



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Handel wysokiej częstotliwości



Projekt: „WSISIZ DLA GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY (GOW) - Z NAMI UŁOŻYSZ SWOJĄ PRZYSZŁOŚĆ”
jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
Poddziałanie 4.1.1. „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni”

Plan prezentacji

- Flash Crash
- Istotne pojęcia rynku kapitałowego
- Czym jest HFT?
- Technologia i organizacja
- Algorytmy
- Kluczowe regulacje w historii HFT
- Przyszłość

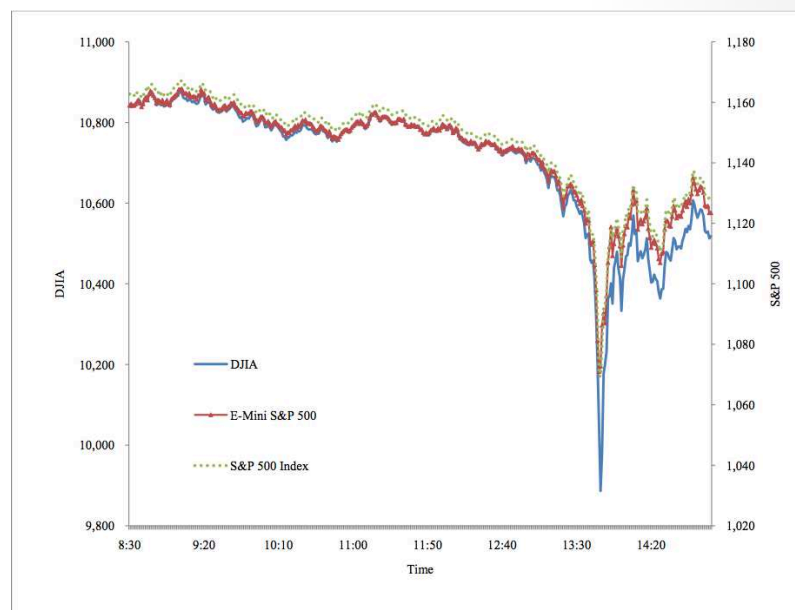


Flash Crash

Flash Crash 6 maja 2010

O 2:45 DJIA spadł nagle o 1010 punktów (9%), by po chwili wrócić do wcześniejszego poziomu. To drugi największy w historii spadek i wzrost tego indeksu w ciągu jednego dnia. Spadek o 300 punktów o 2:42 wywołał gwałtowną wyprzedź, która w ciągu następnych 5 minut sprowadziła indeks do poziomu o 9% niższego. Po kolejnych 20 minutach indeks prawie powrócił do wcześniejszego poziomu.

Spadek został wywołany przez sprzedaż przez Waddell & Reed 75000 kontraktów E-Mini na S&P 500 o wartości ponad 4 mld USD w ramach kontraktu zabezpieczającego (hedge).



Flash Crash

Twitter Flash Crash 23 kwiecień 2013

Ostatni istotny flash crash zdarzył się 23 kwietnia 2013 roku. Hacker (z Syrii?) zdobył dostęp do konta agencji Associated Press na Tweeterze i wysłał tweet z informacją o wybuchu w Białym Domu i ranieniu Prezydenta Obamy. To w ciągu sekundy wywołało spadek Dow Jones o 150 punktów (1%) - kapitalizacja giełdy zmniejszyła się o 136 mld USD. Rynek wrócił do równowagi po 3 minutach.



Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Rynek regulowany

- Działający w sposób stały, zorganizowany system obrotu instrumentami finansowymi, który podlega nadzorowi właściwego organu (w Polsce KNF), zapewnia inwestorom powszechny i równy dostęp do informacji rynkowej w tym samym czasie, przy kojarzeniu ofert nabycia i zbycia instrumentów finansowych oraz jednakowe warunki nabywania i zbywania tych instrumentów, dopuszczonych do obrotu na tym rynku.
- W ramach rynku regulowanego wyróżnia się rynek giełdowy i rynek pozagiełdowy.
- Rynek pozagiełdowy to zdecentralizowany rynek, na którym transakcje są zawierane bezpośrednio między dwoma podmiotami i poza giełdą zwykle za pośrednictwem telefonu, poczty elektronicznej, czy własnych systemów elektronicznych.

Przykłady rynków regulowanych w Polsce:

Giełda Warszawska (rynek giełdowy)
Catalyst (GPW-detal) (rynek giełdowy)

MTS-CeTO (rynek pozagiełdowy)
Catalyst (BondSpot-hurt) (pozagiełdowy)

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Rynek nieregulowany (Alternatywny System Obrotu)

- Odrębny od rynku regulowanego system kojarzący oferty kupna i sprzedaży instrumentów finansowych w taki sposób, że do zawarcia transakcji dochodzi w ramach tego systemu, zgodnie z określonymi zasadami [KNF 2011].
- Organizowany przez firmę inwestycyjną lub spółkę prowadzącą rynek regulowany wielostronny system obrotu papierami wartościowymi lub instrumentami pieniężnymi dokonywany poza rynkiem regulowanym, zapewniający koncentrację popytu i podaży (Szczepankowski 2008)

Przykłady rynków nieregulowanych w Polsce:

NewConnect (GPW)

Catalyst (BondSpot-hurt)

Catalyst (GPW)

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Najważniejsze różnice

- Rynek regulowany podlega nadzorowi (w Polsce – KNF)
- Zasady dopuszczania do obrotu na rynku regulowanym giełdowym są bardziej restrykcyjne niż analogiczne zasady dla rynku pozagiełdowego i dużo bardziej restrykcyjne niż dla rynku nieregulowanego. W szczególności wejście na ASO nie wymaga przygotowania prospektu emisyjnego, co obniża koszt pozyskania kapitału. Ponadto na rynku regulowanym mogą znaleźć się podmioty, których kapitalizacja nie jest niższa niż mówią o tym właściwe regulacje.
- Wymogi informacyjne dla rynków regulowanych są znacznie wyższe niż dla rynków nieregulowanych.

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Europejskie alternatywne systemy obrotu (MTF)

- **MTF** (Multilateral Trading Facility – Wielostronna Platforma Obrotu) to wielostronny system obsługiwany przez przedsiębiorstwo inwestycyjne lub podmiot gospodarczy, który kojarzy transakcje strony trzeciej w dziedzinie kupna i sprzedaży instrumentów finansowych w systemie i zgodnie z regułami innymi niż uznaniowe w sposób skutkujący zawarciem kontraktu [MIFID Dyrektywa 2004/39/WE]. Jako MTF działa większość europejskich rynków alternatywnych.

