

Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) thành lập bản đồ đới thông khí của tầng chứa nước Pleistocen vùng ven biển tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Nguyễn Hải Âu*, Võ Tùng Lâm, Tất Hồng Minh Vy

TÓM TẮT

Đới thông khí là thành phần quan trọng trong việc đánh giá khả năng tầng chứa nước (TCN) bị ảnh hưởng bởi các chất gây ô nhiễm từ bề mặt, phục vụ tính toán chỉ số tổn thương nước dưới đất. Trong nghiên cứu này, bước đầu ứng dụng công cụ tính toán không gian và nội suy trong môi trường hệ thống thông tin địa lý (GIS) thành lập bản đồ chuyên đề, giúp trực quan hoá trong đánh giá nhiễm bẩn từ các hoạt động bề mặt, đặc biệt là vùng có nhiều hoạt động khai thác nước dưới đất thông qua dữ liệu đặc điểm tầng chứa nước Pleistocen vùng ven biển tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (BR-VT). Bề dày đới thông khí tương đối đồng nhất trong vùng nghiên cứu, với 87,2% diện tích tầng chứa nước có bề dày từ 10 m đến 23 m, phân bố chủ yếu phía Tây - Tây Nam khu vực. Các khu vực đới thông khí có bề dày trên 23 m chỉ chiếm 9,73% diện tích chủ yếu ở phía Đông Nam khu vực (huyện Đất Đỏ). Đồng thời, thành phần bùn và đất sét tại 92,16% diện tích của đới thông khí TCN Pleistocen tương đối mỏng, chủ yếu là cát và sạn sỏi, rất ít bột và đất sét ở đới thông khí có mặt trong khu vực trung tâm TX. Phú Mỹ. Chỉ 7,84% diện tích tầng chứa nước có thành phần bùn và đất sét dày xuất hiện trong đới thông khí của ven biển huyện Đất Đỏ, vùng ven biển TP. Vũng Tàu. Kết quả nghiên cứu cho thấy tầng Pleistocen phân bố ở vùng nội địa và gần như toàn huyện Xuyên Mộc nhạy cảm hơn với các chất ô nhiễm, dễ bị các hoạt động bề mặt xâm nhập trực tiếp do ít có sự bảo vệ của lớp bột và sét dày trong đới thông khí.

Từ khoá: Đới thông khí, tầng chứa nước Pleistocen, GIS

Viện Môi trường và Tài nguyên,
ĐHQG-HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Hải Âu, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: haiau@hcmier.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 18-3-2024
- Ngày chấp nhận: 04-6-2024
- Ngày đăng: 30-6-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i1.759>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Đới thông khí của TCN là khoảng cách từ mặt đất đến mực nước tĩnh¹. Các chất bẩn bề mặt di chuyển vào TCN phụ thuộc vào bề dày và đặc điểm đất đá của đới thông khí² và lớp phủ đất³⁻⁵. Hệ số thấm của đới thông khí phụ thuộc vào thành phần vật liệu, thường được đánh giá theo tỷ lệ phần trăm bột/sét của đất đá⁶. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của đới thông khí đến khả năng nhiễm bẩn của TCN, như tại Ấn Độ⁷, Israel⁸, Hoa Kỳ⁹ và Pháp¹⁰. Thông tin về đặc điểm đới thông khí theo từng vị trí thường có sẵn trong dữ liệu của thiết kế lỗ khoan. Tuy nhiên, phân vùng đới thông khí của khu vực thường chưa sẵn có. Do đó, ứng dụng kỹ thuật phân tích không gian GIS thành lập các bản đồ đới thông khí cũng được nhiều nước trên thế giới thực hiện trong phần vùng mức độ tổn thương TCN^{11,12}.

Lượng nước dưới đất các huyện ven biển tỉnh BR-VT được khai thác sử dụng khoảng 39.809 m³/ngày, trong đó phần lớn thuộc tầng Pleistocen. Hoạt động khai thác nước có khả năng làm cho hạ thấp mực nước tĩnh, tăng khả năng di chuyển các chất bẩn từ bề mặt vào nguồn nước, có nguy cơ làm suy giảm chất lượng

nước. Do đó, việc thành lập bản đồ đới thông khí là một thành phần quan trọng trong đánh giá mức độ tổn thương TCN.

