



BS ritgerð
í viðskiptafræði

**Er CAPM góð leið til að meta fyrirhugaðar
fjárfestingar?**

Hlynur Magnússon

Ársæll Valfells, lektor

Viðskiptafræðideild

Júní 2012



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Er CAPM góð leið til að meta fyrirhugaðar fjárfestingar?

Hlynur Magnússon

Lokaverkefni til BS-gráðu í viðskiptafræði

Leiðbeinandi: Ársæll Valfells, lektor

Viðskiptafræðideild

Félagsvísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2012

Er CAPM góð leið til að meta fyrirhugaðar fjárfestingar?

Ritgerð þessi er 6 eininga lokaverkefni til BS prófs við
Viðskiptafræðideild, Félagsvísindasviði Háskóla Íslands.

© 2012 Hlynur Magnússon

Ritgerðina má ekki afrita nema með leyfi höfundar.

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, 2012

Formáli

Ritgerð þessi er lokaverkefni mitt í BS námi við fjármálasvið viðskiptafræðideildar Háskóla Íslands. Vægi ritgerðarinnar eru 6 ECTS einingar og var hún unnin frá byrjun febrúar og fram í lok apríl 2012. Leiðbeinandi minn við gerð ritgerðarinnar var Ársæll Valfells og kann ég honum kærir þakkir fyrir samstarfið.

Kveikjan að viðfangsefninu leyndist í tveimur afar góðum bókum sem Ársæll benti mér á, *The Black Swan* eftir Nassim Nicholas Taleb og *The (Mis)behavior of Markets* eftir þá Benoit Mandelbrot og Richard L. Hudson. Við lestur þeirra varð ég margs vísari um þá galla sem felast í þeim líkönum sem fjármálaheimurinn styðst við í dag, og ákvað ég að taka *Capital Asset Pricing Model*, eða CAPM, fyrir, enda hefur það margsinnis komið fyrir í námi mínu.

Eins og áður segir færi ég Ársæli bestu þakkir fyrir samstarfið en einnig langar mig að þakka foreldrum mínum, Ingunni Jónsdóttur og Magnúsi Skúlasyni fyrir ómetanlegan stuðning á ýmsan hátt í gegnum nám mitt allt. Einnig fær Magnús kærar þakkir fyrir hjálpina sem hann veitti mér við yfirlestur á verkefninu.

Útdráttur

Hagfræðingar hafa löngum notast við ýmis konar líkön til þess að skýra umheiminn og til að reyna að koma reglu á alla óreiðuna sem í honum felst. Fjármálaheimurinn hefur ekki orðið útundan í þeim tilraunum, en upp úr miðri tuttugustu öldinni spruttu fram fjölmörg líkön þar sem höfundar þeirra leituðust við að skýra ýmislegt út. Einna helst var þeim verðlagning hugleikin, meðal annars á eignum, valréttum og öðrum fjármálagerningum. Í grein sinni frá árinu 1952, *Portfolio Selection*, lagði Harry Markowitz fram margar af grunnkenningunum sem notaðar eru við mat á virði eigna og um það samband sem ríkir á milli ávöxtunar og áhættu í huga hins skynsama fjárfestis. Einnig færir hann rök fyrir því að best sé fyrir fjárfesta að geyma eignir í vel, og rétt, dreifðum eignasöfnum.

Capital Asset Pricing Model líkanið, er líkan sem byggir á þessum kenningum Markowitz en kapphlaup varð í upphafi sjöunda áratugarins við að koma fram með líkan sem gæti sagt til um hvaða ávöxtunarkröfu skyldi gera til eignar miðað við áhættu hennar. William Sharpe var fyrstur til að koma fram með grein um CAPM líkanið, en hann er oftast sagður höfundur þess, ásamt þeim John Lintner og Jan Mossin.

Eins og hagfræðingar hafa gjarnan gert, gáfu þeir félagar sér ýmsar forsendur í þeim tilgangi að einfalda hann svo auðveldara væri að spá fyrir um framtíðina. Þessar forsendur hafa löngum þótt vera full mikið á skjön við raunveruleikann og hefur líkanið sætt töluverðri gagnrýni, en það þykir einnig ekki standast þær tilraunir sem eru gerðar með það nægjanlega vel.

Í ritgerð þessari verður fjallað um líkanið sjálft og þær kenningar og forsendur sem liggja að grundvelli þess. Einnig verður farið yfir kosti líkansins, þá gagnrýni sem komið hefur fram á það auk notkunar þess í dag ásamt ýmsum framlengingum sem gerðar hafa verið á líkaninu.

Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	8
2	The Capital Asset Pricing Model	9
2.1	Safnkenningar Harry Markowitz	9
2.1.1	Markaðs- og fyrirtækjaáhætta.....	10
2.2	Forsendur CAPM	11
3	Kostir CAPM.....	14
4	Gagnrýni á CAPM	16
4.1	Vandamálið með baksýnispegilinn	16
4.2	Normaldreifingin	16
4.3	Einsleitni fjárfesta.....	18
4.4	Forsendubrestir	21
4.5	Tilraunir með CAPM	22
5	Notkun á Capital Asset Pricing Model í dag.....	24
5.1	Aðrar útgáfur af CAPM	24
5.1.1	Núll-betu CAPM	24
5.1.2	Fjárfestingar utan opinberra markaða.....	26
5.1.3	ICAPM módelið	27
5.1.4	Neyslubyggt CAPM líkan	27
5.2	CAPM og lausafjárfestingarn	29
6	Lokaorð	32
7	Heimildaskrá	33

Myndayfirlit

Mynd 1: Áhætta safns (Brigham og Davies, 2007)	11
Mynd 2: Markaðslínan (Bodie o.fl., 2011)	13
Mynd 3: Niðurstöður De Vries sýna að verðbreytingar breska pundsins gagnvart hollensku gyllinni eru ekki normaldreifðar (Mandelbrot og Hudson, 2008).	18
Mynd 4: Eftirlíking nr.2, þar sem fjárfestar hafa einsleitar væntingar og 5 tímabila minni (Levi, M. og Levy, H., 1996).	20
Mynd 5: Brotna línan er eftirlíking nr.4, borin saman við S&P 500 hlutabréfavísitöluna (Levi, M. og Levy, H., 1996).....	20
Mynd 6: Núll-betu CAPM. Myndin sýnir hvernig ófylgin núll-betu söfn P og Q, Z(P) og Z(Q), raðast á óskilvirka hluta framfallsins (Gylfi Magnússon, munnleg heimild, 2012).....	25

1 Inngangur

Í kjölfar þess hruns sem varð á fjármálamörkuðum haustið 2008, fóru þær raddir, sem héldu því fram að ýmsir vangallar væru á fjármálafræðum nútímans, að verða sífellt háværari. Meðal þess sem haldið hefur verið á lofti, er að þau líkön sem í notkun eru, séu ekki jafn góð og áður var haldið fram. Ennfremur hafa þær forsendur, sem hagfræðingar hafa gefið sér til þess að einfalda heiminn í kringum okkur, verið sagðar óraunhæfar og rangar.

Meðal þeirra líkana sem legið hafa undir ámæli er *Capital Asset Pricing Model* líkanið. Líkanið og ýmsar útgáfur af því hafa verið notaðar við verðlagningu á eignum allt frá því á miðjum sjöunda áratugnum. Það er í dag ein af grunnstoðum fjármálafræðanna og veitir mikilvæga innsýn í samband væntrar ávöxtunar og áhættu. Notkun á líkaninu er útbreidd í fjármálalífinu og er það einnig veigamikill þáttur í menntun viðskipta- og hagfræðinga í dag. Líkanið varð til á upphafi sjöunda áratugarins, en það er oftast kennt við hagfræðingana William Sharpe, John Lintner og Jan Mossin. Byggir líkanið mjög á safnkenningum Harry Markowitz frá árinu 1952.

Líkanið hefur raunar lengi verið gagnrýnt en forsendur þess þykja sumar hverjar ansi hæpnar. Þykir nákvæmni líkansins í rannsóknum sem gerðar hafa verið á því ekki nægjanlega góð. Fjölmargar rannsóknir hafa verið gerðar á líkaninu og sýna þær flestar að hægt sé að spá fyrir um ávöxtun eigna að einhverju leiti, en hversu vel er umdeilt og einnig hvaða aðferðum sé réttast að beita.

Í ritgerð þessari verður leitast til við að meta hvort notkun CAPM sé góð leið til að meta fyrirhugaðar fjárfestingar. Fyrst verður fjallað um líkanið sjálft, hvernig það virkar ásamt því hverjar forsendur þess og undirstöður séu. Síðan verður fjallað um kosti þess og þá gagnrýni sem hefur verið lögð fram um líkanið og hugmyndafræði þess. Einnig verður reynt að tengja líkanið við þá atburðarrás sem átti sér stað í nýafstaðinni lausafjáarkreppu.

2 The Capital Asset Pricing Model

Capital Asset Pricing Model, eða CAPM eins og líkanið er betur þekkt sem, er aðferð sem William Sharpe, John Lintner og Jan Mossin þróuðu á sjöunda áratug síðustu aldar. Við notkun aðferðarinnar er leitast við að finna þá ávöxtunarkröfu sem eðlilegt er að gera til eignar með ákveðna eiginleika. Líkanið byggir að miklu leiti á kenningum Harry Markowitz um framöll eignasafna (Gylfi Magnússon, 2002, bls. 77).

Líkanið er í dag ein af grundvallarstoðum fjármálafræðanna. Markmið líkansins er að spá fyrir um samband áhættu og væntrar ávöxtunar eignar. Samband þetta þjónar tvíþættum tilgangi. Í fyrsta lagi gefur það fjárfestum viðmið um þá ávöxtunarkröfu sem gera skal til fjárfestinga. Það spágildi getur fjárfestir notað borið saman við þá væntu ávöxtun með tilliti til þeirra áhættu sem fjárfesting ber. Í öðru lagi hjálpar líkanið og niðurstöður þess fjárfestum við að leggja fram upplýsta ágiskun um vænta ávöxtun eignar sem hefur enn ekki farið kaupum og sölum á markaði (Bodie o.fl., 2011, bls 308).

