

Finanstilsynet, februar 2016

Algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen

Sammenfatning - Algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen

Handlen med finansielle instrumenter har gennem de senere år ændret sig strukturelt som følge af den teknologiske udvikling inden for computerstyret handel. Ordreindlæggelse kan nu ske automatisk, og algoritmer kan omsætte information til handling langt hurtigere end menneskelige aktiehandlere. Markedspladserne i EU konkurrerer om at tiltrække algoritmehandlere og den øgede omsætning, algoritmehandlen medfører. Konkurrenceparametrene er blandt andet favorable handelsomkostninger og tekniske faciliteter, der gør det muligt for algoritmehandlere at minimere ordrenes tid gennem ledningsnettet.

Algoritmehandel har erstattet funktioner i markedet, som specialister tidligere udførte. Eksempelvis er market making udført af mennesker i vid udstrækning erstattet af algoritmer. Disse algoritmer lægger med ekstrem høj hastighed bud og udbud ud på markedet, som opdateres med en høj frekvens. Andre algoritmer opdeler store ordrer i mindre for at mindske markedseffekten, og andre igen udnytter på mikrosekunder små prisforskelle på tværs af markedspladser til en risikofri gevinst. Udviklingen har medført en ændret mikrostruktur på markedet, fx ændret likviditet og volatilitet, som har betydning for de øvrige investorer.

Internationalt er der set hændelser involverende algoritmer, hvor børskurser er faldet betydeligt på få sekunder. Det har medført øget opmærksomhed på algoritmehandlen og de fordele og risici, den har bragt med sig. De såkaldte flash crashes har gjort det klart, at der er operationelle risici forbundet med algoritmehandel, samt at markedspåvirkningen ved algoritmehandlers interaktion er svær at forudsige.

I 2007 stod algoritmer for under 10 % af handlen målt i omsætning på NASDAQ Copenhagen. I 2014 var dette femdoblet til mere end 50 %. HFT-handel (High Frequency Trading) estimeres til at udgøre omkring 15 % af den samlede handel.

Finanstilsynet besluttede i oktober 2012, som et led i tilsynets "Strategi 2015", at kortlægge markedet og aktørerne for bedre at kunne identificere og adressere risici som følge af den beskrevne udvikling. Formålet med denne rapport er på denne baggrund at beskrive handlen med værdipapirer udført af computere på NASDAQ Copenhagen samt gennemgå Finanstilsynets muligheder for at føre tilsyn med algoritmehandlen, både efter den nuværende og kommende regulering. Rapporten er opbygget i tre dele:

Første del beskriver rationalet bag algoritmehandel ved en gennemgang af de strategier, algoritme- og HFT-handlerne benytter sig af. En opsummering af litteraturen viser, at der empirisk kan findes belæg for både fordele og ulemper ved HFT-handel. Når det gælder likviditet, konkluderer en overvægt af undersøgelser, at udbredelsen af HFT-handel har styrket likviditeten på markederne. Undersøgelser peger derimod på, at HFT-handlernes strategier korrelerer mere end resten af markedet og dermed øger den systemiske risiko for et pludseligt fald i kurserne på visse markeder. Volatiliteten er ifølge et studie foretaget på NASDAQ Stockholm formindsket.

Anden del beskriver omfanget af algoritmehandlen, herunder HFT-handlen, på NASDAQ Copenhagen. Algoritmehandlerne er i vid udstrækning aktører, der ikke er under dansk tilsyn. De er enten direkte handelsmedlemmer eller har købt adgang til markedspladsen via handelsmedlemmerne.

Finanstilsynet har analyseret betydningen af, at algoritmehandlen udgør en stigende andel af den samlede omsætning på NASDAQ Copenhagen, og har for likviditet fundet, at bid-ask spredet, som er en proxy for likviditet, er faldet svarende til en øget likviditet, og markedsdybden, som er en anden proxy for likviditet, er steget i samme periode, som andelen af algoritmehandel er steget. Mængden tilgængelig til bedste pris er dog også faldet, hvilket dog kan forklares med ændrede tick sizes. Der er samlet set tegn på, at likviditeten er forbedret. For intradag volatilitet er det fundet, at introduktionen af en HFT-marked maker, som er en udbredt HFT-strategi på NASDAQ Copenhagen, mindsker intradag volatiliteten. Endeligt er der ikke fundet tegn på, at den systemiske risiko er steget i takt med, at algoritmehandlens andel af omsætningen er steget.

Hvad angår risikoen for markedsmisbrug foretaget af HFT-handlere, tyder Finanstilsynets gennemgang af handelsdata ikke på, at brugen af trendinitierende strategier, der opfattes som markedsmisbrug og er velegnet til at blive benyttet af HFT-handlere, er hyppigt udbredt. Da handlen med danske C20-aktier i vidt omfang (typisk mellem 30-40 pct.) handles på andre markeder end NASDAQ Copenhagen, kan det ikke udelukkes, at cross market-markedsmisbrug kan forekomme.

Tredje del beskriver de regler og sikkerhedsforanstaltninger, der i dag findes for algoritmehandlen, samt de fremtidige sikkerhedsmekanismer, der indføres med ny EU-regulering. NASDAQ Copenhagen har på linje med en række andre markedspladser indført automatiske handelsafbrydere, der reducerer risikoen for store kursudsving fx som følge af fejlprogrammerede algoritmer eller tastefejl. NASDAQ Copenhagen har endvidere indført gebyrer på høje order to trade ratios, idet et stort antal ordrer i forhold til antallet af handler kan sende forkerte signaler om likviditeten på markedet.

Den fremtidige europæiske regulering på værdipapirhandelsområdet (MiFID II / MiFIR) vil indføre en række specifikke krav til algoritme- og HFT-handlere og give Finanstilsynet bedre muligheder for at overvåge algoritmehandlen på NASDAQ Copenhagen. Algoritmehandlerne bliver forpligtet til at indføre tiltag, der har til formål at reducere sandsynligheden for, at en algoritme handler på en uhensigtsmæssig måde, herunder foretage test af algoritmer og have løbende risikokontroller. Specielt skal alle HFT-handlere have en tilladelse som værdipapirhandler og vil dermed være under dansk eller et andet EU-lands tilsyn. Det forventes at have en positiv effekt i forhold til at undgå markedsforstyrrelser og forbedre muligheden for at opklare markedsmisbrug.

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning - Algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen	2
Del 1 – Algoritmehandlernes adfærd og betydning	7
1. Definitioner og datagrundlag	8
1.1 Data	9
2. Algoritmehandlernes adfærd	10
3. Fordele og ulemper ved algoritmehandel og HFT fra litteraturen	13
3.1 Fordele og ulemper fra litteraturen	13
3.2 Flash Crash af 6. maj 2010	15
3.3 Markedsmisbrug forårsaget af HFT	16
Del 2: Kortlægning af algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen	18
4. Omfang og udvikling af algoritmehandlen	19
4.1 Omsætning	19
4.2 Algoritmehandlernes aktivitet i forskellige segmenter	20
5. Algoritmehandel under dansk tilsyn.....	21
6. HFT - handel i Danmark	22
6.1. HFT-handel identificeret ved den indirekte tilgang	23
6.2 Karakteristika ved HFT-handel	23
7. Algoritmehandlens betydning for markedet.....	26
7.1 Betydning for likviditet.....	26
7.2 Betydning for volatilitet.....	27
7.3. Markedsmisbrug udført af algoritmer.....	29
7.4 Betydning for den systemiske risiko	31
Del 3 – Sikkerhedsforanstaltninger for algoritmehandel.....	34
8. Sikkerhedsforanstaltninger hos NASDAQ Copenhagen og det sponsorerende medlem	35
8.1 Handelsafbrydere	35
8.2 Begrænsning på order to trade ratio.....	36
8.3 NASDAQ Copenhagen's regler for tick size	37
8.4 NASDAQ Copenhagen's regelsæt til modvirkning af ikke-reelle handelshensigter	38
8.5 Krav til interne procedurer hos handelsmedlemmer.....	38
9. Fremtidige regulatoriske krav	40
9.1 Fremtidige muligheder for overvågning af algoritmehandel	40
9.2 Fremtidig regulering af værdipapirhandlere, der benytter sig af algoritmehandel.....	41
9.3 Fremtidig regulering af sponsor, der sælger direkte adgange	42
9.4 Fremtidig regulering af markeder vedrørende algoritmehandel	43
10. Finanstilsynets rolle ift. algoritmehandel.....	46
10.1 Tilsyn med algoritmehandel i forhold til markedsforstyrrelser	46
10.2 Tilsyn med algoritmehandel i forhold til markedsmisbrug	46

Ordforklaring	48
Litteraturliste	51
Bilag	53

Del 1 – Algoritmehandlernes adfærd og betydning

Algoritmehandel er karakteriseret ved, at en computer, ud fra hvordan den er programmeret, fastsætter ordrer og lægger dem ud på markedet uden menneskelig involvering. Algoritmehandlerne bruger mange forskellige strategier, der spænder fra algoritmer, der erstatter, hvad mennesker tidligere gjorde, såsom eksekveringsalgoritmer og market making, til strategier, der kræver hurtig beslutning og eksekvering, såsom arbitrage- og nyhedsbaserede algoritmer - strategier hvor HFT-handlere er vigtige spillere. En gennemgang af litteraturen viser ikke et entydigt svar på, om algoritmehandel er positivt for markedet.

Tabel 1. Opsummering af fordele og ulemper ved HFT-handel fra litteraturen

Fordele	Ulemper
<ul style="list-style-type: none">• Lavere transaktionsomkostninger• Ensartede priser på forskellige markeder• Hurtigt opdaterede priser• Mindre volatilitet ved normale markedsbetingelser• Mindsket asymmetrisk information i situationer, hvor en HFT-handler fører en <i>market maker</i>-strategi• Mere likviditet	<ul style="list-style-type: none">• <i>Arms race</i> - overinvestering i teknologi• Øgede udgifter til markedspladsernes teknologi• Øget asymmetrisk information• Øget volatilitet ved voldsomme markedsbetingelser• Øget systemisk risiko:<ul style="list-style-type: none">I. Korrelerede priserII. Likviditetsrisiko• Nye muligheder for markedsmisbrug

1. Definitioner og datagrundlag

Til brug for denne rapport defineres algoritmehandel som handler, hvor en computeralgoritme, ud fra hvordan den er programmeret, har fastsat individuelle ordreparametre. Computeren bestemmer altså automatisk en eller flere af følgende ordreparametre: Om ordren skal sendes til markedspladsen, tidspunktet for indlæggelsen af ordren, pris, mængde, samt hvordan ordren efter indlæggelse skal håndteres. Beslutningerne skal i den forstand tages af computeren uden menneskelig involvering¹.

Algotmehandel kan ikke kun foretages af godkendte medlemmer på en markedsplads, men kan også foretages via såkaldt *Direct Market Access* eller *Sponsored Access*:

- Direct Market Access (DMA) kendetegnes ved, at medlemmer af en markedsplads kan give en eller flere kunder adgang til - via handelsmedlemmets it-infrastruktur - selvstændigt at placere ordrer i markedet i handelsmedlemmets navn.
- Sponsored Access (SA) kendetegnes ved, at en kunde hos et medlem af en markedsplads får sin egen direkte adgang til markedspladsen, hvorved kunden kan placere ordrer i markedet i handelsmedlemmets navn. Forskellen fra en DMA-adgang er, at kundens ordrer ikke kommer igennem medlemmets it-infrastruktur, men kan sendes direkte fra kunden til markedet.

For både DMA- og SA-adgange gælder, at ordrerne foretages i handelsmedlemmets navn.

HFT-handel er en underkategori til algoritmehandel. Der eksisterer to tilgange til at identificere HFT-handel:

- Den direkte tilgang: Handelsdeltageren skal have en infrastruktur, der har til formål at minimere *latency*. Dvs. den samlede tid fra der sker en ændring i markedet, handleren modtager og analyserer informationen, handleren udsender en ordrebesked og ordrebeskeden når frem til markedspladsen. Dette kræver, at serveren, der genererer ordrer, er placeret tæt på markedspladsens matchingsystem (co-location) samt en hurtig bredbåndsforbindelse. Ved anvendelse af co-location spares de millisekunders forsinkelse, som der ellers ville være i ledningsnettet frem og tilbage til virksomhedens eget it-system.
- Den indirekte tilgang. Der bruges også flere forskellige kvantitative mål til at definere HFT-handel (Se SEC 2014² for et overblik). ESMA foreslår i en teknisk rådgivning til EU-Kommissionen³, at mindst to beskeder i sekundet skal sendes til markedspladsen. Som et alternativt til dette foreslår ESMA, at kriteriet for at blive klassificeret som HFT-handler skal være, at medianen af levetiden af ordrer skal være kortere end en tærskel sat relativt i forhold til hele markedspladsen.

¹ Definitionen er baseret på ESMA technical advice til Kommissionen: Algorithmic and high frequency trading

² SEC 2014. <https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358fr.pdf>

³ ESMA/2014/1569

1.1 Data

Beskrivelsen af algoritmehandlen i denne rapport bygger på ordrebogen fra NASDAQ Copenhagen. Denne datakilde indeholder information om hver enkelt ordre og handel foretaget af handelsmedlemmer af NASDAQ Copenhagen. Det er således muligt for hver enkelt ordre bl.a. at se følgende:

Tabel 2. Oversigt over anvendte variable i datagrundlaget

Variabel	Beskrivelse
Tidspunkt	Tidspunkt for, hvornår ordren er indlagt, opdateret eller slettet samt tidspunkt for, hvornår handlen er foretaget opgjort ned til millisekundet.
Type	Indsætning af ordre, opdatering af ordre, sletning af ordre eller markedshandel.
Handelsmedlem	Handelsmedlemmet identificeres ved 3 bogstaver. Bemærk, at hvis en bank, der ikke er handelsmedlem, sender en ordre til et handelsmedlem, der lægger ordren på markedet, vil det være handelsmedlemmets ID, der fremgår.
ISIN	Identifikation af det finansielle instrument.
Pris	Pris opgjort samt valuta.
Mængde	Antal aktier.
Username	Identificerer den pågældende trader eller algoritme, der er ansvarlig for at sende ordren på markedet i handelsmedlemmets navn. User name kan bruges til at identificere, om ordren kommer fra en algoritme. Det er muligt ved kombinationen af handelsmedlem og user name at identificere en algoritmes ordrer og handler. På samme måde kan kombinationen af handelsmedlem og username bruges til at identificere SA-kunden. Endelig kan user name bruges til at identificere, om ordren er indlagt via en DMA-kunde, men det kan ikke identificere DMA-kunden.

Data er tilgængelige for alle segmenter af markedet, dvs. small, medium og large cap, og omfatter derfor aktier med forskellige karakteristika i forhold til likviditet, market cap og antal markedsdeltagere. Der er tale om et relativt stort datasæt. I 2014 var der således ca. 500 mio. nye ordrer, opdateringer af ordrer eller sletninger af ordrer, samt ca. 34 mio. markedshandler. Perioden, der er benyttet, vil fremgå af den enkelte figur.

2. Algoritmehandlernes adfærd

Tabel 3 viser en række almindeligt kendte algoritmestrategier. En del strategier er blot automatiseringer af aktiviteter, som tidligere krævede en fysisk person. Andre strategier ses imidlertid at være handelsstrategier, som primært er opstået på baggrund af den øgede hastighed, som for disse strategier er en forudsætning for at opnå et positivt udbytte. I den forbindelse er det væsentligt at være opmærksom på, at anvendelse af en algoritme kræver en vis mængde likviditet i det pågældende instrument.

Enkelte af de mere moderne og hastighedsafhængige strategier, eksempelvis layering, vil ofte blive betragtet som kursmanipulation af myndighederne.

Tabel 3. Handelsstrategier baseret på algoritmer

Type	Beskrivelse	Anvendelse
Eksekveringsalgoritme	En algoritme, som opdeler en stor ordre i mindre ordrer. Formålet er at minimere prisændringen ved at lægge en stor ordre ud på markedet. Algoritmen betegnes ikke som en HFT-algoritme og benyttes af værdipapirhandlere, der handler på egen bog eller på vegne af en kunde.	Ved at dele en stor ordre op i mindre og lægge disse på markedet spredt over en periode kan en samlet bedre pris opnås i forhold til at lægge en stor ordre ud på en gang, hvilket kan få kursen til at rykke.
Bankdriftsalgoritmer	Algoritmer der udfører transaktioner som led i bankens drift. Dette kan eksempelvis være at rebalancere en portefølje ud fra opstillede kriterier eller hedge positioner for en market maker.	Algoritmerne kan ses som en automatisering af bankdrift og sparer arbejdskraft samt højner kvaliteten.
Market making	Algoritmer der simultant indlægger bud og udbud for at tjene på spreadet.	Algoritmen tjener penge på forskellen mellem bud og udbud, hvis der er balance mellem købere og sælgere. Hertil kommer rabatter fra markedspladsen for at være likviditetsleverandør. Denne strategi er særligt egnet til HFT. HFT-elementet indgår i algoritmens evne til hurtigt at tilpasse spread til nye markedsforhold. De indlagte bud opdateres med en høj frekvens for at afspejle en korrekt pris. Dette betyder, at <i>order to trade ratio</i> typisk vil være høj.

