



Matematisk statistik  
Stockholms universitet

## Random-walkhypotesen

En empirisk studie av den svenska  
aktiemarknaden

Maria Larsson

Examensarbete 2003:7

## **Postadress:**

Matematisk statistik  
Matematiska institutionen  
Stockholms universitet  
106 91 Stockholm  
Sverige

## **Internet:**

<http://www.math.su.se/matstat>

# **Random-walkhypotesen**

– En empirisk studie av den svenska aktiemarknaden

The random walk hypothesis

– An empirical study of the Swedish stock market



## Sammanfattning

Syftet med denna uppsats är att testa om avkastningarna på den svenska aktiemarknaden följer en så kallad random-walk. En random-walkmodell, inom finansiell ekonomi, säger att priset på en tillgång inte beror på historiska priser. Det vill säga att gårdagens pris inte har någon betydelse för utvecklingen av dagens pris.

Det har tidigare gjorts många studier inom samma område, många som tyder på eller direkt förkastar random-walkhypotesen. För enskilda aktier och för aktier i stora företag finns dock en studie som visar att avkastningarna följer en random-walk.

Uppsatsen testar två olika random-walkmodeller på Affärsvärldens generalindex samt tre olika portföljer som är uppdelade efter storleken på företagen. Testen genomförs på dags-vecko- samt månadsavkastningar på en datamängd om cirka 20 år tillbaka i tiden. Resultaten visar att generellt sett följer den svenska aktiemarknaden inte en random-walk men storleken på företaget samt tidshorisonten spelar en viss roll. Den starkaste formen av random-walk håller endast för månadsavkastningarna för stora företag och den svagare formen av random-walkmodellen kan inte förkastas för dagsavkastningarna på mellanstora företag men i övrigt förkastas hypotesen.

## **Abstract**

The aim of this essay is to test if the returns of the Swedish stock market follow a random walk. A random walk model, in the theory of financial economics, says that the price of an asset doesn't depend on historical prices. That means that yesterday's price doesn't affect the development of today's price.

A lot of studies have been done in this area. Many of the studies indicate that you can reject the random walk hypothesis. Although for individual stocks and stocks of large companies there is a study which shows that the returns follow a random walk.

This essay tests two variants of the random walk model on "Affärsvärldens generalindex" and three different portfolios. The stocks are divided into the portfolios depending on the size of the companies. The tests are made on daily, weekly and monthly returns. The period for the data is about 20 years. The results show that generally the Swedish stock market doesn't follow a random walk but depending on the size of the company and the time horizon there are cases where the random walk model cannot be rejected. The strongest form of a random walk model holds only for monthly returns of large companies and the weaker form can't be rejected for daily returns of middle large companies. In the other cases the hypothesis is rejected.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 PROBLEMFÖRMULERING</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2 SYFTE</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 AVGRÄNSNINGAR</b> .....	<b>7</b>
<b>1.4 METOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1.5 DISPOSITION</b> .....	<b>9</b>
<b>2. TIDIGARE FORSKNING</b> .....	<b>10</b>
<b>3. TEORI</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 STATISTIKA GRUNDBEGREPP</b> .....	<b>12</b>
3.1.1 <i>Korrelation</i> .....	<i>12</i>
3.1.2 <i>Heteroskedasticitet</i> .....	<i>12</i>
<b>3.2 RANDOM-WALKMODELLER</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3 EFFEKTIVA MARKNADER</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 HYPOTESTEST</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4 AVKASTNING</b> .....	<b>17</b>
<b>4. ANALYS OCH RESULTAT</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1 VAL AV ANALYSMETOD</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2 RESULTAT</b> .....	<b>19</b>
4.2.1 <i>Random-walk 1</i> .....	<i>19</i>
4.2.2 <i>Random-walk 3</i> .....	<i>20</i>
<b>5. SLUTSATS</b> .....	<b>22</b>

## KÄLLFÖRTECKNING

## BILAGOR





# 1. Inledning

Sverige fick sin första riktiga fondbörs 1863. Onsdagen den 4 februari klockan 14 hölls den första fondbörsauktionen. Det blev 22 avslut med en omsättning på 14 105 daler riksmünt. Mer än hundra år senare, 1998, omsatte aktiehandeln 1,8 miljarder kronor, vilket under det året var en ökning med 36 %.<sup>1</sup> Intresset för aktier har inte svalnat sedan dess utan snarare ökat ännu mer och det ligger därmed i mångas intresse att få en så bra avkastning på aktier som möjligt. Det finns en mängd olika strategier för aktiehandel. En del har satt sin tilltro till teknisk analys där historiska aktiepriser är en indikator på hur den fortsatta prisutvecklingen kommer att vara. Frågan är hur bra historiska aktiepriser är som indikator på den framtida utvecklingen.

## 1.1 Problemformulering

Mycket forskning och diskussioner har under årens lopp förekommit om huruvida aktiemarknaden är effektiv och/eller slumpmässig. Om priserna på en marknad inte följer ett slumpmässigt mönster skulle det kunna innebära att det går att förutsäga det framtida priset. En sådan förutsägelse skulle kunna vara mycket vinstgivande. På en effektiv marknad ska det inte gå att göra några arbitragevinster, det vill säga att det inte går att göra en vinst utan att ta på sig en viss risk. Uppsatsen kommer att testa om det finns något samband mellan avkastningarna på svenska aktiemarknaden. Däremot kommer den inte att behandla varför de eventuella sambanden finns eller om det innebär att markanden inte är effektiv.

## 1.2 Syfte

Syftet med uppsatsen är att testa om avkastningarna på den svenska aktiemarknaden följer en random-walk.

## 1.3 Avgränsningar

Tidshorisonten för testen i uppsatsen kommer att vara dagar, veckor och månader. Däremot kommer inga tester på längre sikt att genomföras. I tester på lång sikt ligger stor osäkerhet i resultaten, bland annat på grund av de små urvalsstorlekar som det blir. Med den datamängd, om 20 år, som används för denna uppsats skulle urvalet vara extremt litet. För en tidshorisont på fem år skulle det endast bli fyra ej överlappande perioder, vilket innebär ett urval på fyra observationer. Men även en större datamängd skulle ge små urval. I Campbell m.fl.<sup>2</sup> skriver de att det finns goda skäl att vara försiktig i slutsatserna när random-walkmodellen testas på lång sikt och pekar framförallt på de små urvalsstorlekarna. De skriver vidare att de ekonometriska utmaningarna i dessa test är avsevärda. Med detta som bakgrund kommer uppsatsen inte att göra något test på lång sikt.

---

<sup>1</sup> [www.stockholmsborsen.se](http://www.stockholmsborsen.se)

<sup>2</sup> Campbell m.fl., 1997

## 1.4 Metod

För att testa random-walkhypotesen kommer statistiska tester att genomföras på månads-, vecko- och dagsavkastningar. Två olika tester kommer att genomföras för två varianter av random-walkmodellen dels Box-Ljungs autokorrelationstest dels Lo och MacKinlays varianskvottest. Testen kommer att genomföras på Affärsvärldens generalindex och på tre olika portföljer. Indexet testas för att ge en generell bild av aktiemarknaden. Portföljerna kommer att vara uppdelade efter storleken på företagen, då det i litteraturen finns indikationer på att företagens storlek spelar en viss roll.

