

Mô hình tích hợp GIS và AHP-VIKOR trong đánh giá thích nghi đất đai phục vụ quản lý sử dụng đất bền vững

• Lê Cảnh Định

Phân viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp miền Nam

(Bản thảo nhận ngày 28 tháng 06 năm 2016, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 08 năm 2016)

TÓM TẮT

Đánh giá đất cho quản lý sử dụng đất bền vững (ESLM) liên quan đến nhiều lĩnh vực (tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường), đây là bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn. Trong nghiên cứu này, xây dựng mô hình tích hợp GIS với AHP và VIKOR trong giải bài toán ESLM. Tiến trình thực hiện như sau: (i) xác định các yếu tố bền vững theo phương pháp FAO (1993b, 2007); (ii) dùng kỹ thuật AHP-nhóm để tính trọng số các yếu tố bền vững; (iii) xây dựng các lớp thông tin chuyên đề trong hệ GIS ứng với từng yếu tố, chồng xếp các lớp thông tin chuyên đề, tính toán và phân hạng thích nghi (Si) bằng

kỹ thuật VIKOR. So sánh kết quả ứng dụng của mô hình này (GIS và AHP-VIKOR) với kết quả của mô hình tích hợp GIS và AHP-TOPSIS, GIS và AHP (tính Si theo phương pháp trung bình trong số) trong cùng điều kiện của huyện Đức Trọng - tỉnh Lâm Đồng, từ đó đánh giá, so sánh các mô hình: VIKOR dung hòa giữa WAM (mang tính bình quân) và TOPSIS (phát huy quá mức tránh trội của từng yếu tố), VIKOR xem xét hài hòa mối quan hệ giữa các yếu tố sao cho đạt được tối đa “nhóm tiện ích cho đa số” và tối thiểu sự “hối tiếc riêng lẻ”.

Từ khóa: GIS, AHP, VIKOR, đánh giá đất đai, quản lý sử dụng đất bền vững.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đánh giá thích nghi đất đai (LE) cung cấp thông tin hỗ trợ cho việc quản lý sử dụng đất bền vững. LE thường đánh giá tổng hợp cả điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường (gọi là đánh giá đất đai bền vững). Do vậy, đánh giá đất đai bền vững là bài toán đánh giá, phân tích quyết định đa tiêu chuẩn (MCDA).

Để giải quyết bài toán MCDA, trên 80% các nghiên cứu đều sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) của Saaty (1980) để xác định trọng số các tiêu chuẩn [4].

Đánh giá đất đai liên quan đến nhiều lĩnh vực (kinh tế, xã hội, môi trường,...), để tranh thủ được tri thức của nhiều chuyên gia trong từng lĩnh vực, cần thiết phải sử dụng phương pháp MCDM nhóm, quá trình được thực hiện như sau: đầu tiên, ứng dụng AHP trong môi trường ra quyết định nhóm (AHP-GDM) để tính trọng số các yếu tố [Wi]; tiếp theo, tính toán và phân loại vùng thích nghi đất đai (Si), thường tiếp cận theo các phương pháp sau: (i) ứng dụng phương pháp trung bình trọng số [3] hoặc (ii)

ứng dụng TOPSIS [2] hoặc TOPSIS trong môi trường ra quyết định nhóm [1].

Ưu điểm của việc ứng dụng TOPSIS hỗ trợ người ra quyết định rất dễ lựa chọn kết quả thích nghi (S1, S2, S3) và không thích nghi (N). Tuy nhiên, TOPSIS không xét đến mối liên hệ quan trọng của các khoảng cách đến NIS và PIS, do vậy đôi khi giá trị Si có chỉ số xếp hạng cao (thích nghi cao) nhưng không chắc gần với PIS [5]. Trong khi đó, VIKOR chọn giá trị thích nghi (Si) gần (closeness) với giá trị lý tưởng, đạt được tối đa "nhóm tiện ích cho đa số" (maximum group utility for the majority) và tối thiểu sự "hối tiếc riêng lẻ" (minimum of an individual regret for the opponent).

Trong nghiên cứu này, xây dựng mô hình tích hợp GIS và AHP-VIKOR trong đánh giá thích nghi đất đai. Mô hình này góp phần quan trọng trong giải quyết bài toán quyết định đa tiêu chuẩn không gian (spatial MCDM) trong lựa chọn vùng thích nghi đất đai cho các loại cây trồng.

