

Udviklingen i algoritmehandel under MiFID II

I dag foregår handlen med finansielle værdipapirer ofte igennem computerstyret handel, såkaldt algoritmehandel. Dette er muliggjort af den teknologiske udvikling og er bl.a. drevet af øget konkurrence blandt markedspladser og investeringsselskaber i handlen med værdipapirer¹. At algoritmer i en vis grad har kunnet erstatte funktioner i markedet, som fysiske børsspecialister tidligere udførte, skal ses i lyset af, at algoritmer typisk kan reagere hurtigere på ny information i markedet, og at de ofte kan gennemføre større ordrer til lavere gennemsnitlige omkostninger.

Finanstilsynet undersøger i dette notat udviklingen i algoritmehandlen i Danmark siden MiFID II fandt anvendelse 3. januar 2018². Notatet begrænser sig til algoritmehandlen i aktier børsnoteret og handlet på Nasdaq Copenhagen.

Notatet viser bl.a.:

- Styrket governance omkring algoritmehandel indført med MiFID II har ikke modvirket tendensen mod øget anvendelse af algoritmer til handel i aktier i Danmark.
- Algoritmer eksekverer i dag omkring 76 pct. af omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen. Dette er en stigning fra ca. 52 pct. i 2015. Cirka halvdelen af algoritmehandlen stammer fra algoritmer, der har indflydelse på selve beslutningen om at handle.
- Algoritmehandel foretages på vegne af en bred gruppe af aktører, eksempelvis er 74 pct. af pensionsselskabers omsætning i danske aktier gennemført af algoritmer, der blot eksekverer handlerne.
- High-Frequency Trading ("HFT-handel"), der er en specifik type af algoritmehandel, udgør i dag ca. 35 pct. af omsætningen i aktier.
- HFT-aktørerne lægger passive ordrer i markedet, der giver likviditet til andre markedsaktører, men udfører også handler ved hurtigt at reagere på udviklingen i markeder, der giver mulighed for at hente en profit. De to aktiviteter estimeres til at udgøre hhv. 30 og 54 pct. af HFT-aktørernes handelsomsætning i aktier.

¹ Et investeringsselskab er et selskab hvis virksomhed består i at yde én eller flere former for investeringsservice til tredjemand og/eller at udøve handel over egenbeholdningen (dvs. for egne penge).

² MiFID II er Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2014/65/EU om markeder for finansielle instrumenter, der indeholder en lang række krav til handlen med finansielle værdipapirer i EU.

1. Hvad er algoritmehandel?

Algotmehandel er handel, hvor en computeralgoritme er blevet givet bestemte kriterier til automatisk at kunne bestemme, hvordan en handel skal gennemføres³. Det kan f.eks. være en algoritme, der bestemmer, om der skal afgives en købsordre i et bestemt værdipapir, hvornår på dagen der skal handles, til hvilken pris og mængde, samt om ordren skal ændres, hvis der ikke med det samme kan findes en modpart til handlen i markedet.

Algoritmer kan overordnet opdeles i to grupper: Dem, der træffer selve beslutningen om at handle, og dem, der alene sørger for, at ordrer indlagt af andre, dvs. fysiske personer, gennemføres bedst muligt.

En algoritme, der selv træffer beslutning om at handle, kan eksempelvis være programmeret til automatisk at købe en aktie, hvis den på baggrund af en analyse af handelsdata konkluderer, at aktiens kurs forventes at stige. Den fysiske person, der har programmeret algoritmen, har på forhånd besluttet, hvordan algoritmen skal agere ud fra den tilgængelige information om aktien, men er i udgangspunktet ikke involveret i de individuelle investeringsbeslutninger, som algoritmen træffer.

Algotmehandel kan også foregå med en højere grad af menneskelig medvirken, f.eks. hvis en algoritme blot udfører en handel, som en fysisk person har besluttet skal foretages. Et eksempel på dette er en porteføljeforvalter hos et pensionselskab, som ønsker at investere for et større beløb i en bestemt aktie. Personen lægger ordren ind hos en værdipapirhandler, hvorefter en algoritme hos værdipapirhandleren sørger for, at ordren bliver gennemført til den laveste pris, f.eks. ved at opdele ordren i mindre portioner og sende dem til forskellige markedspladser for derved at minimere ordrens påvirkning på kursen og sikre en lavere gennemsnitlig købspris.

Manuel børshandel adskiller sig fra algoritmehandel ved, at der ikke benyttes noget automatiseret system til at bestemme parametrene ved ordren eller afgive ordren til markedspladsen, og at alle ordreændringer foretages manuelt.

2. Hvordan er algoritmehandlen opstået?

Den voksende brug af algoritmer skal ses i lyset af, at algoritmer på flere punkter kan være mere effektive til at handle aktier end fysiske børsspecialister. Eksempelvis kan algoritmer overvåge mange markedspladser på samme tid og reagere hurtigt på ny information, hvor et menneske typisk vil have et væsentligt større ressource- og tidsforbrug herved, f.eks. ved at skulle overvåge mange computerskærme samt finde og bearbejde ny information.

³ Se Bilag 2: Definition af algoritmehandel i MiFID II for uddybning.

Udbredelsen af algoritmehandel hænger foruden ovenstående også tæt sammen med udviklingen i den fælleseuropæiske regulering, herunder ophævelsen af børsmonopolerne i 2007, der gjorde det muligt at handle de samme værdipapirer på flere forskellige markedspladser i EU. Formålet med ophævelsen af børsmonopolet var at skabe øget konkurrence mellem markedspladserne, som bl.a. gav dem incitament til at udvikle deres systemer til at gøre det nemmere og billigere at handle på deres markedsplads.

Markedet blev altså ændret strukturelt, hvor det for de enkelte værdipapirhandlere gav et øget incitament til at anvende algoritmer, som bedre kunne agere i et mere fragmenteret marked. Samtidig har markedspladser i EU konkurreret om at tiltrække de investeringsselskaber, der foretager algoritmehandel, da de ofte bidrager med at stille bud- og udbudspriser i markedet og kan øge handelsomsætningen på markedspladsen.

3. Reguleringen af algoritmehandel

Algotmehandel foregår på en børs, hvor flere parter kan mødes for at handle med hinanden under et fælles regelsæt. Algotmehandlen i Danmark foregår derfor på Nasdaq Copenhagen.

Investeringsselskaber, der foretager algoritmehandel i Danmark, kan være direkte handelsmedlemmer af Nasdaq Copenhagen eller kunder med direkte elektronisk adgang (DEA-adgang) til Nasdaq Copenhagen⁴. Investeringsselskaber, der er medlemmer af Nasdaq Copenhagen og benytter sig af algoritmehandel i Danmark, skal orientere Finanstilsynet herom⁵.

Med MiFID II, som trådte i kraft den 3. januar 2018, er der indført et EU-regelsæt for algoritmehandel. Formålet er at understøtte markedstilliden og sikre velfungerende markeder ved bl.a. at adressere risici forbundet med algoritmehandel.

De juridiske rammer kan opdeles i tre dele:

- I. Regulering af de investeringsselskaber, der udfører algoritmehandel.
- II. Regulering af markedspladser, hvor algoritmehandlen foregår.
- III. Myndighedernes tilsyn med algoritmehandel.

⁴ Direkte handelsmedlemmer er virksomheder med tilladelse som værdipapirhandler med direkte adgang til at lægge ordrer ind på handelspladsen og er underlagt markedspladsens regelsæt for medlemmer. Et investeringsselskab med DEA-adgang kan sende ordrer direkte til markedspladsen via handelsmedlemmets adgang, uden at handelsmedlemmet gennemgår ordren, inden den sendes til handelspladsen. Herved opnår DEA-kunden i højere grad kontrol over ordren, og ordreafgivelse kan potentielt ske hurtigere, end hvis ordren først skulle gennem handelsmedlemmet.

