Roskilde University

Algoritmisk Økonomi, Finansiel Geografi – og den techno-finansielle acceleration

Grindsted, Thomas Skou

Published in:
Geoforum Perspektiv

DOI:
10.5278/ojs.perspektiv.v18i33.2052

Publication date:
2019

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Grindsted, T. S. (2019). Algoritmisk Økonomi, Finansiel Geografi – og den techno-finansielle acceleration. *Geoforum Perspektiv*, *18*(33), 11-23. https://doi.org/10.5278/ojs.perspektiv.v18i33.2052

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact rucforsk@kb.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 13. Jul. 2025

Algoritmisk økonomi, finansiel geografi og den techno-finansielle acceleration - hvordan tid, hastighed og sted udgør nye konkurrenceparametre på finansmarkederne

Thomas Skou Grindsted, Institut for Mennesker og Teknologi, Roskilde Universitet, tskoug@ruc.dk

Abstract

World Ecomomic Forum har udråbt algoritmers håndtering af big data til at udgøre en ny industriel revolution. Den revolution har allerede fundet sted på finansmarkederne, hvor fintech-branchen skaber nye algoritmiske økonomier. Algoritmisk handel, i høj eller lav frekvens, er en type automatiseret handel, hvor det ikke er mennesker men algoritmer, der træffer beslutninger om køb og salg. Gennem det seneste årti er hastighederne, hvormed transaktioner udføres på finansmarkederne, accelereret i sådan en grad, at aktier skifter hænder på mikrosekunder. Techno-finansielle algoritmer skaber nye finansielle geografier. Men, hvorfor er tid, hastighed, sted og afstand blevet afgørende faktorer for handel med værdipapirer? Og hvilken rolle spiller geografien, når algoritmer tjener penge på mikrosekunder?

Keywords: Finansiel Geografi, Algoritmiske Økonomier, Økonomisk Geografi, Aktier, Algoritmer, Fintech

1. Finansmarkederne accelererer

En større og større andel af aktiehandler udføres af algoritmer. Det er der intet odiøst i. Allerede i 1971 lancerede NASDAQ verdens første elektroniske børs. Fem år efter lancerede New York Stock Exchange (NYSE) det såkaldte DOT-system (Designed Order and Turnaround System), der muliggjorde elektronisk værdipapirhandel (McGowan 2010: 4). Algoritmisk handel er forskellig fra elektronisk handel på flere områder, bl.a. fordi det er algoritmer og ikke mennesker, der træffer beslutning om køb, salg og eksekvering af ordre (Grindsted 2019: 106). Algoritmiske økonomier er en type programmeret handel, som momentalt ikke udføres af mennesker. Algoritmiske økonomier foregår i et maskindrevet finansielt miljø, hvor algoritmer, og ikke mennesker, træffer økonomiske beslutninger om køb og salg af aktier. En HFT-algoritme kan for eksempel eksekvere op mod 100.000 handler i sekundet for en enkelt kunde (Buchanan 2015: 161), og nogle opererer ikke bare i millisekunder (1000/sekund), men i mikrosekunder (1.000.000/sekund). Der skelnes ofte mellem handel i høj frekvens (high

frequency trading, HFT) og lav frekvens (low frequency trading, LFT). Intet menneske kan sende tusinder af ordrer i sekundet eller reagere på markedsdata i de tidsintervaller, HFT opererer i. Algoritmer inkorporerer desuden maskinel læring(AI), og kan for eksempel analysere finansielle nyheder, nøgletal og rapporter (Groß-Klußmann og Hautsch 2011: 322).

Denne techno-finansielle acceleration (Grindsted 2019: 107) har ifølge Wall Street Journal gjort, at en aktie handlet på de amerikanske børser i gennemsnit ejes 22 sekunder (Lewis 2012: 1). Og ikke nok med det, algoritmiske handler i høj frekvens udgør ca. 55 % af alle handler på de amerikanske børser (Miller og Shorter 2016: 1). Algoritmernes makrogeografier kan illustreres ved HFT-algoritmernes geografiske udbredelse, der forbinder finanscentrene som aldrig før. HFT-algoritmerne producerer finansielle mikro- og makrogeografier, og Zook og Grote (2017: 128) viser, hvordan geografisk afstand kan føre til ulige markedsinformation. Wójcik (2011: 147) viser, hvordan nye finansielle teknologier skaber nye virtuelle handelsplatforme, der på ingen måde underminerer betydningen af geografi og geografisk afhængighed. I den geografiske forskningslitteratur er det imidlertid ringe belyst, hvordan HFT-algoritmer skaber nye finansielle dynamikker, og hvordan hastighed, placering og afstand udgør nye konkurrencevilkår. Denne artikel undersøger, hvordan hastighed, placering og afstand er blevet afgørende faktorer for handel med værdipapirer på de globale børser. Hvordan udgør tid, hastighed og placering nye konkurrencevilkår for HFT-algoritmerne på de finansielle markeder? Og hvordan tjener algoritmer penge på mikrosekunder?