Mục đích chính của nghiên cứu này là tập trung giới thiệu kỹ thuật VIKOR trong tính toán và phân loại giá trị thích nghi (Si), việc ứng dụng mô hình AHP-GDM trong xác định trọng

số các yếu tố chủ yếu kế thừa kết quả nghiên cứu [1, 3].

2. MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ ĐẤT ĐAI BỀN VỮNG

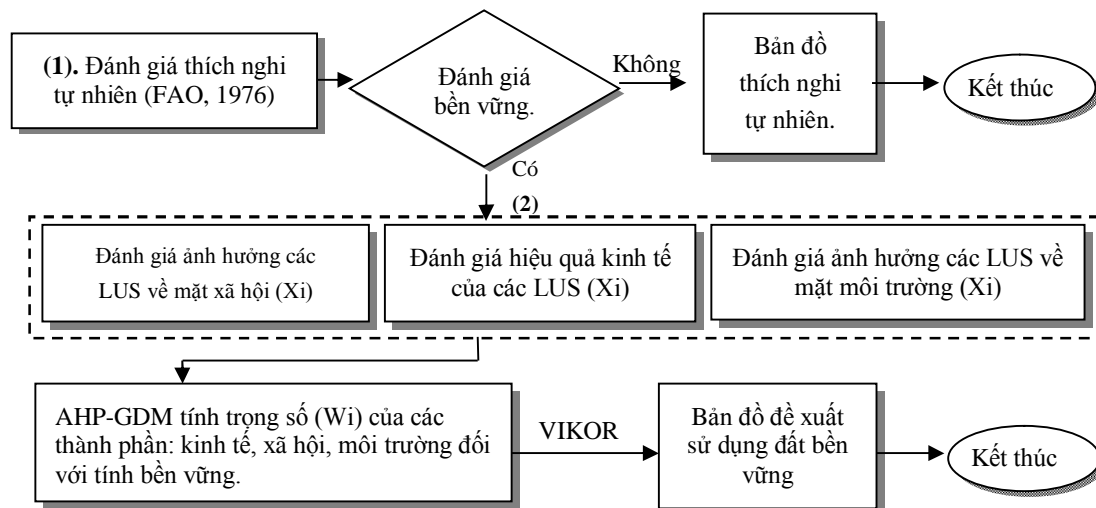
GIS, AHP nhóm và VIKOR được tích hợp để xây dựng mô hình đánh giá thích nghi đất đai phục vụ cho quản lý sử dụng đất bền vững (ESLM), mô hình gồm các bước sau (hình 1):

Bước 1 (đánh giá thích nghi tự nhiên):

Ứng dụng mô hình tích hợp GIS và ALES (automated land evaluation system) trong đánh giá thích nghi đất đai (Lê Cảnh Định, 2005) để đánh giá thích nghi tự nhiên, chỉ những LUS thích nghi tự nhiên (S1, S2, S3) mới được chọn để đánh giá thích nghi kinh tế và tính bền vững.

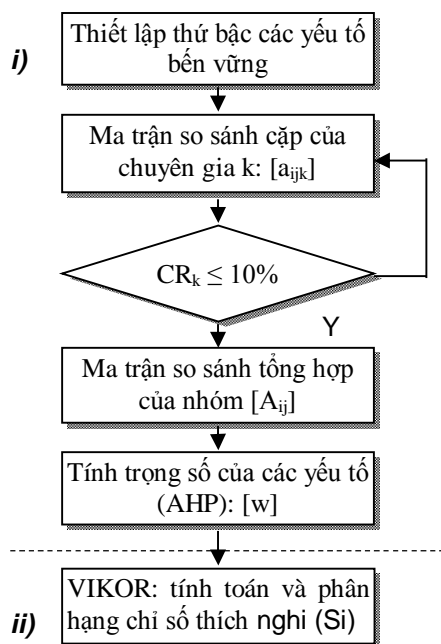
Bước 2 (đánh giá thích nghi bền vững):

Gồm 2 công đoạn: *i*) xác định các yếu tố (indicators) ảnh hưởng đến tính bền vững của các LUS và tính trọng số các yếu tố bằng kỹ thuật AHP-GDM [4]; *ii*) xây dựng các lớp thông tin chuyên đề trong hệ GIS, chồng xếp các lớp thông tin về kinh tế, xã hội, môi trường với bản đồ thích nghi tự nhiên (kết quả bước 1) và tính giá trị thích nghi (Si) bằng kỹ thuật VIKOR (hình 2).



