

ESG and Systemic Risk: Volatility and Tail Exposures in the S&P 500

Abstract

This dissertation examines whether Environmental, Social, and Governance (ESG) factors act as priced sources of systematic risk or as stabilizing mechanisms that reduce volatility and extreme losses in U.S. equity markets. It explores how these dynamics connect to global sustainability integration. The study uses weekly data from S&P 500 firms between 2014 and 2025. Econometric and machine learning methods are applied to capture both linear and nonlinear links between ESG performance and financial risk. ESG factors are extracted using principal component analysis and refined through Kalman filtering to generate dynamic, time-varying signals responding to changes in market and policy conditions. The analysis follows three stages. Fama-MacBeth regressions show that ESG exposures do not yield significant risk premia, indicating that sustainability is not a priced factor in equilibrium returns. Heterogeneous autoregressive (HAR) models reveal that high-ESG firms experience lower volatility persistence across short, medium, and long horizons. This means that sustainable firms transmit fewer financial shocks over time. Extreme Value Theory (EVT) results confirm that high-ESG firms face lower Value-at-Risk and Expected Shortfall, showing that ESG helps reduce tail risks and systemic fragility. Machine learning models, including Lasso, Elastic Net, and XGBoost, support these findings under nonlinear conditions and improve predictive accuracy by up to 50-80 percent compared with standard econometric approaches. The study also extends beyond the U.S. sustainability index applied to stock market. A Kalman-filtered global ESG factor is developed to track how sustainability-driven stability spreads across S&P 500 firms in the same sample period (2014-2025). The findings show that ESG's stabilizing power depends on disclosure standards and regulatory alignment. Overall, ESG functions as a conditional global stabilizer and acts as systemic factor, reducing volatility and tail exposure rather than priced source of

ESG z filtrem Kalmana, pozwala bowiem śledzić, jak stabilność oparta na zrównoważonym rozwoju rozkłada się na wszystkie firmy z indeksu S&P 500 w badanym okresie (2014-2025). Wyniki pokazują, że stabilizująca siła ESG zależy od standardów ujawniania informacji i dostosowania regulacyjnego. Ogólnie rzecz biorąc, ESG działa jako warunkowy globalny stabilizator i czynnik systemowy, redukując zmienność i ekspozycję skrajną. Uzyskane w toku badań wyniki mogą być wykorzystane praktycznie do poprawy ocen stopnia zrównoważenia finansów spółek poprzez połączenie perspektyw wyceny aktywów, zmienności i ryzyka skrajnego z hybrydowymi podejściami ekonometrycznymi i uczenia maszynowego, uwzględniającymi zarówno krajowy, jak i globalny wymiar integracji ESG.

Słowa kluczowe: czynniki ESG, ryzyko systematyczne; trwałość zmienności, ryzyko skrajne; teoria wartości ekstremalnych, uczenie maszynowe, stabilność systemowa, wycena aktywów, integracja globalnej zrównoważoności, filtr Kalmana, regresja Famy-MacBetha; heterogeniczny model autoregresyjny.

Słowa kluczowe: czynniki ESG, ryzyko systematyczne; trwałość zmienności, ryzyko skrajne; teoria wartości ekstremalnych, uczenie maszynowe, stabilność systemowa, wycena aktywów, integracja globalnej zrównoważoności, filtr Kalmana, regresja Famy-MacBetha; heterogeniczny model autoregresyjny.