Uwagi

- MTF muszą zapewnić pełną informację o ofertach i transakcjach tak szybko, jak to tylko jest możliwe.
- Cenniki muszą być publiczne odnosić się do wszystkich uczestników rynku.
- Musi istnieć „rulebook” informujący, jak działa system i jak można zostać uczestnikiem

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Amerykańskie alternatywne systemy obrotu (ATS)

- **ATS** (Alternative Trading Systems – Alternatywne Systemy Obrotu) Zgodnie z Regulacją ATS: SEC (Rule 300): Organizacja, stowarzyszenie, grupa osób, osoba lub system, które stworzyło lub zarządza rynkiem obrotu papierami wartościowymi skupiające kupujących i sprzedających, i nie wprowadzające ograniczeń co do postępowania uczestników innych niż z ściśle określonego zakresu. Efektywnie jest to to samo co MTF w Europie.
- **ECN** (Electronic Communication Network) – ATS w którym podmiot organizujący dostarcza pełną bieżącą informację o ofertach i transakcjach
- **Dark Pool** – ATS w którym informacja o ofertach i transakcjach nie jest dostarczana

Uwagi

- Niektórzy inwestorzy instytucjonalni cenią sobie Dark Poole, nie muszą bowiem ujawniać swojej często znacznej oferty kupna bądź sprzedaży, przez to minimalizowany jest wpływ na rynek. Z drugiej strony cena jest często uzgadniana bezpośrednio, rynek staje się więc mniej przezroczysty.



Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Amerykańskie i europejskie giełdy i platformy obrotu - przykłady

- **NYSE** – giełda amerykańska istniejąca od 1817 roku.
- **LSE** – giełda brytyjska istniejąca od 1801 roku.
- **Euronext** – utworzone w 2000 roku połączenie giełd: paryskiej, amsterdamskiej, lizbońskiej i belgijskiej, do którego rok później przystąpiła giełda londyńska LIFFE (London International Financial Futures and Options Exchange).
- **Archipelago** – założony w 1997 w USA jako jeden z pierwszych ECN, przekształcony w giełdę w 2006 roku, połączył się z NYSE w 2007 tworząc **NYSE Group** – właściciela NYSE, i nowo utworzonych **NYSE Arca** (ECN) i **NYSE Arca Europe** (MTF). NYSE Arca pierwszy skopiował niskie prowizje NASDAQ dla akcji notowanych na NYSE. Według stanu na 2009 jeden z 3 największych ECN na świecie.

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Amerykańskie i europejskie giełdy i platformy obrotu - przykłady

- **NYSE Euronext** – w 2007 roku NYSE Group połączył się z Euronext tworząc korporację finansową NYSE Euronext zarządzającą wieloma giełdami europejskimi i amerykańskimi w tym NYSE. W 2008 roku NYSE Euronext nabył giełdę American Stock Exchange.
- **Chi-X** – założony przez Instinet i 12 wielkich europejskich banków w 2007 roku tuż przed wprowadzeniem regulacji MiFID i przez długi czas był największym europejskim MTF (w 2009 roku 9,1% obrotu kilku największych giełd).
- **BATS** – został założony przez Davida Cummingsa- programistę w 2005 w USA jako ECN (Better Alternative Trading System). W 2008 uzyskał w USA prawa Giełdy.
- **BATS Europe** – założony przez BATS w 2008 jako MTF, w 2011 kupił Chi-X. W 2013 przekształcony w giełdę. Obecnie jest największą giełdą w Europie pod względem obrotów.

Istotne pojęcia rynku kapitałowego

Amerykańskie i europejskie giełdy i platformy obrotu - przykłady

- **Turquoise** (MTF Dark Pool) (powstał w 2008 z inicjatywy 7 największych banków europejskich i w ciągu roku zdobył 7% rynku w GB, w 2010 LSE kupił 51% akcji i zdecydował o przeniesieniu operacji z platformy Tradeexpress na Millenium IT.
- **NASDAQ** – założony w 1971 roku jako pierwszy na świecie elektroniczny rynek OTC podlegający regulacjom FINRA (Financial Industry Regulatory Authority) pozostał takim aż do 1988 (jedynie notowania). Po krachu 1987 zobowiązany do respektowania regulacji SOES (Small Order Execution System) i przyjmowania zleceń elektronicznych. W 2006 stał się giełdą (status National Securities Exchange).
- **NASDAQ OMX** – międzynarodowa grupa finansowa z siedzibą w NYC, powstała po zakupie przez NASDAQ w 2008 roku szwedzko-fińskiej grupy finansowej OMX zarządzającej 8 giełdami europejskimi krajów nordyckich i bałtyckich.

Czym jest HFT?

Case study 1 (Historia Steve'a Swansona)

1989 rok. Steve Swanson ukończył matematykę na uniwersytecie w Charston, USA. Namówiony przez profesora statystyki Jima Hawkesa i pod jego kierunkiem pracując 16 godzin na dobę podjął próbę zbudowania algorytmu opartego o pomysł ich znajomego, profesora finansów na uniwersytecie Rutgersa - Dawida Whitcomba.

1989 rok. Wspólnicy powołali firmę ATD (Automated Trading Desk) animatorów rynku NASDAQ i opracowali system BORG (Brokered Order Routing Gateway), który przewidywał ruchy cen akcji z wyprzedzeniem 30 – 60 sekund.

2006 rok. Firma ATD miała 120 klientów – brokerów i generowała obrót (transakcje) 200 mln akcji dziennie (6%-7%) rynku USA.

2007 rok. Firma została kupiona przez Citi Group za 680 mln USD.

Czym jest HFT?

