

En filtertest af danske aktiekurser

Bjarne Graabech Sørensen

Erhvervsøkonomisk Institut, Odense Universitet

SUMMARY: An earlier investigation found that the random walk hypothesis is a poor description of price formation in the Danish stock market. Using the same data as the earlier investigation, this paper investigates whether these deviations from randomness can be exploited to earn extraordinary profits by means of mechanical trading rules. These rules are of the so-called filter type. Various filter rules, a buy-and-hold strategy and a bank account strategy are evaluated by means of simulations with historical price data. The results indicate that profitable mechanical trading rules exist both for institutional and private investors.

1. Indledning

I en tidligere artikel i dette tidsskrift undersøgte Jennergren og Toft-Nielsen (1977) den såkaldte random walk hypotese på det danske aktiemarked. Deres datamateriale bestod af de sidste omsætningskurser fra 1973-75 for 15 aktier, der noteres på Københavns Fondsbørs. Ved hjælp af runtests og spektralanalyse fandt de, at random walk hypotesen ikke giver en god beskrivelse af de undersøgte aktiers kursadfærd. Denne artikel er en fortsættelse af Jennergren og Toft-Nielsens arbejde.

Ifølge random walk hypotesen er successive aktiekursændringer identisk fordelte og uafhængige stokastiske variable. Dette medfører, at tidligere kursændringer ingen information indeholder, der kan anvendes til at vurdere fremtidige kursændringer. En forkastelse af random walk hypotesen betyder, at der kan eksistere profitable mekaniske handelsregler, der udnytter afhængigheden i kursændringerne. I det følgende vil der blive foretaget en simulationstest af denne formodning med det samme datamateriale som i ovennævnte undersøgelse.¹

Den handelsregel, der implementeres i denne undersøgelse, er af den såkaldte filter type, der er en af de simpleste af alle handelsregler. Den omfatter kun én aktie ad gangen, så det er ikke en porteføljestrategi. En version af filterreglen har været testet

Forfatteren er L. P. Jennergren taknemmelig for kommentarer og forslag.

1. For en detaljeret diskussion af datamaterialet henvises til Jennergren og Toft-Nielsen (1977).

En filtertest af danske aktiekurser

Bjarne Graabech Sørensen

Erhvervsøkonomisk Institut, Odense Universitet

SUMMARY: An earlier investigation found that the random walk hypothesis is a poor description of price formation in the Danish stock market. Using the same data as the earlier investigation, this paper investigates whether these deviations from randomness can be exploited to earn extraordinary profits by means of mechanical trading rules. These rules are of the so-called filter type. Various filter rules, a buy-and-hold strategy and a bank account strategy are evaluated by means of simulations with historical price data. The results indicate that profitable mechanical trading rules exist both for institutional and private investors.

1. Indledning

I en tidligere artikel i dette tidsskrift undersøgte Jennergren og Toft-Nielsen (1977) den såkaldte random walk hypotese på det danske aktiemarked. Deres datamateriale bestod af de sidste omsætningskurser fra 1973-75 for 15 aktier, der noteres på Københavns Fondsbørs. Ved hjælp af runtests og spektralanalyse fandt de, at random walk hypotesen ikke giver en god beskrivelse af de undersøgte aktiers kursadfærd. Denne artikel er en fortsættelse af Jennergren og Toft-Nielsens arbejde.

Ifølge random walk hypotesen er successive aktiekursændringer identisk fordelte og uafhængige stokastiske variable. Dette medfører, at tidligere kursændringer ingen information indeholder, der kan anvendes til at vurdere fremtidige kursændringer. En forkastelse af random walk hypotesen betyder, at der kan eksistere profitable mekaniske handelsregler, der udnytter afhængigheden i kursændringerne. I det følgende vil der blive foretaget en simulationstest af denne formodning med det samme datamateriale som i ovennævnte undersøgelse.¹

Den handelsregel, der implementeres i denne undersøgelse, er af den såkaldte filter type, der er en af de simpleste af alle handelsregler. Den omfatter kun én aktie ad gangen, så det er ikke en porteføljestrategi. En version af filterreglen har været testet

Forfatteren er L. P. Jennergren taknemmelig for kommentarer og forslag.

