



**CUỘC THI
TOÁN MÔ HÌNH 2025
VÒNG CHUNG KẾT**

20 - 22 tháng 8, 2025

Mã đội thi: TMH25031
Ngày thực hiện: 13/8/2025 - 19/8/2025

Tóm tắt nội dung

Bài nghiên cứu xây dựng một hệ thống mô hình phân tích và dự báo rủi ro tài chính dựa trên sự kiện khủng hoảng của Credit Suisse, kết hợp các công cụ toán học và kinh tế lượng nhằm đánh giá mối quan hệ giữa hiệu quả tài chính nội tại, biến động rủi ro thị trường và tác động lan tỏa đến hệ thống tài chính quốc tế cũng như tại Việt Nam.

Cụ thể, mô hình Cobb–Douglas kết hợp DOLS được sử dụng để ước lượng mối quan hệ dài hạn giữa lợi nhuận ròng (Net Income) và các biến giải thích quan trọng như CET1, Cost-to-Income ratio, ROE và LCR. Đồng thời, mô hình ARIMA được áp dụng để dự báo CDS trong vòng 5 năm tới, đóng vai trò là chuẩn tham chiếu cho rủi ro tín dụng thị trường. Bên cạnh đó, mô phỏng Monte Carlo dựa trên Geometric Brownian Motion (GBM) được triển khai nhằm đánh giá các kịch bản tail risk và tác động cực đoan. Cuối cùng, phương pháp Event Study và kiểm định Granger được áp dụng cho VN-Index và MSCI World nhằm đo lường mức độ lan tỏa của cú sốc từ Credit Suisse đến thị trường Việt Nam.

Về ưu điểm, mô hình có tính hệ thống, dễ diễn giải và kết hợp được nhiều kênh rủi ro (nội tại – thị trường – lan tỏa). Các công cụ sử dụng vừa đảm bảo tính kinh tế học (Cobb–Douglas, DOLS) vừa có tính ứng dụng thực tiễn (ARIMA, Event Study), đồng thời có khả năng minh họa thông qua mô phỏng Monte Carlo để phân tích tail risk. Tuy nhiên, mô hình vẫn tồn tại một số hạn chế: còn dựa nhiều vào giả định tuyến tính, ổn định tham số và phân phối chuẩn; chưa xử lý tốt các cú sốc cực đoan, dứt gãy cấu trúc và sự khác biệt về tần suất dữ liệu; đồng thời thiếu khung quản trị mô hình và kiểm định bền vững.

Trong hướng phát triển, chúng tôi đã nghiên cứu đề xuất mở rộng theo ba hướng chính: (i) Sử dụng mô hình động để xử lý dữ liệu nhiều tần suất và tham số thay đổi theo thời gian; (ii) Áp dụng các mô hình phi tuyến và có tail risk (Jump-Diffusion, GARCH, Extreme Value Theory) nhằm mô tả rủi ro cực đoan tốt hơn; (iii) Xây dựng khung quản trị mô hình (model governance) với backtesting, benchmarking và hệ thống cảnh báo sớm (EWI) dựa trên machine learning, nhằm tăng độ tin cậy và tính ứng dụng thực tiễn cho giám sát rủi ro hệ thống.

Mục lục

1 Bối cảnh thị trường thế giới và tình hình tài chính của Credit Suisse	4
1.1 Bối cảnh thị trường thế giới	4
1.2 Tình hình tài chính của Credit Suisse	5
2 Cảnh báo rủi ro dựa trên các mô hình chuỗi thời gian	7
2.1 Phát biểu bài toán	7
2.2 Thông kê tài chính của Credit Suisse giai đoạn 2018-2022	8
2.2.1 Các chỉ báo tâm lý và tín hiệu rủi ro thị trường	8
2.2.2 Một số chỉ số tài chính nội bộ	9
2.3 Mô hình rủi ro phụ thuộc lợi nhuận	10
2.3.1 Hàm sản xuất Douglas - Cobb	10
2.3.2 Mô hình dự báo lợi nhuận rộng	11
2.4 Mô hình rủi ro phụ thuộc tín dụng	13
2.4.1 Mô hình Tự hồi quy kết hợp Trung bình trượt	13
2.4.2 Ứng dụng ARIMA trong dự đoán CDS Spread	14
3 Phân tích kịch bản thị trường	15
3.1 Mô phỏng Monte Carlo	15
3.2 Mô phỏng một số kịch bản khác nhau	16
4 Đánh giá với thị trường tại Việt Nam	18
4.1 Mô hình thị trường và phân tích sự kiện	18
4.2 Đánh giá ảnh hưởng của sự sụp đổ của Credit Suisse đối với thị trường Việt Nam	19
5 Đề xuất giải pháp quản trị rủi ro và kiểm soát nội bộ	20
6 Kết luận	22

1 Bối cảnh thị trường thế giới và tình hình tài chính của Credit Suisse

Credit Suisse là ngân hàng lớn thứ hai Thụy Sỹ, là một trong số 30 ngân hàng toàn cầu, có chi nhánh ở khoảng 50 quốc gia trên thế giới. Đây được coi là một định chế “quá lớn để sụp đổ”. Cuộc khủng hoảng của Credit Suisse thời gian qua và việc ngân hàng lớn nhất Thụy Sỹ UBS mua lại để giải cứu Credit Suisse khỏi phá sản sẽ có những tác động khác nhau đến nhiều nơi trên toàn thế giới.

Bài học từ sự kiện này cho thấy cần có một mô hình đo lường rủi ro tích hợp và cảnh báo rủi ro sớm.

1.1 Bối cảnh thị trường thế giới

Chu kỳ thắt chặt tiền tệ toàn cầu

Fed, ECB và SNB tăng lãi suất mạnh 2022–2023 để kiềm chế lạm phát [1, 2, 3]. Lãi suất cao làm chi phí vốn tăng, giá trái phiếu giảm, gây unrealised losses cho danh mục chứng khoán. Credit Suisse (CS), với trọng tâm Wealth Management (WM) và Investment Banking (IB), nhạy cảm với rủi ro lãi suất và suy yếu tài sản thế chấp. Hệ quả là chi phí vốn trên toàn hệ thống tăng mạnh, ảnh hưởng trực tiếp đến chi phí huy động và định giá tài sản tài chính. Đặc biệt, giá trái phiếu — nhất là các trái phiếu dài hạn — giảm mạnh do mối quan hệ nghịch biến với lãi suất, dẫn đến tổn thất chưa thực hiện (unrealised losses) trong danh mục chứng khoán có thể bán được (AFS) và nắm giữ đến ngày đáo hạn (HTM).

Biến động hàng hóa và rủi ro chuỗi cung ứng

Sốc giá khí đốt châu Âu (TTF) 2022 làm tăng chi phí đầu vào và rủi ro vỡ nợ doanh nghiệp [4, 13]. ESMA ghi nhận margin call tăng mạnh [4]. CS chịu ảnh hưởng qua các vị thế IB và sản phẩm cấu trúc WM, làm tăng tổn thất mark-to-market và áp lực thanh khoản.

Điều kiện thanh khoản hệ thống và hành vi người gửi tiền

Trong kỷ nguyên số, rút vốn có thể diễn ra nhanh chóng. Basel Committee và FSB nhấn mạnh giới hạn của LCR khi đối mặt với tốc độ rút tiền cao [5,

6]. CS mất 123,2 tỷ CHF tiền gửi trong 2022 — riêng Q4 là 110,5 tỷ — cho thấy rủi ro mất niềm tin đồng loạt, đặc biệt từ khách hàng WM giàu có.