Arbitrage	Algoritmer, der analyserer korrelationen mellem instrumenter og udnytter, hvis der i korte perioder er uligevægt mellem priserne. Et eksempel er, hvis et instrument handles på to forskellige markedspladser, og prisen er forskellig. Her vil algoritmen købe aktien billigt på den ene markedsplads og sælge den dyrt på den anden.	Hvis det samme instrument kan sælges til en højere pris, end det kan købes til, opnås en risikofri gevinst. Strategien kan også benyttes ved sammensætning af flere instrumenter, der tilsammen giver identisk cash flow som et andet instrument. Strategien kan benyttes <i>cross market</i> , dvs. hvis samme produkt er handlet på forskellige markedspladser. Strategien kan også benyttes <i>cross products</i> , dvs. for produkter, hvis pris er stærkt korreleret, men på tidspunkter afviger i pris. Denne strategi er særligt velegnet til HFT. HFT-handlerne er i stand til at opfange sådanne uligevægtige priser på få millisekunder hvis ikke mikrosekunder.
Udnyttelsen af statistisk korrelerede instrumenter	Strategien minder om arbitrage, men benyttes på ikke-perfekt korrelerede instrumenter, hvor handlerne hermed er forbundet med en risiko.	Anvendelsen minder om arbitragestrategien, men indeholder en risiko, idet instrumenterne kan vise sig at være mindre korrelerede end forventet. Denne strategi er særligt velegnet til HFT.
Retningsbaserede / nyhedsbaserede	Algoritmer der forudser den fremtidige kortsigtede prisretning i et instrument ved at scanne for informationer. Informationer skal forstås i bred forstand og kan således være nyhedsstrømme på internettet eller forventninger om det fremtidige ordreflow.	Algoritmerne tjener penge på at være de første til at handle efter ny information. Herunder evnen til at kunne omsætte tidligere ordrer til forventningen om fremtidige ordrer. Dette kan lade sig gøre, idet store ordrer i høj grad bliver opdelt i flere små ordrer. Denne strategi er særligt velegnet til HFT. Evner til at analysere store mængder data og omsætte dette til handling på kort tid er afgørende for strategien.
Sniffing algoritmer	Algoritmen forsøger at se, om der kan identificeres skjult likviditet, fx såkaldte "iceberg-ordrer" i en ordrebog. Hvis en lille ordre hurtigt bliver opfyldt, er det sandsynligt, at der er en bagvedliggende større ordre. Hvis en værdipapirhandler ønsker at sælge, kan algoritmen bruges til at opsnappe bud på markedet. På den måde kan algoritmen bestemme et godt tidspunkt for salget. Algoritmerne kan også bruges til at kortlægge ordrebogen i en dark pool.	Algoritmen forsøger at få information om retningen af kundeflowet og dermed fremtidig udvikling i markedspriser. Herudover kan en bedre pris opnås, hvis man kender ordrebogen og de ordrer, der ligger skjult i denne. Denne strategi er særligt velegnet til HFT. Hastigheden, hvormed ordrebogen kan kortlægges, er afgørende for anvendeligheden.
Momentum ignition / trendinitierende	Algoritmen vil lægge adskillige ordrer ud for at initiere en trend fx en hurtig opadgående trend, for efterfølgende at sælge til en højere pris. Strategien nævnes som kursmanipulation i EU-lovgivning.	Der opnås på bekostning af andre markedsdeltagere, der lokkes til at gå med på trenden, en gevinst ved at købe billigt og sælge dyrt. Denne strategi er særligt velegnet til HFT. Hastigheden, hvormed man kan opfange, om man har etableret en trend, er afgørende for strategien.

Spoofing / Layering	<p>Algoritmen lægger først en mindre salgsordre ud efterfulgt af store købsordrer på den anden side af spreadet. De store bud giver udtryk af en øget efterspørgsel og kan hæve prisen. Derved er der en chance for, at en anden markedsdeltager lægger et højere bud ud, der rammer det oprindelige udbud.</p> <p>Denne strategi udgør kursmanipulation.</p>	<p>En bedre pris kan opnås.</p> <p>Denne strategi er særligt velegnet til HFT. Hastigheden hvormed den oprindelige ordre, der har til hensigt at spoofe øvrige markedsdeltagere, kan trækkes tilbage, er afgørende for strategien.</p>
---------------------	---	--

3. Fordele og ulemper ved algoritmehandel og HFT fra litteraturen

Dette afsnit beskriver et udvalg af den akademiske litteratur, der har forsøgt at forklare, hvilken effekt algoritmehandel - særligt HFT-handel - har på markedskvaliteten. Herefter gennemgås en kendt hændelse, hvor algoritmer var årsag til markedsforstyrrelser, og på den baggrund udledes de aspekter af algoritme- og HFT-handlernes struktur, der kan føre til markedsforstyrrelser. Sidst i afsnittet gennemgås nogle HFT-strategier, der blandt andet i EU-lovgivningen opfattes som markedsmisbrug.

3.1 Fordele og ulemper fra litteraturen

Det er blevet analyseret empirisk, om markedet bliver mere eller mindre volatilitet efter algoritmehandlens udbredelse. Ved normale markedsomstændigheder giver HFT mere stabile priser. Broggard, Hendershott og Riordan (2013) argumenterer, at en forkert prisning i markedet hurtigt opfattes af HFT-handlerne, der udnytter dette og dermed korrigerer priserne. Dette giver mindre udsving og hurtig udglatning af priser, med andre ord lavere volatilitet.

I et stresset marked kan HFT derimod øge ustabiliteten. I disse situationer begynder HFT-handlere at sælge hurtigt ud af deres beholdning. Kirilenko, Kyle, Samadi, og Tuzun (2011) skriver, at der er en risiko for, at algoritmehandlere i visse situationer reagerer øjeblikkeligt, hvilket kan forstærke volatiliteten i visse situationer, hvor markedet i forvejen er volatilt, hvor mennesker i disse situationer ville overveje deres reaktion mere nøje. I de værste tilfælde opleves et flash crash.

En analyse foretaget på NASDAQ Stockholm af Hagströmer og Nordén (2013) konkluderer, at volatiliteten mindskes som følge af HFT-handel. I artiklen skriver Hagströmer og Nordén, at både HFT-handlere, der fører en market maker-strategi, og HFT-handlere, der følger opportunistiske strategier (arbitrage og momentum), bidrager til lavere volatilitet. Den relative andel af algoritmehandel på markedspladsen i Stockholm er sammenlignelig med niveauet i København.

Et andet tema, der er analyseret, er systemisk afkastisiko, altså risikoen for at hele markeder bliver berørt på en uhensigtsmæssig måde. Idet HFT-handlerne benytter sig af cross market-strategier og cross products-strategier, kan korrelationen mellem instrumenter være øget. Biais og Foucault (2014) argumenterer for, at HFT-handlere sandsynligvis reagerer på de samme markedssignaler og derfor handler i samme retning. Dette kan skabe nedadgående spiraler og forstørre markedsforstyrrelser. Chaboud et al. (2009) finder empirisk frem til, at HFT-handlernes strategier er mere ens end konventionelle handlernes. Der er altså en tendens til, at kurser i højere grad bevæger sig i samme retning. Denne øgede korrelation medfører en empirisk påvist systemisk risiko for et pludseligt fald i markedet på visse markeder.

At HFT-handlerne agerer korreleret er i litteraturen blevet påvist at have en betydning for systemisk likviditetsrisiko. Risikoen opstår på baggrund af de algoritmer, der følger en market maker-strategi. Hvor en konventionel market maker indgår en market maker-aftale om at stille bud og udbud til rådighed, har algoritmehandlerne, der følger en market maker-strategi, ingen forpligtelser. De vil derfor kun stille priser, når markedet opfører sig på en måde, så det er profitabelt for dem. Opstår en situation med volatilitet eller generel usikkerhed, vil de ikke stille bud og udbud. Barnes (2010) beskriver, at HFT-handlere har indbyggede mekanismer, som sørger for, at bud og udbud ikke lægges på markedet i tilfælde af store prisudsving. Derved vil likviditeten kollapse pludseligt. Der eksisterer altså en systemisk likviditetsrisiko, som er blevet påvist empirisk. Chaboud et al. (2014) viser tilsvarende, at HFT-handlere reducerer deres prisstillelse mere end konventionelle markedsdeltagere det første minut efter

et stort prisudsving, men at de bidrager mere til likviditeten end konventionelle markedsdeltagere i timerne herefter.

Flere artikler omhandler spørgsmålet om, hvorvidt HFT forbedrer likviditeten. Resultaterne peger i begge retninger, dog er der flest undersøgelser, der viser, at likviditeten bliver forbedret med HFT. Det gælder fx Hendershott et al. (2011), der empirisk viser, at bud-udbudsspændet reduceres efter introduktionen af en ny funktionalitet (autoquoting) på New York Stock Exchange, der kun tilgodeser HFT-handel.

Jones (2013) samt Foucault et al. (2016) argumenterer dog for, at HFT kan mindske likviditeten. Det skyldes, at der med HFT-handlernes lavere latency opstår asymmetrisk information, idet HFT-handlerne er i stand til at reagere hurtigere på information fra markedspladserne og nyhedstjenester end konventionelle markedsdeltagere. Forekomsten af HFT kan få nogle konventionelle markedsdeltagere til at trække sig. Det skyldes, at de handler, de indgår med HFT-handlere, formentlig er dårlige handler i og med, at HFT-handleren har denne reaktionsfordel. Af samme årsag vil en konventionel market maker stille mere forsigtige priser eller helt trække sig, hvormed en uønsket effekt ved asymmetrisk information er, at det kan udvide bid-ask spreadet. Der kan med andre ord være en negativ effekt forbundet med HFT, som forværrer likviditeten.

I den modsatte situation, dvs. hvor en market maker er HFT-handler, vil den *asymmetriske information* derimod blive reduceret. Det skyldes, at HFT-handleren lægger passive ordrer ud, og disse opdateres med en høj frekvens med informationer fra markedet. Jovanovic og Menkveld (2011) viser, at informationsforskelle på den måde bliver indsnævret mellem markedsdeltagere med en høj frekvens. Glosten og Milgrom(1985) argumenterer, at informationsudligning kan føre til et mindre bid-ask spread. Dette argument fra 1985, hvor der ikke var HFT-handlere, overfører Jones (2013) til, at HFT-markets rolle er en informationsudligning. HFT-markets lavere omkostninger bidrager formentlig til mere likviditet. Budish et al. (2015) argumenterer dog, at i et marked med flere HFT-handlere vil HFT-markets makere stille mere forsigtige priser, idet der er en sandsynlighed for, at de stillede priser er forældede, hvilket andre HFT-handlere kan udnytte.

En umiddelbar fordel ved algoritmehandel og HFT er ifølge Jones (2013), at handler kan udføres for et lavere beløb, idet opgaver udført af mennesker kan erstattes af computere. Dette giver lavere transaktionsomkostninger. Idet aktieprisen afspejler nutidsværdien af det fremtidige cashflow, som transaktionsomkostningerne er en del af, vil market cap stige ved indførelse af algoritmehandel. Et højere market cap betyder lavere kapitalomkostninger for virksomheder og dermed flere investeringer.

Jones (2013) skriver, at forekomsten af HFT-handel åbner op for et mere komplet marked i form af mere ensartede priser for samme instrument på forskellige markedspladser. Prisforskelle på tværs af markedspladser og den arbitragemulighed, dette medfører, vil hurtigt blive opfanget af HFT-handlerne og dermed udjævnes. Ligeledes vil en offentliggjort nyhed hurtigere resultere i ændrede markedspriser.

En mulig ulempe ved HFT er ifølge Budish et al. (2015), at det er et *arms race*. HFT-handlerne investerer betydelige beløb i teknologi for at mindske latency med få millisekunder endog mikrosekunder. Dette er ikke samfundsmæssigt optimalt, idet der mere eller mindre er tale om et nulsumsspil, og de investerede beløb kunne være investeret anderledes værdiskabende. HFT-handlerne overinvesterer altså i teknologi i forhold til samfundsoptimum, og kapløbet slutter først ved den teoretiske nedre

grænse for latency, svarende til at ordrer kan rejse med lysets hastighed i lige linje fra HFT-handlerens server til markedspladsens server.

Som en sidste ulempe nævnes, at det forøgede antal ordrer fra HFT-handlerne presser markedets teknologi i form af internetforbindelser og servere, hvilket giver en forøget omkostning for markedspladserne, som kan blive videresendt til de konventionelle markedsdeltagere⁴.

Det samlede billede fra gennemgangen af litteraturen om HFT giver ikke et definitivt svar på, om HFT er godt eller dårligt for markedet. Der er effekter, der trækker i hver sin retning.

3.2 Flash Crash af 6. maj 2010

Det såkaldte Flash Crash af 6. maj 2010⁵, som er det mest kendte eksempel på markedsforstyrrelser foranlediget af algoritmehandel, illustrerer en række af de nævnte risici.

En algoritme begyndte at sælge futurekontrakter på S&P 500-indekset, kaldet E-Mini futures, med usædvanlig stor hastighed på et tidspunkt, hvor markedet i forvejen var volatilt, og hvor markedsdybden, som er et mål for likviditet, var lille. Årsagen var, at algoritmen fejlagtigt var programmeret til at eksekvere 9 % af omsætningen indenfor det sidste minut uanset pris eller tid. Mængden af E-mini futures, der blev solgt som følge af programmeringen, skulle normalt sælges over en periode på adskillige timer, men blev solgt på bare 20 minutter. Det store salgspres blev i første omgang absorberet af andre HFT-handlere, der købte E-mini futures. Denne effekt varede dog kun 10 minutter, hvorefter HFT-handlerne begyndte at sælge ud af deres positioner, idet algoritmerne var programmerede til ikke at holde store positioner. Dette fik algoritmen med den oprindelige salgsordre til at øge hastigheden, hvormed den solgte. HFT-handlernes indbyrdes afhængigheder skabte således en salgsspiral, der resulterede i et fald i prisen på E-mini-kontrakter. Faldet spredte sig efterfølgende til de underliggende aktier, idet andre algoritmer førte en cross market arbitragestrategi, der indebar, at E-mini-kontrakter blev købt, og de underliggende aktier solgt. De faldende aktiekurser medførte, at algoritmer, der førte en market maker-strategi, begyndte at trække sig ud af markedet, idet de havde et indbygget forsigtighedsprincip, hvis design betød en tilbagetrækning fra markedet i tilfælde af, at aktiekurser faldt under et givet niveau. Markedsdybden i E-minikontrakter på købsiden faldt til 1 % af, hvad den var om morgenen samme dag. Markedet var på dette tidspunkt i frit fald, og Dow Jones-indekset tabte 5,5 % fra kl. 14:42 til 14:47. Faldet blev stoppet af en 5 sekunders børspause på Chicago Mercantile Exchange.

Hændelsen illustrerer risikoen for øget ustabilitet ved høj volatilitet samt forstærkning af kursfald som følge af algoritmers indbyrdes afhængighed. Endvidere var flash crash et eksempel på, at kursfald spredes til andre instrumenter. Risikoen for, at market makers trækker sig, blev ligeledes bekræftet. Tabel 4 opsummerer de risici, som hændelsen Flash Crash 6. maj viste eksistensen af.

Tabel 4. Opsummering af risici erfaret fra kendte Flash Crash 6. maj 2010

Operationelle risici	Beskrivelse
----------------------	-------------

⁴ EU nr. 65/2014 – MiFID II, præambel, betragtning nr. 62

⁵ <http://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf>

Fejlprogrammering	En eller flere algoritmer er fejlprogrammerede og handler i strid med programmørens hensigt.
Udrulning af ikke-testede algoritmer	Når en ny algoritme udrulles eller en eksisterende algoritme ændres, medfører dette en risiko for, at denne ikke er tilstrækkeligt testet, hvilket kan have uønskede konsekvenser.
Manglende opfølgning efter en algoritme er udrullet	Efter udrulning af en algoritme opstår en risiko for, at den ikke handler efter hensigten. Denne risiko er udbredt, hvis algoritmen ikke er testet, men selv i det tilfælde hvor test har været udført, er denne risiko til stede, idet handlen, den udfører, er afhængig af dens omverden. At fremstille en realistisk omverden i et testmiljø er vanskeligt.
Manglende evne til at identificere, hvilken algoritme der er ude af kontrol	Hvis en algoritme handler uhensigtsmæssigt, er det nødvendigt at kunne identificere denne inden for kort tid for at kunne afbryde den.
Manglende velskrevne risikomodeller og sikkerhedsprocedurer	Manglende sikkerhedsprocedurer kan resultere i en langsommere reaktionsevne i situationer, hvor algoritmer handler uhensigtsmæssigt. Dette gælder også ikke-algortmehandlere, der agerer på et marked med algortmehandel.
Markedsrisici	Beskrivelse
Hastighed	Hastighed hvormed en kurs kan falde. Når algoritmer er aktive på et marked, er hastigheden for både køb og salg sat op. Dette kan resultere i pludselige fald inden for meget korte perioder.
Algortmernes indbyrdes afhængighed	Når mere end en algortmehandler er aktive på et marked, opstår interaktion imellem disse. Konsekvenserne af dette kan være svære at forudse.
Likviditetsrisiko	Der er en risiko for, at HFT-marked makers pludseligt vil stoppe med at placere bud og udbud og dermed fjerne likviditet.

Flygtige muligheder for økonomisk gevinst kan medvirke til, at personer og virksomheder, der anvender algoritmer, er villige til at gå på kompromis med de sikkerhedsprocesser, der bør være, før en algoritme udrulles. Disse sikkerhedsprocesser indebærer tilstrækkelige test af algoritmer, kontrol ved udrulning af algoritmer, automatiske kontroller for algortmernes handel, mulighed for at identificere, hvilken algoritme der handler uhensigtsmæssigt samt muligheden for hurtigt at kunne afbryde algoritmen.

3.3 Markedsmisbrug forårsaget af HFT

EU's Markedsmisbrugsforordning⁶, der træder i kraft den 3. juli 2016, nævner nogle handelsmønstre, som betragtes som markedsmanipulation. Markedsmisbrugsforordningen forstærker og erstatter markedsmisbrugsdirektivet af 2003 og sørger for, at reglerne holder trit med udviklingen på markedet. Forordningen tilpasses bl.a. de nye former for handel og automatisering, dvs. algoritme- og HFT-handel⁷. Den i markedsmisbrugsforordningen nævnte ulovlige handelsadfærd omfatter⁸:

- Ordreindlæggelse sker i et omfang, så det forstyrrer eller forsinker markedets matchingsystem.

⁶ EU Nr. 596/2014 - MAR

⁷ Se EU Nr. 596/2014 - MAR's præambel, betragtning nr. 38

⁸ Se artikel 12(2)(c) i EU Nr. 596/2014 - MAR

- Ordreindlæggelse sker på en måde, så det bliver svært at identificere ordrer, der er målrettet handel. Se spoofing/layering i tabel 3.
- Ordreindlæggelse sker på en måde, så det skaber et misvisende signal om udbuddet, efterspørgslen eller kursen på et instrument. Her fremhæves det at skabe eller underbygge en trend. Se momentum ignition i tabel 3.

I andre lande er der eksempler på myndighedsafgørelser over for markedsmisbrug. Det engelske finanstillsyn FCA tildelte i august 2013 en algoritmehandler, Panther Energy Trading LLC, en bøde på £597.993 for markedsmisbrug i råvarekontrakter⁹. Markedsmisbrugsstrategien, der blev benyttet, var såkaldt layering, hvor store ordrer lægges ud på markedet uden intention om, at disse ordrer skal føre til handel som beskrevet i tabel 3.

I del 3 beskrives det, hvordan risiciene, der fremgår af dette kapitel, bliver imødekommet af forskellige sikkerhedsmekanismer hos NASDAQ Copenhagen, det sponsorerende medlem og fremtidige regulatoriske krav.

