

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC SÔNG CU ĐÊ

ThS. Nguyễn Thị Thanh Tú - Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh
 PGS.TS. Phùng Chí Sỹ - Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh
 PGS.TS. Đinh Xuân Thắng - Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh

Kết quả quan trắc chất lượng nước sông Cu Đê tại 5 mặt cắt (MC) trên chiều dài khoảng 9km vào các tháng 5, 6 và 7 năm 2012 đã được sử dụng để xác định mức độ ô nhiễm và khả năng tự làm sạch của sông. Khả năng tự làm sạch được đánh giá qua tỉ số giữa tốc độ nạp khí tự nhiên và tốc loại ôxy do quá trình phân hủy các chất ô nhiễm hữu cơ. Tốc độ loại ôxy được xác định bằng phương pháp đồ thị. Tốc độ nạp khí tự nhiên được xác định thông qua sự thiếu hụt ôxy tại những thời điểm xác định tại một điểm đo cố định. Kết quả cho thấy, phía hạ lưu sông Cu Đê đã bị ô nhiễm nhẹ bởi các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học được thể hiện qua các giá trị BOD_5 và hằng số tốc độ phân hủy (k_1) có giá trị trung bình nằm trong khoảng $0,101 \div 0,122$ ngày $^{-1}$. Hằng số tốc độ nạp khí tự nhiên $k_2_{tb} = 0,17 \div 0,29/\text{ngày}$. Khả năng tự làm sạch của sông thấp vào các tháng mùa khô, do ảnh hưởng lớn của quá trình xâm nhập mặn. Giá trị hệ số tự làm sạch (f) dao động trung bình trong khoảng $1,39 \div 2,87$ và có xu hướng tăng dần từ mặt cắt MC1 đến MC5.

1. Đặt vấn đề

Quá trình tự làm sạch của thủy vực là sự phục hồi trở lại của thủy vực sau khi tiếp nhận các vật chất ô nhiễm. Đây là một quá trình phức tạp bao gồm các hoạt động của các yếu tố vật lý, hóa học, sinh học, tính chất nước thải, đặc điểm hình thái và chế độ thủy động học của thủy vực. Mỗi thủy vực khác nhau có khả năng tự làm sạch khác nhau. Vì vậy, cần thiết phải tiến hành nghiên cứu thực nghiệm để xác định hệ số tự làm sạch. Quá trình này là một trong những quá trình quan trọng trong việc nghiên cứu khả năng chịu tải chất ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy sinh học của thủy vực, nên được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm rất sớm [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Tuy nhiên, ở Việt Nam hướng nghiên cứu này còn hạn chế. Đến nay hầu như chưa có công bố nào liên quan đến khả năng tự làm sạch các chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước sông Cu Đê.

Sông Cu Đê nằm ở phía Bắc thành phố Đà Nẵng, có tổng diện tích lưu vực 426 km^2 đổ ra vịnh Đà Nẵng, là nguồn nước mặt quan trọng, cung cấp nước cho sinh hoạt, công nghiệp, tưới tiêu, nuôi trồng thủy sản và hoạt động du lịch; đồng thời là nơi tiếp nhận nước thải sinh hoạt và công nghiệp. Sông Cu Đê bị ảnh

hưởng bởi chế độ bán nhật triều, vào những tháng nắng xâm nhập mặn sâu lên phía thượng nguồn làm ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước, ảnh hưởng đến khả năng tự làm sạch của các chất ô nhiễm hữu cơ.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chất lượng nước và khả năng tự làm sạch các chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước sông Cu Đê, được thể hiện qua hệ số làm sạch f.