⁵ Artikel 17, stk. 2, i direktiv 2014/65/EU (MiFID II)

Alle algoritmehandlere er underlagt reglerne fastsat i MiFID II. Et eksempel er, at før et investeringsselskab må bruge en algoritme på en børs, skal algoritmen testes i et lukket miljø og udsættes for simulerede, stressede markedsforhold. Det sker for at minimere risikoen for, at algoritmen ikke virker efter hensigten i urolige markeder. Et investeringsselskab skal desuden være i stand til at afbryde algoritmen, hvis den viser tegn på ikke at agere efter hensigten. MiFID II stiller også krav om, at markedspladsen i sin åbningstid løbende foretager markedsovervågning, bl.a. af de ordrer og handler, som algoritmer foretager. Derudover skal en markedsplads have visse mekanismer, der automatisk kan afbryde handlen i en aktie i tilfælde af forhøjet volatilitet.

Finanstilsynet fører tilsyn med algoritmehandlen gennem tilsyn med Nasdaq Copenhagen og danske investeringsselskaber såvel som igennem samarbejde med andre tilsynsmyndigheder med ansvar for udenlandske investeringsselskaber.

I bilag 1 beskrives udvalgte elementer i reguleringen af algoritmehandel nærmere⁶.

4. HFT-handlere og deres forretningsgrundlag

HFT-handel, der er en underkategori af algoritmehandel, er kendetegnet ved, at et investeringsselskab handler for dets egne penge og anvender en computer til at analysere data og signaler fra markedet meget hurtigt⁷. På baggrund af analysen kan algoritmen selv foretage investeringsbeslutninger. HFT-handlerens lave reaktionstid kræver en bestemt IT-infrastruktur, eksempelvis at HFT-handlerens computer står i umiddelbar fysisk nærhed af markedspladsens systemer, så data transporteres over mindst mulig afstand.

En opdeling af HFT-aktørernes aktiviteter kan gøres på de handelsstrategier, hvor de påtager sig rollen som likviditetsudbydere, og dem, hvor de påtager sig rollen som likviditetstagere.

4.a HFT-handlere som likviditetsudbydere

En HFT-handler indtager ofte rollen som likviditetsudbyder, også kaldet market maker. Market making er en funktion i markedet, hvor en aktør simultant lægger købs- og salgsordrer ud i markedet, som ligger passivt i ordrebogen, til de bliver mødt af andre investorer, der ønsker at handle⁸. Når market makeren er til stede i markedet, vil der derved blive stillet priser i markedet, og andre investorer vil have en modpart i markedet, som er villig til at handle i de konkrete ordredybder stillet af market makeren.

⁶ Se Bilag 1: Regulering og tilsyn af algoritmehandel under MiFID II.

⁷ Se Bilag 4: Definition og kortlægning af HFT-handel.

⁸ Ved en passiv ordre forstås, at ordren ligger i ordrebogen i noget tid, før den fører til en handel.

Boks 1. Beskrivelse af market making

Ved løbende at stille op som køber og sælger for investorer, der ønsker at sælge hhv. købe, kan market makere bidrage til markedslivviditeten, idet deres tilstedeværelse gør det lettere for de andre markedsaktører at handle sig hurtigt ind og ud af aktierne til bedre priser. På denne måde kan market makere (både HFT'ere og traditionelle market makere) understøtte markedslivviditeten og bidrage til velfungerende aktiemarkeder.

Eksempel på en handelssituation hvor en market maker indtræder

En investor, der ønsker at sælge nogle aktier, vil forsøge at sælge dem til den investor, der er villig til at købe dem til den højeste pris. Der kan dog forekomme perioder, hvor der ikke er mange investorer, der er villige til at handle i aktierne (dvs. perioder hvor markedslivviditeten er lav), og i sådanne situationer kan sælgeren være nødt til at acceptere en lavere pris for sine aktier for at finde en villig køber.

Hvis en market maker er til stede i markedet, vil denne typisk stå med en passiv købs- og salgsordre i markedet. Hvis det er market makeren, som er køber til aktierne, vil market makeren efter købet stå med risikoen for, at aktiekursen falder og dermed risikoen for et tab. Da market makeren ikke har interesse i at eje aktierne på lang sigt, vil market makeren typisk på et senere tidspunkt i løbet af handelsdagen forsøge at sælge aktierne til en anden investor, der ønsker at købe, og dette til en højere pris, end denne tidligere købte til. Indtjeningen for market makeren, der består af forskellen mellem købs- og salgsprisen, dækker de omkostninger, market makeren har.

Market making har eksisteret, før HFT-handlerne kom til. Dog har udbredelsen af højfrekvent handel skabt øget konkurrence i market making-aktiviteten. Hvis en market maker-algoritme kan stille mere konkurrencedygtige priser end fysiske børsmæglere i markedet, dvs. algoritmen stiller købs- og salgspriser i et værdipapir, der bedre afspejler værdipapirets reelle værdi i løbet af handelsdagen, vil algoritmen kunne udføre market making-funktionen til lavere omkostninger for andre investorer.

4.b HFT-handlere som likviditetstagere

HFT-handlere agerer også likviditetstagere på markedet, hvilket er karakteriseret ved, at HFT-handleren agerer den initierende modpart i handlerne (modsat likviditetsudbyderen, som lægger passive ordrer). Likviditetstagning foregår f.eks. via arbitragehandel. Her scanner computerne hele tiden priserne på værdipapirer for herefter at foretage handler, hvor der tjenes på pris-differencen på ens eller sammenlignelige værdipapirer. Det kan f.eks. være et værdipapir, som handles på to markedspladser til lidt forskellige priser, hvor HFT-handleren køber det billige sted og straks efter sælger det dyre sted⁹.

⁹ Arbitragehandlen af HFT-handlere i EU sker i en kontekst af et fragmenteret marked, dvs. hvor værdipapirer i EU handles på forskellige markedspladser. I et fragmenteret marked er der en indbygget sandsynlighed for, at de samme eller sammenlignelige værdipapirer bliver handlet til lidt forskellige priser på forskellige markedspladser.

Boks 2. Eksempel på arbitragehandel

Profitten ved en enkelt arbitragehandel er typisk lav og opnås ved, at HFT-handlere agerer modpart til købere og sælgere på tværs af forskellige markedspladser (se estimat heraf i BIS (2021)). Øvrige investorer vil som konsekvens opleve at priserne på én markedsplads i et EU-land i højere grad afspejler al tilgængelig information i markedet, dvs. også information om efterspørgsel og udbud på andre markedspladser i EU.

Eksempel på arbitragehandel af en HFT-aktør

En investor A afgiver en limiteret salgsordre på 200 stk. aktier til limitkurs 188,10 på en handelsplads i en given aktie¹. Bedste købs- og salgspris var på tidspunktet hhv. 188,00 og 188,10. Fordi investor A's salgspris (188,10) er for høj i forhold til bedste købspris (188,00), gennemføres hendes salg ikke med det samme.

En HFT likviditetstager-algoritme ser imidlertid investor A's salgsordre i ordrebogen og afgiver en købsordre på 200 stk. aktier til kurs 188,10 (investor A's salgspris). Under 100 millisekunder efter købet sælger den samme HFT-aktør 200 stk. til kurs 188,20 til en investor B på en markedsplads i et andet EU-land. HFT-handleren opnåede derfor en gevinst på 0,10 kr. pr. aktie, svarende til 20 kr. for alle 200 aktier, ved først at købe billigt på én markedsplads og derefter sælge dyrere på en anden markedsplads.

1. En limiteret ordre angiver, at ordren er indlagt med en makspris, som investoren ønsker at købe til, eller en mindstepris, som investoren ønsker at sælge til.

Arbitragehandel er blot en måde, hvorpå HFT-handlere kan være likviditetstagerer. Eksempelvis findes også HFT-algoritmer, der scanner markedet for nyheder for at være den første til at købe en aktie, hvis der kort forinden bliver offentliggjort en positiv markedsmeddelelse, og algoritmer, der alene på baggrund af statistiske relationer mellem grupper af værdipapirer køber og sælger disse for at opnå en gevinst. Fælles for disse likviditetstager-algoritmer er altså, at de ser en mulig "profit-situation" i markedet og reagerer hurtigt på det.

