



Vakavaraisuusrajan laskennassa käytettävien parametrien päivitys

Taustaa

Nykyinen lakisääteistä eläkevakuutusta harjoittavien eläkelaitosten vakavaraisuusrajan laskemista ja sijoitusten hajauttamista koskeva laki otettiin käyttöön vuoden 2017 alusta. Julkaisussa STM:n raportti on kuvattu vuonna 2017 voimaan tulleen vakavaraisuusrajan laskentasäännöt sekä laskennassa tarvittavien vakioden estimointityötä. Raportissa kuvattiin erityisesti estimoinneissa käytettyjä metodeja, ei niinkään lopputuloksia. Estimointeja tehtäessä käytettiin pääosin 97,5 % todennäköisyystasoa.

Tämä muistio kokoaa yhteen vuonna 2025 valmistellun eläkeuudistuksen yhteydessä tehdyn vakavaraisuusrajan laskennassa käytettävien parametrien päivityksen. Menetelmät ovat pääosin samoja kuin vuonna 2017 voimaantulleessa uudistuksessa, mutta nyt käytettävissä on ollut pidempiä aikasarjoja parametrien pohjaksi. Myös joitakin menetelmiä on täsmennetty. Estimointi on tehty 97 prosentin turvaavuustasolla, vaikka vertailun vuoksi on esitetty tuloksia myös alemmilla turvaavuustasoilla.

Tämä muistio perustuu eläkeuudistusta valmistelleen työryhmän asettaman, niin sanotun vakavaraisuusalaryhmän tekemiin erillisiin selvityksiin, jotka on koottu yhteen. Parametrien päivitystyössä käytetyt laskelmat on pääosin toteuttanut Finanssivalvonta.

Vakavaraisuusalaryhmän muodostivat Minna Lehmuskero (pj), STM; Pirjo Moilanen, STM; Harri Isokorpi, STM; Mika Arala, Finanssivalvonta; Antti Paronen, Varma; Matias Klemelä, Ilmarinen; Kari Vatanen, Elo; Teppo Rakkolainen, Veritas; Lauri Ojala, Porasto ja Mikko Kuusela, Finanssiala.

Sisällysluettelo

1	Datalähteet	3
2	Tuottoaikasarjojen stressit	4
2.1	Kaikki riskiluokat	4
2.2	Osakkeiden ja korkojen pitkät aikasarjat	8
2.3	Kiinteistöriski	10
2.4	Korkoriski	14
2.5	Luottomarginaaliriski	17
2.6	Valuuttariski	18
2.7	Hyödykeriski	19
3	Riskiluokkien väliset korrelaatiot	20
3.1	Riskiluokat 1–5 - osakkeet	25
3.2	Riskiluokka 6 – korkoriski	29
3.3	Riskiluokat 7–10 – luottomarginaaliriski	30
3.4	Riskiluokat 11–12 – kiinteistöriski	33
3.5	Riskiluokka 13 – valuuttariski	36
3.6	Riskiluokka 14 – hyödykeriski	37
4	Riskiluokkien tappio-oletukset	38
4.1	Riskiluokat 1–5 – osakkeet	38
4.2	Riskiluokka 6 – korkoriski	39
4.3	Riskiluokat 7–10 – luottomarginaaliriski	39
4.4	Riskiluokat 11–12 – kiinteistöriski	40
4.5	Riskiluokka 13 – valuuttariski	41
4.6	Riskiluokka 14 – hyödykeriski	41
5	Vakavaraisuusvaateen laskenta	42
6	Liitteet	46

1 Datalähteet

Nykyinen lakisääteistä eläkevakuutusta harjoittavien eläkelaitosten vakavaraisuusrajan laskemista ja sijoitusten hajauttamista koskeva laki otettiin käyttöön vuoden 2017 alusta. Lain valmistelun yhteydessä vakavaraisuuslaskennassa käytetyt parametrit kalibroitiin pääosin vuoden 2012 loppuun ulottuvilla aikasarjoilla. Tässä muistiossa näitä vakavaraisuuslaskennan parametrien kalibroinnissa käytettäviä aikasarjoja on jatkettu vuoteen 2024 loppuun asti taulukon 1.1 mukaisesti.

Taulukko 1.1: Riskiluokkien datalähteet

RL		Data	Stressi n kalibrointi	Korrelaatio n kalibrointi	Frekvenssi	Aikasarjan aloituspiste	Päivitettävissä	Päivitetty
1	Eurooppa, kehittyneet markkinat	MSCI TR Gross Europe	K	K	Kuukausi	31.1.1970	Bloomberg - GDDLE15 Index	K
2	Pohjois-Amerikka, kehittyneet markkinat	MSCI TR Gross North America	K	K	Kuukausi	31.1.1970	Bloomberg - GDDLNA Index	K
3	Kehittyvät markkinat	EM USD TR Aggregate	K	K	Kuukausi	31.1.1988	Bloomberg - GDLEEGF Index	K
4	Aasia ja Tyynimeri, kehittyneet markkinat	MSCI Daily TR Gross Pacific	K	K	Kuukausi	31.1.1970	Bloomberg - GDDLPI Index	K
6	Korkoriski	IBA/ Merrill Lynch 3-5 Year US Treasury	E	K	Kuukausi	31.1.1978	Bloomberg - G3O2 Index	K
6	Korkoriski	USA 1-3 v jvk-laina	K	E	Kuukausi	31.1.1977	Bloomberg - USGG12M, USGG2YR, USGG3YR	k
7	AAA-AA valtiot	-	E	E	-	-	-	
8	AAA-AA	ICE BofA 5-7 Year AA US Corp	K	K	Kuukausi	30.4.1998	Bloomberg - C3A2 Index	K
8	AAA	ICE BofA AAA US Corporate Index	K	E	Kuukausi	31.12.1996	https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLCOA1CAAA	K
8	AA	ICE BofA AA US Corporate Index	K	E	Kuukausi	31.12.1996	https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLCOA2CAA	K
9	A-BBB	ICE BofA 5-7 Year BBB US Corp	K	K	Kuukausi	30.4.1998	Bloomberg - C3A4 Index	K
9	A	ICE BofA A US Corporate Index	K	E	Kuukausi	31.12.1996	https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLCOA3CA	K
9	BBB	ICE BofA BBB US Corporate Index	K	E	Kuukausi	31.12.1996	https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLCOA4CBBB	K



Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä

10	BB tai alle	ICE BofA US High Yield	K	K	Kuukausi	30.11.1984	Bloomberg - J0A0 Index	K
10	BB tai alle	ICE BofA US High Yield	K	E	Kuukausi	31.12.1996	https://fred.stlouisfed.org/series/BAMLH0A0HYM2	K
13	Valuutta	Valuuttakurssit	K	K	Kuukausi	31.1.1979	Bloomberg	K
14	Hyödyke	World Bank Commodity Price Data	K	K	Kuukausi	28.2.1960	Bloomberg	K
11, 12	Kiinteistö	NCREIF USA	E	K	Kvartali	1978	Bloomberg	K
11, 12	Kiinteistö	KTI Suomi	E	K	Vuosi	1998	KTI-data	K
	S&P 500	Schiller	K	E	Kuukausi	1870	shillerdata.com	K
	US T-Bond (10 y)	Schiller	K	E	Kuukausi	1953	shillerdata.com	K

2 Tuottoaikasarjojen stressit

2.1 Kaikki riskiluokat

Alla on laskettu riskiluokkien stressit kahteen suuntaan. Aineistoina käytettiin kokonaistuottoindeksien kuukausiaikasarjoja aikaväliltä 1990–2012, 1990–2024 sekä luokkien omat mahdollisimmat pitkät aikasarjat (kts. taulukko 2.3 ja 2.4). VaR-riskitasot 0.975, 0.97, 0.96 ja 0.95 tarkoittavat riskiluokan arvon laskua, ja riskitasot 0.03, 0.04 ja 0.05 arvon nousua.

Lyhintä aikasarjaa (1990–2012) käytettiin estimoidessa riskiluokkien tappio-olettamia sekä korrelaatioita edellisen vakavaraisuusuudistuksen yhteydessä (Laki eläkelaitoksen vakavaraisuusrajan laskemisesta ja sijoitusten hajauttamisesta 2015/315).

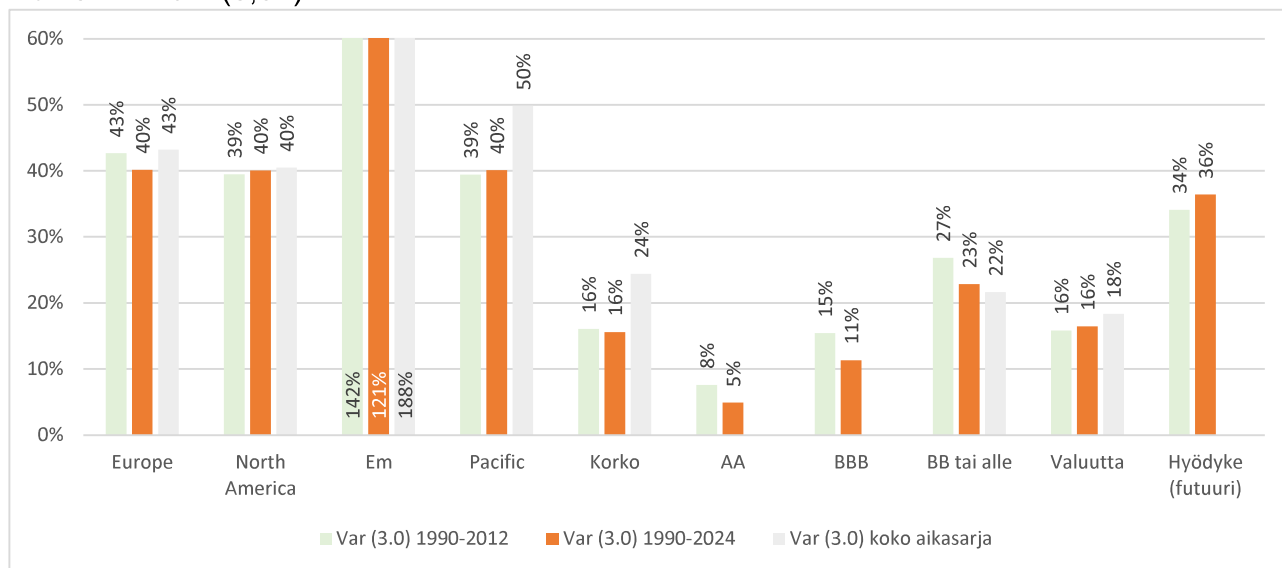
Riskiluokkien sekä korrelaatioiden päivittämisessä on käytetty vuoteen 2024 (1990–2024) ulottuvia aikasarjoja.

Kuukausittaiset spredituotot on laskettu valitun yritysjoukkolainaindeksin kuukausituottojen ja vastaavan maturiteettisen valtionlainaindeksin kuukausituottojen erotuksena.

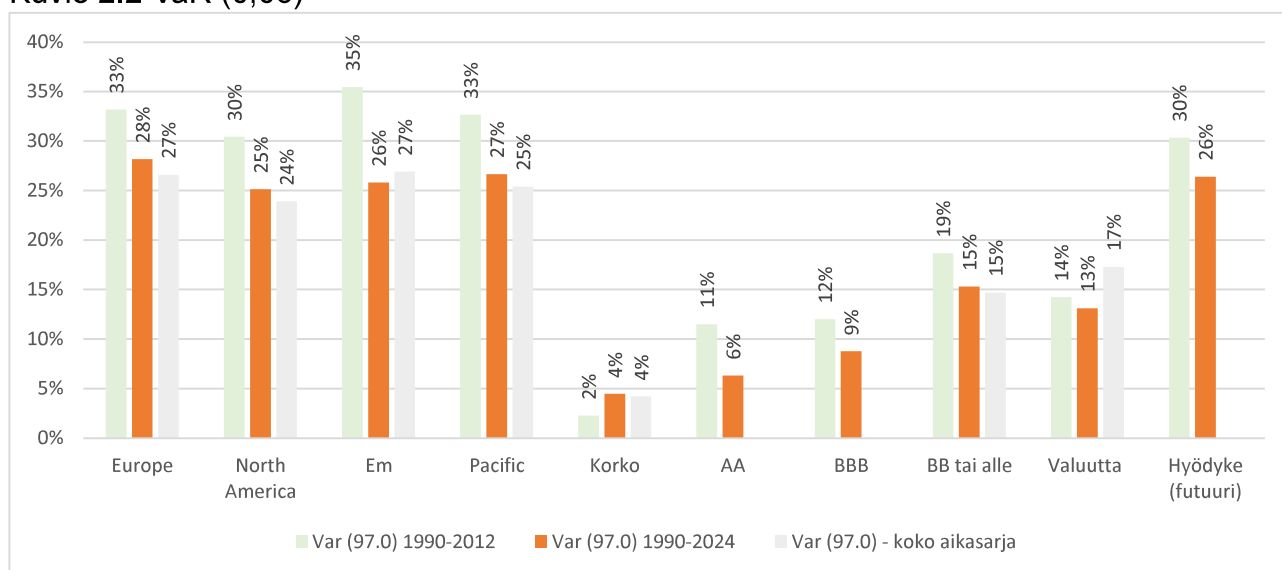


Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä

Kuvio 2.1 VaR (0,97)



Kuvio 2.2 VaR (0,03)



Taulukko 2.1 VaR, 1990-2012

	Europe	North America	EM	Pacific	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödyke	Pääoma
97.5	35 %	35 %	37 %	35 %	3 %	13 %	14 %	21 %	15 %	32 %	21 %
97.0	33 %	30 %	35 %	33 %	2 %	11 %	12 %	19 %	14 %	30 %	18 %
96.0	30 %	26 %	28 %	27 %	2 %	7 %	9 %	16 %	13 %	26 %	16 %
95.0	27 %	24 %	25 %	26 %	2 %	6 %	8 %	15 %	13 %	24 %	14 %
0.05	39 %	36 %	119 %	37 %	16 %	4 %	9 %	21 %	15 %	33 %	37 %
0.04	42 %	38 %	130 %	38 %	16 %	5 %	11 %	23 %	15 %	33 %	38 %
0.03	43 %	39 %	142 %	39 %	16 %	8 %	15 %	27 %	16 %	34 %	39 %

Taulukon 2.2 ja 2.3 VaR-97 luvut ovat osakkeiden ja korkojen osalta hyvin samaa tasoa. Valuuttariski kasvaa merkittävästi ja hyödykeriski pienentyy, kun riskiluvut lasketaan pitemmällä datalla.

Taulukko 2.2 VaR, 1990-2024

	Europe	North America	EM	Pacific	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödyke
97.5	31 %	26 %	29 %	27 %	8 %	7 %	10 %	16 %	13 %	27 %
97.0	28 %	25 %	26 %	27 %	4 %	6 %	9 %	15 %	13 %	26 %
96.0	26 %	23 %	24 %	25 %	4 %	6 %	8 %	13 %	13 %	24 %
95.0	22 %	20 %	21 %	23 %	3 %	4 %	7 %	12 %	12 %	23 %
0.05	36 %	36 %	99 %	38 %	15 %	4 %	9 %	19 %	15 %	33 %
0.04	38 %	38 %	108 %	39 %	15 %	4 %	10 %	21 %	16 %	34 %
0.03	40 %	40 %	121 %	40 %	16 %	5 %	11 %	23 %	16 %	36 %

Taulukko 2.3 VaR, koko aikasarja (suluissa aikasarjan aloitusvuosi)

	Europe (1970)	North America (1970)	EM (1988)	Pacific (1970)	Korko (1978)	AA	BBB	BB tai alle (1985)	Valuutta (1979)	Hyödyke
97.5	28 %	25 %	28 %	28 %	5 %			15 %	18 %	
97.0	27 %	24 %	27 %	25 %	4 %			15 %	17 %	
96.0	23 %	20 %	23 %	25 %	4 %			13 %	15 %	
95.0	20 %	17 %	20 %	24 %	3 %			12 %	14 %	
0.05	40 %	37 %	156 %	43 %	21 %			18 %	16 %	
0.04	42 %	38 %	166 %	45 %	22 %			20 %	17 %	
0.03	43 %	40 %	188 %	50 %	24 %			22 %	18 %	

Taulukoissa 2.4 ja 2.5 näkyy riskiluokkien keskimääräisiä nimellistuottoja aikavälillä 1960–2024. Keskimääräisissä nimellistuotoissa on ollut pientä värinää eri pituisilla ajanjaksoilla. Aritmeettiset tuotot ovat erityisesti osakkeissa selvästi geometrisia korkeampia.

Taulukko 2.4 Riskiluokkien keskimääräisiä vuosituottoja (geometrinen)

Aikuvuosi	Europe	North America	EM	Pacific	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödyke
1970-	9,4 %	10,9 %		7,2 %						
1978-	10,4 %	12,1 %		7,0 %	6,4 %					
1979-	10,4 %	12,1 %		6,6 %	6,6 %				0,4 %	
1985-	9,1 %	11,6 %		5,2 %	5,9 %			2,7 %	-0,9 %	
1988-	8,6 %	11,2 %	22,0 %	3,7 %	5,3 %			2,7 %	0,3 %	
1991-	8,4 %	11,0 %	15,7 %	4,0 %	4,9 %	0,7 %	1,5 %	3,4 %	0,5 %	3,6 %



Taulukko 2.5 Riskiluokkien keskimääräisiä vuosituoitoja (aritmeettinen)

Alkuvuosi	Europe	North America	EM	Pacific	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödyke
1970-	11,2 %	12,3 %		9,7 %						
1978-	12,0 %	13,5 %		8,6 %	6,8 %					
1979-	12,0 %	13,2 %		8,4 %	6,8 %				0,8 %	
1985-	10,8 %	13,1 %		7,4 %	6,1 %			3,5 %	-0,6 %	
1988-	10,2 %	12,7 %	31,8 %	5,7 %	5,5 %			3,5 %	0,5 %	
1991-	9,9 %	12,5 %	21,4 %	5,7 %	5,1 %	0,7 %	1,8 %	4,3 %	0,8 %	5,0 %

2.2 Osakkeiden ja korkojen pitkät aikasarjat

Alla on laskettu osake ja korkoriskille VaR-lukuja sekä keskimääräisiä nimellistuottoja. Aineistona käytettiin professori Robert Shiller'in keräämää kuukausidataa (<https://shillerdata.com/>). Osakkeista kuukausidataa oli saatavilla aikasarjan alusta alkaen (1871) ja korkodatan (USA:n valtionlaina 10v) osalta kuukausidata oli saatavilla vuodesta 1953 eteenpäin. Osakkeiden VaR-luvut vuodesta 1871 ja vuodesta 1900 eteenpäin olivat hyvin samaa tasoa kuin Pohjois-Amerikan osakkeiden VaR-luvut taulukoissa 2.2 ja 2.3. korkosijoitusten osalta on nähtävissä, että aikasarjan pidentäminen pienentää VaR-lukuja.