2. Phạm vi, đối tượng và phương pháp nghiên cứu

a. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

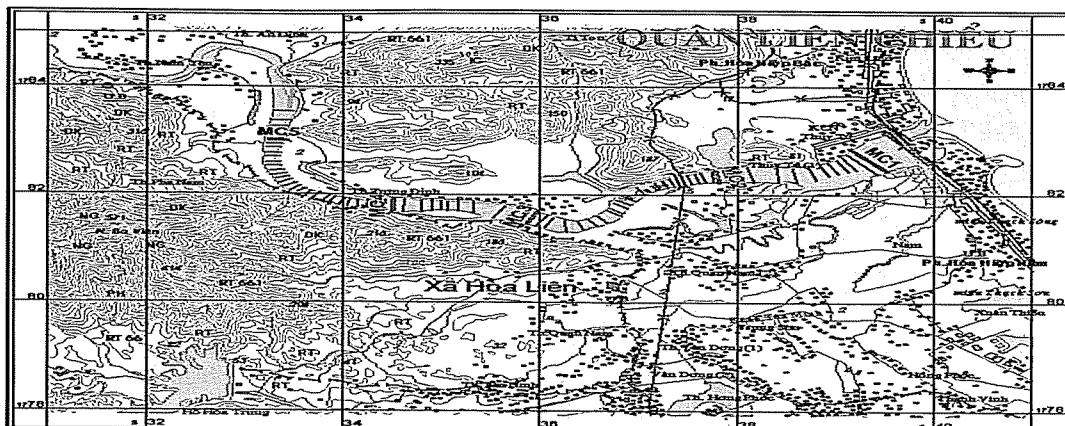
Phạm vi nghiên cứu:

- Từ cửa sông cách cầu Nam Ô 500 m đến trạm 05-06 với tổng chiều dài khoảng 9 km, được chia 4 đoạn và mẫu nước được lấy trên 5 mặt cắt (Hình 1);

- Nghiên cứu trong điều kiện thuỷ văn kiệt nhất trong năm.

Đối tượng nghiên cứu:

- Các nguồn nước thải và nước mặt sông Cu Đê;
- Chất ô nhiễm được xem xét đánh giá là các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học.



Hình 1. Vị trí các mẫu nước được lấy trên 5 mặt cắt của sông Cu Đê

b. Phương pháp nghiên cứu

* Lấy mẫu và phân tích ở phòng thí nghiệm

Mẫu nước sông tại mỗi mặt cắt được tiến hành lấy theo chế độ từng giờ liên tục trong vòng 28h, lấy đồng thời liên tục trên 5 mặt cắt (MC1-MC5), mỗi mặt cắt lấy 3 vị trí, giữa dòng và hai bên bờ với các độ sâu khác nhau, mẫu được trộn chung thành mẫu tổ hợp. Các chỉ tiêu hóa lý được đo ngoài hiện trường. Thời gian lấy mẫu liên tiếp vào các tháng 5, 6 và tháng 7 năm 2012. Mẫu nghiên cứu tốc độ loại ôxy được chọn là những mẫu tổ hợp đại diện tại những mặt cắt. Mẫu xác định BOD được pha loãng, ủ ở 20°C trong tủ BOD chuyên dụng. Xác định tốc độ loại ôxy thông qua đo sự suy giảm ôxy hòa tan trong mẫu qua từng ngày, trong vòng 20 ngày.

* Phương pháp đánh giá khả năng tự làm sạch

Quá trình tự làm sạch tự nhiên của dòng sông được đặc trưng bởi hệ số tự làm sạch f. Hệ số tự làm sạch được tính dựa trên tỉ số giữa hằng số tốc độ hòa tan ôxy qua mặt thoáng (k2) và hằng số tốc độ tiêu thụ ôxy do quá trình phân hủy vật chất hữu cơ (k1). Hệ số f được xác định [7, 8, 9, 10, 11] qua biểu thức:

$$f = \frac{k_2}{k_1} \quad (1)$$

Trong đó: f : hệ số tự làm sạch, nếu f càng lớn thì khả năng tự làm sạch tự nhiên càng lớn và ngược lại.

- k1 là đại lượng đặc trưng cho tốc độ phân hủy các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học trong dòng chảy được xác định trong điều kiện tĩnh trong phòng thí

nghiệm. Hằng số k1 được xác định bằng phương pháp đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa lượng vật chất hữu cơ bị phân hủy theo thời gian. k1 được xác định dựa trên cơ sở phương trình động học phân hủy biến bậc 1 của vật chất hữu cơ (VCHC) được biểu diễn qua phương trình động học của phản ứng BOD [1, 5, 8].

