



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Ứng dụng quá trình phân cấp thứ bậc (AHP) trong việc xác định các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả công tác trắc địa

Đào Văn Khánh *

Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 15/3/2017
 Chấp nhận 21/5/2017
 Đăng online 31/8/2017

Từ khóa:

AHP
 Trọng số
 Yếu tố ảnh hưởng
 Phân tích thứ bậc

TÓM TẮT

Trên cơ sở nghiên cứu và phân tích một số yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả của công tác trắc địa, tác giả đã nghiên cứu sử dụng phương pháp phân cấp thứ bậc (AHP) dựa trên các nhóm yếu tố cấp 1, cấp 2 và kết quả đánh giá của các chuyên gia nhằm xác định trọng số cho các yếu tố này, từ đó kết luận được yếu tố nào là quan trọng hơn so với các yếu tố còn lại và yếu tố nào quyết định ảnh hưởng nhiều tới hiệu quả kinh tế trong công tác trắc địa.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trắc địa là một trong lĩnh vực quan trọng trong cuộc sống của con người, của xã hội. Trắc địa cũng là yếu tố quan trọng cần thiết cho việc bảo vệ lợi ích kinh tế chính trị của đất nước.

Có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa. Các yếu tố này ảnh hưởng đáng kể tới hiệu quả kinh tế trong công tác trắc địa. Vì vậy để đánh giá được hiệu quả các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa trước hết cần nắm rõ nguyên nhân của các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa và cần phải sử dụng các phương pháp để đánh giá.

Để xác định được yếu tố nào là quan trọng và quyết định ảnh hưởng nhiều tới hiệu quả của công tác trắc địa chúng ta cần đánh giá một số yếu tố

ảnh hưởng tới công tác trắc địa. Bài báo này nghiên cứu và phân tích 5 yếu tố cấp 1 và 5 nhóm yếu tố cấp 2.

Yếu tố cấp 1: Vị trí địa lý, thời tiết, kỹ thuật máy móc, chi phí giá, công nghệ

Yếu tố cấp 2: Gồm có 5 nhóm.

Nhóm 1: Sông, suối, ao, hồ; đồi núi; đồng bằng

Nhóm 2: Mưa, gió, sương mù, nhiệt độ

Nhóm 3: Độ chính xác đo góc, độ chính xác đo cạnh, độ chính xác đo độ cao

Nhóm 4: Chi phí nhân công, chi phí máy móc, chi phí làm việc theo thời vụ, chi phí theo khu vực làm việc

Nhóm 5: Công nghệ mới, công nghệ cũ, phần mềm

Cây phân cấp các yếu tố được thể hiện trên Hình 1.

*Tác giả liên hệ

E-mail: vankhanh02091980@gmail.com

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp AHP được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực kinh tế, xã hội và khoa học tự nhiên. Phương pháp AHP được Thomas L. Saaty phát triển vào những năm đầu thập niên 1970, và được biết đến như là quy trình phân tích thứ bậc nhằm giúp xử lý các vấn đề ra quyết định đa tiêu chuẩn phức tạp. AHP cho phép người ra quyết định tập hợp được những kiến thức của các chuyên gia về vấn đề nghiên cứu, kết hợp được các dữ liệu khách quan và chủ quan trong một khuôn khổ thứ bậc logic. AHP cung cấp cho người ra quyết định một cách tiếp cận trực quan theo sự phán đoán thông thường để đánh giá sự quan trọng của mỗi thành phần thông qua quá trình so sánh cặp. AHP kết hợp được cả hai mặt tư duy của con người cả về định tính và định lượng: định tính qua sự sắp xếp thứ bậc và định lượng qua kết quả bộ trọng số cho từng yếu tố thứ bậc (Thomas 2000). AHP dựa vào 3 nguyên tắc:

- Phân tích vấn đề ra quyết định (thiết lập thứ bậc)

- Đánh giá so sánh các thành phần (so sánh cặp giữa các yếu tố)

- Tổng hợp các mức độ ưu tiên (xác định các ma trận trọng số)

Các bước tiến hành AHP:

- Bước 1: Phân tích vấn đề và xác định lời giải yêu cầu.

- Bước 2: Xác định các yếu tố sử dụng và xây dựng cây phân cấp yếu tố.