⁹ <http://www.fca.org.uk/static/documents/newsletters/market-watch-44.pdf>

Del 2: Kortlægning af algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen

Algoritmehandel står for ca. halvdelen af den samlede aktieomsætning på NASDAQ Copenhagen. Specielt i large cap-segmentet udgør algoritmehandel en stor andel. Hvor stor en andel af algoritmehandlen der udgøres af hhv. algoritmer, der fastsætter ordreparametre uden menneskelig involvering, og hvor stor en andel der alene eksekverer ordrer indlagt af menneskelige investorer, kan ikke bestemmes med de tilgængelige data. HFT-handel estimeres at udgøre omkring 15 % af omsætningen på NASDAQ Copenhagen. HFT-handlerne har en højere order to trade ratio end de resterende markedsdeltagere og en lavere tid mellem aktive handlinger. Den del af algoritmehandlen, der er under dansk tilsyn, er dog begrænset. Finanstilsynet har analyseret betydningen af algoritmehandel for markedet og fundet at:

- *Bid-ask spredet, som er et mål for likviditet, er mindsket i samme periode, som andelen af algoritmehandel er steget. I samme periode er markedsdybden steget, hvilket tilsvarende er et mål for forbedret likviditet. Som sidste mål for likviditet er ordremængden tilgængelig på bedste pris i samme periode faldet. Andre faktorer end et stigende omfang af algoritmehandel er dog medvirkende til at forklare udviklingen i likviditetsmålene. Specielt kan mindre tick sizes forklare, at bid-ask spredet er mindsket, og at ordremængde tilgængelig på bedste pris er blevet mindre. Samlet set er der tegn på, at likviditeten er forbedret.*
- *Intradag volatiliteten falder efter indtrædelse af en algoritmisk market maker.*
- *Der er ikke fundet eksempler på markedsmisbrug i form af trendinitierende strategier udført af algoritmer.*
- *Der er ikke tegn på, at den systemiske risiko er steget i takt med, at algoritmehandlens andel af omsætningen på NASDAQ Copenhagen er steget.*

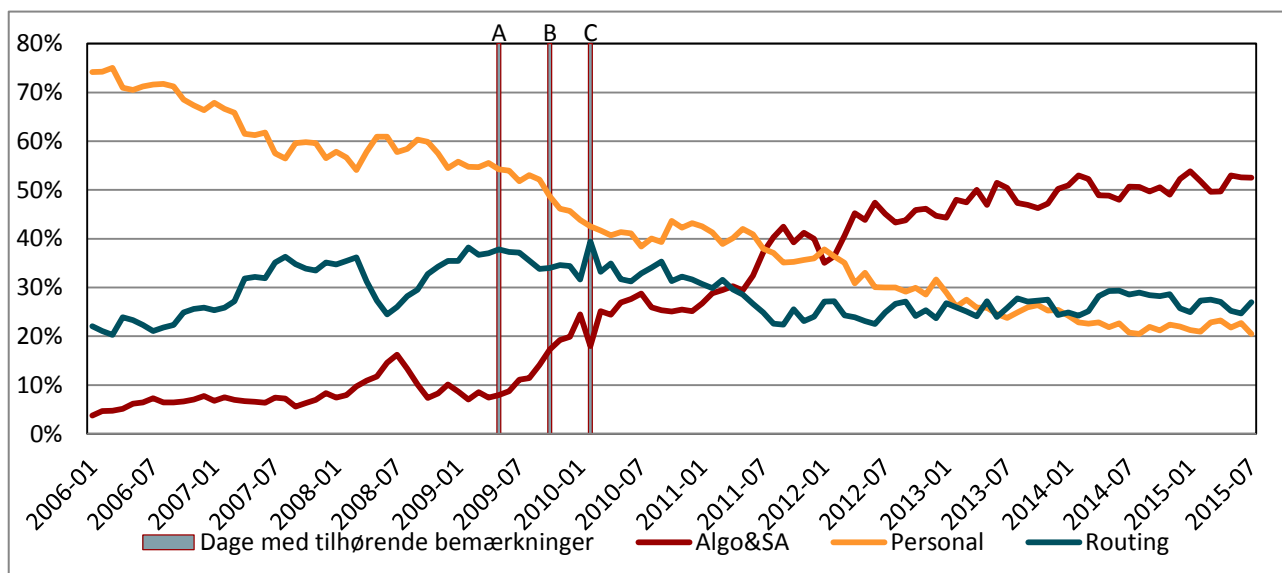
4. Omfang og udvikling af algoritmehandlen

I dette afsnit beskrives udviklingen i algoritmehandlens andel af omsætningen i ordrebogen på NASDAQ Copenhagen. Endvidere beskrives, hvilke segmenter af markedet, algoritmehandlerne er aktive i, samt hvor stor en del af algoritmehandlerne der er under dansk tilsyn.

4.1 Omsætning

Ifølge NASDAQ Copenhagen er andelen af algoritmehandel i aktier optaget til handel på NASDAQ Copenhagen steget fra under 10 % i 2007 til ca. 50 % af den samlede ordrebogsomsætning i 2014, jf. figur 1. Obligationsmarkedet har ikke gennemgået en tilsvarende udvikling og er generelt karakteriseret ved stort set ikke at være handlet af algoritmer.

Figur 1. Udviklingen i algoritmehandel, direkte handel samt handel via DMA-adgange



Anm.: *Personal Broker users* er de autoriserede børshandlere, der handler hos Nasdaq's medlemmer. *DMA Routing Users* er medlemsbankernes direkte routet kundeordreflow til markedet. *Algorithmic & Sponsored Access (SA) users* er en sammenblending af både Execution Algo- og HFT.

Bemærk, at handler, der ikke er matchede på NASDAQ Copenhagen¹⁰, er udeladt. Hvis disse indberettede handler var inkluderet, var den samlede andel af algoritmehandel ca. 43 % i 2014. NASDAQ Copenhagen bemærker dog, at tallene er forbundet med væsentlig usikkerhed. Tallene inkluderer alene omsætningen på NASDAQ Copenhagen og ikke omsætningen af danske aktier på udenlandske markedspladser eller dark pools.

Kilde: NASDAQ Copenhagen

Af årsagerne til, at andelen af omsætningen foretaget på NASDAQ Copenhagen er steget, skal ud over ophævelsen af børsmonopolet med MiFID I¹¹ og forbedret teknologi, nævnes følgende:

- A. I juni 2009 introducerede MHF'erne Chi-X & BATS lavere tick sizes, således at mindste prisændring i danske aktier handlet på disse markedspladser blev 0,001 krone for aktier med en pris under 10.000. Lavere tick sizes er en umiddelbar fordel for algoritmehandlerne, der udnytter disse små prisforskelle på tværs af markedspladser til arbitrage eller til at market make på

¹⁰ Handler, der er foretaget udenom markedet (OTC-handler), men som rapporteres og offentliggøres via NASDAQ COPENHAGEN.

¹¹ Direktiv 2004/39/EC

MHF'erne inden for spredet kvoteret på NASDAQ Copenhagen, hvorved likviditet flyttes til MHF'erne.

- B. I oktober 2009 blev CCP clearing for large cap-aktier indført. Derved bliver alle transaktioner, et handelsmedlem har haft i en aktie, nettet før afvikling, hvorfor der kun vil være én værdipapircentralafvikling på en given dag for en given aktie. For algoritmehandlere, der typisk har mange små handler, er der altså lavere omkostninger forbundet med at handle CCP cleared aktier. Ofte netter algoritmehandlere fuldstændigt ud, hvorved der ikke vil være nogen værdipapircentralafvikling. For traditionelle banker, der handler på vegne af kunder med egne VP-depoter, skal der stadig afvikles for hvert enkelt kundedepot, hvorved fordelene ved CCP clearing er mest udbredt for algoritmehandlerne.
- C. Den 8. februar 2010 implementerede NASDAQ Copenhagen handelssystemet INET, som betød en lavere latency og øget kapacitet for handelssystemet. Dette er en umiddelbar fordel for algoritmehandlerne, som kan udnytte den lavere latency.

4.2 Algotmehandlernes aktivitet i forskellige segmenter

Algotmehandlerne er mest aktive i large cap-segmentet, uanset om der måles på omsætning, antal ordrer eller antal handler, jf. tabel 5. Samlet set har algoritmerne i perioden stået for ca. halvdelen af omsætningen. I large cap-segmentet, som udgør langt hovedparten af omsætningen på NASDAQ Copenhagen, stod algoritmehandlerne for 52 % af omsætningen i perioden fra marts 2015 til september 2015.

Et tilsvarende billede ses, når antallet af ordrer eller handler betragtes. Målt i ordrer står algoritmehandlerne for en andel på ca. 77 %. Også i small cap-segmentet tegner algoritmehandlerne sig for en stor andel af de samlede ordrer på trods af deres lille andel af omsætning og handler. Dette kan være et udtryk for den lavere likviditet i small cap-aktierne.

Tabel 5. Handel udført af kunder med algoritme-ID i danske aktier

Andele udført af algoritmehandlere	Segment			Samlet
	Large	Mid	Small	
Andel af omsætning	53,5%	29,5%	10,4%	51,9%
Andel af antal ordrer	79,1%	64,1%	26,5%	77,1%
Andel af antal handler	56,7%	35,8%	15,5%	53,1%

Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen marts 2015 til september 2015

Algotmehandlerne var samlet set aktive i alle segmenter af markedet. Alle var aktive i large cap-segmentet, mens lidt færre var aktive i mid og small cap-segmenterne. I small cap-segmentet udgjorde algoritmehandlerne kun en lille andel af omsætningen.

Det er ikke umiddelbart muligt at vurdere, hvor stor en del af algoritmehandlen der er udført af forskellige typer af algoritmestrategier, herunder eksekveringsalgoritmer.

5. Algoritmehandel under dansk tilsyn

En stor del af omsætningen på NASDAQ Copenhagen sker via algoritmehandlere, men ikke alle algoritmehandlere er under dansk tilsyn. I dette afsnit kortlægges, hvor stor en andel af algoritmehandlerne der er under dansk tilsyn, samt hvor stor en andel af omsætningen der sker via algoritmehandlere under dansk tilsyn.

Algoritmehandel kan ske gennem handelsmedlemmerne selv, via DMA-adgange og endelig via SA-adgange.

Tabel 6. Algoritmehandlere og omsætning fordelt på handelsmedlemmer og SA-kunder

Kilde til algoritmehandel	Antal virksomheder		Omsætning i procent af samlet omsætning på NASDAQ Copenhagen	
	Danske	Udenlandske	Danske	Udenlandske
Algoritmehandel foretaget af handelsmedlemmer	1 dansk medlem har udført algoritmehandel i perioden. Herudover har 5 banker benyttet sig af NASDAQ's execution algo offering ved eksekvering af store ordrer. Der er 14 danske medlemmer i alt, som alle er under tilsyn.	30 udenlandske medlemmer har udført algoritmehandel i perioden. Der er 58 udenlandske medlemmer i alt.	0,8%	49,7 %
Algoritmehandel foretaget af SA-kunder	1 dansk SA-kunde, som ikke er under tilsyn er registreret.	8 SA-kunder har handlet i perioden via 7 udenlandske sponsorerende medlemmer. Der er 31 registrerede SA-kunder.	0,3 %	1,1 %

Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen, marts 2015 til september 2015

Alle virksomheder med en godkendelse som værdipapirhandler eller fondsmægler har som udgangspunkt ret til at være direkte handelsmedlem af NASDAQ Copenhagen¹². NASDAQ Copenhagen har således 71¹³ medlemmer, heraf 14 danske værdipapirhandlere. Det er dog langt fra al handel via de direkte medlemmer, som er algoritmehandel.

For SA-kunder gælder, at al handlen er algoritmehandel. NASDAQ Copenhagen har kendskab til algoritmehandel, som medlemmer og disses SA-kunder foretager. SA-adgange er kun solgt via udenlandske medlemmer af NASDAQ Copenhagen.

Tabel 6 viser en oversigt over, hvor stor en del af aktørerne der er under dansk tilsyn. I perioden udgjorde algoritmehandel 51,9 % af den samlede omsætning (summen af dels algoritmehandel foretaget af handelsmedlemmerne, som indeholder algoritmehandel foretaget via DMA-adgange, og dels via SA-adgange). Hvad angår de danske direkte medlemmer, er alene 0,8 % af den samlede omsætning på NASDAQ Copenhagen i perioden marts 2015 til september 2015 algoritmehandel. Heraf er en del alene eksekveringsalgoritmer. SA-kunder udgør kun en lille del af den samlede omsætning, og SA-kunder, som er under dansk tilsyn, udgør omkring 0,3 % af omsætningen. Dermed udgør den samlede handlede omsætning foretaget af værdipapirhandlere under dansk tilsyn en begrænset mængde af den samlede handlede omsætning på NASDAQ Copenhagen.

¹² VPHL § 20

¹³ Jf. NASDAQ COPENHAGEN medlemsliste *Equity & Derivatives members* pr. 10. august 2015

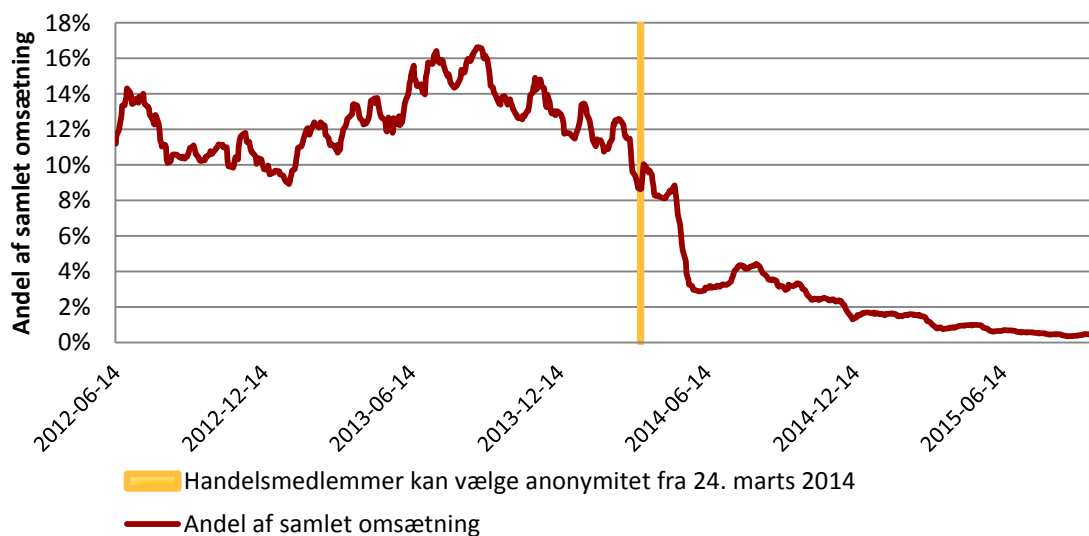
6. HFT - handel i Danmark

I litteraturen benyttes to tilgange til at identificere HFT-handel, jf. afsnit 1:

1. Den direkte tilgang: Handelsdeltageren har en infrastruktur, der minimerer latency. En SA-adgang kombineret med co-location giver en infrastruktur, der minimerer latency og dermed kan indikere HFT-handel. Det skyldes, at både co-location og en SA-adgang minimerer latency¹⁴. Ved co-location tilbyder NASDAQ Access Services placering af den handlendes server i samme bygning som matchingmaskinen¹⁵, hvorved distancen, som ordrerne sendes igennem, reduceres. SA-adgangen betyder, at ordrer sendes udenom handelsmedlemmets IT, hvorved der spares nogle millisekunder.
2. Den indirekte tilgang benyttet i litteraturen, som består af kvantitative mål, der bruges til at definere HFT-handel fx en høj order to trade ratio.

Handlen foretaget igennem SA-kunder er siden 2014 faldet betydeligt, jf. figur 2. I samme periode er omfanget af algoritmehandel som tidligere nævnt steget. Den primære forklaring er, at nogle algoritmehandlere er gået fra at benytte en SA-adgang til at blive direkte medlemmer. Årsagen til denne omstilling er, at handelsmedlemmerne siden 24. marts 2014 har kunnet vælge at være anonyme. Dette betyder, at den direkte tilgang, svarende til at benytte en SA-adgang, ikke er hensigtsmæssig til at beskrive omfanget af HFT-handel. Derfor vil dette afsnit først beskrive omfanget af HFT-handel ved den indirekte metode, som dækker over mere end SA. Herefter vil den direkte metode blive benyttet til at beskrive, hvordan HFT-handlernes ageren adskiller sig fra de øvrige markedsdeltagere.

Figur 2. Udviklingen i omsætning foretaget af SA-kunder i C20-aktier



Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen

¹⁴ ESMA, High-frequency trading activity in EU equity markets

¹⁵ <http://www.nasdaqomx.com/transactions/connectivity-services/nordic-co-location-services>

6.1. HFT-handel identificeret ved den indirekte tilgang

Den indirekte måde at identificere HFT-handel på er at definere, hvad HFT-handel er ud fra kvantitative mål. Der findes i dag ikke en EU-baseret definition af HFT¹⁶. Finanstilsynet definerer til brug for denne rapport, baseret på SEC's artikel: Concept Release on Equity Market Structure¹⁷, HFT således:

1. Algoritmisk handel – svarende til at have et algoritme-ID på NASDAQ Copenhagen.

Og

Kriterium 1. Der skal eksistere en time, hvor algoritmen handler på en måde, således at algoritmen sender mere end 7.200 ordremeddelelser til markedspladsen svarende til 2 per sekund.

Eller

Kriterium 2. Der skal eksistere en time, hvor algoritmen handler på en måde, således at algoritmen har en order to trade ratio over 40

Eller

Kriterium 3. Algoritmen foretager et køb efterfulgt af et salg i samme instrument inden for 1 sekund.

Kriterierne er benyttet på data fra NASDAQ Copenhagen fra perioden marts 2015 til september 2015.

Benyttes denne tilgang til identificering af algoritmehandel, står HFT for 15 % af den samlede handlede omsætning, dvs. væsentligt lavere end de 52 %, som algoritmehandel samlet set står for, jf. tabel 5. Som ventet ligger andelen af de samlede ordrer noget højere. HFT-handlerne er stort set kun aktive uden for auktionerne, hvor ca. 20 % af ordrebogsomsætningen forekommer.

