

ARBITRAŽO ĮKAINOJIMO TEORIJOS TAIKYMO PRIELAIDOS

Žana Grigaliūnienė, Diana Cibulskienė

Šiaulių universitetas

Anotacija

Stebint itin didelę sąlygų bei finansinių instrumentų kainų kaitą finansų rinkose, jų įkainojimas yra mokslinių diskusijų objektas. Straipsnis pateikia vienos iš aktyvų įkainojimo teorijų – Arbitražo įkainojimo teorijos (angl. APT) – aiškią koncepciją, atskleidžiant svarbius jos atsiradimo istorijos dalykus, teorijos esmę, taikymo prielaidas bei matematinę pagrindą. Žinant, kad pagrindą panašioms teorijoms rasti sudarė finansinių aktyvų įkainojimo modelis (angl. CAPM), šie modeliai yra tarpusavyje lyginami, nurodomi jų panašumai ir skirtumai. Autorės pateikė svarbiausius arbitražo įkainojimo teorijos empirinių studijų rezultatus, atskleidė teorijos ribotumus ir galimybes. Tokiu būdu nustatytos APT taikymo kylančiose rinkose galimybės, jose daug dažniau pasitaiko neteisingai įkainotų finansinių instrumentų nei išvystytose (efektyviose) rinkose. Straipsnyje nuosekliai išdėstyta aktyvų įkainojimo metodika pagal APT bei apibendrinti šalies makroekonominiai rodikliai turėtų palengvinti šios teorijos praktinį pritaikymą, siekiant efektyviai valdyti vertybinių popierių portfelius.

Pagrindiniai žodžiai: aktyvų pelningumas, portfelio laukiamas pelningumas, sisteminė rizika, beta, Arbitražo įkainojimo teorija (angl. APT), Finansinių aktyvų įkainojimo modelis (angl. CAPM).

Ivadas

Straipsnio aktualumas. Aktyvų įkainojimo problema yra viena labiausiai diskutuojamų temų akademi-niuose investicijų mokslo sluoksniuose. W. Sharpe (1963), sukūręs kapitalo rinkos modelį, jį patobulino ir pasiūlė finansinių aktyvų įkainojimo modelį (angl. Capital Asset Pricing Model, CAPM), kuris yra laikomas modernios finansų teorijos šerdimi. Šio modelio pagrindu buvo kuriami ir tobulinami kiti aktyvų įkainojimo modeliai, kurie turėjo mažiau apribojimų ir daugiau realių ekonomikos sąlygų požymių. Naujiems modeliams ir teorijoms rasti prielaidas sudarė įvairių studijų bei empirinių tyrimų, siekiančių patvirtinti arba paneigti CAPM teisingumą, rezultatai. Įvairios studijos parodė, kad CAPM modelio naudojimas portfelio laukiamam pelningumui nustatyti nėra visiškai patikimas, kadangi rezultatai gali priklausyti nuo

to, koks indeksas pasirenkamas kaip rinkos portfelio ekvivalentas. Be to, investuotojai renkasi įvairius portfelius, kuriuos sąlygoja ne tik sisteminės rizikos faktoriai. Dėl šio trūkumo 1970 m. mokslininkai nukreipė aktyvų diskonto normos paieškas kita linkme: jie pradėjo analizuoti vertybinių popierių tiesės (angl. Security market line, SML) elgseną. 1966 m. atsirado pirmosios arbitražo įkainojimo teorijos (angl. Arbitrage Pricing Theory, APT) užuomazgos, kai B. F. King (1966) siūlė aktyvų pelningumo pokyčius aiškinti rinkos ir pramonės šakų faktoriais. B. Rosenberg (1974) savo tyrimais parėmė B. F. King iniciatyvą. Tačiau APT teorijos kūrėjų vis dėlto yra laikomas S. A. Ross (1976), kuris pateikė aiškiausią APT koncepciją ir matematiškai ją pagrindė. Šios teorijos pagrindas yra panašus, kaip ir CAPM, t. y. investuotojai reikalauja rizikos premijos už nediversifikuotos (sisteminės) rizikos prisiėmimą. Tačiau arbitražo įkainojimo teorijos pranašumas prieš CAPM yra tas, kad jį galima tirti empiriniu būdu.

Straipsnio tikslas – atskleisti arbitražo įkainojimo teorijos praktinio pritaikymo prielaidas.

Uždaviniai:

1. Išryškinti arbitražo įkainojimo teorijos esminius bruožus, atskleidžiant jos skirtumus nuo finansinių aktyvų įkainojimo modelio.
2. Susisteminti pagrindines APT prielaidas.
3. Aptarti arbitražo įkainojimo teorijos privalumus ir trūkumus, jos praktinio pritaikymo ribotumus ir galimybes.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, sisteminimas, palyginimas.

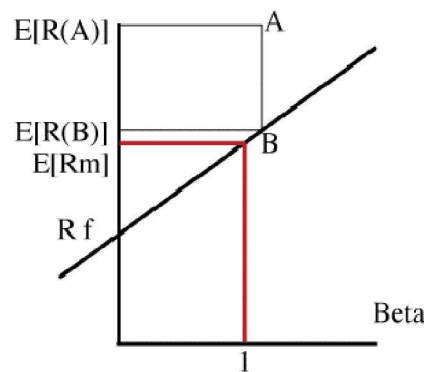
Tyrimo rezultatai. Pateikiama arbitražo įkainojimo teorijos koncepcija bei empirinio APT tyrimo Lietuvoje įžvalgos, 108 apibendrinti įvairių mokslininkų empiriniai APT tyrimų rezultatai.

