

**ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN**

**KHOA TOÁN KINH TẾ**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP**

**Đề tài**

**ĐỊNH GIÁ HỢP ĐỒNG PHÒNG HỘ RỦI RO THỜI TIẾT**

**VÀ PHÂN TÍCH THỊ TRƯỜNG**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sinh viên thực hiện:** | **Lê Tuấn Minh** |
| **Mã sinh viên:** | **11224210** |
| **Lớp:** | **Toán Kinh Tế 64** |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | **ThS. Trần Chung Thủy** |

**Hà Nội, 2025**

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin cảm ơn tập thể đội ngũ giảng viên của Đại học Kinh tế Quốc dân và đặc biệt là các thầy cô đang công tác tại khoa Toán Kinh Tế. Trong suốt thời gian em học tập tại trường, các thầy cô không chỉ giảng dạy cho em kiến thức mà còn là những người truyền động lực và cảm hứng cho em thấy thêm yêu ngành học hơn, để em không ngừng nỗ lực và phấn đấu phát triển bản thân từng ngày.

Em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến cô Trần Chung Thủy, người đã tận tâm hướng dẫn em nghiên cứu và hoàn thiện khóa luận này. Quá trình làm việc cùng với cô không chỉ giúp em rèn luyện kĩ năng mà còn giúp em có những góc nhìn đa chiều về đề tài cũng như các lĩnh vực liên quan.

Cuối cùng, em xin cảm ơn gia đình và bạn bè, những người đã luôn ở bên cạnh em, đồng hành và hỗ trợ em trong suốt hành trình.

Do khả năng của bản thân còn hạn chế nên bài viết của em không thể tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của thầy cô để đề tài của em hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Sinh viên thực hiện

Lê Tuấn Minh

1. MỤC LỤC

[LỜI CẢM ƠN i](#_Toc216534888)

[MỤC LỤC ii](#_Toc216534889)

[DANH MỤC VIẾT TẮT v](#_Toc216534890)

[DANH MỤC HÌNH VẼ vi](#_Toc216534891)

[DANH MỤC BẢNG BIỂU viii](#_Toc216534892)

[MỞ ĐẦU 1](#_Toc216534893)

[Lý do lựa chọn đề tài 1](#_Toc216534894)

[Mục đích nghiên cứu 2](#_Toc216534895)

[Câu hỏi nghiên cứu 2](#_Toc216534896)

[Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 3](#_Toc216534897)

[Phương pháp nghiên cứu 3](#_Toc216534898)

[Bố cục nghiên cứu 3](#_Toc216534899)

[Chương 1 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT 5](#_Toc216534900)

[1.1. Phòng hộ rủi ro với hợp đồng phái sinh thời tiết 5](#_Toc216534901)

[1.1.1. Phòng hộ rủi ro 5](#_Toc216534902)

[1.1.1.1. Khái niệm phòng hộ rủi ro 5](#_Toc216534903)

[1.1.1.2. Phòng hộ rủi ro với hợp đồng phái sinh 5](#_Toc216534904)

[1.1.1.3. Phân biệt phòng hộ rủi ro và bảo hiểm 7](#_Toc216534905)

[1.1.2. Hợp đồng phái sinh thời tiết 8](#_Toc216534906)

[1.1.2.1. Mục đích phòng hộ của hợp đồng phái sinh thời tiết 8](#_Toc216534907)

[1.1.2.2. Chỉ số 10](#_Toc216534908)

[1.1.2.3. Thiết kế hợp đồng phái sinh thời tiết 13](#_Toc216534909)

[1.1.2.4. Phân biệt hợp đồng phái sinh thời tiết với các công cụ khác 15](#_Toc216534910)

[1.2. Tổng quan nghiên cứu về phái sinh thời tiết 17](#_Toc216534911)

[Chương 2 : THỊ TRƯỜNG PHÁI SINH THỜI TIẾT 21](#_Toc216534912)

[2.1. Tổng quan về thị trường phái sinh thời tiết 21](#_Toc216534913)

[2.1.1. Giới thiệu về Sở Giao dịch Hàng hóa Chicago (CME) 21](#_Toc216534914)

[2.1.2. Hình thức giao dịch 22](#_Toc216534915)

[2.1.3. Thực trạng thị trường 23](#_Toc216534916)

[2.2. Tiềm năng phát triển sản phẩm tại Việt Nam 26](#_Toc216534917)

[2.2.1. Các lĩnh vực chịu rủi ro thời tiết 26](#_Toc216534918)

[2.2.2. Sở Giao dịch Hàng hóa Việt Nam (MXV) 27](#_Toc216534919)

[2.2.3. Cơ hội và thách thức 28](#_Toc216534920)

[Chương 3 : PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 30](#_Toc216534921)

[3.1. Thu thập và tiền xử lý dữ liệu 30](#_Toc216534922)

[3.1.1. Thu thập dữ liệu 30](#_Toc216534923)

[3.1.2. Tiền xử lý dữ liệu 32](#_Toc216534924)

[3.2. Lý thuyết về mô hình CAR với quá trình Lévy 32](#_Toc216534925)

[3.2.1. Quá trình Lévy và phân phối hyperbol tổng quát 32](#_Toc216534926)

[3.2.2. Mô hình Continuous – time AutoRegressive (CAR) 34](#_Toc216534927)

[3.3. Ước lượng mô hình 36](#_Toc216534928)

[3.3.1. Tách thành phần xu thế và mùa vụ 36](#_Toc216534929)

[3.3.2. Tự hồi quy 37](#_Toc216534930)

[3.3.3. Độ biến động theo mùa vụ 38](#_Toc216534931)

[3.3.4. Nhiễu ngẫu nhiên 39](#_Toc216534932)

[3.3.5. Cửa sổ động 39](#_Toc216534933)

[3.4. Định giá 39](#_Toc216534934)

[Chương 4 : KẾT QUẢ ĐỊNH GIÁ HỢP ĐỒNG 42](#_Toc216534935)

[4.1. Thông tin về hợp đồng và dữ liệu sử dụng 42](#_Toc216534936)

[4.2. Thống kê mô tả 43](#_Toc216534937)

[4.3. Kết quả ước lượng mô hình 44](#_Toc216534938)

[4.3.1. Thành phần xu thế và mùa vụ 44](#_Toc216534939)

[4.3.2. Tự hồi quy 46](#_Toc216534940)

[4.3.3. Độ biến động theo mùa vụ 49](#_Toc216534941)

[4.3.4. Nhiễu ngẫu nhiên 52](#_Toc216534942)

[4.3.5. Tính ổn định của mô hình theo thời gian 54](#_Toc216534943)

[4.4. Định giá hợp đồng 56](#_Toc216534944)

[4.4.1. Hợp đồng tương lai 56](#_Toc216534945)

[4.4.2. Hợp đồng quyền chọn 61](#_Toc216534946)

[4.5. Vai trò của hệ thống dữ liệu đối với việc phát triển hợp đồng ở Việt Nam 65](#_Toc216534947)

[KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ 66](#_Toc216534948)

[Kết luận 66](#_Toc216534949)

[Khuyến Nghị 66](#_Toc216534950)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 68](#_Toc216534951)

[PHỤ LỤC 70](#_Toc216534952)

1. DANH MỤC VIẾT TẮT

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CME | Chicago Mercantile Exchange | Sở Giao dịch Hàng hóa Chicago |
| MXV | Mercantile Exchange of Vietnam | Sở Giao dịch Hàng hóa Việt Nam |
| NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration | Cục quản lý đại dương và khí quyển quốc gia Hoa Kỳ |
| WMO | World Meteorological Organization | Tổ chức Khí tượng Thế giới |
| ETD | Exchange Traded | Giao dịch qua sở giao dịch |
| OTC | Over The Counter | Giao dịch qua quầy |
| HDD | Heating Degree Days | (Tên một chỉ số nhiệt độ) |
| CDD | Cooling Degree Days | (Tên một chỉ số nhiệt độ) |
| CAT | Cummulative Average Temperature | (Tên một chỉ số nhiệt độ) |
| AR | AutoRegressive | Tự hồi quy |
| CAR | Continuous – time AutoRegressive | Tự hồi quy với thời gian liên tục |
| GH | Generalized Hyperbolic | (Phân phối) hyperbol tổng quát |
| OLS | Ordinary Least Square | Phương pháp ước lượng bình phương nhỏ nhất |
| MLE | Maximum Likelihood Estimate | Ước lượng hợp lý tối đa |
| ACF | Auto Correlation Function | Hàm tự tương quan |
| PACF | Partial Auto Correlation Function | Hàm tự tương quan riêng |

DANH MỤC HÌNH VẼ

[Hình 2.1. Danh sách các thành phố có hợp đồng phái sinh thời tiết niêm yết trên CME 24](#_Toc216534980)

[Hình 2.2. Khối lượng giao dịch của các hợp đồng niêm yết trên CME trong những năm gần đây 25](#_Toc216534981)

[Hình 2.3. Số lượng hợp đồng mở theo từng thành phố trong những năm gần đây 25](#_Toc216534982)

[Hình 4.1. Chuỗi nhiệt độ trung bình ngày 44](#_Toc216534983)

[Hình 4.2. Chuỗi quan sát và 45](#_Toc216534984)

[Hình 4.3. Chuỗi nhiệt độ sau khi loại bỏ thành phần xu thế và mùa vụ 46](#_Toc216534985)

[Hình 4.4. Đồ thị ACF và PACF của chuỗi 47](#_Toc216534986)

[Hình 4.5. Đồ thị ACF và PACF của phần dư từ mô hình AR(3) 48](#_Toc216534987)

[Hình 3.6. Đồ thị ACF và PACF của phần dư bình phương từ mô hình AR(3) 49](#_Toc216534988)

[Hình 4.7. Đồ thị độ biến động mùa vụ 50](#_Toc216534989)

[Hình 4.8. Đồ thị ACF và PACF của 51](#_Toc216534990)

[Hình 4.9. Đồ thị ACF và PACF của bình phương 52](#_Toc216534991)

[Hình 4.10. Đồ thị phân phối của thực tế và hàm mật độ ước lượng 53](#_Toc216534992)

[Hình 4.11. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Chicago tại ngày định giá 30/6/2024 57](#_Toc216534993)

[Hình 4.12. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Chicago tại ngày định giá 31/10/2024 57](#_Toc216534994)

[Hình 4.13. Phân phối payoff của hợp đồng tương lai Chicago theo thời gian 58](#_Toc216534995)

[Hình 4.14. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati tại ngày định giá 30/6/2024 59](#_Toc216534996)

[Hình 4.15. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati tại ngày định giá 31/10/2024 59](#_Toc216534997)

[Hình 4.16. Phân phối payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati theo thời gian 60](#_Toc216534998)

[Hình 4.17. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Chicago tại ngày định giá 30/6/2024 61](#_Toc216534999)

[Hình 4.18. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Chicago tại ngày định giá 31/10/2024 61](#_Toc216535000)

[Hình 4.19. Phân phối payoff của hợp đồng Put Chicago theo thời gian 62](#_Toc216535001)

[Hình 4.20. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Cincinnati tại ngày định giá 30/6/2024 63](#_Toc216535002)

[Hình 4.21. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Cincinnati tại ngày định giá 31/10/2024 63](#_Toc216535003)

[Hình 4.22. Phân phối payoff của hợp đồng Put Cincinnati theo thời gian 64](#_Toc216535004)

1. DANH MỤC BẢNG BIỂU

[Bảng 1.1. Một số lĩnh vực chịu rủi ro thời tiết 9](#_Toc216535005)

[Bảng 1.2. Ví dụ cách tính chỉ số HDD 11](#_Toc216535006)

[Bảng 1.3. So sánh hợp đồng bảo hiểm và hợp đồng phái sinh thời tiết 17](#_Toc216535007)

[Bảng 2.1. So sánh hình thức giao dịch ETD và OTC 23](#_Toc216535008)

[Bảng 2.2. Cơ cấu nền kinh tế Việt Nam năm 2024 27](#_Toc216535009)

[Bảng 3.1. Các cấp độ trong quy trình kiểm soát chất lượng 31](#_Toc216535010)

[Bảng 4.1. Thông tin hợp đồng 42](#_Toc216535011)

[Bảng 4.2. Thông tin về các trạm quan trắc 42](#_Toc216535012)

[Bảng 4.3. Thống kê mô tả chuỗi nhiệt độ trung bình ngày 43](#_Toc216535013)

[Bảng 4.4. Các hệ số của hàm xu thế và mùa vụ 45](#_Toc216535014)

[Bảng 4.5. Kết quả ước lượng các hệ số tự hồi quy AR(3) và các hệ số của ma trận 47](#_Toc216535015)

[Bảng 4.6. Các giá trị riêng của ma trận 48](#_Toc216535016)

[Bảng 4.7. Kết quả ước lượng các hệ số của hàm 49](#_Toc216535017)

[Bảng 4.8. Kết quả của các kiểm định đối với 51](#_Toc216535018)

[Bảng 4.9. Kết quả ước lượng các tham số của phân phối GH 52](#_Toc216535019)

[Bảng 4.10. Các hệ số của mô hình theo thời gian (Chicago) 54](#_Toc216535020)

[Bảng 4.11. Các hệ số của mô hình theo thời gian (Cincinnati) 55](#_Toc216535021)

[Bảng 4.12. Kết quả của một số kiểm định theo thời gian (Chicago) 55](#_Toc216535022)

[Bảng 4.13. Kết quả của một số kiểm định theo thời gian (Cincinnati) 56](#_Toc216535023)

[Bảng 4.14. Giá hợp đồng tương lai Chicago 58](#_Toc216535024)

[Bảng 4.15. Giá hợp đồng tương lai Cincinnati 60](#_Toc216535025)

[Bảng 4.16. Giá hợp đồng Put Chicago 62](#_Toc216535026)

[Bảng 4.17. Giá hợp đồng Put Cincinnati 64](#_Toc216535027)

1. MỞ ĐẦU

Lý do lựa chọn đề tài

Trong bối cảnh nền kinh tế toàn cầu ngày càng phức tạp và liên kết chặt chẽ, các doanh nghiệp phải đối mặt với vô số rủi ro, từ biến động thị trường tài chính đến những thay đổi trong chuỗi cung ứng. Tuy nhiên, một trong những rủi ro lâu đời và có tác động sâu rộng nhất lại đến từ một yếu tố thường bị xem nhẹ trong các mô hình quản trị rủi ro truyền thống: thời tiết. Không chỉ gây ra thiệt hại thông qua các sự kiện cực đoan như bão, lũ lụt, hay hạn hán, thời tiết còn ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động kinh doanh hàng ngày thông qua những biến động về nhiệt độ hay lượng mưa.

Thực tế cho thấy, rất nhiều ngành kinh tế có doanh thu và chi phí chịu tác động trực tiếp vào điều kiện thời tiết, tiêu biểu như ngành năng lượng, nông nghiệp, dịch vụ và bán lẻ.

Tính cấp thiết của việc quản trị rủi ro thời tiết đã được đẩy lên một mức độ hoàn toàn mới bởi cuộc khủng hoảng khí hậu đang diễn ra với tốc độ đáng báo động. Theo Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), năm 2024 đã được xác nhận là năm nóng nhất trong lịch sử 175 năm ghi nhận, vượt xa các kỷ lục cũ với biên độ lớn. Nhiệt độ gần bề mặt trung bình toàn cầu hàng năm vào năm 2024 cao hơn mức trung bình 1850 – 1900 là 1,55°C ± 0,13°C. Điều đáng nói là liên tiếp 10 năm trở lại đây, từ 2015 đến 2024, mỗi năm đều ghi nhận kỷ lục mới về năm nóng nhất. Báo cáo cũng chỉ ra rằng nồng độ khí nhà kính, mực nước biển và nhiệt độ đại dương đều đạt mức cao kỷ lục, báo hiệu một sự thay đổi mang tính hệ thống và lâu dài (WMO, 2024).

Hệ quả trực tiếp của xu hướng nóng lên này là sự gia tăng về tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan, tạo ra một môi trường kinh doanh đầy biến động. Báo cáo tổng hợp của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) khẳng định rằng biến đổi khí hậu do con người gây ra đang khiến các đợt nắng nóng gay gắt, mưa lớn cực đoan và hạn hán nông nghiệp trở nên phổ biến và nghiêm trọng hơn trên toàn cầu (IPCC, 2023). Những sự kiện này không chỉ gây ra thiệt hại vật chất khổng lồ, với tổng thiệt hại kinh tế toàn cầu do thiên tai trong năm 2024 lên tới 368 tỷ USD (Aon, 2025).

Biến đổi khí hậu không chỉ làm gia tăng tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan mà còn gây ra những thay đổi khó lường trong các quy luật thời tiết thông thường. Điều này đẩy các doanh nghiệp vào tình thế bị động, đối mặt với những rủi ro ngày càng lớn. Các công cụ bảo hiểm truyền thống, vốn được thiết kế để bồi thường cho những thiệt hại vật chất từ các hiện tượng thời tiết mang tính thảm họa, thường không thể bù đắp cho những tổn thất về doanh thu gây ra bởi các biến động thời tiết hằng ngày.

Trước bối cảnh đó, hợp đồng phái sinh thời tiết (weather derivatives) đã đóng vai trò như một công cụ quản trị rủi ro tiên tiến và hiệu quả. Khác với bảo hiểm truyền thống, hợp đồng phái sinh thời tiết cho phép các tổ chức phòng hộ trước những rủi ro tài chính phát sinh từ các biến động bất lợi của các chỉ số thời tiết cụ thể dựa trên nhiệt độ, lượng mưa, mà không cần phải có thiệt hại vật chất thực tế xảy ra.

Với tầm quan trọng ngày càng tăng của việc quản lý rủi ro liên quan đến thời tiết trong một thế giới đang chịu ảnh hưởng sâu sắc của biến đổi khí hậu, việc nghiên cứu về cơ chế hoạt động, ứng dụng và hiệu quả của hợp đồng phái sinh thời tiết là vô cùng cần thiết. Chính vì vậy, đề tài **“Định giá hợp đồng phòng hộ rủi ro thời tiết và phân tích thị trường”** đã được tác giả lựa chọn để nghiên cứu. Đề tài này không chỉ có ý nghĩa về mặt học thuật trong lĩnh vực tài chính và quản trị rủi ro, mà còn mang lại giá trị thực tiễn to lớn, cung cấp cho các nhà quản lý doanh nghiệp một công cụ hữu hiệu để thích ứng và giảm thiểu tác động tiêu cực từ một trong những yếu tố rủi ro cơ bản nhất.

Mục đích nghiên cứu

Mục đích tổng quát của đề tài là định giá một số hợp đồng phòng hộ rủi ro thời tiết, còn gọi là hợp đồng phái sinh thời tiết, và phân tích thị trường phái sinh thời tiết này. Cụ thể, đề tài hướng đến các mục tiêu sau:

* Giới thiệu về hợp đồng phái sinh thời tiết, các đặc điểm của hợp đồng và mục đích phòng hộ rủi ro.
* Phân tích các đặc điểm của thị trường hợp đồng phái sinh thời tiết và khả năng phát triển thị trường này tại Việt Nam.
* Giới thiệu mô hình CAR để định giá hợp đồng phái sinh trên nhiệt độ và thử nghiệm mô hình với dữ liệu thực tế.

Câu hỏi nghiên cứu

Để đạt được mục đích nghiên cứu, các câu hỏi nghiên cứu cần được trả lời là:

* Hợp đồng phái sinh thời tiết là gì?
* Thị trường phái sinh thời tiết có đặc điểm gì?
* Việc phát triển thị trường phái sinh thời tiết tại Việt Nam có cơ hội và thách thức gì?
* Mô hình thử nghiệm có phù hợp để sử dụng không?

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là một số hợp đồng phái sinh nhiệt độ được niêm yết trên CME, mô hình CAR và dữ liệu nhiệt độ tại Chicago và Cincinnati từ ngày 1/7/2020 đến ngày 31/12/2024.

Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các kỹ thuật thu thập, xử lý dữ liệu, ước lượng, mô phỏng và cửa sổ động (rolling window).

Phần mềm hỗ trợ nghiên cứu: Visual Studio Code.

Ngôn ngữ lập trình sử dụng: Python, R.

Bố cục nghiên cứu

Ngoài phần mở đầu, mục lục, danh mục viết tắt, bảng biểu, hình vẽ, danh mục tài liệu tham khảo, phụ lục, đề tài được chia thành 4 phần chính như sau:

**Chương 1: Cơ sở lý thuyết**

Nội dung chương 1 cung cấp những định nghĩa cơ bản về hợp đồng phái sinh thời tiết những khái niệm liên quan. Bên cạnh đó là tổng quan các nghiên cứu cùng đề tài trước đây.

**Chương 2: Thị trường phái sinh thời tiết**

Chương 2 đi sâu về thực trạng thị trường phái sinh thời tiết trên thế giới và đánh giá tiềm năng phát triển sản phẩm tại Việt Nam.