Ảnh hưởng của điều kiện thị trường vốn

CDS spread và volatility (VIX) tăng mạnh, làm co hẹp khả năng huy động vốn [5]. Phát hành cổ phiếu và AT1 trở nên khó khăn khi niềm tin suy giảm. CS dù có vốn CET1 khả dĩ nhưng không thể tăng vốn trên thị trường, làm trầm trọng thêm rủi ro cấu trúc.

Tình hình tài chính của các doanh nghiệp và ngành liên quan

Tác động tổng hợp từ lãi suất cao, chi phí năng lượng tăng và đứt gãy chuỗi cung ứng đã làm suy yếu tài chính doanh nghiệp, đặc biệt trong các ngành như năng lượng, xây dựng và vận tải [12, 5]. BIS và các báo cáo giám sát quốc gia ghi nhận nguy cơ gia tăng nợ xấu (NPL) trong trung hạn.

Credit Suisse có phơi nhiễm đáng kể vào các ngành này thông qua hoạt động underwriting (IB), sản phẩm cấu trúc (WM) và danh mục cho vay doanh nghiệp. Ngoài ra, các sự kiện như sụp đổ Greensill cho thấy CS từng có tiếp xúc với các tổ chức có rủi ro vận hành và quản trị cao, làm nổi bật điểm yếu trong chiến lược quản lý rủi ro toàn diện.

1.2 Tình hình tài chính của Credit Suisse

Tổng quan dài hạn (trước 2023)

Credit Suisse (CS) là ngân hàng đa quốc gia (G-SIB), từng phát triển mạnh ở mảng ngân hàng đầu tư (IB) và quản lý tài sản. Tuy nhiên, từ 2018–2022, CS liên tục tái cấu trúc, cắt giảm nhân sự và chịu tổn thất do các sự cố quản trị. Cấu trúc đa mảng giúp đa dạng doanh thu nhưng làm phức tạp kiểm soát rủi ro [1, 2]. Khi thị trường biến động sau 2021, điểm yếu nội tại làm giảm khả năng chống đỡ.

Các cú sốc lớn (2021–2022)

Sự sụp đổ của Greensill (2021) phơi bày rủi ro trong các quỹ tài trợ chuỗi cung ứng, gây lỗ 2,3 tỷ USD và xói mòn niềm tin [3]. Ngay sau đó, Archegos (2021) khiến CS lỗ thêm 5,5 tỷ USD do quản lý margin yếu và giám sát vị thế thiếu hiệu quả [4, 5]. Hai sự cố này làm hao hụt vốn, tăng chi phí pháp lý và làm tổn hại nghiêm trọng đến uy tín.

Greensill Capital là công ty fintech hoạt động trong lĩnh vực tài trợ chuỗi cung ứng (SCF), cấp vốn ngắn hạn cho nhà cung cấp dựa trên cam kết thanh toán tương lai từ khách hàng lớn. Credit Suisse đã đầu tư và phát hành các quỹ liên kết với các khoản phải thu do Greensill quản lý. Tuy nhiên, khi khách hàng lớn của Greensill gặp khó khăn và không thể thanh toán, chuỗi tín dụng đổ vỡ, dẫn đến phá sản vào đầu 2021. Các khoản đầu tư của CS trở nên mất giá trị, gây tổn thất nặng.

Archegos Capital sử dụng đòn bẩy cực cao qua phái sinh để đầu tư tập trung vào một số cổ phiếu. Credit Suisse đóng vai trò cung cấp tài trợ và dịch vụ giao dịch. Khi giá cổ phiếu giảm mạnh vào tháng 3/2021, Archegos không thể đáp ứng margin call, buộc các ngân hàng phải bán tháo vị thế. CS chịu lỗ hàng tỷ USD.

Kết quả tài chính năm 2022

Năm 2022, CS ghi nhận doanh thu 14,9 tỷ CHF (giảm 34%), lỗ ròng 7,3 tỷ CHF [1, 2]. Tổng tài sản quản lý (AuM) giảm 107 tỷ CHF chỉ trong Q4, với tổng dòng tiền ròng âm 123,2 tỷ CHF cả năm. Dù CET1 (14,1%), LCR (144%) vẫn đạt chuẩn, tốc độ rút vốn thực tế (run rate) vượt xa giả định, cho thấy thanh khoản thực tế rất mong manh.

Khủng hoảng tháng 3/2023

Ngày 14/03/2023, CS công bố “material weaknesses” trong kiểm soát nội bộ [6], đúng thời điểm tâm lý thị trường suy yếu sau sự kiện SVB. Niềm tin sụp đổ, dẫn đến làn sóng rút vốn. CS phải vay 48 tỷ CHF từ SNB thông qua ELA và các cơ chế thanh khoản khẩn cấp [7, 8], dấu hiệu mất khả năng tự tài trợ.

Sáp nhập và write-down AT1

FINMA quyết định xóa sổ toàn bộ 16 tỷ CHF công cụ vốn AT1 để củng cố ngân hàng hợp nhất [9], gây tranh cãi pháp lý và làm rung động thị trường vốn. Ngày 19/03/2023, UBS mua CS với giá 3 tỷ CHF, được hỗ trợ bởi SNB và chính phủ Thụy Sĩ [10, 11]. Giao dịch hoàn tất tháng 6/2023, ngăn rủi ro hệ thống nhưng là giải pháp cưỡng chế do thị trường từ chối cấp vốn.

Biến động thị trường và hệ quả

Giá cổ phiếu CS lao dốc, CDS 5Y vọt lên trên 1000 bps [12, 13], phản ánh mất niềm tin hoàn toàn. Sau sáp nhập, nhiều vụ kiện từ cổ đông và holder AT1 nổ ra, tạo gánh nặng pháp lý dài hạn [14]. Chi phí tái cấu trúc và tổn thất pháp lý tiếp tục ảnh hưởng đến UBS.

Phân tích nguyên nhân

Suy yếu CS là kết quả tương tác giữa: (i) yếu tố nội sinh — rủi ro đối tác (Archegos, Greensill), quản trị yếu, lỗ lặp lại; (ii) yếu tố vĩ mô — thắt chặt tiền tệ, biến động thị trường; (iii) vòng xoáy thanh khoản–niềm tin khi dòng rút vốn vượt giả định. Can thiệp khẩn cấp thành công về ổn định hệ thống nhưng làm nổi bật rủi ro pháp lý và hạn chế của các chỉ số tĩnh (CET1, LCR) trong khủng hoảng [1, 2, 8, 9].

2 Cảnh báo rủi ro dựa trên các mô hình chuỗi thời gian

2.1 Phát biểu bài toán

Trong quản trị rủi ro tài chính, cần phân biệt rõ ràng giữa *rủi ro* và *tổn thất*. Rủi ro không phải là tổn thất, mà là khả năng xảy ra một sự kiện bất lợi có thể dẫn đến tổn thất. Các loại rủi ro phổ biến bao gồm: rủi ro thị trường, rủi ro tín dụng, rủi ro thanh khoản và rủi ro hoạt động — mỗi loại phản ánh một nguồn gốc tiềm tàng của tổn thất.

Trong khi đó, *tổn thất* (loss) là hệ quả cụ thể khi một rủi ro đã hiện thực hóa. Chẳng hạn, khi khách hàng vỡ nợ, ngân hàng ghi nhận lỗ từ rủi ro tín dụng.