2. Hvordan tjener en algoritme penge på milli- og mikrosekunder

Algoritmiske økonomier konstruerer et maskindrevet markedsmiljø, hvor hvert et mikrosekund tæller (Brogaard et al., 2014: 2267). Hurtige dataforbindelser mellem to steder (børser) mindsker den tid, det tager at gennemføre en handel (Buchanan 2015: 161). Det gør geografi til et vigtigt aspekt for den del af fintech-branchen, der opererer med højfrekvent handel, men først et eksempel på en algoritmisk strategi, og hvordan en algoritme kan virke.

Forestil dig, at du køber en aktie, eller at dit pensionsselskab køber en aktie. Du klikker på musen, og et øjeblik efter sendes dataene til NASDAQ. Dine handelsinformationer sendes via internettet gennem handelspladsens servere. Mens dine handelsdata transmitteres, kan algoritmer konvertere dem til insider-information. For mens du placerede ordren, er algoritmerne i stand til at forudse aktiehandlerens intentioner, fordi den i mikrosekunder kan opfange alle bud og limitordrer, der endnu ikke er eksekveret. En limitordre er den specifikke pris (makspris/mindstepris), du vil give for en aktie – eksempelvis Vestas 586 DKK. Stiger prisen over 586 DKK, afstår du automatisk handlen. Lad os antage, at prisen på Vestas falder fra 586 til 585 DKK.

Ved at placere op til 100.000 ordrer i sekundet (og eventuelt fjerne nogle af dem igen) og ved at have information om dine og andre aktiehandleres købs- og salgs ordrer – før handlen er gennemført – er algoritmerne i stand til at købe og sælge aktier før almindelige aktiehandlere, (MacKenzie et al., 2012: 284), i dette tilfælde dig. Algoritmer kan både købe og sælge på samme tid og dermed agere på efterspørgselssiden og udbudssiden simultant (McGowan 2010: 24). Dermed kan HFT-algoritmer potentielt påvirke prisdannelsen i mikrosekunder. Ved at kunne handle i mikrosekunder og ved at kende din limit-ordre, (Vestas 586 DKK) har algoritmen markedsinformation der gør, at den kan købe aktien før dig til 585 DKK, sælge op til limitordren på 586 DKK og snuppe differencen. En sådan algoritmisk strategi kaldes market making. Der er mange andre strategier, algoritmer kan performe; f.eks. arbitrage strategies, directional strategies, quote stuffing, piggybacking, riding on waves, momentum ignition og layering/spoofing osv. (Zook og Grote 2017: 125). Det centrale er, at HFT-algoritmer kan handle hurtigere end andre markedsaktører. Tid, hastighed og acceleration bliver til konkurrencefordele og konverteres til en tidsrente (Grindsted 2016:27), der gør at algoritmehandlere til dels kan forudse prisdannelsen, før den er sat i gennem. Som Buchanan (2015: 162) viser empirisk, så vil faldende verdensmarkedspriser på eksempelvis sukker sætte igennem på soft-drink selskaber. Det er der i og for sig intet nyt i. Det nye er at HFT-algoritmer accelerer og forbinder markederne, hvor humane aktører, der tidligere tjene penge på prisdannelser på tværs af markeder, har fået en ny konkurrent. Hvor det i 00'erne tog flere minutter for handel af en vare at slå igennem fra et marked til et andet marked, tager det i dag sekunder. Den techno-finansielle acceleration forbinder områder og industrier temporært og geografisk på måder, hvor ingen industri går fri af algoritmehandel.

2.1 Algoritmisk økonomi, materialitet og geografi — En aktiestrateg klør sig i håret

Teknologier komprimerer tid og rum, som David Harvey (1989) har formuleret det. Algoritmiske økonomier accelererer i sådan en grad, at den økonomiske sociolog Donald MacKinzie et al., (2012: 286) fremhæver, at det er tiden der komprimeres, ikke rummet: "time shrinks but space dosen't" (MacKinzie et al., 2012: 286). For MacKenzie et al., (2012: 286) forstås, at tidslige konfigurationer medfører tids-rum-kompression (Harvey 1989) – ikke rumlig. Når to finanscentre forbindes, som London (LSE) og New York (NYSE) blev det i 2015 (med nye fiber optiske kabler der krydser Atlanten, den såkaldte Hibernia Express), så er det for MacKinzie et al., (2012: 286) udtryk for øget hastighed, at tiden komprimerer rummet. Det er et stykke fysisk og digital infrastruktur, der forbinder de to finanscentre 2.6 millisekunder hurtigere (Buchanan 2015: 161). I algoritmisk økonomi "Everything is about speed", som Michael Lewis (2014: 18) har udtrykt det.

Denne artikel viser, at MacKinzie et al., (2012: 286) og Lewis' (2014: 18) udlægning er mangelfuld, og det vises, at rum og tid er konstituerende for hinanden, også i algoritmiske

geofinansielle økonomier: ”Space is interdependent with time, so that space-times can shrink”. Geografisk udbredelse og spørgsmål om placering udgør nye algoritmiske og strategiske aspekter af digitale infrastrukturer; deres geografiske netværk. Det er snarere geografi, der skaber nye geofinansielle dynamikker, hvorunder markedet er organiseret og markedsmekanismer formet. Men hvorfor tager MacKinzie et al., (2012: 286) og Lewis (2014: 18) fejl, og hvordan er det vigtigt i geografisk forstand?

