



**EKONOMI
HÖGSKOLAN**
Lunds universitet

Nationalekonomiska institutionen
Magisteruppsats
Januari 2005

En empirisk analys av orderflödet i limitorderboken

(En studie av data från Stockholmsbörsen 2005)

Handledare
Hossein Asgharian

Författare
Gustav Engström

Abstrakt

Denna uppsats analyserar dynamiken i orderflödet i limitorderboken på Stockholmsbörsen utifrån unika data som gjorts tillgängliga tack vare ett samarbete mellan SIX AB och Lunds Universitet. Studien finner att så väl orderläggning som handel på Stockholmsbörsen uppvisar ett kraftigt autokorrelerat mönster vilket ligger i linje med vad tidigare studier funnit på andra börser. Resultat från tidigare teoretiska analyser finner att *bid-ask spreaden* snabbt återvänder till sitt jämviktsläge efter temporära fluktuationer d v s *mean reversion*. Detta resultat bekräftas empiriskt i denna studie. Vidare analyseras även utbudet och efterfrågan av likviditet samt dess relation till orderbokens tillstånd. Denna analys finner att likviditet konsumeras oftare när *bid-ask spreaden* är tight och orderdjupet stort och tillförs när *bid-ask spreaden* är stor och orderdjupet tunt.

Jag vill speciellt tacka Patrik Sandås vid University of Virginia för hans kommentarer kring orderbokens utseende. Jag vill även passa på att tacka Anders Strömberg som är project manager för Storq, Linus Thand programmerare av Storq, Marcus Larsson doktorand Lunds Universitet samt min handledare Hossein Asgharian.

1. INLEDNING	4
1.1 BAKGRUND	4
1.2 SYFTE	4
1.3 METOD	5
1.4 AVGRÄNSNINGAR	5
1.5 DISPOSITION	5
2. TEORI OCH TIDIGARE STUDIER	6
2.1 MARKET-MAKERN ELLER SPECIALISTEN	6
2.2 ORDERTYPER	7
2.3 BAKGRUND	7
2.4 INVENTORY MODELS	8
2.5 INFORMATIONS BASERADE MODELLER	10
2.6 ORDERLÄGGNINGENS INFORMATIONS INNEHÅLL	10
2.7 DYNAMISKA ORDERPLACERINGS MODELLER	11
2.8 TIDIGARE STUDIER	12
3. HANDELSSTRUKTUREN	14
3.1 HANDELSSYSTEMET	14
3.2 BÖRSMEDLEMMAR	15
3.3 TICK-SIZE	15
3.4 HANDELSTIDER	16
3.5 TRANSPARENS OCH MÖRKADE VOLYMER	16
3.6 OFF-EXCHANGE TRADING	17
4. DATA	17
4.1 DATASAMPLET	17
5. ORDERBOKEN	20
5.1 ORDERBOKENS KOMPOSITION	20
5.2 ORDERBOKENS LUTNING OCH BID-ASK SPREADEN	22
5.3 ORDERFLÖDET GIVET FÖREGÅENDE HÄNDELSE	24
5.3.1 Analys av direkt efterföljande händelse	24
5.3.2 En utökad 30 sekunders analys	28
5.4 INFORMATIONSEFFEKTER?	31
5.5 ORDERFLÖDET GIVET ORDERBOKENS TILLSTÅND	33
6. SLUTSATSER	35
7. REFERENSER	36
APPENDIX A	38
APPENDIX B	42

1. Inledning

1.1 Bakgrund

På majoriteten av världens aktiemarknader är handeln organiserad i elektroniska orderböcker. Bland de främsta fördelarna med detta system är den ökade transparens¹ som blivit tillgänglig i dessa elektroniska handelssystem jämfört med de äldre systemen. Forskningen kring informationsinnehållet i de elektroniska orderböckerna har skilts åt via två huvudsakliga typer av orderböcker. I den ena orderboken finns en *market-maker*² som står som garant för likviditeten samt sätter priserna och i den andra tillgodoses all likviditet och prissättning av limitorderläggning. I Sverige har vi sedan 1990 ett helt elektroniskt handelssystem SAXESS (Stockholm Automated Exchange) som för samman köpare och säljare via en limitorderbok (utan intervention av en *market-maker*). Denna är en typisk limitorderboksmarknad som låter användarna se den totala efterfrågan att köpa eller sälja vid olika prisnivåer. På denna marknad är det därför viktigt att försöka förstå vilka faktorer det är som styr orderläggningen samt se hur dessa bidrar till att forma prisnivån, samt hur den tillgodoser likviditetsbehovet över tiden.

1.2 Syfte

Denna uppsats har till syfte att studera orderflödesdynamiken i limitorderboken d v s hur orderflödet reagerar på orderbokens tillstånd samt hur ny information influerar efterföljande orderläggning och handel på marknaden. Uppsatsen bygger i flera avseenden på en analys av orderläggningsdata från 1991 vid Paris Bourse som gjordes av Biais, Hillion och Spatt (1995), benämns hädanefter som BHS. I likhet med deras studie så är kommer denna uppsats att försöka svara på frågor som, huruvida orderflödet är autokorrelerat, huruvida det finns informationseffekter i orderläggningen samt vilka faktorer det är som styr tillförseln och konsumtionen av likviditet i limitorderboken. Syftet med en upprepad studie av denna typ är att studera till vilken grad de resultat som BHS presenterat också görs gällande på Stockholmsbörsen i den intensivare handelsmiljön som råder idag.

¹ Det ökade informations innehåll som görs tillgängligt genom att agenterna ges ökad insyn i faktorer som kan tänkas ligga bakom kursförändringar.

² Se avsnitt 2.1 för en närmare beskrivning av *market-makers* funktion.

1.3 Metod

Denna uppsats gör flera analyser av orderflödet på Stockholmsbörsen. Datamaterialet analyseras huvudsakligen med hjälp av *contingency tables*³ men eftersom varje tabell har unika variationer så presenteras metoden för varje analys i direkt anslutning till resultatet. Detta har gjorts för att underlätta för läsaren.

1.4 Avgränsningar

I studien studeras orderflödet för 27 aktier under en sammanhängande period av 36 handelsdagar med start den 28 februari 2005. Handelsdagarna har begränsats till att innehålla alla händelser som inträffat under den pågående kontinuerliga handeln d v s mellan kl 09:00 och 17:20.⁴ BHS genomför en mängd olika undersökningar i sin studie, av tidsskäl så har denna studie begränsats till att endast innehålla liknande test på de delar som varit av störst intresse. I vissa fall har dessutom de analysmetoderna som BHS valt inte visat sig vara lämpliga på detta sampel. Anledningarna till detta har framförallt berott på den intensivare handelsmiljö men även på att det i vissa fall funnits lämpligare statistiska modeller. Syftet med undersökningarna har dock varit de samma.

1.5 Disposition

Uppsatsen är disponerad enligt följande. I kapitel 2 presenteras de bakomliggande teorierna som har lett fram till dagens analysmetoder av marknadens mikrostruktur, samt resultat från tidigare empiriska studier som är relevanta för denna studie. Kapitel 3 går igenom hur orderläggningen i SAXESS fungerar samt beskriver de rådande handelsreglerna på Stockholmsbörsen. Kapitel 4 presenterar information kring datasamplers uppbyggnad samt lite beskrivande statistik över dess natur. I kapitel 5 presenteras direkta resultat kring orderbokens utseende och dynamiken i orderläggningen. Kapitel 6 sammanfattar sedan resultaten av studien.

³ För en genomgång av *contingency tables* och dess tillämpningar se Agresti (1990)

⁴ Öppningstiden varierar för varje aktie för se avsnitt 3.4 för ytterligare information

2. Teori och tidigare studier

Marknadens mikrostruktur är läran om processen och utfallet av handel som betingas av explicita handelsregler d v s man analyserar hur specifika handelsmekanismer påverkar prisformationen. Dessa mekanismer kan involvera en specialist ofta kallad *market-maker* eller ordermottagare som organiserar handeln i en viss vara/aktie på en viss plats men det kan också vara en elektronisk handelsplats där datorer övervakar handeln. Köparna och säljarna indikerar därmed endast sina handelsintentioner. Detta kapitel går igenom de bakomliggande teorier från marknadens mikrostruktur, många av dessa teorier härrör från modeller med en designerad *market-maker* varpå vi börjar med en definition av deras roll på marknaden.⁵

2.1 Market-makern eller specialisten

Behovet av en *Market-maker* på marknaden har uppkommit till stor del p g a att investerare som äger en andel i en tillgång vill besitta möjligheten snabbt kunna göra sig av med tillgången ifråga. För att uppfylla detta behov har man på flertalet marknader en designerad *market-maker* som i enlighet med vissa handelsregler skall tillgodose marknadens behov av likviditet. Att ständigt vara obligerad att tillgodose marknadens behov av att få köpa eller sälja givna kvantiteter⁶ vid bestämda tidpunkter är förstås förknippat med kostnader och därför äger *market-makern* rätten att sätta köp- och säljpriserna på marknaden. Skillnaden mellan dessa priser, d v s *Bid-Ask spreaden* eller enbart *spreaden* är priset investerarna tvingas betala för att besitta möjligheten att omedelbart få köpa eller sälja en given kvantitet (*price of immediacy*), *Spreaden* är samtidigt en förtjänst möjligheten för *market-makern* (d v s han kan köpa för det lägre priset P_B för att sedan sälja till det högre priset P_A). *Market-makern* skall oftast utöver detta samla in och upprätthålla all orderläggning som inte går till direkt avslut⁷. Slutligen så krävs det oftast inte av *market-makern* att han tvunget måste agera köpare eller säljare, ibland kan han istället matcha orderläggningen direkt mot andra ordrar på motsatt sida orderboken.

⁵ Beskrivningarna av de bakomliggande teorierna är där ej annat noterats hämtade från O'hara (1995) och hennes genomgång av litteraturen inom marknadens mikrostruktur.

⁶ Market-makern är oftast obligerad att sälja en minimum kvantitet vid det pris han bestämt sig för, om kvantiteten som efterfrågas/bjuds ut är större så har market-makern möjlighet att sätta ett nytt pris för den överstigande kvantiteten.

⁷ Med avslut menas härmed att en viss mängd aktier har bytt ägare d v s att en handel har inträffat.

2.2 Ordertyper

Investerare har oftast möjligheten att välja mellan två typer av ordrar, en marknadsorder eller en limitorder. En marknadsorder är en order om att få köpa eller sälja en given kvantitet till bästa rådande marknadspris i limitorderboken. När en marknadsorder lämnas kommer avslut att ske automatiskt givet att det finns tillräckligt med volym i limitorderboken. En limitorder är istället bunden till både kvantitet och pris och förblir tillgänglig i limitorderboken tills den antingen tas bort, matchas eller försvinner på grund av att handelsdagen avslutats eller att den utsatta löptiden förflutet. I en elektronisk limitorderbok av den typ som används vid Stockholmsbörsen är lämnandet av limitordrar av största betydelse, eftersom det i frånvaron av en *market-maker* är den enda källan till likviditet. Amihud and Mendelson (1991) noterar tre viktiga skillnader mellan limitordrar och marknadsordrar. (i) En marknadsorder går med säkerhet till ett omedelbart avslut. (ii) Limitordrar bidrar med likviditet till marknaden medan marknadsordrar konsumerar likviditet. (iii) Limitordrar bidrar med mer information till marknaden (d.v.s. handlaren annonserar sitt reservationspris) än att lägga en marknadsorder. En limitorder handlas oftast till ett bättre pris än en marknadsorder, men det finns två typer av kostnader involverade gällande limitordrar. För det första finns det en risk att ordern inte går igenom (sannolikhet för utförande). För det andra så finns det en risk att ordern utföres mot en marknadsorder som är baserad på privatinformation. Denna risk uppstår på grund av att en limitorder, som ligger ute på marknaden förblir utsatt eftersom ny information kan nå marknaden, vilket kan komma att förändra tillgångens fundamentala värde⁸. Det finns därmed en risk att limitordern går till avslut mot ny marknadsinformation innan orderläggaren hunnit ta bort ordern. Denna risk brukar benämnas som *picking-off risk*.

2.3 Bakgrund

Forskningen kring prisformationen på marknaden för finansiella tillgångar förändrades i samband med en analys av Demetz (1968). Demetz visade att marknads beteende likt företagets endast kunde förstås om man analyserades dess inre struktur och organisation. Genom att betrakta marknaden för finansiella tillgångar ur detta mikroekonomiska perspektiv

⁸ Med fundamentalt värde menas priset på en aktie givet all tillgänglig information vilket kan vara skilt från en akties noterade värde.

skapades en möjlighet att karaktärisera prisformationerna på marknaden som ett resultat av ekonomiska investerares försök att optimera sin egen avkastning. Mycket av den efterföljande forskning som gjorts sedan dess har kommit från New York Stock Exchange. Detta är en marknad där *market-makers* har nyckelroller. Under 1992 rapporterades det att ca 19.4 procent av all handel skedde med en designerad *market-maker* som antingen agerat köpare eller säljare.⁹ Eftersom så stor del av denna handel alltså utfördes mot designerade *market-makers* så har forskningen även lagt stor fokus på att förstå hur *market-makern* hanterar risken med prissättning och kostnader för lagerhållning av aktier.