Testperioden är för indexet från 1980 till och med 2001 och för portföljerna från 1982 till och med 2001. I Campbell m.fl.<sup>3</sup> har en testperiod på 32 år använts men de har även gjort testen på halva den perioden. De har delat testperioden för att se om det är någon skillnad i slumpmässighet beroende av vilken tidsperiod som används. De finner också en skillnad, att marknaden är ”mer slumpmässig” för den senare testperioden. Det tyder på att en allt för lång testperiod skulle kunna grumla resultatet. Däremot skulle en allt för kort testperiod inte ge någon statistisk säkerhet i resultatet. Testperioden för denna uppsats som är på 19 respektive 21 år ligger någonstans emellan de testperioder som använts i Campbell m.fl. och kan därför anses som en rimligt långa perioder.

Data för Affärsvärldens generalindex är hämtat från Ecwin. Aktiedata för portföljerna kommer från två olika datamängder. Den ena datamängden är för perioden 1982 till och med 1992 och innehåller samtliga företag även de som inte längre finns på börsen. Den andra datamängden är för perioden från 1993 till och med 2001 och innehåller endast de företag som finns på börsen idag. Endast en typ av aktier från varje företag har beaktats. Eftersom aktierna för samma företag har en likartad utveckling är det onödigt att ha med mer än en i urvalet. I snitt har urvalet innehållit lite mer än hundra tjugo aktier per år. Med ett tidsintervall på 20 år blir datamängden avsevärd. För att minska arbetsbördan har två femtedelar av aktierna plockats bort. När aktierna delats in i portföljer har alla aktierna för varje år delats in i fem lika stora grupper efter marknadsvärdena på företagen. Grupp två och fyra plockas bort och grupp ett blir portföljen för aktier i de företag som har lägst marknadsvärde, grupp tre blir portföljen för de mellanstora företagen och grupp fem blir portföljen för de stora företagen. Företagen har sorterats om i början av varje år och en ny indelning har gjorts. Data för att ta fram företagens marknadsvärden har hämtats från Börsguide 1987/88 och 1993:2, Ecwin samt från Affärsvärldens hemsida.

---

<sup>3</sup> Campbell m.fl., 1997

## 1.5 Disposition

Uppsatsen inleds med en genomgång av tidigare forskning för att få en överblick av vilka resultat som uppnåtts tidigare och för att kunna jämföra uppsatsens resultat med dessa. Kapitlet kommer framförallt att ta upp olika undersökningar där det hittats mönster i avkastningarna, som tyder på att de inte är slumpmässiga. Kapitlet avslutas med att ta upp en undersökning som direkt testar random-walkhypotesen och som använder samma metod som valts för denna uppsats, vilket ger en bra jämförelse med slutresultatet i uppsatsen. Därefter, i kapitel 3, kommer teorier om effektiva marknader, random-walkmodeller samt statistiska grundbegrepp och test att tas upp. Detta kapitel är till för att hjälpa läsaren att förstå problematiken i uppsatsen och för att förklara de tester som analysen bygger på. Kapitel 4 inleds med en redogörelse av hur analysen gått till och varför denna metod har använts. Kapitlet avslutas med redovisning av resultaten av de tester som genomförts.

## 2. Tidigare forskning

Mycket forskning har gjorts på området effektiva marknader och förutsägbarhet av aktiepriser och vissa mönster har hittats. Bland annat har avkastningen skiljt sig beroende av när aktien köps eller säljs. Momentum, det vill säga korrelation mellan avkastningen vid olika tidpunkter, har också upptäckts i flera olika studier och på många olika marknader. Malkiel, professor vid Princeton University, skriver att korrelationen som hittats i flertalet studier är extremt små och ekonomiskt ickesignifikanta och att de inte går att utnyttja i vinstsyfte på grund av transaktionskostnader<sup>4</sup>.

Det har i flera studier visat sig att avkastningen på måndagar är lägre än övriga dagar i veckan. Ett sådant mönster tyder på att avkastningarna inte följer ett slumpmässigt mönster. Gibbon och Hess gjorde en studie på New York börsen som innefattade åren 1962 till 1978. Studien visade att avkastningen på måndagar var negativ men att onsdagar och fredagar gav positiv avkastning. Samma resultat erhöles när hela perioden delades in i två delar och testades. Harris gjorde en studie som omfattade åren 1981 och 1983, där han bekräftar Gibbon och Hess studie med negativ avkastning på måndagar. Harris hittade dock ingen skillnad i avkastningen de övriga dagarna i veckan. Han fann också att den negativa avkastningen på måndagar inte var jämt fördelad under dagen. Hälften av den negativa avkastningen uppenbarade sig mellan fredag stängning och måndag öppning och det mesta av resten av avkastningen förekom de första 45 minuterna på måndag morgon. Övrig tid på måndagen liknade avkastningen de övriga dagarnas avkastning. Han fann även att priset steg de sista 30 minuterarna av dagen alla dagar i veckan. Ingen har dock lyckats visa på en vinstgivande strategier baserat på dessa mönster.<sup>5</sup>

Det har även visat sig att avkastningen skiljer sig beroende av vilken månad på året som aktien handlas. Avkastningen i januari tenderar att vara högre än övriga månader, detta brukar kallas för januarieffekten. Januarieffekten påvisas bl.a. av Gultekin och Gultekin som gjort studier på 17 olika länder och funnit en högre avkastning i januari i alla länderna. En vanlig förklaring till januarieffekten är att investerare säljer tillgångar, som gått med förlust under året, i december för att sedan köpa tillbaka samma tillgångar i januari. Detta gör de för att uppnå en skattereducering. Det skulle därför vara många som vill sälja i december, vilket drar ner priserna, och många som vill köpa i januari, vilket ökar priserna. Reinganum argumenterar att detta inte är hela förklaringen då han i en studie finner att även aktier som gått med vinst året innan visar en högre avkastning i januari. Jones, Pearce och Wilson gjorde en studie för perioden 1821 till 1917 före introduktionen av inkomstskatt och finner även för denna period en januarieffekt. Japan och Belgien visar också upp en januarieffekt trots att dessa länder inte har någon vinstskatt. Australien, som har ett skatteår som inte slutar i december, borde om förklaringen stämmer visa upp en extra avkastning i en annan månad på året men även i Australien förekommer januarieffekten.<sup>6</sup> Januarieffekten är liksom måndageffekten ett tecken på icke slumpmässigt beteende i avkastningarna.

