

Dr. sc. Domagoj Sajter

Docent

Ekonomski fakultet u Osijeku

E-mail: sajter@efos.hr

ALGORITAMSKO I VISOKO-FREKVENTNO TRGOVANJE

UDK / UDC: 336.761.6:004.78

JEL klasifikacija / JEL classification: G10

Stručni rad / Professional paper

Primljeno / Received: 10. siječnja 2013. / January 10, 2013

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 10. lipnja 2013. / June 10, 2013

Sažetak

Uvjerljivo najveći dio obujma trgovine na najrazvijenijim svjetskim financijskim tržištima – oko tri četvrtine – odnosi se na visoko-frekventno trgovanje. U ovom radu opisuje se suvremena (r)evolucija, odnosno povijesna tranzicija na najvećim svjetskim financijskim tržištima, njen tijek i ključni pojmovi: algoritamsko i visoko-frekventno trgovanje. Događa se preokret u strukturi financijskih tržišta, u čije su tkivo sada duboko ugrađeni kompleksni i izvanredno napredni informacijsko-komunikacijski sustavi. Cjenovna neefikasnost migrira u mikrostrukturu tržišta, te se nastoji eksploatirati paradigama koje u klasični vokabular financija uvoze nove termine, poput niske latencije, kolokacija, ledenih santi, i sl., a koji se opisuju u ovom radu. Otvaraju se složena pitanja, među ostalima i ono o bifurkaciji sudionika na tržištima.

U radu su također predstavljeni rezultati ankete hrvatskih financijskih i investicijskih praktičara, provedene početkom 2011. g., koja je pokazala kako su domaći financijski eksperti donedavno slabo poznavali ove relativno nove tendencije.

Ključne riječi: financijska tržišta, algoritamsko trgovanje, visoko-frekventno trgovanje

1. UVOD

Uspješno trgovanje vrijednosnicama među ostalim znači i pronalaženje optimalne ravnoteže između vremena (*timing*) i cijene izvršenja. Kada se traži brzina, odnosno, kada se zahtijeva što hitnije izvršenje naloga, tada nastupaju visoko-frekventni trgovci. Kada je cijena prioritet, algoritamsko trgovanje (u širem smislu) preuzima glavnu riječ.

Kako bi financijska tržišta bila likvidna, odnosno, kako bi se krajnji kupci i prodavatelji susreli, često su potrebni posrednici. To su većinom brokeri, dileri, specijalisti, i *market-makeri*, a u novije doba krajnju ulogu posrednika preuzimaju algoritamski, odnosno visoko-frekventni trgovci. Prije par desetljeća na financijskim tržištima su većinom trgovali ljudi, i to neposredno, u prostorijama burze. Donedavno, na istim tim tržištima najvećim su dijelom trgovali također ljudi, ali putem računala, odnosno računalnih mreža, u virtualnom prostoru. U novije vrijeme događa se neobična tranzicija u povijesti financijskih tržišta, jer se najveći dio obujma trgovine sada odnosi na trgovinu u virtualnom prostoru, ali između računala, bez izravnog upliva ljudi¹.

Algoritamsko trgovanje (*algorithmic*, ili *algo-trading*) podrazumijeva računalno trgovanje pri kojemu algoritmi mogu samostalno donositi odluke o tome koji financijski instrument, kada, koliko, i na koji način kupiti, odnosno prodati. Pritom nije strogo određeno donosi li računalno sve ove odluke samostalno, ili samo neke (npr. ono može dati signal za kupnju/prodaju, ali odluku o tome koliko investirati i na koji način oblikovati nalog može prepustiti čovjeku i sl.). Aldridge (2010) ukazuje kako je elektroničko trgovanje, nasuprot algoritamskom, tek opći naziv koji znači tek mogućnost elektroničkog zadavanja naloga. Kod elektroničkog trgovanja čovjek donosi odluke o kupoprodaji, no naloge ne prosljeđuje osobno, telefonom, ili poštom, već putem elektroničkog sustava. Nestankom tzv. *floora*², odnosno prelaskom trgovaca iz fizičkog prostora u virtualni, većina trgovanja postala je elektronička; no ako je trgovanje postalo elektroničko, to ne znači da je postalo i algoritamsko.

Algoritamsko trgovanje može biti visoko, ali i nisko-frekventno. Nisko-frekventno algoritamsko trgovanje već je počelo i u Hrvatskoj³, a ono podrazumijeva napredne strategije i modele, odnosno automatizirane sustave koji mogu generirati kupovne i prodajne signale za pojedine financijske instrumente, a uz njih i preporučene količine kupoprodaje. Sama provedba ovih signala, odnosno egzekucija, može (i ne mora) se provesti visoko-frekventnim sustavima.

¹ Ljudi doduše programiraju ove sustave, ali su postali prespori da bi sami izravno iskorištavali tržišne prilike.

² *Floor* se katkad prevodi kao 'parket', a to je fizički prostor burze u kojem se susreću trgovci, i na kojemu se odvija kupoprodaja. Domaća Zagrebačka burza je primjer tržišta na kojemu ne postoji *floor*, i u kojem se trgovanje odvija elektronički, ali ne i algoritamski (bar ne u trenutku pisanja ovog rada).

³ Npr. od kraja 2010. god. otvoreni investicijski fond NFD Aureus US Algorithm koristi se algoritmom koji zadaje kupovne i prodajne signale naloge i količine za pojedine dionice na američkom tržištu.