Tabel 7. Oversigt over HFT identificeret ved den indirekte tilgang

HFT-andele på segmenter	Large	Mid	Small	Samlet
Andel af omsætning	15,8%	3,4%	0,2%	15,0%
Andel af antal ordrer	40,2%	24,5%	1,7%	38,0%
Andel af antal handler	18,7%	4,5%	0,5%	16,5%

Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen, marts 2015 til september 2015

Til sammenligning vurderer SEC, at HFT-handel på det amerikanske aktiemarked typisk udgør 50 % af omsætningen eller mere i mange aktier¹⁸.

6.2 Karakteristika ved HFT-handel

Selvom HFT identificeret ved den direkte tilgang, SA-kunder, ikke længere kan anvendes til at estimere HFT-handlen på NASDAQ Copenhagen, kan data for disse bruges til at karakterisere, hvordan HFT-handel adskiller sig fra øvrig handel. Dette gøres i dette afsnit ved at analysere order to trade ratio og ordrenes levetid.

¹⁶ ESMA har i et technical advice foreslået Kommissionen at følge en af tre foreslåede definitioner. ES-MA/2014/1569

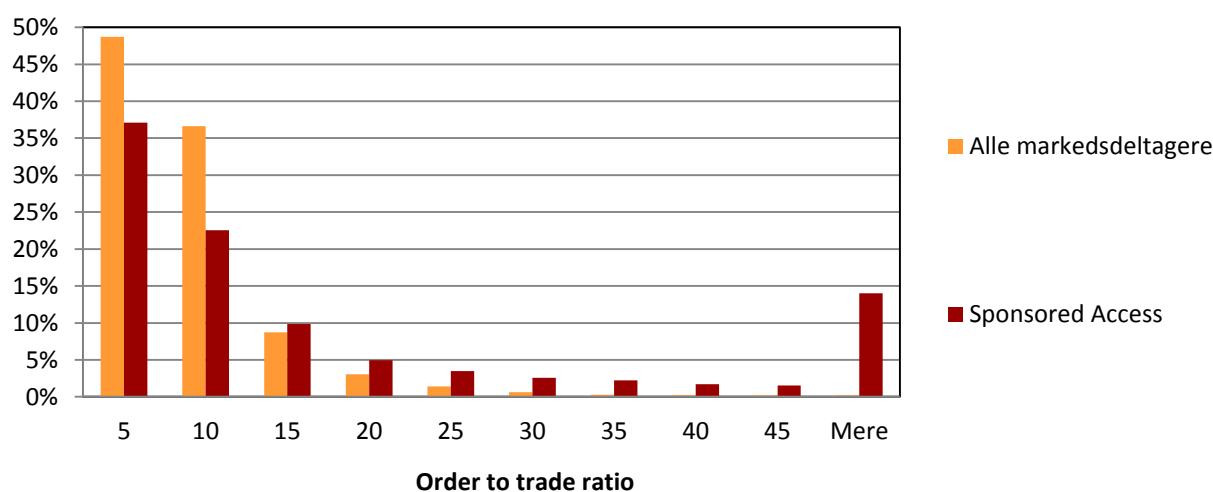
¹⁷ <https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358fr.pdf>

¹⁸ <https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358fr.pdf>

6.2.1 Order to trade ratio

Ved betragtning af fordelingen af order to trade ratio^{19 20} på NASDAQ Copenhagen for handel foretaget af SA-kunder og for hele markedet ses det, at SA-kundernes order to trade ratio spænder vidt, men generelt er højere end hele markedets, jf. figur 3. Således er den gennemsnitlige order to trade ratio ca. 67 for SA-kunder, hvilket er noget højere end det samlede gennemsnit for alle medlemmer af NASDAQ Copenhagen, som til sammenligning har en gennemsnitlig order to trade ratio på 12,7. Order to trade ratio afhænger i høj grad af strategien. Eksempelvis vil man for en HFT-handler observere en høj order to trade ratio, hvis denne følger en market maker-strategi, som bidrager med likviditet.

Figur 3: Fordelingen af order to trade ratio på NASDAQ Copenhagen



Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen, april 2015 til og med juni 2015

En stor del af SA-handlen har dog en lav order to trade ratio, og ca. 37 % har en lavere order to trade ratio end 5. Ca. 14 % har en order to trade ratio på over 50, heraf har enkelte en meget høj order to trade ratio på mere end 1000. Se afsnit 8.2 for regler om gebyrer ved høje order to trade ratios.

6.2.2 Ordrenes levetid

Fordelingen af tid mellem aktive handlinger opgjort på SA-kunder og handlen foretaget igennem handelsmedlemmer uden et algoritme-ID fremgår af tabel 8. Dette kan fx være tiden mellem ordreindlæggelse og ordresletning eller tiden fra ordreindlæggelse til opdatering af ordre. For SA-kunderne ses det, at medianen er ca. 0,38 sekunder. I halvdelen af tilfældene vil SA-kunden vente mindre end dette, før ordren ændres eller slettes. 25 % percentilen er 0,027 sekund. Dvs. i 25 % af tilfældene sker der noget aktivt inden for en brøkdel af et sekund. 10 % af ventetiderne er under 14 millisekunder.

¹⁹ Finanstilsynet definerer order to trade ratio til brug for denne rapport som det samlede antal sendte beskeder dvs. indsætning af ordrer, sletning af ordrer samt opdatering af ordrer. NASDAQ har ordretyper, hvor prisen opdateres automatisk af NASDAQ's handelssystem. Selvom ordren opdateres af NASDAQ's handelssystem, tæller denne opdatering som en ny ordre i denne rapport.

²⁰ NASDAQ beregner order to trade ratio på en måde, hvor ordrerne vægtes med afstanden til bedste bud og udbud:

http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/97/97598_cash-market-fee-list-sep-2014.pdf

Tabel 8. Fordelingen af tid mellem aktive handlinger

Sekunder mellem aktive ordrehændelser (insert, update, delete)		
	SA	Ej algo
Gennemsnit	50,9	550,8
Median	0,381	45,5
Andre percentiler		
10%	0,014	1,1
25%	0,027	8,1

Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen, april 2015

Til sammenligning er medianen af intervaller mellem aktive handlinger for ikke-algoritmer 45,5 sekunder og 25 % percentilen ca. 8,1 sekund, jf. tabel 8. Der er altså for resten af markedet en betydelig længere ventetid mellem aktive handlinger, end der er blandt SA-kunderne. Den korte ventetid tyder på, at nogle SA-kunder benytter sig af strategier, der kræver hurtig reaktion, fx market making, arbitrage eller nyhedsbaserede strategier. Hertil kommer at algoritmehandlere i højere grad benytter sig af *immediate or cancel orders*, som er ordrer, der eksekveres øjeblikkeligt hvis muligt og ellers slettes. Sådanne ordrer vil have en levetid med ekstrem kort levetid, idet denne alene er tiden, det tager NASDAQ Copenhagens handelssystem, at forsøge at finde et match til ordren.

7. Algoritmehandlens betydning for markedet

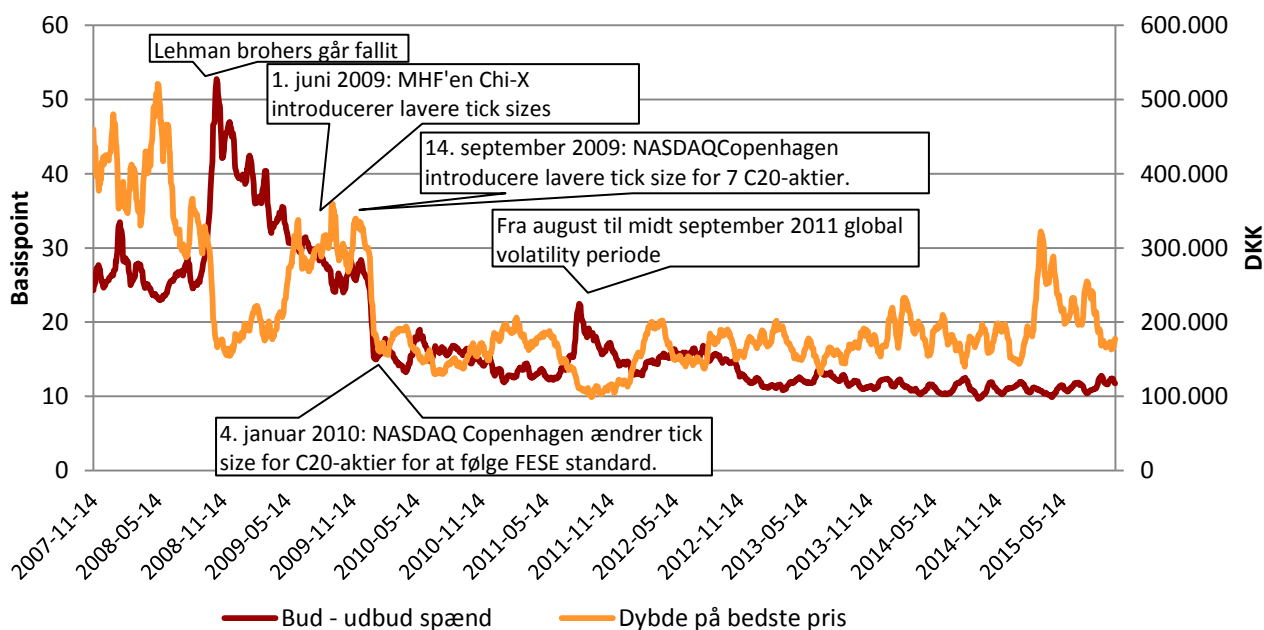
Algoritme- og HFT-handel bliver som nævnt i del 1 i dele af litteraturen fremhævet for at have en positiv betydning for de øvrige investorer i form af mere korrekt prissætning, lavere volatilitet og øget likviditet. Dette afsnit vil søge at analysere nogle af disse teser på det danske aktiemarked.

7.1 Betydning for likviditet

Finanstilsynet har benyttet 3 indikatorer til at måle udviklingen i likviditet: Bid-ask spreadet, ordremængden tilgængelig på bedste pris samt markedsdybden på alle priser. Flere indikatorer for likviditet benyttes, idet der ikke eksisterer en enkelt definition af likviditet.

En indikator for likviditet er forskellen mellem bedste bud og bedste udbud, det såkaldte bid-ask spread. Er spreadet lavt, vil man kunne købe et instrument og sælge det igen uden store omkostninger. Et reduceret spread betyder altså lavere omkostninger for investoren. Gennemsnitsspreadet i C20-aktier er faldende over tid og dermed er likviditeten efter dette mål forbedret, jf. figur 4. Det virker rimeligt, at algoritme- og HFT-handlere er medvirkende til denne indsnævring af spreadet, pga. den øgede konkurrence på marked making området, og pga. at spread imperfektioner holdes begrænset som følge af algoritme og HFT-handlernes arbitragestrategier. Andre faktorer end et stigende omfang af algoritmehandel er dog medvirkende til at forklare udviklingen. Således følger spreadet markedssituationer og ændrede tick sizes. I september 2009 sænkede NASDAQ Copenhagen tick size i 7 aktier i C20-indekset som følge af, at markedspladsen Chi-X havde sænket deres tick size på danske aktier i et forsøg på at flytte likviditet til markedspladsen fra NASDAQ Copenhagen. I januar 2010 implementerede NASDAQ Copenhagen tick sizes udviklet sammen med FESE²¹. Efter de lavere tick sizes blev indført, faldt spreadet.

Figur 4: Gennemsnit over relative bud – udbud spread i C20-aktier



Anm.: Bud-udbud spændet er beregnet det relative spreads (bedste udbud – bedste bud) / bedste udbud og herefter er tidsvægtet gennemsnit beregnet heraf. Markedsdybden på bedste pris er et tidsvægtet gennemsnit af ordrer inden for den kontinuerede handel. Graferne viser et 10-dages rullende gennemsnit.

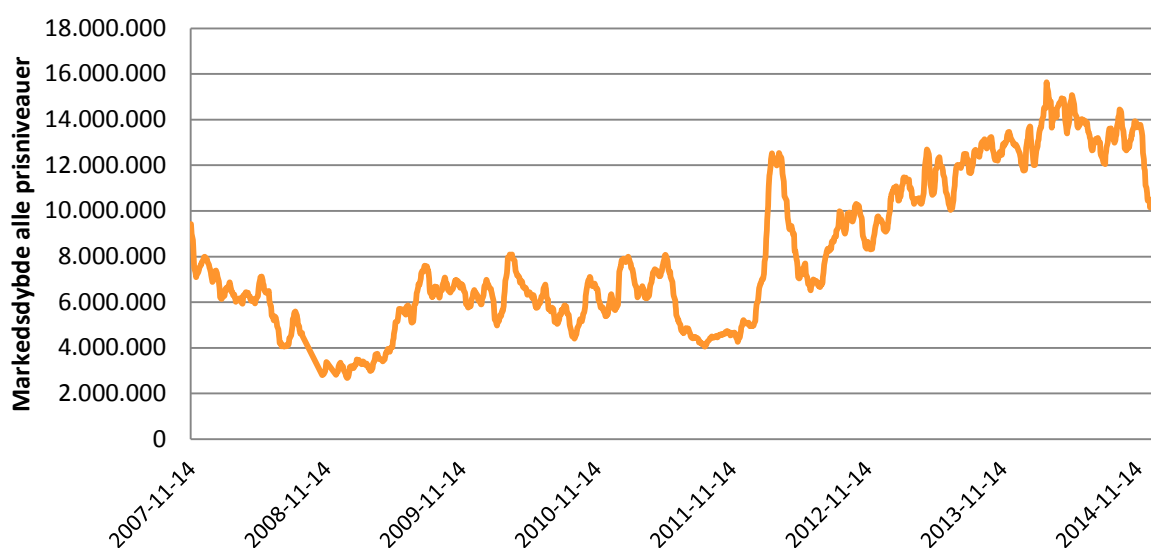
Kilde: NASDAQ Copenhagen

²¹ Federation of European Securities Exchanges

Ordremængden tilgængelig på bedste pris, dvs. hvor meget der i gennemsnit reelt kan købes og sælges til på bedste pris, er i samme periode reduceret, jf. figur 4. At denne indikator for likviditet viser en reduceret tilgængelig mængde til bedste pris, skyldes dog, at likviditeten er spredt ud over flere tick sizes. NASDAQ Copenhagen indførte lavere tick sizes januar 2010, som blev afspejlet i ordremængden tilgængelig på bedste pris, som faldt samtidig.

Betragtes den samlede markedsdybde derimod, dvs. hvor meget der kan købes og sælges til på alle prisniveauer, er dette mål for likviditet ikke faldet i perioden, men steget siden 2012 i takt med at der er kommet en større andel af algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen, jf. figur 5. Den samlede markedsdybde er således en proxy for likviditet, der viser en forbedring i likviditeten i takt med en øget andel af algoritmehandel.

Figur 5: Fulde ordredybde



Anm: Markedsdybden er den tidsvægtede markedsdybde på alle priser taget som et rullende gennemsnit over 10 dage.

Kilde: NASDAQ Copenhagen.

Figur 4 og 5 er ikke rensset for såkaldte ghost-ordrer, som er ordrer, der simultant lægges ud på flere markedspladser. Når ordren bliver mødt på den ene markedsplads, fjernes ordren på den anden markedsplads. På den måde virker likviditeten større end den reelt er. ESMA er i gang med at undersøge omfanget af falsk likviditet på europæiske markedspladser. Danske aktier bliver også handlet på udenlandske markedspladser, hvorfor nogle ordrer på NASDAQ Copenhagen må forventes at være ghost-ordrer. Disse ordrer vil under alle omstændigheder være reelle, så længe de er registreret i ordrebogen.

Der er samlet set tegn på, at likviditeten er forbedret i samme periode, som andelen af algoritmehandel er steget på NASDAQ Copenhagen. Andre faktorer, såsom mindre tick sizes, er dog udover algoritmehandel medvirkende til at forklare udviklingen.

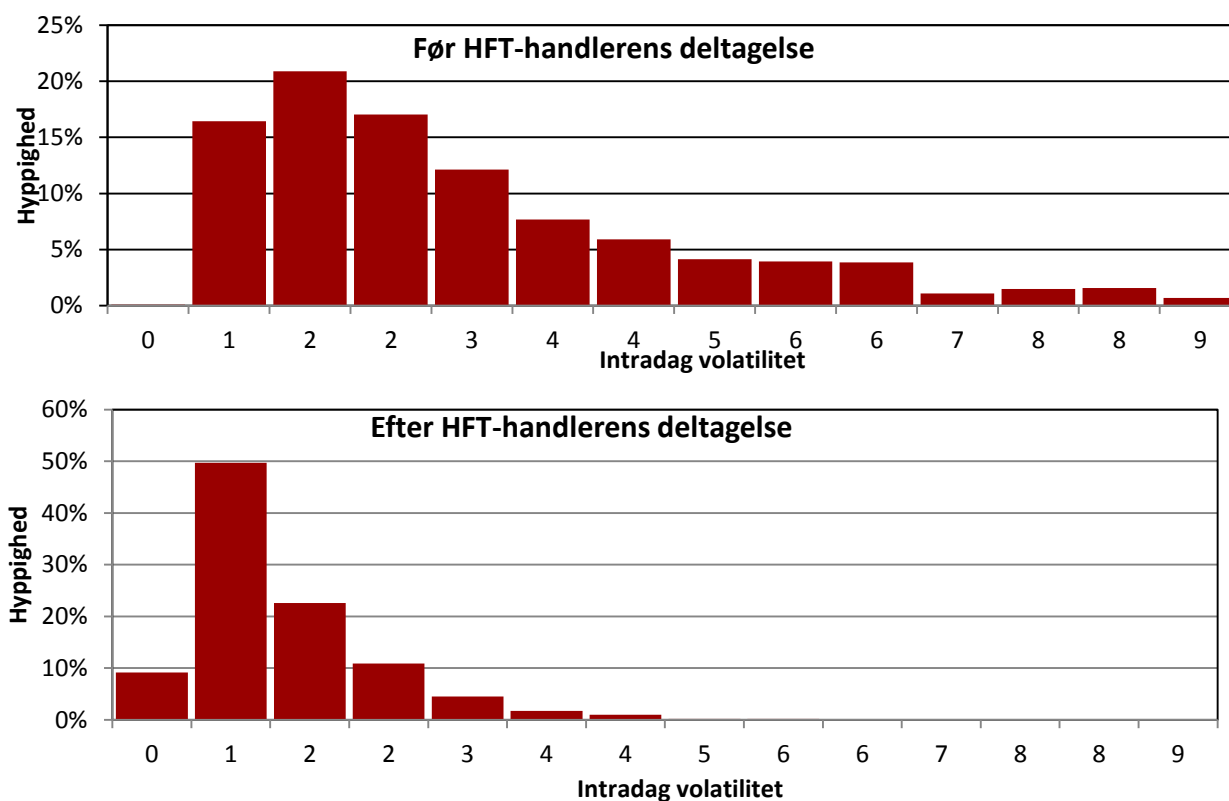
7.2 Betydning for volatilitet

Finanstilsynet har analyseret intradag volatiliteten i udvalgte aktier. Analysen viser, at volatiliteten bliver mindre efter en større HFT-handlers indtræden som market maker i de udvalgte aktier. HFT-

handleren fører en market maker-strategi, som kan være det udslagsgivende for den faldende volatilitet. HFT-handleren lægger altså passive bud og udbud ud, der opdateres med en høj frekvens, og tilfører dermed likviditet og markededybde i aktien. Herudover deler HFT-handleren på denne passive måde, hvordan den har omsat tilgængelig information til prisdannelsen i en aktie. Dette betyder, at alle markedsdeltagere på ethvert tidspunkt har samme information, og derved er risikoen for at indgå en "dårlig" handel lavere. Endvidere vil en forkert prisning af aktien blive opfattet øjeblikkeligt, hvilket kan give en udglattende effekt på kursen.

