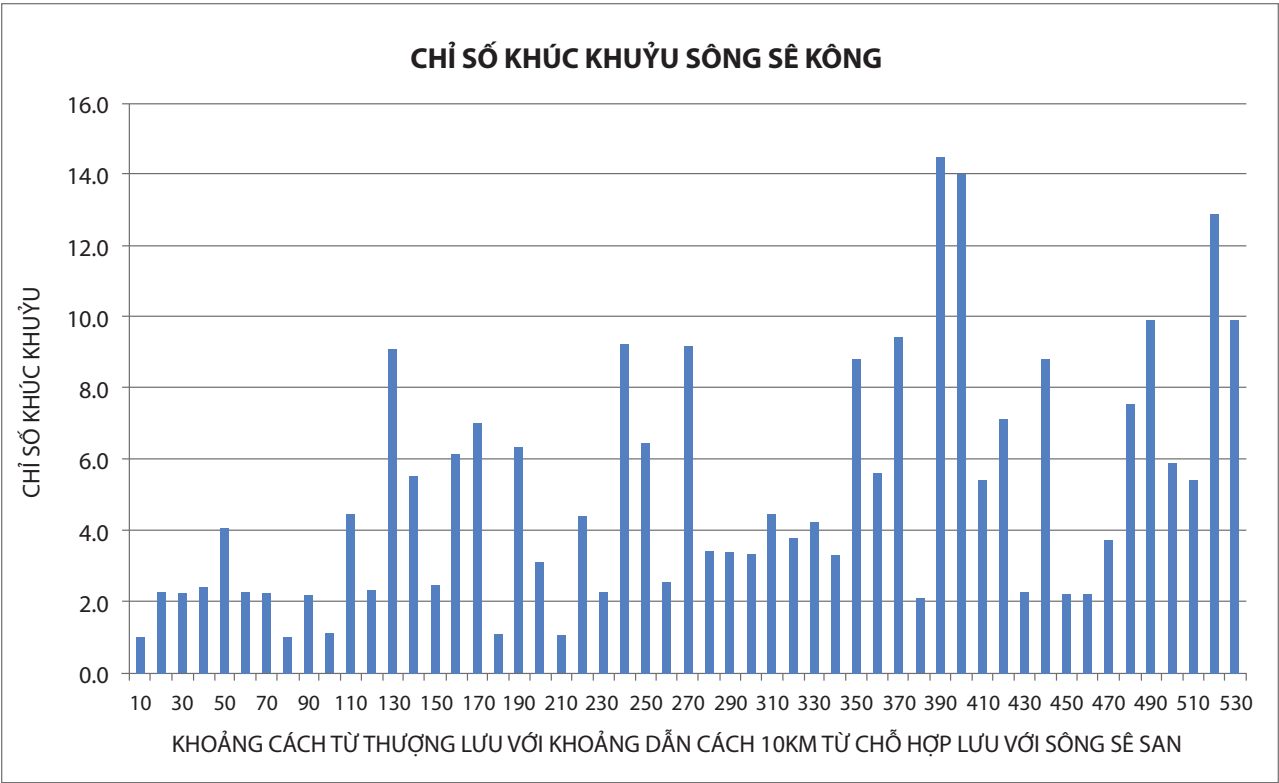
Độ khúc khuỷu của một con sông được đo bằng số đoạn cong chính của dòng sông. Chỉ số về độ khúc khuỷu được đánh dấu theo từng km trên bản đồ Google Earth và tính theo số đoạn có chiều dài 10 km, bắt đầu từ điểm hợp lưu của sông Sê Kông và sông Sê San. Trong từng đoạn 10 km sông, số đường cong lớn hơn 90° sẽ được đếm và khoảng cách trực tiếp giữa 10 km sông được đánh dấu. Chỉ số khúc khuỷu được tính theo công thức:

$$SI = (Số\ khúc\ cong > 90^{\circ} \times 10\ km\ khoảng\ cách\ đường\ sông) / khoảng\ cách\ trực\ tiếp\ giữa\ 2\ đầu\ dấu\ mốc\ cách\ nhau\ 10\ km$$

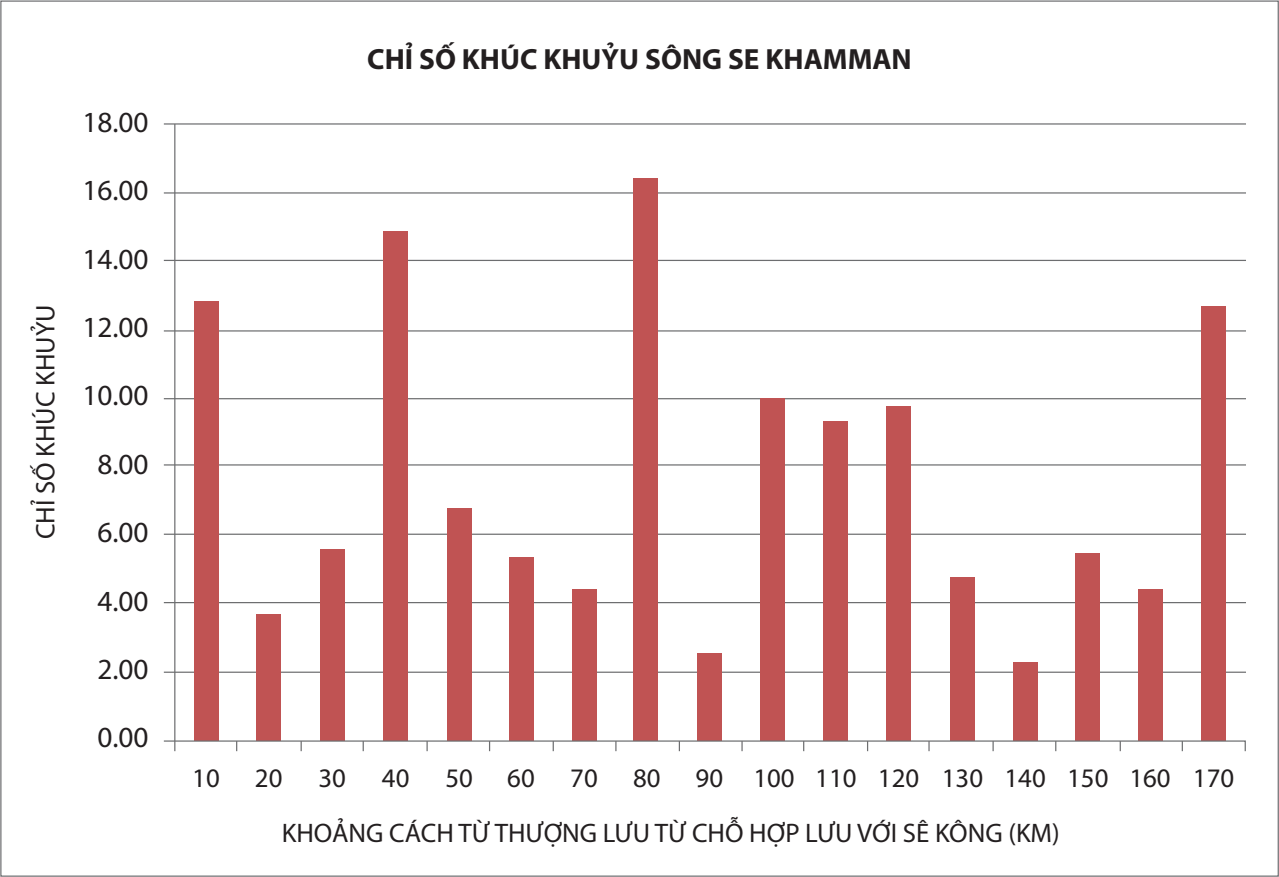
Phân tích độ khúc khuỷu cho thấy có sự gia tăng chung về độ khúc khuỷu trong các khoảng cách 10 km đường sông ở phía thượng lưu. Có thể thấy rõ rằng từ các vùng đất thấp ngược lên phía thượng lưu khoảng 100 km, độ khúc khuỷu thấp, chảy khá thẳng qua Campuchia. Từ km 100 đến km 220 (Attapeu) mức khúc khuỷu tính theo các đoạn sông dài 10 km có những mức khác nhau, khúc khuỷu nhất là ở các đoạn km 130, km 170 và km 190 hướng về thượng nguồn. Trên Attapeu, ở các đoạn trung lưu, độ khúc khuỷu khá thấp trừ một số đoạn uốn lượn đặc biệt tại km 240 và km 270. Với cao độ càng tăng, độ khúc khuỷu càng lớn, nhất là các đoạn ở km 390 và km 400 vì dòng sông chảy chảy qua các dãy núi. Trên vùng cao nguyên ở Việt Nam, dòng sông có nhiều điểm uốn lượn với tỷ lệ khúc khuỷu cao.

Độ khúc khuỷu của dòng Se Kamman biến đổi nhiều hơn với độ khúc khuỷu cao ở vùng đồng bằng Attapeu, đặc biệt tại các đoạn km 10, km 40 và km 80. Tại các nơi sông chảy qua núi, độ khúc khuỷu là rất khác nhau với mức cao đặc biệt tại những đoạn cao nhất.

Hình 5-5: Chỉ số khúc khuỷu của sông Sê Kông và sông Se Kamman



Hình 5-6. tiếp tục



5.4. Bản đồ đặc tính sông Sê Kông

Các kết quả quan trắc bằng Google Earth trên các sông Sê Kông và Se Kamman theo từng đoạn 10km kết hợp với các kết quả quan trắc theo từng km được thể hiện trong Bảng 5-1 cho dòng Sê Kông và trong Bảng 5-2 cho dòng Se Kamman.

Dọc theo sông Sê Kông, có thể phân biệt các đoạn gián đoạn như sau:

- **Vùng hạ lưu:** là vùng từ hợp lưu của sông Sê San với sông Srêpôk kéo dài cho đến km 210 - chủ yếu là vùng đồng bằng có một số đoạn có đá và cát. Ít có đá và các cồn cát/bãi cạn. Có một số vùng quan trọng có nét đặc điểm riêng, đặc biệt là các bãi cạn và vùng đất ngập nước ở km 30.
 - o Các điểm hợp lưu với sông Prek Samang và Xe Pian lần lượt tại km 60 và 150 km (cũng là điểm khởi đầu của biên giới Lào và Campuchia)
 - o Km 140 cũng rất là thú vị bởi vì có nhiều đá lộ thiên, máng đãi vàng, thác ghềnh và một số bãi giữa
 - o Tại km 190 km hợp lưu với dòng Nam Kong.
- Đoạn giữa km 210 km và km 230 là vùng chuyển tiếp tới điểm giao với sông Se Kamman tại Attapeu, có độ khúc khuỷu cao. Tại km 230, thị xã Attapeu là đô thị lớn nhất dọc sông Sê Kông.
- **Vùng trung lưu** kéo dài từ Attapeu tới km 340, ngay phía trên thị xã Sê Kông, là một vùng đô thị lớn khác (ở km 330). Vùng này có đặc trưng của sự kết hợp giữa đồng bằng, lòng sông có đá, cát với các tầng đá lộ thiên cỡ trung, các bão cát và các máng đãi vàng.

- o Các đoạn sông tại km 260 và km 270 có nhiều bãi giữa, đá lộ thiên và cát bồi, các máng đải vàng và ghềnh.
- o Các đoạn từ km 280 đến km 320 có nhiều nơi cát bồi, đặc biệt là tại các điểm uốn.
- **Vùng thượng lưu** bắt đầu với cao độ tăng lên kể từ dưới thị xã Sê Kông, tại km 340/350. Lòng sông có nhiều đá lộ thiên và cát bồi tại các cồn cát, bờ cát, các máng đải vàng và ghềnh thác. Có một vài hòn đảo.
 - o Thị trấn Kaleum tại km 410
 - o Từ km 450 trở đi, khó có thể quan trắc bằng Google Earth
 - o Từ biên giới Việt Nam tại km 500 và dòng sông chảy qua vùng đồi núi tới km 510
- **Vùng thượng lưu** ở Việt Nam từ km 530 xuống đến km 510. Những đoạn này có các khúc uốn cong có cát bồi, đá và cồn. Ở các đoạn này cát bồi rất nhiều.

Dòng Se Kamman được quan trắc từ km 60 phía thượng nguồn của hợp lưu với sông Sê Kông. Trong 50 km đầu, lòng sông là cát chảy quanh co với nhiều cồn và bãi cát bồi rộng. Sông Sê Xou nhập với dòng Se Kamman tại km 15. Vùng chuyển tiếp đến đoạn thượng lưu tính từ km 50 đến km 60, với sự bắt đầu của lòng sông có nhiều đá trên km 60, nơi có vị trí dự kiến xây dựng nhà máy thủy điện Se Kamman/Sanxay.

Bảng 5-1: Đặc điểm của các đoạn chia theo khoảng cách 10 km của sông Sê Kông

Đoạn 10 km	Khoảng độ cao	Độ rộng TB	Kiểu dòng chính			Cổ sự hiện diện diện của					Phụ lưu		Khu dân cư		Đặc tính
	m (svmb)	m	Dòng trống	Có đá	Có cát	Đá trôi	Bờ cát	Vùng nông	Giềnh	Cồn	Tả ngạn	Hữu ngạn	Tả ngạn	Hữu ngạn	
10	47-51	388	H		M	L			L	1			M	L	Cồn dài 2,5 km tại km số 9
20	51-54	366	H	L		L	L			1					Nhiều đá trong dòng chính ở km 20
30	54-56	442	M	M	M	H	M			5	1	1			Dòng bị chia bởi cồn lớn dài 2km ở km 30
40	54-59	494	H		L	M	L		L	2			L		Nhiều đá trong dòng chính ở km 40
50	59-63	397	H		L		L			1		1	L		Cồn cát ở km 43, có khả năng là nơi phát triển TD Sê Kông
60	63	299	H				L			1	1	1			
70	63-66	289	H											M	Làng bản và canh tác ở 2 bờ, Ban Huoy
80	63-66	276	H			L	L			2	1		H	H	Siempang ở cả 2 bờ, Prek Samang hợp lưu ở tả ngạn tại km 77
90	64-66	290	H										L	M	Trạm thủy văn Siempang
100	64-67	280	H	L						1	1			L	
110	66-69	256	H	L		L	L	L		1	1				
120	68-71	280	H	L		L	M	L	L	2		2		L	
130	69-70	263	H	H	L	L	M			3					Cồn, bãi cát trước km 120
140	70-71	193	L	M		H	L	H	M	5	1	1		L	Cồn 2 km cát có chỗ có rừng km 125
150	72-74	277	M		L	M	L	L	L	5	1				Nhiều đá hạn chế dòng chảy trong cả đoạn này
160	73-77	238	H			L					1			L	Biên giới Lào/CPC: Hợp lưu Se Pian/Se Khampho ở biên giới đoạn km 143. Giềnh và Khu Bảo tồn Cá (FCZ) ở km 145
170	77-78	220	H		L	L	L			1				L	Dọc biên giới
180	78-79	230	H			L				2	1			L	Các vùng sâu và giềnh
190	79-83	213	H			M	L			3	2			M	Vùng sâu và giềnh, Nam Kong nhập dòng bên tả ngạn ở km 189
200	84-82	247	H	L	L	M	L	L		3				L	Vùng sâu và cồn cát dài 1 km đối diện thị trấn Sanamxay ở km 194
210	81-85	220	H	L	L	L	M			5		1		L	Giềnh ở km 204
220	84-87	199	M	M		M	H	M	L	2				M	3 vùng sâu, 1 giềnh, các cồn và bờ cát ở các khúc quanh
230	86-87	187	M	M	M	L	H	L		1				H	1 vùng sâu và các bờ cát. Thị trấn Attapeu bên hữu ngạn
240	88-97	186	L		H	L	M			2	1			M	Thị trấn Attapeu. Hợp lưu với Xe Kamman. Vùng sâu. Trạm thủy văn Sattapeu.
250	96-97	133	L	M	M	L	M	M	L	1			L	L	Giềnh và vùng sâu gần km 250
260	96-97	187	H	L		M	H	H	L	5	1	4			2 vùng sâu, 1 giềnh, cồn dài 1 km
270	97-103	220	M	M		M	M	H	L	4	2			H	3 vùng sâu, 2 cồn cát lớn và các bờ cát ở các khúc quanh
280	101-102	149	M	L	H	L	M	H		1	1	2	L	L	1 giềnh, đường bộ từ Sê Kông đi Attapeu dọc theo hữu ngạn
290	104-105	173	M		H	L	M	M	L	1	1	1		L	1 vùng sâu, 2 giềnh, kênh thoát nước từ Thủy điện Houay Ho ở km 285. Điểm xây dựng Thủy điện Sê Kông 3 ở km 290.
300	107-112	166		L	M	H	M	M	M	2				L	3 vùng sâu, 2 giềnh, 1 FCZ
310	112-114	135	L	M	M	L	M	M	L	1	1	1			3 vùng sâu, hợp lưu với Xe Katam ở km 304
320	113-116	171	L	M	M	H	H	L		2		1		M	5 vùng sâu, 1 giềnh. Hợp lưu với Houay Lamphan Ngay bên hữu ngạn ở km 313
330	114-122	161	L	M		M	H	M	L	1	1			H	2 vùng sâu, 1 giềnh. Thị trấn Sê Kông bên hữu ngạn
340	122-130	156	L	H		H	L	H	M		2			L	Đá hạn chế dòng chảy. Điểm xây dựng Thủy điện Thượng Sê Kông 3 ở km 342
350	134-145	180		H		M	M	H	M		1	3		L	Dòng chảy nhiều đá, nhiều giềnh, Keng Louang, 3 vùng sâu, thác Keng Tang ở km 350
360	146-160	140		H		H	M	H	H		2	1		L	3 giềnh, 2 vùng sâu nơi sông bắt đầu ra khỏi vùng đồi núi. Nơi đề xuất Thủy điện Sê Kông 4 ở km 367
370	159-162	126		H		H	H	H	H		2			L	3 vùng sâu, 3 giềnh. Hợp lưu với Dak-e-Meule ở km 368 bên tả ngạn
380	168-176	106		H		H	M	H	H					L	Đá hạn chế dòng chảy, nhiều giềnh, với vùng sâu ở thượng nguồn.
390	176-189	95		H		H	H	H	M		2			L	4 vùng sâu, 1 giềnh, nhiều bờ cát ở các khúc quanh
400	199-202	105		H	L	M	H	M	M	1	2	1		L	3 giềnh, 1 vùng sâu, nhiều bờ cát ở các khúc quanh
410	195-212	91		M	M	M	H	L	L		1	3		L	Thị trấn Kaleum bên hữu ngạn. 1 vùng sâu 1 giềnh
420	208-214	92		H		H	H	H	H	1	2	2		M	4 giềnh 2 vùng sâu
430	233-258	79		H		H	M	H	H			1		L	1 vùng sâu, dòng chảy nhiều đá, giềnh
440	254-267	73		H		H	H	H	H		1	1		L	Dòng chảy nhiều đá và cát lắng tụ ở các khúc quanh
450	284-326	54		H		H	L	H	H		1			L	Điểm đề xuất Thủy điện Sê Kông 5
460				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh
470				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh
480				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh
490				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh
500				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh, biên giới Lào/Việt Nam
510				H											Dòng chảy nhiều đá và giềnh. Thủy điện A Lưới ở km 502
520	553- 562	33		M	M	H	H	H	L	1	1	1		M	Sông cao nguyên quanh co, cát bồi tụ, nhiều giềnh. Thị trấn Hồng Quảng bên hữu ngạn. Đường giao thông dọc theo sông bên hữu ngạn
530	562- 572	24	L		H	M	H	H	M	2				L	Sông cao nguyên quanh co, cát bồi tụ, nhiều giềnh.

Bảng 5-2: Đặc điểm của các đoạn chia theo khoảng cách 10 km của sông Se Kamman

Đoạn 10 km	Khoảng độ cao	Độ rộng TB	Kiểu dòng chính			Có sự hiện diện diện của					Phụ lưu		Khu dân cư		Đặc tính
	m (svmb)		Dòng trống	Có đá	Có cát	Đá trời	Bờ cát	Vùng nông	Ghềnh	Cồn	Tả ngạn	Hữu ngạn	Tả ngạn	Hữu ngạn	
10	91-97	123	L		H		M			4				H	Thị trấn Attapeu, hợp lưu Sê Kông, huyện Xaisi ở km 10
20	97-101	128			H		H			3	1		L	M	Hợp lưu với Xe Xou ở tả ngạn. Thị trấn Xaisetha bên hữu ngạn ở km 20
30	105-110	118			H		H			3			L	L	Cồn có thảm thực vật, đường và cầu với các dấu hiệu bị tác động bởi hoạt động xây dựng. 1 vùng sâu
40	110-115	102			H		H	L	L	1		1	L	M	Các làng bản và đất canh tác nhỏ. Cồn cát lớn. 1 vùng sâu, 1 ghềnh
50	119-122	80	H	L	L		M			1	2			L	
60	122-125	70	L	M		M	H	L	L	3					Đã hạn chế dòng chảy. Nơi đề xuất thủy điện Se Kamman Sanxay ở km 56

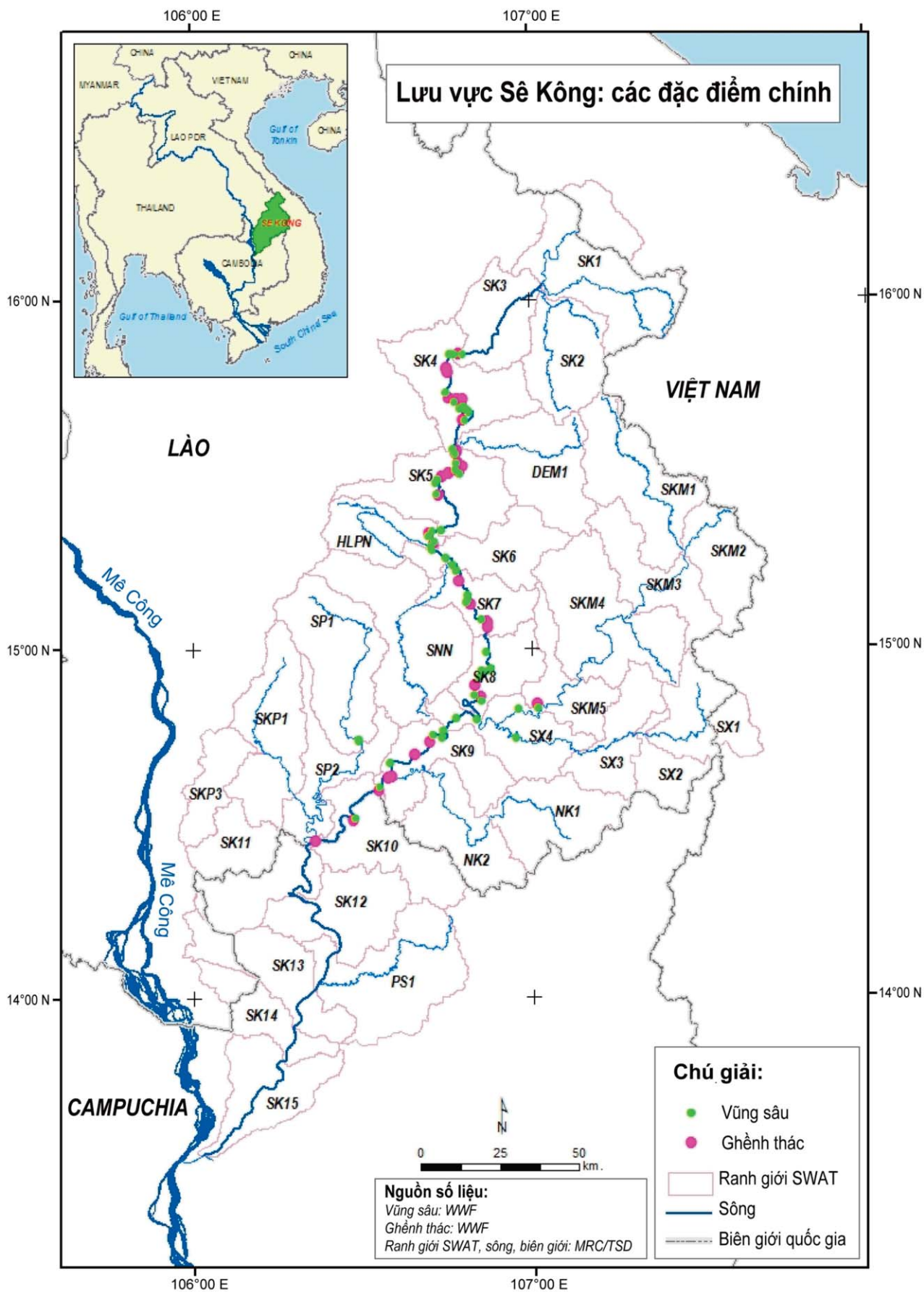
5.5. Ghềnh thác và các vùng nước sâu

Thác ghềnh và các vùng nước sâu là các đặc điểm địa mạo quan trọng có ý nghĩa đối với các chức năng về sinh thái. Ghềnh thác có ý nghĩa quan trọng đối với sự lưu thông của nước và có thể cản trở sự di cư của cá và giao thông thủy. Các vùng nước sâu là những nơi cư trú quan trọng cho loài cá lớn trong mùa khô. Ghềnh thác và các vùng nước sâu đã được WWF đánh dấu trong Hình 5-7. Bản đồ chi tiết hơn về các đoạn sông được nêu ở Phụ lục 1.

Kích thước của các vùng nước sâu được thể hiện trong Bảng 5-3. Diện tích của những vùng nước sâu này rộng từ 0,5 ha đến 20 ha, trung bình khoảng 4,2 ha. Vùng nước sâu nhất là 25 m, ở vùng thượng nguồn, trong khi độ sâu trung bình là 8 m.

Chưa lập bản đồ ghềnh thác và các vùng nước sâu ở Campuchia, mặc dù có thể sử dụng hình ảnh Google Earth để xác định các vị trí này.