**Chương 3: Phương pháp nghiên cứu**

Chương 3 trình bày phương pháp nghiên cứu mà tác giả sử dụng, từ cách thu thập và xử lý dữ liệu cho đến mô hình nghiên cứu và các kỹ thuật liên quan.

**Chương 4: Kết quả định giá hợp đồng**

Chương này trình bày kết quả thực nghiệm từ mô hình định giá đối với một số hợp đồng và đưa ra nhận xét.

**Kết luận và khuyến nghị**

Chương cuối cùng là kết luận toàn bộ nội dung của nghiên cứu và đưa ra một số khuyến nghị cũng như đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo.

# : CƠ SỞ LÝ THUYẾT

* 1. Phòng hộ rủi ro với hợp đồng phái sinh thời tiết
     1. Phòng hộ rủi ro
        1. Khái niệm phòng hộ rủi ro

Phần lớn các định nghĩa về phòng hộ rủi ro (hedging) thường xoay quanh lĩnh vực đầu tư tài chính. Theo Investopedia (n.d.), phòng hộ là sử dụng công cụ tài chính hoặc chiến lược đầu tư để bù đắp rủi ro của bất kỳ biến động giá bất lợi nào. Theo OECD (2008), phòng hộ rủi ro là việc sử dụng các công cụ tài chính để bù vào rủi ro của một danh mục đầu tư, sao cho khi giá trị công cụ phòng hộ tăng lên thì sẽ bù vào phần giá trị bị giảm xuống ở những tài sản khác. Còn theo định nghĩa của Federal Reserve Bank of Chicago (2015), phòng hộ rủi ro là một kỹ thuật được sử dụng để đạt được mức độ rủi ro mong muốn, theo đó một tổ chức thực hiện một vị thế (position) có tương quan nghịch biến với một tài sản hoặc khoản nợ phải trả hiện đang nắm giữ. Mục đích là nhằm bù đắp tổn thất ở một phía của vị thế bằng các khoản lợi nhuận ở vị thế còn lại, qua đó duy trì được kết quả giá mong muốn.

Tuy nhiên phòng hộ rủi ro không chỉ giới hạn trong đầu tư tài chính mà còn là khái niệm chung cho tất cả các hoạt động kinh doanh. Nghiên cứu đề xuất khái niệm đầy đủ về phòng hộ rủi ro như sau. Phòng hộ rủi ro (hedging) là một hoạt động quản trị rủi ro nhằm giảm thiểu hoặc bù đắp tổn thất có thể phát sinh từ biến động bất lợi của các yếu tố, bằng việc thực hiện một hoặc chuỗi các giao dịch có hiệu ứng đối nghịch với vị thế cần bảo vệ, sao cho khoản lỗ từ vị thế gốc được bù đắp bởi lợi nhuận trên vị thế phòng hộ.

* + - 1. Phòng hộ rủi ro với hợp đồng phái sinh

Theo Hull (2022), hợp đồng phái sinh là một thỏa thuận giữa hai bên về việc thực hiện một giao dịch trong tương lai. Hợp đồng phái sinh cũng là một công cụ tài chính mà giá trị của nó phụ thuộc vào giá trị của một hoặc một số biến cơ sở (underlying variables). Thông thường, biến cơ sở là giá của các tài sản có thể giao dịch trên thị trường, gọi là tài sản cơ sở. Đó có thể là giá của một loại chứng khoán như cổ phiếu, trái phiếu, giá của một chỉ số chứng khoán như S&P 500, giá của một đồng tiền như USD, hoặc giá của một loại hàng hóa v.v… Hợp đồng phái sinh có nhiều loại, trong đó phổ biến nhất là hợp đồng kỳ hạn (forwards), hợp đồng tương lai (futures), hợp đồng quyền chọn (options) và hợp đồng hoán đổi (swaps).

Quy trình thiết kế một hợp đồng phái sinh đòi hỏi sự chuẩn hóa chi tiết từ sàn giao dịch để đảm bảo tính minh bạch và hiệu quả giao dịch. Sàn giao dịch trước hết phải xác định rõ tài sản cơ sở (underlying asset). Đối với trường hợp tài sản cơ sở là hàng hóa, ví dụ như nông sản hoặc kim loại, điều này bao gồm việc quy định chất lượng của tài sản, cho phép các lựa chọn thay thế kèm theo cơ chế điều chỉnh giá. Còn đối với tài sản tài chính như chứng khoán, tiền tệ thì không cần kiểm tra chất lượng tài sản.

Song song, sàn giao dịch phải quyết định quy mô hợp đồng (contract size), tức là số lượng tài sản chính xác được giao theo một hợp đồng, sao cho vừa đáp ứng nhu cầu của các nhà đầu tư nhỏ và vừa tối ưu hóa chi phí giao dịch với các nhà đầu tư lớn. Trong một số trường hợp, sàn cung cấp các hợp đồng “mini” với contract size khá bé để thu hút các nhà đầu tư nhỏ lẻ.

Sở giao dịch phải quy định kỳ hạn của hợp đồng. Điều này bao gồm các thông tin như ngày cuối cùng được phép giao dịch, ngày đáo hạn (ngày cuối cùng được phép thực hiện quyền đối với quyền chọn).

Tiếp theo là việc thiết lập điều khoản giao hàng (delivery arrangements). Sàn giao dịch phải chỉ định địa điểm và khoảng thời gian chính xác để giao hàng. Khi có các lựa chọn về cấp độ hoặc địa điểm, bên bán (short position) sẽ là bên quyết định cuối cùng thông qua việc nộp thông báo ý định giao hàng. Đặc biệt, một số hợp đồng quy định thanh toán bằng tiền mặt (cash – settlement) thay vì giao hàng. Hình thức này mang lại sự thuận tiện đối với một số hợp đồng như hợp đồng tương lai S&P 500, do tài sản cơ sở là một danh mục 500 mã cổ phiếu thì việc giao hàng khá bất tiện. Khi lựa chọn thanh toán bằng tiền mặt, tại ngày hợp đồng đáo hạn, ủy ban thanh toán bù trừ sẽ ghi nhận lãi lỗ vào tài khoản của các bên liên quan.

Đối với hợp đồng quyền chọn, cần quy định loại hợp đồng, ví dụ quyền chọn mua/bán (call/put), kiểu Âu/kiểu Mỹ. Việc thiết kế giá thực hiện (strike price) phù hợp với nhu cầu phòng hộ cũng rất quan trọng. Với cùng một tài sản cơ sở, có thể có nhiều quyền chọn với các mức giá thực hiện khác nhau. Sàn giao dịch cần quy định khoảng cách tối thiểu giữa các mức giá thực hiện để tránh hai mức giá quá gần hoặc quá xa nhau, cũng như cập nhật thêm mức giá mới khi tài sản cơ sở biến động mạnh để đảm bảo hiệu quả giao dịch.

Cuối cùng, sàn giao dịch quy định cách thức báo giá (price quotes) và áp dụng các cơ chế quản lý rủi ro như giới hạn biên độ thay đổi của giá để ngăn chặn biến động quá mức do đầu cơ, giới hạn số lượng vị thế để tránh sự chi phối thị trường và yêu cầu ký quỹ để đảm bảo việc thực hiện nghĩa vụ của các bên.

Trên thực tế, để thực hiện phòng hộ rủi ro, chủ thể có thể sử dụng đa dạng các công cụ tài chính với chiến lược khác nhau, tuy nhiên phổ biến nhất vẫn là các công cụ phái sinh. Theo Bekaert & Hodrick (2011), phòng hộ rủi ro với hợp đồng phái sinh là thực hiện vị thế với công cụ phái sinh, sao cho giá trị của vị thế tăng lên khi công ty chịu tổn thất và giá trị của công cụ giảm xuống khi công ty kiếm lời, qua đó giúp ổn định lợi nhuận của công ty. Việc sử dụng hợp đồng phái sinh giúp nhà sản xuất, nhà nhập khẩu, công ty tài chính hay quỹ đầu tư có thể khóa trước giá, lãi suất hoặc tỷ giá, từ đó làm giảm độ biến động của dòng tiền hoặc lợi nhuận kinh doanh.

* + - 1. Phân biệt phòng hộ rủi ro và bảo hiểm

Mặc dù cả phòng hộ và bảo hiểm đều nhằm mục đích quản lý rủi ro, hai phương thức này khác nhau về bản chất rủi ro mà chúng chuyển giao. Phòng hộ thường giải quyết rủi ro của một yếu tố biến động liên tục (thường là các yếu tố thị trường như giá, lãi suất, tỷ giá) bằng công cụ tài chính có thể giao dịch trên thị trường. Ngược lại, bảo hiểm chuyển giao rủi ro cho một sự kiện cụ thể như hỏa hoạn, bão, tai nạn, dựa trên cơ chế phân tán rủi ro qua một nhóm người được bảo hiểm (pooling) và mức bồi thường phụ thuộc tổn thất thực tế. Do đó, cơ chế hoạt động, phương thức định giá và các vấn đề đạo đức có tính khác biệt giữa hai loại công cụ.

Việc bồi thường của bảo hiểm dựa trên quy trình định giá hợp đồng bảo hiểm, thẩm định tổn thất và thanh toán theo điều khoản hợp đồng. Hơn nữa, bảo hiểm tập trung vào việc bồi thường tổn thất cụ thể và có thể yêu cầu chứng minh tổn thất; phái sinh thường thực hiện bù trừ bằng chênh lệch giá mà không phụ thuộc vào tổn thất thực tế trong hoạt động kinh doanh.

Chi phí của phòng hộ thường nằm ở chi phí cơ hội và chi phí giao dịch, ký quỹ; trong khi chi phí bảo hiểm là phí bảo hiểm (premium) phản ánh xác suất và mức độ tổn thất kỳ vọng cộng với chi phí quản lý.

Mỗi một cơ chế phù hợp với những loại rủi ro khác nhau. Một số rủi ro có thể được quản lý hiệu quả hơn bằng phái sinh (ví dụ rủi ro giá, tỷ giá, lãi suất); trong khi những rủi ro không thể thị trường hóa (ví dụ như thiệt hại do thiên tai) thường phù hợp hơn với cơ chế bảo hiểm hoặc các sản phẩm chuyển rủi ro liên quan tới bảo hiểm. Trên thực tế việc lựa chọn giữa phòng hộ và bảo hiểm phụ thuộc vào bản chất rủi ro, khả năng thị trường hóa rủi ro đó, chi phí giao dịch và khung pháp lý.

* + 1. Hợp đồng phái sinh thời tiết

Hợp đồng phái sinh thời tiết là những công cụ phái sinh tài chính mà biến cơ sở là chỉ số thời tiết (Weather Index), được tính toán dựa trên một trong các yếu tố thời tiết như nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm, hoặc lượng tuyết rơi trong một khoảng thời gian nhất định. Chúng đóng vai trò thiết yếu trong chiến lược quản lý rủi ro của các tổ chức và cá nhân, giúp giảm thiểu những rủi ro liên quan đến các điều kiện thời tiết bất lợi hoặc không lường trước (Alexandridis & Zapranis, 2012).

* + - 1. Mục đích phòng hộ của hợp đồng phái sinh thời tiết

Hợp đồng phái sinh thời tiết được sử dụng cho mục đích phòng hộ rủi ro bởi các công ty, các chủ thể có lợi nhuận kinh doanh, lợi ích chịu ảnh hưởng từ điều kiện thời tiết. Điểm đặc trưng của các công cụ phái sinh thời tiết là chúng được thiết kế để bảo vệ người nắm giữ khỏi các sự kiện thời tiết thường xuyên xảy ra, không mang tính thảm họa. Khi một công ty sử dụng công cụ phái sinh thời tiết để phòng ngừa rủi ro, những biến động doanh thu do thời tiết diễn biến thất thường, chẳng hạn như các đợt mưa, khô hạn, nóng hay lạnh kéo dài, có thể được giảm thiểu đáng kể. Jewson & cộng sự (2005) đã chỉ ra rằng điều này rất quan trọng, vì nó không chỉ giảm thiểu rủi ro thua lỗ và phá sản mà còn ổn định giá cổ phiếu, đồng thời hạ thấp lãi suất vay vốn cho công ty. Ngoài ra, các tổ chức chính phủ cũng có thể áp dụng các công cụ này để kiểm soát chi phí vận hành đột biến ở cấp địa phương hoặc quốc gia.

Các nghiên cứu của Jewson & cộng sự (2005) cùng Cao & Wei (2003) cung cấp nhiều ví dụ cụ thể về việc phòng hộ rủi ro thời tiết. Chẳng hạn, một công viên giải trí có thể mua hợp đồng phái sinh dựa trên lượng mưa để phòng ngừa sự sụt giảm doanh thu do lượng khách giảm vào những ngày mưa. Tương tự, một công ty điện lực có thể sử dụng công cụ phái sinh nhiệt độ để đối phó với nhu cầu tiêu thụ điện năng giảm vào mùa đông ấm áp, trong khi một khu nghỉ dưỡng trượt tuyết có thể bảo vệ doanh thu trước tình trạng tuyết rơi ít. Ngoài ra, các tổ chức chính phủ có thể sử dụng chúng để quản lý chi phí phát sinh từ việc dọn dẹp đường phố do tuyết hoặc băng giá.

Trên thực tế, các chủ thể không tham gia vào những lĩnh vực kinh doanh bị ảnh hưởng bởi thời tiết vẫn có thể tận dụng các công cụ phái sinh thời tiết. Cụ thể, các nhà đầu tư tài chính đa dạng hóa danh mục của họ bằng việc thêm vào các hợp đồng phái sinh thời tiết, do những công cụ này thường tương quan thấp với tài sản truyền thống như cổ phiếu hay trái phiếu.

Bảng .. Một số lĩnh vực chịu rủi ro thời tiết

| **Chủ thể chịu rủi ro thời tiết** | **Loại hình thời tiết** | **Rủi ro** |
| --- | --- | --- |
| Ngành năng lượng | Nhiệt độ | Doanh số thấp hơn vào mùa đông ấm áp hoặc mùa hè mát mẻ |
| Người tiêu dùng năng lượng | Nhiệt độ | Chi phí sưởi ấm/làm mát cao hơn vào mùa đông lạnh và mùa hè nóng |
| Nhà sản xuất đồ uống | Nhiệt độ | Doanh số thấp hơn vào mùa hè mát mẻ |
| Nhà máy thủy điện | Lượng mưa | Doanh thu thấp hơn trong các giai đoạn hạn hán |
| Ngành nông nghiệp | Nhiệt độ/Lượng mưa | Thiệt hại mùa màng đáng kể do nhiệt độ hoặc lượng mưa khắc nghiệt |
| Công viên giải trí | Nhiệt độ/Lượng mưa | Ít khách hơn vào những ngày lạnh hoặc mưa |
| Khách sạn | Nhiệt độ/Lượng mưa | Ít khách hơn vào những giai đoạn có mưa hoặc lạnh |
| Chính quyền địa phương | Lượng tuyết rơi | Chi phí dọn tuyết cao hơn vào mùa đông có lượng tuyết rơi cao hơn mức trung bình |
| Khu du lịch trượt tuyết | Lượng tuyết rơi | Doanh thu thấp hơn vào mùa đông có lượng tuyết rơi dưới mức trung bình |
| Sân bay | Ngày có sương giá | Chi phí vận hành cao hơn |
| Công ty vật liệu xây dựng | Nhiệt độ/Lượng tuyết rơi | Doanh số thấp hơn vào mùa đông khắc nghiệt (các công trường phải đóng cửa) |
| Công ty xây dựng | Nhiệt độ/Lượng tuyết rơi/Lượng mưa | Chậm tiến độ do thời tiết xấu |

*Nguồn: Alexandridis & Zapranis (2012)*

* + - 1. Chỉ số

Để hiểu được cơ chế hoạt động của hợp đồng phái sinh thời tiết, trước hết cần nắm được khái niệm chỉ số thời tiết. Trên thực tế, hợp đồng phái sinh thời tiết có thể được thiết kế dựa trên chỉ số của các yếu tố thời tiết khác nhau như nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, lượng tuyết rơi. Tuy nhiên, nghiên cứu này sẽ chỉ tập trung vào loại hợp đồng phổ biến nhất là hợp đồng dựa trên chỉ số về nhiệt độ.

Hợp đồng phái sinh nhiệt độ có các dạng khác nhau, bao gồm hợp đồng tương lai (Futures), hợp đồng quyền chọn mua/bán (Call/Put Options), dựa trên các chỉ số thời tiết như Heating Degree Days (HDD), Cooling Degree Days (CDD), Cumulative Average Temperature (CAT).

Để tính các chỉ số thời tiết này, trước hết cần định nghĩa nhiệt độ trung bình ngày (Daily Average Temperature hay DAT), ký hiệu của ngày thứ như sau:

Với và lần lượt là nhiệt độ cao nhất và thấp nhất trong ngày được ghi nhận tại một trạm quan trắc nhất định. Lưu ý rằng đối với hợp đồng có địa điểm tại Hoa Kỳ thì nhiệt độ được đo bằng đơn vị độ Fahrenheit do Hoa Kỳ sử dụng hệ đo lường Imperial, còn lại đối với hợp đồng tại các địa điểm khác thì nhiệt độ được đo bằng độ Celsius theo hệ đo lường Metric.

Các chỉ số thời tiết được tính trong một giai đoạn thời gian, từ ngày đến hết ngày . Cụ thể, CAT được định nghĩa là tổng tích lũy của nhiệt độ trung bình ngày trong một giai đoạn với công thức:

HDD được định nghĩa là tổng tích lũy của phần nhiệt độ nhỏ hơn một ngưỡng nhất định theo công thức:

Còn CDD được định nghĩa là tổng tích lũy của phần nhiệt độ lớn hơn một ngưỡng nhất định theo công thức:

Như vậy, HDD giống như một chỉ báo thể hiện nhu cầu sưởi ấm (heating) của hộ gia đình, còn CDD thì ngược lại, thể hiện nhu cầu làm mát (cooling). Sau đây là một ví dụ về cách tính chỉ số HDD tại trạm Chicago O’Hare (Mỹ) với và kỳ tính tháng 10/2023.

Bảng .. Ví dụ cách tính chỉ số HDD

| **Ngày** |  |  |  | **HDD** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2023-10-01 | 63 | 87.1 | 75.05 | 0 |
| 2023-10-02 | 64 | 86 | 75 | 0 |
| 2023-10-03 | 64 | 87.1 | 75.55 | 0 |
| 2023-10-04 | 68 | 84 | 76 | 0 |
| 2023-10-05 | 60.1 | 73 | 66.55 | 0 |
| 2023-10-06 | 48.9 | 62.1 | 55.5 | 9.5 |
| 2023-10-07 | 46 | 61 | 53.5 | 11.5 |
| 2023-10-08 | 45 | 57 | 51 | 14 |
| 2023-10-09 | 44.1 | 59 | 51.55 | 13.45 |
| 2023-10-10 | 42.1 | 64 | 53.05 | 11.95 |
| 2023-10-11 | 42.1 | 66.9 | 54.5 | 10.5 |
| 2023-10-12 | 55 | 62.1 | 58.55 | 6.45 |
| 2023-10-13 | 55.9 | 60.1 | 58 | 7 |
| 2023-10-14 | 48.9 | 57 | 52.95 | 12.05 |
| 2023-10-15 | 46.9 | 60.1 | 53.5 | 11.5 |
| 2023-10-16 | 43 | 55.9 | 49.45 | 15.55 |
| 2023-10-17 | 41 | 64 | 52.5 | 12.5 |
| 2023-10-18 | 46 | 68 | 57 | 8 |
| 2023-10-19 | 54 | 61 | 57.5 | 7.5 |
| 2023-10-20 | 48 | 61 | 54.5 | 10.5 |
| 2023-10-21 | 46.9 | 64.9 | 55.9 | 9.1 |
| 2023-10-22 | 42.1 | 61 | 51.55 | 13.45 |
| 2023-10-23 | 45 | 66.9 | 55.95 | 9.05 |
| 2023-10-24 | 62.1 | 82.9 | 72.5 | 0 |
| 2023-10-25 | 61 | 69.1 | 65.05 | 0 |
| 2023-10-26 | 64.9 | 72 | 68.45 | 0 |
| 2023-10-27 | 45 | 72 | 58.5 | 6.5 |
| 2023-10-28 | 39 | 52 | 45.5 | 19.5 |
| 2023-10-29 | 39 | 46.9 | 42.95 | 22.05 |
| 2023-10-30 | 31.1 | 44.1 | 37.6 | 27.4 |
| 2023-10-31 | 30.2 | 37.9 | 34.05 | 30.95 |
| Tổng HDD tích lũy |  |  |  | 299.95 |

* + - 1. Thiết kế hợp đồng phái sinh thời tiết

Hợp đồng phái sinh thời tiết là thỏa thuận giữa hai bên là bên long (bên mua) và bên short (bên bán). Tại thời điểm hai bên giao dịch hợp đồng và xác lập vị thế của mình thì bên long có nghĩa vụ trả cho bên short một khoản tiền xác định gọi là giá của hợp đồng. Khi kỳ tình chỉ số kết thúc, hợp đồng đến ngày đáo hạn, bên short có nghĩa vụ trả cho bên long một khoản tiền, gọi là “Payoff” (Thu hoạch). Payoff có công thức được tính dựa trên một chỉ số thời tiết trong một giai đoạn nhất định, và chỉ được xác định là một con số cụ thể khi kỳ tính chỉ số kết thúc. Thỏa thuận hoàn tất khi hai bên đã hoàn thành xong nghĩa vụ và đóng vị thế.