2.4 Inventory Models

Med början i en artikel av Garman (1976), fokuserade forskningen sig huvudsakligen på att förstå hur marknadspriserna uppstod givet orderflödet. Tre huvudsakliga angreppsmetoder uppkom i detta skede. I den första angreppsmetoden som började med Garman finns en risk neutral monopolistisk *market-maker* som sätter priser, tar emot ordrar samt ser till att handeln blir utförd. Osäkerheten i modellen uppstår på att tidpunkten för orderläggningen på köp och sälj sidan modelleras som oberoende stokastiska processer. Eftersom det därmed finns en osäkerhet i ankomsten av ordrar på köp respektive sälj sidan löper *market-makern* först och främst en risk att få slut på sitt lager vid uteblivna säljordrar. För det andra löper han också en risk att få slut på pengar om t ex ingen vill köpa och *market-makern* därmed tvingas gå till avslut mot enbart säljare. Garmans modell gör dock en hel del antaganden som är ganska orealistiska. Dels så är inte *market-makern* tillåten att låna vare sig aktier eller kapital och alla övriga marknadsparametrar är dessutom för *market-makern* modellerade som exogena variabler, vilket leder till att hans uppgift endast består i att hålla sig vid liv.

Stoll (1978) vidare utvecklade denna modell till att också innehålla *market-makerns* behov av ersättning för hans riskfyllda roll som leverantör av likviditet. *Market-makern* betraktas här som en riskavers marknadsdeltagare som är beredd att avvika från sin önskade portfölj för att tillgodose behovet av andra marknadsdeltagare. Kompensation för detta blir *bid-ask spreaden* som också kommer att reflektera kostnaden för att bära risken av en icke-optimalt diversifierad

⁹ Denna information hämtar O'hara från New York Stock Exchange (1992)

portfölj. Stoll fokuserar på tre huvudsakliga kostnadskomponenter som *market-makers* måste bli kompenserad för.

- *Inventory holding costs* - kostnaderna för att hålla en icke-optimalt diversifierad portfölj.
- *Order processing costs* - administrativa kostnader.
- *Adverse selection costs* – Kostnader som uppkommer på grund av informationsasymmetrin som kan tänkas finnas på marknaden dvs att det skulle finnas vissa bättre informerade investerare och vissa icke-informerade investerare på marknaden. Detta leder i så fall till att *market-makers* riskerar att gå till avslut mot en bättre informerad investerare. Detta behandlas inte speciellt utförligt av Stoll men har dock blivit fokus för senare tids forskning.

Slutligen så undersöker Cohen, Maier, Schwartz och Whitcomb (1981) marknadsförhållandena på en marknad utan *market-maker* där orderläggare har möjlighet att välja mellan att lägga en limitorder med fast pris och kvantitet eller en marknadsorder med en fast kvantitet men med priset satt till det bästa tillgängliga på marknaden. Denna marknad är alltså av samma typ som exempelvis Stockholmsbörsen där marknadspriserna är ett resultat av samspelet mellan limitorderläggningen och marknadsorderläggningen. Investeraren i denna modell försöker maximera sin förväntade nyttofunktion och står inför valet att lägga en limitorder med en exogen given transaktionskostnad och en sannolikhet för utförande mindre än ett och en marknadsorder som har en lägre exogen given transaktionskostnad och en sannolikhet för utförande som är lika med ett. Om *spreaden* är stor så kommer vinsten av att lägga en limitorder i förhållande till en marknadsorder att vara hög och inducera limitorderläggning, eftersom limitordern ges ett betydligt bättre pris i jämförelse med marknadsordern. Om *spreaden* istället är liten kommer vinsten i form av ett bättre pris vid läggandet av en limitorder vara marginell i förhållande till priset hos den motsvarande marknadsordern och investeraren kommer därmed att föredra att med säkerhet få gå till avslut. Detta förhållande implicerar alltså andelen marknadsordrar i förhållande till limitordrar kommer att öka vid en tätt *spread*. Detta fenomen brukar kallas för *gravitational pull* eftersom investerare vid en liten *spread* dras till att acceptera det bästa pris på motsvarande köp eller sälj sida eftersom den marginella vinsten av att lägga en limitorder är för liten i förhållande till risken av att inte få den utförd. Detta fenomen i samband med förekomsten av transaktionskostnader (inkluderar även *inventory holding costs*) dikterar att *spreaden* är en naturlig egenskap hos marknadsvikten. Detta eftersom förekomsten av

transaktionskostnader gör kontinuerlig handel icke-optimal. Denna modell dikterar alltså att i avsaknad av transaktionskostnader så skulle *bid-ask spreaden* inte existera.

2.5 Informations Baserade Modeller

I samband med en artikel av Bagehot (1971) dök en ny teori upp som förklarade uppkomsten av marknadspriserna som till skillnad från *inventory* modellerna inte förlitade sig på transaktionskostnaderna. Dessa informations baserade modeller använde sig av teorier från *adverse selection* området för att förklara hur det i en marknad utan *market-maker* och transaktionskostnader ändå kunde uppstå en *bid-ask spread*.

Man utgick ifrån att det fanns två typer av investerare på marknaden, de icke-informerade och de informerade. De informerade investerarna kommer att köpa när de vet att tillgången är undervärderad och sälja när den är övervärderad. Konsekvenserna av detta antagande blev att den genomsnittlige investeraren överlag förväntas förlora pengar i förhållande till marknadsavkastningen. *Market-makern* som måste ingå i handel vet att han också kommer att förlora pengar när han tvingas handla med informerade investerare. För att väga upp denna förlust måste han därför tjäna tillbaka sina pengar hos de icke-informerade investerarna. Detta gör han med hjälp av *bid-ask spreaden*. Denna insikt om att informationskostnaderna också påverkar priset har präglat större delen av framtida forskning inom marknadens mikrostruktur.

2.6 Orderläggningens informations innehåll

De informations baserade modeller var ett nytt sätt att förhålla sig till *bid-ask spreaden*. Den asymmetriska informationen innebar dock också att själva orderflödet inte längre kunde betraktas som exogent i *market-makerns* beslutfattningsproblem och som konsekvens av detta måste handeln och orderflödet i sig vara information. De första som utvecklade modeller där handeln betraktades som informationssignaler var Glosten och Milgrom (1985) samt Easley och O'Hara (1987a). Man fokuserade på det faktum att i en konkurrensutsatt marknad så kommer handeln som genomförs av informerade investerare att reflektera deras privata information, d v s de kommer att sälja om det är dåliga nyheter och köpa om det är bra.

Eftersom en *market-maker* som tar emot en säljorder inte direkt kan avgöra om det är en informerad eller icke-informerad investerare så kommer han istället att skydda sig mot dessa genom att justera sina förväntningar om värdet av tillgången betingat på typen av handel. Glosten och Milgrom visar att *market-makers* kommer att lära sig av händelser som exempelvis en anstormning av informerade säljglada investerare och därmed kunna justera priserna till att innehålla det förväntade värdet av tillgången givet den nya informationen. Detta inlärningsproblem som *market-makers* därmed stod inför kom att bli till en ny inriktning inom marknadens mikrostruktur. Att det skulle finnas information om det rätta värdet av en tillgång i orderläggningen har på senare tid varit av stort intresse för den empiriska forskningen.

Bland de teoretiska analyserna som undersöker egenskaperna hos marknader utan *market-maker* så är Glosten (1994) en av klassikerna. Glosten härleder bland annat marknadens jämviktens pris- och efterfrågekurvor i orderboken. Dessa utbud- och efterfrågekurvor hänger samman med att risken att gå till avslut mot en bättre informerad investerare och kan därmed sägas höra till *adverse selection* området. Glosten finner alltså att en investerare endast kommer att lägga en limitorder om risken att gå till avslut mot en bättre informerad investerare är lägre än risken att gå till avslut mot en icke-informerad investerare. Handa and Schwartz (1996) utvidgar sedan denna analys och visar att det huvudsakliga incitamentet för limitorderläggning beror på de temporära pris fluktuationer som uppkommer till följd av likviditetschocker¹⁰ i orderboken.

2.7 Dynamiska orderplacerings modeller

Flertalet av de tidigare nämnda modellerna samt mycket av den övriga litteraturen inom marknadens mikrostruktur bygger på statiska en periods analyser. Dessa angreps metoder fångar inte dynamiken i likviditetstillförseln på marknaden vilket är av speciellt intresse på marknader utan *market-makers*. De teoretiska analyserna inom detta område har sitt ursprung i den analys som gjordes av Cohen, Maier, Schwartz och WhitComb (1981) och till skillnad från flertalet av de tidigare analyserna så kan investerarna här välja mellan att lägga en limit- eller marknadsorder. Parlour (1998) utvecklar en av de första rent dynamiska modellerna av en

¹⁰ Med likviditetschocker menas kraftiga minskningar i likviditeten.

limitordermarknad där investerarna kan välja mellan att lägga en limit- eller marknadsorder och där hans förväntningar om sannolikheten för utförandet av en limitorder modelleras som endogena. I denna modell beror orderläggningen på orderbokens tillstånd. Investerarna vet att deras orderläggnings strategier kommer att påverka efterföljande orderläggning och med bakgrund av detta uppstår det systematiska mönster i transaktionspriser och orderläggning.

Foucault (1999) analyserar i en stationär dynamisk modell, investerarens beslut att lägga en limit- eller marknadsorder som en funktion av orderbokens tillstånd, givet rationella förväntningar om sannolikheten för utförande. Även här modelleras förväntningarna om sannolikheten för utförandet som endogena för samtliga investerare. Foucault finner att i denna utökade dynamiska modell så är det optimalt med limitorderläggning innanför *spreaden* när den är stor, medan marknadsordrar kommer att vara optimalt när *spreaden* är liten.

Goettler, Parlour and Rajan (2003) utvecklar Foucault's analys i en utvidgad samt dynamiskare version. De finner att orderflödet i sig kan vara korrelerat och att detta i så skulle kunna vara en konsekvens av liknande reaktioner till orderbokens tillstånd.

2.8 Tidigare Studier

En av de mest banbrytande empiriskstudierna inom området för orderläggningsdynamik är Bias, Hillion and Spatt (1995) studie som analyserade den Franska aktiemarknaden. De finner i likhet med de tidigare teoretiska analyserna att vid tillfällena av stor *spread* så tillförs oftast likviditet innanför *spreaden* medan en liten *spread* oftast innebär likviditetskonsumerande orderläggning. Detta ger upphov till *mean reversion* i *spreaden* d v s att den återvänder till sitt ursprungliga jämviktsläge efter temporära fluktuationer. BHS finner att även vid tillfällena då mycket likviditet finns tillgänglig på de bästa nivåerna så ökar limitorderläggning innanför *spreaden*. Detta överensstämmer med den teoretiska analys av dynamisk orderläggning som Parlour (1998) utför. BHS finner även att orderflödet i sig uppvisade autokorrelation vilket också kom att bekräftas i en teoretisk modell av Goettler, Parlour and Rajan (2003). BHS ger också exempel på informationseffekterna av handeln. Stora marknadsordrar som konsumerar mer likviditet än vad som finns tillgängligt vid bästa köppris och därmed orsakar ett fall i bästa

köp pris efterföljs ofta av säljorder som underhugger bästa säljpris och därmed även orsakar ett fall i bästa säljpris.

Hedvall och Niemeyer (1997) analyserar data från Helsinki Stock Exchange där de också haft tillgång till orderläggarnas identiteter. De finner också i likhet med BHS ett autokorrelerat orderflöde. Till skillnad från BHS kan de utifrån orderläggarnas identiteter avgöra att detta först och främst tycks bero på att samma orderläggare splittar upp sin order i mindre delar snarare än att flera orderläggare imiterar varandra. En annan skillnad från BHS är att de inte finner några konkreta belegg för de informationseffekter d v s permanenta effekter på priset till följd av exempelvis aggressiv orderläggning.

Sandås (2001) testar en version av Glosten (1994). Sandås förkastar Glosten's prediktioner av utbud- och efterfrågekurvor och finner att lutningen på dessa kurvor är mycket kraftigare i verkligheten än vad som predikteras av den teoretiska modellen.

Degryse, Jong, Ravenswaaij och Wuyts (2003) undersöker data från Paris Bourse. De finner också i likhet med BHS ett korrelerat orderflöde. Till skillnad från BHS så undersöker de närmare effekterna av aggressivorderläggning och dess effekt över tiden. De finner att effekterna av aggressiva marknadsordrar dröjer sig kvar inte enbart till nästa händelse, utan även till efterföljande händelser. De finner också att långsiktiga effekter på priset efter en aggressiv ordertyp medan *spreaden* och orderdjupet återvänder till sin ursprungsnivå relativt snabbt.

3. Handelsstrukturen

I detta kapitel redovisas detaljerad information över handelsstrukturen och reglerna vid limitordeläggning vid Stockholmsbörsen.

3.1 Handelssystemet

All handel på Stockholmsbörsen bedrivs sedan den 30 juni 1990 via ett elektroniskt handelssystem SAXESS. De centrala fördelarna med detta system är: (i) kontinuiteten¹¹, (ii) Limitorderboken som lägger samman och fördelar all orderplacering och handelsaktivitet (iii) den automatiska matchningsprocessen där köpordrar möter säljordrar. Systemet består av en centraldator med anslutna arbetsstationer som finns utplacerade hos börsens medlemmar. Efter det att en köpare eller säljare givit en transaktionsorder till sin bank/värdepappersbolag förs ordern vidare till en mäklare som lägger in ordern i SAXESS. Orderna sorteras efter pris och tidpunkt. Den högsta köp- och lägsta säljkursen hamnar högst upp i orderboken. Om priset är detsamma för flera ordrar sorteras de in efter den tidpunkt då de registrerades i systemet och det bildas därmed en kö vid det priset. Ordern ligger kvar i systemet till stängning om den inte dras tillbaka eller blir bemött av en annan investerare. Så fort en köpare är beredd att betala en högre kurs eller en säljare är beredd att acceptera en lägrekurs sker en kursförändring i orderboken. Ett exempel på hur orderboken kan tänkas se ut för en mäklare som sitter uppkopplad på en av arbetsstationerna presenteras nedan.

