

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Alvar Mällo

**TURUTASAKAALU MUDELITE RAKENDAMINE BALTI
BÖRSIL AASTATEL 2008-2022**

Bakalaureusetöö

Õppekava TABB, peeriala ärirahandus

Juhendaja: Kalle Ahi, MA

Tallinn 2023

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele selle koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.

Töö pikkuseks on 9784 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Alvar Mällo

11.05.2023

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	4
SISSEJUHATUS	5
1. FINANTSVARA HINNAKUJUNEMINE	8
1.1. Ühefaktoriline tasakaalumudel	8
1.2. Mitmefaktorilised turutasakaalu mudelid	13
1.3. Eelnevate empiiriliste uurimuste ülevaade	18
2. UURINGU METOODIKA JA ANDMED	20
2.1. Portfellide ja riskitegurite koostamine	20
2.2. Regressioonanalüüs ja mudelite testimine	23
2.3. Kasutatavad andmed ja andmete korrastamine	26
2.4. Andmete kirjeldav statistika	27
3. TULEMUSED JA JÄRELDUSED	33
3.1. Turutasakaalu mudelite testitulemused	33
3.2. Järeldused ja ettepanekud	37
KOKKUVÕTE	40
SUMMARY	43
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	46
LISAD	49
Lisa 1. Riskitegurite aegread (vasakul) ning 11-kuu libisev keskmine (paremal)	49
Lisa 2. Valimisse kuulunud ettevõtted ning sõltuvate tunnuste klassid	50
Lisa 3. FF3 regressioonmudelite võrdlus erinevate perioodide lõikes	52
Lisa 4. FF3 regressioonmudelite võrdlus riskitegurite lõikes	53
Lisa 5. Lihtlitsents	54

LÜHIKOKKUVÕTE

Turutasakaalu mudelid on olulised tööriistad, mis võimaldavad hinnata finantsvara oodatavat tulu ja riske ning aidata investoritel teha teadlikke otsuseid oma investeerimisportfellides. Käesoleva töö eesmärk on hinnata kas ja mil määral saab Fama ja Frenchi (1993) kolmefaktorilise turumudeliga (edaspidi FF3) selgitada Balti börsil noteeritud aktsiate keskmisi ületootlusi perioodil 2008-2022. FF3 mudeli tulemuslikkust analüüsitakse aeGRIDade vähimruutude meetodiga. Lisaks hinnatakse GRS-f testiga mudeli seletamata jäänud keskmisi tootlusi, et näha selle seletusjõudu. Regressioonmudeli seletavad tunnused on tururiskipreemia, väikese turuväärtusega aktsiatega seotud riskipreemia ja väärtusaktsiatega seotud riskipreemia. Mudeli sõltuvateks muutujateks kasutatakse kuut aktsiaportfelli, mis esindavad iga FF3 riskiteguri kombinatsiooni ning annavad seeläbi nüansirikkama arusaama mudeli toimimisest. Korrastatud valim koosnes 44 ettevõttest, mis olid registreeritud Balti börsi põhi- ja lisanimekirjas seisuga 31.12.2022. Töö tulemused kinnitavad FF3 mudeli paikapidavust ja riskitegurite olulisust Balti börsi aktsiate oodatava tootluse seletamisel. Tulemustest selgub, et turu riskipreemia avaldas kõige tugevamat mõju portfelli oodatava tootluse seletamisel. Kuigi väikese turuväärtusega aktsiatega seotud riskipreemia oli oodatava tootluse seletamisel statistiliselt oluline, ei olnud riskipreemia ise kooskõlas FF3 mudeli teooriaga. Aktsia suuruse ja oodatava tootluse vahel esines negatiivne korrelatsioon, mis tähendab, et suure turuväärtusega ettevõtted olid keskmiselt suurema tootlusega kui väikese turuväärtusega ettevõtted. Väärtuse riskipreemia näitas väga tugevat positiivset seost kõrge bilansi-turu suhte ja aktsiatootluse vahel ning oli statistiliselt oluline oodatava tootluse selgitamisel. Uuringu tulemused viitavad, et Balti börsil võib olla alternatiivne turutasakaalu mudel, mis võib pakkuda suuremat seletusvõimet oodatava tootluse hindamisel kui FF3 mudel.

Võtmesõnad: Finantsvara hinnakujunemine, CAPM, Fama-Frenchi kolmefaktoriline mudel, Balti väärtipaberi börs, riskipreemiad

SISSEJUHATUS

Empiirilise rahanduse üheks keskseks teemaks on olnud turutaskaalu mudelite hindamine. Need mudelid pakuvad raamistiku finantsvara hindu mõjutavate tegurite mõistmiseks, mis aitavad investoril teha investeringute osas teadlikumaid otsuseid ning juhtida riske oma investeerimisportfellides. Turutasakaalu mudelid põhinevad eeldusel, et turud on isereguleeruvad, sest turgudel tegutsevad ratsionaalsed investorid, kes otsivad riski ja tasu optimaalset suhet ning kelle uskumused ja ootused peegeldavad vastavalt turuhinnas (Sharpe, 1964). Kuigi ükski publitseeritud turutasakaalu mudel ei ole suutnud veel täielikult seletada finantsvara hinnakujunemist, on need endiselt ühed levinumad meetodid finantsvara hindamisel, andes panuse paljudele investorite ja finantsasjatundjate ostustele. Seetõttu on nende tõhususe ja adekvaatsuse pidev hindamine ja arendamine finantsvaldkonnas jätkuvalt oluline teema, aidates investoritel saavutada oma investeerimiseesmärke. Lisaks võivad turutaskaalu mudelid aidata mõista finantsturgude toimimist ning tugevdada üldist arusaama majandusest ja rahandusest.

Üheks tuntuimaks turutasakaalu mudeliks võib pidada William Sharpe'i (1964) ja John Lintner'i (1965) poolt kasutusele võetud finantsvarade hinnakujundusmudelit (CAPM), mis kirjeldab, et finantsvarade tootlus peaks võrduma riskivaba tootluse määra pluss preemiaga, mis on proportsionaalne aktsiate süstemaatilise riski ehk beeta suurusega. Kuna CAPM mudel jälgib ühte turufaktorit, siis nimetatakse seda ka ühefaktoriliseks mudeliks. Hilisemad empiirilised uuringud viitavad aga sellele, et on ka teisi turutasakaalu mudeleid ja riskifaktoreid, mis võivad aidata mõista ning seletada finantsvara hinnakujunemist paremini kui CAPM. Finantsvara keskmise hinna selgitusvõime parandamiseks laiendasid Eugene F. Fama ja Kenneth R. French (1992) CAPM mudelit võttes arvesse lisaks süstemaatilisele riskile ka ettevõtte kapitalisatsioonisuurust (*market cap*) ja raamatupidamislikku väärtust suhtena ettevõtte turuväärtusesse (*book to market*). Kasutades tuhandeid juhuslikke aktsiaportfelle leidsid Fama ja French (1996), et loodud kolmefaktoriline mudel võib seletada koguni 95% hajutatud aktsiaportfelli keskmisest tootlusest. Antud mudelit peetakse üheks mõjukamaks kaasaegse rahanduse teooriaks, kuna see seab kahtluse alla CAPM-i domineerimise ning annab nüansirikkama arusaama varade hinnakujundusest.

Fama-French kolmefaktorilise mudeli rakendatavust Balti börsil uuris 2010 aastal ka Raimonds Lieksnis (2010) ning jõudis järelduseni, et perioodil 2002-2009 olid mudeli parameetrid koostatud portfelliide lõikes küll enamik statistiliselt olulised ja omasid aktsiatootlustele olulist mõju, kuid mudeli vabaliige ehk alfa erines oluliselt nullist, mis tähendas, et mudel ei kirjeldanud täielikult kogu perioodi oodatavat keskmist tootlust. Kuna turg on vahepeal arenenud ning tegelikud tulemused võivad regerssioonmudelis varieeruda sõltuvalt ajaperioodist, siis analüüsitakse antud töös Fama-Frenchi kolmefaktorilist mudelit värskemate andmetega, et anda täiendav hinnang mudeli rakendatavusele Balti väärtpaberibörsil. Tänapäevaks, 13 aastat hiljem, on kogu Balti börs teinud tugeva arengu – noteeritud on rekordarv ettevõtteid ning börsi likviidsus on ajas tugevalt paranenud.

Antud uuringutulemused võimaldavad hinnata Fama-Frenchi kolmefaktorilise turutasakaalu mudeli (edaspidi FF3) tõhusust Balti börsil aastatel 2008-2022. Uurimisperiod hõlmab nii 2008. aasta finantskriisi kui ka 2020 aasta koroonaviiruse pandeemia mõju, et näha, kuidas mudel kriisis käitub. Samuti saavad Balti börsil investeerivad investorid ülevaate väikeettevõtte ning väärtusaktsiate riskipremia hinnangutest, mida saab rakendada nii enda investeerimisstrateegiates kui ka kasutada diskontomäära leidmisel.

Tuginedes ülaltoodule, siis käesoleva töö eesmärk on hinnata kas ja mil määral saab Fama-Frenchi kolmefaktorilise mudeliga selgitada Balti väärtpaberibörsil noteeritud aktsiate keskmisi ületootlusi perioodil 2008-2022. Töö käigus otsitakse vastuseid alljärgnevatele uurimisküsimustele:

- 1) Kas ja millisel määral saab FF3 mudeliga selgitada Balti börsil noteeritud aktsiate keskmist ületootlust perioodil 2008-2022?
- 2) Kas ja millisel määral on FF3 mudeli parameetrid statistiliselt olulised Balti börsil noteeritud aktsiate keskmise ületootluse selgitamisel perioodil 2008-2022?
- 3) Kas ja millisel määral on FF3 mudel Balti börsil noteeritud aktsiate keskmise ületootluse selgitamisel perioodil 2008-2022 tõhusam kui CAPM?

Käesolevas töös on püstitatud üks hüpotees: Fama-Frenchi kolmefaktorilises mudelis ei ole suuruse riskitegur statistiliselt oluline Balti väärtpaberite oodatava tootluse hindamisel. Fama-Frenchi (1993) uuringutulemused leidsid kinnituse kasutades sisenditeks USA aktsiaturgudel noteeritud ettevõtete andmeid. NYSE andmetel põhinevate ettevõtete mediaankeskmise

turuväärtus perioodil 07.2008-12.2022 oli 2,9 miljardit dollarit (French, 2017). Ettevõtted, mille turuväärtus on mediaanväärtusest suurem, klassifitseeritakse suurteks ja ettevõtted, mille turuväärtus on mediaanist väiksem, väikesteks ettevõteteks. Samal perioodil oli Balti börsil noteeritud ettevõtete mediaankeskmiste turuväärtus 47 miljonit eurot (Refinitiv Eikon). Seega on vahe mitmekümne kordne ja teooria kohaselt klassifitseeruvad kõik Balti väärtpaperibörsil noteeritud ettevõtted väikesteks ettevõteteks ehk antud riskipreemia peaks olema ebaoluline.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks luuakse kuus faktorportfelli, mis sorteeritakse aktsia turuväärtuse ning omakapitali ja turuväärtuse suhte ehk B/M (*book to market*) järgi. Kasutades neid samu portfelle, leitakse regressiooni riskitegurid *SMB* ja *HML*, mis peegeldavad endas riskipreemiat väikeste ja suurte ettevõtete vahel ning riskipreemiat kõrge ja madala bilansi-turu suhtega ettevõtete vahel. Uuringuks kasutatavad andmed pärinevad Refinitiv Eikonist ning regressioonanalüüs koostatakse ökonomeetriaprogrammis Stata 17. Aktsiaotluste uuritav perioodi on juuli 2008 – detsember 2022 (kokku 174 kuud) ning lõppvalimisse kuulub 44 ettevõtet, mis on 2022. aasta lõpu seisuga noteeritud Tallinna, Riia ja Vilniuse börsil põhi- ja lisanimekirjas (edaspidi Balti börs).

Käesolev lõputöö koosneb kolmest peatükist. Töö esimene peatükk annab ülevaate finantsvara hinnakujunduse teoriast, milles käsitletakse CAPM, APT ja Fama-Frenchi kolmefaktorilist (edaspidi FF3) hinnakujundusemudeleid. Seejärel tuuakse välja teiste autorite poolt koostatud FF3 empiiriliste uuringute näiteid ning hinnatakse nende tulemusi. Teises peatükis on välja toodud kasutatav meetodika täpsem selgitus, kus antakse lugejale ülevaade valimi koostamise põhimõtetest ning koostatakse regressiooniportfellid ja riskitegurid. Peatüki teises pooles kirjeldatakse empiirilise analüüsi läbiviimist ning võrreldakse andmete statistilisi omadusi. Kolmandas peatükis esitatakse empiirilise uuringutulemused ja ning tehakse tulemustest kokkuvõtte.

1. FINANTSVARA HINNAKUJUNEMINE

Antud peatükis esitatakse teoreetiline ülevaade läbiviidud uurimistöö põhimõtete mõistmiseks. Põhjalikult selgitatakse üksikasjalikumalt CAPM ja FF3 mudeleid, nende riskitegurite eeldusi ning samuti antakse ülevaade varasematest empiiriliste töö tulemustest, mis on vajalik järgnevate analüüside tegemiseks ja uurimistöö terviklikuks mõistmiseks.

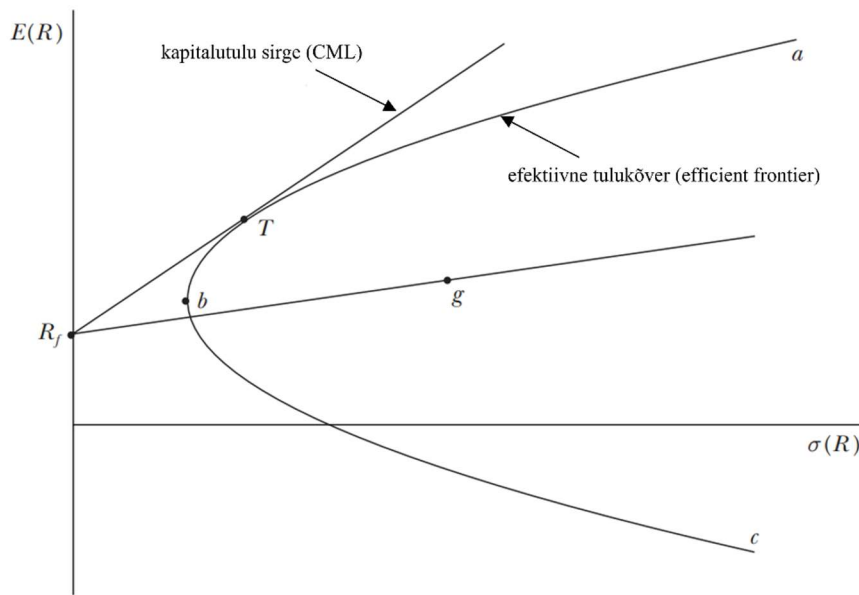
1.1. Ühefaktoriline tasakaalumudel

Väärtpaberiturul saadava tulu ebakindlus väljendub riskides, mida investorid peavad investeerides kandma. Laias laastus võib börsil eksisteerivaid riske liigitada spetsiifilisteks ja süstemaatilisteks riskideks. Spetsiifilised riskid tulenevad ettevõtte eriomastest teguritest, nagu näiteks ebapädev ettevõtte juhtimine, regulatsioonide muudatus või nõrgad müügitulemused, mis võivad ettevõtte käekäiku oluliselt mõjutada. Süstemaatiline risk on aga seotud kogu turu teguritega, nagu näiteks globaalne majanduslangus või intressimäärade tõus. Markowitzi portfelliteooria (1952) kohaselt saab spetsiifilisi riske vähendada portfelli hajutamise kaudu, mille järel ei premeeri kapitaliturud enam investoreid seda tüüpi riskide kandmise eest. Hästi hajutatud portfelli kannab vaid süstemaatiline ehk kogu turu risk, mida ei saa hajutamise teel kõrvaldada (Ibid). CAPM annab raamistiku mõistmaks, kuidas süstemaatiline risk mõjutab varade hinda ja oodatavat tulu. Mudel lähtub eeldusest, et investorid teevad valiku optimaalse turuportfelli ja riskivaba aktiva vahel. (Sharpe, 1964).

CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) ehk finantsvara hinnakujunduse mudel on üks esimesi meetodeid riskiga korrigeeritud tootluse hindamiseks keskmise standardhälbe alusel, mille teesi rajasid Sharpe (1964) ja Lintner (1965). Rohkem kui 60 aastat hiljem on mudel endiselt laialdaselt kasutatatud ettevõtete omakapitali hinna leidmisel ja aktiivselt juhitud portfelli tulemuste hindamisel. Mudel töötati välja laiendades Markowitzi kaasaegset portfelliteooriat, mis näitas, et vara standardhälve on oluline mõõdik riski hindamisel, kuna riskantsematel (volatiilsematel) varadel on suurem võimalus pakkuda kõrgemat tootlust kui vähem riskantsematel (vähem

volatiilsematel) varadel. Markowitzi (1959) teooria kohaselt saab ratsionaalne investor kombineerida erinevatest varadest ja varaklassidest koosneva portfelli, mille riski-tootluse suhe on optimaalne. Teisisõnu, investor kombineerib portfelli, mille risk (standardhälve) on oodatava tootluse juures minimaalne või vastupidiselt mille oodatav tulu on antud riskitaseme suhtes maksimaalne. Antud teesi nimetatakse efektiivseks tulukõveraks (*efficient frontier*), mis on Markowitzi portfelliteooria põhikontseptsioon (vt. joonis 1). See esindab endast parimat väärtpaberite kombinatsiooni, mis pakuvad maksimaalset oodatavat tulu antud riskitaseme kohta hajutatud portfelli piires. Mudel eeldab, et investorid on riskikartlikud ja portfelli vahel valides keskenduvad nad ainult ühe perioodi keskmisele oodatavale tootlusele ja standardhälbele (Fama & French, 2004).

CAPM ehk finantsvara hinnakujunduse mudelit saab kirjeldada joonis 1 kaudu, mis kujutab erinevate portfelli kombinatsioone. Horisontaalteljel on kujutatud standardhälvet $\sigma(R)$ ehk portfelli riski ning vertikaalteljel portfelli oodatavat tootlust $E(R)$. Kõver *abc* jälgib riskantsete varade oodatava tulu ja riski kombinatsioone, mis minimeerivad portfelli standardhälbe erinevatel oodatavatel tootluste tasemetel, kuid ei eelda riskivaba laenuvõtmist ega laenuandmist. Näiteks investor, kes ootab keskmisest suuremat tootlust võib asuda punktis *a*, kuid peab vastutasuks leppima ka keskmisest suurema riskiga. Riskivaba laenamise ja laenuvõtmise puudumise korral on ainult need riskiga korrigeeritud portfelli optimaalsed, mis asuvad kõveral punktil *b* või sellest üleval pool, kuna need portfelli maksimveerivad eeldatavat tulu, arvestades nende tootlusele vastavaid riskitasemeid. Seega saab *ab* kõverat nimetada ka efektiivseks tulukõveraks, kus vastavalt investori riskiisule, on standardhälve igas punktis minimaalne. (Fama & French, 2004)



Joonis 1. Investeeringivõimalused CAPM teoorial
Allikas: Autori koostatud Fama & French 2004 alusel

James Tobin (1958) näitas, et võttes eelduseks riskivaba vara piiramatu laenamise ja laenuvõtmise võimaluse, tekib efektiivsele tulukõverale üks portfellikombinatsioon, mis on optimaalne kõigile investoritele olenemata nende riskikartlikkusest. See eeldus nõuab lisaks täielikku konkurentsi, tulumaksu ning tehingukulude puudumist ja samuti ka kõikide Markowitzi mudelite eelduste kehtivust.

Tobin väitis, et üksikisikud hoiavad sularaha kahel põhjusel: vahetusvahendina ja väärtuse hoidjana. Ta argumenteerib oma töös, et inimesed eelistavad likviidseid varasid nagu sularaha (tänapäevases keskkonnas ka pangakontol deponeeritud raha) või lühiajalisi valitsuse võlakirju, kuna need pakuvad teatud kaitsed ebakindluse ja börsil kaasnevate riskide eest. Sularaha ja nende ekvivalentsete vahendite hoidmine pakub likviidsust, mida investorid hoiavad enda soovitud riskitasemele vastavas summas. Sularaha hoidmine tähendab aga potentsiaalse tulu loobumist, mida oleks saanud investeerimisest riskantsematesse varadesse. See üksainus efektiivsel tulukõveral paiknev portfelli kombineeritakse riskivaba varaga, kus riskikartlikumad investorid asetavad riskivabale varale suurema kaalu ning riskialtlikumad investorid asetavad suurema kaalu riskantsele portfelliga. Antud teooria kohaselt võib portfelli omada ka negatiivset kaalu riskivaba vara suhtes, kus laenatakse raha riskivaba määraga, et võimendada positsioone riskantsemas varas. Tobini eraldusteoreemi kohaselt tuvastab investor kõigepealt optimaalse portfelli ning võttes

arvesse enda riskikartlikkuse taset, valib seejärel vastava riskivaba vara osakaalu portfellis. (Tobin, 1958)

Riskivaba vara (R_f) laenamise ja investeerimise eelduse lisamine mudelisse muutub efektiivne tulukõver sirgjooneliseks, mida joonisel 1 kirjeldab lineaarne joon punkti R_f ja punkt g vahel (Fama & French, 2004). Kui kõik vahendid on investeeritud riskivabasse väärtpaberisse saadakse tulemuseks riskivaba portfelli (punktis R_f), millel puudub volatiilsus ja mille tootlus on ajas konstantne (Ibid). Tõmmates aga joone riskivaba varast (R_f) punkti T , et see oleks efektiivse tulukõvera puutuja, saadakse optimaalne ehk turuportfelli, mis pakub antud riskitaseme kohta suurimat oodatavat tootlust (Ibid). Antud sirge kallet nimetatakse ka Sharpe'i suhtarvuks, mis mõõdab portfelli ületootlust riskiühiku kohta võrreldes riskivaba määraga ehk teisisõnu kui palju teenib investering iga võetud riskiühiku kohta (Sharpe, 1966).

Kapitalitulu sirge jälgib portfelli võimalikke kombinatsioone, mida on võimalik luua riskantsete varade ja riskivaba varaga. Sharpe'i (1964) CAPM teooria kohaselt valitseb turul tasakaal, mille korral valib investor alati turuportfelli, kus eksisteerib ainult süstemaatiline ehk kogu turu risk, mida mõõdetakse beeta koefitsiendiga. Kuna investor omab hästi hajutatud turuportfelli, millel puuduvad spetsiifilised riskid, siis ainsateks muutujateks, millele peab investor tähelepanu pöörama, on oodatav tulu ja beeta kordaja. Kapitalitulu sirgest saab tuletada CAPM matemaatilise mudeli, mis on kuvatud alloleva valemiga:

$$E(R_{it}) = R_{ft} + \beta_{Mi}[E(R_{Mt}) - R_f] \quad (1)$$

kus

$E(R_i)$ – vara i oodatav tootlus ajahetkel t ;

R_{ft} – riskivaba tulumäär ajahetkel t ;

β_{Mi} – vara i tundlikkus turuportfelli suhtes ehk beeta koefitsient;

$E(R_M)$ – oodatav turutootlus ajahetkel t .

CAPM võrrand (1) väidab, et vara oodatav tootlus ($E(R_i)$) on võrdne riskivaba määraga (R_f) ning vara beeta koefitsiendi (β_{Mi}) ja turuportfelli riskipremia ($E(R_{Mt}) - R_f$) korrutisega. Võrrandi esimene pool koosneb riskivabast tulumäärast, mida investor saaks teenida ilma riski võtmata, näiteks investeerides valitsuse võlakirjadesse. Võrrandi teine pool näitab riskipremiat, mida investor ootab teenida võrreldes riskivaba tuluga, olles nõus võtma süstemaatilist riski. See esindab

lisatasu, mida investor peaks teenima, et riski võtmine kompenseeriks end ära. Süstemaatilist riski mõõdetakse võrrandis beeta-kordajaga (β_{Mi}), mis näitab varade tundlikkust või volatiilsust turu üldisele liikumisele. Beeta kordaja väärtus 1 tähendab, et vara hind kõigub turu keskmise hinna muutusega samas tempos. Beeta väärtus üle 1 tähendab, et vara hind on tundlikuim ehk volatiilsem kui turu keskmine hind ning väärtus alla ühe tähendab vastupidist. Mida suurem on varale omistatud beeta-kordaja, seda riskantsem on vara ja seega ka suurem oodatav tulu. Kokku saadud summa annab hinnatava vara oodatava tulu, mida investor võiks nõuda investeeringu riski kompenseerimiseks. (Fama & French, 2004)

Finantsvara hinnakujunduse mudel CAPM on üks enimlevinumaid ja tsiteeritumaid finantsmudeleid, mida kasutatakse üksikaktiivate ja portfelli hindamiseks ning nende riskitaseme määramiseks. CAPM-i põhieeldused on järgmised (Jensen et al. 1972):

1. investorid käituvad ratsionaalselt ja otsivad oma investeeringutes maksimaalset kasumit minimaalse riskiga, tuginedes portfelli valikul ainult keskmisele oodatava tootlusele ja portfelli standardhälbele;
2. puuduvad maksud ja tehingukulud;
3. kõik investorid omavad ühesuguseid arusaamu kõigi turuinstrumentide tootluste kohta
4. on ainult üks riskivaba intressimäär ning kõik investorid saavad laenata ja laenu anda ühesuguse riskivaba intressimääraga.

Olenemata selle laiast kasutusest on CAPMi eeldused paljuski idealistlikud, mis võivad reaalses maailmas olla ebatõenäolised ning sestap muudavad selle rakendamise teatud olukordades keeruliseks või ebatäpseks. Näiteks eeldab mudel, et kõik investorid käituvad alati ratsionaalselt ja otsivad oma investeerimisotsustes maksimaalset kasumit minimaalse riskimääraga (Jensen et al. 1972). Thaler ja Barberis (2002) toovad välja, et investeerimisotsuste tegemisel mõjutavad inimesi tugevalt emotsioonid, nagu hirm ja ahnus, mis ei pruugi hoida investoreid ratsionaalsetena. Samuti leiavad Fama ja MacBeth (1973), et vastupidiselt CAPMi eeldustele, ei ole turud efektiivsed ning investorid ei suuda täielikult hinnata ettevõtete riske ja tootlusi. Fama ja French (1992) väitsid, et CAMP mudel on liiga lihtsustatud, kuna see eeldab, et turutegur on ainus faktor, mis mõjutab aktiivate hinnakujunemist. Nad võrdlesid CAPM mudeli ennustusi ajalooliste turgude tootlustega ning leidsid, et mudel ei suuda täielikult seletada varade hindade dünaamikat (Ibid).

CAPM teooriat on küll põhjalikult uuritud, kuid see on endiselt vastuoluline, kuna tugineb kõiki varasid hõlmavale portfelli, mida on võimatu testida (Roll, 1997). CAPM on olnud pikka aega

laialdaselt kasutatud mudel finantsturgudel, kuid selle empiirilised uuringud on andnud vastakaid tulemusi. Mõned uuringud on leidnud mudelile tuge ja näidanud seost turubeeta ja oodatava tulu vahel (vt. Sharpe, 1964), kuid on ka uuringuid, mis on leidnud kas vähe või mitte mingeid tõendeid selle kohta, et mudel suudaks seletada finantsvara hinna liikumist (vt. Jensen, 1978).

1.2. Mitmefaktorilised turutasakaalu mudelid

Eelmises peatükis käsitletud tasakaalu mudel CAPM põhineb eeldusel, et investori portfelli oodatav tootlus peaks olema seotud selle beeta väärtusega (Sharpe, 1964). Aja jooksul on CAPM-i kohta esile kerkinud palju kriitikat selle mittesuutlikkuses kirjeldada aktsiate keskmisi tootlusi ning mitmed autorid on pakkunud selle täiustamiseks välja alternatiivseid tasakaalu mudeleid. Merton (1973) töötas välja intertemporaalse finantsvara hinnakujunduse mudeli (ICAPM), mis on analoogiline laiendus CAPM mudelile ning võimaldab igal investoril hindamiseks kasutada oma individuaalseid riskitegureid ja eelistusi lisaks tururiskile.

Samuti on Ross (1976) pakkunud välja mitmefaktorilise lähenemisviisi varade hinnakujundamise selgitamiseks, mis annab laiemat ülevaate turutasakaalu olemusest. Ta töötas välja Arbitraaži hinna mudeli (APT), mis väidab, et varade väärtust mõjutavad erinevad riskifaktorid nagu näiteks intressimäärade, inflatsiooni, valuutakursi, turuindeksite muutused (Ibid). Näiteks kui aktsia, mille tootlus inflatsiooni kasvades suureneb (näiteks energia ettevõtted) saavad investorid seda kasutada tulevase inflatsioonimäära ebakindluse maandamiseks (Bodie et al., 2014, lk 324-328). Selle tagajärjel võib investorite nõudlus aktsia järele suureneeda, mis võib viia aktsia hinna tõusuni ja seega vähendada selle riskipremiat ehk kompensatsiooni, mida investorid ootavad riski võtmise eest (Ibid). Rossi ATP mudel tugineb kolmele eeldusele (Ibid):

1. väärtpaberi tootlust saab kirjeldada faktorimudeliga;
2. spetsiifilise riski hajutamiseks on piisavalt väärtpabereid;
3. hästi toimivad väärtpaberiturud ei võimalda rakendada arbitraaži kasutust.

Arbitraaži hinna mudelit (APT) saab kujutada alljärgnevalt (Ross, 1976):

$$E(R_i) = a_i + \beta_{i1}\lambda_1 + \beta_{i2}\lambda_2 + \dots + \beta_{in}\lambda_n + e_{it} \quad (2)$$

kus

$E(R_i)$ on vara i oodatav tootlus,

a_i on vara i eeldatav tootlus, kui kõigi indeksite väärtus on null,

β_{ik} on vara i beeta tundlikkus erinevate riskitegurite ehk faktorite suhtes,

λ_k on faktori riskipreemia,

k on (1,2 ... n) faktorite numbrid,

e_{it} on vara i juhuslik vea liige perioodil t .

Valem (2) näitab, et erinevalt CAPM mudelist, mis põhineb ainult ühel faktoril ehk tururiski teguril, on APT mudelis olemas n -faktorit, mis mõjutavad vara i oodatavat tootlust. Mõlemad mudelid väidavad, et vara i oodatav tootlus on lineaarne funktsioon süstemaatilisele riskile, kus APT mudelis on n allikat ja CAPM mudelis on ainult üks (Bodie et al., 2014, lk 328-338). APT mudelit kasutatakse investorite poolt peamiselt selleks, et tuvastada ja kasutada ära arbitraaživõimalusi ja teenida riskivaba kasumit (Ibid). Kui mudeli alusel arvatud vara i teoreetiline hind erineb oluliselt vara i reaalsest hinnast, võib see viidata sellele, et vara i on valesti hinnatud, mis omakorda tekitab arbitraaživõimaluse (Ibid). Mõned autorid, nagu Fama (1991) aga usuvad, et kui arbitraaživõimalus tekib, siis see kaob ruttu, kuna turud on efektiivsed ja hinnad kajastuvad alati turu kohta käivat informatsiooni. See tähendab, et kui mingi väärtpaberi hind on valesti hinnatud, siis turul tekib kohe nõudlus või pakkumine, mis viib hinna kiiresti tasakaalu (Ibid).

CAPM'i empiiriliste uuringute ebaõnnestumise tagajärjel hakkasid teadlased avaldama erinevaid turuväliseid strateegiaid ja karakteristikuid, mis näisid esmapilgul pakkuvat oodatavast kõrgemat keskmisest tootlust (näiteks väga volatiilsete aktsiate hoidmise strateegia), kuid mida hiljem parandati uuringutega, et antud strateegiate edukus oli tegelikult seotud kõrge beetakordajaga (Cochrane, 2000, lk 396). Samas leidis ka näiteid strateegiatest, mille keskmine tootlus püsis kõrge ka peale beetakordaja arvesse võtmist (Ibid).

Ühte sellist silmapaistvat teooriat tutvustas Banz (1981), kes avastas, et väiksemate turuväärtustega ettevõtete aktsiate (*small cap stocks*) tootlus oli pikema aja jooksul olnud kõrgem kui suuremate turuväärtustega olevatel ettevõtetel (*large cap stocks*) ehk ettevõtete turuväärtusel

ja aktsiate tootlusel esines negatiivne korrelatsioon. Uurimus hõlmas NYSE börsil noteeritud aktsiaid perioodil 1936–1975 (Ibid). Banz leidis, et nendel aktsiatel, mis kuulusid kõige väikseima turuväärtustega portfelli, näitasid kuus keskmiselt 0,40% kõrgemat riskiga korrigeeritud ületootlust (tootlus lahutatud riskivaba tuluga, inglise keeles *excess returns*) võrreldes kõige suurema turuväärtusega kuuluvate aktsiaportfellidega (Ibid). Lamourez ja Sanger (1989) tõdesid, et NYSE ja AMEXi börsil perioodil 1973-1985 oli väikeettevõtete suurusepreemia (*size premium*) koguni 2,0% kuus suurem. Fama ja Frenchi (1992) uuringutes oli USA börsidel perioodil 1962-1989 väikeettevõtete riskipreemia 0,63% kuus suurem, kusjuures kõige väiksemasse portfelli kuuluvate ettevõtete turuväärtus oli keskmiselt 296 miljonit dollarit. 21 sajandi uuematest väljaannetest andis Dijk (2011) ülevaate suuruse riskipreemia globaalsest mõjust, kus leidis, et suuruse riskipreemia eksisteerib igas riigis, kus seda on uuritud vähemalt 10 aasta pikkuse andmekogumi alusel. Samas tõdeb autor, et aktsia suuruse efekt on muutunud ajas vähem oluliseks, kuna riskipreemia on vähenenud viimase 30 aasta jooksul (Ibid). Karolyi et al. (2012) põhjendavad seda asjaoluga, et kapitaliturgudel on suurenenud likviidsus, mis vähendavad turutegijate (*market makers*) ostu-müügi vahekasumeid (*bid-ask spread*) ning teisi komisjonitasusid, mis on olulised sisendid suuruse riskipreemia puhul.

