

ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT MỜ TRONG TÍNH TOÁN GIÁ TRỊ HIỆN TẠI (NPV) CỦA DỰ ÁN XÂY DỰNG

Ths. Nguyễn Hoài Nghĩa¹

TÓM TẮT

Trong thực tế, những phân tích kinh tế kỹ thuật luôn bao hàm tính không chắc chắn về dữ liệu của dòng ngân lưu. Do đó những mô hình tính toán truyền thống như sử dụng số thực hoặc các phân bố xác suất thể hiện chưa đầy đủ bản chất của vấn đề. Bài báo này đề xuất một mô hình tính toán ngân lưu với các giá trị trên dòng ngân lưu và suất chiết khấu dựa trên số mờ tam giác, như là một cách tiếp cận khác ngoài những mô hình tính toán dòng ngân lưu truyền thống. Lý thuyết mờ, với ưu thế giải quyết những vấn đề mang tính mơ hồ trong ý tưởng hoặc nhận thức của con người, đã được chứng minh là phù hợp hơn cách giải quyết bài toán theo những mô hình tính toán truyền thống. Trong bài báo, công thức tính toán giá trị hiện tại của mô hình dòng ngân lưu mờ được đề xuất. Kết quả tính toán giá trị hiện tại theo lý thuyết mờ được so sánh với kết quả tính toán theo lý thuyết xác suất. Giá trị hiện tại mờ là một số mờ với hàm thành viên là phi tuyến.

Từ khóa: dòng ngân lưu, giá trị hiện tại, lý thuyết mờ, lý thuyết xác suất, số mờ.

ABSTRACT

In practice, engineering economic analysis involves uncertainty about future cash flows. Therefore, the conventional cash flow models where cash flows are defined as either crisp numbers or risky probability distributions do not describe sufficiently the nature of future cash flows. As an alternative to conventional cash flow models, this article proposes an engineering economic decision model in which the uncertain cash flows and discount rates are specified as triangular fuzzy numbers. Fuzzy set theory, with the advantages in dealing with vagueness in human thoughts and perceptions, proves its fitness in solving the problem than the conventional cash flow models. The present value formulation of this fuzzy cash flow model is derived in this article. The result of the fuzzy present value is compared with the value that is calculated by probability theory. The fuzzy present value is a fuzzy number with nonlinear membership function.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tế, khi phân tích kinh tế kỹ thuật, hầu hết các vấn đề nảy sinh liên quan đến tính không chắc chắn của mô hình dòng ngân lưu. Nếu các dữ liệu đầy đủ, lý thuyết xác suất thường được sử dụng để mô hình hoá và phân tích dòng ngân lưu. Tuy nhiên, nhà quản lý hiếm khi có đủ thông tin cần thiết để tiến hành phân tích tính toán. Khi những dữ liệu xác suất không được chứng minh là đáng tin cậy, người ra quyết định chủ yếu dựa trên kiến

thức của các chuyên gia khi mô hình hoá dòng ngân lưu.

Dựa trên những kiến thức của những chuyên gia tài chính, hàm phân bố xác suất “chủ quan” được sử dụng rộng rãi trong việc dự đoán dòng ngân lưu. Tuy nhiên, trong một môi trường ra quyết định đầy biến động, kiến thức của một chuyên gia về dòng ngân lưu thường chứa đựng nhiều mơ hồ chứ không mang tính ngẫu nhiên. Ví

¹ Giảng viên Khoa Xây dựng và Điện, Trường ĐH Mở Tp.HCM

dự, để miêu tả một doanh số được dự đoán từ những thông tin có được trong quá khứ, một mô tả ngôn ngữ như “khoảng mười tỉ” thường được sử dụng. Để giải quyết sự mơ hồ trong ý tưởng, giáo sư Lotfi A. Zadeh (Đại học California, Berkeley) đã đưa ra một lý thuyết mới đó là lý thuyết mờ (fuzzy set theory). Lý thuyết này lần đầu được biết đến vào năm 1965 khi giáo sư Zadeh công bố bài báo đầu tiên tên “Fuzzy Sets” [10]. Cho đến hiện nay, lý thuyết này ngày càng được hoàn chỉnh và trở nên hoàn thiện qua nhiều công trình nghiên cứu của chính tác giả và nhiều nhà nghiên cứu khác trên khắp thế giới.

