

## ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN KINH TẾ CỦA HẠ LƯU SÔNG MÊ KÔNG THÔNG QUA PHÂN TÍCH EMERGY

Đặng Viết Hùng<sup>(1)</sup>, Lee Suk Mo<sup>(2)</sup>

(1) Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(2) Trường Đại học Quốc gia Pukyong, Hàn Quốc

(Bài nhận ngày 13 tháng 11 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 27 tháng 02 năm 2009)

**TÓM TẮT:** Khái niệm *emergy* (được phát âm vắn “m”) là nền tảng cho một hệ thống đánh giá khoa học đại diện cho cả hai giá trị kinh tế và môi trường trong cùng một thước đo. Phân tích *emergy* ở hạ lưu sông Mê Kông (LMRB) đã được thực hiện và cho thấy rõ sự đóng góp quan trọng của tài nguyên môi trường nước, đất cũng như hoạt động sản xuất nông nghiệp đối với sự phát triển kinh tế của LMRB. Nguồn tài nguyên có khả năng tái tạo được quan trọng nhất chính là hóa năng của nước mưa, ước tính được là  $1429.23E+20$  sej/năm. Nguồn tài nguyên có khả năng tái tạo quan trọng thứ hai là hóa năng của nước sông, ước tính được là  $362.68E+20$  sej/năm. Khoảng 49% tổng lượng *emergy* được sử dụng có nguồn gốc nội tại. Nông nghiệp là hoạt động kinh tế chính ở LMRB, đóng góp 36% trong tổng lượng *emergy* đã sử dụng. Khả năng duy trì cuộc sống của nguồn tài nguyên tái tạo được chỉ đủ cân bằng với khoảng 38% số dân trong khu vực. Dựa trên các chỉ số *emergy*, LMRB đang nằm tại ranh giới giữa sự bền vững và không bền vững.

### 1. GIỚI THIỆU

Cuộc sống của người dân ở hạ lưu sông Mê Kông (LMRB) chủ yếu phụ thuộc vào dòng sông Mê Kông. Gần 80% dân số sống ở khu vực nông thôn. Sản xuất ở LMRB chủ yếu là nông nghiệp. Trồng lúa, nuôi cá, quản lý rừng, sản xuất hàng hoá tiêu dùng và khai thác du lịch sinh thái là những nét đặc trưng cho nền kinh tế. Tài nguyên thiên nhiên của LMRB như nước, đất, rừng, đầm lầy và đa dạng sinh học rất phong phú. Tuy nhiên người dân ở đây lại thuộc hàng nghèo nhất thế giới. Trong 15 năm qua nền kinh tế đã có sự thay đổi rõ rệt. Ở Thái Lan, tỉ lệ tăng trưởng là nhân đôi vào cuối những năm 80 và đầu những năm 90 của thế kỷ 20. Nền kinh tế của ba quốc gia còn lại là Cam Pu Chia, Lào, và Việt Nam cũng đạt mức tăng trưởng trên 5% vào những năm 90. Phát triển kinh tế là đáng khích lệ nhưng những vấn đề đi kèm như ô nhiễm môi trường và cạn kiệt tài nguyên cũng đang ở mức báo động (MRC, 2003). Từ trước đến nay, đồng tiền vẫn là thước đo cho sự phát triển của LMRB nói riêng và cả thế giới nói chung. Thiên nhiên cung cấp các nguồn nguyên đầu vào dồi dào cho nền kinh tế nhưng tiền tệ lại không quan tâm đến chúng. “Tiền chỉ được trả cho con người chứ không bao giờ trả cho môi trường vì những thứ nó tạo ra” (Odum, 1996). Nếu các nguồn đầu vào từ môi trường này không được đánh giá một cách đầy đủ và đúng mực thì việc sử dụng bền vững chúng có lẽ sẽ không thực hiện được. Làm thế nào để định lượng được giá trị của các tài nguyên môi trường này đối với nền kinh tế xã hội của hạ lưu để nhận thức được vai trò quan trọng của chúng trong sự phát triển bền vững của LMRB vẫn còn là một câu hỏi lớn cần phải được làm rõ.

Phân tích *emergy* đưa ra một công cụ rất hữu ích để định lượng sự đóng góp của môi trường tự nhiên vào nền kinh tế xã hội. Khái niệm *emergy* (phát âm vắn “m”) là “Một hệ thống đánh giá dựa trên khoa học đại diện cho cả hai giá trị kinh tế và môi trường trong cùng một thước đo” (Odum, 1996). Mỗi joule của ánh sáng mặt trời, năng lượng điện năng, hoặc cơ thể



con người... thì giống nhau về mặt số lượng nhưng lại có chất lượng hoặc khả năng sử dụng khác nhau. Emergy được định nghĩa như là “Năng lượng sẵn có của một dạng được sử dụng một cách trực tiếp hoặc gián tiếp trước đó để tạo nên một sản phẩm hoặc dịch vụ. Đơn vị của emergy là emjoule hoặc solar emjoule (viết tắt là sej)” (Odum, 1996). Hệ số chuyển đổi cũng được định nghĩa như lượng emergy đầu vào trên một đơn vị sẵn có ở đầu ra. Phân tích emergy của một hệ thống cho phép định giá đồng thời cả hai yếu tố kinh tế và môi trường. Sau khi ước lượng các dòng vật chất và năng lượng, emergy có thể được tính bằng cách nhân đơn vị năng lượng (ví dụ như joule lúa gạo) với tỉ lệ emergy/năng lượng (hệ số chuyển đổi), đơn vị khối lượng (ví dụ như gam khoáng sản) với tỉ lệ emergy/khối lượng (hệ số chuyển đổi), và đơn vị tiền tệ (ví dụ như đô la Mỹ, đồng Việt Nam, won Hàn Quốc) với tỉ lệ emergy/tiền tệ (hệ số chuyển đổi). Theo định nghĩa, hệ số chuyển đổi của năng lượng ánh sáng mặt trời được trái đất hấp thụ là bằng 1. Nhiều hệ số chuyển đổi đã được Odum và các tác giả khác định nghĩa trong những thập kỷ qua. Hệ số chuyển đổi có được từ những nghiên cứu trước đó thường được sử dụng trong những nghiên cứu tiếp theo sau. Hệ số chuyển đổi giúp xác định được lượng emergy và đóng vai trò quan trọng trong quá trình thực hiện phân tích emergy.