5. Mulige samfundsøkonomiske fordele ved algoritmehandel

Billigere og mere effektiv eksekvering af ordrer: Udbredelsen af algoritmehandel kan medføre, at omkostninger forbundet med at handle aktier falder¹⁰. Det skyldes, at algoritmer bruger færre ressourcer pr. ordreindlæggelse end fysiske personer, bl.a. fordi de kan indlægge flere ordrer og foretage flere handler på samme tid. Derudover kan algoritmer sættes op til automatisk at udføre en række praktiske opgaver ved gennemførelse af ordrer, hvilket ellers ville være udført af fysiske personer.

¹⁰ Med omkostninger forstås såkaldte marginalomkostninger og ikke de potentielt store engangsomkostninger forbundet med at udvikle IT-systemer til at facilitere algoritmehandel. Jones (2013) og Menkveld (2016) beretter om, at handelsomkostninger for investorer på den amerikanske børs er faldet i den periode, hvor HFT-handlerne indtrådte på aktiemarkedet.

Øget likviditet: Algoritmehandel kan bidrage til øget markedslivlighed¹¹. Dette sker, hvis algoritmerne kan udføre market making-funktionen til lavere omkostninger end traditionelle markedsaktører, og de derfor tilbyder et lavere bud-udbudsspænd over for andre investorer¹². Et lavere bud-udbudsspænd medfører færre indirekte handelsomkostninger for f.eks. en investor, der ønsker at foretage en handel med det samme og køber til laveste udbud¹³. Øget likviditet i en aktie gør typisk aktien mere eftertragtet og forbedrer udstederens finansieringsmuligheder, hvilket alt andet lige kan medføre flere investeringer i samfundet.

Effektiv prisdannelse: Algoritmehandel kan bidrage til at sikre en effektiv prisdannelse. Dette kan f.eks. ske, hvis likviditetsudbyder-algoritmerne bidrager til at bud-udbudsspændet bliver justeret for at afspejle ny viden i markedet, frem for at prisdannelsen i markedet sker ved handler, der blot giver anledning til midlertidige prisændringer. Algoritmehandel kan desuden bidrage til at prisdannelsen på én markedsplads i EU i højere grad afspejler den tilgængelige information i hele markedet, dvs. også information om efterspørgsel og udbud på andre markedspladser i EU¹⁴.

6. Mulige samfundsøkonomiske ulemper ved algoritmehandel

Risiko for flash crash: I udlandet har der været enkelte episoder med fejlprogrammerede algoritmer, som initierede såkaldte flash crash på børsen. Et flash crash er kendetegnet ved pludselige og store kursfald, der ikke skyldes fundamentale markedsforhold. Den 2. maj 2022 var der et flash crash på en række europæiske børser, herunder i Danmark. Her solgte et enkelt børsmedlem stort ud på flere europæiske børser og bevirkede store, men kortvarige kursfald. Markedshændelsen skyldtes ikke en fejl i en algoritme men en fejlagtig indtastning af en salgsordre¹⁵. Risikoen for et flash crash er i reguleringen bl.a. håndteret ved, at investeringsselskaber påkræves at udføre førhandelskontroller, der blokerer for usædvanligt store ordrer. Investeringsselskaber fastsætter selv de præcise tærskler, der afgør, hvornår deres indtastede ordrer afvises. En hensigtsmæssig kalibrering af disse er derfor en forudsætning for, at reguleringen effektivt reducerer risikoen for et flash crash.

¹¹ Flere økonomiske studier har påvist, at øget algoritmehandel har ført til et lavere bud-udbudsspænd, se eksempelvis Hendershott, Jones og Menkveld (2011).

¹² Ifølge Glosten og Milgrom (1985) opstår bud-udbudsspændet bl.a. pga. asymmetrisk information, herunder at market makeren er mindre-vidende omkring den fundamentale værdi af aktien end visse aktører, der efterspørger aktien. Hvis market maker-algoritmen bedre kan følge med i den korrekte prissætning af aktien, medfører det færre forkert prissatte handler og altså lavere omkostninger.

¹³ Bud-udbudsspændet er en omkostning, som i en handel indirekte rammer den part, der vælger at acceptere den andens købs- eller salgspris. Hvis eksempelvis en investor vil købe aktier med det samme, er hun nødt til at acceptere den aktuelt bedste udbudspris, dvs. den laveste pris, nogle er villige til at sælge til.

¹⁴ Se f.eks. Brogaard, Hendershott og Riordan (2019) eller Hendershott, Jones og Menkveld (2011).

¹⁵ Se Finanstilsynets notat "Flash crashet i europæiske aktier den 2. maj 2022".

Øget asymmetrisk information: HFT-handel kan føre til asymmetrisk information, da HFT-algoritmer hurtigere end fysiske børsmæglere kan bearbejde ny information fra f.eks. nyhedstjenester. For aktører, der lægger passive ordrer, kan de priser, de stiller i markedet, blive forældede, hvilket HFT-likviditetstager-algoritmerne kan forsøge at handle på. Dette kan potentielt medføre, at traditionelle aktører reducerer deres aktivitet eller trækker sig fra markedet. Da HFT-likviditetsudbydere potentielt også har forældede ordrer i markedet, kan de som et modtræk på andre HFT-likviditetstager-algoritmer vælge at sætte mere forsigtige ordrer i markedet, herunder ved at øge deres bud-udbudsspænd¹⁶.

Finanstilsynet finder dog, at bud-udbudsspændet er faldet i perioden, hvor HFT'erne indtrådte, hvilket kan indikere, at den mulige effekt ved øget asymmetrisk information på bud-udbudsspændet er opvejet af andre faktorer¹⁷.

Øget volatilitet ved visse HFT-strategier: Øget konkurrence mellem HFT'ere kan øge volatiliteten i aktiekurserne. Hvis for mange HFT-handlere, f.eks. dem der handler via likviditetstager-algoritmer, konkurrerer om at tjene på handlen i en aktie, kan sammenspillet af deres strategier medføre mere "spekulativ" handel¹⁸. HFT-handlen af likviditetsudbyder-algoritmer kan dog også være med til at formindske volatiliteten, da passive ordrer af en likviditetsudbyder er med til at stabilisere handlen i markedet¹⁹. Det er derfor ikke entydigt om HFT-handel samlet set øger eller formindsker volatiliteten.

Skyggelikviditet i ordrebogen: HFT-handel kan medføre skyggelikviditet i ordrebogen. Skyggelikviditet eksisterer eksempelvis når en markedsdeltager placerer identiske ordrer i det samme værdipapir på flere markedspladser, hvor intentionen er, at kun én af ordrerne resulterer i en handel, og at de resterende ordrer slettes, efter denne handel har fundet sted. Intentionen er altså, at alle indsatte ordrer kan blive mødt af andre modparter, men at det ikke sker på en gang (således at markedsdeltageren ikke opbygger en stor beholdning af aktien og derved en høj risiko). Øvrige markedsdeltagere kan opfatte en sådan adfærd som flygtig, da de kan have svært ved at gennemskue, hvad den reelle købs- og salgsinteresse i markedet er.

Selvom HFT-handlen kan have medført øget skyggelikviditet, er fænomenet til dels en konsekvens af, at handlen i danske aktier foregår på potentielt mange markedspladser i EU, hvorfor investeringsselskaber gør sine ordrer

¹⁶ Se f.eks. Menkveld (2016) punkt 3.1.1.2, Budish et. al. (2015) eller BIS (2021).

¹⁷ Se Finanstilsynets notat fra 2019 "Tegn på øget likviditet på det danske aktiemarked siden 2008".

¹⁸ Et studie af ECB (2019) finder, at volatiliteten i en aktie stiger, når flere HFT-handlere begynder at handle i den. Tendensen forklares bl.a. ved, at når flere HFT-handlere indtræder i handlen i aktien, stiger andelen af handler, der har til formål at spekulere på korte, midlertidige udsving i aktiekursen.