Lý thuyết mờ được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống, từ lĩnh vực ra quyết định, điều khiển hệ thống, quy hoạch tuyến tính đến kiểm soát chất lượng, tiến độ dự án, người máy, kỹ thuật hạt nhân, kỹ thuật không gian ... Nó đặc biệt được sử dụng nhiều khi những phán đoán, đánh giá và quyết định của con người đóng vai trò quan trọng, khi phải giải quyết những nguồn thông tin hoặc dữ liệu bất định, không chính xác hoặc không chắc chắn.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Tổng quan:

Hillier (1963) trình bày một phương pháp phân tích, trong đó định nghĩa một hàm phân phối xác suất của giá trị hiện tại và suất thu lợi nội tại của một số dòng ngân lưu có phân phối ngẫu nhiên ở những khoảng thời gian xác định. Wagle (1967) trình bày một phương pháp tương tự như Hillier. Tuy nhiên, phương pháp này không đòi hỏi phải cung cấp giá trị trung bình và độ lệch của dòng ngân lưu. Hai giá trị này sẽ được tính từ dữ liệu.

Park (1984) trình bày công thức tính toán tỉ lệ B/C khi dòng ngân lưu là một phân bố xác suất. Công thức này cũng giả thiết dòng ngân lưu có những khoảng thời gian cố định.

Buck và Askin (1986) khi nghiên cứu về việc tính toán giá trị hiện tại và phương sai của giá trị hiện tại của dòng ngân lưu với những khoảng thời gian ngẫu nhiên đã đưa ra định nghĩa giá trị trung bình riêng phần và những giá trị liên quan đồng thời biểu thị mối quan hệ giữa chúng với các giá trị ít rủi ro hơn.

Boussabaine và Elhag (1999) giới thiệu một cách tiếp cận khác trong việc phân tích dòng ngân lưu cho các dự án xây dựng. Các tác giả chỉ quan tâm đến chiều dịch chuyển của dòng ngân lưu tại những thời điểm đánh giá hơn là giá trị dự báo. Các tác giả đã áp dụng lý thuyết mờ để xem xét sự thay đổi của dòng ngân lưu. Dự án được nghiên cứu dựa trên giả thiết là dòng ngân lưu tại những giai đoạn đánh giá đặc biệt là mơ hồ.

Kahraman và cộng sự (2000, 2001, 2002) ứng dụng lý thuyết mờ trong việc tính toán tỉ số B/C của các dự án công cộng. Các tác giả đã so sánh giữa tỉ số B/C (lợi ích trên chi phí) được tính toán theo xác suất và đưa ra phương pháp tính toán tỉ số này dựa trên lý thuyết mờ.

Kahraman và cộng sự (2004) ứng dụng lý thuyết mờ trong việc đo lường độ lệch khi phân tích giá trị hiện tại. Các tác giả đã so sánh độ lệch của giá trị hiện tại mờ và giá trị trung bình hàng năm mờ của dòng tiền.

Dimakos (2006) trình bày công thức tính toán giá trị NPV khi các yếu tố ảnh hưởng đến dòng ngân lưu tuân theo mô hình lôgarít kết hợp với mô hình phân tích chuỗi thời gian.