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về phân tích emergy đã được thực hiện ngày càng nhiều, bao gồm phân tích emergy ở quy mô khu vực và quốc gia (Choi, 2003; Higgins, 2003; Huang et al., 1995; Lee et al., 1994; Qin et al., 2000) và đánh giá emergy trong việc so sánh các dự án khai thác sử dụng tài nguyên môi trường (Brown et al., 1996; Kang et al., 2002; Martin, 2002; Ton et al., 1998). Ở hạ lưu sông Mê Kông, phân tích emergy đã được dùng để đánh giá chi phí và lợi ích để lựa chọn xây dựng một con đập trên nhánh sông Mê Kông ở Thái Lan (Brown et al., 1996). Tuy nhiên, vẫn chưa có phân tích emergy nào cho hạ lưu sông Mê Kông. Mục đích của bài báo này nhằm đánh giá vai trò của tài nguyên môi trường đối với sự phát triển kinh tế của LMRB dựa trên khái niệm emergy và xác định trạng thái hiện nay của hạ lưu thông qua các chỉ số emergy. Hơn nữa, bài báo cũng là bước khởi đầu cho việc nghiên cứu nhằm tìm kiếm các giải pháp chiến lược cho sự phát triển bền vững của LMRB. Cấu trúc bài báo gồm: phần đầu tiên là giới thiệu. Phần 2 đưa ra phương pháp nghiên cứu. Phần 3 trình bày kết quả nghiên cứu. Phần 4 dành cho bàn luận. Phần cuối cùng là kết luận.

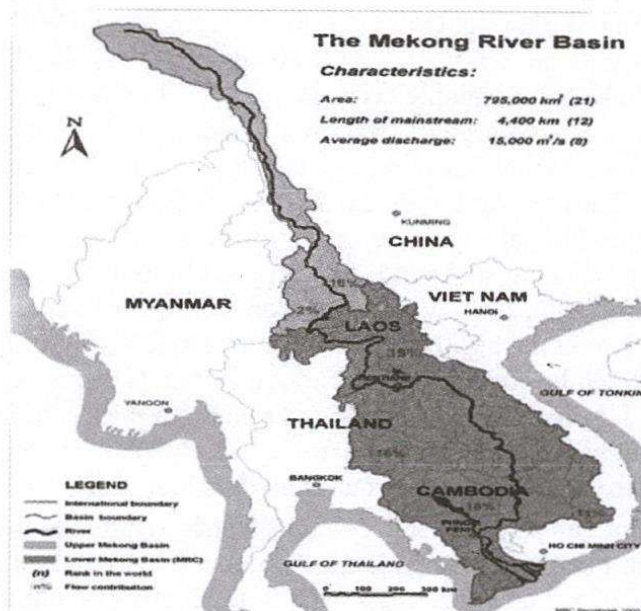
## 2. PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Hạ lưu sông Mê Kông

Sông Mê Kông nằm ở khu vực Đông Nam Châu Á, bắt nguồn từ Trung Quốc và chảy qua các nước Miến Điện, Lào, Thái Lan, Cam Pu Chia và Việt Nam. So sánh với các hệ thống sông khác trên thế giới, sông Mê Kông được xếp thứ 8 về lưu lượng ( $15,000 \text{ m}^3/\text{giây}$ ), thứ 12 cho chiều dài và thứ 21 về lưu vực ( $795,000 \text{ km}^2$ ). Lưu vực sông Mê Kông được chia thành 2 phần: thượng lưu (24% diện tích) và hạ lưu (76% diện tích). LMRB bao gồm Lào, Cam Pu Chia, Việt Nam và Thái Lan, có diện tích xấp xỉ  $606,000 \text{ km}^2$  (Hình 1).

Dân số ở LMRB khoảng 57.160 triệu người bao gồm 85% diện tích Lào ( $202,000 \text{ km}^2$ ) với 94% dân số (khoảng 5.282 triệu người); 36% diện tích Thái Lan ( $184,000 \text{ km}^2$ ) với 37% dân số (23.793 triệu người); 86% diện tích Cam Pu Chia ( $55,000 \text{ km}^2$ ) với 76% dân số (10.476 triệu người); và 20% diện tích Việt Nam ( $65,000 \text{ km}^2$ ) với 22% dân số (17.609 triệu người) (MRC, 2003). Nó bao gồm gần hết Lào và Cam Pu Chia, hơn 1/3 Thái Lan (vùng Đông Bắc và một phần Đông Nam), 1/5 của Việt Nam (vùng đồng bằng châu thổ và cao nguyên trung tâm).





Hình 1. Vị trí hạ lưu vực sông Mê Kông

## 2.2. Phân tích Emergy

Trong nghiên cứu này, phân tích emergy của hạ lưu sông Mê Kông được thực hiện theo các bước sau:

### 2.2.1. Biểu đồ hệ thống năng lượng

Phân tích emergy bắt đầu bằng việc xây dựng của một biểu đồ hệ thống năng lượng. Phạm vi của hệ thống chính là ranh giới của khu vực nghiên cứu. Biểu đồ chứa các thành phần và yếu tố kinh tế chính, các nguồn năng lượng dẫn động, các tác động qua lại lẫn nhau cũng như các dòng tiền tệ lưu thông trong hệ thống. Biểu đồ này được vẽ bằng cách sử dụng những ký hiệu ngôn ngữ năng lượng trong hệ sinh thái (Odum, 1983).

### 2.2.2. Bảng phân tích emergy

Bảng phân tích emergy được thiết lập trực tiếp từ biểu đồ hệ thống năng lượng (Odum, 1996). Việc lượng giá emergy thường được trình bày trong bảng.