Giống như hợp đồng phái sinh nói chung, việc thiết kế hợp đồng phái sinh thời tiết là một quy trình phức tạp.

Việc đầu tiên là xác định biến cơ sở. Đối với phái sinh thời tiết, đó chính là chỉ số thời tiết. Việc lựa chọn chỉ số (HDD, CDD, CAT) và ngưỡng sao cho phù hợp với điều kiện kinh tế, khí hậu rất quan trọng. Ví dụ như các hợp đồng niêm yết trên sàn CME mặc định rằng đối với các thành phố ở Hoa Kỳ. Điều này được lý giải bởi nhu cầu tiêu thụ năng lượng ở Mỹ. Cụ thể, khi nhiệt độ xuống dưới thì các hộ gia đình có xu hướng sử dụng các thiết bị sưởi ấm và ngược lại, họ thường dùng điều hòa làm mát khi nhiệt độ vượt trên ngưỡng này. Đối với các hợp đồng CME châu Âu (bao gồm Anh, Pháp, Đức, Hà Lan) và Nhật Bản, ngưỡng được sử dụng.

Song song với đó, hợp đồng cần xác định kỳ tính chỉ số. Kỳ tính chỉ số của một hợp đồng trên CME thường kéo dài một tháng hoặc vài tháng. Thông thường, do HDD thể hiện nhu cầu sử dụng thiết bị sưởi ấm nên các hợp đồng HDD sẽ được niêm yết với các tháng mùa đông, từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau, còn hợp đồng CDD (thể hiện nhu cầu sử dụng thiết bị làm mát) được niêm yết với các tháng mùa hè, từ tháng 5 đến tháng 9. Tháng 4 và tháng 10 được coi là các tháng chuyển mùa, có thể niêm yết cả hợp đồng HDD và CDD.

Việc lựa chọn thành phố để xây dựng hợp đồng cũng quan trọng. CME theo dõi, chọn ra những thành phố tiềm năng có nhu cầu về các công cụ phái sinh thời tiết và cập nhật danh sách này theo thời gian. Mỗi thành phố thường có nhiều hơn một trạm quan trắc khí tượng nên hợp đồng phải chỉ đích danh mã số và tên trạm. Trạm được chọn phải đảm bảo về chất lượng cơ sở vật chất, cũng như tính đại diện cho cả địa phương.

Tất cả hợp đồng phái sinh thời tiết đều quy định thanh toán bằng tiền mặt và không có điều khoản về việc giao hàng.

Đối với các hợp đồng được giao dịch trên CME, CME đóng vai trò là đối tác trung gian (Central Counterparty), tức trở thành bên long đối với mọi bên short và bên short đối với mọi bên long (người mua đối với những người bán và người bán đối với những người mua). Khi hợp đồng đáo hạn, thay vì thanh toán trực tiếp cho nhau thì bên đang nắm giữ vị thế short sẽ phải thanh toán thu hoạch cho CME còn bên đang nắm giữ vị thế long sẽ nhận được thu hoạch từ ủy ban thanh toán bù trừ của CME. Ngoài ra là một số điều khoản về quản lý rủi ro như giới hạn vị thế, giới hạn biên độ v.v…

Các loại hợp đồng khác nhau thì có công thức tính Payoff khác nhau. Sau đây là một số loại hợp đồng thời tiết và công thức Payoff tương ứng.

**Hợp đồng tương lai thời tiết**

Đối với hợp đồng tương lai thời tiết, công thức của thu hoạch là:

Trong đó là chỉ số CAT, HDD hoặc CDD với kỳ tính toán , là quy mô của hợp đồng, được CME quy định là 20 USD với hợp đồng Mỹ, 20 GBP với hợp đồng Anh, 20 EUR với các thành phố châu Âu còn lại và 2,500 JPY đối với Nhật Bản.

Ví dụ, một hợp đồng tương lai thời tiết trên chỉ số HDD đã tính ở bảng 1.2 sẽ có thu hoạch khi đáo hạn là .

**Hợp đồng quyền chọn thời tiết**

Thu hoạch của quyền chọn mua (Call Option) thời tiết được tính bởi:

Còn thu hoạch của quyền chọn bán (Put Option) thời tiết được tính bởi:

Với là giá thực hiện (Strike). Cần lưu ý rằng, mặc dù sử dụng thuật ngữ “quyền chọn mua” và “quyền chọn bán”, các hợp đồng thời tiết đều được thanh toán bằng tiền mặt tại ngày đáo hạn, và bên nắm giữ vị thế long không thực sự mua hay bán bất kỳ tài sản cơ sở nào. Tùy vào thành phố và kỳ tính chỉ số, CME quy định khoảng giá trị hợp lệ đối với .

Để hiểu cách phòng hộ bằng hợp đồng phái sinh thời tiết, xét một ví dụ sau. Một công ty bán lẻ dầu sưởi nhận thấy nếu mùa đông càng lạnh thì doanh số của họ càng cao và ngược lại. Họ có thể long một quyền chọn bán HDD với thu hoạch:

Nếu mùa đông lạnh, chỉ số HDD cao, nhu cầu sưởi ấm cao, thu hoạch từ hợp đồng sẽ thấp nhưng doanh số cao. Nếu mùa đông ấm hơn dự kiến, chỉ số HDD thấp, công ty sẽ có doanh số thấp nhưng thu hoạch từ hợp đồng cao. Như vậy, công ty có thể phòng hộ rủi ro thời tiết bằng hợp đồng này.

Như vậy, một hợp đồng tương lai thời tiết cần có các thông tin cơ bản sau:

* Kỳ tính chỉ số ;
* Chỉ số thời tiết (CAT, HDD, CDD);
* Ngưỡng ;
* Trạm quan trắc mà hợp đồng sẽ lấy dữ liệu từ đó;
* Đơn vị của hợp đồng: .

Đối với hợp đồng quyền chọn thời tiết, ngoài các thông tin trên còn có:

* Loại quyền chọn (mua, bán);
* Giá thực hiện .
  + - 1. Phân biệt hợp đồng phái sinh thời tiết với các công cụ khác

**Hợp đồng phái sinh và hợp đồng phái sinh thời tiết**

Sự khác biệt lớn nhất giữa hợp đồng phái sinh thời tiết với các loại hợp đồng phái sinh khác nằm ở biến cơ sở. Biến cơ sở trong hầu hết công cụ phái sinh là tài sản cơ sở, một tài sản có thể giao dịch trên thị trường còn trong phái sinh thời tiết, nó là chỉ số thời tiết, không phải tài sản giao dịch được. Vì vậy, định nghĩa về phái sinh của Hull (2022) sử dụng từ biến cơ sở thay vì tài sản cơ sở.

Thứ hai, hợp đồng phái sinh thông thường có tính chất phòng hộ trực tiếp. Một doanh nghiệp xuất khẩu dự kiến phát sinh doanh thu trong tương lai bằng ngoại tệ USD có thể phòng hộ cho khoản doanh thu này bằng một hợp đồng phái sinh trên tỷ giá để khóa khoản doanh thu đó bằng đồng nội tệ. Riêng với phái sinh thời tiết, việc phòng hộ rủi ro là gián tiếp. Trong ví dụ đã nêu ở mục trước, công ty bán dầu sưởi muốn phòng hộ doanh số bán hàng của họ nên đã thực hiện vị thế với hợp đồng thời tiết, do doanh số có tương quan với chỉ số HDD.

**Hợp đồng phái sinh thời tiết và hợp đồng bảo hiểm thời tiết**

Mặc dù hợp đồng phái sinh thời tiết và hợp đồng bảo hiểm thời tiết đều có mục đích giảm thiểu rủi ro trước những biến động của thời tiết, tuy nhiên cách thức hoạt động lại khác nhau. Cụ thể, hợp đồng bảo hiểm thường được thiết kế để phòng hộ rủi ro từ những hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, động đất, có tác động nghiêm trọng đến kết quả kinh doanh của chủ thể. Trong khi đó, hợp đồng phái sinh thời tiết thường được thiết kế để phòng hộ những hiện tượng thời tiết không phải thiên tai và dễ xảy ra hơn, ví dụ như một mùa hè mát hơn hay một mùa đông ấm hơn dự kiến. Như vậy, hợp đồng bảo hiểm phòng hộ những sự kiện có xác suất xảy ra thấp và tác động đáng kể, còn hợp đồng phái sinh thời tiết phòng hộ những sự kiện có xác suất xảy ra cao hơn và tác động ít hơn.

Bên cạnh đó, người nắm giữ hợp đồng bảo hiểm cần phải chứng minh họ đã chịu tổn thất tài chính do ảnh hưởng của thời tiết. Quá trình này được gọi là “claim” và có thể tốn thời gian, thậm chí công ty bảo hiểm có thể từ chối trong trường hợp họ không cung cấp được đầy đủ bằng chứng. Ngược lại, thu hoạch từ hợp đồng phái sinh thời tiết hoàn toàn dựa trên tình trạng thời tiết quan sát được, không phụ thuộc việc thời tiết có thực sự ảnh hưởng đến người nắm giữ hợp đồng hay không. Do đó, hợp đồng phái sinh thời tiết cung cấp giải pháp tài chính nhanh chóng hơn, tạo lợi thế cho các doanh nghiệp trong việc quản lý dòng tiền.

Bảng .. So sánh hợp đồng bảo hiểm và hợp đồng phái sinh thời tiết

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tiêu chí so sánh | Hợp đồng bảo hiểm | Hợp đồng phái sinh |
| Mục đích phòng hộ | Các hiện tượng thời tiết cực đoan có tính thảm họa (xác suất xảy ra thấp, tổn thất cao) như bão, động đất … | Các hiện tượng thời tiết không mang tính thảm họa (xác suất xảy ra cao hơn, tổn thất thấp hơn) như mùa đông ấm hơn … |
| Chứng minh tổn thất | Cần chứng minh | Không cần chứng minh |

Một lợi thế của phái sinh thời tiết là khi có hai nhân tố gặp nhau trên thị trường mà một bên kiếm lợi nhuận khi nhiệt độ tăng và bên còn lại khi nhiệt độ giảm thì họ hoàn toàn có thể phòng hộ rủi ro lẫn nhau. Đây là trường hợp không thể xuất hiện trong thị trường bảo hiểm.

* 1. Tổng quan nghiên cứu về phái sinh thời tiết

Dù là một thị trường ngách nhưng thị trường phái sinh thời tiết đã thu hút được sự quan tâm nhất định. Trong những thập niên trở lại đây, đã có nhiều nghiên cứu về chủ đề này nhằm tìm kiếm phương pháp định giá phù hợp.

Cách tiếp cận thứ nhất là xây dựng mô hình trực tiếp cho chỉ số (Index Modeling). Cách này dựa trên dữ liệu trong quá khứ của chỉ số nhiệt độ (HDD, CDD, CAT) trong những năm về trước và xây dựng mô hình để dự báo trong tương lai. Ví dụ, thu hoạch của một hợp đồng tương lai HDD tháng 1 năm 2025 tại trạm Chicago O’Hare sẽ có kỳ vọng bằng trung bình thu hoạch của hợp đồng này trong vòng 10 năm trở lại đây. Hoặc có thể xây dựng mô hình hồi quy tuyến tính của chỉ số HDD theo biến xu thế , với có đơn vị là 1 năm. Đây là phương pháp mà Dorfleitner & Wimmer (2010) sử dụng trong nghiên cứu của họ. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, dễ tiếp cận và thường được những người tham gia thị trường chấp nhận như một cách tính xấp xỉ giá trị hợp đồng. Tuy nhiên, về nhược điểm, Alexandridis & Zapranis (2012) chỉ trích việc sử dụng mô hình chỉ số dẫn đến hiện tượng mất thông tin, ví dụ như HDD chỉ tính đến phần nhiệt độ dưới một ngưỡng nhất định. Họ cũng cho rằng các giả thiết của mô hình kiểu này thường bị vi phạm.

Cách tiếp cận thứ hai là xây dựng mô hình cho nhiệt độ trung bình ngày (Daily Average Temperature Modeling). Cách này giúp nắm bắt trực tiếp những thay đổi từ chính biến nhiệt độ. Bên cạnh đó, chỉ cần xây dựng một mô hình cho một địa điểm để định giá các hợp đồng có chỉ số khác nhau. Sau đây là một số nghiên cứu tiêu biểu dựa trên phương pháp này.

Nghiên cứu của Alaton & cộng sự (2002) với tiêu đề “On modelling and pricing weather derivatives” sử dụng dữ liệu nhiệt độ hàng ngày được ghi nhận tại sân bay Bromma, Stockholm, Thụy Điển. Dữ liệu sau đó được loại bỏ xu thế tuyến tính và mùa vụ dạng hàm sin, trước khi ước lượng quá trình phục hồi trung bình Ornstein – Uhlenbeck, với giả định nhiễu là chuyển động Brown và độ biến động (volatility) thay đổi theo từng tháng. Các tham số được ước lượng theo hai cách là rời rạc hóa thành phương trình tự hồi quy AR(1) và sử dụng hàm ước lượng martingale. Sau đó, dựa trên mô hình nhiệt độ, tác giả thực hiện định giá một số quyền chọn HDD bằng công thức dạng đóng và mô phỏng Monte Carlo. Kết quả cho thấy giá từ công thức dạng đóng và giá từ mô phỏng Monte Carlo không chênh lệch nhiều (dưới 2%). Nhìn chung, đây là một trong những nghiên cứu tiên phong về chủ đề phái sinh thời tiết, tuy nhiên nghiên cứu này thiếu những kiểm định cần thiết đối với các giả định trong mô hình và việc sử dụng hàm độ biến động theo tháng còn kém linh hoạt.

Một bài nghiên cứu nổi tiếng khác là nghiên cứu “Putting a Price on Temperature” (2007) của Benth & cộng sự dựa trên dữ liệu nhiệt độ hàng ngày tại Stockholm trong gần 46 năm. Dữ liệu được loại bỏ xu thế và mùa vụ tương tự như trong nghiên cứu của Alaton (2002), tuy nhiên, mô hình được sử dụng là quá trình tự hồi quy với thời gian liên tục (Continuous – time AutoRegressive) CAR(). Ngoài ra, chuỗi Fourier cắt ngắn được sử dụng để mô hình độ biến động (volatility) theo ngày thay vì theo tháng. Độ trễ được lựa chọn dựa trên đồ thị PACF. Tác giả kết luận rằng mô hình CAR(3) là phù hợp với dữ liệu Stockholm, với khả năng loại bỏ hiện tượng tự tương quan, cũng như cho rằng độ biến động có tính mùa vụ. Nghiên cứu cũng khẳng định tính khả thi của quá trình CAR() trong việc định giá hợp đồng tương lai thời tiết. Trong trường hợp của hợp đồng tương lai CAT, tác giả quan sát được hiện tượng Samuelson: độ biến động của giá hợp đồng tăng lên khi gần đến ngày bắt đầu tính chỉ số và giảm đi khi gần đến ngày đáo hạn. Nghiên cứu cũng trình bày công thức dạng đóng cho quyền chọn trên chỉ số CAT, và một số công thức liên quan khác. Tuy nhiên, một hạn chế đáng chú ý là giả thuyết phần dư cuối cùng phân phối chuẩn đã bị bác bỏ bởi kiểm định Kolmogorov – Smirnov ().

Nghiên cứu “Weather Derivatives: Modelling, Pricing and Applications” của Cui, Kaije (2014) sử dụng bộ dữ liệu nhiệt độ tại 4 thành phố Canada trong 10 năm. Nghiên cứu lần lượt trình bày các mô hình: Mô hình Ornstein – Uhlenbeck, mô hình CAR, mô hình chuyển trạng thái (regime – switching) với chuyển động Brown và bước nhảy quá trình Lévy tổng quát. Điểm đáng chú ý là tác giả đã kế thừa mô hình CAR của Benth & cộng sự (2007) và khắc phục hạn chế bằng cách thay thế chuyển động Brown với phân phối chuẩn bằng quá trình Lévy với phân phối hyperbol tổng quát (Generalized Hyperbolic Distribution). Với mỗi mô hình, tác giả cung cấp công thức định giá dạng đóng cho hợp đồng tương lai CAT và phương pháp số cho hợp đồng tương lai HDD và CDD.

Nghiên cứu “Modelling And Pricing Temperature Derivatives Using Wavelet Networks And Wavelet Analysis” của Alexandridis (2010) đã kế thừa những nghiên cứu đi trước trong việc xây dựng quá trình Ornstein – Uhlenbeck nhưng đưa ra những cải tiến đáng kể. Cụ thể, thành phần mùa vụ của chuỗi nhiệt độ và của độ biến động được tách thông qua phân tích sóng con (wavelet analysis). Cùng với đó, tham số tốc độ hồi phục về trung bình được ước lượng như một hàm phụ thuộc vào thời gian bằng cách sử dụng mạng sóng con (wavelet network). Bộ dữ liệu được sử dụng là nhiệt độ ngày của 7 thành phố châu Âu trong 51 năm. Kết quả cho thấy mô hình có thể loại bỏ hoàn toàn hiện tượng tự tương quan của phần dư và giả định phân phối chuẩn chỉ bị bác bỏ ở 2 trong 7 thành phố. Nghiên cứu thực hiện mô phỏng để dự báo chuỗi nhiệt độ với các kỳ hạn khác nhau, so sánh với mô hình của Alaton (2002), Benth & Saltyte-Benth (2007) và đi đến kết luận mô hình wavelet có sai số dự báo nhỏ hơn 81 trên tổng số 140 trường hợp (58%). Nhìn chung, đây là một phương pháp tương đối phức tạp và việc sử dụng neural network với dữ liệu dài có thể dẫn đến hiện tượng overfitting.

Sau khi cân nhắc giữa các mô hình, nghiên cứu này quyết định sử dụng mô hình CAR với quá trình Lévy mà Cui (2014) đề xuất. Đây là mô hình nắm bắt được các thành phần của chuỗi nhiệt độ và sử dụng phân phối linh hoạt, cụ thể:

* Thành phần xu thế và mùa vụ: Nhiệt độ có tính mùa vụ (tăng lên vào mùa hè và giảm vào mùa đông ở bắc bán cầu), kèm theo hiện tượng nóng lên toàn cầu.
* Thành phần tự hồi quy: Nhiệt độ có tính chất phục hồi về trung bình.
* Độ biến động theo mùa vụ: Độ biến động của nhiệt độ vào các mùa khác nhau có thể khác nhau.
* Nhiễu không chuẩn/Nhiễu Lévy: Các hiện tượng thời tiết, ví dụ như sự di chuyển của một Frông (Front) hoặc gió Phơn (Foehn), dẫn đến nhiệt độ thay đổi đột ngột. Do đó, nhiễu có thể phân phối lệch với đuôi dày mà chuyển động Brown với phân phối chuẩn không phù hợp.

Ngoài ra, các nghiên cứu trước đó không kiểm tra sự ổn định của mô hình theo thời gian. Nghiên cứu này sẽ tập trung khai thác khoảng trống đó.

# : THỊ TRƯỜNG PHÁI SINH THỜI TIẾT

* 1. Tổng quan về thị trường phái sinh thời tiết

Giao dịch đầu tiên của thị trường phái sinh thời tiết bắt đầu vào khoảng giữa năm 1996 và 1997, thực hiện bởi Aquila Energy dưới dạng một quyền chọn thời tiết được đặt trong hợp đồng năng lượng. Ở thời điểm đó, trên thị trường đã tồn tại hợp đồng phái sinh năng lượng để các công ty năng lượng có thể phòng hộ rủi ro về giá. Tuy nhiên, sự cạnh tranh ngày càng gia tăng đã dẫn đến nhu cầu phòng hộ cả rủi ro về khối lượng. Sau đó không lâu, giao dịch công khai đầu tiên của thị trường được hiện giữa Koch Energy và Enron vào năm 1997, xoay quanh một chỉ số nhiệt độ của thành phố Milwaukee. Đó cũng là thời điểm diễn ra mùa đông El Niño 1997 – 1998, một trong những hiện tượng thời tiết mạnh nhất từng được ghi nhận và được giới báo chí Mỹ đặc biệt quan tâm. Nhiều công ty, đối mặt với khả năng thu nhập bị giảm đáng kể do mùa đông ấm lên bất thường, đã quyết định phòng ngừa rủi ro thời tiết.

