

STATI

VYMEZENÍ, PŘÍNOSY A RIZIKA VYSOKOFREKVENČNÍHO OBCHODOVÁNÍ

Jakub Kučera*

Úvod

Algoritmické obchodování (AT, algorithmic trading)¹ a zejména jeho podskupina vysokofrekvenční obchodování (HFT, high-frequency trading)² poslední dobou hýbe trhy; a to jak doslovně, když jeho podíl na burzách neustále roste, tak i v přeneseném smyslu, kdy se obchodování pomocí počítačů stalo předmětem často vášnivých diskuzí mezi akademiky, regulačními orgány a obchodníky samotnými.

Tento text se snaží zodpovědět jak otázky, které se v diskuzích objevují pravidelně, tak i ty, které jsou nezřídka opomíjeny. První část se věnuje definici HFT, což je téma, kterému se současná vědecká literatura příliš nevěnuje. To lze spatřovat jako problém, protože správné vymezení HFT do značné míry ovlivňuje debatu o jeho dopadu na fungování trhů. Současně i při tvorbě nového regulačního rámce je správná definice zásadní.

Následně je pozornost věnována obchodním strategiím, které se používají v HFT. Jsou to totiž strategie, které určují chování obchodníků na trhu. Třetí oddíl shrnuje poznatky o tom, jak velká část trhu na AT/HFT připadá. Čtvrtý oddíl se zaměřuje na otázku, jestli příchod nového typu obchodování zvýšil kvalitu trhů. Jeho první podkapitola pojednává o likviditě trhů (jejich hloubce a šířce spreadů). Navazuje posouzení vlivu HFT na efektivitu trhů obecně. Závěr textu je věnován případným systémovým rizikům a jiným úskalím. Důkladné posouzení změn na trzích vyvolaných nástupem AT/HFT by mělo tvořit základ pro diskuzi o případné nové regulaci sektoru.

* RSI, a.s., Praha (jakub_kucera@volny.cz).

1 Těž automatické obchodování (*automated trading*), algo obchodování (*algo trading*), *black-box trading* nebo robotické obchodování (*robo trading*).

2 Těž vysokoobrátkové obchodování nebo vysokorychlostní obchodování.

1. Vymezení vysokofrekvenčního obchodování

Většina studií, které se věnují vysokofrekvenčnímu obchodování, ho chápe jako podskupinu obchodování algoritmického (např. Gomber et al., 2011, s. 24; Brogaard, 2012, s. 5). Odborná literatura nabízí velké množství definic HFT, které se často zaměřují jen na jeden z jeho aspektů. Například Jarnecic a Snape zdůrazňují, že k dosahování zisku je využíván vlastní kapitál (Jarnecic, Snape, 2012).³ Za poměrně častou definici lze považovat tu použitou Cvitanicem a Kirilenkem: „[pojem] HFT se typicky vztahuje k obchodní aktivitě, která využívá extrémně rychlé automatizované programy s cílem generovat, směřovat [na odpovídající burzu], rušit a provádět pokyny na elektronických trzích. Vysokofrekvenční obchodníci zadávají a ruší velký počet pokynů a provádějí velký počet obchodů... a končí každý obchodní den bez významné otevřené pozice“ (Cvitanic, Kirilenko, 2010, s. 2).

Německá studie z Goethe-Universität shrnuje více různých vymezení a vyjmenovává deset znaků typických pro HFT, zejména ve vztahu k jiným, nevysokofrekvenčním algoritmickým operacím. Kritéria nicméně nemusí být vždy splněna všechna. Pro HFT je charakteristické (Gomber et al., 2011, s. 15):⁴

- a) *vysoký počet pokynů*, tj. jejich vysoká frekvence,
- b) *rychlé rušení pokynů*. Studie o chování obchodníků ve skandinávských akcích⁵ během srpna 2011 a února 2012 uvádí, že pokyny vysokofrekvenčních obchodníků s limitní cenou (*limit order*) byly v objednávkové knize průměrně 3,6, respektive 10,6 vteřiny (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 47–48),⁶
- c) *obchodování na vlastní účet*,
- d) *zisk z nákupu a prodeje aktiv jakožto prostředník*,
- e) *malé nebo dokonce nulové otevřené pozice na konci obchodního dne*. Vysokofrekvenční market maker na trhu Chi-X končil s nulovou otevřenou pozicí v 39 % obchodních dnů pro „velké“ akcie a v 59 % pro „malé“ (Jovanovic, Menkveld, 2010, s. 24),
- f) *velmi krátká doba držení [aktiv/rizika]*. Studie Banky pro mezinárodní platby (BIS, Bank for International Settlements) tvrdí za odvolání se na účastníky trhu, že HFT firmy obchodující s cizími měnami drží riziko „obvykle méně než pět vteřin a často méně než jednu sekundu“,⁷

3 Převzato z Gomber et al., 2011, s. 76.

4 Citace ze studie jsou vyznačeny kurzívou.

5 Index OMXS 30.

6 Doba od zadání pokynu do prvního zrušení. Burza umožňuje částečné zrušení pokynu. V únoru 2012 byly trhy příznačně klidnější.

7 Nicméně ani týmu, který studii vypracoval, není jasné, co se pod tímto údajem přesně skrývá, neboli jakou metodou se k těmto číslům došlo. Patrně se jedná o pouhé odhady (BIS, 2011, s. 4).

- g) *nízké marže z jednoho obchodu* – HFT obchodník v nizozemských akciích, jehož chování podrobně studoval Menkveld, na jednom obchodu v průměru vydělal 0,88 eura (Menkveld, 2012, s. 18),⁸
- h) *požadavek nízké latence*, tj. rychlosti, s jakou algoritmy mohou reagovat na dění na trhu,⁹
- i) *umísťování výpočetní techniky co nejbližší trhům (co-location) nebo pronajímání tzv. proximity services* (zpracování dat co nejbližší burze). Díky tomu se latence dále snižuje,
- j) *koncentrace na vysoce likvidní aktiva*. HFT se zaměřuje na nejlikvidnější měnové páry jako EUR/USD, akcie s velkou tržní kapitalizací, úrokové futures a futures na státní obligace či akciové indexy.

Podrobnější pohled na těchto deset znaků ovšem odhalí, že řada z nich je buď odvozená z prvního kritéria – vysoké frekvence pokynů – nebo podružná. Druhý znak HFT – rychlé rušení pokynů – přímo vyplývá z vysoké frekvence, protože mají-li obchodníci (zejména pak tvůrci trhu, kteří kótují nejvíce), dosahovat vysoké frekvence obchodů, znamená to pro ně časté rušení nebo úpravu pokynů. Následující kritérium – obchodování na vlastní účet – lze označit za podružné, neboť není důležité, na čí účet společnost obchoduje.¹⁰ Čtvrtá charakteristika – zisk z role prostředníka – opět úzce souvisí s tou první. Pokud by bylo cílem aktiva držet po dlouhou dobu, nemělo by smysl provádět velké množství obchodů, které by pozici upravovaly minimálně. Zejména když se burze za každý obchod platí poplatek.

Následující znak – takřka uzavřené pozice na konci obchodního dne – lze opět počítat mezi ty méně důležité. Opět platí, že některé HFT firmy jej nespĺňují. U šestého kritéria mnohé závisí na tom, jak dobu držení aktiva definujeme. Považujeme-li dobu držení aktiva jako dobu, která uplyne mezi opačnými operacemi na trhu, musí vysoká frekvence obchodů vést ke kratší době držení. Jedině, že by chtěli obchodníci vybudovat velkou pozici na trhu po malých krocích a následně ji držet. Tento předpoklad není ale v souladu se strategiemi, které HFT společnosti používají (viz následující oddíl).

K nízkým maržím z jednoho obchodu vede logika trhu. Pokud by HFT slibovalo vysoké marže z velkého počtu obchodů, stalo by se velmi lukrativním, přilákalo by další společnosti a konkurence by výnosy srazila dolů. Osmý a devátý znak HFT souvisí s požadavkem rychle reagovat na změny na trhu. Lze argumentovat, že pokud máme dosahovat velké frekvence pokynů, tj. krátkých časů mezi nimi, musíme být

8 Na jednom akciovém titulu za jeden den pak 1416 eur.

9 Podle zprávy BIS operují firmy využívající HFT na Forexu s latencí menší než jedna milisekunda (BIS, 2011, s. 4).

10 Ačkoli se můžeme setkat s názorem, že tento znak je „důležitým rozdílem“ (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 10), existují i situace, kdy HFT společnost pronajímá svou celou infrastrukturu k obhospodařování určitého portfolia a sledování sjednaných obchodních strategií.

schopni reagovat na změny trhu adekvátně rychle. Čím delší latence (doba reakce), tím delší musí být pauzy mezi pokyny.

Poslední charakteristika – koncentrace na likvidní aktiva – je opět úzce spojena s tou první. Aby HFT společnosti pokryly své investice do náročných technologií, potřebují dosáhnout vysokých objemů obchodů. V méně likvidních aktivech by se prostředky vynaložené na nákup výpočetní techniky a vývoj algoritmů vrátily daleko později. Mimoto zde nemohou plně využít svou výhodu vysoké frekvence obchodů a rychlosti (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 4 a 21).

Pokud bychom měli jmenovat jeden znak typický pro HFT, je nejlogičtější vybrat vysokou frekvenci obchodů. Ostatní charakteristiky jsou buďto podružné nebo odvozené. Určitou výjimku mohou představovat některé specifické situace, zejména při *market makingu*. Vysoká frekvence obchodů rovněž vysvětluje, proč HFT musí být podskupinou AT, protože jen stroje jsou schopné vygenerovat a provést velké množství obchodních pokynů najednou. Rychlost, s jakou jsou obchody vykonávány, se jako hlavní znak HFT nehodí, protože existují i velmi rychlé algoritmy, které do HFT nespádají.¹¹

Otevřenou otázkou zůstává, můžeme-li najít jasnou hranici frekvence obchodů, od které můžeme obchodníka označit za vysokofrekvenčního, a zdali by tato snaha měla jiný než čistě akademický přínos. Jinou možností by bylo rozlišovat mezi algoritmičtým provedením pokynu (*algorithmic execution*) a algoritmičtým rozhodováním (*algorithmic decision-making*), jak činí studie o HFT z dílny BIS. I zde ovšem vyvstává problém. Není vůbec jasné, kde na poli automatizace procesů načrtnout dělící linii. Pod HFT by tak mohly spadnout obchodní modely, které většina odborníků za takové nepovažuje.¹²

2. Strategie používané v HFT

HFT není samo o sobě strategií, nýbrž nástrojem, jak co nejlépe vykonat některé, většinou již dávno známé, obchodní strategie.¹³ Podle Hagströmera a Nordéna jsou dokonce rozdíly mezi jednotlivými vysokofrekvenčními obchodníky a jejich strategiemi „tak významné jako rozdíly mezi HFT a ne-HFT aktivitou“ (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 27). Vysokofrekvenční obchodování strategie „mění“ pouze v tom smyslu, že lidský mozek je nahrazen algoritmem, který dokáže zpracovat a vyhodnotit

11 Například „zpravodajské“ algoritmy či ty na „drobení“ velkých obchodních pokynů. „Zpravodajské“ algoritmy reagují na nové informace na základě předem naprogramovaných vzorců chování. Snaží se co nejrychleji zpracovat agenturní zprávy a odhadnout, jaký budou mít na trhy dopad. K tomu využívají techniky „pročesávání textů“ (*text-mining*), nebo se spoléhají na již elektronicky předzpracované zpravodajství nabízené některými agenturami (například Bloomberg, Reuters, Dow Jones). „Drobicí“ algoritmy se používají k rozdělení velké operace na menší pokyny. Motivem využití podobných algoritmů je nepříznivá reakce trhu pro obchodníka. Algoritmus velkou operaci rozdělí a zamaskuje, čímž se minimalizuje vliv obchodu na trh (*market impact*). Pro obchodníka se tím sníží riziko tzv. nepříznivého výběru (*adverse selection*).