Taulukko 2.6 VaR sekä keskimääräinen nimellistuotto

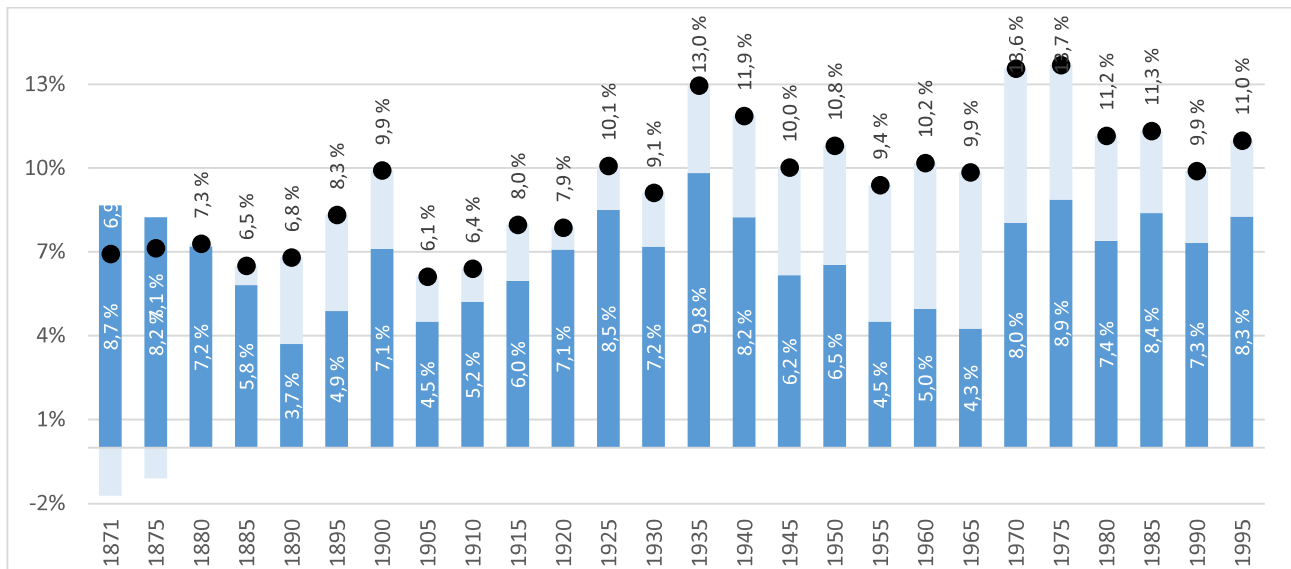
	S&P 500					T-Bond			
	1871 -	1900 -	1953 -	1990-	2000-	1953 -	1990-	2000-	
	97.0	24 %	26 %	20 %	23 %	29 %	8 %	9 %	11 %
	96.0	22 %	23 %	17 %	20 %	24 %	7 %	8 %	8 %
	95.0	19 %	21 %	16 %	19 %	22 %	6 %	7 %	8 %
Vuosituotto geometrinen	9,4 %	10,1 %	11,1 %	10,7 %	7,9 %	5,4 %	5,0 %	3,9 %	
aritmeettinen	10,9 %	11,8 %	12,2 %	12,1 %	9,4 %	5,8 %	5,4 %	4,1 %	

Kuviossa 2.3 näkyy S&P 500 indeksin liukuvia 30-vuoden keskimääräisiä tuottoja viiden vuoden välein laskettuna. 1800-luvulla osakkeiden nimellistuotto oli hieman heikompi kuin 1900-luvulla, mikä näkyy myös taulukon 2.6 luvuissa. Reaalinen tuotto oli kuitenkin korkeampi, kun koko aikasarjan noin 7,1 %:in reaalityttö. Shiller'in datalla



nimellistuotoltaan heikoin 30-vuoden sijoitusajankohta oli 1905–1910 tuoton ollessa hieman yli 6 %. Reaalituotto oli heikoin 1890-luvulta alkaneella 30-vuoden periodilla.

Kuvio 2.3 S&P 500 indeksin keskimääräisiä 30-vuoden tuottoja (tumman sininen reaalituotto ja musta piste nimellinen tuotto)

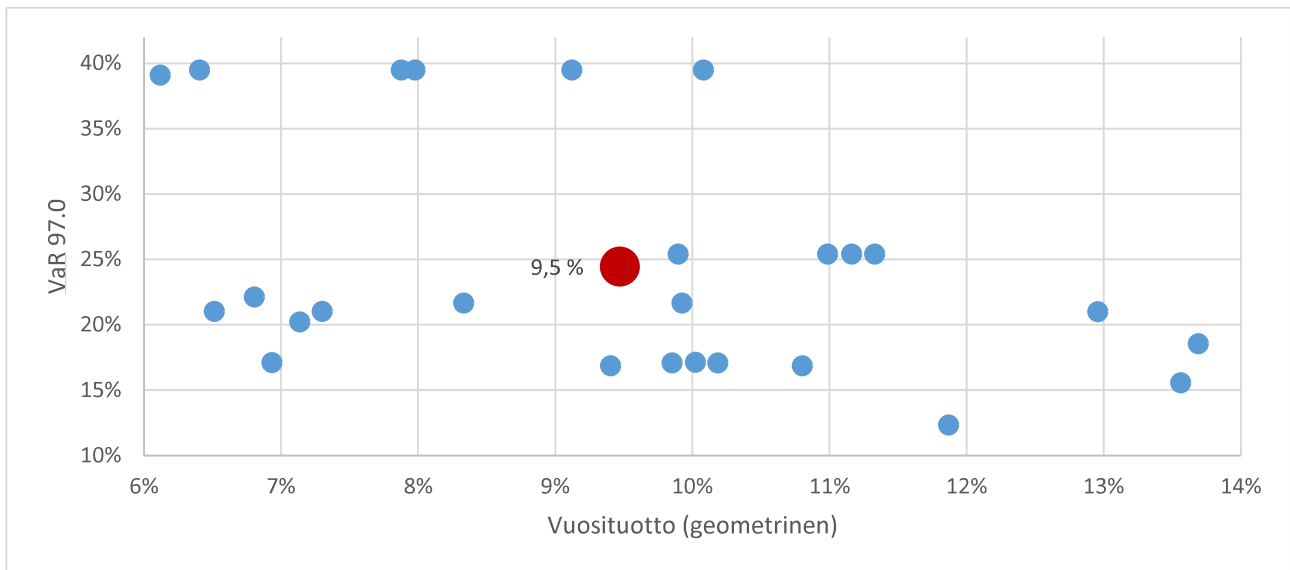


Kuviossa 2.4 näkyy S&P 500 indeksin liukuvia 30-vuoden keskimääräisiä nimellisiä tuottoja sekä samalta aikaväliltä laskettu VaR 97.0 stressiluku. Näiden 30-vuoden liukuvien nimellistuottojen keskiarvo oli 9,5 % (kuviossa 2.4 punainen pallo), mikä on lähes sama arvo kuin taulukon 2.6 keskimääräinen nimellistuotto koko aikajaksolla (1871–2024). Kuvioista 2.4 näkyy, että 30-vuoden datalla VaR-luvussa on isoa hajontaa riippuen kalibrointihetkestä. Keskimääräinen VaR-luku (97.0) oli samalla tasolla (24 %) kuin koko aikasarjan VaR (1871-2024).

Kuvio 2.4 S&P 500 indeksin liukuvia 30-vuoden keskimääräisiä vuosituuottoja sekä VaR (97.0)

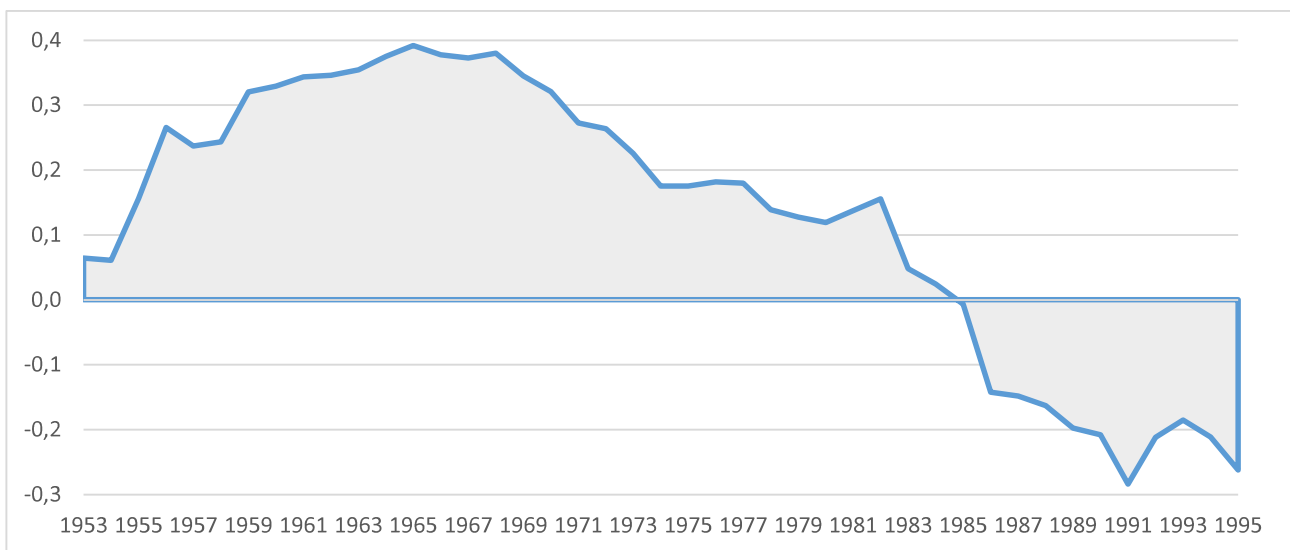


Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä



Kuviossa 2.5 näkyy kuinka osakemarkkinoiden ja korkomarkkinoiden korrelaatio on muuttunut positiivisesta korrelaatiosta negatiiviseksi.

Kuvio 2.5 S&P 500 indeksin ja USA:n valtionlainan korrelaation kehitys 30-vuoden liukuvilla korrelaatioilla



2.3 Kiinteistöriski

Alla on laskettu kiinteistöluokkien stressejä kahteen suuntaan sekä keskimääräiset nimellistuotot. Taulukossa 2.7 aineistoina käytettiin KTI:n keräämiä tietoja vuosittaisista

kokonaistuotoista kotimaisissa kiinteistöissä aikaväliltä 1998–2024, eli havaintojen määrä oli suppea. Taulukossa 2.8 aineistona käytettiin National Council of Real Estate Investment Fiduciaries (NCREIF) keräämiä USA:n kiinteistöjen kvartaalikohtaisia kokonaistuottoja aikaväliltä 1984–2024. VaR-riskitasot 0.97, 0.96 ja 0.95 tarkoittavat riskiluokan arvon laskua, ja riskitasot 0.03, 0.04 ja 0.05 arvon nousua.

Taulukko 2.7 VaR sekä keskimääräisiä nimellistuottoja (KTI)

	Asunnot	Toimistot	Liiketilat	Tuotannolliset
0.97	-3,0 %	-2,2 %	0,5 %	3,1 %
0.96	-2,5 %	-0,6 %	2,1 %	3,5 %
0.95	-1,5 %	-0,2 %	2,2 %	3,8 %
0.05	14,2 %	10,5 %	13,9 %	13,3 %
0.04	14,2 %	10,7 %	14,2 %	13,7 %
0.03	14,7 %	11,0 %	14,6 %	14,2 %
Vuosituotto				
Geometrinen	7,8 %	5,1 %	6,1 %	7,5 %
Aritmeettinen	7,9 %	5,1 %	6,1 %	7,5 %

Taulukko 2.8 VaR sekä keskimääräisiä nimellistuottoja (NCREIF)

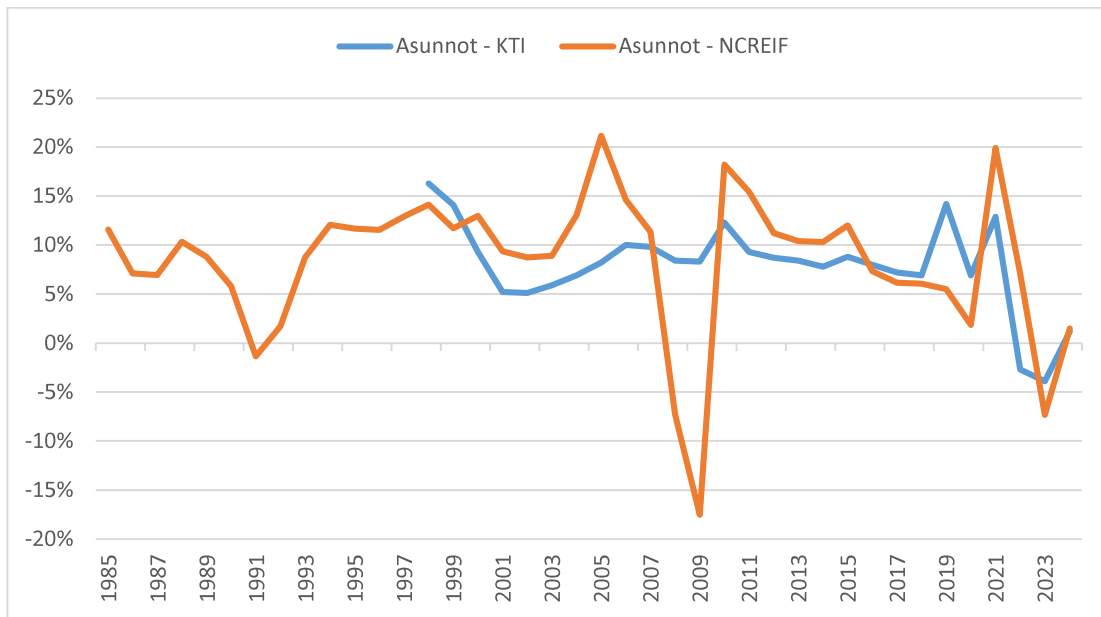
	Residential	Office	Retail
0,97	-7,9 %	-17,2 %	-6,5 %
0,96	-7,3 %	-15,6 %	-5,9 %
0,95	-6,3 %	-14,4 %	-5,6 %
0,05	18,8 %	19,6 %	17,3 %
0,04	19,5 %	20,1 %	18,8 %
0,03	21,0 %	20,5 %	20,2 %
Vuosituotto			
Geometrinen	8,3 %	5,4 %	8,0 %
Aritmeettinen	8,5 %	5,9 %	8,2 %

Kuviossa (2.6) näkyy, että asuntojen kokonaistuotto on ollut melko samankaltaista Suomessa ja USA:ssa lukuun ottamatta Finanssikriisiä.

Kuvio 2.6 Asuntojen kokonaistuotto Suomi ja USA

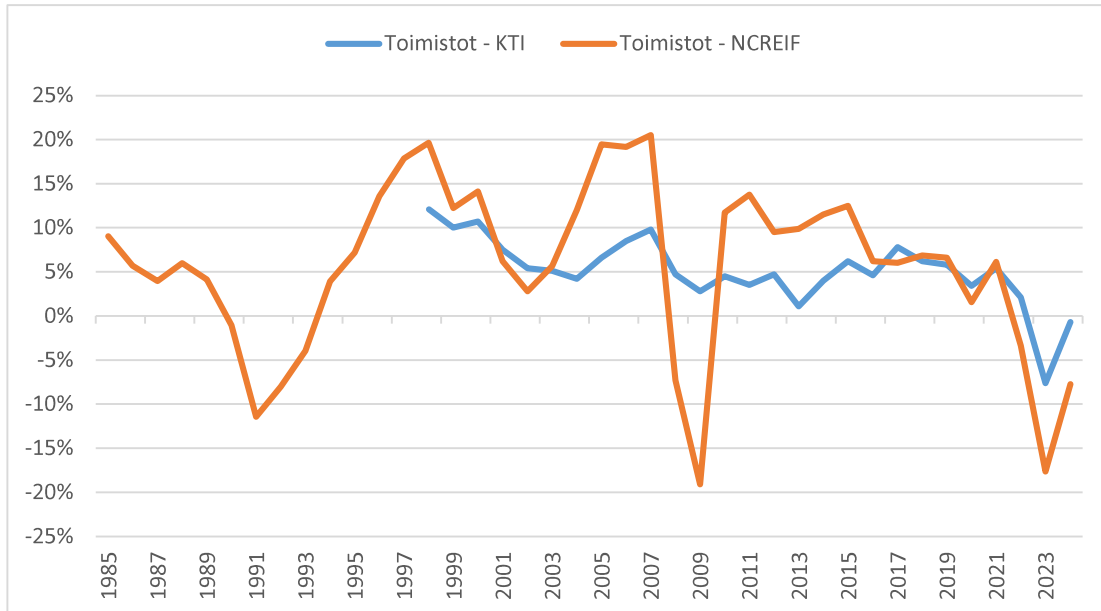


Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä



Myös toimistoissa kokonaistuotto on ollut melko samankaltaista Suomessa ja USA:ssa lukuun ottamatta Finanssikriisiä.

Kuvio 2.7 Toimistojen kokonaistuotto Suomi ja USA

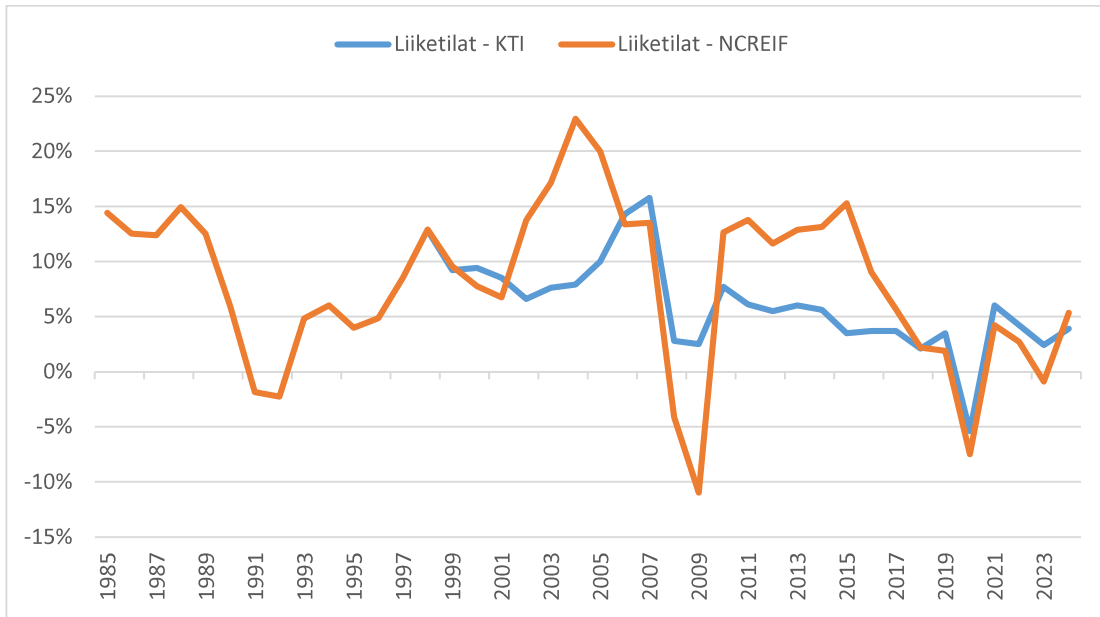


Liiketoimistoissa kokonaistuotto on hieman enemmän hajontaa Suomessa ja USA:ssa, vaikka viime vuosien aikana tuotot ovat lähempänä toisiaan johtuen koronaviruskriisistä ja sen jälkeisestä inflaatiosta.

Kuvio 2.8 Liikekiinteistöjen kokonaistuotto Suomi ja USA



Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä



Alla olevassa taulukossa (2.9) näkyy KTI:n ja NCREIF kiinteistödatojen keskinäisiä vuositaso korrelaatioita (1998–2024). USA:n kiinteistöjen (NCREIF) keskinäinen korrelaatio on selvästi suurempaa kuin kotimaisen kiinteistösektorin datassa (KTI). NCREIF kiinteistödatan ja KTI:n datassa toimistokiinteistöissä keskinäinen korrelaatio on korkein ja asunnoissa alhaisin. Kotimaisten ja USA:n liiketilojen välinen korrelaatio on kuitenkin merkittävä (0,65).

Taulukko 2.9 Kiinteistösektorien keskinäisiä korrelaatioita (vuosi)

		KTI				NCREIF		
		Asunnot	Toimistot	Liiketilat	Tuotannolliset	Asunnot	Toimisto	Liiketilat
KTI	Asunnot	1,00	0,72	0,37	0,51	0,43	0,61	0,21
	Toimistot	0,72	1,00	0,57	0,64	0,50	0,72	0,32
	Liiketilat	0,37	0,57	1,00	0,55	0,56	0,66	0,65
	Tuotannolliset	0,51	0,64	0,55	1,00	0,52	0,50	0,20
NCREIF	Asunnot	0,43	0,50	0,56	0,52	1,00	0,87	0,78
	Toimistot	0,61	0,72	0,66	0,50	0,87	1,00	0,75
	Liiketilat	0,21	0,32	0,65	0,20	0,78	0,75	1,00

Työeläkelaitosten kiinteistösijoituksista valtaosa oli Suomessa (70 %) vuoden 2023 lopussa ja siksi KTI data kuvastaa paremmin työeläkelaitosten kiinteistösijoituksia kuin

NCREIF data. Tästä huolimatta riskiluokkien välisten korrelaatioiden laskennassa käytetään pääosin NCREIF dataa johtuen sen pidemmistä aikasarjoista sekä kvartaalitason frekvenssistä.

Työeläkelaitosten kiinteistöomaisuudessa toimistojen osuus 27 % oli vuoden 2023 lopussa suurin (27 %), asunnot (25 %) toiseksi suurin ja liiketilat (20 %) kolmanneksi suurin kiinteistöluokka. Kaupallisten kiinteistöjen korrelaatioiden laskennan osalta käytetään portfolioa, josta 60 % on NCREIF toimistoa ja 40 % NCREIF liiketiloja. Korrelaatiotaulukoissa näkyy kuitenkin erikseen myös toimistot ja liiketilat.

