

# XÂY DỰNG QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TỪ ẢNH VIỄN THÁM QUANG HỌC SENTINEL 2 VÀ SỐ LIỆU QUAN TRẮC

ĐINH LAM THẮNG<sup>(1)</sup>, ĐINH THỊ THU HIỀN<sup>(2)</sup>, CHU VIỆT THỨC<sup>(2)</sup>  
TRỊNH LÊ HÙNG<sup>(3)</sup>, NGUYỄN THỊ THU ANGA<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Tổng cục Biển và Hải đảo, Bộ Tài nguyên và Môi trường

<sup>(2)</sup>Trường Đại học Điện lực

<sup>(3)</sup>Học viện Kỹ thuật Quân sự

## Tóm tắt:

Xác định các thông số chất lượng nước mặt từ dữ liệu viễn thám là một vấn đề được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Bài báo này trình bày kết quả xây dựng quy trình xác định một số thông số chất lượng nước mặt, bao gồm độ đục, COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> từ ảnh vệ tinh quang học độ phân giải cao Sentinel 2 MSI và số liệu quan trắc, thử nghiệm cho khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội. Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể sử dụng phục vụ theo dõi sự thay đổi hàm lượng các thông số chất lượng nước mặt, cung cấp thông tin đầu vào kịp thời phục vụ công tác quản lý, giám sát chất lượng nước mặt ở các lưu vực sông.

Từ khóa: viễn thám, chất lượng nước mặt, độ đục, COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Sentinel 2 MSI

## 1. Đặt vấn đề

Để đánh giá chất lượng nước mặt cần xác định nhiều thông số, trong đó có các thông số quan trọng như độ đục (turbidity), COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Các phương pháp nghiên cứu truyền thống sử dụng kết quả phân tích các mẫu nước để xác định các thông số trên. Mặc dù có độ chính xác cao, phương pháp phân tích mẫu nước cũng có hạn chế cơ bản khi tốn kém thời gian, công sức và chi đánh giá được các thông số chất lượng nước cục bộ tại các điểm đo. Những hạn chế này có thể được khắc phục khi sử dụng kết hợp ảnh viễn thám quang học và số liệu từ các mẫu nước.

Các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam cho thấy, một số thông số chất lượng nước, đặc biệt là chất lơ lửng hòa tan (TSS), độ đục (turbidity), chất diệp lục (Chl-a) có mối quan hệ chặt chẽ với giá trị phản xạ phổ mặt nước (Nguyễn Thị Thu Hà và nnk, 2018; Caballero và nnk, 2018; Chen và nnk, 1991; Elhag và nnk, 2019; Doxaran et al., 2007; Gholizadeh và nnk, 2016; Trinh Le Hung and Tarasov, 2016; Trinh Le Hung và nnk, 2020; Trinh Thi Tham và nnk, 2022). Trên cơ sở mối quan hệ này, nhiều nghiên cứu đã sử dụng kết hợp ảnh viễn thám quang học và số liệu quan trắc để xác định các thông số chất lượng nước, trong đó độ chính xác khi xác định hàm lượng

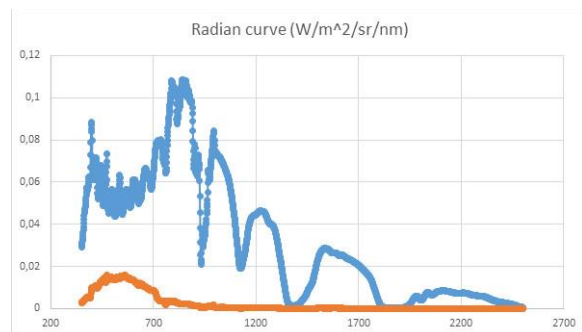
TSS, độ đục,...có thể đạt trên 80% (Cui và nnk, 2022; Moore, 2009). Một số nghiên cứu cũng thử nghiệm xác định hàm lượng  $\text{NH}_4^+$ , COD,  $\text{BOD}_5$  từ dữ liệu ảnh viễn thám quang học và siêu phổ (Nguyen Thi Binh Phuong và nnk, 2017; Al-Taani và nnk, 2018; Zhang và nnk, 2020). Có thể nhận định, phương pháp kết hợp sử dụng dữ liệu viễn thám và kết quả phân tích các mẫu nước là một tiếp cận phù hợp, hỗ trợ hiệu quả công tác đánh giá và giám sát chất lượng nước mặt.