Paljud autorid on väljendanud erinevaid teooriad sellele kohta, miks suuruse riskipreemia eksisteerib. Näiteks Fama ja French (1993) usuvad, et suuruse mõju on seotud ettevõtte riskiga. Väiksemad ettevõtted on tavaliselt riskantsemad, kuna neil on piiratud ressursid ja võimalused võrreldes suuremate ettevõtetega ja seetõttu on investorite tootluse ootus suurem (Ibid). Pástor ja Stambaugh (2003) leiavad, et suuruse preemia on tingitud likviidsusriskist. Väikeettevõtete aktsiate kauplemissahud on tavaliselt väiksemad ning nende hindade kõikumised võivad olla volatiilsemad kui suuremate ettevõtete aktsiate puhul, mis suurendab riske ja seega ootavad investorid väikeettevõtetelt suuremat tootlust (Ibid). Rosenberg, Reid ja Lanstein (1985) väitsid, et väikeettevõtete riskipreemia võib olla seotud informatsioonipuudusega, kuna neil ettevõtetel on tavaliselt vähem analüütikukatet ning nende finantstulemuste kohta on vähem avalikku kättesaadavat infot, mistõttu võivad investorid vajada rohkem aega ja ressursse, et neid ettevõtteid uurida ja nende tegelikku väärtust hinnata.

Teise silmapaistva karakteristiku tuvastasid Rosenberg et al. (1985), kes leidsid tugevat empiirilist tõendust selle kohta, et kasvuaktsiad, millel on kõrge bilansi ja turu suhe (*high book-to-market ratio*) ehk ettevõtte bilansiline väärtus jagatud selle ettevõtte turuväärtusega, suudavad pakkuda kõrgemat riskiga korrigeeritud keskmist ületootlust kui madala bilansi ja turu suhtega (*low book-*

to-market ratio) kasvuaktsiad. Autorid uurisid USA aktsiate tootlusi ajavahemikul 1973-1984 ning tuvastasid, et kõrge bilansi ja turu suhtega aktsiate valimise strateegia suudab pakkuda 0,36% võrra suuremat riskiga korrigeeritud ületootlust kuus, võrreldes madala bilansi-turu suhtega aktsiate korral (Ibid). Sarnase tulemuseni jõudsid ka Fama ja French (1992), kui uurisid perioodil 1963-1990 USA aktsiate oodatava tootluse läbilõiget. Autorid leidsid, et bilansi ja turu suhe on positiivselt seotud aktsiate keskmise tootlusega ning see seos kehtib regressioonmudelil nii ühe kui ka mitme muutujaga testides ning tulemused on järjepidevad (Ibid). Tulemustest järeldus, et kõige väiksema bilansi ja turu suhtega ettevõtete ehk kasvuaktsiate keskmine tootlus oli 0,30% kuus, samas kui kõige kõrgema bilansi-turu suhtega ettevõtted ehk väärtusaktsiad teenisid keskmiselt 1,83% kuus ületootlust. Samuti tõdesid autorid, et bilansi-turu suhte mõju aktsiate tootluse selgitamisel oli tugevam kui suurusepreemia korral (Ibid). Capaul et al. (1993) uurisid antud karakteristikute mõju aktsiate tootlusele mitmetel rahvusvahelistel turgudel ning järeldasid, et väärtusaktsiad teenisid perioodil 1981-1992 kõikidel analüüsitud turgude ületulu võrreldes kasvuaktsiate turuindeksiga. Näiteks teenisid Prantsusmaa väärtusaktsiad 3,26% aastas ületulu võrreldes riigi kasvuaktsiatega, Saksamaa väärtusaktsiad teenisid 1,39% ning Šveitsi väärtusaktsiad 1,17% ületulu aastas (Ibid). Kõikide uuringus osalenud rahvusvaheliste turgude keskmine ületootlus väärtusaktsiatel oli 1,88% (Ibid).

Fama ja French (1993) on välja toonud, et bilansi-turu suhtarv võib toimida riskimõõdikuna, kuna sellised ettevõtted, kelle bilansi-turu suhtarv on kõrge, on suurema tõenäosusega finantsraskustes ja võivad olla seega tundlikumad äritingimuste muutuste suhtes. Zhang (2005) leiab, et väärtusaktsiad (*value stocks*) omavad keskmiselt suuremat põhivara ning majanduslanguste korral on sellised ettevõtted suuremas ohus, kuna nende põhivara on tihti ülevõimendatud. Erb ja Harvey (2006) väidavad, et bilansi-turu riskipreemia on seotud majandustsüklitega ning väärtusaktsiad on majanduslanguse ajal turvalisem investering kui kasvuaktsiad, kuna väärtusaktsiad on sageli alahinnatud ja seetõttu rohkem kaitstud turu languse eest. Barberis ja Shleifer (2003) leiavad, et bilansi-tulu riskipreemia võib olla seotud ka käitumusliku lähenemisega, kus investorid saavad lihtsalt rahuldust kasvuaktsiate omamisest, kuna need kalduvad olema kasumlikud ja kiiresti kasvavad ning võivad avaldada püsivat mõju varade hindadele.

Lisaks suuruse ja väärtusaktsiate riskipreemiatele on erinevad teadlased tuvastanud veel positiivseid seoseid aktsia keskmise riskiga korrigeeritud tootluse ja karakteristikute vahel, mida CAPM ei suuda seletada. Näiteks leidis Bhandari (1988), et aktsiate oodatav tootlus on positiivselt seotud ettevõtte finantsvõimendusega ehk ettevõtte kohustused jagatud omakapitaliga (*debt to*

equity ratio) ning Basu (1983) näitab, et positiivne seos eksisteerib ka kasumi-hinna suhetega (*earnings-price ratio*).

Fama ja French (1992) muutsid enda uurimistööga turutasakaalu mudelite lähenemist, rõhutades ettevõtte arvarakteristikute olulisust süstemaatilise riski ja tootluse mõõtmisel ning näidates, et seotud riskid on mitmemõõtmelised. Autorid viisid läbi Fama ja Macbethi (1973) ristlõike regressiooni (*cross-sectional regression*) kõikide NYSE, AMEX ja NASDAQ börsil noteeritud aktsiatega perioodil 1962-1989 ning testisid lisaks turubeetale ka ettevõtete suuruse, bilansi-tulu suhte, kasumi-hinna suhte (E/P) ja finantsvõimenduse karakteristikuid oodatava tootluse selgitamiseks. Uuringutulemused näitasid, et turubeeta ei aidanud seletada aktsiate keskmise tootluse läbilõiget ning suuruse ja bilansi-tulu suhte kombinatsioonil on tugev mõju USA aktsiate keskmise tootluse läbilõike selgitamisel, mis ületasid uurimisperioodil ka E/P ja finantsvõimenduse karakteristikuid (Ibid). Turutasakaalu mudeli kirjeldamiseks läbi keskmiste tootluste töötasid Fama ja French (1993, 1996) välja kolmefaktorilise mudeli, mille regressioonmudel on kuvatud alljärgnevalt:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i(R_{Mt} - R_{ft}) + \gamma_iSMB_t + \delta_iHML_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

kus

R_{it} on portfelli i tootlus ajahetkel t ,

R_{ft} on riskivaba tulumäär ajahetkel t ,

R_{Mt} on turutootlus ajahetkel t ,

SMB on väikese ja suure turukapitalisatsiooniga aktsiate tootluste vahe ajahetkel t ,

HML on kõrge ja madala bilansi-turu (B/M) suhtega aktsiate tootluste vahe ajahetkel t ,

α_i on alfa ehk mudeli poolt seletamata jäänud keskmine tootlus,

$\beta_i, \gamma_i, \delta_i$ on portfelli i parameetrite koefitsiendid.

ε_{it} on regressioonmudeli jääkliige ajahetkel t .

1.3. Eelnevate empiiriliste uurimuste ülevaade

Suur osa Fama-Frenchi kolmefaktorilise mudelite kohta läbiviidud empiirilistest uuringutest on keskendunud peamiselt USA aktsiaturule. Mõned teadlased on leidnud ja vaidlustanud varasemate autorite leitud tulemusi, et teistel turgudel katsetatud FF3 mudelid ei leia kinnitust aktsiate keskmise tootluse seletamisel. Allpool on välja toodud neli uurimistööd, mis on uurinud erinevatel aktsiaturgudel kolmefaktorilise mudeli seletusjõudu.

Moerman uuris FF3 rakendatavust euroalal, mis koosnesid Austria, Belgia, Soome, Prantsusmaa, Saksamaa, Kreeka, Iirimaa, Itaalia, Hollandi, Portugali ja Hispaania aktsiaturgudel noteeritud ettevõtetest. Moerman kasutas keskmiselt 1013 euroalal registreerinud ettevõtete andmeid ja kuiseid tootlusi perioodil juuli 1991 kuni august 2002. Töö autor kasutas sõltuvate portfelli koostamisel erinevat portfelli arvu, testides töö tulemusi 3, 6 ja 10 koostatud portfelli pealt. See oli tingitud asjaolust, et väiksemate Euroopa riikide puhul oli uuringuks kasutatavad aktsiate andmed piiratud. Uuringutulemused näitavad, et FF3 toimib suhteliselt hästi euroala aktsiaturgude oodatava tootluse variatsiooni hindamisel, kuid rõhutatakse, et mudel toimib eri riikides paremini kui euroala riikide üldisel hindamisel. See tõendatakse nii keskmise alfa kui ka kohandatud determinatsioonikordaja põhjal. Võttes aluseks 6 sõltuva portfelli jaotuse, oli mudel oodatavate tootluste hindamisel edukas eriti Saksamaal ($\alpha = 0,12$; $R^2 = 0,83$) ja Hispaanias ($\alpha = 0,19$; $R^2 = 0,84$), kuid leidis vähem toetust Irimaal ($\alpha = 0,42$; $R^2 = 0,60$) ja Portugalis ($\alpha = 0,39$; $R^2 = 0,66$). (Moerman, 2005)

Eraslan analüüsis FF3 mudelit Istanbuli väärtpaberibörsil (ISE), kasutades selleks kuiseid tootlusi perioodil jaanuar 2003 kuni detsember 2010. Autor koostas uurimiseks vastavalt ettevõtete suurusele ja bilansi-turu suhtele üheksa portfelli, et selgitada portfelli ületootluse kõikumisi. Tulemustest järeldus, et uuritava perioodil ei mõjutanud suuruse riskitegur suuri portfelle, kuid aitas selgitada väikeste ja keskmiste suurusega ettevõtetega portfelli ületootluse erinevusi. Väärtuse riskiteguril oli tugev mõju portfelle, millel oli kõrge bilansi-turu suhe. Eraslan leidis, et kuigi FF3 suutis selgitada teatud määral portfelli tootluse kõikumisi, siis tugevama mõju andis tulemustele turu riskitegur. Autori sõnul võis olla nõrkade tulemuste põhjuseks uuritav periood, mille sisse jäi ka majanduskriis. (Eraslan, 2013)

Sehgal ja Balakrishnan rakendasid FF3 mudelit India väärtpaberibörsil perioodil 1996 kuni 2010. Uuringuks kasutati 465 ettevõtte andmeid, mis kuulusid BSE-500 indeksi koosseisu. Tulemustest

selgus, et FF3 mudel on oodatavate tootluste selgitamisel tõhusam kui CAPM. Küll aga ei selgitanud FF3 mudel täielikult CAPM-i poolt seletamata jäänud tootlusi, kuna 54-st portfelist 7 puhul olid alfad statistiliselt olulised. (Sehgal & Balakrishnan, 2013)

Aguenou et al. testisid FF3 rakendatavust Maroko aktsiaturul aastatel 2005–2009. Uuringu valim koosnes 48 ettevõttest. Tulemustest selgus, et Fama-Frenchi (1993) meetodikat järgides olid regressioonanalüüsi tulemused osaliselt kooskõlas FF3 mudeli tulemustega. Maroko aktsiaturul olid küll kõrgete bilansi-turu suhtega aktsiate keskmine tootlus suurem kui madalate bilansi-turu suhtega aktsiatel, kuid väikeste turuväärustega ettevõtted ei pakkunud perioodil kõrgemat ületootlust ehk suurematel ettevõtetel oli suurusepreemia positiivne. Autorid juurdlevad, et tulemused võivad olla mõjutatud seoses ebalikviidsete aktsiatega, mis esineb eelkõige just väikeste turuväärtustega ettevõtetel. (Aguenou et al., 2011)

2. UURINGU METOODIKA JA ANDMED

Selles peatükis tutvustatakse, kuidas konstrueeritakse uurimistöö läbiviimiseks vajalikud regressioonmudelid, mis sõltuvad (BH, BM, BL, SH, SM, SL) ja 3 seletavat muutujat ($R_M - R_f$, SMB , HML) ning seejärel selgitatakse, kuidas neid mudeleid testitakse ja milliseid regressioone kasutatakse. Teiseks kirjeldatakse peatükis lähemalt andmeid, mida uuringu läbiviimiseks kasutatakse ning esitatakse valimit kirjeldav statistika. Andmete analüüs ja ökonomeetrilised testid viiakse läbi Stata 17 programmis.

2.1. Portfellide ja riskitegurite koostamine

Antud töös koostatakse riskitegurite nagu turubeeta (*market beta*), suuruse (*size*) ja bilansi-turu suhte (*book-to-market*) analüüsimiseks Fama-French 1993 aasta mudelit. Selle meetodiga sorteeritakse uuringu valimis olevad aktsiad nende turuväärtuse ja bilansi-turu suhte järgi kuute erinevasse portfelli (Fama ja French, 1993). Teooria kohaselt peaks SMB (*small minus big*) faktor jäljendama riskitegurit vastavalt ettevõtte suurusele ja HML (*high minus low*) vastavalt ettevõtte bilansi-turu suhte järgi.

Kuna antud töö eesmärk on analüüsida Fama-Frenchi kolmefaktorilise mudeli rakendatavust just Balti väärtpaberibörsil, siis kasutatakse regressioonmudelid seletavate muutujate $R_M - R_f$, SMB ja HML leidmiseks Balti börsil noteeritud väärtpaberite kuiseid tootlusi ja karakteristikuid. Sageli kasutatakse SMB ja HML faktorite andmeid otse Fama-Frenchi veebilehelt, kuid need andmed sisaldavad USA aktsiaturgudel kohaldatavaid riskipreemiaid või teisi arenenud turge, mis ei pruugi kehtida Balti börsil. Seetõttu on uurimiseesmärkide saavutamiseks vajalik koostada riskifaktorid, mis arvestavad Balti börsi eripärasid ja võimaldavad täpsemalt analüüsida nende riskitegurite mõju portfelli oodatavale tootlusele.

Igal aastal 30. juunil perioodil 2008 kuni 2022 sorteeritakse valimis olevad aktsiad nende turuväärtuse järgi. Turuväärtus ehk turukapitalisatsioon arvutatakse iga aasta 30. juuni

sulgemishinna (*close price*) ja samal ajal ringluses olevate aktsiate (*shares outstanding*) korrutisena. Seejärel leitakse nende aktsiate turuväärtuste mediaanväärtus ning jagatakse ettevõtte selle vahel kahte gruppi: suured ja väikesed (S ja B).

Sarnast lähenemist kasutatakse ka ettevõtte bilansi-turu (*book-to-market* või B/M) suhte ehk ettevõtte omakapitali väärtus jagatud ettevõtte turuväärtuse sorteerimisel. Ettevõtte omakapitali väärtuse leidmiseks lahutatakse iga majandusaasta lõpu seisuga ettevõtte varade mahust (*total assets*) ettevõtte kohustused (*total liabilities*). Ettevõtte turuväärtuse arvutamiseks, mida arvestatakse B/M suhte määramisel, leitakse majandusaasta lõpu sulgemishinna ja samal ajal ringluses olevate aktsiate korrutisena. Fama ja French (1993) kasutasid B/M sorteerimiseks just ettevõtete aasta lõpu raamatupidamisandmeid, kuna hiljemalt juuni lõpuks on börsiettevõtte kohustatud avaldama oma majandusaasta aruanded Nasdaqile, mis tagab info stabiilse juurdepääsu uurimisperioodi vältel. Aktsiad sorteeritakse nende B/M suhte järgi 70% ja 30% kvantiilideks ning jagatakse seejärel kolme rühma: kõrge B/M suhtega rühm (H) – ülemine 30%, keskmine B/M suhtega rühm (M) – 30% kuni 70% ja madala B/M suhtega rühm (L) – alumine 30%. Üks selgitus sellele, et miks B/M suhtega aktsiad jagatakse kolme mitte kahte rühma on see, et Fama-Frenchi uurimistöös (1992) osutusid B/M suhe aktsiate keskmiste tootluste selgitamisel tugevamaks kui suuruse riskitegur.

