

# ƯỚC LƯỢNG ĐƯỜNG CONG LÃI SUẤT CHO THỊ TRƯỜNG TÀI CHÍNH VIỆT NAM BẰNG MÔ HÌNH VASICEK

Ths. Trần Phước Huy, GS.TS. Nguyễn Quang Đông

Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: huytp@neu.edu.vn

*Trên thị trường tài chính, lãi suất được xem như là một nhân tố quan trọng trong việc ra quyết định đầu tư. Đồ thị lãi suất với các kỳ hạn khác nhau được gọi là **đường cong lãi suất**. Các tổ chức tài chính như Bloomberg, Công ty chứng khoán Woori CBV, Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB) đã cố gắng xây dựng đường cong lãi suất cho thị trường trái phiếu Việt Nam. Tuy nhiên, do số liệu từ giao dịch trái phiếu còn hạn chế nên những đường cong này hầu hết chỉ mang ý nghĩa thống kê. Chính vì vậy, đường cong lãi suất ước lượng bằng mô hình Vasicek với dữ liệu đầu vào là một loại lãi suất ngắn hạn sẽ là một công cụ để dự đoán xu thế của lãi suất cũng như các mức lãi suất cụ thể tương ứng với các kỳ hạn khác nhau trong tương lai nhằm thúc đẩy sự phát triển của thị trường trái phiếu nói riêng và thị trường tài chính Việt Nam nói chung.*

**Từ khóa:** lãi suất, đường cong lãi suất, mô hình Vasicek, thị trường tài chính

## 1. Giới thiệu

Cấu trúc kỳ hạn của lãi suất phản ánh sự thay đổi của lãi suất theo thời gian đáo hạn đã được nghiên cứu trong một thời gian dài trong các thị trường tài chính phát triển. Mối quan hệ giữa lãi suất kỳ vọng và thời gian đến hạn được mô tả như là một đường cong lãi suất. Chúng ta có 4 dạng đường cong lãi suất, bao gồm: chuẩn (dốc lên), nghịch chuyển (dốc xuống), phẳng và đường cong khác. Mặc dù hình dạng đường cong lãi suất được tìm thấy ở nhiều quốc gia khác nhau nhưng hình dạng dốc lên của đường cong lãi suất gặp nhiều hơn cả, đó là lý do tại sao nó được gọi là đường cong lãi suất chuẩn.

Sự phụ thuộc của lãi suất vào thời gian đáo hạn trở thành vấn đề quan trọng của các nền kinh tế. Trước khi các mô hình toán học trong tài chính được sử dụng rộng rãi để ước lượng và dự đoán đường cong lãi suất, các lý thuyết cổ điển cũng đã được sử dụng để giải thích hình dạng của đường cong lãi suất. Thứ nhất, **lý thuyết kỳ vọng** cho rằng đường cong lãi suất dốc lên là do kỳ vọng lãi suất tăng trong tương lai và ngược lại, đường cong lãi suất dốc xuống là do kỳ vọng lãi suất giảm. Tuy nhiên, kỳ vọng không phải là yếu tố duy nhất tác động đến hình dáng của đường cong lãi suất. Thứ hai, **lý thuyết ưa thích thanh khoản** cho rằng các trái phiếu dài hạn rủi ro hơn và ít hấp dẫn hơn các trái phiếu ngắn hạn nên để khuyến khích nhà đầu tư, một phần tăng thêm của lãi suất được cộng vào lợi ích của các nhà đầu tư. Trong khi đó, **lý thuyết phân đoạn thị trường** phủ nhận sự phụ thuộc của lãi suất kỳ vọng vào quyết định đầu tư. Theo lý thuyết này, thị trường trái phiếu được chia làm 2 phần là thị trường ngắn hạn và thị trường dài hạn để phù hợp với lãi suất kỳ vọng đa dạng và sự ưa thích hơn. Cầu trái phiếu trong ngắn hạn nhỏ hơn trong dài hạn làm cho đường cong lãi suất dốc lên. Ngược lại, đường cong dốc xuống là do cầu trái phiếu trong ngắn hạn cao hơn trong dài hạn. Tóm lại, kỳ vọng lãi suất, sự ưa thích hơn và phân

đoạn thị trường là các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến hình dạng của đường cong lãi suất. Tuy nhiên, các yếu tố này được nghiên cứu một cách riêng rẽ, nên, một phân tích tốt phải kết hợp các nhân tố này với nhau.