Figur 1
Orderbokens utseende för börsens medlemmar



köp kontrahenter	antköp	köp	köpgraf	säljgraf	sälj	antsälj	sälj kontrahenter
320SWB,ENS,ENS,ETS	6 658 050	12.70			12.80	5 150 759	CVM,OHM,NDS,CVM50
233FIP,NOB,FIP,STN	8 328 670	12.60			12.90	5 902 080	FIP,FIP,SWB,FIP102
307AVA,NDS,NDS,FIP	8 312 480	12.50			13.00	5 675 837	FIP,LFB,NDS,NDS148
114FIP,FIP,FIP,NOB	4 026 500	12.40			13.10	3 272 500	FIP,AVA,AVA,NON62
76NDS,FIP,NOB,FIP	2 529 000	12.30			13.20	5 638 515	FIP,FIP,DDB,NDS108
	29 854 700	12.54			12.99	25 639 691	

¹¹ Med kontinuitet menas att handel kan förekomma när som helst under handelsdagen tillskillnad från exempelvis en *call-market* där handel endast får ske när marknaden ropas upp.

All information rörande en transaktion d.v.s. pris, volym och inblandade banker/mäklarhus överförs kontinuerligt till medlemmarnas skärmar. Orderläggarnas identifikationskoder SWB, ENS, ETS o s v. är endast tillgänglig för börsens medlemmar.

3.2 Börsmedlemmar

All handel på Stockholmsbörsen utförs av auktoriserade medlemmar och alla övriga investerare måste gå genom någon av dessa. Medlemmarna består av banker och värdepappersbolag som har finansinspektionens tillstånd att bedriva värdepappershandel samt uppfyller börsens övriga krav på medlemskap. Stockholmsbörsen har idag ett 70-tal medlemmar som deltar i aktiehandeln, och som tillsammans har ca 600 auktoriserade mäklare med tillträde till marknadsplatsen (*Den svenska finansmarknaden 2005*).

3.3 Tick-Size

En viktig aspekt av handelsstrukturen är handelsintervallen (*tick-size*) som utgör en diskret prisbildningsmekanism för aktiepriset. En *tick* är ett fast prisintervall som avgör med vilken noggrannhet ett aktiepris kan bestämmas. En aktie med en *tick-size* på exempelvis 0,5 innebär att priset kan vara 100,5 eller 100 men inte 100,3. Syftet med en fast *tick-size* är att minska kostnaderna för prisöverenskommelse vid handel.

Tabell 1
Tick-Size för olika kursintervall på Stockholmsbörsen

Kurs (kronor)	Tick-size (kronor)
0 - 4,99	0,01
5 - 14,95	0,05
15 - 49,90	0,10
50 - 99,75	0,25
100 - 499,50	0,50
500 - 4999	1
5000 -	5

källa: http://www.avanza.se/dsr/kunskapscenter/depahandbok.jsp?page=shght_aktier

3.4 Handelstider

Handeln med aktier på Stockholmsbörsen pågår mellan 09:00 och 17:30 de fulla dagar då börsen håller öppet. Handeln startar med en *morgoncall* och avslutas med en *stängningscall*. Däremellan övergår handeln i kontinuerlig handel. *Morgoncallens* öppna uppsprofsfas startar 08:45 för alla aktier samtidigt. Det innebär att du ser aktiernas orderdjup¹² redan från 08:45, trots att själva handeln ännu inte startat, vilket är en förändring mot gentemot tidigare. Mellan 09:00 och cirka 09:07 öppnar sedan aktierna i turordning med början i de mest omsatta aktierna på A-listan. Dessa får sin öppningskurs först och sedan fyller man på med A-listan övriga, Attract 40 och O-listan i fastlagd ordning, där uppsprofsfasen avslutas för den sista aktien 09:07. Så fort en aktie har öppnat övergår handeln i kontinuerlig handel för den aktien. Den kontinuerliga handeln pågår fram till 17:20. *Stängningscallen* inleds 17:20 för samtliga aktier samtidigt. *Stängningscallen* inleds med en *precall* under 15 sekunder. Handeln stoppas då samtidigt som orderboksinformationerna försvinner för alla aktier. Sedan följer en uppsprofsfas liknande den som sker på morgonen. Stängningens uppsprofsfas är dock kortare. Redan 17:22 börjar aktierna stängas i samma turordning som de öppnade på morgonen, dvs. med början i Ericsson A.¹³

3.5 Transparens och mörkade volymer

SAXESS har en relativt hög grad av transparens eller genomlysning. Med detta menas att information beträffande pågående handel och orderläggning offentliggörs i stor utsträckning. Detta är ofta en önskvärd egenskap för små icke-informerade investerare medan större och mer informerade investerare ofta föredrar en lägre grad av transparens (Pagano and Röell (1996)). Investerare har möjlighet till att delvis *mörka* sin order. Med *mörkning* menas att man bara offentliggör en del av den volym man tänkt köpa/sälja och låter resterande del avvakta utanför orderboken tills den offentliggjorda delen gått till avslut, först då blir den resterande delen synlig i orderboken. På detta sätt kan investerare lägga stora ordrar utan att offentliggöra information om den totala efterfrågade volymen till marknaden. Baksidan till detta är att den mörkade delen av ordern får lägre prioritet eftersom den betraktas som en ny order. Denna

¹² Med orderdjup menas den ackumulerade volymen som efterfrågas eller bjuds ut vid olika prisnivåer.

¹³ OMX AB, "OMX – Stockholmsbörsen"

<http://www.omxgroup.com/stockholmsborsen/se/index.aspx?lank=39> (2005-12-28)

marknadsegenskap motverkar till viss del den s.k. *picking-off risk* som nämnts tidigare genom att skapa utrymme för stora ordrar att ändå bidra med likviditet till orderboken. Risken är att dessa annars skulle utföras i den s.k. *off-exchange tradingen* som behandlas nedan.

3.6 Off-Exchange Trading

Med *off-exchange trading* menas den handel som sker utanför SAXESS. Det finns i stort tre typer av *off-exchange trading*. Första möjligheten är handel efter börsens stängning. Denna handel måste inrapporteras senast en halvtimme innan börsens öppnande nästföljande handelsdag. Andra möjligheten är *off-exchange trading* som sker under börsens öppethållande. Denna handel är starkt reglerad och det är främst större volymenheter som får handlas utanför orderboken. Mäklarfirmor kan exempelvis matcha två av deras olika kundorder direkt utan att gå omvägen via orderboken. All sådan handel måste rapporteras in inom 5 minuter från det att handeln ägt rum. En tredje möjlighet är handel som sker på utländska marknader.

4. Data

I detta kapitel presenteras datasamplet och dess beskrivande statistik.

4.1 Datasamplet

Den data som samplats i detta arbete består av samtliga förändringar i limitorderboken för 27 aktier noterade på Stockholmsbörsens A-lista eller O-lista under 36 handelsdagar från den 28 februari till den 22 april 2005.¹⁴ Eftersom denna studie intresserar sig för dynamiken mellan orderläggning och handel så har samplingsdagen begränsats genom att utesluta all orderläggningsdata som registrerats under *morgoncallen* respektive *stängningscallen*. Samplet har tillhandahållits av Lunds Universitet som i samarbete med en av Sveriges ledande leverantör av aktierelaterad information SIX AB, byggt en högfrekvensdatabas kallad STORQ

¹⁴ En lista över samtliga aktier i samplet finns att tillgå i appendix A, tabell 4

som kontinuerligt lagrar handel och orderboks aktivitet i realtid.¹⁵ Observationerna består av aktiekod, köp- säljpris, aktuell efterfrågad volym vid respektive pris samt nivå i limit orderboken för de fem bästa nivåerna på köp- och säljsidan.¹⁶ Varje observation är dessutom tidsstämplad på sekundnivå. Vid varje förändring som sker i limit orderboken tas en ny ögonblicksbild över dess tillstånd vid den aktuella positionen. Man kan därmed följa hur volymen förändras över tiden vid varje nivå.¹⁷ Vid avslut rapporteras aktiens identifikationsnummer, tidpunkt, pris, volym samt köpare respektive säljare i en separat avslutstabell. Den resulterande likviditetsförändringen rapporteras också till orderboken genom att dess nya tillstånd uppdateras. För att identifiera när ett avslut skett i orderboken lagrades datamaterialet i en Microsoft SQL Server Databas och en kombination av procedurer skrivna i Transact-SQL användes för att säkerställa att en viss volymminskning i orderboken hörde samman med ett visst avslut. En minskning av den ackumulerade volymen i orderboken kan bero på två saker. Dels kan det bero på att en investerare dragit tillbaka sin tidigare lagda limitorder, men det kan även bero på att hans order gått till avslut mot en annan investerares order. För att kunna särskilja dessa två eventualiteter åt så kan man utnyttja informationen om när avslut skett. Denna information finns lagrad i en avslutstabell i STORQ databasen. I denna tabell kan man observera samtliga registrerade avslut. I avslutstabellen sparas bl a tidpunkten för handeln, dess volym och pris. Genom att jämföra värdena i avslutstabellen med motsvarande värden i orderboken kan man avgöra vilka av minskningarna i ackumulerad volym i orderboken som berott på att en aktie bytt ägare. Med andra ord om handelsvolymen i ett visst avslut matchar en viss volymförändring i orderboken och dess pris samt tidpunkt för handel dessutom matchar priset och tidpunkten i orderboken kan man dra slutsatsen att volymförändringen som uppstått i orderboken har varit ett direkt resultat av att ett avslut kommit tillstånd. På detta vis kan vi förklara de volymminskningar i orderboken som har matchande avslut, som avslut, och de volymminskningar som inte har matchande avslut, som tillbakadragna ordrar. (För mer ingående information se Appendix B)

I samplet noterades att ca 43 procent av omsättningen i SEK var av den typen som skedde utanför orderboken s.k. *Off-Book trading*. Som jämförelse kan det sägas att andelen *Off-Book trading* på Helsinki Stock Exchange var ca två tredjedelar av den totala omsättningen (Hedvall

¹⁵ Ekonomi högskolan vid Lunds Universitet, "Storq", <http://www.ehl.lu.se/Forskning/storq/index.html>

¹⁶ Naes and Skjeltorp (2001) rapporterar att 56 procent av deras datasampel finns allokerat inom de fem bästa köp/sälj nivåerna i deras datasampel på den norska marknaden.

¹⁷ Orderboken tillhandahåller 5 stycken nivåer på köp sidan samt ytterligare 5 stycken på sälj sidan.

and Niemeyer (1997)) medan på New York Stock Exchange uppgick det till hela 70 procent av den totala omsättningen (BHS).

All information i datasamplet finns tillgängligt för börsmäklare i realtid. Samplet innehåller inte information om orderläggarnas identifikationskoder. Denna information är dock tillgänglig för börsens medlemmar. En annan viktig aspekt är att det funnits möjlighet att skilja på transaktioner och avslut (*trades*) samt att vi kan avgöra vilken av aktörerna som varit den aktiva parten. När en order lämnas av den aktiva parten så kan den komma att avslutas mot en eller i många fall flera ordrar på den motsatta sidan av *bid-ask spreaden*. Alltså kan det i många fall uppkomma flera transaktioner per avslut.

I tabell 2 redovisas beskrivande statistik över den dagliga marknadsaktiviteten för de 27 aktierna som ingår i samplet.¹⁸ Den genomsnittliga dagliga avkastningen var 0,03 procent under perioden, med en genomsnittlig daglig omsättning per aktie på 396 miljoner kronor. Det genomsnittliga antalet dagliga avslut är 366,1 och motsvarar ungefär en tiondel (10,5 procent) av den totala dagliga orderingången. Detta skiljer sig märkbart från BHS, de rapporterar ett genomsnittligt antal avslut på 148,6 och en genomsnittlig orderingång på 160,6. Våra resultat ligger dock i linje med senare empiriska undersökningar exempelvis Hillman, Marsh and Salmon (2001) som rapporterar andelen transaktioner av det totala orderflödet till 11,2 procent för dollar-deutschmark växelkursmarknaden. Denna skillnad kan bero på flera saker. För det första är deras datasampel från 1991 bara ett år efter att Paris Bourse avslutat övergången från en daglig utropsauktion till en elektronisk limitordermarknad. Trögheter som exempelvis ett lägre förtroende för tillförlitligheten i det elektroniska handelssystemet kan ha gjort att investerare upplevde exempelvis *picking-off* risken som högre. En annan möjlighet är att en ökad andel av investerarna idag utnyttjar den ökade informationstillgängligheten samt det förenklade handelssystemet som erbjuds av nätmäklare till att i vissa fall påverka och i andra fall göra snabba affärer baserat på svängningar i orderflödet. Detta skulle i så fall förklara den ökade andelen lagda och tillbakadragna ordrar som ett resultat av ökade signaleringar och orderflödesanalyser på marknaden.

