

# **UNIVERSITY OF VAASA**

**DEPARTMENT OF ECONOMICS**

**WORKING PAPERS 2**

**Petri Kuosmanen**

## **Asunto- ja osakesijoitukset optimaalisessa portfoliossa**

---

**VAASA 2002**

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>TIIVISTELMÄ</b>	3
<b>1. JOHDANTO</b>	5
1.1. Tutkimuksen ja aineiston esittely	5
1.2. Katsaus aikaisempiin tutkimuksiin	7
1.2.1. Kiinteistö- ja osaketuottojen välinen korrelaatio	7
1.2.2. Kiinteistöjen osuus optimaalisessa portfolioissa	8
<b>2. TEOREETTINEN MALLI</b>	10
<b>3. OPTIMAALINEN SJOITUSSALKKU</b>	12
3.1. Aineiston kuvaus	12
3.1.1. Pörssin toimialaindeksit	13
3.1.2. Asuntomarkkina-aineisto	14
3.2. Aikasarjojen tarkastelu	14
3.2.1. Inflaatio, kiinteistöt ja osakkeet	14
3.2.2. Sijoituskohteiden tuotto ja volatiliteetti	15
3.3. Optimaaliset sijoitussalkut	17
3.3.1. Osakesalkku	17
3.3.2. Asuntomarkkinat ja hajautettu osakeportfolio	18
3.3.3. Toimialat ja asuntotyypit optimaalisessa portfolioissa	19
<b>4. YHTEENVETO</b>	21
<b>LÄHTEET</b>	24
<b>LIITTEET</b>	

## TIIVISTELMÄ

Kuosmanen, Petri (2002). Asunto- ja osakesijoitukset optimaalisessa portfolioissa. (Residential and stock investments in optimal portfolio.) *University of Vaasa. Department of Economics Working Papers 2, 30p.*

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää Markowitzin tehokkaan rintaman avulla asuntosijoitusten optimaalista osuutta hajautetussa osakeportfolioissa. Sijoittajat usein määrittelevät eri sijoituslajien osuudet portfolioissaan huomioimatta kaikkia sijoitushyödykkeiden välisiä kovariansseja. Näin muodostettu portfolio on vain sattumalta tehokas Markowitzin määrittelemällä tavalla. Asuntojen hintojen ja pörssiosakkeiden välinen korrelaatio on ollut historiallisesti melko alhainen, joten asunnot sijoitussalkun osana saattavat tarjota keinon pienentää osakeportfolion riskisyyttä tinkimättä tuottotavoitteesta. Tutkimuksessa tarkastellaan optimaalista sijoitussalkkua eri tuotto–riski -kombinaatioilla, kun osakemarkkinoilla sijoitetaan toimialoittain ja kerrostaloasuntoihin asunnon sijainnin ja tyyppin mukaisesti hajauttaen. Tulosten perusteella asuntosijoitukset olivat hyvä ja tehokas keino parantaa osakeportfolioiden tuotto–riski -suhdetta. Optimaalisessa portfolioissa tyydyttäessä alle 10 prosentin vuosituottoihin kannatti selvästi yli puolet sijoittaa asuntoihin. Tulosten perusteella osakemarkkinoilta kannattaa tavoitella suuria tuottoja riskisiltä toimialoilta ja riskin pienentämisen voi hyvin suorittaa asuntosijoitusten avulla. Asuntomarkkinoiden osalta tämä tarkoittaa sitä, ettei pääkaupunkiseudun asuntoja juuri kannata sisällyttää portfolioon, koska niillä on suurin korrelaatio osakemarkkinoiden kanssa. Asuntoja kannatti hankkia portfolioon eri tuotto–riski -tasoilla lähinnä Oulusta ja myös Turusta, Tampereelta, Lappeenrannasta ja Kuopiosta.

**AVAINSANAT:** asunnot, osakkeet, portfoliosijoitukset, vertailu

Kiitän *Liikesivistysrahastoa* tutkimusta varten saadusta taloudellisesta tuesta.

The objective of this paper is to investigate historical real estate returns and risks and their relationship to the performance of stock market portfolios. Although the Markowitz full covariance model provides a general framework for diversified portfolio selection problems, the practical applications of mean-variance analysis have proved neglected: portfolios are build as pyramids, layer by layer, and covariances among assets are overlooked in the building process.

Simulations by other researchers suggest that optimization of portfolios over disaggregated data can lead to error maximisation, and result in unrealistically high expectations of returns and unreasonably low expected portfolio risks. Those effects in this study are minimised through the application of aggregated industry and residential portfolios. This study showed that, although real estate had lower average returns than stock, it often outperformed stocks on a risk-adjusted basis. This research also showed that real estate substantially improved return–risk trade-offs of diversified stock portfolios.

## 1. JOHDANTO

Asunnot ovat myös sijoitushyödykkeitä, mutta mikä olisi niiden optimaalinen osuus hajautetusta sijoitusportfoliosta, jossa pyritään maksimoimaan koko sijoitussalkun tuoton ja riskin välistä suhdetta. Portfolioteoriaa yleensä sovelletaan vasta sen jälkeen, kun on ensiksi päätetty omaisuuslajijakaumat. Tällöin päätöksenteossa ei huomioida kaikkien vaihtoehtoisten sijoitushyödykkeiden välisiä kovariansseja, joten muodostettu salkku on vain sattumalta tehokas Markowitzin määrittelemällä tavalla. Menettely johtuu osittain siitä, että eri omaisuuslajien toisiinsa vertaaminen on vaikeaa: pörssiosakkeet ja asunnot ovat likviditeetiltään ja muilta ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia sijoitushyödykkeitä.

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään asuntojen merkitystä sijoitussalkussa, jossa omaisuuslajijakauma määritellään sijoitushyödykkeiden kovarianssi–varianssi -matriisin optimoinnin perusteella. Tutkimuksessa paneudutaan hyvin konkreettiseen salkunhoitajan ongelmaan: voidaanko Suomessa toimialoittain muodostettujen osakeportfolioiden tuotto–riski -suhdetta parantaa hajauttamalla asuntosijoituksiin ja kuinka suuri osuus salkusta pitäisi sijoittaa asuntoihin? Tutkimuksessa myös selvitetään salkkuun hankittavien asuntojen kokoa ja maantieteellistä sijaintia.

### 1.1. Tutkimuksen ja aineiston esittely

Markowitz (1952; 1959) esitteli algoritmin, jonka avulla pystyttiin löytämään tehokas rajapinta eli ne sijoitushyödykkeiden kombinaatiot, jotka maksimoivat koko sijoitussalkun tuoton ja riskin välisen suhteen. Menetelmän käyttöä vaikeutti pitkän aikaa kehitystyön jälkeen algoritmin tarvitsema suuri datan hallinnan ja laskennan määrä. Menetelmän kehittäjät olivat kuitenkin vakuuttuneita siitä, että salkunhoitajat omaksuisivat optimointimenetelmät ja niihin liittyvän ajattelutavan, kun vain saataisiin yliopistoissa koulutettua uusi sukupolvi hallitsemaan niiden sisältö ja käyttö. Portfolioteoriaa ei kuitenkaan alettu käyttää salkunhallinnan apuvälineenä siinä laajuudessa kuten oli odotettu, vaan usein salkut rakennettiin kerroksittain huomioimatta sijoitushyödykkeiden välisiä kovariansseja. Lopputuloksena ei voi luonnollisesti olla Markowitzin määrittelemä tehokas sijoitusportfolio kuin sattumalta.

Sijoitusportfolion koko kovarianssi–varianssi -rakenne jää väistämättä huomioimatta, jos ensin päätetään eri sijoituslajien (osakkeet, korkosijoitukset, kiinteistöt jne.) osuudet portfoliossa, ja vasta tämän jälkeen optimoidaan sijoitushyödykkeiden painotukset salkussa. Tämän vuoksi kaikki vaihtoehtoiset sijoituslajit sisältävä kovarianssi–varianssi -matriisi on syytä ratkaista, jotta saataisiin selville optimaalinen portfolio. Vaikka Markowitzin esittämän optimointiongelman laskeminen ja ratkaiseminen on mahdollista ja melko helppoakin nykyaikaisilla tietokoneilla, menetelmän soveltamista vaikeuttaa datan vertailtavuuteen ja estimointiin liittyvät ongelmat.

Päivähavaintoina kerättyjen yksittäisten osakkeiden hintojen vaihtelut voivat olla hyvin suuria, kun taas epälikvidien osakkeiden riskisyys arvioidaan helposti liian pieneksi vähäisen vaihdon vuoksi. Näitä ongelmia voidaan osakemarkkinoiden osalta helpottaa toisaalta käyttämällä päivähavaintoja selvästi pidempää havaintoväliä ja toisaalta suorittamalla tarkastelu toimialakohtaisilla aikasarjoilla. Tässä tutkimuksessa osakkeiden neljännesvuositulot lasketaan HEXin keräämistä osakkeiden toimialakohtaisista hintasarjoista. Tutkimuksen aineisto ulottuu vuoden 1987 alusta vuoden 2000 puoliväliin asti.