Case study 2 (Historia Jacoba Lovelessa)

2003 rok. JL powołany na szefa zespołu Cantor Fitzgerald dla zbudowania systemu HFT dla firmy handlującej kontraktami terminowymi i obligacjami – powstały system potrafi podjąć decyzję o złożeniu zlecenia i efektywnie je wysłać w ciągu 10 milisekund (3.2-GHz Xeon)

2004 rok. System składa zlecenie w ciągu 5 milisekund (3.6-GHz Nocona)

2005 rok. Czas złożenia zlecenia jest już około 2 milisekund (zmodyfikowane jądro LINUX i nowe serwery HP)

2009 rok. Czas złożenia zlecenia poniżej 1 milisekundy i celem jest osiągnięcie dla „tick to trade” poziomu 250 mikrosekund [= przyjęcie pakietu na interfejsie karty sieciowej, przetworzenie tego pakietu, przepuszczenie go przez logikę biznesową, wysłanie pakietu zlecenia do interfejsu sieciowego karty sieciowej] (zastosowane jądro czasu rzeczywistego z wyłączeniem obsługi sterowników – kernel bypass drivers)

2010 rok. Tick to trade osiągnął wartość 250 mikrosekund

Czym jest HFT?

Definicje HFT

Termin nie jest jak dotąd wyraźnie określony jednak:

- HFT to ogólny termin dla określenia podejmowanych przez firmy brokerskie strategii inwestycyjnych korzystających z minimalnych różnic notowań na rynkach kapitałowych. Bardzo liczne decyzje inwestycyjne są w każdym przypadku podejmowane całkowicie automatycznie przez złożone algorytmy w bardzo krótkich chwilach czasowych często krótszych niż 5 milisekund.

Na posiedzeniu Komitetu Doradczego ds. Technologii CFTC (Commodity Futures Trading Commission) w 2012 roku przyjęto taką definicję:

- HFT to rodzaj handlu automatycznego stosującego:
 - ✓ Algorytmy podejmowania decyzji, generowania zleceń, rutowania i egzekucji każdego pojedynczego zlecenia bez ludzkiej ingerencji
 - ✓ Technologię „law-latency” zaprojektowaną by minimalizować czas odpowiedzi a także usługi kolokacji
 - ✓ Dużej szybkości połączenia do giełd
 - ✓ Wysoką częstotliwość komunikatów (zleceń, anulacji, kwotowań)

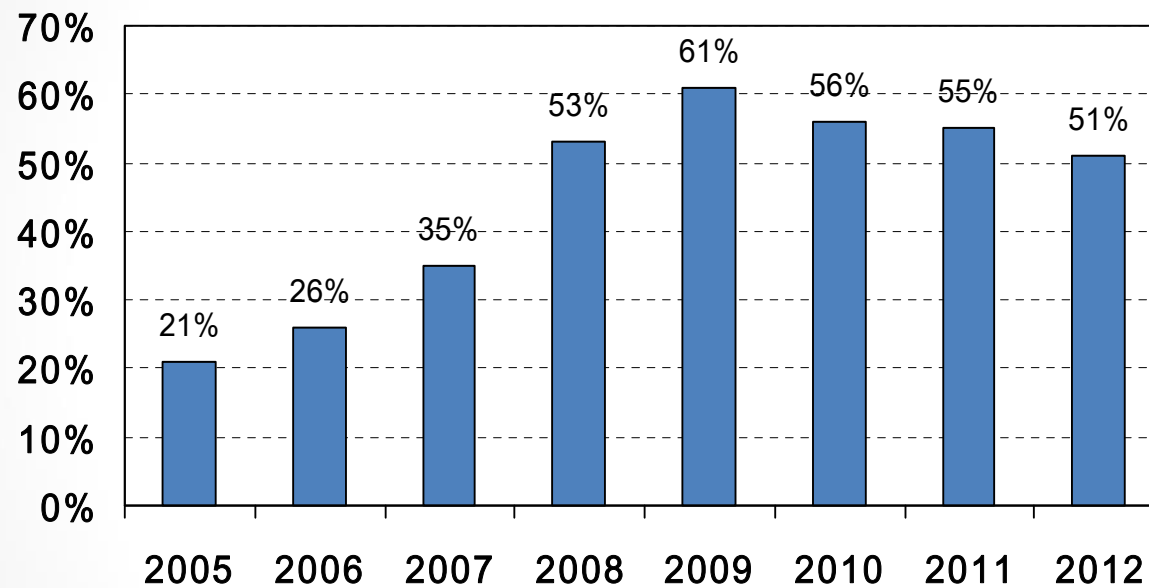
Czym jest HFT?

Kto zajmuje się handlem HFT

- Małe silnie skomputeryzowane i działające na własny rachunek firmy, które uczyniły z tego zawód.
- Market Makerzy
- Quantitative Hedge Funds – firmy działające na rzecz swoich klientów i pieniędzmi swoich klientów, których działalność opiera się na dokładnie przygotowanych matematycznych modelach inwestycyjnych
- Banki inwestycyjne

Czym jest HFT?

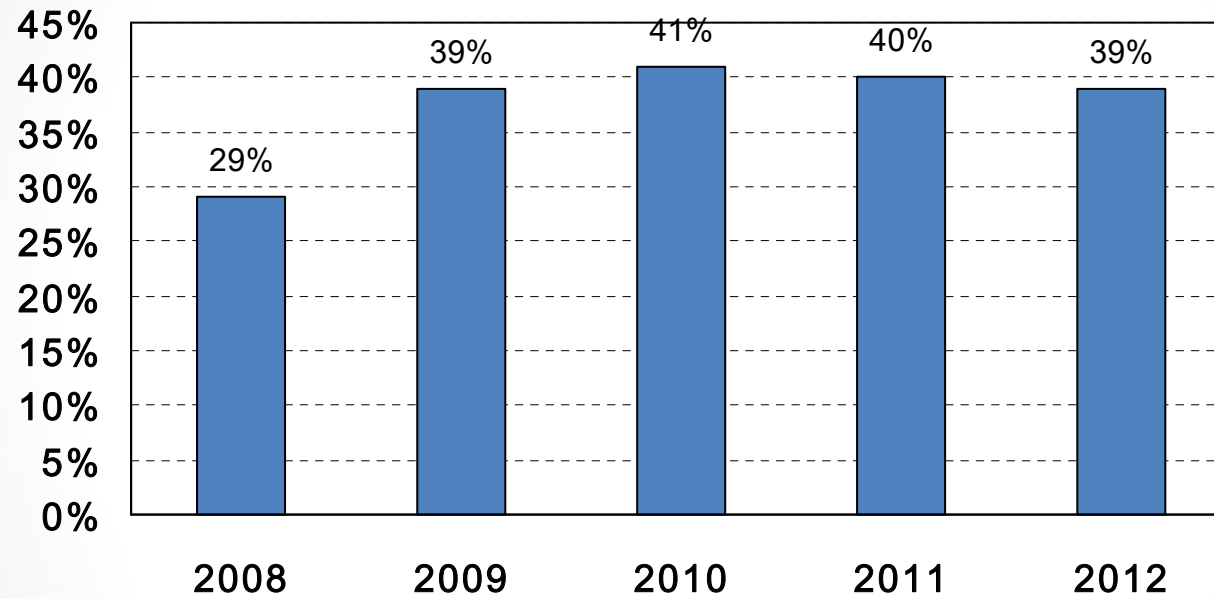
Procent transakcji HFT w USA w kolejnych latach



Źródło: Tabb Group

Czym jest HFT?