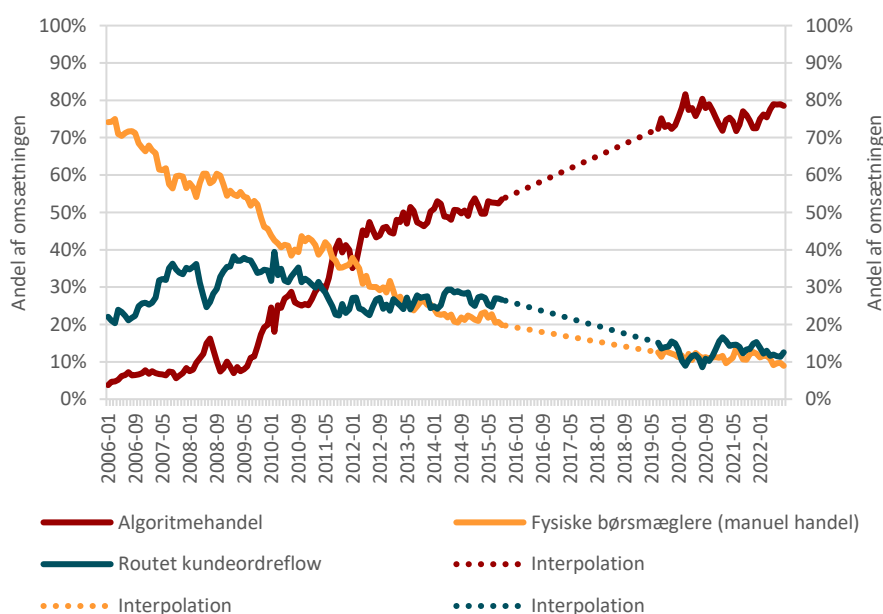
¹⁹ Et studie af Hagströmer og Nordén (2013) påviser, at HFT-likviditetsudbydere reducerer markedsvolatiliteten.

tilgængelige flere steder for ikke at gå glip af handelsmuligheder²⁰. MiFID II stiller krav om, at markedspladserne skal have systemer, der begrænser forholdet mellem ikke-udførte ordrer og transaktioner for bl.a. at begrænse potentiel skyggelikviditet.

7. Kortlægning af algoritmehandel i Danmark

Finanstilsynet har opgjort, at ca. 76 pct. af omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen er gennemført af algoritmer²¹. Figur 1 viser udviklingen i algoritmehandel over tid.

Figur 1: Udviklingen i algoritmehandel i aktier på Nasdaq Copenhagen siden 2006



Note: Andelen af algoritmehandel fra 2006-15 er opgjort under et andet rapporteringsregime end under MiFID II, og derfor er opgørelsen af algoritmehandel under MiFID II ikke direkte sammenlignelig med perioden før MiFID II trådte i kraft. En andel af stigningen i algoritmehandel siden MiFID II kan derfor skyldes ændringer i handelsmedlemmers metode til indrapportering af algoritmehandel samt ændringer i definitionen af algoritmehandel i reguleringen.

Routet kundeordreflow er handelsmedlemmers direkte videresendte kundeordrer, f.eks. gennem DEA-adgang eller handler via netbank. Disse udgør ikke algoritmehandel under visse betingelser, jf. definition af algoritmehandel i bilag 2.

Kilde: Nasdaq Copenhagens ordrebogsdata fra 2006-15 samt Finanstilsynets beregninger på ordrebogsdata fra Nasdaq Copenhagen fra juli 2019 til august 2022.

Det ses, at handel gennemført af algoritmer er steget fra at udgøre omkring 52 pct. af handelsomsætningen i 2015 til at udvikle sig sidelæns omkring 76

²⁰ I ESMA (2020) har en gruppe forskere undersøgt omfanget af skyggelikviditet på europæiske markedspladser (dog ikke Nasdaq Copenhagen). De estimerer, at lidt over 4 pct. af den gennemsnitlige aggregerede ordredybde på tværs af regulerede markedspladser udgør skyggelikviditet (forfatterne definerer ikke alle dupliserede ordrer som skyggelikviditet). Se også AFM (2016).

²¹ Se bilag 3 for en beskrivelse af metoden.

pct. fra 2019. Det er sket samtidig med, at man med MiFID II har indført særskilte krav i reguleringen af algoritmehandel. Omvendt udgjorde handler gennemført manuelt af børsmæglere i perioden 2019 til 2021 omkring 11 pct. af den samlede omsætning i aktier. De resterende 13 pct. af handelsomsætningen er af handelsmedlemmers videresendte kundeordrer, dvs. handler gennemført af kunden selv, hvor handelsmedlemmet udelukkende videresender ordren til markedspladsen.

Algoritmehandlen på markedspladser i EU i 2018 og 2019 blev opgjort af ESMA til at være ca. 80 pct. af omsætningen i aktier og altså lidt højere end niveauet på Nasdaq Copenhagen²².

Algoritmehandlere er mest aktive i large cap-segmentet og herefter mindre aktive i mid- og small cap-segmentet, jf. tabel 1. En mulig forklaring er, at de potentielle fordele ved at benytte algoritmer, herunder effektiv monitorering og hurtig reaktionsevne på tværs af flere markedspladser, i højere grad gør sig gældende i aktier, hvor der er en høj handelsomsætning, og som er noteret på flere børser end Nasdaq Copenhagen.

Af tabel 1 fremgår, at algoritmer afgiver omkring 88 pct. af alle ordrer. Algoritmers store andel af aktiviteten i ordrebogen skyldes bl.a., at nogle algoritmers strategier indebærer at automatisk sende ordreændringer til markedspladsen (f.eks. likviditetsudbyder-algoritmer, der løbende opdaterer bud og udbud).

Tabel 1: Handelsaktivitet af algoritmer fordelt på segmenter

	Segment			
	Large	Mid	Small	Samlet
Andel af omsætning	76,5%	63,7%	44,5%	76,0%
Andel af antal ordrer	88,0%	86,9%	82,1%	87,9%
Andel af antal handler	78,0%	65,9%	48,1%	76,9%

Note: Ved en ordre forstås enten en ordreindlæggelse, en ordreændring eller en ordreannullering. Ordreændringer automatisk genereret af markedspladsoperatørens IT-systemer medtælles ikke.
Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020-21.

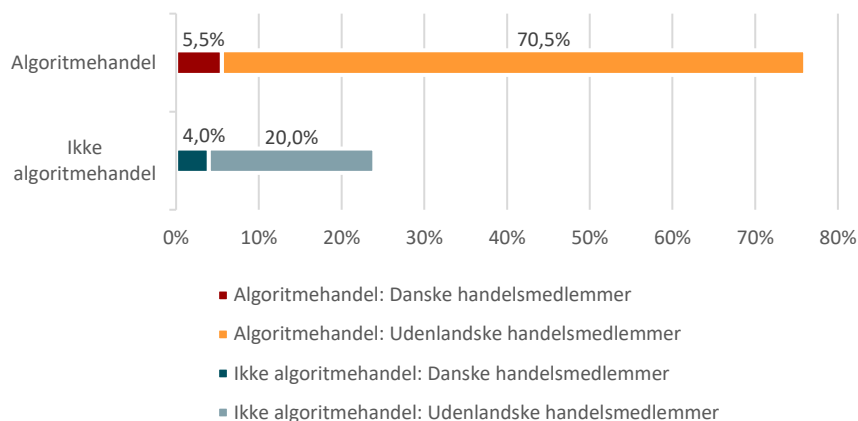
Figur 2 viser, hvordan omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen fordeler sig mellem danske og udenlandske handelsmedlemmer, samt om der er tale om algoritmisk handel eller ej. Det ses, at en væsentlig andel af aktiehandlen er foretaget af udenlandske medlemmers algoritmer, hvorimod danske medlemmer står for en relativt lille del af omsætningen.