Många studier visar att det finns momentum på aktiemarknaden. Bland annat har Lo och MacKinlay gjort en studie som visar att avkastningen på aktier är positivt korrelerade med avkastningen en vecka och en månad framåt.<sup>7</sup> DeBondt och Thaler visar att korrelationen är negativ mellan avkastningar på längre sikt. De testade korrelationen mellan avkastningar på

---

<sup>4</sup> Malkiel, 1999, kap. 10

<sup>5</sup> Elton, Gruber, 1995, sid. 411

<sup>6</sup> ibid., sid. 412

<sup>7</sup> Malkiel, 1999, kap. 10

tre och fem års perioder. De hävdar att investerarna oftast överreagerar och därför föregås de extrema förlorarna av en period med hög avkastning, och tvärt om.<sup>8</sup>

I *The econometrics of financial markets* redovisas resultat av samma tester som kommer att utföras i denna uppsats, fast för USA:s aktiemarknad. Först utförs Box-Pierces korrelations test på dags-, vecko- samt månadsavkastning av CRSP aktieindex för åren 1962 till och med 1994. De kommer fram till att autokorrelation förekommer för samtliga avkastningar och därmed följer de inte en random-walk. Lo och MacKinlays varianskvottest har genomförts för att testa RW3 för veckoavkastningar. Först testas CRSP likavägt respektive värdevägt index. För det likavägda indexet förkastas nollhypotesen men inte för det värdevägda indexet. Det tyder på, skriver de, att aktiernas storlek har betydelse för om random-walkmodellen håller eller inte. Samma test har utförts för storlekssorterade portföljer. De har då sorterat in aktierna i tre portföljer som innehåller aktierna från de största mellanstora och minsta företagen. Nollhypotesen förkastas för portföljerna med små respektive mellanstora företag och även för första hälften av urvalsperioden för portföljen med stora företag. Det är bara perioden mellan 1978 till 1994 samt hela perioden 1962 till 1994 för de största företagens aktier som random-walkmodellen håller. Till sist har de genomfört samma test för individuella aktier. Testet visar att de inte kan förkasta nollhypotesen. De individuella aktierna följer således en random-walk enligt förutsättningarna för RW3. De skriver att detta inte är någon överraskning eftersom det är svårt att upptäcka förutsägbara komponenter för individuella aktier. De upptäcker dock svag negativ autokorrelation för de individuella aktierna, vilket är en intressant kontrast till den starka positiva autokorrelationen för portföljerna.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Elton, Gruber, 1995, sid. 438

<sup>9</sup> Campbell m.fl., 1997, kap 2.8

## 3. Teori

### 3.1 Statistiska grundbegrepp

#### 3.1.1 Korrelation

Korrelation är ett mått på det linjära sambandet mellan två variabler. Måttet brukar betecknas med  $\rho$ .  $\rho$  är ett värde som ligger mellan minus ett och plus ett.<sup>10</sup> Är värdet minus ett sägs variablerna vara negativt korrelerade, vilket innebär att om värdet på den ena variabeln går upp så går värdet på den andra variabeln ner med lika mycket. Om värdet på  $\rho$  är plus ett innebär det att om värdet på den ena variabeln går upp så går värdet på den andra variabeln upp med lika mycket, variablerna sägs vara positivt korrelerade. Om värdet på  $\rho$  är noll finns det inget linjärt samband mellan variablerna.

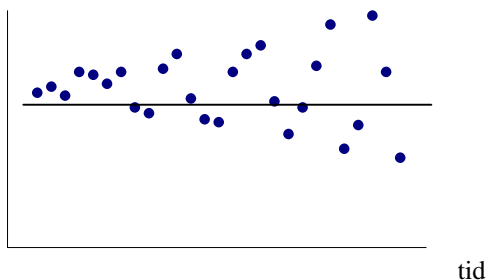
I analysen kommer autokorrelationen att mätas. Det innebär att korrelationen mäts mellan olika tidsperioder. Beteckningen kommer att vara  $\rho(k)$ , vilket utläses som k:te ordningens autokorrelation. Det innebär korrelationen mellan avkastningen vid tidpunkt  $t$  och avkastningen vid tidpunkt  $t-k$ . Det skrivs på följande sätt:

$$\rho(k) = \text{korr}(r_t, r_{t-k}), k = 1, 2, 3, \dots$$

där  $r_t$  är avkastningen vid tidpunkt  $t$ .

#### 3.1.2 Heteroskedasticitet

Heteroskedasticitet innebär att variansen för observationerna inte är konstant över tiden. Det vill säga att avkastningarna har olika spridning för olika perioder, avkastningarna skiljer sig olika mycket från medel under olika tidsperioder.<sup>11</sup> Figur 1 ger en grafisk illustration av hur det kan se ut om heteroskedasticitet förekommer. Prickarna visar ett antal tänkta observationer och linjen visar medelvärdet av dessa observationer. I början ligger observationerna nära linjen för att med tiden ligga längre ifrån linjen, vilket tyder på att variationen inte är konstant det vill säga heteroskedasticitet förekommer.



Figur 1 Exempel på observationers ickekonstanta variation över tiden.

Konsekvenserna av att heteroskedasticitet förkommer kan vara att hypotestest och standardavvikelser blir missvisande.<sup>12</sup>

<sup>10</sup> Montgomery, Runger, 1994, kap. 5.5

<sup>11</sup> Hill m.fl., 1997, kap. 10

<sup>12</sup> ibid.

### 3.2 Random-Walkmodeller

En random-walkmodell, inom finansiell ekonomi, säger att priset på en tillgång inte beror på historiska priser. Det vill säga att gårdagens pris inte har någon betydelse för utvecklingen av dagens pris. En random-walkmodell kan skrivas på följande sätt:

$$p_t = p_{t-1} + e_t$$

Där  $e_t$  är en slumpterm och  $p_{t-1}$  är det logaritmerade priset vid tidpunkt  $t-1$ . Historiskt sett så stämmer denna modell dåligt in på den finansiella markanden, eftersom priserna överlag tenderar att stiga med tiden. Sannolikheten att priset ökar är därför större än att det sjunker. Därför läggs en annan term till. Denna term brukar betecknas med  $\mu$  och står för den förväntade prisförändringen eller driften. Modellen ser då ut på följande sätt:

$$p_t = \mu + p_{t-1} + e_t$$

Den nya modellen är en random-walk med positiv drift. Campbell m.fl.<sup>13</sup> delar in random-walkmodellerna i tre grupper som de kallar Random-Walk 1, 2 och 3 (RW1, RW2, RW3). Var och en av dessa modeller ser ut som modellen för en random-walk med positiv drift men ställer olika krav på slumptermen.