APT esmė ir taikymo prielaidos

Šis aktyvų įkainojimo modelis yra grindžiamas tuo, jog aktyvo pelningumą galima numatyti naudojant analizuojamo aktyvo ir daugelio įprastų rizikos faktorių tarpusavio ryšį. Sukurta S. Ross (1976) arbitražo įkainojimo teorija numato ryšį tarp atskiro aktyvo pelningumo ir portfelio pelningumo pasitel-

kiant daugelio nepriklausomų kintamųjų (makroekonominių faktorių, tokių kaip infliacija, ekonomikos augimas, tarptautinės gamybos apimtys, palūkanų normos ir t. t.) tiesinę kombinaciją. APT paaiškina aktyvo kainą, kai tikėta, kad aktyvas yra neteisingai įkainotas. Tuo tikslu naudojami rizikingo aktyvo pelningumas ir keleto makroekonominių faktorių rizikos premijos. Taigi investuotojai pasitelkia šią įkainojimo teoriją, siekdami pasipelnėti iš neteisingai įvertintų (dažniausiai nepakankamai įvertintų) aktyvų. Tačiau neteisingai įkainoto aktyvo kaina skirsis nuo tos, kuri nustatoma šio modelio dėka. Tokiu būdu investuotojai, norintys pasinaudoti arbitražu ir gauti faktiškai nerizikingą pelną, sieks palaikyti trumpas perversinto aktyvo pozicijas ir kartu laikyti ilgas portfelio (kurio pagrindu yra atliekami APT skaičiavimai) pozicijas.

Remiantis APT, kaip ir CAPM, investuotojai yra kompensuojami už nediversifikuotos (sisteminės) rizikos prisiėmimą. Siekiant išsiaiškinti APT veikimo mechanizmą, tikslinga panagrinėti 1 pav. duomenis, jame pateikta S&P 500 indekso vertybinių popierių rinkos tiesė (SML) ir portfelis A, kuris yra aukščiau tiesės. Kai rinka pasiekusi pusiausvyrą, remiantis CAPM tokia situacija neįmanoma, nes galimas tik vienas visiems prieinamas optimalus portfelis. Tačiau ar iš tikro tokia situacija neįmanoma? Atlikta daug empirinių studijų, kuriomis buvo siekiama patvirtinti arba paneigti APT teisingumą. Empirinių studijų rezultatų būta visokių. Prieš perėinant prie mokslinės diskusijos APT pagrįstumo klausimu, tikslinga panagrinėti 1 pav. atvaizduotą situaciją.



1 pav. Arbitražo įkainojimo teorijos grafinis pagrindimas

Jei visi investuotojai suvokia, kad aktyvo A laukiamas pelningumas yra didesnis nei aktyvo B, tuomet dauguma investuotojų linkę pasinaudoti tokia galimybe. Jei aktyvas A yra virš SML, tuomet tai reikštų, kad rinkoje nėra pusiausvyros, ir kad esant duotai betai Aktyvas A yra nepakankamai įvertintas (angl. underpriced). Tai pastebėję, investuotojai perka aktyvą A. Pirkiniui finansuoti jie gali palaikyti aktyvo B trumpas pozicijas¹, vadinamąją short-selling strategiją, kuri numato tokios pačios sisteminės rizikos aktyvo B pardavimą. Investuotojai, pirkdami aktyvą A, padidins jo kainą rinkoje, taip sumažindami jo laukiamą pelningumą ir taip skatindami aktyvo A judėjimą link SML kreivės (žr. 1 pav.). Kitais žodžiais tariant, šį nukrypimą nuo tiesės sąlygojo arbitražas². Tačiau šios rizikingos investavimo strategijos atveju geriau tinka

„lūkesčių arbitražo“ sąvoka nei „arbitražas“, kadangi investuotojas tiki teigiamu **laukiamu** rezultatu, o ne teigiamu **garantuotu** rezultatu.

Vadinasi, APT teorija pagrįsta idėja, kad jei aktyvų pelningumai tiesiškai susiję su n rizikos faktorių raida, investuotojai gali suformuoti įvairius nerizikingus portfelius, kurie turi turėti vienodą pelningumą – tuo pagrindu galima nustatyti su kiekvienu faktoriumi susijusios rizikos kainą ir įkainoti visus aktyvus.

Vienodą riziką turinčių (arba nerizikingų) aktyvų vienus pelningumus užtikrina arbitražas: t. y. investuotojai pirkę nepakankamai įvertintą aktyvą ir parduotą perversintą, ir tai tęstųsi tol, kol aktyvų pelningumas suvienodėtų. Arbitražo nebuvo (angl. no-arbitrage) principas yra vienas svarbiausių modernios finansų teorijos principų.

Pagal arbitražo įkainojimo teoriją aktyvo pelningumo apskaičiavimo matematinė išraiška turėtų būti tokia:

¹ Trumpa pozicija – tai aktyvų pardavimų strategija (angl. short-selling) tikintis aktyvo kainos mažėjimo. Trumpos pozicijos yra palaikomos iš skolintų aktyvų, kurie yra parduodami rinkoje tam tikra kaina, įsipareigojus tuos pasiskolintus aktyvus grąžinti jų savininkui pareikalavus. Grąžinti aktyvus ir uždirbti pelną investuotojas gali įsigijęs jų rinkoje žemesne kaina. Jei aktyvo kainos rinkoje išaugs, investuotojas turės nuostolių.

² Arbitražas – pasipelnymas iš kainų skirtumo, kai tais pačiais vertybiniais popieriais, valiuta arba prekėmis yra prekiaujama kelyse biržose.

$$\tilde{r}_i = a_i + b_{j1}\tilde{F}_1 + b_{j2}\tilde{F}_2 + \dots + b_{jn}\tilde{F}_n + \varepsilon_i; \quad (1)$$

čia:

\tilde{r}_i – yra aktyvo i pelningumas;

a_i – tikėtinas aktyvo pelningumas, jei nėra jokių rizikos požymių;

b_j – yra i aktyvo pelningumo reakcija į j rizikos faktoriaus pokytį;

\tilde{F}_j – yra j rizikos faktoriaus pokytis, kuris turi įtakos visų aktyvų pelningumams (laukiamas pokytis yra nulis);

ε_i – yra specifinės nagrinėjamam aktyvui rizikos, kurią galima visiškai diversifikuoti, elementas (vidurkis lygus nuliui).