2.4 Korkoriski

Riskiluokkien nykyiset tappio-olettamat on estimoitu vuoteen 2012 ulottuvilla aikasarjoilla (1990-2012). Riskiluokkien uudet tappio-olettamat on estimoitu vuoteen 2024 ulottuvilla aikasarjoilla (1990-2024). Korko- ja luottomarginaaliriskin kalibrointiin ei sovellettu muiden riskiluokkien tapaan kokonaistuottoindeksien VaR-lukujen käyttäminen suoraan, sillä näiden riskiluokkien laskemisessa huomioidaan kyseisten sijoitusten duraatio. Korkoriskin tappio-olettamien määrittäminen voidaan tehdä joko hintaindeksin suhteellisten muutosten kautta tai absoluuttisten korkomuutosten kautta.

Taulukoissa 2.10 ja 2.11 on laskettu korkoriskin VaR-riskitasot USA:n 3–5 sekä 10 vuoden valtionlainaindekseille. Aineistoina on käytetty kokonaistuottoindeksien kuukausiaikasarjoja aikaväliltä 1978–2024. Taulukoissa 2.10 ja 2.11 vasen vuosiluku kertoo VaR-riskiluvun laskennan aloitusvuoden ja päällä näkyvä vuosi laskennan päättymisvuoden. Taulukoissa näkyvät VaR-luvut, joiden laskennassa käytetyn aikasarjan pituus oli vähintään 20 vuotta.

Taulukko 2.10 Korkoriskin VaR-luku 0,97 USA 3-5 vuotta (Merrill Lynch 3-5 Year US Treasury)

		VaR-luvun laskennan lopetusvuosi (min 20 vuoden jaksot)														
		2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	2022	2023	2024
VaR-luvun laskennan aloitusvuosi	1978	3,4 %	3,3 %	3,0 %	2,8 %	2,6 %	2,6 %	2,6 %	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,6 %	2,8 %	3,9 %	4,1 %	4,1 %
	1979	3,5 %	3,3 %	3,1 %	2,9 %	2,7 %	2,7 %	2,6 %	2,9 %	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,8 %	3,9 %	4,2 %	4,1 %
	1980	3,6 %	3,4 %	3,3 %	3,0 %	2,8 %	2,9 %	2,6 %	2,9 %	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,8 %	4,0 %	4,2 %	4,2 %
	1981		2,9 %	2,7 %	2,6 %	2,5 %	2,6 %	2,5 %	2,7 %	2,7 %	2,6 %	2,6 %	2,8 %	3,9 %	4,1 %	4,1 %
	1982		2,0 %	2,0 %	1,9 %	1,9 %	1,9 %	1,9 %	2,4 %	2,3 %	2,3 %	2,2 %	2,6 %	3,7 %	4,0 %	4,0 %
	1983			2,0 %	1,9 %	1,9 %	1,9 %	1,9 %	2,4 %	2,3 %	2,3 %	2,3 %	2,7 %	3,7 %	4,0 %	4,0 %
	1984			2,0 %	2,0 %	1,9 %	1,9 %	1,9 %	2,5 %	2,4 %	2,3 %	2,3 %	2,7 %	3,8 %	4,0 %	4,0 %
	1985				2,0 %	1,9 %	2,0 %	1,9 %	2,5 %	2,4 %	2,3 %	2,3 %	2,7 %	3,8 %	4,1 %	4,0 %
	1986				2,0 %	2,0 %	2,0 %	1,9 %	2,6 %	2,5 %	2,4 %	2,3 %	2,7 %	3,9 %	4,1 %	4,1 %
	1987					2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,7 %	2,5 %	2,4 %	2,3 %	2,7 %	3,9 %	4,2 %	4,1 %
	1988					2,0 %	2,1 %	2,0 %	2,7 %	2,6 %	2,5 %	2,4 %	2,7 %	4,0 %	4,2 %	4,2 %
	1989						2,1 %	2,0 %	2,7 %	2,7 %	2,5 %	2,4 %	2,7 %	4,0 %	4,2 %	4,2 %



Eläkeuudistusta valmistelevalle
työryhmä/Vakavaraisuusalarajama

1990	2,2 %	2,1 %	2,7 %	2,7 %	2,6 %	2,5 %	2,8 %	4,0 %	4,3 %	4,2 %
1991		2,1 %	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,5 %	2,8 %	4,0 %	4,4 %	4,3 %
1992		2,2 %	2,9 %	2,7 %	2,7 %	2,6 %	2,8 %	4,1 %	4,6 %	4,4 %
1993			2,9 %	2,8 %	2,7 %	2,7 %	2,8 %	4,1 %	4,7 %	4,6 %
1994			3,1 %	2,9 %	2,7 %	2,7 %	2,8 %	4,2 %	5,4 %	4,7 %
1995				2,4 %	2,3 %	2,3 %	2,7 %	4,0 %	6,3 %	5,4 %
1996				2,3 %	2,3 %	2,2 %	2,6 %	4,3 %	7,2 %	6,3 %
1997					2,3 %	2,3 %	2,7 %	4,6 %	7,5 %	7,2 %
1998					2,3 %	2,3 %	2,7 %	4,9 %	7,7 %	7,5 %
1999						2,3 %	2,7 %	6,0 %	7,9 %	7,7 %
2000						2,3 %	2,7 %	7,1 %	7,9 %	7,9 %

Pisimmillä mahdollisilla aikasarjoilla (1978–2012: 2,6 %, 1978–2024: 4,1 %) 3–5 vuoden pituisilla kokonaistuottoindekseillä (taulukko 2.6) VaR-luku on kasvanut noin 57 %. Vuodesta 1990 alkavilla aikasarjoilla (1990–2012: 2,1 %, 1990–2024 4,2 %) suhteellinen kasvu on 100 %. USA:n 3–5 vuoden pituista aikasarjaa käyttämällä korkoriskin tappio-olettama kasvaisi nykyisin voimassa olevasta 2 %:sta noin 3–4 %:in tasolle.

10 vuoden kokonaistuottoindeksiä käytettäessä (taulukko 2.11) vastaava muutos pisimmällä aikasarjalla on 27 % ja vuodesta 1990 eteenpäin 31 %. USA:n 10 vuoden pituista aikasarjaa käyttämällä korkoriskin tappio-olettama kasvaisi nykyisin voimassa olevasta 2 %:sta noin 2,6 %:in tasolle.

Taulukko 2.11 Korkoriskin VaR-luku 0,97 USA 10 vuotta (Shiller US 10-Year Treasury)

VaR-luvun laskennan lopetusvuosi (min 20 vuoden jaksot)																
	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	2022	2023	2024	
VaR-luvun laskennan aloitusvuosi	1978	8,7 %	8,3 %	7,9 %	7,5 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,3 %	7,4 %	8,7 %	9,1 %	9,0 %
	1979	8,7 %	8,4 %	7,9 %	7,5 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,3 %	7,4 %	8,7 %	9,1 %	9,0 %
	1980	8,7 %	8,5 %	8,2 %	7,7 %	7,5 %	7,4 %	7,3 %	7,4 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,4 %	8,8 %	9,1 %	9,1 %
	1981		7,6 %	7,4 %	7,4 %	7,3 %	7,2 %	7,0 %	7,3 %	7,3 %	7,3 %	7,2 %	7,3 %	8,6 %	8,8 %	8,7 %
	1982		6,3 %	6,5 %	6,0 %	5,8 %	6,4 %	5,9 %	6,9 %	6,8 %	6,7 %	6,7 %	6,8 %	7,9 %	8,0 %	8,0 %
	1983			6,7 %	6,2 %	5,9 %	6,7 %	6,1 %	7,0 %	6,8 %	6,8 %	6,7 %	6,9 %	8,0 %	8,2 %	8,0 %
	1984			6,7 %	6,5 %	6,0 %	6,7 %	6,4 %	7,1 %	6,9 %	6,8 %	6,7 %	7,0 %	8,0 %	8,4 %	8,2 %
	1985				6,7 %	6,2 %	6,7 %	6,7 %	7,1 %	7,0 %	6,8 %	6,8 %	7,1 %	8,0 %	8,7 %	8,4 %
	1986				6,7 %	6,5 %	6,7 %	6,7 %	7,2 %	7,1 %	6,9 %	6,8 %	7,1 %	8,0 %	8,7 %	8,7 %
	1987					6,7 %	6,7 %	6,7 %	7,2 %	7,1 %	7,0 %	6,8 %	7,1 %	8,1 %	8,7 %	8,7 %
	1988					6,7 %	6,7 %	6,7 %	7,2 %	7,2 %	7,1 %	6,9 %	7,2 %	8,3 %	8,7 %	8,7 %

Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä

1989	6,8 %	6,7 %	7,3 %	7,2 %	7,1 %	7,0 %	7,2 %	8,5 %	8,8 %	8,7 %
1990	6,8 %	6,7 %	7,3 %	7,2 %	7,2 %	7,1 %	7,2 %	8,7 %	8,9 %	8,8 %
1991		6,8 %	7,3 %	7,3 %	7,2 %	7,1 %	7,3 %	8,7 %	9,0 %	8,9 %
1992		6,8 %	7,3 %	7,3 %	7,2 %	7,2 %	7,3 %	8,7 %	9,1 %	9,0 %
1993			7,3 %	7,3 %	7,3 %	7,2 %	7,3 %	8,7 %	9,3 %	9,1 %
1994			7,3 %	7,3 %	7,3 %	7,2 %	7,3 %	8,8 %	9,4 %	9,3 %
1995				6,8 %	6,7 %	6,7 %	6,8 %	8,0 %	9,1 %	8,8 %
1996				6,8 %	6,7 %	6,7 %	6,8 %	8,2 %	9,3 %	9,1 %
1997					6,8 %	6,7 %	6,9 %	8,5 %	9,4 %	9,3 %
1998					6,8 %	6,7 %	7,0 %	8,7 %	9,5 %	9,4 %
1999						6,8 %	7,1 %	8,9 %	9,7 %	9,5 %
2000						6,3 %	6,9 %	9,0 %	10,4 %	9,7 %

Korkoriskin tappio-olettama on laskettu myös toteutuneiden korkomuutosten kautta. Korkomuutokset laskettiin 12-kuukauden liukuvilla vuosimuutoksilla USA:n valtionlainojen koroille (1, 2 ja 3 vuotta). Tarkasteltavat periodit olivat 1978—2012, 1978—2024 sekä 1990—2012 ja 1990—2024. Taulukossa 2.12 näkyy toteutuneita korkojen nousuja eri luottamusta-soilla. USA:n yhden vuoden korkomuutosten kautta laskettuna (luottamustaso 0,97) korkoriskin tappio-olettama kasvaisi nykyisin voimassa olevasta 2 %:sta noin 2,7–3,3 %:in tasolle.

Taulukko 2.12 12-kuukauden liukuvia vuosituottoja (korkojen nousu eri luottamustasoilla)

	USA 1 v	USA 2 v	USA 3 v
1977–2012			
0.97	3,1	2,9	3,0
0.96	2,7	2,7	2,4
0.95	2,6	2,4	2,2
1977–2024			
0.97	3,3	3,0	3,0
0.96	2,9	2,8	2,6
0.95	2,7	2,5	2,3
1990–2012			
0.97	2,1	2,1	2,0
0.96	2,0	1,9	1,9
0.95	1,8	1,8	1,7



1990–2024

0.97	2,7	2,7	2,5
0.96	2,6	2,2	2,2
0.95	2,1	2,0	1,9

2.5 Luottomarginaaliriski

Riskiluokkien nykyiset tappio-olettamat on estimoitu vuoteen 2012 ulottuvilla aikasarjoilla (1990–2012). Riskiluokkien uudet tappio-olettamat on estimoitu vuoteen 2024 ulottuvilla aikasarjoilla (1990–2024). Korko- ja luottomarginaaliriskin kalibrointiin ei sovellettu muiden riskiluokkien tapaan kokonaistuottoindeksien VaR-lukujen käyttäminen suoraan, sillä näiden riskiluokkien laskemisessa huomioidaan kyseisten sijoitusten duraatio. Luottomarginaaliriskin tappio-olettamien määrittäminen voidaan tehdä korkoriskin tavoin joko hintaindeksin suhteellisten muutosten kautta tai absoluuttisten korkomuutosten kautta.

Vuoden 2017 vakavaraisuusuudistuksen estimointiraportilla Qis2-harjoituksen tappio-olettamat luottomarginaaliriskille poikkesivat Qis3-harjoituksen tappio-olettamista (taulukko 2.13). Qis3-harjoituksessa päätettiin ottaa huomioon a finanssikriisin voimakas paino aikasarja-aineistossa, minkä takia riskiluokat AAA-AA (2,0 % -> 1,5 %) ja A-BBB (3,0 % -> 2,5 %) tappio-olettamat alenivat. Suhteellisen muutoksen laskennassa käytetään QIS2-harjoituksen tappio-olettamia, joissa finanssikriisin vaikutusta ei ole laimennettu.

Luottomarginaaliriskiluokkien (7–9) tappio-olettamien määrittämisessä on laskettu kokonaistuottoindeksien VaR-lukujen suhteellinen muutos periodeilla 1990–2012 ja 1990–2024. Näiden suhteellisten muutosten kautta on muokattu voimassa olevia tappio-olettamia. Luottomarginaaliriskien VaR-luvut (0.97) laskivat seuraavasti: AAA-AA 45 %, A-BBB 27 % ja BB tai alle 18 %. Suhteellisen muutokset kautta laskettuna AAA-AA laskee 1,1 %:iin, A-BBB 2,2 %:iin ja BB tai alle 4,1 %:iin.

Taulukko 2.13 Luottomarginaaliriskien nykyiset tappio-olettamat, Qis2-harjoituksen tappio-olettamat, VaR 0.97 riskiluvut eri aikajaksoilta sekä tulos

	Tappio- olettama lopullinen	QIS2	VaR 0.97 (1990- 2012)	VaR 0.97 (1990- 2024)	Tulos
AAA-AA valtiot	0,0 %	0,0 %	-	-	0,0 %
AAA-AA	1,5 %	2,0 %	11 %	6 %	1,1 %
A-BBB	2,5 %	3,0 %	12 %	9 %	2,2 %
BB tai alle	5,0 %	5,0 %	19 %	15 %	4,1 %



Luottomarginaaliriskien tappio-olettamat on myös laskettu toteutuneiden luottomarginaaliriskien muutosten kautta. Luottomarginaaliriskien muutokset laskettiin 12-kuukauden liukuvilla vuosimuutoksilla käyttäen ICE BofA Indeksejä (The ICE BofA Option-Adjusted Spreads (OASs)¹, jotka ovat saatavilla Federal Reserve Bank of St. Louis'in verkkosivuilta (katso taulukko 1.1). Tarkasteltavat periodit olivat 1997–2012, 1997–2024. Taulukossa 2.14 näkyy toteutuneita luottomarginaaliriskien nousuja eri luottamustasoilla. AAA-AA (luottamustaso 0,97) luottomarginaaliriskien tappio-olettama asettuisi välille 0,9–1,5 (AAA ja AA), A-BBB tappio-olettama välille 1,9–2,3 ja BB tai alle 3,8. Luottamustasolla on hyvin iso vaikutus tuloksiin kuten taulukossa 2.14 näkyy.

Taulukko 2.14 12-kuukauden liukuvia vuosituottoja (luottomarginaaliriskien nousu eri luottamustasoilla)

VaR	Aikaväli	AAA	AA	A	BBB	BB tai alle
0,97	1997-2012	1,7	1,8	2,6	3,6	4,9
0,97	1997-2024	0,9	1,5	1,9	2,3	3,8
0,96	1997-2012	1,0	1,6	2,1	2,7	4,1
0,96	1997-2024	0,8	1,4	1,6	1,8	3,1
0,95	1997-2012	0,9	1,5	1,9	2,3	3,8
0,95	1997-2024	0,6	1,1	1,3	1,6	2,7

2.6 Valuuttariski

Valuuttariskien laskennoissa käytetty valuuttakori on muodostettu työeläkelaitosten vuoden 2024 lopun valuuttajakauman pohjalta, jossa dollarin paino oli noin 74 %² (taulukko 2.15). Valuuttakorissa on mukana 22 valuuttaa.

Taulukko 2.15 Työeläkelaitosten valuuttajakauma vuoden 2024 lopussa (pl. valuutat, joiden paino on alle 0,3 %)

Yhdysvaltain dollari (USD)	73,9 %	Meksikon peso (MXN)	0,6 %	Kanadan dollari (CAD)	0,5 %
Hongkongin dollari (HKD)	4,8 %	Australian dollari (AUD)	0,6 %	Thaimaan baht (THB)	0,4 %
Japanin jeni (JPY)	4,3 %	Indonesian rupia (IDR)	0,6 %	Puolan zloty (PLN)	0,4 %
Sveitsin frangi (CHF)	3,5 %	Taiwanin dollari (TWD)	0,6 %	Turkin liira (TRY)	0,4 %
Englannin punta (GBP)	3,3 %	Etelä-Afrikan randi (ZAR)	0,6 %	Etelä-Korean won (KRW)	0,3 %
Ruotsin kruunu (SEK)	1,3 %	Brasilian real (BRL)	0,6 %	Kiinan yuan (CNY)	0,3 %
Intian rupia (INR)	1,3 %	Norjan kruunu (NOK)	0,5 %		
Tanskan kruunu (DKK)	0,6 %	Malesian ringgit (MYR)	0,5 %		

¹ The ICE BofA Option-Adjusted Spreads (OAS) mittaa sijoittajien vaatimaa riskilisää yli vastaavan valtionlainan

² Yhdysvaltain dollarin paino valuuttakorissa on käytännössä 78,7 %, sillä Hongkongin dollari on sidottu dollariin. Tämän takia Hongkongin dollari ei ole mukana taulukon 15 korrelaatiomatriisissa.

Taulukon 2.16 valuuttakorrelaatioista on havaittavissa, että osalla valuutoista on hyvin alhainen korrelaatio valuuttakorin kanssa (AUD, SEK, NOK, ZAR, PLN, CHF, TRY, DKK ³). Näiden edellä mainittujen heikosti valuuttakorin kanssa korreloivien valuuttojen kokonaispai-no korissa on noin 8 %. Valuuttakorin korrelaatio on korkea erityisesti Yhdysvaltain dollarin (1,0), Hongkongin dollarin kanssa (1,0), Taiwanin dollarin (0,9), Kiinan yuanin (0,9) sekä Intian rupian (0,8) kanssa.

Taulukko 2.16 Valuuttojen keskinäisiä korrelaatioita (kuukausidata aikavälillä 2000–2024)

	USD	CAD	AUD	GBP	CHF	JPY	SEK	NOK	DKK	BRL	CNY	INR	MYR	MXN	ZAR	IDR	TWD	THB	PLN	TRY	KRW	Kori
USD	1,0	0,5	0,1	0,5	0,3	0,6	0,0	0,1	-0,1	0,2	0,9	0,7	0,7	0,5	0,2	0,5	0,8	0,7	-0,1	0,3	0,4	1,0
CAD	0,5	1,0	0,6	0,4	0,0	0,3	0,3	0,4	0,0	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	0,4	0,6
AUD	0,1	0,6	1,0	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2
GBP	0,5	0,4	0,2	1,0	0,1	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5	0,5	0,1	0,1	0,3	0,5
CHF	0,3	0,0	0,1	0,1	1,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	-0,1	0,2	0,3
JPY	0,6	0,3	0,1	0,2	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,4	0,5	0,1	0,1	0,3	0,6	0,6	-0,1	0,1	0,3	0,6
SEK	0,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	1,0	0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,0
NOK	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,5	1,0	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1
DKK	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	1,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1
BRL	0,2	0,5	0,5	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	1,0	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
CNY	0,9	0,5	0,2	0,5	0,3	0,6	0,0	0,1	-0,1	0,2	1,0	0,7	0,8	0,5	0,2	0,5	0,9	0,7	-0,1	0,3	0,4	0,9
INR	0,7	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	0,0	0,4	0,7	1,0	0,7	0,6	0,3	0,5	0,7	0,7	0,1	0,4	0,5	0,8
MYR	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,1	0,2	0,0	0,4	0,8	0,7	1,0	0,5	0,3	0,5	0,8	0,7	0,1	0,3	0,6	0,7
MXN	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	0,5	0,5	0,6	0,5	1,0	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5
ZAR	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2
IDR	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,0	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	1,0	0,5	0,6	0,0	0,4	0,5	0,5
TWD	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,6	0,1	0,1	0,0	0,3	0,9	0,7	0,8	0,5	0,3	0,5	1,0	0,8	0,0	0,3	0,6	0,9
THB	0,7	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6	0,1	0,2	0,0	0,3	0,7	0,7	0,7	0,4	0,3	0,6	0,8	1,0	0,0	0,3	0,5	0,7
PLN	-0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	-0,1	0,3	0,3	0,0	0,3	-0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2	0,2	-0,1
TRY	0,3	0,3	0,4	0,1	-0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	1,0	0,2	0,3
KRW	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,2	0,2	1,0	0,4
Kori	1,0	0,6	0,2	0,5	0,3	0,6	0,0	0,1	-0,1	0,3	0,9	0,8	0,7	0,5	0,2	0,5	0,9	0,7	-0,1	0,3	0,4	1,0

2.7 Hyödykeriski

Riskilaskennassa käytetty hyödykekori on muodostettu neljästä Bloomberg'in laskemasta hyödykeindeksistä (Energy, Agriculture, Industrial ja Precious Metal). Hyödykekorissa Energy, Agriculture, Industrial sekä Precious Metal ovat kaikki mukana 25 %:in painolla.