RW1 är den starkaste formen och innebär att slumptermen,  $e_t$ , har en oberoende identiskt fördelning (IID) med väntevärde noll och varians  $\sigma^2$ . Alltså

$$e_t \sim IID(0, \sigma^2)$$

Det finns anledningar till att antagandet om identiskfördelning inte håller för finansiella tillgångar. Till exempel under New Yorkbörsens 200 åriga historia har det skett många förändringar i ekonomin; sociala, tekniska, institutionella och regelmässiga. RW2 tar därför inte med antagandet om att slumptermerna är identiskt fördelade över tiden. RW2 är en svagare form än RW1 men innehåller de mest intressanta ekonomiska aspekterna av en random-walkmodell, att det inte finns några arbitragemöjligheter genom att titta på historiska priser.<sup>14</sup>

RW3, slutligen, antar varken att slumptermerna är oberoende eller identiskt fördelade. Modellen tillåter beroende men ickekorrelerade slumptermer. Att slumptermerna är ickekorrelerade betyder att det inte finns något linjärt samband mellan dem. Ett exempel på RW3 men ej på RW1 och RW2 är:

$$\begin{aligned} \text{Korr}(e_t, e_{t-k}) &= 0, \text{ för alla } k = 1, 2, \dots \\ \text{Korr}(e_t^2, e_{t-k}^2) &\neq 0, \text{ för endel } k \neq 0 \end{aligned}$$

Korr står för korrelationen. I detta fall är slumptermerna ickekorrelerade men inte kvadraterna av slumptermerna. De är alltså inte oberoende.<sup>15</sup> RW3 är den svagaste random-walkmodellen och innehåller både RW1 och RW2 som specialfall

---

<sup>13</sup> Campbell m.fl., 1997, kap. 2.1

<sup>14</sup> ibid.

<sup>15</sup> ibid.

### 3.3 Effektiva marknader

De ursprungliga teorierna om effektiva marknader härstammar från Bachelier år 1900. I den moderna litteraturen var det Samuelson som först skrev om effektiva marknader, i artikeln ”*Proof that property anticipated prices fluctuate randomly*”. Det var slutligen Fama som 1970 införde själva begreppet effektiv marknad och definierar det på följande sätt:<sup>16</sup>

*En marknad där priserna alltid fullständigt reflekterar all tillgänglig information kallas effektiv.*<sup>17</sup>

Fama delade även in marknadseffektivitetshypotesen i tre delar, svag form, semistark form och stark form. Den svaga formen säger att det aktuella priset reflekterar all information från historiska priser. Semistark form innebär att all allmän tillgänglig information till fullo reflekteras i det aktuella priset. Den starka formen säger att all allmän tillgänglig information plus privat information till fullo reflekteras i det aktuella priset.<sup>18</sup> Konsekvenserna av en effektiv marknad är att det inte går att göra några arbitragevinster.

Random-walk och effektiva marknader är två begrepp som ligger nära varandra men som inte är synonymer. Håller marknadseffektivitetshypotesen skulle det innebära att ett aktiepris endast ändras på grund av ny information som inte kan förutsägas i förväg. Denna typ av information kommer till marknaden slumpmässigt. Om ett aktiepris responderar omedelbart och korrekt på ny information kommer även det att ändras slumpmässigt.<sup>19</sup> Om random-walkhypotesen håller så måste den svaga formen av marknadseffektivitets-hypotesen hålla, men inte tvärt om<sup>20</sup>. Marknaden kan alltså vara effektiv även om priserna inte varierar slumpmässigt. Det beror på att transaktionskostnaderna kan vara så höga att det inte är lönsamt att agera efter de samband som upptäckts. Det är då, fortfarande, omöjligt att göra några arbitragevinster.

För att testa om en marknad är effektiv kan vinsten som fondförvaltare gör mätas. Om fondförvaltaren får en överavkastning (efter riskjustering) är marknaden inte effektiv. För att kunna veta om det är en överavkastning måste en jämförelse göras med någon jämviktsmodell som definierar normalavkastning. Om testet genomförts och hypotesen om effektiv marknad förkastas kan det bero på antingen att hypotesen inte är sann eller på att en felaktig jämviktsmodell har antagits. Därför kan aldrig marknadseffektivitetshypotesen förkastas.<sup>21</sup>

---

<sup>16</sup> Campbell m.fl., 1997, kap 1.5

<sup>17</sup> ibid.

<sup>18</sup> Elton, Gruber, 1995, sid. 406

<sup>19</sup> Haugen, 2001, kap. 25

<sup>20</sup> Elton, Gruber, 1995, sid. 410

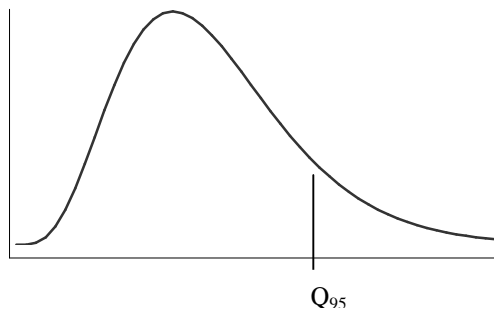
<sup>21</sup> Campbell m.fl., 1997, kap. 1.5



I *The econometrics of financial markets*<sup>22</sup> argumenterar författarna för att det egentligen är ointressant att testa om en marknad är absolut effektiv utan det är bättre att mäta den relativa effektiviteten, till exempel New Yorkbörsen i förhållande till Parisbörsen. De drar paralleller till fysiska system där effektiviteten mäts relativt, hur mycket av energin som omvandlas till användbart arbete. De hävdar att få ingenjörer skulle testa om en motor är perfekt effektiv, eftersom en sådan motor endast existerar i en idealiserad friktionsfri värld. Idealet används enbart för att mäta den relativa effekten. De skriver vidare att det är liknande i ekonomivärlden, marknadseffektivitet är en idealisering som är ekonomiskt ogenomförbar men användbar för att mäta den relativa effekten.

### 3.4 Hypotestest

Inom statistiken är det vanligt att använda sig av hypotestest för att testa en viss egenskap hos olika parametrar. Ett hypotestest inleds med att definiera en nollhypotes ( $H_0$ ) och en alternativhypotes ( $H_1$ ). Nollhypotesen säger något om en eller flera populationsparametrar. Till exempel kan nollhypotesen vara att medelvärdet av en population är lika med ett visst tal och alternativhypotesen är det motsatta, att medlet är skilt från detta tal. Nollhypotesen antas vara sann tills motsatsen bevisats. Om medlet av ett urval från populationen skiljer sig avsevärt från talet i nollhypotesen då kommer nollhypotesen att förkastas. För att ta reda på vad som är en avsevärd skillnad används en testvariabel. Testvariabeln kan se ut på många olika sätt och följa olika typer av sannolikhetsfördelningar, beroende av vad som ska testas. Figur 2 visar sannolikhetskurvan för en testvariabel som följer en  $\chi^2$ -fördelning.



Figur 2  $\chi^2$ -kurva

Arean under en  $\chi^2$ -kurva är lika med sannolikheten att få ett visst värde på testvariabeln utav en ren slump. Vid  $Q_{95}$  är sannolikheten att få ett värde som är större än detta, av en ren slump, lika med fem procent. Vid det värdet är nollhypotesen sann med 95-procents säkerhet.  $Q_{95}$  kallas för det kritiska värdet på fem procents signifikansnivå. Signifikansnivån innebär sannolikheten att förkasta en hypotes som är sann. Storleken på det kritiska värdet beror på frihetsgradtalet, vilket i fallet för RW1 är antalet laggar, och på signifikansnivån som valts. De kritiska värdena hämtas från en tabell för denna fördelning. Tabellen finns i de flesta grundböcker i statistik. När testvariabelns värde är större än det kritiska värdet förkastas nollhypotesen.