1. For en detaljeret diskussion af datamaterialet henvises til Jennergren og Toft-Nielsen (1977).

på det amerikanske og engelske aktiemarked (se Fama og Blume (1966) og Dryden (1970)). Forholdene på disse markeder er imidlertid forskellige fra forholdene på de små markeder. Jennergren (1975) har tilpasset filterreglen til små kapitalmarkeder. Nærværende undersøgelse er baseret på Jennergrens filterregel.

I de følgende afsnit gives der først en beskrivelse af de anvendte handelsregler, og derefter præsenteres simulationsresultaterne.

2. Konstruktion af handelsregler

I det følgende antages det, at en hypotetisk investor er i besiddelse af 100.000 kr. og har tre alternative måder at investere dette beløb på

1. Indsætte pengene på en bankkonto.
2. Købe og beholde aktier i et givet selskab.
3. Købe og sælge aktier i et givet selskab i henhold til et x procent filter.

For hver af de 15 aktier i datasættet simuleres et antal filtre (dvs. forskellige værdier af x), og resultaterne sammenlignes med købe- og -beholdestrategien og bankkontostrategien. De tre alternative strategier konstrueres som følger:

(1) Bankkontostrategien

Investor indsætter sine penge på en bankkonto den første ugedag i den undersøgte periode (2. januar 1973). Pengene hæves igen den sidste dag i perioden (31. december 1975). I den mellemliggende periode tilskrives renter til kontoen den sidste dag i hvert år. Indlånsrenten varierer i de tre år mellem 4% og 7%.

(2) Køb-og-beholdstrategien

Den første ugedag i den undersøgte periode køber investor så mange hele aktier som muligt i et givet selskab til den sidste omsætningskurs den pågældende dag. Når aktier handles må såvel køber som sælger betale transaktionsomkostninger. I Danmark består de af 0.5% kurtage og 0.25% stempel af kursværdien, såfremt kursen er over 100 ellers af pålydende. Det resterende beløb indsættes på en bankkonto. Alle udbyttebetalinger i den undersøgte periode indsættes på bankkontoen, og renter af det indestående beløb tilskrives på samme måde som under bankkontostrategien.

Hvis det pågældende selskab udsteder fondsaktier, anskaffer investor så mange hele aktier som hans aktiepost tillader. De resterende rettigheder sælges til deres teoretiske værdi, og provenuet indsættes på bankkontoen. I tilfælde af nyemission sælger investor så mange tegningsrettigheder til deres teoretiske værdi, at han kan købe flest mulige nye aktier uden at trække på bankkontoen. Ved salg af tegningsretter skal der også betales transaktionsomkostninger.

På den sidste dag i den undersøgte periode (31. december 1975) sælger investor sine aktier til den sidste omsætningskurs den dag, og proventuet udgør sammen med beløbet på bankkontoen hans formue.

(3) *Filterstrategien*

Denne strategi opdeles i to versioner. I den første køber investor så mange hele aktier i et givet selskab som muligt på den første dag, hvor aktien handles, til den sidste omsætningskurs den dag. Det resterende beløb indsættes efter fradrag af transaktionsomkostninger på bankkontoen. I den anden version indsætter investor sine penge på en bankkonto den første ugedag. Den sidste omsætningskurs den første dag, hvor aktien handles, udgør i begge tilfælde den første referencekurs.

Hvis investor ejer aktier, afventer han et salgssignal, dvs. om kursen en given dag er faldet mindst x procent i forhold til referencekursen. Fremkomsten af et salgssignal betyder, at aktieposten skal sælges den næste efterfølgende dag, hvor aktien handles. Salgskursen udgør nu den nye referencekurs. Hvis et salgssignal ikke fremkommer den pågældende dag, undersøges det, om omsætningskursen er højere end den nuværende referencekurs. Hvis det er tilfældet bliver den aktuelle kurs den nye referencekurs.

Hvis alle investors penge er indsat på bankkontoen, afventer han et købssignal, dvs. om den aktuelle kurs overstiger referencekursen med mindst x procent. Købet finder sted den næste efterfølgende dag, hvor den pågældende aktie handles. Investor køber så mange hele aktier som muligt til den sidste omsætningskurs den dag, og det resterende beløb forbliver på bankkontoen. Købskursen er den nye referencekurs. Hvis der ikke fremkommer et købssignal, undersøges det, om den nuværende kurs er lavere end referencekursen. Hvis det er tilfældet bliver den aktuelle kurs den nye referencekurs.