Áður en farið verður nánar í líkanið sjálft er réttast að skoða verðbréfasafnskenningu (e. portfolio theory) Harry Markowitz, en líkanið byggir á henni.

2.1 Safnkenningar Harry Markowitz

Í grein sinni, *Portfolio Selection*, frá árinu 1952, lagði Harry Markowitz fram það sem í dag eru grunnreglur varðandi vænta ávöxtun og áhættu verðbréfa. Þar sýndi hann fram á að fjárfestar gætu minnkað staðalfrávik safns með því að velja rétta samsetningu fjölbreyttra bréfa í safnið (Brealey o.fl., 2011, bls.213).

Það safn sem skilar hæstri væntri ávöxtun er ekki endilega það safn sem skilar minnstu dreifninni (e. variance). Raunar er það mjög ólíklegt. Fjárfesta stendur ávallt til boða að auka vænta ávöxtun safns og hækki í leið dreifni safnsins, í ákveðnu hlutfalli við aukninguna á væntri ávöxtun. Að sama skapi getur hann minnkað dreifnina og um leið væntu ávöxtunina.

Þessi kenning um fjölbreytileika eigna á við um breitt safn eigna með mörgum eignum í. Það er ekki loku fyrir það skotið að safn með fáum eignum í geti haft hærri vænta ávöxtun og lægri dreifni en öll önnur bréf og verið þannig hagkvæmasta safnið.

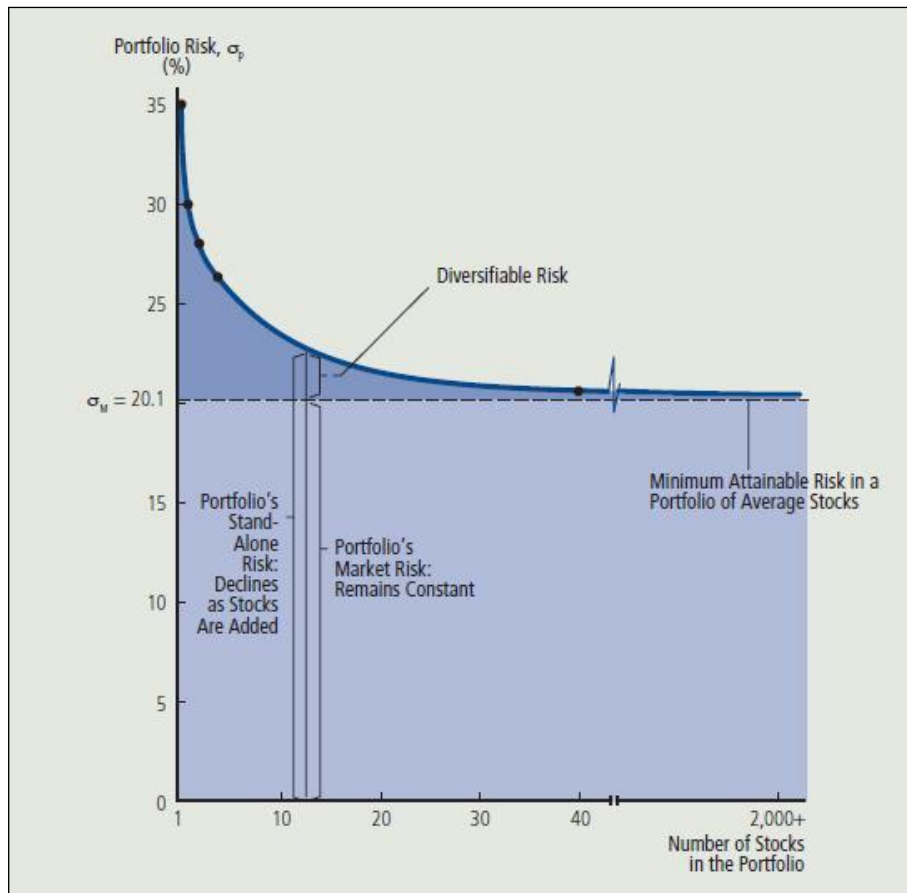
Fyrir stórt úrtak bréfa eru þó nánast öll hagkvæmustu eignasöfnin fjölbreytt (e. diversified).

Það er þó ekki nóg að safn sé samsett úr mörgum mismunandi bréfum, það þarf að vera rétt mynd af fjölbreytileika af réttum ástæðum. Magnið er ekki eina ástæðan. Safn sem inniheldur bréf 60 fyrirtækja sem starfa innan sama geira væri ekki jafn vel dreift og safn sem innihéldi bréf fyrirtækja úr mörgum ótengdum starfsgreinum. Ástæðan fyrir því er sú að fyrirtæki innan sama geira eru líklegri til að eiga í erfiðleikum á sama tíma heldur en fyrirtæki í mismunandi greinum. Fyrirtæki innan sama geira hafa einnig hærri samdreifni (e. covariance) sín á milli heldur en fyrirtæki í mismunandi geirum, og hana viljum við lágmarka (Markowitz, 1952).

2.1.1 Markaðs- og fyrirtækjaáhætta

Áhætta hlutabréfa skiptist í fyrirtækjaáhættu (e. non diversifiable risk) og markaðsáhættu, sem á ensku er ýmist nefnd *systematic risk* eða *market risk*. Fyrirtækjaáhætta stafar af ýmsum atburðum sem hafa einungis áhrif á þau fyrirtæki sem atburðirnir snúa að. Dæmi um slíka atburði eru lögbönn, verkföll, dómsmál, markaðsherferðir og fleira. Markaðsáhætta er sú áhætta sem á einhvern hátt, hefur áhrif á flest, ef ekki öll fyrirtæki. Dæmi um það er áhættan sem fyrirtækjum og hagkerfinu stafar af stríðum, verðbólgu, fjármálakreppum, náttúruhamförum og háum vaxtastigum í hagkerfinu.

Með því að geyma hlutabréf í vel dreifðu eignasafni er hægt að eyða fyrirtækjaáhættunni út, þannig að eina áhættan sem eignasafnið beri sé markaðsáhættan. Eins og sjá má á mynd 1 lækkar heildaráhætta safnsins eftir því sem fjöldi bréfa í því eykst, þangað til að áhætta safnsins er orðin jöfn brotnu, láréttu línunni sem sýnir markaðsáhættuna (Brigham og Davies, 2007, bls.49).



Mynd 1: Áhætta safns (Brigham og Davies, 2007)

2.2 Forsendur CAPM

Eins og hagfræðingar eru svo hrifnir af gáfu Sharpe og félagar sér ákveðnar forsendur til þess að einfalda heiminn og útskýra „hvað ef“ hegðun. Að grunnútgáfunni af CAPM liggja 6 forsendur sem gerðar eru til þess að gera einstaklinga eins einsleita og mögulegt er. Þó hafa þeir mismikil fjárráð og mismunandi mikla áhættufælni (Bodie o.fl., 2011, bls.308-309).

1. Það eru margir fjárfestar þátttakendur á markaði. Hver þeirra hefur fjármuni sem eru litlir samanbornir við heildarfjármuni allra fjárfesta. Fjárfestar eru verðþegar, þeir hegða sér líkt og verð á verðbréfum breytist ekki við viðskipti þeirra. Þetta er forsenda fullkominnar samkeppni í rekstrarhagfræðinni.
2. Allir fjárfestar áætla að halda verðbréfum sínum í einn og sama ákveðna tímann. Þessi hugsun er skammsýn, hún hunsar alla þá atburði sem gætu átt sér stað eftir að þetta ákveðna tímabil endar. Skammsýn hegðun er almennt ekki ákjósanleg (e. sub-optimal).
3. Fjárfestingar eru takmarkaðar við heim viðskipta á opinberum markaði með hlutabréf og skuldabréf, og við samninga um áhættulausar lánveitingar og áhættulaus lán. Þessi forsenda tekur ekki tillit til fjárfestinga í eignum sem

fara ekki kaupum og sölum á opinberum mörkuðum, eins og menntun mannauðs, hlutafélaga í einkaeigu og fjárfestinga á vegum hins opinbera í t.d. ráðhúsum og alþjóðaflugvöllum. Einnig er gert ráð fyrir því að fjárfestar geti lánað eða fengið lánaða hvaða upphæð sem er á föstum, áhættalausum vöxtum.

4. Fjárfestar borga enga skatta af afkomu og viðskiptakostnaður (þóknunar- og þjónustugjöld) er enginn af verðbréfaviðskiptum. Við vitum hins vegar að í raunveruleikanum eru fjárfestar í mismunandi skattþrepum og það kann að stjórna því hvaða tegund eigna þeir kjósa að fjárfesta í. Skattlagning getur til dæmis verið mismunandi eftir því hvort tekjur komi inn í formi vaxta, arðs eða söluhagnaðs. Þar að auki fylgir raunverulegum viðskiptum kostnaður. Þóknanir og gjöld fara eftir stærð viðskipta og stöðu fjárfesta.
5. Allir fjárfestar notast við verðbréfasafnskenningu Markowitz, sem á ensku hefur verið nefnd *mean-variance framework*.
6. Allir fjárfestar verðmeta verðbréf á sama hátt og deila sömu hagfræðilegu sýn á heiminn. Niðurstaða þess er nákvæmlega sama áætlun um líkindadreifingu framtíðar sjóðsstreymis, sem fjárfesting í mögulegum verðbréfum skilar af sér. Fyrir sérhvert safn af verðbréfum leiða fjárfestar út sömu upplýsingar sem þarf að setja inn í líkan Markowitz. Fyrir ákveðið safn af verðbréfum og áhættalausum vöxtum nota allir fjárfestar nákvæmlega sömu væntu ávöxtunina og samdreifnifylki yfir ávöxtun verðbréfa til að mynda framfallið (e. efficient frontier) og ákjósanlega áhættusafnið (e. optimal risky portfolio) (Bodie o.fl., 2011, bls.309).