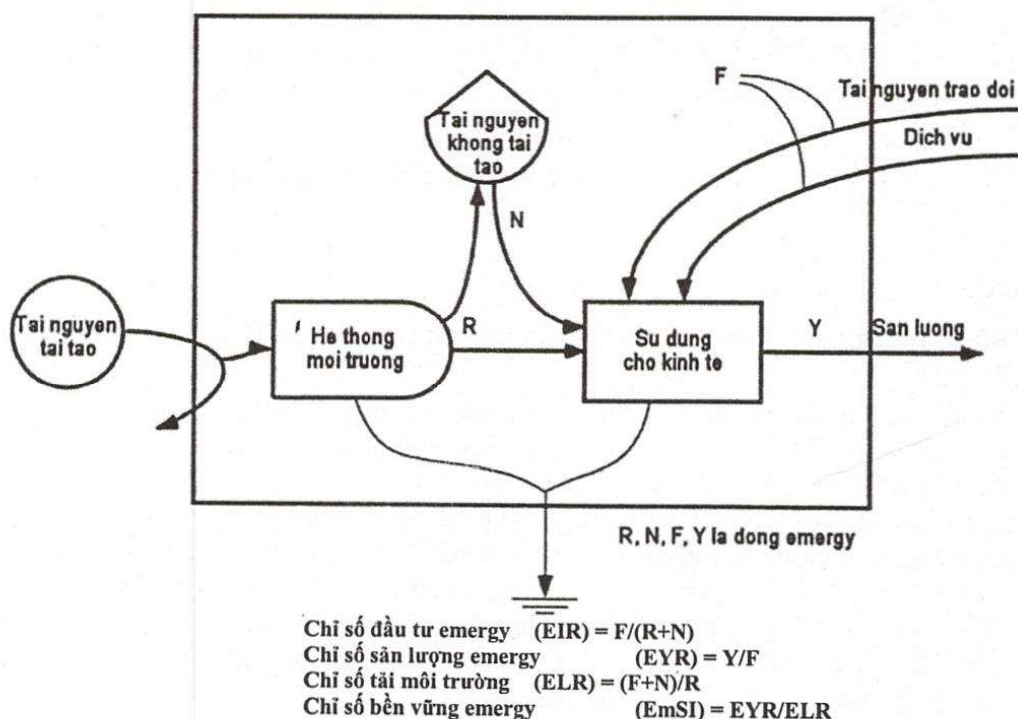
STT	Các dòng năng lượng	Đơn vị thô	Hệ số chuyên hóa (sej/đơn vị)	Solar Emergy (E20 sej/năm)	EmDollar (E8 em\$/năm)
1	# 1	J			
2	# 2	g			
3	# 3	\$			

Các dòng vào và dòng ra khỏi ranh giới hệ thống được liệt kê như trong bảng. Đầu tiên, mỗi dòng này được xác định dưới dạng năng lượng, vật chất, hoặc tiền tệ theo năm ở các đơn vị thô như joule, gam, hoặc đô la. Dữ liệu của những dòng này lấy từ các số liệu thống kê và tham khảo được xuất bản bởi các quốc gia ở LMRB và ủy ban sông Mê Kông MRC trong năm

2003. Nhân các giá trị thô này với các hệ số chuyển đổi tương ứng sẽ tính được giá trị emergy của chúng (solar emergy). Để tránh việc tính toán bị trùng lặp, các đầu vào từ môi trường của cùng một nguồn không được tính lặp lại trong tổng các dòng đầu vào của tài nguyên tái tạo. Dòng vào lớn nhất sẽ được chọn làm đại diện duy nhất cho những dòng này. Emdollar là một cách trình bày thuận lợi để kết nối giá trị emergy với đơn vị tiền tệ thông dụng trong hệ thống xã hội con người khi đồng tiền thường được sử dụng để trao đổi hàng hóa và dịch vụ. Sử dụng giá trị emdollar (emergy – đô la) sẽ diễn đạt được sự đóng góp của thiên nhiên dưới dạng tiền tệ, cho phép so sánh giữa các quá trình kinh tế và sinh thái trong cùng một đơn vị. Solar emergy trong cột 5 của bảng phân tích emergy được chuyển thành emdollar (viết tắt là em\$) bằng cách chia dòng emergy cho tỉ lệ trung bình emergy/tiền của một nền kinh tế. Tỉ lệ emergy/tiền trong nghiên cứu này được dựa trên tỉ số giữa tổng lượng emergy sử dụng ở hạ lưu với tổng sản phẩm quốc gia (GNP) hoặc tổng sản phẩm khu vực (GRP) trong năm 2003.

### 2.2.3. Chỉ số emergy

Khi bảng phân tích emergy đã hoàn thành, một vài chỉ số emergy được tính toán dựa trên những số liệu đó. Những chỉ số này chính là lượng emergy sử dụng trên một đơn vị diện tích, lượng emergy sử dụng trên một đơn vị đầu người, khả năng duy trì cho mức sống hiện tại, giá trị tỉ lệ emergy/tiền, chỉ số đầu tư emergy (EIR), chỉ số sản lượng emergy (EYR), chỉ số tài môi trường (ELR), và chỉ số bền vững emergy (EmSI). Trong đó, các chỉ số EIR, EYR, ELR, và EmSI là rất quan trọng (Hình 2). Những chỉ số này phản ánh hiện trạng của một quốc gia hoặc một khu vực. Một số định nghĩa về chỉ số emergy được đưa ra bên dưới (Odum, 1996; Brown et al., 1997).



**Hình 2.** Biểu đồ minh họa các tỉ lệ emergy cho một nền kinh tế cấp vùng có sử dụng tài nguyên tái tạo được (R), tài nguyên không tái tạo được (N), đầu vào do trao đổi với bên ngoài (F) và đầu ra được tạo thành bởi khu vực (Y) (Brown et al., 1997)



Lượng energy sử dụng trên một đơn vị diện tích là tỉ số giữa tổng lượng energy sử dụng cho nền kinh tế của một vùng hoặc một quốc gia với tổng diện tích khu vực. Nó thể hiện một thước đo tương đối đến mật độ sử dụng năng lượng (empower) khi so sánh tỉ số này giữa các khu vực hoặc quốc gia.