- Bước 3: Điều tra thu thập ý kiến chuyên gia về mức độ ưu tiên.

- Bước 4: Thiết lập các ma trận so sánh cặp.

- Bước 5: Tính toán trọng số cho từng mức, từng nhóm yếu tố.

- Bước 6: Tính tỷ số nhất quán (CR). Tỷ số nhất quán phải nhỏ hơn hay bằng 10%, nếu lớn hơn, cần thực hiện lại các bước 3, 4, 5.

- Bước 7: Thực hiện bước 3, 4, 5, 6 cho tất cả các mức và các nhóm yếu tố trong cây phân cấp.

- Bước 8: Tính toán trọng số tổng hợp và nhận xét.

2.1. So sánh cặp

So sánh cặp được dùng để xác định tầm quan trọng tương đối của mỗi phương án ứng với mỗi tiêu chuẩn. Phương pháp này người quyết định phải phân tích, diễn tả ý kiến của mình về giá trị của sự so sánh cặp. Từ đó kết quả cuối cùng được lượng hóa bằng cách sử dụng thang phân loại (Nguyễn Đức Lý, 2014).

Mối quan tâm trong vấn đề này không phải là lời phát biểu mà là giá trị bằng số liên quan đến lời phát biểu. Để phân cấp hai tiêu chuẩn Saaty (1970) đã phát triển một loại ma trận đặc biệt gọi là ma trận so sánh cặp. Những ma trận đặc biệt này được sử dụng để liên kết 2 tiêu chuẩn đánh giá theo một thứ tự của thang phân loại. So sánh A_1 của cột bên trái với A_1, A_2, A_3, \dots của hàng trên cùng của ma trận

Các câu hỏi được đặt ra là A_1 có lợi hơn và thỏa mãn hơn, đóng góp nhiều hơn, vượt hơn so với A_2, A_3, \dots bao nhiêu lần?

Bảng 1. Ví dụ về ma trận so sánh cặp của 3 yếu tố i, j và k .

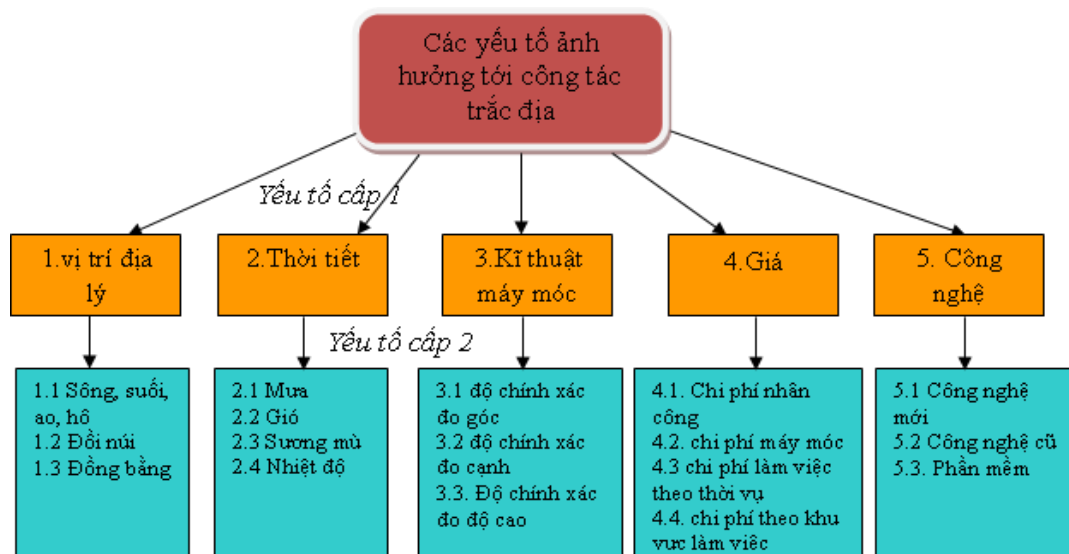
	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	a_{12}		a_{1n}
A_2	$1/a_{12}$	1		a_{2n}
...			...	
A_n	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$		1

Bảng 2. Thang đánh giá mức độ so sánh (Thomas, 1970).