¹⁸ För aktiespecifik statistik se appendix A, tabell 4

Tabell 2
Daglig marknadsaktivitet

Denna tabell innehåller beskrivande statistik över den dagliga marknadsaktiviteten för en genomsnittlig aktie i portföljen. Statistiken beskriver aktiviteten under en genomsnittlig handelsdag i samplet. *Return* betecknar avkastning och har beräknats genom att ta sista försäljningspriset under dagen minus det första försäljningspriset under dagen för att sedan dividera med det första försäljningspriset under dagen. *TrVol* betecknar handelsvolymen och redovisas i miljontal, *SEK* visar att volymen är i svenska kronor, beteckningen *On-Book* syftar till den del av handelsvolymen som registrerades i limitorderboken. *Number of Orders* syftar till all limitorderläggning i samplet medan *Number of Trades* syftar till antalet avslut som skett i limitorderboken.

	Mean	StDev	Q1	Median	Q3	Minimum	Maximum
Return	0,03	1,03	-0,63	0,00	0,71	-3,14	4,61
TradeVol	7,07	26,36	0,82	1,46	2,99	0,06	413,39
TradeVol (SEK)	396,2	607,4	107,1	232,8	428,9	11,3	900,9
TradeVol (On-Book)	3,85	13,11	0,52	0,90	1,69	0,05	189,51
TradeVol (On-Book) (SEK)	225,5	295,9	68,4	143,0	260,6	10,4	4 130,0
Number of Orders	3487,6	3915,6	1298,5	1987,5	4001,3	464,0	33327,0
Number of Trades	366,1	300,4	207,8	302,5	423,0	44,0	4439,0

5. Orderboken

I detta kapitel presenteras direkta resultat från analysen av limitorderboken. De första två avsnitten presenterar beskrivande statistik över orderbokens innehåll och efterföljs därefter av analyser av dynamiken i orderboken.

5.1 Orderbokens komposition

För att få en överblick över orderbokens komposition så kategoriseras händelserna i orderboken baserat på aggressivitet samt typ av händelse. Kategoriseringen är en detaljrikare variation av samma typ som BHS använder sig av. I likhet med BHS så är orderingången kategoriserad efter marknadsordrar, limitordrar samt tillbakadragna ordrar. Den aggressivaste ordertypen är en *MarketTrade* som betecknar en order som konsumerar all tillgänglig volym på bästa nivån för att sedan fortsätta vandra uppåt i orderboken. Detta är alltså en order för mer volym än vad som finns tillgängligt vid den bästa prisnivån. Den andra kategorin *OverSizedTrade* konsumerar precis som en *MarketTrade* också all tillgänglig volym på bästa nivå men istället för att fortsätta vandra uppåt i boken så konverteras istället den överskjutande volymen om till en limitorder vid det aktuella priset. Den tredje kategorin är en *FullTrade* som enbart konsumerar all tillgänglig volym vid bästa pris. Den fjärde kategorin *LargeTrade* betecknar en order som konsumerat minst 75 procent av den volym som funnits tillgänglig vid

bästa pris. Den sista typen av order är en *SmallTrade* som innefattar alla avslut som konsumerat mindre än 75 procent av den tillgängliga volymen. (Se appendix A tabell 1 för en schematisk beskrivning.)

De återstående händelserna är av typen *non-trading events* som betecknar orderuppdateringar som inte gått till omedelbart avslut. Bland dessa finns exempelvis *AtQuote* som betecknar en order som ökar orderdjupet vid bästa köp/sälj pris, motsvarande *CancelAtQuote* betecknar en tillbakadragen order vid bästa köp/sälj pris som därmed bidrar till att minska orderdjupet. En *WithinSpread* betecknar en köporder som lagts inuti *bid-ask spreaden* och därmed bättrat på bästa prisnivån på köpsidan, motsvarande *CancelIncrSpread* betecknar en tillbakadragen köp/sälj order som leder till en vidgning av *bid-ask spreaden*. Slutligen betecknas ordrar som lagts eller dragits tillbaka utanför den bästa köp respektive sälj nivån med *Bellow* respektive *Above*. Beteckningarna *Bid* respektive *Ask* anger huruvida händelsen inträffat på köp eller sälj sidan i orderboken.

Tabell 3 redovisar beskrivande statistik över orderflödet i vårt datasampel. Utifrån tabellen kan man utläsa att nästan hälften (46,7 procent) av händelserna består av lagda och tillbakadragna ordrar på bästa köp eller sälj nivå. Den vanligaste förekommande avslutet är en *SmallTrades* (7,3 procent). Kategorin *MarketTrades* är sällsynta (0,01 procent) vilket även observeras av Sandås (2001) som också analyserar data från Stockholmsbörsen.

Tabell 3
Fördelningen av orderläggningen i samplet

Tabellen visar de oberoende förekomsterna av olika orderhändelser i datasamplet. Kolumnen antal händelser innehåller tal som visar hur många gånger en viss händelse inträffade i vårt stickprov. Kolumnen frekvenser visar motsvarande procentuella frekvenser.

	Antal Händelser	Frekvenser (%)
MarketTrade	440	0,012
OverSizedTrade	16068	0,422
FullTrade	32283	0,848
LargeTrade	13096	0,344
SmallTrade	280479	7,364
AtQuote	1027026	26,964
WithinSpread	72364	1,900
Bellow	802479	21,069
CancelAtQuote	752977	19,769
CancelIncrSpread	13975	0,367
CancelBellow	797668	20,942
Totalt	3808855	100 (%)

5.2 Orderbokens lutning och bid-ask spreaden

Tidigare teoretiska uppsatser av marknadens mikrostruktur har lagt stor fokus på att studera efterfrågan samt utbudet vid olika fixa prisnivåer i orderboken.¹⁹ Empiriska efterforskningar bl a BHS, Sandås (2001) samt Næs och Skjeltorp (2004) har sedan kunnat presentera direkta resultat kring lutningen på de efterfråge- och utbudskurvor som uppkommer i orderboken. För att beräkna en generell lutning på orderboken över samtliga aktier och handelsdagar i samplet så normaliseras både priser och kvantiteter. För att normalisera kvantiteterna så används storleken på handelsposterna²⁰ för de olika bolagen. Priserna normaliseras sedan som en procentuell avvikelse från *midquote*²¹ (MQ). Pondera att för en viss aktie X så är bästa köp pris $B1=99$, bästa sälj pris $A1=101$ och näst bästa säljpris $A2=102$. Motsvarande kvantiteter är $B1Q=500$, $A1Q=1000$ och $A2Q=3000$. En handelspost för denna aktie uppgår till 500 aktier och *midquote* bestäms alltså till 100 kr vid denna tidpunkt. Kvantiteterna normaliseras genom att dividera de ackumulerade volymerna med storleken på en handelspost för den aktien. För en avvikelse på 1 procent ($MQ+1\%$) så finner vi alltså 2 handelsposter. Orderboken byggs sedan upp kumulativt d.v.s. nivå 1 läggs till nivå 2 osv. På ($MQ+2\%$) finner vi alltså (2+6)

¹⁹ Se Glosten (1994), Handa and Schwartz (1996)

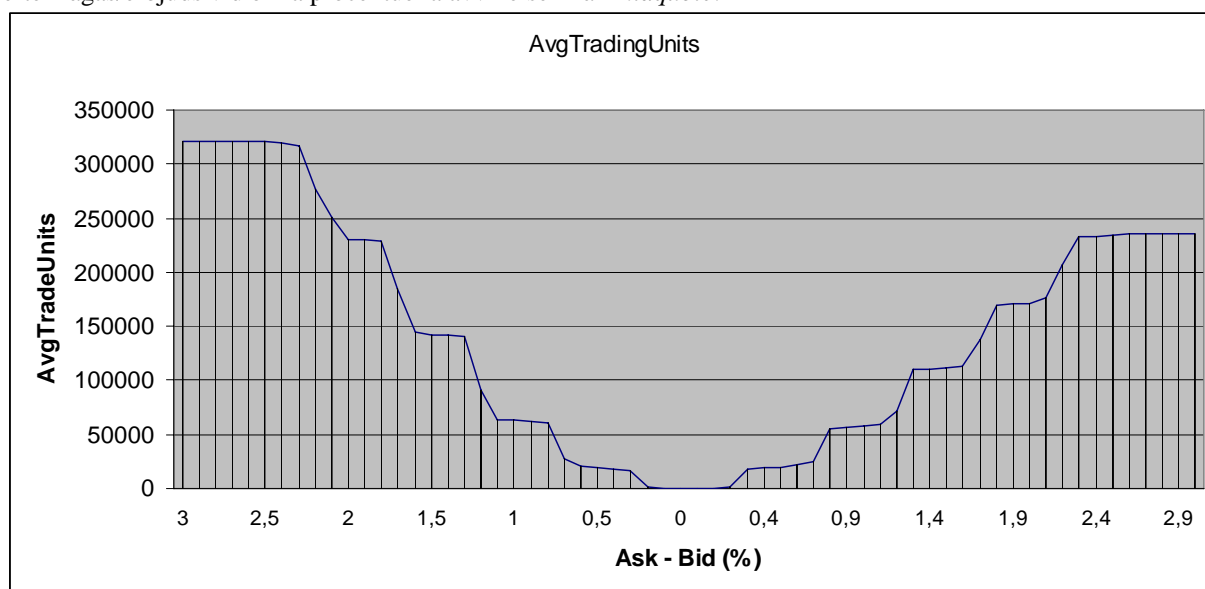
²⁰ En handelspost är ett fixt antal aktier som rekommenderas vid handel i ett specifikt bolag, en handelspost har prioritet framför minde ordrar.

²¹ *Midquote* (MQ) är priset mitt emellan bästa köp och sälj pris

handelsposter. Detta förfarande repeteras för samtliga aktier, handelsdagar och nivåer i samplet. Resultatet redovisas i figur 2.

Figur 2
Förändring i efterfrågan vid procentuell avvikelse från midquote

Tabellen visar hur efterfrågan i genomsnittligt antal handelsposter växer vid en procentuell avvikelse från *midquote*. Den vertikala axeln visar det ackumulerade antalet genomsnittliga handelsposter som efterfrågas/erbjuds vid olika procentuella avvikelser från *midquote*.



Utifrån figur 2 kan vi se hur de genomsnittliga efterfråge- och utbudskurvorna för samplet ser ut. De trappsteg som synes i diagrammet hänger samman med den diskreta prisbildningsmekanism som uppstår till följd av marknadens tillämpning av fasta *tick-sizes*.²² Vi kan också se att lutningen på utbudskurvan (Ask) är brantare än motsvarande efterfrågekurva (Bid). Denna skillnad i lutning medför också att vi finner mer ackumulerad volym under utbudskurvan. Detta förhållande kan tänkas höra samman med den positiva kursutvecklingen som varit under samplingsperioden. Bakgrunden till detta påstående hänger samman med att under perioder där marknaden förväntar sig en positiv kursutveckling så lägger körsidan oftare marknadsordrar relativt limitordrar eftersom de föredrar att få gå till avslut med säkerhet framför ett bättre pris. Med andra ord så kommer limitorder volymen att vara lite tunnare under efterfråge kurvan vid stigande kurser. Dessa efterfråge- och utbuds kurvor kan därmed vara intressanta när man försöker prediktera kursrörelser.

²² Se avsnitt 3.3

Tabell 2 i Appendix A redovisar också beskrivande statistik över genomsnittliga avstånd mellan de olika nivåerna i orderboken för respektive tick nivå. Resultaten tyder på att tick storleken verkar vara bindande på respektive nivå i orderboken. Med andra ord så hade en mindre tick storlek troligen lett till tightare *spread* på samtliga nivåer.

5.3 Orderflödet givet föregående händelse

5.3.1 Analys av direkt efterföljande händelse

Tidigare studier bl.a. BHS, Hedvall och Niemeyer (1997) samt Degryse, Jong, Ravenswaaij och Wuyts (2003) har funnit att inte bara handeln utan även orderläggningen uppvisar positiv autokorrelation i på varandra, direkt efterföljande händelser. För att undersöka huruvida orderläggningen påverkas av föregående orderläggning så konstrueras *two-way contingency tables* som består av de ackumulerade frekvenserna för hur ofta en viss händelsekategori förekommer efter en annan (Se Agresti (1990) för ytterligare info). Sedan undersöks huruvida de observerade värdena i tabellen är statistiskt oberoende från sina väntevärden. Nollhypotesen har följande form för alla i och j , där π_{ij} betecknar den betingade sannolikheten att en order faller i cellen som ligger i rad i , kolumn j .

$$H_0 : \pi_{ij} = \pi_{i\bullet} \pi_{\bullet j}$$

Detta jämförs med de estimerade förväntade frekvensen $\pi_{i\bullet} \pi_{\bullet j}$, som utläses som sannolikheten att en order hamnar i en viss rad $\pi_{i\bullet}$ multiplicerat med sannolikheten för att den hamnar i en viss kolumn $\pi_{\bullet j}$. De förväntade frekvenserna beräknas enligt:

$$\hat{\mu}_{ij} = \frac{n_{i\bullet} n_{\bullet j}}{n_{\bullet\bullet}}$$

$n_{\bullet\bullet}$ är summan av alla förekommande frekvenser i tabellen. Under antagandet om att de observerade frekvenser är poissonfördelade används Pearson's chi-två test statistika som är approximativt chi-två fördelad med $(I-1)(J-1)$ frihetsgrader där I är antalet rader i tabellen och J antalet kolumner.