- k2 là đại lượng đặc trưng cho tốc độ nạp khí ôxy từ khí quyển vào dòng chảy, sự thay đổi ôxy giữa bề mặt lớp nước và khí quyển được thể hiện qua biểu thức toán học [2, 6]:

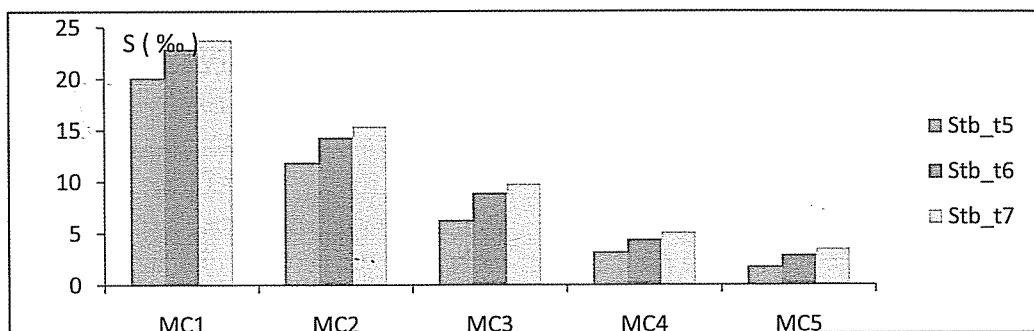
$$k_2 = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{D_1}{D_2} \quad (2)$$

Trong đó: D1 và D2 là sự thiết hụt ôxy tại những thời điểm xác định tại một điểm đo cố định, Δt : khoảng thời gian đo. Sự thiết hụt ôxy được xác định như sau: $D = C_s - C$; trong đó: Cs : nồng độ bão hòa của ôxy hòa tan tại một nhiệt độ xác định; C: nồng độ thực tế ôxy hòa tan đo được tại một thời điểm bất kỳ.

3. Kết quả và thảo luận

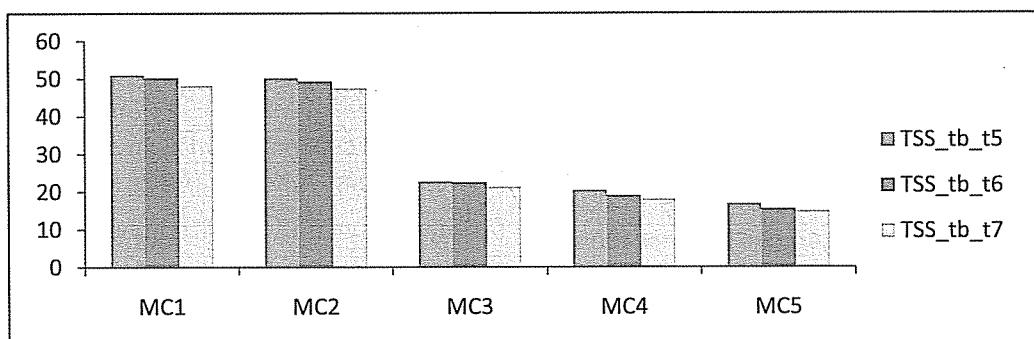
a. Độ mặn trung bình tại các mặt cắt

Kết quả 3 đợt quan trắc vào ngày 05 của các tháng 5, 6 và 7/2012 cho thấy, độ mặn trung bình tại các mặt cắt có xu hướng tăng dần vào các tháng mùa khô (Hình 2), điều này ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nguồn nước, cũng như nhu cầu sử dụng nước của người dân. Sự xâm nhập mặn lớn, kéo theo sự lan truyền ô nhiễm lên sâu phía thượng nguồn làm ảnh hưởng đến khả năng tự làm sạch của sông.

**Hình 2. Độ mặn trung bình tại các mặt cắt****b. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)**

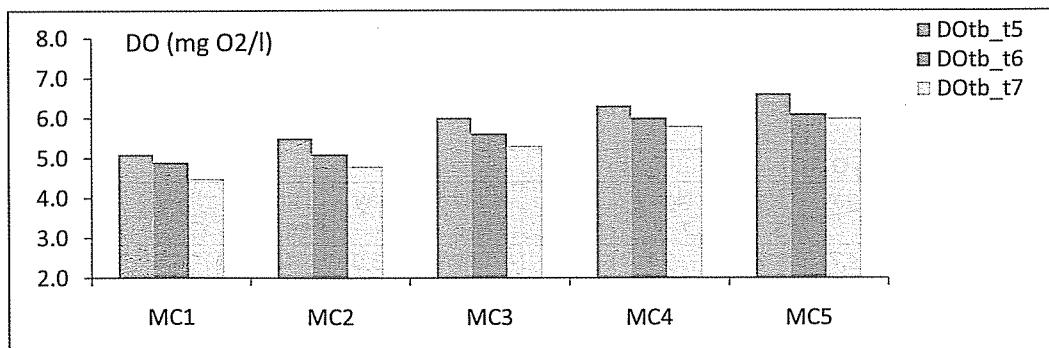
Kết quả 03 đợt quan trắc TSS vào các tháng 5, 6 và 7/2012 tại hạ lưu sông Cu Đê đoạn từ cầu Nam Ô đến trạm 05-06 (Hình 3) cho thấy tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng trung bình ở các mặt cắt MC1, MC2, MC3, MC4 và MC5 đạt quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT (Cột B1).