Lượng energy sử dụng trên một đơn vị đầu người là tỉ số giữa tổng lượng energy sử dụng cho nền kinh tế của một vùng hoặc một quốc gia với tổng dân số khu vực. Tỉ số này có thể được dùng như một thước đo cho tiêu chuẩn sống trung bình khi so sánh tỉ số này giữa các khu vực hoặc quốc gia.

Khả năng duy trì cuộc sống của nguồn tài nguyên tái tạo là khả năng mà thiên nhiên có thể hỗ trợ cho nền kinh tế dựa trên các nguồn tài nguyên tái tạo được. Nó được tính toán bằng cách nhân phần energy từ nguồn tài nguyên tái tạo của địa phương trong tổng số energy sử dụng với tổng số dân khu vực.

Chỉ số đầu tư energy (EIR) là tỉ số giữa lượng emery đầu vào do trao đổi với bên ngoài F với tất cả energy có nguồn gốc nội tại (R + N), tổng lượng energy tái tạo được và không tái tạo được ở địa phương. Giá trị EIR càng lớn, khu vực có cường độ phát triển càng mạnh.

Chỉ số sản lượng energy (EYR) là tỉ số giữa lượng energy đầu ra được tạo thành bởi khu vực Y với lượng emery đầu vào do trao đổi với bên ngoài F. Giá trị EYR thể hiện mức độ khai thác sử dụng các nguồn tài nguyên địa phương.

Chỉ số tải energy (ELR) là tỉ số giữa lượng energy từ nguồn tài nguyên không tái tạo được (N + F) với lượng energy từ nguồn tài nguyên tái tạo được R. Giá trị ELR càng cao, áp lực lên môi trường khu vực càng lớn.

Chỉ số bền vững energy (EmSI) là tỉ số giữa EYR và ELR. Chỉ số EmSI biểu diễn sự đóng góp của một thành phần hoặc yếu tố kinh tế trên một đơn vị tải môi trường.

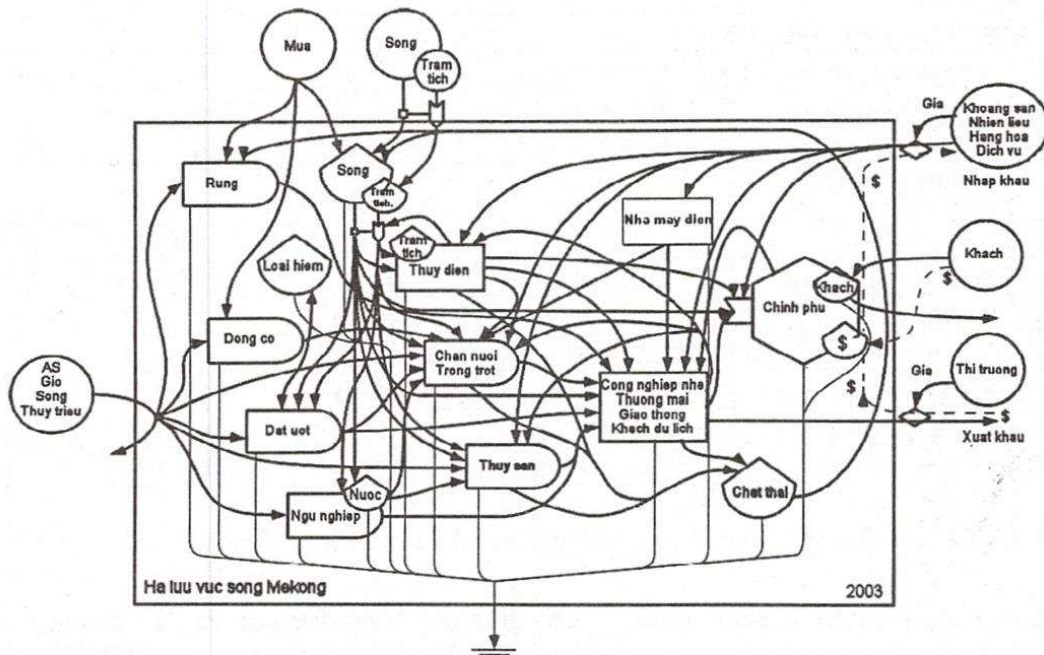
Theo kinh nghiệm thống kê và tính toán chỉ số bền vững energy cho thấy:

- $EmSI < 1$  : không bền vững
- $1 < EmSI < 10$  : ranh giới giữa bền vững và không bền vững
- $EmSI > 10$  : bền vững

### 3. KẾT QUẢ

Biểu đồ hệ thống năng lượng và bảng phân tích energy của LMRB được trình bày trong hình 3 và bảng 1.

Nguồn tài nguyên tái tạo được quan trọng nhất chính là hóa năng của nước mưa với  $1429.23E+20$  sej/năm. Nguồn tài nguyên tái tạo quan trọng thứ hai là hóa năng của nước sông với  $362.68E+20$  sej/năm. Sản xuất nông nghiệp với  $1701.40E+20$  sej/năm đóng vai trò quan trọng trong hạ lưu và đóng góp tới 36% tổng lượng energy sử dụng. Nguồn tài nguyên tái tạo nội tại quan trọng nhất chính là lớp đất mặt với  $474.83E+20$  sej/năm. Khoáng sản công nghiệp với  $1229.14E+20$  sej/năm là nguồn energy nhập khẩu lớn nhất. Hàng hóa và dịch vụ với  $1965.43E+20$  sej/năm là lượng energy xuất khẩu lớn nhất. Nông sản và thực phẩm là lượng energy xuất khẩu nhiều thứ hai với  $881.67E+20$  sej/năm. Vật nuôi, thịt, cá là lượng energy xuất khẩu nhiều thứ ba với  $281.67E+20$  sej/năm.