Forestil dig, at en aktiestrateg sidder i Chicago og skal handle en aktie på NASDAQ i New York 1281 km væk. Han eller hun sidder foran en computer og undres. Hver gang aktiestrategen trykker på købsknappen, så stiger prisen på aktien 50 cent og falder straks efter igen. Aktiestrategen køber ikke til den markedspris, han ser på skærmen, og river sig i året. Han taster en ny ordre, og det samme sker. Det handler om hastighed, høje hastigheder, men også om afstand, placering og geofinansielle rumlige netværk. Selv ved lysets hastighed i vakuum (ca. 300.000 km/s) vil det eksempelvis tage 4 millisekunder fra aktiestrategen trykker på ordreknappen, til informationen når NASDAQs datacenter, der er placeret i Carteret, New Jersey (Grindsted 2019: 104). Ikke kun tidskonkurrencen er af relevans, men også ekspansionen mellem markedsaktørers forskellige temporaliteter og deres geografiske udbredelse. For med en afstand på 1281 kilometer, og uanset hvor hurtigt din algoritme reagerer, vil du for eksempel være håbløst bagud i forhold til at reagere på markedsforandringer sammenlignet med algoritmiske aktiehandlere, der er placeret tættere på datacentret i Carteret. Selv 1-2 millisekunder kan være afgørende i forhold til konkurrerende algoritmer (Brogaard et al., 2014: 2068). Jo større geografisk afstand til børsens match making-servere, jo større tidsforsinkelse. Aktiestrategen ved det bare ikke endnu, og derfor klør han sig i håret.

3. Teoretiske implikationer – tid, rum og hastighed udgør nye konkurrenceparametre på de globale børser

I algoritmiske økonomier er tid, hastighed og geografisk placering af afgørende betydning for algoritmehandlernes succesrate og for likviditet på markederne inden for mindre og mindre tidsfraktioner. USA er bogstavelig talt blevet gravet op på kryds og tværs for at lægge fiberoptiske kabler mellem New York Stock Exchange (NYSE), Chicago Stock Exchange (CHX), NASDAQ og alle de andre handelspladser. Indtil 2010 var den hurtigste rute mellem NYSE og Chicago for eksempel en rute på 13 millisekunder. Den løb langs jernbaner og hovedveje, og snoede sig ud og ind. For at opnå konkurrencefordele gravede algoritmiske aktører delvist i hemmelighed en ny rute med fiberoptiske kabler ned, et projekt til 300 millioner dollar (MacKenzie et al., 2012: 277). En rute i så lige linje som muligt mellem serverne på NYSE og CHX. Derfor blev der nedgravet en ny ledning, der ikke som den gamle fulgte snoede veje,

infrastruktur, matrikel- og markskel. Hvor det var nødvendigt sprængte ruten sig vej gennem bjerge (Allegheny Mountains) for at sikre en hurtigere forbindelse. En kortere forbindelse hvor den digitale infrastruktur ligger i fugleflugtslinje mellem de to servere. Med færdiggørelsen løber data 3 millisekunder hurtigere (Zook og Grote 2017: 133). Banker, aktiehandlere og hedgefonde kan købe sig adgang til det nye net til en pris der er ca. 10 gange højere end på den oprindelige rute. Derfor er USA blevet gravet op på kryds og tværs.

Den finansielle acceleration er materielt og fysisk betinget af den digitale infrastruktur. Den digitale HFT-infrastruktur foregår primært med fiberoptiske kabler. Kabler der forbinder steder og transmitterer finansdata geografisk mellem fondsbørserne og aktiehandlere med en hastighed på ca. 200.000 kilometer i sekundet. I konkurrencen om at drive transmissionshastigheden op, er HFT-aktører ved at møde en fysisk barriere – lysets hastighed (Buchanan, 2015: 161). Selvom informationstransaktioner i fiberoptiske kabler ledes 2/3 af lysets hastighed i vakuum, kan andre aktører kan være hurtigere. Det kan være et spørgsmål om at besidde hurtigere algoritmer eller digital infrastruktur, og en af de nyeste teknologier, der er taget i brug, er transmission af data via lasere (MacKinzie 2014: 27). Transmission af data via atmosfæren sænker hastigheden, men ikke lige så meget som i fiberoptiske kabler. Derfor er luftrummet mellem New York, New Jersey og Chicago mellem London og Frankfurt blevet udnyttet med nye transmissionskorridorer. Baseret på militærteknologi til at datere signaler mellem fly er der nu et netværk af lasere og mikrobølger, der sender finansiel markedsinformation mellem de omtalte finanscentre (Patterson 2014: 1). Ifølge Zook og Grote (2017: 136) er der opstillet mellem 15 og 20 private mikrobølgenetværk mellem New York og Chicago. Teoretisk vandrer lys ca. 300.000 km i sekundet i vakuum, og dermed opnås geografiske konkurrencefordele ved at udnytte tid og afstand som konkurrenceparameter. Der er dog en hel del fysiske og materielle problemer forbundet med laser-beamere, mikro- og millibølger. For eksempel udgør vejrfænomener som tæt regn, tåge, sne, støv, partikler eller fugle i atmosfæren problemer (Buchanan 2015: 162). Vi taler om datatransmission for milliarder af US doller, der skal være pålidelig, og derfor er fiberoptiske kabler ikke blevet erstattet men suppleret med laser-beamere. En anden udfordring er, at laser-beamerne ofte er placeret på toppen af højhuse for at komme fri af geografiske objekter i landskabet. Men højhuse svinger op til 3° i blæsevejr. Endelig kan hverken lasere, mikro- eller millibølger benyttes over store afstande uden mellemstationer. Signalerne forsvinder i atmosfæren, fordi de ikke afbøjes med jordens krumning. Derfor må der opstilles en række mellemstationer. Den geodætiske akse er den korteste afstand mellem to punkter på jorden, hvorfor laserne forsøges opstillet i sådan et netværk mellem finansbørserne (Zook og Grote 2017: 136). Kapløbet om hurtigst at kunne tilbagelægge afstand for finansiel datatransmission kører videre, for hvert et milli- og mikrosekund tæller.

