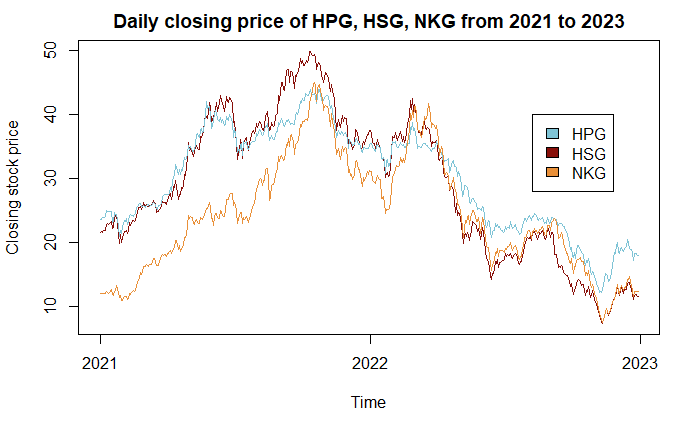
In this section, the study will develop a multivariate time series model using the daily stock price of HPG, HSG, and NKG to forecast the future price of the three stock codes.



All three series follow a common trend: increase in the year 2021 and decrease in 2022. Additionally, stock price of all three groups peaked in October of 2021 and hit their bottoms in November of 2022, which is an indication that they may be cointegrated.

In the previous sections, the three closing price series were shown to be stationary after first-order difference. The series’ cointegration relationships are examined using the Johansen test:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Test | 10% | 5% | 1% |
| r <= 2 | 2.79 | 6.50 | 8.18 | 11.65 |
| r <= 1 | 13.04 | 12.91 | 14.90 | 19.19 |
| r = 0 | 20.35 | 18.90 | 21.07 | 25.75 |

The first hypothesis r = 0 tests for the presence of cointegration. As can be seen from the test result, the test statistic did not exceed the 5% level, therefore there is not enough evidence to reject the null hypothesis of no cointegration relationship between the series. Furthermore, by testing the stationary of residual using Augmented Dickey-Fuller unit root test, there is enough evidence to show that the residual is stationary at 5% level:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Test | 1% | 5% | 10% |
| Tau1 | -3.8345 | -2.58 | -1.95 | -1.62 |

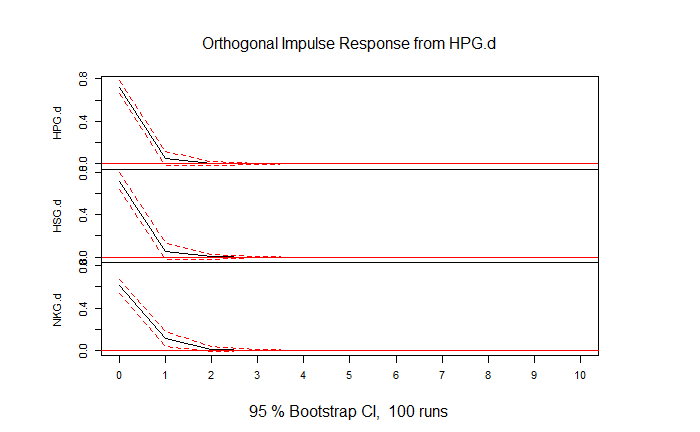
Based on the test result, the three series don’t have cointegration relationships and they are stationary in residuals, thus, there is no need to develop an error correction model (ECM). To decide whether the three stock price series have causality relationship on each other, the Granger causality test gave following result:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| X (differenced) |  | Y (differenced) | P-value |
| HPG |  | HSG | 0.8941 |
| HPG |  | NKG | 0.3634 |
| HSG | Is cause of | HPG | 0.5539 |
| HSG |  | NKG | 0.1216 |
| NKG |  | HSG | 0.7537 |
| NKG |  | HPG | 0.8018 |

The tests suggest that the series have no Granger causality effect on each other, however, for forecasting purposes, a VAR(1) model can still be developed:

Where is the lagged difference of stock price of Hoa Phat Group, similar denotations for Hoa Sen Group (HSG) and Nam Kim Group (NKG).