Den sidste dag i den undersøgte periode sælger investor sine aktier, hvis han har nogen, og proventuet efter transaktionsomkostninger udgør sammen med beløbet på bankkontoen hans formue på dette tidspunkt.

Rentetilskrivninger til bankkontoen foregår på den samme måde som under bankkontostrategien. Udbyttebetalinger, der finder sted, medens investør ejer aktier, indsættes på bankkontoen. Efter en udbyttebetaling må referencekursen justeres som følger:

$$p_r' = p_r \frac{p}{p+d}$$

hvor p_r er referencekursen før udbyttebetalingen, p er kursen efter udbytte, og d er udbytteprocenten.

Fonds- og nyemissioner, der finder sted, medens investor har aktier, behandles på samme måde som under køb-og-beholdstrategien. Referencekursen justeres her ved

$$p'_r = p_r \frac{p}{p+r}$$

hvor r er den teoretiske kurs for tegningsretten.

Formålet med at simulere de tre ovenstående investeringsstrategier er at teste, om de afvigelser fra random walk hypotesen, der blev konstateret af Jennergren og Toft-Nielsen (1977), kan udnyttes i en handel med aktier. I deres runtest fandt Jennergren og Toft-Nielsen et mindre antal runs for alle 15 aktier, end man skulle forvente, hvis aktiekursændringerne var uafhængige stokastiske variable. I statistiske termer indikerer dette, at der er en positiv autokorrelation i tidsserierne.²

Ved en filtertest undersøges det, om det er muligt at udnytte ikke-uafhængigheden i aktiekursændringerne til at få et ekstraordinært stort afkast ved at handle på aktiemarkedet i henhold til en simpel mekanisk regel. Dette gøres ved at teste den mekaniske handelsregel (dvs. filteret) mod to alternativer (køb-og-behold og bankkonto). Hvis kursen på en given aktie stiger kraftigt i hele den undersøgte periode, foretrækker investor at eje aktier i hele perioden fremfor at indsætte pengene på en bankkonto. Dette betyder, at et filter, hvis det har en værdi som en handelsregel, må give bedre resultater end køb-og-beholdstrategien. På den anden side gælder der, at hvis aktiekursen falder kraftigt i en bestemt periode, vil investor foretrække at sætte sine penge i banken fremfor at investere i aktier. I dette tilfælde gælder der, at hvis filteret skal have nogen værdi, skal det give bedre resultater end bankkontostrategien, idet det kan udnytte de perioder, hvor aktiekursen stiger. Filterets opgave er at sikre, at investor ikke ejer aktier, når kursen falder, og at han ejer dem, når kursen stiger. For at et filter er effektivt, må dets afkast altså overstige afkastene fra såvel bankkontostrategien som køb-og-beholdstrategien.

3. Resultater

I dette afsnit skal resultaterne fra simulationerne præsenteres. Formuen ved den undersøgte periodes slutning fra de tre alternativer er beregnet for to grupper af investorer: institutionelle investorer og private investorer. Grunden til denne opdeling er, at skattereglerne er forskellige for de to grupper.

En institutionel investor betaler enten ikke skat (offentlig institution), eller alle indkomster beskattes efter en proportional skala (private virksomheder). Hvis

2. En upubliceret autokorrelationstest af samme forfatter med de samme data bekræfter denne formodning. For lags på 1 og 2 dage er autokorrelationskoefficienten lille men positiv.

indkomsten beskattes proportionalt, medfører et positivt overskud før skat et positivt overskud efter skat. Så for institutionelle investorer er det tilstrækkeligt at bedømme filterreglernes profitabilitet før skat, uanset hvilken slags institution det drejer sig om (offentlig institution eller privat virksomhed).