So sánh với kết quả quan trắc trung bình từ năm 2007 đến 2010, thì nồng độ TSS năm 2012 tăng khoảng 1,1 ÷ 3,2 lần. Nguyên nhân do hoạt động khai thác cát với khối lượng ngày càng tăng để phục vụ cho việc san lấp mặt bằng khu đô thị sinh thái Golden Hill. Đây cũng là nguyên nhân chính làm gia tăng hàm lượng chất rắn lơ lửng.

**Hình 3. Biến thiên giá trị TSS theo vị trí quan trắc và theo các tháng 5, 6, 7/2012****c. Nồng độ ôxy hòa tan (DO)**

Kết quả 03 đợt quan trắc DO vào các tháng 5, 6 và 7/2012 tại hạ lưu sông Cu Đê đoạn từ cầu Nam Ô đến trạm 05-06 (Hình 4) cho thấy nồng độ ôxy hòa tan trung bình tại tất cả các mặt cắt từ MC1 đến MC5 đều

đạt quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT(cột B1). So sánh với các kết quả quan trắc trong những năm trước (2007-2010) của Sở TN-MT Đà Nẵng thì các kết quả quan trắc năm 2012 có giá trị lớn hơn khoảng 0,7 ÷ 2,7 mgO₂/lit.

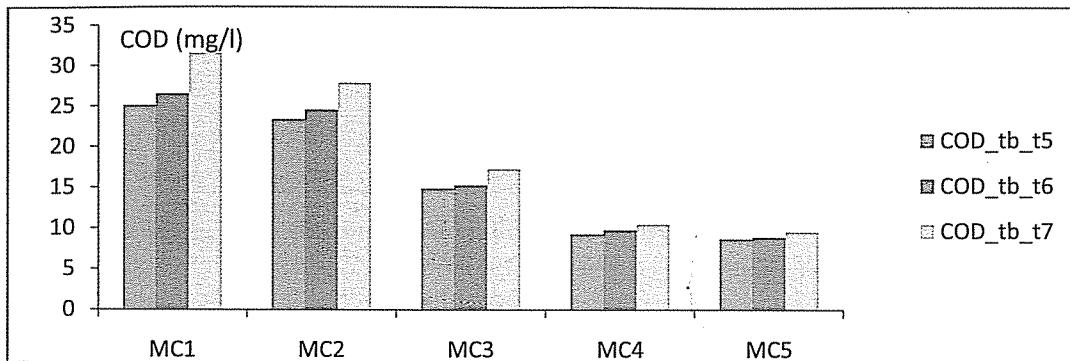
**Hình 4. Biến thiên giá trị DO theo vị trí quan trắc và theo các tháng 5, 6, 7/2012**

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

d. Nhu cầu ôxy hoá học (COD)

Kết quả 03 đợt quan trắc COD vào các tháng 5, 6 và 7/2012 tại hạ lưu sông Cu Đê đoạn từ cầu Nam Ô đến

trạm 05-06 (Hình 5) cho thấy các giá trị COD trung bình ở tất cả các mặt cắt đều đạt quy chuẩn QCVN 08:2008/BTNMT (Cột B1).



Hình 5. Biến thiên giá trị COD theo vị trí quan trắc và theo các tháng 5, 6, 7/2012

e. Kết quả xác định hằng số k_1 do sự phân hủy vật chất hữu cơ bởi quá trình sinh hóa

Xác định tốc độ loại ôxy (k_1) chính là xác định hằng số tốc độ phân hủy vật chất hữu cơ bởi quá trình sinh hóa. Lượng vật chất hữu cơ bị phân hủy được thể hiện

qua thông số ΔBOD_t . Nguyên tắc của phương pháp này là xác định hàm lượng suy giảm ôxy hòa tan theo thời gian và được xác định từng ngày. Các mẫu được ủ ở $20^{\circ}C$, kết quả xác định ΔBOD_t thực nghiệm được trình bày trên bảng 1, 2, 3.