---

<sup>22</sup> Campbell m.fl., 1997, kap. 1.5

I testen för RW1 och RW3 kommer hypoteserna och tesvariablerna att vara olika, men testar i grunden samma sak, det vill säga om random-walkhypotesen håller eller inte. För att testa RW1 kan ett test som ursprungligen är utformat av Box och Pierce användas. Det går ut på att testa om autokorrelationerna är lika med noll. Deras testvariabel ser ut på följande sätt:

$$Q_m = T \sum_{k=1}^m \mathbf{r}^2(k)$$

T står för antalet observationer (antalet avkastningar) och k står för ordningstalet på autokorrelation (som tidigare beskrivits) och m är antalet laggar. Q följer en  $\chi^2$ -fördelning med frihetsgradtal m, för stora stickprov. Ljung och Box modifierade senare formeln för att passa bättre för mindre stickprovsstorlekar. Testvariabeln ser då ut på följande sätt<sup>23</sup>:

$$Q_m^* = T(T+2) \sum_{k=1}^m \frac{\mathbf{r}^2(k)}{T-k}$$

$Q^*$  följer även här en  $\chi^2$ -fördelning med frihetsgradtal m. Det är  $Q^*$  som kommer att användas i analysen. Det svåra med detta test är att bestämma värdet på m. Om m är för litet kan högre ordningars autokorrelation missas och om m är för stort kan testet bli mindre kraftfullt med avseende på ickesignifikanta högre ordningars autokorrelationer. Testet kommer därför att utföras för flera olika värden på m.

För att testa RW3 kan ett test utvecklat av Lo och MacKinlay användas. Det bygger på att testa en varianskvot, vilket görs för att korrigera för heteroskedasticitet. Om avkastningarna är ickekorrelerade kommer varianskvoten att vara lika med ett även i närvaro av heteroskedasticitet. Det beror på att variansen av summan av ickekorrelerade termer fortfarande är lika med summan av varianserna. Varianskvoten som åsyftas ser ut på följande sätt för två perioder ( $q = 2$ )<sup>24</sup>:

$$VR(2) = \frac{Var[r_t + r_{t-1}]}{2Var[r_t]}$$

Det går att visa att varianskvoten kan skrivas på följande sätt:

$$VR(2) = 1 + \mathbf{r}(1)$$

Det är från detta samband som den mer generella formeln, som finns på nästa sida härstammar. Testets nollhypotes är att varianskvoten är lika med 1, vilket om den håller skulle innebära att priserna följer en random-walk enligt förutsättningarna för RW3.

---

<sup>23</sup> Campbell m.fl., 1997, kap 2.4

<sup>24</sup> ibid.

Testvariabeln ser ut på följande sätt:

$$\Psi(q) = \frac{\sqrt{nq}(VR(q) - 1)}{\sqrt{\hat{q}(q)}}$$

där

$$VR(q) = 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \left[ \left(1 - \frac{k}{q}\right) \hat{r}(k) \right]$$

$$\hat{q}(q) = 4 \sum_{k=1}^{q-1} \left[ \left(1 - \frac{k}{q}\right)^2 \hat{d}_k \right]$$

$$\hat{d}_k = nq \frac{\sum_{j=k+1}^{nq} [(p_j - p_{j-1} - \hat{m})^2 (p_{j-k} - p_{j-k-1} - \hat{m})^2]}{\left[ \sum_{j=1}^{nq} (p_j - p_{j-1} - \hat{m})^2 \right]^2}$$

q = antal laggar

nq = antal observationer

p = logaritmerat pris

μ = medelavkastning

VR(q) är alltså en varianskvot och θ(q) är variansen av denna varianskvot. δ<sub>k</sub> är variansen av autokorrelationen (ρ(k)).

ψ(q) följer en standardiserad normalfördelning med väntevärde noll och standardavvikelse ett. Sannolikheten är lika med 95 % att få ett värde mellan ±1,96 av en ren slump. Om absolutbeloppet av testvariabeln (ψ(q)) överstiger 1,96 kommer nollhypotesen att förkastas på 5 % - signifikansnivå.

### 3.4 Avkastning

Testen kommer att utföras på avkastningen av olika tillgångar. Avkastningen kan beräknas på olika sätt. Enkel sammanräkning görs på följande sätt:

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

1 + R<sub>t</sub> är bruttoavkastningen vid tidpunkt t och P<sub>t</sub> är priset vid tidpunkt t. För att räkna samman avkastningarna för olika perioder multipliceras avkastningarna för de olika perioderna med varandra.

Ett annat sätt att beräkna avkastning är genom kontinuerlig sammanräkning. Det görs genom att ta logaritmen av den diskreta avkastningen.

$$r_t = \log(1 + R_t) = \log \frac{P_t}{P_{t-1}} = p_t - p_{t-1}$$

$p_t$  är det logaritmerade priset vid tidpunkt  $t$ . För att räkna samman avkastningarna för flera perioder adderas de enskilda avkastningarna för varje period. På grund av detta är det lättare att använda denna typ av beräkning av avkastning för att modellera det statistiska beteendet för tillgångarnas avkastning över tiden. Denna metod har också fördelen att medelvärdet för en viss period kan beräknas som ett vanligt geometriskt medelvärde. Den kontinuerliga sammanräkningen kommer att tillämpas i denna uppsats. För att beräkna avkastningen för en portfölj med den enkla metoden gäller följande samband:

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^N w_{ip} R_{it}$$

$w_{ip}$  är vikten för tillgång  $i$  i portfölj  $p$  och  $R_{it}$  är avkastningen för tillgång  $i$  vid tidpunkt  $t$  och  $R_{pt}$  är avkastningen för portföljen vid tidpunkt  $t$ . Nackdelen med den kontinuerliga sammanräkningen är att detta samband inte gäller för de logaritmerade avkastningarna eftersom logaritmen av en summa inte är lika med summan av logaritmerna. Vid empirisk applikation är dock detta problem minimalt. När avkastningarna mäts över kort tidsintervall, och därför ligger nära noll, kommer den kontinuerliga avkastningen på portföljen att ligga nära det viktade medlet av de kontinuerliga avkastningen på individuella tillgångar.<sup>25</sup>

$$r_{pt} \approx \sum_{i=1}^N w_{ip} r_{it}$$

Denna approximation kommer att användas i uppsatsen för beräkningar av avkastningarna för de tre olika portföljerna som testas.