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_{ij} - \hat{\mu}_{ij})^2}{\hat{\mu}_{ij}}$$

I analysen redovisas tre stycken tabeller av ovannämnda typ som alla testades för oberoende. Samtliga tabeller förkastade nollhypotesen på 1 procents signifikansnivå med god marginal vilket säkerställer att kategorierna uppvisar ett starkt beroende. Eftersom teststatistikan endast ger bevis för eller emot nollhypotesen så redovisas istället direkta jämförelser mellan observerade och förväntade frekvenser. Detta skapar en bättre möjlighet att förstå orsakerna till förkastelsen av nollhypotesen. För test av oberoende så har cellresidualerna följande form.

$$\bar{\varepsilon}_{ij} = \frac{n_{ij} - \hat{\mu}_{ij}}{\sqrt{\hat{\mu}_{ij}(1 - p_{i\bullet})(1 - p_{\bullet j})}}$$

Dessa kallas anpassade residualer (*adjusted residuals*) och när nollhypotesen är sann så har varje anpassad residual en standard normalfördelning. En anpassad residual som överstiger mellan två och tre i absolutvärde indikerar en dåligt passande nollhypotes i denna cell. Stora absoluta anpassade residualer motbevisar alltså nollhypotesen. Negativa värden indikerar att de observerade värdena är lägre än förväntat och vice versa.

Tabell 4 redovisar de anpassade residualerna för hur orderhändelserna i tidpunkt t (översta raden) beror på orderhändelserna i tidpunkt t-1 (första kolumnen).

Tabell 4

Orderflödet, givet föregående händelse

Tabellen innehåller de anpassade Pearson's residualerna för en *independence model* som antar att efterföljande händelser är oberoende. Beräkningarna för denna tabell redovisas i avsnitt 5.2. Positiva värden indikerar att våra observerade frekvenser är fler än de förväntade och vice versa. Inferens dras endast för absolutvärden överstigande 3. Värdena i kategorin "MarketTrade" bör tolkas med varsamhet då deras förväntade frekvenser (som bör uppgå till minst fem) låg strax under gränsen på 80 procent för de beroende variablerna. Ändelsen "Ask" betonar att händelsen inträffade på sälj sidan och vice versa.

	(t)	(t-1)
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1
MarketTrade_AtAsk	-0,1	-0,5
OverSizedTrade_AtAsk	-0,5	-3,7
FullTrade_AtAsk	-5,8	-0,8
LargeTrade_AtAsk	-3,6	-0,5
SmallTrade_AtAsk	-2,2	-2,2
AtQuoteAsk	3,7	3,7
WithinSpreadAsk	7,9	7,9
AskAbove	-2,7	-2,7
CancelAtQuoteAsk	-0,6	-0,6
CancelIncrAsk	9,4	9,4
CancelAboveAsk	-1,9	-0,1
MarketTrade_AtBid	-0,1	-1,3
OverSizedTrade_AtBid	1,4	1,4
FullTrade_AtBid	3,2	49,7
LargeTrade_AtBid	-0,5	4,2
SmallTrade_AtBid	0,0	0,0
AtQuoteBid	-0,6	-0,6
WithinSpreadBid	10,6	10,6
BidBellow	-1,7	-1,7
CancelAtQuoteBid	-2,4	-2,4
CancelIncrBid	3,6	3,6
CancelBellowBid	-1,1	-1,1

BHS finner att sannolikheten för att en viss order efterföljs av en liknande order av samma typ är relativt hög. Detta indikeras av att värdena kring diagonalen i deras matris i de flesta fall är de högsta i respektive kolumn. Denna effekt benämns som diagonaleffekten. Tabell 4 har i stort sett samma utformning fränsett att den har några fler kategorier. För att underlätta tolkningen av tabellen så har de tre högsta värdena i respektive kolumn fet stil. Mest framträdande bland avsluten är *SmallTrade_AtAsk* samt *SmallTrade_AtBid* som ofta förekommer efter att samma händelse precis inträffat på samma sida av bid-ask spreaden. Bland de orderhändelser som inte gått till omedelbart avslut så är det tillbakadragna ordrar (*Cancels*) som uppvisar starkast samband. Orderläggningen på de bästa nivåerna (*AtQuote*) samt utanför de bästa nivåerna (*Bellow/Above*) uppvisar också starka samband. Diagonaleffekten verkar alltså vara starkare för limitordrar relativt marknadsordrar. Utifrån tabell 4 är det dock svårt att urskilja en liknande diagonaleffekt som den BHS fann. Deras förklaringar till diagonaleffekten kan dock vittna om varför vi inte finner samma starka samband. De lägger fram tre alternativa hypoteser till förekomsten av en diagonaleffekt.

- Det kan dels vara ett resultat av att investerare imiterar varandra (imitation). Imitation kan förekomma på en transparent börs såsom Stockholmsbörsen där investerarna kan se de andra orderläggarnas identiteter.²³
- En annan förklaring är att korrelationen uppkommer p.g.a. att investerare som avser att köpa/sälja större kvantiteter delar upp sin order i mindre delar för att minimera pris effekten av handeln s k *strategic order splitting*.
- Sist skulle även investerare kunna reagera liknande fast i följd till utomstående händelser

Om investerare reagerar liknande till samma utomstående händelse i kombination med att tidsintervallen mellan inkommande ordrar är extremt kort så skulle detta kunna leda till att reaktionen på olika händelser i orderboken ibland inträffar först sedan ett antal obetingade händelser inträffat. För att utreda denna möjlighet undersöks tidsintervallen mellan inkommande ordrar vilket redovisas i appendix A tabell 3. Orderuppdateringsfrekvensen d vs s med vilken frekvens agenter uppdaterar sin orderläggning eller tiden mellan nyinkomna ordrar är betydligt intensivare än hos BHS. Vid flera tillfällen sker det flera hundra uppdateringar per

²³ Hedvall och Niemeyer (1997) analyserar ett orderbokssampel från Helsinki Stock Exchange där de även fått tillgång till orderläggarnas identiteter. De finner nästan inga belägg för imitation mellan investerare. De finner dock starka belägg för *strategic order splitting* vilket verkar vara en lyckad strategi för att locka fram likviditet.

sekund. En fördelningsplott över tidsintervallet uppvisar en fördelning som påminner om en chi-2 fördelning med 1 frihetsgrad. Medianen kan därför vara ett bättre central mått än det aritmetiska medelvärdet. Vi kan här se att orderuppdateringsfrekvensen är ca en sekund för orderläggningen på de bästa nivåerna vilket kan jämföras med nästan 100 sekunder i BHS. En annan intressant avvikelse jämfört med BHS är att andelen av orderläggningen som inte går till omedelbart avslut är 10,5 procent i jämförelse med BHS 47 procent (se tabell 2). Dessa avvikelser kan tillsammans tänkas skapa en otydlig bild av det betingade orderflödet när man jämför två på varandra direkt efterföljande händelser. Som exempel, ponera att antalet orderrevisioner per sekund i en viss aktie är större än 1. Agent X lägger en marknadsorder at köpa 10 000 aktier vid bästa köp pris vid tidpunkt t . Samma sekund lägger Agent Y en köporder på 200 aktier som han planerat att lägga sedan en längre tid tillbaka, ordern läggs till i systemet vid tidpunkt $t+1$. Agent Z som sitter och betraktar orderskärmen observerar Agent X's stora order men hinner inte reagera förens vid tidpunkt $t+2$. Resultatet blir att vi registrerat Agent Y's order som en reaktion på Agent X fast så i själva verket inte varit fallet, samtidigt som vi undgått att registrera Agent Z's order som varit den verkliga reaktionen på Agent X's order.

Figur 1 i appendix A visar frekvensdata över reaktioner på händelsen *FullTrade_AtAsk* över tiden. Diagrammen är konstruerade genom att samtliga förekomster av den beroende variabeln ackumulerats för varje sekund inom ett tidsspänn av 30 sekunder efter att en *FullTrade_AtAsk* (oberoende variabeln) har inträffat. Förekomsterna har sedan ackumulerats över alla de *FullTrade_AtAsk* som inträffat i vårt sampel. Vi ska återkomma med en närmare analys av dessa diagram senare men för närvarande kan vi bara uppmärksamma det faktum att reaktionerna på denna aggressiva ordertyp dröjer sig kvar långt efter tidpunkt $t+1$.

5.3.2 En utökad 30 sekunders analys

Med bakgrund av denna undersökning så utvidgar vi tabell 4 för de händelser som kan tänkas ha ett högre informationsinnehåll och räknar alla orderförekomster i 30 sekunder efter tidpunkt $t-1$ för dessa händelser. Vi inkluderar samtliga marknadsorders samt pris förändrande orderläggning så som *WithinSpreadBid* och *CancelIncrBid*, som kan klassas som order typer med ett högre relativt informationsinnehåll. Resultatet redovisas i tabell 5.

Tabell 5

Orderläggningssfrekvenser i 30 sek. intervall, givet föregående händelse

Tabellen innehåller de anpassade Pearson's residualerna för en *independence model* som antar att efterföljande händelser är oberoende. Beräkningarna för denna tabell redovisas i avsnitt 5.2. Positiva värden indikerar att våra observerade frekvenser är fler än de förväntade och vice versa. Inferens dras endast för absolutvärden överstigande 3. Händelserna i tidpunkt t+29 innehåller alla förekomster inom ett tretiosekunders intervall efter händelsen i tidpunkt t-1. Ändelsen "Ask" betonar att händelsen inträffade på sälj sidan och vice versa. Kolumnen *Order Revisions* betecknar alla övriga händelsetyper.

	(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)		(t-1)	(t+29)	
MarketTrade_AtAsk	12,3	4,3	2,4	0,3	4,6	10,8	2,9	6,6	6,0	2,1	-0,7	-0,6	8,9	1,0	-13,7									
OverSizedTrade_AtAsk	0,5	0,2	-14,1	-6,0	-46,6	5,6	-8,0	7,7	26,5	24,3	15,6	-20,4	-11,1	3,7	37,6									
FullTrade_AtAsk	2,3	-3,1	91,4	0,0	-70,8	140,6	26,6	4,0	0,4	5,3	-1,3	-84,9	78,0	-8,3	-6,7									
LargeTrade_AtAsk	2,4	27,5	59,7	32,0	7,5	15,2	41,7	-1,3	-1,9	-8,5	-3,7	-48,0	25,9	-10,6	-13,9									
SmallTrade_AtAsk	-4,2	16,0	-38,9	26,5	332,9	-112,4	-19,7	-12,0	-37,2	-86,0	-34,5	-65,2	-80,0	-74,3	-45,6									
WithinSpreadAsk	11,6	35,3	151,6	26,5	-56,4	76,5	83,5	6,6	-8,9	-22,5	-13,7	-120,3	13,0	-21,1	32,8									
CancelIncrAsk	3,0	-5,1	-6,4	-1,3	-51,4	67,5	49,2	0,1	-0,8	-2,0	-4,7	-51,7	17,8	-3,1	31,4									
MarketTrade_AtBid	12,8	2,3	2,7	2,0	0,3	13,7	3,8	17,4	4,3	0,5	1,8	3,5	11,8	4,4	-16,7									
OverSizedTrade_AtBid	4,8	23,7	24,8	14,8	-18,9	-11,5	7,0	0,2	-0,7	-12,5	-6,6	-49,4	3,0	-12,7	40,5									
FullTrade_AtBid	-0,1	2,4	4,3	-3,5	-77,2	87,0	0,6	1,8	-2,9	77,3	3,5	-76,2	118,5	10,6	0,8									
LargeTrade_AtBid	1,0	-1,4	-10,5	-5,9	-46,2	29,7	-7,9	2,4	31,0	65,4	35,9	4,2	14,2	32,9	-16,0									
SmallTrade_AtBid	-12,9	-47,0	-105,6	-41,0	-61,2	-98,3	-67,5	-9,0	5,1	-50,5	13,2	353,3	-140,5	-57,7	-31,3									
WithinSpreadBid	2,9	-9,9	-29,5	-14,8	-119,3	11,0	-11,8	11,0	31,4	131,6	26,7	-80,5	82,4	128,8	41,1									
CancelIncrBid	1,1	-2,2	-8,4	-5,5	-58,8	14,0	-1,2	1,9	-7,1	-6,8	-5,2	-66,4	127,8	154,8	5,1									

I tabell 5 ser vi en tydligare diagonal effekt än den som fanns i tabell 4. De händelser som tillkommit på diagonalen är *MarketTrade_AtBid*, *FullTrade_AtBid*, *LargeTrade*, *WithinSpread* och *CancelIncr* samt de motsvarande händelserna på sälj sidan. Vi kan därmed i linje med BHS skåda en tydlig diagonaleffekt i samplet. Korrelationen i *WithinSpread* är av speciellt intresse. Detta fenomen skulle kunna reflektera underhuggande bland agenter som slåss om prisprioritet. Detta läggs fram som en tänkbar förklaring av BHS. Hedvall och Niemeyer (1997) tillbakavisar dock detta resultat då de analyserar orderläggningen givet agenternas identiteter. De observerar istället att en successivt krympande *bid-ask spread* huvudsakligen uppstår till följd av orderläggning utförd av orderläggare med samma identitet.