Bảng 1. Giá trị ΔBOD_t trung bình của các mặt cắt (đợt lấy mẫu 5/2012)

Mặt cắt	ΔBOD_t (mg O ₂ /l)									
	Ngày 1	Ngày 3	Ngày 5	Ngày 7	Ngày 9	Ngày 11	Ngày 13	Ngày 15	Ngày 17	Ngày 20
MC1	1,2	4,4	7,2	9,1	10,7	11,9	12,9	13,7	14,3	14,6
MC2	1,0	4,2	6,2	7,9	9,2	10,2	11,1	11,7	12,2	12,5
MC3	0,9	3,6	5,5	7,2	8,4	9,4	10,2	10,8	11,3	11,7
MC4	0,8	3,4	5,1	6,5	7,6	8,6	9,3	9,8	10,3	10,6
MC5	0,8	3,0	4,7	5,9	7,1	7,9	8,6	9,2	9,7	10,1

Bảng 2. Giá trị ΔBOD_t trung bình của các mặt cắt (đợt lấy mẫu 6/2012)

Mặt cắt	ΔBOD_t (mg O ₂ /l)									
	Ngày 1	Ngày 3	Ngày 5	Ngày 7	Ngày 9	Ngày 11	Ngày 13	Ngày 15	Ngày 17	Ngày 20
MC1	1,3	4,8	7,4	9,2	10,7	11,9	13,0	13,8	14,5	14,9
MC2	1,1	4,4	6,4	8,2	9,2	10,5	11,2	11,8	12,3	12,6
MC3	1,1	3,8	5,7	7,2	8,4	9,4	10,2	10,8	11,3	11,7
MC4	0,9	3,5	5,3	6,7	7,8	8,7	9,5	10,1	10,6	10,7
MC5	0,9	3,2	4,8	6,2	7,3	8,2	8,9	9,6	10,1	10,4

Bảng 3. Giá trị ΔBOD_t trung bình của các mặt cắt (đợt lấy mẫu 7/2012)

Mặt cắt	ΔBOD_t (mg O ₂ /l)									
	Ngày 1	Ngày 3	Ngày 5	Ngày 7	Ngày 9	Ngày 11	Ngày 13	Ngày 15	Ngày 17	Ngày 20
MC1	1,2	4,7	7,3	9,1	10,9	11,9	13,0	13,8	14,5	15,0
MC2	1,2	4,3	6,4	8,2	9,6	10,7	11,6	12,3	12,9	13,4
MC3	1,1	3,8	5,7	7,4	8,7	9,8	10,6	11,4	12,1	12,5
MC4	0,9	3,5	5,3	6,7	7,8	8,7	9,5	10,1	10,5	10,6
MC5	0,9	3,3	5,0	6,4	7,5	8,5	9,2	9,8	10,4	10,8

Từ kết quả các bảng 1, 2, 3 cho thấy, quá trình phân hủy xảy ra hai giai đoạn, từ 1 đến 5 ngày đầu xảy ra rất nhanh, hàm lượng oxy hòa tan trong hầu hết các mẫu giảm mạnh do bị tiêu thụ để ôxy hóa các chất hữu cơ có trong mẫu nước sông. Qua ngày thứ 6 hàm lượng ôxy hòa tan trong mẫu giảm chậm dần và từ ngày 20 trở đi sự biến động không đáng kể, quá trình phân hủy các chất hữu cơ gần như hoàn toàn. Các giá trị ΔBOD_t trung bình tại mỗi mặt cắt có khuynh hướng

giảm dần từ cửa sông lên thượng nguồn, các giá trị phù hợp với khảo sát thực tế cho thấy phía hạ lưu tiếp nhận nước thải sinh hoạt và công nghiệp, khi triều lên chất ô nhiễm lan truyền theo, các mặt cắt MC3, MC4 và MC5 ít bị ô nhiễm hơn.