Kể từ đó, thị trường phái sinh thời tiết đã mở rộng nhanh chóng thành một thị trường giao dịch phi tập trung over the counter (OTC). Tuy nhiên sự tăng trưởng này phần nào bị hạn chế bởi các vấn đề rủi ro đối tác liên quan đến thị trường OTC. Để tăng quy mô thị trường và loại bỏ rủi ro đối tác trong giao dịch, Sở giao dịch Hàng hóa Chicago (Chicago Mercantile Exchange – CME) với sự cho phép của Ủy ban giao dịch hàng hóa tương lai (Commodity Futures Trading Commission) đã phát triển một thị trường giao dịch điện tử cho các hợp đồng phái sinh thời tiết vào tháng 9 năm 1999. Đây là sàn giao dịch đầu tiên cung cấp các hợp đồng phái sinh thời tiết được chuẩn hóa.

* + 1. Giới thiệu về Sở Giao dịch Hàng hóa Chicago (CME)

Sở Giao dịch Hàng hóa Chicago (Chicago Mercantile Exchange – CME), thành lập chính thức vào năm 1898 với tiền thân là Chicago Butter and Egg Board, là một thị trường phái sinh hàng đầu thế giới, đóng vai trò then chốt trong hệ thống tài chính toàn cầu. Sự phát triển của CME phản ánh quá trình chuyển đổi từ một thị trường giao dịch các sản phẩm nông nghiệp cơ bản sang một trung tâm giao dịch các công cụ tài chính phức tạp.

Ban đầu, CME tập trung vào các mặt hàng dễ hỏng như bơ, trứng, và gia cầm. Bước ngoặt lịch sử diễn ra vào nửa sau thế kỷ 20 khi CME tiên phong giới thiệu các hợp đồng tương lai tài chính. Cụ thể, vào năm 1972, CME đã ra mắt International Monetary Market (IMM), mở đường cho việc giao dịch các hợp đồng tương lai và quyền chọn trên ngoại hối (foreign exchange – FX), tạo ra một công cụ quản lý rủi ro tỷ giá hối đoái hiệu quả. Tiếp theo là sự ra đời của các hợp đồng tương lai dựa trên lãi suất và chỉ số chứng khoán (đặc biệt là hợp đồng tương lai S&P 500), giúp củng cố vị thế dẫn đầu của sàn giao dịch này. Việc chuyển đổi từ một tổ chức thuộc sở hữu của thành viên sang một công ty đại chúng vào năm 2000 đã tạo điều kiện cho sự tăng trưởng và sáp nhập chiến lược, đỉnh điểm là sự hình thành CME Group sau khi hợp nhất với Chicago Board of Trade (CBOT) vào năm 2007.

CME Group cung cấp danh mục sản phẩm phái sinh toàn diện trên các tài sản cơ sở, được chia thành một số nhóm: Nông sản, Tiền điện tử, Năng lượng, Chỉ số chứng khoán, Ngoại hối, Lãi suất, Kim loại, Bất động sản, Thời tiết.

Hoạt động giao dịch tại CME chủ yếu diễn ra trên nền tảng điện tử CME Globex. Hệ thống này là một thị trường 24 giờ, 5 ngày một tuần (24/5), đảm bảo tính thanh khoản sâu và minh bạch về giá thông qua sổ lệnh điện tử.

Hơn nữa, vai trò của CME Clearing là không thể thiếu. CME Clearing hoạt động như một đối tác trung tâm (Central Counterparty – CCP) cho mọi giao dịch. CCP này can thiệp vào giữa người mua và người bán, trở thành người mua đối với mọi người bán và người bán đối với mọi người mua. Chức năng chính của nó là giảm thiểu rủi ro đối tác (counterparty risk) bằng cách đảm bảo thực hiện nghĩa vụ hợp đồng thông qua hệ thống ký quỹ nghiêm ngặt (margin system). Điều này mang lại sự ổn định và tin cậy cho toàn bộ thị trường phái sinh.

* + 1. Hình thức giao dịch

Giống như các sản phẩm phái sinh khác, hợp đồng phái sinh thời tiết có hai hình thức giao dịch là giao dịch qua sở giao dịch (Exchange Traded – ETD) và giao dịch qua quầy/giao dịch thỏa thuận (Over The Counter – OTC). Hình thức ETD mang lại những lợi thế về sự chuẩn hóa, tính thanh khoản và loại bỏ rủi ro đối tác. Để thực hiện giao dịch ETD, nhà đầu tư cần kết nối với sàn giao dịch điện tử CME Globex thông qua một nền tảng ứng dụng của CME Group hoặc một bên thứ ba cung cấp.

Phần lớn giao dịch trên thị trường phái sinh thời tiết được thực hiện theo hình thức OTC. Đây là hình thức thị trường không có địa điểm giao dịch tập trung giữa bên mua và bên bán như Sở giao dịch mà tồn tại ở nhiều địa điểm. Hình thức giao dịch OTC sử dụng cơ chế xác lập giá bằng hình thức thương lượng và thỏa thuận song phương, có thể là gặp trực tiếp, qua điện thoại hoặc qua mạng máy tính điện tử. Hình thức này thường cần đến một mạng lưới các bên môi giới trung gian để có thể dễ dàng kết nối những người có nhu cầu giao dịch. Hình thức giao dịch OTC mang lại sự linh hoạt trong việc thiết kế hợp đồng sao cho phù hợp với nhu cầu phòng hộ rủi ro của từng nhà đầu tư, đặc biệt đối với rủi ro thời tiết – yếu tố có tác động đa dạng đối với các lĩnh vực khác nhau.

Bảng .. So sánh hình thức giao dịch ETD và OTC

|  |  |
| --- | --- |
| Giao dịch qua sở giao dịch (ETD) | Giao dịch thỏa thuận (OTC) |
| Chuẩn hóa về thiết kế | Thiết kế theo nhu cầu |
| Minh bạch | Kém minh bạch hơn |
| Không có rủi ro đối tác | Có rủi ro đối tác |
| Giao dịch theo khung giờ | Giao dịch 24/7 |
| Tuân thủ các quy định | Linh hoạt hơn |
| Giới hạn về sản phẩm | Đa dạng các sản phẩm |

*Nguồn: Shylov (2023)*

Để kết hợp ưu điểm của 2 phương thức giao dịch này, CME cung cấp hình thức giao dịch “Block trade” đối với các hợp đồng chuẩn hóa niêm yết trên sàn của họ. Cụ thể, hai bên đối tác sẽ tự thỏa thuận về giá và khối lượng giao dịch trước, sau đó gửi chi tiết giao dịch lên CME ClearPort. Lúc này CME sẽ đóng vai trò là một đối tác trung gian CCP như đã đề cập ở trên để ghi nhận vị thế, quản lý ký quỹ. Về cơ bản, đây là một dạng giao dịch thỏa thuận nhưng có CME làm trung gian giúp loại trừ rủi ro đối tác.

* + 1. Thực trạng thị trường

Hiện không có nguồn dữ liệu tập trung nào để cập nhật thông tin về khối lượng giao dịch của hợp đồng phái sinh thời tiết trên phạm vi toàn cầu. Theo một báo cáo cũ của Weather Risk Management Association (WRMA), số lượng hợp đồng giao dịch vào năm 2007 – 2008, trước cuộc khủng hoảng tài chính, lên đến 985000 hợp đồng, với giá trị danh nghĩa 32 tỷ USD (Shylov, 2023).

Đối với các hợp đồng trên sàn CME, họ cung cấp một số ít thông tin về khối lượng giao dịch trong các bài báo công khai. Hiện nay CME cũng cung cấp các hợp đồng niêm yết cho 18 thành phố trong và ngoài nước Mỹ. Khối lượng giao dịch của các hợp đồng niêm yết đã có sự tăng trưởng đáng kể trong những năm trở lại đây. Khối lượng giao dịch trung bình một tháng là khoảng 11500 hợp đồng trong năm 2021 và 2022, tăng vọt lên 42052 vào năm 2023 rồi giảm còn 20660 vào năm 2024. Sự gia tăng đột biến về khối lượng giao dịch năm 2023 là kết quả của việc niêm yết thêm các hợp đồng mới, cùng với một số chương trình phòng hộ ra mắt trên thị trường. Tuy vậy, thị trường phái sinh thời tiết vẫn là một thị trường kém thanh khoản với quy mô khiêm tốn so với các thị trường truyền thống khác.

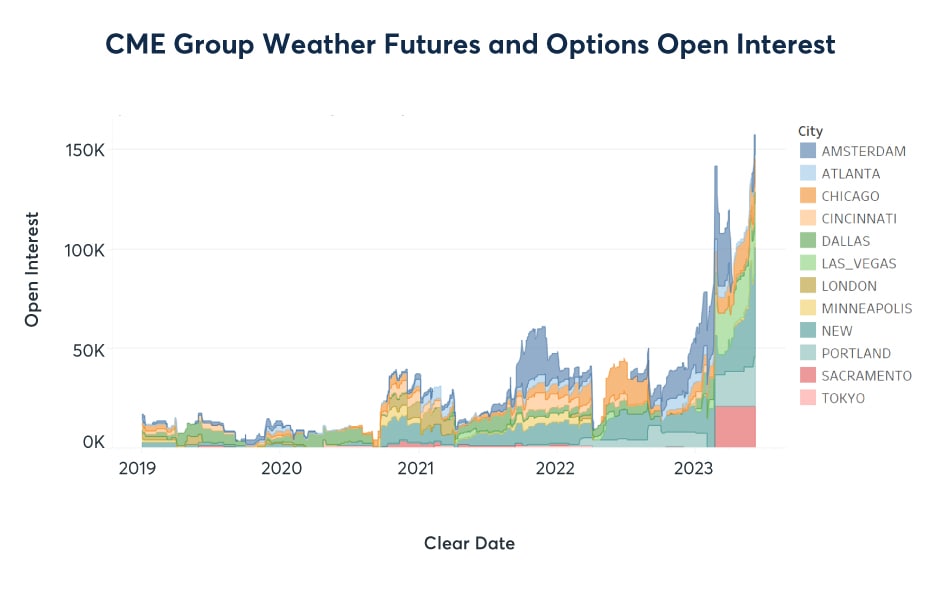
 *Nguồn: CME*

Hình .. Danh sách các thành phố có hợp đồng phái sinh thời tiết niêm yết trên CME

A graph of a bar chart

AI-generated content may be incorrect. *Nguồn: Tác giả tự tổng hợp từ dữ liệu công khai của CME*

Hình .. Khối lượng giao dịch của các hợp đồng niêm yết trên CME trong những năm gần đây

 *Nguồn: CME*

Hình .. Số lượng hợp đồng mở theo từng thành phố trong những năm gần đây

Để tạo thanh khoản cho thị trường, hiện nay trên trang của CME cũng cung cấp thông tin liên hệ của một số công ty môi giới phái sinh thời tiết, bao gồm BGC Financial LP, Snapper Creek Energy và TP ICAP. Trong đó, TP ICAP sở hữu một bộ phận có tên gọi là “Weather Derivatives Desk”, chuyên biệt về giao dịch các công cụ phái sinh thời tiết như vậy.

Như đã đề cập ở phần trước, hợp đồng phái sinh thời tiết chủ yếu là nhiệt độ. Tất cả hợp đồng đang được niêm yết trên CME cũng là nhiệt độ. Có một số nguyên nhân lý giải cho việc này. Dưới góc nhìn kinh tế, đa số những người tham gia thị trường thời tiết tại Mỹ là các công ty hoạt động trong ngành năng lượng và tiện ích. Nhu cầu của ngành này chịu tác động lớn từ sự thay đổi của nhiệt độ. Nghiên cứu của Auffhammer & Mansur (2014) có đề cập về tác động nhiệt độ lên lượng năng lượng tiêu thụ. Dưới góc nhìn khoa học, mặc dù nhiệt độ không thể được sử dụng để suy luận một cách trực tiếp và đầy đủ về các hiện tượng khí tượng khác như lượng mưa, sức gió, nhưng trong khí tượng học, nhiệt độ bề mặt vẫn đóng vai trò là một trong những biến nền tảng ảnh hưởng tới nhiều quá trình động lực học của khí quyển. Theo NOAA (2025), nhiệt độ không khí cao hơn làm nước bay hơi nhiều hơn, gây ra hạn hán, và cũng giữ hơi nước trong khí quyển lâu hơn, gây mưa lớn kéo dài. Ở các vùng khí hậu lạnh, nhiệt độ thấp là chỉ báo của điều kiện đóng băng và hình thành tuyết. Do tính liên hệ với nhiều quá trình khí quyển, nhiệt độ có thể mang một phần thông tin của các biến thời tiết khác, dù không thay thế hoàn toàn.

* 1. Tiềm năng phát triển sản phẩm tại Việt Nam
     1. Các lĩnh vực chịu rủi ro thời tiết

Theo báo cáo của Cơ quan Thống kê Quốc gia, quy mô GDP của Việt Nam năm 2024 theo giá hiện hành năm 2024 ước đạt 11511.9 nghìn tỷ đồng, tương đương 476.3 tỷ USD. Về cơ cấu nền kinh tế năm 2024, khu vực nông, lâm nghiệp và thủy sản chiếm tỷ trọng 11.86%; khu vực công nghiệp và xây dựng chiếm 37.64%; khu vực dịch vụ chiếm 42.36%; thuế sản phẩm trừ trợ cấp sản phẩm chiếm 8.14%.

Bảng .. Cơ cấu nền kinh tế Việt Nam năm 2024

|  |  |
| --- | --- |
| Khu vực | Tỷ trọng |
| Nông, lâm nghiệp và thủy sản | 11.86% |
| Công nghiệp và xây dựng | 37.64% |
| Dịch vụ | 42.36% |
| Thuế sản phẩm trừ trợ cấp sản phẩm | 8.14% |

*Nguồn: Cơ quan Thống kê Quốc gia*

Mặc dù tỷ trọng của khu vực nông nghiệp giảm dần theo thời gian do sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế, đây vẫn là một lĩnh vực quan trọng đối với nền kinh tế Việt Nam, cũng là lĩnh vực nhạy cảm đối với thời tiết. Trong sản xuất nông nghiệp, các yếu tố như nhiệt độ tăng cao, biến động nhiệt độ bất thường, cùng với các hiện tượng thời tiết cực đoan và thiên tai, làm gia tăng khả năng phát triển của sâu bệnh, dẫn đến suy giảm năng suất và sản lượng, đe dọa an ninh lương thực quốc gia

Bên cạnh đó, các biến đổi về nhiệt độ tác động sâu rộng đến nhiều lĩnh vực khác của nền kinh tế. Trong sản xuất công nghiệp, sự gia tăng nhiệt độ đột biến kéo theo việc tăng chi phí vận hành cho các hệ thống làm mát. Đồng thời, biến động nhiệt độ có thể làm giảm tuổi thọ của vật liệu, linh kiện, máy móc, thiết bị và công trình xây dựng, đòi hỏi chi phí bảo trì và sửa chữa cao hơn.

Đặc biệt đối với ngành logistics và dịch vụ, sự thay đổi nhiệt độ có ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng của các sản phẩm, ví dụ như thực phẩm, làm tăng chi phí bảo quản. Những tác động kinh tế đa chiều này tạo nên một cơ sở lý luận và thực tiễn vững chắc cho việc nghiên cứu và triển khai các công cụ phái sinh thời tiết nhằm mục đích quản lý rủi ro khí hậu một cách hiệu quả tại Việt Nam.

* + 1. Sở Giao dịch Hàng hóa Việt Nam (MXV)

Địa điểm giao dịch tiềm năng cho hợp đồng phái sinh thời tiết tại Việt Nam sẽ là Sở Giao dịch Hàng hóa Việt Nam (Mercantile Exchange of Vietnam – MXV). Đây là đơn vị tổ chức thị trường giao dịch hàng hóa tập trung cấp quốc gia tại Việt Nam được Bộ Công Thương cấp phép. Kể từ khi thành lập vào ngày 1/9/2010, MXV chỉ có ba mặt hàng là cà phê, cao su và thép thì đến nay, MXV đã không ngừng mở rộng danh sách các sản phẩm giao dịch lên tới hơn 50 sản phẩm. Hiện nay, MXV đã kết nối liên thông với hầu hết các Sở Giao dịch Hàng hóa lâu đời và lớn nhất trên thế giới như: Sở Giao dịch Hàng hóa Chicago - CME Group (bao gồm các Sàn Giao dịch CBOT, CME, COMEX, NYMEX); Sở Giao dịch Liên lục địa - ICE (bao gồm các Sàn Giao dịch ICE US, ICE EU, ICE Singapore); Sở Giao dịch Kim loại London - LME; Sở Giao dịch Hàng hóa Osaka - OSE; Sở Giao dịch Hàng hóa Singapore - SGX; Sở Giao dịch Hàng hóa Bursa Malaysia Derivatives – BMD.

MXV hiện đang niêm yết các hợp đồng tương lai, hợp đồng quyền chọn trên các hàng hóa thuộc ba nhóm là nông sản, nguyên liệu công nghiệp, kim loại, cụ thể:

* Nông sản: Ngô, Ngô Mini, Khô đậu tương, Dầu đậu tương, Lúa mì, Lúa mì Mini, Đậu tương, Đậu tương Mini, Lúa mì Kansas, Ngô Micro, Lúa Mì Micro, Đậu tương Micro, Dầu đậu tương Micro, Khô đậu tương Micro.
* Nguyên liệu công nghiệp: Cà phê Arabica, Đường 11, Cà phê Robusta, Cao su RSS3, Bông, Ca cao, Cao su TSR20, Dầu cọ thô, Đường trắng.
* Kim loại: Bạch kim, Bạc, Đồng, Quặng sắt, Đồng LME, Nhôm LME, Chì LME, Thiếc LME, Kẽm LME, Niken LME, Bạc Mini, Bạc Micro, Đồng Mini, Đồng Micro, Thép thanh vằn LME, Thép phế liệu LME, Thép cuộn cán nóng LME, Nhôm COMEX, Bạc Nano ACM, Bạch kim Nano ACM, Đồng Nano ACM.

Thực tế, các sản phẩm trên là các sản phẩm liên thông với các sàn giao dịch quốc tế như CME, LME, ICE. Hiện nay, MXV đang có kế hoạch để niêm yết các mặt hàng do Việt Nam sản xuất.

* + 1. Cơ hội và thách thức

Như vậy, Việt Nam sở hữu tiềm năng và một số điều kiện để triển khai giao dịch hợp đồng phái sinh thời tiết. Đầu tiên, đó là các khu vực kinh tế trọng yếu nhạy cảm với rủi ro thời tiết tạo nên nhu cầu về phòng hộ. Thứ hai, MXV đã có kinh nghiệm giao dịch các sản phẩm phái sinh liên thông quốc tế và chiến lược về phát triển các sản phẩm nội địa, cùng tầm nhìn trở thành Sở giao dịch hàng hóa hàng đầu khu vực vào năm 2030. Đặc biệt, sự liên kết với CME cho phép MXV tiếp cận tư vấn chuyên môn về dòng sản phẩm thời tiết. Một điểm đáng chú ý là Nghị quyết 222/2025/QH15 do Quốc hội ban hành ngày 27/6/2025 về việc xây dựng Trung tâm tài chính quốc tế tại Việt Nam, với hai địa phương là Thành phố Hồ Chí Minh và Đà Nẵng, sẽ tạo khuôn khổ để thử nghiệm và phát triển những sản phẩm tài chính tiên phong này.

Tuy nhiên, cũng có không ít thách thức để phát triển sản phẩm thời tiết. Để xây dựng hợp đồng phái sinh thời tiết tại Việt Nam, sẽ cần nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm khí hậu để thiết kế các tham số của hợp đồng sao cho phù hợp. Đồng thời, cần giải quyết vấn đề tính sẵn có và khả năng công khai dữ liệu lịch sử về thời tiết. Khác với Tổng cục Khí tượng và Thủy văn Hoa Kỳ, Tổng cục Khí tượng và Thủy văn Việt Nam hiện không công khai dữ liệu lịch sử về thời tiết. Bên cạnh đó, do phái sinh thời tiết là một thị trường ngách nên cần có một mạng lưới môi giới chuyên biệt để đảm bảo tính thanh khoản.

Cuối cùng, tính chất phức tạp của các sản phẩm phái sinh đòi hỏi một hành lang pháp lý chặt chẽ và cơ chế giám sát nghiêm ngặt. Bài học từ vụ bê bối của Tập đoàn Enron là một ví dụ điển hình: vào cuối thập niên 1990, Enron, từng là công ty năng lượng hàng đầu Hoa Kỳ, đã lạm dụng các công cụ phái sinh (trong đó có phái sinh thời tiết) và các thực thể mục đích đặc biệt (SPE) để thao túng và che giấu nợ ngoài bảng cân đối kế toán, ghi nhận doanh thu ảo, trình bày sai lệch tình hình tài chính của công ty. Sự thiếu minh bạch này đã dẫn đến một trong những vụ phá sản doanh nghiệp lớn nhất lịch sử Hoa Kỳ vào năm 2001. Do đó, việc thiết lập quy định giám sát chặt chẽ, minh bạch hóa quy trình hạch toán, và nâng cao năng lực quản trị rủi ro là yếu tố quan trọng để đảm bảo sự phát triển hợp đồng phái sinh thời tiết, cũng như các công cụ tài chính mới tại Việt Nam.

# : PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

* 1. Thu thập và tiền xử lý dữ liệu
     1. Thu thập dữ liệu

Việc định giá phái sinh thời tiết yêu cầu phải có dữ liệu thời tiết. Để có được dữ liệu lịch sử thời tiết một cách chính xác, cần một hệ thống quan sát và quy trình đầy đủ, từ việc thu thập, xử lý, kiểm tra và lưu trữ dữ liệu.

Quy trình này khởi đầu bằng việc thiết kế mạng lưới quan trắc tối ưu và lựa chọn cảm biến phù hợp với mục tiêu cụ thể. Việc thiết kế này bắt buộc phải đảm bảo tính đại diện về mặt không gian và giảm thiểu các sai số do môi trường, ví dụ như hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. Bên cạnh đó, tần suất lấy mẫu, quy trình hiệu chuẩn, bảo trì và việc lưu trữ siêu dữ liệu (metadata), bao gồm loại cảm biến, lịch sử hiệu chuẩn, thay đổi vị trí, đóng vai trò then chốt. Nguồn dữ liệu không chỉ giới hạn ở các trạm quan trắc bề mặt chính thức, như trạm khí tượng hàng không (METAR), mà còn được bổ sung từ các nguồn phụ trợ như cảm biến giao thông (RWIS), dữ liệu từ máy bay (AMDAR), mạng lưới quan trắc cộng đồng và các mô hình tái phân tích (re – analysis). Sự đa dạng này đòi hỏi cơ chế đánh giá chất lượng đầu vào ngay tại khâu thu thập.

Sau khi thu thập, dữ liệu thô được đưa vào hệ thống tiếp nhận để giải mã và chuẩn hóa về định dạng, đơn vị đo lường và mốc thời gian thống nhất. Hệ thống MADIS của NOAA là một ví dụ điển hình, có khả năng tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau và chuyển đổi chúng về một định dạng quan sát nhất quán. Giai đoạn này yêu cầu thực hiện đồng nhất hóa (homogenization) để loại bỏ các sai lệch hệ thống do thay đổi thiết bị hoặc di dời trạm. Đồng thời, các kỹ thuật nội suy (interpolation) và điền dữ liệu thiếu (gap – filling) được áp dụng cho các chuỗi thời gian. Mọi sự can thiệp vào dữ liệu đều phải được ghi lại kèm theo ước lượng sai số, giúp người sử dụng hiểu rõ độ tin cậy của số liệu. Cuối cùng, dữ liệu được sử dụng để tính các giá trị thống kê, ví dụ như tính toán giá trị trung bình, min/max theo ngày theo các quy tắc chặt chẽ.

Ngoài ra, quy trình kiểm soát chất lượng (quality control) được thực hiện theo mô hình đa tầng nhằm đảm bảo độ tin cậy cao nhất.

Bảng .. Các cấp độ trong quy trình kiểm soát chất lượng

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cấp độ | Nội dung thực hiện | Mục đích |
| 1 | Kiểm tra tính hợp lệ cơ bản | Loại bỏ các giá trị phi lý nằm ngoài phạm vi vật lý có thể xảy ra |
| 2 | Kiểm tra tính nhất quán nội tại và theo chuỗi thời gian | Đảm bảo dữ liệu không mâu thuẫn với chính nó và tuân theo quy luật biến đổi theo thời gian |
| 3 | Kiểm tra tính nhất quán không gian | So sánh dữ liệu với các trạm lân cận để phát hiện các dị biệt cục bộ bất thường |

Các hệ thống như MADIS sẽ gán cờ chất lượng (flagging) cho từng quan sát dựa trên kết quả kiểm tra tự động hoặc can thiệp thủ công. Mục tiêu của kiểm soát chất lượng là phát hiện các lỗi ngẫu nhiên, như sai số nhập liệu, lẫn các sai lệch hệ thống, như lỗi cảm biến.

Về việc lưu trữ dữ liệu, dữ liệu sau xử lý phải được lưu trữ theo nguyên tắc có thể kiểm tra. Hệ thống cần lưu giữ song song bản gốc và bản đã chuẩn hóa, cùng với hồ sơ chi tiết về mọi thao tác chỉnh sửa và lịch sử phiên bản. Điều này đảm bảo khả năng tái lập quy trình xử lý khi có xung đột dữ liệu hoặc yêu cầu rà soát.

Trên thực tế, dữ liệu mà CME sử dụng để tính thu hoạch của các hợp đồng thời tiết niêm yết trên sàn này được cung cấp bởi Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Speedwell Settlement Services. Đây là một thành viên thuộc tập đoàn Speedwell Climate, chuyên thu thập và xử lý dữ liệu từ các nguồn dịch vụ khí tượng quốc gia như U.S.National Weather Service (Hoa Kỳ), UK Met Office (Anh), Meteo France (Pháp), Deutscher Wetterdienst (Đức), Royal Netherlands Meteorological Institute (Hà Lan). Trong những năm vừa qua, Speedwell Settlement Services đóng vai trò là nhà cung cấp dữ liệu khí tượng hàng đầu để phục vụ cho việc tính các hợp đồng thời tiết. Cũng chính vì lý do này, việc tiếp cận dữ liệu từ Speedwell Settlement Services không hề dễ dàng, khi họ cung cấp dữ liệu giới hạn và yêu cầu trả phí.

Do đó, nghiên cứu này lựa chọn sử dụng dữ liệu từ Meteostat. Meteostat cho phép người dùng truy cập và tải về dữ liệu thời tiết miễn phí với nhiều phương thức khác nhau, trong đó bao gồm truy cập thông qua API. Dữ liệu được Meteostat thu thập từ nhiều nguồn uy tín, bao gồm dữ liệu từ Cục quản lý đại dương và khí quyển quốc gia Hoa Kỳ (NOAA).

* + 1. Tiền xử lý dữ liệu

Sau khi thu được dữ liệu nhiệt độ cao nhất và thấp nhất của từng ngày, tức và , nghiên cứu thực hiện tính nhiệt độ trung bình ngày theo công thức đã nêu ở phần trước

Trong trường hợp hoặc là missing value (giá trị bị thiếu) thì cũng là missing value. Đối với chuỗi thời gian, có một số phương pháp xử lý missing value như loại bỏ, thay bằng giá trị trung bình, nội suy, forward/backward fill (điền bằng giá trị liền trước/sau). Trong nghiên cứu này, phương pháp được sử dụng sẽ là điền bằng trung bình cộng của 7 ngày trước và sau ngày đó, như Alexandridis & Zapranis (2012) đã đề xuất. Ngoài ra, giống như trong các nghiên cứu trước đó của Benth (2007), Cui (2014), dữ liệu ngày 29 tháng 2 bị loại bỏ để đảm bảo các năm có cùng 365 ngày, thuận lợi cho việc ước lượng các hàm có tính tuần hoàn.

* 1. Lý thuyết về mô hình CAR với quá trình Lévy

Phần lý thuyết mô hình sau đây sẽ trình bày về cơ sở lý thuyết của mô hình CAR với quá trình Lévy theo công trình nghiên cứu của Papapantoleon (2008), Cui (2014). Chi tiết về quá trình Lévy, tham khảo Papapantoleon (2008).

* + 1. Quá trình Lévy và phân phối hyperbol tổng quát

Quá trình Lévy đóng vai trò trung tâm trong nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau, trong đó có vật lý, kỹ thuật, kinh tế học, actuarial science và toán tài chính.

Cho không gian xác suất (), với và bộ lọc thỏa mãn các điều kiện thông thường. Có quy định khung thời gian mà có thể là vô hạn. Một quá trình ngẫu nhiên nhận giá trị thực, thích nghi theo bộ lọc, có quỹ đạo càdlàg, với hầu như chắc chắn, được gọi là quá trình Lévy nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

* có số gia độc lập, với mọi , số gia độc lập với
* có số gia dừng, với mọi , phân phối của không phụ thuộc vào
* có tính liên tục theo xác suất, với mọi và thì

Quá trình Lévy có liên hệ mật thiết với các phân phối khả phân vô hạn (infinitely divisible distributions). Luật phân phối của một biến ngẫu nhiên là khả phân vô hạn (infinitely divisible) khi và chỉ khi tồn tại một bộ ba , với , , và một độ đo thỏa mãn và , sao cho

Bộ ba còn được gọi là bộ ba đặc trưng hay bộ ba Lévy (Lévy triplet), và độ đo còn gọi là độ đo Lévy (Lévy measure).

Có nhiều quá trình ngẫu nhiên khác nhau thỏa mãn điều kiện là quá trình Lévy. Đó là chuyển động Brown (Brownian motion), quá trình Poisson (Poisson process), quá trình Lévy với bước nhảy (Lévy jump – diffusion process) và quá trình Lévy với phân phối hyperbol tổng quát (generalized hyperbolic Lévy process).

Phân phối hyperbol tổng quát (Generalized Hyperbolic – GH) được công bố lần đầu bởi Barndorff – Nielsen (1977), trong một nghiên cứu về quá trình chuyển động của hạt cát bị gió thổi trong tự nhiên. Với biến ngẫu nhiên , công thức hàm mật độ như sau:

Với , là hàm Bessel loại 3 với chỉ số . Ý nghĩa của các tham số trong phân phối lần lượt là

* quyết định đặc điểm của lớp con (subclass), đồng thời thể hiện độ dày của đuôi phân phối;
* quyết định hình dạng phân phối;
* với là độ đối xứng;
* là quy mô;
* là vị trí.

Hàm đặc trưng của phân phối GH là

Trong đó các moment bậc nhất và bậc hai lần lượt là

với .

Phân rã chuẩn tắc (canonical decomposition) của một quá trình Lévy được dẫn động bởi phân phối GH (tức ) có dạng

và bộ ba Lévy tương ứng là . Độ đo Lévy (Lévy measure) của phân phối GH có dạng

trong đó và lần lượt là các hàm Bessel loại một và loại hai với chỉ số . Phân phối GH là một phân phối linh hoạt vì nó bao hàm nhiều phân phối khác nhau như phân phối chuẩn, phân phối mũ, phân phối gamma, phân phối variance gamma, phân phối hyperbol và phân phối Normal Inverse Gaussian (NIG).

* + 1. Mô hình Continuous – time AutoRegressive (CAR)

Giả định có không gian xác suất (). Để là nghiệm dừng của phương trình vi phân ngẫu nhiên trong với .

Với toán tử toán tử vi phân theo , là toán tử vi phân bậc và là quá trình Lévy một chiều tổng quát. là vector cột được định nghĩa như sau

Viết lại phương trình dưới dạng không gian - trạng thái

Với

Cui (2014) chứng minh phương trình có nghiệm hiện

Vector cũng được công nhận là vector trạng thái trong mô hình trạng thái – không gian. Chú ý ở đây thì độ lệch chuẩn của nhiễu được mô tả bằng hàm liên tục , thường được gọi là độ biến động của quá trình . Hằng số là bậc của mô hình CAR.

Giả định thêm về hàm xu thế và mùa vụ bị chặn và khả vi liên tục trên . Công thức của nhiệt độ là

Trong đó là giá trị đầu tiên của vector trạng thái . Chú ý rằng hàm là thành phần tất định của nhiệt độ, nên ở đây quá trình Ornstein – Uhlenbeck vector hóa sẽ hồi phục về 0. Đó là lí do phương trình chỉ có tốc độ hồi phục về trung bình chứ không có mức trung bình.

Brockwell & Marquardt (2005) chứng minh rằng quá trình dừng khi tất cả giá trị riêng của ma trận có phần thực âm. Phần lớn sự biến thiên của nhiệt độ sẽ được giải thích bởi hàm .

Mô hình CAR có thể được ước lượng thông qua mô hình AR. Từ phương trình

Quá trình có thể biểu diễn lại thành

Hai phương trình trên có thể viết lại dưới dạng rời rạc theo phương pháp Euler – Maruyama với bước bằng 1

Với là quá trình Lévy độc lập có cùng phân phối. Mô hình AR() cổ điển có dạng

Benth và cộng sự (2008) chỉ ra mối liên hệ giữa các tham số của mô hình AR và các tham số của mô hình CAR

Với và .

* 1. Ước lượng mô hình

Mục này sẽ đi sâu vào cách ước lượng các tham số của mô hình CAR với quá trình Lévy từ một chuỗi dữ liệu nhiệt độ trung bình ngày .

* + 1. Tách thành phần xu thế và mùa vụ

Nhiệt độ trung bình ngày ở ngày có công thức như sau:

Trong đó là hàm xu thế và mùa vụ, có dạng:

Với vận tốc góc do 1 chu kì tương ứng với 365 ngày, là thành phần xu thế tuyến tính, là thành phần mùa vụ dạng hàm sin. Để ước lượng các tham số của , bằng biến đổi lượng giác, phương trình trên được viết lại như sau:

Đặt và , ta có:

Phương trình này có thể ước lượng bằng phương pháp OLS, sử dụng đầu vào là chuỗi . Sau đó tính lại và theo công thức:

* + 1. Tự hồi quy

Sau khi ước lượng được , thực hiện tách thành phần xu thế và mùa vụ, thu được chuỗi . Nghiên cứu thực hiện kiểm định tính dừng của chuỗi bằng kiểm định Augmented Dickey Fuller (ADF) với số bậc trễ được chọn theo tiêu chí AIC như sau

* Phương trình 1: Có xu thế và hệ số chặn. Nếu hệ số xu thế có ý nghĩa thống kê (p – value < 0.05), xét cặp giả thuyết

Nếu hệ số xu thế không có ý nghĩa thống kê, chuyển qua phương trình 2

* Phương trình 2: Có hệ số chặn. Nếu hệ số chặn có ý nghĩa thống kê (p – value < 0.05), xét cặp giả thuyết

Nếu hệ số chặn không có ý nghĩa thống kê, chuyển qua phương trình 3

* Phương trình 3: Không có xu thế và hệ số chặn, xét cặp giả thuyết

Khi dừng lại ở phương trình nào thì xét cặp giả thuyết ở đó, điều kiện bác bỏ là . Nghiên cứu sử dụng code để tự động chạy kiểm định và đưa ra kết luận về tính dừng của chuỗi.

Nếu chuỗi dừng, chuỗi được biểu diễn theo phương trình tự hồi quy:

Với , là quá trình Lévy độc lập có cùng phân phối. Độ trễ được chọn theo đồ thị PACF của . Theo Benth (2007) và Cui (2014), thường nhận giá trị bằng 3. Các tham số được tính lại từ như sau

Các tham số được thay vào ma trận để kiểm tra điều kiện dừng: tất cả giá trị riêng của có phần thực âm.

* + 1. Độ biến động theo mùa vụ

Sau khi ước lượng AR(), thu được phần dư . Xếp các phần dư này thành 365 nhóm, tương ứng với 365 ngày trong năm. Tính trung bình của của mỗi nhóm, thu được chuỗi có 365 giá trị. Sử dụng chuỗi trung bình này để ước lượng hàm

Đây là một hàm tuần hoàn với chu kỳ 1 năm, có dạng chuỗi Fourier cắt ngắn, với . Nghiên cứu này lựa chọn , theo như Benth (2007) đề xuất. Nhiễu ngẫu nhiên của mô hình được tính là

Nghiên cứu sử dụng kiểm định phân phối chuẩn Jarque – Bera, kiểm định tự tương quan Ljung – Box và kiểm định phương sai sai số thay đổi ARCH đối với chuỗi thu được. Để thống nhất, các kiểm định sẽ đưa ra kết luận với mức ý nghĩa 5%.

* + 1. Nhiễu ngẫu nhiên

Để ước lượng các tham số của phân phối GH cho nhiễu ngẫu nhiên , sử dụng phương pháp ước lượng hợp lý tối đa MLE. Với một vector chứa các giá trị quan sát , ước lượng hợp lý tối đa của các tham số nhận được thông qua việc tối đa hóa hàm log – likelihood sau

Ngôn ngữ R cung cấp thư viện “ghyp” chuyên dùng để ước lượng, mô phỏng và các hàm liên quan đến phân phối GH. Tuy nhiên, R ước lượng bộ tham số . Có thể chuyển về bộ tham số thông qua một vài biến đổi sau

* và
* và
  + 1. Cửa sổ động

Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật “rolling window” (cửa sổ động): dịch dần khung dữ liệu sử dụng để ước lượng mô hình. Mục tiêu là để quan sát sự thay đổi của các tham số trong mô hình, kết quả của các kiểm định cũng như giá của hợp đồng theo thời gian. Ngoài ra, kiểm định Anderson – Darling cũng được dùng để kiểm tra phân phối của chuỗi có ổn định không, với Các bộ dữ liệu có cùng phân phối.

* 1. Định giá

Định giá hợp đồng phái sinh thời tiết là việc tính toán ra mức giá công bằng mà bên long có nghĩa vụ trả cho bên short tại thời điểm giao dịch.

Theo Hull (2022), đặc trưng của các hợp đồng phái sinh thời tiết là không có rủi ro hệ thống (rủi ro được định giá bởi thị trường) trong thu hoạch của chúng. Điều này đồng nghĩa rằng độ đo xác suất thực tế (real world) có thể được coi như độ đo xác suất trung hòa rủi ro (risk neutral). Do vậy, hợp đồng có thể được định giá bằng cách sử dụng dữ liệu lịch sử về thời tiết để ước lượng thu hoạch kỳ vọng rồi chiết khấu với lãi suất phi rủi ro.

Giả sử có nhiệt độ trung bình ngày tuân theo mô hình CAR với quá trình Lévy đã nêu ở mục trước, cùng lãi suất phi rủi ro . Viết lại công thức tính chỉ số HDD với kỳ hạn dưới dạng tích phân

Giá trị tại thời điểm của một hợp đồng tương lai trên chỉ số HDD, có kỳ tính chỉ số từ ngày đến ngày , dưới độ đo xác suất trung hòa rủi ro được định nghĩa là

Công thức đối với hợp đồng quyền chọn mua (Call) là

Và hợp đồng quyền chọn bán (Put) là

Để định giá hợp đồng, phương pháp mô phỏng Monte Carlo được sử dụng. Phương pháp này tuy tốn thời gian tính toán nhưng có lợi thế lớn trong việc xử lý các loại công cụ phái sinh, kể cả các công cụ phức tạp (Papapantoleon, 2008). Giả sử đã ước lượng các tham số của mô hình, quá trình mô phỏng được thực hiện lần lượt theo các bước như sau

* Mô phỏng đường đi của chuỗi từ ngày (ngày định giá và là ngày cuối cùng có dữ liệu quan sát) đến ngày bằng cách sinh ngẫu nhiên một chuỗi theo phân phối GH và thay các giá trị này vào mô hình để tính ra chuỗi
* Tính chỉ số thời tiết với mỗi lần mô phỏng, thu được phân phối của chỉ số.
* Thay các tham số (đối với quyền chọn), để tính thu hoạch của hợp đồng với mỗi lần mô phỏng, thu được phân phối của thu hoạch.
* Giá trị của hợp đồng được xác định bằng thu hoạch trung bình từ các lần mô phỏng, chiết khấu với lãi suất phi rủi ro .

Kỹ thuật cửa sổ động cũng được áp dụng tương tự ở phần trên. Tại mỗi thời điểm , việc ước lượng mô hình, mô phỏng và định giá được thực hiện lại để quan sát sự thay đổi của giá hợp đồng theo thời gian.

# : KẾT QUẢ ĐỊNH GIÁ HỢP ĐỒNG

* 1. Thông tin về hợp đồng và dữ liệu sử dụng

Nghiên cứu lựa chọn định giá một số hợp đồng trên chỉ số HDD tại hai thành phố là Chicago và Cincinnati. Đây là hai trong số những thành phố đầu tiên có hợp đồng thời tiết niêm yết trên CME từ 1999 và vẫn nằm trong danh sách cho đến hiện nay. Thông tin chi tiết của hợp đồng được trình bày trong bảng 3.1. Lưu ý, các hợp đồng nhiệt độ tại Mỹ trên CME đều có ngưỡng và quy mô .

Bảng .. Thông tin hợp đồng

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tên hợp đồng | Chỉ số | Thành phố | Kỳ tính chỉ số | Loại hợp đồng |
| Chicago HDD Q4 Seasonal Strip Futures | HDD | Chicago | Từ 1/10/2024 đến 31/12/2024 | Futures |
| Cincinnati HDD Q4 Seasonal Strip Futures | HDD | Cincinnati | Từ 1/10/2024 đến 31/12/2024 | Futures |
| Chicago HDD Q4 Seasonal Strip Options | HDD | Chicago | Từ 1/10/2024 đến 31/12/2024 | Put Options với Strike 1875 |
| Cincinnati HDD Q4 Seasonal Strip Options | HDD | Cincinnati | Từ 1/10/2024 đến 31/12/2024 | Put Options với Strike 1695 |

Bằng code gọi API đến Meteostat, dữ liệu nhiệt độ và (đơn vị độ Fahrenheit) theo ngày được thu thập, từ ngày 1/7/2020 đến 31/12/2024. Mã trạm để gọi API là mã theo chuẩn của WMO. Thông tin về các trạm quan trắc được trình bày trong bảng 3.2.