12 Například již zmíněné „zpravodajské“ algoritmy.

13 Tento názor sdílí mnohé studie (např. IOSCO, 2011, s. 24; Gomber et al., 2011, s. 24).

velké množství dat. Technologie dále umožňuje reagovat obchodníkovi na dění na trhu ve zlomcích sekundy. Ani rychlost sama o sobě není ovšem v žádném případě strategií, stejně jako strategie přežití geparda není běhat rychle, ale lovit antilopy.

HFT lze využít v celé škále strategií. Mezi nejznámější patří arbitráž, jejíž klasická podoba spočívá ve využívání cenových rozdílů stejného aktiva na různých trzích. Obdobně se lze zaměřit na finanční instrumenty vycházející ze stejného aktiva, tzn. finanční deriváty a jejich podkladová aktiva. Arbitráže cílí na neefektivitu na trzích, neboli situace, kdy trh neodráží věrně stav jiných trhů nebo realitu, jak ji vnímají obchodníci. Sofistikovanějším druhem této strategie je arbitráž statistická, při které se obchodník snaží vystopovat i ty nejjemnější korelace mezi příbuznými aktivy, např. německým akciovým indexem DAX a jeho americkým protějškem S&P 500.¹⁴ V případě arbitráží je „hyperrychlé tempo“ rozhodující, protože obchodní příležitost obvykle rychle zanikne – často činností konkurenčních firem.

Často uplatňovanou strategií je tzv. vytváření trhu (*market making*), kdy obchodník na trhu kótuje oboustranně, tj. zveřejňuje ceny, za které je ochoten daný finanční nástroj jak koupit, tak i prodat. Market makeři jsou označováni za poskytovatele likvidity, protože díky jejich činnosti likvidita na trhu roste. Naopak jiné strategie – například zmiňovaná arbitráž – většinou likviditu na trhu snižují.¹⁵ Zisk tvůrci trhu generují buď z rozdílu mezi nákupní a prodejní cenou (tzv. spreadu) anebo z poplatků, které za svou činnost dostávají od burz. Ty jsou *market makerům* ochotny platit, protože jejich aktivita zvyšuje likviditu na trhu. Poplatky také tvůrcům trhu umožňují zúžit spready, tj. snížit náklady obchodování pro ostatní obchodníky.¹⁶ Pro market makery je typická velmi vysoká frekvence obchodních pokynů, protože musejí často upravovat své kotace, aby snížili pravděpodobnost nepříznivého výběru (*adverse selection*). Podle studie o skandinávských akciích byli tvůrci trhu zodpovědní za „lvi podíl na celkovém objemu vysokofrekvenčních obchodů“ – 71,5% během srpna 2011 a 62,8% v únoru 2012 (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 4).

Mezi další HFT strategie patří *directional trading* (aktivní obchodování), kdy obchodník otevírá na trhu pozici (prodává či nakupuje aktiva) s cílem vydělat na budoucím cenovém pohybu. Jednou z technik, kterou lze při této strategii využít, je tzv. detekce likvidity (*liquidity detection*), kdy se obchodníci snaží odhadnout chování jiných účastníků trhu. Snaží se například zjistit, zda někdo rozdobil větší obchodní pokyn do menších. Pokud se domnívají, že takový obchod detekovali, mohou své chování upravit odpovídajícím způsobem.¹⁷ Tito obchodníci ale v žádném případě dopředu nevědí, co jiní na burze udělají. Nejedná se tedy o elektronickou verzi *front*

14 Scott Patterson ve své knize *Dark Pools* uvádí i *latency arbitrage*, obchodní model založený na využití malého zpoždění mezi burzami a dark pools, což jsou obchodní platformy, kde není vidět objednávková kniha (Patterson, 2012, s. 202).

15 *Liquidity providers versus liquidity takers*. Často se také mluví o strategiích pasivních a aktivních.

16 Alternativou k poplatkům, které burzy platí tvůrcům trhu, kteří se zavazují kótovat, je asymetrické zpoplatnění. V tomto modelu jsou aktivní obchody (snižující likviditu) zpoplatněny více než pasivní (zvyšující likviditu).

17 Podobnou technikou je *quote matching*, „ladění kotací“.

runningu, při kterém broker zneužíval svého postavení.¹⁸ Obchodníci s touto strategií pouze odhadují, co se na trhu stane, přičemž riskují, že se zmýlí. I přesto někteří tuto strategii kritizují (např. *What is Wrong With High Frequency Trading?*). Ačkoli strategie uvedené v tomto odstavci jsou často spojovány s HFT, používají je i jiní, nevysokofrekvenční algoritmičtí obchodníci.

Technikou, kterou již lze označit za predátorskou, bylo „bleskové obchodování“ (*flash trading*). Burzy v tomto případě nabízely některým obchodníkům možnost vidět pokyny jiných o něco dříve než ostatní účastníci trhu, což už velmi připomínalo *front running*, který je zakázán. Důvodem byla snaha burz do určité míry obejít systém NBBO¹⁹ a udržet si obchody u sebe. *Flash trading* se týkal jen amerických akciových a několika dalších trhů a řada burz ho po stížnostech sama zakázala.²⁰ Do této skupiny HFT technik patří i *pinging* (volně přeloženo oťukávání) neboli *sniping* (volně přeloženo odstřelování), které slouží k získávání informací o stavu objednávkové knihy, která v některých mimoburzovních systémech není vidět (tzv. dark pools), nebo lze tyto techniky použít k odhalení skrytých pokynů na burzách (Gomber et al., 2011, s. 29).

Poslední skupinu HFT strategií představují techniky, které se snaží ovlivnit trh. Jako příklad můžeme uvést *spoofing* (volně přeloženo mystifikování) a jeho o něco složitější verzi *layering* (vrstvení). Při *spoofingu* obchodník umístí na burze pokyn, jehož velikost a pořadí v objednávkové knize změní spread na jinou úroveň. Pravým účelem akce je ovšem obchodování na druhé straně knihy. Samotný „mystifikující“ pokyn je zrušen dříve, než je zobchodován (Gomber et al., 2011, s. 48). *Layering* pak strategii „vylepšuje“ tím, že obchodník na jednu stranu objednávkové knihy umístí viditelné kotace a současně na druhou stranu kotace skryté. Viditelné kotace povedou k posunutí trhu ve směru skrytých kotací, které jsou pak zobchodovány za výhodnější cenu (Linton et al., 2012, s. 25).

Burzy se snaží tyto nekalé techniky vymýtit, ale není vždy snadné oddělit od sebe zneužití trhu a zrušení kotace na základě jiných okolností. Obvykle burza musí nashromáždit dostatek statistických důkazů, jak ukazuje nedávný případ již zaniklé společnosti Swift Trade, která od britského dozorového orgánu FSA dostala v roce 2011 pokutu ve výši 8 miliónů GBP za *layering*. Podle burzy měla společnost v roce 2008, tedy o celé tři roky dříve, umístít ve 12 akciových titulech na londýnské akciové burze celkem 990 velkých pokynů, přičemž 99 % z nich bylo následně zrušeno.²¹

Studie BIS upozorňuje, že tyto „predátorské“ nebo „nefēr“ praktiky nejsou vůbec ničím novým. HFT pouze umožňuje jejich „high-tech and high-speed manifestation“ (BIS, 2011, s. 2). Vysokofrekvenční obchodování není strategií samo o sobě a navíc ho nelze jednoduše definovat. Jakékoli úpravy regulatorního rámce by se proto měly vztahovat na konkrétní strategie používané obchodníky na burzách a ne na HFT jako takové.

18 Například když měl pro klienta koupit velké množství akcií, sám si nejprve nějaké koupil.

19 NBBO = National Best Bid and Offer – systém, který agreguje kotace z jednotlivých burz

20 Například Nasdaq OMX Group a Bats Global Markets (Kisling, Westbrook, 2009).

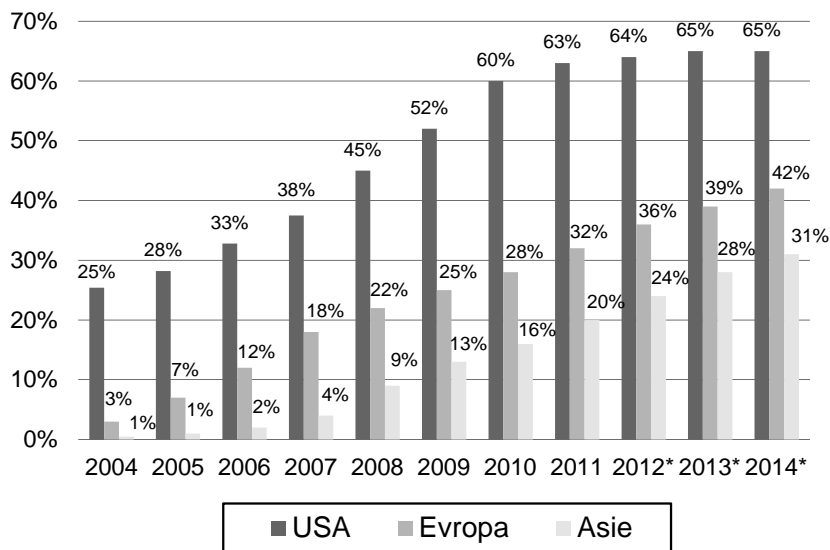
21 Oproti tomu malých kotací ve stejných akciích zrušil Swift Trade jen dvě třetiny (Masters, 2012).