Hình 1. Mô hình tích hợp GIS và AHP-VIKOR trong đánh giá đất đai bền vững

i). *Xác định trọng số các yếu tố bằng kỹ thuật AHP nhóm (AHP-GDM):*- Thiết lập thứ bậc các yếu tố, các chuyên gia đánh giá riêng rẽ (k ma trận so sánh cặp của k chuyên gia). Tính tỷ số nhất quán (CR) của từng ma trận so sánh, những ma trận so sánh của các chuyên gia có tỷ số nhất quán (CR) <10% thì đưa vào tính toán



Hình 2. Mô hình phân hạng thứ tự ưu tiên vùng thích nghi

tổng hợp.

Tổng hợp các ma trận so sánh cặp của các chuyên gia (K.Goepel, 2010):

$$A_{ij} = \left(\prod_{k=1}^n a_{ijk} \right)^{1/n}$$

Trên cơ sở ma trận so sánh tổng hợp của k chuyên gia [A_{ij}], tính trọng số các yếu tố [w] theo phương pháp vector riêng (eigen vector).

ii). *Phân hạng thứ tự ưu tiên bằng kỹ thuật VIKOR (Opricovic, 1998):* Giả sử i phương án A={A_i | i=1,2,...,n}, j tiêu chí (các yếu tố bền vững) C = {C_j | j=1,2,...,m}; giá trị đánh giá của phương án i so với tiêu chí j F = {f_{ij} | i=1,2,...,n;

j=1,2,..., m}; trọng số của các tiêu chuẩn W = {w_j | j=1,2,...,m}, W đã được tính ở bước i); Thông tin về ma trận quyết định – VIKOR gồm 4 thành phần I (A,C,F,W) như bảng 1; các bước tính toán để phân hạng như sau:

Bảng 1. Ma trận quyết định VIKOR

	C ₁	C ₂	...	C _j	...	C _m
A ₁	f ₁₁	f ₁₂	...	f _{1j}	...	f _{1m}
A ₂	f ₂₁	f ₂₂	...	f _{2j}	...	f _{2m}
...
A _n	f _{n1}	f _{n2}	...	f _{nj}	...	f _{nm}
Maxf _j	f ₁ [*]	f ₂ [*]	...	f _j [*]	...	f _m [*]
Minf _j	f ₁ ⁻	f ₂ ⁻	...	f _j ⁻	...	f _m ⁻
W	w ₁	w ₂		w _j		w _m

(1): xác định giá trị tốt nhất f_j^{*} và giá trị xấu nhất f_j⁻ của tất cả các tiêu chí C_j (j=1,2,...,m).

- Nếu tiêu chí j là tiêu chí lợi nhuận (hay tiêu chí tích cực) thì

$$f_j^* = \max_i f_{ij} \text{ và } f_j^- = \min_i f_{ij}$$

- Nếu tiêu chí j là tiêu chí chi phí (hay tiêu chí rủi ro) thì

$$f_j^* = \min_i f_{ij} \text{ và } f_j^- = \max_i f_{ij}$$

(2): Chuẩn hóa ma trận và tính S_i, R_i :

$$\text{Đặt } r_{ij} = (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|) ;$$

Giá trị S_i (sự tiện ích) và R_i (sự hối tiếc riêng rẽ) được tính như sau:

$$S_i = \sum_{j=1}^m w_j (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|) = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij}$$

$$R_i = \max_j [w_j (|f_j^* - f_{ij}|) / (|f_j^* - f_j^-|)] = \max_j [w_j r_{ij}]$$

(3): Tính Q_i

$$Q_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(R_i - R^*) / (R^- - R^*)$$

với

$$S^* = \min_i S_i; S^- = \max_i S_i; R^* = \min_i R_i; R^- = \max_i R_i$$

0 ≤ v ≤ 1 và v là trọng số của nhóm tiện ích;

1-v là trọng số của nhóm hối tiếc riêng rẽ.

Theo Opricovic (2004), thông thường v = 0,5.

(4): Xếp hạng các phương án A_i trên cơ sở giá trị S_i, R_i, Q_i theo thứ tự từ nhỏ đến lớn;

phương án Ai có Qi nhỏ nhất là phương án tốt nhất.