Jafnvæginu á þessum ímyndaða fjármálamarkaði gæti þá verið lýst svo:

- Allir fjárfestar munu ákveða að eiga safn af áhættusömum eignum í samstæðu hlutfalli við hlutfall þeirra í markaðssafninu (e. market portfolio), sem inniheldur allar eignir á markaði. Til einföldunar mun ég almennt vísa til þessara áhættusömu eigna sem hlutabréfa. Hlutfall hvers hlutabréfs í markaðssafninu jafngildir markaðsvirði hlutabréfsins deildu með heildarmarkaðsvirði allra hlutabréfa.
- Ekki aðeins verður markaðssafnið á skilvirka framfallinu heldur, verður það einnig snertipunktssafnið (e. tangency portfolio) við ákjósanlegustu fjárfestingarlínuna (e. optimal capital allocation line) meðal allra fjárfesta. Þar af leiðandi er markaðslínan (e. capital market line) línan sem liggur frá áhættalausum vöxtunum í gegnum markaðssafnið einnig besta fánlega fjárfestingalínan. Allir fjárfestar halda markaðssafninu sem ákjósanlegasta áhættusafninu. Eini munurinn milli þeirra er hversu mikið er fjárfest í því og hve mikið í áhættalausum eignum.

- Áhættuálag markaðssafnsins verður hlutfall af áhættunni sem það ber og því stigi áhættufælni sem fjárfestirinn hefur. Stærðfræðilega er það sett fram sem:

$$E(r_m) - r_f = \bar{A}\sigma_M^2$$

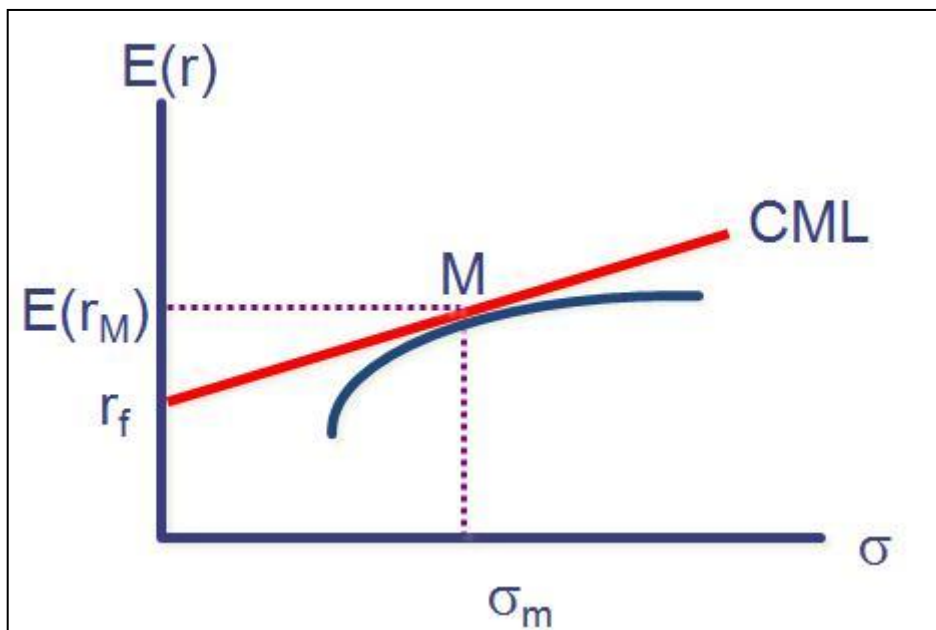
Hér stendur $E(r)$ fyrir vænta ávöxtun og M fyrir markaðssafnið. r_f fyrir þá ávöxtun sem áhættulausir vextir bjóða, og munu gera það í þeim formúlum sem þau koma fyrir í. Áhættuálag einstakra eigna verður hlutfall áhættuálags markaðssafnsins og beta-stuðull verðbréfsins miðað við markaðinn. Beta, táknum með gríska stafnum β , mælir hvernig hlutabréf og markaðurinn hreyfast saman og er hlutfallið milli þeirrar samdreifni sem er milli hlutabréfs og markaðarins, og þess staðalfráviks sem ríkir í ávöxtun markaðarins. Stærðfræðilega er beta sett fram sem:

$$\beta_i = \frac{Cov(r_i, r_M)}{\sigma_M^2}$$

og áhættuálag einstakra eigna sem:

$$Er_i - r_f = \frac{Cov(r_i, r_m)}{\sigma_M^2} [E(r_M) - r_f] = \beta_i [E(r_M) - r_f]$$

Hér stendur $Cov(r_i, r_m)$ fyrir samdreifni milli hlutabréfs og markaðar og r_f fyrir staðalfrávik í ávöxtun markaðar. Mynd 2 sýnir hvernig markaðslínan, CML, liggur frá áhættulausu vöxtunum, r_f , í gegnum markaðssafnið M (Bodie o.fl., 2011, bls.309-310).



Mynd 2: Markaðslínan (Bodie o.fl., 2011)

3 Kostir CAPM

Það var eftir olíukreppuna á árunum 1973-1974 sem CAPM og önnur nýleg líkön náðu að almennilegri fótfestu á verðbréfamörkuðum vestanhafs. Sjötti og sjöundi áratugurinn höfðu verið auðveldir tímar á Wall Street. Almenn uppsveifla hafði verið á hlutabréfamörkuðum eftir seinni heimsstyrjöldina. Helstu verk verðbréfamiðlara voru að velja réttu bréfin, sem oftast fól í sér að benda á fyrirtæki í miklum vexti á borð við Xerox, IBM eða önnur fyrirtæki í hinum vel þekktu hóp sem kallaðist „Nifty Fifty“. Þar voru fimmtíu vel þekkt fyrirtæki í miklum vexti. En í niðursveiflunni í kringum olíukreppuna hlutabréfamarkaðurinn um 43%. Fjármálageirinn þarfnaðist nýrra verkfæra og CAPM var á meðal þeirra líkana sem gripið var til og urðu að einskonar trúarkenningu í fjármálaheiminum. Það var ekki fyrr en eftir hrunið á verðbréfamörkuðum vestanhafs þann 19. október 1987 sem efasemdir um líkönin fóru að heyrast af einhverjum krafti (Mandelbrot og Hudson, 2008, bls.66-77).¹

Líkanið hefur þó nokkra kosti, enda væri annað undarlegt ef litið er til vinsælda þess í rúma 4 áratugi. Einn af aðalkostum þess er það raunsæa mat sem líkanið gefur af eiginfjáarkostnaði. Þrátt fyrir að geta ekki staðið eitt og sér sökum þess hversu einfaldaða mynd af umheiminum líkanið gefur sér, geta fjármálastjórar notað það til að styðja við aðrar aðferðir og eigin dómgreind við tilraunir sínar til að þróa raunhæfa og nothæfa útreikninga á eiginfjáarkostnaði. (Mullins Jr., 1982)

Líkanið er rökrétt og skynsamlegt þegar fræðin á bakvið það eru skoðuð en ekki er litið of mikið á forsendurnar. Þegar markaðsáhætta eigna er borin saman við fyrirtækjaáhættu eigna sem geymdar eru í eignasafni er uppbygging líkansins klárlega góð leið til þess að horfa á áhættu eigna. Líkanið er góð hugmyndafræðileg stoð um það hvernig áhættufælið fólk ætti að hegða sér og er því mikið notað í kennslu (Brigham og Daves, 2007, bls.99).

¹ Einhverjar efasemdir höfðu heyrst áður, frá fræðimönnum sem töldu líkanið ekki standast tilraunir nægjanlega vel, en samkvæmt Mandelbrot fóru leikmenn á markaði fyrst að gera efasemdir eftir hrunið '87.

CAPM veitir okkur mikilvæga innsýn í sambandið milli væntrar ávöxtunar og áhættu og áhættu og þrátt fyrir að standast ekki algjörlega tilraunir með það er það mikið notað og nákvæmni þess af mörgum talin ásættanleg (Bodie o.fl., 2011, bls.308).

4 Gagnrýni á CAPM

4.1 Vandamálið með baksýnispegilinn

CAPM byggir líkt og flest önnur spálíkön á gögnum um liðna atburði. Oftast virkar það fínt. Ef líkanið er í stöðugri notkun dag frá degi og skilar aftur og aftur góðum niðurstöðum treystirðu líkaninu meir og meir. Vandamálið sem skapast af því að spá út frá liðnum atburðum er, að þá gerir spáin ekki ráð fyrir óvæntum atburðum. Ef atburðirnir hefðu gerst áður, og það nokkuð nýlega, væru þeir varla svo óvæntir. Og eins og áður hefur komið fram eru það þessir stóru og óvæntu atburðir sem skipta fjárfesta hvað mestu máli (Taleb, 2007, bls.40-41).

Jón Daníelsson hefur bent á að ef þátttakendur á markaði álíti áhættu litla og ávöxtun mikla í ljósi sögunnar, verki það hvort á annað og valdi stöðugri hækkun á væntri ávöxtun og minnkandi áhættu. Slík atburðarrás átti sér einmitt stað á tímabilinu 2003-2007, þegar flökt var lítið á markaði og allt virtist öruggt. Jón segir að líkönin ýti undir þessa þróun, sem var ein aðalástæðan fyrir eignabólunni sem myndaðist fyrir hrun. Við endann á þessari atburðarrás fer svo allt á versta veg.