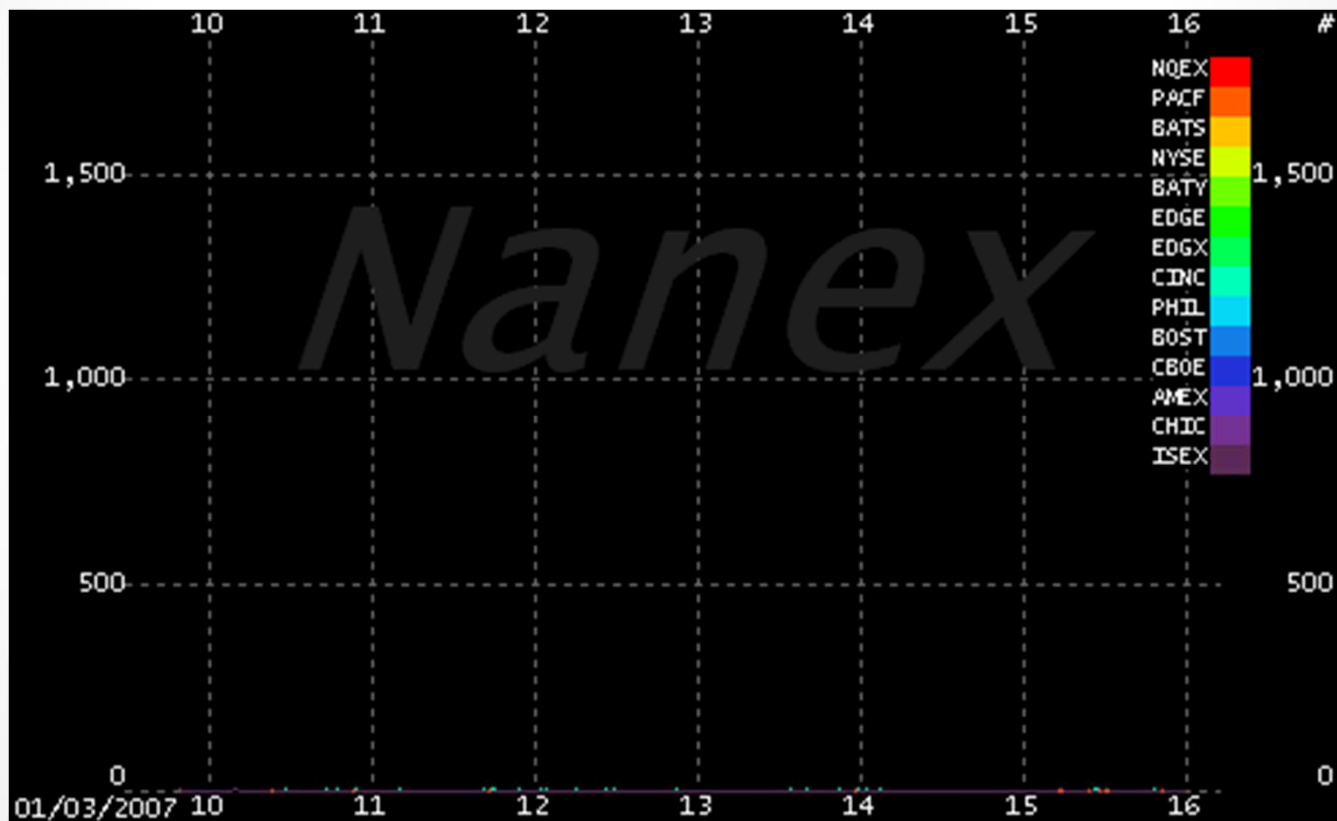
Procent transakcji HFT w UE w kolejnych latach



Źródło: Tabb Group

Czym jest HFT?

Wzrost liczby zleceń generowanych przez roboty HFT na amerykańskich giełdach w czasie jednej sekundy



Technologia i organizacja

Transakcyjne systemy giełdowe

Giełda Londyńska – przykład rozwoju

1995 – wdrożenie systemu SETS (COBOL)

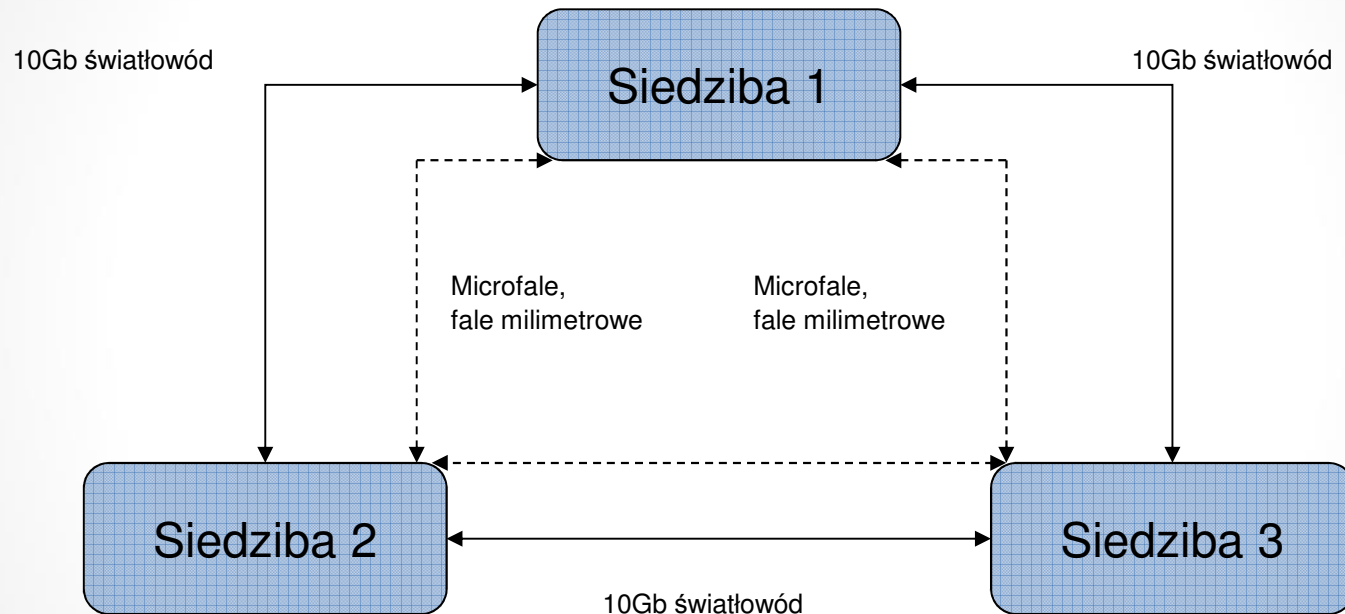
2007 – wdrożenie systemu TRADELECT (MS .NET, C#)