³ Tanskan kruunu (DKK) on lukittu euroa vastaan ja sen takia EUR/DKK kurssimuutokset ovat hyvin olemattomia ja sitä kautta DKK:n korrelaatio muita valuuttoja vastaan on olematonta.

Taulukossa 2.17 näkyy, että eri hyödykeindeksien korrelaatiot osakkeita, korkoa ja luottomarginaaliriskiä vastaan vaihtelevat melko paljon. Esimerkiksi hyödykeindeksien korrelaatiot Pohjois-Amerikan osakkeita sekä luottomarginaaliriskiä vastaan vaihtelevat 0,10–0,50 välillä.

Taulukko 2.17 Hyödykkeiden keskinäisiä korrelaatioita sekä hyödykkeiden korrelaatio osakkeita, korkoriskiä sekä luottomarginaaliriskiä (BB tai alle) vastaan (kuukausidata aikavälillä 2000–2024)

	Energy	Agriculture	Industrial	Precious Metal	Kori	Pohjois-Amerikka	Korkoriski	BB tai alle	Valuutta
Energy	1,00	0,25	0,36	0,16	0,74	0,24	-0,20	0,33	-0,24
Agriculture	0,25	1,00	0,39	0,30	0,65	0,26	-0,04	0,26	-0,34
Industrial	0,36	0,39	1,00	0,39	0,76	0,50	-0,14	0,45	-0,39
Precious Metal	0,16	0,30	0,39	1,00	0,60	0,14	0,25	0,11	-0,38
Kori	0,74	0,65	0,76	0,60	1,00	0,41	-0,09	0,43	-0,47

3 Riskiluokkien väliset korrelaatiot

Riskiluokkien välisten Korrelaatioiden määrittämiseen liittyy merkittävää epävarmuutta. Vuosidataa käytettäessä havaintojen määrä on vähäinen ja erityisesti häntäriippuvuuksia laskettaessa. Taulukko 3.1 osoittaa, että korrelaatioestimaattien tilastollinen epätarkkuus on suuri vuosidatalla (34 havaintoa). Neljännesvuosidatassa havaintojen määrä kasvaa (138 havaintoa), mutta kuinka hyvin neljännesvuositulotteiden väliset kertoimet kuvaavat vuositulojen korrelaatiokertoimia. Riskiluokkien väliset lineaariset korrelaatiot eivät taas välttämättä anna oikeaa kuvaa riskiluokkien välisistä korrelaatioista haastavassa sijoitusympäristössä.

Taulukko 3.1 Korrelaatiokertoimen luottamusväli

Korrelaatiokerroin	0,00	0,25	0,50	0,75	0,90
95 % luottamusväli yläraja (34 havaintoa)	0,34	-0,10	0,19	0,55	0,81
95 % luottamusväli alaraja (34 havaintoa)	-0,34	0,54	0,72	0,87	0,95
95 % luottamusväli yläraja (138 havaintoa)	-0,17	0,09	0,36	0,67	0,86
95 % luottamusväli alaraja (138 havaintoa)	0,17	0,40	0,62	0,81	0,93

Näiden edellä mainittujen seikkojen takia korrelaatioita on tarkasteltu useammalla tavalla. Nykyiseen korrelaatiomatriisiin (valtioneuvoston asetus 447/2015) on tehty muutoksia vain silloin, kun on selvät perusteet korrelaatioiden muuttamiselle. Nykyisessä vakavaraisuus-



laskennassa käytetyssä korrelaatiomatriisissa esimerkiksi osakeriskiluokkien sisällä korrelaatioita on yhtenäistetty suhteessa muihin riskiluokkiin ja samaa toimintatapaa on noudatettu myös tässä muistiossa korrelaatioita päivitettäessä.

Riskiluokkien korrelaatiolaskennat on tehty pääosin kahdella eri pituisella aineistolla. Lyhyempi aineisto aikaväliltä 1991–2012 vastaa edellisen vakavaraisuuslain uudistuksen yhteydessä käytettyä aineistoa ja toisessa aineistossa aikasarjaa on jatkettu vuoteen 2024 asti. Taulukoissa 3.2–3.7 riskiluokkien korrelaatiolaskenta on tehty neljännesvuosidatalla ja alakappaleissa (3.1–3.5) vuosidatalla.

Lineaaristen korrelaatioiden lisäksi on tarkasteltu myös häntäriippuvuuksia (Taildep ja CVaR), eli miten usein suuria tappioita sattuu samaan aikaan. Taildep. menetelmä sovitaa Gaussin kopulan korrelaatiokertoimen pareittaiseen häntäriippuvuuteen. Myös implisiittinen CVaR mittaa sijoitusluokkien välisiä riippuvuuksia jakauman häntäosassa. Rahoitusmarkkinoita koskevissa tutkimuksissa on havaittu eri osakemarkkinoiden välisen korrelaatioiden kasvavan osakemarkkinoiden tuottohajonnan (volatiliteetin) kasvaessa, mikä näkyy selvästi myös kuviossa 3.1⁴. Eläkelaitosten vakavaraisuusvaateen estimoinnissa pyritään arvioimaan sijoitussalkun tappioita poikkeuksellisissa olosuhteissa (rahoitusmarkkinoiden volatiliteetti korkea), minkä takia lineaaristen korrelaatioiden lisäksi tulee kiinnittää huomioita myös häntäriippuvuuksiin. Häntäriippuvuuksien osalta ongelmana on jo aiemmin mainittu havaintojen erittäin vähäinen määrä.

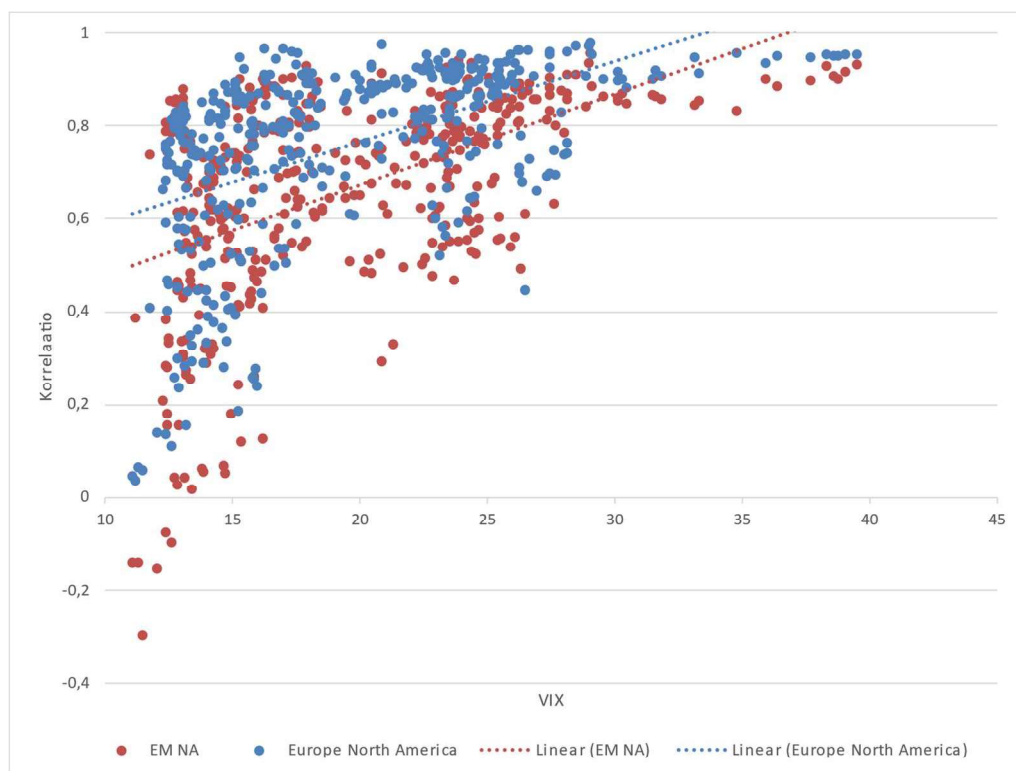
Riskiluokkien lineaarisissa korrelaatioissa (taulukot 3.2, ja 3.3) ei ole tapahtunut kovin merkittäviä muutoksia sitten edellisen korrelaatiomatriisin kalibroinnin, joka tehtiin vuoteen 2012 ulottuvalla aineistolla (taulukko 3.4). Häntäkorrelaatiot ovat jonkin verran maltillistuneet erityisesti korkoriskin osalta. Taulukossa 3.2 on lineaarisia korrelaatioita, jotka on laskettu käyttäen riskiluokkien pisimpiä mahdollisia aikasarjoja (kts. taulukko 2.3).

Taulukossa 3.5 näkyy riskiluokkien väliset lineaariset korrelaatiot laskettuna aikaväliltä 2000–2024. Taulukon 3.5 eri osakemarkkinoiden sekä luottoriskillisten sijoitusten keskinäiset lineaariset korrelaatiot ovat korkeammat kuin taulukoissa 3.2–3.4. Tulos vastaa rahoitustutkimuksissa tehtyä havaintoa siitä, että finanssikriisin jälkeen eri osakemarkkinoille sijoittamalla saatu hajautushyöty on kaventunut. Taulukossa 3.5 teknokuplan sekä finanssikriisin vaikutus on suurempi kuin taulukoissa 3.2 ja 3.3, mutta taulukossa 3.4 näiden rahoitusmarkkinoiden kriisien vaikutus on vähintään samaa tasoa aikasarjan ollessa hieman lyhyempi.

Kuvio 3.1: S&P 500 indeksin implisiittinen volatiliteetti (VIX 12 kuukauden liukuva keskiarvo), Euroopan ja Pohjois-Amerikan sekä Kehittyvien markkinoiden ja Pohjois-Amerikan osakkeiden välinen korrelaatio (12 kuukauden liukuva korrelaatio) vuosina 1990–2024

⁴ VIX lasketaan S&P 500-indeksin optioiden perusteella. Se mittaa markkinoiden odotuksia tulevasta volatiliteetista seuraavien 30 päivän aikana. Korkea VIX-arvo kertoo epävarmuudesta sijoittajien odottaessa markkinoilla suuria liikkeitä – ylös tai alas.

Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä



Taulukko 3.2 Lineaariset korrelaatiot neljännesvuosidatalla (koko data, kts. taulukko 2.3)

Koko data	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimisto	Liike
EUROPE	1,00	0,63	0,85	0,66	-0,10	0,55	0,59	0,66	0,08	0,18	0,06	0,07	0,09
EM	0,63	1,00	0,54	0,51	-0,17	0,45	0,51	0,49	0,02	0,24	-0,05	-0,16	0,02
North America	0,85	0,54	1,00	0,64	-0,03	0,59	0,65	0,69	-0,07	0,24	0,02	0,02	0,04
PACIFIC	0,66	0,51	0,64	1,00	-0,19	0,54	0,55	0,55	0,04	0,19	0,01	0,01	0,10
Korko	-0,10	-0,17	-0,03	-0,19	1,00	-0,44	-0,50	-0,48	-0,20	-0,28	-0,09	-0,01	0,00
AA	0,55	0,45	0,59	0,54	-0,44	1,00	0,89	0,81	-0,14	0,43	-0,02	-0,07	0,00
BBB	0,59	0,51	0,65	0,55	-0,50	0,89	1,00	0,92	-0,08	0,46	-0,11	-0,11	-0,04
BB tai alle	0,66	0,49	0,69	0,55	-0,48	0,81	0,92	1,00	0,02	0,41	-0,08	-0,09	0,00
Valuutta	0,08	0,02	-0,07	0,04	-0,20	-0,14	-0,08	0,02	1,00	-0,27	0,06	0,04	-0,08
Hyödykkeet	0,18	0,24	0,24	0,19	-0,28	0,43	0,46	0,41	-0,27	1,00	0,19	0,12	0,13
Asunnot	0,06	-0,05	0,02	0,01	-0,09	-0,02	-0,11	-0,08	0,06	0,19	1,00	0,82	0,71
Toimisto	0,07	-0,16	0,02	0,01	-0,01	-0,07	-0,11	-0,09	0,04	0,12	0,82	1,00	0,69
Liike	0,09	0,02	0,04	0,10	0,00	0,00	-0,04	0,00	-0,08	0,13	0,71	0,69	1,00

Taulukko 3.3 Lineaariset korrelaatiot neljännesvuosidatalla (1990–2024)

Eläkeuudistusta valmistelevala
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä

	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilat
EUROPE	1,00	0,67	0,87	0,70	-0,34	0,55	0,59	0,70	0,10	0,18	0,07	0,06	0,09
EM	0,67	1,00	0,60	0,57	-0,25	0,45	0,51	0,62	0,04	0,24	-0,08	-0,18	-0,06
North America	0,87	0,60	1,00	0,69	-0,28	0,59	0,65	0,73	-0,10	0,24	0,03	0,01	0,05
PACIFIC	0,70	0,57	0,69	1,00	-0,43	0,54	0,55	0,60	0,08	0,19	0,04	0,00	0,10
Korko	-0,34	-0,25	-0,28	-0,43	1,00	-0,44	-0,50	-0,51	-0,23	-0,28	-0,11	-0,04	-0,12
AA	0,55	0,45	0,59	0,54	-0,44	1,00	0,89	0,81	-0,14	0,43	-0,02	-0,07	0,00
BBB	0,59	0,51	0,65	0,55	-0,50	0,89	1,00	0,92	-0,08	0,46	-0,11	-0,11	-0,04
BB tai alle	0,70	0,62	0,73	0,60	-0,51	0,81	0,92	1,00	0,00	0,41	-0,08	-0,10	0,02
Valuutta	0,10	0,04	-0,10	0,08	-0,23	-0,14	-0,08	0,00	1,00	-0,27	0,07	0,04	-0,03
Hyödykkeet	0,18	0,24	0,24	0,19	-0,28	0,43	0,46	0,41	-0,27	1,00	0,19	0,12	0,13
Asunnot	0,07	-0,08	0,03	0,04	-0,11	-0,02	-0,11	-0,08	0,07	0,19	1,00	0,83	0,75
Toimistot	0,06	-0,18	0,01	0,00	-0,04	-0,07	-0,11	-0,10	0,04	0,12	0,83	1,00	0,74
Liiketilat	0,09	-0,06	0,05	0,10	-0,12	0,00	-0,04	0,02	-0,03	0,13	0,75	0,74	1,00

Taulukko 3.4 Lineaariset korrelaatiot neljännesvuosidatalla (1990–2012)

	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimisto	Liike
EUROPE	1,00	0,67	0,88	0,67	-0,44	0,50	0,54	0,67	0,14	0,11	0,15	0,12	0,12
EM	0,67	1,00	0,60	0,60	-0,40	0,43	0,48	0,61	0,13	0,18	-0,05	-0,22	-0,07
North America	0,88	0,60	1,00	0,67	-0,37	0,54	0,59	0,70	-0,04	0,17	0,15	0,11	0,12
PACIFIC	0,67	0,60	0,67	1,00	-0,44	0,50	0,51	0,57	0,08	0,18	0,13	0,08	0,16
Korko	-0,44	-0,40	-0,37	-0,44	1,00	-0,49	-0,59	-0,60	-0,21	-0,35	-0,10	-0,09	-0,18
AA	0,50	0,43	0,54	0,50	-0,49	1,00	0,87	0,80	-0,15	0,45	0,03	-0,04	0,03
BBB	0,54	0,48	0,59	0,51	-0,59	0,87	1,00	0,93	-0,05	0,44	-0,07	-0,08	-0,01
BB tai alle	0,67	0,61	0,70	0,57	-0,60	0,80	0,93	1,00	0,04	0,34	-0,04	-0,07	0,04
Valuutta	0,14	0,13	-0,04	0,08	-0,21	-0,15	-0,05	0,04	1,00	-0,30	0,00	-0,01	-0,13
Hyödykkeet	0,11	0,18	0,17	0,18	-0,35	0,45	0,44	0,34	-0,30	1,00	0,24	0,19	0,22
Asunnot	0,15	-0,05	0,15	0,13	-0,10	0,03	-0,07	-0,04	0,00	0,24	1,00	0,85	0,81
Toimisto	0,12	-0,22	0,11	0,08	-0,09	-0,04	-0,08	-0,07	-0,01	0,19	0,85	1,00	0,79
Liike	0,12	-0,07	0,12	0,16	-0,18	0,03	-0,01	0,04	-0,13	0,22	0,81	0,79	1,00

Eläkeuudistusta valmistelevala
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä

Taulukko 3.5 Lineaariset korrelaatiot neljännesvuosidatalla (2000–2024)

	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimisto	Liike
EUROPE	1,00	0,81	0,91	0,80	-0,43	0,62	0,69	0,76	-0,12	0,40	0,04	0,03	0,11
EM	0,81	1,00	0,79	0,75	-0,34	0,62	0,69	0,76	-0,26	0,51	-0,03	0,01	0,08
North America	0,91	0,79	1,00	0,77	-0,43	0,65	0,74	0,80	-0,21	0,44	0,02	-0,01	0,07
PACIFIC	0,80	0,75	0,77	1,00	-0,58	0,65	0,67	0,71	-0,06	0,37	0,05	0,02	0,12
Korko	-0,43	-0,34	-0,43	-0,58	1,00	-0,45	-0,53	-0,57	-0,13	-0,29	-0,08	0,03	-0,08
AA	0,62	0,62	0,65	0,65	-0,45	1,00	0,89	0,82	-0,23	0,49	-0,03	-0,09	-0,01
BBB	0,69	0,69	0,74	0,67	-0,53	0,89	1,00	0,94	-0,17	0,51	-0,13	-0,14	-0,05
BB tai alle	0,76	0,76	0,80	0,71	-0,57	0,82	0,94	1,00	-0,14	0,53	-0,07	-0,11	0,03
Valuutta	-0,12	-0,26	-0,21	-0,06	-0,13	-0,23	-0,17	-0,14	1,00	-0,33	0,06	0,03	-0,04
Hyödykkeet	0,40	0,51	0,44	0,37	-0,29	0,49	0,51	0,53	-0,33	1,00	0,21	0,14	0,17
Asunnot	0,04	-0,03	0,02	0,05	-0,08	-0,03	-0,13	-0,07	0,06	0,21	1,00	0,88	0,77
Toimisto	0,03	0,01	-0,01	0,02	0,03	-0,09	-0,14	-0,11	0,03	0,14	0,88	1,00	0,75
Liike	0,11	0,08	0,07	0,12	-0,08	-0,01	-0,05	0,03	-0,04	0,17	0,77	0,75	1,00

Taulukko 3.6 Taildep. fixed korrelaatiot neljännesvuosidatalla (1990–2024)