Gauta APT matematinė išraiška (1) yra labai panaši į CAPM išraišką. Skirtumas yra tas, kad CAPM įvertina tik vieno faktoriaus įtaką portfelio laukiamam pelningumui. Pažymėtina, kad CAPM yra vienfaktorinis aktyvų įkainojimo modelis, kadangi vienintelis rizikos matas yra aktyvo pelningumo (standartizuota) kovariacija su rinkos portfelio pelningumu. Kituose modeliuose aktyvų pelningumus bandoma paaiškinti kitais rizikos faktoriais. Jų gali būti vienas, tačiau gali būti ir keletas – tokie modeliai vadinami daugiafaktoriniais modeliais. Taigi, APT matematinė išraiška apima keletą faktorių, kurie turi įtakos portfelio laukiamam pelningumui. Skirtingi mokslininkai atlikdami APT empirinius testus įtraukia vis kitokius faktorius, turinčius įtakos portfelio laukiamam pelningumui. APT nereikalauja apsiriboti tik makroekonominiais rodikliais, dažniausiai aktyvų pelningumus siekiama paaiškinti tiek makroekonominiais, tiek mikroekonominiais faktoriais. Kadangi teorija neapibrėžia faktorių \tilde{F}_j , todėl jie identifikuojami empiriniu būdu pagal tyrėjui priimtą metodologiją, aprašytą žemiau. Padarius prielaidą apie arbitražo galimybių nebuvimą (t. y. susidarius *no-arbitrage* sąlygoms) bei atlikus keletą tiesinės algebros veiksmų, galima gauti aktyvo laukiamo pelningumo lygtį:

$$E(R_i) - R_f = b_{i1}\lambda_1 + b_{i2}\lambda_2 + b_{i3}\lambda_3 + \dots + b_{in}\lambda_n; \quad (2)$$

čia:

$E(R_i)$ – laukiamas aktyvo i pelningumas;

R_f – aktyvo, neturinčio sisteminės rizikos, laukiamas pelningumas;

b_{ij} – yra faktorinė beta (factor beta arba factor loading), rodo, kokią j faktoriaus rizikos kiekį turi i aktyvas;

λ_j – yra j faktoriaus rizikos kaina arba premija. Pažymėtina, kad sisteminių faktorių rizikos kainos yra tos pačios visiems aktyvams, tačiau kiekvieno aktyvo faktorinės betos yra individualios.

Taigi, APT taikymui reikalingos šios prielaidos:

- finansų rinkos apibūdinamos kaip tobulos ir efektyvios;
- apibrėžtumo atveju investuotojai visada teiks pirmenybę didesnio pelningumo portfeliui;
- egzistuoja tam tikros svarbios sisteminės rizikos, kurios tiesiškai veikia aktyvų pelningumą, t. y. aktyvų pelningumus generuojantį stochastinį procesą galima išreikšti kaip n rizikos faktorių ar indeksų tiesinę kombinaciją; be to, investuotojai tas rizikas suvokia ir gali įvertinti aktyvo jautrumą toms rizikoms;
- ekonomikoje yra agresyvių investuotojų, o agresyvūs investuotojai išnaudos aktyvų laukiamų pelningumų skirtumus pasinaudodami arbitražu.

Jei APT prielaidos patenkinamos, tuomet laukiami pelningumai bus išsidėstę arti SML, o aktyvas turės tiek rizikos charakteristikų, kiek yra faktorių. APT teorijos prielaidos yra artimesnės realybei, nes ne visi investuotojai elgiasi vienodai rinkoje, net jei jų elgsena grindžiama racionalumu, t. y. APT nereikalauja CAPM prielaidų tenkinimo dėl investuotojų naudingumo funkcijų. Be to, ne kiekvienas investuotojas yra linkęs turėti rinkos portfelį kaip vienintelę alternatyvą, t. y. APT nereikalauja CAPM prielaidos tenkinimo dėl rinkos portfelio savybių (kad jis apima visus rizikingus aktyvus ir yra efektyvus vidurkio-dispersijos prasme). Juk rinkoje yra ir kitų rizikingų aktyvų, t. y. kapitalo rinkose daug agresyvių investuotojų. Ši prielaida patvirtinama 1 pav. duomenimis.

APT nepriimtina vieno optimalaus portfelio ekonomikoje koncepcija, todėl teorija pateikia modelį, kuris aiškina aktyvų pajamingumo pokyčius ir kartu tai, kad ekonomikoje yra daug rizikos ir neapibrėžtumo šaltinių. Kaip jau buvo minėta, APT pagrindinė prielaida yra ta, kad aktyvų pajamingumą lemia makrofaktoriai. Ir nesvarbu, kiek gerai yra diversifikuotas portfelis, tų faktorių įtakos sunku išvengti, tačiau įmanoma, pakreipiant (angl. tilt) suformuotą portfelį toliau nuo jų. Teorija reikalauja, kad investuotojai labai tiksliai įkainotų tuos faktorius, nes yra tokių rizikų, kurių įtakos jokia diversifikacija nepašalins. Todėl ir reikalaujama didesnio pajamingumo (t. y. kompensacijos) už rizikingų aktyvų portfelio laikymą. O jų riziką, kaip ir taikant CAPM, išmatuoja beta. Veikiausiai APT reikėtų vadinti elgsenos modeliu, nes jis nusako elgseną investuotojų, kurie diversifikuoja portfelį savaip suvokdami sisteminę riziką bei pajamingumą ir pagal savo vertinimus suformuoja portfelį su jam būdingu betų rinkiniu. Nors APT grindžiama statinės pusiausvyros argumentais, APT esmė yra dinamiška, aktyvi. APT, kitaip nei CAPM, numato aktyvų neteisingo įvertinimo atvejus. Investuotojai nuolat ieško informacijos apie neteisingai įvertintus aktyvus ir ją pelningai išnaudoja. Visa informacijos rinkėjų, spe-

kuliantų, vertintojų, bei apsidraudėlių³ pramonė yra paremta šia teorija. Teorija atsižvelgia į visus investuotojų tipus, taip pat į įvairias rizikos rūšis. Todėl ji tinka strateginiam portfelio, kuris tenkintų tam tikros investuotojų grupės interesus, planavimui. Tarkime, didelė naftos gamintoja nori suformuoti pensijų fondo portfelį, kuris nepriklausytų nuo naftos kainų pokyčių. Tokiu atveju portfelio valdytojas pasirinktų diversifikuotą portfelį, kurio infliacijos rizika yra gana maža (infliacija glaudžiai susijusi su naftos kainomis).