Kiinteistömarkkinoiden tuottojen mittaamisen ongelmana on usein kiinteistöjen heterogeenisuus, vähäinen likviditeetti ja havaintojen vähäinen määrä. Tuottosarjojen perustuminen toteutuneiden kauppojen sijasta hinta-arvioihin voi johtaa liian pieneen arvioon volatiliteetista toimittaessa varovaisuusperiaatteen mukaisesti (esim. Miles & McCue 1984; Geltner 1991). Näin ei kuitenkaan tapahdu kaikissa tapauksissa, vaan kiinteistösijoitusten voidaan myös olettaa olevan aidosti vähemmän riskisiä kuin osakesijoitusten (Lai & Wang 1998). Kiinteistöjen aikasarjoihin liittyvien ongelmien vuoksi tässä tutkimuksessa tarkastellaan mahdollisimman tasalaatuisia kiinteistöjä eli kerrostalohuoneistoja. Tuottoarvioiden sijasta tuottoja mitataan toteutuneiden kauppojen perusteella. Tutkimuksessa ei seurata yksittäisten asuinhuoneistojen hintojen kehitystä, koska tällaisen datan hankkiminen on hyvin vaikeaa ja toisaalta kauppvoja tapahtuu melko harvoin (vrt. Crone & Voith 1999). Sen sijaan tutkimuksessa tarkastellaan asuntojen hintojen aggregoitua kehitystä. Tällöin voidaan ajatella, että asuntojen maantieteellinen sijainti ja asuntotyyppi muodostavat sijoitusvaihtoehdot. Sovellettaessa tutkimusta pienemmässä mittakaavassa toimivien sijoittajien apuvälineenä on oletettava, että hankittava yksittäinen asunto on tilastossa kuvattu keskimääräinen asunto. Tutkimuksessa asuntosijoitusten tuotot lasketaan Tilastokeskuksen keräämistä neljännesvuosisarjoista.

Tutkimuksen luvussa 1 esitellään tutkimusongelmaa, käytettyä aineistoa ja aikaisempien tutkimusten tuloksia. Luvussa 2 perehdytään sijoitussalkun optimointialgoritmiin ja sen rajoitteisiin. Optimointitulokset raportoidaan luvussa 3, ja yhteenveto tutkimustuloksista esitellään luvussa 4.

## **1.2. Katsaus aikaisempiin tutkimuksiin**

### **1.2.1. Kiinteistö- ja osaketuottojen välinen korrelaatio**

Markowitzin määrittelemää optimaalista sijoitussalkua muodostettaessa on otettava huomioon sijoitushyödykkeiden tuottojen ja varianssin lisäksi kovarianssit kaikkien sijoitushyödykkeiden kesken. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sijoitushyödykkeiden väliset korrelaatiot ovat merkittävässä roolissa valittaessa sijoitushyödykkeitä optimaaliseen salkkuun: mitä pienempi korrelaatio sijoitushyödykkeellä on muiden sijoituskohteiden kanssa, sitä suurempi on sen aiheuttama riskin väheneminen sijoitussalkussa.

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että kiinteistöjen ja osakkeiden välisten tuottojen korrelaatio on suhteellisen pieni (esim. Irvin & Landa (1987): korrelaatio 0,51; Geltner (1993): korrelaatio 0,3; Worzala & Vandell (1993): korrelaatio 0,039) tai jopa negatiivinen (Ibbotson & Siegel (1984): korrelaatio -0,06; Irvin & Landa (1987): korrelaatio -0,18; Worzala & Vandell (1993): korrelaatio -0,0971). Tutkimukset ovat Yhdysvaltojen osalta systemaattisesti osoittaneet, että 1960- ja 1970-luvuilla kiinteistöjen ja pörssiosakkeiden välinen korrelaatio on ollut negatiivinen (Zerbst & Cambon 1984: 18–20).

Quan & Titman (1997) osoittivat, että kiinteistöjen ja pörssikurssien välinen suhde vaihtelee maasta ja maanosasta toiseen: Aasian pienissä maissa kiinteistö- ja osakemarkkinoiden välinen positiivinen korrelaatio on selvästi suurempi kuin Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Okunev ja Wilson (1997) osoittivat, että vaikka pörssikurssien ja kiinteistömarkkinoiden kehitys liittyyvät toisiinsa, niin markkinoiden suhde on epälineaarinen ja sopeutumisjaksot ovat niin pitkiä, että kiinteistöjä kuitenkin kannattaa sisällyttää portfolioon. Suomen osalta on jopa saatu tuloksia, joiden mukaan pörssikurssien ja asuntomarkkinoiden välinen suhde on yhteisintegroitunut ja kausaliiteetti etenee pörssikursseista asuntomarkkinoille (Takala & Pere 1991). Sarjojen

sopeutumisprosessit olivat kuitenkin niin pitkiä, että tässäkin tapauksessa saattaa jäädä mahdollisuuksia hajauttaa osakeportfolioita asuntosijoitusten avulla.

Tutkimuksissa havaitun pörssiosakkeiden ja kiinteistöjen alhaisen korrelaation perusteella voidaan päätellä, että kiinteistöjen pitäisi olla huomattavasti painotettuina optimaalisessa sijoitussalkussa. Varsinkin voimakkaan inflaation oloissa kiinteistöjen ja pörssiosakkeiden negatiivinen korrelaatio on korostunut: kiinteistöt ovat olleet hyvä keino suojautua inflaatiota vastaan, kun taas pörssiosakkeet eivät ole tarjonneet tällaista suojaa (Fogler 1984; Ibbotson & Siegel 1984; Zerbst & Cambon 1984; Brueggeman, Chen & Thibodeau 1984). Kiinteistöjen ja inflaation suhde on todettu riippuvan kiinteistön tyypistä ja toisaalta siitä, onko inflaatio odotettua vai odottamatonta (Sirmans & Sirmans 1987). Kiinteistöjen maantieteellisen sijainnin on myös todettu vaikuttavan niiden kykyyn antaa suojaa inflaatiota vastaan (Froland, Gorlow & Samson 1986).

### **1.2.2. Kiinteistöjen osuus optimaalisessa portfolioissa**

Useita omaisuuslajeja sisältävät salkut tavallisesti rakennetaan kerroksittain päättämällä ensiksi kiinteistöjen ja muiden omaisuuslajien osuudet sijoitussalkusta. Yhdysvalloissa onkin todettu, että monilla suurilla institutionaalisilla sijoittajilla on kiinteistöjä selvästi alle 10 % salkun arvosta, vaikka useiden tutkimusten mukaan osuuden pitäisi olla huomattavasti yli tämän. Brueggeman, Chen & Thibodeau (1984: 352) esittivät, että varsinkin 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa pääosa portfolioista olisi pitänyt olla sijoitettuna kiinteistöihin. Foglerin (1984) saamien tulosten mukaan pitkällä aikavälillä toimivan sijoittajan pitäisi sisällyttää portfolioonsa kiinteistöjä vähintään 15–20 % salkun arvosta. Webb & Rubens (1987) esittivät, että eri kiinteistölajeihin, eli toimitiloihin, maatalousmaahan ja asuntoihin pitäisi sijoittaa jopa yli 90 % ja vähintäänkin 43 % sijoitusten arvosta.

Varsinkin matalan riskin portfolioissa kiinteistöillä on tärkeä rooli: kiinteistöjen osuus pitäisi olla noin 20 % hajautetusta portfolioista (Irvin & Landa 1987). Tuottosarjoihin suoritettava riskin keinotekoinen lisääminen ei välttämättä vähennä paljoakaan kiinteistösijoitusten merkittävää painoa salkussa (Webb & Rubens 1988). Tutkimuksessa optimaalinen asuntojen osuus vaihteli eri ajanjaksoilla ja varianssin oletuksilla 16–60 % välillä. Webb, Curcio & Rubens (1988) esittivät, että noin 66 % hajautetusta portfolioista pitäisi sijoittaa kiinteistöihin. Firstenberg, Ross & Zisler

(1988) totesivat, että kiinteistöillä on merkittävä rooli hajautettaessa riskiä ja niiden osuus pitäisi olla vähintäänkin 15–20 %. Giliberto (1993) tutkimuksen mukaan salkussa, jossa on kiinteistöjä, osakkeita ja bondeja, kiinteistöjen osuus pitäisi olla 19–28 % portfolion arvosta.