Visoko-frekventno trgovanje (*high frequency trading*) podvrsta je algoritamskog trgovanja⁴. Visoko-frekventno trgovanje rezultat je tehnološkog napretka civilizacije, a predstavlja kupoprodaju financijskih instrumenata korištenjem najsuvremenijim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama, odnosno ultra brzim računalima visoke procesorske snage. Karakterizira ga zatvaranje otvorenih pozicija unutar istoga radnog dana i velik obrtaj kapitala. Visoka frekventnost ovdje se doista ostvaruje u pravom smislu riječi: pozicije se mogu otvarati i odmah nakon toga zatvarati i u nanosekundama – milijarditim dijelovima sekunde. Kad znamo da treptaj ljudskog oka traje oko 350 milisekundi, tad se brutalna snaga i brzina očituje u sposobnosti ovih sustava da u jednom treptaju oka mogu provesti stotinjak milijuna potpuno različitih kupoprodaja⁵. Drugim riječima, dok čovjek još nije uspio ni trepnuti, a kamoli učiniti jednu jedinu kupoprodaju, računalni je sustav u stanju preteći ga stotinjak milijuna puta. Krajnja granica, koja se više i ne čini nedokučivom, jest trgovanje brzinom svjetlosti, pri čemu bi računalo udaljeno 150 km od računala burze moglo obavljati kupoprodaje za jednu milisekundu⁶ (u idealnim uvjetima⁷).

Visoko-frekventno trgovanje omogućuje izvedbu arbitraže (zapravo, arbitraža danas postoji gotovo isključivo u mikro-strukturi financijskih tržišta), te visoko-frekventni trgovci iskorištavaju povremeni i privremeni nesklad između cijena na različitim tržištima (više kod Gutmanna, 2008.). Sudionici dodatnu motivaciju (odnosno prihode) ostvaruju kroz popuste koje im burze nude. Kako bi povećali promet i motivirali ih za pružanje likvidnosti, burze *market-makerima* nude popust na trgovinu, obično oko 20 centi na 100 dionica. Što više prometa realiziraju putem određene burze, to više popusta ostvaruju, čime burze žele privući korisnike i potaknuti likvidnost. Kao posljedica ovoga pojavile su se strategije koje ciljaju na ostvarenje prihoda isključivo iz ovih popusta⁸.

Visoko-frekventno trgovanje čini 77% obujma trgovine na financijskim tržištima u V. Britaniji⁹, a u SAD-u 73%¹⁰. Premda ova statistika nije iz istoga vremenskog razdoblja i nije potpuno egzaktna, ostaje činjenica kako apsolutnu

⁴ Kako je već rečeno, algoritamsko trgovanje može i ne mora biti visoko-frekventno, ali visoko-frekventno trgovanje je isključivo algoritamsko.

⁵ Bitno je uočiti kako se ovdje ne radi o kupnji/prodaji jedne vrijednosnice u stotinjak milijuna komada, nego o kupnji ili prodaji stotinjak milijuna individualnih, različitih vrijednosnica, pri čemu svaki od ovih stotinjak milijuna naloga ima vlastitu cijenu, količinu, i specifikacije.

⁶ O značaju milijuntih dijelova sekunde za trgovanje opširnije kod Ende, Uhle i Weber (2011).

⁷ U stvarnosti se događaju pogreške u dodjeljivanju i procesuiranju vremenskih žigova nalozima (*timestamps*), pa se tako prema burzovnim izvješćima 15.09.2011. dionicom Yahoo-a trgovalo brže od svjetlosti (!). Izvor:

<http://www.nanex.net/Research/fantaseconds/fantaseconds.html> (pristupljeno 21.03.2012.)

⁸ Primjerice, visoko-frekventni sustav pronađe velikog kupca, odnosno veliki nalog za kupnju neke dionice, zatim ispuni samo dio tog naloga na način da kupi određenu količinu tih dionica i proda ih velikom kupcu po istoj cijeni po kojoj ih je kupio, a za ovu kupoprodaju od burze uzima naknadu za pružanje likvidnosti, što predstavlja čisti prihod.

⁹ Bloomberg, <http://www.bloomberg.com/news/2011-01-24/high-frequency-trading-is-77-of-u-k-market-tab-group-says.html> (pristupljeno 21.3.2012.)

¹⁰ Financial Times, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/d5fa0660-7b95-11de-9772-00144feabdc0.html> (pristupljeno 21.3.2012.)

većinu prometa na suvremenim burzama danas ostvaruju visoko-frekventni sustavi, što potvrđuje važnost ovih trendova.

Cilj je ovoga rada opisati temeljne pojmove novoga financijskog ekosustava: algoritamsko i visoko-frekventno trgovanje, ukazati na nove paradigme i neke praktične probleme, te ispitati poznavanje novih struktura tržišta u domaćem ambijentu. Nakon uvoda, u drugom se poglavlju predstavlja kratki povijesni pregled evolucije strukture financijskih tržišta. Treće poglavlje prikazuje svakodnevne „nevidljive“ šokove koji se događaju u mikro-redu veličina, a četvrto daje rezultate ankete koja je pružila opći uvid u razinu znanja domaće stručne javnosti o pojmovima algoritamskog i visoko-frekventnog trgovanja. Peto ukratko sumira izložena saznanja u obliku zaključka, dok šesto, posljednje, donosi priručni engleski pojmovnik suvremenih financijskih tržišta.

2. TIJEK PROMJENA STRUKTURE FINACIJSKIH TRŽIŠTA

Godine 1971. otvorena je NASDAQ - prva svjetska elektronička burza, tržište na kojem ne postoji *floor*. Od kraja 1980-ih tada vodeće burze u svijetu prelaze s fizičkog trgovanja i *open-outcry* sustava (sustav dvostruke aukcije) na trgovanje u elektroničkom prostoru. Godine 1986. Londonska je burza uvela sustav automatske kotacije SEAQ (*Stock Exchange Automated Quotation*), a sljedeće je godine čikaška burza CME predstavila sustav Globex.

