

## **THIẾT LẬP BẢN ĐỒ SỐ SỨC CHỊU TẢI CỦA NỀN ĐẤT PHỤC VỤ QUY HOẠCH XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH KHU VỰC HỘI AN – QUẢNG NAM**

**Phạm Quang Đông<sup>1</sup>, Nguyễn Châu Lâm<sup>2</sup>, Nguyễn Trung Kiên<sup>3</sup>**

**Tóm tắt:** Việc quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch kiến trúc công trình cần thông qua việc đưa ra giải pháp nền móng phù hợp cho khu vực thành phố Hội An tỉnh Quảng Nam dựa vào các điều kiện địa mạo, địa chất công trình, điều kiện địa hình có xét đến các yếu tố tai biến tự nhiên ảnh hưởng đến khu vực này trong quá khứ cũng được xem xét, mà mục tiêu hướng đến là xem xét, đánh giá được sức chịu tải của nền đất của khu vực nghiên cứu từ đó phục vụ tốt cho việc quy hoạch xây dựng. Bài báo này ứng dụng phương pháp AHP và GIS để thiết lập bản đồ sức chịu tải của nền đất khu vực Hội An - Quảng Nam. Kết quả lập được bản đồ số sự phù hợp về sức chịu tải đối với móng nông, móng cọc đường kính nhỏ và móng cọc đường kính lớn cho khu vực nghiên cứu này.

**Từ khóa:** Sức chịu tải; bản đồ số. quy hoạch xây dựng công trình; nền đất.

### **1. GIỚI THIỆU**

Thành phố Hội An, tỉnh Quảng Nam là trung tâm du lịch của tỉnh với mật độ dân cư lớn, theo quy hoạch chung thành phố đến 2020, tầm nhìn 2025 diện tích thành phố được mở rộng để khai thác quỹ đất và tăng diện tích phục vụ du lịch theo đó tốc độ xây dựng cũng tăng theo.

Mặc dù tài liệu nghiên cứu và số liệu lỗ khoan thu thập từ các công trình trên địa bàn Hội An tương đối nhiều, nhưng hầu hết các tài liệu nghiên cứu còn mang tính khái quát, một số đề tài đã tiến hành nghiên cứu theo hướng chuyên sâu đánh giá tính chất xây dựng cũng như dự báo sức chịu tải của đất nền trong khu vực (Nguyễn Văn Trang, 1996; Đỗ Quang Thiên, 2014). Tuy nhiên, các nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở đánh giá sức chịu tải cho móng nông. Để phù hợp với thực trạng xây dựng hiện nay ở Hội An thì cần phải đưa ra một bức tranh tổng thể về sức chịu tải nền đất cho các loại móng sâu và các loại công trình khác nhau cho toàn thành phố Hội An để các đơn vị tư vấn thiết kế, các cơ quan quản lý có thể dựa vào đó đưa các giải pháp móng phù hợp với công trình xây dựng từ đó góp phần đánh giá quy hoạch xây dựng công trình cho tỉnh phù hợp, mang lại hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cho các dự án.

Thông thường phần mềm GIS sẽ hỗ trợ xử lý, phân tích không gian nhanh chóng, chính xác. Trong khi AHP hỗ trợ xác định trọng số dựa trên mức độ quan trọng của các tiêu chí. Sử dụng

phương pháp AHP nhằm giảm tính chủ quan, tận dụng được tri thức, kinh nghiệm của nhiều chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu.

Do đó, bài báo này ứng dụng phương pháp AHP để lập bản đồ số sức chịu tải cho khu vực Hội An - Quảng Nam. Trên cơ sở các tài liệu thu thập và khảo sát của nhóm tác giả về địa hình, địa chất, địa chất công trình, địa chất thủy văn và hình trụ hố khoan tiến hành phân tích đánh giá sức chịu tải của nền đất khu vực Hội An - Quảng Nam nhằm phục vụ quy hoạch, thiết kế công trình. Từ đó đề xuất các giải pháp móng phù hợp với công trình xây dựng, góp phần đánh giá quy hoạch xây dựng công trình cho phù hợp.

### **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1. Phương pháp khoan khảo sát**

Khoan khảo sát được tiến hành cho 14 lỗ khoan (LK1 đến LK14), xác định chỉ tiêu vật lý và cơ học của 14 lỗ khoan, thí nghiệm đặc biệt có thí nghiệm nén cố kết, thí nghiệm nén 3 trục UU, CU. Ngoài ra nhóm tác giả thu thập thêm số liệu địa chất của 269 lỗ khoan cho khu vực.