Liang, Myer & Webb (1996) totesivat, että vaikka kiinteistöjen optimaalista osuutta ei voida kovin luotettavasti ratkaista, niin odotetun neljännesvuosituoton vaihdellessa 2,5–4,5 % välillä kiinteistöjen osuuden salkusta ei pitäisi laskea keskimäärin alle 15 prosenttiin. Kun vastaavalla menetelmällä suoritettussa tutkimuksessa yhdeksi omaisuuslajiksi lisättiin lyhytaikaiset korkopaperit, supistui kiinteistöjen osuus optimaalisessa portfoliossa alle 10 prosenttiin (Ziobrowski, Cheng & Ziobrowski 1997). Kallberg, Liu & Greig (1996) kiinnittivät huomiota siihen, että kiinteistöjen optimaalinen osuus riippuu kiinteistöjen koosta: pienet kiinteistöt ovat parhaita hajauttamaan riskiä korkeilla tuottovaatimuksen tasoilla. Jos tarjolla on kuitenkin vain lähinnä suuria kiinteistöjä, niin kiinteistöjen optimaalinen allokaatio on vain noin 9 %.

Aikaisempien tutkimusten antamien tulosten yhteenvedona voidaan todeta, että varsinkin voimakkaan inflaation oloissa kiinteistöjen osuus korostui optimaalisessa sijoitussalkussa: usein suositus oli sijoittaa suurin osa varallisuudesta kiinteistöihin. Tutkimustulokset olivat selvästi ristiriidassa suurten institutionaalisten sijoittajien käyttäytymisen kanssa: heidän salkussaan kiinteistöjen osuus oli usein alle 10 %. Myöhemmät tutkimukset, jotka olivat suoritettu varsinkin 1990-luvun aineistolla, ovat kuitenkin antaneet selvästi pienempiä painotuksia kiinteistöjen osuudeksi hajautetussa sijoitussalkussa.



## 2. TEOREETTINEN MALLI

Markowitzin esittämän teorian perusteella sijoittajan perusongelma on löytää tehokas rajapinta eli ne pisteet, jotka maksimoivat koko sijoitussalkun odotettavissa olevan tuoton suhteessa salkun sisältämään riskiin (ks. Markowitz 1991: 154–187). Kahden salkun teorian mukaan sijoittaja valitsee oman riskinsietokykynsä mukaisen kombinaation riskittömästä sijoitusvaihtoehdosta ja markkinaportfoliosta koostuvan kombinaation omaksi sijoitussalkuksi. Markkinaportfolio löydetään maksimoimalla funktio  $V$ , joka on muotoa

$$(1) \quad V = \frac{\mu_p - R_f}{\sigma_p},$$

jossa  $\mu_p$  on portfolion odotettu tuotto,  $R_f$  on riskittömän sijoituskohteen korko ja  $\sigma_p$  portfolion keskihajonta eli riski.

Tavoitefunktion (1) osoittajan arvon määrittelee yksittäisten sijoitushyödykkeiden painot ja tuotot sijoitussalkussa ja nimittäjän arvoon vaikuttavat varianssin määritelmän mukaan sekä sijoitushyödykkeen oma vaihtelu eli varianssi että kovarianssi muiden sijoitushyödykkeiden kanssa. Maksimoitava funktio (1) voidaan kirjoittaa muodossa

$$(2) \quad V = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \mu_i - R_f}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i w_j \sigma_{ij}}},$$

jossa  $X_i$  kuvaa sijoitushyödykkeen  $i$  osuutta optimaalisessa portfolioissa,  $\square$  on sijoitushyödykkeen  $i$  tuotto,  $\square$  on sijoitushyödykkeen  $i$  varianssi ja  $\square$  on sijoitushyödykkeiden  $i$  ja  $j$  välinen kovarianssi.

Sijoitushyödykkeen  $k$  optimaalinen osuus sijoitussalkussa saadaan selville etsimällä maksimoitavan funktion ääriarvo derivaatan avulla: funktio (2) derivoidaan sijoitushyödykkeeseen  $i$  sijoitettavan osuuden  $X_i$  suhteen. Kun tämä sama tehdään kaikkien sijoitushyödykkeiden osuuksien  $X_1, X_2, \dots, X_i$  suhteen, saadaan ratkaistavissa oleva yhtälöryhmä (ks. Elton & Gruber 1995: 98–102). Matriisin ratkaisusta saadaan kunkin tarkastellussa olleen sijoitushyödykkeen osuus optimaalisessa portfolioissa. Ratkaisun tuloksena on yksi sellainen portfolio, joka on parempi kuin muut riskisiä sijoitushyödykkeitä sisältävät portfoliot. Kahden portfolion teoriaa sovellettaessa ratkaistua portfoliota voidaan kutsua markkinaportfolioksi.

Jos taas sijoittaja haluaa ratkaista koko tehokkaan rintaman minimoimalla riskin kaikilla mahdollisilla tuoton tasoilla, niin tällöin optimointiongelma voidaan esittää muodossa

(3) Minimoi  $\square$

ehdoilla

(4)  $\square$ ,

(5)  $\square$  kaikille sijoitushyödykkeille  $i = 1, \dots, N$  ja

(6)  $\square$ .

Rajoitteen (4) avulla sijoitushyödykkeiden yhteenlasketut osuudet rajoitetaan summautuvan yhdeksi. Kun markkinoilla ei ole sallittu sijoitushyödykkeiden lyhyeksimyntiä eli myyntiä ennen kun sijoitushyödykettä omistetaan, tavoitefunktion maksimointia rajoitetaan ehdolla (5) eli sijoitushyödykkeeseen sijoitettavan osuuden pitää olla positiivinen. Muuntelemalla rajoitteessa (6) olevaa portfolion tuottoa kuvaavan  $\square$ :n arvoa löydetään kaikki optimaaliset

sijoitushyödykekombinaatiot tehokkaalla rajapinnalla. Vaikka rajoitteet ovat lineaarisia, tavoitefunktiossa esiintyvien termien  $\square$  ja  $\square$  vuoksi kyseessä on kvadraattinen ohjelmointiongelma.

### 3. OPTIMAALINEN SIJOITUSSALKKU

Empiirisen osan aluksi tarkastellaan optimaalista portfolioa, kun sijoittaminen tapahtuu toimialoittain pörssiosakkeisiin. Jokainen HEXin määrittelemä toimiala vastaa yhtä sijoitusvaihtoehtoa, jonka painotus optimaalisessa portfolioissa halutaan selvittää. Tämän jälkeen tarkasteluun lisätään kiinteistöt eli tässä tapauksessa kerrostaloasunnot: tavoitteena on selvittää optimaaliset omaisuuslajijakaumat ja salkkujen tuotto–riski -kombinaatiot. Aluksi tarkastellaan maantieteellisestä näkökulmasta sitä, mistä päin asuntoja pitäisi ostaa hajautettuun portfolioon liikuttaessa tehokkaalla rajapinnalla. Tämän jälkeen suoritetaan sama analyysi tarkemmin jaotellulla aineistolla, jota käytetään tutkittaessa tehokkaalla rajapinnalla esiintyviä asuntotyyppejä.

#### 3.1. Aineiston kuvaus

Optimointialgoritmeja sovellettaessa ongelmaksi helposti nousee se, että matemaattiset menetelmät ovat paljon sofistikoituneempia kuin mihin käytettävän tilastoaineiston laatu oikeuttaisi. Jos esimerkiksi osakeportfolioa muodostettaessa käytetään lyhyitä sarjoja ja yksittäisiä osakkeita, optimointimenetelmä helposti valitsee sellaiset osakkeet, joiden tuottosarjat sisältävät paljon satunnaisia ja vääristäviä tekijöitä. Esimerkiksi epälikvidin osakkeen vähäinen kaupankäynti voi vääristää osakkeen riskisyyttä todellista pienemmäksi. Koska riskin ja tuoton estimaatteihin liittyy virheitä, koko salkun optimoinnista saattaa helposti tulla virheiden maksimointia (Michaud 1989: 33–34).

Yksittäisten osakkeiden tuottosarjojen ja estimaattien virheellisyydet eivät pääse korostumaan, kun tutkimuksessa käytetään toimialakohtaisia osaketuottoja. Tällöin myös osake- ja asuntomarkkinoiden tuottojen vertailtavuus paranee. Kiinteistömarkkinoiden osalta estimointivirheitä

voidaan pienentää käyttämällä yksittäisten kiinteistöjen sijasta aggregoituja sarjoja sekä pidempiä ja tiheämpiä aikasarjoja (Goetzmann & Wachter 1995: 273).