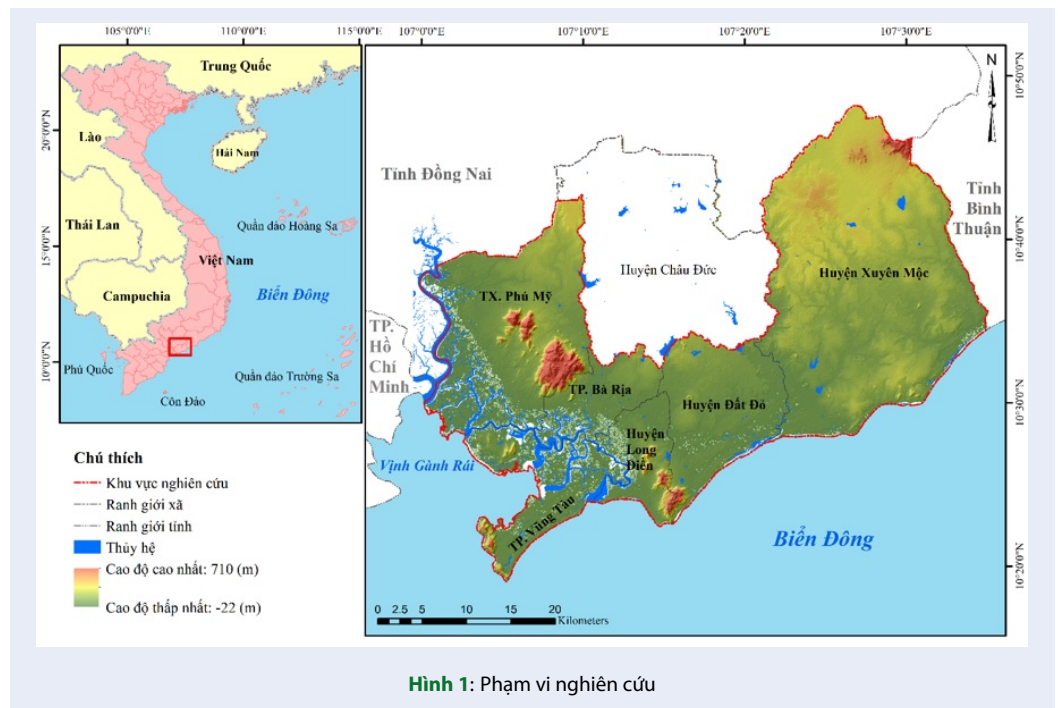
TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vùng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại vùng ven biển tỉnh BR-VT có diện tích khoảng 1.473 km², nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa với 2 mùa rõ rệt cùng nền nhiệt cao. Địa hình đặc trưng bởi đồi núi thấp đồng bằng thềm thấp và đồng bằng ven biển với tính phân bậc khá rõ nét với cao độ địa hình thay đổi từ 0 m đến 710 m (Hình 1). Việc sử dụng đất chủ yếu là các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, sản xuất muối.

Các hoạt động khai thác nước dưới đất cho các mục đích khác nhau (tưới, chăn nuôi,...) vẫn còn diễn ra trên địa bàn tỉnh, chủ yếu trong tầng Pleistocen, phần lớn bị phủ bởi thành tạo nghèo nước Holocen hoặc các TCN bazan ở một số nơi, một vài nơi có diện tích trên bề mặt, có phân bố rộng khắp, đòi hỏi bị gián

Trích dẫn bài báo này: Âu N H, Lâm V T, Vy T H M. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) thành lập bản đồ đới thông khí của tầng chứa nước Pleistocen vùng ven biển tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024; 8(1):864-872.



Hình 1: Phạm vi nghiên cứu

đoạn bởi các núi (như núi Lớn, núi Nhỏ, núi Thị Vải, núi Ông Trịnh, núi Long Hương, núi Minh Đạm,...) (Hình 2). Địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu có phân bố phù sa cổ, phù sa sông suối, trầm tích cát biển, trầm tích đầm lầy biển rộng rãi. Bề dày TCN thay đổi (6 ÷ 56 m). Thành phần vật liệu chủ yếu của đới thông khí là cát, sét bột, có nơi xen kẹp bột cát mịn, đất đá hạt thô trong cái thấu kính.

Tài liệu nghiên cứu

Tài liệu tính toán được biên hội từ thiết đồ, đặc điểm đất đá của 30 lỗ khoan quan trắc¹³, vị trí các lỗ khoan được thể hiện ở Hình 2 và mô hình số độ cao (DEM 30m x 30m) với độ phân giải không gian 30 m.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nội suy không gian IDW

Kỹ thuật nội suy IDW (Inverse Distance Weight) xác định các giá trị cần tính toán bằng cách tính trung bình các giá trị của các điểm mẫu trong vùng lân cận, toán theo công thức sau¹⁴:

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i \times d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^N d_i^{-n}} \quad (1)$$

Trong đó: Z_0 , Z_i lần lượt là giá trị ước tính của biến z và giá trị mẫu tại điểm i ; d_i là khoảng cách điểm mẫu để ước tính điểm; N là hệ số xác định trọng số dựa trên một khoảng cách.

Bề dày đới thông khí

Bề dày đới thông khí được mô hình hóa dựa trên sự kết hợp của dữ liệu mái TCN và dữ liệu mô hình số độ cao (DEM). Dữ liệu về mái TCN được trích xuất từ thiết đồ lỗ khoan của 30 lỗ khoan quan trắc từ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BR – VT¹³, thống kê tạo dạng dữ liệu điểm. Từ đó làm cơ sở chuyển đổi thành dữ liệu không gian trong ArcGIS và nội suy theo phương pháp IDW để xây dựng độ sâu mái TCN dưới định dạng raster như sau:

$$DW_0 = \frac{\sum_{i=1}^N DW_i \times d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^N d_i^{-n}} \quad (2)$$

Trong đó:

DW_0 : giá trị ước tính độ sâu mái TCN tại điểm i ;

DW_i : giá trị độ sâu mái TCN;

d_i : khoảng cách điểm mẫu;

N : hệ số xác định trọng số dựa trên khoảng cách.