3. Podíl AT/HFT na trhu

Vypočítat či jen odhadnout podíl HFT na trzích není snadné, protože ne vždy lze od sebe jednoduše oddělit HFT obchodníky od jiných druhů AT. Pokud burzy podobné statistiky vůbec vedou, jsou povětšinou schopny pouze rozpoznat, kdo pokyn zadal. Kdo o zadání pokynu rozhodl, algoritmus nebo lidský investor, se už nedoví. Případně mohou za HFT prohlásit veškeré pokyny, které byly odeslány z kolokovaných serverů, nebo byly zadány prostřednictvím přímého komunikačního rozhraní burzy (tzv. API). Například zmíněné „drobící“ algoritmy tak mohou být snadno započteny do HFT, ačkoli jím nejsou.

Většina studií o HFT se shodne na tom, že jeho podíl roste, a to na většině burz (akcie, futures, opce, měny, trh obligací), včetně některých neburzovních OTC trhů (např. BIS, 2011; Gomber et al., 2011). Co se týče celého AT, blíží se většina odhadů údajům sestavených poradenskou společností Aite Group (viz graf 1), které se opírají o údaje poskytnuté jednotlivými obchodními platformami.²² Obecně platí, že podíl AT (a s ním i HFT) na uskutečněných obchodech je nejvyšší v USA, pro jejichž akciové trhy se uvádí až 70%. V pořadí regionů následuje Evropa, kde asi třetina akciových obchodů připadá na AT. Pro asijsko-pacifický region se pak uvádí jen okolo 20%.

Graf 1
Podíl AT na akciových trzích



* Odhady.

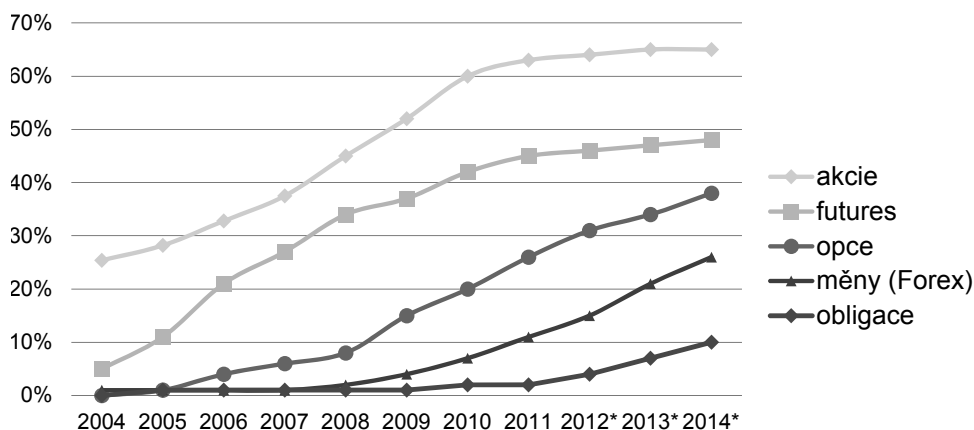
Pramen: Sestaveno Aite Group.

²² Částečně publikováno v *The fast and the furious*. *The Economist* [online]. 2012, Feb 25th [cit. 2012-11-20]. www.economist.com/node/21547988.

Co se týče finančních nástrojů, soustředí se AT na akcie a futures. Odhaduje se, že v USA podíly dosahují 60–70%, respektive 40–50% (viz graf 2). V Evropě je hodnota nižší – akcie mezi 20–35% a futures 30 až 40% (Gomber et al., 2011, s. 72).²³ Za akciemi a futures následují opce (v USA okolo 30%) a trh s cizími měnami, kde se globálně uvádí desetinový podíl (viz graf 2). Pro měnový trh Forex lze nicméně najít i daleko vyšší odhady, například 40 až 60% (BIS, 2011, s. 10). Na trhu obligací nedosahuje podíl AT ani 5%. Podíl AT/HFT stoupá i v komoditách, například futures kontraktech na ropu, zlato nebo plyn.

Graf 2

Podíl AT v jednotlivých finančních instrumentech – kromě měnového trhu Forex a obligací se jedná o trhy v USA



* Odhady.

Pramen: Sestaveno Aite Group.

4. Přínosy a rizika HFT

Diskuze o prospěšnosti HFT se točí zejména okolo otázky, zdali činí trhy likvidnějšími, tedy zdali je snazší aktivum na trhu prodat nebo koupit. I tento text se na tuto problematiku zaměřuje především. Dále se diskuze vede o tom, jestli s příchodem AT/HFT poklesla volatilita (pohyb cen). Protože na toto téma zatím nevyšly žádné obsáhlejší studie a empirická data nejsou příliš průkazná,²⁴ bude o tomto tématu pojednáno jen okrajově. Více pozornosti bude věnováno otázce, jestli AT/HFT zvýšilo efektivitu

²³ Hodnoty na základě odhadů evropských obchodních platforem.

²⁴ Na trzích se totiž odehrála celá řada událostí, které měly velký vliv na jejich volatilitu, např. americká hypoteční a evropská dluhová krize. K tomuto závěru došla i dvouletá studie *The Foresight Report* uveřejněná v říjnu 2012, kterou si k situaci na finančních trzích objednala britská vláda (Stafford, 2012).

trhů obecně, včetně snížení burzovních poplatků, a jestli se naopak příliš nezvýšila systémová a jiná rizika.

Likvidita

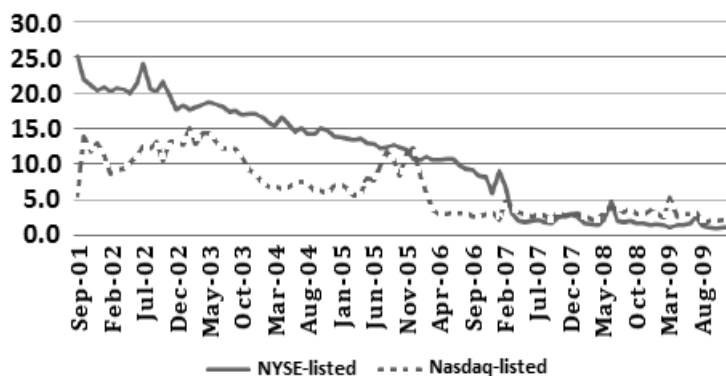
Ačkoli se v médiích můžeme často setkat s názorem, že AT a zejména HFT snižují „kvalitu trhu“ vyšší volatilitou cen a nižší likviditou, většina odborné literatury se shoduje na opaku. Tým pod vedením P. Gombera vyhodnotil celkem osm jiných studií na toto téma. Jen podle jedné z nich může HFT snížit efektivitu trhů. Jedna další pak došla k závěru, že „HFT může mít negativní dopad na kvalitu trhu za speciálních podmínek“. Nicméně „jasná většina studií našla důkazy, že HFT zvyšuje kvalitu trhu“ v podobě nižší krátkodobé volatility, vyšší likvidity a věrnějších cen aktiv (Gomber at al., 2011, s. 2 a 34). K závěru, že HFT snižuje volatilitu a prospívá likviditě trhů, došla také již zmíněná švédská studie o skandinávských akcích (Hagströmer, Nordén, 2012, s. 5).

Jak HFT/AT (zejména pak *market making*) přispívá k likvidnějším trhům, pochopíme, podíváme-li se blíže na vztahy mezi některými tržními charakteristikami. Nejprve je ale nutné určit, jak budeme likviditu trhu měřit. Zatímco její definice je poměrně jasná – jak je snadné aktivum prodat, resp. nakoupit – existuje několik způsobů, jak ji měřit. Jednu možnost nabízí sama rozšířená definice – jak je snadné aktivum prodat, resp. nakoupit, aniž by byla ovlivněna jeho cena (ČNB, 2012).²⁵ Likviditu tedy můžeme měřit jako změnu ceny (*price impact*) vyvolanou identickými obchody. Burza CME ve své čtvrtletní zprávě o likviditě ovšem správně upozorňuje, že měřit tento ukazatel není snadné. Nabízí proto další tři možnosti: a) šířka spreadů; b) hloubka trhu neboli objem kotací v objednávkové knize;²⁶ c) doba nutná k nalezení vhodné protistrany (CME, 2013, s. 1). Protože dobu čekání, podobně jako *price impact*, není snadné změřit (určitá data se ale nalézt dají – viz graf 3), zaměříme se především na spready a hloubku trhu.

25 Heslo „tržní likvidita“. ČNB – Slovník pojmů [online]. 2012 [cit. 2012-11-19]. www.cnb.cz/cs/obecne/slovník/t.html.

26 Často na hranách, tj. nejlepších cenách.

Graf 3
Rychlost zobchodování pokynů²⁷ na NYSE a Nasdaq



Osa y: sekundy.

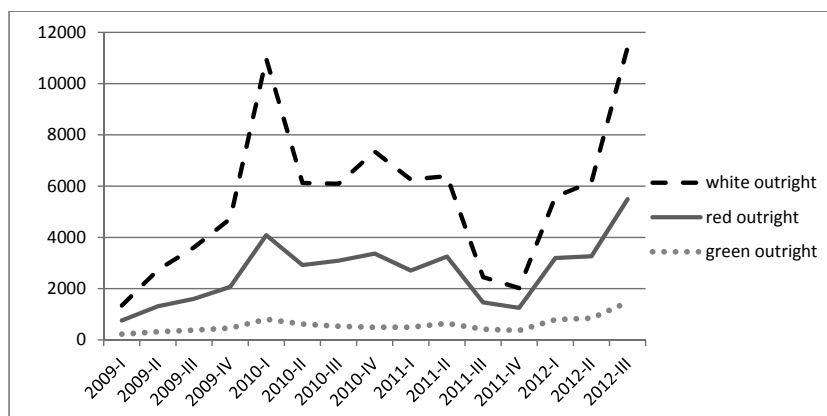
Pramen: Public Rule 605 Reports from Thompson (Angel et al., 2010, s. 22).

Chytré algoritmy a výkonná výpočetní technika umožňují obchodníkům reagovat na změny na trhu rychleji a efektivněji než dříve, lépe posoudit situaci panující na trhu a odhadnout například, s jakou pravděpodobností se bude měnit cena. To se odráží v klesající pravděpodobnosti, že začnou na obchodech prodělávat – snižuje se pravděpodobnost tzv. nepříznivého výběru (*adverse selection*). Nepříznivý výběr označuje situaci, kdy jedna strana obchodu disponuje informací, ke které má (zatím) přístup jen ona, a tuto znalost využije v neprospěch strany druhé. Přitom se vůbec nemusí jednat o ilegální činnost – jen někdo ví něco, co jiný ne.