Geografisk er det imidlertid lige så vigtigt at placere sig rigtigt som at besidde den rigtige teknologi, og dermed konverteres finansielle data også til geodata. I takt med at teknologierne får sværere ved at drive hastigheden op (Grindsted 2016: 28), bliver ikke alene hastighed, men også sted og placering vigtigere. Derfor spekulerer fintech-virksomheder bl.a. i at opsende balloner eller soldrevne droner over Atlanten og Stillehavet (Patterson, 2014: 1). Balloner eller soldrevne droner kan udgøre mellemstationer, som kan sende markedsinformation via laser-beamere (mikro- eller millibølger), som placeres på den geodætiske linje mellem finanscentre. Balloner eller dronestationer kan imødekomme jordens afbøjning og udgøre endnu hurtigere transmissionskorridorer for finansiel markedsinformation (Buchanan, 2015: 161). For satellitter er afstanden for stor. Der spekuleres også i millimeter waves og neutrinos. Neutrinos kan sende information ved lyses hastighed og kan sende information igennem fysiske objekter (Zook og Grote 2017: 134). Derfor arbejdes der eksempelvis på at kunne sende markedsinformation direkte igennem jorden. For eksempel via den geologiske akse mellem Tokyo og London, der er endnu kortere end den geodætiske (Buchanan, 2015: 161), men teknologien er ikke klar (Zook og Grote 2017: 134).

3.1 Relationelle algoritmiske strategier — relationelle finansielle geografier

Umiddelbart handler HFT-algoritmer om at eksekvere en ordrebog elektronisk. Algoritmen bliver økonomisk aktør og ikke mennesket, hvorved ordrebogen kan eksekveres ved helt andre hastigheder. Før algoritmernes indtog blev ordrebøgerne eksekveret manuelt og dannede en ´traditionel´ udbuds- og efterspørgselskurve for de enkelte værdipapirer. I dag sker aktiehandel, og dermed eksekveringen af ordrebogen, også i mikrosekunder, med dertil hørende algoritmisk udbud og efterspørgselskurve (Grindsted 2019: 108). Det betyder, at der er temporal spredning på ordrebøger eksekveret manuelt (t/t) og ordrebøger eksekveret af algoritmer (t/t´). For en ordrebog eksekveret i den algoritmiske økonomi (t/t´) er den manuelle udbuds- og efterspørgselskurve hullet (der sker ingenting i mikrosekunder). Derfor fremhæver bankfolk og finansielle institutioner ofte, at algoritmer sikrer likviditet i mindre og mindre tidsintervaller. Multiple tidsligheder, her repræsenteret ved t/t og t/t´, har geografiske implikationer med hensyn til sted og afstand.

Forestil dig, at en storinvestor ønsker at sælge aktier på forskellige aktiemarkeder samtidigt. Investoren sælger i London (LSE), Frankfurt (FWB) og Stockholm (Nasdaq) på same tid. Algoritmer handler ofte i slipstrømmen af store ordrer, fordi store ordrer ofte kan påvirke markedsprisen. Sælges mange aktier inden for et kort tidsinterval, er der risiko for at prisen kan falde (Lewis 2014: 136). Da HFT-markedsinformation transmitteres hurtigere til Stockholm end traditionel elektronisk handel, kan algoritmen handle, hvis prisen på børsen er forandret, inden handlen når at sætte igennem. Er der prisvariation i et splitsekund på en aktie handlet på de forskellige børser i verden, købes på den ene og sælges på den anden. Handles Vestas

aktien til 586 kr. i Stockholm (Nasdaq), men til 587 kr. på London Stock Exchange (LSE), udnytter algoritmen prisdifferencen, køber i Stockholm og sælger i London på mikrosekunder, indtil differencen er udlignet (Grindsted 2018: 15). Finansmarkedernes infrastruktur og aktiehandlere, der opererer over lange afstande, tvinges til at forstå, at geografi har en pris. Prisudviklingen er materielt og geografisk forbundet.