Eksempelvis var intradag volatiliteten i Vestas-aktien statistisk signifikant større i perioden inden HFT-handleren indtrådte som market maker, sammenlignet med perioden efter, at HFT-handleren begyndte at agere market maker, jf. figur 6. En sådan analyse forudsætter imidlertid, at den generelle volatilitet er ens i de to perioder.

Figur 6. Intradag volatiliteten i Vestas-aktien før og efter HFT-handleren indtræder som market maker.



Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen.

For at korrigere for den generelle volatilitet kontrolleres for en række makroøkonomiske variable og aktiespecifikke variable, der kan tænkes at have betydning for volatiliteten i Vestas aktien. Selvom der korrigeres for disse variable, er konklusionen, at market makeren mindsker volatiliteten. Se bilag for en nærmere gennemgang af eksemplet.

En tilsvarende udvikling i intradag volatilitet, før og efter HFT-handleren indtræder som market maker, er ligeledes fundet for andre C20-aktier.

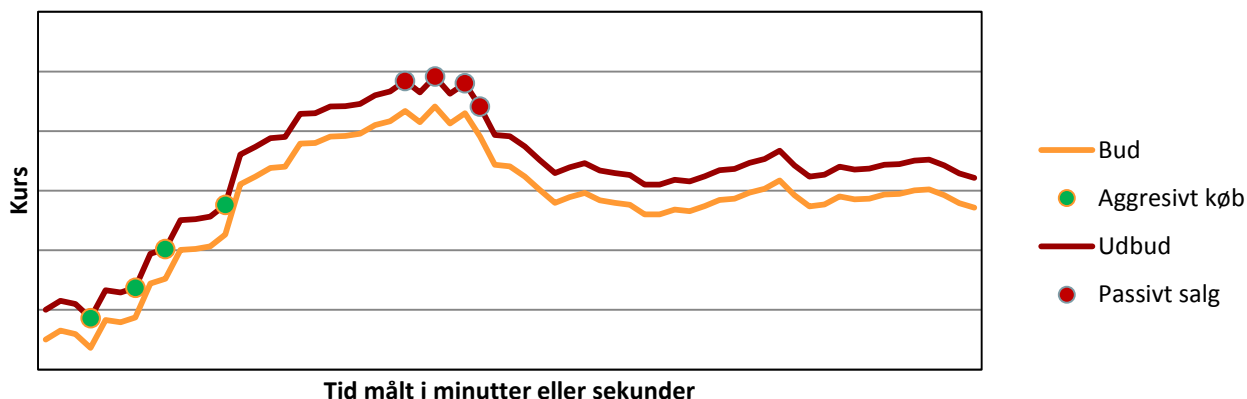
7.3. Markedsmisbrug udført af algoritmer

HFT-handlere er i flere konkrete tilfælde blevet anklaget for at udføre markedsmisbrug, idet flere strategier, som særligt er egnet til algoritmer, anvendt på en uhensigtsmæssig eller bevidst måde kan opfattes som markedsmisbrug. I dag bliver markedsmisbrug opdaget på forskellig vis. NASDAQ Copenhagen overvåger løbende handlen foretaget på egne markeder bl.a. med det formål at identificere markedsmisbrug. Det er ikke muligt for NASDAQ Copenhagen at overvåge handlen foretaget på andre markedspladser. Værdipapirhandlerne overvåger handlen foretaget igennem den enkelte værdipapirhandler. Både NASDAQ Copenhagen og værdipapirhandlerne indberetter mistænkelige transaktioner til Finanstilsynet. Finanstilsynet har endvidere selv adgang til data fra både NASDAQ Copenhagen og værdipapirhandlerne og foretager markedsovervågning. Finanstilsynets markedsovervågning er sagsbaseret, hvor sagerne kan blive identificeret ved mønstre i det datagrundlag, Finanstilsynet har, eller sagerne kan blive indberettet fra NASDAQ Copenhagen eller værdipapirhandlerne, som har observeret mistænkelig handelsadfærd. Sagerne fører sædvanligvis ved afslutning til enten henlæggelse eller politianmeldelse.

7.3.1 Trendinitierende algoritmer

En strategi, som kan have en negativ effekt på markedet, er kendetegnet ved, at en algoritme handler aggressivt, fx ved køb af en aktie, i forsøget på at initiere en trend. Formålet med algoritmen er med andre ord, at andre markedsdeltagere "rider med på bølgen", hvorved algoritmen efterfølgende inden for en kort periode kan sælge aktien tilbage til en højere pris. Strategien går under navnet *momentum ignition*.

Figur 7. Eksempel på momentinitierende strategi



Algoritmen, som forfølger en *momentum ignition* strategi, indlægger aggressive ordrer, der medfører øjeblikkelige køb og kursstigning. Dette gentages indtil en opadgående trend er skabt. Andre markedsdeltagere begynder at købe, hvilket får kursen til at stige yderligere. Algoritmen lægger nu forsigtige salgsordrer ind. Dvs. salgsordrer på udbudssiden til en højere pris end algoritmen købte til. Pga. den opadgående trend vil disse ordrer blive ramt, og algoritmen inkasserer en gevinst, jf. figur 7. Denne strategi forringer afkastet for de øvrige handelsdeltagere, som følger trenden, idet de køber til en højere pris, end aktien ellers ville have været værd, og fordi kursen efterfølgende typisk vil falde til sit oprindelige niveau. En sådan handelsadfærd opfattes som kursmanipulation.

Finanstilsynet har ved gennemgang af data undersøgt, om nogle algoritmer følger en sådan strategi, men har ikke fundet eksempler herpå. Det er derfor Finanstilsynets vurdering, at en udførelse af sådanne strategier foretaget af algoritmer ikke er hyppigt udbredt på NASDAQ Copenhagen.

7.3.2 Markedsmisbrug foretaget cross market

Visse former for markedsmisbrug involverer handel og ordreindlæggelser på flere markedspladser simultant. Eksempelvis kan det tænkes, at en *spoofing*-strategi benyttes således: En HFT-handler lægger en købsordre ud på markedsplads A. Et øjeblik senere lægges store salgsordrer ud på markedsplads B i samme aktie. De store salgsordrer får kursen til at falde - først på markedsplads B og umiddelbart efter på markedsplads A pga. andre algoritmer, der fører en arbitragestrategi. Den oprindelige købsordre bliver mødt på markedsplads A til en lavere pris, end hvad der ellers kunne være opnået, og salgsordrerne på markedsplads B, som HFT-handleren ikke havde intentioner om skulle blive mødt, bliver annulleret. Da strategien udføres på forskellige markedspladser, er det sværere for markedspladsernes overvågning at identificere markedsmisbruget.

Finanstilsynet har undersøgt fragmenteringen af handlen i danske C20-aktier. Fordelingen af omsætning i danske C20-aktier, hvor andelen foretaget på andre markedspladser end NASDAQ Copenhagen udgør således mere end 30 %, jf. tabel 9. Dermed er en forudsætning for, at cross market-markedsmisbrug kan forekomme, opfyldt.

Tabel 9. Omsætningen i danske aktier udført på NASDAQ Copenhagen og udenlandske markedspladser i 2014

Aktie Andel angivet i Procent	NASDAQ Copenhagen	Andel - andre end NASDAQ Copenhagen	BATS -CHIX	Turquoise	Burgundy
TDC	55,8	44,2	33,9	7,8	2,0
Topdanmark	60,2	39,8	28,0	10,5	1,1
GN Store Nord	62,4	37,6	21,8	13,9	1,2
William Demant Holding	62,8	37,2	29,9	6,3	0,9
Lundbeck	63,4	36,6	22,9	11,6	1,5
Novo Nordisk B	63,6	36,4	25,9	8,5	1,5
Carlsberg B	63,7	36,3	25,6	8,5	1,9
Coloplast B	63,8	36,2	22,2	12,1	1,2
DSV	64,2	35,8	26,5	7,7	1,2
A.P. Møller - Mærsk B	64,8	35,2	23,7	8,8	2,4
Chr. Hansen Holding	64,8	35,2	24,7	9,3	0,9
Danske Bank	66,9	33,1	23,7	7,2	1,7
Novozymes B	68,1	31,9	21,0	9,5	1,2
Tryg	68,8	31,2	20,5	10,0	0,6
Pandora	69,1	30,9	18,6	10,8	1,2
Jyske Bank	69,6	30,4	21,6	7,9	0,7

Kilde: ESMA.

Finanstilsynet har ikke adgang til ordrebogsdata fra andre markedspladser. En effektiv overvågning af, om der sker cross maket markedsmisbrug udført af algoritmer, vil dels kræve, at Finanstilsynet får adgang til ordrebogsdata fra andre markedspladser, dels at data er tidssynkroniseret nøjagtigt, hvilket ikke er tilfældet i dag. Med MiFIR indføres regler om synkronisering af ure, hvilket vil gøre analysering af cross market-markedsmisbrugssager mulig, jf. afsnit 10.

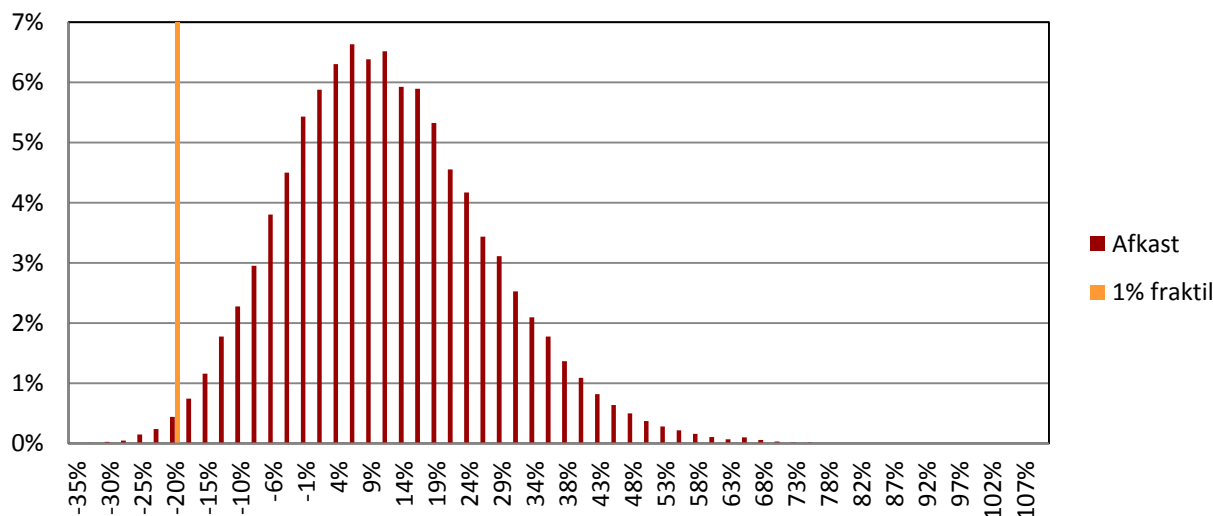
7.4 Betydning for den systemiske risiko

Systemisk risiko blev beskrevet i afsnit 3.1. Finanstilsynet har undersøgt den systemiske afkastrisiko over tid ved at simulere afkastet af en portefølje bestående af de 13 aktier, som har været i C20-indekset i hele perioden fra 1995 til 2014. Ved simuleringen er porteføljen rebalanceret dagligt for at få så stor en spredning som muligt. Hypotesen er, at med en øget del af omsætning foretaget af algoritmehandel vil aktierne være stærkere korreleret og den systemiske afkastrisiko dermed større: Hvis nogle aktiekurser falder, vil der være en tendens til, at resten følger med, og omvendt: hvis nogle aktiekurser stiger, vil der være en tendens til, at resten følger med. Dermed vil fordelingen af porteføljens afkast have større sandsynlighed for meget høje afkast og meget store tab. Af denne fordeling beregnes Value at Risk²² (VaR), som benyttes som et risikomål.

Den valgte analysemetode, *bootstrapping*, går i hovedtræk ud på følgende:

1. Dagligt afkast af en portefølje bestående af lige andele i 13 aktier beregnes ud fra lukkekurser. Hver dag geninvesteres beløbet på tilsvarende måde.
2. De daglige afkast bruges for et år ad gangen til at simulere fordelingen af årligt afkast ved metoden *bootstrapping*. I og med at der benyttes afkast på en portefølje, er korrelationer imellem de 13 aktier indlejrede i analysen.

Figur 8. Fordelingen af afkast i 2014 ved daglig investering i 13 forskellige C20-aktier

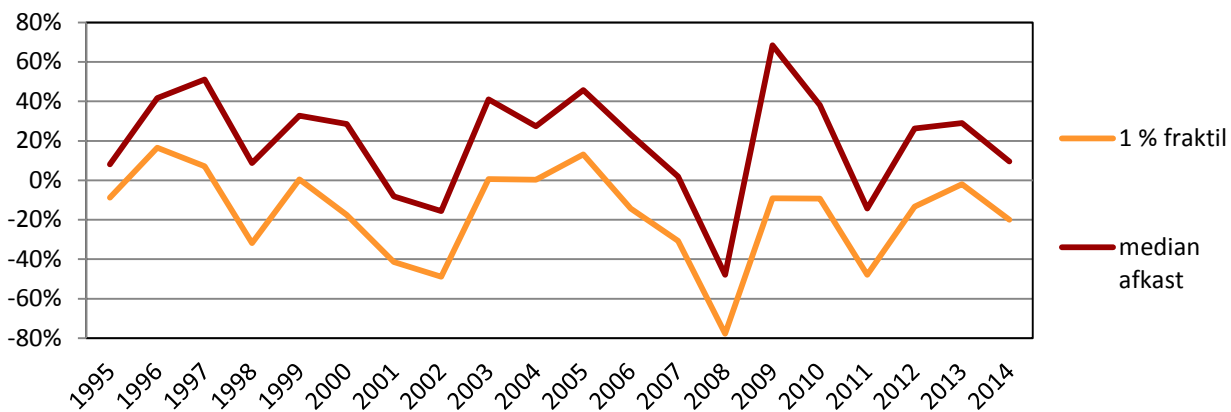


Anm. Eksempel på afkastfordeling opnået ved simulering af værdien af porteføljen i 2014. Her ville man med 1 % sandsynlighed miste 20 % af sin formue eller mere.

Porteføljen bestående af 13 aktier har haft en forholdsvis konstant risiko bortset fra 2008, hvor man med 1 % sandsynlighed ville have tabt 78 %, jf. figur 9.

²² Value at Risk defineret som afkastet, hvor man med 1 % sandsynlighed vil have dette afkast eller værre.

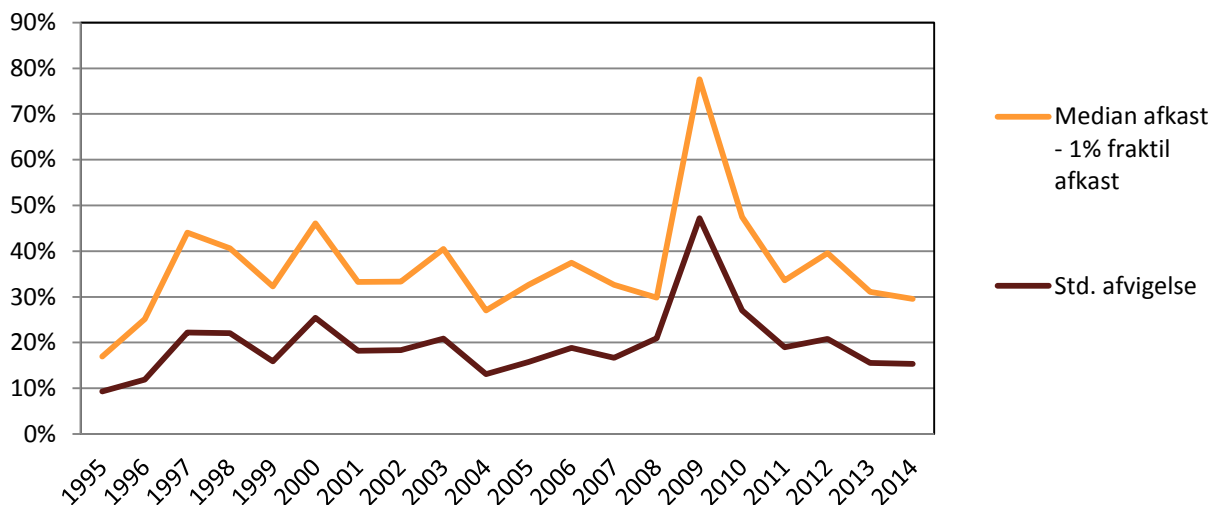
Figur 9. VaR som 1 % fraktil over tid



Kilde: Finanstilsynets beregninger foretaget ved bootstrapping på data fra Bloomberg.

Betragtes standardafvigelsen af fordelingen af afkastet, ses det, at denne også er forholdsvis konstant over tid. Som et sidste risikomål er median minus 1 % fraktilen benyttet. Dette mål viser forskellen på det afkast, halvdelen af investorerne ville opnå, i forhold til hvad den ene procent mest uheldige investorer ville opnå. På den måde er der korrigeret for gode og dårlige år. Dette risikomål er også forholdsvis konstant over tid, med undtagelse af 2009, hvor der var stor forskel på medianen og det nederste 1 % afkast, jf. figur 10. Den uheldige investor vil altså dette år have en væsentlig lavere gevinst end afkastet generelt dette år.