Portfellide koostamiseks jagatakse saadud rühmad ettevõtte suuruse ja B/M suhte löikes omavahel 6 erinevaks portfelli: suur/kõrge (BH), suur/keskmine (BM), suur/madal (BL), väike/kõrge (SH), väike/keskmine (BM) ja väike/madal (SL) (vt. lisa 2). Seega esindab iga valimis olev ettevõtte ühte suuruse ja ühte B/M suhte portfelli, mis kajastavad erinevaid riskitasemeid. Saadud portfelli tootluse leidmiseks kasutatakse võrdsete kaalude meetodit (*equal-weighted*). Kuistest tootlustest võetakse naturaallõgaritm, kuna see järgib normaaljaotust, mis lihtsustab statistilist modelleerimist ja analüüsi (Campbell et al., 1998, lk 109-123). Portfelle sorteeritakse iga aasta t 1. juulis ning neid hoitakse kuni järgneva aasta t + 1 30. juunini. 1. juulis t + 1 sorteeritakse portfelliid jälle vastavalt nende suuruse ja B/M suhte järgi. Seega hakkab käesoleva uuringu tootluste perioodi lugemine alates 01.07.2008, mille ajal sorteeritakse ettevõtte nende suuruse järgi kasutades turuväärtusi seisuga 30.06.2008. B/M suhte arvutamisel kasutatakse omakapitali suuruse arvutamisel 2007. majandusaasta aruandeid ning ettevõtete turuväärtus leitakse aasta lõpu seisuga ehk 31.12.2007.

Regressioonimudeli seletava muutuja *SMB* faktori igakuine tootlus arvutatakse kolme väikese portfelli (SH, SM, SL) keskmise tootluse ja kolme suure portfelli (BH, BM, BL) keskmise tootluse vahega. Matemaatilisel saab *SMB* faktori arvutada järgmiselt:

$$SMB = \frac{\left[\left(\frac{S}{H} + \frac{S}{M} + \frac{S}{L}\right) - \left(\frac{B}{H} + \frac{B}{M} + \frac{B}{L}\right)\right]}{3} \quad (4)$$

Teise seletava muutuja *HML* faktori igakuine tootlus arvutatakse kahe kõrge bilansi-turu suhtega portfelli (BH, SH) keskmise tootluse ja kahe madala bilansi-turu suhtega portfelli (BL, SL) keskmise tootluse vahega. Faktori arvutamisel ei kasutata keskmiste portfelli tootlusi, kuna vastavalt Fama-Frenchi (1993) uuringule ei lisaks see mudelile täiendavat selgitusvõimet. *HML* faktor peab olema sõltumatu suuruse riski faktorist ja keskenduma ainult kõrge ja madala B/M aktsiate käitumisele oodatava tootluse selgitamisele (Fama & French, 1993). Matemaatilisel saab *HML* faktori arvutada järgmiselt:

$$HML = \frac{\left[\left(\frac{S}{H} + \frac{B}{H}\right) - \left(\frac{S}{L} + \frac{B}{L}\right)\right]}{2} \quad (5)$$

Fama ja French (1993) kasutavad enda uurimistöös portfelle, mis on koostatud ettevõtete väärtuste kaalutud keskmise põhjal (*value-weighted*), kuna see lähenemine võtab arvesse ettevõtete turukapitalisatsiooniväärtust, kus suuremad ettevõtted saavad portfellis suurema kaalu, kuna nende väärtus ja mõju on suurem. See lähenemine on tingitud sellest, et enamik investoreid eelistab investeerida suurema turuväärtusega aktsiatesse, mistõttu on valdav osa investeerimisportfelli väärtused kaalutud (Fama & French, 1992). Antud töös kasutatakse võrdsete kaaludega meetodit (*equal-weighted*) ehk portfelli koostamisel saavad aktsiad võrdse kaalu ning portfelli tootlused ei sõltu nende aktsiate turuväärtusest. Võrdsete kaalude meetodi eeliseks on, et see tagab ühtlasema riski jaotuse üle investeerimisportfelli, mis on antud uuringu eesmärkide saavutamisel oluline, arvestades uuringu valimi väiksust. Samuti on võrdsete kaaludega meetodit lihtne rakendada ning see kergendab investeerimisportfelli koostamise protsessi. Lisaks on hiljutisi tõendeid, mis näitavad, et võrdse kaaluga portfelli võivad olla heaks alternatiiviks traditsioonilise väärtusega kaalutud portfelli ja võivad mõnel juhul pakkuda kõrgemat keskmist tulu (Plyakha et al., 2012).

Turubeeta riskiteguri (R_M) kuiste logaritmitud tootluste leidmiseks kasutatakse antud töös OMX Baltic Benchmark Gross Index'it, mis jälgib Nasdaq Balti börsil esindatud tööstusharude kõige suurema käibe ja kauplemismahtudega aktsiate tootlusi ning võtab arvesse ka dividendide maksmist (Nasdaq Baltic). Igakuine ületootlus ($R_M - R_f$) arvutatakse OMX Baltic Benchmark Gross Indeksi kuistest tootlustest, millest on maha lahutatud riskivaba tulu. Riskivaba tulumääraks (R_f) on kasutatud 1-kuu Euribori baasintressimäära, mis on viidud kuubaasile kasutades alljärgnevat valemit:

$$R_{f(k)} = (1 + R_{f(a)})^{\frac{1}{12}} - 1 \quad (6)$$

kus

$R_{f(k)}$ on kuu baasintressimäär,

$R_{f(a)}$ on aasta baasintressimäär.

Regressioonmudelite sõltuvate muutujate leidmiseks koostab Fama-French (1993) 25 portfelli, mis on sorteeritud sarnaselt seletavate muutujate leidmisega suuruse ja bilansi-turu suhte järgi erinevatesse rühmadesse. Selline lähenemine annab laia andmestiku ja aitab detailsemalt analüüsida, kuidas suudavad mudeli riskifaktorid seletada aktsiate tootlusi erinevate portfelli lõikes, kus iga portfelli erineb teistest oma karakteristikute poolest (Ibid). Antud uuringu suureks piiranguks on Balti börsi valimi väiksus (käesolevas uuringus 44 ettevõtet, mis teeb aktsiate jagamise 25 portfelli vahel sarnaselt Fama-Frenchi (1993) uuringule ebaotstarbekaks. Antud töös konstrueeritakse täpselt samasuguse lähenemisega kuus erinevat portfelli, mis on kasutatud seletavate muutujate *SMB* ja *HML* leidmisel. Selline lähenemisviis on valitud selleks, et vältida uurimisperioodi jooksul nullfirmade ja ühe ettevõttega koosnevate portfelli tekkimist. Seega on uuringu sõltuvad muutujad järgmised: suur/kõrge (BH), suur/keskmine (BM), suur/madal (BL), väike/kõrge (SH), väike/keskmine (BM) ja väike/madal (SL).

2.2. Regressioonanalüüs ja mudelite testimine

Fama-Frenchi kolmefaktorilise mudeli seletusvõime tulemuslikkuse testimiseks ja analüüsimiseks kasutatakse regressioonmudelite hindamisel aegridade vähimruutude meetodit (OLS). Fama ja Frenchi (1993) sõnul võimaldab antud meetod uurida erinevate portfelli ületootluste ja riskifaktorite nagu turubeeta, suuruse ja bilansi-turu suhte seost ajas. Riskitegurite koefitsiendid ($\beta_i, \gamma_i, \delta_i$) ja kohandatud determinatsioonikordaja väärtused näitavad vastavalt kui tugevalt ja kui

palju kajastavad antud riskifaktorid portfelli tootluste varieeruvust uurimisperioodi vältel. Lisaks toimivad leitud vabaliikmed ehk alfad (α) ka formaalse testina selle kohta, kuidas erinevate tegurite kombinatsioonid arvestavad keskmise tootluse ristlõikega, mille statistiline olulisus tehakse kindlaks t-statistikute uurimisel (Fama & French, 1993).

Regressioonimudeli sõltuvateks muutujateks on kuue erineva aktsiaportfelli ületootlus, kus portfellid on moodustatud aktsiate suuruse ja bilansi-turu suhte järgi. Seletavateks muutujateks on turu ($R_{Mt} - R_{ft}$), suuruse (SMB) ja väärtuse riskitegurid (HML). Regressioonimudeli saab valemi kujul kirjeldada järgnevalt:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i(R_{Mt} - R_{ft}) + \gamma_iSMB_t + \delta_iHML_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

kus

R_{it} on portfelli i tootlus ajahetkel t ,

R_{ft} on riskivaba tulumäär ajalhetkel t ,

R_{Mt} on turutootlus ajahetkel t ,

SMB on väikese ja suure turukapitalisatsiooniga aktsiate tootluste vahe ajahetkel t ,

HML on kõrge ja madala bilansi-turu (B/M) suhtega aktsiate tootluste vahe ajahetkel t ,

α_i on alfa ehk mudeli poolt seletamata jäänud keskmine tootlus,

$\beta_i, \gamma_i, \delta_i$ on portfelli i parameetrite koefitsiendid,

ε_{it} on regressioonimudeli jääkliige ajahetkel t .

FF3 (7) kirjeldab oodatava aktsia või aktsiaportfelli ületootluse käitumist kolme riskifaktori alusel. Esimeseks seletavaks muutujaks on tururiskipremia, mis on pärit CAPM mudelist, mille määrab turutootluse ja riskivaba tulumäära vahe ($R_M - R_f$). Selle parameetri koefitsient β_i määrab portfelli volatiilsusastme võrreldes turuportfelliga. SMB näitab positiivset tulemust kui väikeste turuväärtustega ettevõtete tootlus ületab suurte turuväärtusega ettevõtete tootlust. Koefitsient γ_i näitab parameetri SMB tundlikkust portfelli i tootlusele: kui koefitsient on positiivne (negatiivne), siis portfelli i keskmine tootlus tõenäoliselt suureneb (väheneb) ja parameeter võib olla (ei pruugi olla) kasulik tegur portfelli i tootluse seletamisel. Sarnane tõlgendus on seotud ka HML parameetriga. HML näitab positiivset tulemust kui kõrge B/M suhtega (*book-to-market*) aktsiate tootlus on suurem madala B/M suhtega aktsiate tootlus. Koefitsient δ_i näitab parameetri HML tundlikkust portfelli i tootlusele: kui koefitsient on positiivne (negatiivne), siis portfelli i keskmine tootlus tõenäoliselt suureneb (väheneb) ja parameeter võib olla (ei pruugi olla) kasulik tegur

portfelli i tootluse seletamisel. Kui γ_i ja δ_i parameetrite väärtused on võrdsed nulliga, siis on portfell neutraalne nende riskifaktorite suhtes. Turuportfell ei saa olla kunagi võrdne nulliga. Mida suuremad on parameetrite ehk faktorite kordajad, seda tugevamalt on portfelli tootlus nendega seotud ja seda väiksem on alfa ehk osa portfelli tootlusest, mis on tingitud juhuses või juhuslikest sündmustest või seni seletamata riskifaktoritest. (Fama & French, 1993)

Regressioonmudelites testitakse vabaliikmete ehk alfade (α) ja riskifaktorite statistilist olulisust ehk kontrollitakse kas alfade ja riskifaktorite koefitsiendid erinevad oluliselt nullist. Seega saab antud uuringus püstitada järgnevad nullhüpoteesid (H_0) ja sisukad hüpoteesid (H_1):

$$\begin{array}{ll} H_0: \alpha = 0 & H_1: \alpha \neq 0 \\ H_0: \beta = 0 & H_1: \beta \neq 0 \\ H_0: \gamma = 0 & H_1: \gamma \neq 0 \\ H_0: \delta_i = 0 & H_1: \delta_i \neq 0 \end{array}$$

Võttes alfade testimisel vastu nullhüpoteesi, võib järeldada, et mudel suudab tabada uuritava perioodi oodatavat tulu. See tähendab, et mudel on oluline konkreetse uuritava portfelli ületootluse selgitamisel, kuna mudelis puuduvad ebatavalised selgitamata tulud (*abnormal returns*). Võttes mudeli parameetrite testimisel vastu sisuka hüpoteesi, võib järeldada, et mudelis olevad riskitegurid on olulised konkreetse uuritava portfelli ületootluse selgitamisel ehk portfelli oodatav tulu sõltub mudeli riskiteguritest. Sisukas hüpotees võetakse vastu siis, kui valimile vastava teststatistiku empiirilise väärtuse esinemise tõenäosus on väiksem kui olulisuse nivoo (0,1, 0,05 või 0,01). Nivoo tasandid on antud uurimistöös jagatud kolmeks ja tähistatud vastavalt tärnidega: 0,1*, 0,05** või 0,01***.

Selleks, et kontrollida, kas CAPM ja Fama-Frenchi kolmefaktoriline mudel suudab tabada täielikult oodatavat ületulu kasutatakse GRS f-testi. GRS f-test annab tulemuse, kas üksikute regressioonide alfa väärtused on ühiselt eristamata nullist (Gibbons et al., 1989). Alfa tähistab seda osa tulust, mida ei saa seletada mudeli riskiteguritega ehk mida suurem alfa, seda suurem on seletamata osa tulust. GRS testimiseks püstitatakse järgnev nullhüpotees ja sisukas hüpotees:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_6 = 0 \text{ (regressiooni alfad ei erine ühiselt oluliselt nullist),}$$

$$H_1: \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_6 \neq 0 \text{ (regressiooni alfad on ühiselt eristatavad nullist).}$$

2.3. Kasutatavad andmed ja andmete korrastamine

Käesolev uuring viiakse läbi kasutades Tallinna, Riia ja Vilniuse börsidel noteeritud ettevõtete andmeid. Korrastamata valim koosneb 75 ettevõttest, mis on Balti börsi nimekirjas seisuga 31.12.2022 ning uuritava perioodi pikkus on 14 aastat. Valimi periood on piisavalt lai, kuhu sisse jäävad nii 2008 aasta finantskriis, 2020 aasta koroonaviiruse pandeemia ja 2022 aasta Venemaa sissetung Ukrainasse, mis on pakkunud märgatavat volatiilsust Balti börsil. Regressioonportfellide koostamiseks vajalikud ettevõtete raamatupidamislikud andmed perioodil 2007-2021, ettevõtete korrigeeritud kuised sulgemishinnad, 1-kuu Euribori baasintressimäärad ja Balti börsi indeksi (Baltic Benchmark Gorss Index) andmed perioodil juuli 2008 – detsember 2022 (kokku 174 kuud) kogutakse kasutatakse Refiniv Eikonist.

Valimi adekvaatsuse ja testitulemuste parendamiseks jäetakse esmalt valimist välja First Northil noteeritud aktsiad tulenevalt nende väiksusest ja vähesest likviidsusest, mis võivad uurimistulemusi oluliselt mõjutada. Sarnaselt Davis, Fama ja Frenchi jätkutööle (2000) eemaldatakse valimist finantsettevõtted, kuna nende raamatupidamislikud nõuded erinevad standard ettevõtetest, mis võivad kallutada uurimistulemusi. Lisaks elimineeritakse valimist ettevõtted, millel on perioodil negatiivne bilansi-turu suhtarv (*book to market*). Kuna uurimisküsimused on seotud B/M suhte ja oodatava tulu vahelise seose väljaselgitamisele, võib negatiivsetel B/M suhtega ettevõtetel olla erinevad omadused ja tulemused kui positiivsetel B/M suhtega ettevõtetel, mis võib samuti mõjutada uurimistulemusi. Regressioonanalüüsi kvaliteedi parandamiseks eemaldatakse valimist sarnaselt Lieksnis (2010) koostatud uuringule ka madala likviidsusega aktsiad, mille minimaalne müügitehingute arv antud uurimisperioodil on väiksem kui 600 tehingut aastas. Ebalikviidsete aktsiate elimineerimine on oluline, kuna mittekauplemisel on aktsiaootlus küll null, kuigi tegelikult võib turg olla perioodil liikunud kas üles või alla (Damodaran, 2012, lk 23-31). Sarnast lähenemist on kasutanud ka näiteks Amihud ja Mendelson (1986), kes jätsid oma uuringus välja aktsiad, kus oli vähem kui 200 tehingut kuus. Kuna autorid kasutasid uuringuks NYSE ja AMEXi börsil noteeritud aktsiaid, siis tulenevalt Balti börsi valimi väiksusest ei oleks sarnast lähenemist otstarbekas antud uuringus kasutada. Uuringu lõppvalimisse kuulub 44 ettevõtet.