Mức độ quan trọng	Định nghĩa	Giải thích
1	Quan trọng bằng nhau (equal)	Hai yếu tố có mức độ quan trọng như nhau
3	Sự quan trọng yếu giữa một yếu tố này trên yếu tố kia (moderate)	Kinh nghiệm và nhận định hơi nghiêng về yếu tố này hơn yếu tố kia
5	Quan trọng nhiều giữa yếu tố này và yếu tố kia (strong)	Kinh nghiệm và nhận định nghiêng mạnh về cái này hơn cái kia
7	Sự quan trọng biểu lộ rất mạnh giữa yếu tố này hơn yếu tố kia (very strong)	Một yếu tố được ưu tiên rất nhiều hơn cái kia và được biểu lộ trong thực hành
9	Sự quan trọng tuyệt đối giữa yếu tố này hơn yếu tố kia (extreme)	Sự quan trọng hơn hẳn của một yếu tố ở trên mức có thể
2,4,6,8	Mức trung gian giữa các mức nêu trên	Cần sự thỏa hiệp giữa hai mức độ nhận định

Bảng 3. Bảng phân loại chỉ số ngẫu nhiên RI (Berittella và nnk, 2007)

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.4



Hình 1. Cây phân cấp các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa.

Bảng 1 là ma trận nghịch đảo với sự so sánh cặp: nếu i so sánh với j có một giá trị a_{ij} thì khi j so sánh với i sẽ có giá trị nghịch đảo là $1/a_{ij}$. Để điền vào ma trận, người ta dùng thang đánh giá từ 1 đến 9 như Bảng 2.

2.2. Tổng hợp số liệu về mức độ ưu tiên

Để có trị số chung của mức độ ưu tiên, cần tổng hợp các số liệu so sánh cặp để có số liệu duy nhất về độ ưu tiên. Giải pháp mà Saaty sử dụng để thu được trọng số từ sự so sánh cặp là phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Phương pháp này sử dụng một hàm sai số nhỏ nhất để phản ánh mối quan tâm thực của người ra quyết định. Để đơn giản người ta đã đề ra phương pháp xác định vector riêng w bằng cách:

- Tính tổng mỗi cột trong ma trận: $\sum a_{ij}$
- Tính $a_{ij}/\sum a_{ij}$
- Chuẩn hóa các giá trị để có được trọng số bằng cách lấy trung bình cộng của từng hàng.

2.3. Tính nhất quán

Trong các bài toán thực tế, không phải lúc nào cũng có thể thành lập được quan hệ bắc cầu trong khi so sánh từng cặp. Thí dụ phương án A có thể tốt hơn B, B có thể tốt hơn C nhưng không phải lúc nào A cũng tốt hơn C. Hiện tượng này thể hiện tính

thực tiễn của các bài toán, ta gọi là sự không nhất quán (incosistency). Sự không nhất quán là thực tế nhưng độ không nhất quán không nên quá nhiều vì khi đó nó thể hiện sự đánh giá không chính xác. Để kiểm tra sự không nhất quán trong khi đánh giá cho từng cấp, ta dùng tỷ số nhất quán (CR). Nếu tỷ số này nhỏ hơn hay bằng 0.1 nghĩa là sự đánh giá của người ra quyết định tương đối nhất quán, ngược lại, ta phải tiến hành đánh giá lại ở cấp tương ứng (Saaty and et al 1991) .

Tỷ số nhất quán CR được tính theo công thức:

$$CR = CI / RI \tag{1}$$

Trong đó: RI (chỉ số ngẫu nhiên) được xác định từ Bảng 3.

Trong đó: n là số lượng yếu tố trong ma trận so sánh.

CI (chỉ số nhất quán) được xác định theo các bước sau đây:

- Tính vector tổng có trọng số bằng ma trận so sánh x vector trọng số
- Tính vector nhất quán bằng vector tổng có trọng số / vector trọng số
- Xác định λ_{max} (giá trị riêng ma trận so sánh) và CI (chỉ số nhất quán): λ là giá trị đặc trưng của ma trận so sánh (ma trận này là ma trận vuông). λ đơn giản chỉ là trị số trung bình của vector nhất quán (Bharat, et al., 2013) .