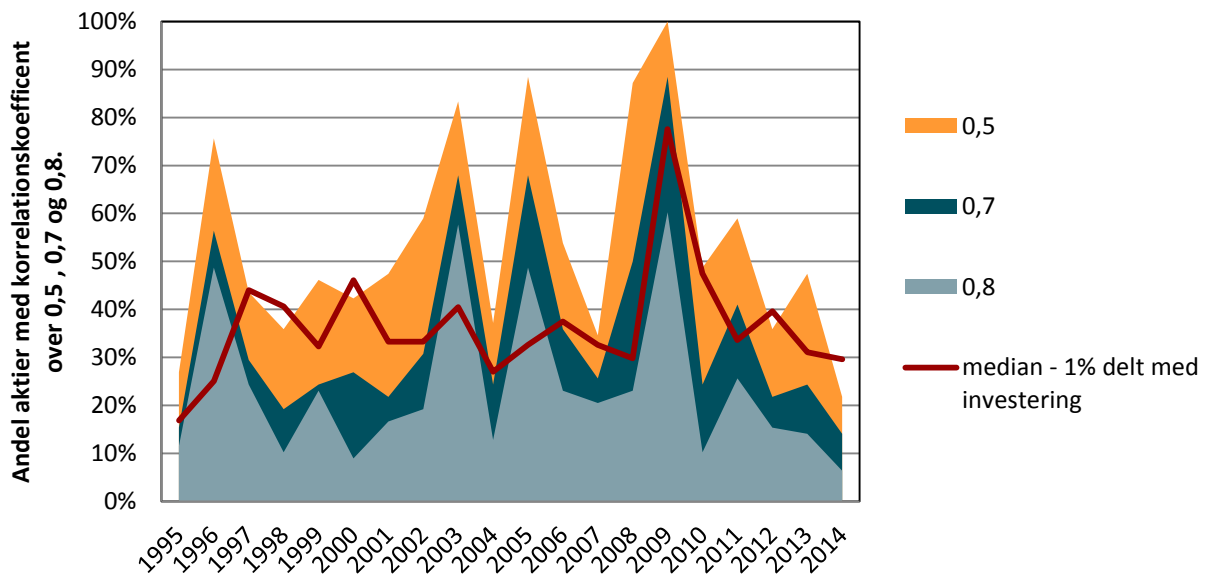
Figur 10. Standardafvigelsen af årligt afkast fra 1995 til 2014 ved daglig investering i 13 forskellige C20-aktier, samt medianen – 1 % fraktilen på samme portefølje



Kilde: Finanstilsynets beregninger foretaget ved bootstrapping på data fra Bloomberg.

Den systemiske risiko er altså ikke steget i den periode, hvor algoritmehandel har vundet betydelig udbredelse. Korrelationen mellem aktierne er tilsvarende ikke blevet stærkere, jf. figur 11. De største korrelationer findes i 2008 og 2009, hvor finanskrisen var på sit højeste. I 2010 var korrelationen i C20-aktierne på omtrent samme niveau som før finanskrisen og ser ikke ud til at stige i perioden 2010 til 2014, hvor omfanget af algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen steg fra ca. 20 % til 50 %.

Figur 11. Udviklingen af antal korrelerede aktier i perioden 1995 til 2014



Anm.: Andel aktier ud af de 13 aktier i datasættet, som et givent år har en korrelationsfaktor større end hhv. 0,5 , 0,7 og 0,8.

Kilde: Finanstilsynets beregninger foretaget ved bootstrapping på data fra Bloomberg.

Del 3 – Sikkerhedsforanstaltninger for algoritmehandel

De fremtidige regulatoriske krav medfører, at Finanstilsynet vil få en udvidet adgang til data, der vil forbedre muligheden for at overvåge handlen med henblik på at identificere eventuelt markedsmissbrug. Præventive tiltag for effektive tests indføres hos algoritmehandlere, sponsorerende medlemmer og markedspladser. Hvis en algoritme alligevel handler på en uhensigtsmæssig måde, skal der være yderligere sikkerhedsforanstaltninger i form af handelsafbrydere på markedspladsen i tilfælde af store kursudsving og forpligtelser til algoritmehandlere om ikke at trække sig som market makere. Endelig vil markedspladserne skulle indføre regler, der vil minimere den fordel, algoritmehandlerne har som følge af deres computerkraft. Dette indebærer regler om tick size og et loft på order to trade ratio. NASDAQ Copenhagen har allerede i dag indført regler om tick size, handelsafbrydere og et gebyr ved overskridelse af en tærskel for order to trade ratio. Med MiFID II forbedres både de præventive effekter, der omgiver algoritmehandel, og Finanstilsynets mulighed for at føre tilsyn med algoritmehandel.

8. Sikkerhedsforanstaltninger hos NASDAQ Copenhagen og det sponsorerende medlem

8.1 Handelsafbrydere

En række markedspladser har bl.a. på baggrund af flash crash'et i maj 2010 indført sikkerhedsmekanismer i form af handelsafbrydere, også kaldet *volatility guards* eller *circuit breakers*. NASDAQ Copenhagen opgraderede deres sikkerhedsmekanisme i september 2010²³. Handelsafbrydere fungerer ved, at de ved store kursudsving udløser en kortvarig auktionsperiode. I auktionsperioden kan indlagte ordrer fjernes. Dette har til hensigt at reducere risikoen for store kursudsving, fx som følge af en fejlprogrammeret algoritme eller tastefejl.

NASDAQ Copenhagen opererer med to typer af handelsafbrydere²⁴: En dynamisk og en statisk. Den dynamiske handelsafbryder baseres på seneste betalte kurs. Hvis en foreslået handel sker udenfor området for den dynamiske grænse, vil dette udløse et automatisk handelsstop efterfulgt af en auktion på 60 sekunder.

Figur 12: Dynamisk handelsafbryder. Kilde: NASDAQ Copenhagen



Den statiske handelsafbryder baseres på en referencepris, oftest prisen fastsat ved seneste auktion. Hvis prisen bryder den statisk fastsatte grænse, vil handel i aktien blive afbrudt, og der vil blive afholdt en auktion på 180 sekunder, hvorefter der vil blive fastsat en ny referencepris.

Figur 13: Statisk handelsafbryder. Kilde: NASDAQ Copenhagen



²³ http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/69/69482_newsletter.pdf

²⁴ NASDAQ OMX Nordic Market Model

Tærsklerne for handelsafbrydere fastsættes ud fra likviditeten af de forskellige aktier. Tærsklerne for C20-aktier er således snævrere end for aktier med lavere likviditet. NASDAQ Copenhagen har fastsat følgende grænser for aktierne på det danske marked^{25 26}:

Tabel 10. Dynamiske og statiske grænser ved handelsafbrydere på NASDAQ Copenhagen

Aktietype	Dynamisk	Statisk
OMXC20	3%	10%
Andre aktier og ETF (investeringsforeninger)	5%	15%
First North eller hvor spread er $\geq 3\%$	10%	15%
Penny-aktier:		
0,25 – 5 DKK	25%	50%
0,1 – 0,25 DKK	40%	75%
0,05 – 0,1 DKK	50%	100%
0 – 0,05 DKK	100%	200%

Kilde: NASDAQ Copenhagen

Handelsafbrydere opfattes internationalt som et værn mod flash crash, hvilket afspejles i, at de bliver lovkrav med MiFID II²⁷. På NASDAQ Copenhagen er et flash crash ikke blevet observeret. Dette kan være et udtryk for, at handelsafbrydere virker, eller at der endnu ikke har været en "løbsk" algoritme på NASDAQ Copenhagen.

Ud over at NASDAQ Copenhagen foretager realtidsmarkedsovervågning af alle ordrer og transaktioner, haves et yderligere sæt overvågningsredskaber, der er designet til at overvåge medlemmernes datatrafik på port niveau. Systemet viser kontinuert de porte ind i INET handelssystemet, der har mest trafik. Baseret på denne information kan operatøren se, hvilke porte der er mere aktive og træffe foranstaltninger, hvis det er nødvendigt, herunder lukke for handelsmedlemmets port i tilfælde af et pludseligt stort antal ordremeddelelser.

8.2 Begrænsning på *order to trade ratio*

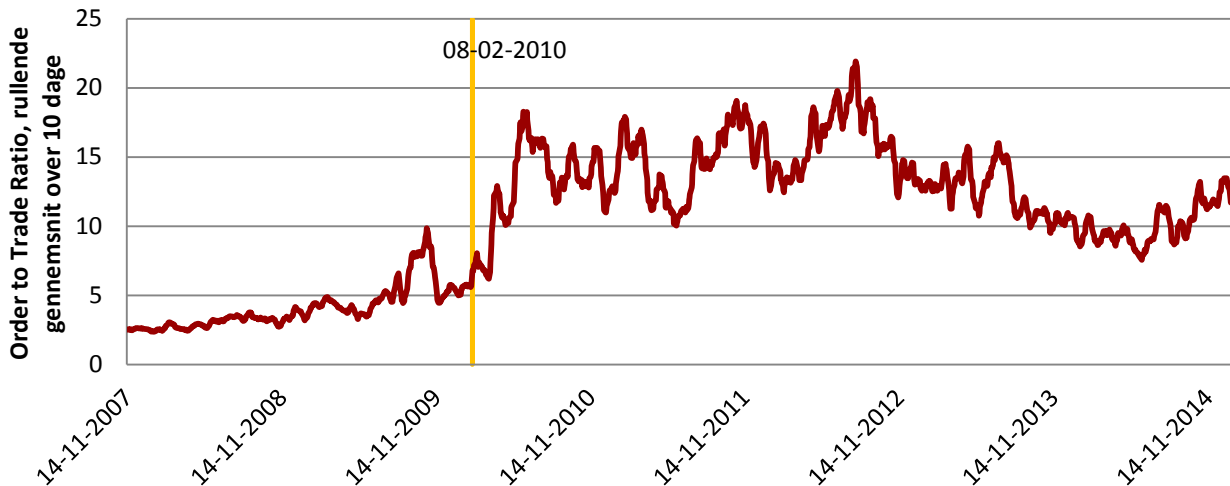
Algoritmehandlere har lave omkostninger pr. ordreindlæggelse, hvilket medfører, at de i gennemsnit har flere ordrer end konventionelle aktiehandlere. Eksempelvis deles store transaktioner op i mindre bidder for ikke at skabe store prisudsving. Et meget stort antal ordrer i forhold til antallet af handler kan, som det fremgår af MiFID II, skabe eller bidrage til ureglementerede handelsvilkår på markedet. Sådanne ordrer kan være forstyrrende for markedet, idet de potentielt sender et forkert signal om likviditeten og øger omkostningerne til teknologi for markedspladsen.

²⁵ NASDAQ Market Model Inet Nordic, appendix M

²⁶ Udvidede grænser gælder i tilfældem hvor udsteder er på vej med en selskabsmeddelelse

²⁷ Direktiv 2014/65/EU

Figur 14. Order to trade ratio på NASDAQ COPENHAGEN beregnet over alle markedsdeltagere



Kilde: Ordrebogsdata fra NASDAQ Copenhagen.

Anm. Den 8. februar 2010 overgik NASDAQ Copenhagen til handelssystemet INET, hvilket medførte en ændring i måden ordremeddelelser bliver opgjort på.

NASDAQ Copenhagen har imødegået dette problem ved at tildele markedsdeltagerne et gebyr i tilfælde af en for høj order to trade ratio²⁸. Dette blev indført i juli 2011, hvor grænsen blev sat til 250. I november 2013 blev grænsen sat ned til 100 samtidig med, at beregningen blev ændret til at blive foretaget på månedsbasis. Ordre bliver vægtes med afstanden til bedste bud eller udbud (BBO). Vægtningen betyder, at ordre, der ligger tæt på BBO, vægter mindre end 1, og ordre, der ligger langt fra BBO, vægter mere end 1. På den måde gives et incitament til at lægge ordre ud tæt på BBO. Overskrides order to trade ratio grænsen, er gebyret hos NASDAQ Copenhagen DKK 0,07 pr. ordre over grænsen.

Order to trade ratio var stigende fra 2007 indtil sommeren 2010, jf. figur 14. Herefter er niveauet svingende og let aftagende fra sommeren 2012.

8.3 NASDAQ Copenhagen's regler for *tick size*

Tick size er den mindst mulige prisændring i et instrument. Eksisterer der ingen tick size, vil bedste bud på en markedsplads kunne overbydes med uendelig lidt. Dette er specielt velegnet for algoritme-handlere, der hurtigt kan identificere bedste bud og byde marginalt bedre. Omkostningen ved at byde mere vil altså være ekstrem lille, og dette vil have en negativ effekt på markedsdybden og fjerne eventuelle likviditetsudbydere på markedet.

²⁸ http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/94/94075_cashmarketfeelist-1sep2014.pdf

På NASDAQ Copenhagen er følgende tick sizes gældende for large cap-segmentet²⁹:

Tabel 11. *Tick Size* opdelt på kursniveau gældende på NASDAQ Copenhagen fra januar 2011

DKK Fra	DKK Til	Tick Size
-	0,4999	0,0001
0,5	0,9995	0,0005
1	4,999	0,001
5	9,995	0,005
10	49,99	0,01
50	99,95	0,05
100	499,9	0,1
500	999,5	0,5
1.000,00	4.999,00	1
5.000,00	9.995,00	5
10.000,00	49.990,00	10
50.000,00	-	50

Kilde: NASDAQ Copenhagen

En HFT-handler, der udøver en market maker-strategi, har en større indtjening pr. handel, når det relative bud-udbud spread er stort³⁰. Derved er der en risiko for, at en HFT-market maker vil trække sig i en situation, hvor kursen på et instrument falder fra en tick size klasse til en anden, idet profitabiliteten ved at være market maker falder.

8.4 NASDAQ Copenhagen's regelsæt til modvirkning af ikke-reelle handelshensigter

I henhold til NASDAQ Copenhagen's medlemsregler skal ordrer i ordrebogen afspejle markedsprisen på det finansielle instrument, men skal også bestå i reelle ordrer med en hensigt om at handle. Medlemsreglerne fastslår, at der ikke må indsættes ordrer, som mangler et kommercielt formål. Endvidere fastslår medlemsreglerne, at et medlem har samme forpligtelser for ordrer, der placeres via en SA, som for ordrer, der placeres på anden vis. Reglerne har således til hensigt at opnå, at SA-kunder opfylder samme krav som handelsmedlemmer.

8.5 Krav til interne procedurer hos handelsmedlemmer

NASDAQ Copenhagen har kendskab til alle handelsmedlemmernes algoritmehandel, samt til algoritmehandel foretaget via SA-adgange. Algoritmehandel kan i princippet foretages via DMA-adgange, uden at NASDAQ Copenhagen har kendskab hertil. Dette afsnit omhandler udvalgte krav, som

²⁹ http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/72/72734_global_data_products_newsletter_2011-03.pdf

³⁰ Relative spread = (udbud - bud)/kurs

NASDAQ Copenhagen stiller til sine handelsmedlemmer³¹, før de kan sælge direkte adgange, dvs. DMA- og SA-adgange, der kan anvendes til algoritmehandel, til tredje parter.

Et handelsmedlem, der har tildelt en DMA- eller SA-adgang, har de samme forpligtelser for de ordrer, der er sendt via DMA- eller SA-adgangen i handelsmedlemmets navn, som for handelsmedlemmets egne ordrer. Handelsmedlemmet skal for hver tildelt DMA- eller SA-adgang indgå en aftale, der indeholder loft over de maksimale risici, klienten må tage, og giver handelsmedlemmet ret til på ethvert tidspunkt at afbryde forbindelsen. Medlemmet har endvidere ansvar for overvågning af klientens ordrer. Før et handelsmedlem kan sælge DMA- eller SA-adgange, skal det søge om og opnå godkendelse hos NASDAQ Copenhagen. Ansøgningen skal som minimum indeholde³²:

- 1) En beskrivelse af den due diligence, medlemmet foretager af sin klient, herunder en fit and proper vurdering.
- 2) En beskrivelse af de sikkerhedsforanstaltninger, handelsmedlemmet har, herunder hvordan medlemmet kan identificere sin klient, og hvordan ordren bliver verificeret, før den bliver videre sendt til markedspladsen.
- 3) En beskrivelse af medlemmets interne rutiner for overvågning af DMA-adgangen.
- 4) En beskrivelse af klientens brug af DMA-adgangen.

³¹ http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/96/96063_nasdaq-omx-nordic-member-rules_version-2-6--effective-december-1-2014-final.pdf

³² Nasdaq OMX Nordic Member Rules af december 2014 afsnit 4.9

9. Fremtidige regulatoriske krav

I dette afsnit beskrives de fremtidige regulatoriske krav, som MiFID II / MiFIR, der træder i kraft 3. januar 2017, medfører. Idet anvendelsen af handelsteknologi har udviklet sig betydeligt, siden MiFID I trådte i kraft i 2007, og algoritmehandel siden da er blevet væsentligt mere udbredt, er det naturligt, at risici ved algoritmehandel reguleres. Afsnittet beskriver de nye muligheder for overvågning af algoritmehandel, som MiFID II / MiFIR giver Finanstilsynet, de krav, der stilles til algoritmehandlere, de foranstaltninger, som de sponsorerende medlemmer skal tage, samt endelig de foranstaltninger, markedspladserne skal tage.

9.1 Fremtidige muligheder for overvågning af algoritmehandel

Med MiFID II får Finanstilsynet flere muligheder for at overvåge algoritmehandlere. Alle værdipapirhandlere, der udfører algoritmehandel på markedspladser i Danmark, skal notificere Finanstilsynet herom, uanset om det er en dansk eller udenlandsk værdipapirhandler³³. Finanstilsynet skal dog kun notificeres i tilfælde af, at værdipapirhandleren er medlem af en dansk markedsplads. På den måde vil Finanstilsynet være i stand til at føre et målrettet tilsyn med algoritmehandlere og de krav, der stilles til dem. Eksempelvis kan Finanstilsynet kræve at få udleveret oplysninger om algoritmen såsom handelsparametre og benyttede risikokontroller. Særligt for HFT-handlere gælder, at de skal have tilladelse som værdipapirhandlere³⁴.