Oluline on rõhutada, et antud uuringu valim võib olla kallutatud nende ettevõtete poolt, mis ei ole perioodil 2008-2022 pankrotistunud või börsilt lahkunud. Kothar et al. (1995) nimetasid seda

ellujäänute efektiks (*survivorship bias*), kus ellujäämise kallutus võib mõjutada nii kõrge kui ka madala bilansi-turu suhtega ettevõtete tulemusi. Antud uuringus kasutatakse ainult nende ettevõtete andmeid, mis on Balti börsi nimekirjas seisuga 31.12.2022.

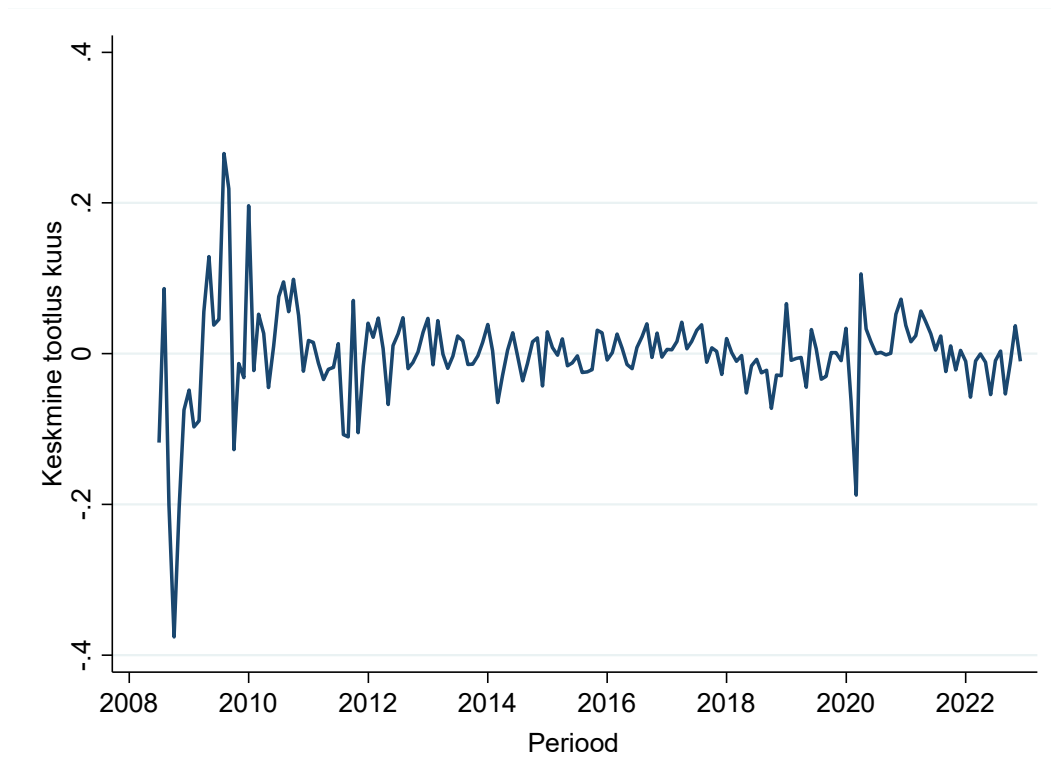
Kogu vajalik andmestik uuringu läbiviimiseks sisaldab järgnevaid andmeid:

1. Ettevõtete varade suurus (*Total Assets*) seisuga 31. detsember perioodil 2007-2021;
2. Ettevõtete kohustuste suurus (*Total Liabilities*) seisuga 31. detsember perioodil 2007-2021;
3. Ettevõtete ringluses olevad aktsiad (*Outstanding Shares*) seisuga 31. detsember ja 30.juuni perioodil 2007-2022;
4. Kuised aktsiate sulgemishinnad perioodil 07.2008-12.2022;
5. 1-kuu Euribori baasintresimäärad perioodil 07.2008-12.2022;
6. OMX Baltic Benchmark GI kuine sulgemishind perioodil 07.2008-12.2022.

Valimiperiood on ligikaudu 14 aastat ja hõlmab ka 2008 aasta majanduskriisi, mis võib põhjustada struktuurseid muutusi. Need muutused võivad omakorda vähendada mudeli seletusvõimet ning kogu perioodi jooksul tehtavad järeldused ei oleks sobilikud terve perioodi kirjeldamiseks. Struktuurse murdepunkti esinemise testimiseks kontrolliti mudelit QLR testiga, kus kolmel portfelligi kuuest (BH, BL, SH) tekkisid struktuursed muutused kas mais või juulis 2020. See oli tingitud koroonapandeemiast, mis põhjustas Balti väärtipaberiturul suurt volatiilsust. 2008. aasta finantskriis struktuurseid muutusi koostatud portfelligi löikes ei tuvastanud, kuid tekitas siiski suurt volatiilsust. Sellest tulenevalt esitatakse FF3 regressioonitulemused lisaks ka eraldi perioodidel jaanuar 2011 kuni detsember 2022 (finantskriisi järgne periood) ning jaanuar 2011 kuni aprill 2020 (finantskriisi järgne ja korona pandeemia eelne periood), et näha kas ja kuidas mudeli efektiivsus paraneb.

2.4. Andmete kirjeldav statistika

Käesolevas töös kasutatakse uuringuks kuiseid tootlusi, mille periood jääb vahemikku juuli 2008 - detsember 2022. Joonis 2. on kuvatud sõltuvate muutujate kuine keskmine tootlus kogu uuringuperioodi vältel, mille keskmine standardhälve on 7,8%. Jooniselt on näha, kuidas portfelligi volatiilsus on juuli 2008 - detsember 2010 oluliselt kõrgem võrreldes ülejäänud vaadeldava perioodiga. Juuli 2008 – detsember 2020 oli portfelligi keskmine standardhälve 15,2% ning jaanuar 2011 – detsember 2022 keskmiselt 5,1% kuus.



Joonis 2. Faktorportfellide kuine keskmine tootlus perioodil 07.2008 - 12.2022.
Allikas: Autori koostatud

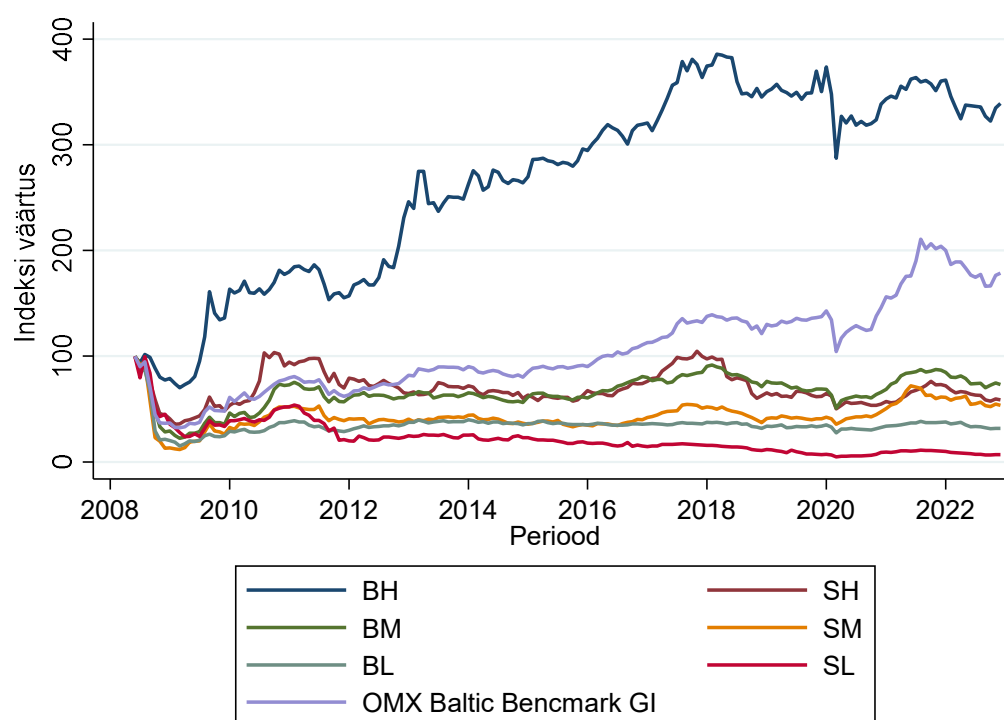
Tabel 1 näitab uuringu valimi sõltuvate tunnuste kirjeldavat statistikat. Tabelist on näha, et kõige kõrgemat keskmist tootlust pakub läbi uurimisperioodi suur-kõrge (BH) portfelli, mille keskmine kuine tootlus on 0,71%. Samuti on sellel portfellil ka kõige väiksem standardhälve 5,71%. Suurte ja väikeste ettevõtete keskmised turuväärtused terve perioodi vältel erinevad üksteisest märkimisväärselt ligi 12 korda, vastavalt 209 ja 18 miljonit eurot. Kõikide valimis olevate ettevõtete kogu turuväärtus 14 aasta uuringuperioodil oli keskmiselt 3.9 miljardit eurot. Tabel 1 on näha, et kõrgema B/M suhtega väärtusaktsiad on kallutatud väiksemate aktsiate poole ehk SH portfelli keskmine B/M suhe on 3,96 ning selle keskmine turuväärtus on 13 miljonit eurot, mis on kõige madalam arvestades väikeseid portfelle. Fama-Frenchi (1992) põhijäreldus on, et suuruse ja keskmise tootluse vahel on negatiivne seos ning kõrge B/M ja keskmise tootluse vahel positiivne seos. Antud tabel ei anna üheselt kinnitust negatiivse mõju olemasolule suuruse ja keskmise tootluse vahel ning kõrge B/M suhe ja keskmise tootluse vahel on küll näha teatud positiivset korrelatsiooni, kuid täpsema hinnangu andmiseks tuleb analüüsida regressioonimudelit. Uuritaval perioodil on keskmiselt portfellides 3,7 kuni 7,8 ettevõtet, mis võib uuringu läbiviimisel osutada suhteliseks madalaks tulemuseks. Seda on oluline arvesse võtta hilisemate tulemuste tõlgendamisel, kuna portfellid, kus on vähe ettevõtteid, võivad liigselt olla mõjutatud üksikute ettevõtete tulemustest.

Tabel 1. Sõltuvate tunnuste kirjeldav statistika perioodil juuli 2008 – dets. 2022

	BH	BM	BL	SH	SM	SL
Keskmine ületootlus kuus	0,71%	-0,05%	-0,49%	-0,19%	0,04%	-1,19%
Ületootluste standardhälve kuus	5,71%	7,19%	6,99%	7,13%	9,56%	9,60%
Sharpe'i suhtarv	0,13	-0,01	-0,07	-0,03	0,004	-0,12
Ettevõtete keskmine turuväärtus portfellis, mEUR	221,32	169,76	236,16	13,10	20,24	21,22
Ettevõtete keskmine B/M suhe	1,95	1,08	0,55	3,96	1,19	0,51
Keskmiselt portfellis ettevõtteid	3,73	7,80	6,60	6,93	7,67	4,07

Allikas: Autori arvutused uuringu valimi põhjal

Sõltuvate tunnuste keskmise tootluse paremaks visuaalseks kirjeldamiseks läbi uurimisperioodi on joonisel 3 kujutatud portfellide indeksiväärtused. Jooniselt on näha, et BH portfell edastab tootluse mõttes selgelt kõiki teisi portfelle. Samuti on BH portfell ainuke, mille keskmine tootlus on läbi perioodi kõrgem kui OMX Baltic Benchmark Gorss Indeksil.



Joonis 3. Sõltumatute tunnuste indekseeritud tootlused perioodil juuli 2008 - detsember 2022. Allikas: Autori koostatud

Tabelis 2 on esitatud regressioonmudeli kolme seletava faktori $R_M - R_f$, SMB ja HML kirjeldav statistika. Turuteguri ($R_M - R_f$) keskmine riskipreemia on tervel uurimisperioodil umbes 0,53% kuus, suuruse faktoril (SMB) -0,51% kuus ja väärtuse faktoril (HML) 1,10% kuus. Investeeringu seisukohast on need riskipreemiad aasta peale kumulatiivselt märkimisväärsed: turufaktoril 6,5%,

suurusefaktoril 6,2% ning väärtusefaktoril ligi 15%. Samas tabelis on kuvatud ka seletavate muutujate dispersiooni inflatsioonitegurid (VIF), mis näitavad, kas seletavate muutujate vahel esineb multikollineaarsus. Selleks, et sõltuvaid tunnuseid saaks õigesti tõlgendada, ei tohi regressiooni mudeli seletavad muutujad olla omavahel tugevas seoses. VIF väärtused kinnitavad, et seletavate muutujate vahel multikollineaarsus puudub, kuna väärtused on väiksemad kui 5. Antud teesi kinnitab ka Tabelis 3. näidatud seletavate muutujate omavahelised korrelatsioonikordajad, mida võib pidada üpris nõrgaks korrelatsiooniks.

Tabeli 2 kuvab kirjeldav statistika erinevatel perioodidel, et näha, kuidas riskitegurid ajas muutuvad. Kuigi keskmine kuine standardhälve on teistel perioodidel madalam, ei näita riskitegurite väärtuselt olulisi erinevusi eri perioodide vahel. Seega on suuruse riskipreemia jätkuvalt tugevalt negatiivne ja väärtuse riskipreemia tugevalt positiivne, sõltumata majanduskriisi või koroonapandeemia mõjudest.

Tabel 2. Kolme seletava faktori kirjeldav statistika

Perioodil 07.2008 – 12.2022	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	<i>HML</i>
Keskmine riskipreemia kuus	0,53%	-0,51%	1,10%
Standardhälve kuus	6,37%	4,01%	5,49%
Dispersiooni inflatsioonitegur (VIF)	1,16	1,08	1,20
Perioodil 01.2011 – 12.2022	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	<i>HML</i>
Keskmine riskipreemia kuus	0,67%	-0,56%	0,73%
Standardhälve kuus	4,01%	3,49%	4,35%
Dispersiooni inflatsioonitegur (VIF)	1,04	1,26	1,28
Perioodil 01.2011 – 04.2020	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	<i>HML</i>
Keskmine riskipreemia kuus	0,45%	-0,86%	1,04%
Standardhälve kuus	3,89%	3,65%	4,51%
Dispersiooni inflatsioonitegur (VIF)	1,01	1,24	1,24

Allikas: Autori arvutused

Tabelis 3 esitatud seletavate tunnuste korrelatsioonikordajate statistilist olulisust kontrolliti t-testi ja vastavate kriitiliste väärtuste abil. Tulemustest selgub, et kõik mudeli seletavad tunnused oma statistiliselt olulised olulisuse nivool 0,05. Tururiskipreemia on positiivselt seotud suuruse riskipreemia ja negatiivselt väärtuse riskipreemia teguriga.

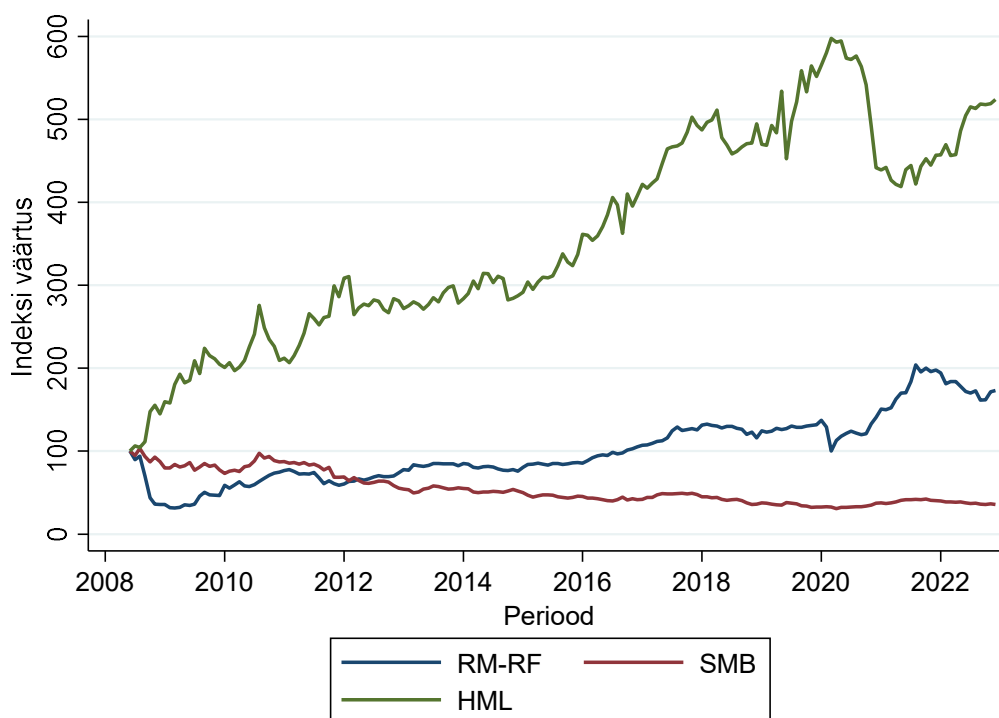
Tabel 3. Kolme riskifaktori korrelatsioonimaatriks perioodil juuli 2008 – dets. 2022

	$R_M - R_f$	SMB	HML
$R_M - R_f$	1,000		
SMB	0,170**	1,000	
HML	-0,360***	-0,257***	1,000

Märkused: *** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01; ** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,05; *statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,1.