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{\sum_{n=1}^n W_{1n}}{W_{11}} + \frac{\sum_{n=1}^n W_{2n}}{W_{12}} + \dots + \frac{\sum_{n=1}^n W_{nn}}{W_{nn}} \right) \quad (2)$$

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (3)$$

Phương pháp AHP đo sự nhất quán qua tỷ số nhất quán (consistency ratio) giá trị của tỷ số nhất quán nên $\leq 10\%$, nếu lớn hơn 10% sự nhận định là hơi ngẫu nhiên, cần được thực hiện lại (Nguyễn Trường Ngân, 2011).

Bảng 4. Tổng hợp mức độ ưu tiên của các yếu tố cấp 1.

Yếu tố so sánh	Phiếu phỏng vấn						Tổng hợp
	1	2	3	4	5	6	
Địa lý và thời tiết	3	5	3	5	3	5	4
Địa lý và kỹ thuật máy móc	3	3	3	4	4	3	3
Địa lý và giá	5	4	5	4	4	3	4
Địa lý và công nghệ	3	3	3	3	5	3	3
Thời tiết và kĩ thuật máy móc	4	4	3	3	5	3	4
Thời tiết và giá	5	6	5	6	3	5	5
Thời tiết và công nghệ	4	3	3	3	3	4	3
Kĩ thuật máy móc và giá	5	4	5	5	4	4	4
Kĩ thuật máy móc và công nghệ	4	3	5	5	5	3	3
Giá và công nghệ	3	4	3	4	3	3	3

Bảng 5. Tổng hợp mức độ ưu tiên của các yếu tố cấp 2.

Yếu tố so sánh	Phiếu phỏng vấn						Tổng hợp
	1	2	3	4	5	6	
Yếu tố nhóm 1							
Sông suối và đồi núi	3	5	5	3	5	5	4
Sông suối và đồng bằng	1	3	1	5	3	3	3
Đồi núi và đồng bằng	1	3	5	1	3	5	3
Yếu tố nhóm 2							
Mưa và gió	5	6	5	5	3	5	5
Mưa và sương mù	3	5	5	3	5	3	4
Mưa và nhiệt độ	5	7	5	5	3	5	5
Gió và sương mù	3	3	1	5	1	5	3
Gió và nhiệt độ	5	3	5	3	3	3	4
Sương mù và nhiệt độ	3	3	1	3	1	3	2
Yếu tố nhóm 3							
ĐCX đo góc - ĐCX đo cạnh	1	3	3	1	1	3	2
ĐCX đo góc - ĐCX đo độ cao	3	3	3	1	3	3	3
ĐCX đo cạnh - ĐCX đo độ cao	3	3	1	5	5	3	3
Yếu tố nhóm 4							
CP công và chi phí máy móc	7	5	5	5	5	5	5
CP nhân công và CP theo thời vụ	5	7	5	5	5	5	5
CP nhân công và CP theo khu vực	5	6	5	5	6	5	5
CP máy móc và CP thời vụ	5	3	3	3	5	3	4
CP máy móc và CP theo khu vực	5	5	3	3	3	5	4
CP thời vụ và CP theo khu vực	1	3	3	3	1	5	3
Yếu tố nhóm 5							
Công nghệ mới và CN cũ	1	3	3	5	1	3	3
Công nghệ mới và phần mềm	5	7	5	5	7	5	6
Công nghệ cũ và phần mềm	3	5	7	3	5	3	4

3. Kết quả tính toán

3.1. Các yếu tố và cây phân cấp yếu tố

Bài báo sử dụng hệ thống các yếu tố ảnh hưởng đến công tác trắc địa với tham khảo chuyên gia để xác định các yếu tố có ảnh hưởng trong khu vực nghiên cứu. Kết quả cho ra 5 yếu tố cấp 1 và 15 yếu tố cấp 2. Cây phân cấp các yếu tố thể hiện như Hình 1.

Như vậy, trong phần này, yêu cầu đặt ra là cần tính toán tổng cộng 6 bộ trọng số, bao gồm:

- 01 bộ trọng số của các yếu tố cấp 1
- 05 bộ trọng số cho các yếu tố cấp 2 trong từng yếu tố cấp 1.