Utöver förekomsten av autokorrelation i orderflödet är det av minst lika stort intresse att titta på hur orderflödet i övrigt beror på typen av föregående order. I tabell 5 ser vi att kategorin *OverSizedTrades* har ett väldigt annorlunda mönster än den övriga handeln. En *OverSizedTrade_AtBid* är exempelvis extra vanligt förekommande efter en *OverSizedTrade_AtAsk*. Detta samband är även hyfsat starkt i tabell 4 vilket tyder på att marknadens respons på denna ordertyp är relativt snabb. Denna korrelation beror troligen på att den agent som lägger en *OversizedTrade* skapar en möjlighet för alla de övriga agenterna som övervakat marknaden men ännu inte lagt en order att nu få sin order utförd till ett bättre pris. De har nu en möjlighet att få kliva före i kön d v s både få tids- och prisprioritet för sin order samtidigt som den ursprungliga prisnivån återställs. Denna ordertyp kan därmed sägas skapa incitament för ökad handel. Utifrån våra data samt BHS analys av den franska marknaden uppvisar dock inte denna ordertyp några starka kursdrivande effekter vilket förstås hänger samman med ovanstående resonemang kring *OversizedTrade*. Ovanstående resonemang kan också vittna om varför vårt sampel innehöll en mycket större andel av denna ordertyp i förhållande till *MarketTrades* (Se tabell 3). Eftersom en *OversizedTrade* ofta får sin överskjutande order bemött av en *OversizedTrade* på motsatt sida så verkar den marginella vinst agenten realiserar genom att välja denna ordertyp framför en *MarketTrade* vara tillräckligt stor för att väga upp den minskade sannolikheten för utförande för den överskjutande delen.

Som antydde innan finner vi även starka signaler på *mean reversion* i *bid-ask spreaden*. Detta samband hänger samman med att ordertypen "WithinSpread" är speciellt vanligt förekommande efter exempelvis en *FullTrade* eller en *CancelIncr*. Dessa resultat är i linje med det som tidigare påträffats av BHS.

Det bör poängteras att i vissa fall bör resultaten av tabell 5 tolkas med försiktighet eftersom man här även bör beakta den intensivare handelsmiljö som råder i detta sampel och dess effekt över tiden. Exempelvis kan autokorrelationen i *WithinSpread* även reflektera perioder av större prisosäkerhet. Denna hypotes bekräftas även av att medelvärdena för *bid-ask spreaden* ligger väldigt snävt in på den bindande tick storleken jämfört med vad BHS fann i sitt sampel. Detta omöjliggör alltså i många fall underhuggande prisförbättrings försök.

5.4 Informationseffekter?

Informationseffekterna²⁴ som förväntas uppstå till följd av aggressiv orderläggning kan analyseras mer ingående om man betraktar hur reaktionerna på händelsen fördelar sig över tiden. I tabell 4 kan vi se att efter en *FullTrade_AtAsk* är oddsen att finna en *WithinSpreadBid* ca 18 procent högre jämfört med en *WithinSpreadAsk*. Detta skulle kunna representera reaktionen på det positiva²⁵ informationsinnehåll som denna ordertyp förväntas innehålla. I motsats till detta kan vi i tabell 5 se att följt av en *FullTrade_AtAsk* så är oddsen för att finna en *WithinSpreadBid* istället ca 78 procent lägre jämfört med en *WithinSpreadAsk*. Dessa motsägelser analyserar vi med hjälp av figur 1 i appendix A. Där kan vi se effekterna av en *FullTrade_AtAsk* på några av de andra orderkategorierna. Om vi betraktar diagram 4 ser vi att linjen för *WithinSpreadAsk* initialt ligger underst och sedan efter en till två sekunder korsar linjen för *WithinSpreadBid*, och därmed stabilisera sig strax ovanför för att sedan mot slutet av tidsperioden närma sig *WithinSpreadBid* linjen. Vi vill alltså kunna bekräfta att informationseffekten som tabell 4 skapar belägg för, inte tillintetgörs av att tabell 5 uppvisar motsatsen. För att få en bättre överblick delas analysen upp i positiva samt negativa informationseffekter i nedanstående lista. Med positiva informationseffekter menas resultat som styrker att ordern hade ett högt informationsinnehåll med en kursdrivande effekt och vice versa.

²⁴ Med informationseffekter menas orderläggning som marknaden uppfattar som informations bärande och därmed kan tänkas åstadkomma långsiktiga effekter på priset.

²⁵ Påståendet att denna ordertyp skulle ha ett positivt informationsinnehåll fås ifrån att köpsidan i orderboken nu accepterat säljsidans högre pris.

Positiva informationseffekter

- Diagram 2 visar en kraftig ökning av antalet *FullTrade_AtAsk* i förhållande till *FullTrade_AtBid*, reaktionen kommer med några sekunders fördröjning.
- Antalet köp orders som läggs innanför *spreaden* under den första sekunden är ca 15-20 procent fler än på sälj sidan.
- Antalet tillbakadragna orders på sälj sidan som vidgar *spreaden* är ungefär 1,5 gånger så många som på köpsidan i ca 10 sekunder.
- Antalet tillbakadragna orders på sälj sidan är ungefär 1,5 gånger så många som på köpsidan i ca 2-4 sekunder.

Negativa informationseffekter

- Antalet sälj orders som läggs innanför *spreaden* över hela 30 sekunders perioden är i genomsnitt 1,8 gånger fler än motsvarande order på köp sidan.
- Nyinkomna orders på bästa sälj är mycket intensivare i förhållande till orders på bästa köp. Dessutom förekommer de ungefär 1,5 gånger så ofta som motsvarande tillbakadragen order.

Effekten på *SmallTrades* är svårtolkad. Både tabell 4 och 5 bekräftar dock att denna ordertyp förekommer signifikant mindre än förväntat. En *FullTrade_AtAsk* tycks alltså inducera en ökad limitorderläggning och samtidigt bidra till en dämpning av handelsaktiviteten. Huruvida en *FullTrade_AtAsk* har positiva informationseffekter förblir dock svårtolkad utifrån dessa data. Vad vi dock kan se är att det finns en tendens till att första reaktionen ligger i linje med positiva informationseffekter. På lite längre sikt reagerar dock marknaden som om affären hade varit initierad av en icke-informerad handlare och uppvisar därmed tendenser till att återvända till ursprungsläget. För att få en tydligare bild över informationseffekterna skulle man även kunna undersöka förändringen i prisnivån på köp respektive sälj sidan. Av tidsskäl har dock detta inte blivit utfört.

5.5 Orderflödet givet orderbokens tillstånd

För att analysera hur orderläggningsfrekvensen beror av orderbokens tillstånd använder vi samma metodologi som BHS använder sig av. Orderboken delas in i fyra olika tillstånd. För det första kan *spreaden* vara antingen stor eller liten. Om den är större än sitt medelvärde så definieras den som *Large* och om den är mindre som *Small*. Orderdjupet definieras som *Large* om det är större än medelvärdet för det totala orderdjupet vid de bästa nivåerna d v s summan av orderdjupet vid bästa köp och sälj och som *Small* om den är mindre. Eftersom resultatet som uppnås blir liknande för vissa kategorier slår vi för enkelhetens skull samman samtliga kategorier som förändrar prisnivån till en kategori på köp respektive sälj sidan som vi benämner *LargerTrades* resterande marknadsorders på köp respektive sälj sidan slås samman till gruppen *SmallerTrades*. Nedersta raden i tabellen redovisar de obetingade frekvenserna för de olika kategorierna i procent.

Tabell 6
Orderläggningsfrekvenser givet orderbokens tillstånd

Tabellen innehåller de anpassade Pearson's residualerna för en *independence model* som antar att efterföljande händelser är oberoende. Beräkningarna för denna tabell redovisas i avsnitt 5.2. Positiva värden indikerar att våra observerade frekvenser är fler än de förväntade och vice versa. Inferens dras endast för absolutvärden överstigande 3. För varje aktie så är *spread/depth* definierat som *large* om den är större än sitt medelvärde.

	Larger- TradesBid	Smaller- TradesBid	Within- SpreadBid	At- QuoteBid	Bid- Bellow	Cancel- Bid	Cancel- IncrBid	Cancel- BellowBid	Larger- TradesAsk	Smaller- TradesAsk	Within- SpreadAsk	At- QuoteAsk	Ask- Above	Cancel- Ask	Cancel- IncrAsk	Cancel- BellowAsk
Large Spread																
Small Depth	66,55	-81,60	112,24	-40,41	48,28	-78,19	17,52	10,00	66,54	-88,25	113,90	-29,02	139,22	-64,76	19,03	13,69
Large Depth	-45,89	-143,54	58,88	-84,00	120,88	-81,06	-12,51	173,03	-48,77	-145,65	56,62	-80,78	84,44	-87,41	-17,52	145,32
Small Spread																
Small Depth	21,64	94,39	-84,97	74,93	-80,83	50,34	18,22	-87,30	25,53	98,32	-85,30	70,36	-107,92	51,58	20,63	-70,65
Large Depth	-41,76	137,11	-84,68	50,28	-92,91	113,83	-24,75	-104,48	-42,97	141,84	-83,49	40,16	-114,92	105,70	-23,45	-96,23
Uncond. Prop. (%)	0,66	4,19	0,95	13,78	10,34	9,89	0,18	10,96	0,67	3,95	0,94	13,14	10,86	9,31	0,17	10,02

Först och främst kan vi återigen bekräfta resultatet om ett signifikant *mean-reversion* i *bid-ask spreaden* eftersom *WithinSpread* är extra vanligt förekommande när *spreaden* är stor. Detta resultat antyder att vidgningar av *spreaden* inte är permanenta utan tillfälliga förändringar som uppstår till följd av likviditetschocker på marknaden. Handa and Schwartz (1996) har i en utvidgad teoretisk analys av Glosten (1994) funnit att just likviditetschocker utgör det huvudsakliga incitamentet för limitorderläggning inuti *spreaden*.

Det som i övrigt framgår tydligast i tabellen är hur förekomsten av *SmallerTrades* är betydligt vanligare när *spreaden* är tigt jämfört med när den är stor samt att *WithinSpread* också är betydligt vanligare förekommande när *spreaden* är stor. Tolkningen blir alltså att likviditet

konsumeras oftare när *spreaden* är tight och orderdjupet stort och tillförs helst när *spreaden* är stor och orderdjupet tunt. Detta ligger även i linje med vad BHS funnit.

En annan intressant iakttagelse är att *AtQuote* oftast förekommer när orderdjupet är tunt och *spreaden* tight medan *WithinSpread* oftast förekommer när *spreaden* är stor. Detta faktum illustrerar troligen det inversa förhållandet mellan prisprioritet och sannolikheten för utförande. När orderdjupet är stort så minskar alltså sannolikheten för utförande eftersom flera orders måste gå igenom innan en nyinkommen order på denna nivå, d v s nyinkomna orders hamnar sist i kön. Utifall *spreaden* dessutom är stor så föredrar agenterna troligen ett sämre pris i utbyte mot en högre sannolikhet för utförande.

Det bör också påpekas att tolkningen av tabell 6 i vissa avseende skall göras med försiktighet. Exempelvis så förekommer *LargerTrades* oftare än förväntat när orderdjupet är litet. Att tolka detta som att dessa ordertyper läggs tillföljd av en tunn orderbok är förmodligen felaktig. Snarare så uppvisar troligen tabellen detta mönster helt enkelt p g a att marknadsorders ofta konsumerar all tillgänglig volym när det bara finns en liten volym tillgänglig.

6. Slutsatser

Denna uppsats analyserar dynamiken i orderflödet i limitorderboken på Stockholmsbörsen. Eftersom detta är den första analysen av limitorderboken gjord på data från den nya högfrekvensdatabasen (STORQ) vid Lunds Universitet så presenteras utöver orderläggningens dynamiken även en del beskrivande statistik över databasen. För att undersöka dynamiken hos orderflödet så kategoriseras först orderflödet efter typ av order samt aggressivitet. Därefter konstrueras *contingency* tabeller innehållande de olika kategorierna som visar hur det föregående orderflödet påverkar det efterföljande. I likhet med tidigare studier av bl a Biais, Hillion och Spatt (1995), Degryse, Jong, Ravenswaaij och Wuyts (2003), och Hedvall och Niemeyer (1997) så uppvisar såväl handel som orderflöde ett kraftigt autokorrelerat mönster. Ett exempel på denna korrelation är att mindre marknadsordrar som utförs på köp sidan (*SmallTrades_AtBid*) oftast förekommer efter att samma typ av händelse precis inträffat i den föregående tidsperioden. Det finns tre allmänna hypoteser till denna autokorrelation, *Imitation* (investorare imiterar varandras beteende), *order-splitting* (investorare splittar sin order i mindre delar för att minimera prisseffekten av ordern) eller att investorare reagerar liknande till samma exogena information. Detta datasampel har dessvärre inte den grad av transparens som behövs för att kunna avgöra vilken av dessa hypoteser som är troligast. I linje med tidigare teoretiska prediktioner av bl a Glosten (1994) så uppvisar orderboken *mean reversion* i *bid-ask spreaden* d v s att den snabbt återvänder till sitt jämviktsläge efter temporära avvikelser. För att finna informationseffekter utifrån aggressiv orderläggning behandlas även orderläggningen i flera tidpunkter efter en aggressiv ordertyp. Effekterna här är svårtolkade. Det finns tendenser till informationseffekter i de första tidsperioderna efter en aggressiv order men i de efterföljande tidsperioderna blir dock signalerna de motsatta och vi lämnar därmed tolkningen av orderflödets informationsinnehåll till vidare bearbetning. Ett förslag till efterföljande studier vore att vidga analysen till att även analysera pris, volym och *spread* efter en aggressiv ordertyp. Vidare analyseras också hur orderflödet påverkas av orderbokens tillstånd d v s hur mängden tillgänglig volym samt storleken på *bid-ask spreaden* påverkar orderläggningen. Denna analys ger ytterligare stöd för hypotesen om *mean reversion* i *bid-ask spreaden*. Dessa resultat ger även insikt i de faktorer som ligger bakom utbudet och efterfrågan av likviditet. Analysen alltså att likviditet oftast konsumeras när *spreaden* är tight och orderdjupet stort och oftast tillförs när *spreaden* är stor och orderdjupet tunt.