APT empirinių studijų rezultatų apžvalga

Daugelis empirinių darbų siūlo tirti tris penkis veiksniai, turinčius įtakos portfelio pelningumui. Buvo atliktos įvairios studijos, tikrinančios šios teorijos teisingumą. R. Roll ir S. Ross (1980) atliko empirinį tyrimą analizuodami 1260 akcijų dienos pelningumus už 1962–1972 m. siekdami įvertinti keturių faktorių įtaką. Faktoringei analizei atlikti akcijos buvo sugrupuotos į 30 grupių abėcėlės tvarka. Studijos metu buvo nustatyta, kad į regresijos lygtį įtraukus šeštąjį faktorių jis paaiškino mažiau nei 10 proc. pelningumų daugiau nei 38 proc. akcijų grupių. Sudaryta kita regresijos lygtis su 5 faktoriais parodė, kad penkių faktorių pakanka, nes ji paaiškino 50 proc. pelningumų daugiau nei 75 proc. grupių. Antroje regresijos lygtyje mažiausiai trys faktoriai yra reikšmingi. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad faktoringės analizės liekanų dispersija nėra reikšminga antroje lygtyje, o tai faktiškai rodo, kad pelningumams nusakyti visiškai pakanka rizikos faktorių ir atsitiktinio veiksnio įtakos nėra. Taigi, šioje garsioje R. Roll ir S. Ross (1980) modelio modifikacijoje laukiami aktyvų pelningumai buvo siejami su keturiais rizikos faktoriais:

- netikėtais infliacijos pokyčiais (ženkliai kintant trumpalaikių išdovėsių palūkanų normoms);
- netikėtais pramonės produkcijos pokyčiais;
- netikėtais bankroto rizikos priedais (t. y. pelningumo skirtumu tarp žemo ir aukšto reitingo obligacijų);
- netikėtais palūkanų normų terminų struktūros pokyčiais (skirtumu tarp ilgo ir trumpo termino obligacijų pelningumo).

Chen, Roll, Ross (1986), siekdami patvirtinti hipotezę, kad makroekonominiai rodikliai turi įtakos rinkos portfelio pelningumui, pasiūlė į matematinę modelio išraišką įtraukti keletą makroekonominių rodiklių. Jie patvirtino iškeltą hipotezę. MacKinlay

(1995) taip pat atliko empirinį tyrimą, siekdamas pasiūlyti naują modelį. Tačiau jis pažymėjo, kad taikant CAPM buvo sunku rasti įrodymų, jog portfelio laukiamo ir faktinio pelningumo skirtumus sąlygojo rizikos faktoriaus stoka, tačiau buvo lengva įrodyti, jog skirtumus sąlygojo su riziką nesusiję faktoriai. Be to, MacKinlay (1995) tvirtino, kad daugiafaktorinis modelis taip pat negali paaiškinti šių skirtumų. R. Roll, S. Ross (1980), E. Burmeister, K. Wall (1986) bei N. Chen, R. Roll, S. A. Ross (1986) atliktų studijų rezultatai teigia, kad aktyvų kainą, o kartu ir aktyvų pelningumą lemia fundamentiniai (bendraekonominiai) veiksniai. Tačiau teorija nenusako, kokie veiksniai turi būti tiriami, o teigia, kad jie turi būti nustatomi empiriniu būdu. Būtina akcentuoti, kad ne visada pavyksta identifikuoti visus svarbius faktorius. Finansų rinkoms būdingi ne tik įprasti procesai, jose gausu ir anomalijų. Anomalijomis laikomi neįprasti, retai pasitaikantys arba sezoniškumu pasižymintys ekonomikos reiškiniai. Mokslininkai, atlikdami APT pagrįstumo studijas, siekė išsiaiškinti, kaip teorija aiškina minėtąsias anomalijas, pvz., mažų įmonių efektą bei Sausio efektą⁴. E. Burmeister, M. McElroy (1998) atliktų studijų rezultatai parodė, kad modelis nefiksuoja Sausio anomalijos poveikio aktyvų pelningumams, tačiau gauti rezultatai neprieštarauja APT. Mažų įmonių efektas pasireiškia tuo, kad jei mažų įmonių akcijos turi mažesnę beta, tai remiantis CAPM jos turėtų turėti mažesnę reikalaujamą pelningumą. Tačiau kai kuriose rinkose mažų įmonių akcijų pelningumai ir jų indeksai dažnai lenkia didelių įmonių akcijų ir jų indeksų pelningumus, o tai prieštarauja CAPM. APT aiškina tokią padėtį tuo, kad mažų įmonių akcijos turi tam tikrų specifinių rizikos veiksnių, kurie veikia mažas įmones, bet neturi įtakos didelėms, dėl to mažos įmonės kompensuojamos didesniu pelningumu. M. Reinganum (1983) studijos rezultatai APT teorijos neparėmė, nes ji negebėjo paaiškinti mažų firmų pelningumų. M. N. Gultekin, N. B. Gultekin (1983) studijos rezultatai parodė, kad APT nėra geresnis modelis nei CAPM. P. Dhrymes, I. Friend, M. Gultekin (1984) atliktos studijos kritikavo bandymus empiriniu būdu pagrįsti APT. Tačiau R. Roll ir S. Ross (1984) atliko atsakomąjį tyrimą, kuriuo siekė apginti savo teorijos pagrįstumą. J. Shanken (1982) teigė, kad jei modelis nepaaiškina portfelio laukiamo pelningumo, tai dar nėra dingstis jį atmesti, tačiau jei identifikuoti faktoriai paaiškina portfelio pelningumą, tuomet tai APT teisingumą patvirtinantis argumentas. Kadangi APT empirinė formulė gali turėti skirtingas reikšmes, ypač aiškinant įvairių aktyvų pelningumus, teorija negali paaiškinti aktyvų pelningumų skirtumų, nes negali nustatyti svarbių faktorių struktūros. Todėl minė-