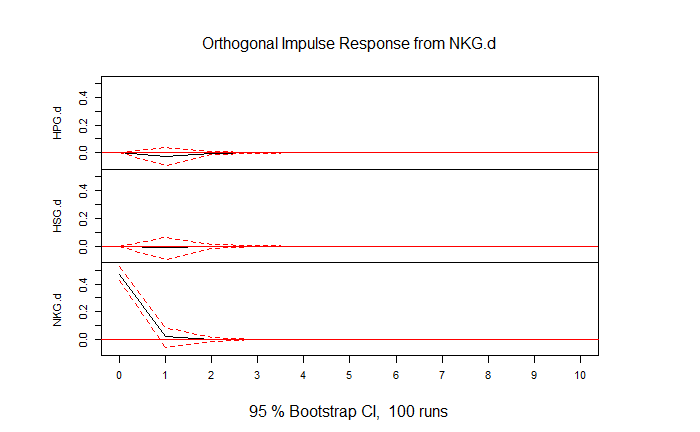
From the VAR model, the impulse response function is shown below:

Khi có cú sốc trong quá khứ của sự biến động về giá của HPG, thì sự biến động về giá của HPG, HSG, NKG có sự ảnh hưởng mạnh ngay lập tức, sau đó ảnh hưởng xu hướng giảm mạnh sau 1 kì rồi sau đó dần duy trì ổn định sau 2 kì

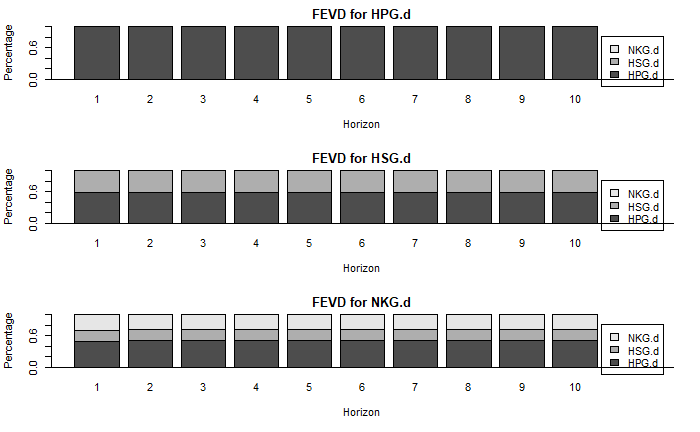
Chart, line chart

Description automatically generated Khi có cú sốc trong quá khứ của sự biến động về giá của HSG, thì sự biến động về giá của HSG và NKG có sự ảnh hưởng mạnh ngay lập tức, sau đó ảnh hưởng xu hướng giảm mạnh sau 1 kì rồi sau đó dần duy trì ổn định sau 2 kì. Tuy cú sốc này không có ảnh hưởng ngay trực tiếp lên sự biến động về giá của HPG mà chỉ sự điểu chỉnh tăng nhẹ sau 1 kì

.

 Khi có cú sốc trong quá khứ về sự biến động về giá của NKG, thì sự biến động về giá của HPG và HSG gần như không có ngay lập tức, sự ảnh hưởng này chỉ điểu chỉnh giảm nhẹ sau 1 kì rồi sau đó dần duy trì ổn định sau 2 kì. Tuy nhiên cú sốc này có ảnh hưởng ngay trực tiếp lên sự biến động về giá của NKG và sau đó sự ảnh hưởng này giảm mạnh sau 1 kì và vào vòng ổn định sau 2 kì.

Quay đây có thể thấy rằng, sự biến động về giá của cổ phiếu HPG có ảnh hưởng mạnh ngay lập tức đến sự biến động về giá của 2 cổ phiểu còn lại. Trong khi đó, biến động về giá cổ phiểu NKG chỉ ảnh hưởng đến nội tại, gần như không ảnh hưởng đến sự biến động về giá của 2 cổ phiểu còn lại. Còn lại, sự biến động về giá của HSG không ảnh hưởng đến biến động giá của HPG, tuy nhiên lại ảnh hưởng đến nội tại và biến động giá của NKG. Từ đây, ta có thể rút ra kết luận rằng, biến động về giá của HPG có ảnh hưởng lớn lên các biến động giá của các cổ phiếu còn lại. Trong khi đó, biến động về giá của NKG chỉ có ảnh hưởng nội tại và gần như không ảnh hưởng về biến động giá của các cổ phiếu còn lại.