Mỗi quan hệ giữa rủi ro và tổn thất có thể được mô tả như một chuỗi nhân quả:

$$\text{Rủi ro} \xrightarrow{\text{hiện thực hóa}} \text{Tổn thất (Loss)} \xrightarrow{\text{vượt đệm vốn}} \text{Phá sản}$$

Tổn thất chỉ trở thành mối đe dọa tồn tại khi nó vượt quá khả năng hấp thụ rủi ro của tổ chức — thường được đo bằng vốn tự có. Khi tổn thất tích lũy lớn hơn vốn chủ sở hữu, tổ chức mất khả năng thanh toán và đối mặt với nguy cơ phá sản.

Điều này dẫn đến nhu cầu xây dựng các mô hình đánh giá rủi ro dựa trên sự thay đổi của tổn thất. Trong mục này, chúng tôi đề xuất một mô hình như vậy.

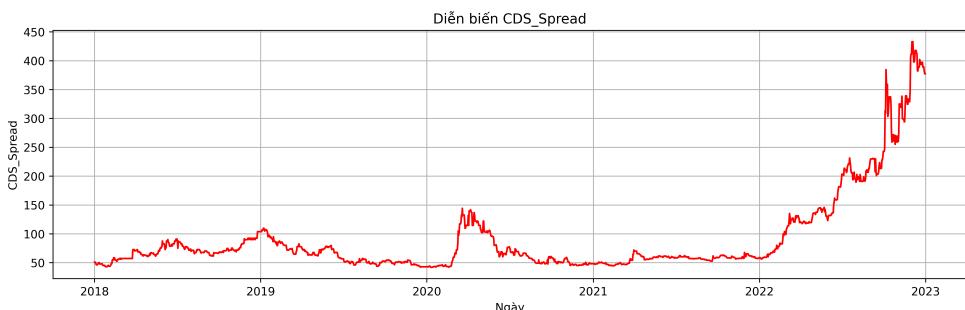
Trong hệ thống ngân hàng và tài chính, *rủi ro tín dụng* được xem là một trong những nguồn rủi ro cơ bản và nghiêm trọng nhất. Rủi ro tín dụng gắn liền với khả năng vỡ nợ của đối tác, và khi xảy ra, thường dẫn đến tổn thất trực tiếp, khó hồi phục.

2.2 Thông kê tài chính của Credit Suisse giai đoạn 2018-2022

2.2.1 Các chỉ báo tâm lý và tín hiệu rủi ro thị trường

Chỉ số CDS 5 Years: phản ánh chi phí bảo hiểm rủi ro vỡ nợ của *Credit Suisse Group AG* cho các khoản nợ có kỳ hạn 5 năm, được định giá bằng đồng Euro và giao dịch trên thị trường Châu Mỹ. Mức spread của CDS thể hiện đánh giá của thị trường về khả năng vỡ nợ của ngân hàng trong giai đoạn 5 năm tới: spread càng cao, rủi ro tín dụng càng lớn.

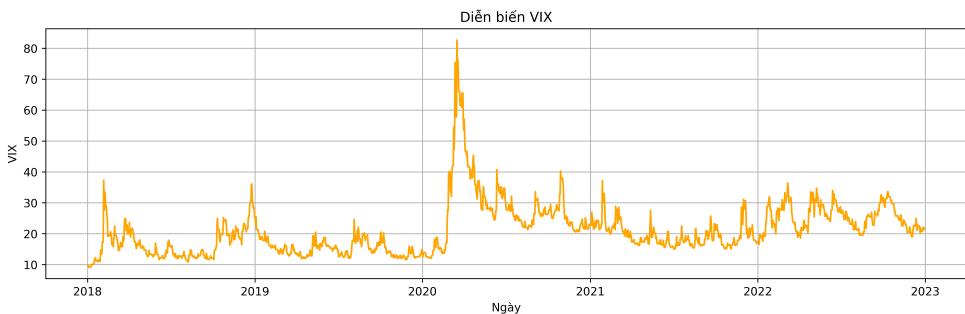
Giá cổ phiếu: phản ánh giá trị thị trường của ngân hàng tại mỗi thời điểm, được hình thành dựa trên cung cầu trên thị trường chứng khoán. Sự biến động của giá cổ phiếu thể hiện kỳ vọng và tâm lý của nhà đầu tư về triển vọng kinh doanh, khả năng sinh lời và mức độ rủi ro của ngân hàng.



Hình 1: Diễn biến chỉ số CDS của Credit Suisse từ năm 2018-2022 [17]



Hình 2: Diễn biến giá cổ phiếu đóng cửa của Credit Suisse từ năm 2018-2022 [16]



Hình 3: Diễn biến chỉ số VIX của Credit Suisse từ năm 2018-2022 [15]

2.2.2 Một số chỉ số tài chính nội bộ

Tỷ lệ LCR (Liquidity Coverage Ratio): Đo khả năng ngân hàng đáp ứng nhu cầu thanh khoản trong 30 ngày khủng hoảng bằng tài sản thanh khoản chất lượng cao. $LCR > 100\%$ nghĩa là ngân hàng đủ thanh khoản.

Lợi nhuận ròng (Net income): Lợi nhuận sau thuế từ hoạt động kinh doanh. Số âm nghĩa là ngân hàng bị lỗ.

Tỷ lệ Chi phí/Thu nhập (Cost-to-Income Ratio): Đo hiệu quả hoạt động: chi phí vận hành so với thu nhập. Tỷ lệ thấp cho thấy hiệu quả cao; tỷ lệ cao cho thấy chi phí vận hành lớn.

ROE (Return on Equity): Tỷ suất lợi nhuận trên vốn chủ sở hữu. Chỉ số càng cao chứng tỏ khả năng sinh lời của vốn càng tốt; âm nghĩa là lỗ.

Tỷ lệ CET1 (Common Equity Tier 1 Ratio): Tỷ lệ vốn cốt lõi so với tài sản có rủi ro. Đây là chỉ số quan trọng về mức độ an toàn vốn theo chuẩn Basel III; cao hơn mức yêu cầu tối thiểu là tốt.

Quý	Tỷ lệ LCR	Lợi nhuận ròng	Tỷ lệ Chi phí/Thu nhập (%)	ROE (%)	Tỷ lệ CET1 (%)
Q1 2016	151	-302	84.5	-2.6	13.6
Q2 2016	172	170	82.3	1.5	14.2
Q3 2016	163	41	79.8	0.4	14.1
Q4 2016	202	-2,619	86.3	-23.8	13.5
Q1 2017	205	596	78.4	5.7	12.7
Q2 2017	165	303	77.8	3.0	14.2
Q3 2017	181	244	80.5	2.2	14.0
Q4 2017	185	-2,126	88.1	-19.5	13.5
Q1 2018	208	694	74.1	6.7	12.9
Q2 2018	226	647	74.1	6.1	12.8
Q3 2018	202	424	79.4	4.0	12.9
Q4 2018	184	292	80.2	2.7	12.6
Q1 2019	191	749	78.8	6.9	12.6
Q2 2019	193	937	76.2	8.5	12.5
Q3 2019	189	881	77.2	8.0	12.4
Q4 2019	198	852	78.0	7.6	12.7
Q1 2020	182	1,314	69.4	11.7	12.1
Q2 2020	196	1,162	70.2	9.8	12.5
Q3 2020	190	546	82.7	4.8	13.0
Q4 2020	190	-353	99.0	-3.2	12.9
Q1 2021	205	-252	52.0	-2.3	12.2
Q2 2021	216	253	84.6	2.3	13.7
Q3 2021	221	434	84.1	4.0	14.4
Q4 2021	203	-2,007	135.1	-18.0	14.4
Q1 2022	196	-273	112.2	-2.4	13.8
Q2 2022	191	-1,593	130.4	-8.2	13.5
Q3 2022	154	-4,034	108.4	-35.5	12.6
Q4 2022	144	-1,393	141.6	-12.5	14.1

Bảng 1: Các chỉ số nội bộ của Credit Suisse theo quý (đơn vị: triệu CHF) [18]

2.3 Mô hình rủi ro phụ thuộc lợi nhuận

2.3.1 Hàm sản xuất Douglas - Cobb

Hàm sản xuất Cobb-Douglas được đề xuất bởi Charles Cobb và Paul Douglas vào năm 1928, được cho bởi:

$$Q_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta = f(A_t, L_t, K_t)$$

Trong đó t là biến thời gian, Q_t là sản lượng, L_t là lao động đầu vào, K_t là vốn sản xuất, A_t là hiệu quả sản xuất, α, β là các hằng số (hệ số đàn hồi của lao động và vốn).

Trong nhiều ứng dụng thực tế, hàm Cobb-Douglas có thể mở rộng bằng cách bổ sung thêm các yếu tố đầu vào khác hoặc biến công nghệ theo thời gian:

$$Q_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta M_t^\gamma N_t^\delta \dots$$

Trong đó: M_t, N_t, \dots là các yếu tố đầu vào bổ sung (ví dụ: vật liệu, chi phí, vốn chủ sở hữu khác...). Phiên bản mở rộng này vẫn giữ tính *tuyến tính logarithm* (*log-linear*), thuận tiện cho hồi quy và phân tích dài hạn.

2.3.2 Mô hình dự báo lợi nhuận ròng

Biến → Net_Income	Chi-squared	df	p-value
LCR → Net_Income	0.2457	1	0.6201
LCR → Net_Income	2.1529	2	0.3408
Cost_Income → Net_Income	11.2315	1	0.0008
Cost_Income → Net_Income	14.7275	2	0.0006
ROE → Net_Income	1.0808	1	0.2985
ROE → Net_Income	0.5628	2	0.7547
CET1 → Net_Income	7.2065	1	0.0073
CET1 → Net_Income	9.7962	2	0.0075

Bảng 2: Kết quả kiểm định nhân quả Granger cho các biến giải thích lên Net_Income (signed log)

Sau khi áp dụng signed log transform, kết quả kiểm định nhân quả Granger cho thấy hai biến *chi phí trên lợi nhuận* (*cost income*) và *tỷ lệ vốn chủ sở hữu* (*CET1 ratio*) có khả năng dự báo biến *lợi nhuận ròng* (*net income*), với p-value < 0.05 ở cả hai bậc trễ 1 và 2. Ngược lại, các biến *tỷ lệ thanh khoản* (*LCR*) và *tỷ suất sinh lời trên vốn* (*ROE*) không có ý nghĩa Granger gây ra *lợi nhuận ròng* (*net income*), cho thấy chúng không mang thông tin dự báo đáng kể cho lợi nhuận ròng trong mẫu dữ liệu quan sát.

Một cách tương ứng so với *hàm sản xuất Douglas - Cobb*, *CET1* có thể coi như là *vốn sản xuất* K_t , *chi phí trên lợi nhuận* có thể coi như là *lao động* đầu vào L_t , còn *lợi nhuận ròng* chính là *sản lượng* Q_t . So sánh với quan hệ nhân quả Granger ở trên, sự so sánh tương ứng như vậy là hợp lý.

Sau khi áp dụng signed log transform, mỗi quan hệ dài hạn giữa lợi nhuận ròng và hai biến *chi phí trên lợi nhuận* (*cost/income*) và *tỷ lệ vốn chủ sở hữu* (*CET1*) có thể biểu diễn dưới dạng tương đương với hàm sản xuất Cobb-Douglas mở rộng. Cụ thể, giả sử ngân hàng luôn hoạt động hiệu quả ($A_t = 1$), ta có:

$$\begin{aligned} \text{signed_ln}(\text{net_income}_t) &= \alpha + \beta_1 \text{signed_ln}(\text{CET1}_t) \\ &\quad + \beta_2 \text{signed_ln}(\text{cost/income}_t) + u_t \end{aligned}$$

Trong đó Profit_t là lợi nhuận ròng tại thời điểm t , CET1_t là tỷ lệ vốn chủ sở hữu (tương ứng với vốn sản xuất K_t trong Cobb-Douglas), CIR_t là tỷ lệ chi phí trên lợi nhuận (tương ứng với lao động đầu vào L_t), u_t là phần dư theo thời gian.

Kết quả kiểm định Engle-Granger cho phần dư từ hồi quy dài hạn

$$\text{signed_ln}(\text{net_income}_t) = \alpha + \beta_1 \text{signed_ln}(\text{CET1}_t) + \beta_2 \text{signed_ln}(\text{cost/income}_t) + u_t$$

cho thấy ADF Statistic = -5.0049 với p-value = 0.0000. Do p-value < 0.05, ta bác bỏ giả thuyết null rằng phần dư có unit root, nghĩa là phần dư dừng. Như vậy, *lợi nhuận ròng đồng tích hợp với tổ hợp CET1 và CIR*, dẫn đến việc ta có thể cải thiện mô hình trên thông qua hồi quy DOLS.

Với các biến được định nghĩa như sau:

$$y_t = \text{signed_ln}(\text{net_income}_t)$$

$$x_t = \text{signed_ln}(\text{CET1}_t)$$

$$z_t = \text{signed_ln}(\text{cost_income}_t)$$

Mô hình DOLS được ước lượng:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 z_{t-1} + \sum_{i=1}^k (\gamma_i \Delta x_{t-i} + \delta_i \Delta z_{t-i}) + u_t,$$

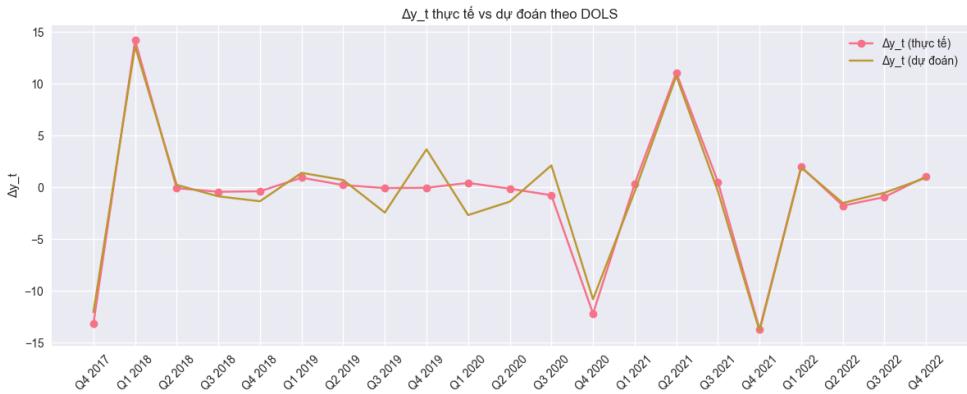
Thử với một số k khác nhau, ta thu được kết quả như sau:

k	R²	Adjusted R²
1	0.148	-0.014
2	0.477	0.303
3	0.807	0.705
4	0.888	0.795
5	0.904	0.775
6	0.945	0.818

Bảng 3: So sánh các mô hình với các giá trị k khác nhau

Từ bảng trên, ta thu được giá trị tối ưu là $k = 6$.