Jelikož je pravděpodobnost nepříznivého výběru nižší, kótují obchodníci více a trhy se stávají hlubšími. Vývoj trhů za poslední desetiletí ovlivnila řada různých faktorů a vzestup AT byl jen jedním z nich. Přesto se nelze ubránit dojmu, že za nárůstem objemu nabízených obchodů pozorovaným v posledních letech stojí do značné míry AT/HFT (např. Hendershott et al., 2011, s. 1; Hasbrouck, Saar, 2012, s. 23 a 32; Menkveld, 2011, s. 4). Například průměrný objem kotací na hranách (nejlepších cenách) u futures kontraktu Euribor (green outright), kde je AT/HFT velmi aktivní, stoupl z 228 lotů v prvním čtvrtletí 2009 na 499 o čtyři roky později (graf 4). U kontraktu Eurodollar můžeme pozorovat podobný vývoj (graf 5).

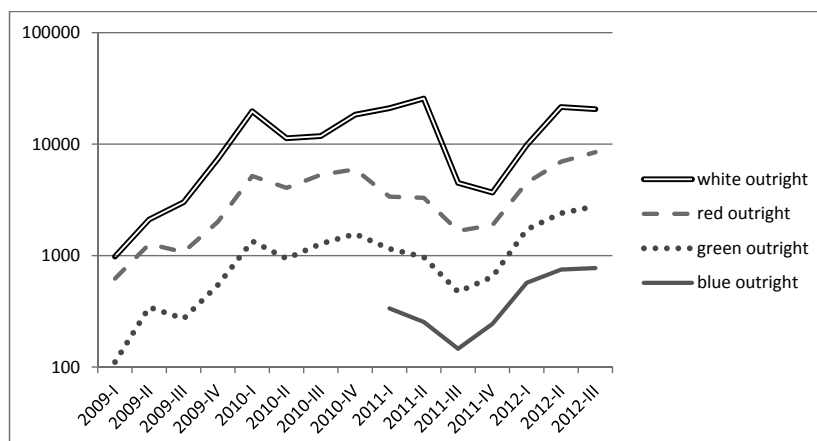
²⁷ Jak ho reportují burzy podle pravidla 605. Jedná se o *market orders* – pokyny, které jsou zobchodovány ihned, bez ohledu na cenu.

Graf 4
Průměrný počet kontraktů na hranách – Euribor²⁸



Pramen: RSJ.

Graf 5
Průměrný počet kontraktů na hranách – Eurodollar²⁹ – logaritmické měřítko



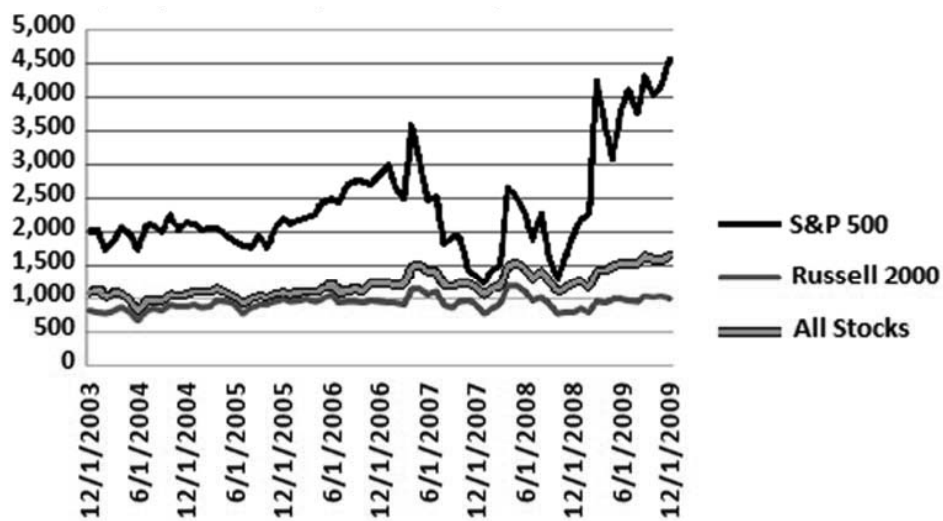
Pramen: RSJ.

28 Úrokový futures. Průměrné velikosti kotací na hranách, bez dvou a půl horních a dolních procent pozorování. Bez takzvaných eventů (situací, kdy se ohlašují důležité makroekonomické informace). Včetně implikovaných kotací. Snímky po 15 vteřinách. White outright – první čtyři expirace (vždy po třech měsících). Red – následující čtyři expirace. Green outright – další čtyři expirace. Pozorování od 8:30 do 19:00 středoevropského času (část obchodního dne, kdy se zobchoduje okolo 95 % objemu).

29 Úrokový futures. Průměrné velikosti kotací na hranách, bez dvou a půl horních a dolních procent pozorování. Bez takzvaných eventů (situací, kdy se ohlašují důležité makroekonomické informace). Včetně implikovaných kotací. Snímky po 15 vteřinách. White outright – první čtyři expirace (vždy po třech měsících). Red – následující čtyři expirace. Green outright – další čtyři expirace. Blue outright – rovněž čtyři expirace. Pozorování od 12:00 do 22:30 středoevropského času (část obchodního dne, kdy se zobchoduje okolo 95 % objemu).

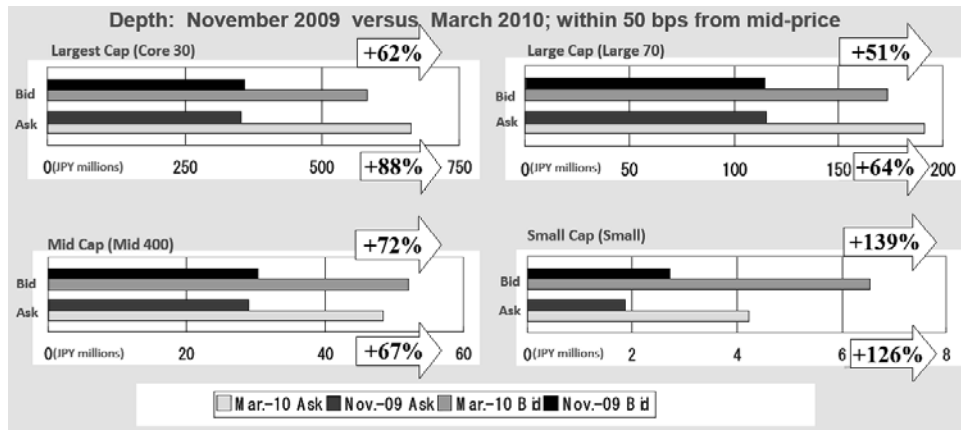
Obdobně došlo ke zvýšení objemu kotací v americkém systému NBBO, jak zachycuje graf 6. Nárůst zaznamenaly zejména akcie v indexu S&P 500, který sdružuje převážně americké společnosti s nejvyšší tržní kapitalizací. Rozdíl mezi nárůstem hloubky u S&P 500 na straně jedné a všech amerických akcií v průměru, případně u těch v indexu Russell 2000, který naopak sdružuje akciové společnosti s malou tržní kapitalizací, na straně druhé lze vysvětlit zvýšenou přítomností AT/HFT v likvidnějších aktivech.

Graf 6
Mediánový objem viditelných kotací v systému NBBO



Osa y: počet akcií na obou stranách objednávkové knihy.
Pramen: Knight Capital Group (Angel, et al., 2010, s. 14).

O kladném vlivu AT/HFT na hloubku trhů svědčí i údaje publikované tokijskou burzou o dopadu nového obchodního systému Arrowhead. Ten byl spuštěn v lednu roku 2010 a zejména snížením latence umožnil market makerům lepší řízení rizika. Mezi listopadem 2009 a březnem 2010 došlo k výraznému nárůstu (mezi 51 % a 139 %) objemu kotací (graf 7).

Graf 7**Spuštění Arrowhead – hloubka³⁰ trhu mezi listopadem 2009 a březnem 2010**

Pramen: Tokyo Stock Exchange (FIA, 2012, s. 16).

Diskuse se někdy vede nad kvalitou likvidity dodávané HFT společnostmi. Podle studie BIS si někteří účastníci trhu Forex stěžují, že HFT dodává likviditu pouze „na vrchol objednávkové knihy“ a pouze pro menší obchody, zatímco na likviditu pro větší objemy má negativní dopad.³¹ S argumenty, že se „zhoršila likvidita“ se lze setkat častěji. Většinou se ale jedná jen o názory nepřilíš nebo vůbec podložené (např. Grant, 2010).

Výše uvedené grafy a údaje o hloubce trhů sestavené burzou CME (viz tabulka 1) tento argument pro jiné trhy nepotvrzují. Že se nejedná jen o nárůst likvidity na vrcholu objednávkové knihy, nýbrž i na jiných stupních likvidity, ukazují grafy publikované čtvrtletně burzou CME (CME, 2013, s. 7).

³⁰ Hloubka je měřena jako celková hodnota pokynů v pásmu 50 bazických bodů od nejlepší ceny.

³¹ Jeden blíže nespecifikovaný obchodník se vůči autorům studie vyjádřil v tom smyslu, že zatímco se spready na měnovém páru EUR/JPY pro obchody menší než 5 mil. eur zúžily o 20%, pro větší obchody se rozšířily – pro obchody nad 20 mil. eur údajně dvakrát až čtyřikrát. Nelze vyloučit, že pro inkriminovaný měnový pár opravdu došlo ke zhoršení hloubky trhu, ale bohužel tvrzení není snadné empiricky ověřit (studie sama se o to nepokusila). BIS, 2011, s. 12.

Tabulka 1
Hloubka trhu na vrcholu objednávkové knihy (v lotech)

aktivum	červen 2009	prosinec 2009	červen 2010	prosinec 2010	červen 2011	prosinec 2011	červen 2012	prosinec 2012	změna mezi červnem 2009 a prosinem 2012 (násobek)
Eurodollars	479	1389	2665	1295	2900	1425	14629	24005	50,1
desetileté T-Notes	274	506	690	360	965	508	789	1637	6,0
E-mini S&P 500	440	579	410	896	614	369	456	460	1,0
EuroFX	14,7	27,2	24,5	25,2	23,9	26,2	33	55,6	3,8
japonský jen	11,9	16,6	18,3	16,5	20,7	18,9	19,2	25,6	2,2
surová ropa	8,3	7,1	7,9	11,3	6,9	7,1	9,2	8,9	1,1
obilí	745	62	96	78	4836	82	1556	45,5	0,1
zlato	5,7	6,6	5,9	5,4	5,8	3,8	4,6	6,3	1,1

Pramen: CME.³²

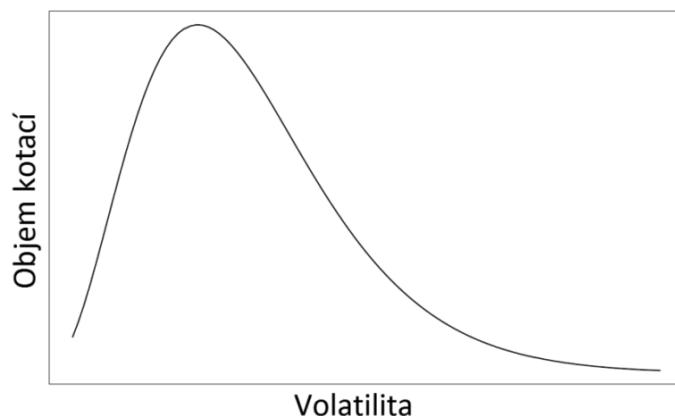
Díky hlubším trhům mají obchody menší dopad na cenu aktiva. Brogaard uvádí, že „pokud by HFT obchodníci nebyli součástí trhu, průměrný obchod o objemu sto akcií by zapříčinil pohyb ceny o 0,013 USD vyšší, než je tomu nyní. Obchody v objemu tisíc akcií by vedly k cenovému pohybu vyššímu o 0,056 USD“ (Brogaard, 2010, s. 2).³³ To, že se cenový dopad obchodů díky AT zmenšil, se pozitivně odráží na užších spreadech a nižší volatilitě.