For algoritmehandlere udmøntes den materielle og geografiske forbundethed i en tids-afstandskonkurrence. Det handler om at være hurtigere end sine konkurrenter, der enten ikke har adgang til den givne teknologi, er placeret rigtigt i det geofinansielle netværk eller ikke ved, at de sidder og handler på basis af irrelevant og forældet markedsinformation. Zook og Grote (2017: 136) betegner sådanne situationer, som at HFT-algoritmer konstruerer informationsmonopoler. Ultrahurtig reaktionstid har en rumlig dimension, hvor afstanden mellem byerne og aktørernes servere er afgørende. Jo større tidsforskel (t/t), jo større afstand (km), eller jo større forskel i den absolutte, relative og relationelle geografiske udbredelse mellem aktørerne (fra co-lokation til aktørudbredelse), jo bedre tids-rumlige konkurrencevilkår for algoritmerne.

Den tidslige dimension af markedsinformation, er også rumligt og strukturelt organiseret via de digitale netværks geografiske udbredelse. Markedsinformationen spredes med fondsbørsens server som epicenter. Vi kan derfor tale om et *tids-rumligt epicenter for markedsinformation*. Herfra udgår markedsinformationens rumlige/tidslige udbredelse. Jo større afstand/tid fra børsens match engine, jo større forsinkelse på markedsinformationen (forældet markedsinformation i mikrosekunder). Det genererer som konsekvens rumlige *informationsmonopoler*, hvor de *stedlige konkurrenceforhold* er bedst klos op ad børsens match engine. De stedlige konkurrenceforhold skaber en *stedsrente* (den profit der kan skabes alene ved placering) og *dertilhørende tidsmonopol (tidsrente)* for de aktører, der er placeret bedst (Grindsted 2016: 27).

Mikrogeografisk er co-lokalisering blevet en markedsstrategi for mange HFT-virksomheder (Woodward 2018: 11). Co- lokalisering handler om at placere sin algoritme så tæt på børsens match engine som muligt. Stedet for markedsinformation skaber *stedsmonopoler* med den dertilhørende *stedsrente* for markedsinformationen. Den mest konkurrencedygtige markedsinformation er geografisk forbundet i *markedsinformationens epicenter* (punktet hvor børsens match engine er placeret). Derfor er co-lokation blevet en ny og vigtig konkurrenceparameter – den udgør en ny markedsmekanisme – hvor fintech-virksomheder konkurrerer om at få deres computer til at være tættest muligt på børsernes match engines. Det har betydning at være placeret klos op ad børsen i forhold til at være placeret en anden gade væk eller i en anden by (McGowan 2010: 10). Det har drevet huspriserne op til ca. 10.000

dollar pr. m² om måned i de områder, der ligger tættest på børserne (Buchanan 2015: 162). Derfor kan vi empirisk tale om *sted som konkurrenceparameter* i den algoritmiske økonomi.

Eksemplet med prisvariationen handlet mellem to børser på samme tid, har også makrogeografiske implikationer. Inden for en absolut rumforståelse (Harvey 1989) indbefatter det den tid, markedsinformationen er om at rejse fra punkt A til punkt B (der er et epicenter, hvorudfra markedsinformationen udgår). I den relative rumforståelse (Harvey 1989) handler det om den relative afstand mellem to punkter og de rumlige konfigurationer, som markedsnetværket opererer i. Markedsaktør A kan for eksempel være tættere på børsen end aktør B, men aktør B har en hurtigere teknologi eller har købt adgang til hurtigere datapakker (MacKenzie 2012: 290). Det er altså den relative afstand mellem aktørerne, der bliver afgørende. At en computer i Chicago kan reagere på kursbevægelser i New York, før de når at sætte igennem i Chicago, er bare en af algoritmernes mange forcer (Grindsted, 2016: 27). Det sted, hvor markedsaktører får den hurtigst mulige markedsinformation mellem to børser, er imidlertid nøjagtig i midtpunktet på den geodætiske linje (Buchanan 2015: 162). Midtpunktet mellem Chicago og London ligger for eksempel i Atlanterhavet. Vi har hermed at gøre med en relationel algoritmisk strategi (relativistic arbitrage), som eksempelvis kan profitere i de tilfælde, hvor den samme aktie handlet på to børser har prisvariation. Den relationelle algoritmiske strategi udnytter altså at kunne analyse markedsdata som geodata i det relative rum. Den rumlige konkurrenceparameter kan forklares ved, at en algoritme (markedsaktør) bedst får markedsinformation ved lysets hastighed (c). En aktør, der står D afstand fra fondsbørsen, kan hurtigst få markedsinformationen ved T=D/C efter prisdannelsen er sket (Buchanan 2015: 163). Det giver et *epicenter på udbuds- og efterspørgselskurven*, som opererer i absolut rum. Afstanden til børs A er som nævnt afgørende for at have de bedste konkurrencevilkår til at profitere på det traditionelle udbuds- og efterspørgselsepicenter. En markedsaktør, der er placeret midt mellem 2 fondsbørser (Børs A og Børs B), vil imidlertid kunne handle med en relativ rumlig strategi (relativistic arbitrage), idet aktøren hurtigst vil kunne få markedsinformationen på de to børser simultant. Du har hurtigere adgang til markedsinformationen, end hvis du er co-lokaliseret ved børs A og B hver for sig. Det vil altså sige, at det teoretisk er profitabelt at placere sig midt imellem to finanscentre og dermed anvende en relativ algoritmisk rumlig handelsstrategi. Det får (Buchanan, 2015: 163) til at spekulere på, hvornår der kommer et finansskib i Atlanten, hvorfra transatlantiske handler mellem New York og London kan foretages (hvis ikke soldrevne droner eller luftballoner virker). Endelig er der i det relationelle rum mulighed for at udføre relationelle algoritmiske rumlige strategier, hvor *pris-lokationen* (hvert sted har en temporær udbuds- og efterspørgselskurve) og den dertilhørende markedsinformations (informationsepicenter) tidsmæssige/rumlige udbredelse er afgørende. Konkurrencefordelen kan eksempelvis være at handle på aktører, der agerer ved langsommere tids-rumligheder (Grindsted 2016: 27) eller er placeret forkert i det geofinansielle netværk. Handelsstrategien må altså ses relationelt til