Allikas: Autori arvutused

Selleks, et näha, kuidas tururiski ($R_M - R_f$), suuruse (SMB) ja väärtusaktiade (HML) riskipreemiad ajas muutuvad, kujutatakse seletavate tunnuste igakuised tootlused lisa 1 oleval joonisel. Trendi paremaks vaatlemiseks on tootlused kuvatud ka kasutades 11-kuu libisevat keskmist. Jooniselt on näha, kuidas turu ja väärtuse riskipreemiad on omavahel negatiivses korrelatsioonis. Samuti on näha, et kriisist taastuvad kiiremini väikesed ettevõtted, kuid preemia ise esindab endas teatud tsüklilisust, kus umbes iga kahe aasta perioodi vältel on näha ühte tõusu ja langustsüklit.



Joonis 4. Seletavate tunnuste indekseeritud tootlused perioodil juuli 2008 - detsember 2022.
Allikas: Autori koostatud

Riskitegurite paremaks visuaalseks kirjeldamiseks on joonisel 4 kuvatud seletavate tunnuste indekseeritud tootlused. HML näitab väga tugevat keskmist tootlust võrreldes teiste riskiteguritega kogu perioodi vältel. Kõrgema bilansi-turu suhtega ettevõtted on olnud selgelt suurema keskmise tootlusega kui madala bilansi-turu suhtega ettevõtted, mis on ka kooskõlas Fama-Frenchi (1993) teooriaga. Küll aga ei ole väikesed ettevõtted end Balti börsil viimase 14 aasta jooksul ära tasunud. Jooniselt on näha, et SMB indeksi väärtus on küll juuni 2008 kuni aprill 2012 kõrgem kui tururiski faktoril, kuid jääb peale seda alla. SMB indeksi väärtus on 2022 aasta lõpus on 35,7 ehk uurimisperioodil on suuremad ettevõtted olnud paremad investeerimisobjektid kui väikesed ettevõtted.

3. TULEMUSED JA JÄRELDUSED

Selles peatükis esitatakse regressioonimudelite tulemused vähimruutude meetodil (OLS), mis on läbi viidud Balti väärtpaberibörsil noteeritud aktsiate ületootluse hindamiseks rakendades selleks CAPM ja FF3 mudeleid. Mudelite vabaliikmeid ehk alfasid testitakse GRS-f testi abil, mis mõõdab, kas väärtused on ühiselt nullist erinevad. Viimaks tehakse järeldused lõputöö tulemustest ning esitatakse ettepanekuid järgnevateks uuringuteks.

3.1. Turutasakaalu mudelite testitulemused

Paljud empiirilised uuringud, mis uurivad väärtpaberi tootlusi, on näidanud, et heteroskedastiivsuse esinemine on tavapärane nähtus, kus aegriidade regressioonide vealiikmete hajuvus ei ole ajas konstantne. Regressioonimudeleid analüüsid selgus, et kõikidel mudelite jääkliikmete seas esines heteroskedastiivsus ning autokorrelatsioon esines ainult BM portfellig. Heteroskedastiivsuse ja autokorrelatsiooni testimiseks kasutati vastavalt White'i ja Breusch-Godfrey'i testi (vt elektrooniline lisa 1 ja 2 kasutatud allikate alt). Tulenevalt testi tulemustest rakendati edaspidi mudeleid analüüsid Newey-West standardvigu, mis kasutavad kõrgemaid t-statistikute väärtusi ja arvestavad seega heteroskedastiivsuse olemasoluga (vt. elektrooniline lisa 3). Samuti ei allunud kõik peale *SMB* riskiteguri mudelis kasutatavate seletavate ja sõltuvate muutujate juhuslikud vealiikmed normaaljaotusele, mida kontrolliti Shapiro–Wilk W testiga (vt. elektrooniline lisa 4). Viimaks viidi uurimuses läbi ka seletavate parameetrite statsionaarsuse kontroll kasutades selleks Dickey-Fulleri testi (vt. elektrooniline lisa 5), kus selgus, et muutujad ühikjuurt ei sisaldanud.

Tabelis 4 ja 5 on esitatud uuringu aegriidade regressioonitulemused, sealhulgas alfad, parameetrite koefitsiendid, korrigeeritud determinatsioonikordaja väärtused ning CAPM-i ja FF3 riskitegurite olulisuse astmed kolmel erineval nivoo tasemel. Üldiselt võib täheldada, et Fama-Frenchi kolmefaktoriline mudel toimib Balti väärtpaberibörsil aktsiate keskmise ületootluse selgitamisel perioodil juuli 2008 kuni detsember 2022 paremini kui CAPM mudel. Seda saab eelkõige järeldada

korrigeeritud determinatsioonikordaja põhjal, kus väärtused tõusid keskmiselt 57% (CAPM) pealt 73% (FF3) peale, kui mudelisse lisati *SMB* ja *HML* riskitegurid. See viitab sellele, et uute riskifaktorite lisamine mudelisse aitas selgitada suuremat osa seletatava muutujaga seotud tootluste variatsioonist. BM on ainuke sõltuv tunnus, mille korrigeeritud R^2 väärtus ei suurenenud, kui mudelisse lisati FF3 riskitegurid.

CAPM mudelis on turubeeta ($R_M - R_f$) koefitsiendid kõik statistiliselt olulised nivool 1%, vahemikus 0,59 kuni 1,19, mis näitab, et turubeeta omab väga tugevat mõju aktsiate keskmise oodatava tootluse seletamisel. Kuigi kõik alfa koefitsiendid on väga väikesed ($<0,02$), on ainult pooltel mudeli sõltuvatest tunnustest (BH, SH, SM) statistilised olulised alfad. See tähendab, et mudelis puuduvad seletamata tulud.

Tabel 4. CAPM mudeli regressioonitulemused uurimisperioodil

n=174	CAPM		
	α	$R_M - R_f$	Adj. R^2
BH	0,0040	0,5904***	0,4293
BM	-0,0058**	1,0107***	0,8005
BL	0,0099***	0,9509***	0,7480
SH	-0,0057	0,7086***	0,3972
SM	-0,0060	1,1945***	0,6309
SL	-0,0171***	0,9682***	0,4084

Märkused: *** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01; ** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,05; *statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,1.

Allikas: Autori koostatud

Samuti on ka FF3 mudelis kolmel seletaval tunnusel alfad statistiliselt mitteolulised (BH, SM, SL) ehk mudeli parameetrid suudavad selgitada ainult poolte seletavate tunnuste perioodi keskmist ületootlust (vt. tabel 5). FF3 riskitegureid võib sellegipoolest pidada tugevaks, kuna pooltel portfelligel (BL, SH, SL) on kõik mudeli parameetrid statistiliselt olulised nivool 1%, kuigi ainult ühel portfelligil (SL) oli lisaks ka alfa statistiliselt mitteoluline.

Tabel 4 ja 5 näitavad, et CAPM ja FF3 puhul ei erine nende kahe mudelite keskmised alfad oluliselt üksteisest ehk täiendavate riskitegurite lisamine mudelisse ei vähenda alfade keskmist väärtust. Mõlema mudeli puhul on pooled alfad statistiliselt mitteolulised ehk mudelid suudavad selgitada pooltel kordadel portfelli oodatavat tulu. CAPM ja FF3 mudeli keskmised alfade väärtused on vastavalt 0,01 ja 0,04, näidates justkui CAPM mudelile paremat seletusvõimet oodatavale tulule.

Tabel 5. FF3 mudeli regressioonitulemused uurimisperioodil

n=174	FF3				
	α	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	<i>HML</i>	<i>Adj. R²</i>
BH	-0,0008	0,7024***	-0,1933	0,2948*	0,5270
BM	0,0068**	1,0320***	-0,044	0,0535	0,7995
BL	-0,0074***	0,8799***	-0,2359***	-0,399***	0,8024
SH	-0,0088***	0,6622***	0,9418***	0,6622***	0,7900
SM	-0,0040	1,1644***	0,6006***	0,1091	0,6864
SL	-0,022	0,6362***	0,9843***	-0,7330***	0,7922

Märkused: *** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01; ** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,05; *statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,1.

Allikas: Autori koostatud

Lisaks kuue portfelli individuaalsetele alfadele hinnati GRS-f testi abil ka seda, kas kõikide sõltuvate tunnuste alfad on ühiselt nullist erinevad. Testi tulemused CAPM mudelis näitavad GRSi statistiku väärtuseks 4,4214 ja p-väärtuseks 0,0004, mis viitab sellele, et vastu tuleb võtta sisukas hüpotees, kus alfad ei ole ühiselt nullist erinevad (vt. elektrooniline lisa 6). FF3 mudeli puhul on kõigi kuue portfelli alfade GRS statistiku väärtus palju madalam kui CAPM mudelil ehk 2,292 ja p-väärtus 0,0376, mis tähendab, et nullhüpoteesi ei saa tagasi lükata olulisuse nivool 10%. Tulemus viitab sellele, et FF3 mudel suudab selgitada suurema osa oodatavast tootlusest kui CAPM mudel.

Fama-French (1993) kirjeldasid oma uurimistöös, et *SMB* koefitsientide väärtused vähenesid järkjärgult liikudes väiksematelt ettevõtetelt suurtematele. Antud uurimistöös oli tulenevalt valimi väiksusest kasutatud ainult 6 erinevat sõltuvat tunnust, kuid siiski võib järeldada, et suurtel (B) portfellidel on *SMB* parameetri keskmine koefitsient oluliselt väiksem kui väikestel (S) portfellidel, vastavalt -0,16 (B) ja 0,84 (S) (vt tabel 5). Suuruse riskitegur *SMB* oli statistiliselt oluline neljal portfelligil (BL, SH, SM, SL) kuuest ning seega võib omada olulist rolli Balti aktsiate

tootluste selgitamisel. Tuleks rõhutada, et parameeter on statistiliselt oluline nivool 1% eelkõige just väikeste turuväärtustega portfelliidel.

Lisaks võime täheldada, et *HML*-i koefitsiendid omavad negatiivseid väärtusi madalate bilansi-turu suhtega portfelliides (L) ning need väärtused suurenevad järk-järgult liikudes kõrgema suhtega portfelliidele. *HML* koefitsiendid on statistiliselt olulised neljal portfelliil (BH, SL, SH, BL) ning väärrib märkimist, et parameeter omab väga olulist statistilist mõju just madalate bilansi-turu suhtega portfelliidele.

FF3-i kõikide portfelliide keskmine aegridade regressioon kogu valimiperioodil annab keskmiseks beeta koefitsiendiks 0,846 (vt. tabel 5). Balti turu ületootlus on perioodil keskmiselt 0,533% kuus (vt tabel 2). Seega on kogu valimis olevate Balti aktsiate oodatav keskmine tootlus 0,451% kuus ehk umbes 5,553% aastas (vt. tabel 6). *SMB* koefitsient on keskmiselt 0,342 ning keskmine kuine riskipreemia on -0,51% kuus. Seega vähendab väikeste aktsiate riskipreemia Balti aktsiate keskmist oodatavat tootlust 0,175% kuus ehk 2,075% aastas. *HML* koefitsiendi suurus on keskmiselt -0,002 ning kuine riskipreemia keskmiselt 1,101%, mis teeb kõikide portfelliide keskmiseks riskipreemiaks -0,002% kuus ehk -0,027% aastas. Tulenevalt eeltoodud arvutuskäigust, siis on FF3 keskmine riskipreemia Balti väärtpaberibörsil noteeritud aktsial 3,379% aastas.

Tabel 6. FF3 mudeli riskipreemiad aastas

n=174	FF3				Kokku
	α	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	<i>HML</i>	
BH	-0,010%	4,590%	1,190%	3,964%	9,734%
BM	0,082%	6,810%	0,270%	0,709%	7,870%
BL	-0,089%	5,780%	1,454%	-5,145%	2,000%
SH	-0,106%	4,322%	-5,615%	9,106%	7,708%
SM	-0,048%	7,714%	-3,615%	1,451%	5,501%
SL	-0,264%	4,149%	-5,861%	-9,264%	-11,239%
Keskmine	-0,072%	5,553%	-2,075%	-0,027%	3,379%

Allikas: Autori koostatud

Tabel 6 näitab FF3 riskipreemiaid kumuleerituna aasta baasile. Tulemustest saab näha, et kuigi suuruse riskitegur pakub täiendavat selgitusjõudu oodatava tootluse hindamisel, siis ei tuvasta Balti väärtpaberiturg väikeaktsiatele sellega seoses täiendavat riskipreemiat. Vastupidiselt Fama-French (1993) teooriale on suured portfelliid positiivses korrelatsioonis oodatava tootlusega. Küll

aga on FF3 teooriaga kooskõlas *HML* riskipreemiad, kus kõrge bilansi-turu suhtega ettevõtetele kohaldub märkimisväärselt suurem riskipremia võrreldes teiste portfelliidega. FF3 mudeli põhjal on suurimat riskipremiat pakkunud BH portfelli, ulatudes keskmiselt ligi 9,73% aastas.

Tulenevalt pikast uurimisperiodist testiti FF3 mudeleid ka erinevate perioodide lõikes, et näha, kas mudeli seletusjõud nende vahel oluliselt erineb. Lisa 3 toob ülevaate regressioontulemustest erinevatel perioodidel. Tulemustest on näha, et korrigeeritud determinatsioonikordaja perioodide vahel oluliselt ei muutu. Kõige kõrgem korrigeeritud R^2 on endiselt kogu perioodi vaatest ehk 0,733. Samuti ei muutu oluliselt alfade keskmine väärtus, küll aga paraneb mõnevõrra mudeli parameetrite statistiline olulisus BH ja SM portfelliidel.

Selleks, et hinnata, kas FF3 mudel on Balti börsile kõige tõhusam, analüüsiti regressioonmudeleid ka erinevate riskitegurite lõikes. Lisa 4 näitab, et kõige kõrgema korrigeeritud determinatsioonikordajaga on endiselt FF3 mudel ning erinevate mudelite lõikes ei olnud olulisi erinevusi alfade koefitsientide osas märgata. Sellegipoolest on nii FF2 (mis kasutab riskiteguritena $R_M - R_f$ ja *SMB*) kui ka FF2($R_M - R_f$ ja *HML*) mudelid samuti väga tõhusad Balti aktsiate oodatava tootluse selgitamisel, kus keskmine korrigeeritud R^2 on vastavalt 0,655 ja 0,649. FF2($R_M - R_f$ ja *SMB*) mudelil on kõik mudeli parameetrid, välja arvatud BM, statistiliselt olulised. Samuti on FF2 mudelil ($R_M - R_f$ ja *HML*) *HML* riskitegur statistiliselt mitteoluline ainult kahe portfelli (BM ja SM) puhul. FF2 (*SMB* ja *HML*) mudel on väga tõhus ainult SL portfelli oodatava tulu kirjeldamisel (korrigeeritud R^2 on 0,638), kuid teiste portfelliide korral ei ole parameetrid statistiliselt nii olulised, mis veelkord kinnitab turu riskiteguri olulisust oodatava tootluse hindamisel.

3.2. Järeldused ja ettepanekud

Üldiselt võib öelda, et antud lõputöö tulemused kinnitavad varasemaid finantsvara hinnakujundusmudelite uuringuid, mis ütlevad, et FF3 mudeli seletusjõud aktsia oodatava tootluse hindamisel on tugevam kui CAPM mudelil. Sarnaste tulemusteni jõudsid näiteks Fama-French (1993), Moerman (2005) ning Sehgal ja Balakrishnan (2013). Käesoleva töö tulemusi saab eelkõige tõlgendada hinnates korrigeeritud determinatsioonikordajat, mis oli FF3 suurem kui CAPMil, vastavalt 73% ja 57%. Samuti toetas FF3 kasutust GRS-f test, mis kinnitas nullhüpoteesi olulisuse nivool 10%, et alfad on ühiselt võrdsed nulliga. CAPM testi puhul võeti vastu sisukas

hüpotees ehk alfad olid ühiselt nullist erinevad ning mudelit kasutades tekkisid seletamata jäänud tulud, mida ei saanud mudeliga seletada. Sellegipoolest on oluline tulemuste tõlgendamisel arvestada, et kuna alfade väärtused olid mõlema mudeli korral võrreldes teiste empiiriliste uuringutega väga madalad ($<0,03$), siis võivad tulemused viidata teatud ebakõlale, mida nii CAPM kui ka FF3 mudelid ei arvesta. Samuti võib olla see tingitud sellest, et peaaegu kõik mudeli seletavate ja sõltuvate muutujate juhuslikud vealiikmed ei allunud normaaljaotusele.

