

Mat-2.177 Operaatiotutkimuksen  
projektityöseminaari 2007

Projektisuunnitelma 1.3.2007

**Korrelaatioiden ja varianssin estimointi  
kiinteistöportfolion tuotolle**

---

**Kohdeorganisaatio:**

Tapiola

**Yhteyshenkilöt:**

Ville Koskinen

Samu Antila

**Ryhmä:**

Lauri Haapamäki

Tapani Hyvämäki

Otso Manninen

Heikki Peura

Mirko Ruokokoski

## Contents

Johdanto.....	3
Mallit .....	4
Kiinteistömarkkinoiden mallintamien .....	4
Mallintamiseen käytettävä data .....	4
Mahdollisia riskejä .....	5
Resurssit .....	6
Aikataulu .....	6

## Johdanto

Sijoituslajien tuottojen hajonnoilla, keskiarvoilla ja korrelaatioilla on sijoitussalkun hoidossa erittäin keskeinen asema. Sijoituspäätökset ovat perinteisesti perustuneet sijoituskohteen tuoton odotusarvoon ja riskiin. Näitä arvoja voidaan arvioida havaituista historiallisista tuottoaikasarjoista. Näiden lisäksi sijoitussalkun hoidossa on tärkeää huomioida eri sijoituskohteiden väliset korrelaatiot.

Tilastotietoja on osake- ja joukkovelkakirjamarkkinoilla erittäin runsaasti. Tilanne on kuitenkin oleellisesti erilainen kiinteistömarkkinoiden kohdalla. Näistä ei ole saatavissa päivittäistä noteerausta (liikekiinteistöjen arvoa kuvaavia indeksejä on saatavilla yleensä vain vuosittain), eikä niillä ole selvää markkina-arvoa.

Tapiola on asiakkaiden omistama yhtiöryhmä. Tapiola-ryhmä tarjoaa vakuutus-, pankki-, säästö- ja sijoittajapalveluja. Tapiola on asettanut tehtäväksi etsiä menetelmiä, joiden avulla voidaan tuottaa parempia estimaatteja eri sijoituskohteiden välisen tuoton kovarianssimatriisille silloin kun osa tarkasteltaviista sijoituskohteista noteerataan vain korkeintaan muutamia kertoja vuodessa. Tässä työssä harvoin noteerattavat sijoituskohteet ovat kiinteistöjä.

Tehtävä voidaan jakaa neljään osaan

- Kirjallisuustutkimus: etsitään erilaisia aikasemmin tutkittuja menetelmiä ongelman ratkaisemiseksi
- Valitaan kirjallisuustutkimuksen perusteella muutama malli, joihin keskitytään.
- Mallien validointi: suoritetaan tilastollisia testejä saaduille tuloksille
- Optimoinnit estimoiduilla kovarianssimatriiseilla.

## Mallit

Kirjallisuudesta on käsitelty seuraavia malleja tämän tyyppisten ongelmien ratkaisemiseen. Näitä malleja ovat esimerkiksi:

- SARIMAX, ARCH, GARCH, VAR, MVAR
- ECM (error correction model)
- neuroverkot
- CAPM (capital asset pricing model)

Näistä tarkastelemme SARIMAX, ARCH ja neuroverkko malleja.

## Kiinteistömarkkinoiden mallintamien

Tavoitteenamme on malintaa kiinteistöjen arvoa ja tuottoa käyttämällä selittäjinä muutamia yleisiä taloudellisia indeksejä. Tällaisia ovat mm. osakkeiden keskimääräinen tuotto, joukkovelkakirjojen keskimääräinen tuotto, bruttokansantuote, yleinen korkokanta ja energian hinta. Näitä selittäjiä pyritään tarkentamaan ja ottamaan mukaan uusia selittäjiä mikäli mallia validoidessa tähän ilmenee aiheita. Lähestymistapa on ottaa ensin mahdollisimman paljon muuttujia mukaan ja sen jälkeen pudottaa tilastollisesti merkityksettömiä selittäjiä pois mallista.

## Mallintamiseen käytettävä data

Työn tarkoituksena on mallintaa kotimaisia kiinteistömarkkinoita. Kotimaisilta kiinteistömarkkinoilta saatava historia on kuitenkin melko puutteellista, sillä kotimaiset kiinteistömarkkinat ovat olleet hyvin rajoittuneita 1990 luvulle saakka. Tästä syystä kokeilemmekin mallin sovittamista aluksi Pohjois-Amerikan kiinteistömarkkinoilta saatavaan dataa. Tämä myös siitä syystä, että täältä on saatavissa muuta oleellista dataa hyvin helposti. Pääasiallisena tietolähteenämme toimivat EPRA (European Public Real Estate Association, [www.epra.com](http://www.epra.com)) sekä Tapiola-ryhmän käytettävissä olevat kaupalliset tietokannat tarpeemme mukaan.