købers placering, den teknologi de benytter, sælgers placering, den teknologi de benytter, og endelig det værdipapir, der handles.

4. Diskussion: Algoritmiske technogeografier ændrer vilkår for det frie marked

Fælles for alle HFT-strategier gælder, at algoritmer spekulerer i betydningen af tid, afstand og placering. Fælles for HFT-algoritmer gælder, at aktiekurser, der svinger i millisekunder, ikke repræsenterer nogen ændring i værdien af de virksomheder, aktierne repræsenterer. Virksomhedens produktive værdi har så at sige en anden temporalitet end virksomhedens handelsværdi (Grindsted 2019: 110). Når algoritmer kan agere på købs- og udbudssiden simultant (Finanstilsynet 2016: 11; McGowan 2010: 24) implicerer det, at HFT-strategierne sætter nye rammer for tre grundpræmisser i klassisk økonomisk teori, hvor fuldkommen konkurrence opnås ved fri markedsinformation, fri omsættelighed og ingen indtrængen fra andre aktører (Grindsted 2019: 107). Fri markedsinformation bygger på ideen om, at alle aktører på markedet skal have lige adgang til markedsinformation (Grindsted 2019: 107). Ideen om at alle markedsaktører, og at køber og sælger ved hvad prisen er, er en forudsætning for dannelse af en effektiv udbuds- og efterspørgselskurve. Netop spørgsmål om hastighed, lokation og geografisk udbredelse og algoritmernes konstruktion af steds- og informationsmonopoler udfordrer grundprincippet. Tid, hastighed, afstand og placering udgør nye konkurrencefordele, hvor den algoritmiske strategi (som for eksempel relativistic arbritage) handler om at få andre aktører til at handle på forældet markedsinformation. Zook og Grote (2017:125) viser, hvordan det skaber ulige markedsinformation. I den sammenhæng dokumenterer Finanstilsynet (2016: 17) og McGowan (2010: 11), at algoritmer også kan blokere eller sløve markedsinformation for andre aktører. Det kan være manipulationsstrategier (som momentum ignition og layering/spoofing) til generering af en forsinket eller falsk udbuds- og efterspørgselskurve. Sådanne strategier er almindelige, men opfattes som kursmanipulation i EU's (EU nr. 596/2014-MAR) Markedsmisbrugsforordning (European Union 2014: 1). Det betyder at den frie markedsinformation i algoritmiske økonomier udfordrer den frie markedsinformation for aktører, der opererer uden algoritmer. Enten ved at generere ulige geografiske udbuds- og efterspørgselskurver og heraf skabe informationsmonopoler samt forskellige prislokationer, eller ved at placere sig strategisk geografisk og dermed generere stedsmonopoler. Woodward (2018: 7) og Buchanan (2015: 162) dokumenter uafhængigt af hinanden, at HFT-algoritmer sletter op mod 90- 95 % af de ordrer, de afsender i gennemsnit, med det formål at sløre markedsinformationen, den reelle kursværdi, markedsdybde og/eller volumen for en aktie. Ideen om fri markedsinformation ændres, og på den baggrund konkluder Buchanan (2015: 163), at hastighed kan gøre den frie prisdannelse dysfunktionel.