#### **2.2. Phương pháp tính toán sức chịu tải của nền đất và sức chịu tải của cọc**

Nghiên cứu lý thuyết tính toán sức chịu tải, từ đó áp dụng tính toán sức chịu tải cho khu vực nghiên cứu.

- Giả thiết móng nông có chiều rộng 4m và chiều sâu chôn móng là 2m.
- Móng cọc đường kính nhỏ bê tông cốt thép có đường kính 400mm, chiều dài cọc 6-18m
- Móng cọc đường kính lớn là cọc khoan nhồi đường kính D1000, chiều dài cọc từ 6-18m tùy thuộc địa tầng của lỗ khoan.

---

<sup>1</sup> Trường Cao đẳng Công nghệ, Kinh tế và Thủy lợi miền Trung

<sup>2</sup> Bộ môn Địa kỹ thuật – Trường Đại học Giao thông vận tải

<sup>3</sup> Viện Địa Chất

Sức chịu tải của móng nông, móng cọc đường kính nhỏ và móng cọc đường kính lớn được tính theo TCVN 11823-2017 và phần mềm Plaxis 3D bản quyền. Ứng dụng kết quả tính toán sức chịu tải để xây dựng Bản đồ Phù hợp về xây dựng công trình tương ứng với các công trình cho khu vực thành phố Hội An.

### 2.3. Ứng dụng phương pháp AHP thiết lập bản đồ số phân bố sức chịu tải khu vực Hội An - Quảng Nam

Quá trình phân tích thứ bậc Analytic Hierarchy Process (AHP) là một kỹ thuật có cấu trúc để tổ chức và phân tích các quyết định phức tạp, dựa trên toán học và tâm lý học. Nó được phát triển bởi Thomas L. Saaty vào những năm 1970 và đã được nghiên cứu và cải tiến rộng rãi kể từ đó. Nó có ứng dụng đặc biệt trong việc ra quyết định nhóm và được sử dụng trên toàn thế giới trong nhiều tình huống quyết định, trong các lĩnh vực như hoạch định chính sách, kinh doanh, công nghiệp, y tế, phòng chống thiên tai và giáo dục.

Một trong những cách tiếp cận được ứng dụng rộng rãi là phương pháp AHP được phát triển bởi Saaty (1987).

Trong những năm qua, AHP đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu khác nhau về đánh giá trong lĩnh vực tài nguyên môi trường. Willet and Sharda (1991); Marčić, Kovačević (2013) đã ứng dụng AHP và GIS để đánh giá sự phù hợp về mặt xây dựng công trình. Thuật toán AHP dựa trên các yếu tố ảnh hưởng đến một quyết định, thực chất là tiến hành lựa chọn ra những yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến việc ra quyết định. Sau đó, một cấu trúc thứ bậc được xây dựng để sắp xếp các yếu tố đã chọn theo từng cấp bậc khác nhau, tạo tiền đề cho quá trình so sánh cặp giữa các yếu tố.

Qua việc tổng hợp các số liệu nghiên cứu, các tác giả thống nhất có tất cả 4 nhân tố chính tác động đến vị trí xây dựng công trình trong vùng nghiên cứu, việc xác định trọng số đóng góp của các nhân tố này là rất quan trọng và ảnh hưởng đến kết quả xây dựng bản đồ phù hợp về mặt xây dựng công trình trong khu vực Hội An - Quảng Nam. Các tác giả sử dụng phương pháp phân tích AHP với các nhân tố xét đến như sau:

- Sức chịu tải của cọc
- Độ sâu mực nước ngầm
- Phân bố đất yếu
- Góc dốc địa hình

Nguyễn Trung Kiên (2017) dựa vào phương pháp phân tích thứ bậc AHP đã đưa ra công thức tính độ nhạy cảm trượt lở theo công thức (1) như sau:

$$S = \frac{I_1}{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)} * X_{1j} + \frac{I_2}{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)} * X_{2j} + \dots + \frac{I_n}{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)} * X_{nj} \quad (1)$$

Trong đó:  $I_i$  – Tâm quan trọng của nhân tố thứ  $i$   
 $n$  – số lượng nhân tố so sánh