Bảng .. Thông tin về các trạm quan trắc

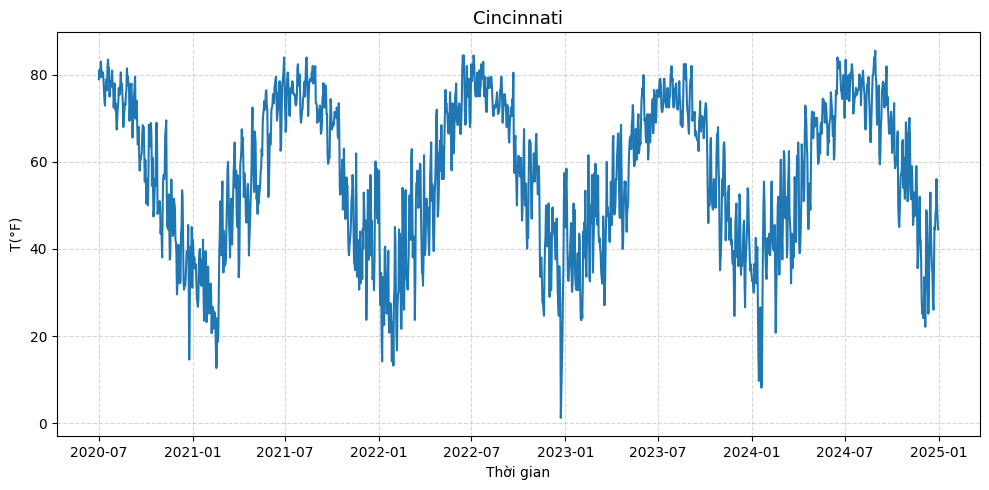
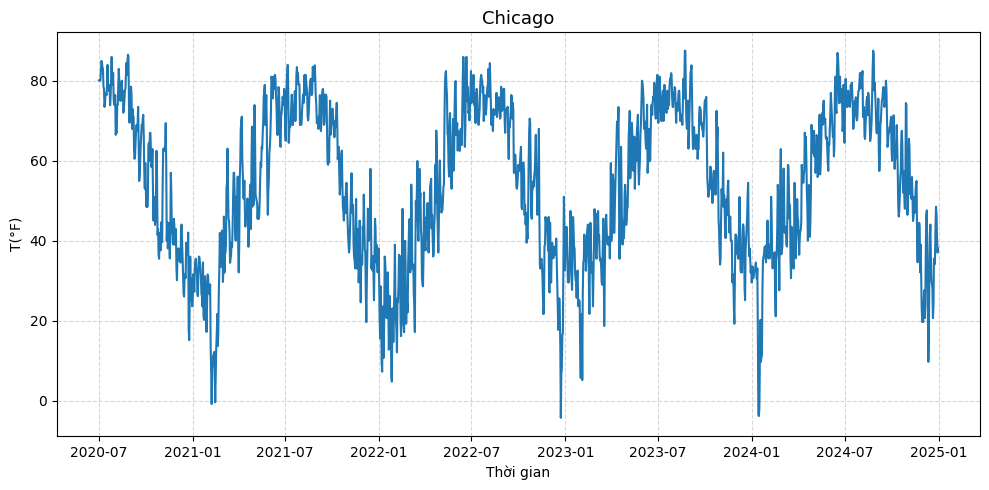
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mã trạm | Tên trạm | Thành phố | Quốc gia | Tọa độ | Độ cao (m) |
| 72530 | Chicago O’Hare International Airport | Chicago | Mỹ | 41.98°N, 87.92°W | 204 |
| 72421 | Cincinnati Northern Kentucky (Covington) | Cincinnati | Mỹ | 39.05°N, 84.67°W | 273 |

* 1. Thống kê mô tả

Qua kiểm tra cho thấy bộ dữ liệu không có missing value. Nghiên cứu thực hiện tính nhiệt độ trung bình ngày theo công thức đã nêu. Thống kê mô tả về chuỗi nhiệt độ được trình bày trong bảng 3.3. Đồ thị trực quan hóa của chuỗi (Hình 3.1) cho thấy rõ thành phần mùa vụ của dữ liệu nhiệt độ. Ở cả hai thành phố, nhiệt độ đều tăng lên vào mùa hè và giảm vào mùa đông.

Bảng .. Thống kê mô tả chuỗi nhiệt độ trung bình ngày

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Mã trạm** | **72530** | **72421** |
| Thành phố | Chicago | Cincinnati |
| Số quan sát | 1644 | 1644 |
| Trung bình | 54.1638 | 56.9790 |
| Độ lệch chuẩn | 19.1563 | 17.1044 |
| Phương sai | 366.9625 | 292.5607 |
| Hệ số biến thiên | 0.3537 | 0.3002 |
| Hệ số bất đối xứng | -0.3531 | -0.3894 |
| Hệ số nhọn | -0.7737 | -0.8290 |
| Min | -4.3000 | 1.2000 |
| Q1 | 39.0000 | 43.5000 |
| Q2 | 55.5000 | 58.5250 |
| Q3 | 71.1750 | 72.5000 |
| Max | 87.5500 | 85.5500 |



Hình 4.. Chuỗi nhiệt độ trung bình ngày

* 1. Kết quả ước lượng mô hình

Lần chạy mô hình đầu tiên sẽ sử dụng dữ liệu từ 1/7/2020 đến 30/6/2024, sau đó cửa sổ sẽ dịch 1 tháng, chạy với dữ liệu từ 1/8/2020 đến 31/7/2024, chạy với dữ liệu từ 1/9/2020 đến 31/8/2024 … cho đến lần chạy cuối cùng sử dụng dữ liệu từ 1/12/2020 đến 30/11/2024. Như vậy mỗi thành phố có 6 lần chạy dữ liệu.

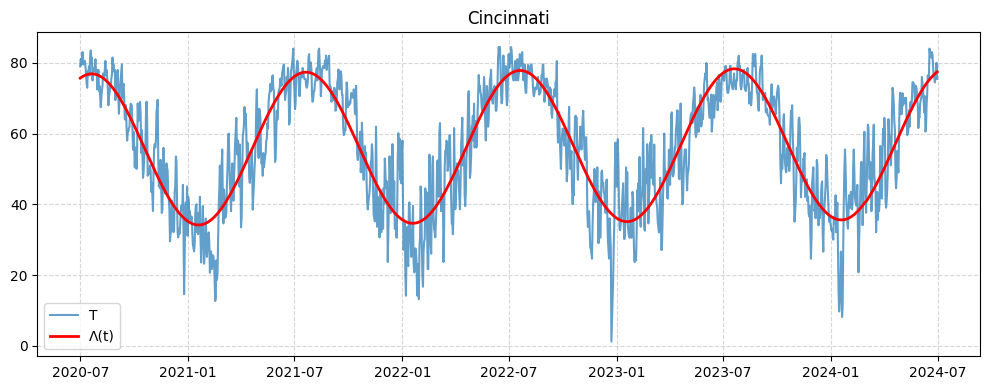
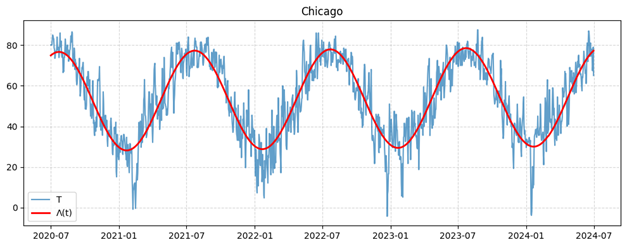
Sau đây là kết quả ước lượng mô hình với dữ liệu từ ngày 1/7/2020 đến 30/6/2024.

* + 1. Thành phần xu thế và mùa vụ

Kết quả ước lượng các tham số của hàm được trình bày trong bảng 3.4.

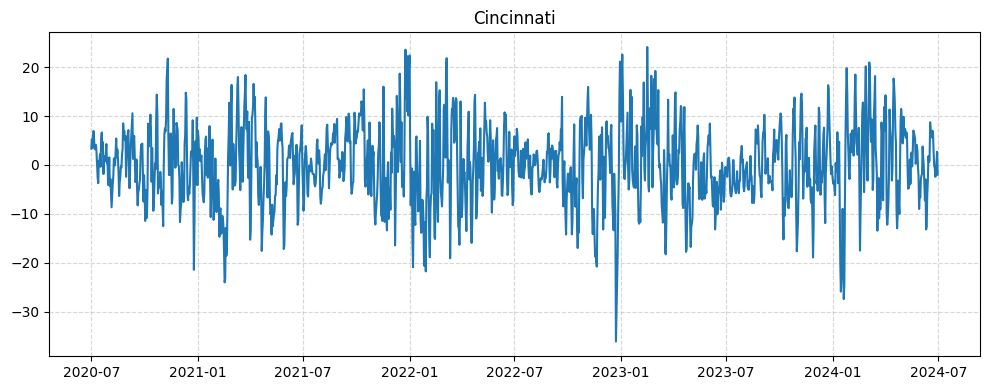
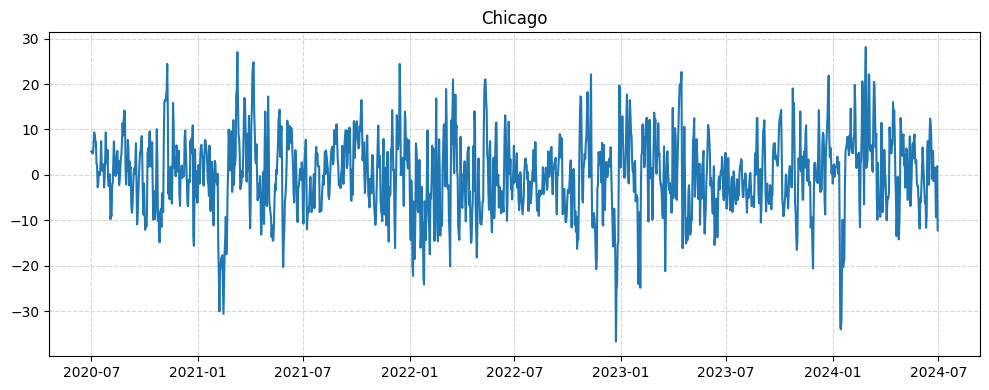
Bảng .. Các hệ số của hàm xu thế và mùa vụ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hệ số | Chicago | Cincinnati |
|  | 52.2151 | 55.3671 |
|  | 0.0017 | 0.0013 |
|  | 24.4110 | 21.4778 |
|  | 22.7148 | 20.2985 |
|  | 8.9405 | 7.0190 |
|  | 1.1958 | 1.2379 |



Hình .. Chuỗi quan sát và

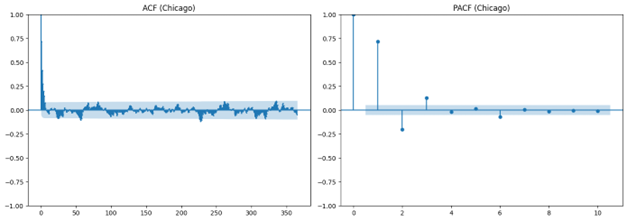
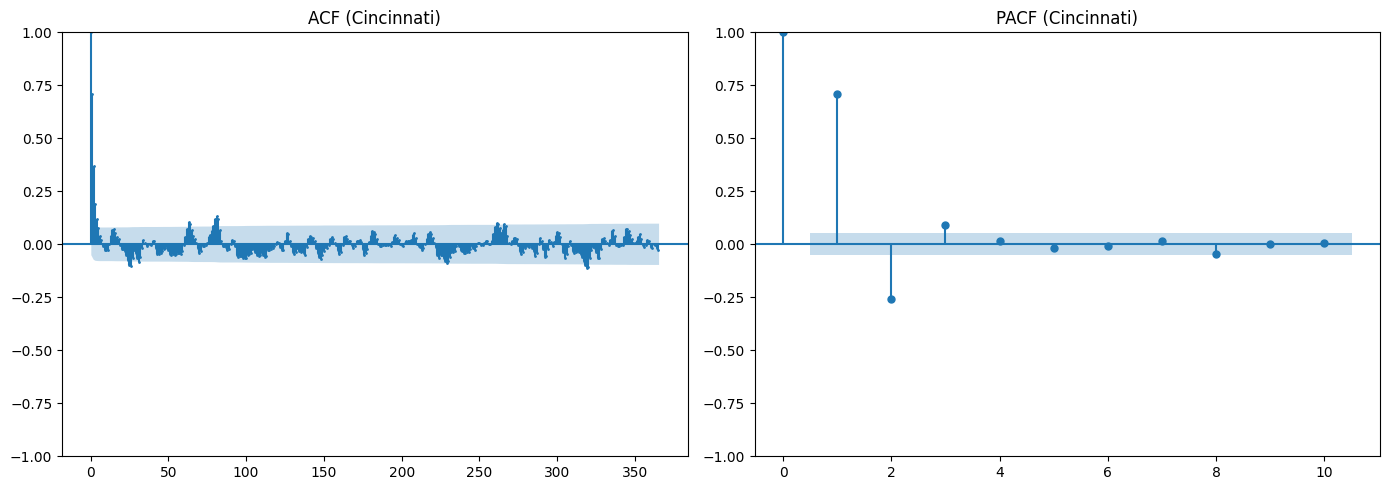
Quan sát đồ thị hình 3.2, có thể thấy việc sử dụng hàm sin để mô hình hóa thành phần mùa vụ là hợp lý. Chuỗi sau khi tách xu thế và mùa vụ được trình bày tại hình 3.3.



Hình .. Chuỗi nhiệt độ sau khi loại bỏ thành phần xu thế và mùa vụ

* + 1. Tự hồi quy

Kiểm định ADF cho kết quả chuỗi ở hai thành phố đều là chuỗi dừng không hệ số chặn. Quan sát đồ thị PACF, có thể thấy sự tương quan rõ rệt giữa với trễ của nó sau 1,2,3 thời kỳ. Do đó AR với độ trễ và không có hệ số chặn là phù hợp, tương đồng với kết quả của Benth (2007), Cui (2014).



Hình .. Đồ thị ACF và PACF của chuỗi

Bảng .. Kết quả ước lượng các hệ số tự hồi quy AR(3) và các hệ số của ma trận

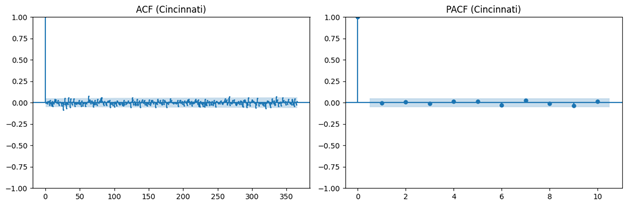
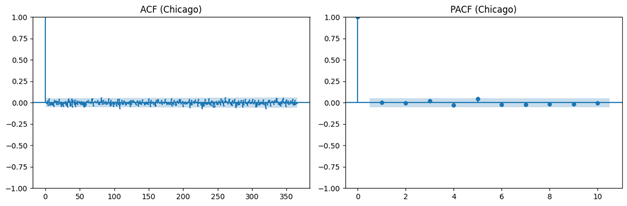
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hệ số | Chicago | Cincinnati |
|  | 0.8923 | 0.9143 |
|  | -0.3190 | -0.3407 |
|  | 0.1329 | 0.0922 |
|  | 2.1077 | 2.0857 |
|  | 1.5344 | 1.5121 |
|  | 0.2938 | 0.3342 |

Kết quả ước lượng các tham số AR(3) (Bảng 3.5) cho thấy , , tương ứng với những gì quan sát được trên đồ thị PACF. Kiểm tra các giá trị riêng của ma trận , kết quả cho thấy tất cả giá trị riêng đều có phần thực âm, do đó thỏa mãn điều kiện dừng của mô hình CAR.

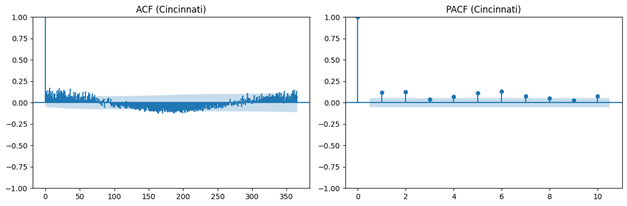
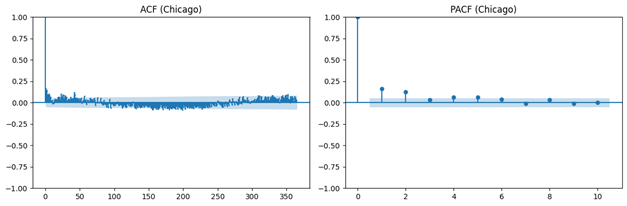
Bảng .. Các giá trị riêng của ma trận

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Giá trị riêng | Chicago | Cincinnati |
|  | -0.2930 | -0.3971 |
|  | -0.90730.4236i | -0.84430.3588i |

Quan sát đồ thị ACF và PACF của chuỗi phần dư từ mô hình AR(3) (Hình 3.5), có thể thấy không còn hiện tượng tự tương quan. Tuy nhiên, ở đồ thị ACF cho chuỗi phần dư bình phương (Hình 3.6), có thể thấy được tính chất mùa vụ của độ biến động (ở Cincinnati rõ hơn Chicago).



Hình .. Đồ thị ACF và PACF của phần dư từ mô hình AR(3)



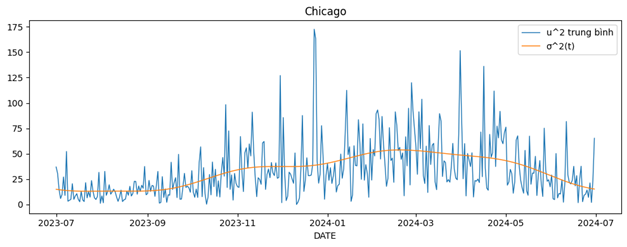
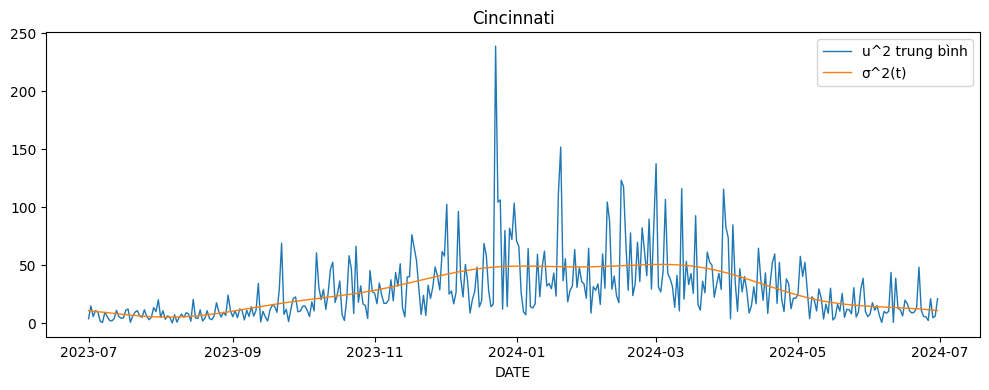
Hình .. Đồ thị ACF và PACF của phần dư bình phương từ mô hình AR(3)

* + 1. Độ biến động theo mùa vụ

Kết quả ước lượng các tham số của hàm như sau

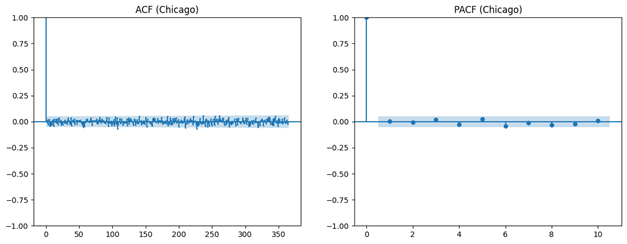
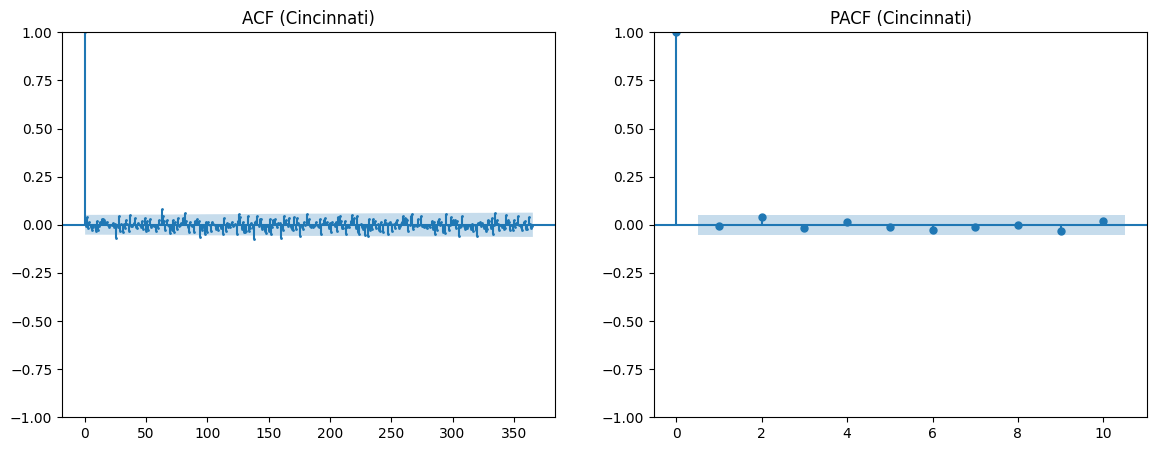
Bảng .. Kết quả ước lượng các hệ số của hàm