Private investorer betaler skat efter to forskellige skalaer, idet indkomsten opdeles i almindelig indkomst og særlig indkomst. Ifølge dansk skattelov klassificeres udbytter, renter og kapitalgevinster fra aktier, der er erhvervet mindre end to år før salget som almindelig indkomst, og beskattes efter en progressiv skala, der ender ved 66 $\frac{2}{3}$ %. Under særlig indkomst hører bl.a. kapitalgevinster fra aktier, der er erhvervet mere end to år før afståelsen, og den særlige indkomstskat beregnes som 50% af den særlige indkomst. Tab ved salg af aktier kan fratrækkes fuldt ud. Hvis den særlige indkomst ikke er tilstrækkelig stor til at bære hele tabet fra salg af aktier, der er erhvervet mere end to år tidligere, kan differencen fratrækkes i den almindelige indkomst. I simulationsberegningerne antages det, at investor har en trækprocent på 66 $\frac{2}{3}$ %, hvilket ikke er ualmindeligt for en privat investor.

Alle nedenstående resultater viser investors formue den 31. december 1975 givet, at han havde 100.000 kr. den 1. januar 1973.

Filterstrategien er simuleret for filtre fra 1% til 60% med trin på 1% for såvel institutionelle som private investorer og for de to versioner af filtermetoden, der er beskrevet ovenfor.

Bankkontostrategien giver før skat en formue på 116.321 kr. ved periodens slutning. Formuerne fra de to andre alternativer afhænger af de enkelte aktiers kursudvikling. I Tabel 1 er resultaterne fra køb-og-behold, 10%, 15% og 20% filterstrategier vist sammen med den gennemsnitlige formue og det gennemsnitlige antal gange filteret er udløst (beregnet som et simpelt gennemsnit over de 15 aktier).

Fra køb-og-behold søjlen ses det, at formuen fra bankkontoen overstiger den gennemsnitlige køb-og-behold formue. Endvidere viser analysen, at de mest profitable filtre findes i intervallet fra 7% til 20% (fremgår ikke af tabellen). Ved helt små filtre bevirker omkostningerne fra det store antal transaktioner ³, at formuen ved periodens slutning er mindre end initialformuen, og vekselererne er de eneste, der tjener på en sådan regel. Antallet af transaktioner for filtre mellem 20% og 60% er relativt lille, og afkastene er moderate. For filtre større end 60% udløses filtrene ikke, og formuen fra første og anden version af filterstrategien er lig med formuerne fra henholdsvis køb-og-beholdstrategien og bankkontostrategien. Generelt giver første version af filtermetoden bedre resultater end anden version, hvilket kan skyldes specielle forhold i begyndelsen af den undersøgte periode.

3. For et 1% filter overstiger det gennemsnitlige antal transaktioner 100.

Tabel 1. *Førmue for skat.*

Nr.	Navn	Køb-og-behold	10% filter		15% filter		20% filter	
			Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2
1	Privatbanken	88452	143012	126753	129733	111704	119692	104964
2	Landmandsbanken	85101	123261	114509	102312	114321	115104	134920
3	Handelsbanken	97019	128197	118723	124564	110242	111849	123938
4	St. Nord. Telegraf	120583	108270	124483	137410	164117	123783	155418
5	Dansk Trælast Co.	119708	139331	128350	152258	132358	152957	131380
6	Korn og Foderstof, gl.	168484	239529	225434	269418	253635	239831	215182
7	Wessel & Vett, præf.	81885	120135	112543	117021	103952	129000	111744
8	ØK	141954	140355	118852	167568	145466	133246	110388
9	DFDS	106373	141685	120332	112568	88636	104413	86932
10	Danske Sukkerfabrikker	154147	166527	149141	155112	135087	127010	110344
11	For. Bryggerier, ord.	89564	174564	148141	191937	168626	174750	205913
12	For. Papirfabrikker	87889	108652	92737	91530	80240	88805	74148
13	Nord Kabel- og Traad	126253	104793	97311	128502	111967	135372	104736
14	F. L. Smidt og Co., B.	147273	140618	112255	119314	106230	114492	96391
15	Superfos, ord.	120594	92838	76544	136277	111729	120714	99424
	Gennemsnit	115685	138118	125074	142343	129221	132734	124388
	Gens. antal gange filteret er udløst	-	8,40	9,27	4,13	3,87	3,07	3,53

Tabel 2. Formue efter skat.