Algoritmehandlen foretaget af danske handelsmedlemmer udgjorde i 2015 1,1 pct. af handelsomsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen²³. I perioden 2020-21 var dette tal femdoblet til 5,5 pct., jf. figur 2.

²² Se estimat i ESMA MiFID II/MiFIR review report on Algorithmic Trading (ESMA70-156-4572).

²³ Se tabel 6 i Finanstilsynets notat fra 2016 "Algoritmehandel på danske handelspladser".

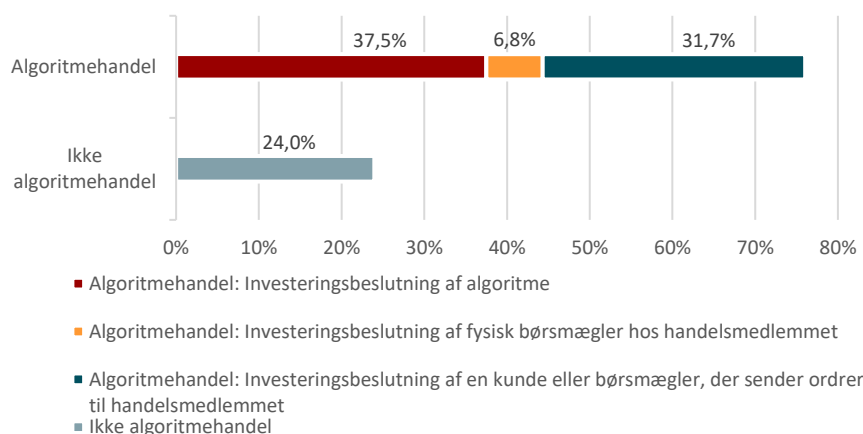
Figur 2: Danske og udenlandske handelsmedlemmers andel af omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen



Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020-21.

Figur 3 fordeler omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen på, hvem der har truffet beslutningen om at handle. Det ses bl.a., at 37,5 procentpoint af de 76 pct., som algoritmer gennemfører af den samlede omsætning, udgøres af handler, hvor en algoritme har truffet beslutningen om at handle, imens handelsbeslutningen for de resterende 38,5 procentpoint er truffet af en fysisk person.

Figur 3: Omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen fordelt på beslutningstager



Note: Handelsmedlemmer indberetter selv, om hovedansvaret for investeringsbeslutningen lå hos en algoritme eller en fysisk person.

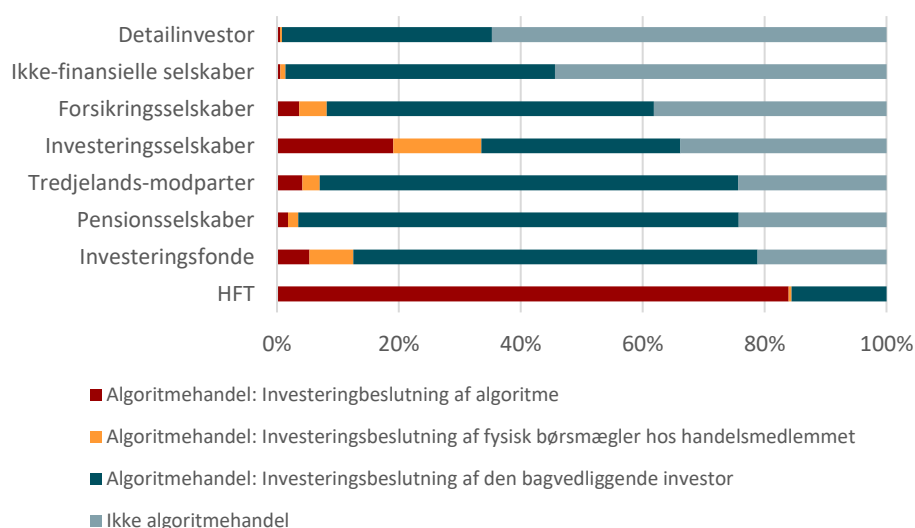
Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020-21 samt værdipapirhandlernes indberetninger til Finanstilsynet.

Selvom algoritmerne siges at træffe investeringsbeslutningen, vil der altid indirekte være menneskelig involvering, da fysiske personer har programmeret

algoritmen ud fra en given strategisk målsætning. Personer vil derfor have defineret de overordnede parametre, der dikterer algoritmens egne investeringsbeslutninger. At en stor del af investeringsbeslutningerne på aktiemarkedet foretages af algoritmer, kan derfor være et udtryk for, at de tankegange, der traditionelt har ligget bag børsmægleres investeringsbeslutninger, kan kodes i en algoritme.

Algotimhandlere kan handle for deres egne penge eller på vegne af en kunde. Finanstilsynet kan på baggrund af værdipapirhandlernes transaktionsindberetninger belyse, hvilke kunder algoritmerne handler på vegne af, samt hvilke investortyper kunderne udgør. For at illustrere, hvor udbredt algoritmehandel er blandt de forskellige investortyper, opgør figur 4, hvor stor en andel af deres respektive handel der er hhv. algoritmehandel og manuel handel.

Figur 4: Omsætningen af hver investortype fordelt på hhv. algoritmehandel og manuel handel samt beslutningstager



Note: Kategoriseringen af investortyper er foretaget ved at indhente en række offentlige lister over selskaber og deres kategorisering, samt ved en udsøgning af bestemte nøgleord i en intern liste over LEI-koder, og dermed ud fra investorens navn afgøre, hvilken type investoren er. Tredjeland-modparter er ikke-kategoriserede selskaber uden for EU, som handler igennem en EU-værdipapirhandler. Investeringselskaber er en bred betegnelse for EU-selskaber, der både handler for egen regning og deres kunder.

Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020-21 samt værdipapirhandlernes indberetninger til Finanstilsynet.

Af figuren ses det, at værdipapirhandlerne foretager algoritmehandel på vegne af en bred gruppe af aktører, og at en væsentlig andel af de fleste investortypers handel er algoritmehandel. F.eks. er omkring 74 pct. af pensionselskabers handelsomsætning i aktier gennemført af algoritmer, hvor investeringsbeslutningerne bag handlerne er truffet af fysiske personer.

Af figur 4 ses også, at detailinvestorernes handel i mindre grad udgøres af algoritmehandel. Dette skal bl.a. ses i lyset af, at detailinvestorer typisk ikke

handler for så store beløb, hvorfor kurspåvirkningen af handlerne typisk vil være lavere, og der ikke er samme behov for at optimere selve udførelsen af ordren. Deres ordrer lægges måske derfor i højere grad ind i markedet uden forarbejdning af en algoritme, mens det dog stadig er ca. 35 pct. af detailinvestorerne handelsomsætning, der udføres gennem en algoritme hos værdipapirhandleren.

8. Kortlægning af HFT-handel

HFT-aktørerne er en undergruppe af algoritmehandlere, der handler for egne penge og anvender hurtigt reagerende algoritmer. HFT-aktørernes andel af omsætningen i aktier på Nasdaq Copenhagen anslås at udgøre ca. 35 pct.²⁴. Tabel 2 viser forskellige mål for HFT-handlernes handelsaktivitet fordelt på markedssegment.

Tabel 2: Handelsaktivitet af HFT-aktører fordelt på segmenter

	Segment			
	Large	Mid	Small	Samlet
Andel af omsætning	34,8%	26,7%	13,5%	34,5%
Andel af antal ordrer	57,8%	44,3%	69,2%	56,9%
Andel af antal handler	41,4%	27,4%	15,0%	40,1%

Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020 - 2021.

Af tabellen ses det, at HFT-handlerne er mest aktive i large cap-aktier og i mindre grad i small cap-segmentet. HFT-handlerne afgiver ca. 57 pct. af ordrerne i ordrebogen. HFT-aktørerne står for ca. 40 pct. af handlerne på børsen.