Vztah mezi volatilitou a hloubkou trhu není přímočarý. Zatímco nízká volatilita obecně vede ke snížení rizika a tím pádem ke zvýšení objemu kotací na trhu, je to vyšší volatilita, co obchodníky na trh láká. Výraznější pohyby cen totiž obchodníkům umožňují vydělat více (Brogaard, 2010, s. 64). Vztah mezi volatilitou a hloubkou trhu by tak měl obecně připomínat křivku zvoncovitého tvaru (viz graf 8). Se zvyšující se volatilitou by objem kotací měl nejprve stoupat, od jisté míry pak začínat klesat. Bodem zlomu by měla být situace, kdy je pohyb cen natolik velký, že náklady na držení otevřených pozic začínají převažovat potencionální zisky z nich. A tyto náklady stoupají s rostoucí pravděpodobností prodělečného obchodu a tedy volatilitou.

³² Převzato z CME, 2013, s. 6.

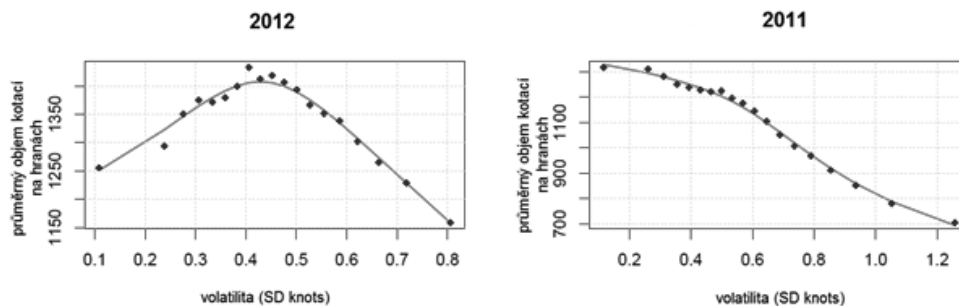
³³ Šlo o podrobné zkoumání 120 akciových titulů v systému NASDAQ.

Graf 8
Předpokládaná závislost objemu kotací na volatilitě



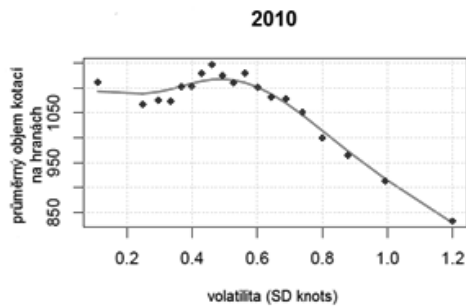
Právě popsaný vztah je teoretickým modelem, který nemusí platit pro všechny trhy. Často se zejména levá část křivky liší a objem kotací je i při nižší volatilitě vysoký (např. rok 2011 v grafu 9). Důvodem jsou patrně obchodníci, kteří při nízké volatilitě, tedy nižší možnosti výdělku, kotují větší objemy, aby zisk zůstal stejný. Řada trhů ovšem situaci popsanou v grafu 8 připomíná – například futures na akciový EuroStoxx50 nebo úrokový futures Euribor – viz grafy 9 a 10.

Graf 9
Závislost objemu kotací na volatilitě – futures na EuroStoxx50³⁴



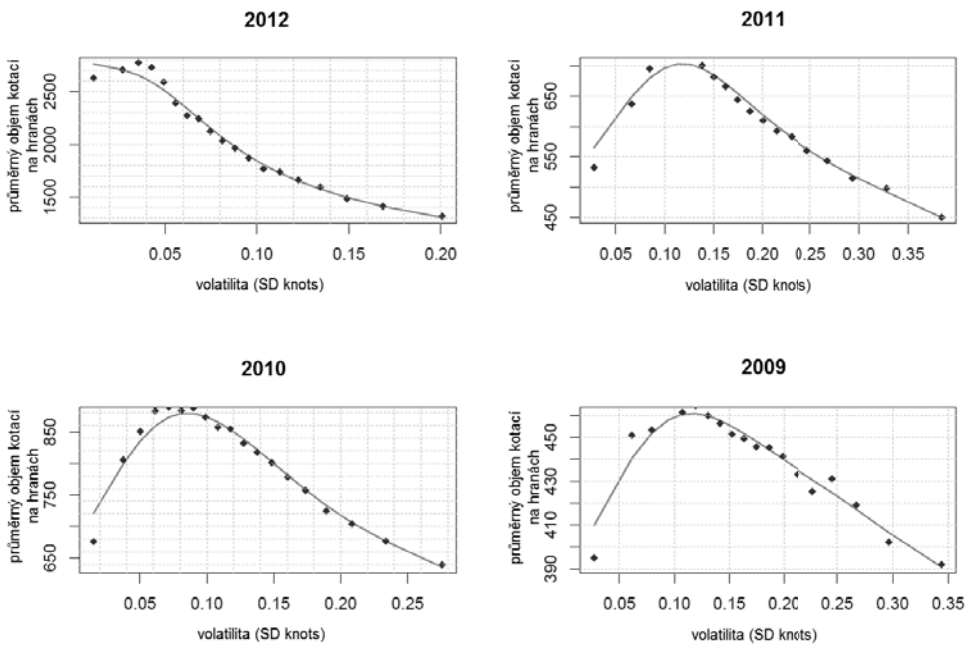
Pokračování na straně 18.

34 Futures na akciový index. Průměrné velikosti kotací na hranách, bez dvou a půl horních a dolních procent pozorování. Bez takzvaných eventů (situací, kdy se ohlašují důležitá makroekonomická data). Snímky po 15 vteřinách. Volatilita (vektor kvantilů s krokem 0,05) vyjádřená v SD knots – váha naměřených hodnot spojitě klesá s tím, že po šesti minutách má poloviční váhu. Průměrný objem je udáván v počtu kontraktů. V roce 2010 pozorování začínají 7. dubna.



Pramen: RSJ.

Graf 10
Závislost objemu kotací na volatilitě – futures na Euribor (green outright)³⁵



Pramen: RSJ.

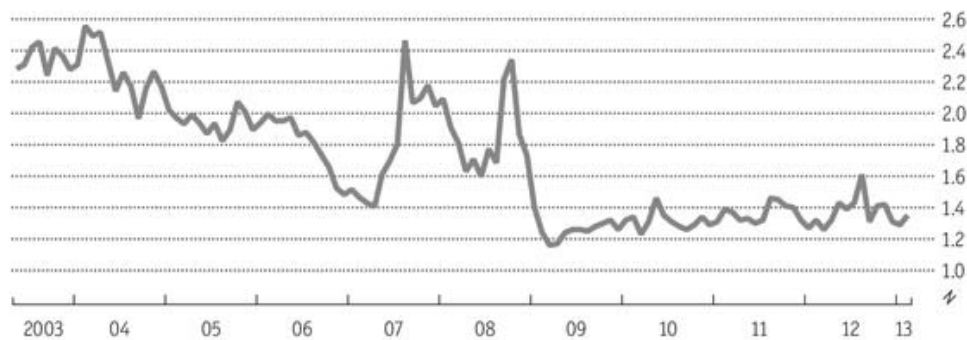
Bylo zmíněno, že HFT snižuje pravděpodobnost, že obchodníci začnou prodělavat. To se projevuje nejen v prohlubování trhů, ale i v užších spreadech. K nim vede

35 Úrokový futures. Průměrné velikosti kotací na hranách, bez dvou a půl horních a dolních procent pozorování. Bez takzvaných eventů (situací, kdy se ohlašují důležité makroekonomické informace). Včetně implikovaných kotací. Snímky po 15 vteřinách. Volatilita (vektor kvantilů s krokem 0,05) vyjádřená v SD knots – váha naměřených hodnot spojitě klesá s tím, že po šesti minutách má poloviční váhu. Pozorování od 8:30 do 19:00 středoevropského času (část obchodního dne, kdy se zobchoduje okolo 95% objemu). Průměrný objem je udáván v počtu kontraktů.

neustálá konkurence mezi jednotlivými účastníky trhu o to, kdo nabídne nejlepší cenu a obchody na sebe „stáhne“. To se odráží v nižších nákupních cenách a vyšších prodejních, neboli užších spreadech. Již zmiňovaný Brogaard píše, že HFT obchodníci kótovali za nejlepší ceny skoro v polovině doby (45 %), po kterou sledoval akcie na trhu NASDAQ (Brogaard, 2010, s. 64). Hranice, kam až si obchodníci v konkurenčním boji mohou dovolit zajít, se díky inovacím neustále posunuje. Podobně jako v případě hloubky trhů i u spreadů můžeme sledovat v posledních letech pozitivní vývoj, tedy jejich zužování – viz graf 11.

Graf 11

Mediánová velikost spreadů pro akcie v indexu S&P 500 (v centech USD)



Pramen: Knight Capital Group.³⁶

Obdobně i burza CME zaznamenala za poslední tři roky pokles spreadů. V nejlikvidnějších aktivech – například futures na EUR/USD nebo kontrakt Eurodollar – poklesly spready na šířku jednoho ticku, tzn. na nejmenší možnou. Zúžení se opět odehrálo hlavně v nejlikvidnějších aktivech (viz tabulka 2). Na trzích, kde je podíl AT/HFT nižší, nemuselo dokonce dojít ke zlepšení skoro vůbec – například ve futures na zlato nebo surovou ropu (zde hraje roli i vysoká volatilita). To napovídá, že za zlepšením spreadů stálo zejména AT. K tomuto závěru došly i jiné studie (např. Hendershott et al., 2011, s. 1; Hasbrouck, Saar, 2012, s. 23; Menkveld, 2011, s. 4).

36 Převzato z The fast and the furious. *The Economist* [online]. 2013, May 11th [cit. 2013-06-18]. www.economist.com/news/special-report/21577187-trading-equities-barely-profitable-these-days-many-banks-are-carrying.