Et andet princip for fri prisdannelse handler om, at aktørerne på et marked frit kan omsætte varer og tjenesteydelser. Det betyder bl.a., at sælger og køber frivilligt indtræder på markedet, og frivilligt omsætter varer og tjenesteydelser, hvor ejeren (sælger) af et aktiv har fuld kontrol over aktivet, indtil det er solgt. Køber overtager kontrollen over aktivet. Yderligere gælder det for spørgsmålet om fri prisdannelse, at køber og sælger har sikkerhed for, at der ikke sker indtrængen/indgreb fra andre aktører ved køb og salg. Køb og salg gælder på frivillig basis, for køber og sælger, med mindre tredjepart er inviteret (Grindsted 2019: 109). Algoritmer udfordrer dette princip. Som rumlig konfiguration kan vi sammenligne købet af en aktie på børsen med købet af en liter mælk i Brugsen. Når du køber en liter mælk og ser, at den koster 9 kr. ved køledisken, men kommer op til kassen og opdager at prisen er 12 kr., kan du annullere handlen. Algoritmer udfordrer imidlertid grænsen, fordi den bliver tredjepart mellem køber og sælger, ofte uden at være inviteret. Vi skal vende tilbage til aktiestrategen, der klør sig i håret. Da han afgiver en straksordre løber markedsdataene fra Chicago til New York. I det tidsrum dataene løber fra den ene til den anden børs (ca. 13 millisekunder), har aktiestrategen ikke mulighed for at annullere ordren (han har ikke kontrol over aktivet). Algoritmen udnytter udbud og efterspørgselskurvens geografiske epicenter og genererer pris-lokation. I mellemtiden køber algoritmen en aktie og sælger den samme aktie til en højere pris til aktiestrategen, og skaber i mikrosekunder en højere pris gennem det steds- tidsmonopol, handlen skaber. I modsætning til køberen i Brugsen sker der indtrængen, og HFT-virksomheder samkører ofte data for at kunne identificere ordrer eksekveret af en algoritme og ordrer eksekveret af et menneske (MacKenzie 2012:280). Hvor manden i Brugsen har masser af tid til at tilbagelægge afstanden og sætte mælken tilbage i køledisken (annullere ordren), er det for aktiestrategen ikke muligt at sende data hurtigere end algoritmen til New York for at annullere handlen. Andre aktører har mulighed for at købe aktien før ham, sælge til ham og snuppe en eventuel difference. Med en den relative algoritmiske strategi udnyttes udbuds- og efterspørgselskurvens geografiske epicenter, og derfor køber aktiestrategen systematisk aktien til en anden pris end den aktuelle markedspris, da han afgav ordren. Teknologi, sted og afstand udgør materielle elementer, der gør, at der i tiden fra aktiestrategen afgav ordren til den er afhændet, skabes nye dynamikker på finansmarkederne, der ændrer grænserne for omsættelighed og fri markedsinformation.

5. Geografiske perspektiver: Algoritmiske økonomier performer nye markeder

HFT blev introduceret i 1999 i USA, godkendt af U.S. Securities Exchange Commission (SEC). 17 år senere end i USA og 6 år efter England kom Finanstilsynet i februar 2016 med sin første rapport, der belyser sagen (Finansministeriet 2016: 1). I USA gik der en række år, før algoritmiske handler rigtig tog fart. I 2006 var ca. 23 procent af alle handler på de amerikanske

børser udført af algoritmer. Først fra 2007, og parallelt med den finansielle krise, gik HFT til at eksekvere ca. halvdelen af den daglige handelsvolumen i USA (Miller og Shorter 2016: 1). På NASDAQ Copenhagen (det gamle Københavns Fondsbørs) ligger den daglige handel i gennemsnit på 5,9 milliarder kroner om dagen (1. kvartal 2015, fordelt på 93.000 handler). I 2015 beløb omsætningen på NASDAQ Copenhagen sig til ca. 1.492 milliarder, eller knapt det danske BNP. Heraf står HFT for ca. 15 procent af den samlede omsætning (Finansministeriet 2016: 19). I USA er markedsværdien for et helt index ændret med 1 procent på mindre end 0.04 sekunder (Buchanan 2015: 163). Ifølge Finansministeriet handler algoritmehandlerne på den danske fondsbørs også hurtigt. For handler i høj frekvens sker der i 25 procent af tilfældene ordrehændelser på 0,027 sekunder. Det vil sige, at der går 0,027 sekunder mellem en algoritme placerer en ordre, opdaterer den eller at ordren bliver slettet (Finanstilsynet 2016: 24). Algoritmerne handler altså på brøkdele af sekunder, og for 10 procent af algoritmehandlerne sker der noget aktivet på under 14 millisekunder (Finanstilsynet 2016: 25). Når 25 procent af algoritmehandlerne på den danske fondsbørs sker i millisekunder, er det udtryk for ultrakort kursspekulation. Intet menneske kan handle i sådanne tidsintervaller. Aktierne handlet i HFT skifter hænder langt hurtigere end et stroboskop kan blinke. Men aktiekurser, der svinger i millisekunder, repræsenterer ikke nogen ændring i værdien af virksomhederne. Det afhænger dels af perspektiv, dels af den specifikke algoritmiske strategi, hvorvidt den algoritmiske udbuds- og efterspørgselskurves geografiske epicenter betragtes på linje med traditionel handel, hvor også geografi, tid, rum og afstand har betydning (Hau 2001: 1962), eller om HFT-handel også medfører en ny usynlig spatio-temporal skat, simpelt tricktyveri eller endog i nogle tilfælde kursmanipulation (Grindsted 2016: 27). Uanset perspektiv har Finansministeriet i dag ikke værktøjer til at vurdere hvilke algoritmiske strategier, der benyttes, eller om der betales udbytteskat for aktier ejet i millisekunder. Men algoritmiske økonomier har også mange positive effekter. Måske udgør fintech-branchens algoritmiske økonomier nye muligheder for geodatabranchen?