Các nghiên cứu về dòng ngân lưu sử dụng nhiều cách tiếp cận khác nhau như lý thuyết xác suất, hàm lôgarít, ... Một số tác giả đã áp dụng lý thuyết mờ để mờ hóa các giá trị trên dòng ngân lưu, tuy nhiên việc tính toán còn tương đối phức tạp. Bài báo này đã áp dụng khái niệm hệ số chiết khấu giúp quá trình tính toán đơn giản hơn

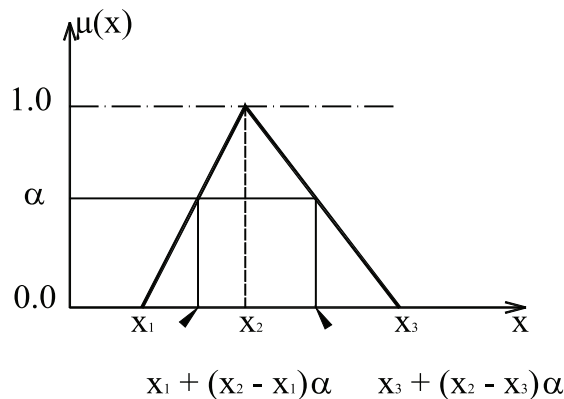
đồng thời tính toán áp dụng vào một dự án cụ thể tại Việt Nam. Kết quả tính toán theo lý thuyết mờ được so sánh với kết quả tính toán theo lý thuyết xác suất để kiểm chứng tính đúng đắn.

2. Số mờ tam giác:

Có nhiều dạng số mờ, tuy nhiên để đơn giản trong tính toán giá trị hiện tại

(NPV) ta có thể áp dụng số mờ tam giác. Khi biểu diễn một sự kiện mờ hồ, số mờ tam giác với ba tham số, mỗi tham số biểu diễn một biến ngôn ngữ tương ứng với một giá trị mờ trong khoảng 0 và 1. Một số mờ tam giác được kí hiệu $X(x_1, x_2, x_3)$. Những tham số x_1, x_2, x_3 tương ứng là các giá trị nhỏ nhất khả dĩ, giá trị hứa hẹn nhất, và giá trị lớn nhất khả dĩ được dùng để mô tả

Hình 1. Số mờ tam giác X



một sự kiện mờ. Số mờ tam giác được mô tả trong hình 1.

Mỗi số mờ tam giác có dạng tuyến tính phía bên trái và bên phải do đó ta

$$\begin{aligned} \mu(x) &= 0 & x < x_1 & \quad (1) \\ &= (x-x_1)/(x_2-x_1) & x_1 \leq x \leq x_2 & \quad (2) \\ &= (x_2-x)/(x_2-x_3) & x_2 \leq x \leq x_3 & \quad (3) \\ &= 0 & x > x_3 & \quad (4) \end{aligned}$$

có hàm thành viên $\mu(x)$ với định nghĩa như sau:

$$X = [X^{T(\alpha)}, X^{P(\alpha)}] = [x_1 + (x_2 - x_1)\alpha, x_3 + (x_2 - x_3)\alpha], \forall \alpha \in [0, 1] \quad (5)$$

Ta có thể biểu diễn số mờ tam giác theo một dạng khác:

$X^{T(\alpha)}$ và $X^{P(\alpha)}$ là những giá trị x trên hàm tuyến tính ở với bên trái và bên phải của X ứng với mỗi giá trị mờ α .

3. Nguyên lý mở rộng:

Dubois và Prade [4, 5] đã phát triển nguyên lý mở rộng trong đó áp dụng những nguyên lý số học cơ bản như: phép cộng, phép trừ, phép nhân, và phép chia cho số mờ.

Trước tiên, áp dụng tính chất của phép nhân số mờ, xét tích số của $(1 + R_t)$ trong

$$\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}) = \left[\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)}), \prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)}) \right] \quad (15)$$

công thức [8]. Vì $R > 0$, điều đó có nghĩa hạng tử $(1 + R_{t'})$ dương, ta có:

Cần chú ý rằng kết quả cũng là số mờ dương. Tiếp theo, sử dụng tính chất của

phép chia số mờ, ta xem xét hai trường hợp sau (do đặc điểm của dòng ngân lưu):

a. Khi P_t là số dương, R_t là số dương ta có:

$$\left[\frac{P_t^{T(\alpha)}}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})}, \frac{P_t^{P(\alpha)}}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})} \right] \quad (16)$$

b. Khi P_t là số âm, R_t là số dương ta có:

$$\left[\frac{P_t^{T(\alpha)}}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})}, \frac{P_t^{P(\alpha)}}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})} \right] \quad (17)$$