Nr.	Navn	Køb-og-behold	10% filter		15% filter		20% filter	
			Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2
1	Privatbanken	97015	113192	109037	109461	104166	107356	108730
2	Landmandsbanken	91718	109497	107594	103619	107086	107197	112803
3	Handelsbanken	107983	108976	106269	107844	103585	113663	107485
4	St. Nord. Telegraf	106667	107185	111667	113753	120107	110342	118419
5	Dansk Trælast Co.	110729	118084	117714	121208	120042	121343	110588
6	Korn og Foderstof. gl.	134351	150355	149069	156739	155579	150564	147375
7	Wessel & Vett. præf.	93787	106593	104208	105819	101869	109359	104562
8	ØK	124818	124310	118617	132249	126602	121714	116155
9	DFDS	102123	112817	106105	103414	97003	103137	98379
10	Danske Sukkerfabrikker	132652	119653	117188	122669	114617	114888	107443
11	For. Bryggerier, ord.	93018	122597	118281	130537	125619	127503	135018
12	For. Papirfabrikker	96618	103736	98323	97855	93322	96342	91238
13	Nord. Kabel- og Traad	108189	101714	99711	109566	104928	110890	102274
14	F. L. Smidt og Co., B.	121336	113494	109811	108652	106015	107037	105493
15	Superfos, ord.	119250	107584	92672	122913	105339	118729	102189
	Gennemsnit	109350	114653	111085	116420	112392	114671	111210
	Gens. antal gange filteret er udløst	-	8.40	10.27	4.13	4.87	3.07	3.53

Som det fremgår af Tabel 1 overstiger filter formuerne i de fleste tilfælde såvel bankkonto som køb-og-behold formuerne. Der er betydelige fluktuationer i beløbene, men gennemsnitligt giver filterreglerne gode resultater i forhold til de to andre alternativer. Hvis beløbene fra et 15% filter af første version sammenlignes med de tilsvarende beløb fra køb-og-behold ses det, at filteret giver bedre resultater for 14 ud af 15 aktier. Sammenlignet med formuen fra bankkontoen giver filteret bedre resultater i 12 tilfælde.

Ovenstående resultater viser, at på en før-skat basis er det muligt at få et større afkast ved at handle i henhold til en filterregel for visse filtre end ved at købe og beholde aktier eller ved at sætte pengene i banken.

For en privat investor med en marginal skatteprocent på $66\frac{2}{3}\%$ giver bankkontostrategien en formue på 105.264 kr. Formuerne fra de to andre alternativer er vist i Tabel 2.

På en efter-skat basis er den gennemsnitlige formue fra køb-og-behold større end den fra bankkontoen. Dette skyldes den skattemæssigt forskellige behandling af almindelig og særlig indkomst. I de fleste tilfælde overstiger beløbene fra filterne mellem 10% og 20% beløbene fra de to alternativer. For et 15% filter af første version gælder dette f.eks. for 10 ud af 15 aktier. Filtermetodens overlegenhed er dog ikke så markant som før skat. Dette skyldes også skattereglerne. Stort set er resultaterne for en privat investor i overensstemmelse med resultaterne, der blev fundet for en institutionel investor.

For at checke resultaterne skal den omvendte filterregel også testes. Købssignaler opfattes her som salgssignaler, og salgssignaler opfattes som købssignaler. De gennemsnitlige formuer er vist i Tabel 3.

Formuen ved periodens slutning er voksende med filteres størrelse. Hvis tallene sammenlignes med de tilsvarende i Tabel 1 og 2 ses det klart, at den omvendte regel giver dårligere resultater, end man skulle forvente. Dette betyder, at den oprindelige regel er af en vis værdi til at bestemme, hvornår man skal gå ud og ind af aktiemarkedet.