Tabulka 2**Šířka spreadů na burze CME (v USD)**

aktivum	počet lotů	červen 09	červen 10	červen 11	červen 12	prosinec 12	velikost jednoho ticku	spread v prosinci 12 jako násobek ticku*
Eurodollars	500	15,91	12,98	12,59	12,6	12,5	12,5	1,0
desetileté T-Notes	500	29,98	15,75	15,64	15,64	15,93	15,625	1,0
E-mini S&P 500	500	16,37	17,37	13,07	15,66	15,85	12,5	1,3
EuroFX	25	25,88	15,17	15,96	13,48	13,12	12,5	1,0
japonský jen	25	31,64	24,14	20,13	20,56	15,45	12,5	1,2
surová ropa	25	28,06	19,87	33,76	26,36	26,07	10	2,6
obilí	25	20,26	24,09	36,77	14,71	12,76	12,5	1,0
zlato	25	42,93	41,33	36,84	52,07	32,41	10	3,2
* zaokrouhleno								

Pramen: CME, 2013, s. 7.

Pozitivní efekt zvýšené konkurence mezi trhy a nástupu AT/HFT, které je propojuje, zajímavě dokládá ve své studii z roku 2011 již zmíněný Menkveld. Jím prezentované grafy ukazují, jak s příchodem nové obchodní platformy Chi-X stoupl podíl HFT v nizozemských akciích (graf 12). Současně lze pozorovat snižování spreadů u nizozemských akciích ve srovnání s akciemi belgickými, které se neobchodovaly v systému Chi-X a nepůsobil v nich žádný HFT obchodník (graf 13) (Menkveld, 2011, s. 12). Celkově spready poklesly až o 50% (Menkveld, 2012, s. 2).

Graf 12**Podíl burzy Chi-X a HFT obchodníka na nizozemských akciích**

Pramen: Menkveld, 2011, s. 12.

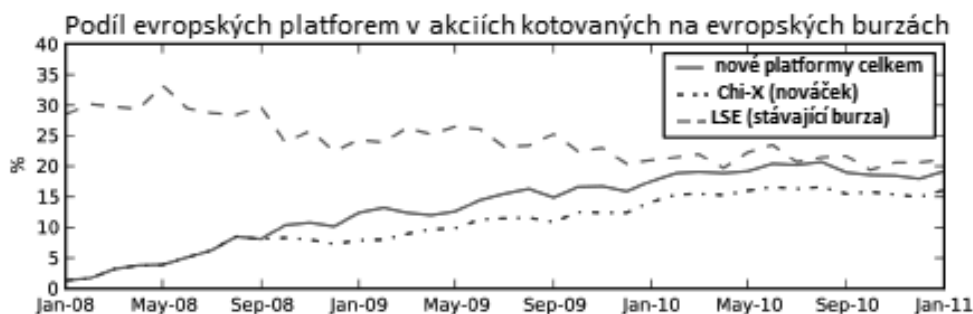
Graf 13**Rozdíl šířky spreadů mezi nizozemskými a belgickými akciami v % (osa y)**

Pramen: Menkveld, 2011, s. 12.

Závěry jiných studií a výše popsaný teoretický model podpořený empirickými pozorováními nasvědčují tomu, že AT/HFT a zejména strategie *market making* usnadnily obchodování na burze. V objednávkové knize se zvýšil objem kotací a došlo ke zmenšení nákladů obchodu v podobě užších spreadů. Toto stanovisko zastávají i samy burzy, například newyorská NYSE (NYSE, 2010, s. 7).

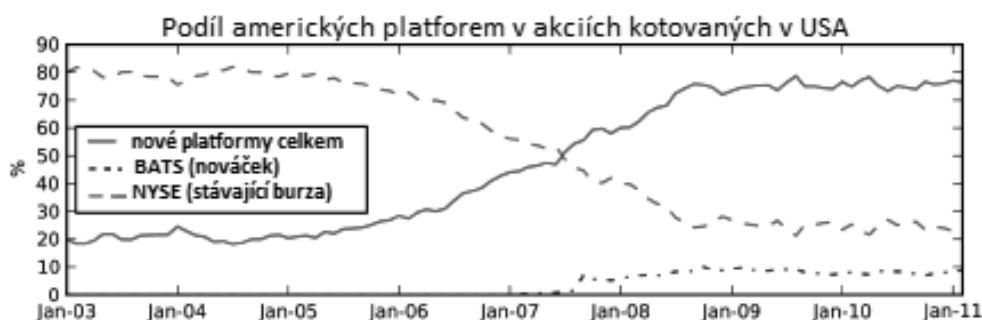
Efektivita trhů a burzovní poplatky

Menkveld ukazuje, jak přechod na elektronické obchodování, se kterým je AT/HFT neodmyslitelně spojeno, napomohl vzniku alternativních obchodních platform působících vedle tradičních burz (např. Chi-X v Evropě nebo BATS v USA). Před příchodem AT/HFT mělo několik velkých burz faktický monopol.³⁷ Elektronické obchodování tuto situaci podstatně změnilo (viz graf 14).

Graf 14**Podíl obchodních platform na objemu obchodů v Evropě a v USA**

Pokračování na straně 22.

37 V Evropě především London Stock Exchange, Deutsche Börse a Euronext.



Pramen: Barclays Capital Equity Research, FESE (Menkveld, 2011, s. 10).

Zostření konkurenčního boje mezi obchodními systémy se odrazilo v užších spreadech (viz nahoře), lepší infrastruktuře a v klesajících burzovních poplatcích (Friederich, Payne, 2011, s. 13). V roce 2000, kdy veškeré obchody ještě probíhaly přes klasické brokery, činil v Evropě průměrný poplatek pro institucionální investory 25–40 bazických bodů. O jedenáct let později, kdy se okolo dvou třetin obchodů institucionálních investorů provádí elektronicky (*no touch*), se poplatky za elektronické zprostředkování pohybují mezi jedním a třemi bazickými body. Rovněž i poplatky za „klasické“ zprostředkování (*high touch*) se snížily na 10 až 15 bodů (viz tabulka 3).

Tabulka 3

Průměrné poplatky pro institucionální investory v Evropě

metoda provedení pokynu	2000		2005		2011	
	% obchodů	poplatek*	% obchodů	poplatek*	% obchodů	poplatek*
"klasická" (<i>high touch</i> - telefon apod.)	100	25-40	70	15-20	30-40	10-15
"nová" (<i>no touch</i> - přímý přístup na burzu DMA)			30	7-8	60-70	1-3
* v bazických bodech (setinách procenta)						

Pramen: Odhady IMC (FIA, 2012, s. 10).

Vedle nových obchodních platform se díky elektronizaci trhů objevily i nové clearingové domy. Jen „poplatková válka“ mezi nově příchozím nizozemským EMCF a tradičním poskytovatelem clearingových služeb LCH.Clearnet snížila poplatky za clearing během jednoho roku na polovinu (Menkveld, 2011, s. 13).

V neposlední řadě vede AT/HFT k větší propojenosti trhů a tím k jejich vyšší efektivitě. Díky AT se související trhy chovají více předvídatelně a synchronizovaně. Když se na trhu objeví i sebemenší nepřesnost, protože některé aktivum nereaguje adekvátně na změny jiného aktiva, rozhoří se souboj algoritmů o to, kdo tuto příležitost využije nejlépe a nejrychleji. Ten nicméně nevede k vyšší volatilitě, více rozkývaným trhům, ale jen k tomu, že se změny přenášejí rychleji. HFT sjednocuje také geograficky rozdílné trhy se stejným aktivem. I investoři, kteří nevyužívají algoritmy „pročesá-

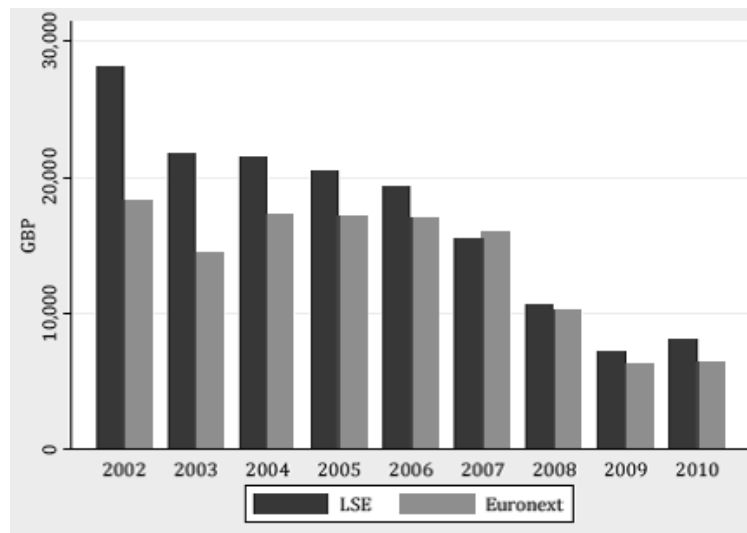
vající“ více trhů ve snaze najít co nejlepší cenu, jsou s ostatními trhy nepřímo propojeni činností algoritmických obchodníků. V principu tak získává výhody velkého trhu, aniž by musel opustit svůj domovský trh (Menkveld, 2011, s. 14). HFT obchodníci, kteří neustále porovnávají související trhy a snaží se nabídnout co nejlepší cenu, se také významnou měrou podílejí na procesu hledání ceny. Podle Brogaard dokonce ve větší míře než nevysokofrekvenční obchodníci (Brogaard, 2010, s. 2).

Systemová rizika a jiná úskalí AT/HFT

Příchod AT/HFT přinesl mnohé změny, jejichž dopad není jednoduché posoudit. „Nové štiky v rybníce“ bezpochyby zapříčinily, že velikost průměrné transakce se snižuje – viz graf 15.