Üheks suurimaks erandiks, mis ei olnud kooskõlas Fama-Frenchi (1993) teooriaga, oli see, et kuigi suuruse riskitegur (*SMB*) oli väga oluline väikeste portfelli oodatava tootluse selgitamisel, siis antud parameetri ja väikeste portfelli tootluse vahel esines negatiivne korrelatsioon ehk väikesed ettevõtted ei olnud valimiperioodil tulusamad kui suured ettevõtted (vt. tabel 2). See viitab sellele, et FF3 mudel ei pruugi kajastada täielikult portfelli suuruse ja oodatava tulu vahelist seost. Sellele võib olla mitu seletust: aktsia suuruse ja oodatava tulu vaheline suhe võib olla ajas muutuv, mis tähendab, et mudeli hindamiseks kasutatav uurimisperiod ei suutnud neid kõikumisi täielikult kajastada. Samuti on võimalik, et väikeettevõtete ja tootluse vaheline negatiivne korrelatsioon võib olla tingitud muudest teguritest, mida FF3 mudel ei kajasta. Näiteks võivad väikesed ettevõtted olla tundlikumad teatud majandustingimuste suhtes või neil võib olla suurem omanäoline risk (näiteks likviidsusrisk või suuremad tehingukulud), mis võib mõjutada aktsiate eeldatavat tulu sõltumata selle suurusest.

Fama-Frenchi (1993) teooriat kinnitas tugevalt *HML* riskitegur, mille keskmine riskipremia oli terve uurimisperiodi vältel ligikaudu 1,10% kuus (vt. tabel 2). See tähendab, et kõrgema bilansi-turu suhtega portfelliid teenisid suuremat keskmist tootlust kui madalama suhtega portfelliid. On oluline märkida, et *HML* riskitegur oli statistiliselt oluline vaid kõrge ja madala B/M suhtega portfelliidel, mitte aga keskmise suhtega portfelliidel. Üks võimalik põhjus võib olla tingitud riskipremia arvutamise meetodikas, kus kõrge B/M suhtega portfelliide tootlustest lahutati madala suhtega portfelliide tootlused, mistõttu ei pruugi väärtuse riskipremia kohalduda keskmise suhtega portfelliidele.

Tulevastes uuringutes, mis uurivad turutasakaalu mudeleid Balti väärtpaberi börsil, võiks kasutada täiendavate sõltumatute muutujate lisamist regressioonmudelisse, et näha kas ja mil määral oleksid need tõhusamad oodatava tootluse selgitamisel kui FF3 mudel. Sarnast lähenemist on soovitanud näiteks Carhart (1997) ning hilisemates uuringutes ka Fama ja French (2015), mille empiirilised uuringud on tõestanud teatud turgudel võivad alternatiivsed mudelid olla tõhusamad kui

klassikaline FF3 ja CAPM mudel. Lisaks oleks huvitav analüüsida teisi mudeleid, mis võivad asendada FF3 riskitegurid nagu soovitasid Chen et al. (2011). Kuigi antud töö tulemustest võib järelduda, et FF3 mudel omab tugevat seletusvõimet, siis ei selgita see täielikult oodatavat tulu ehk Balti börsil võivad eksisteerida alternatiivsed turutasakaalu mudelid, millel on suurem selgitusvõime kui FF3.

Hou et al. rõhutavad enda uurimistöös (2015), et turutasakaalu mudelite tõhusus ja regressioontulemused võivad olla tundlikud nii riskitegurite kui ka seletavate muutujate koostamiseks kasutatud portfelli valiku suhtes. Lisaks võivad tulemused olla tundlikud ka ajaperioodi ja kasutatud valimi suhtes. Kuna antud uurimistöös kasutab võrdsete kaalude meetodit, siis võiks FF3 mudelit testida ka väärtuste kaalutud keskmiste põhjal. Samuti on soovitatav portfelli koostamisel kasutada erinevaid tehnikaid ja portfelli arvu varieerumist, mille korral võib mudeli seletusvõime erineda. Tulevastes uuringutes on soovitatav kasutada suuremat valimit, kaasates näiteks lähiriikide börsidel noteeritud ettevõtteid.

KOKKUVÕTE

Turutasakaalu mudelid põhinevad eeldusel, et turuhinnad kajastavad efektiivselt kogu saadaolevat informatsiooni ning investorid otsivad turul riski ja tasu optimaalset tasakaalu, tagades seeläbi, et finantsvarade hinnad peegeldavad alati nende tegelikku väärtust (Sharpe, 1964). Turutasakaalu mudeleid saab kasutada eelkõige finantsvara hinna leidmiseks ning investeeringute analüüsimiseks. Üheks mõjukamas turutasakaalu mudeliteks võib nimetada ühefaktorilist finantsvara hinnakujunduse mudelit (CAPM) ning Fama-Frenchi kolmefaktorilist mudelit, mille empiirilised uuringud on tõestanud nende efektiivsust finantsvara oodatava tootluse selgitamisel erinevatel turgudel.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli hinnata kas ja mil määral saab Fama-Frenchi kolmefaktorilise mudeliga selgitada Balti väärtpaperibörsil noteeritud aktsiate keskmisi ületootlusi perioodil 2008-2022. Töö ajendiks oli asjaolu, et autorile teadaolevalt ei ole viimase 13 aasta jooksul hinnatud FF3 mudeli efektiivsust Balti börsi näitel.

Bakalaureusetöö eesmärgi saavutamiseks hinnati Balti börsil noteeritud aktsiate ületootlusi ageridade vähimruutude meetodiga ja GRS-f testiga analüüsiti regressioonmudelite seletamata jäänud tulusid. Mudeli seletavad tunnused on tururiskipreemia, väikese turuväärtusega aktsiatega seotud riskipreemia ja väärtusaktsiatega seotud riskipreemia. Sõltuvate tunnuste koostamiseks jagati valimis olnud aktsiad kuute portfelli selliselt, et need esindaks iga FF3 riskiteguri kombinatsiooni ning annaks seeläbi nüansirikkama arusaama mudeli toimimisest. Korrastatud valim koosnes 44 ettevõttest, mis olid registreeritud Balti börsi põhi- ja lisanimekirjas seisuga 31.12.2022. Valim hõlmas kuiseid tootlusi perioodil juuli 2008 – detsember 2022, kuhu sisse jäi nii 2008. aasta majanduskriis ning ka 2020. aasta koroonapandeemia.

Tulemustest selgus, et Fama-Frenchi kolmefaktoriline mudel on võimeline selgitama Balti väärtpaperi börsil noteeritud aktsiate ületootlusi perioodil 2008-2022. FF3 keskmine regressioonmudel suutis selgitada 73% sõltuvate tunnuste koguhajuvusest, mis viitab tugevale seosele sõltumatute ja sõltuvate muutujate vahel. Lisaks leiti, et FF3 mudeli selgetusjõud oli tõhusam kui CAPM mudelil, mille viimase keskmine korrigeeritud determinatsioonikordaja oli

57%. GRS f-test kinnitas olulisuse nivool 10%, et FF3 mudeli alfad olid ühiselt võrdselt nulliga ehk regressioonmudelites ei tekkinud seletamata jäänud keskmisi tulusi, mis kinnitas mudeli sobivust oodatava tootluse kirjeldamiseks. CAPM mudeli korral leiti, et mudelis tekkisid seletamata jäänud keskmised tulud ehk mudel ei olnud parim oodatava tootluse hindamisel.

FF3 mudeli parameetrid olid statistiliselt olulised nivool 1% üldiselt kõikidel väikeste turuväärtustega ning kõrge ja madala bilansi-turu suhtega portfelligel. Kõige tugevamat mõju portfelligide oodatava tootlusele avaldas läbi erinevate uurimisperioodide ja erinevate mudelite testimisel turu riskipremia, olles igal korral statistiliselt oluline nivool 1%. FF3 mudeli riskitegurid *SMB* ja *HML* olid vähem efektiivsed just keskmiste bilansi-turu suhtega portfelligel, mille üheks võimalikuks põhjuseks võis olla riskipremiate koostamise meetoodika.

Käesolevas töös püstitati hüpotees, et FF3 mudelis ei ole suuruse riskitegur statistiliselt oluline Balti väärtpaperite oodatava tootluse hindamisel. Töö tulemustest järeldus, et suuruse riskitegur oli statistiliselt oluline nelja portfelli oodatava tootluse selgitamisel kuuest. Seega saab öelda, et püstitatud hüpotees ei leidnud kinnitust. Samas on oluline rõhutada, et kuigi, et kuigi suuruse riskipremia *SMB* omas olulist mõju portfelligide oodatava tootluse hindamisel, siis antud parameetri ja väikeste turuväärtustega portfelligide tootluste vahel esines negatiivne korrelatsioon ehk väikesed ettevõtted ei olnud valimiperioodil tulusamad kui suured ettevõtted. Tulemus viitab sellele, et suuruse riskipremia ei pruugi kohalduda Balti börsil noteeritud ettevõtetele või on see seotud läbi muude riskitegurite, mida FF3 mudel ei kajasta.

Antud uuring leidis tugevat kinnitust *HML* riskitegurile, kus kõrge bilansi-turu suhtega ettevõtete keskmine tootlus oli uurimisperioodil ligi 1,1% kuus suurem kui madala bilansi-turu suhtega ettevõtetele. Samuti oli riskitegur statistiliselt oluline nelja portfelli oodatava tootluse selgitamisel kuuest. See tulemus võib pakkuda võimalusi Balti börsil investeerimistrateegiate väljatöötamiseks.

Põhinedes töötulemustele, tõi autor välja järgnevad ettepanekud tulevaste uuringute läbiviimiseks:

1. Tulevastes uuringutes võiks hinnata Balti aktsiate oodatavat tootlust, lisades regressioonmudelisse täiendavaid sõltumatuid muutujaid, et näha kas ja mil määral oleksid need tõhusamad oodatava tootluse selgitamisel kui FF3 mudel;
2. Tulevastes uuringutes võiks analüüsida erinevaid turutasakaalu mudeleid koos uute riskiteguritega, et näha, kas ja mil määral on mudelite selgitusvõime FF3 mudelist erinevad;

3. Soovitatav oleks testida mudeleid kasutades erinevaid tehnikaid nii riskitegurite kui ka sõltuvate muutujate koostamisel, et näha, kuidas tulemused erinevad käesolevast tööst;
4. Tulevastes uuringutes on samuti soovitada kasutada suuremat valimit, kaasates näiteks lähiriikide börsidel noteeritud ettevõtteid uuringusse ning võrrelda tulemusi antud tööga.

Kokkuvõtteks võib öelda, et käesoleva bakalaureusetöö tulemused kinnitavad paljusid varasemaid Fama-Frenchi kolmefaktorilisi uuringuid, mille järgi pakub mudel olulist selgitusjõudu aktsiate oodatava tootluse hindamisel. Kuigi FF3 mudel oli tõhus, annavad tulemused mõista, et Balti börsil võib eksisteerida alternatiivseid tasakaalumudeleid, mis võivad olla veelgi efektiivsemad ning pakkuda huvitavaid uurimisteemasid.

SUMMARY

APPLICATION OF MARKET EQUILIBRIUM MODELS ON THE BALTIC STOCK EXCHANGE FROM 2008 TO 2022

Alvar Mällo

Market equilibrium models operate under the assumption that market prices effectively incorporate all publicly available information and that investors seek the optimal balance of risk and reward in the market (Sharpe, 1964). This ensures that the prices of financial assets accurately reflect their true value (Ibid). Market equilibrium models are primarily employed to determine the fair price of financial assets and analyse investment opportunities. One of the most widely recognized market equilibrium models are the Capital Asset Pricing Model (CAPM) and the Fama-French three-factor model, whose empirical studies have demonstrated the efficiency of these models in explaining the expected return of financial assets across different markets.

The aim of this thesis is to determine whether and to what extent the Fama-French three-factor model can explain the average excess returns of stocks listed on the Baltic Stock Exchange between 2008 and 2022. This study is motivated by the lack of recent research on the efficacy of the FF3 model in explaining average excess returns of stocks listed on the Baltic Stock Exchange over the past thirteen years, as far as the author is aware.

To achieve the goal of the bachelor's thesis, the OLS time-series regression method is used to assess the excess return of stocks listed on the Baltic stock exchange, and GRS f-test is used to determine whether the alpha values in the regression are jointly indistinguishable from zero. The model includes three independent variables: market risk premium, risk premium associated with small market capitalization stocks, and risk premium associated with value stocks. To construct the dependent characteristics, the stocks in the sample are divided into six portfolios that represent a combination of each FF3 risk factor, which provides a more nuanced understanding of the model's performance. The trimmed sample consists of 44 companies that were listed on the main

and secondary lists of the Baltic Stock Exchange as of 31.12.2022. The sample includes monthly returns from July 2008 to December 2022, covering both the economic crisis of 2008 and the COVID-19 pandemic of 2020.

The findings suggest that the Fama-French three-factor model can effectively explain the excess returns of stocks listed on the Baltic Stock Exchange from 2008 to 2022. The average regression model of FF3 was able to explain 73% of the total variance of the dependent variables, indicating a strong relationship between the independent and dependent variables. In addition, the explanatory power of the FF3 model was found to be more effective than CAPM model, with the latter having an average adjusted R^2 of 57%. The GRS f-test, with a significance level of 10%, confirmed that the alphas of the FF3 model were jointly indistinguishable from zero, suggesting that the model did not generate significant abnormal returns and the risk factors were sufficient in explaining these excess returns. On the other hand, the CAPM model showed abnormal average returns, indicating that the model was not the most accurate in estimating the expected excess returns.

In general, the risk factors of the FF3 model were statistically significant at the 1% level across all portfolios with small market capitalizations and high and low book-to-market ratios. The market risk premium demonstrated the strongest impact on the expected return of portfolios across different research periods and models, consistently showing statistical significance at the 1% level. The SMB and HML risk factors were found to be less effective, especially for portfolios with average book-to-market ratios, which could be attributed to the methodology used for constructing the risk premiums.

This study aimed to test the hypothesis that the size risk factor is not statistically significant in assessing the expected return of Baltic securities in the FF3 model. The hypothesis was based on the small size of the Baltic Stock Exchange, which contrasts with the US stock market where Fama-French's (1993) study was conducted. Based on median values of US and Baltic stocks, all companies listed on the Baltic Stock Exchange are classified as small companies, hence the size risk premium shouldn't significantly affect expected return assessment. However, the study found that the size risk factor was statistically significant in explaining the expected return of four out of six portfolios, contradicting the hypothesis. The size risk premium had a significant impact on expected return evaluation, but there was a negative correlation between the risk factor and the returns of portfolios with small market values, indicating that small companies were not more

profitable than large companies during the sample period. These findings imply that the size risk premium may not be applicable to companies listed on the Baltic Stock Exchange, or other risk factors not accounted for in the FF3 model may be affecting the results.

This study found strong evidence for the value risk factor, where companies with a high book-to-market ratio had an average monthly return of almost 1.10% higher than companies with a low book-to-market ratio during the sample period. Additionally, the risk factor was statistically significant in explaining the expected return of four out of six portfolios. These findings suggest potential opportunities for developing investment strategies on the Baltic Stock Exchange.

Based on the results, the author suggests the following recommendations for future studies:

1. In future studies, the expected return of Baltic stocks could be assessed by adding additional independent variables to the regression model to see if and to what extent they would be more effective in explaining expected returns than the FF3 model.
2. Future studies could analyse different market equilibrium models with new risk factors to see if and to what extent their explanatory power differs from the FF3 model.
3. It is recommended to test models using different techniques for constructing both risk factors and dependent variables to see how the results differ from this study.
4. Future studies should also consider using a larger sample by including companies listed on exchanges in neighbouring countries in the study and comparing the results to this study.