Trong những năm gần đây, các lý thuyết mới chú trọng vào ước lượng mối liên hệ kinh tế bằng các mô hình toán học để giải thích cấu trúc kỳ hạn của lãi suất. Trong các mô hình này, biến chính là lãi suất ngắn hạn hoặc lãi suất giao ngay, được xem như là một quá trình ngẫu nhiên, như quá trình Markov, chuyển động Brown.

Black và Scholes (1973) đã giới thiệu một mô hình định giá tài sản phi rủi ro có bao gồm chuyển động Brown. Lúc này, mô hình cùng với công thức của nó đã có tác động mang tính cách mạng đến thị trường Chứng khoán Mỹ. Nói một cách đơn giản, giá các chứng khoán tuân theo một quá trình ngẫu nhiên mà giá trị trung bình bằng 0. Mô hình này được mở rộng theo nhiều cách khác nhau để miêu tả sự thay đổi trong các thị trường tài chính hiện đại.

Những mô hình phổ biến nhất là Vasicek được giới thiệu vào năm 1977 và Cox, Ingersoll, Ross (CIR) năm 1985. Bằng việc sử dụng các quá trình khuếch tán riêng biệt, các phương trình vi phân ngẫu nhiên và tích phân ngẫu nhiên, các tác giả đã nhận được giá trị của lãi suất tại mỗi thời điểm trong thời gian đáo hạn. Đặc điểm chính của mô hình Vasicek là lãi suất trong dài hạn phụ thuộc vào xu thế thay đổi hiện tại của lãi suất. Giả định của mô hình Vasicek về lãi suất ngắn hạn và phi rủi ro đã đưa lãi suất thoát khỏi ảnh hưởng của các rủi ro thị trường như rủi ro ngành, rủi ro điều hành công ty, rủi ro thanh khoản và các rủi ro khác. Do vậy, mô hình này được gọi là mô hình một nhân tố.

Trong mô hình Vasicek, lãi suất có thể âm. Để giải quyết vấn đề này, Cox, Ingersoll và Ross (1985) đã giới thiệu mô hình của họ (CIR) với lãi suất tuân theo một phương trình vi phân ngẫu nhiên mà khi lãi suất trở về 0, sẽ không có độ lệch chuẩn của nó. Vì vậy, yếu tố chính tác động đến độ biến động của lãi suất là giá trị phục hồi trung bình. Cùng với mô hình Vasicek, sự phục hồi của giá trị trung bình chỉ ra rằng lãi suất tăng đến điểm cân bằng dài hạn.

Mô hình CIR đã giải quyết được các nhược điểm của mô hình Vasicek, vì vậy, sự kết hợp giữa hai mô hình này sẽ mang đến kết quả toàn diện cho các nghiên cứu. Zdravka Aljinovic và Bosko Sego (2001) đã ước lượng và giải thích đường cong lãi suất trên thị trường trái phiếu chính phủ Croatia năm 2001 bằng mô hình Vasicek và mô hình CIR. Với một thị nền kinh tế chuyển đổi với nhiều hạn chế như Croatia thì những mô hình một nhân tố đơn giản như Vasicek và CIR khá phù hợp để xây dựng đường cong cho thị trường trái phiếu.

Nguyễn Quang Dong và Đàm Đình Mạnh (2009) đã sử dụng mô hình Nelson – Siegel và mô hình Svenson để ước lượng hình dạng của đường cong lãi suất trên thị trường trái phiếu Việt Nam. Tác giả cố gắng vẽ ra đường cong lãi suất để làm cơ sở cho việc xây dựng đường cong lãi suất chuẩn trên thị trường trái phiếu Việt Nam. Tuy nhiên, do những hạn chế trong một nền kinh tế chuyển đổi, mô hình này đã không mô tả chính xác thực trạng của thị trường trái phiếu Việt Nam. Mặt khác, mô hình này đã không đưa ra được dự báo cụ thể cho các quyết định đầu tư.