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hệ số | Chicago | Cincinnati |
|  | 33.0910 | 28.7689 |
|  | -13.4890 | -20.2239 |
|  | -14.2107 | -10.6391 |
|  | -3.4017 | -0.6797 |
|  | -1.7545 | 0.9560 |
|  | 0.8484 | 1.0134 |
|  | -0.0288 | 1.2168 |
|  | -2.0630 | 1.8744 |
|  | 1.2457 | -1.5618 |



Hình .. Đồ thị độ biến động mùa vụ

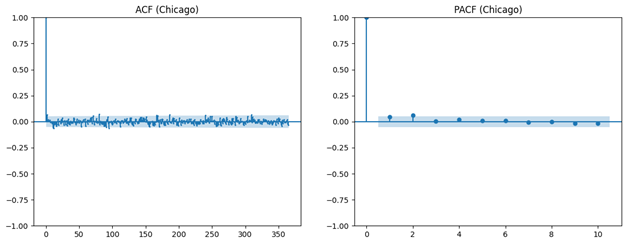
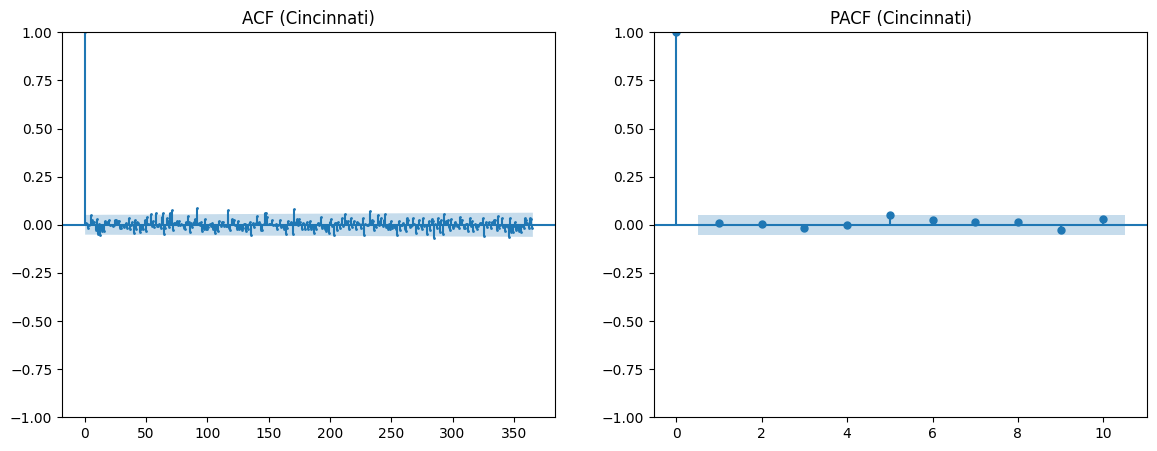
Nhiệt độ thường biến động mạnh hơn vào các tháng mùa đông so với mùa hè. Sau khi loại bỏ phần biến động, thu được chuỗi nhiễu . Kiểm định Jarque – Bera bác bỏ giả thuyết phân phối chuẩn, giống với các nghiên cứu trước đó. Kiểm định Ljung – Box cho kết quả chưa bác bỏ , chuỗi không có tự tương quan đến bậc 10. Kiểm định ARCH cho kết quả chưa bác bỏ , phương sai sai số không đổi đến bậc 10. Ở đồ thị ACF của phần dư bình phương, có thể thấy hiện tượng mùa vụ của độ biến động đã bị loại bỏ hoàn toàn.



Hình .. Đồ thị ACF và PACF của

Bảng .. Kết quả của các kiểm định đối với

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kiểm định | Chicago | | Cincinnati | |
| Test statistic | P – value | Test statistic | P – value |
| Jarque – Bera | 26.0680 | 0.0000 | 11.6091 | 0.0030 |
| Ljung – Box | 8.0197 | 0.6269 | 6.7622 | 0.7477 |
| ARCH | 10.4296 | 0.4036 | 7.5064 | 0.6769 |



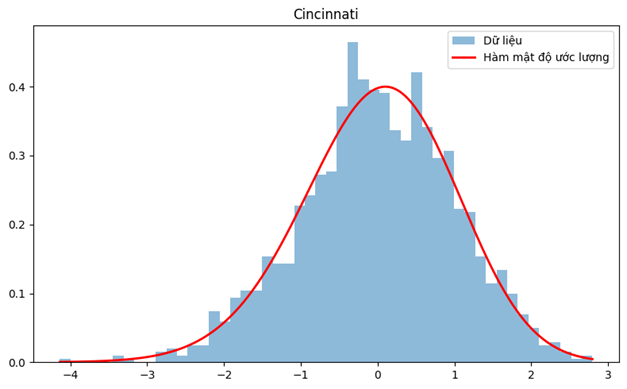
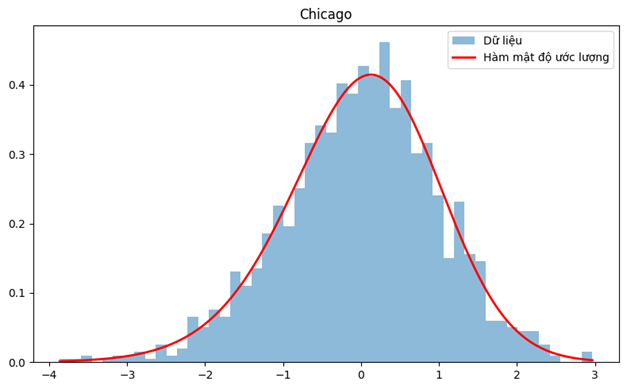
Hình .. Đồ thị ACF và PACF của bình phương

* + 1. Nhiễu ngẫu nhiên

Kết quả ước lượng các tham số của phân phối GH

Bảng .. Kết quả ước lượng các tham số của phân phối GH

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tham số | Chicago | Cincinnati |
|  | 4.3688 | 14.2993 |
|  | 0.9929 | 7.2748 |
|  | 4.1306 | 17.9786 |
|  | -1.0462 | -10.4516 |
|  | 2.3594 | 7.7585 |



Hình .. Đồ thị phân phối của thực tế và hàm mật độ ước lượng

* + 1. Tính ổn định của mô hình theo thời gian

Quan sát các hệ số của mô hình AR(3) và CAR(3), có thể thấy giá trị của các hệ số hầu như không thay đổi khi dịch khung dữ liệu. Kết quả của các kiểm định cho thấy các điều kiện của mô hình vẫn được thỏa mãn.

Kiểm định Anderson – Darling cho kết quả p – value đối với cả hai thành phố, tức chưa bác bỏ , kết luận tất cả các chuỗi thu được từ mô hình khi chạy với khung thời gian khác nhau đều có cùng phân phối. Như vậy, với các kết quả trên, có thể khẳng định mô hình tương đối ổn định theo thời gian.

Bảng .. Các hệ số của mô hình theo thời gian (Chicago)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày bắt đầu | Ngày kết thúc |  |  |  |  |  |  |
| 2020-07-01 | 2024-06-30 | 0.8923 | -0.3190 | 0.1329 | 2.1077 | 1.5344 | 0.2938 |
| 2020-08-01 | 2024-07-31 | 0.8940 | -0.3218 | 0.1337 | 2.1060 | 1.5338 | 0.2940 |
| 2020-09-01 | 2024-08-31 | 0.8953 | -0.3237 | 0.1336 | 2.1047 | 1.5331 | 0.2948 |
| 2020-10-01 | 2024-09-30 | 0.8971 | -0.3240 | 0.1340 | 2.1029 | 1.5298 | 0.2929 |
| 2020-11-01 | 2024-10-31 | 0.9002 | -0.3278 | 0.1314 | 2.0998 | 1.5275 | 0.2962 |
| 2020-12-01 | 2024-11-30 | 0.8993 | -0.3269 | 0.1293 | 2.1007 | 1.5282 | 0.2982 |

Bảng .. Các hệ số của mô hình theo thời gian (Cincinnati)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày bắt đầu | Ngày kết thúc |  |  |  |  |  |  |
| 2020-07-01 | 2024-06-30 | 0.9143 | -0.3407 | 0.0922 | 2.0857 | 1.5121 | 0.3342 |
| 2020-08-01 | 2024-07-31 | 0.9150 | -0.3431 | 0.0932 | 2.0850 | 1.5131 | 0.3349 |
| 2020-09-01 | 2024-08-31 | 0.9170 | -0.3440 | 0.0920 | 2.0830 | 1.5099 | 0.3350 |
| 2020-10-01 | 2024-09-30 | 0.9170 | -0.3397 | 0.0887 | 2.0830 | 1.5056 | 0.3339 |
| 2020-11-01 | 2024-10-31 | 0.9184 | -0.3399 | 0.0879 | 2.0816 | 1.5032 | 0.3336 |
| 2020-12-01 | 2024-11-30 | 0.9194 | -0.3454 | 0.0896 | 2.0806 | 1.5065 | 0.3363 |

Bảng .. Kết quả của một số kiểm định theo thời gian (Chicago)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày bắt đầu | Ngày kết thúc | ADF | Điều kiện của ma trận | Jarque – Bera | Ljung – Box | ARCH |
| 2020-07-01 | 2024-06-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.6269 | 0.4036 |
| 2020-08-01 | 2024-07-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.6129 | 0.2982 |
| 2020-09-01 | 2024-08-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.5816 | 0.4010 |
| 2020-10-01 | 2024-09-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.6777 | 0.4297 |
| 2020-11-01 | 2024-10-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.6391 | 0.4834 |
| 2020-12-01 | 2024-11-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.6986 | 0.3863 |

Bảng .. Kết quả của một số kiểm định theo thời gian (Cincinnati)

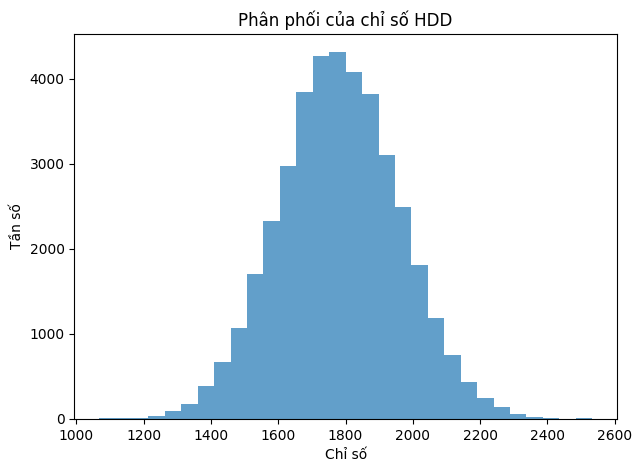
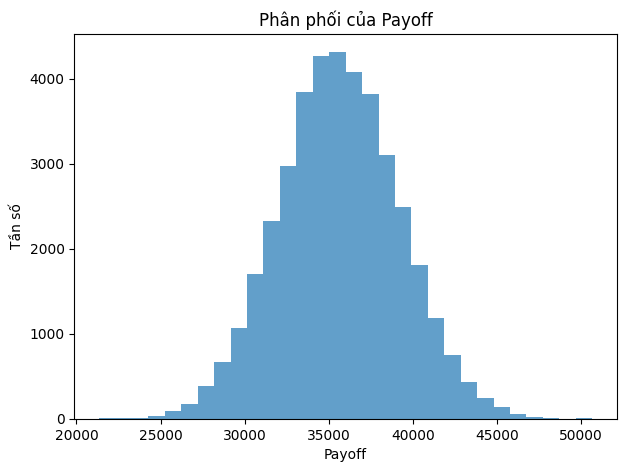
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ngày bắt đầu | Ngày kết thúc | ADF | Điều kiện của ma trận | Jarque – Bera | Ljung – Box | ARCH |
| 2020-07-01 | 2024-06-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0030 | 0.7477 | 0.6769 |
| 2020-08-01 | 2024-07-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0049 | 0.4653 | 0.6857 |
| 2020-09-01 | 2024-08-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0010 | 0.4616 | 0.4259 |
| 2020-10-01 | 2024-09-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.5298 | 0.2925 |
| 2020-11-01 | 2024-10-31 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.5516 | 0.2992 |
| 2020-12-01 | 2024-11-30 | Dừng không hệ số chặn | Thỏa mãn | 0.0000 | 0.4022 | 0.4027 |

* 1. Định giá hợp đồng

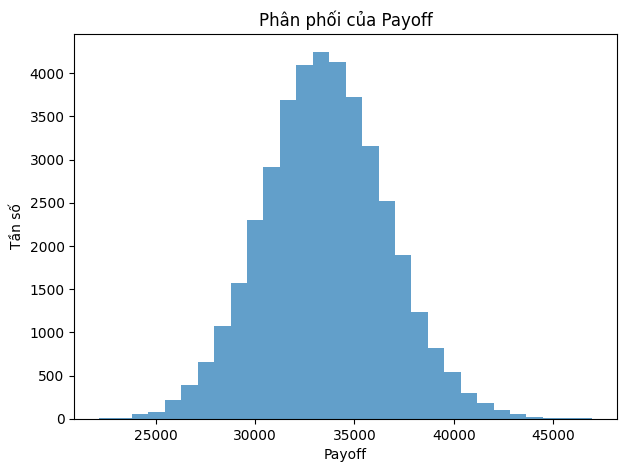
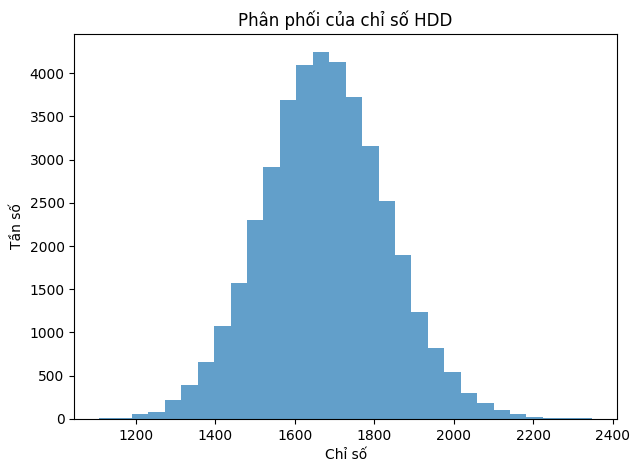
Phần này trình bày kết quả định giá các hợp đồng đã nêu ở mục 3.1. Lãi suất phi rủi ro được lấy là lợi suất thị trường của trái phiếu kho bạc Mỹ kỳ hạn 1 năm. Theo trang của Cục Dự trữ Liên bang tại St.Louis, con số này vào năm 2024 là 4.69%/năm.

* + 1. Hợp đồng tương lai

Đầu tiên là hai hợp đồng tương lai chỉ số HDD, một tại Chicago và một tại Cincinnati, với cùng kỳ tính chỉ số từ ngày 1/10/2024 đến 31/12/2024. Hợp đồng có bằng 20 USD. Bằng 40000 lần mô phỏng, thu được phân phối của chỉ số và payoff.



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Chicago tại ngày định giá 30/6/2024



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Chicago tại ngày định giá 31/10/2024

Quan sát đồ thị có thể thấy phân phối của chỉ số HDD và phân phối của Payoff có hình dạng giống nhau, do công thức tính thu hoạch của hợp đồng tương lai là chỉ số nhân với (một hằng số cố định).

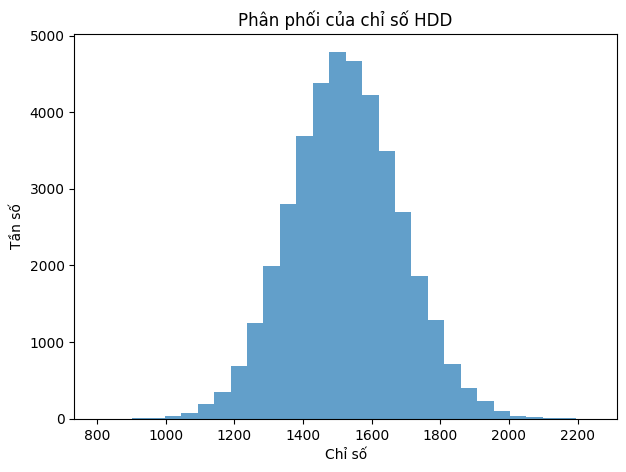
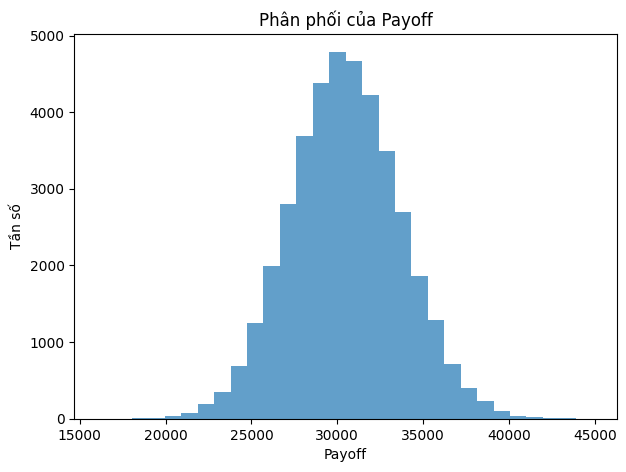
A graph with a line

AI-generated content may be incorrect.

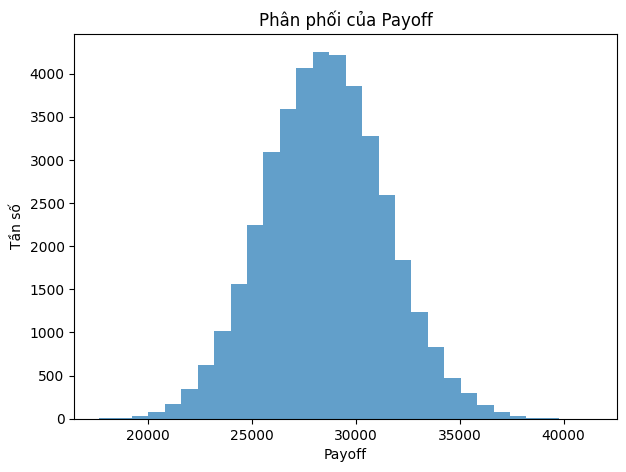
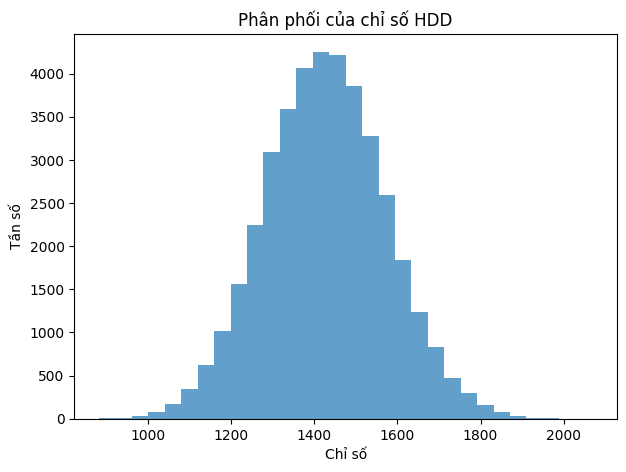
Hình .. Phân phối payoff của hợp đồng tương lai Chicago theo thời gian

Bảng .. Giá hợp đồng tương lai Chicago

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ngày định giá | Thu hoạch kỳ vọng | Giá trị hợp đồng |
| 2024-06-30 | 35628.49 | 34814.68 |
| 2024-07-31 | 35511.82 | 34836.02 |
| 2024-08-31 | 35616.13 | 35074.63 |
| 2024-09-30 | 34826.07 | 34426.03 |
| 2024-10-31 | 33525.22 | 33269.39 |
| 2024-11-30 | 34009.47 | 33877.33 |
| Thu hoạch thực tế của hợp đồng tại ngày đáo hạn 2024-12-31 | | |
| 35633.00 | | |



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati tại ngày định giá 30/6/2024



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati tại ngày định giá 31/10/2024

A graph with blue and orange lines

AI-generated content may be incorrect.