The forecast error variance decomposition shows how much a shock to one variable impacts the forecast error of a different one. In this case, a shock to HPG stock price affects around 60% of the forecast error of HSG and 50% of NKG. 20% of the forecast error variance of NKG is also explained by a shock to HSG’s stock price. On the other hand, forecast error variance of HPG is not explained by the shock on the other two stock prices.

Timeline

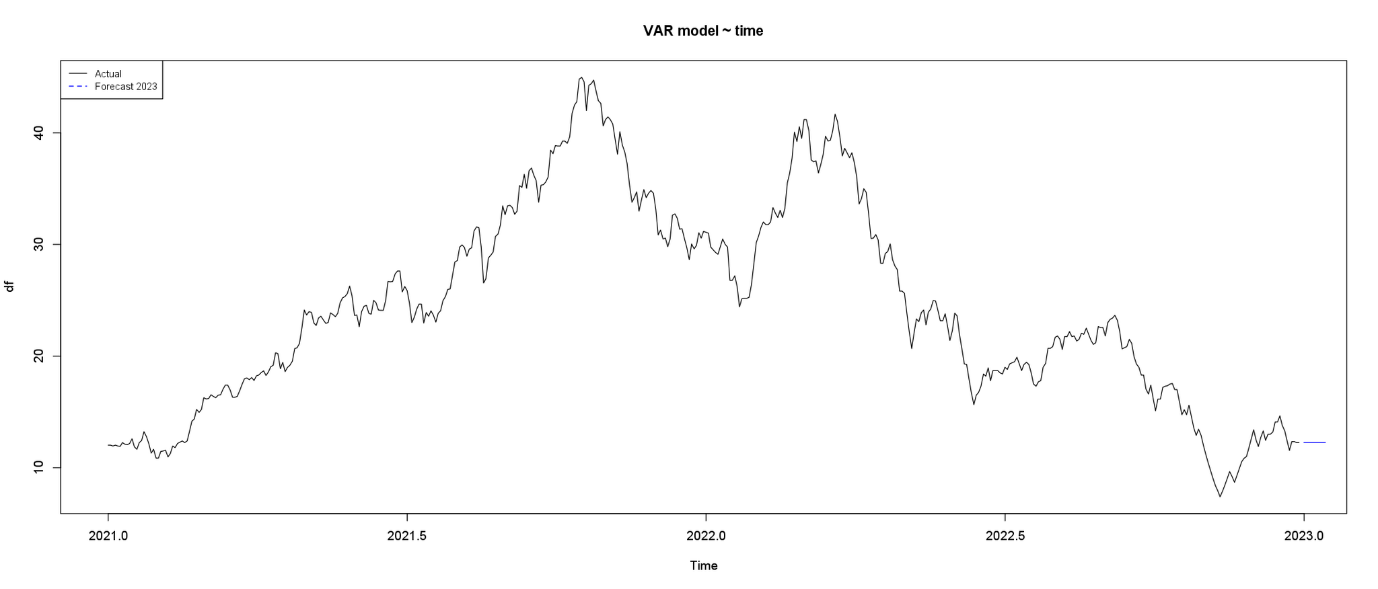
Description automatically generated with medium confidence

Chart, line chart

Description automatically generated

Chart, line chart

Description automatically generated



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | HPG | | HSG | | NKG | |
| Model | VAR(1) | ARIMA  (0, 1, 2) | VAR(1) | ARIMA  (1, 1, 1) | VAR(1) | ARIMA  (0,1,1) |
| RMSE  (whole data) | 0.714 | 0.71 | 0.927 | 0.925 | 0.865 | 0.867 |
| MAPE  (whole data) |  | 1.9% |  | 2.7% |  | 2.8% |
| RMSE  (last 10 observation) |  | 0.651 |  | 0.489 |  | 0.3 |
| MAPE  (last 10 observation) |  | 2.6% |  | 3.3% |  | 1.7% |
| RMSE  (first 10 days of 2023) | 1.865 | 1.795 | 1.38 | 1.379 | 1.49 | 2.83 |
| MAPE  (first 10 days of 2023) | 10.2% | 8.9% | 11.2% | 9.86% | 11.5% | 17.8% |

Overall, the VAR(1) model gives a decent forecast on the stock prices as RMSE on the forecast for the first 10 days of 2023 is relatively low, however, ARIMA models’ forecast is still more accurate. Moreover, the VAR(1) suffers from serial correlation in the residuals, which makes the forecast less reliable.