Áhættulíkön, sem byggi á gögnum um fortíðina gefi að sama skapi jafn slakar spár um fortíðina eftir að kreppa er liðin hjá. Líklega eru tækifærin í boði mýmörg, en líkönin telji áhættuna mikla vegna þess sem áður hefur gengið á. Vegna þess hve líkönin eru veigamikil í ákvarðanatöku lánastofnana eru þær tregar til að veita lán til minni fyrirtækja sem bera talsverða áhættu (Jón Daníelsson, 2011).

4.2 Normaldreifingin

Ein af forsendunum sem Harry Markowitz gefur sér, og þar með Sharpe, Lintner og Mossin er sú að ávöxtun á fjármálamörkuðum sé normaldreifð. Að ávöxtun sé normaldreifð, fylgi bjöllumlaga kúrfunni, er í raun forsenda sem flest líkön nútíma safnakenninga og áhættumælinga gefa sér. Stærðir eins og dreifni, staðalfrávik og fylgni eru beintengd normaldreifingunni (Taleb, 2007, 230).

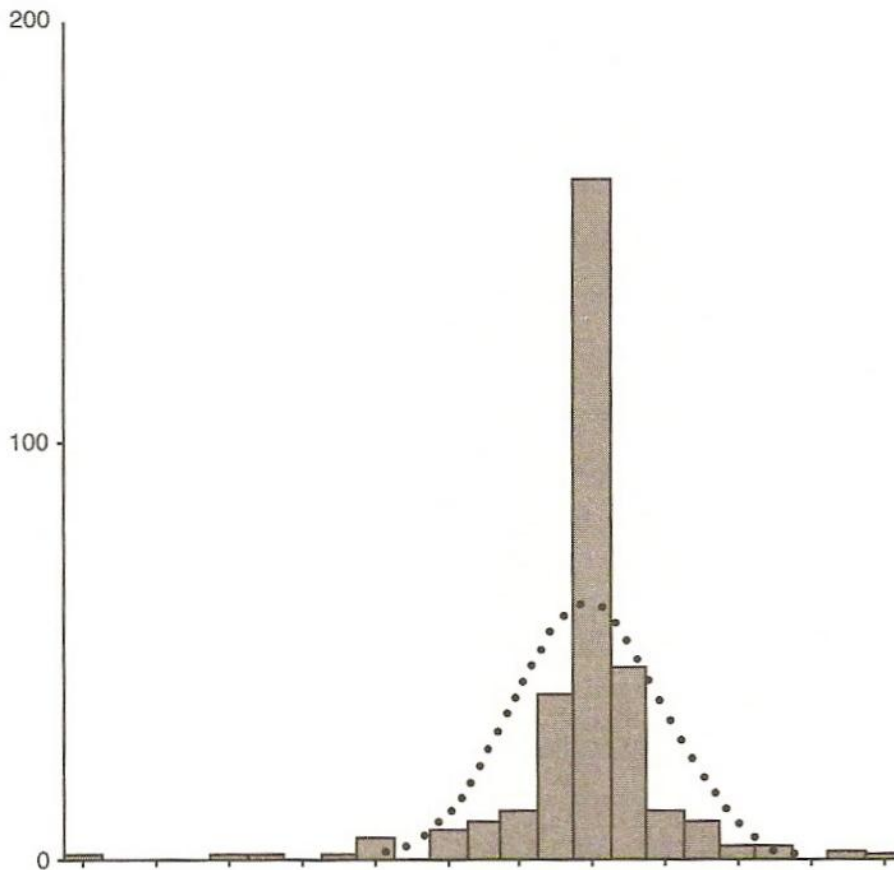
Líkanið um normaldreifingu (e. normal distribution) og bjöllumlaga kúrfan var búið til af þýska stærðfræðingnum Carl Friedrich Gauss (á frummálinu Gauß). Aðalkenning líkansins er sú, að flestar skoðanir hópist í kringum miðjuna, meðaltalið. Líkurnar á frávikum frá meðaltalinu minnka í stigvaxandi (í veldisvexti, e. exponentially) mæli eftir því

sem fjær dregur frá meðaltalinu. Þetta á mjög vel við í ákveðnum stærðum, t.d. hæð manna. Flestar skoðanir eru nálægt meðaltalinu, en mjög fáar eða engar langt frá því.

Eitt af því sem Eugene Fama, hagfræðingurinn þekkti, skoðaði í doktorsritgerð sinni voru daglegar verðbreytingar á hlutabréfum þeirra 30 fyrirtækja sem mynduðu Dow Jones vísitöluna á þeim á árunum 1957-1962, en það gerðu 1200-1800 skoðanir á hverju bréfi. Hann komst að því að stórar breytingar á verði hlutabréfa sem námu 5 staðalfrávikum eða meira voru 0,12% af skoðunum. Samkvæmt kenningum Gauss ættu slík frávik frá meðaltalinu ekki að vera nema 0,00006% af öllum skoðunum (Fama, 1965).

Því ættu svo stórar verðbreytingar ekki að eiga sér stað nema á rúmlega 7000 ára fresti. Þær eiga sér hinsvegar stað á 3-4 ára fresti og eru því 2000 sinnum tíðari en normaldreifingin áætlað. Að flest spálíkön og þar með talið CAPM geri ráð fyrir að verðbreytingar séu normaldreifðar er mikill galli þar sem fyrir flestum fjárfestum eru það stóru frávikin sem skipta máli. Ef verðbreytingar hlutabréfa væru normaldreifðar væru líkurnar á gjaldproti fjárfestis, sem stundar einungis viðskipti á fjármálamörkuðum, einn á móti hundruð trilljónum (Mandelbrot og Hudson, 2008, bls.96, 230-233).

Eins og sjá má á mynd 3 passa súlurnar ekki við bjöllulaga kúrfuna. Súlurnar sýna tíðni sveiflna af mismunandi stærðum í gengi breska Sterlingpundsins gagnvart hollensku gyllinni yfir fjórar aldir, frá 1609 til ársins 2000. Þessi gögn passa ekki við bjöllulaga kúrfuna og eru verðbreytingar gjaldmiðlana því ekki normaldreifðar. Um er að ræða of margar verðbreytingar sem eru mjög litlar, og of margar sem eru mjög stórar. Tíðni verðbreytinga þar á milli eru ekki nógu margar til þess að súlurnar falli passi við kúrfuna (De Vries, 2002).



Mynd 3: Niðurstöður De Vries sýna að verðbreytingar breska pundsins gagnvart hollensku gyllinni eru ekki normaldreifðar (Mandelbrot og Hudson, 2008).

4.3 Einsleitni fjárfesta

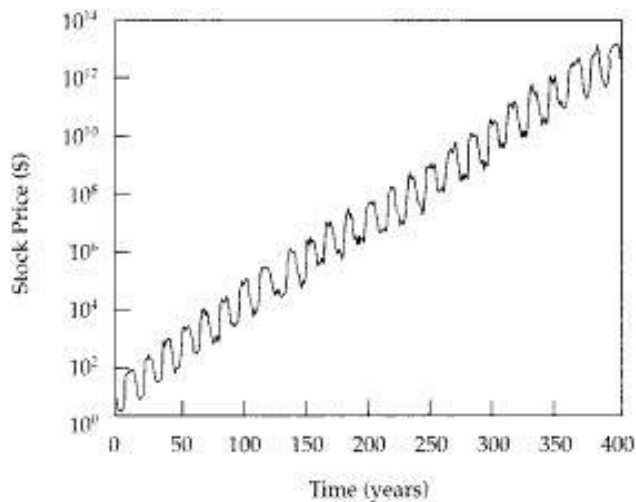
Mandelbrot og Hudson (2008) hafna ályktunum um, að allir fjárfestar séu eins á þá vegu sem forsendurnar CAPM gera ráð fyrir. Fjárfestar miða augljóslega ekki allir við að halda verðbréfum í nákvæmlega sama tíma. Sumir halda þeim í ár og áratugi en aðrir einungis í örfáa daga. Sumir eru virðisfjárfestar og leita eftir hlutabréfum í traustum fyrirtækjum sem eru þá stundina ekki móðins, á meðan aðrir leitast við að hagnast á bréfum í mikilli uppsveiflu.

Þegar forsendunni um einsleitni fjárfesta er sleppt fara nýir og flóknir hlutir að gerast í stærðfræðilíkönunum af markaðnum. Til dæmis er gert ráð fyrir tveim tegundum fjárfesta. Annar hópurinn notast við hagfræði og bókhaldslegar upplýsingar og trúir því að hlutabréf eða gjaldeyrir eigi sitt eðlislæga verð og muni seljast á því verði. Hinn hópurinn notast við mynstur í verðþróun sem grundvöll fyrir þeim ákvörðunum sem liggja á bakvið viðskipti þeirra.