Hertil kommer, at værdipapirhandlere siden 2007 har indberettet detaljer om hver transaktion i bl.a. aktier, de foretager på egen bog eller på vegne af klienter, til Finanstilsynet. Disse indberetninger bliver mere detaljerede^{35 36} og vil i fremtiden bl.a. indeholde et algoritme-ID både for den eksekverende algoritme og for den algoritme, der tager investeringsbeslutningen. På den måde vil Finanstilsynet være i stand til at identificere handler foretaget af en bestemt algoritme hos en given værdipapirhandler i sin database. Dette medfører, at det bliver lettere at analysere markedsmissbrug og generel brug af algoritmer. Analysen kan foretages ned på hver enkelt algoritme eller for flere algoritmer med indbyrdes afhængigheder.

Værdipapirhandlere samt operatører af en markedsplads skal gemme alle informationer om handler og ordrer placeret af sine algoritmer i mindst 5 år^{37 38}. Dette betyder, at Finanstilsynet kan analysere sager om muligt markedsmissbrug tilbage i tid. Der stilles krav til synkronisering af markedspladsernes ure³⁹, hvilket muliggør analysering af cross market-markedsmissbrugssager, idet det konsoliderede hændelsesforløb over flere markedspladser kan gendannes.

Ud over kravene fra MiFID II / MiFIR adresserer MAR særligt risikoen for markedsmissbrug. Markedspladserne og værdipapirhandlerne skal have ordninger, systemer og procedurer med henblik på at forebygge og afsløre markedsmissbrug⁴⁰. Der kommer således krav om, at markedspladserne og vær-

³³ 2014/65/EU - MiFID II artikel 17(2)

³⁴ 2014/65/EU - MiFID II Artikel 2(1)(d)(iii)

³⁵ 2014/600/EU - MiFIR artikel 26

³⁶ ESMA/2015/1464 RTS nr. 22

³⁷ 2014/600/EU - MiFIR artikel 25

³⁸ ESMA/2015/1464 RTS nr. 24

³⁹ ESMA/2015/64 RTS nr. 25

⁴⁰ MAR Artikel 16

dipapirhandlerne skal have automatisk overvågning, dvs. et automatiseret system, der danner alarmer i tilfælde af, at mistænkelige transaktioner eller ordrer har fundet sted⁴¹. Markedspladserne og værdipapirhandlerne skal uddanne personale til identificering af mistænkelige transaktioner og ordrer. Muligt markedsmisbrug observeret af værdipapirhandlerne eller markedspladserne skal indberettes til tilsynsmyndigheden⁴². Endvidere bliver lovgivningen om, hvad der skal opfattes som markedsmisbrug tydeligere, idet nogle strategier eksplicit vil blive nævnt som eksempler på markedsmisbrug. Dette fremgår af recital 38:

“For at afspejle, at handel med finansielle instrumenter i stigende grad automatiseres, er det ønskeligt, at definitionen på markedsmanipulation giver eksempler på specifikke misbrugsstrategier, som kan gennemføres ved hjælp af ethvert handelsmiddel, der er til rådighed, herunder algoritmisk handel og højfrekvenshandel.”

Se ESMA's Final Report – rådgivning om mulige delegerede retsakter under MAR⁴³.

9.2 Fremtidig regulering af værdipapirhandlere, der benytter sig af algoritmehandel⁴⁴

Den fremtidige regulering påvirker på forskellig vis algoritmehandlerne.

a) Før udrulning af algoritmer

Selskabet skal teste algoritmer før udrulning efter metoder, der sørger for, at algoritmen lever op til regulatoriske krav samt til markedspladsens regler. Specielt skal det testes, at algoritmen virker kontinuerligt i et stresset marked. Selskabet skal have et testmiljø, således at test af algoritmer kan udføres uden at påvirke markedet. Udrulning af algoritmen til produktionsmiljøet skal ske på en kontrolleret måde, og enhver udrulning skal godkendes af senior management og logges med navn, tid og begrundelse.

b) Efter udrulning af algoritmer

Algoritmerne skal begrænses til ikke at kunne handle mere end et givent antal instrumenter, et begrænset antal ordrer, på et begrænset antal markeder samt have begrænsninger på priser. Endvidere skal selskabet foretage realtidsovervågning af algoritmerne, herunder om der er tegn på aktivitet udført af algoritmen, der er forstyrrende for markedet eller kan være markedsmisbrug herunder på et cross market- og cross product-perspektiv. Overvågningen skal dels foretages af den medarbejder, som er ansvarlig for algoritmen, men også af en uafhængig risikokontrol i selskabet. Realtidsovervågningen skal indeholde automatisk genererede alarmer til identificering af tilfælde, hvor algoritmen handler på en uventet måde, herunder gentager en strategi mere end et givent antal gange, og begrænsninger på priser og ordrestørrelser. De overvågende medarbejdere skal have autoritet til at foretage afhjælpende foranstaltninger. Selskabet skal have en nødafbryder, der øjeblikkeligt kan annullere alle udestående ordrer, enten på alle markedspladser på en gang, på udvalgte markedspladser eller for udvalgte algoritmer. Dette indebærer, at selskabet skal være i stand til at identificere den algoritme, der foretager den uønskede handel, og være i stand til at dokumentere dette overfor Finanstilsynet.

⁴¹ ESMA/2015/1455 Annex XI samt ESMA/2015/1464 RTS nr. 6

⁴² ESMA/2015/1455 Annex XI

⁴³ ESMA/2015/224

⁴⁴ ESMA/2015/1464 RTS nr. 6

c) Andre krav til selskabet

Selskabet skal udføre en årlig stresstest samt validering af sine algoritmer. Finanstilsynet kan få udleveret valideringsrapporten. Herudover er der krav om, at compliance-afdelingen skal skabe klarhed over selskabets forpligtelser, at selskabet skal have et tilstrækkeligt antal ansatte med de nødvendige færdigheder til at kunne håndtere handelssystemer og algoritmer, tilstrækkelig træning af ansatte i at efterkomme regulering, og selskabet skal have forretningsgange omfattende nødplaner i tilfælde af systemfejl og markedsscenerier samt IT-sikkerhed.

De fremtidige krav til værdipapirhandlere, der benytter sig af algoritmehandel, adresserer flere af de risici, der blev påpeget i afsnit 3. Generelt bliver kontrollen øget, og det må forventes, at tiden fra en markedsmulighed øjnes, til en ny algoritme er udrullet, bliver længere pga. krav om test af algoritmer før udrulning. Risikoen for, at uhensigtsmæssige algoritmer udrulles og forstyrrer markedet, vil blive mindre. Hvis en algoritme alligevel skulle handle uhensigtsmæssigt, er sandsynligheden for, at dette bliver opdaget rettidigt, og mulighederne for hurtigt at lukke algoritmen, større.

Risikoen for, at en fejlprogrammeret algoritme udrulles, er dog ikke fuldstændig fjernet. Det skyldes, at test af algoritmer skal foregå i et lukket miljø. I og med at miljøet er lukket, bliver den nyudviklede algoritmes indbyrdes afhængighed af andre HFT-handlers algoritmer ikke testet.

9.3 Fremtidig regulering af sponsor, der sælger direkte adgange ^{45 46}

Den fremtidige regulering påvirker på forskellig vis salget af DMA- og SA-adgange.

a) Før direkte adgang tildeles

Værdipapirhandleren skal udføre en *due diligence*, før en direkte adgang tildeles klienten. Processen skal som minimum indeholde emner som strategier, kontrol med eventuelle tredjeparts førhandelskontroller, hvem der er ansvarlig for fejl og udbedring, historisk handelsmønster, evnen hos klienten til at opfylde sine finansielle forpligtelser og, hvis videresalg af direkte adgang er tilladt, krav til *due diligence*.

b) Efter direkte adgang er tildelt

Den sponsorerende værdipapirhandler skal føre et løbende tilsyn med DMA-klienternes ordrer. Alle ordrer skal indgå i handelsmedlemmets markedsovervågning for hver klient, og ordrer i instrumenter, som DMA- og SA-klienten ikke har tilladelse til at handle i, skal blokeres. Der skal være etableret før- og efterhandelskontroller, herunder tærskler for priser og omsætning. Herudover skal den kredit- og markedsrisiko, som den sponsorerende værdipapirhandler udsættes for, monitoreres på intradagsbasis.

⁴⁵ 2014/65/EU – MiFID II Artikel 17(5)

⁴⁶ ESMA/2015/1464 RTS nr. 6

c) Andre krav til den sponsorerende værdipapirhandler

Den sponsorerende værdipapirhandler skal mindst årligt genvurdere sine klienters systemer og kontroller samt revurdere måden, *due diligence* foretages på. Herudover skal ordredata gemmes for hver enkelt klient til brug for den relevante myndighed.

De fremtidige krav til værdipapirhandlere, der sælger direkte adgange, øger kontrollen med algoritme-handlere og minimerer risikoen for, at den sponsorerende værdipapirhandler ukritisk sælger direkte adgange, og dermed også risikoen for fejlagtigt programmerede algoritmer. Den løbende kontrol af den sponsorerende værdipapirhandler fungerer som et ekstra kontrolleret udover klientens egne kontroller.

9.4 Fremtidig regulering af markeder vedrørende algoritmehandel

Den fremtidige regulering af markedspladserne påvirker på forskellig vis algoritmehandlen.

a) Krav til market makere om ikke at trække sig vilkårligt⁴⁷

En værdipapirhandler, der stiller bud og udbud på et finansielt instrument i mindst 50 % af handelstiden på en markedsplads, er forpligtet til at indgå en market maker-aftale med markedspladsen⁴⁸. Aftalen skal som et minimum indeholde de præcise forpligtelser angående handelstid, som mindst skal være 50 % af handelstiden, størrelsen på bud og spread. Aftalen skal indeholde incitament givet af markedspladsen til market makeren, for at denne vil opretholde market maker-funktionen. Specielt skal der være incitament til at opretholde market maker-funktionen og dermed bidrage med likviditet under stressede markedsomstændigheder. Under exceptionelle omstændigheder, der bl.a. omfatter ekstrem volatilitet, teknologiske problemer og makroøkonomiske begivenheder, bortfalder forpligtelsen til at stille simultane bud og udbud.

Forpligtelsen til at indgå en market maker-aftale og måden, denne skal være formuleret på, kan være med til at mindske den systemiske risiko beskrevet i afsnit 3 angående de situationer, hvor likviditetsstillere pludseligt holder op med at lægge løbende opdaterede bud og udbud ud på markedspladsen, hvilket vil føre til et pludseligt kollaps i likviditeten. Risikoen består dog ved exceptionelle omstændigheder, hvor market makeren er undtaget sine forpligtelser. Undtagelsen er nødvendig i regelsættet, idet ingen værdipapirhandlere ellers ville stille op som market maker.

b) Maksimal order to trade ratio samt prisstruktur^{49 50}

Markedspladser skal have en tærskel for order to trade ratio for klasser af instrumenter. Hvis order to trade ratio for en handelsdeltager overstiger tærsklen, kan markedspladsen tildele et gebyr til markedsdeltageren. For hver klasse af instrumenter findes to grænser:

- 1) Total omsætning i ordrer delt med total omsætning eksekveret
- 2) Antal ordrer delt med antal eksekverede (helt eller delvist) ordrer

⁴⁷ 2014/65/EU - MiFID II artikel 17(7)(b)

⁴⁸ ESMA 2015/1464 RTS nr. 8

⁴⁹ 2014/65/EU - MiFID II artikel 48(6)

⁵⁰ ESMA/2015/1464 RTS nr. 9

Hertil kommer, at markedspladser ikke må have en prisstruktur, der giver deres medlemmer incitament til at handle på en måde, der bidrager til markedsforstyrrelser. Prisstrukturen må således ikke tilbydes således, at, hvis et medlems handel overstiger en tærskel, vil alle handler, også bagudrettet, drage fordel af en rabat^{51 52}.

Fastsatte tærskler for order to trade ratio samt en prisstruktur, der ikke giver incitament til at placere mange ordrer, adresserer risikoen for, at markedets teknologi kan blive presset, idet man må forvente et lavere antal ordrer. Det må også forventes, at grænserne i et vist omfang er med til at forhindre ordrer, der giver et misledende signal om udbuddet og efterspørgslen på et givent instrument. På den måde mindskes sandsynligheden for markedsmisbrug udført af algoritmehandlere som beskrevet i afsnit 3.

c) Regler om co-location^{53 54}

En markedsplads' regler om co-location skal være fair, ikke-diskriminerende og transparente. På den måde vil alle handelsmedlemmer kunne få adgang til co-location. Fx skal kabellængde være den samme for alle købere af en co-location. At få en co-location vil stadig være forbundet med en omkostning, men det skal være muligt kun at købe de ydelser, som der er behov for. Disse regler kan øge mulighederne for de markedsdeltagere, der oplever, at de reagerer langsommere end andre markedsdeltagere, og derved muligvis mindske asymmetrisk information som beskrevet i afsnit 3.

d) Minimum tick size⁵⁵

Markedspladser skal have minimum tick sizes for aktier og lignende produkter. NASDAQ Copenhagen har allerede indført sådanne grænser, men de nye grænser vil både afhænge af prisniveauet for en aktie og likviditeten i aktien⁵⁶. På den måde sikres på den ene side, at omkostningen ved at få bedste bud eller udbud er tilstrækkelig stor. På den anden side, når minimum tick size afhænger af likviditeten, vil bud-udbud spredet ikke blive for stort for likvide aktier⁵⁷. De fremtidige tick sizes vil for nogle instrumenter blive mindre med MiFID II i forhold til NASDAQ Copenhagen's nuværende.

e) Handelsafbrydere

Regulerede markeder skal have foranstaltninger, således at ordrer over en given størrelse, eller hvor prisen overstiger en given grænse, annulleres^{58 59}. NASDAQ Copenhagen har allerede indført handelsafbrydere som beskrevet i afsnit 8.1.

⁵¹ 2014/65/EU - MiFID II artikel 48(9)

⁵² ESMA/2015/1464 RTS nr. 10

⁵³ 2014/65/EU - MiFID II artikel 48(8)

⁵⁴ ESMA/2015/10 RTS nr. 10

⁵⁵ 2014/65/EU - MiFID II artikel 49(3)

⁵⁶ Tick size som NASDAQ anvender i dag afhænger af prisen og om aktien er large cap eller ej.

http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/97/97551_nasdaq-omx-nordic-market-model-2015_03.pdf

⁵⁷ ESMA/2015/1464 RTS nr. 11

⁵⁸ 2014/65/EU - MiFID II artikel 48(4)

⁵⁹ ESMA/2015/1464 RTS nr. 7

f) Test af algoritmer ^{60 61}

Markedspladsen skal kræve af sine medlemmer, at de tester deres algoritmer for ikke at kunne forstyrre markedet. Markedspladsen skal opstille scenarier med funktionalitet og strukturer, der genskaber et realistisk handelsmiljø. Medlemmet skal som minimum teste algoritmer før udrulning via markedspladsens testfaciliteter. Medlemmers algoritmer kan ikke benyttes på markedspladsen, før de har bestået markedspladsens testscenarier.

⁶⁰ 2014/65/EU - MiFID II artikel 48(6)

⁶¹ ESMA/2015/1464 RTS nr. 7

10. Finanstilsynets rolle ift. algoritmehandel

Finanstilsynet er tilsynsmyndighed for danske fondsmæglere og pengeinstitutter og fører dermed tilsyn med de danske værdipapirhandlere. Finanstilsynet er endvidere tilsynsmyndighed for danske markedspladser og overvåger handlen, herunder også algoritmehandlen. I dette afsnit gennemgås Finanstilsynets muligheder for at føre tilsyn med algoritmehandlen, både efter den nuværende regulering og efter det kommende MiFID II direktiv.

10.1 Tilsyn med algoritmehandel i forhold til markedsforstyrrelser

Med indførelsen af MiFID II skal alle HFT-handlere, der handler på en markedsplads i EU, have en tilladelse som værdipapirhandler, som bl.a. betyder, at virksomheden skal have system- og risikokontroller samt opfylde visse organisatoriske krav. Alle handler udført af en HFT-handler på NASDAQ Copenhagen vil dermed blive udført af en virksomhed under dansk eller et andet EU-lands tilsyn. Dette gælder uanset om HFT-handleren er handelsmedlem, DMA- eller SA-kunde. Finanstilsynet vil dog ikke have en direkte tilsynsbeføjelse i relation til de udenlandske handelsmedlemmer og deres ligeledes udenlandske DMA- og SA-kunder, der som vist i rapporten står for langt størstedelen af algoritmehandlen på NASDAQ Copenhagen. Finanstilsynet har imidlertid et veletableret internationalt samarbejde og vil kunne indgå i dialog med udenlandske tilsynsmyndigheder om spørgsmål relateret til udenlandske algoritmehandlere.

Som følge af MiFID II kommer der en langt mere eksplicit lovgivning, der vil styrke tilsynet med såvel NASDAQ Copenhagen som med værdipapirhandlere, der enten selv udfører algoritmehandel eller sælger adgange til tredjeparter, som benytter sig af algoritmehandel. Med den ny lovgivning indføres sikkerhedsforanstaltninger af både præventiv karakter, som fx test af algoritmer, og direkte karakter, som fx handelsafbrydere. Tydeligheden i lovgivningen medfører, at Finanstilsynet kan referere til lovgivningen, i en grad der ikke er mulig i dag, på punkter som test af algoritmer, minimumskrav til due diligence og markedspladsens sikkerhedsforanstaltninger. Denne præcisering vil mindske risikoen for markedsforstyrrelser som følge af algoritmer samt styrke Finanstilsynets muligheder for at føre tilsyn med algoritmehandel. Idet algoritmehandel i dag i vid udstrækning foretages af udenlandske markedsdeltagere, må Finanstilsynets tilsyn primært basere sig på dette indirekte tilsyn med algoritmehandel, tilsyn med NASDAQ Copenhagen og salget af direkte adgange.

MiFID II introducerer på en række punkter en *level playing field* for markedspladser ved harmonisering af regler, der gælder på tværs af landegrænser. I dag er der fx ikke regler for, hvilke tick sizes en markedsplads skal benytte. Markedspladser har i dag incitament til at reducere tick size for at tiltrække algoritmehandlere, der kan udnytte de arbitragemuligheder, det medfører. Dette har resulteret i en uhensigtsmæssig konkurrence mellem markedspladserne, der underbyder hinanden med lavere tick sizes, som kan føre til en reduceret markedsdybde og øgede markedsforstyrrelser. Med MiFID II indføres harmonisering af regler på tværs af markeder, hvilket vil kunne reducere markedsforstyrrelser.