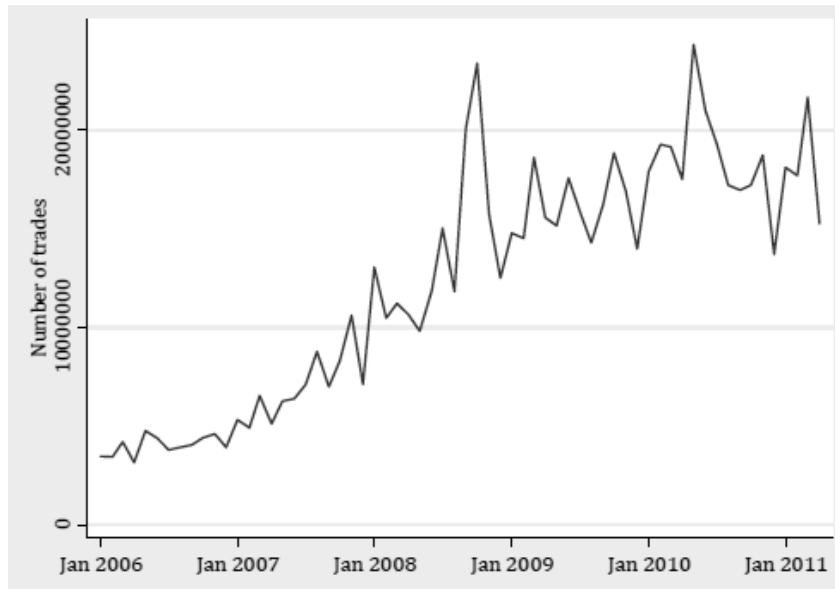
Graf 15

Průměrná velikost obchodu na LSE a Euronext (v GBP)



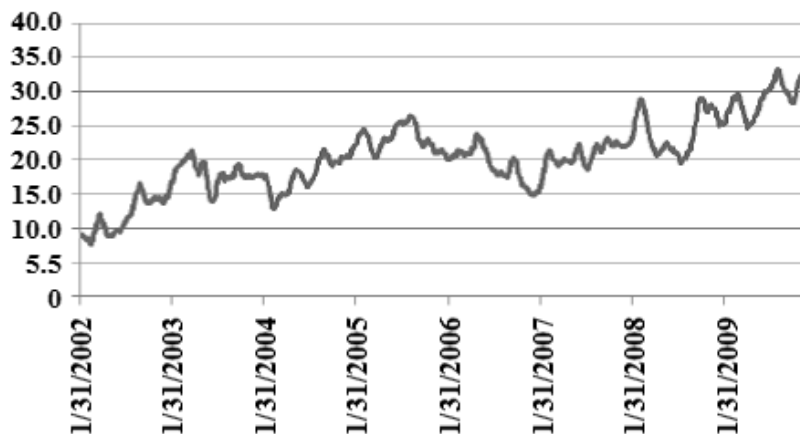
Pramen: Friederich, Payne, 2011, s. 18.

Současně stoupá počet obchodů (graf 16) a pokyny (kotace) jsou na burzu umísťovány častěji (např. Angel et al., 2010, s. 21).

Graf 16**Počet obchodů ve všech objednávkových knihách, akcie v indexu FTSE 100**

Pramen: Friederich, Payne, 2011, s. 16.

U těchto fenoménů je těžké posoudit, mají-li na kvalitu trhů blahodárný či negativní efekt. Například stoupající počet obchodů nemusí být *per se* nic špatného. Pokud market makeři plní svojí roli prostředníka, což zvyšuje efektivitu trhů, nutně to vede k vyššímu počtu obchodů. Co odpůrcům HFT vadí více, je rostoucí rychlost, s jakou jsou kotace opět rušeny. Na jeden obchod připadá stále více zrušených kotací (viz graf 17).

Graf 17**Poměr zrušených a zobchodovaných pokynů (NASDAQ ITCH)**

Pramen: Knight Capital Group (Angel et al., 2010, s. 23).

Kritici upozorňují, že velké množství kotací již není určeno k zobchodování, nýbrž jen ke zmatení jiných hráčů na trhu. Skutečně lze najít případy, kdy rychlé zadávání a rušení kotací slouží nekalým obchodním praktikám (viz výše). Na druhou stranu právě možnost rychle reagovat na změny na trhu je to, co algoritmickým obchodníkům, zejména pak market makerům, snižuje pravděpodobnost prodělečných obchodů. Bez této možnosti by museli kotovat méně nebo by se museli krýt širšími spready. Další obavou je, že časté zadávání a rušení pokynů zahlťují burzovní systém. Aby tomu burzy předešly, zavedly stropy pro rušení kotací.³⁸

Nejvíce odpůrci AT poukazují na systémová rizika, která nová forma obchodování přinesla. Nejčastějším příkladem, kdy HFT obchodníci měli způsobit chaos na trhu, je situace z 6. května 2010. Během tzv. flash crashe se začaly strmě propadat americké akciové burzy a následně i další trhy. Index Dow Jones Industrial Average ztratil během několika minut přibližně tisíc bodů. Už před tím se ovšem index propadl o 300 bodů, protože na trhu panovala nejistota ohledně situace v Řecku, kde tehdy začaly první protivládní protesty ve spojitosti s dluhovou krizí. Trhy se tedy jen stěží daly označit za klidné.

Přířknout vinu za náhlý propad HFT obchodníkům je zavádějící, i když až 80% amerických maloobchodních investičních poradců si myslí, že za propad mohli (Kirilenko et al., 2011, s. 2). Vše nasvědčuje tomu, že propad způsobil špatně vykonaný algoritmus kansaské investiční společnosti Waddell & Reed (Gordon, Wagner, 2010), který na trhu s futures na akciový index S&P 500³⁹ začal prodávat velké množství kontraktů bez ohledu na jejich cenu. Studie *The Flash Crash: The Impact*

³⁸ Order-to-trade ratio nebo order-to-execution ratio.

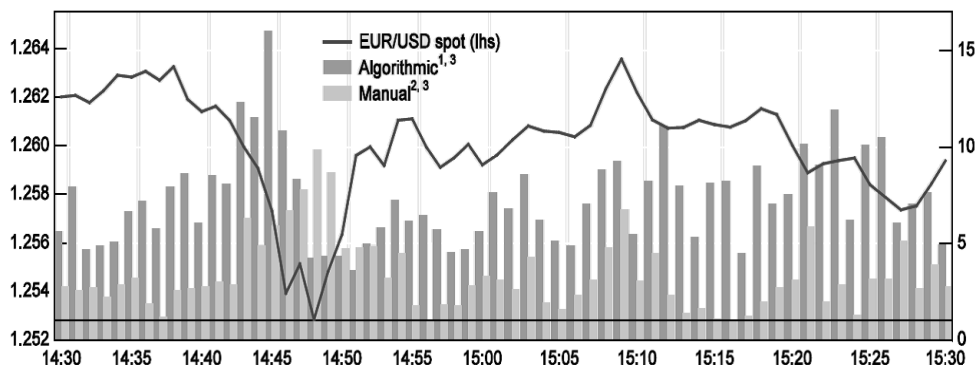
³⁹ E-mini S&P 500 stock index futures market.

of High Frequency Trading on an Electronic Market, která podrobně zkoumá strukturu obchodů na tomto trhu v daný den, jednoznačně konstatuje, že nebylo v silách HFT obchodníků ani krach vyvolat ani mu zabránit. Podle studie byl *flash crash* vyvolán prodejem 75 000 kontraktů (v hodnotě 4,1 miliardy dolarů), přičemž celková otevřená pozice všech HFT obchodníků dohromady přesahovala před krachem jen zřídka 3 000 kontraktů (Kirilenko et al., 2011, s. 5).

Oproti častému názoru (např. Salmon, 2012), že HFT obchodníci během *flash crashe* své chování podstatně změnili a trh do značné míry opustili, tvrdí práce čtyř amerických vědců opak. Zpočátku nakupovali kontakty od dlouhodobých investorů. Po několika minutách začali kontrakty prodávat, takže v určitém slova smyslu „zhoršili tendenci klesajících cen“. Došlo k tzv. efektu horké brambory, kdy si HFT obchodníci mezi sebou začali velmi rychle prodávat kontrakty, dokud padající ceny nepřilákaly dlouhodobé investory, kteří vstoupili na trh a kontrakty odkoupili (Kirilenko et al., 2011, s. 31). Graf 18 ukazuje obdobný nástup nealgoritmických obchodníků na forexovém trhu EUR/USD. Asi po půlhodině se situace uklidnila a trhy se vrátily na přibližně stejnou úroveň jako před *flash craschem*.

Graf 18

Počet pokynů zadaných algoritmicky a manuálně během 6. května 2010, trh EUR/USD



- 1 - počet pokynů umístěných algoritmickými obchodníky 6. května vydělený počtem pokynů jimi v průměru umístěných ve stejnou dobu během 25 předchozích obchodních dnů
- 2 - stejný údaj pro ne-počítačové obchodníky (*manual traders*)
- 3 - poměr vyšší než jedna (pravá osa y) znamená vyšší než průměrnou aktivitu

Pramen: EBS (BIS, 2011, s. 16).

V důsledku *flash crashe* byla v USA přijata opatření, která by měla opakování podobné situace zabránit. Jednak byly zakázány *stub quotes*, tj. pokyny, které jsou na burze záměrně umístěny tak daleko od skutečné ceny, že nejsou téměř nikdy zobchodovány. Pokud se cena aktiva příliš vychýlí, může dojít k jejich nečekanému zobchodování a situace se může zhoršit. K tomu mělo podle některých odborníků dojít právě před třemi lety (Gomber et al., 2011, s. 46). Dále pak americké úřady zavedly bezpečnostní pojistky (*circuit breakers*), které přerušují obchodování, začne-li se cena měnit příliš rychle. „Lidští“ obchodníci tak získají možnost zjistit, co změnu vyvolalo.

Dále se upravila pravidla pro situace, kdy burza zpětně zruší uskutečněné obchody, protože došlo k „chybnému obchodování“ (*erroneous trade*). Nejasnost ohledně těchto pravidel obchodníky často odrazovala od obchodování na volatilních trzích, ačkoli jejich zásah mohl trhy uklidnit.

Pro skutečnost, že v některých okamžicích je trh mělčí, než bývalo zvykem, lze najít i další důvody. Oproti „lidským“ market makerům se algoritmy vyhýbají otevírání příliš velkých pozic, protože jejich uzavření trvá déle, což může zvýšit náklady. Dalším důvodem „eratické“ likvidity je, že algoritmy se mohou stáhnout z trhu, pokud vývoj nepřipomíná nic, co „znají“, tedy pokud vývoj neodpovídá nějaké známé situaci z dřívějšíka. Navíc při tradičním obchodování na parketu jmenovaly burzy často oficiálního market makera, jehož povinností bylo „vzdorovat větru“, zejména v okamžicích snížené likvidity. HFT obchodníci a ani algoritmičtí tvůrci trhu takovou povinnost nemají (Menkveld, 2011, s. 14). Brogaard ve své práci z roku 2012 upozorňuje na možnost, že náhlé mizení likvidity mohou naopak způsobovat nevysokofrekvenční obchodníci, kteří ve chvílích zvýšené volatility opouštějí trh. Motivem má být strach z nepříznivého výběru ze strany HFT obchodníků, kteří nadále obchodují a právě v těchto situacích mohou dobře využít svůj rychlostní náskok (Brogaard et al., 2012, s. 27).

AT může vést k tomu, že algoritmy „propadnou panice“ a začnou stádně nakupovat či prodávat. Toto nebezpečí ale není ničím novým. I dříve, když o obchodech rozhodovali pouze lidé, ke stádnímu chování docházelo. Ostatně lze namítat, že AT představuje svým způsobem bezpečnější kombinaci, protože na obchodování algoritmu vždy dohlíží personál. Kombinace počítač-člověk by pak systém mohla činit robustnějším.

