Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Impact of Risk Measures on Asset Allocation and Portfolio performance (aihe-esittely)

Suvi Keränen

14.9.2026

Ohjaaja: *Ahti Salo*
Valvoja: *Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Tausta

- Sijoittamisen ensisijainen riski on sijoitetun pääoman menettäminen, koska tuotto ei ole taattu
- Riskin arvioimiseen on olemassa tilastollisia riskimittoja, jotka ennustavat historiallisen datan perusteella arvopaperin tai portfolion mahdollista tappiota, ja ovat keskeisen osan modernia portfolioteoriaa (MPT)
- Markowitzin mean-variance -malli (1952) on perusta MPT:lle, missä riskimittana toimii tuottojen keskihajonta σ
- Minimoidaan yksittäisten sijoitusvarojen keskihajonta σ niiden suhteellisilla osuuksilla painotettuna siten, että portfolion odotettu tuotto E(r_p) on vähintään valittu tuottovaatimus μ_0:

$$\min \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\sigma_{ij}\,w_i w_j \qquad \sigma_{ij} = \mathrm{Cov}(r_i, r_j)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{N} w_i \mu_i \geq \mu_0 \qquad \mu_i = E[ri]$$

$$\sum_{i=1}^{N} w_i = 1$$

$$w_i \geq 0 \qquad i = 1, 2, \ldots N$$

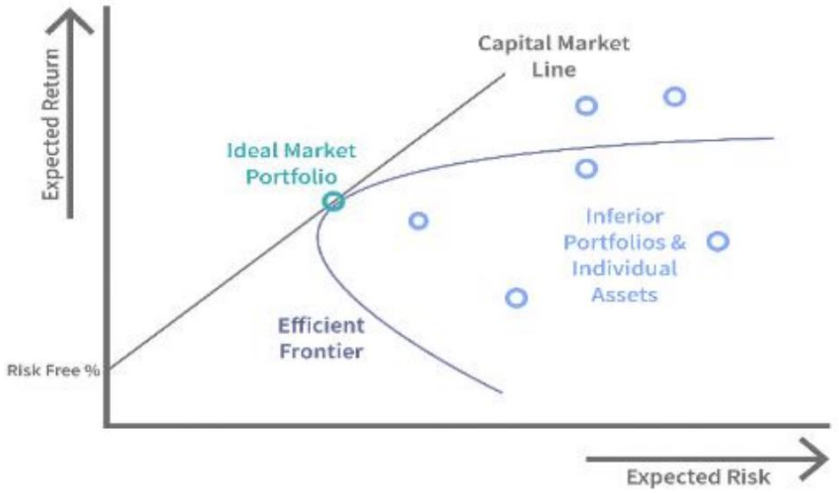
missä w_i, w_j ovat sijoitusvarojen i and j painot portfoliossa, μ_i on odotettu tuotto (historiallinen data), σ_{ij} on sijoitusvarojen tuottojen kovarianssi (historiallinen data) and N on sijoitusvarojen lukumäärä

- Tuloksena optimiportfoliopainot w* = (w_1^*, w_2^*,…, w_N^*) annetulle tuottovaatimukselle μ_0:lle
- Toistamalla optimointi eri μ_0 arvoilla saadaan tehokas rintama , jossa tuoton ja riskin yhdistelmä on optimaalinen

Tausta

Odotettu tuotto vs riski:

- tehokas rintama



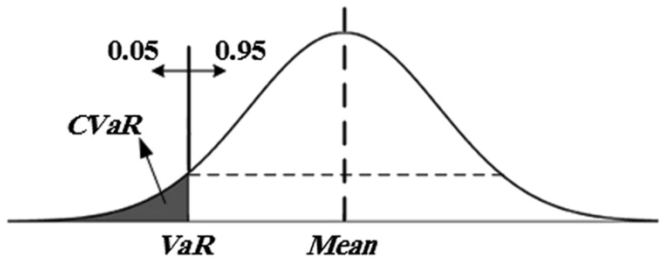
Zhang, Z. (2022). The Optical Portfolio of the Markowitz Model and the Index Model. *7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development (ICFIED 2022)* (pp. 1519-1524). Atlantis Press.