Krajem 1990-ih američki regulator SEC omogućio je otvaranje alternativnih trgovinskih sustava (ATS) kako bi smanjio utjecaj duopola njujorške i NASDAQ burze, te se uslijed toga otvaraju elektroničke komunikacijske mreže (ECN – *electronic communication networks*) koje su omogućavale trgovinu vrijednosnicama izvan tradicionalnih burzi. Trgovac¹¹ je mogao zadati nalog ECN-u mimo *market-maker*a, a ukoliko se on na ECN-u nije mogao ispuniti, bio je prosljeđen drugim ECN-ovima i/ili burzama. Posljedica ovakvog sustava je decentralizacija trgovanja, pa danas u SAD-u postoji preko 40 različitih platformi¹² putem kojih je moguće provesti kupoprodaju.

Sljedeći korak, koji je otvorio put visoko-frekventnom trgovanju, je decimalizacija, odnosno prijelaz američkih tržišta početkom 2001. godine sa prikaza cijena u razlomcima¹³ na promjene cijena u stotim dijelovima dolara. Time je učinjen nužan preduvjet i za implementaciju visoko-frekventnih sustava, jer oni nastoje ubrati vrlo malu dobit (u centima, zbog čega se visoko-frekventno trgovanje katkad naziva i mikro-skalpiranje), ali vrlo velik broj puta u sekundi. Ako bi unutar jedne sekunde u

¹¹ Najčešće se radi o velikim, institucionalnim investitorima.

¹² Ovdje se ne govori o softverskim trgovinskim platformama (kao što su Bloomberg ili Reuters), nego o tržištima (*trading venues*) kao što su CBOE, CBOT, CME, NYMEX, KCBT, Archipelago, Instinet, itd.

¹³ Šesnaestine i osmine dolara, kao naslijeđe iz vremena osnutka njujorške burze, kada se zlatni dolar rezao na osmine. Decimalizacija je umjesto 16 mogućih položaja cijene unutar jednog dolara omogućila njih stotinu.

tisuću različitih kupoprodaja trgovac uspio na svakoj kupoprodaji zaraditi samo po jedan cent, i tako svake minute kroz dva sata dnevno, u jednoj godini ostvario bi dobit od ukupno 18 milijuna dolara.

Uvođenjem FIX protokola 1992. godine (*Financial Information eXchange*), kao međunarodno dogovorenog načina komuniciranja između računala u stvarnom vremenu, s ciljem unaprjeđivanja razmjene informacija na financijskim tržištima, mnogi trgovci vrijednosnicama postali su pružatelji usluga – dobavljači ideja, a trend uporabe algoritamskog trgovanja preobrazio ih je u konzultante i pružatelje usluga algoritamskog trgovanja. Oni pomažu pri odabiru, prilagodbi i specifikaciji algoritamskih modela pojedinim klijentima, a sami se manje bave izravnom kupoprodajom. Gotovo sve velike burze i investicijske banke koriste FIX¹⁴.

U mnogome je, slijedeći američki primjer, Direktivom Europske unije o tržištima financijskih instrumenata (MiFID, 2004/39/EC), i u Europi praktično završena era dominacije centraliziranih financijskih tržišta, te je otvoren prostor za fragmentaciju, odnosno tzv. multilateralne trgovinske platforme¹⁵. Jednako tako, i u Europi se može promatrati izniman porast algoritamskog trgovanja (uočili su ga npr. Prix, Loistl i Huetl, 2007.).

3. SVAKODNEVNE IMPLOZIJE I EKSPLOZIJE

S prelaskom u tržišni mikrokozmos, u kojemu se sekunde dijele i na milijardu dijelova, potpuno se mijenja i pristup tržištu (što opširnije opisuju Gwilym i Sutcliffe, 2001.). Pravila koja vrijede u srednjem roku¹⁶ ne vrijede u ultra kratkom; klasični fundamenti su apsolutno nevažni. Dok ljudi prilikom trgovine odlučuju na temelju iznimno širokog spektra varijabli, od osobnog iskustva, odgoja, kulture i emocionalnog stanja, do realno-racionalnih mikro- i makroekonomskih varijabli, računala su programirana kako bi odlučivala na temelju algoritama kojima je prioritet brzina i koji su potpuno lišeni emocija.

No, premda ne treba zanemariti moć i dostignuća umjetne inteligencije, računala nisu još ni približno potpuno uspješna u procesuiranju sveukupne, vrlo kompleksne društvene stvarnosti. Premda se ne-emotivnost na tržištu često može smatrati prednošću, valja se podsjetiti kako su emocije „zdrav prirodni proizvod“ evolucije¹⁷, pa tako strah čovjeku brani činiti ono što može biti pogubno za njegov tjelesno-duhovni integritet. Tako valja promatrati i mikro-slomove tržišta koji mogu

¹⁴ Popis korisnika može se pronaći na stranici <http://www.fixprotocol.org/adopters/> (pristupljeno 1.10.2011.)

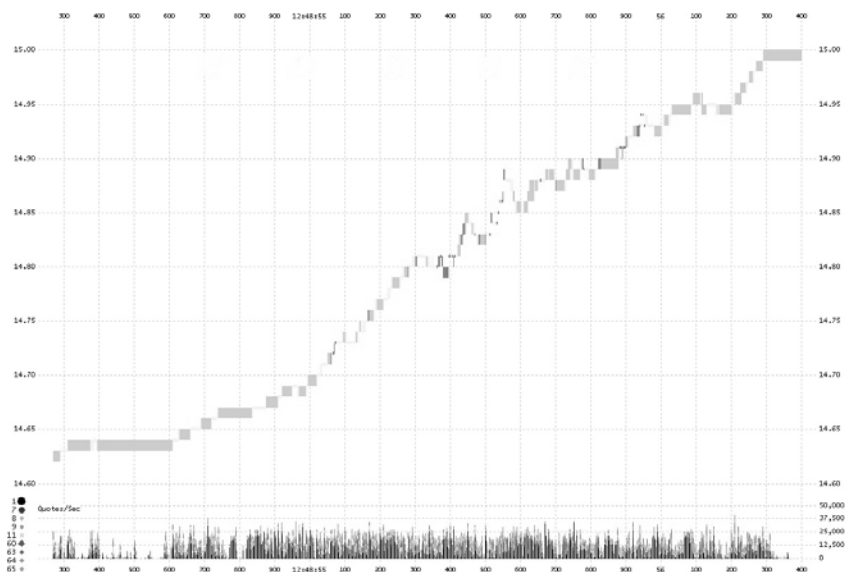
¹⁵ Multilateralna trgovinska platforma je „multilateralni sustav kojim upravlja investicijsko društvo ili tržišni operator, a koji spaja ponudu i potražnju za financijskim instrumentima više zainteresiranih trećih strana. Spajanje ponude i potražnje odvija se prema unaprijed određenim jednoznačnim pravilima i rezultira ugovorom između ugovornih strana“ (čl. 3, st. 1, toč. 19. Zakona o tržištu kapitala, NN 88/2008.). Više o navedenom kod de Meijer (2009).