Hình 5-7: Ghềnh thác và các vùng nước sâu trên dòng chính sông Mê Kông ở Lào



Bảng 5-3: Kích thước của các vùng nước sâu trên sông Mê Kông ở Lào

Mã WWF	Tên vùng bảo tồn cá (FCZ)	Tọa độ		Kích thước vùng sâu				Làng bản gần đó	Dân số	
		N	E	Rộng	Dài	D.tích	Sâu		Tổng	Nữ
XKN020	Van Prieu	691226	1728312	100	500	5	25	Hatvy		
XKN018	Vang Prieu	689819	1743999	150	400	6.07	25	Kroung		
XKN014	Vang Houakenglouang	684981	1708256	200	500	10	11.15	Kenglouang	1864	920
XKN017	Vang Hintang	683326	1693724	150	300	10	5	Pakthone	1027	484
XKN021	Vang Pakhouaykor	68336	1693724	100	500	5	20	Nangyong	322	160
	Vang Pakhouayhinlat			200	1000	20	14			
XKN015	Vang Tover	751630	1715702	40	100	0.4	5	Daktaoknoy	201	100
XKN016	Vang Kongkrune	751630	1715702	15	150	0.22	5	Dakbong	340	176
XKN019	Vang Chalieng	753953	170956	20	200	0.4	3	Daktaokyai	305	142
ATP028	Boung Hinxang	701759	1666751	40	200	0.8	1.5	Sokkham	936	436
ATP029	Vang Veunva	700149	1652531	100	600	8.41	13	Halangnoy	283	134
ATP041	Vang Saitok	704303	1639953	25	500	1.25	1.6	Phork	2214	1140
ATP039	Vang Lavae	62936	1627553	70	600	4.2	8	Phonemany	267	124
ATP040	Vang Pakhoaypin	616432	1626841	100	500	5	6	Hinlat/Mai	607	312
ATP032	Vang Yang	697960	1625434	30	250	0.75	4	Vangyang	320	112
ATP033	Vang Khaen			30	240	0.72	4	Vongsamphan		
ATP034	Vanghinlat	68287	1618652	100	1000	10	8	Vongsai	252	125
ATP035	Nongpadouk			70	100	0.7	1.5			
ATP036	Vang Roy	767317	1631171	50	1000	6.39	6	Phoukeua	248	113
ATP037	Vang Chalongboom	668501	1607682	50	100	0.15	5	Vonglakhone	379	196
ATP030	Vang Sai	720694	1652112	30	250	0.75	3	Vangsai/Phous	240	113
ATP038	Vang Kongkoy	705596	1667445	20	150	0.3	6	Moun	884	450
ATP039	Vang Houangnan	730616	1683595	20	250	0.5	2.5	Namngone	910	474

5.6. Các vị trí tham khảo được kiến nghị cho dòng chảy môi trường

Các vị trí sau đã được xác định cho các nghiên cứu về quản lý dòng chảy nhằm xem xét đến các tác động của sự thay đổi chế độ dòng chảy theo đặc tính vùng miền:

- Vùng hạ lưu sông, A – tại km 30 và B – tại km 140
- Vùng chuyển tiếp từ trung lưu xuống hạ lưu, C - km 210 và D – hợp lưu với dòng Se Kamman
- Vùng trung lưu, E – tại km 260 và F – tại km 280
- Vùng thượng lưu, G – tại km 340, H – tại km 400 và I – tại km 430
- Vùng trên cao nguyên, J – tại km 520

Trên sông Se Kamman, đã xác định được các vị trí sau:

- Hợp lưu với dòng Se Xou – K – tại km 15
- Hạ lưu sông – L – tại km 40
- Vùng chuyển tiếp – M – tại km 55
- Vùng thượng lưu – N – tại km 80

5.6.1. Hạ lưu sông

A. Km 30 – Lòng sông với các khu đất trũng có đất ngập nước ở giữa dòng

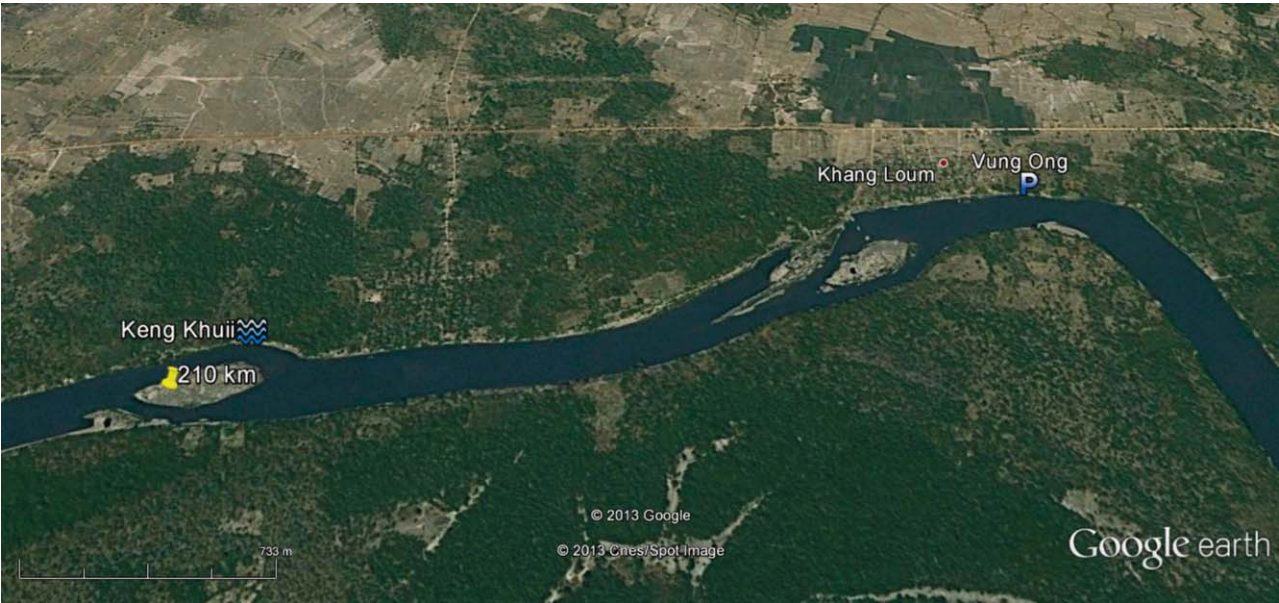


B. Km 140 – Lòng sông đất trũng có đá

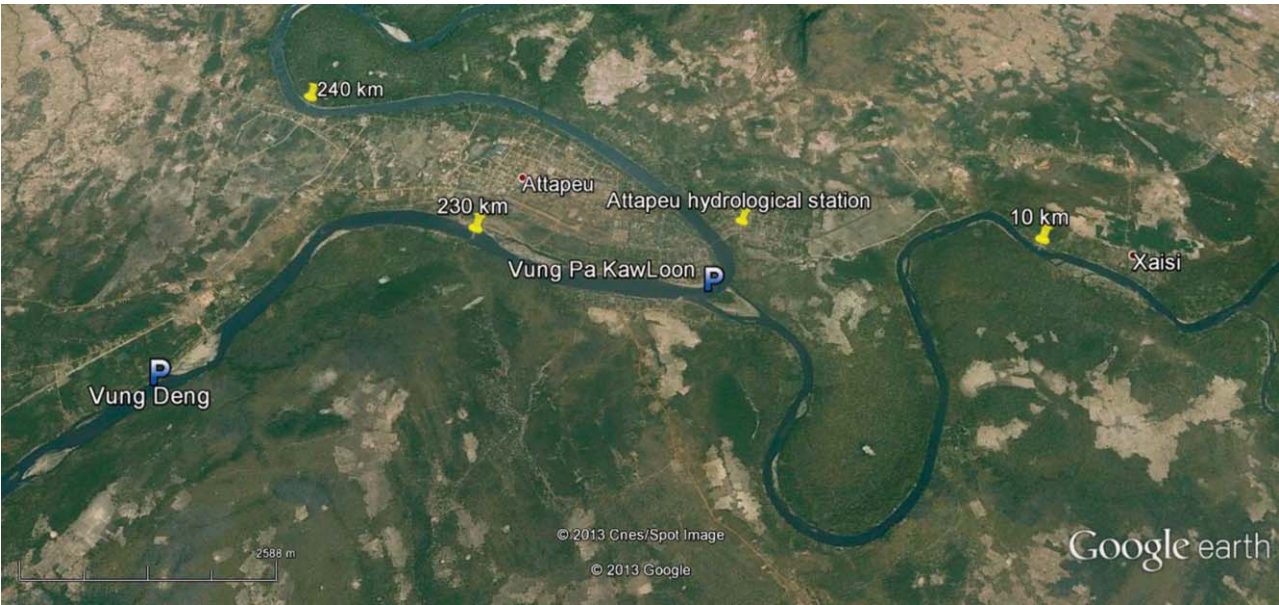


5.6.2. Các dòng ở vùng chuyển tiếp

A. Các dòng ở vùng trung nguồn tới hạ nguồn – ghềnh thác và vùng nước sâu



B. Hợp lưu với dòng Se Kamman



5.6.3. Các dòng ở trung lưu

A. Km 260 – Vùng nước sâu và các đảo



B. Km 280 – Bãi cát, vùng nước sâu và ghềnh thác



5.6.4. Thượng lưu sông

A. Km 340 – Chuyển tiếp từ vùng thượng nguồn xuống vùng trung lưu – ghềnh thác, lòng sông có đá ngầm, bãi cát và bãi cạn



B. Km 400 – đoạn ở thượng nguồn –các khúc cong, bãi cát, thác ghềnh và vùng nước sâu



C. Km 430 – dòng sông ở thượng nguồn– ghềnh thác, bãi cát và làng mạc



5.6.5. Cao nguyên

A. Km 520 – đoạn sông ở vùng cao nguyên, Việt Nam – ghềnh thác và các bãi cát bồi

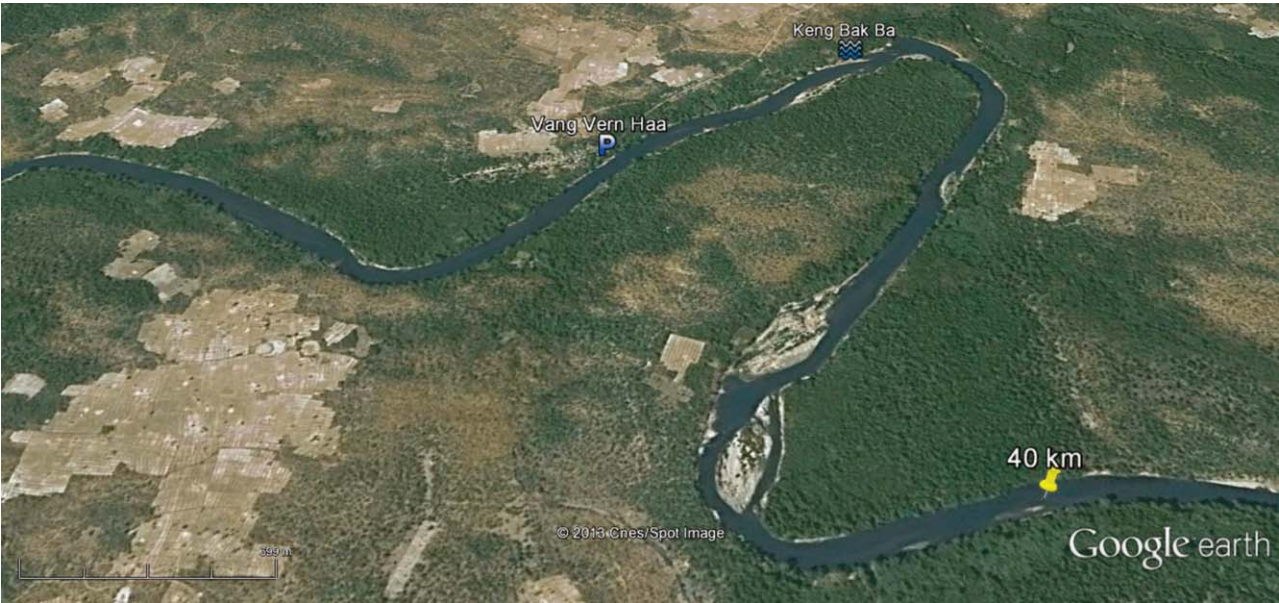


5.6.6. Dòng Se Kamman

A. Km 15 – dòng Se Kamman – Hợp lưu với dòng Se Xou



B. Km 40 – dòng Se Kamman – đoạn sông ở hạ nguồn – các nơi uốn cong, cát bồi, ghềnh thác và vũng nước sâu



C. Km 55 – dòng Se Kamman – vùng chuyển tiếp từ thượng nguồn xuống hạ nguồn, lòng dẫn có đá ngầm và thác ghềnh



D. Km 80 – dòng Se Kamman – đoạn đầu nguồn, lòng dẫn có đá ngầm, ghềnh thác



6. THÔNG TIN SINH HỌC

6.1. Đa dạng sinh học cá

Hệ thống các lưu vực 3S tạo thành một đơn vị sinh thái, nơi các quần thể cá và sự di cư của chúng ở các sông Sê Kông, Sê San và Srêpôk được xem xét⁶. Nhận xét về các loài cá ở các sông Sê Kông, Srêpôk và Sê San trong báo cáo này chủ yếu dựa theo nguồn 6 danh lục các loài cá của các tác giả Baird (1995), MFD (2003), Baird và Meach Mean (2005), Nguyen Huu Duc et al. (2006), Chan Sokheng et al. (2008) và Kottelat (2009). Kottelat (2011) miêu tả các loài cá lấy mẫu ở Se Kamman, và 2 bài sau cung cấp chi tiết về địa điểm lấy mẫu ở cả trên sông Sê Kông và các chi lưu của nó.^{7,8}

Baran et al. đã sử dụng FishBase (www.fishbase.org) làm tài liệu tham khảo phân loại, để hoàn chỉnh danh sách các loài cá, được miêu tả chi tiết tại phụ lục 1. Nói chung, Hệ thống sông 3S có 329 loài cá, tức là 42% trong tổng số 781 loài cá tìm thấy ở sông Mê Kông (mặc dù diện tích hệ thống sông 3S là 78.600 km², chỉ bằng 10% của 800.000 km² diện tích lưu vực Mê Công). Điều này chứng minh nhận định là tính đa dạng sinh học cho thấy cá ở khu vực này là rất cao.

Cụ thể hơn, sông Sê Kông có 213 loài cá, sông Srêpôk có 240 loài, và sông Sê San chỉ có 133 loài.

Bảng 6-1: Độ phong phú về các loài cá trên hệ thống sông 3S

	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
Họ	33	26	33
Loài	213	133	240

6.1.1. Cá đặc hữu trên hệ thống sông 3S

Các dữ liệu nêu trên kết hợp với việc xác định các loài đặc hữu trong FishBase chỉ ra rằng trong số 161 loài đặc hữu của sông Mê Công (tức là loài cá không tìm thấy trong lưu vực sông khác ngoài lưu vực sông Mê Kông), 17 là "loài siêu đặc hữu" chỉ có ở hệ thống sông 3S mà không thấy ở bất cứ nơi nào trên thế giới.

Sự phân tích (Bảng 6-2) đặc biệt chỉ ra rằng:

- Mười lăm loài đặc hữu rất hẹp chỉ có thể thấy ở sông Sê Kông:
 - o Devario salmonata, Poropuntius lobocheiloides, Schistura bairdi, Schistura bolavenensis, Schistura clatrata, Schistura fusinotata, Schistura imitator, Schistura khamtanhi, Schistura nomi, Schistura rikiki, Schistura tizardi, Serpenticobitis octozona, Sewellia diardi, Sewellia elongata, Sewellia speciosa.

⁶ Thông tin này được phần lớn lấy từ các tác giả Eric BARAN, SARAY Samadee, TEOH Shwu Jiau, TRAN Thanh Cong (2013) Thủy sản và cá ở các lưu vực trên các sông Sê Kông, Sê San và Srêpôk (các sông 3S, lưu vực Mê Công), đặc biệt tham chiếu tới sông Sê San. Báo cáo được chuẩn bị cho dự án CPWF MK3. Được phát hành bởi ICEM, Hanoi.

⁷ Kottelat (2009) Thủy sản trên dòng Sê Kông ở Lào. Báo cáo cho dự án của WWF “Quản lý các nguồn thủy sinh để cải thiện sinh kế ở nông thôn trong lưu vực sông Sê Kông”

⁸ Kottelat (2011) Thủy sản trên dòng Xe Kong ở Lào, đặc biệt từ dòng Xe Kaman. Báo cáo dự án của WWF “Đồng quản lý về đa dạng sinh học của nước ngọt trên lưu vực sông Sê Kông”

- Hai loài đặc hữu rất hẹp chỉ có thể thấy ở sông Srêpôk:
 - o Sinibrama affinis and Toxabramis hotayensis
- Sông Sê San không có loài nào là không tìm thấy ở các sông khác thuộc sông Mê Công.

Những kết quả này làm nổi bật giá trị đặc biệt của sông Sê Kông trong việc bảo tồn đa dạng sinh học.

Bảng 6-2: Tính đặc hữu về cá ở hệ thống sông 3S

	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
Loài đặc hữu ở hệ thống sông 3S và các dòng nhánh khác của sông Mê Công	62	24	45
Loài đặc hữu chỉ có ở hệ thống sông 3S	15	0	2

6.1.2. Các loài có nguy cơ tuyệt chủng ở hệ thống sông 3S

Danh sách các loài nguy cấp theo sách đỏ của IUCN, cập nhật tháng bảy 2011 đã được sử dụng để đánh giá loài có nguy cơ tuyệt chủng hiện diện trong hệ thống sông 3S. Hệ thống sông 3S là nơi cư trú của 14 loài cá có nguy cơ tuyệt chủng hoặc cực kỳ nguy cấp, chi tiết ở Bảng 6-3:

Bảng 6-3: Loài cá nguy cấp hoặc cực kỳ nguy cấp được ghi nhận ở hệ thống sông 3S

Loài ở hệ thống sông 3S	Hiện trạng sách đỏ
<i>Aptosyax grypus</i>	Cực kỳ nguy cấp
<i>Catlocarpio siamensis</i>	Cực kỳ nguy cấp
<i>Pangasianodon gigas</i>	Cực kỳ nguy cấp
<i>Dasyatis laosensis</i>	Nguy cấp
<i>Luciocyprinus striolatus</i>	Nguy cấp
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	Nguy cấp
<i>Poropuntius bolovenensis</i>	Nguy cấp
<i>Poropuntius deauratus</i>	Nguy cấp
<i>Probarbus jullieni</i>	Nguy cấp
<i>Probarbus labeamajor</i>	Nguy cấp
<i>Schistura bairdi</i>	Nguy cấp
<i>Schistura bolavenensis</i>	Nguy cấp
<i>Sewellia patella</i>	Nguy cấp
<i>Yasuhikotakia sidthimunki</i>	Nguy cấp

6.2. Di cư của cá ở hệ thống sông 3S

Baran et al. đã tổng hợp danh sách các cá loài ở hệ thống sông 3S với một bài đánh giá mở rộng các loài cá di cư ở lưu vực sông Mê Kông, đã xuất bản cho toàn bộ sông Mê Công, trong ấn phẩm Ziv *et al.* (2012). Bản nhận xét sau đã sử dụng thông tin sinh thái học có trong “Cơ sở dữ liệu cá sông Mê Công” (MFD 2003), FishBase (www.fishbase.org), Baran et al. (2006) bổ sung thêm các thông tin từ So Nam (pers. Comm.), Halls và Kshatriya (2009) và Halls (2010).

Đối với mỗi loài thuộc hệ thống sông 3S, sự di cư tự nhiên của chúng đã được đánh giá và đối với trường hợp còn tranh cãi thì tài liệu bổ sung đã được sử dụng. Danh sách cuối cùng được trình bày ở Bảng 6-4 và chi tiết ở Phụ lục 2.

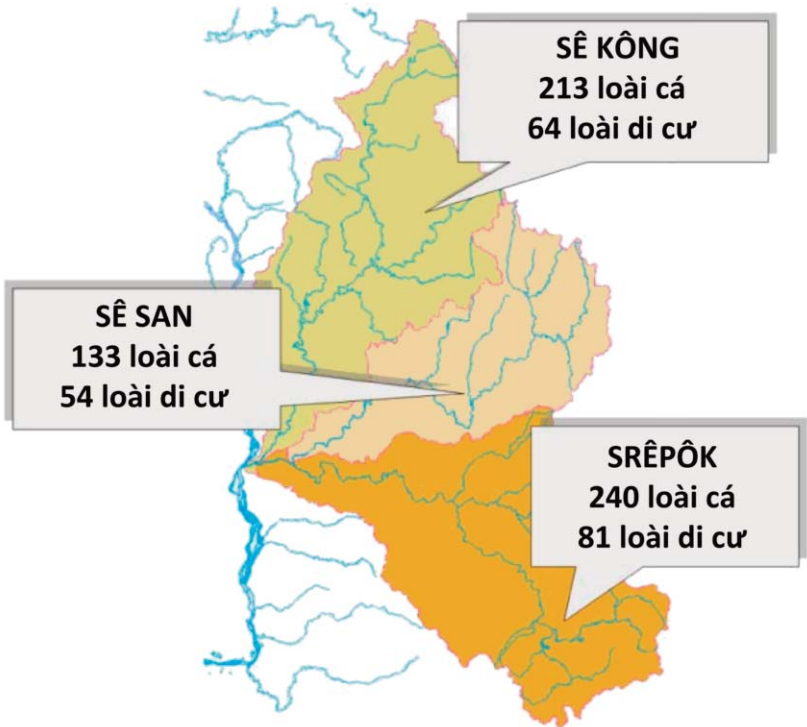
Trước bài báo này, MRC cũng đã xác định có 23 loài cá di cư ở lưu vực (MRC 2001, MRC 2003, Poulsen et al. 2002, 2004). Trong số này, vào thời gian đó 16 loài đã được biết chúng di cư trong hệ thống sông 3S, nhưng trong số này loài *Labeo chrysophekadion* còn bị nghi ngờ vì loài này cũng có thể đẻ trứng trong hồ chứa (Kamonrat et al. 1972, Boonmon và Kantejit 1977, Watanadirokul et al. 1983, Chabjinda et al. 1992).

Loài di cư của hệ thống sông 3S cũng miêu tả chi tiết trong Baird et al. (1999), Cơ sở dữ liệu Cá sông Mê Công (MFD 2003) và Baird và Shoemaker (2008); Tuy nhiên trong số này có hai loài đang còn đang tranh cãi: loài *Labeo erythropterus* cũng có thể sinh sản và phát triển trong vùng ngập (Rainboth 1996), và người ta cho rằng loài *Wallago attu* chỉ di chuyển ngắn dọc theo các dòng gần nhất, và một số chỉ di chuyển trong phạm vi ngắn (Poulsen và Valbo-Jørgensen (2000).

Baird et al. (2003) cũng liệt kê 28 loài⁹ được cho rằng di chuyển từ Tonle Sap đến thác Khone và do đó có thể đến hệ thống sông 3S. Trong số này, còn nghi ngờ 6 loài vì cho đến nay không có nghiên cứu nào xác nhận rằng loài *Crossocheilus oblongus*, *Henicorhynchus lineatus*, *Parambassis wolffii* hoặc *Yasuhikotakia caudipunctata* có di cư hay không và loài *Barbonymus altus* hoặc *Osteochilus melanopleurus* không hoàn toàn phụ thuộc vào sự di cư, bởi vì chúng có thể sinh sản ở các vùng đồng lũ.

Tất cả các loài chắc chắn là di cư ở các nghiên cứu trên đều được liệt kê trong nghiên cứu của chúng tôi. Nghiên cứu toàn diện này dẫn đến kết luận rằng **hệ thống sông 3S có ít nhất 89 loài cá di cư thuộc 15 họ** (Bảng 6-4). Cụ thể hơn, các sông Sê Kông, Srêpôk và Sê San có số loài cá di cư tương ứng lần lượt là 64, 54 và 81 (Hình 6-1)

Hình 6-1: Tổng số các loài cá di cư trong hệ thống sông 3S



⁹ *Amblyrhynchichthys truncatus*, *Barbonymus altus*, *Cosmochilus harmandi*, *Crossocheilus oblongus*, *Cyclocheilichthys enoplus*, *Epalzeorhynchus frenatus*, *Garra fasciacauda*, *Gyrinocheilus pennocki*, *Henicorhynchus lineatus*, *Labiobarbus leptocheilus*, *Leptobarbus hoevenii*, *Lobocheilos melanotaenia*, *Osteochilus melanopleurus*, *Osteochilus microcephalus*, *Parambassis wolffii*, *Puntioplites falcifer*, *Sikukia gudgeri*, *Syncrossus helodes*, *Thynnichthys thynnoides*, *Yasuhikotakia caudipunctata*.

