



Teknillinen korkeakoulu

Mat-2.177 Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari

Kevät 2006

Eläkelaitoksen Optimoituaallin Rakentaminen

Väliuportti

31.3.2006

Michael Gylling	60309D
Matti Kontinen	61128F
Jarno Nousiainen	58524E
Johanna Pynnä	63906L
Timo Salminen	58100V

Sisällysluettelo:

Muutoksia ja rajoituksia	1
Toimenpiteet ja tulokset	1
Optimointimalli.....	1
Simulointimalli	2
Kohdattuja ongelmia	2
Jatkosuunnitelma	3
Riskit	3

Muutoksia ja rajauksia

Eläkesäätiön tulos koostuu viidestä eri asiasta: Työntekijöiden maksamista kannatusmaksuista, säätiön maksamista eläkkeistä, eläkelupauksista työntekijöille, säätiön kuluista sekä sijoitustoiminnan tuotoista. Todellisuudessa kaikki nämä tekijät muuttuvat jonkin verran vuosittain, mutta olemme tehneet yhdessä kohdeyrityksen kanssa sellaisen yksinkertaistuksen, että pidämme kaikkia muita tekijöitä vakiona paitsi sijoitustoiminnan tuottoja. Tällöin mallissa halutaan ainoastaan maksimoida tuottoja kymmenen vuoden päähän sillä oletuksella, että kaikki muu eläkesäätiön toiminnassa pysyy vakiona. Todellisuudessa eläkesäätiöt haluavat esimerkiksi vähentää työntekijöidensä kannatusmaksuja sijoitustoiminnan tuottojen kustannuksella.

Tällä hetkellä on vielä hieman auki, jos lopullisessa mallissa työntekijöiden eläkelupaukset tulevat myös muuttumaan vuosittain. Työmme yksi tarkoitus on myös selvittää kuinka paljon näiden muuttuminen tulevaisuudessa vaikuttaa käytettävään sijoitusstrategiaan. Loppuraporttia varten tulemme lisäksi tekemään herkkyyksianalyysiä. Tätä ei ollut mainittu projektisuunnitelmassa, mutta on oleellinen osa työtämme.

Toimenpiteet ja tulokset

Tutkimus on aloitettu projektisuunnitelman mukaisesti tutustumalla aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen. Aikaisempien, projektiamme vastaavien tutkimusten lähestymistavoista ja tuloksista on ruvettu kirjoittamaan yhteenvetoa lopullista raporttia varten. Eläkelaitoksiin liittyviin säädöksiin sekä eläkelaitoksien kohtaamaan problematiikkaan on tutustuttu kattavasti ja tätäkin on alettu hahmotella loppuraporttia varten.

Hankittujen tietojen pohjalta olemme alkaneet rakentaa mallia, joka kuvaa systeemin dynamiikka ja jonka avulla voi simuloida sijoitustoiminnan kehittymistä. Olemme yhdessä kohdeyrityksen edustajien kanssa keskustelleet tämänhetkisen mallimme toimivuudesta ja he ovat antaneet parannusehdotuksia ja palautetta tähän asti tekemästämme työstä.

Optimointimalli

Keskeisimmät kysymykset projektisuunnitelmassa koskien mallin rakennetta: Stokastinen vai deterministinen, staattinen vai dynaaminen, diskreetointiväli ja aikajänne sekä kohdefunktio.

Tämänhetkisessä mallissamme maksimoidaan kohdefunktiota, jossa Sharpen indeksistä vähennetään sakkofunktio. Päädyimme käyttämään Sharpen indeksiä, koska se mittaa kuinka hyvin tuotto kasvaa

riskin kasvaessa. Toinen vaihtoehto olisi ollut perinteisempi volatiliteetin minimointi tietyllä tuotto-odotuksella, mutta Sharpen indeksillä saimme sekä tuoton että volatiliteetin samaan funktioon. Tällöin tuotto-odotusta ei tarvitse kiinnittää, vaan se tulee mukaan ainoastaan rajoitusehtona säätiön minimituottotavoitteen muodossa. Sharpen indeksistä vähennetään lisäksi sakkofunktio, joka pienentää kohdefunktion arvoa silloin, kun eläkesäätiöiden sijoitustoimintaa rajoittavat säädökset täytyy ottaa huomioon.

Optimointimallimme on stokastinen, koska eri sijoituskohteilla on seuraavalle kymmenelle vuodelle tietyt vuotuiset tuoton odotusarvot sekä volatiliteetit. Mallimme optimoi kohdefunktiota aina vuoden eteenpäin tietyistä lähtötilanteesta. Tämä tehdään kymmenen kertaa peräkkäin, jolloin saadaan selville mihin kyseinen sijoitusstrategia johtaa kymmenen vuoden tähtäimellä. Diskretointiväli on siis yksi vuosi, aikajänteen ollessa kymmenen vuotta. Tällä hetkellä optimointimallimme on vielä staattinen, mikä tarkoittaa sitä, että salkun eri sijoituskohteiden painot valitaan ensimmäisenä vuonna optimaalisen sijoitusstrategian mukaisesti, eikä näitä painoja muuteta simuloinnin edetessä. Tarkoituksemme on kehittää malli dynaamiseksi, joka ottaa vuosittain huomioon senhetkisen tilanteen ja tämän perusteella tekee sijoitusten allokointipäätöksen.

