

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0357**

Nákaza na medzinárodných trhoch: revidovanie modelov a analýza sietí

Zodpovedný riešiteľ **doc., Ing. Eduard Baumöhl, PhD.**

Príjemca **Ekonomická univerzita v Bratislave**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav ekonómie a manažmentu, Ekonomická univerzita v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Inštitút ekonomických štúdií, Karlova univerzita v Prahe, Česká republika

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

-

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Publikované štúdie v zahraničných karentovaných časopisoch:

[1] Lyócsa, Š., Molnár, P. (2016). Volatility forecasting of strategically linked commodity ETFs: gold-silver. *Quantitative Finance*, 16(12), 1809-1822. (IF=0,608).

[2] Lyócsa, Š., Molnár, P., Fedorko, I. (2016). Forecasting Exchange Rate Volatility: The Case of the Czech Republic, Hungary and Poland. *Finance a úvér – Czech Journal of Economics and Finance*, 66(5), 453. (IF=0,563).

[3] Baumöhl, E., Lyócsa, Š. (2017). Directional predictability from stock market sector indices to gold: A cross-quantilogram analysis. *Finance Research Letters*, 23, 152-164. (IF=1,085).

[4] Lyócsa, Š., Molnár, P., Todorova, N. (2017). Volatility forecasting of non-ferrous metal futures: Covariances, covariates or combinations?. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 51, 228-247. (IF=1,719).

[5] Lyócsa, Š., Molnár, P. (2017). The effect of non-trading days on volatility forecasts in equity markets. *Finance Research Letters*, 23, 39-49. (IF=1,085)

[6] Lyócsa, Š., Výrost, T. (2018). To bet or not to bet: a reality check for tennis betting market efficiency. *Applied Economics*, 50(20), 2251-2272. (IF=0,750).

[7] Baumöhl, E., Kočenda, E., Lyócsa, Š., Výrost, T. (2018). Networks of volatility spillovers among stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 490, 1555-1574. (IF=2,132).

[8] Lyócsa, Š., Horváth, R. (2018). Stock Market Contagion: a New Approach. *Open Economies Review*, 29(3), 547-577. (IF=1,368).

[9] Lyócsa, Š., Molnár, P. (2018). Exploiting dependence: Day-ahead volatility forecasting

- for crude oil and natural gas exchange-traded funds. *Energy*, 155, 462-473. (IF=4,968).
- [10] Lyócsa, Š., Výrost, T. (2018). Scale-free distribution of firm-size distribution in emerging economies. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 508, 501-505. (IF=2,132).
- [11] Avramov, D., Cederburg, S., Lučivjanská, K. (2018). Are stocks riskier over the long run? Taking cues from economic theory. *The Review of Financial Studies*, 31(2), 556-594. (IF=4,270).
- [12] Lučivjanská, K. (2018). Is Imperfection Better? Evidence from Predicting Stock and Bond Returns. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 244-270. (IF=1,686).
- Štúdie prijaté do tlače:
- [13] Lyócsa, Š., Výrost, T., Baumöhl, E. (2019). Return spillovers around the globe: A network approach. *Economic Modelling*. (IF=1,696).
- [14] Baumöhl, E. (2019). Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach. *Finance Research Letters*. (IF=1,085)
- [15] Výrost, T., Lyócsa, Š., Baumöhl, E. (2019). Network-based asset allocation strategies. *The North American Journal of Economics and Finance*. (IF=1,098).
- Publikované štúdie v zahraničných časopisoch indexovaných v Scopus a SSCI:
- [16] Horváth, R., Lyócsa, Š., Baumöhl, E. (2018). Stock market contagion in Central and Eastern Europe: unexpected volatility and extreme co-exceedance. *The European Journal of Finance*, 24(5), 391-412. (IF=0,848).

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu majú význam z pohľadu skúmania finančnej stability, ktorá sa po poslednej finančnej kríze dostáva do popredia v centrálnych bankách po celom svete. Vzájomná závislosť finančných trhov a prelievanie nákazy medzi trhmi rôznych krajín predstavuje oblasť, ktorá zásadným spôsobom ovplyvňuje potenciálne dopady budúcich finančných kríz. V rámci projektu sme sa zamerali na možnosti využívania teórie grafov v tejto oblasti, čo predstavuje nový spôsob analýzy interdependencie finančných trhov, ako aj modelovania možných determinantov. Výsledky projektu teda majú uplatnenie aj z metodologického hľadiska pre budúci výskum v oblasti vzájomných vzťahov medzi rôznymi finančnými trhmi. V projekte sme sa tiež výraznejšie venovali predikovaniam volatility rôznych finančných aktív, ako aj možnostiam využitia topologických vlastností zostrojených finančných sietí pri tvorbe efektívneho portfólia. Tieto dve oblasti majú praktické uplatnenie v rámci finančného investovania.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Dosiahnuté výsledky projektu boli obsiahnuté v 15 článkoch publikovaných v zahraničných karentovaných časopisoch. Medzi najpodstatnejšie radíme štúdiu, v ktorej sme na základe rešeršnej práce a revidovania existujúcich modelov merajúcich finančnú nákazu vytvorili nový koncept založený na Grangerovej kauzalite, efekte nesynchronného obchodovania a teórie grafov. Myšlienka spočíva v jednoduchšej skutočnosti, a síce že obchodovanie na akciových trhoch prebieha v rôznom čase v rámci jedného obchodného dňa (rôzne časové zóny). S využitím tejto skutočnosti a testu navrhnutého v práci Hong (2001) sme vytvorili pomerne komplexnú sieť akciových trhov pozostávajúcu z orientovaných hrán (pokiaľ sa preukázala štatisticky významná kauzalita medzi dvomi trhmi v Grangerovom zmysle). Prostredníctvom takto zostaveného grafu je možné skúmať presun informácií medzi trhmi, štruktúru vzťahov, ako aj determinanty, ktoré túto štruktúru ovplyvňujú. Obdobným spôsobom sme postupovali aj v ďalšej štúdii, v ktorej boli predchádzajúce výsledky rozšírené jednak v predmete skúmania, kde v tomto prípade analýze podlieha presúvanie volatility medzi akciovými trhmi, ale aj v oblasti rozšírenia použitej metodológie, kde namiesto binárnej premennej (existencia/absencia vzťahu) modelovanej priestorovým PROBIT modelom dochádza k úplnejšiemu využívaniu informácie o vzťahoch medzi trhmi. Okrem existencie vzťahu je skúmaná aj jeho sila, čo je formálne umožnené aplikáciou modelu s priestorovým oneskorením. Využitie tohto prístupu má dodatočnú výhodu v tom, že umožňuje rozlíšiť priame a nepriame efekty prelievania výnosov medzi krajinami, indukované danou sieťovou topologickou štruktúrou. Takýto spôsob presúvania nákazy medzi akciovými trhmi je podľa nám dostupných informácií unikátny a umožnil nám identifikovať nie len časové efekty otváracích hodín národných búrz, ktoré sa preukázali ako významné, ale najmä vysoký autokorelačný priestorový koeficient poukazuje na vysokú

mieru prepojenia trhov, v dôsledku čoho v sú v odhadnutých priestorových modeloch nepriame efekty silnejšie ako priame. To znamená, že individuálne charakteristiky jednotlivých trhov nezohrávajú takú veľkú rolu v presune volatility medzi trhmi, ako celkový indukovaný efekt prelievania výnosov sprostredkovaný susednými trhmi v rámci zostrojených sietí (grafov). Vzhľadom k tomu, že ide opäť o kombináciu metodológie, ktorú doposiaľ nikto neaplikoval, tieto výsledky predstavujú úplne nové poznatky v danej oblasti. Dosiahnuté výsledky z predchádzajúcich dvoch štúdií sme zhrnuli do praktickej aplikácie, zameranej na tvorbu efektívneho portfólia, ktorého tvorba vychádza z topologických vlastností vytvorených finančných sietí. Na vzorke 45 rôznych finančných aktív (akciové indexy, nástroje dlhopisového a peňažného trhu, komodity a meny) sme ukázali, že bez ohľadu na typ siete a využitú mieru centrality, stratégie alokácie finančných prostriedkov založené na sieťach zlepšujú základné výnosové a rizikové miery vytvorených portfólií. Tieto zlepšenia sú robustné aj pri zohľadnení transakčných nákladov. Táto štúdia bola okrem iného prezentovaná v rámci špeciálnej sekcie dedikovanej projektu na nami organizovanej konferencii Slovak Economic Association Meeting in Košice 2017, za účasti nositeľa Nobelovej ceny za ekonómiu Roberta F. Engla.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The results of the project were comprised in 15 articles in foreign CC journals. Our most important study is based on an extensive literature review and revisiting of existing measures of financial contagion, which led us to a new concept based on Granger causality, the effects of non-synchronous trading, and graph theory. The idea lies in the simple fact that stock market trading takes place at different times within a trading day (different time zones). Using this fact and the test proposed in Hong (2001), we have created a relatively complex network of stock markets consisting of oriented edges (as long as statistically significant causality between the two Granger markets has been demonstrated). Through this network it is possible to examine the transfer of information between the markets, the structure of relationships, as well as the determinants that influence this structure. In a similar way we proceeded in a follow up study in which the previous results were expanded on the subject under the study, where in this case, the analysis is aimed to examination of volatility spillovers between equity markets, but also to the extension of the methodology used. In addition to the existence of the relationship between the markets, its economic significance is also investigated, which is formally allowed by the application of the spatial lag model. Utilizing this approach has the additional advantage of being able to distinguish the direct and indirect effects of volatility spillovers among the countries induced by a given network topological structure. Such a way of contagion between stock markets is, according to the information available to us, unique and has allowed us to identify not only the temporal effects of the opening hours of the national exchanges which have proved to be significant but, in particular, the high autocorrelation spatial coefficient points to a high degree of interconnection - in the estimated spatial models, indirect effects are stronger than direct effects. This means that the individual characteristics of individual markets do not play such a large role in the volatility transmission between markets, as the overall effect induced by spillovers of neighboring markets within the created networks (graphs). Again, because it is a combination of methodology that has not been applied by anyone yet, these results represent a whole new level of knowledge in the field. The results obtained from the previous two studies have been summarized in a practical application focused on the creation of an efficient portfolio whose creation is based on topological features of the created financial networks. On a sample of 45 different financial assets (stock indices, bond and money market instruments, commodities and currencies), we have shown that regardless of the type of network and utilized centrality, network allocation strategies improve the underlying risk-return characteristics of the portfolios. These improvements are robust even when we take into account the transaction costs. This study was presented, among others, within the special section dedicated to this project at the Slovak Economic Association Meeting in Košice in 2017, a conference we organized with the participation of the Nobel Prize winner Robert F. Engle.