2011 – wdrożenie systemu MilleniumIT (C++) – koordynacja Antoine Shagoury z AMEX

Rok	Giełda	System	System operacyjny	Latency (Round Trip Time)
2006 (?)	BATS Chi-X Europe	Best Alternative TradingSystem	LINUX	200 mikrosekund
2009	NYSE ARCA	UTP	LINUX	950 mikrosekund
2011	Turquoise	MilleniumIT	LINUX (SUSE)	125 mikrosekund
2011	LSE	MilleniumIT	LINUX (SUSE)	125 mikrosekund
2012	NASDAQ-OMX	GENIUM INET	LINUX	60 mikrosekund
2013	GPW	UTP	LINUX	650/150 mikrosekund
2014 (06)	Toronto Stock Exchange	TMX Quantum	LINUX	38 mikrosekund

Technologia i organizacja

Kolokacja



Technologia i organizacja

Komunikacja między ośrodkami

- 10Gb Ethernet/Infiniband (światłowód)
- Bezprzewodowa komunikacja mikrofalowa (1GHz – 30GHz)
- Bezprzewodowa komunikacja oparta o fale milimetrowe (30GHz – 300GHz)
- Sieci laserowe

Przykłady inwestycji:

1) (New York – Chicago) – w 2009 (?) Spread Networks położył nowy światłowód inną trasą za 300 mln USD osiągając redukcję czasu transmisji pakietu 3 milisekundy.

2) (Londyn – Frankfurt) – w 2013 Perseus Telecom zastąpił łącze 10Gb łączem mikrofalowym skracając czas przesłania komunikatu z 8,35 do 4,4 milisekundy (koszt 20 mln Euro)

3) (NASDAQ – Mahwah NJ – NYSE- Carteret NJ) – 2014 (marzec) ANOVA i AOptix budowa sieci laserowej między ośrodkami (35 mil) zwiększającej szybkość transmisji o kilka % i niezawodność transmisji do 99,999%



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt: „WSISIZ DLA GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY (GOW) - Z NAMI UŁOŻYSZ SWOJĄ PRZYSZŁOŚĆ”
jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
Poddziałanie 4.1.1. „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni”

Technologia i organizacja

Komunikacja między uczestnikami rynku

Przetwarzanie danych o notowaniach

Jeżeli dane firma kupi od firm trzecich, to mogą one być wzbogacone o dane statystyczne lub analityczne (np. RDF – Reuters Data Feed, RWF – Reuters Wire Format). To jednak wprowadza pewne opóźnienie. Strumień kupiony bezpośrednio z giełdy – to oszczędność 150 – 500 milisekund.

Protokoły wymiany informacji finansowych

Podstawowym i najczęściej stosowanym protokołem jest powstały w 1992 roku:

- **FIX** (Financial Information eXchange) – GPW stosuje wersję 4.2

Oto część komunikatu FIX:

```
|52=20090107-18:15:16|98=0|108=30|10=062|
```

A oto nowe protokoły zoptymalizowane na szybkość obsługi:

- **FAST** (FIX Adapted for STreaming) – wprowadzony w 2006 roku stosuje schemat kompresji dla zredukowania długości komunikatu
- **ITCH, OUCH** – protokoły dla odpowiednio dystrybucji informacji i przekazywania zleceń wprowadzone przez NASDAQ

Technologia i organizacja

Technologia

Big data i Hadoop

Instytucje rynku kapitałowego przetwarzają ogromne ilości danych. OPRA (Options Price Reporting Authority) otrzymuje, konsoliduje i udostępnia ogromny strumień kwotowań i transakcji opcyjnych - obecnie osiąga on 6 mln komunikatów na sekundę. Twitter udostępnia 500 mln tweetów dziennie. Szereg (dużych) firm HFT zdecydowało o sięgnięciu do rozwiązań oferowanych przez technologię Hadoop, umożliwiającą rozproszone, równoległe przetwarzane i analizę ogromnych ilości przeróżnych, niestrukturyzowanych danych w całkowicie standardowym środowisku.

Bazy danych

Mniejsze firmy (i nie tylko) korzystają z bardzo specjalizowanych i bardzo szybkich baz danych czasu rzeczywistego (tick database) przeznaczonych do przechowywania, analizy i zarządzania strumieniami danych np:

- MongoDB
- Cassandra
- OneTick
- McObjectDB
- eXtremeDB

Technologia i organizacja

Technologia

Jądro i karty sieciowe

Każda aplikacja pracuje na systemie operacyjnym i pośród innych aplikacji i procesów. W HFT jest regułą, że dla przyspieszenia jej pracy wyłącza się z jądra SO obsługę między innymi urządzeń Ethernet (stos) i przesuwa do grupy procesów korzystających z tzw „user space”. W ten sposób likwiduje się możliwe „locki” w pamięci dedykowanej dla jądra. To wprowadza możliwość przyspieszenia pracy aplikacji nawet 20 razy.

Firmy HFT zatrudniają programistów jądra dla jego odpowiedniego tuningu: wyjęcia z jego kompilacji wszystkich zbędnych modułów, daemonów, bibliotek itd., sprofilowania pod kątem jego przeznaczenia..., sprofilowania pamięci jądra i pamięci użytkownika, przejrzania całego kodu.