10.2 Tilsyn med algoritmehandel i forhold til markedsmissbrug

Vedrørende markedsmissbrug har Finanstilsynet væsentligt større direkte beføjelser end i relation til markedsforstyrrelser som følge af uhensigtsmæssigt handlende algoritmer. Det skyldes, at markedsmissbrugsreglerne omfatter alle transaktioner på NASDAQ Copenhagen, uanset om kunden eller handelsmedlemmet er dansk eller udenlandsk. Hvis Finanstilsynet i sin markedsovervågning opdager en mulig overtrædelse af markedsmissbrugsreglerne, kan Finanstilsynet foretage politianmeldelse. Der

kan ske politianmeldelse af såvel danske som udenlandske handelsmedlemmer og deres DMA- og SA-kunder og eventuelt bagvedliggende kunder.

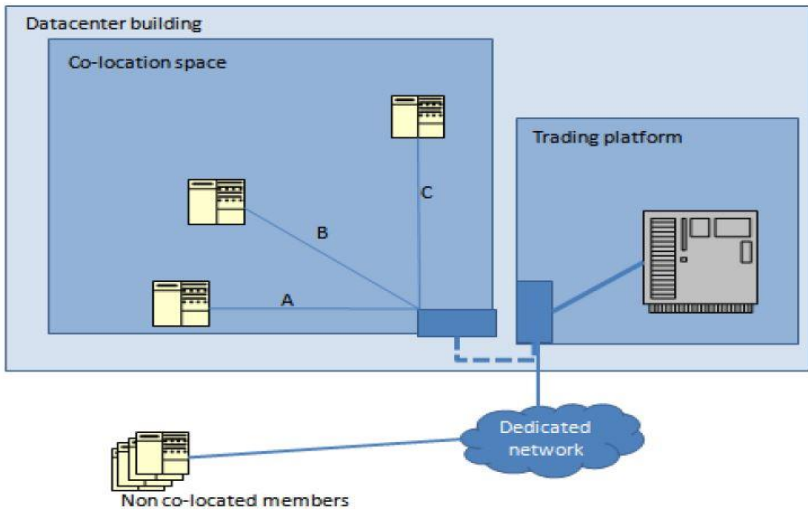
Det datagrundlag Finanstilsynet har adgang til i dag med henblik på at identificere markedsmisbrug er ikke velegnet til markedsmisbrugssager, der involverer algoritmehandel. Med MiFID II vil Finanstilsynet få indblik i, hvilke strategier der anvendes af algoritmer på NASDAQ Copenhagen. Hertil kommer, at informationsværdien i de transaktionsdata, Finanstilsynet modtager om handler i danske finansielle instrumenter, vil blive forbedret, idet Finanstilsynet eksempelvis fremover vil modtage oplysninger om, hvilken algoritme der er anvendt til at udføre en transaktion. Finanstilsynet bliver herefter i stand til at undersøge, om handlen er udført af en algoritme egnet til kursmanipulation.

Markedsmisbrug, der bliver foretaget cross market, kan med det nuværende datagrundlag ikke identificeres effektivt. Derfor er et andet vigtigt element i Finanstilsynets fremtidige markedsovervågning adgangen til ordrebogsdata fra markedspladser i EU, samt at ordrebøgernes ure bliver synkroniserede. For at kunne identificere markedsmisbrug cross market udført af HFT-handlere er det nødvendigt med synkroniserede markedsure. Det skyldes, at HFT-handlere opererer på en meget lille tidsskala, hvorfor en genskabning af handelsforløbet på flere markedspladser ikke er mulig uden denne synkronisering. Det er derved væsentligt for markedsovervågningen, at alle markedspladser anvender synkroniserede ure.

Med Markedsmisbrugsordningen, der træder i kraft medio 2016, kan anklagemyndighederne – i Danmark Statsadvokaten for Særlig Økonomisk og International Kriminalitet – referere til tydeligere lovgivning, idet forordningen eksplicit nævner nogle handelsstrategier, der skal opfattes som kursmanipulation herunder en indikativ liste af HFT-strategier, som skal opfattes som markedsmisbrug.

Med de nye regler styrkes Finanstilsynets muligheder for at føre tilsyn, ligesom tilsynets beføjelser styrkes. Dette gælder både i tilsynet med markedsdeltagerne og med markedspladserne, primært NASDAQ Copenhagen. De nye beføjelser vil blive anvendt overfor de danske værdipapirhandlere, der enten direkte eller indirekte, som følge af kunders handel, anvender algoritmer. Med den karakter handlen på NASDAQ Copenhagen har i dag, vil Finanstilsynets beføjelser på kort sigt dog primært blive anvendt i tilsynet med NASDAQ Copenhagen. Det styrkede grundlag for at føre tilsyn med handlen vil Finanstilsynet anvende i sin markedsovervågning med det formål at identificere eventuelt markedsmisbrug.

Ordforklaring

Ord	Forklaring
Algoritme-handel	Handel, hvor en computer automatisk beslutter forskellige handelsparametre, herunder om der skal handles, tidspunkt og pris på ordrer.
Arms race	En situation, hvor konkurrenter kæmper om at være førende, hvor store summer investeres og langt de færreste konkurrenter får noget ud af sin investering.
Asymmetrisk information	Situation hvor to parter ikke har lige meget information, og den ene derfor er bedre stillet end den anden.
BBO	Best Bid and Offer, bedste bud - og udbudspris
C20-indeks	Et aktieindeks bestående af de 20 mest omsatte aktier på NASDAQ Copenhagen.
Circuit breakers	Se handelsafbryder
Co-location	<p>Computer placeret tæt på markedspladsens matchingsystem.</p> <p>Figur 15. Illustration af co-location</p> 
Cross market	Betegnelse for noget som foregår simultant på mere end en markedsplads. Fx i forbindelse med cross market-strategier, som er strategier, der involverer flere markedspladser samtidig.
Dark pool	Transaktioner udført i en dark pool giver mulighed for at handle finansielle instrumenter uden offentliggørelse af store ordrer. Dark henfører til, at der ikke er gennemsigtighed modsat et reguleret marked. Dette bliver især benyttet ved store ordrer, som, hvis de skulle være offentlige, kunne ændre kursen.
DEA	Direct Electronic Access: Fællesbetegnelse for DMA og SA.
DMA	Direct Market Access: En adgang til en markedsplads via et handelsmedlems adgang og via handelsmedlemmets IT-infrastruktur.
Due diligence	Undersøgelse af en part før en kontrakt underskrives.
ESMA	European Securities and Markets Authority: En EU finansiell regulatorisk institution.
FCA	Financial Conduct Authority, myndighed som fører tilsyn med den finansielle sektor i Storbritannien.
Fit and pro-	En vurdering af egnethed.

per- vurdering	
Flash Crash	Et fald i priser på finansielle instrumenter indenfor en meget kort horisont.
Fondsmægler	En virksomhed, der er autoriseret til at handle med værdipapirer.
Handelsafbryder	En mekanisme, der midlertidigt afbryder handlen i tilfælde af store pludselige udsving i kursen på et værdipapir.
HFT	High Frequency Trading: En computer, der sender et stort antal beskeder til en markedsplads med en høj frekvens.
Immediate or cancel ordrer	En ordre der matches øjeblikkeligt på markedet, hvis dette er muligt, og ellers slettes øjeblikkeligt.
Indirekte handelsmedlem	En virksomhed, der ikke er direkte medlem af en markedsplads, men handler gennem et medlem, dvs. gennem en DMA- eller SA-adgang.
Intradag volatilitet	Volatilitet målt på punkter inden for samme dag. I analysen i afsnit 7.2 er 2 minutters intervaller brugt.
Knight Capital	Amerikansk finansiell virksomhed som havde den største omsætning på det amerikanske aktiemarked op til flash crash'et i august 2012, hvor selskabet mistede \$460 mio. som følge af en fejlprogrammeret algoritme. Selskabet blev herefter opkøbt.
Large cap	NASDAQ Copenhagen definerer large cap-selskaber som selskaber, der har en market cap over en mia. euro.
Latency	Summen af følgende: Tiden, det tager, fra der sker en ændring i markedet, til handleren modtager informationen. Tiden det tager at analysere ændringen i markedet, til handleren udsender en ordrebesked. Tiden det tager ordrebeskeden at nå frem til markedspladsen.
Layering	En form for kursmanipulation, hvor en handler lægger ordrer ud på den ene side af <i>bid-ask spreadet</i> uden intentioner om, at disse ordrer mødes, og samtidig handler på den anden side af <i>bid-ask spreadet</i> .
MAR	Market Abuse Regulation: Regulation EU No 596/2014
Market Cap	Den samlede værdi af udestående aktier. Beregnes ved antal aktier i omløb ganget med aktiekursen.
Market maker	En handelsdeltager, der både lægger passive bud og passive udbud ud i et værdipapir. Når handlerne bliver mødt, tjenes penge på forskellen mellem bud og udbud. De passive ordrer bidrager med likviditet i det pågældende værdipapir.
Mid Cap	NASDAQ Copenhagen definerer mid cap-selskaber som selskaber, der har en market cap mellem 150 mio. euro og 1 mia. euro.
MiFID	Markets in Financial Instruments Directive: Regulation EU no. 39/2004
MiFID II	Markets in Financial Instruments Directive: Regulation EU no. 65/2014
MiFIR	Markets in Financial Instruments Regulation: Regulation EU no. 600/2014.
Operationelle ricisi	Risici fra faktorer som mangelfulde interne procedurer, menneskelige fejl og systemfejl. Skal ses i modsætning til markedsrisiko.
Order to Trade Ratio	Forholdet mellem antal ordrer og antal handler.

Reguleret Marked	Multilateral handelsfacilitet, der matcher tredjeparts købs- og salgsinteresser på en ikke-diskriminerende måde. Det regulerede marked skal have en autorisation, som kan gives, efter at en række krav beskrevet i MiFID er opfyldt.
SA	Sponsored Access: En adgang til en markedsplads via et handelsmedlems adgang, men uden om handelsmedlemmets IT-infrastruktur. Dette skal ses i kontrast til DMA.
Small Cap	NASDAQ Copenhagen definerer small cap-selskaber som selskaber, der har en market cap under 150 mio. euro.
Spoofing	En strategi, der opfattes som kursmanipulation, hvor en part med en lang position i et instrument placerer et stort anonymt bud på samme aktie, som ikke har til hensigt at blive handlet på. Buddet driver kursen på instrumentet op, idet andre parter ser den store efterspørgsel efter instrumentet. Det oprindelige bud fjernes, og parten sælger i stedet til en højere pris, end hvad der ellers ville have været muligt. Strategien går også under navnet fantombud.
Spread	Kort udtryk for forskellen mellem bedste bud og udbud.
Tick size	Den mindste ændring i kurs, som kan foretages i et værdipapir. På NASDAQ Copenhagen afhænger dette af kursen på værdipapiret.
VIX-indeks	Implicit volatilitet beregnet ud fra priser på optioner på S&P 500-indekset.
Value at Risk (VaR)	Et risikomål svarende til, at man med 1 % (typisk) sandsynlighed ikke mister flere penge end dette beløb.
Volatility guards	Se handelsafbryder

Litteraturliste

Barnes (2010), Regulating high frequency trading: An examination of U.S. equity market structure in light of the May 6, 2010 Flash Crash. Retrieved November 15, 2012, from <http://www.sec.gov/comments/s7-02-10/s70210-341.pdf>

Biais and Foucault (2014), HFT and market quality, Bankers, market & Investors January-February 2014.

Brogaard, Hendershott and Riordan (2013), High Frequency Trading and Price Discovery. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1928510> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1928510>

Budish, Cramton and Shim (2015), The High-Frequency Trading Arms Race: Frequent Batch Auctions as a Market Design Response. Chicago Booth Research Paper No. 14-03. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2388265> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2388265>

Chaboud, Chiquoine, Hjalmarsson and Vega (2014), Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market. *The Journal of Finance*, 69: 2045–2084. doi: 10.1111/jofi.12186

Ende, Uhle and Weber (2011), The Impact of a Millisecond: Measuring Latency Effects in Securities Trading, Forthcoming proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Zurich.

ESMA, High-frequency trading activity in EU equity markets

http://www.esma.europa.eu/system/files/esma20141_-_hft_activity_in_eu_equity_markets.pdf

ESMA's Technical Advice to the Commission on MiFID II and

MiFIR http://www.esma.europa.eu/system/files/2014-1569_final_report_-_esmas_technical_advice_to_the_commission_on_mifid_ii_and_mifir.pdf

EU Nr. 596/2014 – MAR http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.173.01.0001.01.ENG

Foucault (2012). Market microstructure: Confronting many viewpoints. In *Algorithmic Trading: Issues and Preliminary Evidence* (pp. 3-39), Wiley.

Foucault, Hombert and Rosu (2016), News Trading and Speed, *Journal of Finance*, Vol. 71, pp. 335-382. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2188822> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2188822>

Glosten and Milgrom (1985), Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders, *Journal of Financial Economics* 14:71-100.

Hagströmer and Norden (2013), The Diversity of High-Frequency Traders. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2153272> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2153272>

Hendershott, Jones and Menkveld, (2011), Does algorithmic trading improve liquidity? Journal of Finance, 66(1), 1-33.

Kirilenko, Kyle, Samadi, Mehrdad and Tuzun (2015), The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market (December 12, 2015). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1686004>

Jones(2013). What Do We Know About High-Frequency Trading?, Columbia Business School Research Paper No. 13-11.

Jose Marques (2010), the market magazine

Jovanovic, and Menkveld (2011), Middlemen in limit-order markets, October 24, 2011 working paper, available at <http://ssrn.com/abstract=1624329>, retrieved May 28, 2012

NASDAQ OMX Nordic Market Model: <http://www.nasdaqomx.com/listing/europe/rulesregulations/>

SEC's Concept Release on Equity Market Structure: <https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358fr.pdf>

SEC 2014: Equity Market Structure Literature Review, Part II: High Frequency Trading, By Staff of the Division of Trading and Markets¹, U.S. Securities and Exchange Commission, March 18, 2014

VPHL: Værdipapirhandelsloven: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=163406>

Bilag

- Makroøkonomiske:
 - VIX indekset - et globalt indeks for volatilitet udregnet på baggrund af optionspriser. En positiv korrelation mellem volatiliteten i Vestas og VIX forventes.
 - Oliepris
 - Ordre på vindmøller.
 - Renten på 5-årige danske statsobligationer. Lavere renter giver bedre mulighed for lån og mindre usikkerhed.
- Virksomhedsspecifikke:
 - Debt to Assets. En høj gæld i forhold til værdien af virksomheden forventes at være positivt korreleret til volatiliteten pga. større usikkerhed om Vestas vil gå konkurs.
 - Turnover i mio. DKK i Vestas-aktien som et mål for likviditet.

Følgende regression laves:

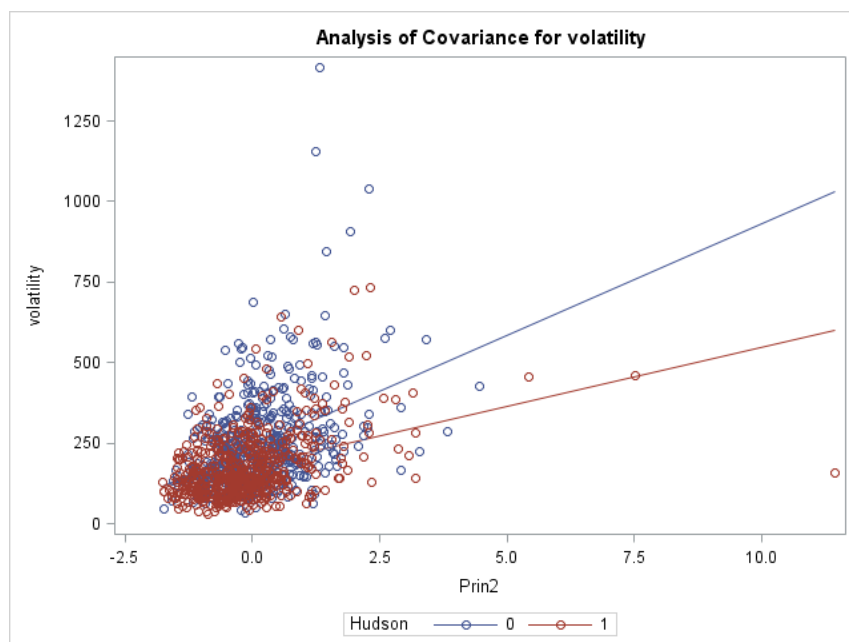
$$\text{Intraday Volatility} = \beta \cdot \text{Market Maker} + \alpha_1 \cdot M + \alpha_2 \cdot V$$

, hvor Market Maker er en variabel, der tager værdien 1 i perioden, hvor HFT-handleren er market maker og 0 ellers. M er listen af makroøkonomiske variable, og V er listen af virksomhedsspecifikke variable. Endelig er Intraday Volatilitet beregnet ud fra Vestas-kursen i 2 minutters intervaller i perioden 2007 til 2015.

Resultatet af regressionen viser, at der er en positiv korrelation mellem intraday volatiliteten i C20-aktien og VIX indekset. De aktiespecifikke variable, debt to asset og turnover, er også signifikante. De øvrige makroøkonomiske variable er ikke signifikante. Variablen market maker er signifikant og viser, at når HFT-handleren er market maker, er ledet i regressionen signifikant mindre, end når HFT-handleren ikke er market maker. Når der kontrolleres for ændringer i den generelle volatilitet ved at tage flere variable med i regressionen, findes altså, at variabelen market maker er signifikant. HFT-handleren ser altså ud til at have en effekt på volatiliteten i Vestas-aktien, selv når man korrigerer for generel volatilitet.

I og med at der kontrolleres med flere variable, er denne kontrol ikke mulig at illustrere. En principal komponentanalyse laves for at omgå dette problem. Den første principal komponent forklarer det meste af variansen og er en kombination af kontrolvariablene. Figur 8 viser, at volatiliteten i en C20-aktie, før HFT-handleren indtrådte som *market maker*, i højere grad afhang af markedsomstændigheder såsom *VIX indekset*, som er benyttet som en generel volatilitet. Grafisk ses det ved, at den blå graf er signifikant stejlere end den røde. Dette betyder, at, efter HFT-handleren begyndte at agere *market maker* i aktien, stiger volatiliteten i aktien ikke tilsvarende ved en stigning i den generelle markedsvolatilitet. Volatiliteten i aktien er altså lavere og mere stabil.

Figur 16. Intradag volatiliteten i en C20-aktie tegnes mod 1. principal komponent



Anm. Intradag volatiliteten tegnes mod 1. Principal komponent i to perioder:

Blå linie: Før HFT-handleren bliver market maker

Rød linie: Efter HFT-handler indtrådte som market maker.