Thị trường trái phiếu Việt Nam với nhiều hạn chế, vì vậy, mô hình được sử dụng để ước lượng đường cong lãi suất nên đơn giản và có dự báo ý nghĩa. Đó là lý do tại sao tác giả lựa chọn mô hình Vasicek để ước lượng đường cong lãi suất và dự báo lãi suất trên thị trường tài chính Việt Nam.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu

Trong mô hình Vasicek, lãi suất ngắn hạn được xác định bởi:

$$dr(t) = a(b - r(t))dt + \sigma dW(t) \quad (1)$$

Trong đó:  $a$ ,  $b$ ,  $\sigma$  là các tham số không âm,

$r(t)$  là lãi suất tại thời điểm  $t$ ,

$W(t)$  là chuyển động Brown tuân theo phân bố chuẩn với giá trị trung bình là 0.

Tham số  $b$  chính là giá trị cân bằng dài hạn của lãi suất ngắn hạn  $r(t)$ . Khi lãi suất ngắn hạn lớn hơn lãi suất trung bình dài hạn thì độ lệch  $(b-r(t))$  âm và đẩy lãi suất ngắn hạn về gần hơn lãi suất trung bình dài hạn. Ngược lại, độ lệch  $(b-r(t))$  dương thì sẽ đẩy lãi suất về giá trị  $b$ . Tham số  $a$  xác định tốc độ điều chỉnh và phải dương để đảm bảo rằng lãi suất  $r(t)$  hội tụ về  $b$ . Với phương sai không đổi  $\sigma^2$ ,  $r(t)$  sẽ dao động xung quanh  $b$ .

Mặt khác, với  $R(t,T)$  là lãi suất tại thời điểm  $t$  trong kỳ đáo hạn  $T$  thì đường cong lãi suất biểu thị mối quan hệ giữa lãi suất  $R(t,T)$  và thời gian  $t$  đến khi đáo hạn  $T$ . Để xây dựng đường cong lãi suất, Otta (2009) và Trần Hùng Thao (2003) xác định công thức giá của một công cụ tài chính có kỳ đáo hạn  $T$  tại thời điểm  $t$ :

$$P(t, T) = e^{A(t, T) - B(t, T)r(t)}$$

với

$$A(t, T) = \frac{a^2 b - \frac{\sigma^2}{2}}{a^2} (B(t, T) - (T - t)) - \frac{\sigma^2 B^2(t, T)}{4a}$$

$$B(t, T) = \frac{1}{a} (1 - e^{-a(T-t)})$$

Cuối cùng ta có công thức lãi suất  $R(t,T)$ :

$$R(t, T) = -\frac{1}{T-t} \ln (P(t, T))$$

$$R(t, T) = -\frac{1}{T-t} (A(t, T) - B(t, T)r(t))$$

Giả sử rằng, chúng ta phải ước lượng đường cong lãi suất tại thời điểm  $t = 0$ , ta có:

$$R(t, T) = R + \frac{1}{aT} (r(t) - R)(1 - e^{-aT}) + \frac{\sigma^2}{4a^3 T} (1 - e^{-aT})^2 \quad (2)$$

$$\text{Với } R = b - \frac{\sigma^2}{2a^2}$$

Trong đó  $r(t)$  là giá trị lãi suất ban đầu.

Sau đó, ta sẽ ước lượng các tham số  $a$ ,  $b$  và  $\sigma$ .

Trước tiên, ta lấy tích phân từ  $t_k$  đến  $t_{k+1}$  của hệ phương trình (1), trong đó  $t_k \in [0, T]$ ,  $k = 0 \dots n$ .