Mechanizm RDMA

RDMA to Remote Direct Memory Access czyli bezpośredni transfer danych między hostami z pominięciem buforów systemów operacyjnego (np. przez interfejs Infiniband). Taka metoda pozwala na ominięcie wszelkich ograniczeń stosu TCP/IP, cache i CPU i bardzo szybkie przekazywanie nawet dużych porcji danych. Np. transfer 6GB to około 2 μ s.

Istnieją języki programowania pozwalające samodzielnie przygotować taką komunikację np. VERBS.

Technologia i organizacja

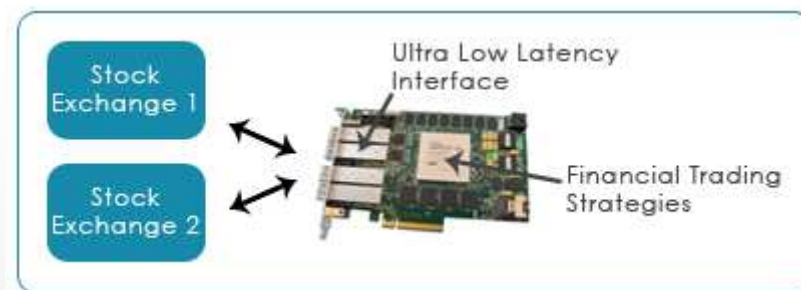
Technologia

ASIC – Application Specific Integrated Circuit

To układ scalony zaprojektowany dla bardzo specyficznych potrzeb biznesowych. W tym sensie nadaje się tylko dla bardzo szczegółowo określonych zastosowań, i jest przez to drogi w produkcji.

FPGA – Field Programmable Gate Array

To programowalny układ logiczny umieszczany w systemach HFT możliwie blisko układów wejścia/wyjścia, przechowujący w szczególnych przypadkach również funkcjonalność biznesową. Od ASIC różni się tym, że może być przeprogramowany. Umieszczenie kodu biznesowego (np. algorytm, wsparcie FIX, stos TCP/IP) przy interfejsie fizycznym eliminuje opóźnienia szyny głównej, SO i głównego procesora drastycznie przyspieszając odpowiedź na sytuacje rynkowe. FPGA przyspiesza równoległą obsługę wielu giełd przy czasie przetwarzania poniżej 1 μ s. Przykład języka programowania FPGA: Liquid Metal. (ALTERA, AdvancedID)



Rozwiązanie firmy AdvancedIO

Technologia i organizacja

Technologia

NAT i „correlated bursts”

ISM (Institute of Supply Management) raz w miesiącu o 14:00 publikuje wyniki ankiety wśród głównych handlowców 300 największych amerykańskich firm. Dokładnie w tym momencie wolumen ruchu na łączach sieciowych rośnie wielokrotnie we wszystkich strumieniach.

Urządzenie NAT zamienia adresy zewnętrzne protokołu IP na adresy wewnętrzne sieci lokalnej. Firmy HFT przy kolokacji posługują się najczęściej (60%) ultra szybkimi switchami firmy ARISTA (chip Fulcrum-ASIC) z wbudowanym NAT. To wprowadza opóźnienie rzędu 350ns przy normalnym ruchu. Problem opóźnień może jednak wystąpić przy „correlated burst”.

Przetwarzanie danych o notowaniach

Podstawowym wymogiem sprawności decyzyjnej systemów jest zdolność szybkiego przetworzenia milionów komunikatów o notowaniach nadchodzących z setki giełd równocześnie. Proces ten to:

- odebranie surowego strumienia komunikatów
- przeprowadzenie ich analizy formalnej
- zbudowanie arkusza zleceń
- zapisanie w kodzie wewnętrznym

Firmy HFT korzystają z gotowych rozwiązań - programów wbudowanych w hardware (FPGA), które dostarczają przetworzone dane w czasie mniejszym niż 25 mikrosekund.