Trong các phần tiếp theo, tác giả sẽ lấy cách tính bộ trọng số cho các yếu tố cấp 1 để minh họa. Đối với 05 bộ trọng số của các yếu tố cấp 2 sẽ tiến hành tương tự.

3.2. Phỏng vấn chuyên gia về mức độ ưu tiên

Dựa trên tài liệu tham khảo và điều kiện thực tế thi công các công trình trắc địa. Tác giả đã tiến hành phỏng vấn 6 chuyên gia thuộc các cơ quan tổ chức và các trường Đại học có liên quan tới chuyên ngành trắc địa. Kết quả phỏng vấn lấy theo sự phân tích và nghiên cứu khách quan của một số chuyên gia.

Tiến hành điều tra các chuyên gia nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa. Các nội dung trong phiếu câu hỏi xoay quanh 2 vấn đề:

- Xếp hạng mức độ ưu tiên của các yếu tố cấp 1 và các yếu tố cấp 2.
- Đánh giá và cho điểm đối với từng cặp yếu tố theo thang đánh giá của Thomas (Bảng 2).

Tổng hợp kết quả phỏng vấn và tính toán mức độ ưu tiên của từng cặp yếu tố bằng phương pháp trung bình cộng (Крушевский, 1982). Kết quả thể hiện tại Bảng 4 và Bảng 5.

3.3. Lập ma trận so sánh cặp

Từ kết quả tổng hợp mức độ ưu tiên, tiến hành lập các ma trận so sánh cặp (Маркузе, et al., 1994). Ma trận so sánh cặp yếu tố cấp 1 với $n = 5$ được thể hiện ở Bảng 6.

3.4. Xác định các vector trọng số

Thực hiện các bước như tại phần 2.3 cho các ma trận so sánh cặp, kết quả thu được là các vector

trọng số (Bảng 7).

Bảng 6. Ma trận so sánh cặp của các yếu tố cấp 1.

	Địa lí	Thời tiết	Kỹ thuật máy móc	Giá	Công nghệ
Địa lí	1	4	5	5	3
Thời tiết	1/4	1	4	6	4
Kỹ thuật máy móc	1/5	1/4	1	6	5
Giá	1/5	1/6	1/6	1	6
Công nghệ	1/3	1/4	1/5	1/6	1
Tổng mỗi cột trong ma trận: $\sum a_{ij} =$	1.983	5.617	10.367	18.167	19.000

Bảng 7. Vector trọng số của các yếu tố cấp 1.

STT	Yếu tố cấp 1	Trọng số
1	Vị trí địa lí	0.430
2	Thời tiết	0.250
3	Kỹ thuật máy móc	0.170
4	Giá	0.100
5	Công nghệ	0.060
	Tổng	1.000

3.5. Tính toán tỷ số nhất quán RC

Áp dụng cách tính RC tại phần 3.4 cho từng vector trọng số, kết quả thể hiện tại Bảng 8.

Bảng 8. Tỷ số nhất quán của các bộ trọng số.

STT	Bộ trọng số của	Tỷ số RC
1	Yếu tố cấp 1	0.098
2	Yếu tố cấp 2	-
2.1	Nhóm yếu tố địa lí	0.093
2.2	Nhóm yếu tố thời tiết	0.090
2.3	Nhóm yếu tố kỹ thuật máy móc	0.046
2.4	Nhóm yếu tố giá	0.097
2.5	Nhóm yếu tố công nghệ	0.047

Nhận xét: tất cả các RC đều $< 10\%$, do đó các bộ trọng số đều đảm bảo tính nhất quán.

3.6. Xác định trọng số ưu tiên của các yếu tố cấp 2

Trọng số ưu tiên được tính bằng tích của trọng số riêng với trọng số yếu tố cấp 1 tương ứng

Bảng 9. Trọng số riêng và trọng số ưu tiên của các yếu tố cấp 2.