Do vậy, ta có:

$$r_{k+1} = r_k + \int_{t_k}^{t_{k+1}} a(b - r(t))dt + \int_{t_k}^{t_{k+1}} \sigma dW \quad (3)$$

Với  $r_k = r(t_k)$ ,  $r_{k+1} = r(t_{k+1})$

Ta có thể viết tích phân  $\int_{t_k}^{t_{k+1}} a(b - r(t))dt$  xấp xỉ như sau:

$$\int_{t_k}^{t_{k+1}} a(b - r(t))dt = ab\Delta t - \frac{a\Delta t}{2} (r_k + r_{k+1}) \quad (4)$$

(với  $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ )

Tích phân ngẫu nhiên có thể được viết lại:

$$\int_{t_k}^{t_{k+1}} \sigma dW = \sigma (W(t_{k+1}) - W(t_k)) \quad (5)$$

Với  $\Delta W_k = W(t_{k+1}) - W(t_k)$  theo phân phối chuẩn  $N(0, \Delta t)$

Từ (3), (4), (5), ta có hệ phương trình:

$$r_{k+1} = \alpha r_k + \beta + \gamma \Delta W_k, \text{ với } k = 0, 1, \dots, n-1 \quad (6)$$

$$\text{Với } \alpha = \frac{1 - \frac{a\Delta t}{2}}{v}, \beta = \frac{ab\Delta t}{v}, \gamma = \frac{\sigma}{v} \text{ và } v = 1 + \frac{a}{2} \Delta t \quad (7)$$

Hệ phương trình số (6) có thể giải được bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất để tìm  $\alpha$ ,  $\beta$  và  $\gamma$ .  
 Đầu tiên ta tìm các giá trị  $\alpha$  và  $\beta$  bằng việc giải hệ phương trình (6) trong trường hợp  $\gamma = 0$ . Sau đây ta có:

$$\tilde{r}(t_{k+1}) = \alpha \tilde{r}(t_k) + \beta \text{ với } k = 0, 1, n - 1 \quad (8)$$

Xác định:  $g(t_k) = r(t_k) - \tilde{r}(t_k)$

Theo phương pháp bình phương nhỏ nhất,  $g(t_k)$  tuân theo phân phối chuẩn với trung bình là 0 và phương sai  $v(g)$ .

Nếu giải hệ trên với  $\Delta W_k = g(t_k)$ , Chúng ta có giá trị tương tự của  $\alpha$ ,  $\beta$  và  $\gamma = \sqrt{v(g)}$

Sau đây, ta thay thế các giá trị  $\alpha$ ,  $\beta$  và  $\gamma$  để tìm a, b và  $\sigma$ :

$$a = \frac{2}{\Delta t} \frac{1-\alpha}{1+\alpha}, b = \frac{\beta}{1-\alpha} \text{ và } \sigma = \frac{2\gamma}{1+\alpha} \quad (9)$$

### 3. Giả định của mô hình và dữ liệu phù hợp

Mô hình Vasicek dựa trên 4 giả định cơ bản:

- Thị trường tồn tại đủ các loại lãi suất tương ứng với các kỳ hạn khác nhau.
- Biến lãi suất mô tả thực trạng nền kinh tế là lãi suất ngắn hạn hoặc lãi suất giao ngay.
- Lãi suất tuân theo quá trình phục hồi trung bình, còn gọi là quá trình Ornstein-Uhlenbeck.
- Thị trường là hiệu quả và không tồn tại cơ hội Arbitrage.

Với 2 giả định đầu tiên của mô hình và yêu cầu dữ liệu đầu vào phải là lãi suất ngắn hạn, tác giả đã chọn biến đầu vào là lãi suất liên ngân hàng Việt Nam (Vnibor) kỳ hạn 3 tháng được công bố hằng ngày làm việc bởi Ngân hàng Nhà nước Việt Nam từ 10.11.2004 đến 21.11.2012 với số lượng quan sát là 2009 quan sát. Hai giả định sau liên quan đến các đặc trưng của mô hình.