Bảng 6-4: Các loài cá di cư ở hệ thống sông 3S

Họ	Loài		Hiện diện tại hệ thống sông 3S
	Tên tiếng Việt	Tên tiếng Anh	
Anguillidae	Cá chình hoa	<i>Anguilla marmorata</i>	Sê Kông, Srêpôk
Bagridae	Cá lăng sợt (cá lăng vàng)	<i>Hemibagrus filamentus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá lăng đá	<i>Hemibagrus wyckii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá lăng nha	<i>Hemibagrus wyckioides</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Clupeidae	Cá chấy Nam	<i>Tenualosa thibaudeaui</i>	Sê Kông, Sê San
	Cá chấy bẹ	<i>Tenualosa toil</i>	Srêpôk
Cobitidae	Cá heo gai đen	<i>Acanthopsoidea delphax</i>	Sê San, Srêpôk
	Cá trạch vây đốm	<i>Syncrossus beauforti</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trạch báo	<i>Syncrossus helodes</i>	Sê San, Srêpôk
	Cá heo vạch	<i>Yasuhikotakia modesta</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Cynoglossidae	Cá bơn vảy nhỏ	<i>Cynoglossus microlepis</i>	Srêpôk
Cyprinidae	Cá cháo đại	<i>Aptosyax grypus</i>	Sê San
	Cá tráo mõm tù	<i>Amblyrhynchichthys truncatus</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá trắng beri	<i>Bangana behri</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trắng pieri (cá trôi Bắg gan)	<i>Bangana pierrei</i>	Sê Kông
	Cá chày Nam (cá trôi Nam)	<i>Barbichthys laevis</i>	Srêpôk
	Cá hồ	<i>Catlocarpio siamensis</i>	Sê Kông
	Cá trôi juli	<i>Cirrhinus jullieni</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đường	<i>Cirrhinus microlepis</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trôi ta	<i>Cirrhinus molitorella</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đường bay (Cá đường mõm vuông)	<i>Cosmochilus harmandi</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá linh (cá hân) sọc đen	<i>Crossocheilus atrilimes</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá linh (cá linh Thái)	<i>Crossocheilus reticulatus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá cóc đậm	<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá cóc Sê San (gai lớn)	<i>Cyclocheilichthys armatus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá cóc e-nop (cá cóc môi tròn)	<i>Cyclocheilichthys enoplus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá cóc phước ca	<i>Cyclocheilichthys furcatus</i>	Srêpôk
	Cá cóc Srepok	<i>Cyclocheilichthys heteronema</i>	Srêpôk
	Cá hân trạch	<i>Epalzeorhynchus frenatus</i>	Sê Kông
	Cá móm đầu đen	<i>Garra fasciacauda</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá linh chấm	<i>Henicorhynchus lobatus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá linh xiêm	<i>Henicorhynchus siamensis</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá he lagleri	<i>Hypsibarbus lagleri</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá he malcol	<i>Hypsibarbus malcolmi</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá he Srepok	<i>Hypsibarbus pierrei</i>	Srêpôk
	Cá he	<i>Hypsibarbus wetmorei</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá linh vây dài	<i>Labiobarbus leptocheilus</i>	Sê Kông, Sê San

Họ	Loài		Hiện diện tại hệ thống sông 3S
	Tên tiếng Việt	Tên tiếng Anh	
	Cá linh Sê San	<i>Labiobarbus lineatus</i>	Sê San
	Cá linh Srepok	<i>Labiobarbus siamensis</i>	Srêpôk
	Cá chày râu	<i>Leptobarbus hoevenii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá hân trạch	<i>Lobocheilos melanotaenia</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá măng giả vân nhỏ	<i>Luciocyprinus striolatus</i>	Sê Kông
	Cá lòng tong	<i>Luciosoma bleekeri</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đá sông	<i>Mekongina erythrospila</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá lúi đầu nhỏ	<i>Osteochilus microcephalus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá lúi Srepok	<i>Osteochilus schlegelii</i>	Srêpôk
	Cá lúi vander	<i>Osteochilus waandersii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá thiếu Nam harmandi	<i>Paralaubuca harmandi</i>	Srêpôk
	Cá thiếu Nam sông	<i>Paralaubuca riveroi</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá thiếu Nam typus	<i>Paralaubuca typus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trà sóc	<i>Probarbus jullieni</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trà sóc môi dày	<i>Probarbus labeamajor</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá trà sóc Srepok (Cá trà sóc môi nhỏ)	<i>Probarbus labeaminor</i>	Srêpôk
	Cá đánh bulu	<i>Puntioplites bulu</i>	Srêpôk
	Cá đánh	<i>Puntioplites falcifer</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đánh Srepok	<i>Puntioplites proctozystron</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá nhồng măng Nam	<i>Raiamas guttatus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá mại sọc chấm	<i>Rasbora aurotaenia</i>	Srêpôk
	Cá đánh giả banda	<i>Scaphognathops bandanensis</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đánh giả	<i>Sikukia gudgeri</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá linh bằng	<i>Thynnichthys thynnoides</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá kết trung hoa	<i>Tor sinensis</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá chát Mã lai	<i>Tor tambroides</i>	Sê Kông, Srêpôk
Dasyatidae	Cá đuối bông lau	<i>Dasyatis laosensis</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá đuối đuôi hẹp	<i>Himantura kremphi</i>	Srêpôk
Datnioididae	Cá mú sông, cá hổ	<i>Datnioides undecimradiatus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Gyrinocheilidae	Cá đục, cá may	<i>Gyrinocheilus pennocki</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Notopteridae	Cá còm trắng	<i>Chitala blanci</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Pangasiidae	Cá tra chuột	<i>Helicophagus waandersii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá tra dầu	<i>Pangasianodon gigas</i>	Srêpôk
	Cá tra (nuôi)	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá ba sa	<i>Pangasius bocourti</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá hú	<i>Pangasius conchophilus</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá tra Srepok	<i>Pangasius djambal</i>	Srêpôk

Họ	Loài		Hiện diện tại hệ thống sông 3S
	Tên tiếng Việt	Tên tiếng Anh	
	Cá bông lau	<i>Pangasius krempfi</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá vồ kunit	<i>Pangasius kunyit</i>	Srêpôk
	Cá vồ đém	<i>Pangasius larnaudii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá sát sọc	<i>Pangasius macronema</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá tra bần (cá tra nghệ)	<i>Pangasius mekongensis</i>	Srêpôk
	Cá vồ nhiều răng	<i>Pangasius polyuranodon</i>	Srêpôk
	Cá sát sọc nhỏ	<i>Pseudolais micronemus</i>	Srêpôk
	Cá sát bầu	<i>Pseudolais pleurotaenia</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Schilbeidae	Cá nheo phi châu	<i>Clupisoma sinense</i>	Sê San, Srêpôk
Siluridae	Cá nheo mũi đỏ	<i>Hemisilurus mekongensis</i>	Srêpôk
	Cá trên giả sọc nhỏ	<i>Phalacronotus apogon</i>	Sê Kông, Srêpôk
	Cá trên giả lưng nhẵn	<i>Phalacronotus bleekeri</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
	Cá nheo leri	<i>Wallago leerii</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Sisoridae	Cá chiên Sê San	<i>Bagarius yarrelli</i>	Sê Kông, Sê San, Srêpôk
Soleidae	Cá lưỡi mèo	<i>Brachirus harmandi</i>	Sê Kông, Srêpôk

6.3. Sinh sản của cá và bãi đẻ

Ở lưu vực hệ thống sông 3S, Srun Lim Sông (2002) đã liệt kê 5 vùng (khúc sông) là vị trí tốt để cá giao phối và sinh sản trong mùa mưa. Những vùng chủ yếu là:

- O Khampha thuộc xã Thoeko huyện Siempang (chi lưu Sê Kông)
- O Smong thuộc xã Sê Kông huyện Siempang (chi lưu Sê Kông)
- O Kleang thuộc huyện Siempang (chi lưu Sê Kông)
- O So thuộc xã Kbal Romeas huyện Sê San (chi lưu Srêpôk)
- O Anchanh thuộc xã Talat huyện Sê San (chi lưu Sê San)

6.4. Khu bảo tồn cá

Các khu bảo tồn cá (FCZs) cũng có thể được dùng như là chỉ số của tầm quan trọng sinh thái về tính năng nhất định của sông, chẳng hạn như ghềnh và vùng nước sâu. Dự án WWF ComFish đã lập bản đồ những tính năng đặc biệt này ở sông Sê Kông đồng thời thúc đẩy việc thành lập các khu bảo tồn cá đi đôi với các biện pháp và qui định về bảo tồn. Chúng được trình bày ở Bảng 5-3.

WWF đã đến và đánh giá các làng có khu bảo tồn cá cung cấp cái nhìn sâu sắc thú vị về tầm quan trọng và hiệu quả các khu bảo tồn. Tổng cộng đã đến 8 làng thuộc hai huyện với tổng số 660 gia đình thuộc tỉnh Sê Kông và 22 làng thuộc 3 huyện với tổng số 4454 gia đình thuộc tỉnh Attapeu. Đã có 25 làng được hưởng lợi từ 11 khu bảo tồn cá ở tỉnh Sê Kông và 27 khu bảo tồn cá có 82 làng được hưởng lợi. Phương pháp khai thác đánh bắt cá ưa thích và bất hợp pháp được thể hiện ở Bảng 6-5.¹⁰

¹⁰ Thông tin cá nhân từ Vic Cowling, WWF Greater Mekong.

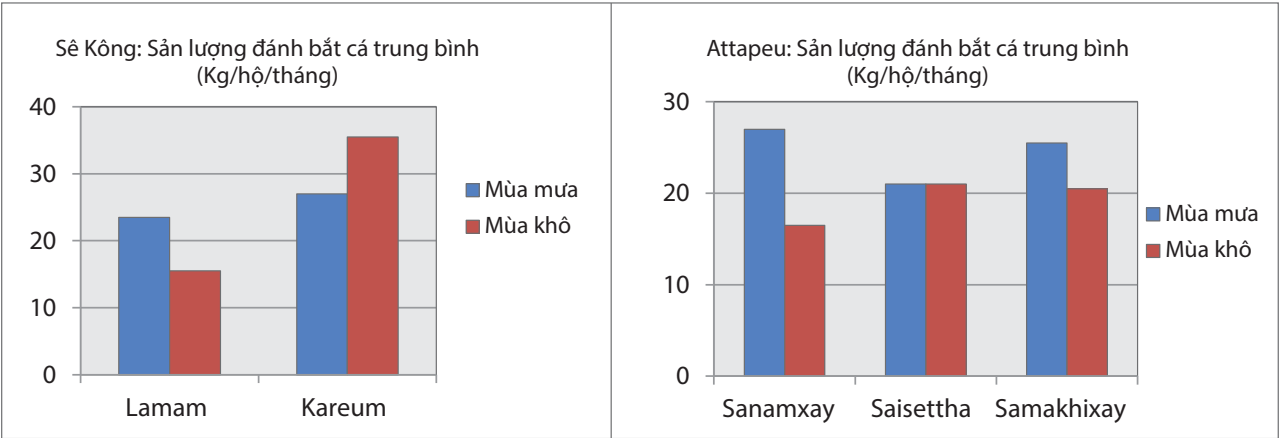
Bảng 6-5: Những phương pháp khai thác thích hợp và bất hợp pháp gần các khu bảo tồn cá ở sông Sê Kông

Tỉnh Sê Kông	Tỉnh Attapeu
Lưới rê – 47%	Lưới rê – 52%
Chài quảng – 28%	Chài quảng – 24%
Câu – 19%	Câu – 17%
Các loại bẫy – 5%	Các loại bẫy – 3%
Te và các loại lưới khác – 1%	Te và các loại lưới khác – 2%
Mức độ quan trọng của ngư cụ bất hợp pháp:	Mức độ quan trọng của ngư cụ bất hợp pháp:
Kích điện – 2	Kích điện – 1
Dùng chất độc – 3	Dùng chất độc – 2
Súng hoặc súng bắn tên - 1	Súng hoặc súng bắn tên – 3

Phần lớn dân làng hài lòng với hoạt động của khu bảo tồn cá (90% ở tỉnh Sê Kông và 93% ở Attapeu) và sự quản lý của họ. Khoảng 70 – 80% người dân hiểu các quy định của khu bảo tồn cá và các ủy ban quản lý và 68 – 76% dân làng cho rằng những quy tắc này đã được chấp hành tốt. 85% số ngư dân được phỏng vấn cho rằng số lượng cá đã tăng lên, và chỉ có 15% ở Attapeu cho rằng số lượng cá không tăng. Sản lượng cá mỗi hộ gia đình đánh được giữa mùa mưa và khô và giữa các huyện có khác nhau, thể hiện trong Bảng 6-6.

Các loài cá được hưởng lợi nhờ thành lập khu bảo tồn gồm: *Poropuntus spp.*, *Mystocoleucus spp.*, *Henicorhynchus sp.*, *Hampala spp.*, *Hemibagrus wyckiodes*, *Puntopilites spp.*, *Bagarius yarelli*, *Pangasius larnaudii*, *Pangasius polyuranodon*, *Cirrhinus molitorella*, *Onychostoma spp.*, *Labeo barbatulus*, *Puntius rhombius*, *Micronema spp.*, *Helicophagus waandersii*, *Wallago micropogon*. Các loài động vật khác cùng được hưởng lợi bao gồm tôm, ốc, thủy cầm.

Bảng 6-6: Tỷ lệ đánh bắt trung bình của mỗi hộ trên sông Sê Kông tính theo huyện



7. DÂN SỐ VÀ CÁC CỘNG ĐỒNG

7.1. Việt Nam

Sông Sê Kông bắt nguồn từ huyện A Lưới của tỉnh Thừa Thiên-Huế của Việt Nam, với phần diện tích ở Việt Nam là 1.229 km². Tổng dân số của huyện A Lưới vào năm 2003 là 38.616 người với mật độ dân số 31 người/km². Có 3 nhóm người dân tộc chính: Bru, Hoa, Tà Ôi. Các làng xã chính ở ven sông là Hồng Quang, Phú Vinh, Sơn Thủy và Hương Phong.

7.2. Lào

Tại Lào có rất nhiều người dân sống dọc ven sông của sông Sê Kông và sông Se Kamman. Tổng dân số của hai tỉnh, Sê Kông và Attapeu, chỉ dưới 200.000 người được nêu ở Bảng 7-1. Trong số này chỉ có hai huyện ở Sê Kông - Kaleum và Lamam, và ba huyện ở Attapur - Xaisettha, Sanamxai và Sanamxai được coi là các huyện ven sông của sông Sê Kông. Tổng số dân ở các huyện này là 124.338 người.

Sông Sê Kamman có ba huyện ven sông - Dakchung, Sanxai và Phouvong, với tổng dân số là 45.696 người.

Bảng 7-1: Dân số của các tỉnh Sê Kông và Attapeu và các huyện ven sông

Tỉnh	Huyện	Tổng DS	Tỷ trọng giới	Mật độ DS	Kích cỡ hộ
Sê Kông	Dakchung	18.461	95,13	6,93	6,94
Sê Kông	Karum	12.869	97,29	3,91	7,03
Sê Kông	Laman	26.584	101,24	15,03	6,41
Sê Kông	Thateng	27.081	95,57	48,48	6,64
	Tổng Sê Kông	84.995			
Attapeu	Sanxai	16.515	91,81	4,98	5,88
Attapeu	Samakkhixai	30.182	99,38	53,49	5,46
Attapeu	Xaisettha	28.359	93,83	38,8	5,68
Attapeu	Sanamxai	26.344	96,85	12,97	5,64
Attapeu	Phouvong	10.720	92,25	2,94	5,46
	Tổng Attapeu	112.120			
Các huyện ven sông Sê Kông					
Sê Kông	Karum	12.869	97,29	3,91	7,03
Sê Kông	Laman	26.584	101,24	15,03	6,41
Attapeu	Xaisettha	28.359	93,83	38,8	5,68
Attapeu	Samakkhixai	30.182	99,38	53,49	5,46
Attapeu	Sanamxai	26.344	96,85	12,97	5,64
	Tổng	124.338			
Các huyện ven sông Se Kamman					
Sê Kông	Dakchung	18.461	95,13	6,93	6,94
Attapeu	Sanxai	16.515	91,81	4,98	5,88
Attapeu	Phouvong	10.720	92,25	2,94	5,46
	Tổng	45.696			

Nguồn: Cục thống kê của Lào, www.decide.la

7.3. Campuchia

Sông Sê Kông ở Campuchia chảy qua hai huyện của tỉnh Stung Treng - là các huyện Siempang và Sê San. Tổng dân số của huyện Siempang là 18.323 người và ở huyện Sê San là 17.506 người. Tuy nhiên, phần lớn những người này sống cách xa dòng sông. Chi tiết các làng xã sống dọc theo sông Sê Kông được thể hiện trong Bảng 7-2. Đây là vùng có mật độ dân cư tương đối thấp, chỉ có 18 làng sống dọc 150 km sông và có tổng dân số ven sông là 12.114 người. Họ sống tập trung xung quanh ở các đoạn sông từ km 70 đến km 100 và Siempang là thị trấn chính.

Bảng 7-2: Tổng số dân sống dọc sông Sê Kông ở Campuchia

Đoạn sông (km)	Xã	Thôn (bản)	Dân số	Nam	Nữ
10	Samkhuoy	Srea Ta Pan	526	270	256
30	Sdau	Sdau Muoy	1235	616	619
		Sdau Pir	523	261	262
70	Sre Sambour	Kanhchanh T	721	354	367
		Ket Moeang	366	180	186
		Pean Khes	596	306	290
80	Sekong	Ban Huoy	358	195	163
		Dan Loung	547	266	281
		Lon	196	87	109
		Kaeng Nhai	773	392	381
		Ban Muong	631	311	320
85		Siempang	1181	596	585
90	Santepheap	Kiri Bas Kraom	554	266	288
		Teak tem	437	206	231
		Ou Chay	762	351	411
100	Thma Khaev	Pha bang	1223	595	628
		Lakay	628	312	316
		Nheang Sum	857	416	441
	Tổng dân số ven sông		12.114	5.980	6.134

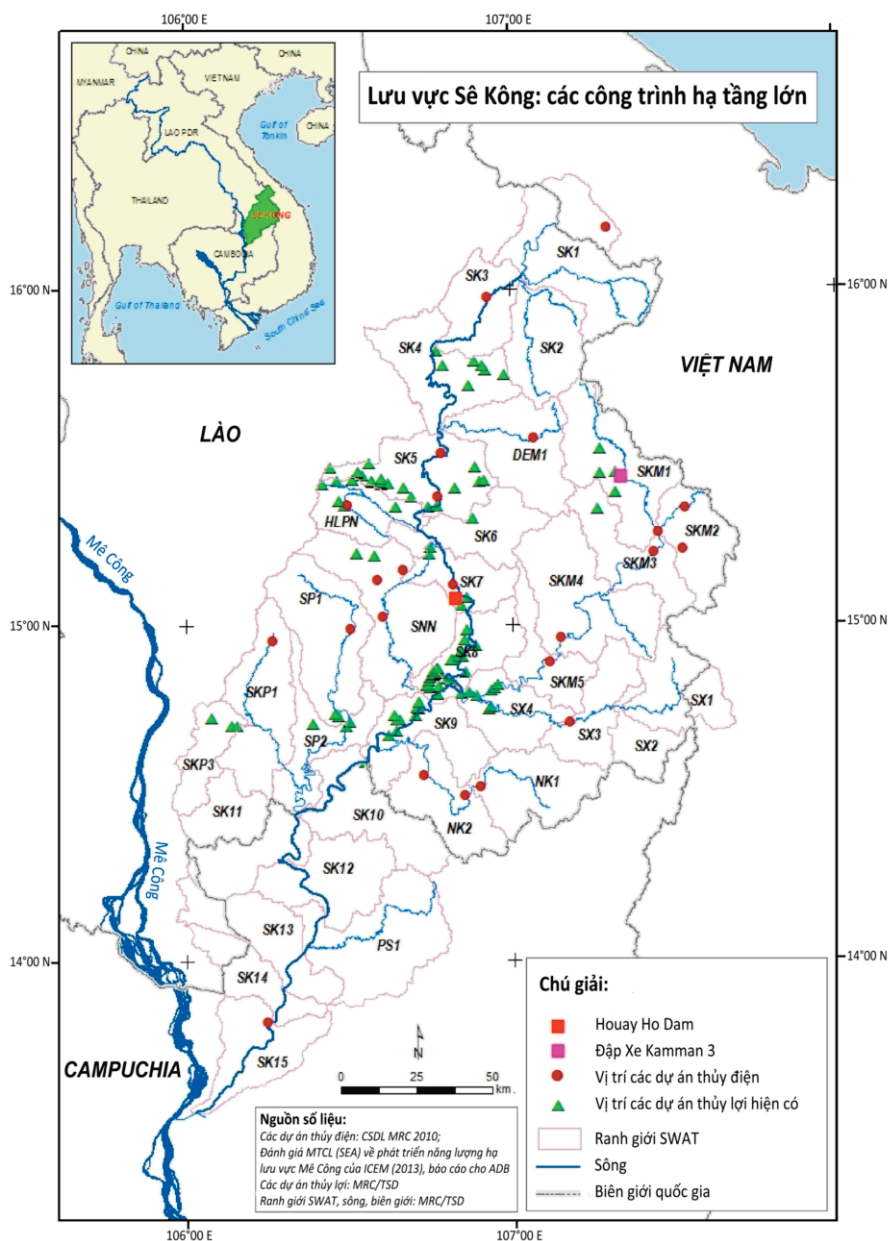
Nguồn: Điều tra dân số 2005, <http://www.opendevdevelopmentcambodia.net>

8. PHÁT TRIỂN CƠ SỞ HẠ TẦNG

8.1. Thủy điện

Hiện tại có hai dự án thủy điện đang hoạt động trên sông Sê Kông tại Lào - Houay Ho và Xe Kamman 3 và một dự án thủy điện ở Việt Nam là nhà máy thủy điện A Lưới. Thủy điện A Lưới có khả năng chuyển khoảng 8 m³/giây từ sông A Sap thuộc lưu vực sông Sê Kông sang sông Bồ ở Việt Nam. Hình 8-1 cho thấy bản đồ với các vị trí đập ở lưu vực sông Sê Kông, trình bày các vị trí đập trên lưu vực sông Sê Kông cùng các dự án thủy điện và thủy lợi. Bảng 8-1 thể hiện đặc tính của các con đập đang vận hành, đang xây dựng và dự kiến trong tương lai thuộc lưu vực sông Sê Kông. Bảng 8-2 thể hiện các đặc tính thủy văn chính của các con đập có thể ảnh hưởng đến chế độ thủy văn của sông Sê Kông.

Hình 8-1: Bản đồ lưu vực sông Sê Kông về các vị trí của các dự án thủy điện và thủy lợi



Bảng 8-1: Đặc tính của các dự án thủy điện lớn trên sông Sê Kông

Tên đập	Độ cao	Chiều dài	Xây dựng	Loại	Đỉnh	Dòng theo thiết kế	Công suất lắp đặt	Năng lượng TB năm
Lưu vực Sê Kông	m	m			m	cu,m/sec	MW	GwH
A Lưới	44/25/11	291/114/85	E	S/BT	NA	11,6	62	173,4
Sê Kông 5	213,7	500	A	S	188,1	146	400	1.201,00
Sê Kông 4	169	1027	G	S	140	240	600	2.119,00
Dak E Mule	103,2	622/401	RE/RE	S	433,8	27,4	130	506
Houay Lamphan Gnai	55	982/561	RCU/RE	S	592	11,4	86,7	266,4
Sê Kông 3up	41,5	571,7	G	S	33,7	460	144,6	598,7
Sê Kông 3d	25,9	283	G	S	17,2	568	91,1	375,7
Houayho	76,5	600	RCU	S	748,3	23	150	487
Xe Katam	41,4	420/1340/18/21	R/E/G/G	S/BP	450	16	60,8	380
Xepian-Xenamnoy	75	1430/831/720/409	R/E/E/E	S/BT	642	70	390	1.748,00
Xe Nam Noy 5	55	188,2	RCU	S	572,3	3,9	20	124
Xe Kaman 4A	60	237,6	G	RoR	423,6	26	96	375
Xe Kaman 4B	61,4	231,6	G	RoR	459,1	18,4	74	301
Xekaman 3	99	467,4	RCU	S	477,3	62,5	250	982,8
Xe Kaman 2A	63,5	188,4	G	S	48,6	155	64	241,6
Xe Kaman 2B	85	294	G	RoR	78,8	90	100	380,5
Xekaman 1	110	186	C	S	99	336,6	240	1.096,00
Xekaman-Sanxay	28	180	G	Reg	12,2	378	32	123
Xe Xou	62,1	331	RE/RE	S	51,8	131,3	63,4	286,2
Nam Kong 1	86,9	386	C	S/BP	186	44,5	75	469
Nam Kong 2	72,1	265/214	RE/RE	S	106,5	76,5	70	309,5
Nam Kong 3	15	90		S	76	40	25	109,7
TỔNG							3.224,60	12.653,50

Đang hoạt động	
Đang xây dựng	
Đã lên kế hoạch	
Có tiềm năng	

Nguồn: Cơ sở dữ liệu về thủy điện của MRC

Mặc dù có nêu trong kế hoạch phát triển điện lực ở Campuchia, nhưng có rất ít các thông tin về các nhà máy thủy điện trên sông Sê Kông tại Campuchia. Một công ty của Việt Nam hiện đang tiến hành các nghiên cứu khả thi. Chưa có các vị trí đập trên sông Sê Kông, nhưng nó đã được dự kiến trên bản đồ. Đó sẽ là một đập dâng với công suất lắp đặt là 150 MW và sản xuất ra 550 GWh mỗi năm. Diện tích hồ chứa dự kiến sẽ là 6.600 ha với khả năng tích nước là 61 triệu m³.¹¹

Bảng 8-2: Các đặc tính về thủy văn của các dự án thủy điện lớn trên sông Sê Kông

Tên đập	Dòng chính /nhánh	Diện tích lưu vực	Lượng xả TB tháng	Đỉnh xả của dòng thiết kế	Lượng giảm	Diện tích hồ chứa	Tổng dung tích chứa	Dung tích chứa hữu ích	Số dân tái định cư
Lưu vực Sê Kông	C/N	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m	km ²	triệu m ³	triệu m ³	số người
A Lưới	C	292,0	11,6	3.034,0	0,5	N/A		1,2	N/A
Sê Kông 5	C	2.615,0	137,0	3.700,0	30,0	52,3		1.355,5	440,0
Sê Kông 4	C	5.400,0	205,0	16.950,0	20,0	170,3	10.500,0	3.100,0	4.458,0
Dak E Mule	N	127,0	16,1	1.917,0	24,0	8,2		154,0	0,0
Houay Lamphan Gnai	N	140,0	6,5	820,0	NA	6,8	141,0	122,0	1.030,0
Sê Kông 3up	C	5.882,0	240,3	15.685,0	5,0	21,6		95,1	1.080,0
Sê Kông 3d	C	9.700,0	316,4	24.960,0	6,0	36,3		168,4	240,0
Houayho	N	191,7	205,0	298,0	23,0	39,3		649,0	0,0
Xe Katam	N	263,0	9,1	640,0	20,0	7,8	126,0	121,0	265,0
Xepian-Xenamnoy	N	820,0	18,7	1.061,0	26,5	50,0	1.116,0	908,0	800,0
Xe Nam Noy 5	N	60,2	3,6	416,0	20,0	0,7		8,8	0,0
Xe Kaman 4A	N	265,0	10,2	2.500,0	20,0	1,2		16,5	0,0
Xe Kaman 4B	N	192,0	7,4	2.500,0	15,0	1,8		21,2	0,0
Xekaman 3	N	712,0	614,0	5.676,0	35,0	5,2	141,5	108,5	1.226,0
Xe Kaman 2A	N	1.970,0	77,5	3.640,0	5,0	0,8		3,7	0,0
Xe Kaman 2B	N	1.740,0	68,4	3.270,0	30,0	10,7		216,8	0,0
Xekaman 1	N	3.580,0	157,0	6.789,0	12,0	157,1		1.683,0	1.094,0
Xekaman-Sanxay	N	3.740,0	103,0	11.800,0	Reg	0,0		0,0	0,0
Xe Xou	N	1.273,0	77,2	2.214,0	NA	122,5		1.714,0	n/a
Nam Kong 1	N	1.250,0	42,0	9.530,0	33,0	21,8	679,0	505,0	0,0
Nam Kong 2	N	860,0	45,0	2.038,0	NA	8,6		139,6	0,0
Nam Kong 3	N	630,0	23,3		4,0	1,5	29,7	8,6	n/a
TỔNG						724,5		11.099,9	10.633,0

¹¹ Tính toán từ dự án ADB RETA 7764 (2013) cơ sở dữ liệu về thủy điện để Đánh giá Môi trường Chiến lược cho việc phát triển điện ở GMS.