	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimisto	Liike
EUROPE	1,00	0,80	0,94	0,79	-0,09	0,71	0,79	0,78	0,35	0,42	0,11	0,00	0,13
EM	0,80	1,00	0,84	0,82	-0,22	0,57	0,75	0,74	0,23	0,52	-0,15	-0,25	-0,14
North America	0,94	0,84	1,00	0,81	-0,01	0,67	0,82	0,83	0,17	0,41	0,03	-0,06	0,11
PACIFIC	0,79	0,82	0,81	1,00	-0,37	0,65	0,72	0,73	0,34	0,38	0,03	-0,05	0,10
Korko	-0,09	-0,22	-0,01	-0,37	1,00	-0,30	-0,27	-0,31	-0,54	0,00	0,05	0,09	0,06
AA	0,71	0,57	0,67	0,65	-0,30	1,00	0,87	0,81	0,14	0,47	0,18	0,11	0,20
BBB	0,79	0,75	0,82	0,72	-0,27	0,87	1,00	0,92	0,25	0,52	0,00	-0,08	0,01
BB tai alle	0,78	0,74	0,83	0,73	-0,31	0,81	0,92	1,00	0,29	0,51	-0,06	-0,17	0,00
Valuutta	0,35	0,23	0,17	0,34	-0,54	0,14	0,25	0,29	1,00	-0,48	0,17	0,18	0,09
Hyödykkeet	0,42	0,52	0,41	0,38	0,00	0,47	0,52	0,51	-0,48	1,00	0,07	0,04	0,08
Asunnot	0,11	-0,15	0,03	0,03	0,05	0,18	0,00	-0,06	0,17	0,07	1,00	0,93	0,86
Toimisto	0,00	-0,25	-0,06	-0,05	0,09	0,11	-0,08	-0,17	0,18	0,04	0,93	1,00	0,79
Liike	0,13	-0,14	0,11	0,10	0,06	0,20	0,01	0,00	0,09	0,08	0,86	0,79	1,00

Taulukko 3.7 Implicit CVaR (0,90) korrelaatiot neljännesvuosidatalla (1990–2024)

	EUROPE	EM	North America	PACIFIC	Korko	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimisto	Liike
EUROPE	1,00	0,79	0,96	0,81	-0,69	0,79	0,85	0,88	0,11	0,38	0,18	0,06	0,16
EM	0,79	1,00	0,81	0,87	-0,51	0,67	0,83	0,88	0,23	0,60	-0,05	-0,16	0,02
North America	0,96	0,81	1,00	0,79	-0,60	0,78	0,90	0,93	0,02	0,47	0,12	-0,01	0,15
PACIFIC	0,81	0,87	0,79	1,00	-0,71	0,75	0,81	0,77	0,17	0,33	0,09	-0,05	0,15
Korko	-0,69	-0,51	-0,60	-0,71	1,00	-0,33	-0,50	-0,77	-0,34	-0,19	-0,11	-0,10	-0,04
AA	0,79	0,67	0,78	0,75	-0,33	1,00	0,83	0,74	-0,12	0,52	0,03	0,01	0,05
BBB	0,85	0,83	0,90	0,81	-0,50	0,83	1,00	0,94	0,09	0,63	-0,09	-0,11	-0,05
BB tai alle	0,88	0,88	0,93	0,77	-0,77	0,74	0,94	1,00	0,10	0,51	-0,11	-0,13	0,01
Valuutta	0,11	0,23	0,02	0,17	-0,34	-0,12	0,09	0,10	1,00	-0,24	0,02	-0,02	-0,04
Hyödykkeet	0,38	0,60	0,47	0,33	-0,19	0,52	0,63	0,51	-0,24	1,00	0,04	0,01	0,02
Asunnot	0,18	-0,05	0,12	0,09	-0,11	0,03	-0,09	-0,11	0,02	0,04	1,00	0,95	0,83
Toimisto	0,06	-0,16	-0,01	-0,05	-0,10	0,01	-0,11	-0,13	-0,02	0,01	0,95	1,00	0,77
Liike	0,16	0,02	0,15	0,15	-0,04	0,05	-0,05	0,01	-0,04	0,02	0,83	0,77	1,00

3.1 Riskiluokat 1–5- osakkeet

Euroopan osakemarkkinat (riskiluokka 1) korrelaatio Pohjois-Amerikka (riskiluokka 2) vastaan pysyy 0,80

Euroopan ja Pohjois-Amerikan väliset lineaariset korrelaatiot ovat korkeammat kuin muiden osakemarkkinoiden keskinäiset korrelaatiot. Euroopan ja Pohjois-Amerikan häntäkorrelaatiot ovat myös lähes poikkeuksetta korkeammat kuin muiden markkinoiden keskinäiset korrelaatiot (pl. vuosidata 1991–2012). Euroopan ja Pohjois-Amerikan lineaarinen korrelaatio vaihtelee 0,8–0,9 välissä. Euroopan osakemarkkinoiden (riskiluokka 1) ja Pohjois-Amerikan korrelaatio pysyy valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,8).

Taulukko 3.8 Euroopan korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Residential	Office	Retail
Nykyiset	0,70	0,80	0,70	-0,20	-0,20	0,60	0,70	0,70	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
1991-2024													
Lineaarinen	0,54	0,83	0,68	-0,20	-0,16	0,49	0,55	0,62	0,17	0,28	0,16	0,14	0,10
Spearman	0,50	0,75	0,64	-0,18	-0,16	0,26	0,48	0,56	0,14	0,26	0,15	0,14	-0,01
Tail Dep. fixed	0,68	0,91	0,77	-0,21	-0,28	0,55	0,70	0,63	0,14	0,50	0,06	-0,23	0,16
Implicit CVaR	0,61	0,89	0,96	-0,43	-0,38	0,40	0,83	0,76	0,03	0,36	0,01	-0,01	-0,07
1991-2012													
Lineaarinen	0,56	0,86	0,69	-0,34	-0,25	0,49	0,54	0,61	0,27	0,29	0,14	0,16	0,06
Spearman	0,53	0,73	0,67	-0,37	-0,33	0,17	0,42	0,49	0,30	0,20	0,06	0,17	-0,04
Tail Dep. fixed	0,65	0,96	0,70	-0,52	-0,52	0,53	0,84	0,69	0,32	0,72	0,22	-0,14	0,10
Implicit CVaR	0,67	1,00	0,98	-0,71	-0,55	0,65	1,00	0,96	0,23	0,57	0,19	0,21	0,05

Kehittyvät markkinat (riskiluokka 4) korrelaatio muita osakemarkkinoita (riskiluokat 1, 2 ja 3) vastaan pysyy 0,70

Euroopan ja kehittyvien markkinoiden lineaarinen korrelaatio vuosidatalla on 0,54, mutta neljännesvuosidatalla laskettu korrelaatio on selvästi korkeampi (taulukko 3.3: 0,67). Myös häntäkorrelaatiot (taulukot 3.6 ja 3.7: 0,8) olivat neljännesvuosidatalla selvästi vuosidatasta laskettuja korrelaatioita korkeammat. Kehittyvien markkinoiden ja Pohjois-Amerikan osakemarkkinoiden välinen lineaarinen korrelaatio on matala 0,33 mutta neljännesvuosidatalla laskettu korrelaatio on selvästi korkeampi (taulukko 3.3: 0,60) ja sama myös Aasian kehittyneiden markkinoiden kanssa. Lisäksi kehittyvien markkinoiden ja Pohjois-Amerikan häntäkorrelaatiot ovat selvästi lineaarisia korkeammat, mikä indikoi merkittävästi korkeampaa korrelaatiota näiden osakemarkkinoiden välillä haastavassa markkinaympäristössä. Kehittyneiden markkinoiden korrelaatio muita osakemarkkinoita vastaan on myös selvästi voimistunut 2000-luvulla (taulukko 3.5 0,80).

Vuosidatalla laskettujen lineaaristen korrelaatioiden kautta voisi päätellä, että kehittyvien markkinoiden korrelaatiot muita osakemarkkinoita vastaan tulisi asettaa alhaisemmalle tasolle kuin muiden osakemarkkinoiden keskinäiset korrelaatiot.

Kehittyvien markkinoiden lineaariset korrelaatiot muita osakemarkkinoita vastaan eivät kuitenkaan ole yksiselitteisesti matalampia kuin muiden osakemarkkinoiden keskinäiset korrelaatiot. Taulukon 3.5 (2000–2024) korrelaatiomatriisissa kehittyvien markkinoiden korrelaatiot Euroopan ja Pohjois-Amerikan osakemarkkinoita vastaan ovat korkeammat kuin Aasian kehittyneiden markkinoiden korrelaatiot Euroopan ja Pohjois-Amerikan osakemarkkinoita vastaan. Lisäksi kuviossa 3.1 näkyy, että kehittyvien markkinoiden

matalampi korrelaatio Pohjois-Amerikan osakemarkkinoita vastaan kaventuu hienokseltaan VIX-indeksin arvon kasvaessa. Kehittyvien markkinoiden korrelaatiot (riskiluokka 4) muita osakemarkkinoita vastaan (riskiluokat 1, 2 ja 3) vastaan pysyvät valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,7).

Taulukko 3.9 Kehittyvien markkinoiden korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Kehittyvät	Eurooppa	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valutta	Hyödykkeet	Residential	Office	Retail
Nykyiset	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	0,60	0,70	0,70	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
1991-2024													
Lineaarinen	0,54	0,33	0,46	0,05	-0,02	0,29	0,37	0,48	0,23	0,22	-0,16	-0,30	-0,15
Spearman	0,50	0,29	0,55	-0,14	-0,15	0,31	0,53	0,60	0,05	0,35	-0,19	-0,22	-0,07
Tail Dep. fixed	0,68	0,82	0,74	0,00	-0,08	0,70	0,79	0,78	-0,40	0,56	-0,02	-0,30	0,12
Implicit CVaR	0,61	0,78	0,86	-0,30	-0,34	0,69	0,88	0,87	0,09	0,67	-0,05	-0,06	0,11
1991-2012													
Lineaarinen	0,56	0,37	0,57	-0,16	-0,20	0,33	0,38	0,49	0,35	0,19	-0,20	-0,42	-0,22
Spearman	0,53	0,29	0,66	-0,44	-0,44	0,35	0,60	0,65	0,24	0,34	-0,31	-0,31	-0,12
Tail Dep. fixed	0,65	0,96	0,70	-0,52	-0,52	0,53	0,84	0,69	0,13	0,74	0,22	-0,14	0,10
Implicit CVaR	0,67	0,69	0,78	-0,85	-0,85	0,77	0,74	0,81	-0,31	0,88	0,22	-0,16	0,22

Pohjois-Amerikan (riskiluokka 2) korrelaatio Aasian kehittyneitä (riskiluokka 3) vastaan pysyy 0,70

Pohjois-Amerikan lineaarinen korrelaatio Aasian kehittyneitä markkinoita vastaan on 0.6 ja neljännesvuosidatalla laskettu korrelaatio on korkeampi (taulukko 3.3: 0,69). Pohjois-Amerikan ja Aasian kehittyneiden markkinoiden korrelaatio on voimistunut 2000-luvulla (taulukko 3.5: 0,77). Lisäksi häntäkorrelaatiot ovat lineaarisia korkeammat, mikä indikoi osakemarkkinoiden korrelaatioiden kasvua näiden osakemarkkinoiden välillä haastavassa markkinaympäristössä. Pohjois-Amerikan korrelaatio (riskiluokka 2) Aasian kehittyneitä markkinoita vastaan (riskiluokka 3) vastaan pysyy valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,7).



Taulukko 3.10 Pohjois-Amerikan korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Pohjois-Amerikka	Eurooppa	EM	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,80	0,70	0,70	-0,20	-0,20	0,60	0,70	0,70	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
1991-2024													
Lineaarinen	0,83	0,33	0,61	-0,08	-0,07	0,50	0,56	0,64	0,03	0,19	0,02	0,04	-0,04
Spearman	0,75	0,29	0,50	-0,06	-0,05	0,35	0,57	0,59	-0,03	0,08	-0,04	-0,01	-0,17
Tail Dep. fixed	0,91	0,82	0,77	0,06	-0,02	0,48	0,77	0,82	-0,02	0,54	-0,02	-0,30	0,09
Implicit CVaR	0,89	0,78	0,85	-0,19	-0,20	0,51	0,88	0,84	0,24	0,39	0,06	0,14	0,03
1991-2012													
Lineaarinen	0,86	0,37	0,55	-0,21	-0,16	0,51	0,57	0,66	0,15	0,25	0,09	0,11	0,01
Spearman	0,73	0,29	0,47	-0,11	-0,07	0,20	0,50	0,59	0,09	0,07	0,04	0,07	-0,12
Tail Dep. fixed	0,96	0,96	0,81	-0,67	-0,67	0,59	0,81	0,82	0,13	0,66	0,22	-0,14	0,10
Implicit CVaR	1,00	0,69	0,98	-0,72	-0,56	0,64	1,00	0,95	0,51	0,62	0,17	0,19	0,04

Aasian kehittyneet markkinat (riskiluokka 3) korrelaatio Eurooppaa (riskiluokat 1) vastaan pysyy 0,70

Aasian kehittyneiden lineaarinen korrelaatio Euroopan osakemarkkinoita vastaan on 0,68. Lisäksi Aasian kehittyneiden markkinoiden korrelaatio on voimistunut 2000-luvulla (taulukko 3.5: 0,80). Aasian kehittyneiden korrelaatio (riskiluokka 3) Euroopan osakemarkkinoita vastaan (riskiluokka 1) vastaan pysyy valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,7).

Taulukko 3.11 Aasian ja Tyynenmeren osakkeiden korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Muut kehittyneet	Eurooppa	EM	North America	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	0,60	0,70	0,70	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
1991-2024													
Lineaarinen	0,68	0,46	0,61	-0,49	-0,50	0,55	0,53	0,53	0,16	0,37	0,10	0,02	0,21
Spearman	0,64	0,55	0,50	-0,46	-0,45	0,55	0,67	0,53	0,08	0,24	-0,02	-0,07	0,13
Tail Dep. fixed	0,77	0,74	0,77	-0,68	-0,79	0,64	0,78	0,74	-0,08	0,41	0,20	0,13	0,37
Implicit CVaR	0,96	0,86	0,85	-0,47	-0,43	0,77	0,95	0,98	0,29	0,66	0,11	0,17	0,28
1991-2012													



Eläkeuudistusta valmistelevalle
työryhmä/Vakavaraisuusosalaryhmä

Lineaarinen	0,69	0,57	0,55	-0,59	-0,58	0,54	0,54	0,56	0,32	0,58	0,20	0,11	0,29
Spearman	0,67	0,66	0,47	-0,51	-0,54	0,47	0,64	0,55	0,23	0,47	0,11	0,03	0,22
Tail Dep. fixed	0,70	0,70	0,81	-0,85	-0,85	0,59	0,69	0,81	-0,28	0,42	0,51	0,37	0,49
Implicit CVaR	0,98	0,78	0,98	-0,52	-0,45	0,92	0,97	1,00	0,45	0,82	0,33	0,47	0,61

Osakeriski muut (riskiluokka 5) korrelaatio muita osakemarkkinoita vastaan (riskiluokat 1–4) vastaan pysyy 0,70

Noteeraamattomat ja pääomarahaston riskiluokalle ei ole laskettu korrelaatioita muita osakemarkkinoita vastaan. Noteeraamattomat ja pääomarahaston riskiluokan nykyinen korrelaatio vastaa Aasian kehittyneiden markkinoiden ja kehittyvien markkinoiden korrelaatioita. Noteeraamattomat ja pääomarahaston riskiluokalle t (riskiluokka 5) muita osakemarkkinoita vastaan (riskiluokat 1–4) vastaan pysyvät valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,7).

3.2 Riskiluokka 6 – korkoriski

Korkoriski (riskiluokka 6) korrelaatio osakemarkkinoita (riskiluokat 1, 2, 3, 4) vastaan pysyy -0,20

Korkoriskin lineaariset vuosidatan korrelaatiot osakemarkkinoita vastaan ovat kehittyvillä ja Pohjois-Amerikan osakemarkkinoilla korkeammat kuin -0,20, mutta neljännesvuosidatalla lasketuissa kaikki korrelaatiot jäivät alle -0,20 tason (taulukko 3.3: -0,43 - -0,25). Neljännesvuosidatalla lasketuissa korrelaatioissa (taulukot 3.2–3.7) korkoriskin ja Aasian kehittyneiden markkinoiden korrelaation poikkeama muista osakemarkkinoista on selvästi pienempi (pl. taulukko 3.6), minkä takia korkoriskin ja Aasian kehittyneiden markkinoiden korrelaatio pidetään samalla tasolla muiden osakeriskiluokkien kanssa. Korkoriskin korrelaatio (riskiluokka 6) listattuja osakemarkkinoita vastaan (riskiluokat 1–4) vastaan pysyvät valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (-0,2).

Korkoriski (riskiluokka 6) korrelaatio muita osakkeita (riskiluokka 5) vastaan pysyy -0,00

Muut osakkeet riskiluokalle ei ole laskettu korrelaatioita muita riskiluokkia vastaan. Pääomasijoitusten arvostamiseen liittyy noin 3–6 kuukauden viive. Tämän arvostusviiveen takia muut osakkeet riskiluokan ja korkoriskiluokan välille ei ole asetettu samaa negatiivista korrelaatiota kuin mitä korkoriskin ja listatuttujen osakkeiden välillä on. Korkoriskin korrelaatio (riskiluokka 6) listaamattomia osakkeita vastaan (riskiluokka 5) vastaan pysyy valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,0).

Korkoriski (riskiluokka 6) korrelaatio luottomarginaaliriskejä (riskiluokat 8–10) vastaan pysyy -0,40

Korkoriskin lineaariset vuosidatan korrelaatiot luottomarginaaliriskejä vastaan ovat lähellä -0,40 tasoa ja neljännesvuosidatalla (taulukot 3.2–3.5) korrelaatiot ovat lähellä -0,50 tasoa.

Myös häntäkorrelaatioiden (Taildep. ja CVaR) osalta luottomarginaaliriskien korrelaatiot liikkuvat -0,40 tuntumassa. Korkoriskin korrelaatio (riskiluokka 6) muita luottomarginaaliriskiä vastaan (riskiluokat 8–10) vastaan pysyvät valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (-0,4).

Taulukko 3.12 Korkoriskin korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Korkoriski	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20		-0,40	-0,40	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991-2024													
Lineaarinen	-0,20	0,05	-0,08	-0,49	0,95	-0,43	-0,41	-0,34	-0,12	-0,30	-0,04	0,04	-0,07
Spearman	-0,18	-0,14	-0,06	-0,46	0,95	-0,44	-0,48	-0,26	-0,08	-0,33	0,00	0,10	-0,03
Tail Dep. fixed	-0,21	0,00	0,06	-0,68	0,94	-0,72	-0,64	-0,58	-0,41	-0,37	0,08	0,11	0,00
Implicit CVaR	-0,43	-0,30	-0,19	-0,47	0,95	-0,42	-0,32	-0,41	-0,13	-0,39	0,05	0,31	0,11
1991-2012													
Lineaarinen	-0,34	-0,16	-0,21	-0,59	0,96	-0,52	-0,55	-0,49	-0,14	-0,50	-0,03	-0,07	-0,15
Spearman	-0,37	-0,44	-0,11	-0,51	0,93	-0,56	-0,63	-0,40	-0,06	-0,55	-0,17	-0,07	-0,19
Tail Dep. fixed	-0,52	-0,52	-0,67	-0,85	0,88	-0,85	-0,83	-0,85	-0,64	-0,85	0,12	0,12	0,12
Implicit CVaR	-0,71	-0,85	-0,72	-0,52	0,96	-0,57	-0,54	-0,69	0,05	-0,64	-0,13	0,10	0,28

3.3 Riskiluokat 7–10 – luottomarginaaliriski

AAA-AA valtiot (riskiluokka 7) korrelaatio muita riskiluokkia (riskiluokka 1–6, 8–14) vastaan pysyy 0,00

Korkoriski on kalibroitu käyttämällä USA:n valtionlainojen aikasarjaa. Tämän takia hyvän luottoluokituksen omaavilla valtionlainoilla (AAA-AA) ei ole luottomarginaaliriskiä ja siksi ei myöskään korrelaatiota muita riskiluokkia vastaan. AAA-AA valtionlainojen riskiluokka (7) muita luottomarginaaliriskiä vastaan (riskiluokat 1–6, 8–14) vastaan pysyvät valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,0).

AAA-AA (riskiluokka 8) korrelaatio A-BBB (riskiluokka 9) vastaan pysyy 0,90

Luottomarginaaliriskien AAA-AA ja A-BBB lineaarinen vuosidatan korrelaatio on 0,92 ja neljännesvuosidatalla myös 0,90 tuntumassa (taulukot 3.2–3.3) kuten myös häntäkorrelaatiot (Taildep. ja CVaR). Luottomarginaaliriskien AAA-AA (riskiluokka 8) ja A-BBB (riskiluokka 9) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,90).