Bài báo này trình bày kết quả xây dựng quy trình xác định một số thông số chất lượng nước, bao gồm độ đục, COD,  $\text{BOD}_5$  và  $\text{NH}_4^+$  từ ảnh vệ tinh quang học độ phân giải cao Sentinel 2A và số liệu phân tích các mẫu nước. Khu vực thử nghiệm được lựa chọn là sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội. 33 điểm lấy mẫu chất lượng nước và kết quả đo phổ phản xạ hiện trường đồng thời tại các điểm mẫu này được sử dụng để xây dựng hàm hồi quy, sau đó xác định hàm lượng chất lơ lửng, COD,  $\text{BOD}_5$  và  $\text{NH}_4^+$  cho toàn bộ khu vực nghiên cứu bằng cách sử dụng ảnh Sentinel 2A.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định mối quan hệ giữa phổ phản xạ mặt nước và hàm lượng các thông số chất lượng nước, trong nghiên cứu sử dụng kết quả đo phổ trực tiếp tại các điểm lấy mẫu nước. Thiết bị đo phổ được sử dụng là máy đo bức xạ phổ GER 1500 (Phòng thực hành Công nghệ địa hình, Học viện Kỹ thuật quân sự). Thiết bị GER 1500 cho phép đo quang phổ điện từ mặt nước trong dải sóng từ cực tím (UV - Ultraviolet) đến cận hồng ngoại (NIR) ứng với dải sóng từ 350 nm đến 1050 nm, số lượng kênh phổ lên đến 512 kênh với độ phân giải phổ là 1,5 nm. Dữ liệu thu nhận được lưu theo định dạng ASCII nhằm tạo điều kiện dễ dàng chuyển qua các phần mềm xử

lý số liệu khác. Tọa độ các điểm lấy mẫu chất lượng nước cũng được xác định bằng máy GPS độ chính xác cao. Ví dụ về phản xạ phổ tại các điểm lấy mẫu nước bằng máy đo GER 1500 khu vực nghiên cứu được trình bày trên Hình 1.



Hình 1: Hình ảnh đồ thị phản xạ phổ của nước đo bằng máy quang phổ GER 1500

33 mẫu nước được thu thập tại khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội. Các mẫu nước mặt được lấy cùng vị trí các điểm đo phản xạ phổ hiện trường và được thu thập tại sát mặt nước ở độ sâu 0 - 25 cm do nước mặt ở độ sâu lớn hơn 25 cm không ảnh hưởng đến phổ phản xạ mặt nước. Vị trí các điểm lấy mẫu phân bố đều trên khu vực nghiên cứu nhằm đảm bảo thể hiện được đặc trưng phân bố hàm lượng chất lơ lửng. Các mẫu nước được lấy vào chai nhựa màu tối, ướp lạnh và đưa về phân tích trong phòng thí nghiệm trong ngày. Quá trình phân tích được thực hiện tại Trung tâm Khoa học, Công nghệ và Môi trường (COSTE), Hà Nội.

Để đánh giá mối tương quan giữa phản xạ phổ mặt nước và hàm lượng độ đục, COD,  $\text{BOD}_5$  và  $\text{NH}_4^+$ , trong bài báo lựa chọn phương pháp ảnh tỉ số kênh (band rationing). Giá trị phản xạ phổ tại các bước sóng trung tâm dải sóng cận hồng ngoại (NIR), đỏ (red), xanh lục (green) và xanh lam (blue) cùng dữ liệu lấy mẫu tại các điểm đo được sử dụng để xây dựng hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa phổ phản xạ mặt nước và hàm lượng chất

lơ lửng. Trên cơ sở so sánh hệ số tương quan ( $R^2$ ), trong bài báo lựa chọn mô hình hồi quy có độ chính xác cao nhất để tiến hành xác định hàm lượng các thông số chất lượng nước cho toàn bộ khu vực nghiên cứu bằng cách sử dụng các kênh phổ phù hợp của ảnh Sentinel 2. Sơ đồ quy trình công nghệ xác định hàm lượng các thông số chất lượng nước trên cơ sở kết hợp ảnh viễn thám quang học và dữ liệu quan trắc được trình bày trên hình 2.