Hay ta có thể biểu diễn kết quả theo dạng đơn giản như sau:

$$\left[\left(\frac{\max(P_t^{T(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})} + \frac{\min(P_t^{T(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})} \right), \left(\frac{\max(P_t^{P(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})} + \frac{\min(P_t^{P(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})} \right) \right] \quad (18)$$

Ở công thức (18), khi P_t là số dương, $\max \{P_t^{T(\alpha)}, 0\}$ bằng với $P_t^{T(\alpha)}$ và $\min \{P_t^{T(\alpha)}, 0\}$ bằng với 0 được bỏ qua. Tương tự, $\max \{P_t^{P(\alpha)}, 0\}$ bằng với $P_t^{P(\alpha)}$ và $\min \{P_t^{P(\alpha)}, 0\}$ bằng với 0 được bỏ qua.

Lập luận tương tự khi P_t là số âm.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU:

Áp dụng số mờ tam giác $P_t = (p_{t0}, p_{t1}, p_{t2})$ để biểu diễn các khoản thu chi tại thời điểm t trên dòng ngân lưu như sau:

$$P_t = [P_t^{T(\alpha)}, P_t^{P(\alpha)}] = [p_{t0} + (p_{t1} - p_{t0})\alpha, p_{t2} + (p_{t1} - p_{t2})\alpha], \forall \alpha \in [0, 1] \quad (6)$$

P_t có thể là các khoản chi ra ($P_t < 0$) hoặc là các khoản thu vào ($P_t > 0$).

Tương tự, lãi suất chiết khấu mờ $R_t = (r_{t0}, r_{t1}, r_{t2})$ được biểu diễn như sau:

$$R_t = [R_t^{T(\alpha)}, R_t^{P(\alpha)}] = [r_{t0} + (r_{t1} - r_{t0})\alpha, r_{t2} + (r_{t1} - r_{t2})\alpha], \forall \alpha \in [0, 1] \quad (7)$$

Do đó, giá trị hiện tại của một giá trị ở một thời đoạn trên dòng ngân lưu là:

$$PV_t = \frac{P_t}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'})} \quad (8)$$

Với P_t , R_t lần lượt là giá trị dòng ngân lưu mờ và lãi suất chiết khấu mờ.

Áp dụng nguyên lý mở rộng, công thức giá trị hiện tại được rút ra bằng cách tổng các giá trị hiện tại như sau:

$$NPV = \left[\sum_{t=0}^n \left(\frac{\max(P_t^{T(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})} + \frac{\min(P_t^{T(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})} \right), \sum_{t=0}^n \left(\frac{\max(P_t^{P(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{T(\alpha)})} + \frac{\min(P_t^{P(\alpha)}, 0)}{\prod_{t'=0}^t (1 + R_{t'}^{P(\alpha)})} \right) \right] \quad (19)$$

Hay ta có thể tổng quát hoá công thức tính NPV như sau:

$$NPV_T = P_O^T + \sum_{t=1}^n P_t^T \begin{cases} \text{Min} \left\{ \prod_{t'=1}^t (P / P_{t'}, r_{t'}^{T,P} \%, 1) \right\}, & P_t^T > 0 \\ \text{Max} \left\{ \prod_{t'=1}^t (P / P_{t'}, r_{t'}^{T,P} \%, 1) \right\}, & P_t^T < 0 \end{cases} \quad (20)$$

$$NPV_G = P_O^G + \sum_{t=1}^n P_t^G \prod_{t'=1}^t (P / P_{t'}, r_{t'}^{G,P} \%, 1) \quad (21)$$

$$NPV_P = P_O^P + \sum_{t=1}^n P_t^P \begin{cases} \text{Max} \left\{ \prod_{t'=1}^t (P / P_{t'}, r_{t'}^{T,P} \%, 1) \right\}, & P_t^T > 0 \\ \text{Min} \left\{ \prod_{t'=1}^t (P / P_{t'}, r_{t'}^{T,P} \%, 1) \right\}, & P_t^T < 0 \end{cases} \quad (22)$$

$$NPV = (NPV_T, NPV_G, NPV_P) \quad (23)$$

Với:

- $(P/P_t, r_t \%, 1) = \frac{1}{(1 + r_t)^1}$ (hệ số chiết khấu) (24)
- P_t : giá trị dòng ngân lưu tại thời điểm t .
- r_t : giá trị lãi suất chiết khấu tại thời điểm t .
- Các chỉ số T, G, P: giá trị bên trái, giá trị giữa, giá trị bên phải của số mờ tam giác tương ứng.

Các công thức trên có thể được sử dụng với những giả thiết sau:

- Tất cả P_t và r_t là những xác định mờ ở cuối năm tài khoá
- P_t có thể là số mờ tam giác dương hoặc âm

- Tất cả r_t là số mờ tam giác dương trừ $r_0 = (0, 0, 0)\%$

Áp dụng những nghiên cứu trên vào việc tính toán giá trị hiện tại của dự án đường cao tốc thành phố Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây (chủ đầu tư là công ty Đầu Tư Phát Triển Đường Cao Tốc Việt Nam) ở giai đoạn 1 với các số liệu như sau:

- Suất chiết khấu: 7,5%
- Thời gian tính toán là 30 năm (từ năm 2005 đến 2035).
- Thời gian xây dựng là 03 năm. Năm 2008 sẽ bắt đầu đi vào khai thác.
- Đơn giá thu phí của các loại xe như sau:

STT	Loại xe	Mức giá (VNĐ)
1	Xe < 12 chỗ	18.000
2	Xe khách nhỏ 12-30 chỗ	30.000
3	Xe khách trên 30 chỗ	40.000
4	Xe tải nhẹ, trung (trọng tải < 10T)	40.000
5	Xe tải nặng (trọng tải >10T)	70.000
6	Xe tải đặc biệt (kéo móc > 3 trục)	100.000

- Phí duy tu bảo dưỡng: 631.069.000 VNĐ được phân bổ theo thời gian.

- Lưu lượng từng loại xe trên tuyến đường thu được theo kết quả đếm xe trên các trạm dọc đường.
- Áp dụng lý thuyết xác suất để tính toán giá trị hiện tại:

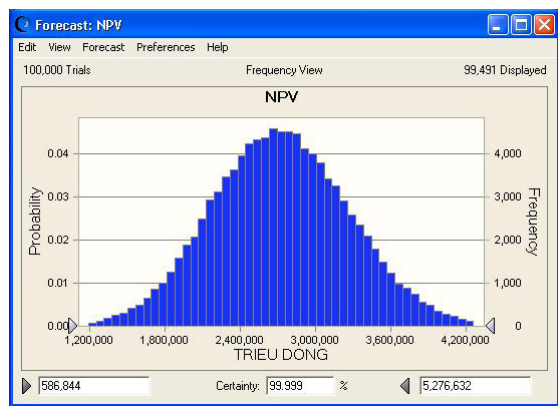
- Tính toán các giá trị PV của dự án với các số liệu đầu vào như trên trong bảng tính Excel, ta có kết quả như bảng sau (đơn vị triệu đồng):

Năm	Giá trị thu được	Năm	Giá trị thu được	Năm	Giá trị thu được
2005	-567.525	2015	620.320	2025	1.312.261
2006	-2.270.100	2016	644.687	2026	1.401.874
2007	-2.837.626	2017	669.023	2027	1.353.194
2008	356.071	2018	777.934	2028	1.398.662
2009	389.900	2019	858.831	2029	1.398.360
2010	427.612	2020	949.914	2030	1.398.358
2011	463.531	2021	1.012.903	2031	1.398.357
2012	440.540	2022	956.509	2032	1.344.920
2013	519.025	2023	1.150.688	2033	1.398.354
2014	566.644	2024	1.228.591	2034	1.400.638

- Tiếp theo, xác định hàm phân phối xác suất của các biến – phí duy tu bảo dưỡng, giá thu phí của các phương tiện tham gia giao thông, lưu lượng xe, suất chiết khấu của dòng ngân lưu bằng cách thu thập và thống kê các số liệu của 14 dự án cầu đường trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh và một số tỉnh lân cận.