Từ những giá trị thực nghiệm ΔBOD_t trên các bảng 1, 2, 3 hằng số tốc độ k_1 được xác định theo phương pháp đã trình bày ở mục 2.b. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Giá trị trung bình hằng số tốc độ phân hủy (k_1) của từng mặt cắt (ngày-1)

Mặt cắt	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Giá trị k_1 TB
MC1	0,130	0,120	0,116	0,122
MC2	0,130	0,120	0,114	0,121
MC3	0,120	0,110	0,103	0,111
MC4	0,110	0,105	0,100	0,105
MC5	0,103	0,100	0,100	0,101

Các giá trị hằng số tốc độ phân hủy (k_1) của các tháng 5, 6 và 7 ở mặt cắt MC1, MC2, MC3, MC4 và MC5 có sự thay đổi do sự ảnh hưởng của độ mặn, khi độ mặn lớn thì tốc độ phân hủy chậm. Qua kết quả khảo sát cho thấy, nồng độ ô nhiễm ở mặt cắt MC1 lớn hơn mặt cắt MC2, nhưng các giá trị k_1 bằng nhau do độ mặn ở mặt cắt MC1 lớn hơn nhiều so với mặt cắt MC2. Giá trị k_1 của các mẫu nước sông Cu Đê qua các đợt khảo sát dao động trong khoảng 0,100 - 0,130 ngày-1, trung bình là 0,101-0,122 ngày-1. Từ những kết quả

của k_1 cho thấy, các vật chất hữu cơ trong môi trường nước sông Cu Đê là các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy.

f. Kết quả xác định tốc độ nạp khí ôxy (k_2) từ khí quyển vào dòng chảy

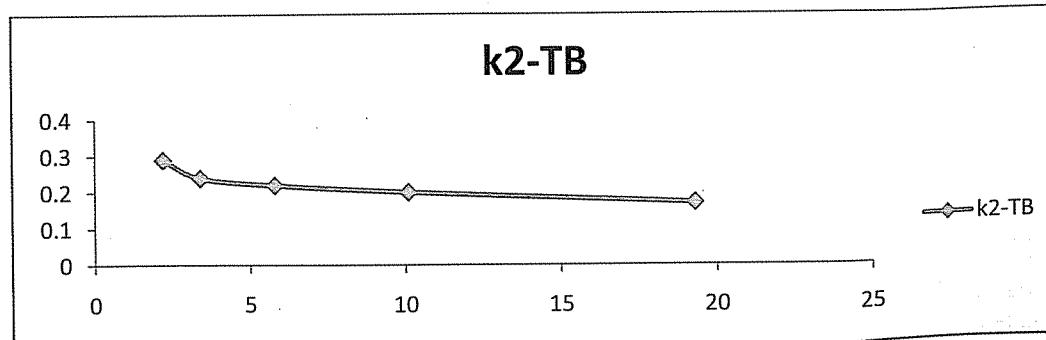
Giá trị k_2 được tính toán dựa trên việc đo nồng độ oxy hòa tan (DO) liên tục trong 28h, tại những điểm cố định trên 05 mặt cắt. Những giá trị của hệ số nạp khí được tính toán dựa trên phương trình (4) đã trình bày ở mục 2.b. Kết quả tính toán giá trị k_2 trung bình tại các mặt cắt được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Giá trị k_2 trung bình tại mỗi mặt cắt (ngày-1)

Mặt cắt	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5
k_2 -TB	0,17	0,2	0,22	0,21	0,29

Quá trình nạp khí ôxy từ khí quyển qua bề mặt thoảng của lớp nước phụ thuộc rất nhiều yếu tố, nhưng trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ tập trung khảo sát ảnh hưởng của độ mặn (S-%) đến khả năng

hòa tan của ôxy. Từ những kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy quá trình nạp khí ôxy từ khí quyển vào thủy vực phụ thuộc rất nhiều vào độ mặn. Khi độ mặn càng lớn thì sự nạp khí càng giảm (Xem hình 6).