¹⁶ Pri tome se srednji rok počinje mjeriti intervalima dužima od sekunde ili u boljem slučaju dužima od minute.

¹⁷ Ili kreacije (o čemu se ovdje neće raspravljati).

prerasti u opće lavine, a koji se događaju toliko brzo da ih čovjek ne stigne percipirati, te se zato ne pojavljuju niti u medijima, niti u službenim burzovnim izvješćima¹⁸. Johnson et al. (2012)¹⁹ istraživali su ekstremne događaje (tzv. crne labudove) u izvješćima s različitih američkih financijskih tržišta u razdoblju od pet godina, od 2006. do 2011. Velike padove u tržišnom mikrokozmosu (implozije) opisali su kao padove kod kojih cijena uzastopno pada najmanje deset puta, pri čemu ukupan pad mora iznositi najmanje 0,8% i ne traje dulje od 650 milisekundi. Velik rast su opisali kao onaj kod kojega cijena uzastopno raste najmanje deset puta, pri čemu ukupan rast mora iznositi najmanje 0,8% i traje kraće od 950 milisekundi. Pronašli su ih ukupno čak 18.520, od kojih je jedan osobito odjeknuo i u medijima i u akademskom okruženju, jer je pokrenuo lavinu kupoprodaje koja je izašla iz mikro-okvira (tzv. *flash crash* 6. svibnja 2010.).

Primjer rapidnog skoka cijene predstavljen je grafikonom 1, koji prikazuje kretanje cijene dionice Yahoóa dana 15.9.2011. od 12:48:54:300 (h:min:sek:ms) do 12:48:56:400, odnosno ukupno 2,1 sekundu tijekom koje je cijena skočila sa 14,64 na 15,00 (za 2,46%).



Grafikon 1. Cijena dionice Yahoo dana 15.9.2011. od 12:48:54:300 do 12:48:56:400²⁰

Izvor: Nanex, <http://www.nanex.net/research/fantaseconds/fantaseconds.html> (pristupljeno 21.3.2012.)

¹⁸ Urstadt (2010) ih opisuje tek kao „majušni trzaj (*blip*) na ekranu“, str. 48.

¹⁹ Johnson, N., et al. (2012) Financial black swans driven by ultrafast machine ecology, <http://arxiv.org/abs/1202.1448v1> (pristupljeno 15.3.2012)

²⁰ Histogram na dnu grafikona pokazuje broj kotacija i tržište koje ih kotira, i to 1 - Nasdaq Exchange, 7 - NYSE/ARCA, 8 - National Stock Exchange, 9 - Philadelphia Stock Exchange, 11 - Boston Stock Exchange, 60 - BATS Trading, 63 - BATS Y Exchange, 64 - Direct Edge A, i 65 - Direct Edge X.

Budući da u visoko-frekventnom svijetu ne vrijede klasični tržišni odnosi, varijable i kauzalnosti, ovi događaji ne mogu se objasniti uobičajenim, postojećim ekspertnim alatima, i postoji više nejasnoća i pitanja, nego objašnjenja i odgovora. Prema riječima J. Carlidgea (Sveučilište u Bristolu): „Danas živimo u svijetu kojim dominira globalno financijsko tržište o kojemu zapravo nemamo nikakvo valjano teoretsko poimanje.“²¹ Ono što je naravno zanimljivo jest da je *flash crash* 6.5.2010. prekinut tek intervencijom čovjeka, odnosno tek nakon upliva emocionalno-razumnog entiteta.

4. ISTRAŽIVANJE POZNAVANJA I PRIMJENE ALGORITAMSKOG I VISOKOFREKVENTNOG TRGOVANJA

Kako bi se dobio bolji uvid koliko domaća stručna javnost poznaje algoritamsko, odnosno visoko frekventno trgovanje, u ožujku 2011. provedena je telefonska anketa u kojoj su kontaktirana 34 investicijska društva u Republici Hrvatskoj, od kojih je 33 pristalo sudjelovati²² i odgovorilo je na tri pitanja, kako stoji u tablici 1.

Tablica 1.

Rezultati ankete

Pitanja	Odgovori	
1. Postoji li razlika između algoritamskog i visokofrekventnog trgovanja?	Da	54,3%
	Ne	5,7%
	Ne znam	34,3%
2. Ako razlika (pod 1) postoji, možete li ju opisati?	Da	28,6%
	Ne	71,4%
3. Koristite li algoritamsko i/ili visokofrekventno trgovanje u svom poslovanju?	Da	3,0%
	Ne	90,9%
	Ne znam	6,1%

U svakom investicijskom društvu razgovaralo se sa jednom osobom koja je ondje zaposlena kao broker ili ovlaštenu investicijski savjetnik. Rezultati ankete

²¹ Wired, <http://www.wired.com/wiredscience/2012/02/high-speed-trading/> (Pristupljeno 16.3.2012.)