Độ dày của các thành phần bột/sét trong đới thông khí

Tỷ lệ phần trăm của bột/sét được tính bằng cách chia độ dày tích lũy của lớp bột/sét với độ dày của đới thông khí trong mỗi lỗ khoan quan trắc được lấy từ các thiết đồ lỗ khoan từ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh BR-VT. Tỷ lệ phần trăm của bột/đất sét trong các lỗ khoan được nội suy vào một bề mặt raster cho khu

vực nghiên cứu theo phương pháp IDW:

$$SCP_0 = \frac{\sum_{i=1}^N SCP_i \times d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^N d_i^{-n}} \quad (3)$$

Trong đó:

SCP₀: giá trị ước tính của biến tỷ lệ phần trăm bột/sét tại điểm i;

SCP_i: giá trị tỷ lệ phần trăm bột/sét;

d_i: khoảng cách điểm mẫu;

N: hệ số xác định trọng số.

Độ dày của thành phần bột và đất sét trong đới thông khí được tính toán trong môi trường GIS như sau:

$$TSC_i = SCP_i \times Dw_i \quad (4)$$

Trong đó:

TSC: Độ dày bột/sét trong đới thông khí;

SCP_i: giá trị tỷ lệ phần trăm bột/sét tại điểm i;

DW_i: giá trị độ sâu mái TCN tại điểm i.

Đánh giá độ tin cậy

Hệ số tương quan (R²)¹⁵ và chỉ số Nash - Sutcliffe (NSI)¹⁶ được áp dụng trong nghiên cứu để đánh giá độ tin cậy của phương pháp nội suy. Công thức R² và NSI được thể hiện như sau:

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2 \quad (5)$$

$$NSI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{P})^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (6)$$

Trong đó: O_i, \bar{O} lần lượt là giá trị thực đo và thực đo trung bình; P_i, \bar{P} lần lượt là giá trị dự đoán và dự đoán trung bình; n: số lượng giá trị tính.

Mức độ tương quan giữa giá trị thực đo và giá trị dự đoán được thể hiện qua hệ số tương quan (R²) nằm trong khoảng từ 0-1¹⁵. Đồng thời, chỉ số NSI thay đổi từ -∞ đến 1¹⁶ đo lường sự phù hợp giữa giá trị thực đo và giá trị dự đoán.

Phần mềm ArcGIS 10.4.1 được sử dụng trong nghiên cứu để thực hiện các bước nội suy theo phương pháp IDW và xây dựng các bản đồ chuyên đề ở vùng UTM 48N. Đồng thời, phần mềm EXCEL 2016 (Microsoft Office) được áp dụng để thực hiện các tính toán và thống kê.

Nghiên cứu này sử dụng độ dày của các thành phần có độ thấm thấp (bột và sét) như một chỉ số về đặc điểm giảm thiểu ô nhiễm của đới thông khí. Bản đồ đới thông khí được thực hiện theo Hình 3.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dựa theo phương pháp, bản đồ độ dày đới thông khí TCN Pleistocen vùng ven biển tỉnh BR – VT được hiển thị trong Hình 4, và bản đồ cho độ dày của các thành phần có độ thấm thấp trong đới thông khí được minh họa trong Hình 5.

Dữ liệu bản đồ độ sâu mái TCN (Bảng 1) vùng nghiên cứu được chuyển sang dạng dữ liệu không gian điểm (raster), sau đó thực hiện tính toán bề dày đới thông khí từ mô hình số độ cao (DEM). Các bước được thực hiện trên modul Spatial Analyst của phần mềm ArcGIS 10.4.1.

Bề dày đới thông khí

Bản đồ bề dày đới thông khí vùng ven biển tỉnh BR – VT cho thấy mức độ thay đổi từ 0,60 m đến 45 m. Bề dày đới thông khí nông phân bố chủ yếu phía Tây – Tây Nam khu vực, chủ yếu ở TX. Phú Mỹ với 27,86 km² (3,08% diện tích TCN). Khu vực có đới thông khí từ 10 m đến 23 m phân bố hầu như toàn bộ TCN nghiên cứu với 87,2% diện tích (chiếm 788,72 km²). Các khu vực đới thông khí có bề dày trên 23 m chiếm 9,73% diện tích (88 km²) chủ yếu ở phía Đông Nam khu vực (huyện Đất Đỏ).

Bề dày lớp bột/sét trong đới thông khí

Bản đồ thành phần bột/sét trong đới thông khí được thành lập trong môi trường GIS bằng cách sử dụng tài liệu địa chất từ thiết đồ của 30 lỗ khoan trong khu vực¹³. Theo Hình 5, thành phần bùn và đất sét dày trên 12,5 m chiếm 7,84% diện tích TCN (70,91 km²) xuất hiện trong đới thông khí của ven biển huyện Đất Đỏ, vùng ven biển TP. Vũng Tàu. Diện tích 833,58 km² còn lại của đới thông khí tầng Pleistocen (92,16%) có bề dày bột/đất sét tương đối mỏng (giảm dần từ khoảng 12,5 m đến không chứa bột/sét), rất ít bột và đất sét ở đới thông khí có mặt trong khu vực trung tâm TX. Phú Mỹ.