### 3.1.1. Pörssin toimialaindeksit

HEX on kerännyt toimialoittaisia hintasarjoja vuodesta 1987 lähtien. HEXin alkuperäisen jaotellun mukaan toimialoja oli seitsemän: 1) *pankit ja rahoitus*, 2) *vakuutus*, 3) *muut palvelut*, 4) *metalliteollisuus*, 5) *metsäteollisuus*, 6) *monialayritykset* ja 7) *muu teollisuus*. Rakennemuutos suomalaisessa teollisuudessa ja pörssilistoilla on aiheuttanut sen, ettei tämä jaottelu vastaa kovin hyvin nykyisiä toimialojen painotuksia pörssissä: tietoliikenteeseen ja teknologiaan liittyvät toimialat ovat nousseet koko kansantalouden kannalta merkittäviksi.

Uudemman monipuolisemman toimialajaotellun mukaiset aikasarjat ovat kuitenkin liian lyhyitä käytettäväksi tässä tutkimuksessa. Toisaalta toimialoista ‘monialayritykset’ sisältävät uuden teknologian vaikutukset: useilla monialayrityksillä on tietoliikenteeseen liittyviä haaroja, jotka ovat olleet nostamassa voimakkaasti myös emoyrityksen kurssia. Esimerkiksi Nokia määriteltiin toimialaindekseissä monialayritykseksi vuoden 1996 loppuun saakka, jonka jälkeen sen toimialaluokituksiksi muuttui tietoliikenne ja elektroniikka. Toimialoista ‘muut palvelut’ sisältävät sekalaisesti palvelualoilla toimivia yrityksiä. Tähän luokkaan on tullut voimakkaasti kasvavia ja riskisiä tietotekniikkaan liittyviä palveluyrityksiä, joiden mukaan toimialan riskisyys ja tuotto muuttuvat huomattavasti tarkasteluperiodilla. Tämän murroksen vuoksi muut palvelut -toimiala jätetään tutkimuksessa tarkastelun ulkopuolelle.

Tarkasteluun valituille kuudelle toimialakohtaiselle sijoitusvaihtoehdolle saadaan neljännesvuosittainen indeksin pisteluku laskemalla päivähavaintojen pisteluvun aritmeettinen keskiarvo. Tämän jälkeen neljännesvuosisarjoista lasketaan logaritmiset tuotot, jotka approksimoivat tuottojen prosentuaalisia muutoksia. Osinkojen maksua ei ole huomioitu HEXin hintasarjoissa. Tutkimuksessa kuitenkin käytetään tuottojen arviointiin hintasarjoja, koska osingonmaksun huomioivia tuottosarjoja oli saatavilla vasta vuodesta 1991. Toisaalta pörssikurssien hintasarjat ja maksettujen osinkojen sarjat ovat voimakkaasti korreloituneita, jolloin hintasarjojen käyttö ei välttämättä vääristä tuloksia ja hintasarjoilla pystytään kuvaamaan myös tuottojen kehitystä (ks. Järvinen 2000: 10).

### **3.1.2. Asuntomarkkina-aineisto**

Asuntomarkkinoita koskeva aineisto on saatu Tilastokeskuksen laskemista indekseistä ja keskihinnoista. Maantieteellisessä tarkastelussa on mukana 11 eri kaupunkia tai aluetta. Maantieteellinen painotus on selvästi Etelä-Suomessa: Helsinki on jaettu neljään eri alueeseen, Espoo ja Kauniainen ovat aineistossa yhtenä alueena ja pääkaupunkiseudulta on myös mukana Vantaa. Tarkastelussa on lisäksi kaupungeista Tampere, Turku, Lappeenranta, Kuopio ja Oulu. Samat kaupungit ja alueet ovat tutkimuksen kohteena myös silloin, kun tarkastelu suoritetaan asuntojen koon mukaisesti eli yksiöiden, kaksioiden ja suurempien perheasuntojen hintasarjojen osalta.

Asuntojen tuotot lasketaan hintasarjoista samalla periaatteella kuin toimialakohtaisten osakesarjojen tuotot. Hintasarjojen käyttöä voidaan perustella sillä, ettei vuokrista ole saatavilla pitkiä ja luotettavia aikasarjoja. Toisaalta on huomioitava, että vuokrien arviointiin perustuvat tuottosarjat voivat vääristää riskiä tasoittamalla varianssia. Hintasarjojen käytölle voidaan esittää myös samantyyppisiä perusteluja kuin osakkeiden hintasarjojen käytön osalta. Vuokran pitäisi korvata asunnon kulumisen, ja lisäksi pitäisi saada tietty tuotto sidotulle pääomalle. Jos asuntoihin sidotulle pääomalle saadaan vuokramarkkinoilla ylisuuria tuottoja, pitäisi ilmiön tehokkailla markkinoilla kapitalisoitua asuntojen hintoihin. Jos oletamme, että vuokratason vaikutus siirtyy asuntojen hintoihin jokseenkin tehokkaasti, tällöin ei välttämättä tarvitse erikseen tarkastella vuokrien kehitystä, vaan asuntojen hintojen kehitys sisältää tarvittavan informaation.

## **3.2. Aikasarjojen tarkastelu**

### **3.2.1. Inflaatio, kiinteistöt ja osakkeet**

Yhdysvaltojen osalta on havaittu, että yleensä kiinteistöt ovat olleet hyvä suoja inflaatiota vastaan. Tämä ilmiö on voitu todeta varsinkin korkean inflaation oloissa, kun kiinteistöjen hinnat ovat kohonneet inflaation seurauksena (Firstenberg, Ross & Zisler 1988). Toisaalta on myös havaittu, että kaikissa osissa Yhdysvaltoja kiinteistöt eivät ole antaneet tehokasta suojaa inflaatiota vastaan varsinkaan lyhyellä aikavälillä (Froland, Gorlow & Samson 1986: 18) Pörssiosakkeet eivät yleensä ole tarjonneet keinoa suojautua kiihtyvää inflaatiota vastaan, vaan

suhde on ollut pikemminkin käänteinen: yleinen hintojen nousu on merkinnyt pörssikurssien laskua.

Vastaavat ilmiöt voidaan todeta Suomessa tarkasteltaessa asuntomarkkinoita neljännesvuosiaineistolla ajanjaksolla 1987/1–2000/2: HEX-yleisindeksin ja inflaation suhde oli käänteinen korrelaation ollessa  $-0,078$ ; asuntojen hintojen ja inflaation korrelaatio oli puolestaan positiivinen eli  $0,076$ , kun asuntojen hintojen kehitystä mitattiin Tilastokeskuksen laskemalla indeksillä (liite 3). Kun puolestaan käytettiin asuntojen keskihintoja, korrelaatio oli pienempi, mutta kuitenkin positiivinen. Tarkastelu on suoritettu varsin matalan inflaation oloissa, mikä selittänee alhaiset korrelaatiokertoimien arvot.

Pörssituottojen ja asuntotuottojen väliseksi korrelaatioksi mitattiin  $0,370$  eli suurempi kuin yleensä aikaisemmissa yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa saadut arvot. Tämä korrelaatio on kuitenkin selvästi alle yhden eli osakeportfolion hajautus asuntosijoitusten avulla on kuitenkin mahdollista. Lisäksi on muistettava, että korrelaatiot on mitattu aggregoiduista sarjoista, joilla kuvataan koko markkinoiden kehitystä. Vähemmän aggregoiduista sarjoista löytyy sekä suurempia että pienempiä korrelaatiokertoimien arvoja osakemarkkinoiden ja asuntomarkkinoiden välillä.

### **3.2.2. Sijoituskohteiden tuotto ja volatilitiitti**

Asuntomarkkinoiden alueellisista aikasarjoista lasketut neljännesvuosituotot vaihtelivat Helsingin ykkösalueen  $1,45\%$  ja Vantaan  $0,88\%$  välillä (liite 1b). Pörssituottojen toimialakohtaisessa tarkastelussa tuottojen vaihtelu oli selvästi voimakkaampaa: suurin neljännesvuosituotto saatiin monialayrityksistä  $4,13\%$  ja pienin  $0,17\%$  muusta teollisuudesta (liite 1a). Tuottojen keskihajonta asuntomarkkinoilla oli suurin Helsingin ykkösalueella  $5,92\%$  ja pienin Oulussa  $4,18\%$ . Vastavasti eri toimialojen osalta suurin keskihajonta oli pankkisektorilla  $16,78\%$  ja pienin metalliteollisuudessa  $11,59\%$ . Tarkasteltaessa asuntomarkkinoita asuntotyyppikohtaisesti saatiin samansuuntaiset tulokset kuin alueellisessa tarkastelussa (liite 1c). Yhteenvedona voidaan todeta, että tuotto ja volatilitiitti olivat selvästi pienempiä asuntomarkkinoilla kuin osakemarkkinoilla.