²² Investicijska društva (tj. društva ovlaštena za upravljanje investicijskim fondovima, odnosno društva koja su ovlaštena pružati investicijske usluge) koja su sudjelovala su: Adriatica Capital, Allianz Invest, Erste - Invest, Gem - Mediteran Adriatica, Hrvatsko mirovinsko investicijsko društvo, Ilirika Investments, Jadran Invest, KD Investments, OTP Invest, SL - Invest, PBZ Invest, Abacus brokeri, Agram brokeri, Antea brokeri, Certus Invest, Complete line, Credos, Fima vrijednosnice, Finesa capital, Hita vrijednosnice, ICF Invest, Platinum Invest, Krentschker vrijednosnice, Partner banka, Podravska banka, Societe Generale - Splitska banka, Štedbanka, To one brokeri, Trcin vrijednosnice, Utilis, Vaba Banka, ZB Invest, i Momentum brokeri.

pokazuju kako većina sugovornika zna da postoji određena razlika između algoritamskog i visoko-frekventnog trgovanja, odnosno prepoznaje kako to nisu nužno sinonimi, ali isto tako većina ih nije u stanju opisati tu razliku. Također, u vrijeme provedbe ankete samo jedno investicijsko društvo koristilo je algoritamsko trgovanje, i to „u vrlo malom broju portfelja“.

S današnje pozicije, i s vremenskim odmakom, vrlo je zanimljivo promatrati navedene odgovore. Novija anketa najvjerojatnije bi pružila bitno drukčije odgovore, odnosno sasvim je izvjesno kako su se domaći sudionici u međuvremenu bolje upoznali s ovim metodama trgovanja.

5. ZAKLJUČAK

Računala su i na financijskim tržištima od pomoćnih objekata (alata) preobražena u ključne subjekte, *conditio sine qua non*. Premda oslanjanje na visoku tehnologiju može izazvati opravdanu zabrinutost, često se navodi kako visoko-frekventno trgovanje povećava likvidnost, skraćuje vrijeme izvršenja naloga, smanjuje *spread*-ove, povećava prosječnu veličinu izvršenih naloga, te omogućuje postizanje bolje cijene. S druge strane, očito je kako se stvorilo dvoklasno tržište; investitorski „gornji dom“ (koji ima sredstva za kupnju sofisticirane tehnologije i plaćanje dodatnih naknada, npr. za blic trgovanje i kolokacije), i „donji dom“ (koji ta sredstva nema). Bifurkacija sudionika dodatno produbljuje jaz između velikih i malih investitora, pri čemu mali investitori upozoravaju na nove mogućnosti manipulacije tržištem, što podrobnije analiziraju Malmgren i Stys (2010).

Profitabilnost visoko-frekventnog trgovanja ima svoje granice i već sada dolazi do zasićenja, tj. do sazrijevanja ovoga trenda (Narong, 2011) jer po definiciji postoji gornja granica brzine i opsega trgovanja. Pomisao da je financijsko tržište postalo tržište u kojemu računala kupuju i prodaju, dok čovjek stoji sa strane i promatra, premda za neke uznemirujuća, ipak je donekle pretjerana. Konačno, računala se ne mogu sama programirati, premda njihovi algoritmi mogu imati sposobnost učenja (npr. neuronske mreže). Također, privučeni visokim profitnim maržama, u ovo su područje ušli brojni sudionici, čime se povećala konkurencija i smanjila dobit po sudioniku, a i nadzorne institucije su dobile povod za širi opseg regulative. Moguće uvođenje Tobinovog poreza dovelo bi do bitnog smanjenja prihoda, koji možda više ne bi uspjeli pokriti visoke troškove tehnologije, no o tome se zasad može samo nagađati.

6. PRILOG - MALI ENGLESKI POJMOVNIK SUVREMENIH FINANCIJSKIH TRŽIŠTA

Co-location = kolokacija. Odnosi se na smještaj računala neposredno, u fizičkoj blizini računala burze, odnosno posrednika. Budući je brzina primarna tražena karakteristika visoko-frekventnog trgovanja, jedan od bitnih načina

postizanja veće brzine je lociranje računala što je moguće bliže računalu burze, odnosno posrednika. Usluge kolokacije pružaju se u zgradama (izvana neatraktivnim, na tajnim adresama) u kojima je osigurano neprestano i autonomno napajanje svim potrebnim resursima, uz najveće moguće mjere osiguranja, kako bi trgovanje moglo biti apsolutno neometano. Kolokacija donosi prednost od oko 100 do 200 milisekundi u odnosu na standardne pružatelje financijskih usluga²³. Prostor veličine ormarića u podatkovnom centru CME grupe iznajmljuje se za 10.000 dolara mjesečno²⁴, što ide u prilog tezi o dvoklasnom tržištu. Također, budući da je gotovo svaki metar postao nezanemariv (u jednoj nanosekundi signal kroz optički kabel prijeđe 30 cm, a trgovanje je prešlo u domenu nanosekundi), došlo je i do podjele kolokacija na one koje su izravno kraj burze, i na one koje su u blizini burze (nisu u istoj zgradi, ali su u susjedstvu)²⁵.

Flash crash = kratkotrajni slom tržišta. Radi se o nadprosječnim, izvanrednim oscilacijama cijene koja se događaju u vremenu kraćem od sekunde (odnosno u vremenu u kojem čovjek ne stigne reagirati), a koje mogu izazvati učinak lavine i produbiti i prolongirati pad na nekoliko minuta. Dosad najdramatičniji slom dogodio se 6. svibnja 2010. godine (analiza kod Rose, 2011.), kada je Dow Jones indeks u šest minuta ostvario najveći jednodnevni pad u cijeloj svojoj 114-godišnjoj povijesti, da bi se za dvadesetak minuta oporavio i vratio na prethodnu razinu. Kratkotrajni slomovi se događaju vrlo često, no pri toliko visokim brzinama da ih ljudi ne uspijevaju registrirati. Johnson et al. (2012.) zabilježili su 18 520 ovakvih slomova u razdoblju od 2006. do 2011.