Hình 3. Biểu đồ hệ thống năng lượng của hạ lưu sông Mê Kông

Bảng 1. Đánh giá emergy của hạ lưu vực sông Mê Kông năm 2003

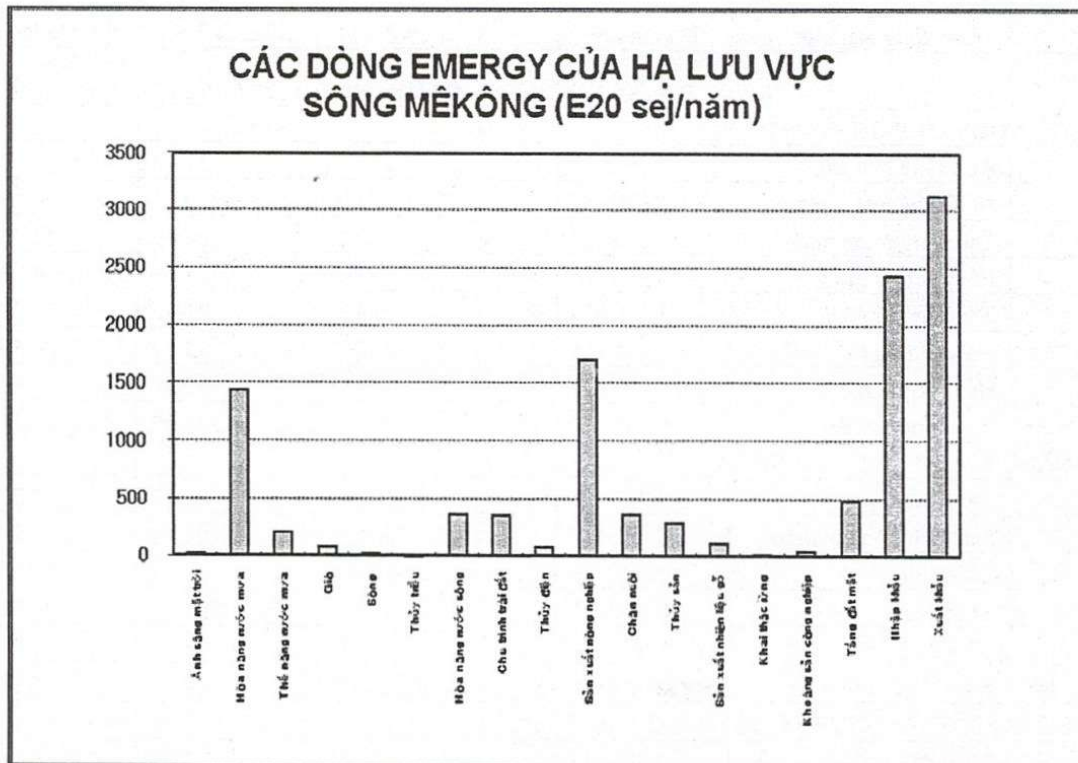
STT	Các dòng năng lượng	Đơn vị thô		Hệ số chuyển hóa (sej/đơn vị)*	Solar Emergy (E20 sej/năm)	EmDollar (E8 em\$/năm)
<b>TÀI NGUYÊN TÁI TẠO</b>						
1	Ánh sáng mặt trời	2.55E+21	J	1	25.53	1.47
2	Hóa năng nước mưa	4.67E+18	J	30574	1429.23	82.13
3	Thế năng nước mưa	4.25E+17	J	46828	198.89	11.43
4	Năng lượng gió	2.94E+18	J	2513	73.85	4.24
5	Năng lượng sóng	4.16E+16	J	51324	21.36	1.23
6	Năng lượng thủy triều	9.80E+15	J	28295	2.77	0.16
7	Hóa năng nước sông	4.45E+17	J	81411	362.68	20.84
8	Chu trình trái đất	6.06E+17	J	57753	349.99	20.11
<b>NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO NỘI ĐỊA</b>						
9	Thủy điện	2.85E+16	J	2.67E+05	76.02	4.37
10	Sản xuất nông nghiệp	5.06E+17	J	3.36E+05	1701.40	97.77
11	Chăn nuôi	1.07E+16	J	3.36E+06	358.53	20.60
12	Thủy sản	8.51E+15	J	3.36E+06	285.94	16.43
13	Nhiên liệu gỗ	1.84E+17	J	5.86E+04	107.88	6.20
14	Khai thác rừng	2.92E+16	J	5.86E+04	17.15	0.99
<b>SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN KHÔNG TÁI TẠO TỪ HỆ THỐNG</b>						
15	Than đá	6.67E+15	J	6.72E+04	4.48	0.26
16	Khoáng sản công nghiệp	2.53E+12	g	1.68E+09	42.48	2.44
17	Tầng đất mặt	3.82E+17	J	1.24E+05	474.83	27.29



NGUỒN TÀI NGUYÊN NHẬP KHẨU						
18	Khí gas thiên nhiên	1.33E+17	J	8.06E+04	106.95	6.15
19	Sản phẩm từ dầu mỏ	3.11E+17	J	1.11E+05	344.31	19.78
20	Than đá	1.76E+17	J	6.72E+04	118.32	6.80
21	Khoáng sản công nghiệp	7.32E+13	g	1.68E+09	1229.14	70.63
22	Sản phẩm thép	2.42E+12	g	3.02E+09	73.09	4.20
23	Hàng hóa và dịch vụ	1.27E+10	\$	3.58E+12	455.40	26.17
24	Du lịch	2.81E+09	\$	3.58E+12	100.43	5.77
NGUỒN NĂNG LƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ DỊCH VỤ XUẤT KHẨU						
25	Nông sản	2.62E+17	J	3.36E+05	881.67	50.66
26	Vật nuôi, cá, thịt	8.38E+15	J	3.36E+06	281.67	16.19
27	Hàng hóa và dịch vụ	1.13E+10	\$	1.74E+13	1965.43	112.94

\*Hệ số chuyển đổi dựa trên các dòng energy từ sinh quyển được định giá lại là  $15.83E+24$  sej/năm

Hình 4 chứa biểu đồ so sánh những giá trị giữa các dòng đầu vào và đầu ra energy của LMRB. Tổng lượng energy đã được sử dụng là  $4.74E+23$  sej/năm trong đó 49% lấy từ các nguồn nội tại ứng với 38% từ các nguồn tài nguyên tái tạo được. Sông Mê Kông có một giá trị thiết yếu đối với lưu vực. Những nguồn tài nguyên không tái tạo được chỉ chiếm 11% tổng lượng energy được sử dụng. LMRB cũng có giá trị energy xuất khẩu nhiều hơn giá trị energy nhập khẩu.