Tuottojen ja volatilitiitin tarkastelussa havaittiin selvästi, että suurta tuottoa vastasi myös suuri tuoton keskihajonta. Riskikorjatut tuotot on mahdollista saada Sharpen mittarilla, jossa

sijoituskohteen tuotosta vähennetään riskitön tuotto ja saatu erotus jaetaan tuoton keskihajonnalla. Sharpen mittaria käytettäessä pitäisi pystyä löytämään jokin relevantti riskitön tuotto. Mittari sisältää ajatuksen, että kaikki sijoitushyödykkeet tuottavat automaattisesti riskittömän tuoton ja vain lisäriskin ottamisesta palkintaan. Jos ei hyväksy tällaista automatiikkaa, niin silloin pitää määritellä koko sijoitushyödykkeen tuotto riskiä sisältäväksi. Tässä tapauksessa sijoitushyödykkeen riskitön tuotto oletetaan nolaksi ja sijoituskohteen tuotto pitää jakaa suoraan sen keskihajonnalla. Näin suoritettuna riskikorjatun tuoton tarkastelun perusteella havaitaan, ettei osakemarkkinoiden tuotto monialaa lukuunottamatta useinkaan riitä kompensoimaan sijoituksiin liittyvää riskiä verrattuna vastaavaan suhdelukuun asuntomarkkinoilla (liitteet 2a ja 2b).

Pörssisijoitusten toimialakohtaisessa vertailussa toiseksi paras riskikorjattu tuotto saatiin metsäsektorilta, mutta kokonaisvertailussa se ei yltänyt kärkipäähän. Erityisen huonosti tässä vertailussa osakemarkkinoiden toimialoista sijoittuivat pankkisektori ja muu teollisuus. Asuntomarkkinoiden osalta vertailu osoitti Oulun ja Tampereen asuntoihin sijoittavien saavan parhaan riskikorjatun tuoton. Pääkaupunkiseudun ja Helsingin asuntojen suuret tuotot eivät riittäneet kompensoimaan kasvanutta riskiä. Kun sama vertailu suoritettiin asuntotyypeittäin, havaittiin osakemarkkinoiden riskikorjattujen tuottojen sijoittuvan tässä vertailussa kokonaisuutena jonkin verran paremmin, vaikka tulokset pysyivätkin samansuuntaisina (liite 2b).

Suoritettuja riskikorjattujen tuottojen vertailuja voidaan kritisoida sillä perusteella, ettei vertailussa vähennetty sijoitushyödykkeiden konaistuotosta riskitöntä tuottoa kuten Sharpen mittarissa pitäisi tehdä. Jos toisaalta olisi valittu jokin mielivaltaisen riskitön tuotto, niin se oli suosinut vertailussa osakemarkkinoita sitä enemmän mitä suuremmaksi riskitön korko olisi oletettu. Tämä johtuu tietenkin siitä, että osakemarkkinoilla suurta tuottoa vastaa suuri riski. Koska Sharpen mittari on suhdeluku, niin määrätyn riskittömän tuoton arvon vähentäminen pienestä tuotosta vähentää suhdelukua enemmän kuin jos vähennys suoritetaan suuresta tuotosta. Sharpen mittaria ei siis voida pitää kovin yksiselitteisenä riskikorjatun tuoton kuvaajana. Toisaalta suhteutettaessa tuottosarjaa pelkästään sen omaan vaihteluun jää huomioimatta kokonaan modernin portfolioteorian korostama näkemys kovarianssitermien merkityksestä portfoliota muodostettaessa.

### 3.3. Optimaaliset sijoitussalkut

#### 3.3.1. Osakesalkku

Ensimmäisessä vaiheessa optimoitiin sijoitussalkut, joissa osakesijoituksia tarkasteltiin HEXin toimialajaottelun mukaisesti. Aluksi optimoinnilla etsittiin sellainen portfolio, jossa oli pienin mahdollinen riski. Tämän jälkeen lisättiin tuottovaatimusta ja seurattiin toisaalta sitä, miten riski lisääntyi ja toisaalta salkkuun valittavien toimialojen muuttumista tuoton ja riskin kasvaessa. Taulukossa 1 esitetään sijoitusten painotukset eri toimialoille vaihtelemalla portfolion tuotto–riski -kombinaatioita. Ensimmäiseksi sijoitussalkuksi on siis valittu tehokkaalta rajapinnalta sellainen, jonka riskitaso oli pienin mahdollinen.

Taulukosta 1 nähdään, että pienin mahdollinen pelkästään osakkeita sisältäneen salkun keskihajonta oli 10,6 %, jolloin saatiin 1,3 % neljännesvuosituotto. Tällöin salkussa metalliteollisuuden osuus oli 40,1 %, muun teollisuuden oli 38,7 % ja metsäteollisuuden oli 21,2 % koko salkun arvosta. Taulukosta 1 edelleen selviää, kuinka salkku muuttuu tuottovaatimuksen kasvaessa. Yhteenvedona voidaan todeta, että tarkastellusta kuudesta toimialasta kaikki paitsi pankkisektori esiintyvät optimaalisessa salkussa jollakin tuotto–riski -kombinaatiolla. Lisäksi voidaan todeta, että osakemarkkinoihin liittyy varsin korkea riskitaso, jota ei pystytä kovin tehokkaasti vähentämään hajauttamalla eri toimialoille.

**Taulukko 1.** Optimaalinen osakemarkkinoiden toimialahajautus.

<b>TUOTTO:</b>	1,3 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %	3,5 %	4,0 %
<b>KESKIHAJONTA</b>	10,6 %	10,7 %	10,9 %	11,4 %	12,2 %	13,3 %	14,8 %
<b><u>TOIMIALA</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>
Pankkitoiminta							
Vakuutusala		2,4 %	13,2 %	15,1 %	12,5 %	8,6 %	
Metalliteollisuus	40,1 %	44,6 %	48,2 %	37,3 %	16,2 %		
Metsäteollisuus	21,2 %	25,2 %	28,2 %	29,0 %	29,4 %	25,7 %	6,9 %
Monialayritykset			3,2 %	18,6 %	41,9 %	65,7 %	93,1 %
Muu teollisuus	38,7 %	27,8 %	7,2 %				
<b>YHTEENSÄ (%)</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Tutkimuksessa käytetty neljännesvuosiaineistoa ajanjaksolla 1987/1 – 2000/2



### 3.3.2. Asuntomarkkinat ja hajautettu osakeportfolio

Seuraavassa tarkastelussa selvitetään optimaalista sijoitussalkkua, kun tarkasteluun otetaan mukaan sijoitusvaihtoehdoksi myös asuntomarkkinat. Toimintastrategiana on sijoittaa osakemarkkinoille jollekin toimialalle tai asuntomarkkinoille tietyn kaupungin kerrostaloasuntoihin tai Helsingin osalta jonnekin neljän kaupunginosan asuntoihin. Asuntomarkkinoille sijoittaminen käytännössä tarkoittaa sitä, että sijoitus olisi suoritettu samalla periaatteella asuntomarkkinoille kuin Tilastokeskus on toiminut laskiessaan kerrostaloasuntojen hintojen kehityksen.

Taulukosta 2 on havaittavissa, että alhaisin saavutettavissa ollut osakemarkkinoiden ja asuntomarkkinoiden yhdistelmien riskitaso oli 3,6 %, jolloin salkku tuotti 1,1 % neljännesvuosituoton. Tällöin portfolio sisälsi miltei yksinomaan sijoituksia kiinteistömarkkinoille. Asuntojen osuus portfolioista oli 97,7 % ja osakesijoituksia eri toimialoille oli 2,1 % metalliteollisuuteen ja 0,2 % metsäteollisuuteen. Kun tuottovaatimusta lisättiin, toimialoista vain monialayritykset tulivat valituiksi optimaaliseen osakesalkkuun. Sijoitussalkun riskisyyttä voitiin pienentää huomattavasti hajauttamalla asuntomarkkinoille tuoton kuitenkin pysyessä entisellään. Esimerkiksi 2,5 % neljännesvuosituotto voitiin saavuttaa 7,3 % keskihajonnalla, kun pelkästään osakkeita sisältynyt salkun keskihajonta olisi ollut 11,4 %. Asuntomarkkinoille hajautetussa vaihtoehdossa salkku sisälsi 44,1 % monialateollisuutta, 44,8 % sijoituksia Oulun asuntomarkkinoille ja 11,1 % sijoituksia Tampereen asuntomarkkinoille.

Tarkastelussa voitiin selkeästi havaita, että optimaaliseen sijoitussalkkuun osakemarkkinoilta valittiin vain tuottoisin, mutta toisaalta myös hyvin riskipitoinen toimiala. Mielenkiintoinen havainto asuntomarkkinoiden osalta oli se, että pääkaupunkiseudun asuntojen osuus optimaalisessa sijoitusportfoliossa jäi hyvin pieneksi kaikilla portfolion optimaalisilla tuotto–riski-tasoilla. Asuntomarkkinoiden osalta voidaan toki todeta, että suoritettussa asuntojen maantiellisessä tarkastelussa asuntosijoituksia kuvaavat tuottosarjat olivat melkoisesti aggregoituja suhteessa osakemarkkinoihin toimialaindekseihin. Toisaalta tarkastelu ei paljastanut, minkä kokoisia kerrostaloasuntoja sijoittajan pitäisi hankkia salkkuun tarkastelluista kaupungeista.