Flash orders / flash trading = blic nalozi / blic trgovanje. Diskutabilna i kontroverzna, te još uvijek dozvoljena usluga koju nude određene burze. Neke burze, korištenjem ultra-brzih računala, uz posebnu naknadu nude povlašteni, prethodni uvid u knjigu naloga. Naime, ukoliko investitor plati ovu uslugu dobit će uvid u naloge djelić sekunde prije nego svi ostali koji tu uslugu nisu platili²⁶. Često se spominje u kontekstu unaprijednog trgovanja (vidjeti *front running*).

Front running ili *forward trading* = unaprijedno trgovanje. Nedopuštena akcija u kojoj investitor temeljem povlaštenih informacija kupuje/prodaje vrijednosnice prvenstveno jer želi preduhitriti ostale investitore, očekujući da će

²³ Iz svjedočenja američkog senatora Edwarda Kaufmana pred Kongresom, 2.3.2010. US Government Printing Office, <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CREC-2010-03-02/html/CREC-2010-03-02-pt1-PgS921.htm> (pristupljeno 13.5.2011.)

²⁴ Markets Media Magazine: The Maturation Of High-Frequency Trading, 03-04/2011, str. 44

²⁵ Kao ilustracija ekstremnih brzina može poslužiti sljedeći primjer: budući da je fizički nemoguće da svi budu jednako blizu središnjem računalu (uz učinkovito korištenje raspoloživog prostora), svi korisnici usluga kolokacije dobivaju jednaku dužinu optičkih kablova kojima se spajaju na središnje računalo. Primjerice, svi dobivaju 100 metara kabla, bez obzira nalaze li se dva ili 92 metra udaljeni od središnjeg računala.

²⁶ Kao paralelu mogli bismo uzeti sljedeći primjer: to je kao da tvrtka koja prima oglase za novine uz plaćanje posebne naknade daje uvid u oglase za sutrašnje, još neotisnute novine. Onaj tko koristi tu uslugu može probrati najbolje oglase i sam kontaktirati kupce/prodavatelje prije nego su oglasi sutra javno objavljeni.

se dogoditi pomak u cijeni na kojemu želi kapitalizirati. Primjerice, ako broker od klijenta dobije nalog za kupnju velikog broja dionica tvrtke X, on uslijed tog naloga može sasvim realno očekivati porast cijene dionice X i može prije izvršenja klijentovog naloga za svoj račun kupiti određen broj tih dionica. Suprotna akcija je *tailgating* = „šlepanje“. To je dopuštena situacija u kojoj osoba slijedi korake drugih investitora. O unaprijednom trgovanju i njegovoj (i)legalnosti pisao je npr. Gehm (2010).

Dark pools = mračni bazeni. Zatvorena financijska tržišta u kojima nema potpune transparentnosti, odnosno nema potpunih informacija o identitetu sudionika, obujmu trgovine i postignutim cijenama. Oko 10% ukupnog obujma trgovine u SAD-u odvija se putem mračnih bazena²⁷. Više o mračnim bazenima kod Ende i Muntermann (2010).

DMA – Direct Market Access = izravan pristup tržištu. Kao sinonim pojavljuje se i *sponsored access* = sponzorirani pristup. Uobičajen pristup tržištu vrijednosnica jest putem posrednika – brokera, koji investitorov nalog prosljeđuje *market-makeru* ili specijalistu. No, broker može pojedinim (velikim) investitorima pružiti i skraćeni pristup računalu burze, tj. knjizi naloga burze. Brži pristup burzi omogućava temelj za stvaranje strategija visoko-frekventnog trgovanja. Izravan pristup mora biti filtriran, odnosno mora proći kroz provjere rizika (za razliku od golog pristupa; vidjeti *naked access*).

Iceberg = ledena santa; metaforički naziv za oblik kupoprodajnog naloga. Kod stvarne ledene sante samo je mali dio vidljiv, iznad površine mora, dok se najveći dio sante nalazi ispod površine i izdaleka nije uočljiv. Ova slika ledene sante metaforički je transponirana na kupoprodajne naloge. Naime, veliki nalozi za kupoprodaju vrijednosnica pomiču cijenu, a investitori to žele izbjeći. Primjerice, ukoliko investitor želi prodati stotinu tisuća dionica po cijeni X, kada bi ih prodavao odjednom vjerojatno bi, zbog pritiska ponude na tržište, cijena počela padati, a on to zasigurno ne želi. Zato, umjesto prodaje svih dionica odjednom, može početi s prodajom samo npr. stotinu dionica. Ovaj nalog za prodaju sto dionica nalikuje vrhu ledene sante, jer se iza njega krije još 99 900 dionica koje čekaju prodaju. Mnogo se truda, znanja, i vremena ulaže u otkrivanje *iceberg* naloga, kako bi se identificirao njihov statistički otisak (*footprint*) te iskoristila mogućnost zarade na kupoprodaji velikog broja vrijednosnica koje se „skrivaju“ ispod površine. Uvođenje algoritama radikalno je promijenilo način provođenja trgovine: u početkom 1997. godine prosječna veličina kupoprodaje (*average trade size*) iznosila je 1 477 dionica, dok je krajem 2007. taj broj bio šest puta manji, i iznosio je 247 dionica²⁸.

IOC order = nalog za trgovinu tipa „odmah ili opozovi“ (*immediate or cancel*). Nalog za kupoprodaju koji se uz određene specifikacije (nije tržišni/*market* nego ograničeni/*limit* nalog) mora izvršiti odmah, no ako to nije

²⁷ The Economist: Attack of the clones - The rise of dark pools, 2.7.2009., <http://www.economist.com/node/13944858> (pristupljeno 13.5.2011.)