3. ỨNG DỤNG

Ứng dụng mô hình (hình 1) trong đánh giá thích nghi đất đai bền vững huyện Đức Trọng. Các loại hình sử dụng đất (LUT) được lựa chọn để đánh giá thích nghi đất đai: Chuyên lúa (LUT1), 2 vụ lúa-màu (LUT2), rau hoa (LUT3), chuyên màu (LUT4), dâu tằm (LUT5), cà phê (LUT6), chè (LUT7).

Bước 1. Đánh giá khả năng thích nghi đất đai tự nhiên: Dữ liệu đầu vào là bản đồ đơn vị đất đai được xây dựng trên cơ sở chồng xếp 5 lớp thông tin chuyên đề (trong môi trường ArcGIS): Loại đất, độ dốc, khả năng tưới, tầng dày, thành phần cơ giới; kết quả được bản đồ đơn vị đất đai gồm có 59 đơn vị đất đai (LMU).

Trên cơ sở yêu cầu sử dụng đất (LUR) của từng LUT, xây dựng cây quyết định trong phần mềm ALES; ALES kết nối dữ liệu bản đồ đơn vị đất đai (từ ArcGIS) và tự động đối chiếu LUR với tính chất/chất lượng đất đai (LC/LQ) để đánh giá khả năng thích nghi đất đai tự nhiên.

Kết quả được bản đồ và cơ sở dữ liệu thích nghi đất đai tự nhiên của từng hệ thống sử dụng đất (LUS); những LUS thích nghi tự nhiên (S1, S2, S3) được đưa vào đánh giá thích nghi kinh tế và tính bền vững.

Bước 2. Đánh giá thích nghi đất đai bền vững:

i). Xác định trọng số các yếu tố bền vững: Nghiên cứu thực tế huyện Đức Trọng, các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng tới tính bền vững của LUS (thể hiện bảng 2). Ứng dụng mô hình AHP-GDM trong xác định trọng số các yếu tố: điều tra, phỏng vấn các chuyên gia liên quan đến các lĩnh vực quản lý đất đai, kinh tế, xã hội, môi trường (Lê Cảnh Định, 2011) cập nhật bởi Lê Cảnh Định (2014), kết quả tính toán trọng số các yếu tố như bảng 2.

ii). Phân hạng thứ tự ưu tiên bằng kỹ thuật VIKOR

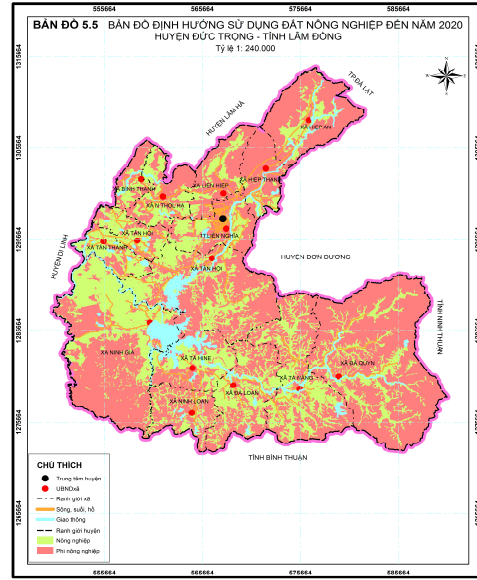
Mỗi yếu tố là một lớp thông tin, chồng xếp các lớp thông tin về kinh tế, xã hội, môi trường với lớp thích nghi tự nhiên để tính chỉ số thích nghi (Si) bền vững bằng kỹ thuật VIKOR.

Bảng 2. Cấu trúc thứ bậc và trọng số các yếu tố bền vững [1, 3].

Tiêu chuẩn cấp 1		Tiêu chuẩn cấp 2		Trọng số toàn cục
<i>objectives</i>	w_1	<i>Sub-objectives</i>	w_2	$w_i = w_1 * w_2$
1. Kinh tế	0,6860	1.1. Tổng giá trị sản phẩm (GO)	0,5853	0,4015
		1.2. Lãi thuần (GM)	0,2904	0,1992
		1.3. B/C	0,1244	0,0853
2. Xã hội	0,1159	2.1. Lao động (LĐ)	0,1811	0,0210
		2.2. Khả năng vốn (KNV)	0,1221	0,0142
		2.3. Phát huy kỹ năng sản xuất (KNSX)	0,0832	0,0096
		2.4. Chính sách (CS)	0,5496	0,0637
		2.5. Tập quán sản xuất (TQSX)	0,0640	0,0074
3. Môi trường	0,1981	3.1. Thích nghi đất đai tự nhiên (TNTN)	0,4267	0,0845
		3.2. Độ che phủ (ĐCP)	0,2362	0,0468
		3.3. Bảo vệ nguồn nước (BVNN)	0,2348	0,0465
		3.4. Nâng cao đa dạng sinh học (ĐDSH)	0,1023	0,0203