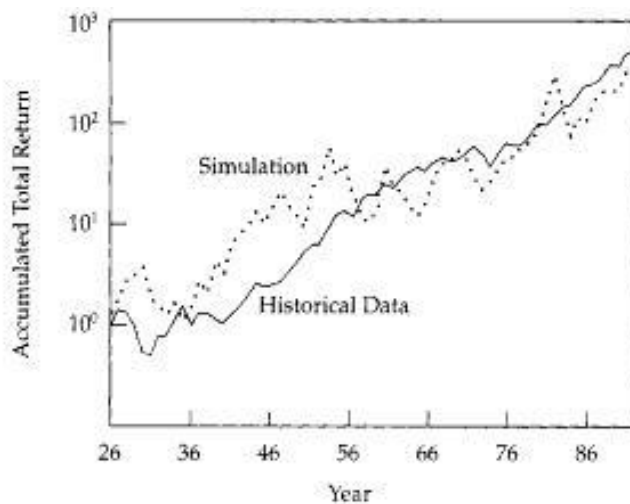
Í tölvugerðri eftirlíkingu af hegðun markaða, sem hagfræðingarnir Paul De Grauwe og Marianna Grimaldi við Kapólska Háskólann í Leuven í Belgíu framkvæmdu, hófu hóparnir tveir að verka gagnkvæmt hvor á annan á ófyrirsjáanlegan hátt. Það hafði þær afleiðingar að upp- og niðursveiflur hófu ósjálfrátt að myndast. Markaðurinn hætti að vera reglulegur og fyrirsjáanlegur, líkt og þegar allir fjárfestar hegða sér eins, þar sem atburður hefur fyrirsjáanlegar afleiðingar, yfir í það að vera óreiðukenndur, þar sem þættir markaðarins hafa ófyrirsjáanleg áhrif og ýta undir hið ófyrirsjáanlega. Því er ekki furða að einn spyrji sig hversu miklu og mun flóknari og hviklyndari hinn raunverulegi markaður sé, með allan sinn fjölbreytileika af fjárfestum? (Mandelbrot og Hudson, 2008, bls. 84-85)

Í rannsókn sem Moshe og Haim Levy gerðu á þróun verðbreytinga á hlutabréfum miðað við 4 samsetningar af fjárfestum, keyrðu þeir tvær eftirlíkingar af markaði þar sem fjárfestar höfðu einsleitir (e. homogeneous) væntingar. Önnur var með minni sem náði yfir 5 tímabil í annarri keyrslunni en 15 tímabil í hinni. Í þriðju eftirlíkingunni höfðu fjárfestar misleitir (e. heterogeneous) væntingar, helmingur þeirra hafði minni sem náði yfir 5 tímabil en minni hins helmingsins náði yfir 15 tímabil. Í loka-keyrslunni höfðu fjárfestar einnig misleitir væntingar, helmingur hafði 10 ára minni, en fjárfestar í hinum helmingnum höfðu minni, sem náði yfir slembivalinn fjölda tímabila á milli eins og þrjátíu tímabila. Í eftirlíkingunum, þar sem fjárfestar höfðu einsleitir væntingar var mynstur verðbreytinga mjög ólíkt mynstri verðbreytinga á raunverulegum mörkuðum, aðeins var um síendurtekna hækkanir og lækkanir að ræða, flökt var nánast ekki neitt, og framhaldið því mjög fyrirsjáanlegt. Í þriðju eftirlíkingunni voru sveiflunar í mynstrinu orðnar flóknari og ekki jafn fyrirsjáanlegar, en þó var mynstrið ekki líkt því sem það væri á raunverulegum mörkuðum. Aðeins í fjórðu eftirlíkingunni var flækjustig mynstursins orðið á við það sem á sér stað í raunverulegu mynstri. Þessi raunverulega þróun

verðbreytinga skapaðist af gagnvirkni fjárfesta með mismunandi væntingar.



Mynd 4: Eftirlíking nr.2, þar sem fjárfestar hafa einsleitir væntingar og 5 tímabila minni (Levi, M. og Levy, H., 1996).



Mynd 5: Brotna línan er eftirlíking nr.4, borin saman við S&P 500 hlutabréfavísitöluna (Levi, M. og Levy, H., 1996).

Komust þeir félagar að þeirri niðurstöðu, að misleitni fjárfesta jyki stórkostlega markaðskrafta (e. market dynamics) og að aðeins með misleitnum fjárfestum yrði verðþróun raunveruleg í líkönum. Það feli í sér djúpstæðar vísbendingar um galla í CAPM og öðrum líkönum sem geri ráð fyrir einsleitni fjárfesta (Levy, M. og Levy, H., 1996).

Forsendan um að allir fjárfestar eigi eitt og sama markaðssafnið stenst nokkuð augljóslega ekki. Skattar einir og sér valda sérvisku fjárfesta, en þeir eru mismunandi eftir aðstæðum fjárfesta og valda þannig mismunandi hegðun þeirra. Það væru þó

jákvæð merki fyrir líkanið ef allir fjárfestar héldu bréfum sínum í vel dreifðum eignasöfnum, en það er ekki einu sinni algilt. Verðbréfasjóðir og aðrir fjárfestingasjóðir hafa notið talsverðra vinsælda meðal almennings á síðustu árum, en þeir bjóða fjárfestum upp á dreifð eignasöfn án mikils kostnaðar fyrir fjárfestana. Aftur á móti á almenningur einnig oft hlutabréf í útvöldum fyrirtækjum. Vinsælt hefur verið að eltast við fyrirtæki í miklum vexti og reyna að fá framúrskarandi góða ávöxtun á fjárfestingar sínar. Einnig eiga stjórnendur, og jafnvel starfsmenn, oft hlutabréf og valrétti í þeim fyrirtækjum sem þeir starfa hjá (Perold, A., 2004).

4.4 Forsendubrestir

James Mackintosh, ritstjóri fjárfestingahluta Financial Times, segir að engin af forsendunum sem liggja fyrir CAPM líkaninu eigi sér stoð í raunveruleikanum. Hann hafnar því að allir fjárfestar séu skynsamir, áhættufælnir, séu verðþegar, sem hafi ekki áhrif á markaðsverð, eigi dreifð eignasöfn, borgi ekki skatta, hafi aðgang að ótakmörkuðu ódýru lánsfé og hafi jafnan tafarlausan aðgang að upplýsingum (Mackintosh, J., 2011, 16.október).

Fólk lætur tilfinningar hafa áhrif á ákvarðanir sínar, það hugsar ekki alltaf rökrétt og framkvæmir ekki alltaf út frá líkindafræði. Höfnun á þessari forsendu fjármálafræðanna hefur leitt af sér nýja fræðigreini, atferlishagfræði. Þar er skoðað hvernig fólk mistúlkar upplýsingar, hvernig tilfinningar hafa áhrif á ákvarðanir og mistök í útreikningum á líkindum (Mandelbrot og Hudson, 2008, bls.84).

Nokkuð augljóslega borga allir fjárfestar ýmis konar skatta og viðskiptakostnaður er til staðar. Fjárfestar hafa ekki aðgang að ótakmörkuðu ódýru lánsfé, rétt eins og lánsfjárkreppa síðustu ára sýnir bersýnilega. Einnig er gerð sú forsenda að fjárfestar eigi kost á áhættulausum vöxtum og sú stærð er raunar notuð við útreikninga líkansins á væntri ávöxtun fjárfestinga. Oftast er miðað við 30 daga ríkisvísla, þar sem þeir komast næst því að vera áhættulausir. Sökum þess hve stuttir þeir eru verður virði þeirra ekki fyrir miklum áhrifum af vaxtabreytingum né fyrir verðbólguáhrifum (Bodie o.fl., 2011, bls.198). Þrátt fyrir það eru bandarískir ríkisvíslar ekki áhættulausir, og voru það ekki heldur meðan Standard&Poor gáfu þeim ennþá greiðsluhæfiseinkunnina AAA, en í dag gefur Standard&Poor þeim einkunnina AA+, næst bestu einkunn (Mackintosh, J., 2011, 16.október).

4.5 Tilraunir með CAPM

Eitt af vandamálunum við að prófa CAPM er að markaðssafnið sem stendur í hjarta líkansins er torskiljanlegt. Það er fræðilega ekki klárt hvaða eignir (t.d. mannauður) geti réttilega verið undanskildar frá markaðssafninu. Þar að auki dregur takmarkað aðgengi að ýmsum gögnum talsvert úr fjölda þeirra eigna, sem eru innifalin í því. Þar af leiðandi þarf að notast við fulltrúa fyrir markaðssafnið í þeim tilraunum sem gerðar eru með líkanið (Fama og French, 2004).

Því er gerð sú krafa um að fulltrúi markaðsins samsvari markaðssafninu nægilega vel. Í Bandaríkjunum er oft notast við S&P 500 vísitöluna sem fulltrúa fyrir markaðssafnið (Bodie o.fl., 2011, bls.326). Ef fjármagnsmarkaðir eru opnir ætti fulltrúinn hinsvegar að innihalda alþjóðlegar eignir, þar sem markaðssafnið gerir það. Roll (2007) heldur því hinsvegar fram að með því að nota fulltrúa fyrir markaðssafnið sé í raun ekki verið að prófa CAPM líkanið, þar sem markaðssafnið sé líkaninu svo mikilvægt. Því hafi hinn sanni áreiðanleiki CAPM í raun aldrei verið prófaður.

CAPM líkanið hefur ekki staðist þær tilraunir sem gerðar hafa verið á virkni þess. Niðurstöður flestra rannsókna hafa sýnt að bréf með lágt beta-gildi hafi jákvæðan skurðpunkt (alfa), en bréf með hátt beta-gildi með neikvæðan skurðpunkt. Samkvæmt kenningunni ætti þessi skurðpunktur að vera 0 hjá öllum bréfum (Bodie o.fl., 2011, bls.326).

Rannsóknir hafa sýnt að sambandið milli beta-gildisins og meðalávöxtunar er veikara en líkanið segir til um. Þar af leiðandi metur CAPM eiginfjáarkostnaðinn hjá bréfum með hátt beta-gildi of hátt og of lágt hjá þeim bréfum sem hafa lágt beta-gildi. Að sama skapi metur líkanið eiginfjáarkostnaðinn á bréfunum hjá fyrirtækjum með hátt V/I hlutfall (e. market/book ratio, book to market ratio) of lágt (Fama og French, 2004).