Dưới đây là kết quả khi chạy model trên cho bộ dữ liệu thu thập được



Hình 4: Biến động thực sự và dự đoán từ kết quả hồi quy

2.4 Mô hình rủi ro phụ thuộc tín dụng

2.4.1 Mô hình Tự hồi quy kết hợp Trung bình trượt

Mô hình *Tự hồi quy kết hợp Trung bình trượt (ARIMA)* sử dụng đầu vào chính là những tín hiệu quá khứ của chuỗi được dự báo để dự báo nó. Các tín hiệu đó bao gồm: *chuỗi tự hồi qui AR (Auto Regression)* và *chuỗi trung bình trượt MA (Moving Average)*.

Mô hình Tự hồi quy bậc p , ký hiệu $AR(p)$, cho bởi:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \cdots + \phi_p y_{t-p} + e_t$$

Mô hình Trung bình trượt bậc q , ký hiệu $MA(q)$, cho bởi:

$$y_t = c + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \cdots + \theta_q e_{t-q}$$

Mô hình Tự hồi quy bậc p với sai phân bậc d kết hợp Trung bình trượt bậc q , ký hiệu $ARIMA(p, d, q)$, xác định bởi [20]:

$$\Delta^d y_t = c + \phi_1 \Delta^d y_{t-1} + \phi_2 \Delta^d y_{t-2} + \cdots + \phi_p \Delta^d y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \cdots + \theta_q e_{t-q},$$

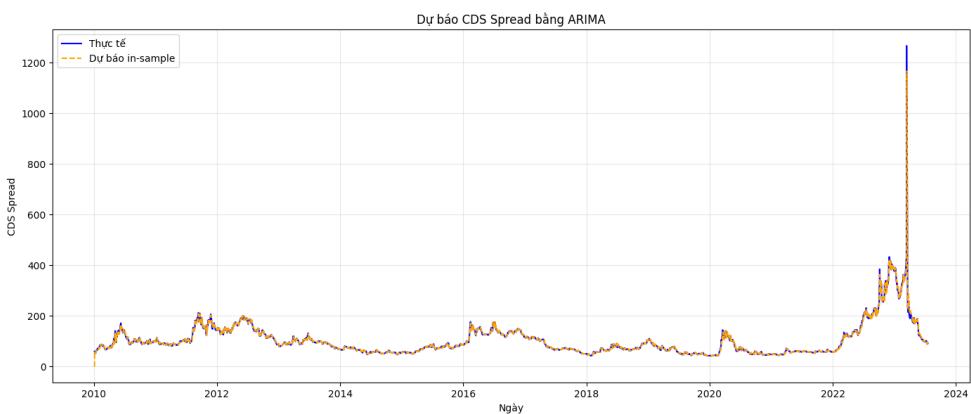
trong đó $\Delta^d y_t$ là toán tử sai phân bậc d đối với chuỗi thời gian y_t được định nghĩa bởi: $\Delta^{d+1} = \Delta(\Delta^d)$ và $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$

2.4.2 Ứng dụng ARIMA trong dự đoán CDS Spread

Credit Default Swap (CDS) là một loại hợp đồng tài chính phái sinh, cho phép nhà đầu tư mua “bảo hiểm” chống lại rủi ro vỡ nợ của một tổ chức phát hành nợ. Người mua CDS sẽ trả phí hàng năm cho người bán trong suốt thời hạn hợp đồng để được bảo vệ trước rủi ro vỡ nợ của một công ty hoặc quốc gia. Nếu CDS 5Y của một ngân hàng tăng, thị trường đang định giá rủi ro phá sản của ngân hàng đó cao hơn.

Giá cổ phiếu phản ánh kỳ vọng tổng thể của thị trường về lợi nhuận tương lai, trong đó bao gồm nhiều yếu tố như tăng trưởng, chính sách cổ tức, chiến lược kinh doanh... chứ không chỉ riêng rủi ro vỡ nợ. Trong khi đó, VIX chủ yếu đo lường mức độ biến động kỳ vọng của thị trường chứng khoán Mỹ (S&P 500), phản ánh rủi ro vĩ mô và tâm lý nhà đầu tư toàn cầu hơn là rủi ro tín dụng riêng biệt của một ngân hàng hay tổ chức cụ thể.

Dựa vào phân tích ở trên, cùng với những dữ liệu mà chúng tôi có, chúng tôi lựa chọn dự đoán CDS của doanh nghiệp thông qua mô hình ARIMA thay vì dự đoán giá cổ phiếu hay VIX. Thông qua việc kiểm thử một số mô hình ARIMA(p, d, q) với các tham số p, d, q khác nhau, chúng tôi lựa chọn $p = 5$, $d = 1$, $q = 1$.



Hình 5: So sánh CDS thực tế và CDS được dự đoán bởi ARIMA(5, 1, 1)

Mô hình trên cho ta MAE=2.59; MAPE=2.57%.

Dù mô hình ARIMA(5,1,1) đạt được hiệu suất dự báo tốt trên dữ liệu lịch sử, nhưng nó không thể dự báo được cú sốc đột ngột do sự kiện Credit Suisse gây ra. Điều này cho thấy rằng trong môi trường tài chính hiện đại, các mô hình đơn giản không đủ để quản lý rủi ro hệ thống. Cần kết hợp nhiều công

cụ, từ mô hình thống kê đến phân tích sự kiện và học máy, để có cái nhìn toàn diện và phòng ngừa rủi ro hiệu quả.

3 Phân tích kịch bản thị trường

3.1 Mô phỏng Monte Carlo

Mục tiêu chính của phương pháp mô phỏng Monte Carlo là ước lượng kỳ vọng của một phân phối xác suất $f(X)$, trong đó X là một biến ngẫu nhiên, giá trị kỳ vọng toán học có thể được xấp xỉ bằng trung bình mẫu trên một số lớn các kịch bản mô phỏng:

$$\mathbb{E}[f(X)] \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f\left(X^{(i)}\right),$$

trong đó $X^{(i)}$ ký hiệu cho lần mô phỏng thứ i , và N là tổng số kịch bản được sinh ra. Khi $N \rightarrow \infty$, ước lượng này hội tụ hầu chắc chắn về giá trị kỳ vọng thật sự, tức là:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f\left(X^{(i)}\right) \rightarrow \mathbb{E}[f(X)].$$

Để thực hiện mô phỏng, ta cần sinh các biến ngẫu nhiên đại diện cho các yếu tố rủi ro cơ bản, trong đó một thành phần trung tâm là *chuyển động Brown chuẩn*.

Một chuyển động Brown (chuẩn) là một quá trình ngẫu nhiên $W = \{W_t : t \in [0, \infty)\}$ với không gian trạng thái \mathbb{R} , thỏa mãn các tính chất sau [19]:

- i. $W_0 = 0$ gần như chắc chắn.
- ii. W_t có gia số dừng, nghĩa là với mọi $0 \leq s < t$, phân phối của $W_t - W_s$ chỉ phụ thuộc vào $(t - s)$.
- iii. W_t có các gia số độc lập (independent increments), nghĩa là với $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n$, các biến ngẫu nhiên $W_{t_1}, W_{t_2} - W_{t_1}, \dots, W_{t_n} - W_{t_{n-1}}$ là độc lập.
- iv. Với mọi $t > 0$, $W_t \sim \mathcal{N}(0, t)$, tức là tuân theo phân phối chuẩn với kỳ vọng 0 và phương sai t .

v. Với xác suất 1, ánh xạ $t \mapsto W_t$ liên tục trên $[0, \infty)$.