Finanstilsynet har tidligere opgjort andelen af HFT-handel i 2015 til at være ca. 15 pct. af omsætningen²⁵. Der har dermed været en betydelig stigning i HFT-handlen på Nasdaq Copenhagen. En del af stigningen kan tilskrives, at man siden opgørelsen i 2015 har indført en fælleseuropæisk definition af HFT-handel, som kan gøre, at investeringsselskaber, der ikke tidligere faldt ind under HFT-definitionen, i dag gør.

HFT-aktørerne, der handler på Nasdaq Copenhagen, kan klassificeres som værende enten Kerne-HFT'ere eller Broker-HFT'ere²⁶: Kerne-HFT'ere er investeringsselskaber, hvis forretningsgrundlag består i at være HFT-handler, og som udelukkende handler for egen regning. Broker-HFT'ere er derimod investeringsselskaber, som foretager et vist antal handler for egen regning ved brugen af hurtigt reagerende algoritmer, men som led i deres øvrige aktivitet også udfører kundeordrer.

²⁴ Se bilag 4 for en beskrivelse af Finanstilsynets metode til at kortlægge HFT-handlen.

²⁵ Se side 23 i Finanstilsynets notat fra 2016 "Algitmehandel på danske handelspladser".

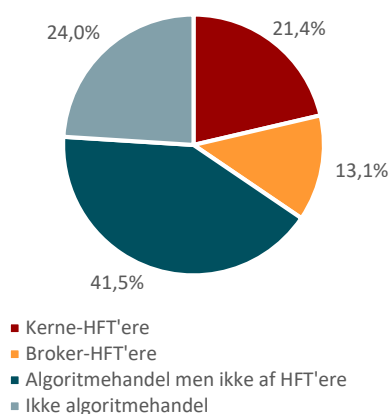
²⁶ Se Hagströmer og Nordén (2013) for lignende tilgang.

Figur 5.1 nedenfor viser, at lidt over en tredjedel af HFT-handlen udføres af investeringsselskaber, der også handler på vegne af kunder. Omsætningen af HFT-aktørerne, der er broker-HFT'ere udgør omkring 13 pct. af omsætningen i danske aktier på Nasdaq Copenhagen, mens ca. 21 pct. af omsætningen er af kerne-HFT'ere.

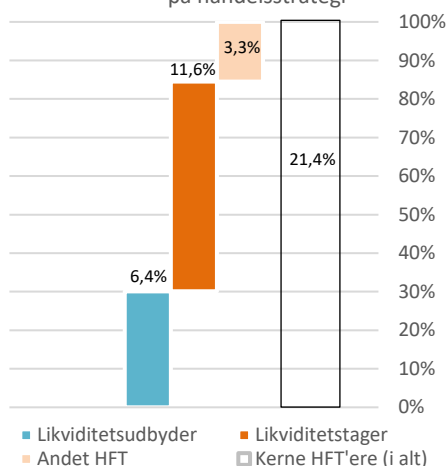
Figur 5.2 viser, hvordan kerne-HFT'ernes omsætning i aktier på Nasdaq Copenhagen fordeler sig på brugen af hhv. likviditetstager- og likviditetsudbyder-algoritmer, jf. afsnit 4²⁷. Ca. 30 pct. af kerne-HFT'ernes omsætning udgøres således af likviditetsudbyder-aktiviteter, mens ca. 54 pct. er af algoritmer, der udfører likviditetstager-aktiviteter. De resterende 16 pct. af kerne-HFT'ernes omsætning udgøres af algoritmer, der udfører begge nævnte handelsaktiviteter i forskelligt omfang.

Figur 5: Handelsomsætning fordelt på HFT-type

Figur 5.1: Kerne- og broker-HFT'ernes andel af handelsomsætningen



Figur 5.2: Kerne-HFT handel opdelt på handelsstrategi



Note: Ved "andet HFT" forstås den omsætning af algoritmer, hvis handelsmønster hverken ligner det, som Finanstilsynet definerer som likviditetsudbyder-aktiviteter eller likviditetstager-aktiviteter. Disse algoritmers handelsmønster er altså givetvis en blanding af begge aktiviteter.

Kilde: Finanstilsynets beregninger på Nasdaq's ordrebogsdata fra 2020 - 2021.

²⁷ Metoden til at identificere handler af hhv. likviditetstager- og likviditetsudbyder-algoritmer er beskrevet i bilag 5.

Konklusion

Finanstilsynet har med dette notat kortlagt omfanget af algoritmehandel i Danmark efter MiFID II's ikrafttrædelse, samt hvilke aktører der handler, og de aktiviteter, HFT-handlerne udfører. Finanstilsynet konkluderer følgende:

1. MiFID II har medført styrket governance omkring algoritmehandel. Dette har ikke modvirket tendensen mod øget anvendelse af algoritmer til handel i aktier i Danmark.
2. Der er både fordele og ulemper ved øget algoritmehandel. De mulige fordele er billigere og mere effektiv eksekvering af ordrer, øget likviditet og effektiv prisdannelse, mens mulige ulemper er asymmetrisk information, øget volatilitet og skyggelikviditet. Reguleringen indeholder krav, der skal reducere de væsentlige risici ved algoritmehandel, herunder risikoen for et flash crash på børsen.
3. Algoritmehandlen bliver foretaget på vegne af en bred gruppe af investortyper, herunder detailinvestorer, pensionselskaber, investeringsfonde og ikke-finansielle selskaber.
4. HFT-handlen udgør ligesom anden algoritmehandel en større andel af handlen i aktier på Nasdaq Copenhagen, end før MiFID II fandt anvendelse. HFT-aktørerne agerer både likviditetstagere og likviditetsudbydere.

Bilag 1: Regulering og tilsyn af algoritmehandel under MiFID II

i. Organisatoriske krav til investeringsselskaber

Algoritmehandlerne er under MiFID II pålagt at have en række kontroller, der skal sikre, at algoritmerne virker efter hensigten og følger lovgivningen²⁸.

Reguleringen stiller eksempelvis krav om, at algoritmehandleren skal organiseres, så der er klare processer for udvikling, udrulning og brug af algoritmer. Herunder skal en person, der er udpeget af investeringsselskabets øverste ledelse, godkende algoritmerne, før de tages i brug. Reguleringen stiller også krav om, at compliance-afdelingen skal have den nødvendige forståelse for algoritmen, herunder hvordan den virker, og hvilke risici den indebærer.

Før et investeringsselskab må bruge en algoritme på et marked, skal algoritmen testes i et lukket miljø og udsættes for simulerede, stressede markedsforhold. Det sker for at minimere risikoen for, at algoritmen ikke virker efter hensigten i urolige markeder. Et investeringsselskab skal udføre førhandelskontroller ved ordreindlæggelse, herunder kontrollere maksimale ordremængder, der forhindrer, at ordrer med en usædvanligt stor ordrestørrelse afgives til markedet og dermed ved en fejl igangsætter et u hensigtsmæssigt salgs- eller købspres i markedet.

Efter algoritmen er udrullet på et marked, skal algoritmehandleren have et automatisk overvågningssystem, som i realtid overvåger tegn på markedsmanipulation og beregner algoritmehandlens eksponeringer. Overvågningen skal dels foretages af den medarbejder, som er ansvarlig for algoritmen, men også af en uafhængig risikofunktion i selskabet.

Hvis en algoritme trods disse foranstaltninger lader til at agere u hensigtsmæssigt, skal algoritmehandleren være i stand til straks at kunne lukke ned for algoritmen. Det skal ske enten via automatiske mekanismer, der lukker for algoritmen, eller vha. en såkaldt kill-funktionalitet, altså en slags nødafbryder, som også compliance-afdelingen skal have adgang til.

ii. Organisatoriske krav til markedspladser

Markedspladser, der tilbyder infrastruktur til at facilitere algoritmehandel, er underlagt en række krav til at forebygge, at algoritmer agerer u hensigtsmæssigt.