Thông tin về ma trận quyết định –VIKOR gồm 4 thành phần: (1). Số phương án bằng số LMU (bản đồ đơn vị đất đai huyện Đức Trọng có 59 LMU): $A = \{A_i | i=1,2,...,59\}$; (2). Số lượng yếu tố bền vững $C = \{C_j | j=1,2,...,12\}$, (3). Trọng số các yếu tố (W) thể hiện ở bảng 2; (4). Giá trị đánh giá của phương án i so với yếu tố j được tính trên cơ sở giá trị phân cấp các yếu tố (bảng 3), $F = \{f_{ij} | i=1,...,59; j=1,...,12\}$ thể hiện ở bảng 3, trong đó LUS không thích nghi tự nhiên (N) thì không đánh giá bền vững nên $f_{ij}=0$.

Từ bảng 3, tính được S_i, R_i, Q_i . Xếp hạng Q_i từ nhỏ đến lớn tương ứng với mức thích nghi từ cao đến thấp; từ thực tế ở huyện Đức Trọng, có thể phân loại như sau: $Q_i \leq 0,2$ thì rất thích nghi (S1); $0,2 < Q_i < 0,4$ thì thích nghi trung bình (S2); $0,4 \leq Q_i < 0,7$ thì ít thích nghi (S3), $0,7 \leq Q_i \leq 1,0$ thì không thích nghi (N).



Hình 3. Bản đồ đề xuất sử dụng đất

Bảng 3. Ma trận quyết định –VIKOR đối với loại hình Cà phê (LUT6)

LMU	TNTN (*)	Các tiêu chuẩn kinh tế			Các tiêu chuẩn xã hội					Các tiêu chuẩn môi trường			
		GO	B/C	GM	LD	KNV	KNSX	CS	TQSX	TNTN	ĐCP	BVNN	ĐDSH
W =		0,4015	0,1992	0,0853	0,0210	0,0142	0,0096	0,0637	0,0074	0,0845	0,0468	0,0465	0,0203
1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...
10	S2	9	9	9	9	7	7	9	9	7	9	9	7
...
19	S3	7	5	1	9	7	7	9	9	5	9	9	7
...
59	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(*) TNTN: Thích nghi tự nhiên

Bảng 4. Kết quả tính toán phân hạng bằng kỹ thuật VIKOR (đối với LUT6: Cà phê)

Đơn vị đất đai (LMU)	S_i	R_i	Q_i	Phân loại thích nghi
1	1,00	0,40	1,00	N
...
10	0,00	0,00	0,00	S1
...
19	0,28	0,09	0,25	S2
...
59	1,00	0,40	1,00	N

Trong tự, dùng kỹ thuật VIKOR để phân hạng, đánh giá thích nghi cho 6 loại hình sử dụng đất còn lại, kết quả được bản đồ và số liệu thích nghi đất đai bền vững.

- **Đề xuất sử dụng đất:** Chồng xếp (union) bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010, bản đồ đề xuất sử dụng đất và bản đồ định hướng sử dụng đất đến năm 2020 (Phân viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp, 2010). Nếu hiện trạng là sản xuất nông nghiệp nhưng quy hoạch nằm trong đất phi nông nghiệp thì chuyển sang phi nông nghiệp, phần đất được khoanh định sản xuất nông nghiệp được đề xuất như sau:

Đến năm 2020, diện tích LUT1 (đất chuyên lúa): 2.000 ha; LUT2 (đất 2 lúa – màu): 2.500 ha; LUT3 (đất rau- hoa): 3.000 ha; LUT4 (đất chuyên màu): 8.200 ha; LUT5 (đất dâu tằm): 1.000 ha; LUT6 (đất cà phê): 13.000 ha; LUT7 (đất chè): 300 ha, như minh họa Hình 3.