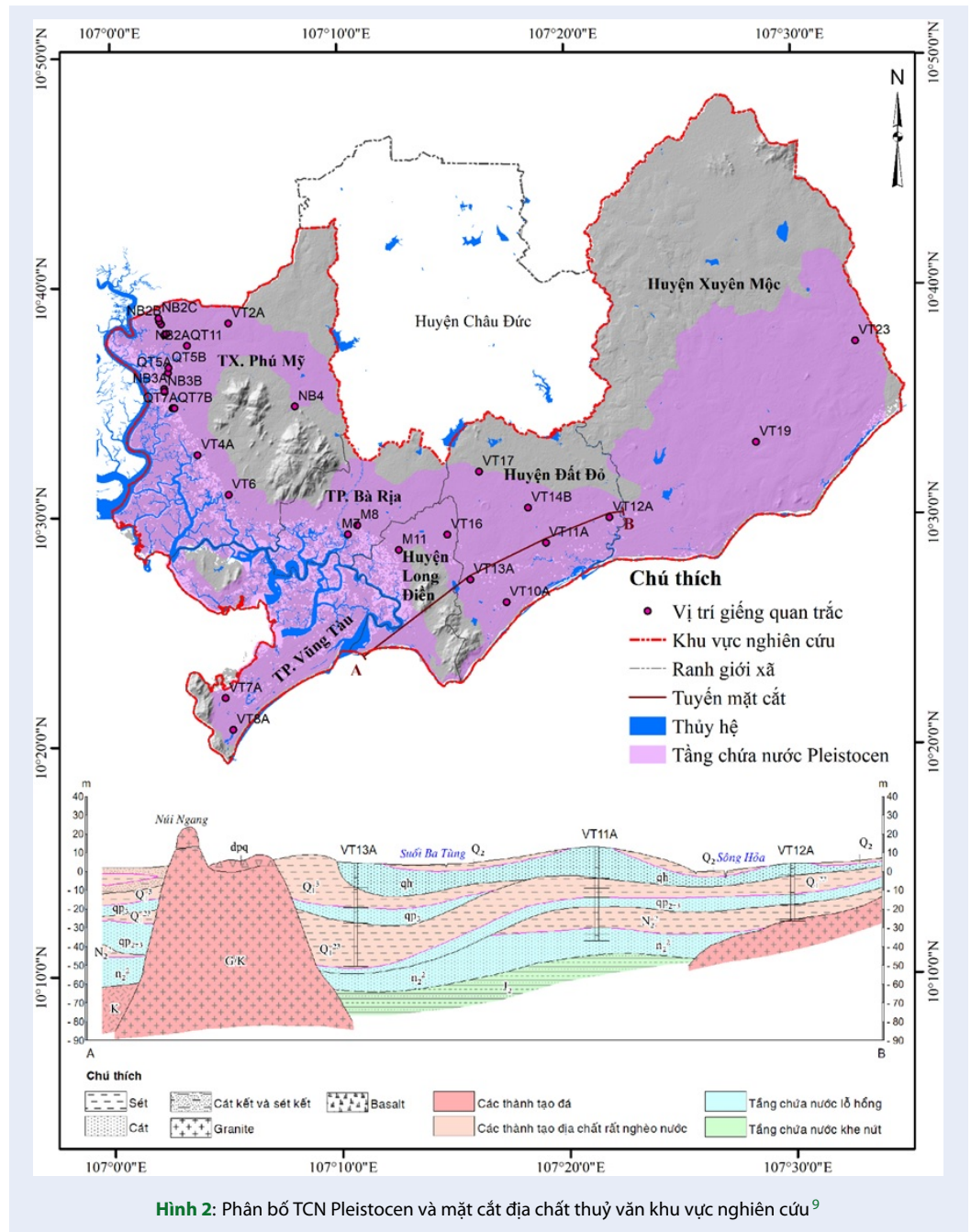
Nói chung, bản đồ đới thông khí cho thấy môi trường vùng không bão hòa tại TCN Pleistocen vùng ven biển tỉnh BR – VT có thành tạo chủ yếu bởi cát và sạn sỏi chiếm phần lớn vùng nghiên cứu. Do đó, tầng Pleistocen phân bố ở vùng nội địa và gần như toàn huyện Xuyên Mộc trên cơ bản nhạy cảm hơn với các chất ô nhiễm do dễ dàng bị các hoạt động bề mặt xâm nhập trực tiếp vào TCN. TCN phân bố ở khu vực còn lại có sự bảo vệ của lớp bột và sét dày trong đới thông khí, có khả năng chống lại sự xâm nhập của các chất gây ô nhiễm.