Hình 4. Các dòng energy của hạ lưu vực sông Mê Kông năm 2003

Bảng 2 đưa ra những chỉ số emergy của LMRB. Lượng emergy sử dụng trên đơn vị diện tích là  $7.82E+11$  sej/m<sup>2</sup>/năm. Lượng emergy sử dụng theo đơn vị đầu người là  $8.18E+15$  sej/người/năm. Các giá trị phản ánh mức sống gần như thấp nhất trong khu vực khi so sánh với giá trị trung bình của Lào ( $5.11E+11$  sej/m<sup>2</sup>/năm và  $2.15E+16$  sej/người/năm), Cam Pu Chia ( $1.21E+12$  sej/m<sup>2</sup>/năm và  $1.59E+16$  sej/người/năm), Việt Nam ( $3.63E+12$  sej/m<sup>2</sup>/năm và  $1.48E+16$  sej/người/năm) và Thái Lan ( $1.73E+12$  sej/m<sup>2</sup>/năm và  $1.39E+16$  sej/người/năm). Khả năng duy trì cuộc sống của tài nguyên tái tạo được là 21.9 triệu người, tương ứng với 38% dân số ở hạ lưu. Mật độ dân số trung bình trong LMRB là 95 người/km<sup>2</sup>.

**Bảng 2.** Chỉ số emergy sử dụng để đánh giá hạ lưu sông Mê Kông

Danh mục	Công thức	Hạ lưu vực sông Mê Kông
Dòng tài nguyên tái tạo (sej/năm)	R	1.79E+23
Dòng tài nguyên không tái tạo nội địa (sej/năm)	N	5.22E+22
Dòng emergy nhập khẩu (sej/năm)	F+P <sub>2</sub> I	2.43E+23
Tổng dòng emergy (sej/năm)	R+N+F+P <sub>2</sub> I	4.74E+23
Tổng dòng emergy sử dụng (sej/năm)	U=N+R+F+P <sub>2</sub> I	4.74E+23
Tổng emergy xuất khẩu (sej/năm)	P <sub>1</sub> E	3.13E+23
Tỉ số lượng emergy sử dụng/tổng emergy sử dụng	(N+R)/U	0.49
Nhập khẩu trừ xuất khẩu (sej/năm)	(F+P <sub>2</sub> I)-P <sub>1</sub> E	-7.01E+22
Xuất khẩu/nhập khẩu	P <sub>1</sub> E/(F+P <sub>2</sub> I)	1.29
Tỉ số lượng emergy tái tạo được sử dụng/tổng emergy sử dụng	R/U	0.38
Tỉ số emergy được trao đổi với nước ngoài	(F+P <sub>2</sub> I)/U	0.51
Lượng emergy/1 đơn vị diện tích (sej/m <sup>2</sup> /năm)	U/(diện tích)	7.82E+11
Lượng emergy sử dụng trên đầu người (sej/người/năm)	U/(Số dân)	8.18E+15
Khả năng đáp ứng của tài nguyên tái tạo cho mức sống hiện tại (người)	(R/U)x(Số dân)	2.19E+07
Khả năng đáp ứng cho sự phát triển hiện tại (người)	8(R/U)x(Số dân)	1.75E+08
Tỉ số emergy/tiền (sej/\$)	P <sub>1</sub> =U/GNP	1.74E+13
Chỉ số đầu tư emergy, EIR	(F+P <sub>2</sub> I)/(R+N)	1.05
Chỉ số sản lượng emergy, EYR	P <sub>1</sub> E/(F+P <sub>2</sub> I)	1.29
Chỉ số tải môi trường, ELR	((F+P <sub>2</sub> I)+N)/R	1.65
Chỉ số bền vững emergy, EmSI	EYR/ELR	0.78

EIR, EYR và ELR ở lưu vực sông lần lượt là 1.05, 1.29 và 1.65. So sánh với những chỉ số trung bình của các quốc gia ở hạ lưu như Lào với 0.04, 5.61, và 0.11; Cam Pu Chia với 0.07, 5.53, và 0.14; Việt Nam với 0.23, 2.22, và 2.25; và Thái Lan với 0.43, 2.14, và 3.01, nó chỉ ra được một sự thiếu hụt về tài nguyên khoáng sản, khả năng đóng góp hạn chế vào nền kinh tế chung và một lượng tải môi trường tương đối nhỏ. Tải môi trường của LMRB cao hơn của Lào và Cam Pu Chia nhưng thấp hơn của Việt Nam và Thái Lan. Dựa trên các chỉ số emergy, LMRB đang nằm trong khoảng giữa kém phát triển và đang phát triển. Gần 40% dân số Cam Pu Chia, Lào và Việt Nam sống dưới mức nghèo. Ở Đông Bắc Thái Lan, 19% dân số thuộc diện nghèo (MRC, 2003). Chỉ số bền vững emergy EmSI của LMRB là 0.78.

So sánh chỉ số EmSI của LMRB với một số quốc gia khác trên thế giới như Trung Quốc, Nhật và Mỹ sẽ cho thấy rõ hơn mức độ bền vững của LMRB được thể hiện ở bảng sau:



**Bảng 3.** Bảng so sánh chỉ số EmSI của LMRB với Trung Quốc, Nhật và Mỹ.

	Trung Quốc (1999) (**)	Nhật (1999) (**)	Mỹ (1999) (**)	LMRB (2003)
EmSI	0.80	0.11	0.46	0.78
Hiện trạng môi trường	KBV	KBV	KBV	KBV

*KBV: không bền vững*

*Nguồn: (\*\*)* Young Geun Choi, *Sustainability Evaluation on National and Regional Systems*, 2003.