- Sử dụng phần mềm Crystal Ball 2000 để mô phỏng dự án trên với các hàm phân phối xác suất vừa tìm được ta thu được kết quả phân tích rủi ro về giá trị NPV của dự án như sau:

Hình 2. Phân phối xác suất của giá trị NPV



Hình 3. Giá trị NPV theo xác suất tích lũy

Percentiles:	Forecast values
0%	586.844
10%	2.026.293
20%	2.256.119
30%	2.427.928
40%	2.574.417
50%	2.713.263
60%	2.852.184
70%	3.004.861
80%	3.183.705
90%	3.430.838
100%	5.276.632

- Từ kết quả trên ta thấy: Giá trị trung bình của NPV (tương ứng với xác suất tích lũy 50%) là 2.713.263 triệu đồng, giá trị thấp nhất (tương ứng với xác suất tích lũy 0%) là 586.844 triệu đồng, giá trị cao nhất (tương ứng với xác suất tích lũy 100%) là 5.276.632 triệu đồng.

- Áp dụng lý thuyết mờ để tính toán giá trị hiện tại:
- Sử dụng kết quả tính toán các giá trị PV ở trên để mờ hoá dòng ngân lưu với các giá trị như sau: giá trị thu được tương ứng với giá trị hứa hẹn nhất, giá trị nhỏ nhất khả dĩ bằng 0.9 lần giá trị thu được,

và giá trị lớn nhất khả dĩ bằng 1.1 lần giá trị thu được. Ví dụ: PV mờ trên dòng ngân lưu tại năm 2005 sẽ là: $PV_{2005} = (-510.773, -567.525, -624.278)$ triệu đồng. Tương tự cho các PV mờ ở các năm sau. Suất chiết khấu mờ hoá $r = (5,4; 7,5; 9,6)\%/năm$ cho tất cả các năm.

- Sau khi áp dụng các công thức (20), (21), (22), (24) ta tính được giá trị NPV như sau:
 $NPV_T = 626.730$ (triệu đồng).
 $NPV_P = 5.707.757$ (triệu đồng).
 $NPV_G = 2.479.144$ (triệu đồng).

Như vậy, giá trị hiện tại của dự án là một số mờ có giá trị:

$NPV = (626.730, 2.479.144, 5.707.757)$ triệu đồng.

So sánh kết quả tính toán NPV theo lý thuyết xác suất và lý thuyết mờ ta có:

Lý thuyết mờ	Lý thuyết xác suất	Chênh lệch
Giá trị nhỏ nhất khả dĩ = 626.730 (tr. Đồng)	Giá trị thấp nhất = 586.844 (tr. Đồng)	7%
Giá trị hứa hẹn nhất = 2.479.144 (tr. Đồng)	Giá trị trung bình = 2.713.263 (tr. Đồng)	-9%
Giá trị lớn nhất khả dĩ = 5.707.757 (tr. Đồng)	Giá trị cao nhất = 5.276.632 (tr. Đồng)	8%

Theo kết quả trên ta nhận thấy, việc áp dụng lý thuyết mờ để tính toán NPV của dự án cho kết quả gần bằng với kết quả tính toán theo lý thuyết xác suất, với sai số cho phép nhỏ hơn $\pm 10\%$.