Bảng 1: Thông số các giếng quan trắc tầng Pleistocen ven biển tỉnh BR-VT

STT	Số hiệu lỗ khoan	Chiều sâu mái TCN (m)	Tỷ lệ bột/sét (%)
1	QT5A	20,80	54
2	QT5B	3,80	32
3	VT4A	34,00	51
4	VT6	1,00	0,00
5	NB1A	23,00	78
6	NB1B	8,00	52
7	NB2A	17,00	90
8	NB2B	17,00	74
9	NB2C	6,50	30
10	NB3A	11,00	79
11	NB3B	11,00	79
12	NB4	0,60	0,00
13	VT2A	23,00	44
14	QT11	21,00	43
15	QT7A	32,00	46
16	QT7B	7,00	15
17	M7	22,00	66
18	M8	17,50	39
19	M11	20,50	41
20	VT16	17,00	67
21	VT10A	45,00	68
22	VT12A	16,80	61
23	VT13A	23,80	45
24	VT11A	43,00	50
25	VT14B	11,80	19
26	VT17	17,00	31
27	VT7A	24,00	29
28	VT8A	14,00	96
29	VT19	17,60	37
30	VT23	10,40	42

Bảng 2: Độ phù hợp nội suy bề dày đới thông khí

Đánh giá độ chính xác	IDW bề dày đới thông khí
Giá trị bề dày trung bình	17,71
Giá trị bề dày nội suy trung bình	18,46
R2	0,68
NSI	0,62



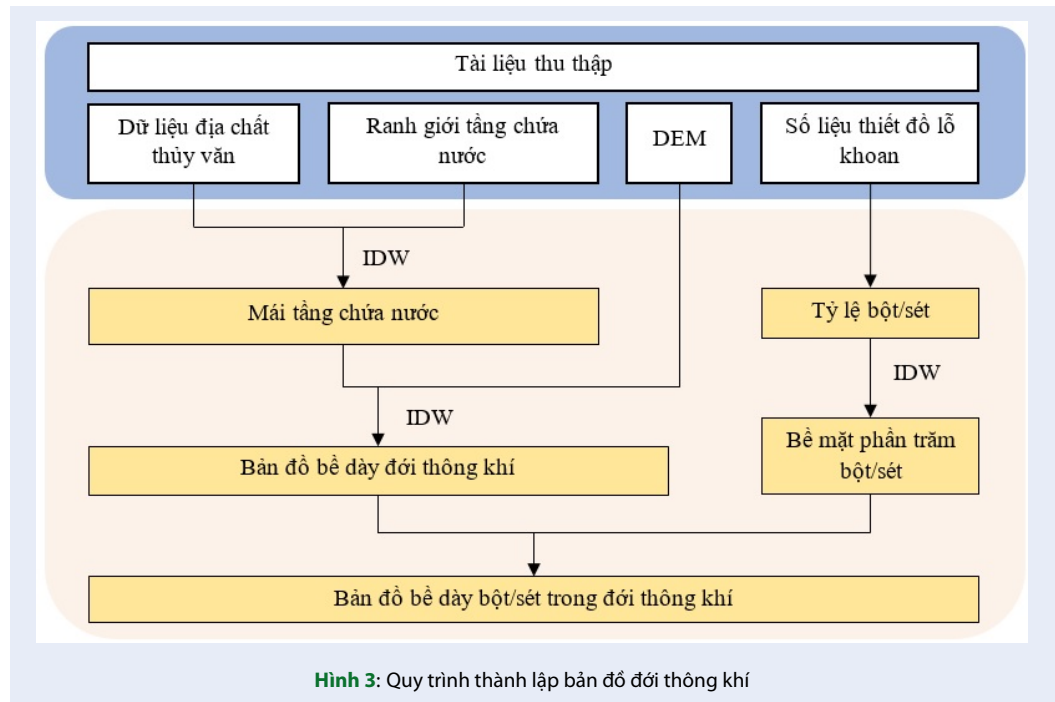
Hình 2: Phân bố TCN Pleistocen và mặt cắt địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu⁹

Đánh giá độ tin cậy

Kết quả độ phù hợp nội suy bề dày đới thông khí và bề dày lớp bột/sét theo hệ số tương quan (R^2) và chỉ số Nash – Sutcliffe (NSI) theo công thức (5) và (6) tại Bảng 2 và Bảng 3 cho thấy R^2 và NSI lần lượt ở mức 0,68; 0,62 và 0,69; 0,54. Từ đó cho thấy thuật toán nội suy IDW ở mức trung bình theo Bảng 4. Tuy nhiên, tại huyện Xuyên Mộc với mật độ phân bố điểm chưa đủ dày, do đó kết quả nội suy chưa có độ tin cậy cao.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã bước đầu xác định được đới thông khí của tầng Pleistocen bằng cách sử dụng kết hợp GIS và thống kê. Thành phần bùn và đất sét dày xuất hiện trong đới thông khí của ven biển huyện Đất Đỏ, trong khi cát và sạn sỏi chiếm phần lớn diện tích toàn vùng. Đây là nguồn dữ liệu trực quan đánh giá nhiễm bẩn nước dưới đất từ các hoạt động kinh tế - xã hội trong vùng, đặc biệt là vùng có nhiều hoạt động khai