Ngoài các chỉ số kinh tế và tài chính, như chi phí cho mỗi MW công suất lắp, tỷ lệ nội hoàn vốn đầu tư, còn một số chỉ số khác có thể được sử dụng để xác định tính hiệu quả của công trình cũng như những tổn thất về mặt môi trường và xã hội. Các nội dung này được thể hiện trong Bảng 8-3.

Công suất lắp đặt MW/ Diện tích hồ chứa. Chỉ số này có 2 ý nghĩa: là một chỉ số về hiệu quả của việc gây ngập, nó so sánh về sự đánh đổi giữa thủy điện và sự thay đổi trong sử dụng đất. Sự biến thiên của chỉ số này sẽ là tỷ số giữa MW công suất lắp đặt/ diện tích đất nông nghiệp hoặc đất rừng bị ngập lụt. Chỉ số có giá trị càng cao thì dự án càng hiệu quả.

Đóng góp vào sự biến đổi về khí hậu: IPCC đã sử dụng chỉ số này để đánh giá sự đóng góp của thủy điện đối với sự phát thải khí nhà kính khi so sánh với các nhiên liệu hóa thạch. Nếu chỉ số này cao hơn 10, thì đề án công trình này được coi là tốt, nếu nằm trong khoảng từ 5 đến 10, thì hiệu quả của chương trình này là vừa phải, nhưng nếu kết quả chỉ số nằm ở mức dưới 5 thì cần phải đánh giá công trình này một cách kỹ lưỡng hơn. Có thể xem ở các bảng dưới đây về những sự thay đổi đáng kể của các chỉ số này cho các đập trong lưu vực 3S, với điều kiện các đập thủy điện không điều tiết vận hành tốt và một số đập dung tích lớn sẽ ở mức rất thấp.

Các chỉ số về dân số và tái định cư: Có 2 chỉ số khác để so sánh số người cần được tái định cư theo công suất lắp đặt và mật độ dân số trong khu vực hồ chứa. Một lần nữa lại có sự thay đổi đáng kể trong các chỉ số này giữa các đập ở lưu vực 3S. Rõ ràng là những công trình cần ít hoặc không cần tái định cư thì sẽ rất tốt vì các chỉ số trên sẽ thấp, nhưng nếu công trình có chỉ số cao thì cần phải xem xét kỹ vì giải quyết vấn đề tái định cư thì chi phí rất cao về mặt kinh tế và xã hội.

Các chỉ số tích nước:

- Chỉ số dung tích hữu ích theo MW lắp đặt là phép đo về sự ảnh hưởng tương đối của công trình đối với dòng chảy. Chỉ số này càng cao, thì sự thay đổi dòng chảy mùa càng lớn. Các công trình đập không điều tiết thực sự có số điểm rất thấp hoặc thậm chí bằng không, với việc tích nước nhiều nhất cũng chỉ trong một vài ngày. Tuy nhiên, điều này không đề cập đến tác động của các công trình có lưu lượng dòng chảy thay đổi theo ngày, do đập vận hành theo chế độ phủ đỉnh – mỗi ngày hoạt động trong một vài giờ - xả hết rồi lại giảm đến mức dòng chảy cơ sở khi nhu cầu phụ tải ban đêm giảm.
- Dung tích hữu ích /lưu lượng dòng chảy trung bình năm tại vị trí đập là một chỉ số về khoảng thời gian trung bình đòi hỏi tại tốc độ dòng chảy trung bình. Giá trị của chỉ số càng cao thì thời gian cần để tích đầy nước càng lâu.
- Dung tích hữu ích/dòng chảy trung bình năm tại cửa sông là một chỉ số cho biết lượng nước đóng góp vào dòng chảy của công trình để điều tiết lưu lượng cho toàn dòng sông. Giá trị của chỉ số càng cao thì khả năng đóng góp để điều tiết dòng chảy trên sông càng lớn.
- Dung tích hữu ích/chiều dài của hệ thống sông là một chỉ số cho biết khả năng điều tiết của công trình đối với toàn bộ dòng sông. Điều này cũng rất hữu ích khi kết hợp với khoảng cách của công trình tính từ cửa sông, hoặc từ đầu nguồn, vì nó có thể giúp xác định được độ dài của dòng sông sẽ bị cô lập bởi con đập.
- Dung tích hữu ích/tổng dung tích trữ là một chỉ số về quy mô của hồ chứa và khả năng giữ phù sa. Khi kết hợp với chỉ số hiệu quả về lượng phù sa được giữ lại trên hồ, có thể cho biết tuổi thọ của hồ chứa, trước khi hồ bị phù sa lấp đầy

Lưu vực được điều tiết:

- Tỷ lệ phần trăm của tổng diện tích lưu vực đến tuyến vị trí công trình là một chỉ số cho biết về sự đóng góp của công trình đối với việc điều tiết chung dòng chảy. Tỷ lệ phần trăm càng cao thì mức độ điều tiết càng lớn. Vì thế các con đập ở phía cuối dòng sông, ví dụ như Hạ Sê San 2 có tỷ lệ rất cao, trong khi các đập ở đầu nguồn, hoặc trên các dòng nhánh có giá trị thấp. (Trong các bảng dưới đây, các công trình nằm ở phía cuối dòng sông và các dòng nhánh chính được tô màu sẫm thể hiện tỷ lệ phần trăm diện tích lưu vực được điều tiết ở mức cao).

- Công suất lắp MW/phần trăm diện tích lưu vực cho biết về tính hiệu quả của việc phát điện đối với lưu vực được điều tiết (hoặc chiều dài của dòng sông). Giá trị càng cao thì công trình càng hiệu quả.

Ngoài các con đập được liệt kê ở trên còn có 3 dự án thủy điện nhỏ khác đang trong giai đoạn quy hoạch thuộc lưu vực sông Sê Kông:

1. Dự án thủy điện Thượng Xekhampho được thiết kế như là một dự án thủy điện không điều tiết gồm một số các hồ lát mái, các đập nhỏ và đập dâng nằm bên mép cao nguyên Bolevan. Dự án không có hồ chứa/khả năng tích nước. Nhà máy điện nằm dưới nền cao nguyên Bolevan có công suất lắp đặt dự kiến là 21 MW. Nhà máy điện dự kiến sẽ hoạt động hết công suất trong mùa mưa và giảm công suất trong mùa khô.¹²
2. Dự án thủy điện Nam Ang/Nam Ngon có cửa lấy nước từ cả 2 dòng chảy này trên cao độ khoảng 850 masl và dẫn nước bằng ống đến nhà máy điện tại độ cao 286 masl cách hồ chứa của nhà máy thủy điện Se Kamman 1 khoảng 1 km. Với tổng độ cao đầu nước khoảng 500 m, công suất lắp đặt có thể từ 4 đến 7 MW tạo ra 30 - 40 GWh điện mỗi năm cho địa phương.
3. Dự án thủy điện Nam Pouang cũng nằm trên một dòng suối nhỏ đổ vào sông Se Kamman ở Attapeu. Có một số phương án lựa chọn nhà máy điện đang được xem xét, trong đó phương án tốt nhất có i đầu nước cao 112 m và công suất lắp đặt là 5 MW.¹³

¹² Thông tin lấy từ công ty Earth Systems Consulting Ltd. for Norconsult Ltd.

¹³ Báo cáo cuối cùng của ADB 2012. Dự án phát triển thủy điện nhỏ.

Bảng 8-3: Các chỉ số tính toán cho các dự án thủy điện trên sông Sê Kông

Tên đập	MW lắp máy/điện tích hồ chứa	Số dân tái định cư/MW lắp máy	Số dân tái định cư/điện tích hồ chứa	Dung tích hữu ích/MW lắp máy	Dung tích hữu ích/Dòng chảy TB năm tại điểm dự án	Dung tích hữu ích/Dòng chảy TB tại cửa sông	Dung tích hữu ích/độ dài của hệ thống sông	% lưu vực bị điều tiết	MW lắp máy/% lưu vực bị điều tiết	% dung tích hữu ích/tổng dung tích
Lưu vực Sê Kông	MW/ km ²	Người/MW	Người/km ²	Tr. m ³ /MW	Tr. m ³ /m ³ /s	Tr. m ³ /m ³ /s × 1000	Tr. m ³ /km × 1000	%	MW/%	%
A Lưới	NA	NA	NA	1.9	0.10	1.18	2.29	1.01	61.19	NA
Sê Kông 5	7.6	1.1	8.4	338.9	9.89	1000.00	2632.04	9.07	44.08	NA
Sê Kông 4	3.5	7.4	26.2	516.7	15.12	1.18	6019.42	18.74	32.02	29.52
Dak E Mule	15.9	0.0	0.0	118.5	9.57	1358.22	299.03	0.44	295.01	NA
Houay Lamphan Gnai	12.8	11.9	151.5	140.7	18.77	3106.21	236.89	0.49	178.48	86.52
Sê Kông 3up	6.7	7.5	50.0	65.8	0.40	154.31	184.64	20.41	7.08	NA
Sê Kông 3d	2.5	2.6	6.6	184.8	0.53	122.24	326.95	33.66	2.71	NA
Houayho	3.8	0.0	0.0	432.7	3.17	95.28	1260.19	0.67	225.51	NA
Xe Katam	7.8	4.4	34.0	199.0	13.25	168.72	234.95	0.91	66.63	96.03
Xepian-Xenamnoy	7.8	2.1	16.0	232.8	48.58	650.30	1763.11	2.85	137.07	81.36
Xe Nam Noy 5	28.6	0.0	0.0	44.0	2.42	121.24	17.09	0.21	95.75	NA
Xe Kaman 4A	80.0	0.0	0.0	17.2	1.63	909.82	32.04	0.92	104.40	NA
Xe Kaman 4B	41.1	0.0	0.0	28.6	2.88	8.82	41.17	0.67	111.08	NA
Xekaman 3	48.1	4.9	235.8	43.4	0.18	16.53	210.76	2.47	101.19	76.71
Xe Kaman 2A	80.0	0.0	0.0	5.8	0.05	21.24	7.18	6.84	9.36	NA
Xe Kaman 2B	9.3	0.0	0.0	216.8	3.17	108.76	420.97	6.04	16.56	NA
Xekaman 1	1.5	4.6	7.0	701.3	10.72	3.71	3267.96	12.42	19.32	NA
Xekaman-Sanxay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	217.23	0.00	12.98	2.47	NA
Xe Xou	0.5	NA	NA	2,703.9	22.20	1686.37	3328.16	4.42	14.35	NA
Nam Kong 1	3.4	0.0	0.0	673.3	12.02	0.00	980.58	4.34	17.29	74.37
Nam Kong 2	8.1	0.0	0.0	199.4	3.10	1717.43	271.07	2.98	23.46	NA
Nam Kong 3	16.3	0.0	NA	34.6	0.37	506.01	16.78	2.19	11.44	29.09

Nguồn: Nghiên cứu phát triển các lưu vực sông 3 S của ADB (2010). Báo cáo kỹ thuật No 8a: Cơ sở hạ tầng quy mô lớn ở lưu vực 3S – Thủy điện

8.2. Thủy lợi

Có một số công trình thủy lợi quy mô nhỏ như nêu ở Hình 8-1. Lào có tổng diện tích được tưới trong mùa mưa là 3.605 ha và 2.743 ha trong mùa khô. Ở tỉnh Attapeu, nước thô được bơm lên cao từ các máy bơm đặt trên các phao nổi dọc các sông Sê Kông, Se Kamman, Se Pian và Se Sou. Tổng cộng, có 19 công trình thủy lợi phục vụ cho 2.060 ha với tổng lượng nước khoảng 42 triệu m³/ năm. Tại tỉnh Sê Kông, có 383 công trình thủy lợi được báo cáo nhưng hầu hết trong số đó (361 công trình) chỉ là các đập dâng truyền thống để chuyển nước của các dòng chảy trong mùa mưa. Dung lượng trữ vẫn còn rất thấp.

Ở Campuchia, có tổng cộng 82 công trình tưới tiêu được liệt kê trong vùng hạ lưu vực 3S. 8 công trình nằm trong lưu vực sông Sê Kông, 39 công trình thuộc lưu vực sông Sê San và 35 công trình thuộc lưu vực Srêpôk. Trong số này, chỉ có 8 công trình còn đang hoạt động. Trong số diện tích 56.418 ha đất trồng lúa mùa mưa, thì chỉ có 10% diện tích có thể được tưới từ các hệ thống đang hoạt động hiện có vào mùa mưa và khoảng 1% diện tích vào mùa khô. Nếu toàn bộ 82 công trình này vận hành thì sẽ có khả năng tưới cho 2.803 ha vào mùa khô và 14.878 ha vào mùa mưa, mặc dù trên thực tế chỉ có 520 ha được tưới vào mùa khô. Hầu hết các công trình thủy lợi này đều có quy mô nhỏ chỉ có thể tưới trung bình 180 ha. Có ba công trình có khả năng tưới cho diện tích trên 1.000 ha. Hầu hết các công trình được xây dựng và sử dụng để cấp nước tưới bổ sung cho sản xuất mùa vụ vào mùa mưa. Tất cả các công trình sử dụng nước từ các hồ chứa nhỏ tích nước mưa trong mùa mưa. Những hồ chứa này có dung tích rất hạn chế để cấp nước trong mùa khô.¹⁴

¹⁴ Nghiên cứu phát triển các lưu vực sông 3 S của ADB (2010). Báo cáo kỹ thuật No 8b: Cơ sở hạ tầng quy mô lớn ở lưu vực 3S-Thủy lợi.

9. THAY ĐỔI DÒNG CHẢY

9.1. Mức độ điều tiết dòng sông khi có tất cả công trình thủy điện

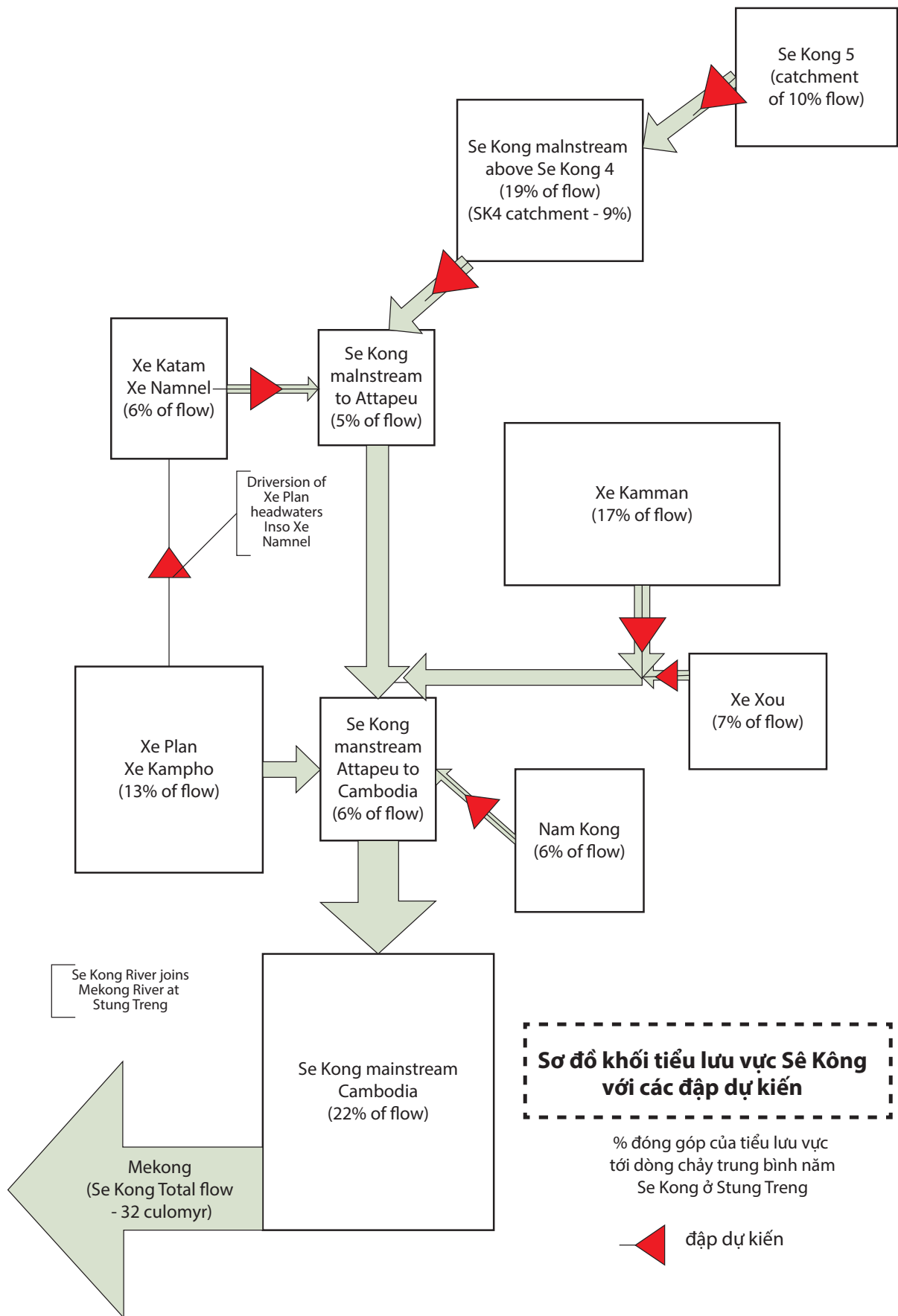
Khi tất cả các đập đề xuất được xây dựng trên sông Sê Kông, khả năng tích nước ở các hồ chứa sẽ có tác động đến chế độ thủy văn của sông. Bảng 9-1 cho biết tổng dung tích hữu ích của các đập được đề xuất trên các sông 3S và tỷ lệ của tổng lượng dòng chảy năm. Điều này cho thấy sông Sê Kông có khả năng điều tiết nhất trong số 3 con sông với khả năng tích nước lên tới gần 40% tổng lưu lượng dòng chảy năm của sông.

Bảng 9-1: Khả năng tích nước của các đập trên các sông 3S

	Sê Kông	Sê San	Srêpôk	Tổng	Mê Công tại Kratie
Tổng lưu lượng trung bình năm (m³/giây)	998	610	1.014	2.622	13.000
Tổng lượng trung bình năm (triệu m³)	32.000	19.500	32.500	84.000	467.000
Khả năng tích nước của hồ chứa (triệu m³)	12.543	2.925	10.389	25.857	
% của năm	39,2	15,0	32	30,8	5,5

*Nguồn: Nghiên cứu phát triển các lưu vực sông 3 S của ADB (2010).
Báo cáo Kỹ thuật Số 8a: Cơ sở hạ tầng quy mô lớn ở lưu vực 3S – Thủy điện*

Hình 9-1: Sơ đồ dòng chảy của các tiểu lưu vực chính của sông Sê Kông khi có các đập



Nguồn: P.J.Meynell (2007) EIA cho dự án thủy điện Sê Kông 4

Hình 9-1 cho biết về sơ đồ đóng góp của từng tiểu lưu vực cho sông Sê Kông và vị trí của một số đập được đề xuất. Nó được dùng để đánh giá tác động môi trường (EIA) của đập Sê Kông 4 và không phải cho tất cả các đập. Tuy nhiên, nó là thông số cơ sở cho mô hình dòng chảy của sông.

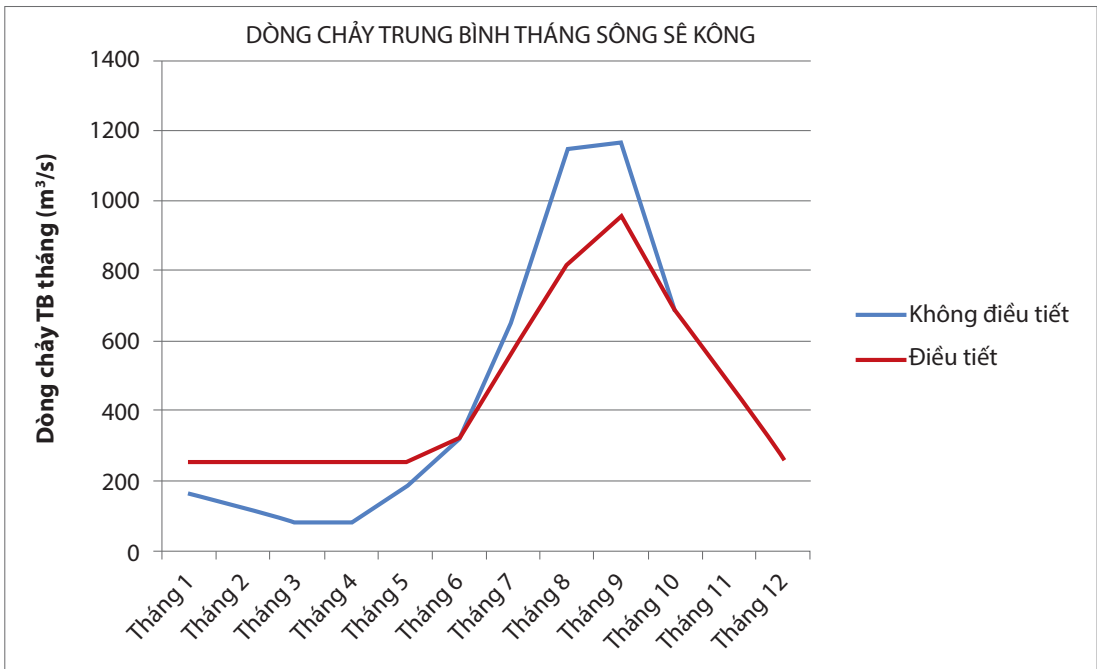
Các đập tích nước được thiết kế để trữ nước trong mùa mưa và điều tiết trong mùa khô. Các đập không điều tiết trữ nước trong thời gian ngắn hơn nhiều, ví dụ như một vài ngày hoặc vài tuần, và các hồ chứa nhỏ hơn nhiều và tạo ra một sự cân bằng giữa các biến động về dòng chảy ngày, phát điện phủ đỉnh, như vào những lúc nhu cầu phụ tải cao nhất.

Khả năng tích trữ gần 40% trên sông Sê Kông có nghĩa là dòng chảy trong mùa mưa sẽ giảm đáng kể và dòng chảy trong mùa khô sẽ cao hơn và tạo ra sự cân bằng hơn. Sử dụng mô hình Flow Health, biểu đồ thủy văn mô phỏng của các dòng chảy tại Attapeu đã được chạy mô hình bằng cách tăng dòng chảy trung bình tháng trong mùa khô và giảm đỉnh lũ trong mùa mưa. Điều này được sử dụng để minh họa về điều tiết dòng chảy. So sánh giữa các dòng chảy tự nhiên và nhân tạo tại Attapeu được thể hiện trong Hình 9-2.

Bảng thông số gắn liền với Hình 9-2 cho biết dòng chảy mùa khô kiệt nhất vào tháng 3 và tháng 4 được mô phỏng tăng trên 200%, trong khi đó cũng có sự gia tăng về dòng chảy trung bình tháng vào các tháng 1 và 2 lần lượt là 56% và 98%, và 41% trong tháng 5. Các đỉnh lũ được mô phỏng giảm tới gần 30% trong tháng 8 cùng với các mức giảm thấp hơn trong tháng 7 và tháng 9.

Như đã nêu, dòng chảy trung bình tháng không phản ánh dòng chảy ngày cao nhất trong thời gian có bão. Việc giảm lưu lượng dòng chảy tháng cao nhất có thể giúp quản lý các dòng chảy lũ qua đập, với điều kiện là các hồ chứa có đủ khả năng tích trữ dự phòng. Nếu một cơn bão xảy ra khi hồ đã đầy thì sẽ phải vận hành đập tràn trong tình trạng khẩn cấp và điều này có thể làm trầm trọng thêm tình trạng lũ lụt.

Hình 9-2: So sánh dòng chảy trung bình tháng giữa các điều kiện chảy tự nhiên và nhân tạo



Nguồn: các mô phỏng sử dụng mô hình Flow Health

	Không điều tiết	Điều tiết	Thay đổi
	m ³ /s	m ³ /s	%
Tháng 1	163,3	255,6	56,5
Tháng 2	127,7	253,6	98,6
Tháng 3	81,0	257,3	217,5
Tháng 4	83,1	259,4	212,2
Tháng 5	180,7	256,2	41,8
Tháng 6	320,7	320,7	0,0
Tháng 7	659,8	575,8	-12,7
Tháng 8	1.148,0	820,6	-28,5
Tháng 9	1.166,9	957,0	-18,0
Tháng 10	683,3	683,3	0,0
Tháng 11	481,7	481,7	0,0
Tháng 12	262,9	262,9	0,0

9.2. Ứng dụng mô hình Sức khỏe Dòng chảy

Mô hình sức khỏe dòng chảy là một ứng dụng có thể truy cập rộng rãi để hỗ trợ trong việc đánh giá, thiết kế và quản lý của các chế độ dòng chảy của sông. Mục tiêu chính của ứng dụng là cung cấp “điểm số” hàng năm về thủy văn dùng trong đánh giá sức khỏe dòng sông, và cũng có thể được sử dụng như một công cụ để hỗ trợ đánh giá dòng chảy môi trường.