Bl.a. skal operatørerne af markedspladserne stille et testmiljø til rådighed for deres medlemmer, der genskaber et realistisk handelsmiljø, og som algoritmer kan testes i. Et medlems algoritme kan ikke benyttes på markedspladsen, før den har bestået mar-

²⁸ Kommissionens delegerede forordning (EU) 2017/589 af 19. juli 2016 (RTS nr. 6)

kedspladsens testscenarier. Markedspladsen skal også foretage en årlig risikovurdering af sine medlemmer og på den baggrund vurdere, om de fortsat må handle på markedspladsen.

Markedspladser skal desuden indgå skriftlige aftaler om strategier for prisstillelse med algoritmehandlere, der følger en market maker-strategi. Aftalerne indeholder krav om, at algoritmehandlerne også er til stede i urolige markeder med henblik på at sikre et vist niveau af likviditet.

Hvis der trods de forebyggende processer og governance-krav alligevel er algoritmer, som agerer uhensigtsmæssigt, skal markedspladsen have en række mekanismer, der straks slår til. Det indebærer bl.a. såkaldte handelsafbrydere, der har til hensigt at håndtere volatilitet og reducere sandsynligheden for handler som resultat af fejlagtige ordrer, f.eks. ordrer indlagt af en fejlprogrammeret algoritme. Handelsafbrydere bliver aktiveret i tilfælde af høj volatilitet i handlen i en given aktie og gør, at handlen i aktien bliver midlertidig afbrudt. Herefter udløses en kortvarig auktionsfase, hvori indlagte ordrer kan fjernes, og handlen efterfølgende starter forfra, så eventuelt selvforstærkende effekter fra en eller flere algoritmer undgås.

Markedspladsen skal i sin åbningstid løbende foretage markedsovervågning, bl.a. for de ordrer og handler, som algoritmer foretager. MiFID II stiller krav om, at markedspladsen sikrer, at den har tilstrækkelige kompetencer til at overvåge effektivt. En anden kontrol med algoritmer, der viser tegn på at løbe løbsk, er, at markedspladsen midlertidigt skal kunne lukke for adgangen, hvis antallet af beskeder til markedspladsen overstiger en på forhånd defineret grænse.

Endelig er markedspladserne underlagt en række krav vedrørende driftsstabilitet som følge af brugen af algoritmer og den stigende datamængde. Disse krav indebærer bl.a., at markedspladsens IT-system skal kunne håndtere mindst dobbelt så mange beskeder som det højeste antal modtaget på et sekund i løbet af de seneste fem år.

iii. Tilsynet med algoritmehandel i Danmark og EU

Finanstilsynet fører tilsyn med danske markedspladser og danske investeringsselskaber, der benytter sig af algoritmehandel. Hovedparten af algoritmisk handel i danske aktier er foretaget af udenlandske algoritmehandlere. Udenlandske investeringsselskaber, der har modtaget en licens i et andet EU-land, og som benytter sig af muligheden for at udføre finansielle services i Danmark, er under tilsyn i det land, hvori de har modtaget EU-licensen.

Europæiske algoritmehandlere er underlagt samme MiFID II-regler som danske algoritmehandlere. Finanstilsynet har mulighed for at tage kontakt med udenlandske myndigheder via etablerede samarbejdsaftaler, hvis Finanstilsynet vurderer, at det er nødvendigt.

De nationale tilsynsmyndigheder i EU har derudover siden ikrafttrædelsen af MiFID II modtaget en række indberetninger, som giver et styrket datagrundlag til at overvåge

handlen med værdipapirer, herunder algoritmehandel. Finanstilsynet modtager ordrebogsdata fra Nasdaq Copenhagen, hvor algoritmer bag ordrer og handler kan identificeres individuelt. Derudover modtager Finanstilsynet transaktionsindberetninger fra alle europæiske værdipapirhandlerne, der handler i danske finansielle instrumenter, herunder også data om handler på andre markedspladser end Nasdaq Copenhagen.

Reglerne om markedsmisbrug er beskrevet i markedsmisbrugsforordningen, der kom i anvendelse i 2016 og gælder for algoritmehandlere såvel som andre markedsaktører. Transaktions- og ordrebogsdata anvendes bl.a. til at identificere eventuelt markedsmisbrug, samt til at analysere brug af algoritmer og disses adfærd, herunder samspil på tværs.

Bilag 2: Definition af algoritmehandel i MiFID

II

Algoritmehandel er defineret i MiFID II som "handel med finansielle instrumenter, hvor en computeralgoritme automatisk bestemmer de forskellige parametre i forbindelse med en ordre"²⁹. Som eksempler på parametre nævnes om ordren skal afgives, tidspunkt, pris og mængde, og hvordan ordren skal håndteres efter afgivelsen. Dette foregår med begrænset eller ingen menneskelig medvirken³⁰. Algoritmehandel adskiller sig fra manuel børshandel ved, at ordreindlæggelse sker via et automatiseret system, som behandler ordren ved at reagere ud fra i forvejen fastsatte parametre og tager beslutninger omkring ordrens udførelse.

Reguleringen nævner også andre former for anvendelse af computeralgoritmer, som ikke skal forstås som algoritmehandel. Herunder bl.a. systemer, der udelukkende anvendes til at sende ordrer til en eller flere markedspladser eller til at behandle ordrer uden bestemmelse af handelsparametre. F.eks. vil en ordre afgivet af en kunde via netbank ikke udgøre algoritmehandel, hvis der blot er tale om, at banken videresender ordren til markedspladsen og altså ikke bestemmer nogen handelsparametre.

ESMA har i en Q&A-session klargjort, at en algoritme, der kun informerer en person omkring en mulig investering uden at udføre en ordre, ikke udgør algoritmehandel³¹.

²⁹ Artikel 4, stk. 1, nr. 39), i direktiv 2014/65/EU (MiFID II)

³⁰ Artikel 18 i Kommissionens delegerede forordning (EU) 2017/565 af 25. april 2016

³¹ Questions and Answers: On MiFID II and MiFIR market structures topics - ESMA70-872942901-38

Bilag 3: Datagrundlag for kortlægning af algoritmehandel

I dette notat er algoritmehandel undersøgt ud fra Nasdaq's ordrebogsdata³². Dette data indeholder alle ordrer afgivet af Nasdaq's handelsmedlemmer samt medlemmer med DEA-adgang til handel i værdipapirer noteret på Nasdaq Copenhagen. Notatet undersøger alene algoritmehandel i aktier på hovedmarkedet på Nasdaq Copenhagen, dvs. alle aktier noteret i small, mid og large cap-segmenterne.

De følgende variabler i datasættet er de centrale for at afgøre, om en ordre udgør algoritmehandel:

1. Identifikation af handelsmedlemmet, som afgav ordren
2. Indikator for DEA-adgang
3. Kundeidentifikationskode
4. Investeringsbeslutning i selskab
5. Udførelse i selskab

Variablen i datasættet, "udførelse i selskab", angiver den person eller algoritme hos investeringsselskabet, der er ansvarlig for udførelsen af ordren. Hvis denne variabel angiver et id på en algoritme, bliver ordren kategoriseret som at udgøre algoritmehandel.

Til brug for denne analyse er der yderligere anvendt en række kvantitative antagelser til at klassificere algoritmehandel. Derved bliver ordrer ikke alene ud fra dataindberetninger klassificeret som algoritmehandel, men også ud fra, om handelsadfærden ved ordrene i høj grad ligner den af en algoritme. Hvis et id f.eks. har en order-to-trade ratio over 50, eller hvis den 10. percentil for ordrelevedid i ordrer afgivet af id'et er under 100 millisekunder, er dette id angivet som at være et algoritme-id. Motivationen for disse antagelser er, at det anses for mindre sandsynligt, at en fysisk børsmægler vil afgive over 50 ordrer, for hver gang personen gennemfører en enkelt handel, samt at en fysisk børsmægler usandsynligt opdaterer sine ordrer manuelt inden for blot 100 millisekunder af afgivelse.