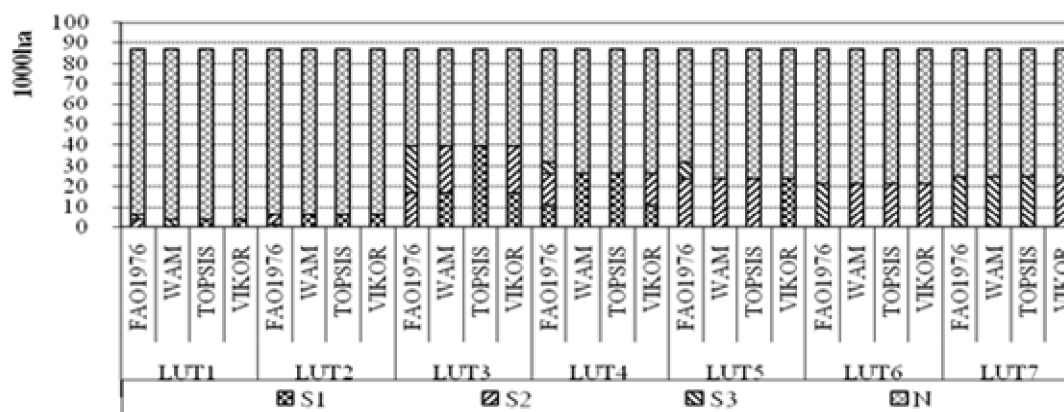
- Đánh giá kết quả mô hình:

So sánh kết quả đánh giá thích nghi của các nghiên cứu khác nhau trên cùng địa bàn huyện Đức Trọng- tỉnh Lâm Đồng, các nghiên cứu đánh giá thích nghi bền vững dựa trên khung đánh giá đất đai FAO (1993b) đều ứng dụng

AHP để tính trọng số các yếu tố, chỉ khác nhau kỹ thuật tính giá trị thích nghi (Si), cụ thể như sau: trong nghiên cứu này ứng dụng VIKOR, TOPSIS [2], trung bình trọng số (WAM) [3]; đánh giá thích nghi tự nhiên theo FAO (1976); kết quả thích nghi của từng LUT thể hiện ở đồ thị (hình 4).

Từ đó có nhận xét như sau: Cả ba phương pháp trung bình trọng số (WAM), TOPSIS, VIKOR đều xét đến sự tương tác giữa các yếu tố ảnh hưởng đến tính bền vững; diện tích không thích nghi (N) của các phương pháp bằng nhau và lớn hơn diện tích không thích nghi của phương pháp FAO (1976), có nghĩa là khi một LUS không thích nghi tự nhiên thì không bền vững, thích nghi tự nhiên nhưng hiệu quả kinh tế, môi trường kém thì không thích nghi bền vững.

Trong tính toán và phân loại giá trị thích nghi đất đai, kỹ thuật VIKOR dung hòa giữa WAM (mang tính bình quân) và TOPSIS (phát huy quá mức tránh trội của từng yếu tố), VIKOR xem xét hài hòa mối quan hệ giữa các yếu tố sao cho đạt được tối đa “nhóm tiện ích cho đa số” và tối thiểu sự “hối tiếc riêng lẻ”.



Hình 4. So sánh kết quả đánh giá thích nghi giữa các phương pháp: VIKOR, TOPSIS, WAM và FAO (1976)

4. KẾT LUẬN

Mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và VIKOR là công cụ rất hữu ích trong đánh giá thích nghi đất đai bền vững (xem xét đồng thời nhiều yếu tố bền vững). Trong đó, GIS đóng vai trò phân tích không gian, AHP nhóm tính trọng số các yếu tố đất đai, VIKOR tính toán và phân hạng giá trị các vùng thích nghi. Mô hình có ưu điểm là: (i) giảm được tính chủ quan và tranh thủ được tri thức của nhiều chuyên gia do AHP dùng trong môi trường ra quyết định nhóm; (ii) xem xét hài hòa tính chất của các yếu tố trong tính toán phân hạng thích nghi. Kết quả của mô hình hỗ trợ người ra quyết định (nhà quản lý, nhà quy hoạch,...) giải quyết bài toán ra quyết định đa mục tiêu không gian trong bố trí sử dụng đất bền vững một cách trực quan thông qua bản đồ thích nghi trong hệ GIS.