AAA-AA (riskiluokka 8) korrelaatio BB tai alle (riskiluokka 10) vastaan pysyy 0,80

Luottomarginaaliriskien AAA-AA ja BB ja alle lineaarinen vuosidatan korrelaatio on 0,84 ja neljännesvuosidatalla myös 0,80 tuntumassa (taulukot 3.2–3.3). Häntäkorrelaatiot (Taildep. ja CVaR) vuosidatalla ovat matalampia, mutta neljännesvuosidatalla laskettuna ovat 0,8 tuntumassa (taulukot 3.6–3.7). Luottomarginaaliriskien AAA-AA (riskiluokka 8) ja BB tai alle (riskiluokka 10) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,80).

AAA-AA (riskiluokka 8) korrelaatio osakeriskiluokkia (riskiluokka 1–5) vastaan pysyy 0,60

Luottomarginaaliriskien AAA-AA lineaariset korrelaatiot osakeriskiluokkia vastaan ovat 0,50 tuntumassa vuosidatalla ja vähän korkeammat neljännesvuosidatalla (taulukot 3.2–3.3) laskettuna. Häntäkorrelaatiot ovat selvästi lineaarisia korrelaatioita korkeammat. Luottomarginaaliriskien AAA-AA (riskiluokka 8) ja osakeriskiluokkien (riskiluokka 1–5) välinen korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,60).

Taulukko 3.13 AA-luottoriskien korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

AA	Eurooppa	EM	North	America	PACIFIC	Korko	Korko10y	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asumus	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,60	0,60		0,60	0,60	-0,40	-0,40	0,90	0,80	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
1991-2024														
Lineaarinen	0,49	0,29		0,50	0,55	-0,43	-0,43	0,92	0,84	0,05	0,43	-0,15	-0,19	-0,07
Spearman	0,26	0,31		0,35	0,55	-0,44	-0,51	0,79	0,61	-0,14	0,25	-0,24	-0,30	0,02
Tail Dep. fixed	0,55	0,70		0,48	0,64	-0,72	-0,85	0,87	0,73	-0,15	0,35	0,02	-0,25	0,08
Implicit CVaR	0,40	0,69		0,51	0,77	-0,42	-0,31	0,88	0,60	-0,04	0,60	-0,17	-0,09	0,05
1991-2012														
Lineaarinen	0,49	0,33		0,51	0,54	-0,52	-0,50	0,92	0,85	0,09	0,53	-0,14	-0,19	-0,07
Spearman	0,17	0,35		0,20	0,47	-0,56	-0,65	0,70	0,56	-0,05	0,44	-0,20	-0,32	0,10
Tail Dep. fixed	0,53	0,53		0,59	0,59	-0,85	-0,85	0,89	0,77	-0,07	0,60	0,22	-0,16	0,22
Implicit CVaR	0,65	0,77		0,64	0,92	-0,57	-0,38	0,88	0,77	-0,02	0,78	-0,13	-0,05	0,09

A-BBB (riskiluokka 9) korrelaatio BB tai alle (riskiluokka 10) vastaan pysyy 0,90

Luottomarginaaliriskien A-BBB ja BB ja alle lineaarinen vuosidatan korrelaatio on 0,95, neljännesvuosidatalla myös 0,90 tuntumassa (taulukot 3.2–3.3) ja häntäkorrelaatiot 0,95 tuntumassa (Taildep. ja CVaR) ovat. Luottomarginaaliriskien A-BBB (riskiluokka 9) ja BB tai alle (riskiluokka 10) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,90).

A-BBB (riskiluokka 9) korrelaatio osakeriskiluokkia (riskiluokka 1–5) vastaan pysyy 0,70



Luottomarginaaliriskin A-BBB lineaariset korrelaatiot osakeriskiluokkia vastaan ovat päälle 0,50 vuosidatalla ja neljännesvuosidatalla (taulukot 3.2–3.3) laskettuna 0,60 tuntumassa. Häntäkorrelaatiot ovat selvästi lineaarisia korrelaatioita korkeammat. Luottomarginaaliriskin A-BBB korrelaatiot osakeriskiä vastaan ovat kautta linjan selvästi korkeammat kuin vastaavat korrelaatiot AAA-AA luottomarginaaliriskillä, mikä tukee korkeampaa korrelaatiota osakkeiden kanssa kuin mihin päädytään lineaaristen korrelaatioiden kautta. Luottomarginaaliriskien A-BBB (riskiluokka 9) ja osakeriskiluokkien (riskiluokka 1–5) välinen korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,70).

Taulukko 3.14 BBB-luottoriskin korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

BBB	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,40	-0,40	0,90	0,90	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
1991-2024													
Lineaarinen	0,55	0,37	0,56	0,53	-0,41	-0,42	0,92	0,95	0,07	0,44	-0,32	-0,30	-0,21
Spearman	0,48	0,53	0,57	0,67	-0,48	-0,51	0,79	0,88	-0,01	0,28	-0,25	-0,35	-0,15
Tail Dep. fixed	0,70	0,79	0,77	0,78	-0,64	-0,79	0,87	0,95	0,32	0,43	-0,02	-0,37	0,05
Implicit CVaR	0,83	0,88	0,88	0,95	-0,32	-0,31	0,88	0,96	0,37	0,81	-0,16	0,00	0,11
1991-2012													
Lineaarinen	0,54	0,38	0,57	0,54	-0,55	-0,52	0,92	0,96	0,12	0,50	-0,34	-0,33	-0,24
Spearman	0,42	0,60	0,50	0,64	-0,63	-0,63	0,70	0,85	0,17	0,38	-0,12	-0,35	-0,12
Tail Dep. fixed	0,84	0,84	0,81	0,69	-0,83	-0,83	0,89	0,90	0,51	0,51	0,22	-0,16	0,10
Implicit CVaR	1,00	0,74	1,00	0,97	-0,54	-0,45	0,88	0,93	0,39	0,88	-0,08	0,09	0,12

BB tai alle (riskiluokka 10) korrelaatio osakeriskiluokkia (riskiluokka 1–5) vastaan pysyy 0,70

Luottomarginaaliriskin BB tai alle lineaariset korrelaatiot osakeriskiluokkia vastaan ovat päälle 0,50 vuosidatalla ja neljännesvuosidatalla (taulukot 3.2–3.3) laskettuna päälle 0,60. Häntäkorrelaatiot ovat selvästi lineaarisia korrelaatioita korkeammat. Luottomarginaaliriskin BB tai alle korrelaatiot osakeriskiä vastaan ovat kautta linjan selvästi korkeammat kuin vastaavat korrelaatiot AAA-AA luottomarginaaliriskillä, mikä tukee korkeampaa korrelaatiota osakkeiden kanssa kuin mihin päädytään lineaaristen korrelaatioiden kautta. BB tai alle korrelaatiot osakeriskiluokkia vastaan ovat melko samalla tasolla kuin A-BBB. Luottomarginaaliriskien A-BBB (riskiluokka 9) ja osakeriskiluokkien (riskiluokka 1–5) välinen korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,70).

Taulukko 3.15 BB tai alle korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)



Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä

BB tai alle	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	Valuutta	Hyödykkeit	Asunnot	Toimistot	Liiketilat
Nykyiset	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,40	-0,40	0,80	0,90	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
1991-2024													
Lineaarinen	0,62	0,48	0,64	0,53	-0,34	-0,36	0,84	0,95	0,04	0,42	-0,30	-0,33	-0,18
Spearman	0,56	0,60	0,59	0,53	-0,26	-0,27	0,61	0,88	0,00	0,25	-0,20	-0,33	-0,15
Tail Dep. fixed	0,63	0,78	0,82	0,74	-0,58	-0,66	0,73	0,95	0,32	0,54	-0,02	-0,30	0,09
Implicit CVaR	0,76	0,87	0,84	0,98	-0,41	-0,34	0,60	0,96	0,24	0,68	-0,19	-0,15	0,05
1991-2012													
Lineaarinen	0,61	0,49	0,66	0,56	-0,49	-0,46	0,85	0,96	0,09	0,44	-0,35	-0,37	-0,23
Spearman	0,49	0,65	0,59	0,55	-0,40	-0,35	0,56	0,85	0,10	0,23	-0,20	-0,38	-0,12
Tail Dep. fixed	0,69	0,69	0,82	0,81	-0,85	-0,85	0,77	0,90	0,44	0,42	0,22	-0,16	0,10
Implicit CVaR	0,96	0,81	0,95	1,00	-0,69	-0,44	0,60	0,93	0,39	0,75	0,03	0,05	0,18

3.4 Riskiluokat 11–12 – kiinteistöriski

Asuntojen (riskiluokka 11) korrelaatio kaupallisia kiinteistöjä vastaan (riskiluokka 12) vastaan pysyy 0,80

Asuntojen lineaariset korrelaatiot toimistoja ja liiketiloja vastaan ovat 0.80 tuntumassa vuosidatassa sekä myös neljännesvuosidatassa (taulukot 3.2–3.5). Häntäkorrelaatiot ovat vielä hieman korkeammat. Asuntojen (riskiluokka 11) ja kaupalliset kiinteistöt (riskiluokka 12) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,80).

Asuntojen (riskiluokka 11) ja kaupallisten kiinteistöjen (riskiluokka 12) korrelaatiot osakemarkkinoita vastaan (riskiluokka 1–5) vastaan pysyvät 0,20

Asuntojen lineaariset korrelaatiot osakemarkkinoita vastaan ovat pääosin hieman positiiviset vuosidatassa sekä myös neljännesvuosidatassa (taulukot 3.2–3.5). Häntäkorrelaatiot ovat hieman korkeammat. Myös toimistojen ja liiketilojen korrelaatiot osakemarkkinoita vastaan ovat pääosin hieman positiiviset sekä vuosidatalla että neljännesvuosidatalla. Toimistojen ja liiketilojen häntäkorrelaatioissa osakemarkkinoita vastaan on enemmän hajontaa.

Kuviossa 3.2 havaitaan, että asuntojen sekä kaupallisten kiinteistöjen (60 % toimisto ja 40 % liikekiinteistöt) korrelaatio osakemarkkinoita (Pohjois-Amerikka) vahvistuu VIX-indeksin kasvun mukana. Kiinteistöjen ja osakkeiden välinen korrelaatio on selvästi päälle 0,20 poikkeuksellisen heikossa sijoitusympäristössä (Finanssikriisi). Asuntojen (riskiluokka 11) ja kaupalliset kiinteistöt (riskiluokka 12) korrelaatio osakkeita vastaan pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,20).

Asuntojen (riskiluokka 11) ja kaupallisten kiinteistöjen (riskiluokka 12) korrelaatiot korkoriskiä vastaan (riskiluokka 6) vastaan pysyvät 0,00

Asuntojen, toimistojen ja liikekiinteistöjen lineaariset korrelaatiot korkoriskiä vastaan ovat pääosin nollan tuntumassa vuosidatassa sekä myös kvartaalidatassa (taulukot 3.2–3.5). Korkoriskin ja kiinteistöjen häntäkorrelaatiot ovat pääosin hieman positiiviset. Asuntojen (riskiluokka 11) ja kaupalliset kiinteistöt (riskiluokka 12) korrelaatio korkoriskiä vastaan pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,00).

Asuntojen (riskiluokka 11) korrelaatio luottomarginaaliriskiä vastaan (riskiluokat 8–10) vastaan laskee 0,00 ja kaupallisten kiinteistöjen (riskiluokka 12) korrelaatio luottomarginaaliriskiä vastaan pysyy ennallaan 0,00

Asuntojen, toimistojen sekä liikekiinteistöjen lineaariset korrelaatiot luottomarginaaliriskiä vastaan ovat pääosin negatiiviset vuosidatassa ja myös neljännesvuosidatassa korrelaatiot ovat pääosin hieman negatiivisia (taulukot 3.2–3.5). Asuntojen, toimistojen ja liikekiinteistöjen häntäkorrelaatiot luottomarginaaliriskejä vastaan ovat keskimäärin nollan tuntumassa. Myös asuntojen sekä kaupallisten kiinteistöjen korrelaatio luottomarginaaliriskiä vastaan vahvistuu osakemarkkinoiden epävarmuuden kasvaessa vastaavalla tavalla kuin osakkeiden ja kiinteistöjen korrelaatio kuviossa 3.2.

Asuntojen (riskiluokka 11) korrelaatio luottomarginaaliriskiä (riskiluokat 8–10) vastaan lasketaan 0,00 ja kaupallisten kiinteistöjen (12) korrelaatio luottomarginaaliriskiä vastaan pidetään ennallaan 0,00 tasolla.

Taulukko 3.16 Asunnot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Asunnot	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Toimistot	Liiketilat
Nykyiset	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,80	0,80
1991-2024													
Lineaarinen	0,16	-0,16	0,02	0,10	-0,04	0,07	-0,15	-0,32	-0,30	0,14	0,22	0,85	0,76
Spearman	0,15	-0,19	-0,04	-0,02	0,00	0,08	-0,24	-0,25	-0,20	0,15	0,24	0,81	0,64
Tail Dep. fixed	0,06	-0,02	-0,02	0,20	0,08	-0,04	0,02	-0,02	-0,02	-0,52	0,09	0,92	0,89
Implicit CVaR	0,01	-0,05	0,06	0,11	0,05	0,18	-0,17	-0,16	-0,19	-0,24	-0,08	0,87	0,75

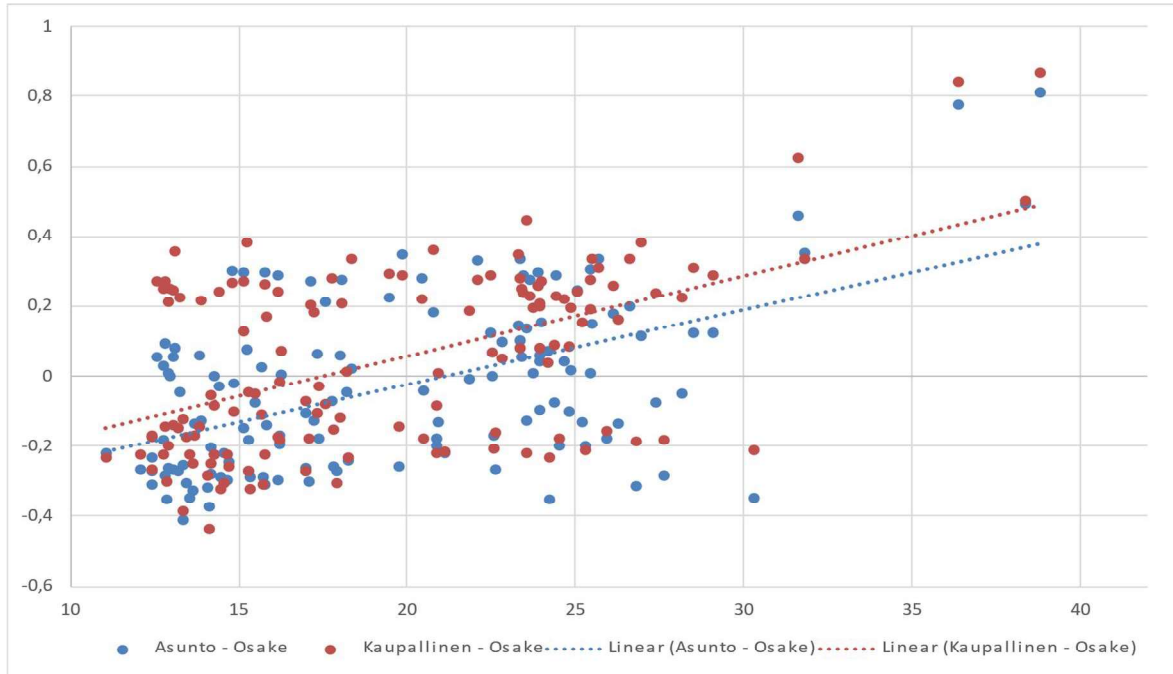
Taulukko 3.17 Toimistot muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Toimistot	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Liiketila
Nykyiset	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80
1991-2024													
Lineaarinen	0,14	-0,30	0,04	0,02	0,04	0,16	-0,19	-0,30	-0,33	0,03	0,07	0,85	0,75
Spearman	0,14	-0,22	-0,01	-0,07	0,10	0,19	-0,30	-0,35	-0,33	0,10	0,01	0,81	0,69
Tail Dep. fixed	-0,23	-0,30	-0,30	0,13	0,11	0,06	-0,25	-0,37	-0,30	-0,68	-0,33	0,92	0,81
Implicit CVaR	-0,01	-0,06	0,14	0,17	0,31	0,41	-0,09	0,00	-0,15	-0,17	-0,02	0,87	0,68

Taulukko 3.18 Liiketilät muita riskiluokkia vastaan (vuosidata)

Liiketilät	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot
Nykyiset	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80
1991-2024													
Lineaarinen	0,10	-0,15	-0,04	0,21	-0,07	0,03	-0,07	-0,21	-0,18	-0,05	0,11	0,76	0,75
Spearman	-0,01	-0,07	-0,17	0,13	-0,03	0,07	0,02	-0,15	-0,15	-0,07	0,10	0,69	0,69
Tail Dep. fixed	0,16	0,12	0,09	0,37	0,00	0,00	0,08	0,05	0,09	-0,41	0,12	0,89	0,81
Implicit CVaR	-0,07	0,11	0,03	0,28	0,11	0,13	0,05	0,11	0,05	-0,12	-0,15	0,75	0,68

Kuvio 3.2 S&P 500 indeksin implisiittinen volatiliiteetti (VIX 12 kuukauden liukuva keskiarvo), Pohjois-Amerikan kvartaalituottojen korrelaatioita kiinteistöjen kvartaalituottoja vastaan (5 vuoden liukuva korrelaatio) vuosina 1990–2024



3.5 Riskiluokka 13 – valuuttariski

Valuutan (riskiluokka 13) korrelaatiot muita riskiluokkia (riskiluokat 1–12, 14) vastaan pysyvät 0,00

Valuuttakorin (katso kappale 2.6) lineaariset korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan ovat nollan tuntumassa sekä vuosidatassa, että kvartaalidatassa (taulukot 3.2–3.4). Valuuttariskin ja muiden riskiluokkien häntäkorrelaatioissa on selvästi suurempaa hajontaa. Valuuttariskin korrelaatioissa stressin kaksi suuntaisuuden takia ⁵ neutraali nollakorrelaatio on järkevin vaihtoehto. Valuuttojen (riskiluokka 13) ja muiden riskiluokkien (1–12, 14) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,00).

⁵ Valuuttariskin riskiarvon laskennassa ei sallita positioiden netottamista eri valuuttapareissa olevien pitkien ja lyhyiden positioiden välillä. Valuuttaparikohtaisesti stressi lasketaan molempiin suuntiin ja saaduista pääomavaateista suurempi jää voimaan. Näin saadut valuuttaparikohtaiset pääomavaateet lasketaan yhteen.

Taulukko 3.19 Valuuttariskin korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan

Valuutta	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Hyödykkeet	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991-2024													
Lineaarinen	0,17	0,14	-0,08	0,04	-0,08	-0,04	-0,11	-0,10	-0,12	-0,15	0,14	0,03	-0,05
Spearman	0,14	-0,08	-0,12	0,00	-0,06	-0,01	-0,27	-0,13	-0,12	-0,11	0,15	0,10	-0,07
Tail Dep. fixed	0,14	-0,52	0,02	-0,16	-0,48	-0,48	-0,28	0,18	0,18	-0,72	-0,52	-0,68	-0,41
Implicit CVaR	0,03	-0,16	0,02	0,00	-0,16	-0,18	-0,31	0,11	0,10	-0,29	-0,24	-0,17	-0,12
1991-2012													
Lineaarinen	0,27	0,27	0,02	0,15	-0,02	-0,04	-0,11	-0,08	-0,09	-0,16	0,07	-0,02	-0,21
Spearman	0,30	0,14	-0,01	0,08	0,06	0,10	-0,22	-0,01	-0,05	-0,15	0,13	0,01	-0,28
Tail Dep. fixed	0,32	-0,50	0,23	-0,28	-0,38	-0,31	-0,28	0,41	0,27	-0,85	-0,66	-0,66	-0,83
Implicit CVaR	0,23	-0,23	0,22	0,15	0,09	-0,06	-0,46	0,01	0,09	-0,11	-0,31	-0,27	-0,48

3.6 Riskiluokka 14 – hyödykeriski

Hyödykkeiden (riskiluokka 14) korrelaatiot muita riskiluokkia (riskiluokat 1–12) vastaan pysyvät 0,00

Hyödykekorin (katso kappale 2.7) lineaariset korrelaatiot osake- ja luottomarginaaliriskejä vastaan ovat positiiviset kuten myös häntäkorrelaatiot. Hyödykeriskin lineaariset korrelaatiot korkoriskiä vastaan ovat negatiiviset. Hyödykeriskin ja kiinteistöjen korrelaatiot ovat nollan tuntumassa.