---

<sup>25</sup> Campbell m.fl., 1997, kap. 1.4

## 4. Analys och resultat

### 4.1 Val av analysmetod

Det finns en rad olika test för att testa om RW1 håller. Till exempel kan Cowel-Jonestest eller unit-roottest användas. Cowel-Jonestestet bygger på att studera sekvenser och reversaler. Sekvenser är avkastningar som följs av samma tecken och reversaler är avkastningar som följs av omvänt tecken. Om avkastningarna är slumpmässiga är sannolikheten att få en sekvens lika stor som sannolikheten att få en reversal. Ett unit-roottest går ut på att göra en regressionsanalys på modellen:

$$Y_t = aY_{t-1} + \varepsilon$$

$\varepsilon$  är en slumpterm. Om  $a$  är lika med ett skulle det innebära att  $Y_{t-1}$  inte påverkar  $Y_t$  utan det är bara slumptermen som påverkar. Därför går testet ut på att testa om  $a$  är signifikant skilt från ett. Ett mycket enkelt test av RW1 är Box-Ljungs test, som beskrivits tidigare i teorikapitlet. I statistikprogrammet SPSS fås dessutom Box-Ljungs testvariabel automatiskt när autokorrelationen beräknas. Enkelheten i ta fram Box-Ljungs testvariabel är tilltalande och har därför valts som metod att testa RW1 i uppsatsen.

Genom att testa hur väl tekniska analysmetoder fungerar testas RW2 skriver Campbell m.fl.<sup>26</sup>. De beskriver inte närmare hur dessa test skulle genomföras. På grund av svårigheter att hitta ett lämpligt test kommer inte RW2 att testas.

I Campbell m.fl. beskrivs och utförs Lo och MacKinleys varianskvottest för att testa RW3. På grund av att det var ett enkelt alternativ att följa tillvägagångssättet i Campbell m.fl. och på grund av att något annat test för RW3 inte hittats valdes Lo och MacKinleys test för att testa RW3. Testet för RW1 kommer att genomföras på Affärsvärldens generalindex och tre portföljer som är indelade efter storleken på företagen. Indexet ska ge en generell bild av hela markanden och portföljerna ska utvärdera om det ligger någon betydelse i storleken på företagen. Det framkom av det test som utförts i Campbell m.fl. att storleken på företaget hade betydelse, därför valdes en uppdelning av aktierna efter företagets storlek för denna uppsats. De fall då nollhypotesen förkastas för RW1 kommer att testas för RW3. Om nollhypotesen för RW1 inte förkastas är ett test av RW3 onödigt då RW1 är den starkaste formen av random-walk, vilket innebär att om den håller så håller även RW3.

### 4.2 Resultat

#### 4.2.1 Random-walk 1

För att testa RW1 modellen används som tidigare beskrivits Box-Ljungs testvariabel. Nollhypotesen och alternativ hypotesen är:

$$H_0: \rho(k) = 0, k = 1, 2, 3 \dots$$

$$H_1: \rho(k) \neq 0$$

Nollhypotesen innebär att det inte finns någon korrelation mellan avkastningarna för olika laggar. Om det beräknade testvärdet ( $Q_m$ -värdet) är större än det kritiska värdet kommer

---

<sup>26</sup> Campbell m.fl., 1997, sid. 43

nollhypotesen att förkastas, vilket innebär att avkastningarna inte följer en random-walk. Även om det bara är ett av  $Q_m$  värdena för index eller de olika portföljerna som är större än det kritiska värdet så kommer nollhypotesen att förkastas för den gruppen. Nollhypotesen säger att alla laggars autokorrelation ska vara lika med noll, därför förkastas nollhypotesen även om det bara är en lagg som visar autokorrelation signifikant skiljt från noll. Testen utförs för 16 laggar ( $m = 16$ ), vilket är vad som standardmässigt används i SPSS. Problematiken med att välja antalet laggar har tidigare nämnts och det ska finnas i åtanke att testet kan missa signifikanta högre ordningars autokorrelationer. Autokorrelationerna och testvärdena redovisas i bilagorna 2, 3, 4 och 5. Testen visar att nollhypotesen kan förkastas i samtliga fall utom för månadsavkastningar för portföljen med stora företag. En anledning till att nollhypotesen inte förkastas för just denna portfölj kan vara att de stora företagens aktier är föremål för mer granskning än de mindre företagens och aktiepriserna kommer därför snabbare att ta upp ny information. Eftersom ny information tillförs marknaden slumpmässigt kommer även ett aktiepris som reagerar omedelbart och korrekt på informationen att ändras slumpmässigt. Anledningen till att det är just för månadsavkastningarna som nollhypotesen inte förkastas kan bero på att det ändå tar en viss tid, även för aktier från stora företag, att ta upp ny information.

#### 4.2.2 Random-walk 3

För att testa RW3 används som tidigare beskrivits Lo och MacKinlays testvariabel. Beräkningarna har utförts i Excel. Nollhypotes och alternativhypotes ser ut på följande sätt:

$$H_0: VR(q) = 1, q = 2, 3, 4, \dots$$

$$H_1: VR(q) \neq 1$$

Nollhypotesen är alltså att varianskvoten är lika med ett. Om absolutbeloppet av testvariabeln ( $\psi(q)$ ) är högre än 1,96, vilket är det kritiska värdet på 5 % - signifikansnivå, så förkastas nollhypotesen, vilket innebär att avkastningarna inte följer en random-walk under förutsättningarna för RW3. Nollhypotesen kommer att förkastas för en grupp även om enbart ett av dess testvärden är större än det kritiska värdet. Det beror på att alla laggar måste vara ickekorrelerade för att random-walkmodellen ska gälla. Testet kommer att genomföras för fyra olika laggar. Valet av vilka laggar som ska användas är det samma som användes i testet som utförts i Campbell m.fl.. I tabell 4.1 redovisas de beräknade  $\psi$ -värdena för dagsavkastning. Det värden som överstiger 1,96 är grå markerade.

Portfölj	$\psi$			
	q=2	q=4	q=8	q=16
AFGX	4,74	3,56	2,99	3,48
1	-0,88	-0,47	0,57	2,27
2	-0,47	-0,79	-1,05	-0,71
3	5,14	4,35	3,67	3,94

Tabell 4.1 Testvärden för dagsavkastningarna.

Resultatet visar att det inte går att förkasta nollhypotesen för mellanstora företag. Det resultatet är lite oväntat och någon bra förklaring till varför just denna grupp skulle följa en random-walk när de övrig inte gör det är svårt att komma på. För de övriga grupperna, index samt små och stora företag, kan nollhypotesen förkastas. Dessa gruppers dagsavkastningar följer alltså inte en random-walk.

I tabell 4.2 visas resultatet för veckoavkastningar.

Portfölj	y			
	q=2	q=4	q=8	q=16
AFGX	16,93	17,51	14,76	14,99
1	1,92	3,75	4,11	5,65
2	1,31	2,90	3,64	4,02
3	0,78	2,01	2,45	2,82

Tabell 4.2 Testvärden för veckoavkastningarna.

För index och samtliga portföljer förkastas nollhypotesen och därmed följer inte veckoavkastningarna en random-walk. I tabell 4.3 redovisas resultatet för månadsavkastningarna.