Hvert unikke id angivet i "udførelse i selskab" hos et handelsmedlem eller en DEA-kunde bliver altså enten kategoriseret som et algoritme-id eller et id på en fysisk børsmægler. Endeligt kan handelsmedlemmet angive, at ordren ikke blev udført af en person inden for selskabet, f.eks. hvis handelsmedlemmet videresender en ordre, der blev bestemt af kunden, uden at bearbejde nogle af parametrene ved ordren. Disse bliver i dette notat kategoriseret som "videresendte kundeordrer".

³² Kommissionens delegerede forordning (EU) 2017/580 af 24. juni 2016 om supplerende regler til Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) nr. 600/2014 for så vidt angår reguleringsmæssige tekniske standarder for registrering af relevante oplysninger om ordrer vedrørende finansielle instrumenter (RTS nr. 24).

Bilag 4: Definition og kortlægning af HFT-handel

I dette notat anvender Finanstilsynet en to-trins metode til at identificere HFT-handel: Først identificeres handelsmedlemmer, som udelukkende indberetter handel for egen regning via algoritmer, og som offentligt kendes som HFT-handlere. Disse benævnes Kerne-HFT'ere. Dernæst anvendes en række kvantitative kriterier til at identificere investeringsselskaber, som udfører en vis andel højfrekvent handel. Disse benævnes Broker-HFT'ere.

Hvis et handelsmedlem eller en DEA-kunde afgiver en høj rate af intradagmeddelelser samt foretager de ti pct. hurtigste ordreændringer inden for samme hastighed af kerne-HFT'erne³³, klassificeres handelsmedlemmets eller DEA-kundens algoritmeordrer som HFT-handel. Disse kvantitative kriterier opstilles ud fra definitionen af HFT-handel givet i lovgivningen.

HFT-handel er i lovgivningen defineret som enhver algoritmisk handelsteknik, der er kendetegnet ved:

- a) infrastruktur, der skal minimere latensperioder for blandt andet netværk, herunder mindst én af følgende faciliteter for algoritmisk ordreindførelse: samhusning, proximity hosting eller hurtig direkte elektronisk adgang
- b) et system til afgivelse, generering, dirigering eller udførelse af ordrer uden menneskelig medvirken for hver enkelt handel eller ordre og
- c) høje rater af intradagmeddelelser, der udgør ordrer, prisstillelser eller annulleringer³⁴.

Under punkt "c" ovenfor vil en høj rate af intradagmeddelelser være gældende ved afsendelsen af ét af følgende³⁵:

- I. i forbindelse med et enkelt finansielt instrument handlet på en markedsplads, mindst 2 meddelelser i sekundet
- II. i forbindelse med alle finansielle instrumenter handlet på en markedsplads, mindst 4 meddelelser i sekundet.

De ordrer, der skal tælles med i udregningen af raten af intradagmeddelelser, er kun ordrer afgivet med henblik på handel for egen regning – dvs. ordrebeskeder indsat af et investeringsselskab på vegne af en kunde skal ikke tælles med.

³³ Den juridiske definition af HFT-handel indeholder ikke kriteriet hvad angår de ti pct. hurtigste ordreændringer. Kriteriet anvendes af Finanstilsynet alene i dette notat, eftersom datagrundlaget, jf. bilag 3, ikke indeholder information om markedsdeltagerens infrastruktur. De ti pct. hurtigste ordreændringer af en typisk kerne-HFT blev for eksempelvis i 2020 foretaget inden for blot 25 millisekunder. Dette anvendes altså som et estimat for, hvor hurtigt ordreændringer kan foretages af markedsdeltagere med infrastruktur, der minimerer latensperioder, jf. punkt "a" ovenfor.

³⁴ Artikel 4, stk. 1, nr. 40), i direktiv 2014/65/EU (MiFID II)

³⁵ Artikel 19 i Kommissionens delegerede forordning (EU) 2017/565 af 25. april 2016

Bilag 5: Definition af likviditetstager/udbyder-algoritmer

Finanstilsynet har opstillet en række kriterier, der beskriver handelsmønstret af en algoritme, der agerer enten likviditetsudbyder eller likviditetstager. Metoden tager udgangspunkt i den økonomiske litteratur om HFT-handel.

Hvis en algoritme på månedsbasis lever op til følgende kriterier, er den klassificeret som likviditetsudbyder:

- Mindst halvdelen af algoritmens gennemførte handler i kontinuerlig handel skal være passive.
- Der skal være ordreaktivitet mindst halvdelen af dagene i den betragtede periode.
- I halvdelen af dagene i måneden har algoritmen ordrer på hhv. købs- og salgssiden i mere end 50 pct. af handelstiden.
- I halvdelen af dagene i måneden har algoritmen ordrer på begge sider af bud-udbudsspændet samtidigt i mere end 40 pct. af handelstiden.
- I halvdelen af dagene i måneden har algoritmen ordrer med kompetitive priser på hhv. købs- og salgssiden af bud-udbudsspændet i mere end 50 pct. af handelstiden³⁶.
- I halvdelen af dagene i måneden er algoritmens daglige gennemsnitlige ordredybde stillet på kompetitive priser større end eller lig 10.000 kr.³⁷.

Hvis en algoritme derimod i mindst halvdelen af dagene i måneden i over 99 pct. af handlerne, den gennemfører, er den "aggressive" modpart i handlen, er den klassificeret som en likviditetstager-algoritme³⁸.

Algoritmer, som ikke lever op til nogen af de to definitioner ovenfor, kategoriseres som "andet HFT-handel".

Finanstilsynet gør opmærksom på, at klassificeringen af algoritmers handelsstrategier som likviditetsudbyder-algoritmer eller likviditetstager-algoritmer er baseret på Finanstilsynets skøn. Det betyder, at eksempelvis en algoritme, som er klassificeret af Finanstilsynet i dette notat som "likviditetstager-algoritme", har et handelsmønster, der ligner det fra en arbitragehandelsstrategi, men det indebærer nødvendigvis ikke, at det er den reelle handelsstrategi, som personen bag algoritmen har.

³⁶ Kompetitive priser defineret som på eller bedre end femtebedste pris, målt som antal ticks fra bedste pris.

³⁷ En likviditetsudbyder må forventes at forpligte en vis mængde kapital i løbet af dagen.

³⁸ For alle handler foretaget på børsen er der bestemt en aggressiv og en passiv modpart i data. Den aggressive modpart er den modpart i en handel, hvis ordre med det samme efter ordreafgivelse resulterer i en handel, mens den passive modpart er den, hvis ordre lå i ordrebogen i noget tid, før den resulterede i en handel. Hvis en modpart i en handel bestemmes som aggressiv, er det altså ikke nødvendigvis et udtryk for, at modparten har en generel aggressiv adfærd i markedet, men mere et teknisk udtryk for, at den anden modparts ordre lå i ordrebogen først.

Bilag 6: Litteraturhenvisninger

AFM (2016), A case analysis of critiques on high-frequency trading.

BIS (2021), Aquilina M., Budish E., O'Neill P, Quantifying the high-frequency trading "arms race", Working Papers No 955, Monetary and Economic Department.

Brogaard, J., Hendershott, T. and Riordan, R. (2019), Price Discovery without Trading: Evidence from Limit Orders. *The Journal of Finance*, 74: 1621-1658. <https://doi.org/10.1111/jofi.12769>

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>

ECB (2019), Breckenfelder J., Competition among high-frequency traders, and market quality, Working Paper Series No 2289, June 2019.

ESMA (2020), Degryse H., Winne R., Gresse C. and Payne R., Cross-Venue Liquidity Provision: High Frequency Trading and Ghost Liquidity, Working Paper, No. 4, 2020.

ESMA, MiFID II/MiFIR review report on Algorithmic Trading (ESMA70-156-4572). https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma70-156-4572_mifid_ii_final_report_on_algorithmic_trading.pdf

Finanstilsynet (2016), Algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen.

Finanstilsynet (2019), Tegn på øget likviditet på det danske aktiemarked siden 2008.

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.

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

Menkveld, Albert J., The Economics of High-Frequency Trading: Taking Stock (June 1, 2016). *Annual Review of Financial Economics*, Volume 8, Forthcoming, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2787542>