Valuuttariskin tavoin myös hyödykeriskin korrelaatioissa stressin kaksi suuntaisuuden takia ⁶ neutraali nollakorrelaatio on järkevin vaihtoehto. Hyödykkeiden (riskiluokka 14) ja muiden riskiluokkien (1–12) korrelaatio pidetään valtioneuvoston asetuksen (447/2015) mukaisella tasolla (0,00).

⁶ Hyödykeriskin riskiarvon laskennassa ei sallita positioiden netottamista eri hyödykeluokissa (Energia, Muu kuin energia ja Jalometallit) olevien pitkien ja lyhyiden positioiden välillä. Eri hyödykeluokkien stressi lasketaan molempiin suuntiin ja saaduista pääomavaateista suurempi jää voimaan. Näin saadut hyödykeluokka pääomavaateet lasketaan yhteen.

Taulukko 3.20 Hyödykeriskin korrelaatiot muita riskiluokkia vastaan

Hyödykkeet	Eurooppa	EM	North America	PACIFIC	Korko	Korko10y	AA	BBB	BB tai alle	Valuutta	Asunnot	Toimistot	Liiketilät
Nykyiset	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991-2024													
Lineaarinen	0,28	0,22	0,19	0,37	-0,30	-0,29	0,43	0,44	0,42	-0,17	0,19	0,05	0,10
Spearman	0,26	0,35	0,08	0,24	-0,33	-0,30	0,25	0,28	0,25	-0,13	0,23	0,01	0,12
Tail Dep. fixed	0,50	0,56	0,54	0,41	-0,37	-0,41	0,35	0,43	0,54	-0,72	0,09	-0,33	0,12
Implicit CVaR	0,36	0,67	0,39	0,66	-0,39	-0,29	0,60	0,81	0,68	-0,23	-0,10	0,01	-0,21
1991-2012													
Lineaarinen	0,29	0,19	0,25	0,58	-0,50	-0,45	0,53	0,50	0,44	-0,17	0,17	0,11	0,24
Spearman	0,20	0,34	0,07	0,47	-0,55	-0,47	0,44	0,38	0,23	-0,17	0,09	0,01	0,28
Tail Dep. fixed	0,72	0,74	0,66	0,42	-0,85	-0,85	0,60	0,51	0,42	-0,85	0,32	-0,06	0,32
Implicit CVaR	0,57	0,88	0,62	0,82	-0,64	-0,52	0,78	0,88	0,75	-0,13	-0,02	0,12	0,09

4 Riskiluokkien tappio-olettamat

Riskiluokkien tappio-olettamat on määritelty nykyiselle 97 prosentin luottamustasolle.

Luottamustason laskeminen pienentää riskiluokkien tappio-olettamia.

4.1 Riskiluokat 1–5 – osakkeet

Taulukossa 4.1 näkyy osakeluokkien nykyisen lain mukaan voimassa olevat tappio-olettamat, VaR-riskitasot sekä ehdotukset uusista tappio-olettamista. Aikasarjojen pidentyminen 12-vuodella on laskenut osakeriskiluokkien VaR-lukuja, koska lyhyemmälle aikajaksolle (1990–2012) osui kaksi poikkeuksellisen suurta laskumarkkinaa (teknokupla ja finanssikriisi). Ehdotetut tappio-olettamat perustuvat historiadatan perusteella laskettuihin VaR 0.97 lukuihin.

Noteeraamattomat ja pääomarahaston riskiluokan nykyinen tappio-olettama on asetettu samalla tasolle kuin Euroopan, kehittyneiden markkinoiden riskiluokka. Noteeraamattomat ja pääomarahaston riskiluokan tappio-olettaman ehdotetaan määräytyvän edelleen samalla tavalla, jolloin riskiluokan 5 tappio-olettama on 27 %.



Taulukko 4.1 Osakkeiden nykyinen tappio-olettama, VaR 0.96 ja 0.97 riskiluvut eri aikajaksoilta sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

Osakeriskiluokat 1-5	Nykyinen tappio-olettama	VaR 0.97 (1990-2012)	VaR 0.97 (1990-2024)	Var 0.96 (1990-2024)	Var 0.97 (koko asiakasaja)	Var 0.96 (koko asiakasaja)	Esitys tappio-olettamaksi
Eurooppa, kehittyneet markkinat	32 %	33 %	28 %	26 %	27 %	23 %	27 %
Pohjois-Amerikka, kehittyneet markkinat	30 %	30 %	25 %	23 %	24 %	20 %	25 %
Kehittyvät markkinat	35 %	35 %	26 %	24 %	27 %	23 %	27 %
Aasia ja Tyynimeri, kehittyneet markkinat	33 %	33 %	27 %	23 %	25 %	25 %	27 %
Noteeraamattomat ja pääomarahastot	32 %	18 %	-	-	-	-	27 %

4.2 Riskiluokka 6 – korkoriski

Taulukossa 4.2 näkyy korkoriskin nykyisen lain mukaan voimassa oleva tappio-olettama, VaR-riskitasot sekä ehdotus uudeksi tappio-olettamaksi. Kappaleessa 2.4 on laskettu korkoriskin tappio-olettama kahdella eri tavalla eli kokonaistuottoindeksien suhteellisten muutosten kautta (1990–2012 vs 1990–2024) sekä korkomuutosten kautta. Taulukossa 4.2 ehdotettu tappio-olettama perustuu USA:n yhden vuoden valtionlainan 12 kuukauden liukuvien korkomuutoksen kautta laskettuun riskiin korkojen noususta.

Taulukko 4.2 Korkoriskiluokan nykyinen tappio-olettama, VaR 0.96 ja 0.97 korkojen nousu (USA 1v) eri aikajaksoilta sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

Riskiluokka 6	Nykyinen tappio-olettama	VaR 0.97 (1990-2012)	VaR 0.97 (1990-2024)	Var 0.96 (1990-2024)	Var 0.97 (koko asiakasaja)	Var 0.96 (koko asiakasaja)	Esitys tappio-olettamaksi
Korko	2,0	2,1	2,7	2,6	3,3 %	2,9 %	3,0 %

4.3 Riskiluokat 7–10 – luottomarginaaliriski

Taulukossa 4.3 näkyy luottomarginaaliriskin nykyisen lain mukaan voimassa olevat tappio-olettamat, VaR-riskitasot sekä ehdotus uudeksi tappio-olettamaksi. Kappaleessa 2.5 on laskettu luottomarginaaliriskien tappio-olettamia kahdella eri tavalla eli kokonaistuottoindeksien suhteellisten muutosten kautta (1990–2012 vs 1990–2024) sekä korkomuutosten kautta (1997–2024). Kahdella eri tavalla lasketut tappio-olettamat ovat hyvin saman kaltaisia (katso taulukot 2.13 ja 2.14). Taulukossa 4.3 ehdotettu tappio-olettamat



perustuvat luottomarginaaliriskin 12 kuukauden liukuvien korkomuutoksen kautta laskettuun riskiin korkojen noususta.

Taulukko 4.3 Luottomarginaaliriskien nykyiset tappio-olettamat, VaR 0.96 ja 0.97 riskiluvut eri aikajaksoilta sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

Riskiluokka 8-10	Nykyinen tappio-olettama	VaR 0.97 (1997-2012)	Var 0.97 (1997-2024)	Var 0.96 (1990-2024)	Var 0.97 (koko aikasarja)	Var 0.96 (koko aikasarja)	Esitys tappio-olettamaksi
AAA-AA valtiot	0,0 %	-	-	-	-	-	0,0 %
AAA-AA	1,5 %	1,8 %	1,2 %	1,1 %	-	-	1,0 %
A-BBB	2,5 %	3,1 %	2,1 %	1,7 %	-	-	2,0 %
BB tai alle	5,0 %	4,9 %	3,8 %	3,1 %	-	-	4,0 %

4.4 Riskiluokat 11–12 – kiinteistöriski

Taulukossa 4.4 näkyy kiinteistöriskin nykyisen lain mukaan voimassa olevat tappio-olettamat, VaR-riskitasot sekä ehdotukset uusista tappio-olettamista. VaR-riskilukujen laskennassa on käytetty USA:n NCREIF-dataa (kts. kappale 2.3). Asuinkiinteistöjen osalta on käytetty NCREIF Residential aikasarjaa. Kaupalliset kiinteistöt on saatu yhdistämällä NCREIF Office (60 %) ja NCREIF Retail (40 %) suluissa näkyvien painojen mukaisesti. Toimistoille on annettu isompi paino, sillä työeläkelaitosten keskimääräisessä allokaatiossa toimistoilla on merkittävästi suurempi paino kuin liikekiinteistöillä. USA:n NCREIF-datan perusteella kiinteistöriskin osalta kaupallisten kiinteistöjen VaR-riskiluvut ovat kasvaneet ja asuntojen osalta pienentyneet. Kotimaisen KTI-datan perusteella lasketut VaR-luvut ovat kasvaneet kaikissa kiinteistöluokissa mukaan lukien asunnot.

Kiinteistösijoituksiin liittyy samankaltaista arvostusepävarmuutta kuin listaamattomiin osakesijoituksiin. Listaamattomissa osakkeissa tappio-olettama on johdettu listattujen osakkeiden tappio-olettamasta. Näin ollen myös kiinteistöriskin osalta tappio-olettamien määrittämisessä tulee käyttää erityistä varovaisuutta. Kiinteistöriskiluokkien 11 ja 12 tappio-olettamien ehdotetaan pysyvän nykyisillä tasoilla.

Taulukko 4.4 Kiinteistöriskin nykyiset tappio-olettamat, VaR 0.96 ja 0.97 riskiluvut sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalaryhmä

Riskiluokka 11-12	Nykyinen tappio- olettava	VaR 0.97 (1984-2012)	Var 0.97 (1984-2024)	Var 0.96 (1984-2024)	Var 0.97 (koko aikasarja)	Var 0.96 (koko aikasarja)	Esitys tappio- olettamaksi
Asuinkiinteistöt ja maaomaisuus	9,0 %	8,9 %	7,3 %	7,3 %	-	-	9,0 %
Kaupalliset kiinteistöt	14,0 %	9,7 %	12,6 %	10,5 %	-	-	14,0 %

4.5 Riskiluokka 13 – valuuttariski

Taulukossa 4.5 näkyy valuuttariskin nykyisen lain mukaan voimassa olevat tappio-olettamat, VaR-riskitasot sekä ehdotukset uusista tappio-olettamista.

Valuuttariskin laskennassa käytetty valuuttakori on muodostettu työeläkelaitosten vuoden 2024 lopun valuuttajakauman pohjalta, jossa dollarin paino oli 74 % (taulukko 2.15). Ehdotettu tappio-olettama perustuu historiadatan perusteella laskettuun VaR 0.97 lukuun (1990–2024).

Taulukko 4.5 Valuuttariski nykyinen tappio-olettama, VaR 0.96 ja 0.97 riskiluvut eri aikajaksoilta sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

Riskiluokka 13	Nykyinen tappio- olettava	VaR 0.97 (1990- 2012)	Var 0.97 (1990- 2024)	Var 0.96 (1990- 2024)	Var 0.97 (koko aikasarja)	Var 0.96 (koko aikasarja)	Esitys tappio- olettamaksi
Valuuttariski	14,5 %	14,2 %	13,1 %	12,7 %	17,3 %	15,1 %	13,0 %

4.6 Riskiluokka 14 – hyödykeriski

Taulukossa 4.6 näkyy hyödykeriskin nykyisen lain mukaan voimassa olevat tappio-olettamat, VaR-riskitasot sekä ehdotukset uusista tappio-olettamista.

Riskilaskennassa käytetty hyödykekori on muodostettu neljästä Bloomberg'in laskemasta hyödykeindeksistä (Energy, Grains, Industrial ja Precious Metal). Hyödykekorissa Energy, Grains, Industrial sekä Precious Metal ovat kaikki mukana 25 %:in painolla. Ehdotettu tappio-olettama perustuu historiadatan perusteella laskettuun VaR 0.97 lukuun.

Taulukko 4.6 Hyödykeriskin nykyinen tappio-olettama, VaR 0.96 ja 0.97 riskiluvut sekä esitys uudeksi tappio-olettamaksi

	Riskiluokka 14	Nykyinen tappio-olettama	VaR 0.97 (1990-2012)	Var 0.97 (1990-2024)	Var 0.96 (1990-2024)	Var 0.97 (koko aikasarja)	Var 0.96 (koko aikasarja)	Esitys tappio-olettamaksi
Hyödykeriski		29,0 %	30,4 %	26,4 %	24,1 %	-	-	27,0 %

5 Vakavaraisuusvaateen laskenta

Taulukossa 5.1 näkyy käytetyt tappio-olettamat sekä tuottojen odotusarvot, joita käytetty tämän kappaleen vakavaraisuuslaskelmissa. Tuottovaatimusriskin osalta valuuttariskikorjattu tappio-olettama on 0,303 ja ei valuuttariskikorjattu 0,275.

Taulukko 5.1 Riskiluokkien nykyiset ja uudet parametrit (punaisella)

Riskiluokka	Riskiluokka	Tappio-olettama S_j	Tuoton odotusarvo m_j	Tappio-olettama S_j	Tuoton odotusarvo m_j
1	Osakeriski, Eurooppa	0,320	0,080	0,270	0,090
2	Osakeriski, Pohjois-Amerikka	0,300	0,080	0,250	0,090
3	Osakeriski, muut kehittyneet valtiot	0,330	0,080	0,270	0,090
4	Osakeriski, kehittyvät valtiot	0,350	0,100	0,270	0,090
5	Osakeriski, muut	0,320	0,080	0,270	0,100
6	Korkoriski	0,020	0,033	0,030	0,033
7	Luottomarginaaliriski, AAA-AA valtiot	0,000	0,000	0,000	0,000
8	Luottomarginaaliriski, AAA-AA	0,015	0,005	0,010	0,005
9	Luottomarginaaliriski, A-BBB	0,025	0,010	0,020	0,010
10	Luottomarginaaliriski, BB tai alle	0,050	0,020	0,040	0,025

Eläkeuudistusta valmisteleva
työryhmä/Vakavaraisuusalar ryhmä

11	Kiinteistöriski, asunnot	0,090	0,065	0,090	0,065
12	Kiinteistöriski, kaupalliset	0,140	0,075	0,140	0,070
13	Valuuttariski	0,145	0,000	0,130	0,000
14	Hyödykeriski	0,290	0,015	0,270	0,045
15	Tuottovaatimusriski	0,326	0,070	0,303	0,080
16	Vakuutusriski	0,008	0,000	0,008	0,000
17	Jäännösriski	1,000	0,150	1,000	0,150
18	Muut	*	0,000	*	0,000

Taulukossa 5.2 näkyy riskiluokkien väliset korrelaatiot. Taulukossa punaisilla kirjaimilla näkyvät korrelaatiot, jotka ovat muuttuneet verrattuna voimassa olevaan valtioneuvoston asetukseen (447/2015). taulukossa 5.3 näkyy erikseen tuottovaatimuksen muuttuneet korrelaatiot valuuttakorjattuna ja ei valuuttakorjattuna. Tuottovaatimusriskin parametrit C ja D myös muuttuvat seuraavasti: C -0,008 -> -0,011 ja D 0,004 -> 0,001.

Taulukko 5.2 Riskiluokkien väliset korrelaatiot* (punaisella muuttuneet korrelaatiot)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1: Eurooppa	1,00	0,80	0,70	0,70	0,70	-0,20	0,00	0,60	0,70	0,70	0,20	0,20	0,00	0,00	0,87	0,20	0,00	0,00
2: Pohjois-Amerikka	0,80	1,00	0,70	0,70	0,70	-0,20	0,00	0,60	0,70	0,70	0,20	0,20	0,00	0,00	0,81	0,20	0,00	0,00
3: Aasia ja Tyynimeri	0,70	0,70	1,00	0,70	0,70	-0,20	0,00	0,60	0,70	0,70	0,20	0,20	0,00	0,00	0,82	0,20	0,00	0,00
4: kehittyvät	0,70	0,70	0,70	1,00	0,70	-0,20	0,00	0,60	0,70	0,70	0,20	0,20	0,00	0,00	0,74	0,20	0,00	0,00
5: Muut osakkeet	0,70	0,70	0,70	0,70	1,00	0,00	0,00	0,60	0,70	0,70	0,20	0,20	0,00	0,00	0,78	0,20	0,00	0,00
6: Korkoriski	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	0,00	1,00	0,00	-0,40	-0,40	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,24	0,20	0,00	0,00
7: AAA-AA valtiot	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8: AAA-AA	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	-0,40	0,00	1,00	0,90	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,20	0,00	0,00
9: A-BBB	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,40	0,00	0,90	1,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00
10: BB tai alle	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,40	0,00	0,80	0,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,20	0,00	0,00
11: Asuinkiinteistöt	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,12	0,20	0,00	0,00
12: Kaupalliset kiint.	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,00	0,00	0,00	0,12	0,20	0,00	0,00
13: Valuutta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
14: Hyödykkeet	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15: Tuottovaade	0,87	0,81	0,82	0,74	0,78	-0,24	0,00	0,69	0,80	0,79	0,12	0,12	0,25	0,00	1,00	0,19	0,00	0,00



Eläkeuudistusta valmistelevalle
työryhmä/Vakavaraisuuslaskentaryhmä

16: Vakuutusriski	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,19	1,00	0,00	0,00
17: Jäännösriski	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
18: Muut riskit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

* Valuuttakorjatun laskelman korrelaatioina taulukon 5.2 korrelaatiot ja ei valuuttakorjatussa tuottovaatimusriskin korrelaatiot tulevat taulukon 36 nykyiseltä riviltä

Taulukko 5.3 Tuottovaatimusriskin korrelaatiot valuuttariskikorjattuna ja ilman korjausta

	Riskiluokka	1	2	3	4	13
nykyiset	15	0,89	0,89	0,86	0,86	0,00
valuuttariskikorjatut	15	0,87	0,81	0,82	0,74	0,25

Myös tuottovaatimuksen laskenta kaavoihin on tehty seuraava tekninen korjaus:

Nykyiset riskiluokan (15 kaavat) (V_{15} = riskiarvo, μ_{15} = odotettu tuotto)

$$V_{15} = (k + b + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\mu_{15} = -(k + b + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

Uudet laskentakaavat

$$V_{15} = ((1 - \lambda)(k + b) + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\mu_{15} = -((1 - \lambda)(k + b) + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

Taulukossa 5.4 näkyy työeläkelaitosten vakavaraisuusvaade laskettuna käyttämällä voimassa olevia parametrejä sekä korrelaatiokertoimia, ehdotettuja uusia parametrejä sekä tuottovaatimuksen uusia laskentakaavoja. Ei valuuttakorjatut sekä valuuttakorjatut laskelmat sisältävät myös täydennyskertoimen uuden laskentakaavan, mikä kasvattaa täydennyskerrointa nykyisillä vakavaraisuuksilla. Ei valuuttakorjatussa laskelmassa tuottovaatimusriskin tappio-olettama on 0,275 ja korrelaatiot tuottovaatimusriskin osalta ovat taulukon 36 nykyiset-rivin mukaiset (nykyinen). Valuuttakorjatussa tuottovaatimusriskin tappio-olettama on 0,303 ja korrelaatiot ovat taulukon 5.2 mukaiset.