In conclusion, the results of this bachelor's thesis confirm many of the previous Fama-French three-factor studies, indicating that the model provides significant explanatory power for assessing the expected return of stocks. While the results demonstrate the effectiveness of the FF3 model, they also point to the possibility of other market equilibrium models that could offer greater efficiency in assessing expected stock returns on Baltic Stock Exchange. Therefore, further investigation into these models could provide valuable insights and potential research opportunities for future studies.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

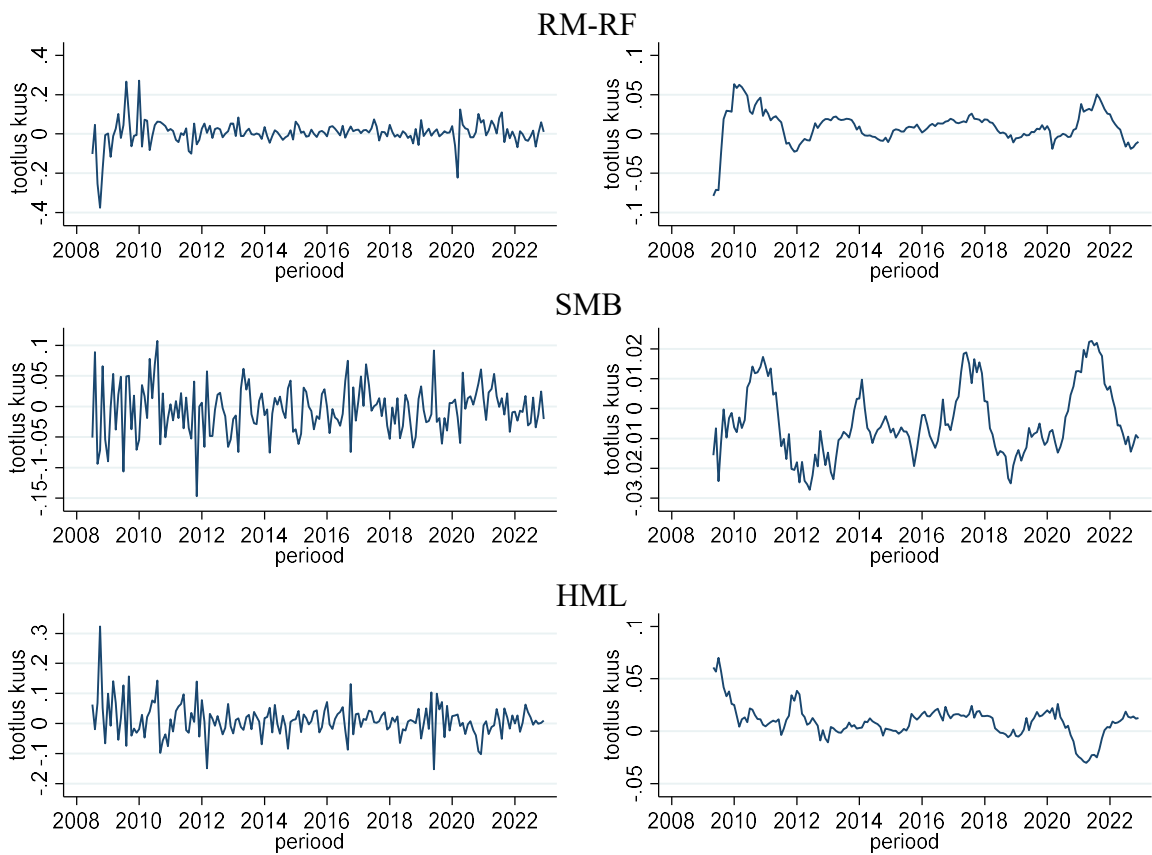
- About Indexes. (n.d.). Nasdaq Baltic. Kasutatud 16. aprill 2023, <https://nasdaqbaltic.com/market-information/about-indexes/>
- Aguentaou, S., Abrache, J., & El Kadiri, B. (2011). Testing the Fama French three factor model in the Moroccan stock market. *International Journal of Business, Accounting and Finance*, 5(2), 57-67.
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of financial economics*, 9(1), 3-18.
- Basu, S. (1983). The relationship between earnings' yield, market value and return for NYSE common stocks: Further evidence. *Journal of financial economics*, 12(1), 129-156.
- Bhandari, L. C. (1988). Debt/equity ratio and expected common stock returns: Empirical evidence. *The journal of finance*, 43(2), 507-528.
- Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. J., & Mohanty, P. (2014). *Investments (SIE)* (pp. 324-338). McGraw-Hill Education.
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., MacKinlay, A. C., & Whitelaw, R. F. (1998). The econometrics of financial markets. *Macroeconomic Dynamics* (pp. 109-123), 2(4), 559-562.
- Capaul, C., Rowley, I., & Sharpe, W. F. (1993). International value and growth stock returns. *Financial Analysts Journal*, 49(1), 27-36.
- Cochrane, J. H. (2005). Financial markets and the real economy (pp. 396). *Foundations and Trends® in Finance*, 1(1), 1-101.,
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (pp. 23-31). John Wiley & Sons.
- Davis, J. L., Fama, E. F., & French, K. R. (2000). Characteristics, covariances, and average returns: 1929 to 1997. *The Journal of Finance*, 55(1), 389-406.
- Refinitiv Eikon. (n.d.). Kasutatud 8. mai 2023, <https://www.refinitiv.com/en/products/eikon-trading-software>
- Erb, C. B., & Harvey, C. R. (2006). The strategic and tactical value of commodity futures. *Financial Analysts Journal*, 62(2), 69-97.
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575–1617.

- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *the Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of financial economics*, 33(1), 3-56.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The journal of finance*, 51(1), 55-84.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of economic perspectives*, 18(3), 25-46.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of financial economics*, 116(1), 1-22.
- Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *Journal of political economy*, 81(3), 607-636.
- Gibbons, M. R., Ross, S. A., & Shanken, J. (1989). A test of the efficiency of a given portfolio. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1121-1152.
- Hou, K., Xue, C., & Zhang, L. (2015). Digesting anomalies: An investment approach. *The Review of Financial Studies*, 28(3), 650-705.
- Jensen, M. C., Black, F., & Scholes, M. S. (1972). The capital asset pricing model: Some empirical tests.
- Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of financial economics*, 6(2/3), 95-101.
- Karolyi, G. A., Lee, K. H., & Van Dijk, M. A. (2012). Understanding commonality in liquidity around the world. *Journal of financial economics*, 105(1), 82-112.
- Kenneth R. French—Data Library. (2023). Kasutatud 3. mai 2023, https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html
- Kothari, S. P., Shanken, J., & Sloan, R. G. (1995). Another look at the cross-section of expected stock returns. *The journal of finance*, 50(1), 185-224.
- Lakonishok, J., & Shapiro, A. C. (1986). Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns. *Journal of Banking & Finance*, 10(1), 115-132.
- Lamoureux, C. G., & Sanger, G. C. (1989). Firm size and turn-of-the-year effects in the OTC/NASDAQ market. *The Journal of Finance*, 44(5), 1219-1245.
- Lieksnis, R. (2010). Multifactor asset pricing analysis of the Baltic stock market. *Ekonomika*, 89(4), 85-95.

- Lintner, J., (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The Review of Economics and Statistics*, pp. 13-37
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection*. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Merton, R. C. (1973). An intertemporal capital asset pricing model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 867-887.
- Moerman, G. A. (2005). How domestic is the Fama and French three-factor model? An application to the Euro area. *ERIM Report Series Reference No. ERS-2005-035-F&A*.
- Mällo, A. (2022.). Elektroonilised lisad. Turutasakaalu mudelite rakendamise Balti börsil aastatel 2008-2022. Google Docs. Kasutatud 9. mai 2023.
https://docs.google.com/document/d/13LtmTXc1ij74dEE_vMw5crmwwx6yIEPPXTgEotxtmmY/edit?usp=sharing
- Pástor, L., & Stambaugh, R. F. (2003). Liquidity risk and expected stock returns. *Journal of Political economy*, 111(3), 642-685.
- Plyakha, Y., Uppal, R., & Vilkov, G. (2012). Why does an equal-weighted portfolio outperform value-and price-weighted portfolios?. *Available at SSRN 2724535*.
- Roll, R. (1977). A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory. *Journal of financial economics*, 4(2), 129-176.
- Rosenberg, B., Reid, K., & Lanstein, R. (1985). Efficient capital markets: II. *Persuasive Evidence of Market Inefficiency*, 11(3), 9-16.
- Ross, S. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341–360.
- Sehgal, S., & Balakrishnan, A. (2013). Robustness of Fama-French three factor model: Further evidence for Indian stock market. *Vision*, 17(2), 119-127.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119-138.
- Zhang, L. (2005). The value premium. *The Journal of Finance*, 60(1), 67-103.
- Thaler, R. H., & Barberis, N. (2002). *A survey of behavioral finance*. National Bureau of Economic Research.
- Tobin, J. (1958). Liquidity preference as behavior towards risk. *The review of economic studies*, 25(2), 65-86.
- Van Dijk, M. A. (2011). Is size dead? A review of the size effect in equity returns. *Journal of Banking & Finance*, 35(12), 3263-3274.

LISAD

Lisa 1. Riskitegurite aegread (vasakul) ning 11-kuu libisev keskmine (paremal)



Allikas: Autori koostatud uuringu valimi põhjal

Lisa 2. Valimisse kuulunud ettevõtted ning sõltuvate tunnuste klassid

Nr	Ettevõtte nimi	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
1	Amber Grid AB	BM	BM	BL	BL	BM	BM	BM	BM							
2	Amber Latvijas Balzams AS	BH	BH	BH	BH	SH	BH	BH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH
3	Apranga APB	BM	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	SL
4	Arco Vara AS	SM	SH	SH	SH	SM	SM	SM	SH	SM	SL	SH	SM	SM	SM	BM
5	Auga Group AB	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	SM	BM	SH	SH	SH	SH	SM	
6	Baltika AS	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
7	Ditton Pievadkezu Rupnica AS	SM	SM	SH	SM	SH	SM	SM	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH
8	Ekspress Grupp AS	SH	SH	SH	SH	SH	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	BM
9	Enefit Green AS	BM														
10	Grigeo AB	BM	BM	BM	BM	BL	BL	BL	BL	BL	BM	SM	BL	BM	BH	BM
11	HansaMatrix AS	SL	SL	SM	SM	SL	SL									
12	Harju Elekter AS	BM	BM	BM	BM	BM	BM	SM	BM	BH	BM	BM	BM	SL	BM	SM
13	Hepsor AS	SL														
14	Ignitis Grupe AB	BH	BM													
15	Invalda Invl AB	BM	BM	BM	SM	SM	SM	SM	BM	SL	BM	BM	BL	BM	BM	
16	INVL Baltic Farmland AB	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM							
17	Kauno Energija AB	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	BH	BM	SH
18	Klaipēdos Nafta AB	BH	BH	BH	BM	BM	BM	BM	BM	BH	BM	BM	BM	BM	BL	BH
19	Latvijas Gaze AS	BH	BH	BH	BM	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BM	BH	BH	BM	BH
20	Linas Agro Group AB	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BM	BM	BM	BM	BM			
21	Litgrid AB	BM	BM	BL	BL	BM	BL	BL	BL	BH	BH					
22	Merko Ehitus AS	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	BM	
23	Nordecon AS	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	BM	SM	SL	BM	BL
24	Nordic Fibreboard AS	SL	SH	SM	SH	SH	SH	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SL	
25	Novaturas AB	SL	SL	SL	SL											
26	Panevezio Statybos Trestas AB	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	BM	BH	BL
27	Pieno Zvaigzdes AB	BL	BL	SL	SL	SL	SL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BM
28	PRFoods AS	SH	SH	SH	SM	SH	SH	SH	SM	SM	SM	SH	SH			
29	Pro Kapital Grupp AS	SL	SL	SM	BM	BM	BM	BL	BL	BL						

Lisa 2 järg

30	Rigas Kugu Buvetava AS	SH	SM	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH
31	Rokiskio Suris AB	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BM	BM	BM	BM	BM	BM
32	SAF Tehnika AS	SL	SL	SM	SH	SM	SM	SM	SH	SH	SH	SM	SM	SH	SH	SH
33	Silvano Fashion Group AS	SL	SL	BL	BL	BL	BL	BM	BM	BL	BL	BL	BL	BM	SM	BL
34	Snaige AB	SL	SM	SM	SH	SL	SH	SL	SL	SL	SL	SL	SM	SM	SH	BM
35	Tallink Grupp AS	BH	BH	BM	BM	BM	BM	BH	BH	BM	BM	BH	BH	BH	BM	BM
36	Tallinna Kaubamaja Grupp AS	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BM	BM	BL	BL	BL	BM	BM
37	Tallinna Sadam AS	BM	BM	BL	BL											
38	Tallinna Vesi AS	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
39	Telia Lietuva AB	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BM
40	Trigon Property Development AS	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SH	SH	SH	SM	SH	SH
41	Utenos Trikotazas AB	SM	SM	SM	SH	SM	SM	SH	SH	SM	SL	SL	SL	SL	SL	SL
42	Vilkyskiu Pienine AB	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SH	SM
43	Vilniaus Baldai AB	SM	SL	SL	SL	SL	SL	BL	BL	BL	BL	BL	BM	SM	SL	SL
44	Zemaitijos Pienas AB	BH	BM	BM	BM	BM	BH	SH	SM	SM	SM	SM	SM	SM	BH	SM

Allikas: Autori koostatud kasutades Refinitiv Eikoni andmebaasi

Lisa 3. FF3 regressioonimudelite võrdlus erinevate perioodide lõikes

07.2008 - 12.2022		FF3			
n=174	α	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	HML	<i>Adj. R</i> ²
BH	-0,0008	0,7024***	-0,1933	0,2948*	0,5270
BL	-0,0074***	0,8799***	-0,2359**	-0,399***	0,8024
BM	0,0068**	1,0320***	-0,0440	0,0535	0,7995
SH	-0,0088***	0,6622***	0,9418***	0,6622***	0,7900
SL	-0,022	0,6362***	0,9843***	-0,7330***	0,7922
SM	-0,004	1,1644***	0,6006***	0,1091	0,6864

01.2011 - 12.2022		FF3			
n=144	α	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	HML	<i>Adj. R</i> ²
BH	-0,0030	0,6893***	-0,2781**	0,1122*	0,4861
BL	-0,0058***	0,6502***	-0,1785***	-0,1982***	0,6705
BM	-0,0062***	0,8273***	-0,0365	-0,005	0,6700
SH	-0,0074***	0,7061***	1,0275***	0,7156***	0,8109
SL	-0,0047*	0,7452***	0,9280***	-0,9740***	0,8644
SM	-0,0030	0,7154***	0,5514***	0,1674***	0,5365

01.2011 - 04.2020		FF3			
n=112	α	$R_M - R_f$	<i>SMB</i>	HML	<i>Adj. R</i> ²
BH	-0,0018	0,8240***	0,0885***	0,0637	0,5833
BL	-0,0048***	0,7448***	-0,1459**	-0,2128***	0,7282
BM	-0,0066***	0,9176***	-0,0144	-0,0111	0,7259
SH	-0,0061***	0,8102***	1,0964***	0,7131***	0,8403
SL	-0,0032	0,8894***	0,9605***	-1,0105***	0,8789
SM	-0,0038*	0,7867***	0,5010***	0,1372**	0,5896

Märkused: *** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01; ** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,05; *statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01.

Allikas: Autori koostatud

Lisa 4. FF3 regressioonimudelite võrdlus riskitegurite lõikes

07.2008 - 12.2022		FF3			
n=174	α	$R_M - R_f$	SMB	HML	Adj. R ²
BH	-0,0008	0,7024***	-0,1933	0,2948*	0,5270
BL	-0,0074***	0,8799***	-0,2359**	-0,399***	0,8024
BM	0,0068**	1,0320***	-0,0440	0,0535	0,7995
SH	-0,0088***	0,6622***	0,9418***	0,6622***	0,7900
SL	-0,0220	0,6362***	0,9843***	-0,7330***	0,7922
SM	-0,0040	1,1644***	0,6006***	0,1091	0,6864

01.2008 - 12.2022		FF2 ($R_M - R_f$ ja SMB)		
n=174	α	$R_M - R_f$	SMB	Adj. R ²
BH	0,0024	0,6197***	-0,2748***	0,4686
BL	-0,1079***	0,9669***	-0,1503**	0,7567
BM	-0,0062***	1,017***	-0,0588	0,7992
SH	-0,0014	0,6279***	0,7589***	0,5726
SL	-0,0104**	0,8420***	1,1869***	0,6460
SM	-0,0028	1,1338***	0,5705***	0,6850

01.2008 - 12.2022		FF2 ($R_M - R_f$ ja HML)		
n=174	α	$R_M - R_f$	HML	Adj. R ²
BH	-0,0001	0,6917***	0,3266**	0,5126
BL	-0,0065***	0,8668***	-0,2711***	0,7864
BM	-0,0067**	1,0296***	0,0607	0,8001
SH	-0,0121***	0,8659***	0,5074***	0,5281
SL	-0,0058	0,6908***	-0,8948***	0,6352
SM	-0,0061	1,1977***	0,0104	0,6288

01.2008 - 12.2022		FF2 (SMB ja HML)		
n=174	α	SMB	HML	Adj. R ²
BH	0,0064	-0,1018	0,0189	-0,0055
BL	-0,0017	-0,0121	-0,6556***	0,2424
BM	-0,0038	0,0905	-0,3520*	0,0709
SH	-0,0004	1,0479***	0,3426	0,3292
SL	0,0043	1,0673***	-0,9829***	0,6379
SM	0,008	0,7524***	-0,3483	0,1623

Märkused: *** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01; ** statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,05; *statistiliselt oluline olulisuse nivool 0,01.

Allikas: Autori koostatud

Lisa 5. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Alvar Mällo

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Turutasakaalu mudelite rakendamine Balti börsil aastatel 2008-2022, mille juhendaja on Kalle Ahi,
 - 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
 2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
 3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.
-

11.05.2023

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.