Algorytmy

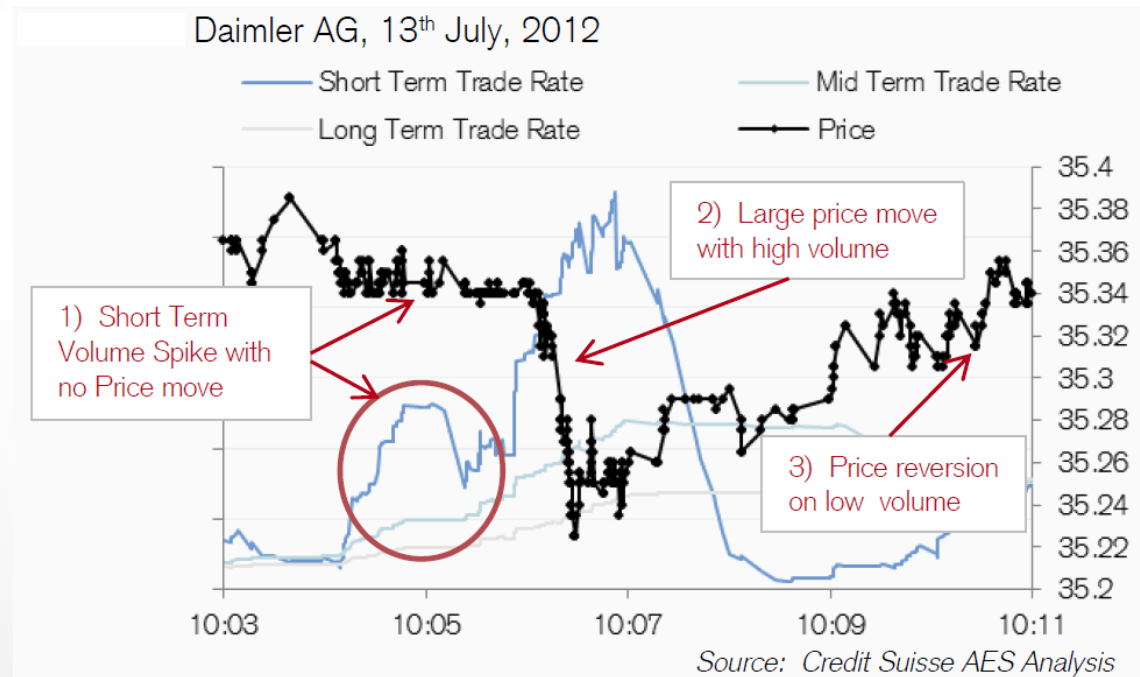
Strategie handlu algorytmicznego

- Arbitraż
Szukanie różnic w ofertach między akcjami na różnych giełdach albo w cenach instrumentami skorelowanych (arbitraż statystyczny). Również inwestycje w ETF indeksu, gdy cena składnika tego indeksu bardzo wzrosła.
- Momentum
Zakup akcji, których notowania w ostatnim czasie szybko rosły
- Pary skorelowane
Poszukujemy spółek jednego sektora podobnych w swojej ofercie rynkowej (Lufthansa i LOT).
- Strategie Market Makera
Najczęściej proste strategie wystawiania ofert o dużym spreadzie
- Smart Order Routing
Bardzo często stosowana strategia na zaawansowanych rynkach polegająca na poszukiwaniu oferty najlepszej dla żądanego papieru na kilku rynkach.
- Strategia Iceberg
Polega na generowaniu wielu małych zleceń w miejsce jednego dużego dla zaciemnienia obrazu rynku i ukrycia prawdziwych intencji

Algorytmy

Strategie handlu algorytmicznego

- Momentum Ignition (spoofing)
Algorytm generuje liczne zlecenia a chwilę później ich anulacje, przy czym niektóre zlecenia mają się zrealizować. Cel: wywołanie agresywnej reakcji algorytmów w innych firmach i tym samym doprowadzenie do silnych i szybkich spadków / wzrostów kursów (praktyka jest/ma być zakazana)



Algorytmy

Strategie handlu algorytmicznego

- VWAP
VWAP to „Volume Weighted Average Price” – średnia cena uzyskana w okresie czasu. To miara stosowana w różnych mutacjach algorytmu. Np. dzieli się przedział czasu na kawałki i w każdym realizuje się zakup w ilości proporcjonalnej do długości tego odcinka. W takiej sytuacji wielkość zakupu znana jest z góry, a uzyskana wartość miary znana jest „post factum”. Znane są jednak warianty algorytmu, w których wskaźnik VWAP do osiągnięcia jest założony z góry, a algorytm ma go zrealizować.
- TWAP
TWAP to „Time Weighted Average Price”. Zakup jest realizowany w jednakowych porcjach w kolejnych odcinkach czasowych. Na podstawie tego oblicza się wskaźnik – dokładnie jak w nazwie.
- POV
POV to „Percentage OF Volume”. Benchmarkiem jest udział w całkowitym obrocie w przedziale czasu. Ten udział ma być stały.

Algorytmy

Strategie handlu algorytmicznego

Matematyka na przykładzie algorytmu POV (za Marco Avelandea)

$$Q(t + \Delta) - Q(t) = -\min[\gamma(V(t) - V(t - \Delta)), Q(t)]$$

$$\begin{cases} \frac{dQ}{dt} = -\gamma \frac{dV}{dt} & ; Q(t) > \gamma \frac{dV}{dt} \Delta \approx 0 \\ \frac{dQ}{dt} = 0 & ; Q(t) \leq \gamma \frac{dV}{dt} \Delta \approx 0 \end{cases}$$

$$\frac{dQ}{dt} = -\gamma \frac{dV}{dt} \quad \therefore Q(T) - Q(0) = -\gamma \cdot V(T) \quad \therefore Q(0) = \gamma \cdot V(T)$$

$$\frac{dQ}{dt} p(t) = -\gamma \frac{dV}{dt} p(t) \quad \therefore \int_0^T \left| \frac{dQ}{dt} \right| p(t) = \gamma \int_0^T \frac{dV}{dt} p(t)$$

$$\frac{\int_0^T \left| \frac{dQ}{dt} \right| p(t)}{Q(0)} = \frac{\int_0^T \frac{dV}{dt} p(t)}{V(T)}$$

V(t) – obrót do czasu „t”

Q(t) – akcje pozostałe do kupienia

Kluczowe regulacje w historii HFT

Regulacje amerykańskie i europejskie

■ 1988 FINRA

Regulacja SOES (Small Order Execution System). Te OTC, które dotąd przyjmowały zlecenia wyłącznie przez telefon odtąd małe zlecenia miały przyjmować drogą elektroniczną.

■ 1998 SEC

Regulacja ATS. Definiuje czym jest ATS, wymaga ściślejszego raportowania i dokumentowania operacji, większej przejrzystości dla tych instytucji, których obrót przekroczy 5% rynku. Zdefiniowała ECN i Dark Pool.

■ 2001 SEC

Zobowiązanie wszystkich giełd by od 9 kwietnia 2001 zlecenia były przyjmowane z limitem podanym z dokładnością do 1 centa. Wcześniej limity podawano z dokładnością do 1/16 dolara.

Kluczowe regulacje w historii HFT

Regulacje amerykańskie i europejskie

■ 2004 UE

Dyrektywa MiFID. Markets in Financial Instruments Directive. Dyrektywa europejska, która wprowadziła MTF. Wprowadziła konkurencję między platformami obrotu. Wprowadziła możliwość handlu jednym papierem na kilku giełdach (fragmentation) – Smart Order Routing. W dużej mierze wpłynęła na rozpowszechnienie się HFT w Europie, wpłynęła na pojawienie się zachęt dla brokerów za dużą liczbę transakcji.

■ 2007 SEC

Regulacja NMS (National Market Systems). Miała na celu wzmocnić konkurencję między giełdami. Wprowadziła „Order Protection Rule” czyli zobowiązanie giełd, by dla ochrony klienta przekazywały zlecenia innej giełdzie, jeżeli ta inna giełda dla tego instrumentu miała korzystniejszą cenę i udostępniła te informacje. Wprowadziła też „Sub-penny Rule” – możliwość składania na niektórych papierach zleceń z limitem nawet 1/100 centa.

Kluczowe regulacje w historii HFT

Regulacje amerykańskie i europejskie

■ 2010 Prawo Federalne USA

Dodd-Frank Act. Uchwalone przez Kongres w lipcu 2010 po wydarzeniach 2008 roku i mające na celu ochronę rynku finansowego USA, w sekcji 747 stwierdza, że zakazane są praktyki fałszujące obraz rynku. SEC wciąż bada wpływ prawa na HFT, ale rynek HFT już odczuwa jego skutki.