Portfölj	y			
	q=2	q=4	q=8	q=16
AFGX	1,98	2,14	1,75	1,33
1	3,12	4,42	5,61	6,34
2	1,96	2,48	1,97	2,14

Tabell 4.3 Testvärden för månadsavkastningarna.

Nollhypotesen förkastas för de båda portföljerna samt AFGX. Månadsavkastningarna för AFGX samt för små och mellanstora företag följer inte en random-walk.

## 5. Slutsats

Syftet med denna uppsats var att testa om avkastningarna på den svenska aktiemarknaden följer en random-walk. Två olika statistiska test har genomförts för två olika varianter av random-walkmodellen. Testresultaten visar att i de flesta fall så följer avkastningarna inte en random-walk. Det är bara för månadsavkastningarna på stora företag som RW1, den starkaste formen av random-walk, inte kan förkastas. Det andra testet visar att det bara är för dagsavkastningarna på de mellanstora företagen som RW3, den svagare modellen, inte kan förkastas. Många tidigare studier har hittat olika samband i avkastningar över tiden vilket tyder på att de inte varierar slumpmässigt. Resultatet i denna uppsats är därför inte oväntat. Det är inte heller oväntat att hypotesen håller just för månadsavkastningarna för stora företag då det överensstämmer med resultatet av undersökningen som presenteras i Campbell m.fl.. Det ända resultatet som är lite oväntat är att RW3 håller för mellanstora företagens dagsavkastningar. Slutsatsen blir att generellt sett följer avkastningarna på den svenska aktiemarknaden inte en random-walk men i vissa specifika fall, där storleken på företaget och tidshorisonten spelar in, går random-walkhypotesen inte att förkasta.

Huruvida resultaten tyder på att marknaden inte är effektiv och om sambanden som upptäckts här kan användas som investeringsstrategi samt vad orsakerna till resultaten är lämnar denna uppsats osagt.



## **Källförtäckning**

### **Litteratur**

- Campbell J, Lo A, MacKinlay A, (1997), *The econometrics of financial markets*, New Jersey, Princeton University Press
- Elton E, Gruber M, (1995), *Modern portfolio theory and investment analysis*, New York, Wiley
- Haugen R, (2001), *Modern investment theory*, New Jersey, Prentice-Hall inc.
- Hill C, Griffiths W, Judge G, (1997), *Undergraduate econometrics*, New York, John Wiley & Sons Inc.
- Malkiel B, (1999), *A random walk down Wall Street*, New York, W. W. Norton
- Montgomery D, Runger G, (1994), *Applied statistics and probability for engineers*, New York, John Wiley & Sons Inc.

### **Internet**

- [www.afv.se](http://www.afv.se)
- [www.stockholmsborsen.se](http://www.stockholmsborsen.se)

### **Databas**

- Ecowin

### **Övrigt**

- Börsguide 1987/88, Öhman Investmentkonsult, (1987)
- Börsguide 1993:2, Delphi Economics AB, (1993)

# Bilaga 1

Portföljindelning för åren 1986 och 1996.

## 1986

### Små företag

Skoogs B  
Orrefors B  
Cederroth International B  
Besam  
Atlantica försäkr.  
Hasselblad A  
Garphyttans Industrier  
Sandblom & Stohne B  
Eldon B  
Thorsman & Co  
Anderson Ind. B fria  
Cabanco B  
Forsheda B  
Östgöta Enskilda Bank  
Skaraborgsbanken  
Beijer Capital  
Regnbågen B  
Nordisk Fjerfabrik

### Mellanstora företag

BGB i Stockholm  
Arcona B fria  
Gullspång B  
Sila B  
Fabège B  
PLM B  
Eken Industri & Handel B  
Artimos  
Euroc B  
Export-Invest B  
Protorp  
ABV B  
J M Bygg B  
Bilspedition B  
Kone B fria  
Iggesund B fria  
Proventus B  
Skåne Gripen B

### Stora företag

Skanska B  
Norsk Data A  
Sandvik  
Aga B  
SKF B  
Skandia  
Ericsson B  
Pharmacia B  
Investor B  
Norsk Hydro SDB  
Stora B fria  
SE-Banken B prem  
Saab-Scania B fria  
SCA B  
Asea B fria  
Electrolux B  
Astra Zeneca  
Volvo B

## 1996

### Små företag

Kabe B  
Taurus Petr B  
Celtica F  
Tivox B  
Fjällräven B  
Elektronikgruppen B  
Intellecta  
C.F. Berg B  
Itab industri B  
Senea  
Enea Data  
Avanza AB  
Westergyllen B  
XPonCard Group  
Luxonen SDB  
Beijer B  
Klippan  
VLT B  
Scandiaconsult  
Doro A  
Borås Wäfveri B  
Geveko B  
Gotland Red A  
Ljungberggruppen B  
Brio B

### Mellanstora företag

Concordia B  
Trustor B  
Gunnebo  
Öresund  
Bergman & Beving B  
Strålfors B  
Sintercast B  
B&N Nordsjöfrakt  
Custos  
Peab B  
Lindex  
Rottneros  
Bure Equity  
Hexagon B  
Allgon B  
Cloetta Fazer B  
Bilia A  
Ledstiernan B  
Haldex  
Finnveden B  
Scribona B  
Latour B  
Munksjö  
TV4 A  
Frontec B

### Stora företag

Holmen B  
Pharmacia Corp SDB  
Securitas  
Stora Enso R  
SAS AB  
SKF B  
Skandia  
Skanska B  
Autoliv  
Gambro B  
Atlas Copco B  
Hennes & Mauritz B  
Electrolux B  
SCA B  
Föreningssparbanken A  
SEB C  
SHB B  
Sandvik  
Investor B  
Akzo Nobel SDB  
Volvo B  
Nokia SDB  
ABB  
Ericsson B  
Astra Zeneca

## Bilaga 2

Autokorrelationen och testvärden för AFGX. Gråmarkeringarna visar när nollhypotesen förkastas på 5 % - signifikansnivå.