$X_{ij}$  – trọng số (hay điểm đánh giá) của lớp thứ  $j$  của nhân tố thứ  $i$

$S$  – Chỉ số tổng hợp nhạy cảm trượt lở

Để biết được tâm quan trọng ( $I$ ) cần phải so sánh cặp giữa 2 yếu tố. Nếu  $I = 1$  nghĩa là 2 yếu tố đó quan trọng như nhau. Nếu  $I = 3$  nghĩa là có 1 yếu tố quan trọng hơn yếu tố kia. Nếu  $I = 5; 7$  hoặc  $9$  thì có nghĩa là có 1 yếu tố quan trọng hơn nhiều, rất nhiều (hoặc vô cùng nhiều) so với yếu tố còn lại.

Để xây dựng bản đồ phù hợp về xây dựng công trình, có thể áp dụng công thức (1) bên trên, chia các lớp trong mỗi chỉ tiêu thành năm cấp phù hợp về mặt xây dựng công trình là: Rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp, thang điểm đánh giá chuẩn theo bảng như sau:

**Bảng 1. Thang điểm chuẩn hóa**

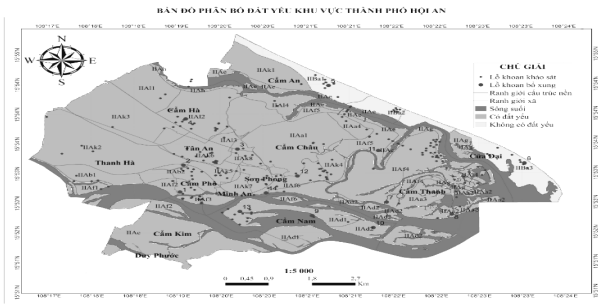
Nhóm đối tượng	Mức độ phù hợp về mặt xây dựng công trình	Điểm đánh giá ( $X_{ij}$ )
Nhóm 1	Rất cao	9
Nhóm 2	Cao	7
Nhóm 3	Trung bình	5
Nhóm 4	Thấp	3
Nhóm 5	Rất thấp	1

Trong bài báo này áp dụng công thức (1), biểu đồ phân phối giá trị của lớp thông tin và các thang điểm chuẩn hóa để xây dựng bản đồ phù hợp về mặt xây dựng công trình.

## 3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

### 3.1. Địa chất và phân bố đất yếu khu vực

Địa chất khu vực bao gồm cả đất rời và đất dính xen kẽ nhau. Từ kết quả khảo sát địa chất có thể thành lập được bản đồ cấu trúc nền. Bản đồ cấu trúc nền đất khu vực Hội An được thành lập trên cơ sở phân tích và hệ thống hóa hàng loạt tài liệu khoan khảo sát địa chất công trình – địa kỹ thuật kết hợp với bản đồ địa chất, bản đồ điều kiện địa kỹ thuật và bản đồ phân bố đất yếu tỉ lệ 1/5000 vùng nghiên cứu. Do vậy, nhóm tác giả căn cứ vào bề dày của các thành tạo đất yếu là tiêu chí để phân chia các phụ dạng cấu trúc nền như sau: 1 - Đất yếu có bề dày < 2 m; 2 - Đất yếu có bề dày từ 2 - 5 m; 3 - Đất yếu có bề dày từ 5 - 10 m; 4- Đất yếu có bề dày > 10 m. Sơ đồ phân chia các cấp cấu trúc nền thể hiện Hình 1.



Hình 1. Bản đồ phân vùng đất yếu

Từ bản đồ đất yếu trên, có thể thấy đất yếu chỉ có khu vực phường Cửa Đại và Cẩm An không có

sự phân bố của đất yếu, các phường còn lại đều tồn tại các lớp đất yếu. Lớp đất yếu tại đây chủ yếu là sét pha.

### 3.2. Sức chịu tải của móng nông

Sức chịu tải của nền đất cho phép đánh giá khả năng mang tải công trình của nền đất. Đây là một nhân tố quan trọng trong việc xây dựng bản đồ phù hợp về mặt xây dựng công trình. Từ các kết quả thí nghiệm trong phòng, áp dụng các công thức tính sức chịu tải của Terzaghi thu được các kết quả sức chịu tải tương ứng với dạng cấu trúc nền như trong Bảng 2 (Terzaghi, 1967).