Nokkuð gegnumgangandi þema í gagnrýni á CAPM felur í sér að benda á kennitölur tengdar hlutabréfaverði, er koma fram með upplýsingar, sem beta-gildi fela ekki í sér. Verð hlutabréfs veltur ekki einungis á því vænta fjárstreymi sem því er spáð heldur einnig þeirri ávöxtun sem núvirt fjárflæði felur í sér. Kennitölur sem skoða markaðsvirði geta varpað ljósi á þær upplýsingar er beta-gildi CAPM líkansins nær ekki að skýra út í þverskurði þeirra fyrirtækja sem skoðuð eru. Rannsóknir hafa bent til þess að V/H hlutfallið (e. price-earnings ratio), V/I hlutfallið (e. market/book ratio) og hlutfallið milli

skulda og eigin fjár (e. debt-to-equity ratio) varpi best ljósi á þessar upplýsingar sem betan nær ekki að skýra (Fama og French, 2004).

5 Notkun á Capital Asset Pricing Model í dag

Eins og áður hefur komið fram fór fyrst að bóla á gagnrýni á CAPM eftir hrunið á verðbréfamörkuðum vestanhafs í október 1987. Þrátt fyrir það var notkun á líkaninu enn mjög útbreidd í kringum aldamótin 2000. Tveir hagfræðingar við Duke Háskóla gerðu árið 1999 könnun meðal fjármálastjóra stærstu fyrirtækja Bandaríkjanna. Niðurstöðurnar voru þær, að þegar kom að því að meta eiginfjáarkostnað var CAPM líkanið útbreiddasta aðferðin til þess. 73,5% af þeim 392 sem svöruðu könnuninni sögðust nota líkanið. Í annarri könnun sem gerð var meðal fjármálastjóra í 16 Evrópulöndum árið 2001 kváðust 77% þeirra nota líkanið. Líkanið er einnig notað í pólitískum reglugerðum og ákvörðunum.

Í dag er líkanið veigamikill þáttur í kennslubókum og eru hluti af háskólanámi nánast allra viðskipta- og hagfræðinema heimsins. Líkanið er hluti af því námsefni sem prófað er úr þegar sóst er eftir löggildu verðbréfamíðlaraprófi, bæði hér á Íslandi og í Bandaríkjunum (Prófefnislýsing, 2011). Ljóst er að notkun líkansins er mjög útbreidd, en ýmsar mismunandi útgáfur af því eru í notkun og eru jafnvel breytilegar milli fyrirtækja. Margir hafa reynt að betrubæta galla í líkaninu, sem og bætt við nýjum hugmyndum ofan á grunnlíkanið (Mandelbrot og Hudson, 2008, bls.59-61).

5.1 Aðrar útgáfur af CAPM

Eins og kom fram hér að ofan er fjöldinn allur af útgáfum af CAPM líkaninu í notkun víða um heim og eru útgáfurnar ekki endilega vel þekktar. Viðbætur við líkanið byggja flestar á því að slaka á þeim forsendum, sem höfundar upprunalega líkansins gáfu sér. Þannig er nákvæmni líkansins aukið á kostnað einfaldleikans og flækjustigið hækkað. Hér á eftir verður lauslega fjallað um nokkrar af þekktari útfærslum líkansins.

5.1.1 Núll-betu CAPM

Robert Merton (1972) og Richard Roll (1977) leiddu út nokkra áhugaverða eiginleika skilvirkra eignasafna sem sitja á framfallinu. Þrjár þessara eiginleika eru svohljóðandi:

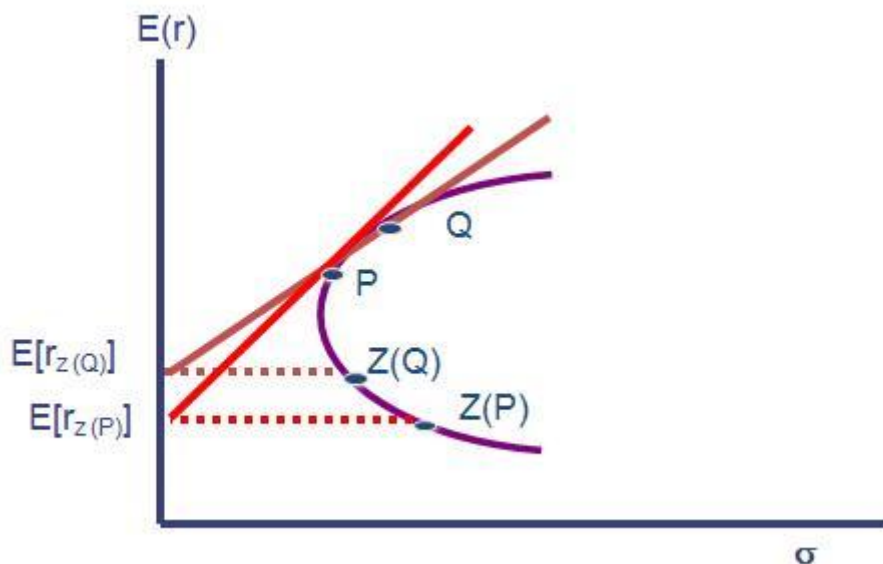
- Eignasafn sem samsett er af tveimur eignasöfnum á framfallinu er sjálft á framfallinu (e. efficient frontier).

- Hægt er að lýsa væntri ávöxtun hvaða eignar sem er sem línulegu falli af væntri ávöxtun hvaða tveggja eignasafna sem sitja á framfallinu svona:

$$E(r_i) - E(r_Q) = [E(r_P) - E(r_Q)] \frac{\text{Cov}(r_i, r_P) - \text{Cov}(r_P, r_Q)}{\sigma_P^2 - \text{Cov}(r_P, r_Q)}$$

- Öll eignasöfn á framfallinu, fyrir utan alþjólega lágmarks-dreifni eignasafnið (e. global minimum variance portfolio), eiga sér hliðstætt eignasafn á óskilvirka hluta framfallsins, sem hefur með því enga fylgni (e. uncorrelated). Þar sem fylgnin milli safnsins og skilvirka safnsins er engin hefur það verið nefnt *núll-betu safn* skilvirka safnsins. Ef við veljum markaðssafnið M og núll-betu safn þess útleggst CAPM jafnan svona:

$$E(r_i) - E(r_Z) = [E(R_M) - E(R_Z)] \frac{\text{Cov}(r_i, r_M)}{\sigma_M^2} = \beta_i [E(r_M) - E(r_Z)]$$



Mynd 6: Núll-betu CAPM. Myndin sýnir hvernig ófylgin núll-betu söfn P og Q, Z(P) og Z(Q), raðast á óskilvirka hluta framfallsins (Gylfi Magnússon, munnleg heimild, 2012)

Fisher Black (1972) notaði þessa eiginleika til að sýna fram á að formúlan hér næst á undan sé CAPM jafnan, sem lýsi því þegar áhættulausir vextir standi fjárfestum ekki til boða, bæði hvað varðar lánsfé og fjárfestingarkosti. Því kjósi sumir fjárfestar eignasöfn á framfallinu, sem eru ekki endilega markaðssafnið (e. the market index portfolio). Þar sem meðal ávöxtun núll-beta safnsins er hærri en ríkisvixla tekst núll-betu líkaninu að skýra hvers vegna skurðpunktar bréfa með lágt beta-gildi mælast jákvæðir og skurðpunktar bréfa með hátt beta-gildi mælast neikvæðir. Það tekst grunnlíkaninu af

CAPM ekki. Þrátt fyrir það stenst þetta líkan ekki flestar tilraunir sem gerðar eru með það (Bodie o.fl., 2011, bls.329-330).

5.1.2 Fjárfestingar utan opinberra markaða.

Eins og áður hefur komið fram gerir CAPM ekki ráð fyrir því að fjárfest sé í eignum sem ekki eru skráðar á opinbera verðbréfamarkaði. Því er ekki tekið tillit til fjárfestinga í mannauði, fyrirtækjum í einkaeigu, sem og opinberra stofnana, en þessir þættir eru heldur betur veigamiklir í hagkerfum heimsins. Fyrirtæki í einkaeigu hafa ekki mikil áhrif á niðurstöður CAPM líkansins þar sem þau hegða sér yfirleitt á svipaðan hátt og fyrirtæki á opinberum mörkuðum, og hafa svipaða áhættueiginleika. Hinsvegar hafa Heaton og Lucas (2000) sýnt fram á að með því að bæta tekjulið inn í grunnútgáfu CAPM líkansins eykst nákvæmnin í spám þess.

Vegna stærðar sinnar og sérstöðu eru tekjur vinnuafis mikill áhrifavaldur á marktækni CAPM líkansins. Mayers (1972) leiðir út jöfnu fyrir jafnvægisstöðu væntar ávöxtunar og betu fyrir hagkerfi þar sem einstaklingar njóta launa af ýmsum hlutföllum við eignir sínar. Út kemur eftirfarandi jafna við verðbréfamarkaðslínuna (e. security market line, SML):

$$E(R_i) = E(R_M) \frac{Cov(R_i, R_M) + \frac{P_H}{P_M} Cov(R_i, R_H)}{\sigma_M^2 + \frac{P_H}{P_M} Cov(R_M, R_H)}$$

Hér stendur

- P_H fyrir virði alls mannauðs (e. value of aggregate human capital),
- P_M stendur fyrir markaðsvirði markaðssafnsins (e. market value of traded assets) og
- R_H fyrir umfram ávöxtun alls mannauðs (e. excess rate of return on aggregate human capital).

Hér hefbundnu betunni skipt út fyrir aðlagaða betu sem tekur einnig tillit til samdreifni eignasafns alls mannauðs. Líkanið kann að hjálpa til við að útskýra jákvæðan skurðpunkt bréfa með lágt beta-gildi og neikvæðan skurðpunkt bréfa með hátt beta-gildi, sem er galli í útkomu CAPM líkansins (Bodie o.fl., 2011, bls.330-331).