**Bước 1:** Thu thập dữ liệu ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 MSI khu vực nghiên cứu, kết quả phân tích chất lượng nước tại các điểm lấy mẫu và kết quả đo phổ phản xạ hiện trường tại vị trí các điểm lấy mẫu chất lượng nước.

Ảnh Sentinel 2 MSI được thu thập miễn phí tại website <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Dữ liệu đo phổ: sử dụng máy đo quang phổ bức xạ GER 1500 để đo trực tiếp phản xạ phổ mặt nước tại các điểm lấy mẫu.

Dữ liệu quan trắc, lấy mẫu: các mẫu nước mặt được thu thập ở khu vực nghiên cứu được bảo quản và được vận chuyển theo quy định trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

Kết quả đo phổ hiện trường và lấy mẫu chất lượng nước được thực hiện vào ngày 11/12/2021.

**Bước 2:** Tiền xử lý (pre-processing) dữ liệu ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 MSI. Do ảnh được thu thập ở mức độ xử lý L2A, trong nghiên cứu chỉ tiến hành hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh khí quyển để xác định phản xạ phổ bề mặt nước. Quá trình xử lý được thực hiện bằng phần mềm xử lý ảnh thương mại ERDAS Imagine 2014.

**Bước 3:** Thiết lập mô hình hồi quy tuyến tính đơn trên cơ sở các ảnh tỉ số nhằm thể hiện mối quan hệ giữa phản xạ phổ bề mặt nước và hàm lượng các thông số chất lượng nước.

Phổ phản xạ mặt nước thu nhận bằng máy đo quang phổ GER 1500 và hàm lượng các thông số chất lượng nước tại các điểm đo được sử dụng để thiết lập hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa các đại lượng này. Trong nghiên cứu tiến hành hồi quy với các phương án khác nhau, bao gồm sử dụng ảnh tỉ số của các kênh phổ (NIR/blue), (NIR/green) và (NIR/red).

**Bước 4:** Đánh giá độ chính xác mô hình hồi quy. Lựa chọn mô hình hồi quy tối ưu

Từ các phương án hồi quy trong bước 3, tiến hành so sánh, đánh giá để lựa chọn mô hình hồi quy có độ chính xác cao nhất. Việc đánh giá độ chính xác được thực hiện bằng cách sử dụng giá trị hệ số  $R^2$ .

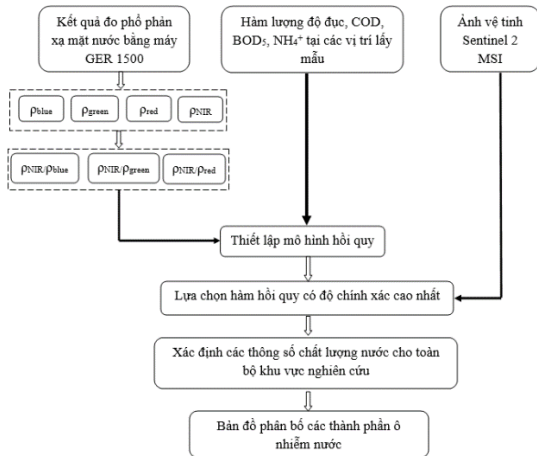
**Bước 5:** Lựa chọn các ảnh tỉ số kênh phổ phù hợp. Áp dụng mô hình hồi quy nhằm xác định hàm lượng các thông số chất lượng nước.

Hàm hồi quy được lựa chọn trong bước 4 là mô hình chuẩn để áp dụng với ảnh viễn thám quang học Sentinel 2A, trong đó tác giả lựa chọn các ảnh tỉ số kênh phù hợp để xác định hàm lượng các thông số chất lượng nước. Hàm hồi quy này có thể sử dụng để xác định các thông số chất lượng nước từ ảnh viễn thám Sentinel 2A chụp ở các thời điểm khác nhau. Điều này cho phép người quản lý có thể sử dụng hàm hồi quy trên phục vụ theo dõi, giám sát diễn biến các thông số chất lượng nước.