■ 2013 BaFin (Federalny nadzór niemiecki)

High Frequency Trading Act. Regulacja określająca warunki uruchomienia HFT na rynkach regulowanych i MTF w Niemczech, nakładająca pewne obostrzenia zarówno na giełdy jak i na brokerów (wymogi techniczne i organizacyjne). W szczególności firmy muszą uzyskać licencję, zapewnić bezpieczeństwo algorytmów i mieć określony stosunek zleceń do transakcji.

■ 2013 Prawo podatkowe włoskie

FTT (Financial Transaction Tax). Wprowadzony w marcu 2013 roku podatek w wysokości 0,02% od zleceń HFT (!), także modyfikacji i anulacji, jeżeli ilość modyfikacji czy anulacji przekroczy 60%.

Przyszłość

Zalety HFT

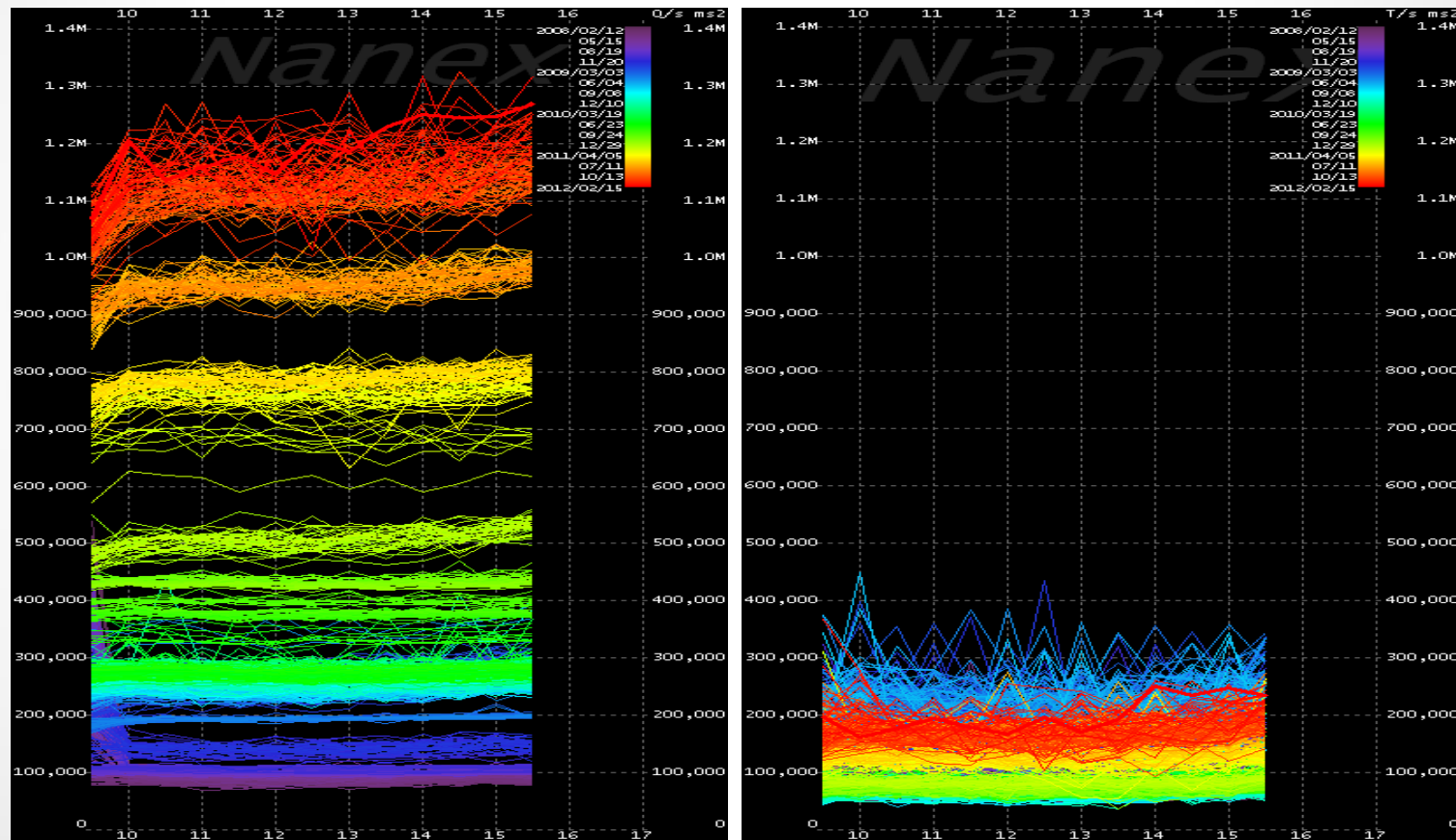
- Zmniejszenie spreadów
- Wzrost płynności
- Zmniejszenie wahań kursów (volatility)
- Zmniejszenie kosztów transakcji
- Bardziej poprawne kształtowanie się cen

Wady HFT

- Ryzyko przejścia do „two tiered” market system (asymetria informacyjna)
- Flash crashes czyli ryzyko błędnego zachowania się algorytmu
- Ryzyko manipulacji rynkiem (dezorientowanie uczestników, spoofing...)

Przyszłość

Wzrost liczby zleceń nie przekłada się na wzrost liczby transakcji
(NYSE, AMEX, NYSE-ARCA)



Nanex Research

Przyszłość

Kilka informacji do przemyślenia

- 2012: Credit Agricole Cheuvreux uruchomił swój dark pool (2012) ale zamknięty dla HFT.
- 2013.07: Panther Energy Trading na podstawie Regulacji Dodd-Franka został ukarany kwotą 4,4 mln USD za manipulację cenami czyli szybkie wysyłanie i kasowanie zleceń.
- 2013.10: EU zrezygnowała z umieszczenia w MIFID wymogu, by zlecenie pozostawało w karnecie 500ms, w zamian za inne obostrzenia (minimalny „tick size”, synchronizacja czasu giełd, restrykcje w DMA.
- 2014.03: Prokurator Generalny USA Eric Schneiderman wszczął śledztwo w sprawie HFT z podejrzeniem, że praktyki HFT dają niektórym firmom nieuczciwą przewagę w dostępie do informacji.
- SEC rozpoczęło przegląd organizacji rynku amerykańskiego w celu uczynienia go bardziej przejrzystym (dark pools), możliwego wyeliminowania „flash orders”, tzw „naked access orders” itd..