³ Spekuliantai perka VP, jei numato jų kainų kilimą, o po to parduoda, kai tikisi, kad jų kaina ims mažėti;

Vertintojai perka pigesnius VP ir parduoda tuos, kurie įkainoti per brangiai;

Apsidraudėliai, norėdami apsaugoti savo investicijas, siekia kuo labiau diversifikuoti savo VP portfelį, taip siekdami iki minimumo sumažinti riziką.

⁴ Sausio efektas – mėnuo, pasižymintis kainų didėjimu dėl to, kad investuotojai gruodį parduoda nepelningas akcijas, siekdami sukurti kuo didesnę neapmokestinamąją pelną.

tieji trūkumai nulemia didesnį CAPM populiarumą, o ne APT.

Vaizdžiai CAPM ir APT modelius galima iliustruoti pavyzdžiais iš mados pramonės: CAPM investuotojui siūlo „masinės gamybos kostiumą“ (visiems tinkantį investavimo modelį), o APT siūlo vienetinį dizainerio kurtą kostiumą, pritaikytą kliento poreikiams ir skoniui (t. y. numato investavimo modelį tam tikram investuotojų būriui). Be to, APT leidžia modeliuoti įvairių ekonomikos scenarijų poveikį portfelio pelningumui. Įvertintos faktorių betos leidžia numatyti, kaip kinta aktyvų pelningumai, kintant faktoriui. APT leidžia atsakyti į daugelį tipinių investuotojų klausimų, pvz., kaip pasikeis portfelio laukiamas pelningumas esant ekonomikos nuosmukiui; ar persikels pelningumo kreivė ir pan. Apibendrinant galima teigti, kad APT portfelio pajamingumo pokyčių interpretavimas yra artimesnis realiai rinkai, lyginant su CAPM interpretacijomis.

APT empirinės studijos įgyvendinimo Lietuvoje išvalgos

Siekiant atlikti APT empirinę studiją Lietuvoje tikslinga detalai išanalizuoti teorinius APT teorijos taikymo aspektus. APT empirinės studijos įgyvendinimas apima tris etapus:

1. Faktorių identifikavimas.
2. Faktoriaus koreliacijos ar kovariacijos (angl. factor loading) su portfelio aktyvais įvertinimas.
3. Faktoriaus rizikos premijos už prisiimtas sisteminės rizikas įvertinimas.

Pirmasis etapas apima keletą operacijų ir procedūrų, kurios bus toliau detalizuojamos. Pirmo etapo įgyvendinimas reikalauja kruopščiai apibrėžti faktorius. Tačiau yra keli metodai, kurie leidžia nustatyti reikšmingus faktorius bei įvertinti faktorines betas.

Vienas iš būdų nustatyti faktorius, turinčius įtakos aktyvų pelningumui, ir tuo pat metu nustatyti jų faktorines betas, yra faktorinė analizė, kuri leidžia iš turimų duomenų sukonstruoti faktorius ir jų sukonstruojama tiek, kiek reikia paaiškinti aktyvų pelningumus. Pirmiausia sukonstruojamas pirmojo faktoriaus įvertis (angl. *proxy*). Šiuo atveju įvertis yra indeksas, kurį sudaro akcijų pelningumai iš duomenų masyvo tam tikromis proporcijomis. Pvz., esant n aktyvų ir T periodų skaičiui galima gauti tokius duomenis:

- 1 aktyvo pelningumas: $R_{11}, R_{12}, R_{13}, \dots, R_{1t}, \dots, R_{1T}$
 2 aktyvo pelningumas: $R_{21}, R_{22}, R_{23}, \dots, R_{2t}, \dots, R_{2T}$
 3 aktyvo pelningumas: $R_{31}, R_{32}, R_{33}, \dots, R_{3t}, \dots, R_{3T}$
 ...
 n aktyvo pelningumas: $R_{n1}, R_{n2}, R_{n3}, \dots, R_{nt}, \dots, R_{nT}$

Indekso matematinė išraiška yra tokia:

$$I_t = w_1 R_{1t} + w_2 R_{2t} + w_3 R_{3t} + \dots + w_n R_{nt}, \quad \text{kai } t = 1, \dots, T. \quad (3)$$