**Bước 6:** Xây dựng bản đồ phân bố hàm lượng các thành phần gây ô nhiễm nước cho khu vực nghiên cứu.

Kết quả nhận được trong bước 5 được sử dụng để thành lập bản đồ phân bố hàm lượng các thành phần gây ô nhiễm nước mặt khu

vực nghiên cứu. Bản đồ được thành lập bằng phần mềm ArcGIS 10.



Hình 2: Sơ đồ quy trình xác định một số thông số chất lượng nước từ ảnh viễn thám Sentinel 2A và số liệu quan trắc

### 3. Kết quả và thảo luận

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội. Đây là hệ thống sông lớn, chảy qua địa bàn có mật độ dân cư rất cao với nhiều nhà máy,

khu công nghiệp. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu được trình bày trên Hình 3.

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh Sentinel 2A ở mức xử lý L2A, chụp ngày 19/12/2021. Ở mức xử lý này, ảnh Sentinel 2A đã được hiệu chỉnh bức xạ, hiệu chỉnh khí quyển và chuyển về giá trị phản xạ bề mặt.

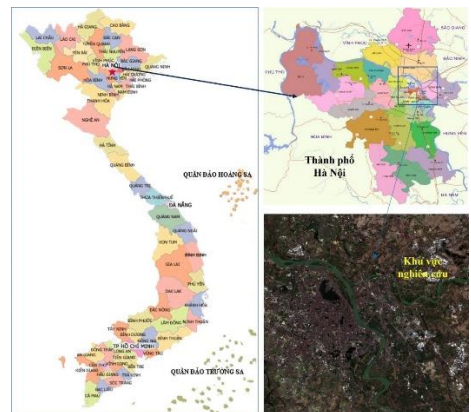
Giá trị phản xạ bề mặt nước xác định bằng máy đo quang phổ bức xạ GER 1500 tại các dải sóng cận hồng ngoại, đỏ, xanh lục và xanh lam được sử dụng để tính giá trị tỉ số  $\rho_{NIR}/\rho_{red}$ ,  $\rho_{NIR}/\rho_{green}$ ,  $\rho_{NIR}/\rho_{blue}$ . Sau đó, trong nghiên cứu tiến hành tính hệ số tương quan giữa hàm lượng các thông số chất lượng nước (độ đục, COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) và giá trị các tỉ số kênh để lựa chọn các thông số có thể xác định từ dữ liệu viễn thám với độ chính xác đảm bảo. Kết quả tính hệ số tương quan giữa hàm lượng các thông số chất lượng nước và các giá trị tỉ số kênh  $\rho_{NIR}/\rho_{red}$ ,  $\rho_{NIR}/\rho_{green}$ ,  $\rho_{NIR}/\rho_{blue}$  được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Giá trị hệ số tương quan giữa hàm lượng các thông số chất lượng nước và giá trị tỉ số kênh

Hệ số tương quan	Độ đục	BOD <sub>5</sub>	COD	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
$\rho_{NIR}/\rho_{blue}$	0.676	0.118	0.227	-0.010
$\rho_{NIR}/\rho_{green}$	0.603	0.162	0.284	-0.042
$\rho_{NIR}/\rho_{red}$	0.587	0.124	0.234	-0.018

Từ bảng 1 cho thấy, các thông số COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có tương quan rất thấp với giá trị các ảnh tỉ số kênh, do vậy không thể sử dụng dữ liệu phản xạ phổ mặt nước để xác định các thông số này. Trong khi đó, thông số độ đục có tương quan khá cao với giá trị các ảnh tỉ số kênh (giá trị hệ số tương quan đều cao trên 0.6). Trên cơ sở này, trong bài báo sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để xây dựng hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa các giá trị tỉ số phản xạ phổ này và hàm lượng độ đục. Dữ liệu tại 23 điểm quan trắc được sử

dụng để xây dựng hàm hồi quy, 10 điểm còn lại phục vụ đánh giá độ chính xác mô hình.