**Taulukko 2.** Asuntomarkkinat ja toimialakohtainen hajautus.

<b>TUOTTO:</b>	1,1 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %	3,5 %	4,0 %
<b>KESKIHAJONTA</b>	3,6 %	4,0 %	5,3 %	7,3 %	9,6 %	12,1 %	14,5 %
<b><u>TOIMIALA</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>
Helsinki, alue 1			2,5 %				
Helsinki, alue 2	1,5 %						
Tampere		9,2 %	13,4 %	11,1 %	7,0 %	2,8 %	
Turku	27,6 %	7,9 %					
Lappeenranta	26,8 %	6,4 %					
Kuopio	6,3 %	11,0 %	0,1 %				
Oulu	35,5 %	54,3 %	57,2 %	44,8 %	31,8 %	18,7 %	4,4 %
Metalliteollisuus	2,1 %						
Metsäteollisuus	0,2 %						
Monialayritykset		11,2 %	26,8 %	44,1 %	61,2 %	78,5 %	95,6 %
<b>YHTEENSÄ (%)</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

Tutkimuksessa käytetty neljännesvuosiaineistoa ajanjaksolla 1987/1 – 2000/2

### 3.3.3. Toimialat ja asuntotyypit optimaalisessa portfoliossa

Seuraavaksi tutkittiin osakeportfolion hajauttamista tarkemmin jaotellun asuntomarkkina-aineiston avulla. Tarkastelu suoritettiin sen suhteen, minkä kokoisia asuntoja ja mistä päin Suomea asunnot pitäisi hankkia optimaaliseen sijoitusportfolioon. Tulokset osoittivat, että osakemarkkinoilta optimaaliseen salkkuun valittiin metalliteollisuutta 2,3 % ja metsäteollisuutta 1,9 % salkun pienimmällä riskitasolla. Toimialoista vain monialateollisuuden osuus kasvoi tuottotavoitteen ja riskisietokyvyn kasvaessa. Useilla eri tuotto–riski -tasojen kombinaatioilla Oulun yksiöt, kaksiot ja suuremmat perheasunnot olivat selvästi painotettuina optimaalisessa sijoitusportfoliossa. Muista asuntosijoituskohteista voidaan todeta Lappeenrannan ja Kuopion asuntojen merkittävä osuus optimaalisessa salkussa.

Jos esimerkiksi suuri institutionaalinen sijoittaja olisi halunnut tarkastelulla ajanjaksolla 2,5 % neljännesvuosituoton, niin silloin sijoittajan olisi pitänyt hyväksyä tuoton 7,0 % keskihajonta. Taulukosta 3 nähdään, että tällöin sijoitussalkkuun olisi sisällynyt 43,6 % monialateollisuutta, 30,4 % yksiöitä Oulusta, 13,6 % Lappeenrannasta suuria perheasuntoja, 10,4 % Kuopiosta yksiöitä ja 2,0 % Tampereelta kaksioita. Jos sijoittaja olisi halunnut saman 2,5 %:n

neljännesvuosituoton sijoittamalla pelkästään osakemarkkinoille, niin tällöin olisi pitänyt hyväksyä tuoton 11,4 % keskihajonta. Tulokset osoittavat selvästi, että hajauttamalla asuntomarkkinoille sijoittaja pystyy huomattavasti pienentämään riskiä samalla tuottovaatimuksella.

Tulosten perusteella havaitaan, että asuntomarkkinoille pitäisi sijoittaa suurin osa koko sijoitusportfoliosta tavoiteltaessa vuosituottoja 4–10 % väliltä. Vaikka aineiston estimointiin liittyvät virheet voivat osaltaan selittää sen, etteivät salkunhoitajat käytännössä muodosta tällaisia portfolioita, niin suurempi selittäjä lienee se, etteivät optimoidut portfoliot ole salkunhoitajien preferenssien ja intuition mukaisia (ks. Fisher & Statman 1997: 41). Omaisuuslajijakauman määrittely ennen optimointia voi myös osaksi selittää kiinteistösijoitusten alipainotuksen suhteessa Markowitzin määrittelemään optimaaliseen portfolioon.

**Taulukko 3.** Asuntotyypit ja toimialakohtainen hajautus.

<b>TUOTTO:</b>	1,1 %	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %	3,5 %	4,0 %
<b>KESKIHAJONTA</b>	3,4 %	3,8 %	5,0 %	7,0 %	9,4 %	11,9 %	14,5 %
<b><u>TOIMIALA</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>	<b><u>OSUUS</u></b>
Tampere 2		2,3 %	3,7 %	2,0 %			
Turku 2	5,9 %						
Turku 3+	12,7 %	3,2 %					
Lappeenranta 1	18,0 %	7,6 %					
Lappeenranta 2	6,3 %						
Lappeenranta 3+	13,6 %	15,7 %	14,9 %	13,6 %	6,8 %		
Kuopio 1	6,4 %	12,7 %	12,9 %	10,4 %	3,6 %		
Oulu 1	10,6 %	20,6 %	26,5 %	30,4 %	29,0 %	22,3 %	4,6 %
Oulu 2	12,4 %	15,1 %	9,6 %				
Oulu 3+	9,9 %	11,0 %	5,6 %				
Metalliteollisuus	2,3 %						
Metsäteollisuus	1,9 %						
Monialayritykset		11,8 %	26,8 %	43,6 %	60,6 %	77,7 %	95,4 %
<b>YHTEENSÄ (%)</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

1: yksiöt 2: kaksiot 3+: kolmiot ja suuremmat kerrostaloasunnot

#### 4. YHTEENVETO

Tutkimuksessa selvitettiin mahdollisuutta parantaa osakeportfolioiden tuotto–riski -suhdetta hajauttamalla sijoituksia asuntomarkkinoille. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että osake- ja kiinteistö-sijoitustuottojen välinen korrelaatio on melko pieni tai jopa negatiivinen. Tällä perusteella voidaan päätellä, että kiinteistöt saattavat tarjota tehokkaan keinon vähentää osakeportfolioiden riskiä tuottovaatimusta pienentämättä. Tutkimuksen lähtökohtana oli portfolion pitkän aikavälin tuoton maksimointi suhteessa sen sisältämään riskiin, kun sijoittajalla on “osta ja pidä” -strategia. Yli suhdannejakson ulottuva pitkän aikavälin tarkastelu antaa luotettavampia tuloksia varsinkin silloin, kun halutaan järjestää sijoitussalkut paremmuusjärjestykseen (Bauman & Miller 1994).

Tutkimuksessa käytettiin osakemarkkinoiden osalta toimialakohtaisia indeksejä kuvaamaan eri sijoitusvaihtoehtoja osakemarkkinoilla. Toimialaindeksien käytöllä pyrittiin toisaalta pienentämään yksittäisen osakkeen aiheuttamaa satunnaisvaihtelua ja toisaalta haluttiin parantaa rinnastettavuutta asuntomarkkinoiden kanssa. Tarkastelu suoritettiin neljännesvuosiaineistolla, koska asuntomarkkinoilta ei ole saatavissa tiheämpifrekvenssistä aineistoa. Neljännesvuosiaineiston käytöllä voitiin myös pienentää osakemarkkinoiden suurta volatilitteettia suhteessa asuntomarkkinoihin. Asuntomarkkina-aineistona käytettiin Tilastokeskuksen keräämiä kerrostaloasuntojen hintatietoja eri paikkakunnilta ja lisäksi tarkemmin jaoteltua aineistoa eri kokoisten asuntojen osalta.

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella asuntosijoitukset olivat hyvä ja tehokas keino parantaa osakeportfolioiden tuotto–riski -suhdetta tutkitulla ajanjaksolla 1987/1–2000/2. Optimaalisessa portfolioissa oli alle 10 prosentin vuosituottovaatimuksella selvästi yli puolet sijoitettuna asuntoihin. Osakemarkkinoiden sijoitukset tapahtuivat miltei yksinomaan monialateollisuuteen: aikasarja sisälsi yrityksiä, joiden tietyt osat liittyivät teknologiasektorille. Tulosten mukaan hajautettuun salkkuun ei sisältynyt perinteisiä toimialoja kuten pankkisektoria, vakuutussektoria tai muuta teollisuutta. Metsä- ja metalliteollisuus olivat mukana tehokkaassa salkussa vain hyvin pienellä osuudella, kun haluttiin mahdollisimman riskitön portfolio. Tulosten perusteella sijoittajan kannattaisi hakea pörssistä suuria tuottoja uuden teknologian alueelta. Riskin kontrollointi ja pienentäminen voisi tapahtua asuntosijoitusten avulla. Tulosten perusteella

havaitaan, että salkun muodostamisprosessi vaikuttaa huomattavasti salkun sisältöön: jos ensin päätetään sijoittaa tietty osuus osake- ja asuntomarkkinoille, ja optimointi suoritetaan erikseen kullekin sijoituslajin suhteen, tulokset ovat täysin erilaisia verrattuna samanaikaiseen optimointiin, jossa huomioidaan sijoituskohteiden kaikki kovarianssit.