Tabel 3. Formuer fra den omvendte filterregel

Filter	Før skat		Efter skat		Gens. antal gange filteret er udløst	
	Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2	Ver. 1	Ver. 2
0.10	98019	90662	101825	98439	10,7	8,8
0.15	103637	93874	102402	98859	6,0	4,3
0.20	111675	103003	105435	101467	5,5	3,1

4. Afsluttende bemærkninger

Ud fra simulationsresultaterne, der er fundet i denne artikel, synes det klart, at der eksisterer profitable handelsregler for såvel institutionelle som private investorer. Dette tyder på, at historiske kurser indeholder information om fremtidige kurser, hvilket understøtter forkastelsen af random walk hypotesen. Der er dog en vigtig antagelse i hele denne analyse, der kraftigt må understreges: At aktiekurserne ikke påvirkes af de handeler, som filtrene genererer. Om denne antagelse er tilladelig skal ikke afgøres her, men overlades til en anden undersøgelse.

Resultaterne, der er fundet i denne analyse, er i overensstemmelse med de resultater, som Jennergren (1975) fandt for det svenske aktiemarked. Han fandt dog, at bankkonto og køb-og-behold alternativerne var bedre end filterhandel for en privat investor. En nærliggende forklaring herpå er forskelle i skattereglerne.

I Danmark er mekaniske handelsregler for aktier måske bedst kendt fra en bog af Öhman (1974), hvor et antal sådanne regler baseret på et punkt- og symbolsystem er beskrevet. Ingen tests af hans system har været publiceret. Definitionen af de mønstre, der udløser købs- og salgssignalerne synes at være så diffuse, at det er tvivlsomt, om reglerne kan formaliseres i et computer program. I den henseende er nærværende studium bedre end Öhmans, idet resultaterne kommer fra en veldefineret handelsstrategi.

Litteratur:

- Dryden, M. M. 1970. A Statistical Study of U. K. Share Prices. *Scottish Journal of Political Economy* 17: 369-389.
- Fama, E. F., and M. E. Blume. 1966. Filter Rules and Stock Market Trading. *Journal of Business* 38: 226-241.
- Jennergren, L. P. 1975. A Note on Filter Trading on the Stockholm Stock Exchange. *Swedish Journal of Economics* 77: 252-259.
- Jennergren, L. P., and P. Toft-Nielsen. 1977. An Investigation of Random Walks in the Danish Stock Market. *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 115: 254-269.
- Öhman, S. M. 1974. *Tjen flere penge på aktier*. København.

4. Afsluttende bemærkninger

Ud fra simulationsresultaterne, der er fundet i denne artikel, synes det klart, at der eksisterer profitable handelsregler for såvel institutionelle som private investorer. Dette tyder på, at historiske kurser indeholder information om fremtidige kurser, hvilket understøtter forkastelsen af random walk hypotesen. Der er dog en vigtig antagelse i hele denne analyse, der kraftigt må understreges: At aktiekurserne ikke påvirkes af de handeler, som filtrene genererer. Om denne antagelse er tilladelig skal ikke afgøres her, men overlades til en anden undersøgelse.

Resultaterne, der er fundet i denne analyse, er i overensstemmelse med de resultater, som Jennergren (1975) fandt for det svenske aktiemarked. Han fandt dog, at bankkonto og køb-og-behold alternativerne var bedre end filterhandel for en privat investor. En nærliggende forklaring herpå er forskelle i skattereglerne.

I Danmark er mekaniske handelsregler for aktier måske bedst kendt fra en bog af Öhman (1974), hvor et antal sådanne regler baseret på et punkt- og symbolsystem er beskrevet. Ingen tests af hans system har været publiceret. Definitionen af de mønstre, der udløser købs- og salgssignalerne synes at være så diffuse, at det er tvivlsomt, om reglerne kan formaliseres i et computer program. I den henseende er nærværende studium bedre end Öhmans, idet resultaterne kommer fra en veldefineret handelsstrategi.

Litteratur:

- Dryden, M. M. 1970. A Statistical Study of U. K. Share Prices. *Scottish Journal of Political Economy* 17: 369-389.
- Fama, E. F., and M. E. Blume. 1966. Filter Rules and Stock Market Trading. *Journal of Business* 38: 226-241.
- Jennergren, L. P. 1975. A Note on Filter Trading on the Stockholm Stock Exchange. *Swedish Journal of Economics* 77: 252-259.
- Jennergren, L. P., and P. Toft-Nielsen. 1977. An Investigation of Random Walks in the Danish Stock Market. *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 115: 254-269.
- Öhman, S. M. 1974. *Tjen flere penge på aktier*. København.