Kadangi indeksas nėra portfelis, tai w proporcijų suma nesueina į vienetą. Tuomet laukiamam kiekvieno aktyvo pelningumui t -periodui apskaičiuoti yra sudaroma tokia regresijos lygtis:

$$\begin{aligned} R_{1t} &= a_{1t} + b_1 I_t + e_{1t} \\ R_{2t} &= a_{2t} + b_2 I_t + e_{2t} \\ R_{3t} &= a_{3t} + b_3 I_t + e_{3t} \end{aligned}$$

$$R_{nt} = a_{nt} + b_n I_t + e_{nt}$$

Sudarytose regresijos lygtyse yra liekanos $e_{1t}, e_{2t}, e_{3t}, \dots, e_{nt}$, o w proporcijos yra parenkamos tokiu būdu, kad minimizuotų liekanų sklaidą. Kitaip tariant, indeksas konstruojamas taip, kad kiek įmanoma geriau paaiškintų aktyvų pelningumų sklaidą. Kitas žingsnis numato antro indekso (t. y. randamas antrojo faktoriaus įvertis) konstravimą tokiomis proporcijomis, kad minimizuotų likusią pelningumų sklaidą. Tuo atveju, kai tyrėjas tęsia procedūrą, kol randa tokį indeksų skaičių, kuris yra lygus aktyvų skaičiui arba periodų skaičiui, jis gali paaiškinti visą pelningumų sklaidą. Tačiau kiekvieno papildomo indekso įtraukimas į lygtį turi būti pagrįstas: apibrėžtumo koeficientas turi didėti. Tarkime, tyrėjas rado tris indeksus ir nori įtraukti dar vieną. Jei tikimybė, jog ketvirtasis indeksas reikšmingai sumažins likusią liekanų sklaidą, yra mažesnė nei 50 proc., tuomet regresijos lygtyje turi likti tik trys indeksai. Pažymėtina, kad tikimybės nustatomos subjektyviai, todėl jei tyrėjas manytų, jog ta riba yra 10 proc., tuomet jo regresijos lygtyje būtų 4–5 indeksai.

Apibendrinant galima teigti, kad faktorinė analizė leidžia nustatyti reikiamą n faktorių skaičių ir parinkti tinkamus faktorių įverčius, t. y. I_1, I_2, \dots, I_n , vietoje F_1, F_2, \dots, F_n . Be to, ji leidžia įvertinti faktorines betas (angl. factor loadings) $b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1k}$. Tačiau problema yra ta, kad vertinant faktorines betas padidėja imties paklaida⁵.

Kitas būdas yra nuspėti $b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1k}$. Pvz., **vienai tyrėjai gali spėti, kad b_{11} yra i aktyvo beta** (kaip ir CAPM modelyje), kad b_{12} **yra i aktyvo dividendų pelningumas, o b_{13} yra i įmonės dydis** ir t. t. Faktiškai skirtingi tyrėjai turės skirtingas faktorines betas, kurios, pasak jų, gali turėti įtakos i aktyvo pelningumui. Tuomet tas betas jie naudoja regresijos lygtyje siekdami įvertinti faktorių rizikos premijas.

Trečias būdas yra nuspėti faktorius $\tilde{F}_1, \tilde{F}_2, \dots, \tilde{F}_n$. Tokiu atveju daugelis mokslininkų renka makroekonominčius faktorius, darydami prielaidą, kad jie gali

⁵ Imties paklaidą sąlygoja tas faktas, kad vietoje visos populiacijos yra stebima tik viena atsitiktinė imtis.

paaiškinti aktyvų pelningumus. Taigi, siekiant atlikti APT empirinę studiją mūsų šalyje, tikslinga rinktis skaičiuojamus Lietuvos makroekonominčius indikato-
rius, kuriuos galima suskirstyti į atitinkamas grupes (žr. 1 lent.).

1 lentelė

Lietuvos makroekonominiai rodikliai

Makroekonominių indikatorių grupė	Rodiklis						
Bendrasis nacionalinis produktas	Galutinio vartojimo išlaidos (Final consumption expenditure)						
	Namų ūkių vartojimo išlaidos (Households consumption expenditure)						
	Valdžios sektoriaus vartojimo išlaidos (Government consumption expenditure)						
	NPI, aptarnaujančios namų ūkius (NPI serving households)						
	Bendrojo kapitalo formavimas (Gross capital formation)						
	Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas (Gross fixed capital formation)						
	Atsargų pasikeitimai (Changes in stocks)						
	Vertybių įsigijimas minus netekimas (Acquisitions less disposals of valuables)						
	Prekių ir paslaugų eksportas (Exports of goods and services)						
	Prekių ir paslaugų importas (Imports of goods and services)						
	Bendrasis vidaus produktas (Gross domestic product)						
	Nacionalinės pajamos, santaupos, grynasis skolinimas / skolinimasis	Bendrasis vidaus produktas					
Pirminės pajamos, gautos iš užsienio							
Pirminės pajamos, mokamos užsieniui							
Bendrosios nacionalinės pajamos							
Pagrindinio kapitalo vartojimas							
Grynosios nacionalinės pajamos							
Einamieji pervedimai iš užsienio							
Einamieji pervedimai užsieniui							
Grynosios nacionalinės disponuojamosios pajamos							
Galutinio vartojimo išlaidos							
Grynosios santaupos							
Kapitalo pervedimai iš užsienio							
Kapitalo pervedimai užsieniui							
Bendrojo kapitalo formavimas							
Grynasis skolinimas, skolinimasis (-)							
Kainų indeksai		Vartotojų kainų indeksas (CPI)					
	SVKI indeksas (Suderinti tarp ES šalių pagal metodologiją vartotojų kainų indeksai ir pokyčiai)						
	Gamintojų parduotos pramonės produkcijos kainų indeksas (GKI) ir kainų pokyčiai						
	Statybos sąnaudų kainų indeksas (SSKI) ir kainų pokyčiai						
	Eksporto kainų indeksas (EKI) ir kainų pokyčiai						
	Importo kainų indeksas (IKI) ir kainų pokyčiai						
	Naftos kainos						
	Elektros energijos kainos						
	Dujų kainos						
Užimtumas pagal ekonominės veiklos rūšis (vidaus koncepcija)	Pagal ekonomines veiklas						
	Žemės ūkis, medžioklė ir miškininkystė, žuvininkystė	Pramonė ir energetika IŠ VISO Apdirbamoji gamyba		Statyba	Didmeninė ir mažmeninė prekyba, viešbučiai ir restoranai, transportas	Finansinis tarpininkavimas, nekilnojamasis turtas, nuoma ir kita verslo veikla	Kitos asmeninio aptarnavimo veiklos
Tiesioginės užsienio investicijos	Tiesioginės užsienio investicijos Lietuvoje						
	Tiesioginės užsienio investicijos ketvirčio pradžioje pagal šalis investuotojas						
	Tiesioginės užsienio investicijos ketvirčio pradžioje pagal ekonominės veiklos rūšis						
	Lietuvos tiesioginės investicijos užsienyje						
	Lietuvos tiesioginės investicijos užsienyje pagal šalis investuotojas						
	Lietuvos tiesioginės investicijos užsienyje pagal ekonominės veiklos rūšis						