²⁸ TABB Group, <http://www.sfsta.com/pdf/Dc422.pdf> (pristupljeno 21.3.2012.)

moguće nalog se opoziva. Za razliku od FOK naloga („ispuni ili ubij“ = *fill or kill*), može se ispuniti i djelomično. U kombinaciji sa blic-nalozima IOC nalozi visoko-frekventnim trgovcima otvaraju mogućnosti za manipuliranje cijenama²⁹.

Latency = latencija. U financijama se odnosi na brzinu protočnosti informacija u računalnim sustavima. Sustavi niske latencije (low-latency) nužan su preduvjet visoko-frekventnog trgovanja, a stalna potraga za što nižom latencijom dovodi do skraćivanja vremena izvršenja kupoprodajnih naloga. Latencija izravno ovisi o informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji. Velikoj brokerskoj kući prednost od jedne milisekunde može donijeti dodatnih sto milijuna dolara prihoda godišnje³⁰.

Naked access = goli pristup. Usluga koju su pojedini brokeri nudili svojim klijentima, najčešće visoko-frekventnim trgovcima, a koja je trgovcima omogućavala izravan pristup burzi, bez nadzora, provjere i kontrole od strane brokera. Na ovaj su način i osobe bez brokerske licence mogle direktno sudjelovati na burzi. Pristup preko brokera, uz brokerove provjere rizika, zahtijevao je 660 milijuntinki sekunde, no kada se izbacila provjera rizika, vrijeme pristupa se skratilo na 250 do 350 milijuntinki. Goli je pristup u EU nedopušten, a od 2010. i SEC je u SAD-u zabranio goli pristup.

Pinging = sondiranje. Tehnika trgovanja u kojoj visoko-frekventni trgovac ultra-brzo zadaje nalog i ako na nalog nema reakcije, odmah ga ukida. Ukoliko se nešto uslijed naloga dogodi, trgovac iz te reakcije može doći do skrivenih informacija koje može upotrijebiti u svoju korist. Ključna varijabla je vrijeme (vidjeti *latency*).

Quants = kvanti. Osobe zaposlene u financijskoj industriji koje se pretežno bave kvantitativnim metodama i tehnikama i koje često nemaju formalno ekonomsko obrazovanje, već ono iz područja matematike, statistike, informatike ili fizike. „Odnedavna, samo oni s doktoratom iz matematike ili fizike smatraju se prikladnima biti gospodarima složenosti financijskih tržišta.“³¹ Ključne su za uspostavljanje algoritamskih i visoko-frekventnih sustava, što se

²⁹ Primjer: neka postoji investitor koji želi kupiti 100.000 dionica tvrtke X. Uzmimo kako trenutna tržišna cijena dionice X iznosi 99,50 kn. Investitor brokeru šalje ograničeni nalog (*limit order*) uz cijenu od 101,00 kn, što znači da je on spreman platiti maksimalno 101,00 kn po dionici. No, ako je trenutna tržišna cijena dionice niža od 101,00 tada će, jasno, kupac tražiti tržišnu (nižu) cijenu. Korištenjem blic naloga računalo otkriva potražnju za dionicom X, no još ne zna koja je maksimalna cijena koja bi se mogla dobiti. Tada šalje maleni IOC nalog (npr. za pet dionica) po cijeni od 99,51. Nalog "prolazi", i izvršava se kupoprodaja po 99,51. Zatim "mitraljira" iste takve naloge uz porast cijena - 99,52 - 99,53 - sve do 101,01. Kada nalog od 101,01 ne prođe otkazuje se (IOC). Računalo tako otkriva plafon od 101,01, zatim otkupljuje na tržištu po 99,50 i šalje ponudu po 101,00 sve dok ima potražnje. Na ovaj način detektira se tajna, skrivena informacija o maksimalnoj cijeni. U "starom svijetu" investitor bi kupio po cijeni koja bi bila blizu tržišne (blizu 99,50), no računala su toliko brza da je to postalo nemoguće. Čim se pošalje ograničeni nalog, on se ispunjava po maksimalnoj cijeni (101,00). Naravno, sve se ovo dogodilo u milijuntinkama sekunde, dok čovjek ne stigne ni reagirati.

³⁰ Information Week, <http://www.informationweek.com/news/199200297> (pristupljeno 15.3.2012.)

³¹ Wilmott, P. (2000) *The Use, Misuse And Abuse Of Mathematics In Finance*, Royal Society Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 358 (1765), str. 63.

vidi iz slučaja Sergeja Alejnjkova, ruskog programera koji je nakon odlaska iz Goldman Sachsa osuđen za krađu računalnog programa za algoritamsko trgovanje, iznimno važnoga za poslovanje banke, vrijednog više milijuna dolara³².

Quote stuffing = „bombardiranje“ kotacijama. Taktika vrlo brzog zadavanja i otkazivanja velikog broja naloga kako bi se tržište preplavilo velikom količinom informacija, s ciljem da konkurentski visoko-frekventni sustavi budu preopterećeni procesuiranjem istih, i zato manje ili više blokirani u donošenju odluka. Ova taktika zahtijeva izravan pristup tržištu (DMA). Smatra se jednim od bitnih faktora koji su izazvali kratkotrajni slom tržišta 6. svibnja 2010., kada je jedna burza izbacivala i po 5000 različitih kotacija u sekundi za samo jednu dionicu, bez realnoga ekonomskog opravdanja i osnove³³. Opširnije o bombardiranju kotacijama kod Brogaard (2011).

7. LITERATURA

Aldridge, I. (2010) *High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems*, Wiley Trading Series

Brogaard, J. (2011) *High frequency trading, information, and profits*, UK Government's Foresight Project: The Future of Computer Trading in Financial Markets DR 10, <http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/foresight/docs/computer-trading/11-1241-dr10-high-frequency-trading-information-and-profits> (pristupljeno 01.10.2011.)

de Meijer, C. (2009) *The new trading environment post-MiFID: One year later*, Journal of Securities Operations & Custody, 2 (1), str. 7-23

The Economist: Attack of the clones - The rise of dark pools, 02.07.2009., <http://www.economist.com/node/13944858> (pristupljeno 13.05.2011.)