Hình 3: Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

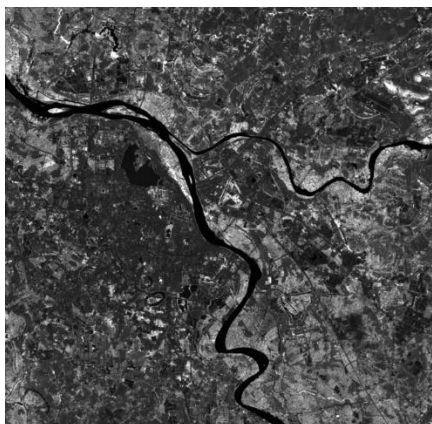
Phân tích kết quả đạt được cho thấy, thông số độ đục có mối tương quan chặt chẽ với phổ phản xạ mặt nước (đo bằng máy đo GER 1500), thể hiện ở giá trị hệ số  $R^2$  đạt cao ở cả 3 phương án: sử dụng tỉ số phổ NIR/blue, NIR/green và NIR/red, tương ứng là 0.663, 0.649 và 0.409. Như vậy, giá trị hệ số tương quan  $R^2$  đối với thông số độ đục đạt cao nhất là 0.663 khi sử dụng ảnh tỉ số phổ NIR/blue. Trong khi đó, các thông số còn lại (COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) hầu như không có mối tương quan với phổ phản xạ mặt nước, thể hiện ở giá trị  $R^2$  đạt rất thấp (dưới 0.11 ở cả ba phương án sử dụng tỉ số phổ NIR/blue, NIR/green và NIR/red). Như vậy, việc sử dụng phương pháp tỉ số phổ để xác định hàm lượng các thông số COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> là không đảm bảo độ chính xác.

Từ kết quả trên, trong bài báo lựa chọn mô hình hồi quy theo công thức (1) để xác định hàm lượng độ đục cho toàn bộ khu vực nghiên cứu trên cơ sở ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2A chụp ngày 19/12/2021. Các kênh xanh lam (kênh 2) và cận hồng ngoại (kênh 8) ảnh Sentinel 2A được sử dụng để tính ảnh tỉ số, sau đó xác định hàm lượng độ đục theo công thức (1). Ảnh tỉ số kênh 8/kênh 2 đối với ảnh vệ tinh Sentinel 2A chụp ngày 19/12/2021 khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội được trình bày trên hình 4.

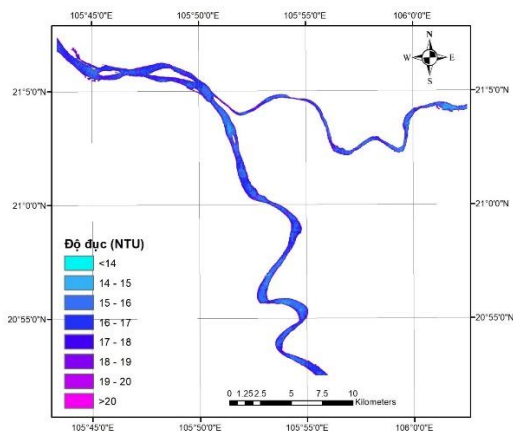
$$Turbidity(NTU) = 13.264 \times \frac{NIR}{blue} + 12.283$$
$$R^2 = 0.663 \quad (1)$$

Trên hình 5 trình bày bản đồ phân bố hàm lượng độ đục (NTU) trong nước mặt khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội xác định từ ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2A chụp ngày 19/12/2021. Hàm lượng độ đục được chia thành 8 khoảng: nhỏ hơn 14 (NTU), 14 - 15 (NTU), 15 - 16 (NTU), 16 - 17 (NTU), 17 - 18 (NTU), 18 - 19 (NTU), 19 - 20 (NTU) và lớn hơn 20 (NTU). Phân tích kết quả nhận được cho thấy, phần lớn lưu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội có độ đục trong khoảng từ 14 - 18 NTU. Các khu vực có hàm lượng độ đục dưới 14 NTU chiếm diện tích không lớn, phân bố cục bộ ở giữa lưu vực sông. Trong khi đó, nước mặt với hàm lượng độ đục trên 18 NTU phân bố chủ yếu ở ven bờ sông Hồng và sông Đuống. Các kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích các mẫu nước tại khu vực nghiên cứu.