Asuntosijoitusten osalta voidaan todeta, että portfolioon olisi kannattanut hankkia asuntoja Oulusta kaikilla riskitasoilla: alhaisilla riskitasoilla kaiken kokoiset asunnot tulivat valituiksi sijoitussalkkuun; tuottovaatimuksen kasvaessa yksiöiden osuus korostui. Eri tuotto–riski -kombinaatioilla optimaalisessa salkussa esiintyi asuntoja merkittäväillä painoilla myös Turusta, Tampereelta, Lappeenrannasta ja Kuopiosta. Mielenkiintoista oli havaita, ettei pääkaupunkiseudulta juuri kannattanut hankkia asuntoja optimaaliseen sijoitusportfolioon: Helsingin asunnot tulivat valituiksi vain hyvin pienellä osuudella alueittain aggregoitujen aikasarjojen tarkastelussa. Tulokset osoittavat, ettei pääkaupunkiseudun suuretkaan asuntojen hintojen nousut riitä kompensoimaan niihin sisältyvää suurta volatiliteettia ja systemaattista riskiä.

Vaikka tutkimuksessa on yritetty tehdä osake- ja asuntosijoitukset vertailukelpoiseksi, niin tuloksia voidaan tarkastella kriittisesti. Tulokset eivät kerro, kuinka paljon muihin sijoitushyödykkeisiin kuin asuntoihin ja osakkeisiin pitäisi sijoittaa. Esimerkiksi korkosijoitukset voivat syrjäyttää asuntosijoitusten osuutta huomattavastikin (ks. Ziobrowski, Cheng & Ziobrowski 1997). Tutkimuksessa ei tarkasteltu tuottosarjoja, koska niitä ei ollut saatavilla ja toisaalta asuntomarkkinoiden osalta tuottoarvioinnit saattavat tasoittaa kiinteistösijoitusten riskisyyden epärealistisen alhaiseksi. Jos kuitenkin haluttaisiin tarkastella kaikkia sijoitushyödykkeitä, tulisi tutkimuksessa käyttää tuottosarjoja. Tässä tutkimuksessa oletettiin, että osingot ja vuokratuotot näkyvät kapitalisoituneina hintasarjoissa. Menettelyä pyrittiin perustelemaan sillä, että tutkimuksen tavoitteena oli nimenomaan selvittää mahdollisuuksia hyödyttää asunto- ja osakemarkkinoiden alhaista korreloituneisuutta sijoitussalkun tuotto–riski -suhteen optimoinnin kannalta.

Tuloksia hyödynnettäessä on lisäksi muistettava, että tulokset perustuvat menneisiin tapahtumiin ja sijoittajat ovat kiinnostuneita tulevaisuudessa saatavista tuotoista ja riskeistä. Tällöin pitää kysyä, missä määrin tulevaisuus muistuttaa menneisyyttä. Esimerkiksi pankkisektori on tarkastelujaksolla käynyt läpi niin syvän kriisin, ettei sellaisen toistuminen lähiaikoina ole kovin todennäköistä. Vastaavasti teknologiayritysten osakkeiden korkeat hintatasot tutkimuksen

tarkastelujakson lopulla olivat poikkeuksellisia. Vaikka menneisyyden erikoispiirteet tiedostettaisiin, niin ongelmana on edelleen tulosten intuitiivinen hyväksyttävyys: jos tulokset ovat ennakkokäsitysten vastaisia ja aikaisemmin muodostettu salkku poikkeaa selvästi optimoinnin antamista tuloksista, tulokset on usein helpompi jättää huomiotta kuin muuttaa tapaa rakentaa salkut kerroksittain päättämällä aluksi omaisuuslajijakaumat.

Tässäkin tutkimuksessa pelkästään osakkeista muodostettu salkku, joka on hajautettu usealle toimialalle, lienee helpommin markkinoitavissa yrityksen johdolle ja suurelle yleisölle kuin optimoinnin perusteella saatu saman tuoton antava ja pienemmän riskin sisältävä salkku. Todellisuudessa hyvin harvat portfoliot ovat tai edes pyrkivät olemaan Markowitz-tehokkaita (Frankfurter & Phillips 1995: 127). Nykyisin säästämistä eri sijoitusrahastoihin usein markkinoidaan suurien sijoitussalkkujen kyvyllä hajauttaa riskiä monen yrityksen ja toimialan kesken. Sijoitusrahastojen ja institutionaalisten sijoittajien pitäisi kuitenkin pystyä ratkaisemaan potentiaalinen ristiriita ja paradoksi: miten markkinoida intuitiivisesti ymmärrettävästi osakesalkkujen kykyä hajauttaa riskiä ja miten todellisuudessa tehokkaasti pienentää portfolion riskiä. Tämän tutkimuksen valossa nämä tavoitteet voivat olla helposti ristiriidassa.

## LÄHTEET

- Bauman, W.S. & R.E. Miller (1994). Can managed portfolio performance predicted. *Journal of Portfolio Management* 20:4, 31–40.
- Brueggeman, W.B., A.H. Chen & T.G. Thibodeau (1984). Real estate investment funds: performance and portfolio considerations. *AREUEA Journal* 12:3, 333–354.
- Crone, T.M. & R.P. Voith (1999). Risk and return within the single-family housing market. *Real Estate Economics* 27:1, 63–78.
- Elton, J.E. & M.J. Gruber (1995). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 5. painos. New York jne.: John Wiley & Sons.
- Firstenberg, P.M., S.A. Ross & R.C. Zisler (1988). Real estate: the whole story. *Journal of Portfolio Management* (Spring), 22–34.
- Fisher, R.M. & M. Statman (1997). The mean–variance-optimization puzzle: security portfolios and food portfolios. *Financial Analysts Journal* (July/August), 41–50.
- Fogler, H.R. (1984). 20% in real estate: can theory justify it. *Journal of Portfolio Management* (Winter), 6–13.
- Frankfurter, G.M. & H.E. Phillips (1995). *Forty Years of Normative Portfolio Theory: Issues, Controversies, and Misconceptions*. Greenwich jne.: JAI Press Inc.
- Froland, C., R. Gorlow & R. Samson (1986). The market risk of real estate. *Journal of Portfolio Management* (Spring), 12–19.
- Geltner, D.M. (1991). Smoothing in appraisal-based returns. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 4, 327–345.
- Geltner, D.M. (1993). Estimating market values from appraised values without assuming an efficient market. *Journal of Real Estate Research* 8:3, 325–345.
- Giliberto, S.M. (1993). Measuring real estate returns: the hedged REIT index. *Journal of Portfolio Management* 19:3, 94–99.
- Goetzmann, W.N. & S.M. Wachter (1995). Clustering methods for real estate portfolios. *Real Estate Economics* 23:3, 271–310.
- Järvinen, J. (2000). *Essays on Industry Portfolios and Macroeconomic News*. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy.
- Ibbotson, R.G. & L.B. Siegel (1984). Real estate returns: a comparison with other investments. *AREUEA Journal* 12:3, 219–242.