Ende, B.; Muntermann, J. (2010) *Opacity and Exclusivity in Electronic Securities Trading: The Case of Dark Pools*, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010 (MKWI); Göttingen

http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2010/mkwi/03_anwendungen/informationssysteme_in_der_finanzwirtschaft/05_opacity_and_exclusivity_in_electronic_securities_trading_the_case_of_dark_pools.pdf (pristupljeno 13.05.2011.)

Ende, B., Uhle, T., Weber, M. (2011) *The Impact of a Millisecond: Measuring Latency Effects in Securities Trading*, Proceedings of the 10th Internationale Tagung

³² Američki državni odvjetnik J. Facciponti je u Alejnikovom procesu pred sudom izjavio kako u banci ističu da postoji mogućnost da bi neovlašteni korisnik ovog programa „mogao ga upotrijebiti za manipuliranje tržištima na nepošten način“. Kako je vlasnik programskog koda Goldman Sachs, ostaje za vjerovati kako je originalni korisnik ovaj softver koristio isključivo na pošten način. O ovoj problematici piše i McGowan (2010).

³³ Nanex, http://www.nanex.net/20100506/FlashCrashAnalysis_Part4-1.html (pristupljeno 01.10.2011.)

Wirtschaftsinformatik (WI 2011) <http://aisel.aisnet.org/wi2011/116/> (pristupljeno 13.05.2011.)

Gehm, F. (2010) *The lowdown on high frequency trading*, News, Analysis & Strategies for Futures, Options & Derivatives Traders, 39 (5), str. 58-60

Gutmann, M. (2008) *Automated high frequency retail trading*, News, Analysis & Strategies for Futures, Options & Derivatives Traders, 37 (11), str. 56-60

Gwilym, O., Sutcliffe, C. (2001) *Problems Encountered When Using High Frequency Financial Market Data: Suggested Solutions*, Journal of Financial Management and Analysis, 14 (1), str. 38-51

Johnson, N., et al. (2012) *Financial black swans driven by ultrafast machine ecology*, <http://arxiv.org/abs/1202.1448v1> (pristupljeno 15.03.2012)

Kaufman, E., svjedočenje pred američkim Kongresom, 02.03.2010., US Government Printing Office, <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CREC-2010-03-02/html/CREC-2010-03-02-pt1-PgS921.htm> (pristupljeno 13.05.2011.)

Malmgren, H., Stys, M. (2010) *The Marginalizing of the Individual Investor*, International Economy, 24 (3), str. 22-47

McGowan, M. (2010) *The Rise Of Computerized High Frequency Trading: Use And Controversy*, Duke Law & Technology Review, 16/17, str. 1-24

Narong, M. (2011) *The Maturation Of High-Frequency Trading*, Markets Media Magazine 03-04/11

Prix, J., Loistl, O., Huetl, M. (2007) *Algorithmic Trading Patterns in Xetra Orders*, European Journal of Finance, 13 (8), str. 717-739

Rose, C. (2011) *The Flash Crash Of May 2010: Accident Or Market Manipulation?*, Journal of Business & Economics Research, 9 (1), str. 85-90

Urstadt, B. (2010) *Trading Shares in Milliseconds*, Technology Review, 113 (1), str. 44-49

Wilmott, P. (2000) *The Use, Misuse And Abuse Of Mathematics In Finance*, Royal Society Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 358 (1765), str. 63-73.

Zakon o tržištu kapitala, NN 88/2008

Internetske stranice:

Bloomberg, <http://www.bloomberg.com/news/2011-01-24/high-frequency-trading-is-77-of-u-k-market-tabb-group-says.html> (pristupljeno 21.03.2012.)

Financial Times, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/d5fa0660-7b95-11de-9772-00144feabdc0.html> (pristupljeno 21.03.2012.)

Fix Protocol, <http://www.fixprotocol.org/adopters/> (pristupljeno 01.10.2011.)

Information Week, <http://www.informationweek.com/news/199200297>
(pristupljeno 15.03.2012.)

Nanex, http://www.nanex.net/20100506/FlashCrashAnalysis_Part4-1.html
(pristupljeno 01.10.2011.)

Nanex, <http://www.nanex.net/research/fantaseconds/fantaseconds.html>
(pristupljeno 21.03.2012.)

TABB Group, <http://www.sfsta.com/pdf/Dc422.pdf> (pristupljeno 21.03.2012.)

Wired, <http://www.wired.com/wiredscience/2012/02/high-speed-trading/>
(Pristupljeno 16.03.2012.)

Domagoj Sajter, Ph. D.

Assistant Professor
Faculty of Economics in Osijek
E-mail: sajter@efos.hr

ALGORITHMIC AND HIGH-FREQUENCY TRADING***Abstract***

Today the largest portion of the trading volume at the most developed financial markets in the world – about three quarters – belongs to high-frequency trading. This paper examines this modern (r) evolution, and this historical transition at the largest financial markets in the world, its course and key terms: algorithmic and high-frequency trading. A crucial shift is occurring in the structure of financial markets; with complex and highly sophisticated ICT systems now deeply embodied in their composition. Price inefficiencies migrate into the market microstructure, and are exploited using paradigms which import new terms into classical vocabulary of finance; terms such as low latency, colocations, icebergs, etc., some of which are explained in this paper. Complex issues arise, amongst them the one about bifurcation of market participants.

The paper also presents results of the survey carried out among Croatian financial and investment practitioners in early 2011, which shows that until recently Croatian financial experts knew little about these relatively new tendencies.

Keywords: Financial markets, algorithmic trading, high-frequency trading

JEL classification: G10