Taigi, pirmiausia tyrėjas pasirenka makroekonominius faktorius, kurie, jo manymu, galėtų turėti įtakos portfelių laukiamam pelningumui Lietuvoje. Nėra būtinybės į regresinę lygtį įtraukti visus faktorius, pateiktus 1 lentelėje, nes kiekvienai grupei priklausantys faktoriai atspindi tas pačias bendraekonominės tendencijas. Tikslinga rinktis po kelis rodiklius iš kiekvienos makroekonominių indikatorių grupės. Vadinas, tyrėjai gali sudaryti regresijos lygtį šių hipotetinių faktorių pagrindu: \bar{F}_1 = infliacijos pokytis, \bar{F}_2 = BVP pokytis, \bar{F}_3 = pramonės produkcijos pokytis ir t. t. Tuomet šių faktorių pagrindu yra skaičiuojamos faktorinės betos.

Antrasis etapas apima faktoriaus bei aktyvų pelningumų koreliacijos ar kovariacijos įvertinimą, t. y. apskaičiuojama faktorinė beta (factor beta arba factor loading), kuri rodo, kokį / faktoriaus rizikos kiekį turi *i* aktyvas. Galiausiai, kai tyrėjas jau yra apskaičiavęs faktorines betas, galima pereiti prie trečio etapo.

Trečiasis etapas apima faktoriaus rizikos premijos už prisiimtą sistemines rizikas įvertinimą. Turint faktorinę betą, apskaičiuotą atskiram aktyvui, tikslinga įvertinti rizikos faktorių premijas. Iš (2) formulės žinome, jog \dot{e} yra faktoriaus rizikos premija, kuri gali būti išreikšta taip:

$$\dot{e}_1 = E(R_1) - R_F \quad (4)$$

Pirmojo faktoriaus rizikos premija yra lygi pertekliniam portfelio laukiamam pelningumui, kuris parodo, kiek jis viršija nerizikingo aktyvo pelningumą, veikiant pirmajam faktoriui. Panašiai yra nustatoma

antro faktoriaus rizikos premija. Suvedant identifikuo- to antrojo faktoriaus betas visiems aktyvams į vienetą, o pirmojo faktoriaus betas suvedant į nulį, gautume antrojo faktoriaus rizikos premiją, kuri yra lygi pertekliniam portfelio laukiamam pelningumui, kuris parodo, kiek jis viršija nerizikingo aktyvo pelningumą, veikiant antrajam faktoriui.

$$\dot{E}_2 = E(R_2) - R_F \quad (5)$$

Trečiojo ar ketvirtojo faktoriaus rizikos premija nustatoma panašiai.

Aprašyta metodika skirta palengvinti APT praktinį pritaikymą, siekiant kiek įmanoma tiksliau nustatyti aktyvų kainą, kas padėtų suformuoti efektyvius vertybinių popierių portfelius ir leistų juos geriau valdyti. Kaip jau buvo minėta, aktyvų įkainojimas yra ta sritis, kurioje mokslininkai turi gana platų tyrimų krypties pasirinkimo spektrą: jie gali pasiūlyti naujus, galbūt pažangesnius aktyvų įkainojimo modelius, patikrinti kitų mokslininkų sukurtų modelių pritaikymo tikslingumą, t. y. gautais rezultatais patvirtinti arba paneigti testuotų teorijų veiksmingumą, panaudoti jau sukurtus modelius kitiems su aktyvų įkainojimu nesusijusiems tikslams (pvz., kaip Liew ir Vassalou (2000), kurie panaudojo daugiafaktorinius modelius BVP augimo tempams numatyti, ir t. t.).

Arbitražo įkainojimo teorija turi savo gynėjų ir oponentų. Šiuo atveju nėra vienos tiesos. Ir vieni, ir kiti nėra neteisūs. Kiekviena mokslinė paradigma turi tiek privalumų, tiek trūkumų, todėl tikslinga būtų juos apibendrinti (žr. 2 lent.).

2 lentelė

APT privalumai ir trūkumai

Privalumai	Trūkumai
Modelis pateikia pagrįstas rizikos ir pelno charakteristikas	Pats modelis nenusako, kurie faktoriai turi būti įtraukti į tiesinę išraišką
Faktoriai yra patikimi	Laikui bėgant modelio faktoriai keičiami
Nėra būtinybės labai tiksliai įvertinti rinkos portfelio	Taikant daugiafaktorinius modelius reikia didelių duomenų masių

Arbitražo įkainojimo teorija turi pranašumą, nes aktyvų įkainojimas nereikalauja didelio prielaidų skaičiaus tenkinimo. Minėtoji teorija leidžia gana gerai įvertinti aktyvų laukiamą pelningumą ir riziką, be to, nebūtina naudoti rinkos portfelio: analizei gali būti naudojamas gerai diversifikuotas portfelis. Vadinas, APT suteikia daugiau lankstumo. Į išraišką įtraukiami makroekonominio bei mikroekonominio pobūdžio faktoriai, tai suteikia modeliui daugiau patikimumo. Tačiau tai, kad teorija nenumato, kokie faktoriai turi būti analizuojami, yra labiau trūkumas, nes tyrėjas savarankiškai juos pasirinkęs gali rasti atsitiktines jų tarpusavio koreliacijas. Pažymėtina, kad vienas iš trūkumų yra tas, kad APT teorijos veiksmingumo įvertinimas reikalauja didelių duomenų masių apdorojimo.