Hình .. Phân phối payoff của hợp đồng tương lai Cincinnati theo thời gian

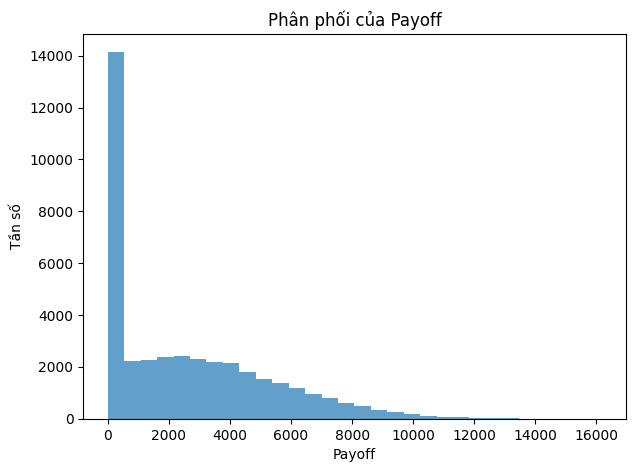
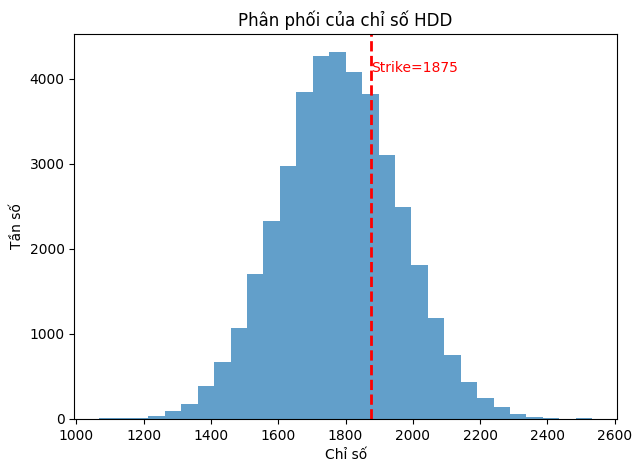
Bảng .. Giá hợp đồng tương lai Cincinnati

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ngày định giá | Thu hoạch kỳ vọng | Giá trị hợp đồng |
| 2024-06-30 | 30482.82 | 29786.54 |
| 2024-07-31 | 30292.39 | 29715.92 |
| 2024-08-31 | 30323.33 | 29862.30 |
| 2024-09-30 | 29441.14 | 29102.95 |
| 2024-10-31 | 28537.85 | 28320.08 |
| 2024-11-30 | 28981.78 | 28869.18 |
| Thu hoạch thực tế của hợp đồng tại ngày đáo hạn 2024-12-31 | | |
| 29768.00 | | |

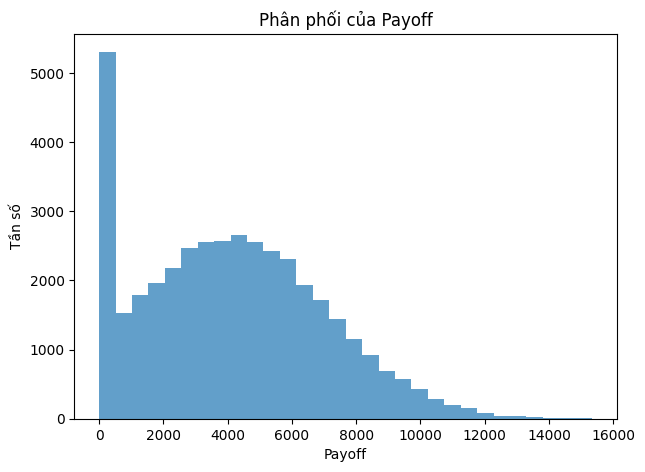
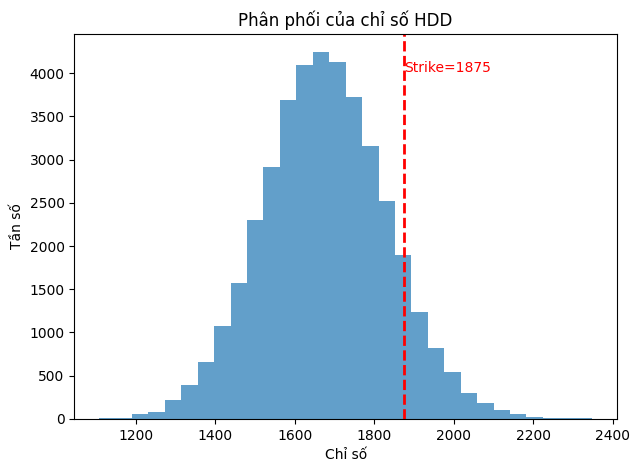
Ở cả hai thành phố, có thể thấy giá hợp đồng được định giá gần như không thay đổi trong giai đoạn đầu, từ 30/6/2024 đến 30/9/2024. Sau đó, giá có những sự biến động, đặc biệt khi hợp đồng bước vào kỳ tính chỉ số từ ngày 1/10/2024 cho đến khi hợp đồng kết thúc vào ngày 31/12/2024.

* + 1. Hợp đồng quyền chọn

Đối với hợp đồng quyền chọn, nghiên cứu mô phỏng và định giá hợp đồng Put tại Chicago với Strike là 1875 và hợp đồng Put tại Cincinnati với Strike là 1695. Cả hai đều có kỳ tính chỉ số từ ngày 1/10/2024 đến 31/12/2024.



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Chicago tại ngày định giá 30/6/2024



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Chicago tại ngày định giá 31/10/2024

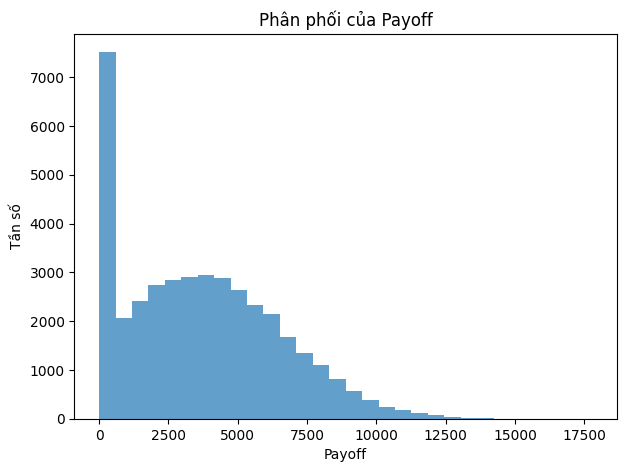
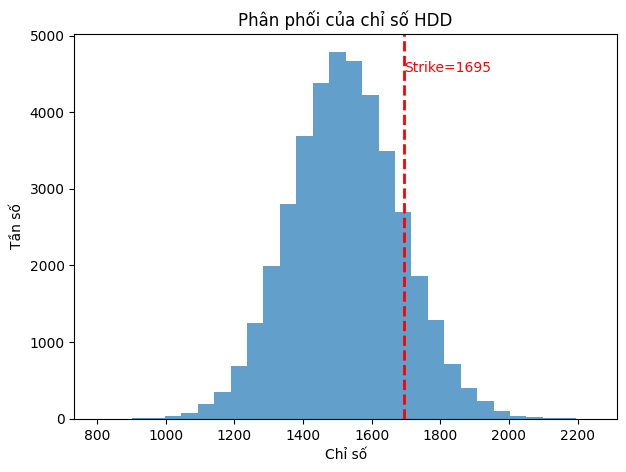
A graph with a line

AI-generated content may be incorrect.

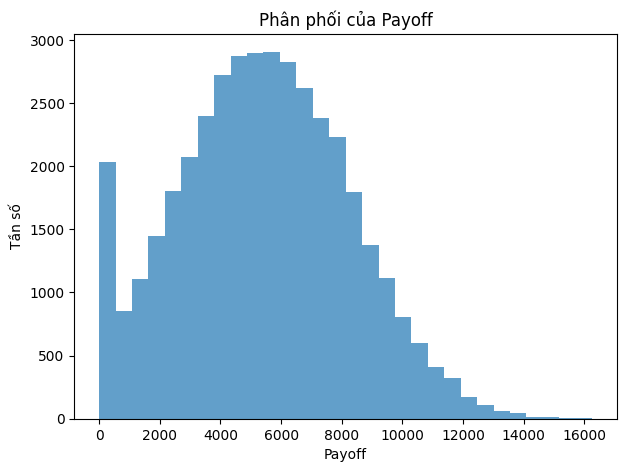
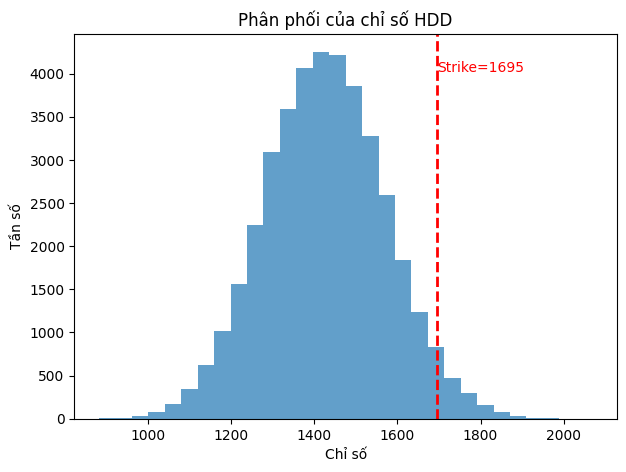
Hình .. Phân phối payoff của hợp đồng Put Chicago theo thời gian

Bảng .. Giá hợp đồng Put Chicago

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ngày định giá | Thu hoạch kỳ vọng | Giá trị hợp đồng |
| 2024-06-30 | 2560.19 | 2501.71 |
| 2024-07-31 | 2639.92 | 2589.69 |
| 2024-08-31 | 2567.39 | 2528.35 |
| 2024-09-30 | 3159.61 | 3123.31 |
| 2024-10-31 | 4136.07 | 4104.51 |
| 2024-11-30 | 3548.86 | 3535.07 |
| Thu hoạch thực tế của hợp đồng tại ngày đáo hạn 2024-12-31 | | |
| 1867.00 | | |



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Cincinnati tại ngày định giá 30/6/2024



Hình .. Phân phối của chỉ số và Payoff của hợp đồng Put Cincinnati tại ngày định giá 31/10/2024

A graph with blue lines and a line

AI-generated content may be incorrect.

Hình .. Phân phối payoff của hợp đồng Put Cincinnati theo thời gian

Bảng .. Giá hợp đồng Put Cincinnati

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ngày định giá | Thu hoạch kỳ vọng | Giá trị hợp đồng |
| 2024-06-30 | 3661.01 | 3577.38 |
| 2024-07-31 | 3817.31 | 3744.67 |
| 2024-08-31 | 3800.33 | 3742.55 |
| 2024-09-30 | 4580.74 | 4528.12 |
| 2024-10-31 | 5404.73 | 5363.48 |
| 2024-11-30 | 4929.88 | 4910.73 |
| Thu hoạch thực tế của hợp đồng tại ngày đáo hạn 2024-12-31 | | |
| 4132.00 | | |

Đối với hợp đồng quyền chọn, hiện tượng tương tự xảy ra khi giá hợp đồng chỉ thực sự biến động khi bắt đầu kỳ tính chỉ số. Giá của hợp đồng quyền chọn cũng biến động mạnh hơn. Phân phối của payoff tại ngày định giá 31/10/2024 có hình dạng tương đối khác so với ngày 30/6/2024.

Việc giá của mô hình thay đổi mạnh khi ở trong kỳ tính chỉ số có thể được lý giải bởi bản chất của chỉ số thời tiết. Khác với chỉ số giá hay chỉ số chứng khoán, chỉ số thời tiết là chỉ số tích lũy. Điều này có nghĩa là tại thời điểm mà thì chỉ số (ví dụ HDD) là tổng của 2 thành phần

Trong đó đã biết. Kết quả tương đồng với Benth (2007) rằng khi hợp đồng gần đến ngày kết thúc thì biên của giá bắt đầu thu hẹp. Có thể thấy ở đồ thị Payoff theo thời gian, khoảng tin cậy thu hẹp đáng kể từ ngày 31/10/2024 đến ngày 30/11/2024 (1 tháng trước ngày kết thúc).

* 1. Vai trò của hệ thống dữ liệu đối với việc phát triển hợp đồng ở Việt Nam

Căn cứ vào kết quả thực nghiệm định giá các hợp đồng dựa trên chỉ số nhiệt độ với nguồn dữ liệu khí tượng của Hoa Kỳ, nghiên cứu khẳng định tầm quan trọng then chốt của cơ sở dữ liệu đầu vào đối hiệu quả của mô hình định giá. Do đó, việc xây dựng một hệ thống dữ liệu công khai, minh bạch, song hành cùng quy trình kiểm soát chất lượng chặt chẽ là điều kiện tiên quyết để đảm bảo tính chính xác trong công tác định giá. Bên cạnh đó, thị trường cần sự tham gia của một đơn vị chuyên trách độc lập, chịu trách nhiệm cung cấp dữ liệu thời tiết cho sở giao dịch. Cơ chế này đóng vai trò nền tảng trong việc hạch toán và xác định giá trị thanh toán của hợp đồng, qua đó đảm bảo tính công khai và minh bạch cho toàn bộ thị trường.

1. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kết luận

Nghiên cứu với đề tài “Định giá một loại hợp đồng phòng hộ rủi ro thời tiết và phân tích thị trường” đã đạt được những kết quả quan trọng về cả mặt lý luận và thực tiễn.

Thứ nhất, bài nghiên cứu đã hệ thống hóa cơ sở lý luận về hợp đồng phái sinh thời tiết, làm rõ các đặc điểm thiết kế kỹ thuật cũng như vai trò của công cụ này trong việc phòng hộ rủi ro. Thứ hai, nghiên cứu đã xây dựng và trình bày khung lý thuyết cho việc định giá hợp đồng phái sinh trên nhiệt độ thông qua việc ứng dụng mô hình CAR với quá trình Lévy. Bên cạnh đó, đề tài cũng cung cấp những phân tích về thực trạng thị trường phái sinh thời tiết toàn cầu, đồng thời đánh giá triển vọng và khả năng triển khai loại hình sản phẩm tài chính này tại thị trường Việt Nam.

Thứ ba, về mặt thực nghiệm, tác giả đã vận dụng mô hình đề xuất để định giá các hợp đồng HDD tại hai thành phố Chicago và Cincinnati trong giai đoạn cuối năm 2024. Kết quả kiểm định cho thấy mô hình được lựa chọn có độ phù hợp cao với dữ liệu thực tế: phần nhiễu ngẫu nhiên không tồn tại sự tự tương quan và không xuất hiện hiện tượng phương sai sai số thay đổi. Đặc biệt, khi áp dụng kỹ thuật cửa sổ động, các tham số ước lượng duy trì được tính ổn định và phân phối của phần nhiễu không thay đổi theo thời gian.

Tuy nhiên, nghiên cứu còn tồn tại một số điểm hạn chế. Thứ nhất, kết quả định giá chỉ ra một đặc điểm đáng lưu ý là giá của hợp đồng quyền chọn có mức độ biến động khá mạnh, đặc biệt trong giai đoạn bước vào kỳ tính chỉ số. Thứ hai, phạm vi nghiên cứu còn giới hạn một số loại hợp đồng với chỉ số HDD tại những thành phố và khoảng thời gian nhất định. Cuối cùng, nghiên cứu chưa cung cấp và đánh giá được một trường hợp điển hình (case study) về sử dụng hợp đồng để phòng hộ rủi ro.

Khuyến Nghị

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy mô hình định giá có thể sử dụng với hợp đồng HDD tại Chicago và Cincinnati. Tuy nhiên việc áp dụng mô hình trên phạm vi khác sẽ yêu cầu phải đảm bảo các điều kiện và kiểm định một cách chặt chẽ.

Bên cạnh đó, việc phát triển sản phẩm và xây dựng thị trường phái sinh Việt Nam có một số thuận lợi nhưng cũng không ít thách thức. Các ngành như nông nghiệp và logistics có thể trở thành những lĩnh vực tiềm năng sử dụng loại hợp đồng này để phòng hộ rủi ro thời tiết. Tuy nhiên, như đã đề cập thì hệ thống dữ liệu, thiết kế hợp đồng và khuôn khổ pháp lý những yếu tố then chốt cần phải chú ý nếu muốn phát triển loại hình sản phẩm này tại thị trường Việt Nam.

Các kết quả đạt được từ đề tài đã tạo tiền đề vững chắc và gợi mở nhiều hướng nghiên cứu tiềm năng trong tương lai. Để hoàn thiện và nâng cao tính ứng dụng của các công cụ phòng hộ rủi ro thời tiết, các nghiên cứu tiếp theo có thể được triển khai theo ba nhóm định hướng chính.

Thứ nhất, về khía cạnh ứng dụng thực tiễn tại thị trường nội địa, các nghiên cứu cần tập trung vào việc thiết kế các đặc tả hợp đồng sao cho phù hợp nhất với đặc thù kinh tế và điều kiện khí hậu tại Việt Nam. Đồng thời, việc khai thác và phân tích sâu một trường hợp điển hình (case study) về tiềm năng sử dụng công cụ phòng hộ rủi ro thời tiết tại một doanh nghiệp Việt Nam cụ thể sẽ cung cấp minh chứng thực nghiệm có giá trị.

Thứ hai, về việc mở rộng phạm vi sản phẩm, hướng nghiên cứu có thể phát triển việc định giá các hợp đồng phái sinh dựa trên các chỉ số thời tiết khác ngoài nhiệt độ (như lượng mưa, độ ẩm). Đặc biệt, việc nghiên cứu định giá các hợp đồng phái sinh lai (quanto derivatives) – kết hợp giữa một chỉ số thời tiết và một chỉ số giá hàng hóa – là vô cùng cần thiết để cung cấp khả năng phòng hộ toàn diện hơn cho doanh nghiệp trước rủi ro kép.

Thứ ba, về phương pháp và kỹ thuật mô hình hóa, các nghiên cứu sau có thể cải thiện hiệu quả của mô hình thông qua việc áp dụng các kỹ thuật giảm phương sai (variance reduction) và các phương pháp ước lượng độ biến động tối ưu hơn. Bên cạnh đó, việc xem xét thay thế phương pháp mô phỏng Monte Carlo bằng các kỹ thuật định giá tốc độ cao, ví dụ như biến đổi nhanh Fourier (Fast Fourier Transform) hoặc tích hợp thêm các biến khí tượng bổ trợ vào mô hình cũng là những giải pháp kỹ thuật quan trọng để mô hình hóa diễn biến nhiệt độ một cách hiệu quả hơn.

1. TÀI LIỆU THAM KHẢO
2. Alaton, P., Djehiche, B., & Stillberger, D. (2002). On modelling and pricing weather derivatives. Applied mathematical finance, 9(1), 1-20.
3. Alexandridis, A. (2010). Modelling and pricing temperature derivatives using wavelet networks and wavelet analysis. [Tài liệu chưa xuất bản hoặc Luận văn/Luận án].
4. Alexandridis, A., & Zapranis, A. D. (2012). Weather derivatives: modeling and pricing weather-related risk. Springer Science & Business Media.
5. Aon. (2025). 2025 Climate Catastrophe Insight. Truy cập từ https://assets.aon.com/-/media/files/aon/reports/2025/2025-climate-catastrophe-insight.pdf
6. Benth, F. E., Šaltytė Benth, J. Ū. R. A. T. Ė., & Koekebakker, S. (2007). Putting a price on temperature. Scandinavian Journal of Statistics, 34(4), 746-767.
7. Benth, F. E., & Šaltytė‐Benth, J. (2005). Stochastic modelling of temperature variations with a view towards weather derivatives. Applied mathematical finance, 12(1), 53-85.
8. CME Group. (n.d.). CME Rulebook Index. Truy cập từ https://www.cmegroup.com/rulebook/CME/index.html
9. Cui, K. (2014). Weather derivatives: Modelling, pricing and applications. [Tài liệu chưa xuất bản hoặc Luận văn/Luận án].
10. GARP. (2020, 25 tháng 2). How weather derivatives can help manage corporate climate risk. GARP Risk Intelligence. https://www.garp.org/risk-intelligence/sustainability-climate/how-weather-derivatives-250220
11. Hull, J. C. (2022). Options, futures, and other derivatives (11th ed.). Pearson Education.
12. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Summary for Policymakers. IPCC. Truy cập từ https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\_AR6\_SYR\_SPM.pdf
13. Jewson, S., & Brix, A. (2005). Weather derivative valuation: the meteorological, statistical, financial and mathematical foundations. Cambridge University Press.
14. Papapantoleon, A. (2008). An introduction to Lévy processes with applications in finance. arXiv preprint arXiv:0804.0482.
15. Shylov, M. (2023). Weather derivatives: general overview, legal, tax, and application issues. Journal of Management and Financial Sciences, (49), 53-72.
16. PHỤ LỤC

Vui lòng tham khảo các file code thông qua đường link GitHub sau đây:

<https://github.com/le-tuan-minh/Project-Weather-Derivatives.git>

Báo cáo Turnitin:

