

Odkrivanje potencialno sumljivih poslov na trgu vrednostnih papirjev

Jernej Zupanc

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-pošta: jernej.zupanc@fri.uni-lj.si

Povzetek. V podatkih o trgovanju na Ljubljanski borzi v letu 2007 smo iskali potencialno sumljive posle. Osredotočili smo se na tržno manipulacijo, imenovano zaznamovanje konca trgovanja ("marking the close"), jo opredelili z zakonsko ureditvijo v Zakon o trgu vrednostnih papirjev (ZTV-1) in podali razloge, zakaj do takšnih manipulacij prihaja. Izdelali smo hevristični algoritem, ki je prikazal posle, sklenjene po nenavadnih cenah, v zadnjih sekundah trgovanja. Poleg komentarja rezultatov in najdenih sumljivih poslov smo prikazali tudi možnost polavtomatskega nadzora nad trgovanjem s primerom vizualizacije za pomoč strokovnjaku za trgovanje z vrednostnimi papirji.

Ključne besede: borzni posli, vrednostni papirji, manipulacija zaznamovanje konca trgovanja, manipulacija napihovanje portfeljev

Detection of potential stock manipulations

Extended abstract. The purpose of our research was to identify any potential stock manipulations in the database of transactions on the Ljubljana Stock Exchange (LJSE) in 2007. The manipulations we were interested in are known as "marking the close" and are often connected to mutual funds manipulations known as "portfolio pumping". Existence of the latter was discussed and identified by analyzing worth patterns of mutual funds portfolios [3] but not through stock transactions. The pattern we were looking for in our database were exceptionally high or low prices of transactions in the last seconds of the daily trading. Unusual trading made just few seconds before the day close suggests the possibility of a manipulator using marking the close to guide uninformed speculators into unreasonable trading the following day. Eleven stocks were selected based on the volume of their transactions (Fig. 2) and used for our analysis. All daily transactions for each stock were divided into two groups: transactions in the last seconds of the daily trading and all others (Fig. 1). The average prices of trades of the two groups were compared and the days with suspicious trades were identified (Fig. 2). Trades in the final seconds of some days deviated by up to 7% from the day averages and the deviating trades were marked as suspicious. No connection between ends of the year quarters and suspicious trading days was observed and so the possibility of portfolio pumping was eliminated. A possible visualization of a single trading day was proposed (Fig. 5) to allow an expert to identify suspicious trading. Based on the results and experience with analyzing the data from LJSE, we concluded that though potential manipulations can be suggested with our methods, the results of data analysis alone can not be used as a sole evidence for marking the close.

Key words: stock manipulation, portfolio pumping, marking the close

1 Uvod

Tržna manipulacija je dejanje, ki izkrivi ponudbo ali povpraševanje po določenih vrednostnih papirjih v korist nekaterih na račun drugih udeležencev na trgu vrednostnih papirjev. Najpogostejše tržne manipulacije so različni načini zavajanja, ki lahko potekajo zunaj ali znotraj trgovanja na borzi. Zunanje manipulacije so največkrat povezane z govoricami, nasveti, prikrivanjem rezultatov poslovanja družb, ki povzročijo, da na njihovi podlagi stečejo transakcije, pri katerih se manipulator okoristi. Poleg zunanjih, ki jih ni težko opaziti, a teže dokazati, obstajajo še manipulacije, ki se dogajajo med trgovanjem samim. Manipulator z nakupi ali prodajami namenoma povzroči gibanje tečaja določene delnice, ki ga lahko vlagatelji napačno interpretirajo in se odločijo za akcijo, zaradi katere ima manipulator korist. Prisotnost takšnih dejavnosti je bila v preteklosti na nekaterih borzah tudi vzrok za spremembo pravil izračunavanja ključnih tečajev [1, 2]. Zaradi številnih dejavnikov, ki nastopajo pri takšni manipulaciji, je poleg zahtevnega odkrivanja takšne manipulacije skoraj nemogoče dokazati. Previdnost pri naslovu torej ni odveč, saj v okviru naše raziskave, na podlagi analize transakcij, več kot potencialne sumljivosti ne moremo nakazati.

1.1 Manipulacija zaznamovanje konca trgovanja

Manipulacijo, na katero smo se osredotočili v našem raziskovanju, smo poimenovali manipulacija zaz-

namovanja konca trgovanja (MZKT)* in je v literaturi [3] pogosto omenjena kot posredno povezana z manipulacijo napihovanje portfeljev (MNP)[†]. V najožjem, tehničnem pogledu, lahko MZKT predstavimo z naslednjim opisom. V zadnjih minutah pred zaključkom trgovalnega dne na neki borzi se izvedejo posli z določeno delnico po nenavadnih cenah, glede na tržno vrednost tistega dne. Namen teh poslov je, da vplivajo na zaključni tečaj delnice, ki je oblikovan na koncu trgovalnega dne. Sumljivi so posli, ki se izvajajo tako po nižjih kot tudi po višjih cenah. Pomen takšnega trgovanja lahko pripisujemo najmanj dvema namenoma. Sumljivi trgovelec želi vplivati na potencialnega vlagatelja, ki se za nakup ali prodajo odloča na podlagi zaključnega tečaja nekega vrednostnega papirja. Tako zavedeni vlagatelj lahko na podlagi zelo nizkega zaključnega tečaja v primerjavi z enotnim sklepa, da ima nekdo neke informacije, ki jih sam nima. Na podlagi takšnega razmišljanja predvideva, da bo cena delnic še bolj strmoglavila, in se odloči, da bo prodal svoj delež pod tržno ceno. Takšne manipulacije so značilne za borze z velikim številom različnih delnic in majhnih, nepoučenih vlagateljev. Drugi znani primer MZKT je povezan z MNP. Carhart in dr. so ugotovili in dokazali, da so vrednosti vzajemnih skladov ob koncih četrletij nenormalno visoke [4]. Nekateri upravljavci na zadnji trgovalni dan četrletja dvigajo vrednosti svojih vzajemnih skladov tako, da kupujejo vrednostne papirje, ki so že zastopani v njihovem portfelju, po netržno visokih cenah. Če takšno početje kombinirajo še s prodajanjem papirjev na prvi dan četrletja in s tem dosežejo vsaj majhno znižanje v vrednosti svojega portfelja, lahko dosežejo tudi tri- in večodstotne razlike. Pri donosih skladov takšne razlike pomenijo občutno manipulacijo, ki ji lahko nasede marsikateri vlagatelj, ki se za razporeditev svojih naložb odloča na podlagi objave donosnosti skladov po četrletjih. Takšno početje so avtorji [5] odkrivali z opazovanjem vrednosti različnih vzajemnih skladov med letoma 1985 in 1995. Spremljali so sezonske premike ob koncih in začetkih let ter opazili, da so vzajemni skladi v povprečju prekosili povprečni indeks trga na zadnji dan trgovanja in se odrezali slabše od indeksa na prvi dan trgovanja v letu. Primerjanje z indeksom in uporaba MZKT za manipulacijo z vrednostjo portfelja imenujemo “benchmark-beating”.

1.2 Zakonska umestitev MZKT

Tržne manipulacije na trgu vrednostnih papirjev v Sloveniji opredeljuje Zakon o trgu vrednostnih papirjev (ZTVP-1). Za boljše predstavo navajamo odlomke iz 248. člena ZTVP-1, ki se nanašajo na tržne manipulacije, ki nas zanimajo.

“Nihče ne sme trgovati oziroma posredovati pri trgo-

*V tuji literaturi se uporablja izraz “marking the close”.

†V tuji literaturi se uporablja izraz “portfolio pumping”.

vanju s finančnimi instrumenti ali opravljati drugih ravnanj oziroma aktivnosti, s katerimi se ustvari oziroma bi se lahko ustvarila napačna oziroma zavajajoča predstava pri drugih udeležencih na trgu finančnih instrumentov o ponudbi ali povpraševanju oziroma ceni ali prometnosti posameznega oziroma več finančnih instrumentov.”

Za tržno manipulacijo iz zgornjega odstavka tega člena se štejejo zlasti:

“ravnanja oziroma aktivnosti, vključno s sklepanjem poslov oziroma dajanjem naročil za nakup ali prodajo finančnega instrumenta oziroma finančnih instrumentov, ki ustvarijo ali bi lahko ustvarili zavajajočo ali napačno predstavo o ponudbi ali povpraševanju ali ceni oziroma prometnosti finančnega instrumenta ...”

Natančneje pa tržno MZKT opredeljuje:

“ravnanja, opravljena v zanje značilnih časovnih obdobjih, kot je kupovanje oziroma prodajanje finančnih instrumentov tik pred koncem trgovalnega dne, s katerimi se zavaja tiste vlagatelje, ki sprejemajo naložbene odločitve na podlagi oblikovanih zaključnih tečajev finančnih instrumentov.”

1.3 Namen raziskovanja

MZKT v povezavi z MNP so v literaturi, ki smo jo zasledili [3, 4], odkrivali s spremljanjem vrednosti različnih skladov skozi večletna obdobja. Tako so našli vzorce v nihanju vrednosti, ki so bili podlaga za zaključke, do katerih so prišli. Namen našega raziskovanja je bil ugotoviti, kako lahko pristopamo k odkrivanju MNP z drugega konca. S spremljanjem vrednosti delnic Ljubljanske borze (LJSE) znotraj enega leta smo preizkusili več hevristik ter poskusili ugotoviti, ali je bila kakšna delnica predmet manipulacije upravljalcev delniških skladov. Iskali smo tudi načine vizualizacije, ki bi prikazovali nihanja v ceni vrednostnih papirjev in omogočili polnadzorovano ugotavljanje sumljivih nihanj ob prisotnosti strokovnjaka za tržne manipulacije.

2 Eksperimentalno delo

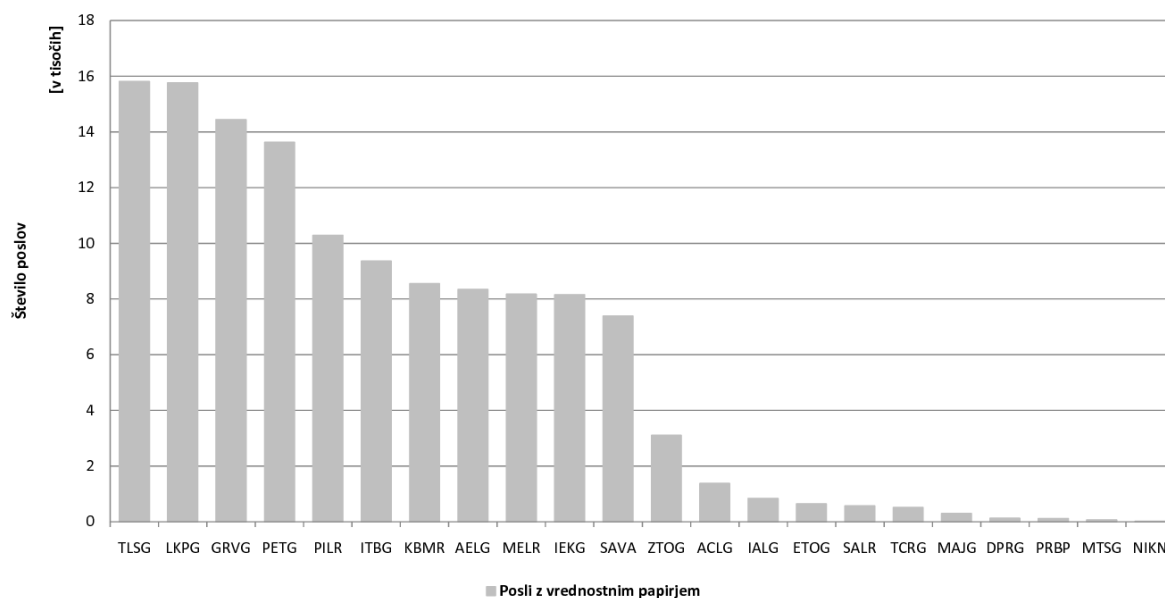
2.1 Podatki

Podatki, ki smo jih dobili, so bili podani v Excelovi datoteki na vsaki strani vse transakcije z eno delnico v letu 2007. Za vsako transakcijo delnice je bila podana ena vrstica (slika 1).

oznaka delnice	datum	čas	količina	cena	vrednost
----------------	-------	-----	----------	------	----------

Slika 1. Oblika podatkov Figure 1. Data format

Izmed 23 različnih vrednostnih papirjev smo jih izbrali 22, ki so imeli konsistentne podatke o trgovanju za vse leto 2007. Število vrednostnih papirjev, ki smo



Slika 2. Promet s posameznimi vrednostnimi papirji znotraj leta 2007
Figure 2. Number of transactions with stocks at LJSE in 2007.

jih izbrali za nadaljnjo obdelavo, smo določili glede na število poslov, ki so bili sklenjeni z njimi v letu 2007. Mejo smo določili nad 6000 transakcijami (slika 2) in tako je zadnji korak selekcije opravilo 11 najprometnejših vrednostnih papirjev, nad katerimi smo izvedli nadaljnje analize.

2.2 Priprava podatkov: odstranjevanje poslov s svežnji

Podatki o poslih z LJSE so poleg podatkov o poslih rednega trgovanja vsebovali tudi podatke o poslih s svežnji. Zaradi narave iskanja sumljivih poslov so tisti s svežnji osamelci med posli, sklenjenimi po tržnih cenah. Ker v bazi podatkov, ki smo jo imeli na voljo, ni bilo posebej zabeleženo, kateri posli so posli s svežnji, smo jih morali poiskati in odstraniti. Odstranjevanje takšnih poslov s pomočjo vizualizacije in strokovnjaka bi bilo najbolj natančno, a posledično zelo zamudno. Da bi postopek avtomatizirali, smo si zamislili heuristiko in jo z eksperimentiranjem izpopolnili tako, da je odstranila večino osamelcev (slika 4). Za filtriranje je bil uporabljen algoritem s posebnimi heuristikami (slika 3). Povprečne cene v tej heuristiki niso upoštevale števila lotov, ki so bili predmet transakcije. Tako smo se izognili manipulaciji povprečne cene nekega okna zaradi velikega števila lotov v poslih s

svežnji. Z eksperimentiranjem smo ugotovili, da pridemo do zadovoljivih rezultatov, če poženemo zgornjo heuristiko večkrat, in sicer enkrat z vrednostjo $O = 20\%$ in dvakrat z vrednostjo $O = 10\%$. Velikost okna je bila $M = 15$ v vseh treh primerih. Dodatno oviro pri analizi so povzročale transakcije, ki so bile izvedene zunaj uradnega delovnega časa Ljubljanske borze. Ker smo se osredotočili na analize med 9. uro zjutraj in 13. uro popoldan, smo posle, ki so se zgodili izven tega časa (najpozneje ob 13. uri in 6 minut), izključili iz analize. Enak nasvet smo dobili tudi od strokovnjaka. Pozni posli so nastali le pri treh vrednostnih papirjih, vsega skupaj štirikrat.

2.3 Analiza podatkov

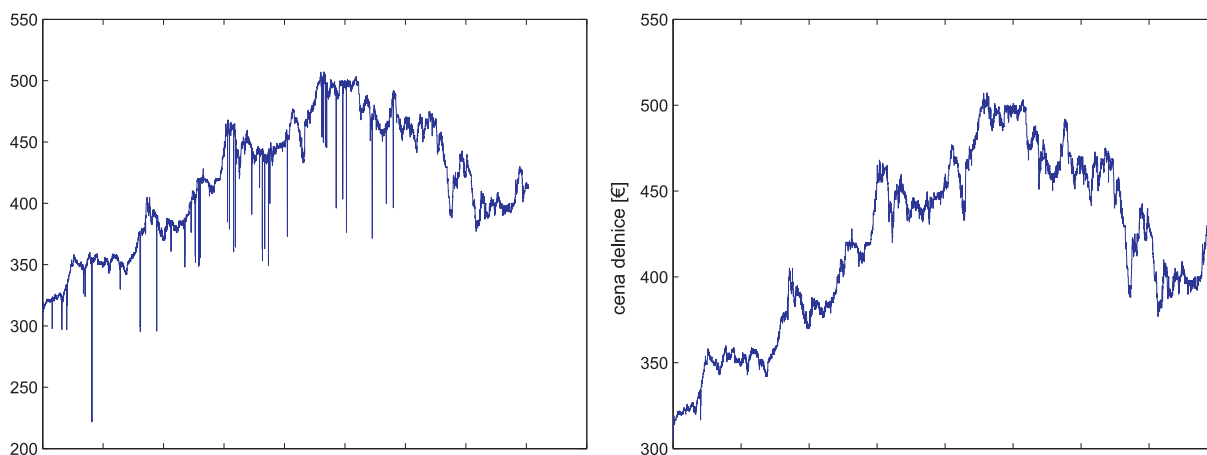
V literaturi nismo zasledili predhodnih poskusov ugotavljanja MZKT iz podatkov o poslih s posameznimi delnicami, zato smo si sami zamislili heuristični algoritem. Posle vsakega dneva smo razdelili na dva dela. V prvi del smo vključili večino transakcij tekočega dneva do neke sekunde, v drugega pa vse posle, ki so bili izvedeni od konca prvega dela do konca trgovalnega dneva. Tako smo lahko izračunali povprečne cene vrednostnega papirja za oba dela - za večino dneva in za zadnjih nekaj minut ali celo sekund trgovanja (tabela 1). Zanimali so nas dnevi, ko so se v zadnjih minutah/sekundah sklepali posli po

```

za vsa okna velikosti  $M$  {
  za vsak posel  $P$  znotraj okna {
    izračunaj povprečno ceno  $P_{preostali}$  okna brez tega posla
    če cena  $P$  odstopa od  $P_{preostali}$  za več kot  $O$  odstotkov posel  $P$  označi kot posel s svežnji
  }
}

```

Slika 3. Pseudokoda algoritma, ki s pomočjo hevrstike odstrani posle s svežnji
 Figure 3. Pseudo code for the algorithm that uses heuristic approach to remove block tradings.



Slika 4. Nihanje cene delnice TLSG skozi leto 2007 pred (levo) in po (desno) uporabi hevrstike za odstranjevanje poslov s svežnji
 Figure 4. Stock price movements for TLSG throughout 2007 before (left) and after (right) removal of block trades.

Tabela 1. Razdelitev trgovalnega dneva
 Table 1. Division of the trading day.

Začetek dneva		Konec dneva	
Prvi del	Drugi del	Prvi del	Drugi del
10 s	preostalo	10 s	preostalo
60 s	preostalo	60 s	preostalo
300 s	preostalo	300 s	preostalo

bistveno drugačnih cenah od tiste enotne dnevne cene. Čeprav lahko imajo takšni posli veliko razlogov, smo jih označili za sumljive, saj je eden od potencialnih razlogov zanje tudi MZKT. Takšna razdelitev nam je omogočila, da smo za vsak del trgovalnega dneva (za vsak vrednostni papir) izračunali povprečno vrednost prodanega vrednostnega papirja (ne povprečno vrednost transakcije!) in standardni odklon po formuli

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mu - x_i)^2}. \quad (1)$$

Takšen pogled na podatke nam je omogočil, da smo povprečja delov dni primerjali med seboj in s tem iskali

sumljiva odstopanja. Za mejo, ko je bil zaključek trgovalnega dne še označen za sumljivega, smo izbrali več kot 3-odstotno odstopanje od dnevne tržne cene vrednostnega papirja.

3 Rezultati

3.1 Potencialno sumljivi posli

Hevrstika, ki smo jo uporabili (tabela 1), je za sumljivo trgovanje z vrednostnimi papirji označila 10 različnih dni in 10 različnih vrednostnih papirjev. Zanimiva odkritja so:

1. Za vsak vrednostni papir razen KBMR smo našli po en potencialno sumljiv konec trgovalnega dne. To je zanimiv vzorec, za katerega pa ne poznamo razloga.
2. Edini datum, na katerega smo zabeležili dva sumljiva zaključka, je 3. 4. 2007; vsi drugi datumi imajo le po en sumljiv vrednostni papir.
3. Najboljše rezultate je dala hevrstika zadnjih 60 sekund trgovanja, ki je pokazala, da so se posli v zadnji minuti trgovanja sklepali po ceni, ki od dnevne tržne cene odstopa od -7% do +5% (tabela 2).

4. Kar 8 izmed 10 sumljivih koncev dneva se je končalo nekaj odstotkov pod povprečno dnevno tržno ceno (slika 6).
5. Za MZKT nas je zanimalo, koliko se datumi sumljivih dnevov ujemajo z datumi koncev in začetkov četrtletij, kar bi pokazalo na možnost prisotnosti MNP. Takšno pokrivanje ni bilo ugotovljeno.
6. Najpoznejši datum sumljivega dneva je bil 6. 6. 2007. Po tem datumu, torej v veliki večini druge polovice leta 2007, naša hevrastika ni zaznala nobenega sumljivega trgovanja.

4 Sklep

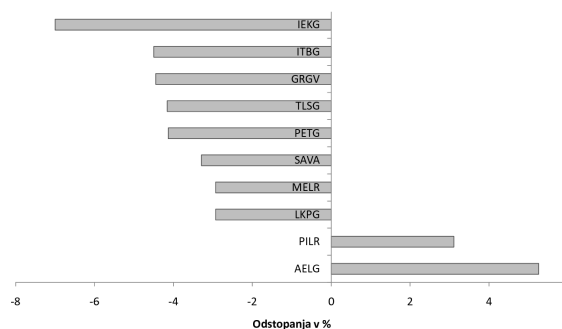
Na tem mestu želimo najprej poudariti, da analiza izhaja izključno iz podatkov o trgovanju na LJSE. Posli, ki smo jih označili za potencialno sumljive, so se kot takšni pokazali skozi naše hevrastike in brez drugačnih sklepanj. Statistična analiza, ki smo jo opravili, sama po sebi nikakor ne sme biti edini argument pri ugotavljanju manipulacij na trgu vrednostnih papirjev, lahko pa je začetni kazalnik sumljivih transakcij. Uporabnost analize z opisanimi hevrastikami bi se lahko izkazala za uporabno pri vsakodnevnem ugotavljanju potencialnih sumljivih transakcij. Za uporabo namreč potrebujemo samo podatke o poslih tekočega dneva brez podatkov o dolgoročnih trendih gibanja cen. Ko smo postavljali problemsko domeno raziskovanja, nas je najbolj zanimalo, ali med podatki o trgovanju v letu 2007 lahko najdemo očitne primere MZKT in posredno MNP. Iz analize sledi, da v zadnjih nekaj sekundah trgovanja nismo opazili prometa z majhnimi količinami vrednostnih papirjev po bistveno ($\pm 3\%$) odstopajočih cenah. Najkrajše obdobje, ki je obrodilo rezultate, je bila zadnja minuta poslovanja, kjer je analiza postregla z desetimi primeri večjih odstopanj. Te zaključke dnevov lahko označimo kot sumljive, tu pa se naša opredelitev kaznivega dejanja konča. Pomanjkljivost podatkov, nad katerimi smo izvajali analizo, je tudi odsotnost označenosti poslov, sklenjenih s svežnji. Posli s svežnji so že po svoji naravi za našo hevrastiko sumljivi. Sklepajo se po cenah, bistveno (glej zgoraj) drugačnih od dnevnih tržnih cen, in so kot taki osamelci v bazi transakcij. Ker smo za odstranjevanje teh poslov uporabili hevrastiko, ne izključujemo možnosti, da se nam je kakšen osamelec izmuznil in kot tak skazil relevantnost rezultatov analize. Komentar si zasluži tudi orodje Matlab, ki smo ga uporabili za analizo. Prednost orodja je zelo prilagodljiv način izpisa grafov. Tako lahko v relativno kratkem času napišemo program, ki nam neobdelane podatke prikazuje na veliko različnih načinov, in si z izpisi pomagamo pri začetni hitri analizi "na oko". Matematične obdelave so osnovna funkcija programskega paketa in tako tudi največja prednost. Pomanjkljivost orodja je odsotnost objektne pro-

Tabela 2. Vsi potencialno sumljivi posli, urejeni od največjega pozitivnega do največjega negativnega odstopanja. Podani so podatki o primerjanju zadnjih 60 sekund dneva s povprečjem preostalega dela dneva.

Table 2. Suspicious stock tradings. The data are related to the last 60 seconds of the trading day.