Kết quả so sánh hàm lượng độ đục trong nước mặt sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội xác định từ ảnh Sentinel 2A và kết quả quan trắc được thể hiện trong bảng 2. Tại 10 điểm kiểm tra, chênh lệch giữa hàm lượng độ đục xác định từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A và kết quả lấy mẫu chất lượng nước dao động trong khoảng từ 0.20 (NTU) đến 4.61 (NTU). Như vậy, chênh lệch hàm lượng độ đục cao nhất trong thử nghiệm này đạt gần 28%.



Hình 4: Ảnh tỉ số kênh 8/kênh 2 (NIR/blue) xác định từ ảnh Sentinel 2A khu vực nghiên cứu



Hình 5: Sơ đồ phân bố hàm lượng độ đục trong nước mặt sông Hồng, sông Đuống từ ảnh vệ tinh Sentinel 2A và kết quả đo phổ hiện trường

Bảng 2: So sánh hàm lượng độ đục xác định từ ảnh Sentinel 2A và kết quả phân tích mẫu nước

STT	Tọa độ		Hàm lượng độ đục (NTU)		Chênh lệch (mg/l)
			Xác định từ ảnh Sentinel 2A	Kết quả lấy mẫu	
	X (m)	Y (m)			
1	584228	2332580	15.76	19.01	-3.25
2	585768	2332214	15.41	17.66	-2.25
3	592549	2331080	15.20	13.7	1.50
4	584517	2332564	15.98	13.93	2.05
5	584297	2332568	16.57	11.96	4.61
6	583791	2332547	15.56	15.36	0.20
7	583327	2332646	16.17	15.58	0.59
8	582870	2332712	15.57	11.355	4.22
9	582662	2332752	16.37	13.705	2.66
10	581776	2333145	16.49	18.55	-2.06

#### 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Sentinel 2A chụp ngày 19/12/2021 và dữ liệu quan trắc, bao gồm kết quả đo phổ phản xạ mặt nước và kết quả phân tích mẫu nước được sử dụng để xác định các thông số chất lượng nước, bao gồm độ đục, COD, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tại khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội. Kết quả nhận được cho thấy, thông số độ đục có mối quan

hệ chặt chẽ với phản xạ phổ mặt nước, thể hiện ở giá trị hệ số R<sup>2</sup> đạt cao trong các mô hình hồi quy. Trong khi đó, các thông số còn lại không có mối quan hệ chặt chẽ với phổ phản xạ mặt nước. Từ kết quả này, trong nghiên cứu đã xây dựng quy trình và thử nghiệm xác định thông số độ đục cho khu vực sông Hồng và sông Đuống đoạn chảy qua thành phố Hà Nội.

Kết quả nhận được trong nghiên cứu là nguồn thông tin quan trọng giúp các nhà quản

lý trong theo dõi, giám sát các thông số chất lượng nước, hỗ trợ công tác đánh giá chất lượng nước mặt ở các lưu vực sông.○

### Tài liệu tham khảo

[1]. Al-Taani A., Radaided N., Khateeb W., Bsoul A. (2018). Reservoir water quality: a case study from Jordan, *Environmental Monitoring and Assessment*, 190:604.

[2]. Caballero I., Steinmetz F., Navarro G. (2018). Evaluation of the first year of operational Sentinel-2A data for retrieval of suspended solids in medium- to high-turbidity waters, *Remote Sensing*, Vol. 19, 982, 3 - 23.

[3]. Chen Z., Hanson J. D., Curran P. J. (1991). The form of the relationship between suspended sediment concentration and spectral reflectance: its implications for the use of Daedalus 1268 data, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 12(1), 215 - 222.

[4]. Cui M., Sun Y., Huang C., Li M. (2022). Water turbidity retrieval based on UAV hyperspectral remote sensing, *Water*, 14, 128, <https://doi.org/10.3390/w14010128>.

[5]. Doxaran D., Froidefond J., Lavender S., Castaing P. (2007). Spectral signature of highly turbid waters application with SPOT data to quantify suspended particulate matter concentrations, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 81, 149 - 161.

[6]. Elhag M., Gita I., Othman A., Bahrawi J., Gikas P. (2019). Assessment of water quality parameters using temporal remote sensing spectral reflectance in arid environments Saudi Arabia, *Water*, Vol.11, 556, 2-14.