Išvados

Arbitražo įkainojimo teorija buvo kurta kaip alternatyvus aktyvų įkainojimo modelis, nes CAPM pasirodė esąs sunkiai pritaikomas dėl didelio prielaidų skaičiaus. APT remiasi tokiomis bazinėmis prielaidomis: finansų rinkos yra tobulos ir efektyvios; apibrėžtumo atveju investuotojai visada teiks pirmenybę didesnio pelningumo portfeliui; aktyvų pelningumus generuojantį stochastinį procesą galima išreikšti kaip *n* rizikos faktorių ar indeksų tiesinę kombinaciją.

Pažymėtina, kad APT yra vadinamasis daugiafaktorinis modelis, kuris nusako aktyvų pelningumą remiantis jį lemiančiais makroekonominiais bei mikroekonominiais faktoriais. Minėtieji faktoriai suteikia gana patikimas aktyvų pelningumo bei rizikos charakteristikas. Vienas esminių APT privalumų yra tas, kad

analizei nebūtinai rinkos portfelis kaip CAPM pritaikymo atveju. Analizei atlikti tikslinga turėti gerai diversifikuoto portfelio duomenis.

Tačiau, kaip ir visos modernios finansų teorijos, ši taip pat turi savo šalininkų ir oponentų, kurie modelį kritikuoja dėl to, kad jis nenumato, kokius faktorius tyrėjas turi rinktis. Todėl APT empirinėse studijose faktoriai gali būti skirtingi. Autorės sutinka, kad APT modelį tikslinga vadinti elgsenos modeliu, nes jis nusakoma elgseną investuotojų, kurie diversifikuoja portfelį savaip suvokdami sisteminę riziką bei pajamingumą ir pagal savo vertinimus suformuoja portfelį su jam būdingu faktorinių betų rinkiniu.

Nors APT grindžiama statinės pusiausvyros argumentais, APT esmė yra dinamiška, aktyvi. APT, kitaip nei CAPM, numato aktyvų neteisingo įvertinimo (pervertinti ir nepakankami įvertinti aktyvai) atvejus. Investuotojai nuolat ieško informacijos apie netiksliai įvertintus aktyvus ir ją pelningai išnaudoja, t. y. vykdo arbitražą. Visa informacijos rinkėjų, spekuliantų, vertintojų bei apsidraudėlių pramonė yra paremta šia teorija. Didelis privalumas yra tas, kad ji atsižvelgia į visus investuotojų tipus, taip pat į įvairias rizikos rūšis. Todėl APT tinka strateginiam portfelio, kuris tenkintų tam tikros investuotojų grupės interesus, planavimui.

Literatūra

1. Burmeister, E., McElroy, M. B. (1988). Joint Estimation of Factor Sensitivities and Risk Premia for the Arbitrage Pricing Theory, *Journal of Finance*, 43(3), pages 721–733.
2. Burmeister, E., Wall K. (1986). The Arbitrage Pricing Theory and Macroeconomic Factor Measures, *Financial Review*, 21, pages 1–20.
3. Chen, N. (1983). Some Empirical Tests of the Theory of Arbitrage Pricing. *Journal of Finance*, 38 (December), pages 1393–1414.
4. Chen, N., Roll, R., Roll, S.A. (1986). Economic Forces and Stock Market. *Journal of Business*, Vol. 58, pages 383–403.
5. Dhrymes, Ph., Friend, I., Gultekin M., (1984). A Critical Re-Examination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory, *Journal of Finance*, 39(2), pages 323–346.
6. King, B.F. (1966). Market and Industry Factors in Stock Price Behavior, *Journal of Business*, 39(1), 139–190.
7. Liew, J., Vassalou, M. (2000). Can Book to Market, Size and Momentum Be Risk Factors That Predict Economic Growth? *Journal of Financial Economics*, 57, pages 221–245.
8. Pastor, L., Stambaugh, R. F. (2000). Comparing Asset Pricing Models: An Investment Perspective. *Journal of Financial Economics*, 56, pages 335–381.
9. Reinganum, M. (1981). The Arbitrage Pricing Theory: Some Empirical Results. *Journal of Finance*, pages 330–321.
10. Roll, R. (1977). A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests. *Journal of Financial Economics*, 4, pages 129–176.
11. Roll, R. R., Ross, S. A. (1980). An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory. *Journal of Finance*, 35, pages 1073–1104.
12. Rosenberg, B., Reid, K., Lanstein, R. (1985). Persuasive Evidence of Market Inefficiency. *Journal of Portfolio Management*, Vol. 11, pages 9–17.
13. Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, v.13, issue 3.
14. Shanken, J. (1982). The Arbitrage Pricing Theory? It is Testable, *Journal of Finance*, 37, pages 1129–1140.

Ž. Grigaliūnienė, D. Cibulskienė

Arbitrage Pricing Theory Application Assumptions

Summary

Financial markets are characterized as the most dynamic markets, because prices and trade conditions of financial instruments are always changing. Therefore, asset pricing remains the object for the scientific discussion for a long time. The article gives the explicit arbitrage pricing theory (APT) conception, revealing the most important asset pricing history moments, its basic assumptions and its mathematical background for better application in practice. APT was developed as an alternative asset pricing model, when CAPM – the core of modern financial theory – seemed to have failed to explain asset returns properly. CAPM and APT were compared on the basis of their application assumptions and their limitations, it allowed to identify

their similarities and differences. The article presents APT empirical studies results; that allowed to summarize limitations and strengths of the theory. It also allowed to disclose the potential of APT application in emerging (or non-effective) markets, where assets are likely to be mispriced more often than in the developed (effective) markets. The sequential methodology and presented basic macro-economical factors of the country have to facilitate APT application process in order to ensure more effective portfolio management.

Keywords: expected portfolio return, systematic risk, Beta, Arbitrage Pricing Theory (APT), Capital Assets Pricing Theory (CAPM).