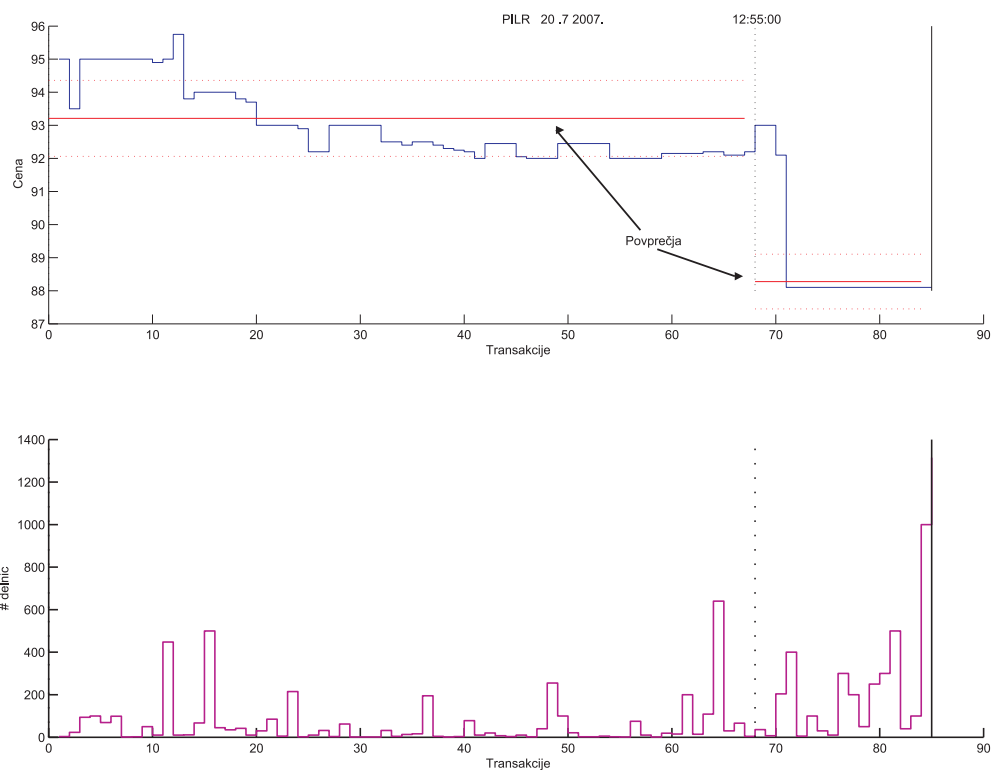
Oznaka	Datum	Odstopanje v %
AELG	14. 2. 2007	5,26
PILR	4. 4. 2007	3,11
MELR	5. 7. 2007	-2,93
LKPG	3. 4. 2007	-2,93
SAVA	22. 3. 2007	-3,29
PETG	24. 1. 2007	-4,13
TLSG	22. 1. 2007	-4,16
GRGV	27. 3. 2007	-4,45
ITBG	3. 4. 2007	-4,5
IEKG	3. 4. 2007	-7

gramiranja, ki bi omogočilo boljšo strukturiranost podatkov. Za nadaljnje raziskovanje je zanimiva kombinirana uporaba SQL stavkov za generiranje različnih pogledov na podatke in potem uporaba orodja Matlab za preproste operacije nad vnaprej pripravljenimi podatki. Zanimivo bi bilo tudi pogledati, kako se za takšne analize obnese orodje Excel v kombinaciji s programiranjem VBA. S strani ugotavljanja sumljivih poslov pa bi se bilo zanimivo osredotočiti na lovljenje odstopanj v podatkih o vrednosti vzajemnih skladov, ki imajo del portfelja na LJSE.



Slika 6. Odstopanja zadnjih delov trgovanj edinih sumljivih poslov, najdenih z vsakim vrednostnim papirjem. Figure 6. Deviations in trading of the last seconds of the daily trades.

Programska koda, ki je bila pripravljena, je dostopna pri prvem avtorju prispevka.



Slika 5. Poslovanje s PILR na dan 20. 7. 2007. Opazimo lahko padec cene poslov, ki so se sklepali v zadnjih petih minutah trgovanja dne. V tem primeru so posli sicer sumljivi, vendar bi težko govorili o MZKT, saj je v zadnji transakciji dneva lastnika zamenjalo za 90000 evrov delnic.

Figure 5. Trading activities with stock PILR on 7/20/2007. A decrease in prices over the last five minutes of the trading day can be noticed. Even though these transactions can be indicated as suspicious, the cumulative price of the trade is 90000 EUR, and such volumes are not distinctive of marking the close manipulation.

5 Literatura

- [1] AITKEN, M., FRINO, A., COMERTON-FORDE, C.: Closing Call Auctions and Liquidity, *Accounting and Finance*, Vol. 45, Nom. 4, pp. 501-518, December (2005)
- [2] MCCONELL, B., Crackdown on market manipulation, *Australian Financial Review*, August (2001)
- [3] BHATTACHARYYA, S., NANDA, K. V.: Portfolio Pumping, Trading Activity and Fund Performance, *University of Michigan - Stephen M. Ross School of Business*, (2006)
- [4] CARHART, M., KANIEL, R., MUSTO, D., REED, A.: Leaning for the Tape: Evidence of Gaming Behavior in Equity Mutual Funds, *The Journal of Finance*, Vol. LVII, No. 2, April (2002)
- [5] ZWEIG, J.: Watch out for the year-end fund flimflam, *Money Magazine*, November (1997)

Jernej Zupanc je mladi raziskovalec in podiplomski študent na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer raziskuje v Laboratoriju za adaptivne sisteme in paralelno procesiranje.