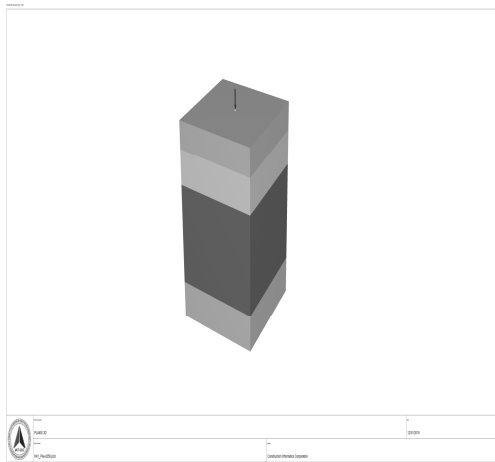
Bảng 2. Sức chịu tải của móng nông theo cấu trúc nền

Phụ dạng cấu trúc nền	Sức chịu tải (kN/m <sup>2</sup> )	Phụ dạng cấu trúc nền	Sức chịu tải (kN/m <sup>2</sup> )	Phụ dạng cấu trúc nền	Sức chịu tải (kN/m <sup>2</sup> )
IIAa1	614	IIAf2	642	IIAk5	256
IIAa2	52	IIAf3	310	IIAk6	826
IIAa3	52	IIAf4	50	IIAk7	974
IIAa4	570	IIAf5	348	IIAk8	1476
IIAb1	664	IIAf6	118	IIA11	722
IIAb2	668	IIAg	1056	IIA12	710
IIAc	930	IIAh	148	IIA13	68
IIAd1	652	IIAk1	1258	IIA14	722
IIAd2	966	IIAk2	960	IIBa1	1960
IIAe	560	IIAk3	821	IIBa2	1536
IIAfl	662	IIAk4	508	IIBa3	1252

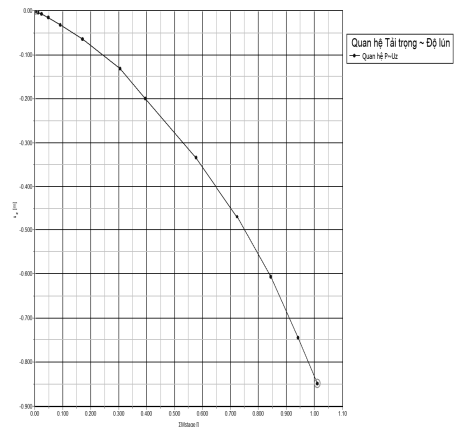
### 3.3. Sức chịu tải của cọc

Hình 2 trình bày kết quả tính toán sức chịu tải của cọc đường kính nhỏ D400mm bằng phần mềm Plaxis 3D cho lỗ khoan 1. Chiều dài cọc là 12m.

Các lỗ khoan còn lại tính toán tương tự. Kết quả tính toán bằng phần mềm Plaxis 3D và theo lý thuyết khá tương đồng nhau.



Mô hình tính toán cọc đường kính nhỏ trong Plaxis 3D (Lỗ khoan 1)



Kết quả sức chịu tải của cọc đường kính nhỏ trong Plaxis 3D (Lỗ khoan 1)

Hình 2. Kết quả mô phỏng và tính toán sức chịu tải của cọc bằng Plaxis 3D (LK1)

**3.4. Thiết lập bản đồ số về sự phù hợp xây dựng cho các phương án móng nông, móng cọc đường kính nhỏ và móng cọc đường kính lớn**

$$\rightarrow S = \frac{5}{1+1+2+5} X_{1j} + \frac{2}{1+1+2+5} X_{2j} + \frac{1}{1+1+2+5} X_{3j} + \frac{1}{1+1+2+5} X_{4j} \quad (2)$$

$$\rightarrow S = 0,625 * X_{1j} + 0,25 * X_{2j} + 0,125 * X_{3j} + 0,125 * X_{4j} \quad (3)$$

Trong đó:

$X_{1j}$  - Điểm đánh giá của các lớp thuộc nhân tố Góc dốc địa hình;

$X_{2j}$  - Điểm đánh giá của các lớp thuộc nhân tố Phân bố đất yếu;