Krátkodobé bubliny nebo crashe nejsou pro ekonomiku jistě žádným přínosem, ale jsou to bubliny dlouhodobé, co dovede otrávit světovým hospodářstvím. Za hypoteční krizi v Americe nestály algoritmy, ale lidské rozhodnutí. Naopak existují výzkumy napovídající, že AT, včetně jeho HFT variant, neškodí zájmům dlouhodobých investorů. To platí i pro nejsledovanější trh, ten s americkými akciemi (Hasbrouck, Saar, 2012, s. 34).

Co se týče *flash crashů* a jiných „zmatení“ trhu, za kterými stály špatně naprogramované nebo vykonané algoritmy, stojí také za povšimnutí, že největší náklady často nese ten, kdo problémy způsobil. Nejnověji americká společnost Knight Capital, která kvůli chybnému algoritmu prodělala v srpnu 2012 během 45 minut 440 milionů dolarů (Rundle, 2012). Současně existovaly už od vzniku elektronických trhů podobné „lidské“ problémy – například tzv. fat-finger-error, kdy se nějaký obchodník „umáčkne“. Je znám i případ, kdy opilý obchodník umístil v červnu 2009 na trhu ICE tolik pokynů, že v jednom okamžiku měl být zodpovědný za až 69% obchodovaného objemu (Treanor, 2010).

Závěr

Vysokofrekvenční obchodování nelze jednoduše a jasně definovat. Za nejlepší kritérium, podle kterého můžeme usuzovat, jestli daný obchodník je vysokofrekvenční, lze považovat frekvenci jeho pokynů zasílaných na burzu. Není ale vůbec zřejmé, kde by měla ležet hranice mezi HFT a jinými druhy algoritmického obchodování. Navíc podobná snaha nebude mít jiný než čistě akademický přínos. Alternativou by bylo za HFT prohlásit obchodní modely, kde algoritmy rozhodují o celém životním cyklu burzovního pokynu (*algorithmic execution*). I v tomto případě by se ale jednalo o velmi hrubý nástroj. Pro potřeby regulace se jeví jako daleko lepší zaměřit se na jednotlivé strategie, které algoritmičtí obchodníci na trzích sledují.

Z empirických výzkumů vyplývá, že HFT obchodníci se často zaměřují na pasivní strategii vytváření trhů (*market making*). A je to právě tato strategie, která nejvíce přispívá ke kladnému efektu HFT na likviditu trhů, zejména ve formě užších spreadů a hlubších trhů. AT a HFT také umožnily vznik nových obchodních platforem, což se odrazilo v lepší infrastruktuře a nižších burzovních poplatcích. Současně AT/HFT fragmentované trhy propojuje a zvyšuje tak jejich efektivitu.

AT/HFT nepochybně na trzích způsobilo i řadu změn, jejichž dopad není zatím jednoduché posoudit. Některé z nich, například *flash crashe*, jsou jednoznačně negativní, ale zůstává otázkou, jak dalece ovlivňují efektivnost trhů. Také se nezdá, že by stejné či alespoň srovnatelné problémy neexistovaly před příchodem elektronických obchodníků.

Bezpochyby bude zapotřebí dalšího akademického výzkumu, aby se definitivně rozsoudila otázka, zdali pozitiva převažují negativa.⁴⁰ Většina studií, které zkoumají AT/HFT, dochází k závěru, že algoritmické obchodování, včetně jeho vysokofrekvenční varianty, trhům neškodí, spíše prospívá. Zejména *market making*, coby jedna z hlavních strategií řady HFT obchodníků, kvalitu trhů s nejvyšší pravděpodobností zvyšuje.

Literatura

- ANGEL, J.; HARRIS, L.; SPATT, Ch. Equity Trading in the 21st Century. 2010 [cit. 2013-01-23]. www.kcg.com/newsroom/pdfs/EquityTradinginthe21stCentury.pdf.
- BIS, BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *High-frequency trading in the foreign exchange market* [online]. 2011 [cit. 2013-01-23]. ISBN 92-9197-885-X. www.bis.org/publ/mktc05.pdf.
- BROGAARD, J. High Frequency Trading and Its Impact on Market Quality. 2010 [cit. 2013-01-23]. www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT_Trading.pdf.
- BROGAARD, J.; HENDERSHOTT, T.; RIORDAN, R. High Frequency Trading and Price Discovery. 2012 [cit. 2013-01-23]. <http://faculty.haas.berkeley.edu/hender/HFT-PD.pdf>.
- CME GROUP. *Liquidity Monitor: 4th Quarter 2013* [online]. 2012 [cit. 2012-11-20]. www.cmegroup.com/education/files/liquidity-monitor-2012-q4.pdf.

40 Na požadavku dalšího výzkumu panuje široká shoda (např. Hasbrouck, Saar, 2012, s. 32; Brogaard, 2012, s. 5).

- CVITANIC, J.; KIRILENKO, A. High Frequency Traders and Asset Prices. 2010 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1569067.
- FIA, FIA EUROPEAN PRINCIPAL TRADERS ASSOCIATION. *MiFID II Review – Algorithmic and high frequency trading (prezentace)* [online]. 2012 [cit. 2013-01-23]. www.futuresindustry.org/epta/downloads/Lentermanppt.pdf.
- FRIEDERICH, S.; PAYNE, R. Computer based trading, liquidity and trading costs. The Future of Computer Trading in Financial Markets – Foresight Driver Review – DR 5. 2011 [cit. 2013-01-23]. www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/computer-trading/11-1240-dr5-computer-based-trading-liquidity-and-trading-costs.pdf.
- GOMBER, P.; ARNDT, B.; LUTAT, M.; UHLE, T. High-Frequency Trading. 2011 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1858626.
- GORDON, M.; WAGNER, D. 'Flash Crash' Report: Waddell & Reed's \$4.1 Billion Trade Blamed For Market Plunge. *Huffington Post* [online]. 2010, October 01 [cit. 2012-11-21]. www.huffingtonpost.com/2010/10/01/flash-crash-report-one-41_n_747215.html.
- GRANT, J. High-frequency trading is 'chewing gum'. *Financial Times* [online]. 2010, October 20 [cit. 2012-11-20]. www.ft.com/intl/cms/s/0/0772d5be-dc75-11df-a0b9-00144feabdc0.html#axzz2CkhQrK7d.
- HAGSTRÖMER, B.; NORDÉN, L. The diversity of high frequency traders. 2012 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2153272.
- HASBROUCK, J.; SAAR, G. Low-Latency Trading. 2012 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1695460.
- HENDERSHOTT, T.; JONES, Ch; MENKVELD, A. Does Algorithmic Trading Improve Liquidity? *The Journal of Finance*. 2011, vol. 64, no. 1.
- IOSCO. Regulatory Issues Raised by the Impact of Technological Changes on Market Integrity and Efficiency. 2011 [cit. 2013-01-23]. www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD361.pdf.
- JOVANOVIC, B.; MENKVELD, A. Middlemen in Limit Order Markets. 2012 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1624329.
- KIRILENKO, A.; SAMADI, M.; KYLE, A.; TUZUN, T. The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market. 2011 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1686004.
- KISLING, W.; WESTBROOK, J. Flash Trade Halt Backed for Nasdaq, Bats as SEC Votes (Update1). *Bloomberg* [online]. 2009, September 18 [cit. 2013-01-23]. www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aCHizjnQq73E.
- LINTON, O.; O'HARA, M.; ZIGRAND, J. P. Economic impact assessments on MiFID II policy measures related to computer trading in financial markets [Working paper]. 2012 [cit. 2013-01-23]. www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/computer-trading/12-1088-economic-impact-mifid-2-measures-computer-trading.
- MASTERS, B. Defunct day-trading group challenges FSA. *Financial Times* [online]. 2012, June 11 [cit. 2013-01-23]. www.ft.com/intl/cms/s/0/c834ceac-b3cd-11e1-a3db-00144feabdc0.html#axzz1y8WdaHHT.
- MENKVELD, A. Electronic trading and market structure. The Future of Computer Trading in Financial Markets – Foresight Driver Review – DR 16. 2011 [cit. 2013-01-23]. www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/computer-trading/11-1234-dr16-electronic-trading-and-market-structure.pdf.
- MENKVELD, A. High Frequency Trading and the *New-Market Makers*. 2012 [cit. 2013-01-23]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1722924.
- NYSE EURONEXT. *Trader Update Forum (prezentace Boba Aira)* [online]. 2010 [cit. 2013-01-23]. www.nyse.com/pdfs/TraderUpdateForumCH6-10BA.pdf.
- PATTERSON, S. *Dark Pools*. New York : Random House Business Books, 2012. ISBN 978-1847940971.
- RUNDLE, M. Knight Capital Loses \$440m In 45 Minutes Due To 'Computer Glitch'. *Huffington Post UK* [online]. 2012, August 03 [cit. 2012-11-20]. www.huffingtonpost.co.uk/2012/08/03/knight-capital-loses-440-million_n_1736399.html.

- SALMON, F. The problem with high frequency trading. *Reuters* [online]. 2012, October 6 [cit. 2012-11-20]. <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2012/10/06/the-problem-with-high-frequency-trading>.
- STAFFORD, P. UK report urges rules to limit HFT risks. *Financial Times* [online]. 2012, October 23 [cit. 2012-11-21]. www.ft.com/intl/cms/s/0/15c8edfe-19f6-11e2-a379-00144feabdc0.html#axzz2Ckh-QrK7d.
- TREANOR, J. Drunk trader banned for buying 7m barrels of oil after binge. *The Guardian* [online]. 2010, 29 June [cit. 2012-11-20]. www.guardian.co.uk/business/2010/jun/29/drunk-oil-trader-banned-fsa.
- What is Wrong With High Frequency Trading? (Interview with Sal Arnuk). *HFT Review* [online]. 2010, June 14 [cit. 2013-01-23]. <http://w.highfrequencytradingreview.com/pg/blog/mike/read/5320/what-is-wrong-with-high-frequency-trading>.

DEFINITION, BENEFITS AND RISKS OF HIGH-FREQUENCY TRADING

Abstract: The paper deals with high-frequency algorithmic trading (HFT), which has recently come to dominate some financial markets, e.g. the US equity markets. The author first attempts to establish a clear definition of high-frequency trading. With the most important characteristics having been analysed, it is concluded that such a definition would not bring more clarity into the debate over HFT. Strategies pursued by traders should be given consideration instead. On this account, the text proceeds with the examination of the most common strategies. Afterwards, the question is raised whether the rise of high-frequency algorithmic traders has resulted in more efficient financial markets. Based on robust evidence from academic research, important market participants and exchanges, HFT indeed seems to improve market quality by narrowing spreads and providing additional liquidity – the market-making strategy is mainly responsible for the latter. Issues such as possible system risks (flash crashes, herd behaviour) are also discussed.

Keywords: high-frequency trading, algorithmic trading, definition, market quality

JEL Classification: G10, G14