Trong mô phỏng Monte Carlo, ta không thể mô phỏng liên tục mà phải rời rạc hóa thời gian. Xét một lưới thời gian đều $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_M = T$ với bước dài $\Delta t = t_{k+1} - t_k$. Khi đó, số gia của chuyển động Brown trong mỗi bước được mô phỏng bằng:

$$\Delta W_k = W_{t_{k+1}} - W_{t_k} = Z_k \sqrt{\Delta t}, \quad Z_k \sim \mathcal{N}(0, 1).$$

Áp dụng vào mô hình *Geometric Brownian Motion* (GBM) – mô hình phổ biến để mô phỏng giá tài sản – ta có phương trình vi phân ngẫu nhiên:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t.$$

Giải phương trình vi phân trên, ta có nghiệm như sau:

$$S_{t_{k+1}} = S_{t_k} \exp \left(\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} Z_k \right),$$

với $S_{t_0} = S_0$ là giá trị ban đầu.

Quá trình này được lặp lại N lần để tạo ra N đường đi ngẫu nhiên $\left\{ S_t^{(i)} \right\}_{i=1}^N$, mỗi đường đi đại diện cho một kịch bản khác nhau.

3.2 Mô phỏng một số kịch bản khác nhau

Nhóm chúng tôi xây dựng các kịch bản khác nhau cho năm 2023, với dữ liệu giá cổ phiếu, CDS 5Y, VIX từ năm 2018 cho đến hết năm 2022. Trong mô hình này, chúng tôi coi CDS 5Y là S_t tức là biến ngẫu nhiên cơ bản đại diện cho trạng thái hiện tại của rủi ro tín dụng.

Biến động σ sau đó được nhân với stress_factor vì mục tiêu là điều chỉnh mức biến động cơ bản dựa trên tình trạng hiện tại của thị trường.

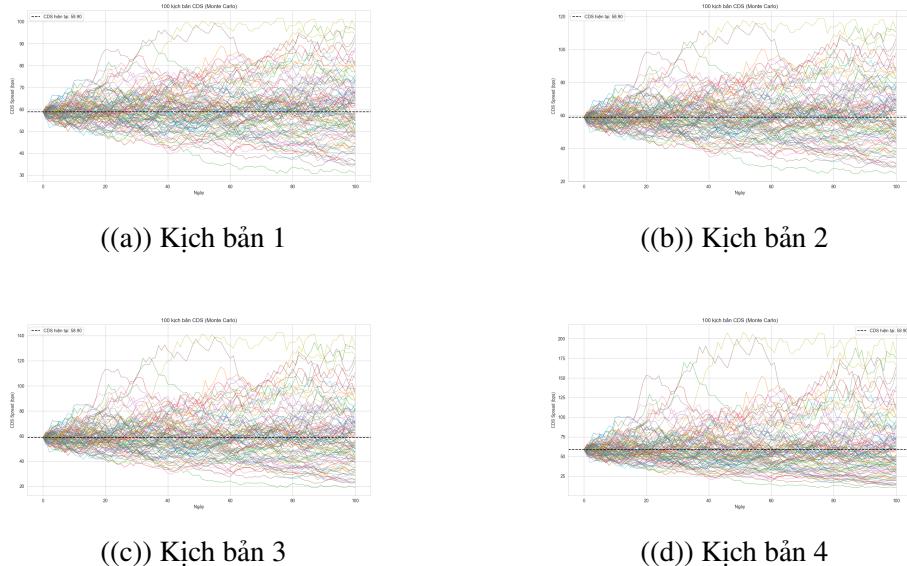
Chúng tôi xây dựng và mô phỏng 4 kịch bản khác nhau như ở dưới đây. Mỗi kịch bản chúng tôi mô phỏng 100000 lần trong 100 ngày tiếp theo.

Kịch bản 1 (tăng trưởng): Thị trường ổn định, rủi ro thấp, stress_factor = 0.8. Biến động CDS giảm 20% so với mức bình thường.

Kịch bản 2 (ổn định): Thị trường ổn định, rủi ro thấp, stress_factor = 1.05. Biến động CDS cơ bản được giữ nguyên, phản ánh môi trường bình thường.

Kịch bản 3 (suy thoái): Thị trường biến động mạnh, thanh khoản căng thẳng, stress_factor = 1.35. Biến động CDS tăng 50% so với mức bình thường.

Kịch bản 4 (supt đỡ): Cú sốc hệ thống nghiêm trọng, thanh khoản cạn kiệt, stress_factor = 2.0. Biến động CDS tăng gấp đôi, phản ánh kịch bản cực đoan và rủi ro cao.



Hình 6: Minh họa 100 lần mô phỏng khác nhau mỗi kịch bản

Thông số	Stress 0.80x	Stress 1.05x	Stress 1.35x	Stress 2.00x
CDS trung bình dự báo	59.47 bps	59.46 bps	59.44 bps	59.39 bps
CDS cao nhất	189.09 bps	267.73 bps	402.95 bps	946.33 bps
VaR 95%	28.84 bps	38.83 bps	51.39 bps	79.89 bps
VaR 99%	45.63 bps	64.08 bps	89.30 bps	156.12 bps
CVaR 99%	55.17 bps	79.21 bps	113.52 bps	212.15 bps
Xác suất CDS ≥ 200 bps	0%	0%	0.1%	1.3%
Xác suất CDS ≥ 300 bps	0%	0%	0%	0.2%

Bảng 4: Kết quả stress test CDS cho 4 kịch bản với hệ số stress khác nhau.

CDS trung bình dự báo chỉ thay đổi nhẹ, cho thấy stress factor tác động chủ yếu lên biên độ rủi ro lớn mà không ảnh hưởng nhiều đến giá trị trung bình. Kết quả này phù hợp với mục tiêu stress test, nhấn mạnh tác động của các tình huống bất thường thay vì thay đổi kỳ vọng trung bình.

Trong kịch bản cực đoan với hệ số stress bằng 2.0, CDS cao nhất mô phỏng đạt 946.33 bps, vượt rất xa so với mức trung bình. Mặc dù xác suất xảy ra các

giá trị này còn thấp (1.3% với CDS 200 bps và 0.2% với CDS 300 bps), nhưng vẫn cảnh báo về khả năng sụp đổ nghiêm trọng trong những điều kiện bất lợi đặc biệt. Qúa thật, sự sụp đổ ấy đã đến với Credit Suisse trong năm 2023, khi vào ngày 15/3/2023, mức CDS đã vượt quá con số 1200, điều này thậm chí còn không xảy ra trong 100000 lần mô phỏng.

4 Đánh giá với thị trường tại Việt Nam

4.1 Mô hình thị trường và phân tích sự kiện

Mô hình thị trường (Market Model) được biểu diễn dưới dạng phương trình hồi quy OLS [14]:

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Trong mô hình thị trường, $R_{i,t}$ được hiểu là lợi suất thực tế của tài sản i tại thời điểm t , lợi suất của danh mục thị trường tại cùng thời điểm được ký hiệu là $R_{m,t}$, $\varepsilon_{i,t}$ là thành phần sai số không thể giải thích được.