6. Konklusion

Jeg har i artiklen forsøgt at vise, hvordan tid, sted og afstand udgør nye konkurrenceparametre på de finansielle markeder. Algoritmiske økonomier er performative, og HFT-algoritmer konstruerer nye konkurrencevilkår, der forbinder finansielle centre på nye måder. Gennem techno-finansiel acceleration, spekulation i tid og udvidelse af multiple temporaliteter mellem markedsaktører (indad) og spekulation i geografisk lokation/afstand mellem markedsaktørerne (udbredelse) ændrer HFT-algoritmerne grænserne for, hvad relevant markedsinformation er, og forandrer de finansielle dynamikker, bytter og udbytter. Jo større geografisk afstand til børsens match making-servere, jo større tidsforsinkelse. Jo større tidsforskel (t/t), jo større

afstand (km), eller jo større forskel i den absolutte, relative og relationelle geografiske udbredelse mellem aktørerne (fra co-lokation til aktørudbredelse), jo bedre tids-rumlige konkurrencevilkår for algoritmerne. HFT-algoritmer identificerer ikke bare markedsforandringer inden for korte tidsintervaller – men performer også markeder ved at etablere epicentre, hvorfra udbredelse af markedsinformation (epicenter for prisdannelsen) udgår, beskrevet med en række begreber udviklet i denne artikel. De algoritmiske økonomier er over os. Lad os se, hvor de fører os hen.

REFERENCER

Brogaard, J. and Riordan R. (2014). *High-Frequency Trading and Price Discovery*. The Review of Financial Studies, Volume 27, Issue 8. P. 2267-2306.

Buchanan, M. (2015). *Trading at the speed of light*, Nature, 518(7538). P. 161-163.

Finanstilsynet (2016). *Algoritmehandel på NASDAQ Copenhagen*. København: Finanstilsynet. P. 1-54.

European Union. (2014). Market abuse regulation. *Regulation Nr. 596/2014 – MAR*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.173.01.0001.01.ENG

Grindsted, TS. (2016). *The geographies of high frequency trading – Algorithmic capitalism and its contradictory elements*. Geoforum. Volume 68. P. 25-28. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.11.010

Grindsted, TS. (2018). *Algoritms and the Anthropocene - Finance, Sustainability, and the Promise and Hazards of New Financial Technologies*. Oxford: Financial Geography Working Paper. No 16. P. 1-21.

Grindsted, TS. (2019). *Algoritmiske Økonomier – hvordan algoritmer performer markeder*. Økonomi og Politik, Volume 92, Issue 1. P. 103-112. https://www.djoef-forlag.dk/openaccess/oep/files/2019/1_2019/1_2019_10.pdf

Harvey, D. (1989). *The condition of postmodernity.* Oxford: Wiley-Blackwell.

Hau, H. (2001). *Location Matters: An Examination of Trading Profits.* Journal of Finance, VOL. LVI, NO. 5. P. 1959-1983.

Lewis, M. (2014). *Flash Boys – A Wall Street Revolt*. New York: W.W. Norton & Company.

MacKenzie, D., Beunza, D., Millo, Y. and Pardo-Guerra, JP. (2012). *Drilling through the Allegheny Mountains - Liquidity, materiality and high-frequency trading*. Journal of Cultural Economy, Volume 5, Issue 3. P. 279-96. https://doi.org/10.1080/17530350.2012.674963

MacKenzie, D. (2014). *Be grateful for drizzle*. London Review of Books, Volume 36, Issue 17. P. 27-30.

McGowan MJ. (2010). *The rise of computerized high frequency trading: use and controversy*. Duke Law & Technology Review. Volume 16. P. 1-24.

Miller, RS. and Shorter, G. (2016). *High Frequency Trading: Overview of Recent Developments*, US Congressional Research Service, 7-5700, R44443.

Lewis, Al (2012). *Gone in 22 Seconds*. Wall Street Journal. (tilgået, 11 april 2019). https://www.wsj.com/articles/SB10001424052970203960804577241804069862204

Patterson, S. (2014). *High-Speed Stock Traders Turn to Laser Beams.* Wall Street Journal (tilgået 11 april 2019). https://www.wsj.com/articles/highspeed-stock-traders-turn-to-laser-beams-1392175358

Sornette, D. and Becke S. (2011). *Crashes and High Frequency Trading - An evaluation of risks posed by high-speed algorithmic trading*. The Future of Computer Trading in Financial Markets, UK Foresight Driver Review, DR 7, UK Government Office for Science.

Wójcik, D. (2011). *The Global Stock Market: Issuers, investors and intermediaries in an uneven world*. Oxford: Oxford University Press.

Woodward, M. (2018). *The Need for Speed: Regulatory Approaches to High Frequency Trading in the United States and the European Union*, Vanderbilt Journal of Transnational Law, Volume 50, Issue 5. P. 1-44.

Zook, A. and Grote M. (2017). *The Microgeographies of Global Finance: High Frequency Trading and the Construction of Information Inequality*. Environment and Planning A. Volume 49, Issue 1. P. 121–140. http://dx.doi.org/10.1177/0308518X16667298