MÔ HÌNH SỨC KHỎE DÒNG CHẢY CÓ 4 CHỨC NĂNG CHÍNH:

1. Cung cấp “điểm số” hàng năm để đánh giá sức khỏe thủy văn của dòng sông

Mô hình sẽ phân tích chuỗi số liệu dòng chảy hoặc mực nước bằng cách so sánh với một chuỗi số liệu tham chiếu như chuỗi số liệu thu thập trước khi có điều tiết hoặc số liệu mô phỏng dòng chảy tự nhiên. Đối với mỗi năm tính toán, Mô hình sẽ cung cấp số liệu cho 9 loại chỉ số của hệ sinh thái liên quan đến dòng chảy thủy văn như dưới dạng một ma trận (bảng). Nếu điểm số bằng 1 là gần với chuỗi tham chiếu (ít bị ảnh hưởng), nếu điểm số bằng 0 là hoàn toàn khác với chuỗi tham chiếu. Bảng số liệu về 9 chỉ số này cũng được tổng hợp thành một chỉ số chung để đánh giá Sức khỏe dòng chảy trong năm tính toán. Kết quả trình bày dưới dạng đồ thị.

2. Đề xuất dòng chảy môi trường tối thiểu tháng

Mô hình sẽ tự động tính toán dòng chảy môi trường tối thiểu tháng để đảm bảo các “điểm số” = 1 cho các bảng kết quả dòng chảy. Chế độ dòng chảy này tương tự chế độ của dòng chảy tham chiếu (so sánh). Người sử dụng có thể điều chỉnh các “điểm số” này bằng cách điều chỉnh các thanh trượt trong mô hình để có thể đạt được dòng chảy môi trường chấp nhận được.

3. Kiểm tra sức khỏe dòng chảy với bất kỳ dòng chảy môi trường thiết kế nào

Có thể sử dụng Mô hình Sức khỏe dòng chảy để tính chế độ dòng chảy tháng. Dòng chảy tháng có thể đưa vào như một tỉ lệ với dòng chảy tham chiếu, hoặc chọn một giá trị phù hợp cho mỗi tháng. Kết quả tương tác trực tiếp giữa người sử dụng và mô hình sẽ tìm ra được dòng chảy tính toán, số liệu này sẽ được cập nhật và hiển thị trên đồ thị.

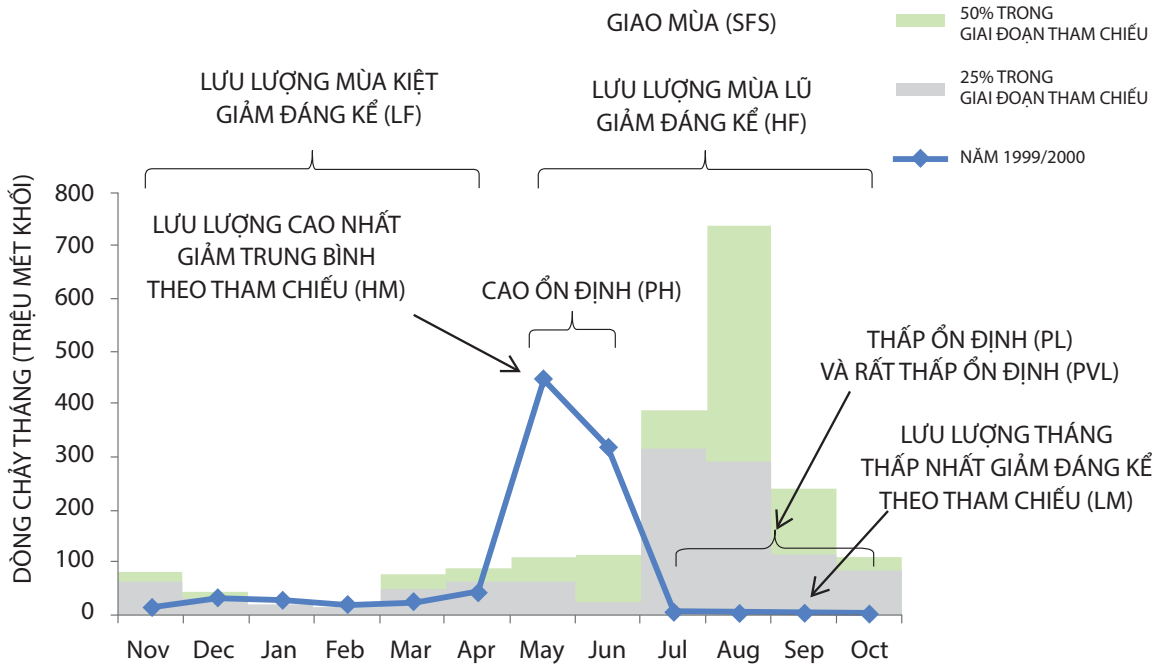
4. Tạo ra một chuỗi số liệu dòng chảy tháng tính toán dựa trên các giá trị dòng chảy môi trường thiết kế

Sau khi có được dòng chảy môi trường tiềm năng, chế độ dòng chảy tháng có thể tính toán dựa trên chế độ của dòng chảy môi trường. Đơn giản có thể sử dụng lại chế độ dòng chảy đó hoặc dựa trên chế độ dòng chảy ở chuỗi tham chiếu. Dòng chảy tính toán này sẽ được sử dụng trong việc tính toán “điểm số” của dòng chảy.

Các chỉ số sử dụng trong Mô hình được phát triển dựa trên mối quan hệ giữa hệ sinh thái và chế độ thủy văn bởi vì chúng tạo ra đặc tính của dòng chảy mà thường bị ảnh hưởng bởi sự điều tiết (từ đập và/hoặc chuyển nước). Cũng như các phương pháp đánh giá khác, Mô hình sức khỏe dòng chảy cung cấp các số liệu thống kê cơ bản của các chuỗi số liệu như: dòng chảy trung bình tháng/năm, tỷ lệ %..của chế độ dòng chảy môi trường so sánh với chế độ dòng chảy tham chiếu.

Mô hình sức khỏe dòng chảy sử dụng 9 chỉ số như hình dưới đây: dòng chảy cao (HF), thấp (LF), lớn nhất tháng (HM), nhỏ nhất tháng(LM), liên tục cao hơn (PH), liên tục thấp hơn (PL), liên tục rất thấp (PVL), dịch chuyển dòng chảy mùa (SFS) và khoảng thời gian giữa 2 trận lũ (FFI). Giá trị của mỗi chỉ số thể hiện mức tác động của chế độ dòng chảy tại một khía cạnh cụ thể với sức khỏe hệ sinh thái (Hình 9-3).

Hình 9-3: Hình ảnh mô tả 9 chỉ số dùng trong mô hình Sức khỏe dòng sông¹⁵



Hệ sinh thái chịu ảnh hưởng mạnh của chỉ số HF và LF thông qua tổng lượng mùa (ảnh hưởng nhiều đến chế độ thủy văn đặc biệt trong những năm kiệt điển hình) và đồng thời thể hiện sự giảm đáng kể về tổng lượng (do đó ảnh hưởng tới diện tích của hệ sinh thái) do điều tiết. Thay đổi lớn nhất có thể kể đến là thay đổi dòng chảy mùa khô và mùa mưa.

Chỉ số Dòng chảy lũ (HM) ảnh hưởng nhiều đến các vùng đất ngập nước do đó ảnh hưởng đến các hệ sinh thái của vùng này như làm thay đổi chế độ cá đẻ, cá di cư... đồng thời cũng ảnh hưởng đến hình dạng của hệ sinh thái do chế độ bồi đắp phù sa thay đổi. Chỉ số Dòng chảy kiệt (LM) liên quan đến dòng chảy nhỏ nhất yêu cầu để sinh tồn. HM và LM không được xác định cho từng mùa mà xác định cho cả năm. Bởi vì tháng xảy ra lũ và kiệt có thể là tháng bất kỳ trong năm (ở một số vùng trên thế giới không có mùa mưa và khô rõ rệt) là ảnh hưởng đến hệ sinh thái. Thêm vào đó, do điều tiết dòng chảy kiệt nhất có thể xảy ra vào tháng thông thường có lũ cao. Có thể nhận thấy rằng, thay đổi dòng chảy có thể tác động tích cực lớn cho hệ sinh thái vào một số tháng, tuy nhiên sự thay đổi có thể tác động tiêu cực nhiều hơn ở một số tháng trong năm. Nếu tháng có dòng chảy cao nhất theo mùa trong năm báo cáo, điều đó sẽ được thể hiện qua các chỉ số HF, LF và SFS.

Chỉ số PH, thường liên quan đến dòng chảy mùa kiệt bị cao hơn liên tục trong một thời gian dài do tác động của điều tiết. Điều này làm ảnh hưởng đến khả năng ánh sáng chiếu xuyên đến đáy sông, do đó làm thay đổi tảo ở đáy hồ. PH cũng có thể ảnh hưởng đến các loại động vật không xương sống do đó ảnh hưởng đến tính đa dạng sinh học. Dòng chảy lớn liên tục trong mùa kiệt (PH) cũng làm ảnh hưởng đến các loài cây sống ở ven sông tăng rủi ro bị ngập nước trong thời gian dài hoặc làm cản trở trao đổi không khí tự nhiên của đất. Ở một số nơi nó có thể ảnh hưởng đến một số loài cá phụ thuộc vào dòng nước tĩnh và nhiệt độ ấm áp.

Chỉ số dòng chảy liên tục thấp hơn (PL) liên quan đến tình trạng dòng chảy, có thể là mùa lũ hay mùa kiệt, bị giảm trong thời gian dài. Chỉ số này có thể thể hiện sự giảm liên tục dòng chảy trong mùa kiệt, làm ảnh hưởng đến diện tích sinh sống của cá và một số loài động vật không có xương sống khác. Điều này có thể tạo điều kiện cho một số loài thực vật ngoại lai xâm chiếm lòng sông, hoặc có thể xảy ra hiện tượng bồi lắng trong quá trình giảm dòng chảy.

¹⁵ Hình ảnh so sánh dòng chảy tháng của các năm 1999/2000 tại Liaoyang trên sông Taizi, Trung Quốc có các dòng chảy tháng trung bình trong thời gian tham chiếu và 25 phần trăm dòng chảy tháng.

Chỉ số dòng chảy liên tục rất thấp (PVL) liên quan đến tình trạng dòng chảy được điều tiết rất thấp trong một thời gian dài. Ảnh hưởng của quá trình này là làm cạn hoặc gần cạn lòng sông ảnh hưởng đến toàn bộ các sinh vật sống. Dòng chảy cực kiệt thường dẫn đến việc làm mất các sinh vật vùng giáp ranh (chỗ nông), các sinh vật trong các hồ/vũng nước đồng thời làm giảm chất lượng nước như nhiệt độ tăng, giảm oxy và xâm nhập mặn.

Chỉ số dịch chuyển thời gian dòng chảy mùa (SFS) liên quan đến tình trạng thay đổi chế độ dòng chảy mùa (có thể sớm hơn, muộn hơn hoặc đổi hẳn từ kiệt sang lũ) do điều tiết của hồ chứa, tích nước trong mùa lũ và xả nước trong mùa kiệt. Kết quả là, chế độ thủy văn hoàn toàn bị thay đổi cả về thời gian, dòng chảy cơ bản qua đó ảnh hưởng tới toàn bộ chu trình hữu cơ của hệ sinh thái.

Chỉ số FFI (đổi thời gian xảy ra giữa 2 trận lũ) thường liên quan đến các trận lũ xảy ra làm ngập các vùng đất ngập nước. Ở một số sông, những trận lũ như thế này đóng vai trò quan trọng trong việc làm sạch các loại thực vật ven sông và có thể thay đổi hình thái của sông. Trong thời gian giữa 2 trận lũ, lòng sông có thể lại bị khô, các loài thực vật bản địa sẽ có cơ hội sinh sôi nảy nở làm thay đổi cộng đồng thực vật ở vùng đất ngập lũ, trong đó có một số loài cây mà sự phát tán của chúng dựa vào dòng chảy lũ, lòng sông có thể bị cây cỏ mọc phủ kín do thời gian giữa 2 trận lũ kéo dài.¹⁶

Khi sử dụng Mô hình sức khỏe dòng chảy để mô phỏng sự thay đổi chế độ thủy văn của sông Sê Kông do tác động điều tiết của các hồ chứa thủy điện, trữ nước trong mùa mưa và xả nước trong mùa khô. Bảng 9-2 thể hiện những thay đổi của các chỉ số giữa dòng chảy tự nhiên và dòng chảy có ảnh hưởng của các hồ. Dòng chảy tự nhiên là dòng chảy đo đạc tại trạm Attapeu trong giai đoạn 1989 và 2005. Dòng chảy nhân tạo (đã điều tiết) được tính toán dựa trên chế độ điều tiết của các hồ.

Bảng 9-2: Thay đổi của các chỉ số sức khỏe dòng chảy giữa chuỗi dòng chảy tự nhiên và nhân tạo tại Attapeu

Các chỉ số	Tự nhiên	Có điều tiết	% thay đổi
Điểm số sức khỏe dòng chảy (FH)	0,875	0,68	-22,1
Dòng chảy lũ (HF)	1	1,00	0.0
Dòng chảy lớn nhất tháng(HM)	1	0,62	-38,4
Dòng chảy kiệt(LF)	1	0,82	-18,5
Dòng chảy nhỏ nhất tháng(LM)	1	0,75	-25
Liên tục cao hơn (PH)	1	0,20	-80
Liên tục thấp hơn (PL)	1	1,00	0.0
Liên tục rất thấp (PVL)	1	1,00	0.0
Thay đổi chế độ mùa (SFS)	1	0,92	-7,7
Thay đổi thời đoạn xảy ra lũ (FFI)	0	0.00	0.0

Giải thích những sự thay đổi này:

1. Dòng chảy lũ: Không có sự thay đổi về tổng lượng dòng chảy trong mùa lũ, do đó HF bằng 1 trong cả 2 trường hợp. Điều đó có thể dự đoán, sẽ không có sự thay đổi đáng kể về tổng thể hệ sinh thái các vùng ngập nước.

¹⁶ Gippel, C.J., Marsh, N. and Grice, T. 2012. Phần mềm Sức khỏe dòng chảy để đánh giá sự biến thiên của dòng chảy từ tham chiếu và để xây dựng chế độ dòng chảy môi trường tháng. Cẩm nang kỹ thuật và hướng dẫn sử dụng.

2. Dòng chảy lớn nhất tháng (HM): dòng chảy lớn nhất tháng giảm từ 1 xuống 0,62, vì dòng chảy lớn nhất trong tháng 8 bị giảm đáng kể. Có nghĩa là có thể có sự thay đổi do giảm mực lũ lớn nhất, các bãi đẻ trứng của cá có thể sẽ thấp hơn, đồng thời có thể làm cho lượng bùn cát ở hạ lưu giảm đi dẫn đến thay đổi hình dạng của lòng sông.
3. Dòng chảy kiệt LF: giảm từ 1 xuống 0,82, bởi vì tổng lượng xả trong mùa khô lớn hơn so với tự nhiên. Sự ảnh hưởng có thể là những hệ sinh thái và quần thể động thực vật ở trong sông phụ thuộc vào các biến động dòng chảy mùa tự nhiên, bây giờ có thể bị ngập nước vĩnh viễn do điều tiết các dòng chảy.
4. Dòng chảy tháng nhỏ nhất LM: thay đổi từ 1 xuống còn 0,75, bởi vì dòng chảy thấp nhất trong mùa kiệt vào tháng 3 và 4 lớn hơn so với điều kiện tự nhiên. Những ảnh hưởng của chỉ số này có thể tương tự như chỉ số LF đó là sự phụ thuộc vào các biến động của dòng chảy thấp theo mùa, có thể bị đe dọa hoặc có thể bị giảm về diện tích.
5. Dòng chảy tăng liên tục (PH): Chỉ số này giảm từ 1 xuống 0,2, phản ánh rõ sự tăng dòng chảy liên tục trong mùa khô ví dụ như gấp 2 hoặc 3 lần dòng chảy tự nhiên trong tháng 3 và 4. Điều này ảnh hưởng đến hệ sinh thái, quần thể động thực vật phụ thuộc vào chế độ dòng chảy kiệt ví dụ như sản lượng của các vùng nước sâu.
6. Dòng chảy giảm liên tục: chỉ số PL không giảm thể hiện rằng, dòng chảy nhỏ nhất không nhỏ hơn dòng chảy nhỏ nhất tự nhiên.
7. Dòng chảy rất nhỏ giảm liên tục PVL: cũng không thay đổi giống như PL. Thực tế PVL không liên quan nhiều đến sông, mà liên quan đến các hoạt động lấy nước trong mùa khô.
8. Thay đổi chế độ mùa SFS: chỉ có sự thay đổi nhỏ về thời gian đỉnh lũ khoảng 1-2 tuần trong năm. Cũng không rõ ràng trong việc thay đổi giữa mùa khô và mùa mưa, vì có thể do ảnh hưởng của chế độ mưa thay đổi của năm tính toán và năm tự nhiên. Bởi vì lượng mưa có thể làm tăng dòng chảy vào đầu mùa mưa và bị các hồ chứa giữ lại cho đến khi hồ đầy. Điều đó có nghĩa là có thể làm thay đổi lưu lượng dòng chảy ảnh hưởng đến các hệ thủy sinh, đặc biệt sự di cư và đẻ trứng.
9. Thay đổi thời đoạn xảy ra lũ (FFI): không có sự thay đổi

Về tổng quan, Sức khỏe dòng chảy gồm có 9 chỉ số, giảm từ 1 trong điều kiện tự nhiên xuống còn khoảng 0,68 đến 0,875, tổng thể cho thấy giảm khoảng 22% dòng chảy đã điều tiết so sánh với điều kiện tự nhiên. Một số nhận xét về các thành tố chính của chế độ dòng chảy có thể xem xét cho dòng Sê Kông như sau:

- Giảm lưu lượng lớn nhất, có thể làm ảnh hưởng đến hình thái lòng sông, đặc biệt ở các đoạn sông trầm tích, và làm thay đổi sự phân bố bùn cát. Các hợp lưu của sông là nơi có thể quan sát sự thay đổi về bùn cát, nếu dòng chảy lớn nhất không thể vận chuyển lượng bùn cát này, chúng sẽ bồi lắng tại các hợp lưu này.
- Tăng dòng chảy và mực nước mùa khô làm thay đổi môi trường sống của sinh vật trong lòng sông, có thể làm giảm các quần thể này trong khu vực.
- Thay đổi về chế độ lũ và dịch chuyển dòng chảy từ mùa mưa sang mùa khô, có thể làm ảnh hưởng đến sự di cư của cá và bãi đẻ trứng.
- Thay đổi của dòng chảy và mực nước trong ngày do vận hành phủ đỉnh có thể làm ảnh hưởng lớn đến các vùng sau đập nhưng không được xem xét ở đây.

10. KẾT LUẬN

Mục đích của tài liệu này là cung cấp các thông tin về đặc điểm sinh thái của dòng sông Sê Kông và các dòng nhánh của nó theo một trình tự để có thể tiến hành các nghiên cứu thêm và các cuộc tham vấn về quản lý dòng chảy tổng hợp hơn, như các kế hoạch xây dựng thủy điện, gia tăng các hồ chứa nước và điều tiết dòng sông.

Tài liệu này không đưa ra bất kỳ một kết luận nào về các tác động của sự thay đổi chế độ dòng chảy, mặc dù đã nêu bật những khía cạnh quan trọng nhất đối với sức khỏe của dòng sông. Trong quá trình xây dựng bất kỳ chế độ quản lý dòng chảy nào, cần phải nhận thấy rằng những người dân sống trong các cộng đồng liên kề dòng sông, những người có sinh kế phụ thuộc vào dòng sông và các nguồn tài nguyên thiên nhiên trong sông, là các nhóm đối tượng quan trọng.

Phụ lục 1: Các nguồn số liệu

Bộ số liệu	Mô tả	Hệ tọa độ	Nguồn số liệu	Cơ quan giữ số liệu nguồn
Sống suối	Sống suối trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Bộ số liệu sông suối được số hóa từ bản đồ 1:50.000; cập nhật cấp độ dòng năm 2009	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Tiểu lưu vực	Ranh giới các tiểu lưu vực trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Bản đồ địa hình 1:50.000 (Campuchia, Lào, Việt Nam) -2000	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Tiểu lưu vực SWAT	Các tiểu lưu vực trong lưu vực Sê Kông được chia theo mô hình SWAT (Do Nhóm Mô hình/WUP)	UTM Zone 48, Indian 1960	Ồ DEM độ phân giải 50 m (2000)	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Nhóm Mô hình
Sử dụng đất / độ phủ đất	Sử dụng đất / độ phủ đất trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Campuchia: Bộ Công trình Công cộng; số liệu thống kê 2003 Lào: Tổng cục Địa chất, 2003 Việt Nam: Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp, 2000	MRC/ Chương trình Nông nghiệp
Độ cao	Độ cao của lưu vực Sê Kông (độ phân giải ở 50 m)	UTM Zone 48, Indian 1954	Bản đồ địa hình 1:50.000 (Campuchia, Lào, Việt Nam)	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Độ dốc	Các lớp độ dốc trong lưu vực Sê Kông (phân loại độ dốc theo FAO)	UTM Zone 48, Indian 1954	Bản đồ địa hình 1:50.000 (Campuchia, Lào, Việt Nam)	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Vùng sinh thái - WWF	Vùng sinh thái theo WWF	UTM Zone 48, Indian 1960	?	WWF
Kiểu đất	Các phân hạng địa chất của lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48	Không rõ	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – số liệu cũ
Khu bảo vệ	Khu bảo vệ trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Số liệu được biên soạn năm 2001. Campuchia: Ban đất nông nghiệp (ASU), Vụ Quy hoạch, Bộ Nông Lâm (MAF); Lào: Trung tâm Điều tra Đất và Phân loại Đất đai (SSLCC), MAF; Thái Lan: Phòng Điều tra và Phân loại đất, Vụ Phát triển Đất đai, Bộ Nông nghiệp và Hợp tác xã; Việt Nam: Trung tâm Tư liệu Bản đồ (IRMC), Phân Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp miền Nam (Sub-NIAPP)	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Lượng mưa Trung bình Năm	KBA trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48	Số liệu về KBA của Campuchia, Lào, Việt Nam	https://www.ibat-alliance.org/ibat-conservation
Nhiệt độ Trung bình Năm	Lượng mưa trung bình năm (1985-2000)	UTM Zone 48, Indian 1960	Cơ sở Kiến thức DSF/MRC	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Cơ sở Kiến thức DSF
Các dự án thủy điện	Nhiệt độ Trung bình Năm (1985-2000)	UTM Zone 48, Indian 1960	Cơ sở Kiến thức DSF/MRC	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Cơ sở Kiến thức DSF
Các dự án tưới tiêu	Vị trí các dự án thủy điện trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Số liệu 2008	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
Vùng Bảo tồn Cá	Các dự án tưới tiêu trong lưu vực Sê Kông	UTM Zone 48, Indian 1960	Campuchia: Bản đồ địa hình 1:50.000; Lào: Bản đồ địa hình 1:100.000 và ảnh SPOT 2000; Việt Nam: Bản đồ địa hình 1:100.000 bổ sung thêm thông tin từ Phân viện Quy hoạch Thủy lợi	MRC/Ban hỗ trợ kỹ thuật – Catalogue chính
	Các Vùng Bảo tồn Cá và các vùng sấu	UTM Zone 48, Indian 1960	?	WWF Tiểu vùng Mê Công mở rộng

Phụ lục 2: Các loài cá trên các sông Sê Kông, Sê San và Srêpôk

Nguồn: Baran, E. (2013)

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Aptosyax grypus</i>		1	
<i>Acanthopsoides delphax</i>		1	1
<i>Acanthopsoides gracilentus</i>	1		1
<i>Acanthopsoides gracilis</i>	1		
<i>Acanthopsoides hapalias</i>	1	1	
<i>Achiroides leucorhynchus</i>			1
<i>Achiroides melanorhynchus</i>			1
<i>Akysis ephippifer</i>	1		1
<i>Akysis varius</i>	1		
<i>Albulichthys albuloides</i>			1
<i>Amblyceps serratum</i>	1	1	
<i>Amblyrhynchichthys truncatus</i>	1		1
<i>Anabas testudineus</i>	1	1	1
<i>Anguilla marmorata</i>	1		1
<i>Annamia normani</i>	1		1
<i>Auriglobus nefastus</i>	1		
<i>Bagarius bagarius</i>			1
<i>Bagarius suchus</i>			1
<i>Bagarius yarrelli</i>	1	1	1
<i>Bagrichthys macracanthus</i>	1	1	1
<i>Bagrichthys macropterus</i>	1	1	
<i>Bagrichthys obscurus</i>	1		1
<i>Balitora annamitica</i>	1	1	1
<i>Bangana behri</i>	1	1	1
<i>Bangana pierrei</i>	1		
<i>Barbichthys laevis</i>			1
<i>Barbonymus altus</i>	1	1	1
<i>Barbonymus gonionotus</i>			1
<i>Barbonymus schwanenfeldii</i>	1	1	1
<i>Belodontichthys truncatus</i>	1	1	1
<i>Betta splendens</i>			1