Chú ý rằng cửa sổ sự kiện là khoảng thời gian xung quanh ngày sự kiện mà ta quan sát và đo lường tác động của sự kiện đến lợi suất của tài sản.

Sau khi ước lượng mô hình, lợi suất kỳ vọng của tài sản tại mỗi thời điểm trong cửa sổ sự kiện được tính như sau:

$$E[R_{i,t}] = \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_i R_{m,t}$$

Từ đó, *lợi suất bất thường (Abnormal Return - AR)* tại thời điểm t được xác định là:

$$AR_t = R_{i,t} - E[R_{i,t}]$$

Tổng hợp các lợi suất bất thường trong toàn bộ cửa sổ sự kiện, ta có *lợi suất bất thường tích lũy (Cumulative Abnormal Return - CAR)* [14]:

$$CAR = \sum_{t=t_1}^{t_2} AR_t$$

Giá trị *CAR* cho thấy tổng tác động ròng của sự kiện đến giá trị tài sản. Nếu *CAR* có giá trị âm lớn và có ý nghĩa thống kê, điều này cho thấy sự kiện đã ảnh hưởng tiêu cực đến thị trường.

Để kiểm định tính ý nghĩa thống kê của *CAR*, ta xây dựng kiểm định giả thuyết như sau:

$$H_0 : CAR = 0$$

$$H_1 : CAR \neq 0$$

Null hypothesis $H_0 : CAR = 0$ cho thấy sự kiện không tạo ra lợi suất bất thường, nói khác đi không gây ra tác động đáng kể đối với thị trường. Ngược lại, *alternative hypothesis* $H_1 : CAR \neq 0$ cho thấy sự kiện tạo nên lợi suất bất thường, tức là có tác động đáng kể đối với thị trường.

4.2 Đánh giá ảnh hưởng của sự sụp đổ của Credit Suisse đối với thị trường Việt Nam

Trong mô hình thị trường được sử dụng:

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t},$$

các biến trong nghiên cứu được xác định cụ thể như sau. Lợi suất $R_{i,t}$ được gán cho VN-Index, bởi đây là chỉ số đại diện cho thị trường chứng khoán Việt Nam, phản ánh biến động giá cổ phiếu và tâm lý chung của nhà đầu tư trong nước. Biến thị trường $R_{m,t}$ được thay thế bằng MSCI World Index, nhằm nắm bắt xu hướng toàn cầu và loại bỏ những nhiễu động mang tính vĩ mô quốc tế không liên quan trực tiếp đến sự kiện Credit Suisse.

Để xác định xem liệu sự sụp đổ của Credit Suisse có tác động đến thị trường Việt Nam, chúng tôi lựa chọn ngày sự kiện mà ở đó sự biến động CDS 5Y là lớn nhất trong toàn bộ khoảng thời gian từ 2020 - 2023. Ngày đó chính là ngày 15/3/2023, gần sát với thời điểm UBS mua lại Credit Suisse. Cửa sổ sự kiện được lựa chọn trong khoảng 100 ngày, tức là khoảng 3 tháng trước và sau ngày 15/3/2023.

Lần lượt thực hiện tính toán CAR và kiểm định cặp giả thuyết ở trên, có được kết quả:

$$t - statistic = 1.743, \quad p = 0.0827$$

Với p -value = $0.0827 > 0.05$, ta không đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết H_0 ở mức ý nghĩa 5%. Điều này cho thấy tác động của sự kiện khủng hoảng Credit Suisse đến CAR của VN-Index trong cửa sổ sự kiện $[-100, +100]$ ngày không có ý nghĩa thống kê.

Mặt khác, thực hiện kiểm tra quan hệ nhân quả Granger giữa VN-Index và CDS 5Y của Credit Suisse, thu được kết quả như sau:

Kết quả kiểm định Granger Causality theo chi-square cho thấy mối quan hệ giữa CDS Credit Suisse và VN-Index có tính hướng một chiều. Cụ thể, khi

Hướng nhân quả	Lag	Chi-squared	p-value
CDS → VN-Index	1	3.9840	0.0459
	2	5.1666	0.0755
	3	5.8315	0.1201
	4	6.5104	0.1641
	5	6.4333	0.2663
VN-Index → CDS	1	0.6580	0.4173
	2	1.7907	0.4085
	3	0.4079	0.9386
	4	2.2672	0.6868
	5	1.8694	0.8669

Bảng 5: Kết quả kiểm định nhân quả Granger giữa CDS Credit Suisse và VN-Index

kiểm tra ảnh hưởng từ CDS đến VN-Index, ở lag 1, chi-square = 3.9840 với p-value = 0.0459, nhỏ hơn mức ý nghĩa 0.05, cho thấy có bằng chứng bác bỏ giả thuyết null. Điều này chứng tỏ biến động CDS của Credit Suisse có khả năng dự báo lợi suất VN-Index trong ngày tiếp theo. Tuy nhiên, ở các lag lớn hơn từ 2 đến 5, p-value đều lớn hơn 0.05, do đó không đủ bằng chứng để khẳng định CDS Granger gây ra VN-Index trong các khoảng thời gian dài hơn.

Ngược lại, khi kiểm tra VN-Index tác động lên CDS, tất cả các lag từ 1 đến 5 đều có p-value lớn hơn 0.05 và giá trị chi-square rất thấp. Điều này cho thấy lợi suất VN-Index không dự báo được biến động CDS của Credit Suisse trong khoảng thời gian kiểm định.

Tóm lại, có thể rút ra nhận xét rằng: sự khủng hoảng của Credit Suisse không có quá nhiều ảnh hưởng đối với thị trường Việt Nam. Sự kiện này chỉ có những tác động này mang tính gián tiếp và ngắn hạn, mức độ ảnh hưởng trực tiếp lên giá cổ phiếu nội địa là không mạnh hoặc chưa đủ để đạt ý nghĩa thống kê trong khoảng thời gian cửa sổ sự kiện đã chọn.

5 Đề xuất giải pháp quản trị rủi ro và kiểm soát nội bộ

Từ bài học rút ra từ khủng hoảng Credit Suisse và kết quả phân tích tác động đối với thị trường Việt Nam, có thể đề xuất một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả quản trị rủi ro và hệ thống kiểm soát nội bộ tại các ngân hàng

thương mại Việt Nam.

Tăng cường quản trị rủi ro tín dụng và thanh khoản

Các ngân hàng thương mại cần thiết lập hệ thống quản trị rủi ro tập trung (Enterprise Risk Management – ERM) nhằm nhận diện sớm các rủi ro tín dụng, thanh khoản và rủi ro thị trường. Đồng thời, việc xây dựng các chỉ báo cảnh báo sớm (Early Warning Indicators – EWIs) dựa trên biến động CDS, lãi suất liên ngân hàng, dòng vốn ngoại và chỉ số biến động VIX sẽ giúp giám sát kịp thời các nguy cơ tiềm ẩn. Các ngân hàng cũng cần tăng cường dự trữ thanh khoản theo các kịch bản khủng hoảng để đảm bảo khả năng chi trả ngắn hạn và tránh rút vốn ôn ọt.

Nâng cao minh bạch thông tin và chất lượng báo cáo tài chính

Việc công bố thông tin minh bạch và kịp thời, đặc biệt là các rủi ro ngoài bảng cân đối, sẽ giúp giảm rủi ro thông tin bất cân xứng. Chuẩn hóa báo cáo tài chính theo IFRS sẽ đảm bảo tính so sánh quốc tế, nâng cao niềm tin của nhà đầu tư. Ngoài ra, ngân hàng nên thường xuyên thực hiện stress test và công khai kết quả chính trong báo cáo thường niên.