Hình 3: Quy trình thành lập bản đồ đới thông khí

Bảng 3: Độ phù hợp nội suy bề dày lớp bột/sét

Đánh giá độ chính xác	IDW bề dày bột/sét
Giá trị bề dày trung bình	0,5
Giá trị bề dày nội suy trung bình	0,51
R2	0,69
NSI	0,54

Bảng 4: Mức độ dự đoán của thuật toán nội suy¹⁵

R ²	0,9-1	0,7-0,9	0,5-0,7	0,3-0,5
Mức độ dự đoán	Tốt	Khá	Trung bình	Kém

thác nước dưới đất. Ngoài ra, phương pháp thực hiện trong nghiên cứu này có tiềm năng áp dụng cho các khu vực khác có cơ sở dữ liệu về giếng quan trắc. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu vẫn còn một vài hạn chế cần khắc phục để phù hợp với thực tế hơn do mật độ phân bố điểm chưa đủ dày để đạt kết quả phân tích tối ưu nhất. Nghiên cứu cần kết hợp thêm mô hình và các phương pháp khác nhằm nghiên cứu chi tiết bề dày đới thông khí thay cho phương pháp hố khoan để giảm chi phí và có thể áp dụng cho tính.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số 562-2022-24-01.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

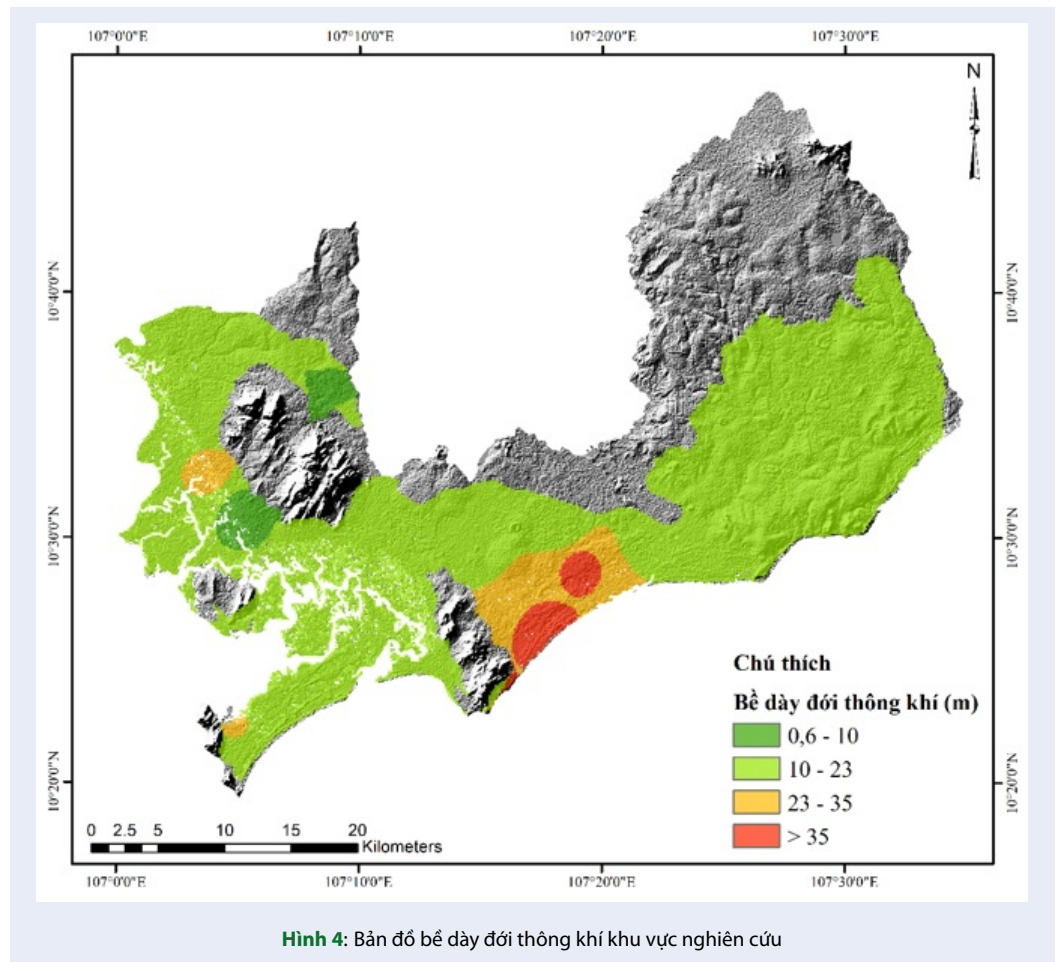
Nguyễn Hải Âu đóng góp phân tích số liệu, kết quả tính toán, viết nội dung bài báo.

Võ Tùng Lâm đóng góp biên tập bản đồ chuyên đề.

Tất Hồng Minh Vy đóng góp thu thập, xử lý số liệu.