5.1.3 ICAPM módelið

Robert C. Merton bylti fjármálafræðunum með því að innleiða samfelldan tíma inn í líkön eignaverðlagningar. Þrátt fyrir, að framlag hans og annarra við verðlagningu á valréttum og til fjármálaverkfræði, sem skilaði honum raunar nóbelsverðlaunum árið 1997, hafi haft meiri áhrif á fjárfestingabransann, hafa framlög hans sem einstaklings til safnkenninga verið ákaflega mikilvæg fyrir skilning okkar á sambandi áhættu og ávöxtunar.

Í líkani sínu, sem á frummálinu er kallað *intertemporal capital asset pricing model*, héðan í frá nefnt ICAPM, sér hann fyrir sér að fjárfestar sjái fyrir sér lífstíðarlanga áætlun um neyslu og fjárfestingar, sem taki stöðugum breytingum eftir núverandi auð og áætlunum um að setjast í helgan stein. Ólíkt upphaflega CAPM líkaninu gerir hann ekki einungis ráð fyrir því að áhætta stafi af óvissu um ávöxtun eigna, hann tekur einnig tillit til annars konar áhættuþátta. Áhættuþættirnir er af tvennum toga. Annar þátturinn tekur tillit til atriða sem hafa áhrif á fjárfestingartækifæri, t.d. áhættulausir vextir í framtíðinni, vænt ávöxtun eða áhættustig markaðssafnsins. Fylgni er milli ávöxtunar sumra verðbréfa og breytinga á vaxtastigi áhættulausra vaxta. Eignasafn getur varið sig fyrir slíkri áhættu og eru fjárfestar reiðubúnir til að greiða hærra verð fyrir slík eignasöfn og þannig lækkar vænt ávöxtun safnsins. Hinn áhættuflokkurinn lítur að verðum á neysluvöru og snertir þá aðallega verðbólguáhættu. Kostnaður í daglegu lífi er augljóslega umhugsunarefni hjá flestum fjárfestum og eru þeir flestir tilbúnir til þess að fórna væntri ávöxtun fyrir bréf sem skila hærri ávöxtun þegar verðbólga eykst.

ICAPM líkanið gefur sér að við getum borið kennsl á þessa áhættuþætti, K , og fundið eignasöfn, sem verja sig gegn þeim. Þá leggst ICAPM líkan Mertons svona út:

$$E(R_i) = \beta_{iM}E(R_M) + \sum_{k=1}^K \beta_{ik}E(R_k)$$

Hér er β_{iM} beta markaðssafnsins og β_{ik} beta varða safnsins (e. hedge portfolio) (Bodie o.fl., 2011, bls.331-332).

5.1.4 Neyslubyggt CAPM líkan

Eins og kemur fram í hugmyndafræði ICAPM líkansins er það rökrétt að taka tillit til neyslu við útreikninga á ávöxtun og áhættu. Undir lok áttunda áratugarins komu fram

hugmyndir um að miða CAPM líkanið beinilínis við neyslu. Mark Rubinstein, Robert Lucas og Douglas Breeden voru fyrstir til að koma með tillögur að slíku líkani. Á hverjum tímapunkti í lífi sínu þarf fjárfestir að halda jafnvægi í ráðstöfun auðs til neyslu nútíðar og þess sparnaðar og fjárfestinga sem ætlað er að sjá fyrir framtíðarneyslu fjárfestis. Framtíðarauður vex með launum fyrir vinnu, sem og ávöxtun fjárfestinga í skilvirka eignasafninu (e. optimal complete portfolio). Fjárfestar meta almennt auknar tekjur betur þegar efnahagsástand er slæmt heldur en þegar það er gott. Því eru eignir sem eiga að styðja við neyslu framtíðar álitnar áhættumeiri í sambandi við neyslu ef þær hafa jákvæða samdreifni með vexti í neyslu. Eignirnar eru semsagt áhættumeiri ef þær skila meiri arðsemi þegar neysla er mikil og minni arðsemi þegar neyslan er takmörkuð. Á þessum forsendum má skýra áhættuálag eignar sem fall af „neyslu áhættu“ (e. „consumption risk“) sinni á þennan hátt:

$$E(R_i) = \beta_{iC} RP_C$$

Hér má túlka eignasafn C sem neyslu-fylgjandi eignasafn (e. consumption-tracking portfolio), það er eignasafnið sem hefur hæstu fylgni með vexti í neyslu. β_{iC} er halli stuðulsins í aðhverfsgreiningu af umframávöxtun eigna i , R_i er ávöxtun neyslu-fylgjandi eignasafnsins og að lokum er RP_C áhættuálagið sem fylgir óvissu í neyslu, sem er mælt í væntri umframávöxtun af neyslu-fylgjandi eignasafninu:

$$RP_C = E(R_C) = E(r_C) - r_f$$

Eftirtektarvert er hversu svipuð þessi ályktun er og í hefðbundna CAPM líkaninu. Neyslu-fylgjandi eignasafnið í þessu CCAPM líkani (C fyrir *consumption*, eða neyslu) sinnir hlutverki markaðssafnsins í hefðbundna líkinu. Þetta er í samræmi við áhersluna á áhættuna af neyslutækifærum frekar en áhættuna af ávöxtun peningavirðis eignasafnsins. Báðar aðferðir leiða af sér línuleg einstæð þáttalíkön (e. single-factor model), sem eru aðallega frábrugðin hvað varðar þáttinn sem þau nota. Ólíkt því sem á við í CAPM líkaninu er beta markaðssafnsins á markaðspátt CCAPM ekki endilega 1. Það er vel mögulegt að þessi beta sé talsvert hærri en 1. Þar af leiðandi er β_{MC} , í línulega sambandinu milli markaðsvísitölu áhættuálagsins (e. market index risk premium) og þess í neyslusafninu, ekki endilega 1.

$$E(R_M) = \alpha_M + \beta_{MC}E(R_C) + \alpha_M$$

Hér leyfa α_M og ε_M svigrúm fyrir reynslu frávik (e. empirical deviation) frá líkaninu sem kom fram í formúlunni á undan þessari, um áhættalagið, RP_C .

Þrátt fyrir að virka mjög svipað í notkun og upphaflega CAPM líkanið og vera gallað á sama hátt og að því leyti að það tekur ekki tillit til allra viðskipta, hefur CCAPM líkanið sína kosti. Aðdráttarafl þess felst í því, að það felur í sér baktryggingar fyrir neyslu og hugsanlegar breytingar í fjárfestingatækifærum. Tölur um þróun neyslu eru birtar óreglulega og sjaldan miðað við fjárhagslegar eignir og eru mældar með ákveðnum skekkjumörkum. Þrátt fyrir þessa ágalla sýna rannsóknir Ravi Jagannathan og Yong Wang (2007), að CCAPM líkaninu gangi betur að spá fyrir um vænta ávöxtun heldur en CAPM líkaninu (Bodie o.fl., 2011, bls.333-334).

5.2 CAPM og lausafjárfreppan

CAPM og önnur stöðluð verðlagningarlíkön eigna gera ráð fyrir ágreiningslausum mörkuðum þar sem kostnaður við verðbréfavíðskipti er enginn. Greiðsluhæfi (e. liquidity), eða skortur á því, hefur lengi verið viðurkennt sem mikilvægur áhrifaþáttur í verðmyndun. Þrátt fyrir það hefur mikilvægi greiðsluhæfis ekki alltaf verið viðurkennt á verðbréfamörkuðum, sennilega vegna þess hversu lágur viðskiptakostnaður verðbréfa er, miðað við fasteignir til dæmis. Greiðsluhæfi eignar miðast við hversu auðvelt og fljótlegt er að selja eign á sanngjörnu markaðsvirði. Hluti af greiðsluhæfinu er kostnaðurinn við að eiga þátt í viðskiptunum, sérstaklega munurinn á tilboði miðlara og söluverði (e. bid-ask spread). Annar hluti af greiðsluhæfinu er verðskellurinn (e. price impact), sú óhagstæða breyting á verði sem einn getur mætt í tilraun til að ganga frá stærri viðskiptum. Enn annar hlutinn er það hversu hratt er hægt að selja eign án þess að setja hana á útsölu.

Í víðasta skilningi málsins má segja að fjárfestar stundi viðskipti með verðbréf af tveim ástæðum. Sum viðskipti eru keyrð áfram af hvötum, sem tengjast ekki upplýsingum, eins og þegar eignir eru seldar til þess að safna fé fyrir öðrum kaupum, eða jafnvel bara til að endurhanna eignasafnið. Viðskipti sem þessi, sem eru ekki hvött áfram af óopinberum upplýsingum, er kunna að hafa áhrif á verð bréfa, eru kölluð spákaupsmennska (e. noise trades). Verðbréfamiðlarar munu hagnast á bilinu milli

tilboðs fjárfesta og söluverðinu þegar þeir eiga í viðskiptum við spákaupmenn. (e. noise traders).

Önnur viðskipti eru hvött áfram af óopinberum upplýsingum, sem seljandi eða kaupandi kann að hafa. Þessi viðskipti eiga sér stað þegar fjárfestir telur sig hafa komist að upplýsingum um að bréf sé rangt verðlagt og reynir að hagnast á því. Ef fjárfestir sem byggir ákvarðanir sínar á upplýsingum telur sig hafa hagstætt tækifæri, hlýtur það að vera óhagstætt fyrir hinn aðilann að viðskiptunum. Ef upplýsingarnar gefa til kynna um að bréf séu of hátt verðlögð og fjárfestir ákveður því að selja þau mun kaupandi bréfanna seinna komast að því að hann hafi keypt bréfin á uppsprengdu verði. Að sama skapi mun það koma í ljós að fjárfestir hafi keypt bréf á undirverði ef hann kaupir út frá þeim upplýsingum að bréf sé of lágt verðlagt.