### 4. Kết quả và thảo luận

Sử dụng bộ dữ liệu có được, chúng ta ước lượng hệ phương trình:

$r(t_k) = \alpha r(t_{k-1}) + \beta$  và xác định được:

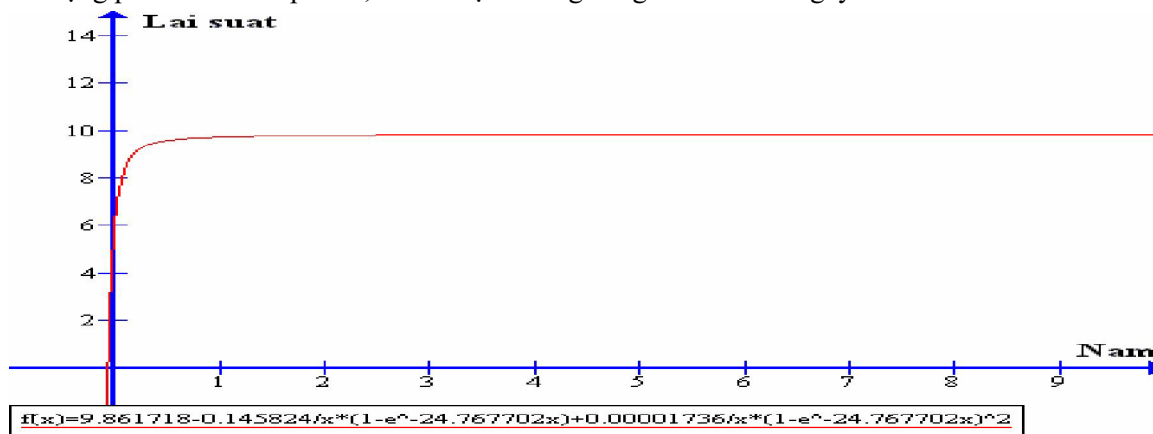
$\alpha=0.934370$ ,  $\beta=0.647281$ ,  $\gamma=0.993398$ .

Với  $\Delta t=1/365$ , ta có:  $a = 24.767702$ ,  $b = 9.862578$ ,  $\sigma = 1.027102$

Theo phương trình (2), ta xác định được  $R = 9.861718$ , đây là mức lãi suất phục hồi trung bình của mô hình. Và với  $r(t) = r(21.11.2012) = 6.25$ , ta có phương trình:

$$R(T) = 9.861718 - 0.145824 \frac{(1 - e^{-24.767702T})}{T} + 0.00001736 \frac{(1 - e^{-24.767702T})^2}{T}$$

Sử dụng phần mềm Graph 4.3, ta vẽ được đường cong lãi suất vào ngày 21.11.2012 như sau:

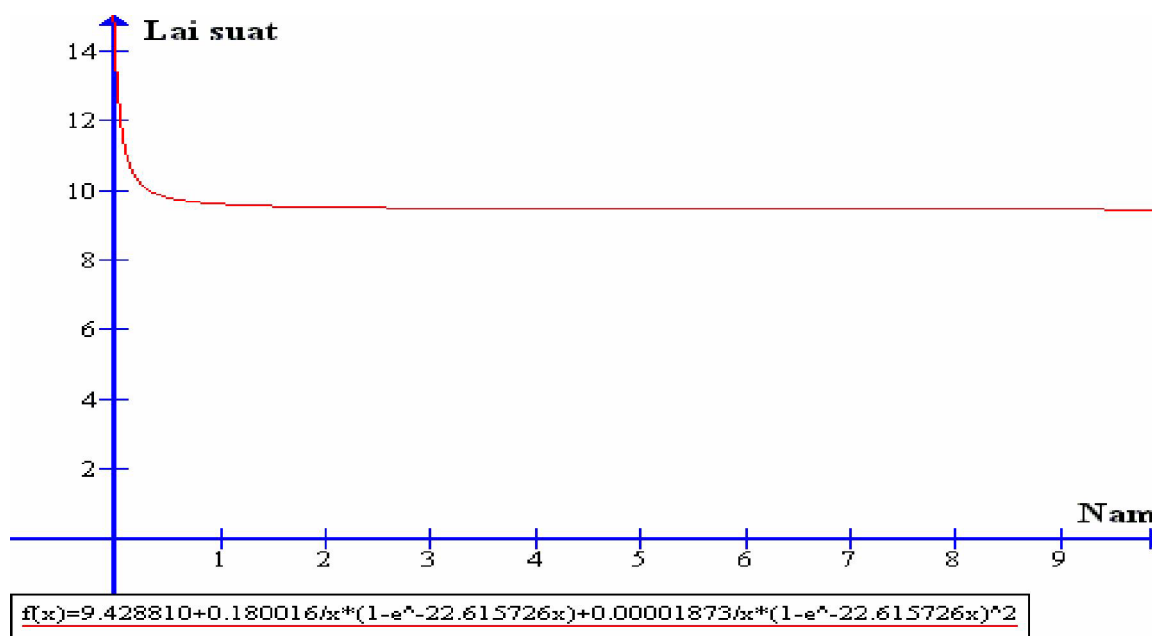


Như vậy, đường cong lãi suất ước lượng được ước lượng vào ngày 21.11.2012 bằng mô hình Vasicek là đường cong lãi suất chuẩn, đây là hình dạng đường cong phổ biến tại các nền kinh tế khác nhau. Với các kỳ hạn T càng dài thì lãi suất càng cao, lãi suất cực đại là  $R=9.861718$  khi T tiến về vô cực. Kết quả ước lượng cho thấy các tổ chức tài chính, các ngân hàng, các nhà đầu tư vẫn có cái nhìn lạc quan về triển vọng thị trường nợ, thị trường tài chính Việt Nam.

Mặt khác, tác giả cũng đã sử dụng mô hình Vasicek và bộ dữ liệu lãi suất liên ngân hàng Việt Nam kỳ hạn 3 từ cùng thời điểm 11.10.2004 đến ngày 31.03.2011 với 1593 quan sát thì phương trình đường cong lãi suất ước lượng được vào ngày 31.03.2011 như sau:

$$R(T) = 9.428810 + 0.180016 \frac{(1 - e^{-22.615726T})}{T} + 0.00001873 \frac{(1 - e^{-22.615726T})^2}{T}$$

Và đường cong lãi suất được vẽ ra là:



Đường cong lãi suất thu được ngày 31.03.2011 là đường cong nghịch chuyển. Lãi suất ngắn hạn thì cao hơn lãi suất dài hạn. Lãi suất trong tương lai có xu hướng giảm thấp. Khi kỳ hạn T càng lớn thì lãi suất sẽ gần đến mức giá trị phục hồi trung bình  $R=9.428810$ . Tại thời điểm này, do chính sách tiền tệ thắt chặt, hệ thống ngân hàng Việt Nam thiếu vốn, đặc biệt là vốn ngắn hạn cho nhu cầu thanh khoản, dẫn đến nhu cầu vốn ngắn hạn tăng cao. Và hệ quả là lãi suất ngắn hạn cao hơn lãi suất dài hạn. Đường cong lãi suất nghịch chuyển là một trong những chỉ tiêu cho thấy nền kinh tế đang có những bất ổn trong hiện tại và tương lai.

Thời điểm 31.03.2011 là thời điểm mà mức lãi suất kỳ hạn 3 tháng trên thị trường liên ngân hàng khá cao dẫn đến độ lệch  $(b-r(t)) < 0$ , do vậy, đường cong lãi suất thu được là đường cong nghịch chuyển. Còn tại thời điểm 21.11.2012, khi nền kinh tế đi vào ổn định hơn, với mục tiêu tăng trưởng kinh tế, Ngân hàng Nhà nước duy trì chính sách lãi suất thấp nên độ lệch  $(b-r(t)) > 0$ , do vậy, đường cong lãi suất thu được là đường cong dạng chuẩn. Kết quả đường cong lãi suất tại hai thời điểm khác nhau cho thấy nền kinh tế thị trường Việt Nam tồn tại nhiều dạng đường cong lãi suất khác nhau tương ứng với tình trạng của nền kinh tế.