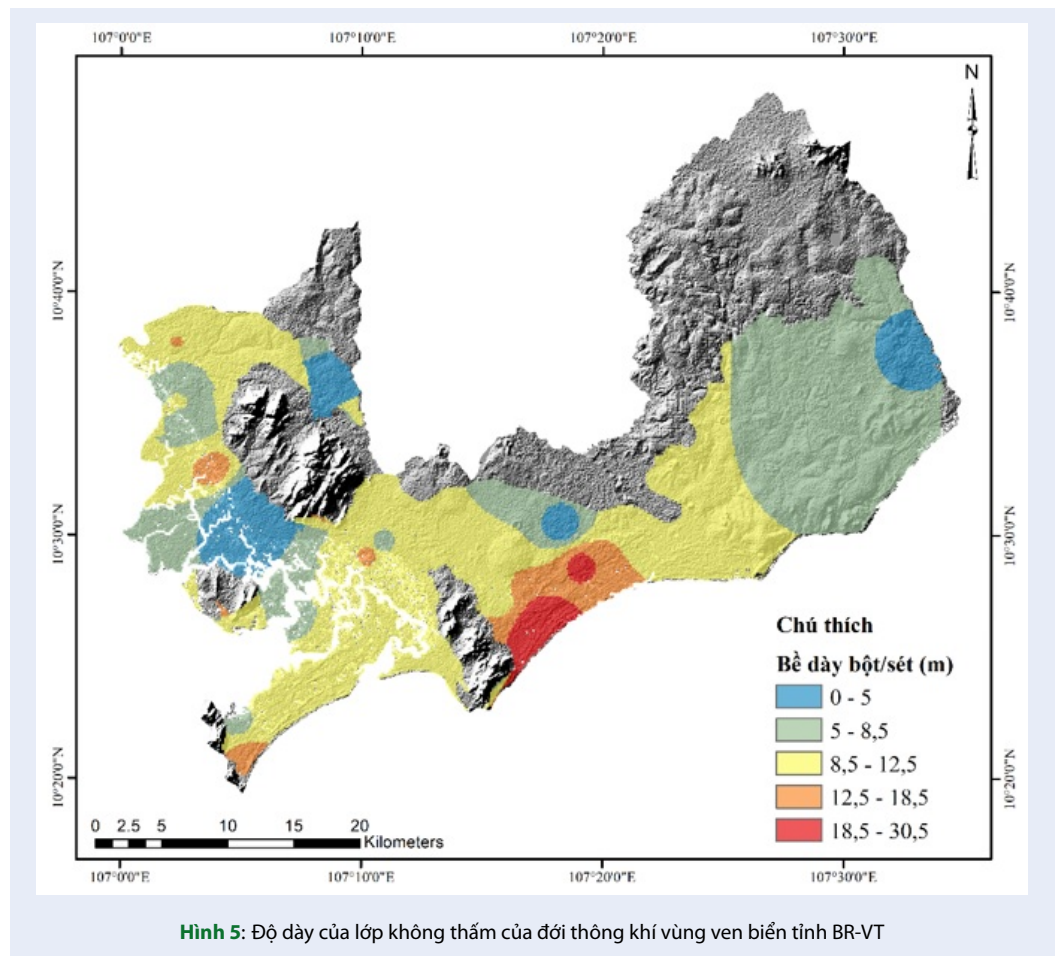
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Al-Abadi AM, Al-Shamma'a AM and Aljabbari MH. A GIS-based DRASTIC model for assessing intrinsic groundwater vulnerability in northeastern Missan governorate, southern Iraq. Applied Water Science. 2014; 7(1):89-101; Available from: <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0221-7>.