STT	Yếu tố	Trọng số riêng	Trọng số ưu tiên
	Sông suối, ao hồ	0.611	0.263
2	Đồi núi	0.260	0.112
3	Đồng bằng	0.129	0.055
4	Mưa	0.574	0.144
5	Gió	0.230	0.058
6	Sương mù	0.121	0.03
7	Nhiệt độ	0.075	0.019
8	Độ chính xác đo góc	0.525	0.089
9	Độ chính xác đo cạnh	0.334	0.057
10	Độ chính xác đo độ cao	0.142	0.024
1	Chi phí nhân công	0.586	0.059
12	Chi phí máy móc	0.213	0.021
13	Chi phí theo thời vụ	0.118	0.012
14	Chi phí theo khu vực làm việc	0.064	0.006
5	Công nghệ mới	0.639	0.038
16	Công nghệ cũ	0.274	0.016
17	Phần mềm	0.087	0.005
	Tổng		1.008

Tổng trọng số ưu tiên cấp 1 như vậy kết quả hoàn toàn chính xác

4. Kết luận

Dựa trên nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm các kết quả tính toán rút ra kết luận như sau:

Đối với các yếu tố cấp 1, từ bộ trọng số tính được (Bảng 3.4) có thể thấy yếu tố tác động mạnh nhất tới hiệu quả công tác trắc địa là yếu tố vị trí địa lí, tiếp theo là các yếu tố thời tiết và kĩ thuật máy móc, giá cả.

Đối với các yếu tố cấp 2, từ kết quả tính toán trọng số ưu tiên (Bảng 3.6) có thể thấy các yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới hiệu quả của công tác trắc địa, đó là: yếu tố mưa, yếu tố chi phí lao động, yếu tố công nghệ và kĩ thuật máy móc.

Trong công tác trắc địa có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả kinh tế chính vì vậy cần được phân tích đánh giá tổng hợp tác động tương hỗ giữa các yếu tố ảnh hưởng trong mối quan hệ

giữa tự nhiên và con người. Cần phải xác định đúng, đủ các yếu tố ảnh hưởng quan trọng nhất, yêu cầu phải đánh giá rất nhiều các tiêu chí khác nhau. Việc kết hợp nhiều yếu tố trong phương pháp này sẽ cho ra kết quả đáng tin cậy hơn so với việc chỉ xét đến một yếu tố chủ chốt. Ưu điểm của phương pháp là thu thập số liệu từ các chuyên gia, các nhà khoa học đã nhiều năm nghiên cứu về công tác trắc địa. Điều này dẫn đến tăng mức độ tin cậy trong quá trình tính toán.

Việc lựa chọn phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để xác định các yếu tố ảnh hưởng tới công tác trắc địa hoàn toàn phù hợp và tiện ích.

Tài liệu tham khảo

- Berrittella, M., 2007. *An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts*.
- Bharat P. B., Keshab D. A., Binod P. H., Thakur S., Gandhiv K. F., 2013 Using Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process in Landslide Hazard Zonation, *Applied Ecology and Environmental Sciences* 2, 14-22.
- Thomas L.Saaty, F., 2000. *Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications.
- Nguyễn Trường Ngân, 2011. Ứng dụng tiến trình phân cấp thứ bậc xác định các yếu tố chủ đạo ảnh hưởng đến quá trình xói mòn đất lưu vực sông bé. *Tạp chí phát triển KH & CN* 14, 41-49.
- Nguyễn Đức Lý, 2014. Đối sánh kết quả phương pháp ma trận định lượng và phương pháp quy trình hệ thống cấp bậc AHP trong đánh giá cường độ tác động tương hỗ các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trượt lở đất đá trên sườn dốc, mái dốc miền núi. *Tạp chí thông tin khoa học & Công nghệ Quảng Bình* 5, 16-23.
- Маркузе Ю. И., Бойко Е. Г., Голубев В. В., 1994 Вычисление и уравнивание геодезических сетей, «Картгеоцентр»- «Геодезиздат».
- Саати Т., Кернс К., 1991 Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, с 218 - с224.
- Крушевский А. В., 1982 Справочник по экономико-математическим моделям и методам. Киев, «Техника».

ABSTRACT

Application of the analytical hierarchy process for determining key factors affecting the effectiveness of surveying work

Khanh Van Dao

Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

This paper presents the application of the analytical hierarchy process (AHP) on identifying important factors which influence on the effectiveness of surveying work. Based on several groups of factors and their evaluations from experts, the weight of these factors was determined. In other words, by these weights, one could know which factor is more important and influential in the economic efficiency of surveying work.

Keywords : AHP, weight, influence factor, hierarchy analysis,