<b>Dagsavkastning</b>			
k	Autokorr.	Box-Ljung	Kritiskt värde
1	0,12	79,50	3,84
2	-0,015	80,73	5,99
3	-0,006	80,91	7,81
4	0,019	82,95	9,49
5	0,031	88,18	11,07
6	-0,035	95,10	12,59
7	0,019	97,20	14,07
8	0,021	99,55	15,51
9	0,037	107,05	16,92
10	0,001	107,06	18,31
11	0,014	108,08	19,68
12	0,035	114,86	21,03
13	0,036	121,93	22,36
14	0,026	125,76	23,68
15	0,035	132,69	25
16	0,037	140,07	26,3

<b>Veckoavkastning</b>			
k	Autokorr.	Box-Ljung	Kritiskt värde
1	0,056	3,44	3,84
2	0,101	14,65	5,99
3	0,071	20,17	7,81
4	-0,046	22,55	9,49
5	0,118	37,98	11,07
6	0,002	37,99	12,59
7	-0,006	38,03	14,07
8	0,092	47,46	15,51
9	-0,028	48,36	16,92
10	0,011	48,50	18,31
11	0,021	48,98	19,68
12	-0,02	49,45	21,03
13	0,024	50,08	22,36
14	-0,015	50,35	23,68
15	0,011	50,50	25
16	0,006	50,54	26,3

<b>Månadsavkastning</b>			
k	Autokorr.	Box-Ljung	Kritiskt värde
1	0,126	4,25	3,84
2	0,078	5,89	5,99
3	-0,02	6,00	7,81
4	0,002	6,00	9,49
5	-0,015	6,06	11,07
6	0,052	6,78	12,59
7	-0,054	7,56	14,07
8	-0,022	7,70	15,51
9	0,076	9,29	16,92
10	-0,01	9,31	18,31
11	0,117	13,07	19,68
12	-0,071	14,48	21,03
13	-0,041	14,95	22,36
14	-0,047	15,57	23,68
15	-0,135	20,69	25
16	-0,109	24,02	26,3

### Bilaga 3

Autokorrelationen och testvärden för portfölj 1. Gråmarkeringarna visar när nollhypotesen förkastas på 5 % - signifikansnivå.

<b>Dagsavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	-0,027	3,67	3,84
2	0,004	3,75	5,99
3	0,023	6,50	7,81
4	0,02	8,57	9,49
5	0,048	19,98	11,07
6	0,001	19,98	12,59
7	0,029	24,09	14,07
8	0,039	31,78	15,51
9	0,014	32,82	16,92
10	-0,007	33,09	18,31
11	0,028	37,10	19,68
12	0,083	71,77	21,03
13	0,031	76,62	22,36
14	0,043	85,68	23,68
15	-0,017	87,08	25
16	0,046	97,83	26,3

<b>Veckoavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,095	9,031	3,84
2	0,125	24,594	5,99
3	0,14	44,348	7,81
4	0,005	44,374	9,49
5	0,005	74,199	11,07
6	0,038	75,676	12,59
7	0,048	77,972	14,07
8	0,109	89,862	15,51
9	0,064	93,99	16,92
10	0,089	101,934	18,31
11	0,06	105,526	19,68
12	0,035	106,741	21,03
13	0,076	112,61	22,36
14	0,034	113,751	23,68
15	0,099	123,699	25
16	0,069	128,516	26,3

<b>Månadsavkast</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,25	14,96	3,84
2	0,195	24,14	5,99
3	0,181	32,11	7,81
4	0,188	40,74	9,49
5	0,104	43,40	11,07
6	0,152	49,09	12,59
7	0,088	50,98	14,07
8	0,061	51,90	15,51
9	0,107	54,76	16,92
10	0,168	61,84	18,31
11	0,006	61,85	19,68
12	0,055	62,59	21,03
13	-0,065	63,67	22,36
14	-0,007	63,68	23,68
15	-0,02	63,78	25
16	-0,07	65,03	26,3

## Bilaga 4

Autokorrelationen och testvärden för portfölj 2. Gråmarkeringarna visar när nollhypotesen förkastas på 5 % - signifikansnivå.

<b>Dagsavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	-0,065	21,38	3,84
2	-0,056	37,24	5,99
3	-0,053	51,22	7,81
4	-0,051	64,10	9,49
5	0,015	65,21	11,07
6	-0,015	66,35	12,59
7	-0,086	103,10	14,07
8	0,023	105,70	15,51
9	-0,001	105,71	16,92
10	0,232	374,01	18,31
11	0,14	471,97	19,68
12	-0,196	664,42	21,03
13	0,038	671,82	22,36
14	-0,036	678,35	23,68
15	0,008	678,66	25
16	0,005	678,81	26,3

<b>Veckoavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,07	4,90	3,84
2	0,116	18,23	5,99
3	0,118	32,22	7,81
4	-0,018	32,56	9,49
5	0,092	41,05	11,07
6	0,048	43,35	12,59
7	0,005	43,38	14,07
8	0,038	44,86	15,51
9	0,061	48,55	16,92
10	-0,01	48,64	18,31
11	0,021	49,09	19,68
12	0,032	50,14	21,03
13	-0,007	50,19	22,36
14	0,005	50,21	23,68
15	-0,031	51,17	25
16	0,049	53,59	26,3

<b>Månadsavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,147	5,162	3,84
2	0,129	9,167	5,99
3	-0,001	9,168	7,81
4	-0,033	9,425	9,49
5	-0,047	9,957	11,07
6	0,074	11,283	12,59
7	0,045	11,789	14,07
8	0,062	12,749	15,51
9	0,082	14,419	16,92
10	0,019	14,506	18,31
11	0,024	14,655	19,68
12	-0,032	14,913	21,03
13	-0,059	15,79	22,36
14	0,025	15,949	23,68
15	-0,07	17,18	25
16	-0,078	18,753	26,3

## Bilaga 5

Autokorrelationen och testvärden för portfölj 3. Gråmarkeringarna visar när nollhypotesen förkastas på 5 % - signifikansnivå.

<b>Dagsavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,145	104,49	3,84
2	-0,005	104,63	5,99
3	0,006	104,83	7,81
4	0,018	106,38	9,49
5	0,014	107,37	11,07
6	-0,026	110,68	12,59
7	0,03	115,29	14,07
8	0,011	115,88	15,51
9	0,028	119,80	16,92
10	0,012	120,58	18,31
11	0,023	123,29	19,68
12	0,028	127,15	21,03
13	0,037	133,83	22,36
14	0,011	134,45	23,68
15	0,032	139,60	25
16	0,023	142,15	26,3

<b>Veckoavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,04	1,63	3,84
2	0,093	10,21	5,99
3	0,066	14,58	7,81
4	-0,039	16,08	9,49
5	0,101	26,27	11,07
6	0,013	26,43	12,59
7	-0,005	26,46	14,07
8	0,037	27,80	15,51
9	0,021	28,23	16,92
10	0,03	29,12	18,31
11	0,028	29,91	19,68
12	-0,016	30,17	21,03
13	-0,008	30,23	22,36
14	0,023	30,77	23,68
15	-0,018	31,11	25
16	0,014	31,29	26,3

<b>Månadsavkastning</b>			
<b>k</b>	<b>Autokorr.</b>	<b>Box-Ljung</b>	<b>Kritiskt värde</b>
1	0,098	2,30	3,84
2	0,038	2,65	5,99
3	0,055	3,38	7,81
4	-0,08	4,94	9,49
5	0,017	5,01	11,07
6	-0,001	5,01	12,59
7	-0,047	5,56	14,07
8	-0,017	5,63	15,51
9	0,092	7,73	16,92
10	0,048	8,32	18,31
11	0	8,32	19,68
12	-0,075	9,72	21,03
13	-0,052	10,40	22,36
14	-0,052	11,09	23,68
15	-0,056	11,89	25
16	-0,102	14,55	26,3