Hình 4: Bản đồ bề dày đới thông khí khu vực nghiên cứu

- Sener E, Sener S, and Davraz A. Assessment of aquifer vulnerability based on GIS and DRASTIC methods: a case study of the Senirkent-Uluborlu Basin (Isparta, Turkey). *Hydrogeology Journal*. 2009; 17(8):2023-2035; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10040-009-0497-0>.
- Le TN, Tran DX, Tran TV, Gyeltshen S, Lam TV, Luu TH, Nguyen DQ and Dao TV. Estimating Soil Water Susceptibility to Salinization in the Mekong River Delta Using a Modified DRASTIC Model. *Water*. 2021; 13(12):1636; Available from: <https://doi.org/10.3390/w13121636>.
- Neh AV, Ako AA, Il ARA and Hosono T. DRASTIC-GIS model for assessing vulnerability to pollution of the phreatic aquiferous formations in Douala-Cameroon. *Journal of African Earth Sciences*. 2015; 102:180-190; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.11.001>.
- Sinha MK, Verma MK, Ahmad I, Baier K, Jha R and Azzam R. Assessment of groundwater vulnerability using modified DRASTIC model in Kharun Basin, Chhattisgarh, India. *Arabian Journal of Geosciences*. 2016; 9(2); Available from: <https://doi.org/10.1007/s12517-015-2180-1>.
- Sener E and Davraz A. Assessment of groundwater vulnerability based on a modified DRASTIC model, GIS and an analytic hierarchy process (AHP) method: the case of Egirdir Lake basin (Isparta, Turkey). *Hydrogeology Journal*. 2012; 21(3):701-714; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10040-012-0947-y>.
- Banajarani P, Chidambaram S. Influence of the vadose zone on groundwater pollution- A review. *The International Journal of Civil, Environmental and Agricultural Engineering*. 2019; 1(1): 41-44; Available from: <https://doi.org/10.34256/ijceae1916>.
- Baram S, Kurtzman D, Ronen Z, Peeters A and Dahan O. Assessing the impact of dairy waste lagoons on groundwater quality using a spatial analysis of vadose zone and groundwater information in a coastal phreatic aquifer. *Journal of environmental management*. 2014; 132, 135-144; PMID: 24295724. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.008>.
- Oostrom M, Truex MJ, Rice AK, Johnson CD, Carroll KC, Becker DJ and Simon MA. Estimating the impact of vadose zone sources on groundwater to support performance assessment of soil vapor extraction. *Groundwater Monitoring & Remediation*. 2014; 34(2), 71-84; Available from: <https://doi.org/10.1111/gwrm.12050>.
- Lebon Y, François C, Navel S, Vallier F, Guillard L, Pinasseau L, ... and Mermillod-Blondin F. Aquifer recharge by stormwater infiltration basins: Hydrological and vadose zone characteristics control the impacts of basins on groundwater chemistry and microbiology. *Science of the Total Environment*. 2023; 865, 161115; PMID: 36581297. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161115>.
- Vy THM and Au NH. Aquifer Upper-Middle Pleistocene (qp-2-3) vulnerability assessment using origin DRASTIC and improved AHP- DRASTIC in Ho Chi Minh City. *Science & Technology Development Journal-Science of The Earth & Environment*. 2022; 6(2):570-582;.
- El-Rawy M, Ismail E and Abdalla O. Assessment of groundwater quality using GIS, hydrogeochemistry, and factor statistical analysis in Qena governorate, Egypt. *Desalination and Water*



- Treatment. 2019; 162:14-29; Available from: <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24423>.
- Sở tài nguyên và Môi trường tỉnh BR-VT. Nghiên cứu xây dựng mạng lưới quan trắc nước dưới đất tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. Tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu 2011;
 - Ziary Y and Safari H. To Compare Two Interpolation Methods: IDW, KRIGING for Providing Properties (Area) Surface Interpolation Map Land Price. District 5, Municipality of Tehran area 1. FIG Working Week, Hong Kong 2007, vol. 13;
 - Krause P, Boyle DP and Base F. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences*. 2005; 5:89-97; Available from: <https://doi.org/10.5194/adgeo-5-89-2005>.
 - Nash JE and Sutcliffe JV. River flow forecasting through conceptual models, Part 1. A discussion of principles. *Journal of Hydrology*. 1970; 10 (3): 282- 290; Available from: [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).

Applying the Geographic information system (GIS) to create an vadose zone map of the Pleistocene aquifer in the coastal area of Ba Ria-Vung Tau province

Nguyen Hai Au^{*}, Vo Tung Lam, Tat Hong Minh Vy

ABSTRACT

The vadose zone is an important component in assessing the ability of the aquifer to be affected by surface contaminants, serving to assess the vulnerability of the aquifer. This study has initially applied spatial calculation and interpolation tools in a geographic information system (GIS) environment to create thematic maps to help visualize contamination assessment from surface activities, especially in areas with many groundwater exploitation activities through Pleistocene aquifer characteristics data in the coastal area of Ba Ria-Vung Tau (BR-VT) province. The vadose zone in the study area is relatively uniform in thickness, with 87.2% of the aquifer area ranging from 10 to 23 meters, distributed mainly in the West - Southwest of the area. The vadose zone with a thickness of over 23 m only account for 9.73% of the study area, mainly in the Southeast of the area (Dat Do district). At the same time, the silt and clay composition of 92.16% of the Pleistocene aquifer vadose zone is relatively thin, consisting primarily of sand and gravel. The vadose zone has less silt and clay in central area of Phu My town. Only 7.84% of the aquifer area has thick silt and clay components appearing in the vadose zone of the coastal areas of Dat Do district and Vung Tau city. The results show that the Pleistocene aquifer distributed in the hinterland and almost the entire Xuyen Moc district is more sensitive to pollutants, susceptible to direct penetration by surface activities due to less protection from the silt and clay in the vadose zone.

Key words: Vadose zone, Pleistocene aquifer, GIS

Institute for Environment and Resources,
VNUHCM, Vietnam

Correspondence

Nguyen Hai Au, Institute for
Environment and Resources, VNUHCM,
Vietnam

Email: haiauvtn@gmail.com

History

- Received: 18-3-2024
- Accepted: 04-6-2024
- Published Online: 30-6-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i1.759>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Au N H, Lam V T, Vy T H M. **Applying the Geographic information system (GIS) to create an vadose zone map of the Pleistocene aquifer in the coastal area of Ba Ria-Vung Tau province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024, 8(1):864-872.