7. Referenser

Artiklar

- Agresti, A.**, (1990), "Categorical data analysis", Wiley Cop., New York
- Amihud, Y., and H. Mendelson**, (1991), "Volatility, Efficiency and Trading: Evidence from the Japanese Stock Market", *Journal of Finance*, 46, s. 1765-1789.
- Bagehot, W.**, (1971), "The Only Game in Town," *Financial Analysts Journal*", 22, s. 12-14.
- Biais, B., P. Hillion, and C. Spatt**, (1995), "An empirical analysis of the limit order book and the order flow in the Paris Bourse", *Journal of Finance*, 50, s. 1655-1689.
- Cohen, K. J., S. F. Maier, R. A. Schwartz, and D. K. Whitcomb** (1981), "Transaction Costs, Order Placement Strategy, and Existence of the Bid-Ask Spread" *Journal of Political Economy*, 89(2), s. 287-305.
- Coppejans, M., I. Domowitz, och A. Madhavan**, (2003), "Dynamics of Liquidity in an Electronic Limit Order Book Market", ITG Inc., New York.
- Degryse, H., F. de Jong, M. van Ravenswaaij, och G. Wuyts**, (2003). "Aggressive orders and the resiliency of a limit order market. Working Paper", University of Amsterdam.
- Demsetz, H.**, (1968), "The cost of transacting", *Quarterly Journal of Economics* 82. s. 33-53.
- Easley, D., and M. O'Hara**, (1987a), "Price, trade size, and information in securities markets", *The Journal of Financial Economics*, 19, s. 69-90.
- Foucault, T.**, (1999) "Order Flow Composition and Trading Costs in a Dynamic Limit Order Market" *Journal of Financial Markets*, 2, s. 99-134.
- Garman, Mark.**, (1976), "Market Microstructure", *Journal of Financial Economics*, 3, 257-275.
- Glosten, L. R.**, (1994), "Is the Electronic Open Limit Order Book Inevitable?", *Journal of Finance*, 49, 1127-1161.
- Glosten, L. R., P. Milgrom**, (1985), "Bid, Ask, and Transaction Prices in a Specialist Market With Heterogenously Informed Traders", *Journal of Financial Economics*, 14, s. 71-100.
- Goettler, R., C. Parlour, and U. Rajan**, (2003), "Equilibrium in a Dynamic Limit Order Market", working paper, Carnegie Mellon University.
- Handa, P., and R. A. Schwartz** (1996), "Limit Order Trading" *Journal of Finance*, 51, s. 1835-1861.

Hedvall, K., Niemeyer, J., (1997), "Order flow dynamics: evidence from the Helsinki stock exchange", Mimeo, Stockholm School of Economics.

Hillman R., Marsh I., Salmon M., (2001), "*Liquidity in a limit order book foreign exchange trading system*" FERC Discussion Paper,

Næs, R., och J. Skjeltorp, (2004), "Order Book Characteristics and the Volume-Volatility Relation : Empirical Evidence from a Limit Order Market", mimeo, Norwegian School of Economics and Business Administration.

Niemeyer, J., and P. Sandås, (1993), "An Empirical Analysis of the Trading Structure at the Stockholm Stock Exchange", *Journal of Multinational Financial Management*, 3, No 3/4, 63-101.

O'Hara, M., (1995), "Market Microstructure Theory", Cambridge, Massachusetts: Basil Blackwell.

Pagano, M., and A. Röell, (1996), "Transparency and Liquidity: A Comparison of Auction and Dealer Markets with Informed Trading", *Journal of Finance*, 51, s. 579-611.

Parlour, C. A., (1998). "Price dynamics in limit order markets." *Review of Financial Studies*, 11(4), s. 789–816.

Stoll, H., (1978), "The Supply of Dealer Services in Securities Markets", *Journal of Finance*, 33, 1133-1151.

Sandås, P. (2001), "Adverse selection and competitive market making: empirical evidence from a limit order market." *Review of Financial Studies*, 14(3), s. 705–734.

Elektroniska källor

OMX AB, "OMX – Stockholmsbörsen"

<http://www.omxgroup.com/stockholmsborsen/se/index.aspx?lank=39> (2005-12-28)

Sveriges Riksbank, "Den svenska finansmarknaden 2005"

<http://www.riksbank.se/templates/ItemList.aspx?id=13514>

Avanza, "Kunskapscenter"

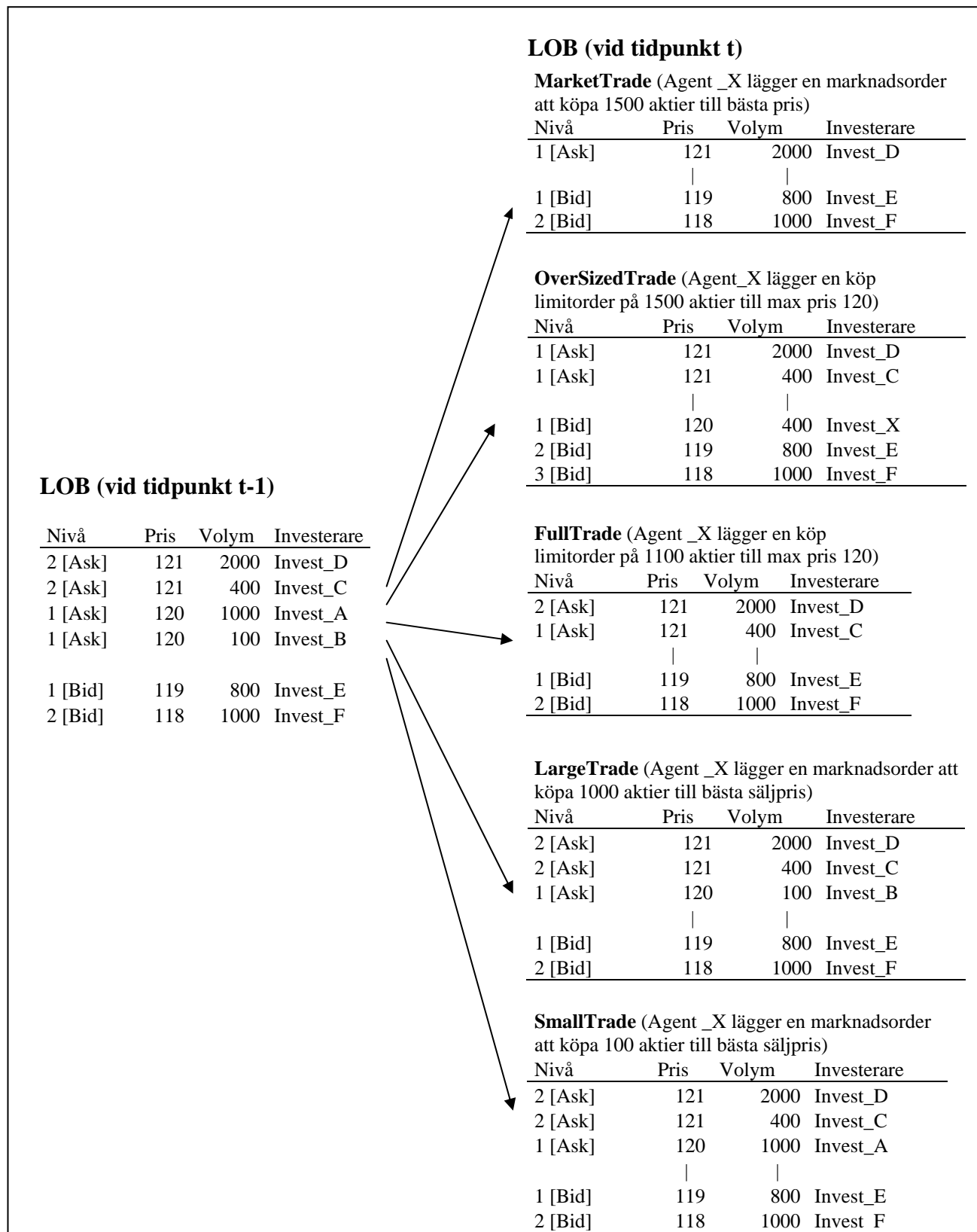
http://www.avanza.se/dsr/kunskapscenter/depahandbok.jsp?page=shght_aktier

Ekonomihögskolan vid Lunds universitet, "Storq"

<http://www.ehl.lu.se/Forskning/storq/index.html>

Appendix A

Tabell 1
Ett exempel när Agent X köpare olika antal aktier



Tabell 2**Beskrivande statistik grupperat efter tick storlek**

Varje tabell representerar en tick storleks kategori. Översta raden innehåller statistik för bid-ask spreaden. De nedanstående raderna visar statistik för avståndet mellan de olika nivåerna på bid respektive ask sidan. Ex. Nivå 1-2 representerar tick avståndet mellan nivå ett och två i orderboken.

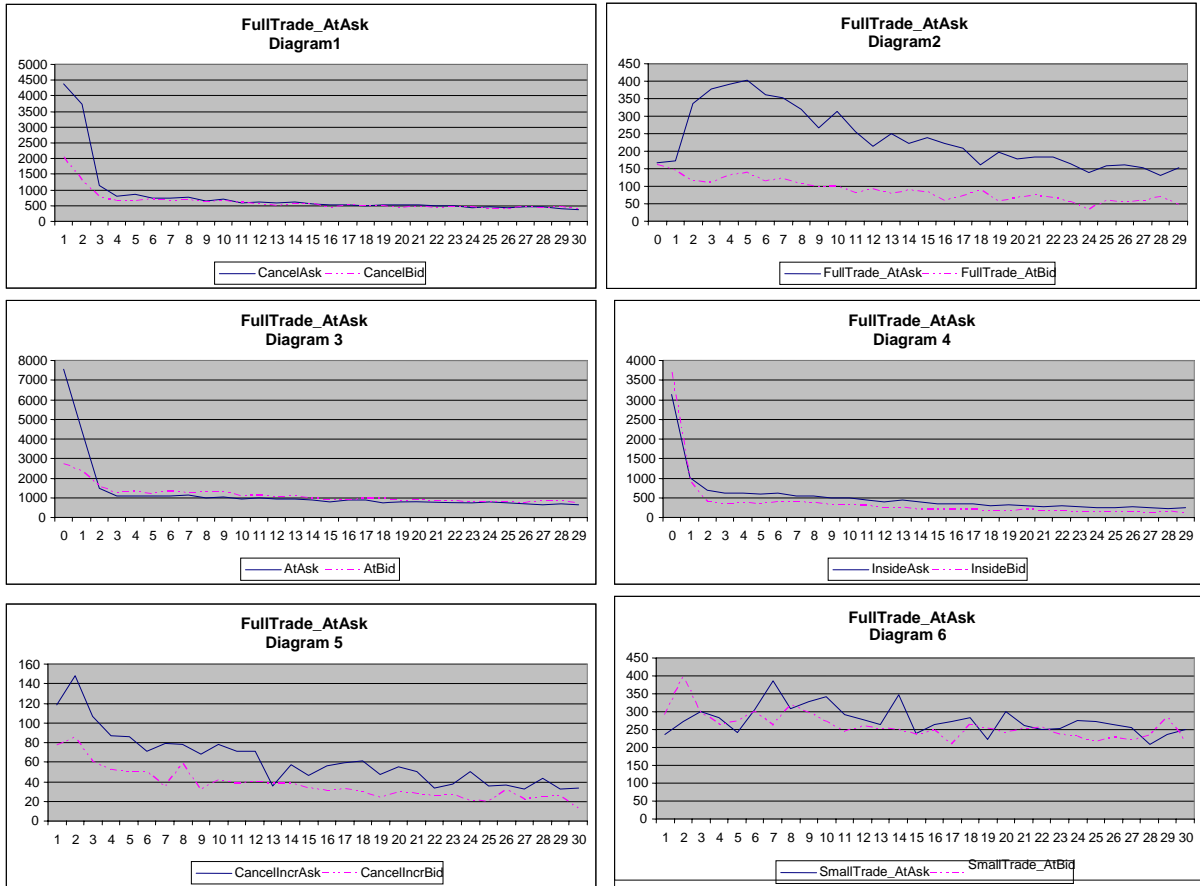
Tick Size (0,1)					Tick Size (0,25)				
	Mean	StDev	Median	Max		Mean	StDev	Median	Max
Bid-Ask Spread	0,11	0,03	0,1	0,4	Bid-Ask Spread	0,28	0,08	0,25	4
Bid-Sidan					Bid-Sidan				
Nivå 1-2	0,100	0,003	0,1	0,3	Nivå 1-2	0,251	0,027	0,25	2,25
Nivå 2-3	0,101	0,007	0,1	0,3	Nivå 2-3	0,255	0,054	0,25	2,25
Nivå 3-4	0,103	0,017	0,1	0,5	Nivå 3-4	0,271	0,118	0,25	4
Nivå 4-5	0,101	0,012	0,1	0,5	Nivå 4-5	0,272	0,117	0,25	2,25
Ask-Sidan					Ask-Sidan				
Nivå 1-2	0,100	0,003	0,1	0,2	Nivå 1-2	0,251	0,027	0,25	3
Nivå 2-3	0,100	0,006	0,1	0,3	Nivå 2-3	0,258	0,088	0,25	5
Nivå 3-4	0,103	0,018	0,1	0,4	Nivå 3-4	0,270	0,103	0,25	6
Nivå 4-5	0,101	0,008	0,1	0,5	Nivå 4-5	0,271	0,126	0,25	6
Tick Size (0,5)									
	Mean	StDev	Median	Max					
Bid-Ask Spread	0,557	0,169	0,5	10					
Bid-Sidan									
Nivå 1-2	0,503	0,058	0,5	8,5					
Nivå 2-3	0,509	0,183	0,5	71,5					
Nivå 3-4	0,540	0,616	0,5	73					
Nivå 4-5	0,575	1,054	0,5	77					
Ask-Sidan									
Nivå 1-2	0,502	0,040	0,5	4					
Nivå 2-3	0,511	0,142	0,5	10,5					
Nivå 3-4	0,541	0,323	0,5	35,5					
Nivå 4-5	0,561	0,404	0,5	24,5					

Tabell 3**Orderuppdateringsfrekvensen**

Tabellen redovisar genomsnittliga orderuppdateringsfrekvenser i sekunder för de olika nivåerna. Distributions kolumnen redovisar hur orderboksaktiviteten fördelar sig över de fem nivåerna. Ryan-Joiners test förkastade nollhypotesen om normalitet på 1 procents nivån vilket gör att medianen föredras som central mått.