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Boesemania microlepis</i>	1		
<i>Brachirus harmandi</i>	1		1
<i>Brachirus orientalis</i>			1
<i>Carinotetraodon lorteti</i>			1
<i>Catlocarpio siamensis</i>	1		
<i>Channa gachua</i>	1	1	1
<i>Channa lucius</i>			1
<i>Channa marulia</i>	1		
<i>Channa marulioides</i>			1
<i>Channa micropeltes</i>	1	1	1
<i>Channa orientalis</i>	1	1	1
<i>Channa striata</i>	1	1	1
<i>Chitala blanci</i>	1	1	1
<i>Chitala lopis</i>			1
<i>Chitala ornata</i>	1	1	1
<i>Cirrhinus cirrhosus</i>			1
<i>Cirrhinus jullieni</i>	1	1	1
<i>Cirrhinus microlepis</i>	1	1	1
<i>Cirrhinus molitorella</i>	1	1	1
<i>Clarias batrachus</i>		1	1
<i>Clarias fuscus</i>	1		
<i>Clarias gariepinus</i>			1
<i>Clarias macrocephalus</i>			1
<i>Clarias meladerma</i>			1
<i>Clupeichthys aesarnensis</i>	1		
<i>Clupisoma sinense</i>		1	1
<i>Coilia lindmani</i>			1
<i>Coilia macrognathos</i>			1
<i>Corica laciniata</i>			1
<i>Corica soborna</i>			1
<i>Cosmochilus harmandi</i>	1	1	1
<i>Crossocheilus atrilimes</i>	1	1	1
<i>Crossocheilus oblongus</i>	1	1	

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Crossocheilus reticulatus</i>	1	1	1
<i>Ctenopharyngodon idella</i>			1
<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	1		1
<i>Cyclocheilichthys armatus</i>	1	1	1
<i>Cyclocheilichthys enoplus</i>	1	1	1
<i>Cyclocheilichthys furcatus</i>			1
<i>Cyclocheilichthys heteronema</i>			1
<i>Cyclocheilichthys lagleri</i>			1
<i>Cyclocheilichthys repasson</i>	1	1	1
<i>Cynoglossus feldmanni</i>			1
<i>Cynoglossus microlepis</i>			1
<i>Cyprinus carpio carpio</i>			1
<i>Dasyatis laosensis</i>	1	1	1
<i>Datnioides polota</i>			1
<i>Datnioides undecimradiatus</i>	1	1	1
<i>Dermogenys pusilla</i>			1
<i>Devario acrostomus</i>			1
<i>Devario gibber</i>	1		1
<i>Devario leptos</i>			1
<i>Devario salmonata</i>	1		
<i>Discherodontus ashmeadi</i>	1	1	1
<i>Doryichthys contiguus</i>	1		
<i>Epalzeorhynchus frenatus</i>	1		
<i>Esomus danricus</i>			1
<i>Esomus metallicus</i>	1	1	
<i>Garra cambodgiensis</i>	1	1	1
<i>Garra fasciacauda</i>	1		1
<i>Garra fuliginosa</i>			1
<i>Glossogobius aureus</i>	1		
<i>Glyptothorax filicatus</i>	1		
<i>Glyptothorax fuscus</i>		1	1
<i>Glyptothorax lampris</i>	1		1
<i>Glyptothorax laosensis</i>	1	1	1

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Gyrinocheilus aymonieri</i>	1		1
<i>Gyrinocheilus pennocki</i>	1	1	1
<i>Hampala dispar</i>	1	1	1
<i>Hampala macrolepidota</i>	1	1	1
<i>Helicophagus waandersii</i>	1	1	1
<i>Hemibagrus filamentus</i>	1	1	1
<i>Hemibagrus guttatus</i>			1
<i>Hemibagrus microphthalmus</i>	1		
<i>Hemibagrus nemurus</i>	1	1	
<i>Hemibagrus spilopterus</i>	1	1	1
<i>Hemibagrus wyckii</i>	1	1	1
<i>Hemibagrus wyckioides</i>	1	1	1
<i>Hemimyzon khonensis</i>	1		
<i>Hemimyzon papilio</i>			1
<i>Hemisilurus mekongensis</i>			1
<i>Henicorhynchus lineatus</i>	1	1	
<i>Henicorhynchus lobatus</i>	1	1	1
<i>Henicorhynchus ornatipinnis</i>			1
<i>Henicorhynchus siamensis</i>	1	1	1
<i>Himantura chaophraya</i>	1		1
<i>Himantura imbricata</i>			1
<i>Himantura krempfi</i>			1
<i>Homaloptera confuzona</i>	1	1	
<i>Homaloptera leonardi</i>		1	
<i>Homaloptera orthogoniata</i>	1		
<i>Homaloptera smithi</i>	1	1	
<i>Homaloptera tweediei</i>	1		
<i>Homaloptera yunnanensis</i>	1		
<i>Homaloptera zollingeri</i>	1		
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>			1
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>			1
<i>Hyporhamphus limbatus</i>			1
<i>Hypsibarbus lagleri</i>	1	1	1

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Hypsibarbus malcolmi</i>	1	1	1
<i>Hypsibarbus pierrei</i>			1
<i>Hypsibarbus suvattii</i>			1
<i>Hypsibarbus wetmorei</i>	1	1	1
<i>Kryptopterus bicirrhys</i>	1	1	
<i>Kryptopterus cheveyi</i>			1
<i>Kryptopterus kryptopterus</i>	1	1	1
<i>Kryptopterus limpok</i>	1		
<i>Labeo chrysophekadion</i>	1		1
<i>Labeo dyocheilus</i>	1		1
<i>Labeo erythropterus</i>		1	
<i>Labeo rohita</i>			1
<i>Labiobarbus leptocheilus</i>	1	1	
<i>Labiobarbus lineatus</i>		1	
<i>Labiobarbus siamensis</i>			1
<i>Lalates longibarbis</i>	1		1
<i>Lepidocephalichthys berdmorei</i>		1	1
<i>Lepidocephalichthys hasselti</i>	1	1	1
<i>Leptobarbus hoevenii</i>	1	1	1
<i>Lobocheilos melanotaenia</i>	1	1	1
<i>Lobocheilos rhabdoura</i>	1		1
<i>Luciocyprinus striolatus</i>	1		
<i>Luciosoma bleekeri</i>	1	1	1
<i>Luciosoma setigerum</i>	1		
<i>Lycotrissa crocodilus</i>			1
<i>Macrochirichthys macrochirus</i>	1	1	1
<i>Macrognathus circumcinctus</i>			1
<i>Macrognathus maculatus</i>			1
<i>Macrognathus semioellatus</i>	1		1
<i>Macrognathus siamensis</i>	1	1	1
<i>Macrognathus taeniagaster</i>		1	1
<i>Mastacembelus armatus</i>	1	1	1
<i>Mastacembelus erythrotaenia</i>			1

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Mastacembelus favus</i>	1		
<i>Mê Kôngina erythrospila</i>	1	1	1
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		1	1
<i>Monopterus albus</i>	1	1	1
<i>Mystacoleucus atridorsalis</i>	1		
<i>Mystacoleucus chilopectus</i>			1
<i>Mystacoleucus marginatus</i>	1		
<i>Mystus albolineatus</i>			1
<i>Mystus atrifasciatus</i>	1		1
<i>Mystus bocourti</i>			1
<i>Mystus gulio</i>			1
<i>Mystus multiradiatus</i>			1
<i>Mystus mysticetus</i>			1
<i>Mystus singaringan</i>	1	1	1
<i>Mystus wolffii</i>			1
<i>Nemacheilus longistriatus</i>	1	1	
<i>Nemacheilus pallidus</i>		1	1
<i>Nemacheilus platiceps</i>	1	1	1
<i>Neolissochilus stracheyi</i>	1		1
<i>Notopterus notopterus</i>	1	1	1
<i>Ompok bimaculatus</i>	1	1	1
<i>Onychostoma meridionale</i>	1		
<i>Ophisternon bengalense</i>			1
<i>Opsarius koratensis</i>	1	1	
<i>Opsarius pulchellus</i>	1	1	1
<i>Oreochromis mossambicus</i>			1
<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>			1
<i>Osphronemus exodon</i>	1	1	1
<i>Osphronemus goramy</i>			1
<i>Osteochilus lini</i>	1		1
<i>Osteochilus melanopleurus</i>	1	1	1
<i>Osteochilus microcephalus</i>	1	1	1
<i>Osteochilus schlegelii</i>			1

Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Osteochilus vittatus</i>	1	1	1
<i>Osteochilus waandersii</i>	1	1	1
<i>Oxyeleotris marmorata</i>	1		1
<i>Pangasianodon gigas</i>			1
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	1	1	1
<i>Pangasius bocourti</i>	1	1	1
<i>Pangasius conchophilus</i>	1	1	1
<i>Pangasius djambal</i>			1
<i>Pangasius krempfi</i>	1	1	1
<i>Pangasius kunyit</i>			1
<i>Pangasius larnaudii</i>	1	1	1
<i>Pangasius macronema</i>	1	1	1
<i>Pangasius mekongensis</i>			1
<i>Pangasius polyuranodon</i>			1
<i>Pangio anguillaris</i>	1	1	1
<i>Pangio fusca</i>		1	
<i>Pangio oblonga</i>		1	1
<i>Papuligobius ocellatus</i>	1	1	1
<i>Parachela maculicauda</i>	1		
<i>Parachela siamensis</i>	1		
<i>Paralauca barroni</i>	1		1
<i>Paralauca harmandi</i>			1
<i>Paralauca riveroi</i>	1		1
<i>Paralauca typus</i>	1	1	1
<i>Parambassis apogonoides</i>			1
<i>Parambassis siamensis</i>	1	1	1
<i>Parambassis wolffii</i>	1		1
<i>Phalacrodon apogon</i>	1		1
<i>Phalacrodon bleekeri</i>	1	1	1
<i>Phalacrodon micronemus</i>	1	1	
<i>Polynemus dubius</i>			1
<i>Poropuntius bolovenensis</i>	1		1
<i>Poropuntius consternans</i>	1		

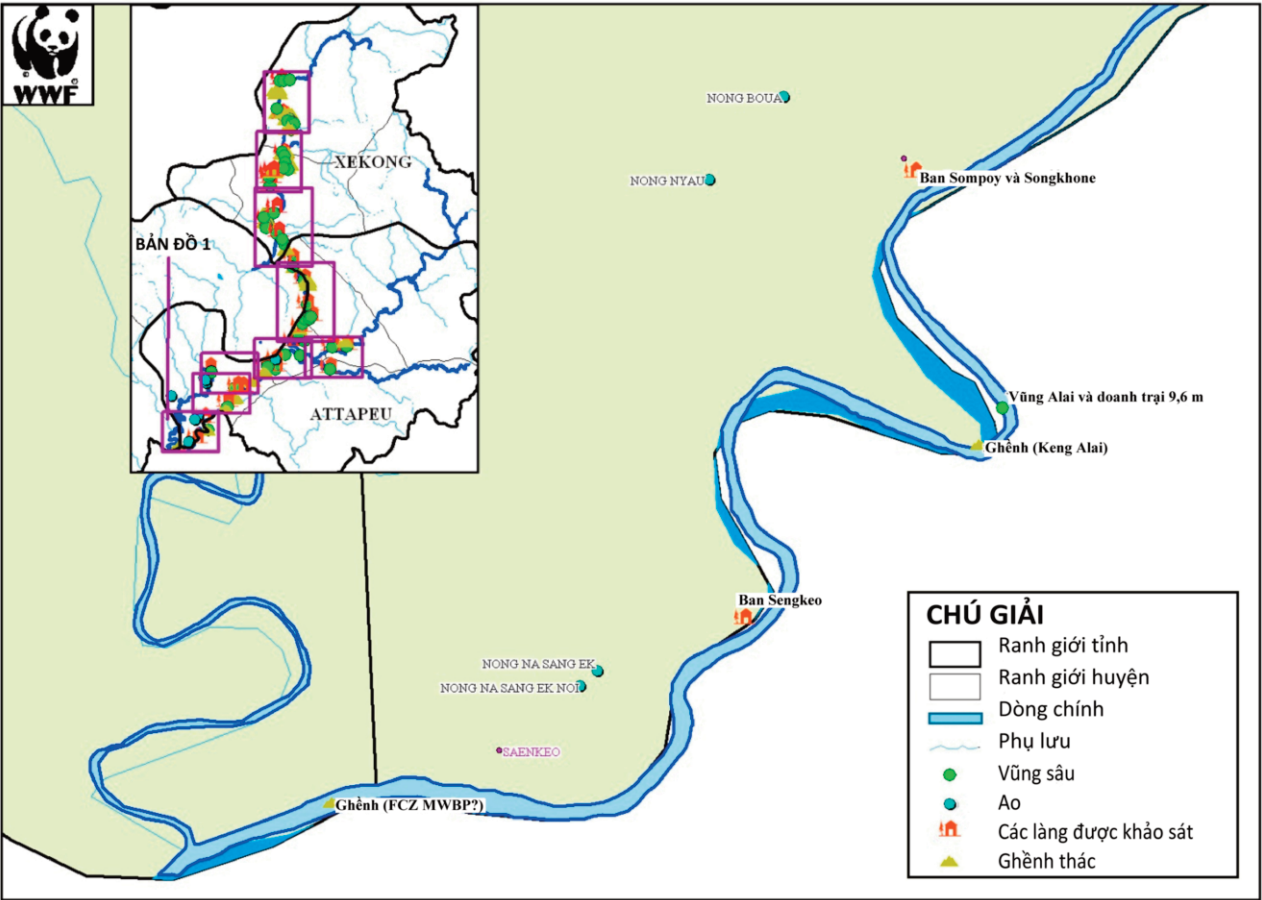
Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Poropuntius deauratus</i>	1	1	
<i>Poropuntius laoensis</i>			1
<i>Poropuntius lobocheiloides</i>	1		
<i>Poropuntius normani</i>	1		1
<i>Pristolepis fasciata</i>	1	1	1
<i>Probarbus jullieni</i>	1	1	1
<i>Probarbus labeamajor</i>	1	1	1
<i>Probarbus labeaminor</i>			1
<i>Pseudobagarius inermis</i>	1		
<i>Pseudolais micronemus</i>			1
<i>Pseudolais pleurotaenia</i>	1	1	1
<i>Pseudomystus siamensis</i>	1	1	1
<i>Pseudomystus stenomus</i>	1		
<i>Puntioplites bulu</i>			1
<i>Puntioplites falcifer</i>	1	1	1
<i>Puntioplites proctozystron</i>	1		1
<i>Puntius aurotaeniatus</i>	1	1	
<i>Puntius binotatus</i>		1	1
<i>Puntius brevis</i>	1		1
<i>Puntius orphoides</i>	1		1
<i>Puntius partipentazona</i>	1	1	
<i>Puntius rhombeus</i>	1		1
<i>Raiamas guttatus</i>	1	1	1
<i>Rasbora amplistriga</i>	1	1	1
<i>Rasbora atridorsalis</i>			1
<i>Rasbora aurotaenia</i>			1
<i>Rasbora borapetensis</i>	1	1	
<i>Rasbora dusonensis</i>	1	1	1
<i>Rasbora hobelmani</i>			1
<i>Rasbora paviana</i>	1	1	1
<i>Rasbora rubrodorsalis</i>	1		
<i>Rasbora tornieri</i>			1
<i>Rasbora trilineata</i>	1	1	

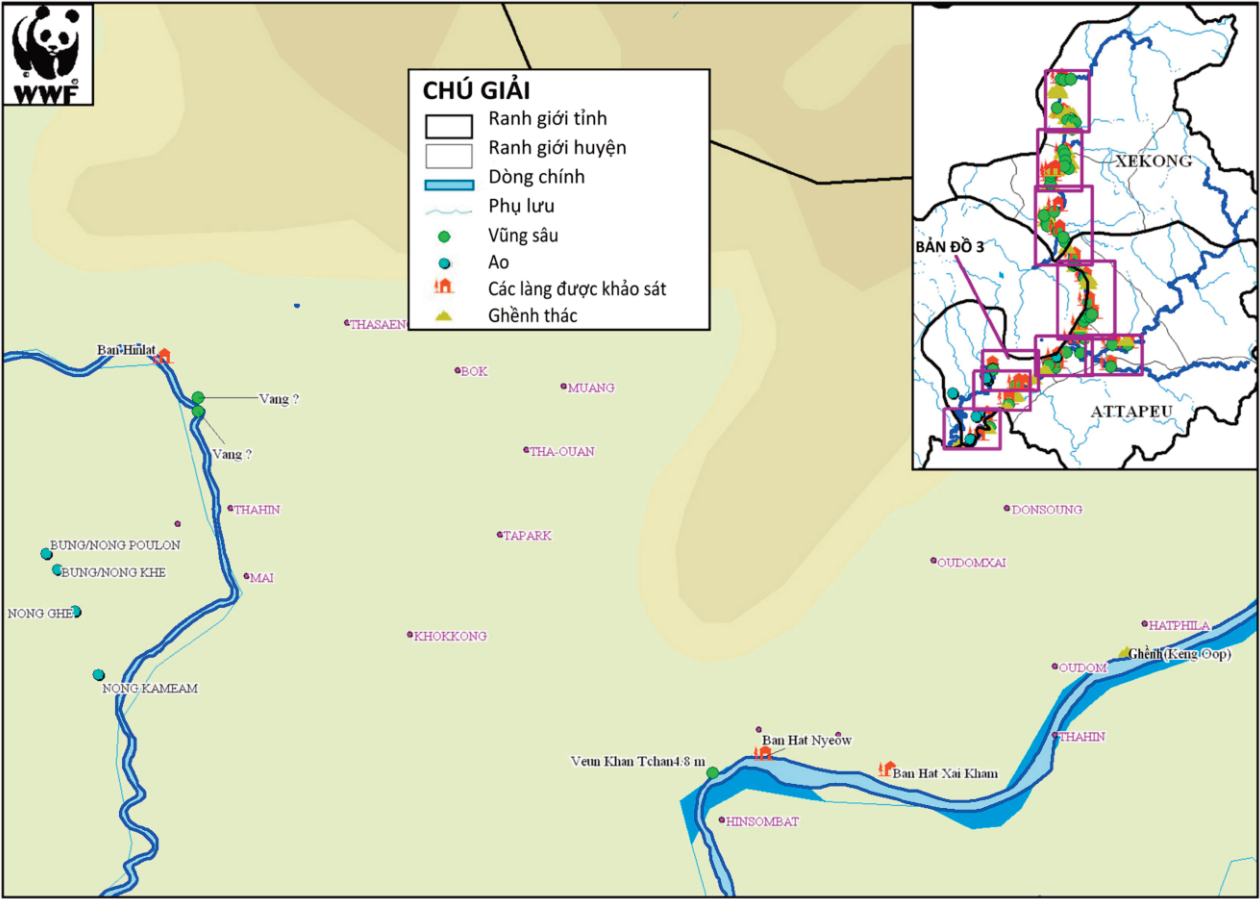
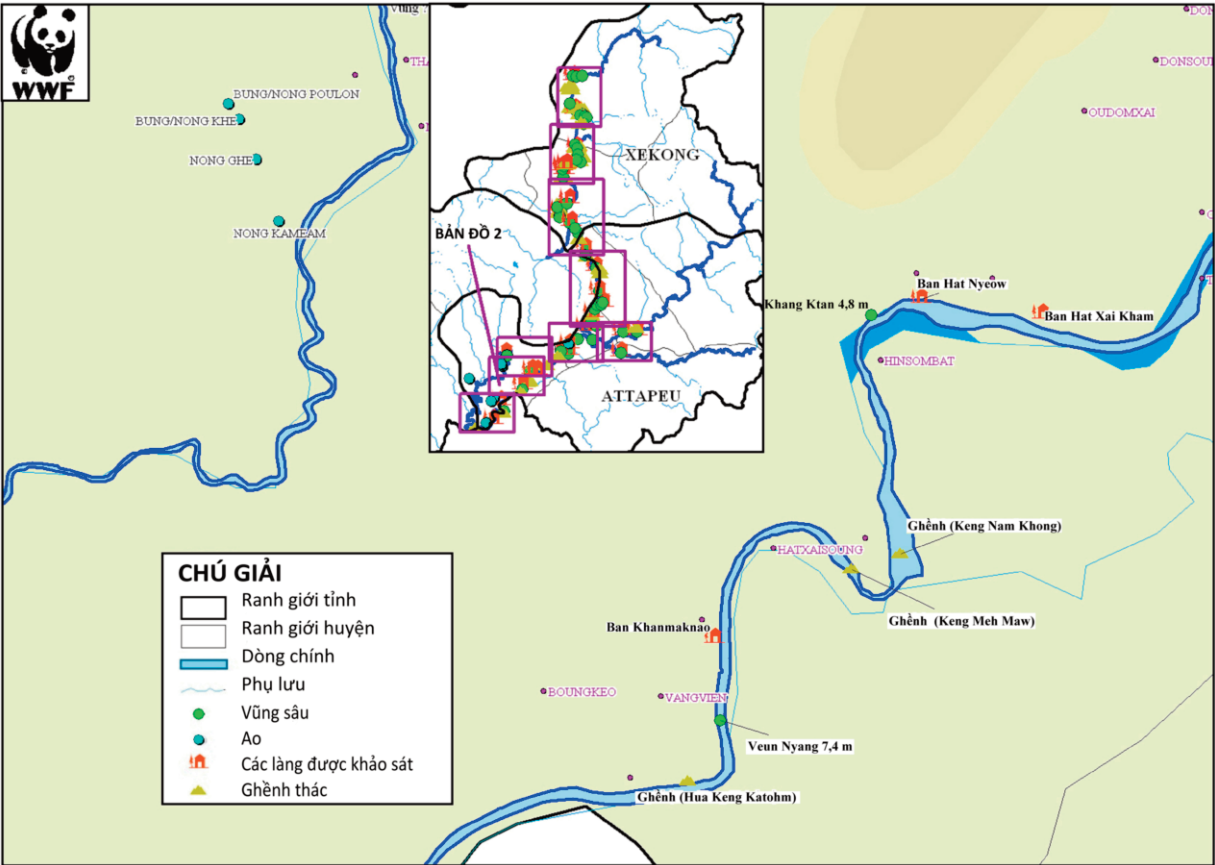
Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Rhinogobius giurinus</i>			1
<i>Rhinogobius taenigena</i>	1		
<i>Scaphiodonichthys acanthopterus</i>	1		
<i>Scaphognathops bandanensis</i>	1	1	1
<i>Scaphognathops stejnegeri</i>	1		1
<i>Schistura bairdi</i>	1		
<i>Schistura bolavenensis</i>	1		
<i>Schistura clatrata</i>	1		
<i>Schistura coruscans</i>			1
<i>Schistura daubentoni</i>		1	1
<i>Schistura defectiva</i>			1
<i>Schistura dorsizona</i>	1		
<i>Schistura fusinotata</i>	1		
<i>Schistura imitator</i>	1		
<i>Schistura kengtungensis</i>			1
<i>Schistura khamtanhi</i>	1		
<i>Schistura kongphengi</i>	1		
<i>Schistura nomi</i>	1		
<i>Schistura rikiki</i>	1		
<i>Schistura tizardi</i>	1		
<i>Serpenticobitis octozona</i>	1		
<i>Sewellia diardi</i>	1		
<i>Sewellia elongata</i>	1		
<i>Sewellia patella</i>		1	
<i>Sewellia speciosa</i>	1		
<i>Sikukia gudgeri</i>	1		1
<i>Sinibrama affinis</i>			1
<i>Sinohomaloptera kwangsiensis</i>			1
<i>Sundasalanx mekongensis</i>	1		
<i>Syncrossus beauforti</i>	1	1	1
<i>Syncrossus helodes</i>		1	1
<i>Tenualosa thibaudeau</i>	1	1	
<i>Tenualosa toli</i>			1
<i>Tetraodon baileyi</i>	1		1