Simulointimalli

Koska sijoituskohteita on monta ja tarkasteltava aikajänne on pitkä, mahdollisten lopputulemien määrä kasvaa niin suureksi, että joudutaan turvautumaan simulointiin. Eri sijoituskohteiden kehittymistä on simuloitu kymmenen vuotta eteenpäin vuoden ajanjaksoissa. Yhden vuoden aikaväli on luonteva, koska Evli-pankin ennusteet mm. eläkevastuun kehittymisestä on tehty juuri vuoden välein. Toisaalta sijoituskohteiden odotetut tuotot ja keskihajonnat ovat myös yhden vuoden ennusteita, mikä tekee simuloinnin käytännön toteutuksesta helpompaa. Simulointimalli tuottaa siis joka vuodelle toisista vuosista riippumattomat tuotot jokaiselle sijoituskohteelle ottaen huomioon sijoituskohteiden väliset korrelaatiot. Korrelaatiot otetaan huomioon kovarianssimatriisin Choleskyn hajotelman avulla. Tekniseen toteutukseen ei mennä tarkemmin tämän raportin puitteissa.

Kohdattuja ongelmia

Suurimmat ongelmat projektissa ovat tällä hetkellä liittyneet matriisiin, josta tulee lähtötietoja rakennettuun malliin. Simulointimallia rakennettaessa havaittiin, että oletuksena käytetty kovarianssimatriisi ei ollut positiivisesti definiitti. Positiividefiniittisyys on olennainen vaatimus kovarianssimatriisille, sillä se takaa, ettei portfolion varianssi saa missään tilanteessa negatiivista arvoa. Myös simuloinnissa käytetty Choleskyn hajotelma vaatii matriisin positiividefiniittisyyttä.

Ongelma johtui siitä, ettei kiinteistöjen tuotoille ole olemassa järkevää aikasarjadataa, ja tunnusluvut kiinteistöille oli jouduttu muulla tavalla estimoimaan. Koska työssä ei ole tarkoitus estimoida käytettäviä tunnuslukuja, korjattiin ongelma muuttamalla kiinteistöjen korrelaatioita muiden ryhmien kanssa siten, että kovarianssimatriisista tuli positiivisesti definiitti.

Jatkosuunnitelma

Alkuperäinen suunnitelma on hieman tarkentunut projektin edetessä, mutta pääpiirteittäin se on pysynyt samanlaisena. Loppuraportin kirjoittamisen aloittamista on hieman aikaistettu. Alkuperäisessä suunnitelmassa oli jaoteltu erilaisten optimointimallien rakentaminen, simulointi, valitseminen ja testaus eri välitavoitteiksi, mutta olemme päätyneet yhdistelemään näitä vaiheita toisiinsa. Erilaisten mallien tarkoituksenmukaisuuden selvittäminen vaatii niiden simuloimista. Olemme käytännössä päätyneet käyttämään yhtä mallia jota jatkuvasti parannellaan, sen sijaan että vertailisimme useampaa täysin erilaista mallia.

Riskit

Projektiin liittyvät riskit ovat projektin edetessä jonkin verran pienentyneet. Tällä hetkellä emme näe mitään estettä sille että projekti tulisi onnistumaan. Joitakin riskitekijöitä toki on yhä olemassa, mutta koska ne ovat tunnistettu, ja koska ehkäiseviin toimenpiteisiin on ryhdytty, emme usko näiden riskien toteutuvan. Erityisesti projektin laajuus on hallittavissa, sillä projekti on rajattu hyvin selkeästi yhteistyössä kohdeyrityksen kanssa. Sen sijaan aikataulussa pysyminen on haastavaa, koska ryhmän jäsenillä on melko kiireinen kevät. Tällä hetkellä projekti on juuri aikataulussa, ei edellä mutta ei myöskään jäljessä.

Riski	Vaikutus	Nykyinen tod.näk	Alkuper. tod.näk	Ehkäisevät toimet/tietoja
Mallia ei kyetä luomaan	Suuri	< 1 %	5 %	Mallin kehittäminen asetettu etusijalle. Mallin testaaminen simuloimalla.
Tulokset eivät vastaa tavoitteita	Suuri	5 %	5 %	Tavoitteet ovat tarkkaan määriteltyjä ja yhteistyötä on tehty tiivisti kohdeyrityksen kanssa. Näin tullaan toimimaan myös jatkossa.
Aikataulussa ei kyetä pysymään	Kohtalainen	10 %	10 %	Projektin etenemisen tarkka seuraaminen sekä lisätapaamisten sopiminen ryhmän kesken.
Kommunikointi ryhmän sisällä tai kohdeyrityksen kanssa	Kohtalainen	20 %	20 %	Sujunut toistaiseksi melko hyvin. Koska ryhmän jäsenet ovat yhteydessä toisiinsa pääsääntöisesti vain projektin tiimoilta tulee tähän asiaan kiinnittää huomiota.
Laajuuden karkaaminen käsistä	Kohtalainen	5 %	30 %	Projekti on saatu rajattua selvästi alkuperäistä oletusta paremmin.