Tausta

- Portfolion riskin mittaamisessa on tärkeää, että se kuvaa sijoittajan riskipreferenssejä oikein: menetysten välttely todellisuudessa (Prospektiteoria) eli kiinnostaa tappioiden riski
- Keskihajonnan rajoitteet riskimittana:
  - Tuotot oletetaan normaalijakautuneiksi vaikka todellisuudessa tuotoissa esiintyy vinoutta ja paksuja häntiä
  - Rankaisee yhtä lailla positiivisia ja negatiivisia poikkeamia, joten luokittelee virheellisesti korkean tuoton tappion lisäksi korkeaksi riskiksi
  - Keskittyy jakauman keskikohtaan, vaikka erityisesti jakaumien ääripäät kiinnostavat
- Rockafellar ja Uryasev (2000) kehitti Conditional Value at Risk (CVaR) vaihtoehtoisena riskimittana laajentamalla Value at Risk (VaR) mittaa, joka keskittyy tappioihin

Tausta

- VaR määrittää tappiolle rajan α siten, ettei tappio tietyllä aikavälillä ja tietyllä todennäköisyystasolla β (esim. 95%) ylitä arvoa α
- CVaR mittaa keskimääräistä tappiota jakauman ääripäässä, jossa tappio ylittää VaR-kynnyksen eli rajan α
- CVaR on koherentti riskimitta toisin kun VaR, eli noudattaa neljää Artznerin (1999) määrittämää aksioomaa, joista subadditiivisuus varmistaa ettei diversifikaatio nosta portfolion riskiä
- CVaR voidaan ratkaista lineaarisena ohjelmointitehtvänä (LP) kun Markowitzin malli vaatii kvadraattista ohjelmointia (QP)



Rayati, M., Goodarzi, H., & Ranjbar, A. (2019). Optimal bidding strategy of coordinated wind power and gas turbine units in real-time market using conditional value at risk. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, *29*(1), e2645.

Tavoitteet

- Selvittää, miten riskimitan valinta (varianssi, VaR ja CVaR) vaikuttaa optimipainoihin w*, portfolion ominaisuuksiin ja suoriutumiseen yksiperiodisessa mallissa
- Out-of-sample arviointi:
  - Tuotot
  - Keskihajonta
  - CVaR
  - Sharpe ratio
  - Sortino ratio

Rajaukset

- Keskeistä työssä on, että tutkimus on kontrolloitu → vain riskimittaa muutetaan optimointitehtävässä
- Empiirinen analyysi:
  - Parametrit johdetaan 5 vuoden liukuvasta aikasarjaikkunasta (rolling window) estimoimalla päivittäisten tuottojen odotusarvo ja keskihajonta
  - Estimoidaan päivittäiset tuotot
  - Portfoliota ei päivitetä
  - Transaktiokuluja ei ole
  - Portfoliopainoja koskevat rajoitukset asetetaan erikseen

Menetelmät & työkalut

Työkalut

- Data:
  - 8-10 ETF-rahastoa eri omaisuusluokista (osakkeet, joukkolainat, hyödykkeet ja kiinteistöt)
  - Estimointi: 5 vuoden liukuva aikasarjaikkuna ajanjaksolla 2007-2022
  - Testausaineisto: vuodet 2012-2023
  - Lähde: Yahoo Finance
- MATLAB
  - Datan analysointi
  - Tehokkaan rintaman kuvaaja

Menetelmät

- Parametrien estimointi (odotetut tuotot ja varianssi)
- Optimointi (keskihajonta vs VaR vs CvaR)
- Optimipainot w* ja tehokas rintama
- Portfolion suoriutumisen testaus ja suoritusmittarien laskenta
- Tulosten vertailu

Aikataulu

- Aihe-esittely 16.9.2026
- Empiirinen tarkastelu valmis 10/2026
- Ensimmäinen luonnos valmis 10/2026
- Tulosten esittely 6.11.2026
- Kandidaatintyön viimeistely ja palautus 12/2026

Tietolähteet/Aineistot

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, *7*(1), 77–91. https://doi.org/10.2307/2975974

Markowitz, H. M. (2010). Portfolio Theory: As I Still See It. *Annual Review of Financial Economics*, *2*, 1–23. http://www.jstor.org/stable/42940208

Markowitz, H. M. (1991). Foundations of Portfolio Theory. The Journal of Finance, 46(2), 469–477. https://doi.org/10.2307/2328831

Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. Journal of risk, 2, 21-42.

Salo, A., Doumpos, M., Liesiö, J., & Zopounidis, C. (2024). Fifty years of portfolio optimization. European Journal of Operational Research, 318(1), 1-18.