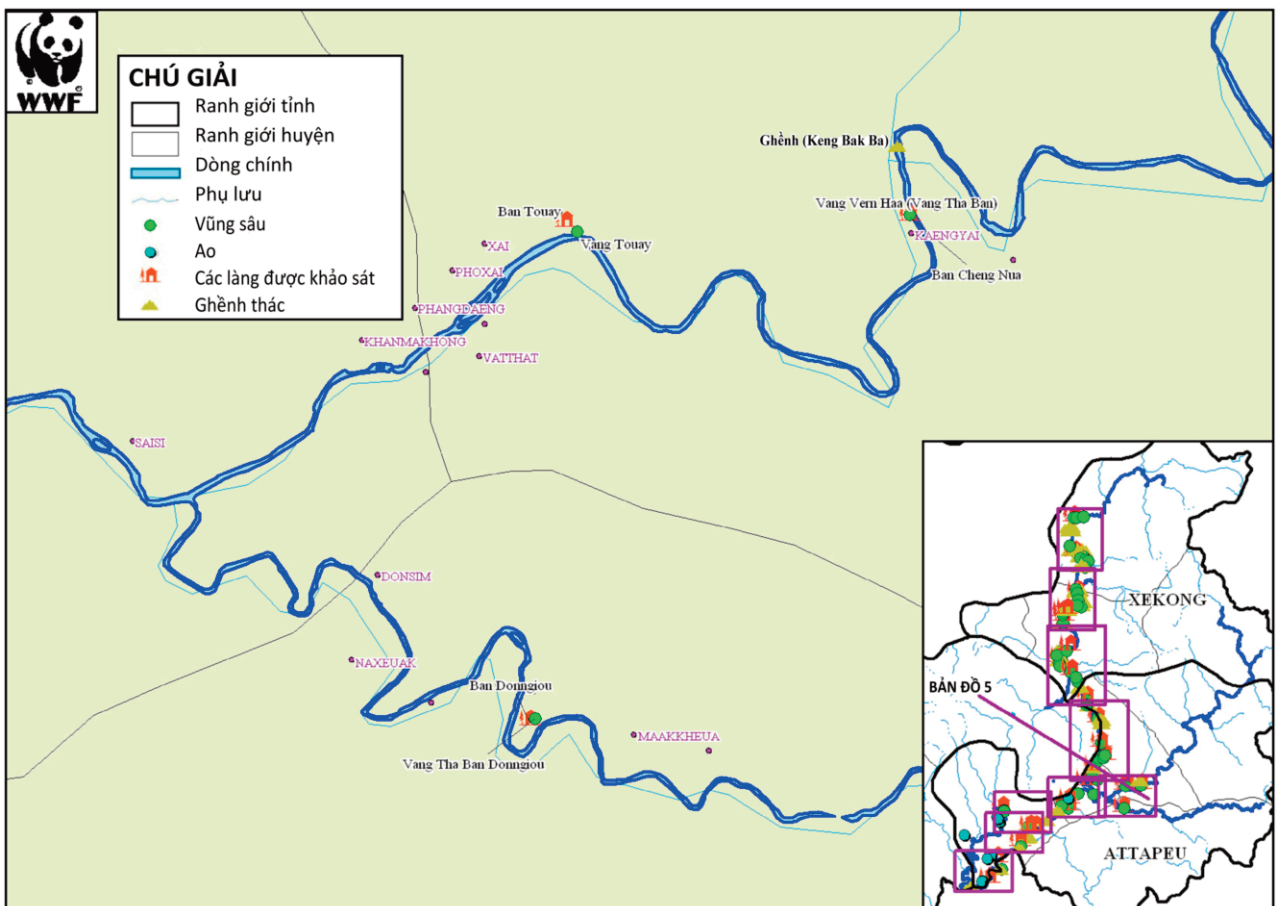
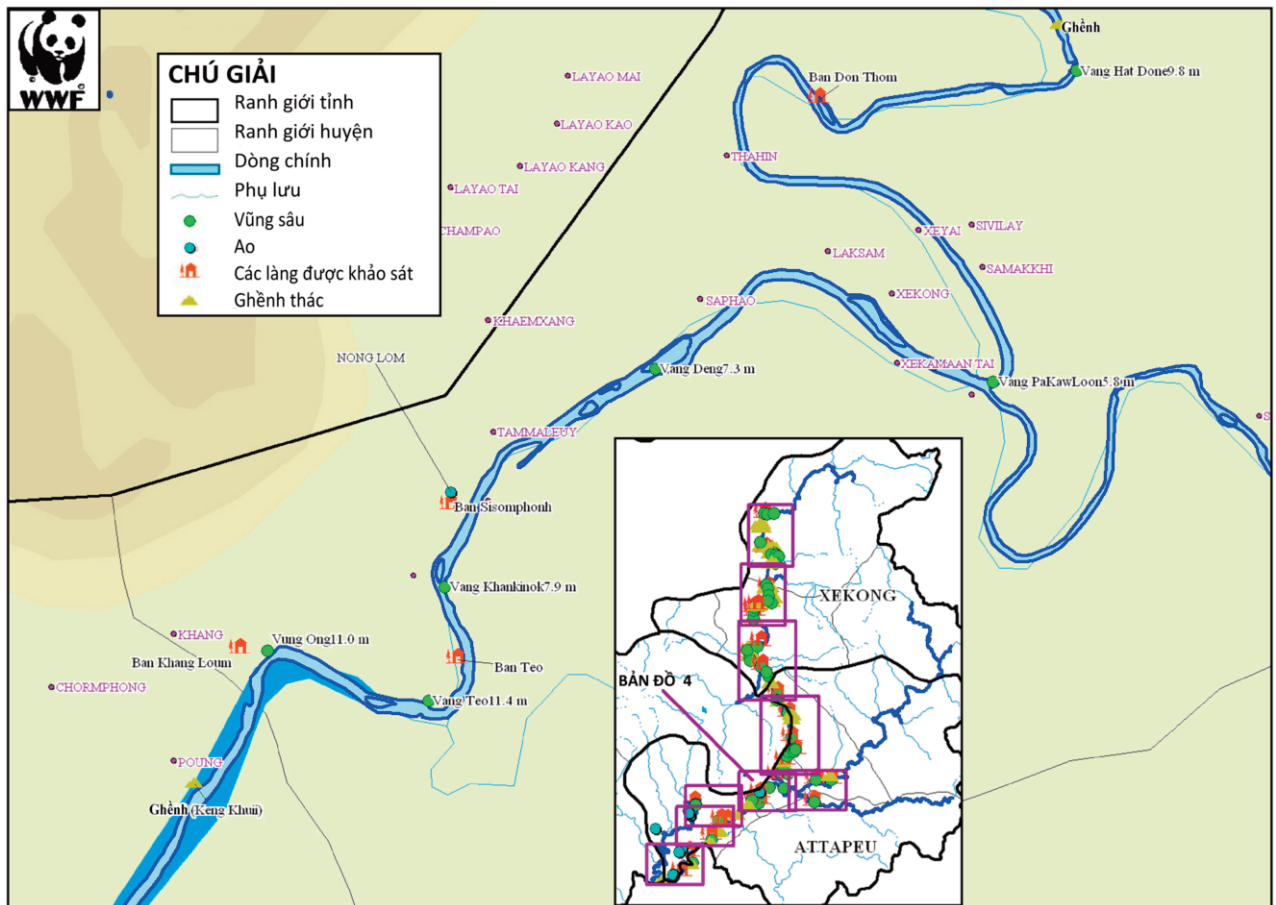
Loài	Sê Kông	Sê San	Srêpôk
<i>Tetraodon barbatus</i>			1
<i>Tetraodon cambodgiensis</i>	1		
<i>Tetraodon cochinchinensis</i>	1		
<i>Tetraodon leiurus</i>	1	1	
<i>Tetraodon suvattii</i>	1		
<i>Tetraodon turgidus</i>	1		
<i>Thynnichthys thynnoides</i>	1	1	1
<i>Tor laterivittatus</i>	1		1
<i>Tor sinensis</i>	1		1
<i>Tor tambra</i>	1		
<i>Tor tambroides</i>	1		1
<i>Toxabramis hotayensis</i>			1
<i>Toxotes chatareus</i>	1		
<i>Toxotes microlepis</i>		1	
<i>Trichogaster microlepis</i>			1
<i>Trichogaster pectoralis</i>			1
<i>Trichogaster trichopterus</i>	1	1	1
<i>Trichopsis schalleri</i>	1		
<i>Trichopsis vittata</i>	1		1
<i>TuberoSchistura cambodgiensis</i>			1
<i>Wallago attu</i>		1	1
<i>Wallago leerii</i>	1	1	1
<i>Xenentodon cancila</i>	1	1	1
<i>Xenentodon canciloides</i>	1		1
<i>Yasuhikotakia caudipunctata</i>			1
<i>Yasuhikotakia eos</i>	1	1	1
<i>Yasuhikotakia lecontei</i>		1	1
<i>Yasuhikotakia longidorsalis</i>			1
<i>Yasuhikotakia modesta</i>	1	1	1
<i>Yasuhikotakia morleti</i>			1
<i>Yasuhikotakia nigrolineata</i>	1	1	1
<i>Yasuhikotakia sidthimunki</i>	1		
<i>Yasuhikotakia splendida</i>	1		
Tổng cộng số loài	213	133	240

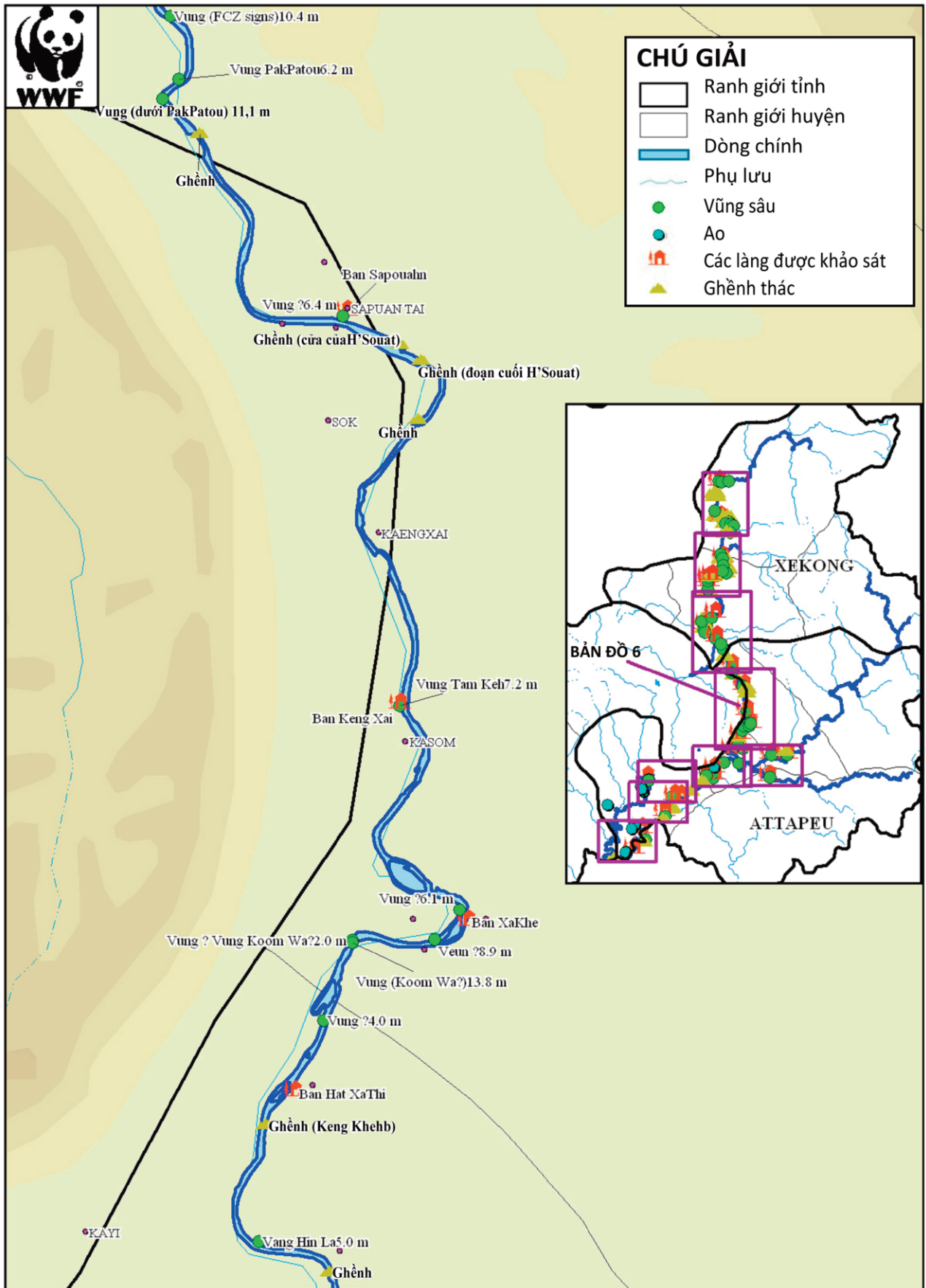
Phụ lục 3: Bản đồ ghềnh thác và các vùng nước sâu

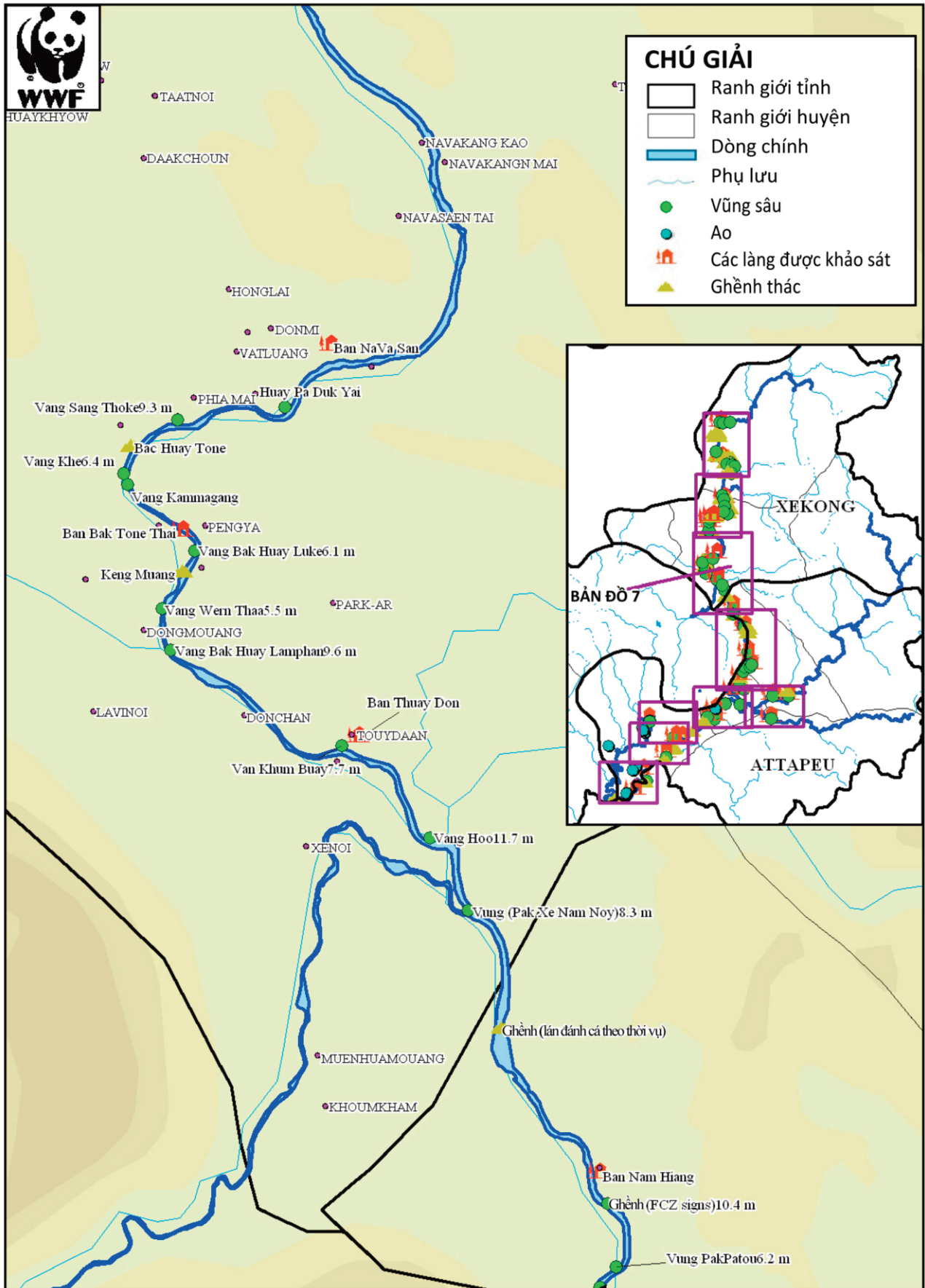
Nguồn: Dự án ComFish của WWF 2005/2006

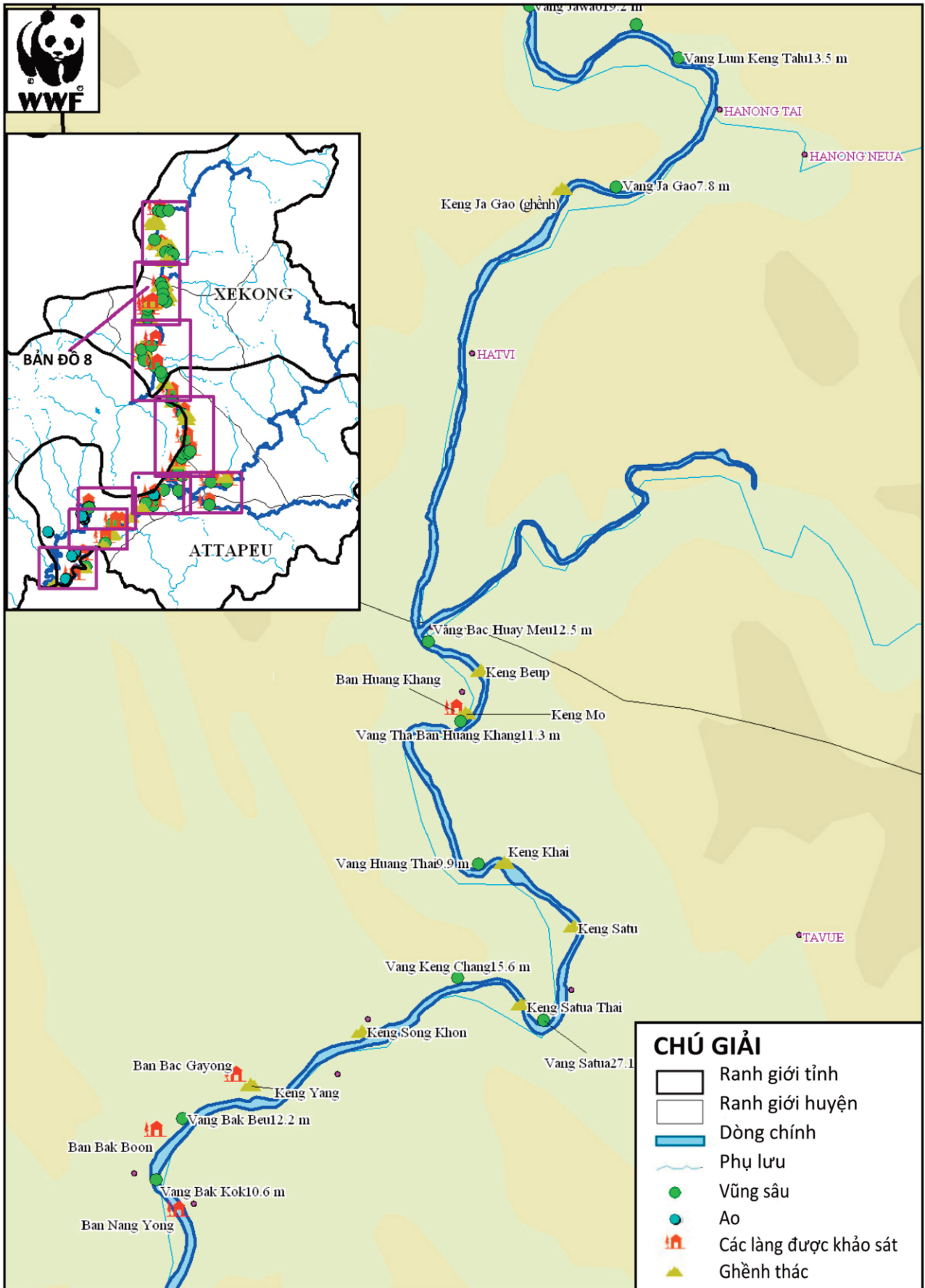


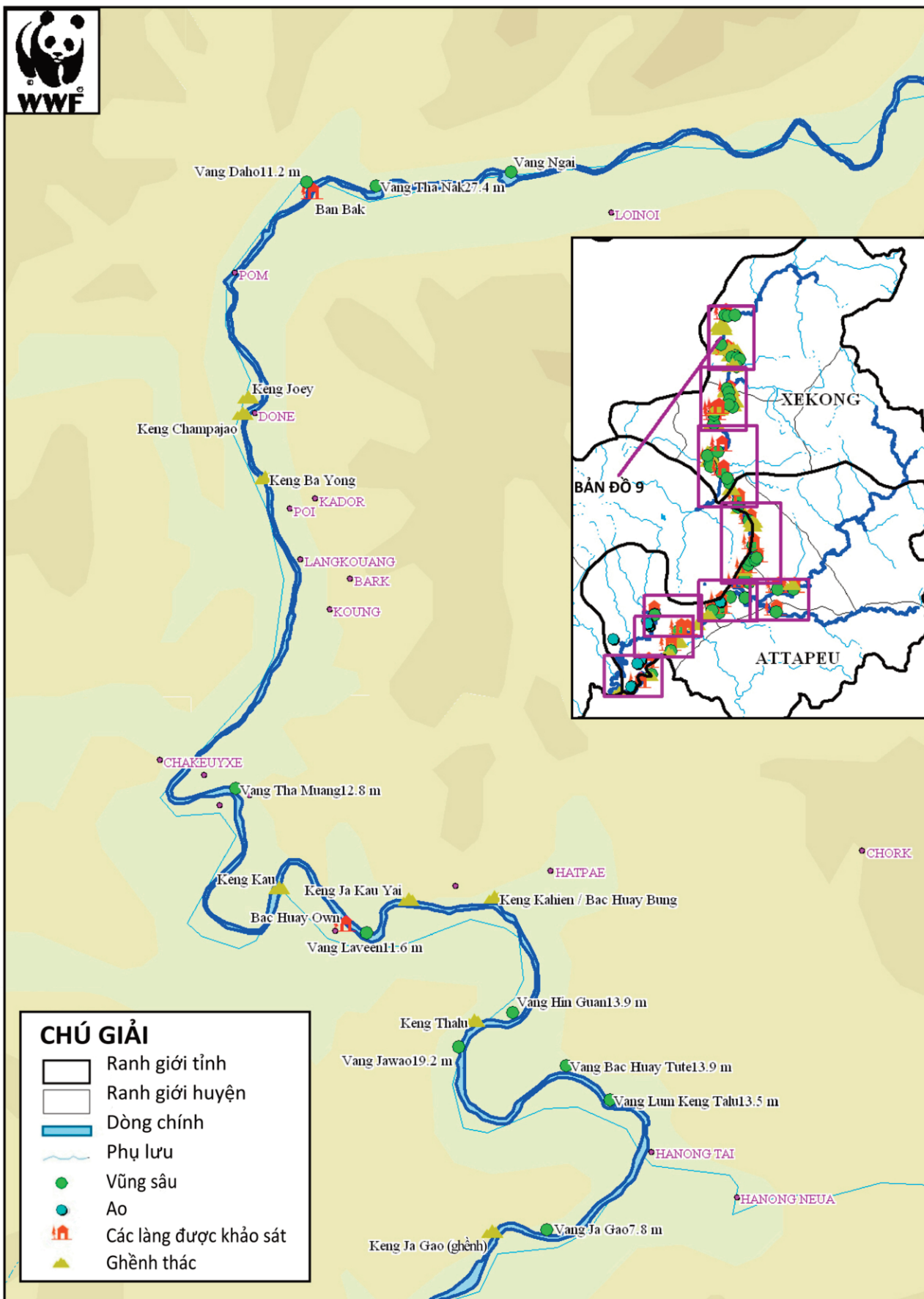






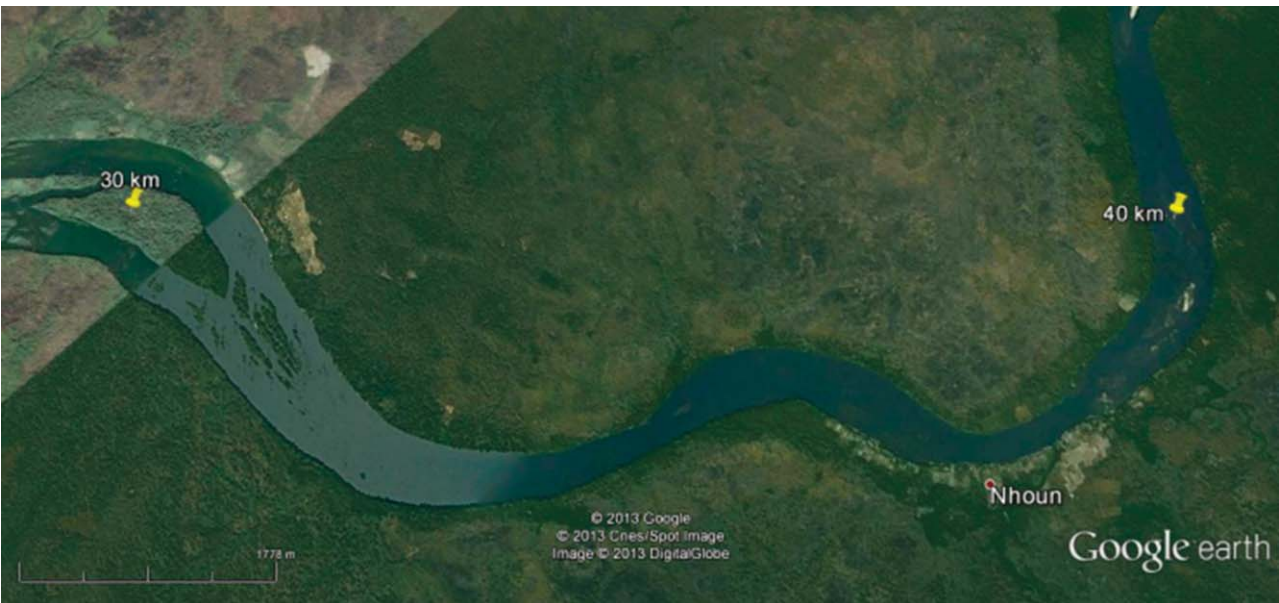




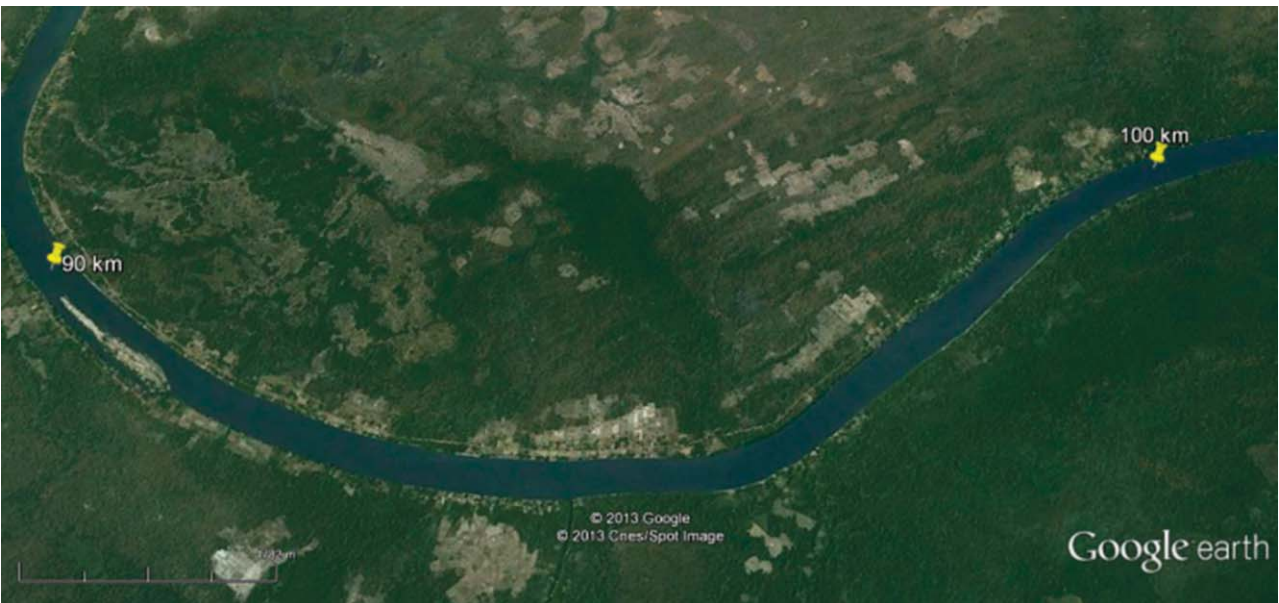
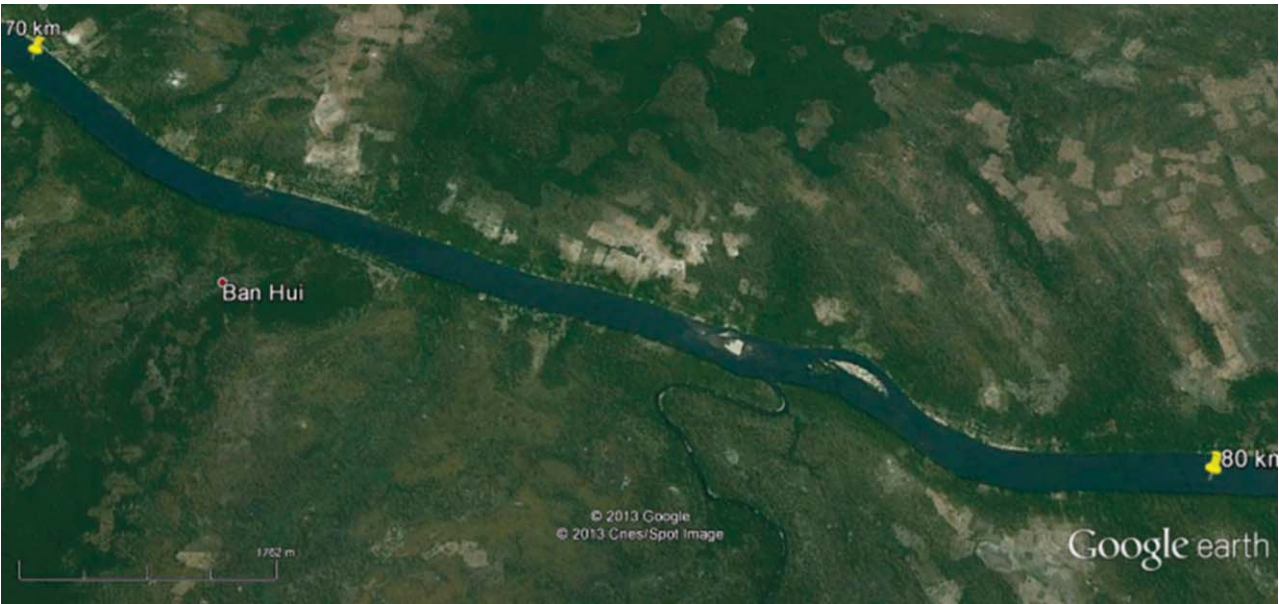