Củng cố hệ thống kiểm soát nội bộ và kiểm toán độc lập

Ngân hàng cần xây dựng hệ thống kiểm soát ba tuyến phòng thủ (three lines of defense), gồm: tuyến nghiệp vụ trực tiếp quản lý rủi ro, tuyến kiểm soát nội bộ độc lập với hoạt động kinh doanh, và tuyến kiểm toán nội bộ kết hợp kiểm toán độc lập bên ngoài. Cơ chế giám sát chéo và trách nhiệm giải trình rõ ràng giữa HĐQT, Ban điều hành và bộ phận kiểm toán sẽ nâng cao hiệu quả kiểm soát.

Quản trị vốn và đòn bẩy tài chính thận trọng

Các ngân hàng nên tuân thủ chặt chẽ chuẩn mực Basel III, đặc biệt là tỷ lệ an toàn vốn (CAR), tỷ lệ đòn bẩy (Leverage ratio) và tỷ lệ thanh khoản (LCR, NSFR). Giới hạn các hoạt động có rủi ro cao như phái sinh, chứng khoán hóa và đầu tư tài sản rủi ro là cần thiết, đồng thời đa dạng hóa danh mục tài sản để tránh tập trung rủi ro vào một ngành hoặc nhóm khách hàng lớn.

Tăng cường năng lực quản trị và giám sát từ phía cơ quan quản lý

Ngân hàng Nhà nước cần xây dựng hệ thống cảnh báo sớm ở cấp ngành dựa trên dữ liệu CDS quốc tế, chỉ số rủi ro hệ thống và xu hướng toàn cầu. Vai trò giám sát của Ủy ban Chứng khoán Nhà nước đối với các ngân hàng niêm yết cũng cần được nâng cao để đảm bảo minh bạch thông tin cho nhà đầu tư. Hợp tác quốc tế trong giám sát ngân hàng xuyên biên giới sẽ giúp chia sẻ thông tin kịp thời về rủi ro hệ thống.

Nâng cao văn hóa quản trị rủi ro trong toàn hệ thống

Khuyến khích văn hóa tuân thủ và liêm chính trong mọi cấp độ quản lý, đào tạo liên tục về quản trị rủi ro và đạo đức nghề nghiệp cho nhân viên và lãnh đạo. Gắn chỉ tiêu rủi ro với hệ thống đánh giá hiệu quả công việc (KPI) và chính sách thưởng – phạt rõ ràng sẽ giúp duy trì tính kỷ luật và nâng cao hiệu quả quản trị rủi ro.

6 Kết luận

Báo cáo của chúng tôi đã phân tích kỹ về sự sụp đổ của ngân hàng Credit Suisse cũng như chỉ ra mối liên hệ giữa các yếu tố tài chính nội bộ.

Về ưu điểm, các mô hình chúng tôi thực hiện đều đảm bảo độ chính xác, tính khách quan và ý nghĩa thực tiễn. Tuy nhiên, các mô hình đưa ra chỉ đưa ra kết quả dựa trên số liệu tài chính, chứ không thể đưa vào đây sự tác động của các tác nhân con người. Ngoài ra, việc chỉ thu thập được một bộ dữ liệu nhỏ cũng ảnh hưởng đến tính đúng đắn về lâu dài, khó nắm bắt xu hướng tài chính chung. Với tất cả các lý do như trên, việc thực hiện dự báo và mô phỏng tương lai dài hạn không thể đảm bảo hoàn toàn tính đúng đắn. Nhược điểm ấy, đã tồn tại gần như trên mọi mô hình rủi ro và chuỗi thời gian đã được phát triển trước đây.

Trong tương lai, chúng tôi mong muốn sẽ thực hiện khảo sát cho thị trường Việt Nam, để xem liệu các mô hình này có đúng đắn đối với đa dạng loại thị trường khác nhau không. Ngoài ra dùng Markov-Switching (MS-AR/MS-VAR), Change-Point/Bai-Perron, hoặc Time-Varying Threshold VAR để phản ánh chế độ bình thường–căng thẳng–khủng hoảng và tự động phát hiện đứt gãy cấu trúc. Tổng thể, hướng phát triển nên chuyển từ bộ mô hình tĩnh sang động theo thời gian.

Tài liệu tham khảo

- [1] Federal Reserve Board, “Open Market Operations — Target federal funds rate (archive).” [Online]. Available: Online
- [2] European Central Bank (ECB), “Key ECB interest rates — data portal.” [Online]. Available: Online
- [3] Swiss National Bank (SNB), “Monetary policy decisions.” [Online]. Available: Online
- [4] ESMA, “The August 2022 surge in the price of natural gas futures (TTF),” Oct. 2023. [Online]. Available: Online
- [5] Basel Committee on Banking Supervision (BIS), “Report on the 2023 banking turmoil,” Oct. 2023. [Online]. Available: Online
- [6] Financial Stability Board (FSB), “Depositor behaviour and interest rate and liquidity risks in the banking sector,” 2023. [Online]. Available: Online
- [7] Credit Suisse Group AG, “Annual Report 2022.” [Online]. Available: Online
- [8] Credit Suisse Group, “Media Release — Fourth quarter and full year 2022 financial results (Analyst slides & press release),” Feb. 9, 2023. [Online]. Available: Online
- [9] Reuters, “Key points — Credit Suisse Archegos post-mortem,” Jul. 29, 2021. [Online]. Available: Online
- [10] Reuters, “Credit Suisse identifies \$2.3 bln of exposed assets in Greensill,” Apr. 13, 2021. [Online]. Available: Online
- [11] U.S. SEC (EDGAR), “Credit Suisse — disclosure on internal control / material weaknesses (Form 6-K / annual filing excerpts).” [Online]. Available: Online
- [12] BIS, “The 2023 banking turmoil and liquidity risk: a progress report,” Oct. 2024. [Online]. Available: Online
- [13] ESMA, “TTF markets functioned appropriately during August volatility (press release).” [Online]. Available: Online

- [14] J. Y. Campbell, A. W. Lo, and A. C. MacKinlay, *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton, NJ, USA: Princeton Univ. Press, 1997.
- [15] Kaggle, “2023 Collapsed Banks Stock Prices 2017-2023,” [Online]. Available: Online
- [16] Kaggle, “VIX (CBOE Volatility Index) Daily Updated,” [Online]. Available: Online
- [17] Investing.com, “Credit Suisse CDS 5 Years EUR,” [Online]. Available: Online
- [18] UBS, “Archive (Credit Suisse Group),” Complementary financial information archive, [Online]. Available: Online
- [19] LibreTexts, “Standard Brownian Motion,” in *Probability, Mathematical Statistics and Stochastic Processes (Siegrist)*, [Online]. Available: Online
- [20] R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd ed. Melbourne, Australia: OTexts, 2021.
- [21] N. V. T. Kiet, “Bài thi Toán mô hình Vòng 2,” Cuộc thi Toán mô hình, 2023.

Thông tin liên hệ

Mọi góp ý xin vui lòng liên lạc theo địa chỉ sau:

Vũ Gia Nam — Trường Công nghệ Thông tin và Truyền thông — Đại học
Bách Khoa Hà Nội

Email: vgnam112358@gmail.com

Nông Như Uyên — Khoa Toán - Tin — Đại học Bách Khoa Hà Nội

Email: uyен.nongnhu@gmail.com