IV. KẾT LUẬN

Thông thường, giá trị hiện tại của dự án được tính toán từ những thông số “rõ” của dòng ngân lưu. Sau đó, để phân tích rủi ro, các thông số này được xem là tuân theo một quy luật phân bố xác suất nào đó (quy luật phân bố này có thể rút ra từ những số liệu thống kê hoặc từ kinh nghiệm của những chuyên gia tài chính). Tuy nhiên, để có được số liệu thống kê, chúng ta cần nhiều thời gian và công sức. Bên cạnh đó các dự đoán của chuyên gia lại chứa đựng mơ hồ chứ không mang tính ngẫu nhiên. Điều đặc biệt quan trọng là: không phải tất cả các biến đều tuân theo quy luật của lý thuyết xác suất (cụ thể là biến suất chiết khấu), do đó việc áp dụng lý thuyết xác suất trong trường hợp này là khiên cưỡng.

Do đó, việc áp dụng lý thuyết xác suất trong việc tính toán giá trị hiện tại còn nhiều hạn chế. Để khắc phục những hạn chế này, các khái niệm xuất phát từ lý thuyết mờ đã được áp dụng để mô hình hoá dòng ngân lưu và tính toán giá trị hiện tại. Với đặc điểm được sử dụng để giải

quyết những nguồn thông tin hoặc dữ liệu bất định, không chính xác và không chắc chắn, việc áp dụng lý thuyết mờ rõ ràng là hợp lý hơn việc áp dụng lý thuyết xác suất khi tính toán giá trị hiện tại.

Ngoài ra, việc áp dụng lý thuyết mờ có một số ưu điểm sau:

- Giảm thời gian thu thập số liệu.
- Quá trình tính toán đơn giản hơn.
- Sử dụng ít giả thiết hơn về trạng thái của các biến liên quan.
- Ở mỗi mức tin cậy, ta có kết quả là một khoảng giá trị thay vì một giá trị NPV duy nhất như trong các phương pháp khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Boussabaine A. H., Elhag T.; 1999; Applying fuzzy techniques to cash flow analysis; Construction Management & Economics; Vol.17, No.6, pp.745-755

2. Chiu Y. C.; 1998; Capital budgeting decisions with fuzzy projects; The engineering economist; Vol.43, No.2; pp.125-150

3. Dubois D., H. Prade; 1983; Ranking Fuzzy Number in the Setting of Possibility Theory; Information Sciences, Vol. 30; pp. 183-224

4. Dubois D., H. Prade; 1979; Fuzzy Real Algebra: Some Results; Fuzzy Sets and Systems, Vol. 2; pp. 327-348
5. Kahraman C.; 2001; Fuzzy versus probabilistic benefit/cost ratio analysis for public work projects; Int. J. Appli. Math. Comput. Sci.; Vol.11, No.3; pp.705-718
6. Kahraman C., Tolga E., Ulukan Z.; 2000; Justification of manufacturing technologies using fuzzy benefit/cost ratio analysis; Int. J. Prod. Economics; Vol.66, No.1, pp.45-52
7. Sanches A. L. et al.; 2005; Capital budgeting using triangular fuzzy numbers; V Encuentro Internacional de Finanzas, Chile
8. Zadeh L. A.; 1965; Fuzzy Sets; Information and Control, 8, pp.338-353
9. Zadeh L. A.; 1984; Fuzzy Probabilities; Information processing and management; No.3; pp.363-372
10. Zadeh L. A.; 1999; Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility; Fuzzy sets and systems 100 supplement, North-Holland, pp.9-34
11. Zadeh L. A.; 2002; Probability theory and Fuzzy logic; University of California
12. GS.TS Nguyễn Văn Chơn; 1998; Phương pháp lập dự án đầu tư trong ngành xây dựng; NXB Xây Dựng
13. VS. TSKH Nguyễn Văn Đáng; 2005; Quản lý dự án xây dựng; NXB tổng hợp Đồng Nai
14. Nguyễn Như Phong; 2005; Lý thuyết mờ và ứng dụng; NXB Khoa Học Và Kỹ Thuật.
15. GS. Phạm Phú; 2007; Phân tích và lựa chọn dự án đầu tư; NXB Thống kê.