Phụ lục 4: Các hình ảnh của Google Earth chụp từng đoạn 10 km của sông Sê Kông và Se Kamman





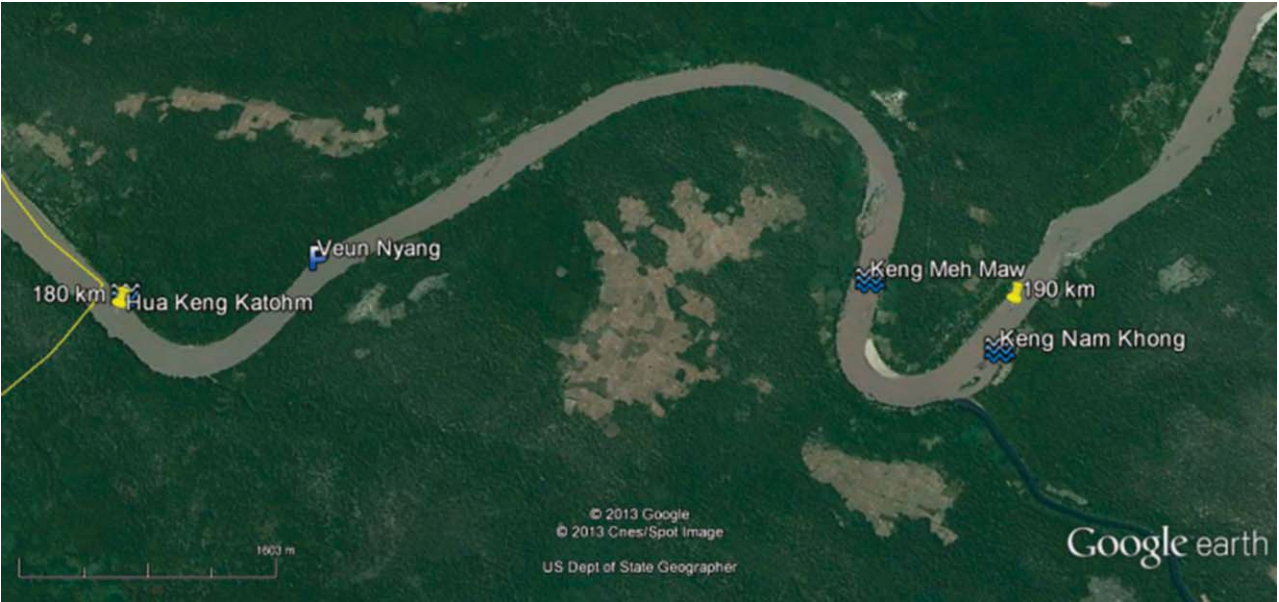
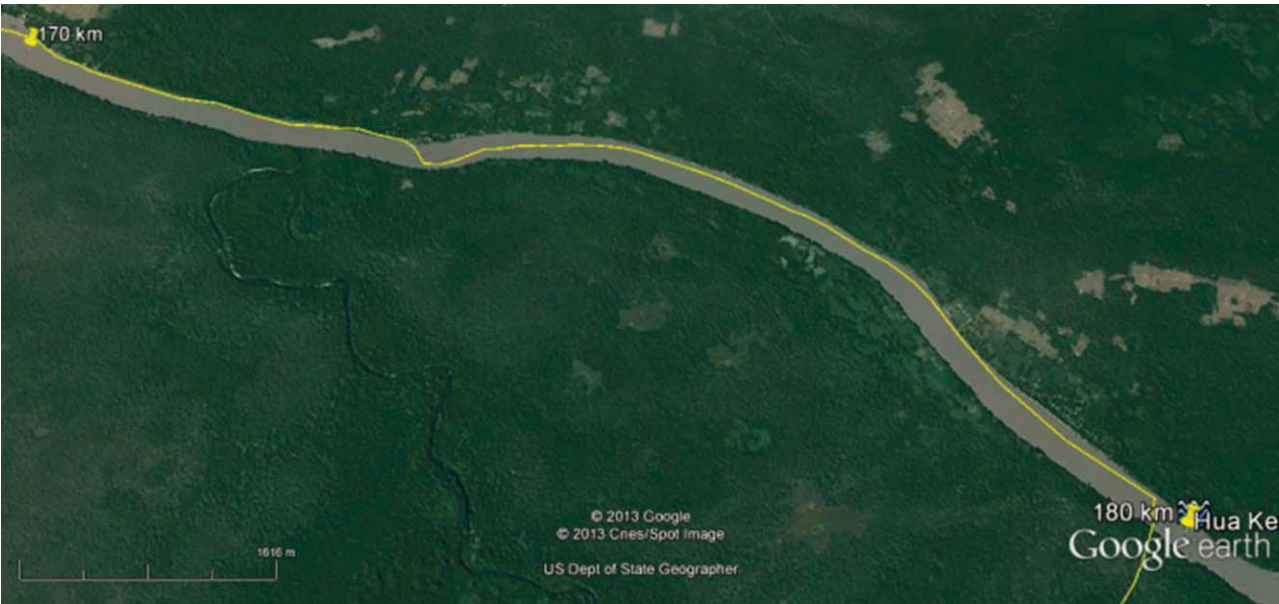




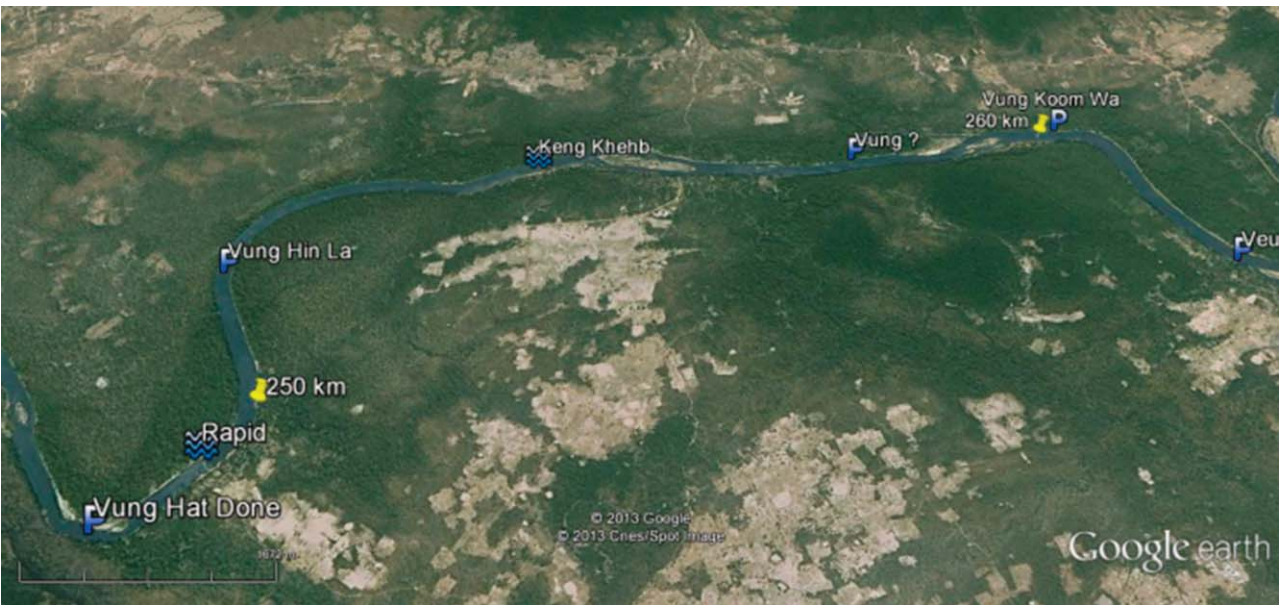
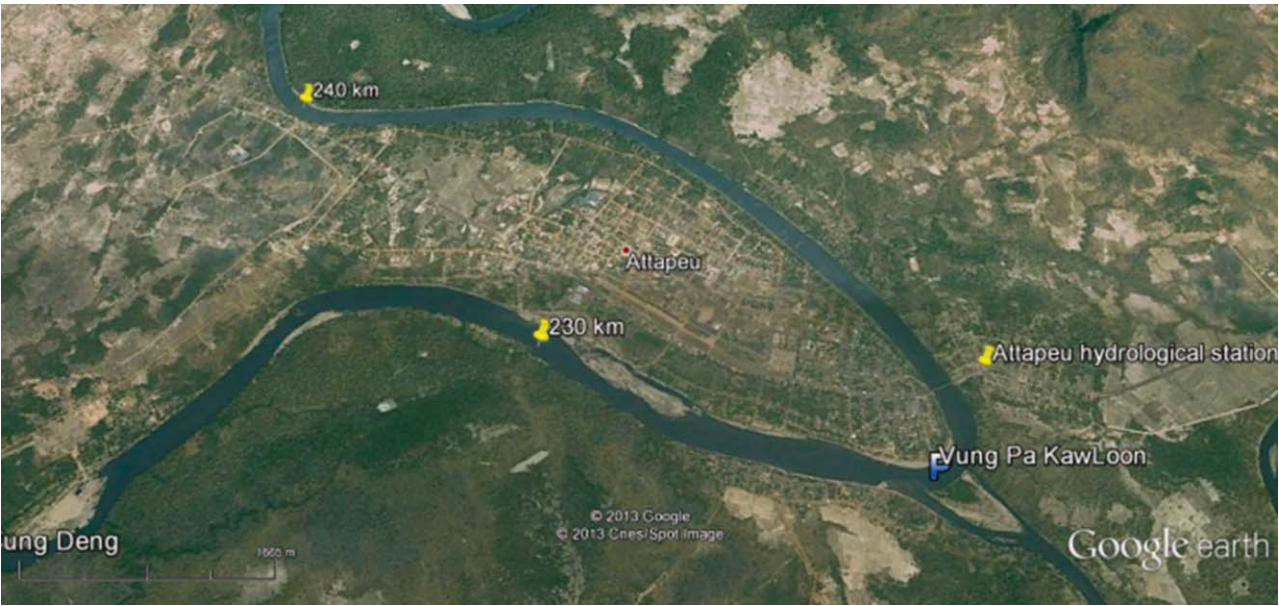




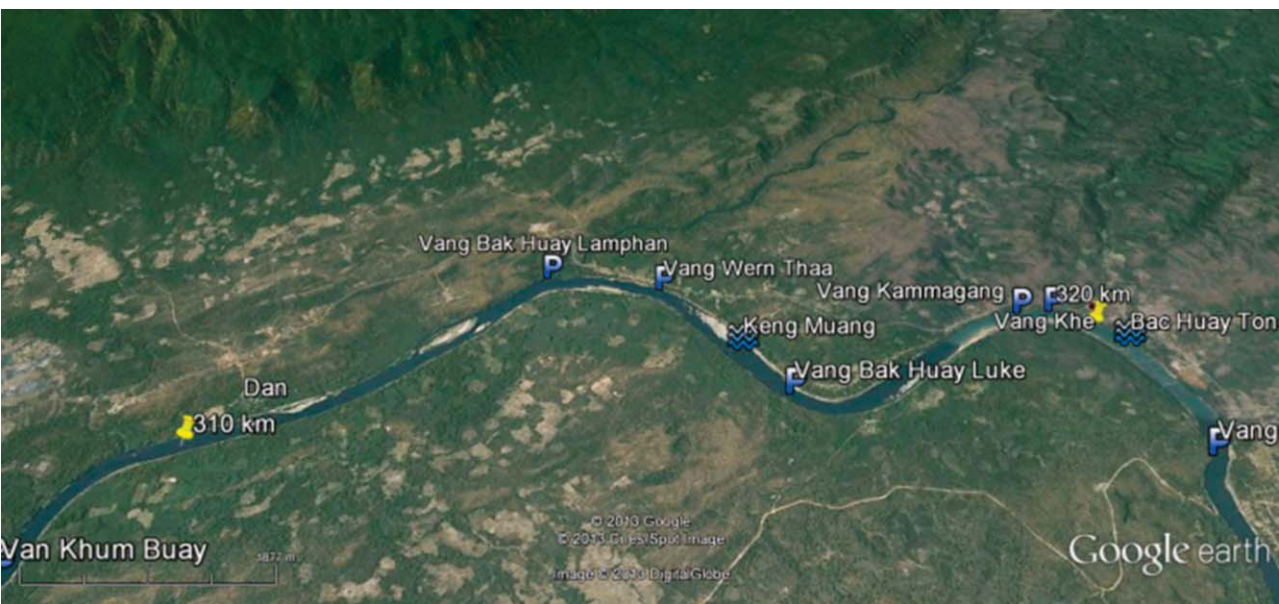


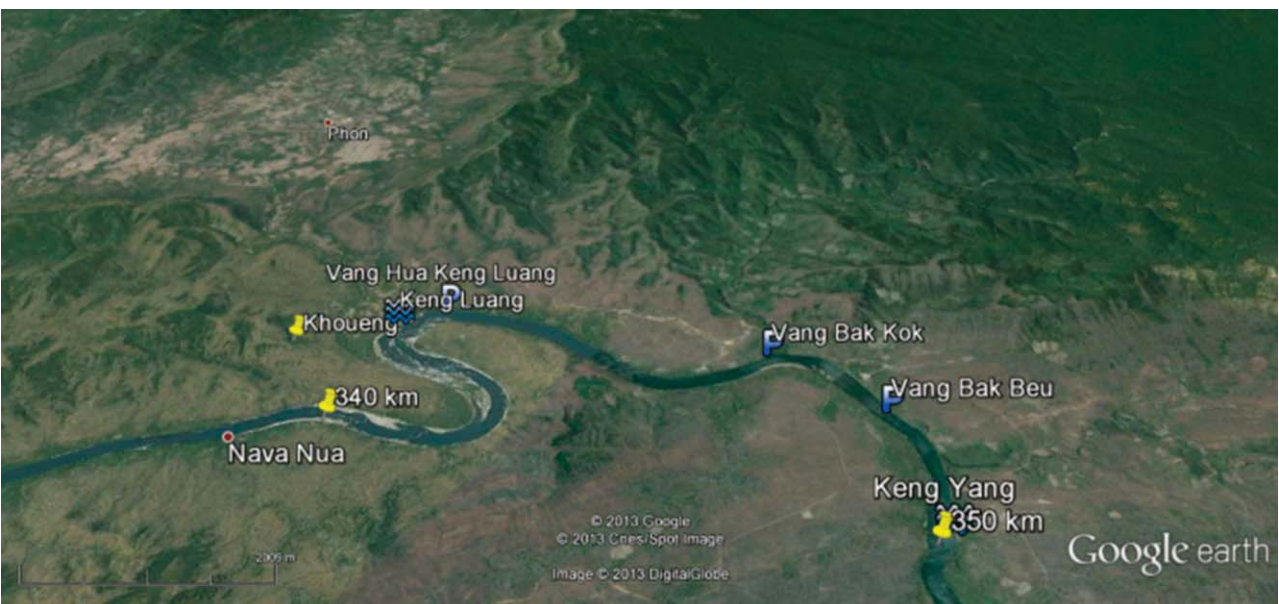
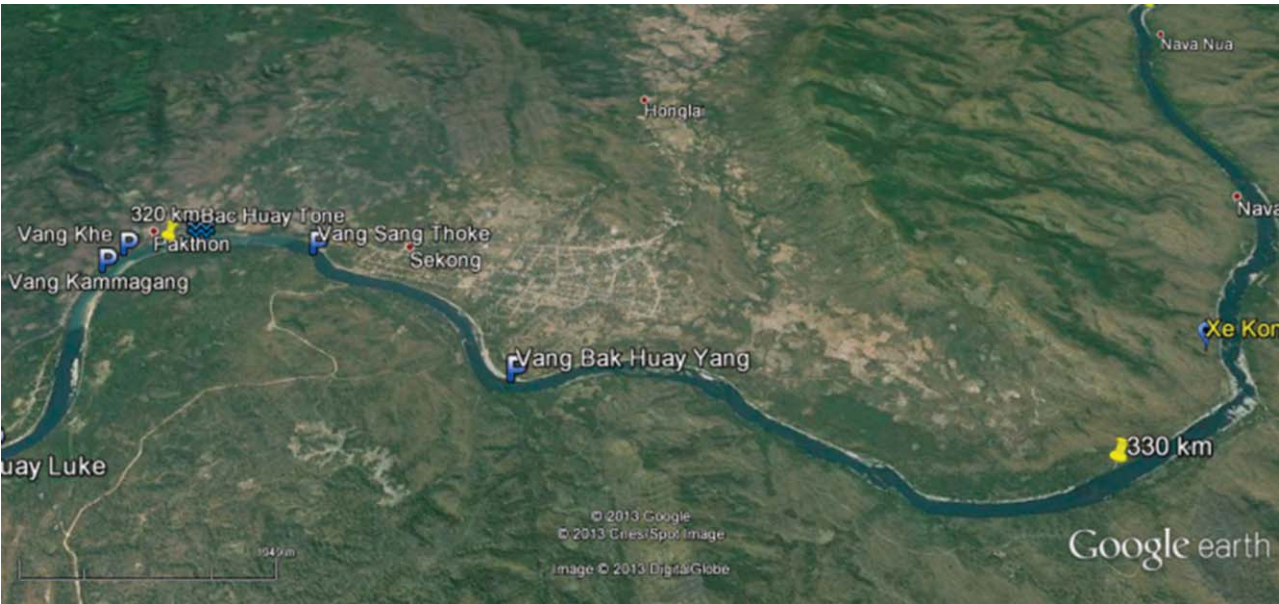






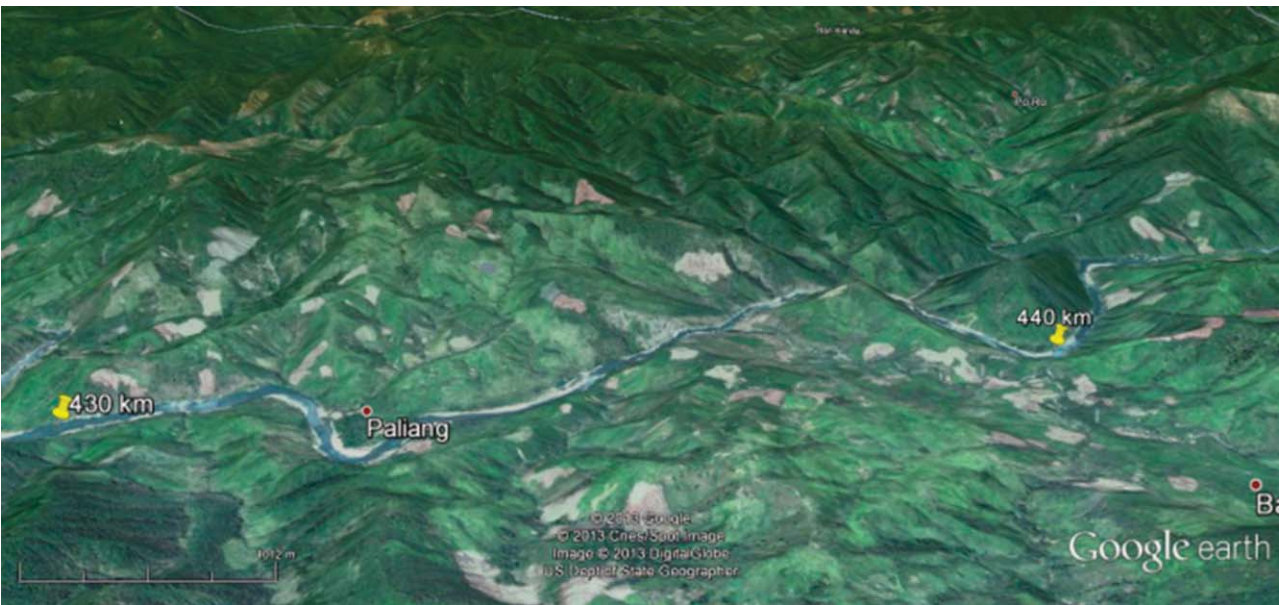






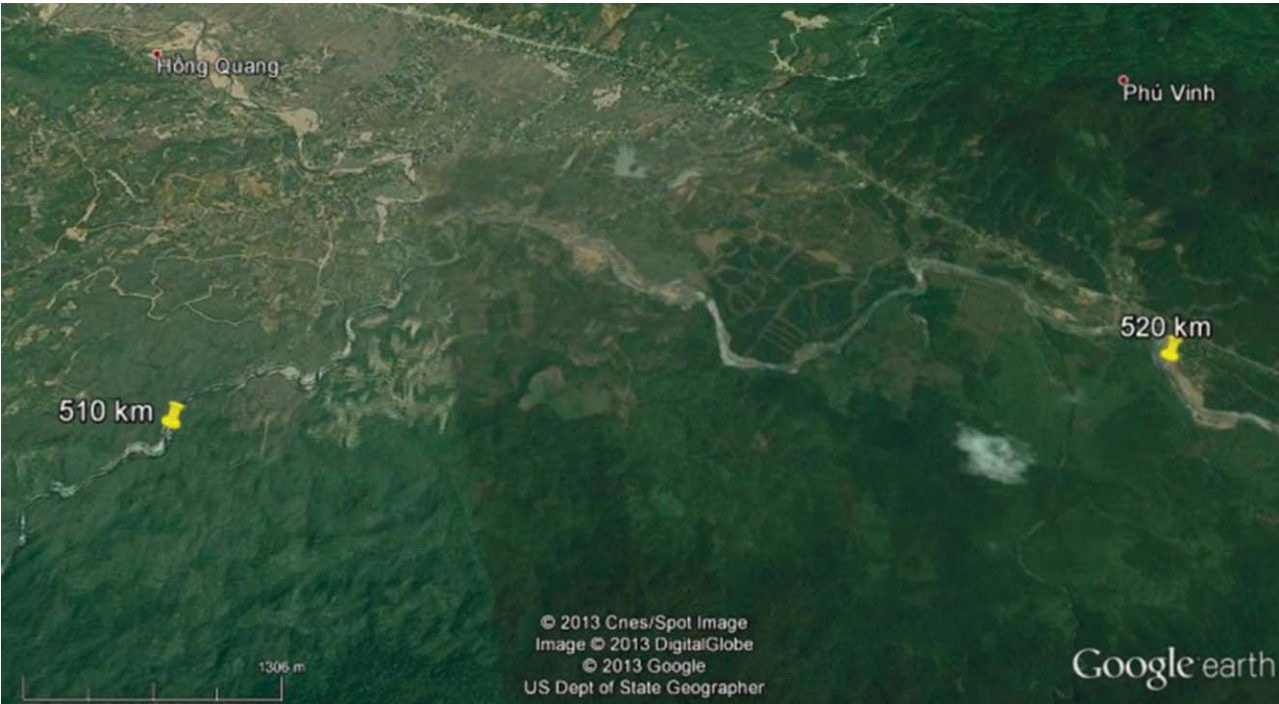














**TỔ CHỨC BẢO TỒN THIÊN NHIÊN
QUỐC TẾ**

Văn phòng Khu vực Châu Á
Số 63, ngõ 39, đường Sukhumvit
Klongton - Nua, Wattana,
Bang-Cock, 10110, Thái Lan
Tel: + 66 2 662 4029
Fax: + 66 2 662 4387
www.iucn.org/asia