## 5. Kết luận

Lãi suất liên ngân hàng chưa phải là lãi suất đại diện cho thị trường các công cụ nợ tại Việt Nam nhưng lại đáp ứng đầy đủ yêu cầu về dữ liệu đầu vào của mô hình Vasicek, một mô hình phù hợp với các nền kinh tế đang phát triển và dễ ước lượng, dự báo. Do vậy, đường cong lãi suất ước lượng bằng mô hình Vasicek trong nội dung bài viết này có thể được xem là cơ sở để ra các quyết định đầu tư trên thị trường liên ngân hàng, bên cạnh đó là thị trường trái phiếu và thị trường các công cụ nợ nói chung. Như vậy, mặc dù đã đạt được nhiều bước tiến khả quan trong hơn 10 năm thực hiện Chiến lược Phát triển thị trường vốn Việt Nam, việc xây dựng được đường cong lãi suất, đặc biệt là đường cong lãi suất chuẩn theo yêu cầu của Hiệp hội thị trường trái phiếu Việt Nam sẽ tạo nên một kênh tham khảo quan trọng, một mức lãi suất tham chiếu tin cậy trong việc ra các quyết định đầu tư. Tuy vậy, việc xây dựng đường cong lãi suất chuẩn cho thị trường trái phiếu gặp nhiều khó khăn do cơ chế điều hành lãi suất, thị trường phân tán, tồn tại quá nhiều loại trái phiếu chính phủ (hơn 500 loại hiện đang được giao dịch trên HNX). Do đó, để thúc đẩy sự phát triển của thị trường vốn, thị trường nợ và thị trường trái phiếu nói riêng, chính phủ cần có giải pháp tái cơ cấu số lượng mã trái phiếu giao dịch, phát triển thị trường thứ cấp với các nhà tạo lập thị trường và các tổ chức xếp hạng tín nhiệm. Cùng với việc thực hiện đồng bộ các chính sách của chính phủ, giao dịch trái phiếu sôi động hơn sẽ góp phần làm thông tin về giá và khối lượng giao dịch đầy đủ hơn để có thể xây dựng được một mô hình ước lượng và dự báo chính xác hơn cho thị trường vốn Việt Nam bằng các mô hình tốt hơn như mô hình Vasicek 2 nhân tố, mô hình Vasicek 3 nhân tố, mô hình Nelson – Siegel và các mô hình hiện đại khác.

### Tài liệu tham khảo:

1. Black, F. and Scholes (1973), *Pricing of Options and Corporate Liabilities*, Journal of Political Economics, 81, 637-54.
2. C.R. Nelson, A.F. Siegel (1987), *Parsimonious Modeling of Yield Curves.*, Journal of Business 60.
3. J.C. Cox, S.Ross (1976), *The Valuation of Options for Alternative stochastic Processes.*, Journal of Financial Economics 3, 145-146.
4. J.C. Cox, J.E. Ingersoll, S.Ross (1985), *A Theory of the Term Structure of Interest Rates*, Econometria 53, 385-407.
5. Nguyễn Quang Đông, Đàm Đình Mạnh (2009), *Thử nghiệm áp dụng mô hình Nelson-Siegel xây dựng đường cong lợi suất cho thị trường trái phiếu Việt Nam*, Hội thảo “Các vấn đề kinh tế, tài chính và ứng dụng toán học”
6. Otta Josef (2009), *Models of Interest rate evolution – Vasicek and CIR models*, Journal of Applied Mathematics, Volume II, Number III.
7. Zdravka Aljinovic, Bosko Sego (2001), *How to evaluate the yield curve in a transition economy*, The 5<sup>th</sup> international Conference on Enterprise in Transition, 1152-1165
8. Vasicek, Oldrich, 1977, *An equilibrium characterization of the term structure*, Journal of Financial Economics, 5, 177-186.