	Mean	StDev	Q1	Median	Q3	Distribution
Nivå 1	12,315	31,897	0,00	1	10	61,44%
Nivå 2	32,668	122,205	0,00	2	15	23,01%
Nivå 3	76,909	296,341	0,00	2	30	9,23%
Nivå 4	156,845	528,539	0,00	8	86	4,10%
Nivå 5	254,404	813,636	0,00	11	148	2,23%

Figur 1
Reaktioner på FullTrade_AtAsk över 30 sek. intervall



Tabell 4
Daglig Marknadsaktivitet per aktie

Tabellen presenterar samtliga aktier som ingick i samplet. För varje aktie redovisas medelvärde och standardavvikelse för avkastning, Handelsvolym samt orderläggning. Alla värden beskriver aktiviteten under en genomsnittlig handelsdag i samplet. *Return* betecknar avkastning och har beräknats genom att ta sista försäljningspriset minus det första under dagen för att sedan dividera med första försäljningspriset under dagen. *TrVol* betecknar handelsvolymen och redovisas i miljontal, *SEK* betecknar att volymen är i svenska kronor, beteckningen *On-Book* syftar till den del av handelsvolymen som också registrerats i limitorderboken. *Number of Orders* syftar till all limitorderläggning i samplet. *Number of Trades* syftar till antalet avslut som skett i limitorderboken.

Aktie	Symbol	Return		TVol (SEK)		TVol (SEK)		TVol (SEK) (On-Book)		TVol (On-Book)		Number of Orders		Number of Trades	
		Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev
ABB	ABB	-0,17	0,90	133,55	136,33	3,06	3,09	93,31	100,87	2,13	2,27	8 319	3 191	290	216
Alfa Laval	ALFA	-0,17	0,82	71,31	69,62	0,61	0,60	39,24	26,68	0,34	0,23	775	238	115	45
AstraZeneca	AZN	0,03	0,87	532,64	322,20	1,85	1,11	381,63	211,83	1,33	0,73	17 320	3 360	499	203
Atlas Copco ser. A	ATCO-A	0,14	1,01	418,05	239,91	1,22	0,71	254,37	110,57	0,74	0,33	4 939	1 227	403	100
Atlas Copco ser. B	ATCO-B	0,05	1,11	98,04	67,72	0,31	0,21	56,79	27,39	0,18	0,09	4 468	1 333	207	72
Autoliv	ALIV	-0,11	1,01	158,96	139,04	0,48	0,44	103,08	74,94	0,31	0,24	1 462	461	258	127
Electrolux	ELUX-B	-0,15	1,11	364,09	266,45	2,23	1,60	220,07	147,81	1,35	0,93	1 862	550	412	127
Eniro	ENRO	0,17	1,17	99,25	40,72	1,20	0,49	58,30	24,36	0,71	0,29	1 131	348	207	73
Ericsson ser. B	ERIC-B	0,07	1,17	2 435,63	1 576,61	118,97	73,44	1 254,41	700,03	61,36	32,60	8 586	3 585	1 423	648
FöreningsSparbanken	FSPA-A	0,18	0,74	582,57	546,28	3,40	3,26	297,18	172,24	1,73	0,97	2 143	396	314	104
Hennes & Mauritz	HMB	0,15	0,93	507,10	363,26	2,05	1,42	305,56	212,04	1,24	0,83	1 904	602	492	192
Holmen	HOLM-B	-0,35	0,88	41,39	22,13	0,19	0,10	25,70	12,17	0,12	0,06	1 299	306	164	58
Investor	INVE-B	0,01	1,01	142,04	60,41	1,44	0,60	66,88	19,73	0,68	0,20	1 128	191	221	57
Nokia	NOKI	0,26	1,10	229,61	247,20	2,08	2,18	164,89	173,60	1,50	1,54	8 783	5 204	292	247
Nordea Bank	NDA-SEK	0,10	1,10	1 023,31	793,65	13,12	7,31	467,65	153,19	6,47	2,12	3 315	1 017	428	101
Securitas	SECUB	0,18	1,34	257,78	233,54	2,24	1,97	132,15	88,86	1,16	0,76	1 394	329	246	81
Skandia Försäkring	SDIA-SEK	0,02	1,16	354,85	243,97	9,70	6,54	231,46	192,76	6,32	5,15	1 806	778	449	270
Skandinaviska Enskilda Banken	SEB-A	0,16	0,87	305,18	121,52	2,28	0,90	191,48	62,05	1,43	0,46	2 028	423	263	60
Skanska	SKA-B	0,17	0,99	174,75	104,79	2,04	1,18	88,42	47,47	1,04	0,54	1 143	250	326	96
SKF	SKF-B	-0,08	1,12	445,37	324,01	1,34	1,00	240,79	126,45	0,72	0,39	2 993	787	462	160
Stora Enso	STE-R	0,02	1,13	71,95	50,28	0,71	0,51	52,45	33,64	0,52	0,33	4 990	1 837	138	64
Swedish Match	SWMA	-0,08	1,16	191,42	111,57	2,26	1,29	100,45	55,76	1,18	0,64	956	285	204	72
Svensk Cellulosa	SCA-B	-0,16	0,87	285,24	170,18	1,09	0,65	146,71	88,33	0,56	0,34	1 196	391	339	111
Svenska Handelsbanken	SHB-A	0,10	0,62	335,65	192,26	1,99	1,14	218,02	103,14	1,29	0,61	1 855	465	286	69
Telia2	TEL2-B	-0,04	1,41	227,40	104,92	0,95	0,43	129,11	56,10	0,54	0,23	1 791	581	368	114
TeliaSonera	TLSN	-0,06	1,06	485,04	380,07	11,74	9,17	308,32	240,16	7,46	5,79	2 892	721	444	168
Volvo	VOLV-B	0,15	0,98	725,19	279,17	2,33	0,94	461,28	148,92	1,48	0,50	3 749	1 004	637	146

Appendix B

För att kunna studera dynamiken i orderflödet och kunna analysera hur handelsaktiviteten interagerat med orderbokens tillstånd måste varje förändring i orderboken som uppkommit genom att tillgänglig likviditet²⁶ konsumerats till följd av ett avslut, kunna identifieras och särskiljas från en exempelvis en tillbakadragen order. Ett exempel på detta vore t.ex. en otålig köpare som valt att lägga en marknadsorder på köp 2000 ABB aktier och därmed konsumerar omedelbar likviditet vid bästa nivån på säljsidan. Detta resulterar i en minskning av det totala utbudet aktier till försäljning på denna nivå och kan identifieras som en volymförändring mellan två efterföljande rapporteringar till orderboken på totalt 2000 aktier.

Tabell 1
Matchningsprocessen

I Orderbokstabellen motsvaras volymförändringen 8500 till 6000 mellan tidpunkt 15:01:04 och 15:01:05 av ett avslut på 1500 till samma pris (42 kr). Nästa volymförändring från 332000 till 333000 sker på sälj sidan och matchas mot ett avslut på 2000 vid samma tidpunkt och pris. Köparen ENS lade här en marknadsorder på 2000 aktier som matchades mot en limitorder som tillhandahölls av SHB.

Orderbok

Id	Stock	Level	BidPrice	VolBid	AskPrice	VolAsk	Time
1120042	ABB	1	42	8500	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120043	ABB	1	42	6000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:05]
1120044	ABB	1	42	6000	42,1	330000	[2005-02-28 15:01:05]

Avslut

Id	Stock	TradeVol	TradePrice	Buyer	Seller	TradeTime
200310	ABB	1500	42	HQF	JPM	[2005-02-28 15:01:04]
200311	ABB	2000	42,1	ENS	SHB	[2005-02-28 15:01:05]

Samma volymförändring som matchades av avsluten skulle också kunna komma tillstånd genom att en agent som tidigare lagt en säljorder på 2000 aktier nu på grund av exempelvis ny marknadsinformation beslutar sig för att ta dra tillbaka sin order.

Att kunna särskilja dessa händelser är av central betydelse för vår analys. Eftersom order och avsluts rapportering är skilda processer så kan tidsrapporteringen ibland skilja sig åt mellan de två vilket leder till att matchning mellan orderboksförändring och avslut blir en ganska komplicerad process. Dessutom så tillhandahåller bara orderboken en viss andel av de avslut som skett under handelsdagen vilket gör att det uppstår luckor i matchningsprocessen.

²⁶ Termen tillgänglig likviditet syftar till att beskriva den likviditet som tillhandahålls av limit orderboken vid varje given tidpunkt, tillskillnad från ”total likviditet” som inkluderar även potentiella order som handlare valt att inte göra tillgängliga men som kan tänkas dyka upp i limit orderboken om marknad förhållandena förändras.

Varje förändring i orderboken har dock ett uniktidentifikationsnummer som ökar för varje nytillkommen order och samma räknare finns också tillgänglig för avsluten, detta gör att man lätt kan följa den tidsordning som avsluten respektive orderboksförändringarna inkommit.

Programmet som sköter denna matchning är skriven i Transact-SQL och använder en Microsoft SQL Server Databas. Den består av flera procedurer som läser in 15 st avslut åt gången för att sedan testa alla tänkbara matcher för varje enskilt avslut i denna grupp. Programmet går på detta sätt igenom alla tänkbara kombinationer för att slutligen använda sig av den kombinationen som gav flest antal matcher i orderboken för de 15st avsluten som testades. Huvudregeln för denna process är att ett avslut (b) som inkommit senare än ett annat avslut (a), inte får matchas vid en tidpunkt i orderboken som föregår avslutet (a). Programmet läser på detta sätt sedan in ytterligare 15st avslut och fortsätter på detta vis tills handelsdagen avslutats.

Motivet för denna kombinatoriska övning är att om något avslut matchas felaktigt så leder det till följdfel i matchningen under hela handelsdagen ett exempel ges i Tabell 2.

Tabell 2
Matchningsproblem

Orderbok							
Id	Stock	Level	BidPrice	VolBid	AskPrice	VolAsk	Time
1120052	ABB	1	42	75000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120053	ABB	1	42	70000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120054	ABB	1	42	60000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120055	ABB	1	42	56300	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120056	ABB	1	42	54000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120057	ABB	1	42	10000	42,1	332000	[2005-02-28 15:01:04]
1120058	ABB	1	42	9000	42,1	330000	[2005-02-28 15:01:04]

Avslut						
Id	Stock	TradeVol	TradePrice	Buyer	Seller	TradeTime
200320	ABB	5000	42	HQF	JPM	[2005-02-28 15:01:04]
200321	ABB	1000	42	ENS	ENS	[2005-02-28 15:01:04]
200322	ABB	10000	42	FIP	JPM	[2005-02-28 15:01:04]
200323	ABB	3700	42	HQF	JPM	[2005-02-28 15:01:04]
200324	ABB	2300	42	HQF	JPM	[2005-02-28 15:01:04]
200325	ABB	44000	42	ENS	HQF	[2005-02-28 15:01:04]
200326	ABB	1000	42	ENS	SHB	[2005-02-28 15:01:04]

I tabell 2 ett exempel på ett matchningsproblem som uppkommit p.g.a. att ett avslut inte registrerats i orderboken. I tabellerna nedan ser man vad som hade hänt om man försökt matcha avsluten efter varandra utan att testa alla kombinationer. Eftersom alla förändringar skett inom samma sekund så måste vi förlita oss till tidsföljden som beskrivs av Id kolumnen.

När vi försöker passa in avslut 200321 på 1000 aktier i orderboken så motsvaras det av volymförändringen mellan rad 1120057 och 1120058. Nästföljande avslut (200322) ser ut att passa in mellan rad 1120053 och 1120054 men eftersom detta avslut inkommit senare i tidsföljd än avslut 200321 så kan det inte registreras i orderboken tidigare än avslut 200321 och vi kan därmed inte finna någon match för avslut 200322. Samma sak kommer att gälla för alla avslut mellan 200323-200326 eftersom de alla registrerats efter avslut 200321. Men eftersom vi vet att alla avslut under en handelsdag inte registreras i orderboken så kan vi här dra slutsatsen att avslut 200321 har matchats felaktigt och genom att registrera den som ett avslut som skett utanför orderboken så kan vi nu gå vidare och matcha in alla avslut mellan 200322-200326. Den tidigare matchen har nu också fyllts av ett annat avslut på 1000 aktier. Slutsatsen blir alltså att genom att testa för felaktiga matcher genom en kombinatorisk process så kan vi på ett korrektare sätt matcha fler avslut i orderboken.

Programmet tittar på en hel del andra variabler för att säkerställa korrekt matchning detaljerna kring detta finns tillgängliga i källkoden som kan beställas mot förfrågan på e-post gustav.engstrom.254@student.lu.se.