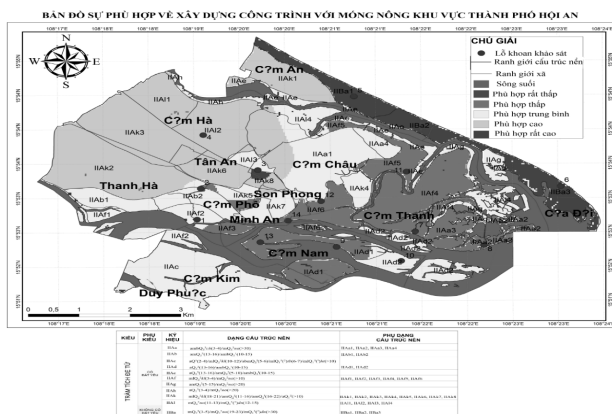
$X_{3j}$  - Điểm đánh giá của các lớp thuộc nhân tố Độ sâu mực nước ngầm;

$X_{4j}$  - Điểm đánh giá của các lớp thuộc nhân tố Sức chịu tải của cọc

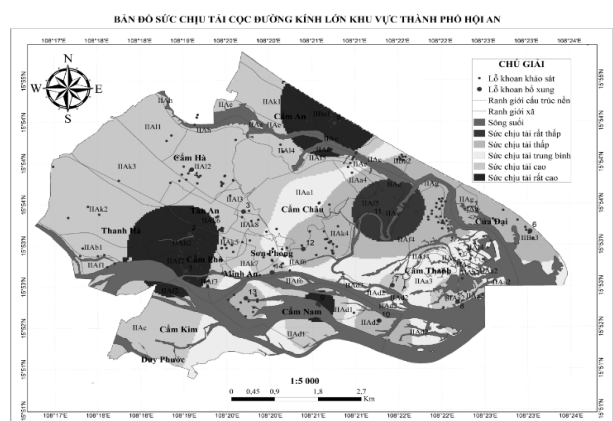
S - Chỉ số tổng hợp phù hợp về xây dựng công trình.

**Bảng 3. Phân cấp và chuẩn hóa chỉ tiêu sức chịu tải**

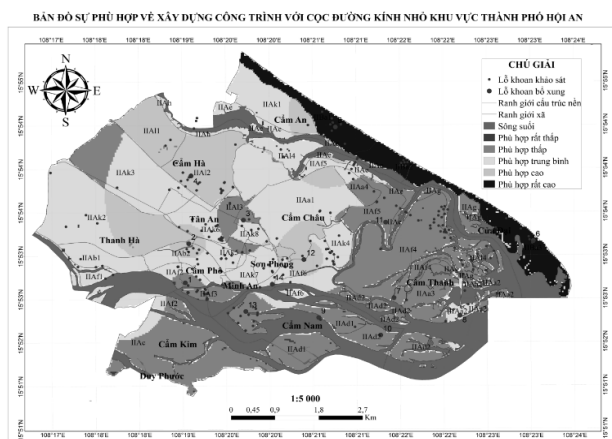
STT	Mức độ sức chịu tải	Sức chịu tải cọc đường kính nhỏ (kN)	Sức chịu tải cọc đường kính lớn (kN)	Sức chịu tải của móng nông (kN/m <sup>2</sup> )	Điểm đánh giá (X <sub>ij</sub> )
1	Rất cao	1286,9 – 1461,9	1841,3 – 2197,8	1960 - 1056	9
2	Cao	1182,9 – 1286,9	1651,8 – 1841,3	1056 - 722	7
3	Trung bình	1100,5 – 1182,9	1471,5 – 1651,8	722 - 348	5
4	Thấp	930,8 – 1100,5	1188 – 1471,5	348 - 148	3
5	Rất thấp	575,2- 930,8	700,3- 1188	148 - 50	1



*Hình 3. Bản đồ sự phù hợp về xây dựng công trình đối với móng nông khu vực Hội An-Quảng Nam*



*Hình 5. Bản đồ sự phù hợp về xây dựng công trình đối với cọc đường kính lớn*



*Hình 4. Bản đồ sự phù hợp về xây dựng công trình đối với cọc đường kính nhỏ*

Căn cứ vào bản đồ sự phù hợp về xây dựng công trình rút ra các kết luận sau:

- Đối với móng cọc đường kính lớn, sức chịu tải rất cao tập trung ở các phường Cẩm An, Thanh Hà, Tân An, Cẩm Phô và Cẩm Nam. Sức chịu tải rất thấp nằm ở các phường Cẩm Châu, Cẩm Thành và Cửa Đại.