Hình 6. Biến thiên giá trị k_2 theo độ mặn

g. Kết quả xác định hệ số tự làm sạch f

Quá trình tự làm sạch tự nhiên của dòng sông được đặc trưng bởi hệ số tự làm sạch f. Hệ số tự làm sạch được tính dựa trên tỉ số giữa hằng số tốc độ hòa

tan ôxy qua mặt thoáng (k2) và hằng số tốc độ tiêu thụ ôxy do quá trình phân hủy vật chất hữu cơ (k1). Hệ số f được tính toán dựa trên phương trình (1) đã trình bày ở mục 2.b. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Giá trị f trung bình tại mỗi mặt cắt

Mặt cắt	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5
S_tb (%)	19,3	10,1	5,8	3,4	2,2
k ₂ -TB	0,17	0,2	0,22	0,25	0,29
k ₁ -TB	0,122	0,121	0,111	0,105	0,101
f	1,39	1,65	1,98	2,38	2,87

Từ kết quả ở bảng 6 cho thấy, độ mặn ảnh hưởng rất lớn đến khả năng tự làm sạch tự nhiên của thủy vực, khi độ mặn càng tăng thì khả năng tự làm sạch càng giảm và ngược lại

4. Kết luận

Kết quả qua các đợt khảo sát cho thấy ở vùng hạ lưu sông Cu Đê có dấu hiệu ô nhiễm nhẹ bởi các chất hữu cơ dễ phân hủy. Phạm vi và mức độ ô nhiễm đang tăng lên theo thời gian, đặc biệt là vào các tháng mùa khô, quá trình xâm nhập mặn lớn làm giảm khả năng tự làm sạch tự nhiên.

Hằng số tốc độ phân hủy (k1) các hợp chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước sông Cu Đê có giá trị trung bình trong khoảng 0,101 ÷ 0,122 ngày-1 và hằng số tốc độ nạp khí (k2) có giá trị trung bình trong khoảng 0,17 ÷ 0,29 ngày-1.

Sông Cu Đê hiện tại còn có khả năng tự làm sạch các chất ô nhiễm hữu cơ. Tuy nhiên khả năng tự làm sạch tự nhiên trong môi trường nước sông Cu Đê thấp vào các tháng mùa khô, do ảnh hưởng lớn của quá trình xâm nhập mặn. Giá trị f dao động trung bình trong khoảng 1,39 ÷ 2,87 và có xu hướng tăng dần từ mặt cắt MC1 đến MC5 khi độ mặn giảm.

Tài liệu tham khảo

1. W. P. Isaacs, A. F. Gaudy Jr (1968), "A method for determining constants of first-order reactions from experimental data", *Biotechnology and Bioengineering*, Volume 10, Issue 1, pages 69–82, January 1968.
2. M.Negulescu and V. Rojanski (1969), "Recent Research to determine reaeration coefficient", *Water Research Pergamon Press* 1969.Vol.3, pp 189-202.
3. L.Parti and Q.B.Richardson(1970), "Water pollution and self-purification study on the PO river below Ferrara", *Water research Pergamon Press* 1971.vol.5,pp 203-212.
4. F.Edeline and G.Lambert (1974), "A simple simulation method for river self-purification studies", *Water Research* vol.8,pp.297-306, Pergamon Press.
5. Arnaud Apoteker and Daniel R. Thevenot (1983), "Experimental simulation of biodegradation in rivers", *Water Research Vol.17, No. 10, pp.1267-1274.*
6. Karen D. Cleveland (1989), "Predicting Reaeration Rates in Texas Streams", *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 115, No. 3, May/June 1989, pp. 620-632.
7. Schiewer, Ulrich and Schernewski, Gerald(2004), " Self-purification capacity and management of Baltic Coastal ecosystems", *Journal of Coastal Conservation*, vol.10, pp. 25-32.
- 8.E.O.Makushkin(2005)," Self-purification of water current and the role of microbiological transformation of organic matter in system of the Selenga river and its Delta", *Doklady Biological Science*, vol.404, pp. 372-374.
9. N.Mehrdadi, M.Ghobadi, T.Nasrabadi and H.Hoveidi(2006), "Evaluation of the quality and self-purification potential of Tajan river using Qual2E model" *Iran.J.Environ.Health.Sci.Eng*, vol.3, No.3, pp.199-204.
- 10.Anna Jarosiewicz and Karolina Dalszewska(2008), "Biogens Dynamic in the Slupia river self-purification ability of the river", *Slupskie Prace Biologiczne*
- 11.GuoLiang Wei, ZhiFeng Yang and Baoshan Cui(2009), "Impact of dam construction on water quality and water self-purification of the Lancang river, China", *Water Resour Manage*, vol.23,pp.1763-1780.