## Mahdollisia riskejä

Korrelaatio mittaa muuttujien linearista riippuvuutta. Yleensä taloudellisissa riippuvuussuhteissa on myös mukana epälineaarisia komponentteja. Työn suurimpana riskinä voi olla, että asuntoportfolion tuotolle ja varianssille ei saada mitään järkevää matemaattista lineaarista mallia, vaan joudutaan tyytymään malliin, jonka selitysaste on alhainen tai lähes olematon. Tämän takia tarkasteltavaksi on otettu neuroverkko. Sillä voidaan approksimoida mielivaltaisen tarkasti mitä tahansa epälineaarista funktiota. Neuroverkkojen haittapuolena on se, että neuronien painokertoimilla ei ole taloudellista tulkintaa. Kirjallisuuskatsaus on jo tässä vaiheessa antanut viitteitä, ettei mitään selkeää mallia ole olemassa, eikä asiaa ole aikaisemmin lähestytty aivan samalta kannalta. Toinen malliin liittyvä riski on, että pätevä malli Pohjois-Amerikan markkinoilta ei sovellu sellaisenaan Suomen oloihin. Tästäkin olemme saaneet alustavan kirjallisuusselvityksen perusteella viitteitä - erot eri asuntomarkkinoiden välillä voivat olla hyvin suuria jopa eri Euroopan maiden kesken.

Lisäksi ongelmaksi voi nousta, ettei sopivaa indeksidataa löydy, tai ainakaan halutulla tarkkuudella. Tämä nousee todennäköisemmin ongelmaksi, kun Pohjois-Amerikan mallia yritetään siirtää Suomen oloihin. Ongelmaa voidaan pyrkiä rajaamaan tarkastelemalla huolella alunperinkin mukaan otettavia parametreja, mutta tällöin on vaarana, ettei minkäänlaista mallia saada aikaiseksi. Taustadatan liittyvät ongelmat, varsinkin kun pitää tarkastella tulevaa, jolloin merkittäväksi seikaksi nousee parametrien ennustaminen ja niiden virheet. Tähän liittyy osana indeksien määritelmien muuttuminen - monet indeksit voidaan eri vuosina laskea hieman eri tavalla, jonka takia eri vuosien luvut eivät enää ole yhteismitallisia.

Valmiin mallin ongelmaksi saattaa muodosta liian suuri kompleksisuus. Jos malli osoittautuu liian kompleksiksi, eikä sen antamista tuloksista pysty sanomaan riittäviä riippuvuussuhteita tms. niin saattaa olla, että se ei ole kummempikin minään muuna kuin akateemisenä kuriositeettina.

## Resurssit

Työt pyritään jakamaan ryhmän jäsenten kesken heidän osaamisalueidensa mukaan. Tämä on järkevää, sillä ryhmässämme tuntuu olevan opinnoissaan hyvin erilaisiin asioihin perehtyneitä ihmisiä. Töitä pyritään tekemään pienemmissä osaryhmissä mieluummin kuin koko porukalla. Järkevän kokoisia ryhmiä voisi olla noin kahden hengen kokoiset ryhmät. Tällöin ryhmän toiminta ei ole riippuvaista siitä pääsevätkö kaikki viisi jäsentä paikalle yhteisiin palavereihin. Näin ollen ajankäyttö tehostuu ja tuloksia saadaan nopeammin. Projektipäällikkö pitää pääasiassa huolen työmäärän tasaisesta jakautumisesta jäsenten kesken.

## Aikataulu

Työt tehdään kurssihenkilökunnan asettamassa aikataulussa.

**2.3.** Projektisuunnitelma valmiina

**28.3.** Väliraportti valmiina

**23.4.** Loppuraportti valmiina

Tämän karkean aikataulun lisäksi asetamme itsellemme tiettyjä väliaikoja jolloin toivomme olevamme tietyn projektin vaiheen ylittäneitä (vrt. Johdanto). Tämän lisäksi aikataulussa pysyminen on myös kiinni projektin asettajastamme, jonka kanssa pyrimme pitämään palaverin kerran kahdessa viikossa.