- Đối với móng cọc đường kính nhỏ, sức chịu tải rất cao tập trung chủ yếu ở các phường Cẩm An, Thanh Hà, Tân An, Cẩm Phô, Sơn Phong. Sức chịu tải rất thấp thuộc các phường Cẩm Châu, Cẩm Nam, Cẩm Thành.

- Đối với móng nông, sức chịu tải rất cao tập trung ở phường Cửa Đại, Cẩm An, Tân An, Cẩm

Châu (nền IIAk8). Sức chịu tải rất cao nằm ở các phường Cẩm Thanh, Cẩm Nam, Minh An, Cẩm Châu, Minh An (nền IIAI3).

#### 4. KẾT LUẬN

• Đề xây dựng bản đồ phù hợp về xây dựng công trình khu vực Thành phố Hội An, các tác giả sử dụng 4 bản đồ thành phần, bao gồm các bản đồ: Sức chịu tải của cọc, độ sâu mực nước ngầm, góc dốc địa hình và phân bố đất yếu.

• Ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP đã thiết lập được bản đồ số phù hợp về xây dựng công trình tương ứng với 03 loại móng có độ chính xác cao.

• Đề xuất các giải pháp móng phù hợp với công trình xây dựng, góp phần đánh giá quy hoạch xây dựng công trình cho phù hợp.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Trung Kiên, Fomenko I.K, Penden V.V, Nguyễn Quốc Thành, 2017. *Ứng dụng phương pháp thứ bậc trong đánh giá tai biến trượt lở (lấy ví dụ khu vực Tây Bắc Lào Cai, Việt Nam)* (Tiếng Nga). Tạp chí Геоинформатика–2017
- Trần Anh Tuấn, Nguyễn Tứ Dân, “Nghiên cứu nhạy cảm và phân vùng nguy cơ trượt- lở đất khu vực hồ thủy điện Sơn La theo phương pháp phân tích cấp bậc SAATY”. Tạp chí Các khoa học về Trái đất, 9/2012, p.223-232.
- Đỗ Quang Thiên; Nguyễn Thị Ngọc Yên; nmk;, "Khảo sát, nghiên cứu đánh giá tổng hợp điều kiện địa hình – địa chất vùng đồng bằng ven biển tỉnh Quảng Nam trong điều kiện biến đổi khí hậu," Dự án nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Quảng Nam B2016-DNA-23-TT, 2014.
- Nguyễn Văn Trang và nmk, *Bản đồ địa chất - tờ Hội An - tỷ lệ 1/200.000*. Hà Nội: Cục Địa chất Việt Nam, 1996
- Marčić, D., M.S. Kovačević, and A. Cerić, *Applying the analytic network process for risk assessment in sustainable ground improvement*. 2013.
- Terzaghi K, Peck RB, (1967) *Soil mechanics in engineering practice*. 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 729 p.
- Saaty, R. W. (1987). *The analytic hierarchy process—what it is and how it is used*. Mathematical modeling, 9, 161-176.
- Saaty, T. L. & Vargas, L. G, (1991). *Prediction, projection, and forecasting: applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games, and sports*, Kluwer Academic Pub.
- Saaty, R.W., *The analytic hierarchy process-what it is and how it is used*. Mathematical modelling, 1987. 9(3-5): p. 161-176.
- Willett, K. and R. Sharda, *Using the analytic hierarchy process in water resources planning: selection of flood control projects*. Socio-Economic Planning Sciences, 1991. 25(2): p. 103-112.

#### Abstract:

#### ESTABLISHMENT OF THE NUMERICAL MAP SHOWING THE BEARING CAPACITY OF THE FOUNDATION FOR CONSTRUCTION PLANNING IN HOI AN - QUANG NAM

*In Hoi An city, Quang Nam province, the planning of land use, architectural planning of structures requires a suitable foundation solutions. It is necessary to base on the geomorphological, engineering geological conditions. Additionally, the topological condition also considers the influence of natural disasters in the past. The main objective is to consider and assess the bearing capacity of the foundation in the study area to serve the construction planning purposes. This paper applied the analytic hierarchy process (AHP) and geographical information system (GIS) techniques to establish the map showing the soil bearing capacity of the foundation in Hoi An – Quang Nam area. The resulting map is suitable to predict the bearing capacity of shallow foundations, small and large diameter pile foundation for this study area.*

**Keywords:** bearing capacity, numerical map, construction planning, soil foundation.

---

Ngày nhận bài: 25/6/2020

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2020