#### 4. BÀN LUẬN

Sông Mê Kông đang cung cấp những dòng đầu vào emergy quan trọng nhất cho nền kinh tế hạ lưu thông qua hóa năng của nước mưa và nước sông. Nước được dùng cho hầu hết các nhu cầu trong lưu vực. Ước tính 75% dân số ở hạ lưu sông Mê Kông có nguồn thu nhập từ nông nghiệp kết hợp với các hoạt động trồng trọt, chăn nuôi, và đánh bắt (MRC, 2003). Emergy từ trồng trọt là  $1701.40 E+20$  sej/năm, đóng góp lớn nhất và nhiều gấp đôi khi so sánh với lượng emergy từ chăn nuôi với  $358.53 E+20$  sej/năm, đánh bắt với  $285.94 E+20$  sej/năm và trồng trọt với  $125.03 E+20$  sej/năm. Hầu hết các giá trị emergy từ môi trường là đi vào nông nghiệp. Thật vậy, đồng bằng sông Cửu Long là vùng sản xuất nông nghiệp lớn nhất và được xem là “vựa lúa” của Việt Nam, sản xuất tới 50% tổng sản lượng lúa gạo hoặc 40% tổng sản lượng đầu ra của nông nghiệp Việt Nam. Sản xuất nông nghiệp chiếm trên 50% GDP của đồng bằng sông Cửu Long (Cục Thống kê Việt Nam, 2004). Mặc dù sản lượng nông nghiệp đã giảm trong những năm gần đây, nhưng phát triển kinh tế dựa vào dòng nước sông Mê Kông nơi mà nông nghiệp đóng vai trò quan trọng vẫn còn là một trong những đỉnh hướng tương lai ở hạ lưu sông Mê Kông.

Khoáng sản công nghiệp địa phương trong khu vực hạ lưu là không đáng kể và chỉ đóng góp 1% trong tổng lượng emergy sử dụng. Hạ lưu đang xuất khẩu một lượng lớn lúa, cá và thực phẩm trong khi phải nhập một lượng nhỏ khoáng sản công nghiệp, sản phẩm dầu mỏ và hàng hóa tiêu dùng để cung cấp cho cuộc sống của dân cư ở đây. Trong thương mại, lượng tiền tệ và hàng hóa được trao đổi theo nguyên tắc thuận mua vừa bán. Điều này có vẻ là sòng phẳng. Tuy nhiên, lượng emergy tương ứng trong giao dịch này lại không ngang bằng. Nói cách khác, LMRB đang mất dần đi các giá trị thực của nó. Lượng emergy sử dụng trên một đơn vị diện tích là  $7.82E+11$  sej/m<sup>2</sup>/năm thấp hơn nhiều so với giá trị trung bình của các quốc gia ở LMRB. Lượng emergy sử dụng trên đơn vị đầu người là  $18E+15$  sej/người/năm cũng thấp nhất khi so sánh với giá trị trung bình của các quốc gia ở LMRB. Người dân trong lưu vực thực sự nghèo nhất thế giới. Thu nhập của người dân ở Lào, Cam Pu Chia và Việt Nam là từ 300 đến 430 đô la (World Bank, 2002). Ngay cả Thái Lan, nơi có giá trị cao nhất trong bốn quốc gia ở LMRB cũng có tới 19% dân số ở hạ lưu sống trong cảnh nghèo. Thu nhập bình quân ở vùng hạ lưu trong Thái Lan là khoảng 850 đô la hay chỉ bằng 1/3 mức thu nhập trung bình của người dân (Cục Thống kê Thái Lan 2004). Điều này là rất hợp lý khi nền kinh tế hạ lưu chủ yếu dựa trên nông nghiệp với mức độ đầu tư thấp và mật độ dân số cao.

Phân tích emergy cho thấy dân số của hạ lưu sông Mê Kông đã vượt khả năng cung cấp của thiên nhiên cho mức sống hiện tại của họ, nhưng tỉ lệ gia tăng dân số trong lưu vực vẫn rất



cao. Năm 2003, tỉ lệ gia tăng dân số ở Lào là 2.6% , Cam Pu Chia 2.3%, Việt Nam 1.4% và Thái Lan là 1.0%. Dân số ở LMRB được mong đợi tăng từ 57 triệu dân hiện nay lên 90 triệu dân trước năm 2025 (MRC, 2003). Tỉ lệ gia tăng dân số phải được kiểm soát cân đối với khả năng cung cấp của môi trường. Ở đồng bằng sông Cửu Long, dân số tập trung đông đúc với mật độ 412 người/km<sup>2</sup>, nhiều gấp 4.3 lần so với LMRB và 9.5 lần so với thế giới. Kết quả là tạo ra một áp lực lớn lên tài nguyên thiên nhiên như nguồn nước sông Mê Kông, diện tích rừng bao phủ, nguồn lợi thủy hải sản, chất lượng đất canh tác và đa dạng sinh học... Hạ lưu sông Mê Kông ở Việt Nam và Thái Lan đã và đang bị khai thác với cường độ rất cao. Ở đồng bằng sông Cửu Long, sản lượng lúa gạo đạt 5 tấn/ha trong mùa khô, trong khi khu vực Châu Á Thái Bình Dương chỉ đạt 3.9 tấn/ha. Sự tăng trưởng trong nuôi trồng thủy sản ở Thái Lan và Việt Nam cũng rất cao, tăng từ 60,000 tấn năm 1990 lên đến 260,000 tấn vào năm 2001. Diện tích rừng bao phủ bị mất hàng năm khoảng 0.5% trên toàn bộ lưu vực.