[7]. Gholizadeh M.H., Melesse A.M., Reddi L. (2016). A comprehensive review on

water quality parameters estimation using remote sensing techniques, *Sensors*, Vol.16, 2-43.

[8]. Phuong N.T.B, Tri V.P.D., Duy N.B., Nghiem N.C. (2017). Remote sensing for monitoring surface water quality in the Vietnamese Mekong delta: the application for estimating chemical oxygen demand in river reaches in Binh Dai, Ben Tre, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 39(3), 256 - 268.

[9]. Trinh Le Hung, Zablotskii V.R., Nguyen T.T.N. (2020). Determining the concentration of suspended sediment in the lower Day River (Northern Vietnam) using MSI Sentinel 2 high spatial resolution data, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, Vol. 56(12), 1645 - 1652.

[10]. Trinh Le Hung, Tarasov M. (2016). Evaluation of suspended matter concentrations in surface water of the Tri An water reservoir (Viet Nam) using the remote sensing data, *Moscow University Bulletin, Series 5. Geography*, Vol. 2, 38 - 44.

[11]. Liu H., Li Q., Shi T., Hu S., Wu G., Zhou Q. (2017). Application of Sentinel 2 MSI images to retrieve suspended particulate matter concentrations in Poyang Lake, *Remote Sensing*, 9, 761.

[12]. Moore G. (2009). Satellite remote sensing of water turbidity, *Hydrological Sciences Journal*, 25(4), 407 - 421.

[13]. Zhang Y., Wu L., Ren H., Deng L., Zhang P. (2020). Retrieval of water quality parameters from hyperspectral images using hybrid Bayesian probabilistic neural network, *Remote Sensing*, 12(10), 1567.

[14]. <https://earthexplorer.usgs.gov/> (truy cập ngày 20 tháng 6 năm 2022).○

### **Summary**

#### **A development process for the calculation of water quality parameters using Sentinel 2 multispectral remote sensing imagery and in situ data**

*Dinh Lam Thang, Directorate of Seas and Islands*

*Dinh Thi Thu Hien, Chu Viet Thuc, University of Electricity*

*Trinh Le Hung, Nguyen Thi Thu Nga, Military Technical Academy*

The determination of surface water quality parameters from remote sensing data is a matter of interest to many researchers. This paper presents the results of developing a process to determine the content of some surface water quality parameters, including turbidity, COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> from Sentinel 2 MSI high spatial resolution satellite images and in situ data, a case study in the Red River and Duong River areas flowing through Hanoi city. The results obtained in the study can be used to monitor the changes in the concentration of surface water quality parameters, and provide timely input information for the management and monitoring of surface water quality in the area's river basins. ○

Keywords: remote sensing, water surface quality, turbidity, COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Sentinel 2 MSI

---

#### **ĐÁNH GIÁ RỦI RO NGẬP LỤT CỦA DI SẢN VĂN HÓA.....**

*(Tiếp theo trang 47)*

### **Summary**

#### **Inundation risk assessment of world cultural heritage: Case study in Hoi An city**

*Nguyen Thi Diem My, Do Thi Nhung, Pham Van Manh, Dang Do Lam Phuong, University of Science, Vietnam National University, Hanoi*

*Tran Quoc Tuan*

*Monument conservation institute, Ministry of Culture, Sports and Tourism of Viet Nam*

*Nghiem Van Tuan*

*Department of National Remote Sensing, Ministry of Natural Resources and Environment*

Flood risk is a direct interaction between climate change and society. In the context of increasing global flood risk, developing a risk assessment model that can effectively support disaster risk management strategies and policies is essential. This is especially relevant in the case of World Heritage Sites in terms of their socio-economic value. Although there has been a large amount of conservation of literature on the topic of world heritage and disaster mitigation on these sites, the applicability of studies is often limited to single properties or locations. This study proposes a research model to conduct quantitative and semi-quantitative inundation risk assessments for immovable heritage sites. The selection and calculation of a risk index can be used to provide a preliminary assessment of the flood inundation risk for a World Heritage Site. This research is illustrated through an app for Hoi An City. This case study is used to discuss various issues related to data requirements, availability and reliability. ○

Keywords: World Heritage, Inundation risk, Flood impact, Risk assessment, Hoi An City