- Irvin, S.H. & D. Landa (1987). Real estate, futures, and gold as portfolio assets. *Journal of Portfolio Management* (Fall), 29–34.
- Kallberg, J.G., Liu, C.H. & D.W. Greig (1996). The role of real estate in the portfolio allocation process. *Real Estate Economics* 24:3, 359–378.
- Lai, T.-Y., & K. Wang (1998). Appraisal smoothing: the other side of the story. *Real Estate Economics* 26:3, 511–536.
- Liang, Y., F.C.N. Myer & J.R. Webb (1996). The bootstrap efficient frontier for mixed-asset portfolios. *Real Estate Economics* 24:2, 247–256.
- Markowitz, H.M. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance* 7, 77–91.
- Markowitz, H.M. (1959). *Portfolio Selection*. New Haven: Yale University Press.
- Markowitz, H.M. (1991 a). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. 2. painos. Cornwall: T J press Ltd.
- Michaud, R.O. (1989). The Markowitz optimization enigma: is ‘optimized’ optimal. *Financial Analysts Journal* (January/February), 31–42.
- Miles, M. & McCue, T. (1984). Commercial real estate returns. *AREUEA Journal* 12, 355–377.
- Okunev, J. & P.J. Wilson (1997). Using nonlinear tests to examine integration between real estate and stock markets. *Real Estate Economics* 25:3, 487–504.
- Quan, D.C. & S. Titman (1997). Commercial real estate prices and stock returns: an international analysis. *Financial Analysts Journal* (May/June), 21–34.
- Sirmans, G.S. & C.F. Sirmans (1987). The historical perspective of real estate returns. *Journal of Portfolio Management* 13:3, 22–31.
- Takala, K & P. Pere (1991). Testing the cointegration of house and stock prices in Finland. *Finnish Economic Papers* 4:1, 33–51.
- Webb, J.R., J.H. Rubens (1987). How much in real estate? A surprising answer. *Journal of Portfolio Management* 13:3, 10–14.
- Webb, J.R., J.H. Rubens (1988). The effect of alternative return measures on restricted mixed-asset portfolios. *AREUEA Journal* 16:2, 123–137.
- Webb J.R., R.J. Curcio & J.H. Rubens (1988). Diversification gains for including real estate in mixed-asset portfolios. *Decision Sciences* 19: 434–452.
- Worzala, E & K. Vandell (1993). International direct real estate investments as alternative portfolio asset for institutional investors: an evaluation. *Tutkimuspapereita: esitetty AREUEA meetings, Anaheim*.



Zerbst, R.H. & B.R. Cambon (1984). Real estate: historical returns and risks. *Journal of Portfolio Management* (Spring), 5–29.

Ziobrowski, A.J., P. Cheng & B.J. Ziobrowski (1997). Using a bootstrap to measure optimum mixed-asset portfolio composition: a comment. *Real Estate Economics* 25:4, 695–706.

**LIITTEET****LIITE 1a. Toimialaindeksit (tuotto ja riski)**

	<b><u>Toimiala</u></b>	<b><u>Tuotto</u></b>	<b><u>Riski*</u></b>
1	Pankit ja rahoitus	0,32	16,78
2	Vakuutus	2,43	15,51
3	Muu teollisuus	0,17	12,12
4	Metalliteollisuus	1,90	11,59
5	Metsäteollisuus	2,26	12,70
6	Monialayritykset	4,13	15,36
(7	Muut palvelut	4,76	16,21)

---

\*Riski = tuoton keskihajonta (Muut palvelut jätetty tutkimuksessa pois)

**LIITE 1b. Kerrostaloasunnot paikkakunnittain (tuotto ja riski)**

	<b><u>Kaupungit ja alueet</u></b>	<b><u>Tuotto</u></b>	<b><u>Riski*</u></b>
1	Helsinki, alue 1	1,45	5,92
2	Helsinki, alue 2	1,18	5,31
3	Helsinki, alue 3	1,05	5,39
4	Helsinki, alue 4	0,95	5,36
5	Espoo + Kauniainen	1,22	5,32
6	Vantaa	0,88	5,55
7	Tampere	1,36	4,82
8	Turku	1,04	4,61
9	Lappeenranta	0,94	4,38
10	Kuopio	1,22	5,04
11	Oulu	1,18	4,18

---

\*Riski = tuoton keskihajonta

**LIITE 1c. Asuntotyypit (tuotto ja riski)**

	<b><u>Kaupungit ja alueet</u></b>	<b><u>Asuntotyyppi</u></b>	<b><u>Tuotto</u></b>	<b><u>Riski*</u></b>
1	Helsinki, alue 1	yksiö	1,45	6,52
2		kaksio	1,36	6,50
3		kolmio+	1,50	7,73
4	Helsinki, alue 2	yksiö	1,07	6,15
5		kaksio	1,18	5,91
6		kolmio+	1,19	6,87
7	Helsinki, alue 3	yksiö	1,03	5,88
8		kaksio	1,10	5,77
9		kolmio+	1,12	5,85
10	Helsinki, alue 4	yksiö	0,84	6,06
11		kaksio	0,89	6,71
12		kolmio+	0,93	6,26
13	Espoo + Kauniainen	yksiö	0,98	6,92
14		kaksio	1,24	6,15
15		kolmio+	1,15	6,09
16	Vantaa	yksiö	0,89	6,75
17		kaksio	0,94	5,74
18		kolmio+	0,83	6,06
19	Tampere	yksiö	1,32	6,01
20		kaksio	1,43	5,97
21		kolmio+	1,27	5,55
22	Turku	yksiö	1,03	6,41
23		kaksio	0,98	5,46
24		kolmio+	0,91	5,07
25	Lappeenranta	yksiö	0,79	5,88
26		kaksio	0,89	6,42
27		kolmio+	1,00	7,30
28	Kuopio	yksiö	1,29	6,77
29		kaksio	1,14	4,82
30		kolmio+	1,14	6,82
31	Oulu	yksiö	1,31	5,59
31		kaksio	1,11	4,57
32		kolmio+	1,24	5,99

---

\*Riski = tuoton keskihajonta

**LIITE 2a. Riskikorjattu tuottoindeksi (toimialat ja eri kokoiset asunnot)**

	<b><u>Kaupungit ja alueet</u></b>	<b><u>Sijoituskohde</u></b>	<b><u>Indeksi*</u></b>
1	Monialayritykset	osakemarkkinat	26,9
2	Oulu	kaksio	24,3
3	Tampere	kaksio	23,9
4	Kuopio	kaksio	23,6
5	Oulu	yksiö	23,5
6	Tampere	kolmio+	22,9
7	Tampere	yksiö	22,0
8	Helsinki, alue 1	yksiö	21,3
9	Helsinki, alue 1	kaksio	21,0
10	Oulu	kolmio+	20,7
11	Espoo + Kauniainen	kaksio	20,2
12	Helsinki, alue 2	kaksio	19,9
13	Helsinki, alue 1	kolmio+	19,4
14	Helsinki, alue 3	kolmio+	19,1
15	Kuopio	yksiö	19,1
16	Helsinki, alue 3	kaksio	19,0
17	Espoo + Kauniainen	kolmio+	18,9
18	Turku	kaksio	18,0
19	Turku	kolmio+	17,9
20	Metsäteollisuus	osakemarkkinat	17,8
21	Helsinki, alue 3	yksiö	17,5
22	Helsinki, alue 2	yksiö	17,4
23	Helsinki, alue 2	kolmio+	17,4
24	Kuopio	kolmio+	16,7
25	Vantaa	kaksio	16,4
26	Metalliteollisuus	osakemarkkinat	16,4
27	Turku	yksiö	16,0
28	Vakuutus	osakemarkkinat	15,7
29	Helsinki, alue 4	kolmio+	14,8
30	Espoo + Kauniainen	yksiö	14,1
31	Helsinki, alue 4	yksiö	13,9
32	Lappeenranta	kaksio	13,8
33	Lappeenranta	kolmio+	13,8
34	Vantaa	kolmio+	13,8
35	Lappeenranta	yksiö	13,4
36	Helsinki, alue 4	kaksio	13,2
37	Vantaa	yksiö	13,2
38	Pankit ja rahoitus	osakemarkkinat	1,9
39	Muu teollisuus	osakemarkkinat	1,4

---

\*Indeksi = (tuotto/ tuoton keskihajonta)\*100

**LIITE 2b. Riskikorjattu tuottoindeksi (toimialat ja asunnot alueellisesti hajautettuna)**

	<u>Sijointus</u>	<u>Indeksi*</u>
1	Oulu	28,3
2	Tampere	28,1
3	Monialayritykset	26,9
4	Helsinki, alue 1	24,5
5	Kuopio	24,1
6	Espoo + Kauniainen	22,9
7	Turku	22,6
8	Helsinki, alue 2	22,2
9	Lappeenranta	21,5
10	Helsinki, alue 3	19,6
11	Metsäteollisuus	17,8
12	Helsinki, alue 4	17,7
13	Metalliteollisuus	16,4
14	Vantaa	15,8
15	Vakuutus	15,7
16	Pankit ja rahoitus	1,9
17	Muu teollisuus	1,4

---

\*Indeksi = (tuotto/ tuoton keskihajonta)\*100

**LIITE 3. Korrelaatiomatriisi**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b> HEX	1,000			
<b>2</b> Asunnot (ind.)	0,369	1,000		
<b>3</b> Asunnot (keskihinta)	0,387	0,993	1,000	
<b>4</b> Inflaatio	-0,078	0,079	0,034	1,000

---

(ind): Tilastokeskuksen laskema kerrostaloasuntojen hintaindeksi

(keskihinta): Tilastokeskuksen keräämät kerrostaloasuntojen keskihinnat

HEX: osakemarkkinoiden kehitystä kuvaava HEX-indeksi