Þessir svokölluðu upplýsingafjárfestar (e. information traders) pranga kostnaði yfir á bæði miðlara og aðra fjárfesta, sem leggja fram tilboð (e. limit orders). Miðlarar tapa á viðskiptum við upplýsingafjárfesta, andstætt þeim hagnaði sem þeir hafa af viðskiptum við venjulega fjárfesta. Þannig eru allir þeir, sem leggja fram tilboð undir áhættu frá upplýsingafjárfestum, sem leiðir af sér að sölutilboð (e. limit-ask prices) verða hærri og kautilboð lægri (e. limit-bid orders) en ef þessi ógn stafaði ekki af upplýsingafjárfestum. Þannig víkkar bilið milli kaup- og sölutilboða og spákaupmenn taka á sig mest af kostnaðinum í sínum „saklausu“ viðskiptum.

Þar sem bilið milli kaup- og sölutilboða hefur aukist verður viðskiptakostnaður hærri. Þannig er krafist hærri ávöxtunar af torseljanlegum bréfum. Því er ljóst að greiðsluhæfi hefur áhrif á verð bréfa og þar af leiðandi vænta ávöxtun. Eins og sýndi sig bersýnilega í síðustu fjármálakreppu er mikil fylgni milli breytinga í greiðsluhæfi bréfa. Þegar greiðsluhæfi bréfs dregst saman dregst greiðsluhæfi annarra bréfa einnig saman. Því er ljóst að sveiflur í greiðsluhæfi hafa talsverð áhrif á áhættu á mörkuðum. Rannsóknir hafa sýnt, að fyrirtæki sem eru berskjaldaðri fyrir breytingum á greiðsluhæfi skila hærri ávöxtun en þau sem eru ekki eins berskjölduð. Rannsóknir á síðustu árum hafa beinst að varnarleysi gegn útbreiddri greiðsluhæfisáhættu á mörkuðum, mældri með greiðsluhæfis-betu. Greiðsluhæfis-betan mælir ávöxtun fyrirtækja í hlutfalli við breytingar á greiðsluhæfi á mörkuðum. Þannig bjóða þau fyrirtæki sem skila góðri ávöxtun, er greiðsluhæfi á mörkuðum fellur, fjárfestum nokkra vörn gegn

greiðsluhæfisáhættu. Meðal þeirra sem hafa fjallað um þetta eru Pástor og Stambaugh (2003) auk Acharya og Pedersen (2005). Út frá þessum rannsóknum má álykta að greiðsluhæfi ætti að vera eitt af fyrstu umhugsunaratriðunum þegar kemur að því að verðleggja verðbréf, þar sem greiðslufallsálagið (e. liquidity premium), sem kemur fram í þeim, er af svipuðu vægi og markaðsálagið (Bodie o.fl., 2011, bls.334-338).

Talsverð gagnrýni hefur verið á CAPM og önnur spálíkön í kjölfar þeirra erfiðleika sem hafa átt sér stað á mörkuðum á síðustu árum. Jón Daníelsson (2011) heldur því fram, að í niðursveiflum og kreppum, þegar fjárfesta langi mest eftir áreiðanlegum áhættuspám, bregðist líkönin þeim. Þá sé ekki hægt að mata líkönin af gögnum frá þeirri tíð er ástandið á mörkuðum var „eðlilegt“ og því séu viðeigandi gagnaúrtök mjög smá og slembiferlið öðruvísi. Colin McLean, forstjóri SVM Asset Management og fyrrverandi formaður félags fagfjárfesta í Bretlandi, hefur ekki trú á Capital Asset Pricing líkaninu í niðursveiflum. Segir hann, að á erfiðum tímum, þegar markaðurinn sé keyrður áfram af þörf fyrir aukið lausafé geti tæknigreining (e. technical analysis) reynst hjálpsöm og trúir hann því að hún hafi reynst besta aðferðin við val á fjárfestingakostum þegar kreppti að á mörkuðum árið 2007 og í byrjun árs 2008. (McLean, C., 2008)

6 Lokaorð

Áður en einhver kann að fara út í að meta fyrirhugaða fjárfestingu, er ágætt að hann, eða hún, velti því fyrir sér hversu viðeigandi upplýsingarnar, sem settar eru inn í líkanið séu, og hversu réttar niðurstöður geti komið út frá því. Engum dylst að CAPM líkanið gefur sér ansi mikið af hæpnum, eða einfaldlega röngum forsendum. Þó eru vissulega minni forsendubrestir í hinum ýmsu útvíkkunum sem gerðar hafa verið á líkaninu, en farið var yfir nokkrar þeirra í ritgerðinni. Nauðsynlegt er þó að líta líkanið gagnrýnum augum við notkun þess.

Ljóst er að CAPM líkanið stenst minnihluta af þeim tilraunum, sem gerðar eru með það, og nákvæmni þess við verðmat á einstökum eignum er ekkert sérstaklega mikil. Því hefur þó verið haldið fram að nákvæmni þess sé góð þegar kemur að því að verðmeta vel dreifð eignasöfn, en um það virðist þó vera nokkur styr. Einnig er það mismunandi eftir fjárfestum hvað einn telur vera ásættanlega nákvæmni spálíkans. Líkanið virðist oftast spá í nokkuð rétta átt, en sér þó engan veginn fyrir þá óvæntu atburði, sem hafa hvað mest áhrif á hag fjárfesta, og eru þeim þar af leiðandi afar mikilvægir.

Þrátt fyrir hversu margar tilraunir eru gerðar til að skjóta CAPM niður virðist líkanið alltaf standa þær tilraunir af sér. Ein af ástæðunum fyrir því er sú, að erfiðlega hefur gengið að færa sönnur fyrir því að einhver önnur aðferð sé betri til þess að verðleggja eignir. En til að svara rannsóknarspurningunni þá myndi ég seint mæla með því að styðjast einungis við CAPM við mat á fjárfestingu. Hinsvegar væri ekki galið að hafa líkanið í verkfærakistunni, en líta þó á það gagnrýnum augum, og notast við það ásamt öðrum tólum til að meta rétt verð eigna.

7 Heimildaskrá

- Acharya, V.V. og Pedersen, L.H. (2005, ágúst). Asset Pricing with Liquidity Risk. *Journal of Financial Economics*, 375-410.
- Black, F. (1972, júlí). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *Journal of Business*, 444-455.
- Bodie, Z., Kane, A. og Marcus, A.J. (2011). *Investments and Portfolio Management*. 9.útgáfa. Singapur: McGraw-Hill/Irwin.
- Brealey, R.A., Myers, S.C. og Allen, F. (2011). *Principles of Corporate Finance*. 10.útgáfa. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Davies, E. F. (2007). *Intermediate Financial Management*. 9.útgáfa. Mason, Ohio: Thomson/South-Western.
- De Vries, C. G. (2001, haust). Fat tails and the history of the guilder. *Tinbergen Magazine* 4, 3-6.
- Fama, E. (1965, janúar). The Behavior of Stock Market Prices. *The Journal of Business*, 34-105.
- Fama, E. og French, K. (2004, sumar). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 25-46.
- Gylfi Magnússon. (2002). *Eignastýring*. Reykjavík: Viðskipta- og hagfræðideild Háskóla Íslands.
- Gylfi Magnússon, dósent við Háskóla Íslands. (f. 1966), (2012). Fyrirlestur. Odda, Háskóla Íslands, 21.febrúar.
- Grimaldi, P. D. (2003, september). Bubbling and crashing exchange rates. *CESifo Working Paper Series No. 1045*.
- Heaton, J. og Lucas, D. (2000, júní). Portfolio Choice and Asset Prices: The Importance of Entrepreneurial Risk. *Journal of Finance*, 1163-1198.
- Jagannathan, R. og Wang, Y. (2007, ágúst). Lazy Investors, Discretionary Consumption, and the Cross-Section of Stock Returns. *Journal of Finance*, 1633-1661.
- Jón Daníelsson. (18. Febrúar 2011). *Risk and crises*. Sótt 7. Apríl 2012 af <http://www.voxeu.org/index.php?q=node/6118>
- Levy, M. og Levy, H. (1996, maí/júní). The Danger of Assuming Homogeneous Expectations. *Financial Analysts Journal*, 65-70.

- Mackintosh, J. (16. Október 2011). *Irrational regard for economic models*. Sótt 14. Apríl 2012 af <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/19b98d7a-f633-11e0-86dc-00144feab49a.html#axzz1s2XXnD3N>
- Mandelbrot, B. og Hudson, R.L. (2008). *The (Mis)Behavior Of Markets: A Fractal View of Financial Turbulence*. New York: Basic Books.
- Markowitz, H. (Mars 1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 77-91.
- Mayers, D. (1972). Nonmarketable Assets and Capital Market Equilibrium under Uncertainty. Í M. Jensen, *Studies in the Theory of Capital Markets*. New York: Praeger.
- McLean, C. (11. Febrúar 2008). How *critical is investor sentiment?* Sótt 18.apríl 2012 af <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/dd6b29f0-d642-11dc-b9f4-0000779fd2ac.html#axzz1smrgqam2>
- Merton, R. C. (1972, september). An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1851-1872.
- Mullins Jr., D. W. (1982, janúar). Does the Capital Asset Pricing Model Work? Sótt 17. Apríl 2012 af <http://hbr.org/1982/01/does-the-capital-asset-pricing-model-work/ar/1>
- Pástor, L. og Stambaug, R.F. (2003, júní). Liquidity Risk and Expected Stock Returns. *Journal of Political Economy*, 642-685.
- Perold, A. (2004, sumar). The Capital Asset Pricing Model. *Journal of Economic Perspectives*, 3-24.
- Prófefnislýsing*. (Ágúst 2011). Sótt 18. Apríl 2012 af http://www.efnahagsraduneyti.is/media/profnefndir/14--utgafa-profsefnislysingar_agust_2011.pdf
- Roll, R. (1977, mars). A Critic of the Asset Pricing Theory's Tests' Part I: On Past and Potential Testability of the Theory. *Journal of Financial Economics*, 129-176.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan*. New York: Random House.