Hạ lưu sông Mê Kông có một tải môi trường ELR là nhỏ với chỉ số bền vững EmSI là thấp. Chất lượng môi trường vẫn còn khá tốt và tài nguyên thiên nhiên vẫn còn phong phú. LMRB đang ở ranh giới giữa sự bền vững và không bền vững (MRC, 2003). Không có sự nghi ngờ nào cho sự phát triển kinh tế của LMRB trong những năm tới. Chính phủ của bốn quốc gia trong LMRB đang đẩy mạnh công nghiệp nông thôn và nông nghiệp thương mại. Cơ cấu kinh tế đang thay đổi đáng kể theo xu hướng giảm dần ở lĩnh vực nông nghiệp và tăng dần ở các lĩnh vực công nghiệp và dịch vụ. Trước năm 2020, ước tính 1/3 dân số của LMRB sẽ sống ở khu vực đô thị (MRC, 2003). Mặc dù việc khai thác tài nguyên thiên nhiên có thể mang lại một nguồn lợi lớn nhưng môi trường lưu vực có nguy cơ bị ảnh hưởng nghiêm trọng nếu không có giải pháp cho sự phát triển lâu dài. Những vấn đề tiềm ẩn cùng với những mối nguy hại trong việc sử dụng bừa bãi tài nguyên môi trường ở LMRB là rất đáng kể. Ô nhiễm nguồn nước, bạc màu đất đai, phá rừng tự nhiên và suy giảm đa dạng sinh học là những vấn đề mà LMRB phải đối mặt trong hiện tại và tương lai. Hạ lưu sông Mê Kông cần phải được sử dụng một cách bền vững để lợi ích thu được là nhiều nhất và mất mát phải chịu là ít nhất dựa trên sự đóng góp của thiên nhiên đối với sự phát triển của hạ lưu.

## 5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, phân tích emergy đã được thực hiện để đánh giá một cách định lượng mối liên hệ giữa môi trường tự nhiên và xã hội con người. Phân tích emergy đã cho thấy rõ vai trò quan trọng của tài nguyên môi trường nước, đất và hoạt động sản xuất nông nghiệp đối với sự phát triển kinh tế của LMRB. Ngăn ngừa ô nhiễm môi trường và sử dụng bền vững tài nguyên là rất cần thiết. Cơ cấu kinh tế cần được điều chỉnh phù hợp dựa trên sự sẵn có của tài nguyên môi trường. Hơn nữa, dân số cũng nên được duy trì một cách tương xứng với khả năng cung cấp của thiên nhiên. Các giải pháp chiến lược để đạt được sự phát triển bền vững cho LMRB cần được tiếp tục nghiên cứu.



## EMERGY ANALYSIS FOR ASSESSING THE ROLE OF RESOURCE AND ENVIRONMENT OF LOWER MEKONG RIVER BASIN

Dang Viet Hung<sup>(1)</sup>, Lee Suk Mo<sup>(2)</sup>

(1)University of Technology, VNU-HCM

(2)University of Pukyong, Korea

**ABSTRACT:** *Emergy (spelled with an "m") concept is the basic for a science-based evaluation system representing both the environmental values and the economic values with a common measure. Emergy analysis of Lower Mekong River Basin (LMRB) was performed to show the important contribution of water and soil environmental resources and agricultural activities as well to its economic development. The most important renewable resource is the chemical potential of rain of  $1429.23E+20$  sej/yr. The second most important renewable resource is the chemical potential of river of  $362.68E+20$  sej/yr. About 49% of the total emergy used was derived from local resources. Agriculture is the main economic activity in LMRB with the contribution of 36% of total emergy used. The renewable carrying capacity was equal to 38% of the basin population. Based on emergy indices, the current status of LMRB is at the boundary between sustainability and unsustainability.*

**Keywords:** *Emergy analysis, emergy, indice, sustainable development*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Brown, M.T., McClanahan, T.R., *Emergy analysis perspectives of Thailand and Mekong River dam proposals*, Ecological Modeling 91, 105-130 (1996)
- [2]. Brown, M.T., Ulgiati, S., *Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation*, Ecological Engineering 9, 51-69 (1997)
- [3]. Brown, M.T., Ulgiati, S., *Emergy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems*, Ecological Modeling 178, 201-213 (2004)
- [4]. Campbell, D.E., *Emergy analysis of human carrying capacity and regional sustainability: an example using the state of Maine*, Environ. Monit. Assess. 51, 531-569 (1998)
- [5]. Choi, Y. G., *Sustainability Evaluation on National and Regional Systems*, Ph.D Thesis, Department of Environmental Engineering, Graduate School, Pukyong National University, Korea (2003)
- [6]. Higgins, J.B., *Emergy analysis of the Oak Openings region*, Ecological Engineering 21, 75-109 (2003)
- [7]. Huang, S.L., Wu, S.C., Chen, W.B., *Ecosystem, environmental quality and ecotechnology in the Taipei metropolitan region*, Ecological Engineering 4, 233-248 (1995)
- [8]. Kang, D.S., Park, S.S., *Emergy evaluation perspectives of a multipurpose dam proposal in Korea*, Journal of Environmental Management 66, 293-306 (2002)
- [9]. Lee, S.M., Odum, H.T., *Emergy analysis overview of Korea*, Journal of the Korea Environmental Sciences Society 3, 165-175 (1994)
- [10]. Mekong River Commission (MRC), *State of the Basin Report*, (2003)



- [11]. Martin, J.F., *Emergy valuation of diversions of river water to marshes in the Mississippi River Delta*, Ecological Engineering 18, 265-286 (2002)
- [12]. Odum, H.T., *Environmental Accounting*, John Wiley & Sons, INC (1996)
- [13]. Odum, H.T., *Systems Ecology: An Introduction*, John Wiley & Sons, INC (1983)
- [14]. Odum, H.T., Odum, E.C., *A Prosperous Way Down*, University Press of Colorado (2001)
- [15]. Odum, H.T., Odum, E.C., Brown, M.T., Lahart, D., Bersok, C., Sendzimir, J., *Environmental System and Public Policy*, Ecological Economics Program, Phelps Lab, University of Florida (1988)
- [16]. Qin, P., Wong, Y.S., Tam, N.F.Y., *Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes*, Ecological Engineering 16, 271-280 (2000)
- [17]. Ton, S., Odum, H.T., Delfino, J.J., *Ecological-economic evaluation of wetland management alternatives*, Ecological Engineering 11, 291-302 (1998)
- [18]. Ulgiati, S., Odum, H.T., Bastianoni, S., *Emergy use, environmental loading and sustainability. An emergy analysis of Italy*, Ecological Modeling 73, 215-268 (1994)