Ứng dụng mô hình tích hợp GIS, AHP nhóm và VIKOR trong đánh giá thích nghi đất đai phục vụ cho quản lý sử dụng đất bền vững

huyện Đức Trọng - tỉnh Lâm Đồng, kết quả đầu ra (số liệu và bản đồ thích nghi) đã đạt được tối đa “nhóm tiện ích cho đa số” các yếu tố và tối thiểu sự “hội tặc riêng lẻ” – hạn chế được những tồn tại trong sử dụng đất. Quá trình đánh giá thích nghi có sự tham gia của các đối tượng quản lý và sử dụng đất cấp huyện và cấp tỉnh, do vậy kết quả đề xuất sử dụng đất bền vững phù hợp với thực tiễn của địa phương, nên có thể sử dụng kết quả của nghiên cứu này (gồm: tài liệu và bản đồ) trong công tác quản lý và sử dụng đất huyện Đức Trọng. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này kỹ thuật VIKOR thực hiện trong môi trường ra quyết định riêng rẽ, kết quả còn mang tính chủ quan của các chuyên gia; trong tương lai cần nghiên cứu thực hiện kỹ thuật VIKOR trong môi trường ra quyết định nhóm (VIKOR group) để tranh thủ được tri thức của nhiều chuyên gia và hạn chế tính chủ quan trong quá trình đánh giá thích nghi đất đai.

The integrated model of GIS and AHP-VIKOR for evaluating sustainable land-use management

- **Le Canh Dinh**

Sub-National Institute of Agricultural Planning and Projection, Vietnam

ABSTRACT

Evaluation of sustainable land-use management (ESLM) is basically a multi-criteria decision analysis (MCDA) because it always has to take into considerations several different issues from socioeconomic to

ecological and environmental ones. In this study a model is developed to handle MCDA problems by integrating GIS and AHP - VIKOR (The name VIKOR appeared in 1990 from Serbian: ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno

Resenje, that means: Multicriteria Optimization and Compromise Solution). The model consists of three steps: (i) Identify sustainability indicators using the FAO approach (1993b, 2007); (ii) Calculate the weights of each sustainability indicators using AHP; (iii) thematic layers connected to each sustainability indicator are built in GIS then overlaid to calculate suitability index (Si) for each region using VIKOR, finally rank Si to determine

Keywords: GIS, AHP, VIKOR, land suitability analysis, sustainable land-use management.

regions suitable for each land use purpose. Comparing of the results of this model (GIS and AHP-VIKOR) and the results of GIS and AHP-TOPSIS, GIS and AHP -WAM (calculate Si for each region by Weighted Average Method) under the same conditions of Duc Trong district - Lam Dong province. The similarities and differences of three models are also discussed, and then evaluated each model.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Cảnh Định. *Tích hợp GIS và AHP-TOPSIS nhóm trong đánh giá thích nghi đất đai phục vụ quản lý sử dụng đất bền vững*. Kỷ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2014, 28-29/11/2014, Đại học Cần Thơ.
- [2]. Le Canh Dinh, Tran Trong Duc. *Integration of GIS, group AHP and TOPSIS in evaluating sustainable land-use management*. Proceedings of The International Conference on GeoInformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences (GIS-IDEAS), 16-20 October 2012, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam.
- [3]. Lê Cảnh Định. *Tích hợp GIS và phân tích quyết định nhóm đa tiêu chuẩn trong đánh giá thích nghi đất đai*. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, số 9/2011, trang 82-89.
- [4]. J. Lu, G. Zhang, D. Ruan, F. Wu. *Multi-Objective Group Decision Making: Method, software, and application with fuzzy techniques*. World scientific Publishing, Singapore (2007), 390 pp.
- [5]. S. Opricovic, G. H Tzeng. *Compromise solution by MCDM method: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS*. European journal of operational research 156 (2004) 445-455, ScienceDirect.
- [6]. J.H Liou, C. Y. Tsai, R.H. Lin, G.H Tzeng. *A modified VIKOR multiple-criteria decision method for improving domestic airline service quality*. Air transport Management, 17 (2011) 57-61, ScienceDirect.
- [7]. A. Jahan, F. Mustapha, M.Y. Ismail, S.M. Sapuan, M. Bahraminasab. *A comprehensive VIKOR method for material selection*. Materials and Design, 32 (2011) 1215-1221, ScienceDirect.