Taulukko 5.4 Työeläkelaitosten vakavaraisuusvaade nykyisen lainsäädännön mukaan sekä uusilla parametreilla laskettuna 2024/Q4 sekä 2025/Q2

	2024/Q4	Lamda λ 0,2	Lamda λ 0,3	Muutos %
Nykyinen	työeläkelaitokset	25 021 495	21 760 378	-13,0 %
Ei valuuttakorjausta	Uudet param.	20 848 408	17 621 687	-15,5 %
	Muutos %	-16,7 %	-19,0 %	
Valuuttakorjattu	Uudet param.	20 049 680	16 485 568	-17,8 %
	Muutos %	-19,9 %	-24,2 %	
2025/Q2				
Nykyinen	Työeläkelaitokset	24 337 956	21 000 281	-13,7 %
Ei valuuttakorjausta	Uudet param.	20 110 809	16 879 784	-16,1 %
	Muutos %	-17,4 %	-19,6 %	
Valuuttakorjattu	Uudet param.	19 390 439	15 883 990	-18,1 %
	Muutos %	-20,3 %	-24,4 %	

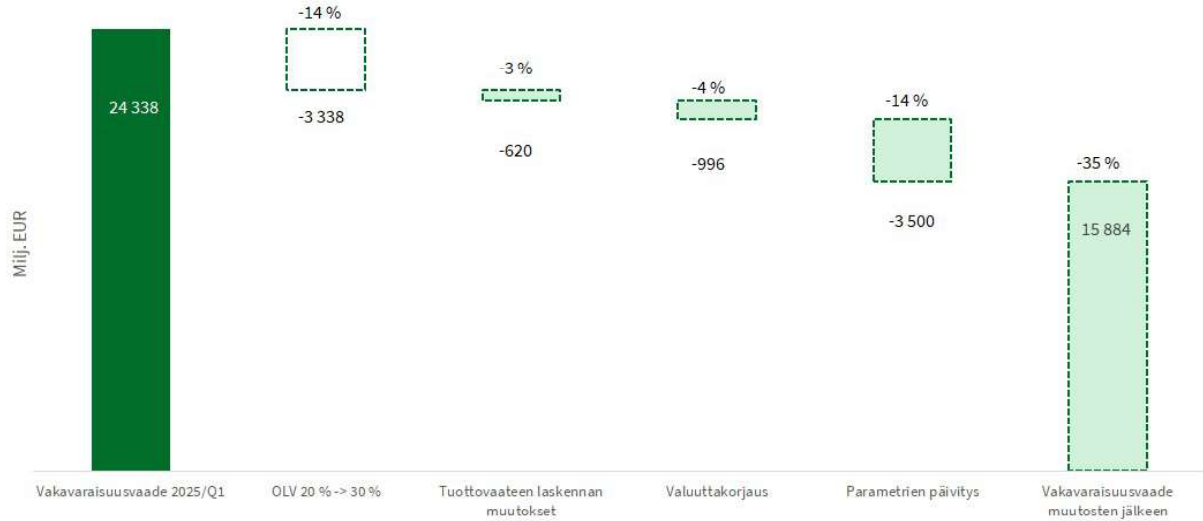
Kuviossa 5.1 näkyy työeläkelaitosten vakavaraisuusvaade 2025/Q2 sekä ehdotettujen muutosten vaikutus vakavaraisuuteen. Merkittävä vaikutus tulee osaketuottosidonnaisen lisävakuutusvastuun (OLV) nostolla 30 %:iin (-13,7 %), kun osakepaino pidetään nykyisellä tasolla (2025/Q4). OLV nostolla tavoitellaan korkeampaa osakepainoa. Vakavaraisuusraja pysyy muuttumattomana, mikäli osakepaino kasvaa 10 %-yksikköä suhteessa vastuuvälkään.

Suurin vaikutus vakavaraisuusrajaan tulee parametrien uudelleen kalibroinnilla (-14,4 %). Tuottovaatimuksen (riskiluokka 15) laskentakaavan muutokset sekä C ja D vakoiden uusien arvojen vaikutus on -3 % ja valuuttakorjauksen -4 %. Kokonaisuudessaan vakavaraisuusvaade laskisi näillä muutoksilla 34,7 % ja ilman OLV muutoksen (20 % -> 30 %) huomiointia noin 21 %. 2024/Q4 allokatioilla työeläkelaitosten vakavaraisuusvaade laskisi noin 34 %.

Eläkeuudistuksen vakavaraisuusryhmä toteutti työeläkelaitoksille QIS-kyselyn syyskuussa, jossa työeläkelaitoksia pyydettiin laskemaan vakavaraisuusraja ajankohdalla Q2/2025 käyttäen uusia laskentakaavoja sekä parametreja. Kyselyyn osallistui 13 työeläkelaitosta (2 ei osallistunut), joiden vakavaraisuusraja kattoi noin 99,9 % koko sektorin vakavaraisuusrajasta. QIS-kyselyn tulosten perusteella työeläkelaitosten vakavaraisuusraja laskisi -34,7 %.



Kuvio 5.1 Työeläkelaitosten vakavaraisuusvaade 2025/Q2 sekä eri muutosten vaikutus vakavaraisuusvaateeseen



6 Liitteet

Omaisuusluokkien pitkän aikavälin tuotto-odotuksista

Velkavivun käsittelystä vakavaraisuuslaskennassa

Tuottovaatimusriski ja tekninen korjaus

Valuuttariskin lisääminen tuottovaatimusriskiin

Tuottovaatimusriskin parametrit C ja D

Kari Vatanen
9.5.2025

MUISTIO

Omaisuusluokkien pitkän aikavälin tuotto-odotuksista

Tässä muistiossa tarkastellaan eri omaisuusluokkien pitkän aikavälin tuotto-odotuksia työeläkelaitosten vakavaraisuuskehikkoa varten. Tarkastelu pohjautuu pääosin neljään kattavaan lähdeeteokseen, jotka käsittelevät odotettuja tuottoja koskevaa akateemista tutkimusta sekä historiallista tuottodataa hyvin laajasti. Antti Ilmasen *Expected Returns* (2011) kuvaa eri omaisuusluokkien tuotto-odotuksia referoiden useita akateemisia tutkimuksia ja *Investing Amid Low Expected Returns* (2022) on siitä päivitetty ja täydennetty versio. Hannu Kahran *Osakemarkkinoiden näkymät ja haasteet eläkesijoittamiselle* (2009) on kattava analyysi osakkeiden tuotto-odotusta käsittelevästä tutkimuksesta. Dimson, Marsh ja Staunton käsittelevät puolestaan osake- ja korkosijoitusten pitkän aikavälin tuottoaikasarjoja teoksessaan *UBS Global Investment Returns Yearbook 2025*. Lisäksi tarkastelussa on käytetty muutamia muita sijoitustuottoja käsitteleviä artikkeleita sekä Bloombergista haettua markkinaindeksidataa.

Muistion yhteenvedossa on tarkastelun pohjalta tehty esitys eri omaisuusluokkien tuotto-odotuksiksi.

1. Osakesijoitusten tuotto-odotus

Osakesijoitusten tulevien tuotto-odotusten arviointiin käytetään kolmenlaisia menetelmiä, jotka ovat

1. toteutuneiden osakemarkkinatuottojen historiallinen tarkastelu
2. taloustieteen teorioihin pohjautuva ennustemalli
3. rahoitusalan ammattilaisille ja akateemisille tutkijoille suunnattu kyselytutkimus

Toteutuneiden osakemarkkinatuottojen historiallisessa tarkastelussa tulevien osaketuottojen ennustamiseen käytetään suoraan historiassa toteutuneiden tuottojen keskiarvoja, jotka kuvaavat historiallisten tuottojakaumien odotusarvoa. Osakemarkkinoiden suuresta volatiliiteetista johtuen historiallisten tuottojen keskiarvoihin liittyy paljon tilastollista epävarmuutta. Epävarmuutta voidaan kuitenkin pienentää käyttämällä tarkasteluun riittävän pitkiä aikasarjoja. Toisaalta pitkiin aikasarjoihin voi sisältyä merkittäviä talouden ja markkinaympäristön rakennemuutoksia, jolloin historialliset keskiarvotuotot eivät välttämättä kuvasta oikein tulevia tuotto-odotuksia.

Taulukko 1: Yhdysvaltojen geometrisia osakemarkkinatuottoja aikaväliltä 1802–2009

Lähde: Ilmanen (2011)

	Nominal Equity Market Return	Real Equity Market Return	Equity Premium vs. Cash (ERPC)	Equity Premium vs. Bond (ERPB)
1802–2009	7.90%	6.33%	na	2.68%
1802–1899	6.00	6.21	na	0.50
1900–1999	10.75	7.47	6.37	5.93
2000–2009	-0.95	-3.38	-3.65	-7.21
1926–2009	9.94	6.70	5.99	4.54
1960–2009	9.52	5.22	3.90	2.38

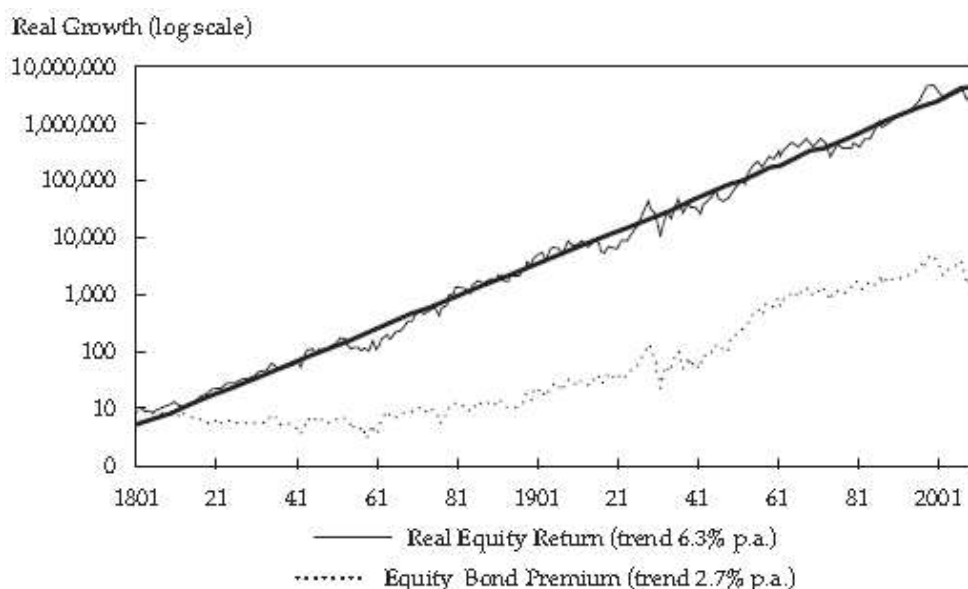
na = not available.

Sources: Arnott and Bernstein (2002), Bloomberg.

Yhdysvaltojen osakemarkkinoilta on saatavissa tuottohistoriaa yli 200 vuoden ajalta, joten osaketuottoja on usein tarkasteltu vain amerikkalaisten osakemarkkinoiden perusteella. Taulukossa 1 on esitetty Yhdysvaltojen osaketuottoja vuosilta 1802–2009 jaoteltuna erilaisiin aikaväleihin. Osakkeiden geometrinen nimellistuottotuotto oli 1800-luvun aina keskimäärin vain 6,0 % eli huomattavasti matalampi kuin 1900-luvun aikana. Sen sijaan matalan inflaation ympäristössä reaalityttö saavutti 1800-luvun aikana lähes saman tason kuin koko yli 200 vuoden aikana. Kuvassa 1 on esitetty Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden keskimääräinen reaalityttö logaritmisella akselilla. Se on ollut suhteellisen tasainen pitkällä, yli 200 vuoden aikavälillä.

Kuva 1: Yhdysvaltojen osakemarkkinoilla keskimääräinen reaalityttö on ollut suhteellisen tasainen yli 200 vuoden ajalta tarkasteltuna.

Lähde: Ilmanen (2011).



Pelkästään Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden historiallisten tuottojen tarkastelu tarjoaa helposti ylöspäin harhaisia ennusteita osakemarkkinatuotoille. Yhdysvaltojen osakemarkkinat ovat menestyneet vertailukelpoisen historiansa aikana keskimäärin muita osakemarkkinoita paremmin, eikä ole syytä

olettaa, että menestys jatkuisi pysyvästi samanlaisena tulevaisuudessakin. Taulukossa 2 tarkastellaan 21 eri maan osaketuottoja aikavälillä 1900–2024. Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden keskimääräistä korkeampi tuotto on vaikuttanut merkittävästi koko maailmaa kuvaavan osakesalkun tuottoon. Keskimääräinen geometrinen reaalituotto eri maissa on vaihdellut välillä 1,0–7,0 % ja nimellistuotto välillä 6,6–13,1 %. Kaikkien 21 maan osakemarkkinoiden keskimääräinen geometrinen reaalituotto oli 4,6 % ja nimellistuotto 9,5 %. Vastaavasti keskimääräinen aritmeettinen reaalituotto on ollut 7,3 % ja nimellistuotto peräti 12,1 %. Myös näitä historiallisia keskiarvotuottoja voidaan pitää ylöspäin harhaisina, sillä ne kuvaavat sellaisia osakemarkkinoita, jotka ovat olleet olemassa ainakin suurimman osan tarkasteltavana olevan 125 vuoden aikana. Selviytymisharhan välttämiseksi tulisi tarkastella myös sellaisia osakemarkkinoita, jotka ovat lakanneet olemasta 1900-luvun aikana.

Taulukko 2: Eri osakemarkkinoiden keskimääräisiä osaketuottoja aikavälillä 1900–2024

Lähde: Dimson, Marsh & Staunton (2025)

Country	Real Equity Return		Inflation	Nominal Equity Return	
	Geometric	Arithmetic		Geometric	Arithmetic
Australia	6,7	8,2	3,7	10,4	11,9
Austria	1,0	5,1	12,1	13,1	17,2
Belgium	2,7	5,3	4,9	7,6	10,2
Canada	5,8	7,1	3,0	8,8	10,1
Denmark	5,7	7,5	3,6	9,3	11,1
Finland	5,3	9,0	6,7	12,0	15,7
France	3,4	5,8	6,6	10,0	12,4
Germany	3,3	7,9	4,5	7,8	12,4
Ireland	4,4	6,9	4,0	8,4	10,9
Italy	2,4	6,2	7,7	10,1	13,9
Japan	4,5	8,8	6,3	10,8	15,1
Netherlands	5,0	7,0	2,9	7,9	9,9
New Zealand	6,1	7,7	3,6	9,7	11,3
Norway	4,4	7,2	3,6	8,0	10,8
Portugal	3,5	8,2	7,0	10,5	15,2
South Africa	7,0	9,0	5,1	12,1	14,1
Spain	3,6	5,7	5,4	9,0	11,1
Sweden	6,0	8,1	3,4	9,4	11,2
Switzerland	4,5	6,3	2,1	6,6	8,3
UK	5,4	7,1	3,5	8,9	10,8
USA	6,6	8,5	2,9	9,5	11,3
Europe	4,1	5,9			
World ex-US	4,3	6,0			
World	5,2	6,7			
Developed markets	5,3	6,8			
Emerging markets	3,7	6,3			

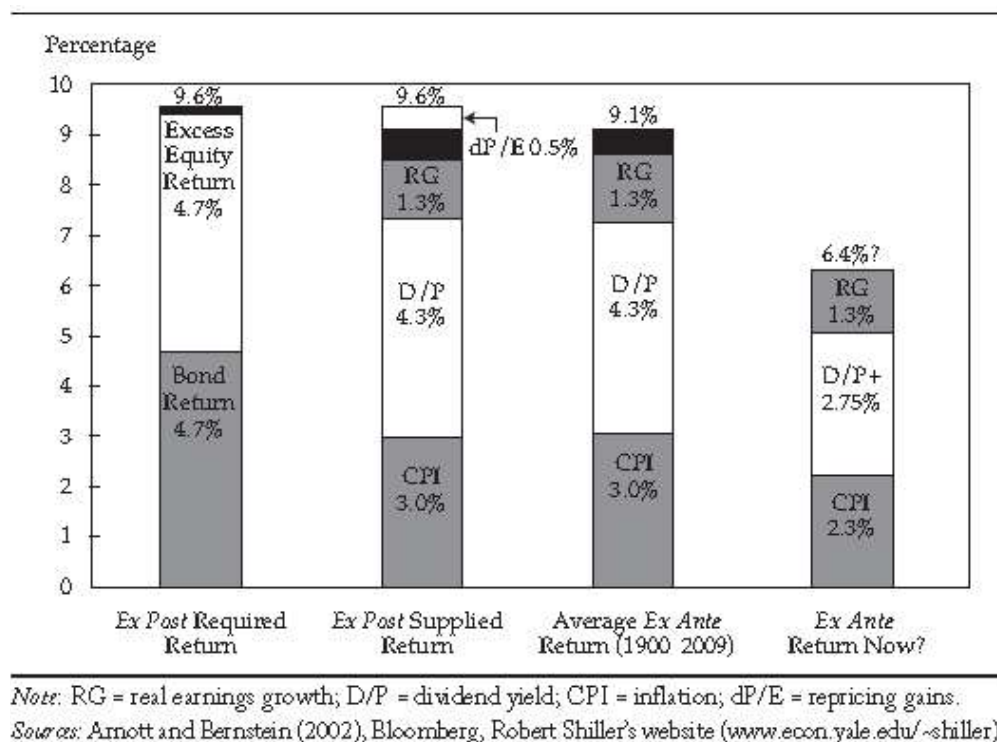
Historiallisten osaketuottojen sijaan osakemarkkinoiden tuotto-odotusta voidaan ennustaa erilaisten taloustieteellisten mallien avulla. Kysyntäpuolen malleissa historiallista osaketuottoa selitetään kulutusperusteisten tuottovaatimusten perusteella. Tarjontapuolen malleissa osaketuottoja selitetään vastaavasti rahoituksen fundamenttimuuttujien, kuten yritystulosten, osinkojen ja arvostustasojen avulla. Eri malleilla on päädytty hyvin erilaisiin tuotto-odotuksiin, joissa pitkän koron ylittävä osakeriskipreemio vaihtelee nollassa aina Gordonin kasvamallilla selitettävään varovaiseen 3,0–3,5 prosentin osakeriskipreemioon (Kahra 2009). Osakemarkkinat ovat kuitenkin tarjonneet historiansa aikana sijoittajille huomattavasti suuremman osakeriskipreemion, jota on

vaikea selittää taloustieteen mallien avulla. Historiallisten osakeriskipreemioiden suuruus (*equity premium puzzle*) on yksi keskeisiä rahoituksen taloustieteen paradokseja.

Kuvassa 2 selitetään Yhdysvaltain vuosina 1900–2009 toteutunutta keskimääräistä osakemarkkina-tuottoa kysyntä- ja tarjontapuolen mallien avulla ja esitetään ennuste osakemarkkinoiden tuleville tuotoille. Kysyntäpuolen mallissa toteutuneita osaketuottoja selitetään pitkien korkosijoitusten tuoton (4,7 %) ja osakeriskipreemion avulla (4,7 %). Pieni ylituotto aiheutuu yhteisvaikutustekijästä edellisten välillä. Tarjontapuolen mallissa osaketuottoja selitetään inflaation (3 %), osinkotuoton (4,3 %), keskimääräisen tulokasvun (1,3 %) ja arvostustason muutoksen (0,5 %) avulla. Tarkastelujaksolla osakkeiden keskimääräinen arvostus P/E-luvulla mitattuna kasvoi tasolta 12,5 tasolle 21,9 aiheuttaen vuositason 0,5 prosentin tuottovaikutuksen. Kuvan kolmannessa pilarissa tarjontapuolen mallista on vähennetty keskimääräisen arvostustason muutoksen vaikutus osakemarkkinatuottoihin. Kuvan neljännessä pilarissa esitetään osaketuottoennuste käyttäen tarjontapuolen mallia sekä eteenpäin katsovia inflaatio-, osinko- ja tulokasvuoletuksia. Inflaatio-oletuksena käytetään pitkän aikavälin konsensusennustetta (2,3 %) Yhdysvaltojen inflaatiolle. Yhdysvaltain osinkotuoton arvioidaan olevan 2,0 %, johon voidaan lisätä osakkeiden takaisinostojen vaikutuksena 0,75 %. Tulokasvun oletetaan pysyvän pitkän aikavälin keskiarvossaan (1,3 %). Tällöin osakkeiden geometriseksi tuotto-odotukseksi saadaan noin 6,4 %, joka vastaa noin 8 % aritmeettista tuotto-odotusta.

Kuva 2: Yhdysvaltojen osaketuotot 1900–2009 selitettynä kysyntä- ja tarjontapuolen malleilla

Lähde: Ilmanen (2011)



Hyvän esimerkin ennustemalleihin ja erityisesti arvostustasoihin pohjautuvan tuottonäkemyksen ongelmallisuudesta tarjoaa Kahran (2009) Eläketurvakeskukselle kirjoittama raportti *Osakemarkkinoiden näkymät ja haasteet eläkesijoittamiselle*. Siinä hän kirjoittaa osakemarkkinoiden riskilisästä eli osakeriskipreemiosta juuri globaalin finanssikriisin jälkeen näin:

Yleisimmät rahoituksen oppikirjat tarjosivat vielä 1990-luvulla riskilisän ennusteeksi 8–9 prosenttia. Konsensusennuste on nyt 3–3,5 prosenttia geometrisena keskiarvona. Vastaava aritmeettinen keskiarvo on 4,5–5 prosenttia, joka on noin puolet oppikirjojen tarjoamista estimaateista. Lyhyen ajanjakson, seuraavan 10 vuoden, ehdollinen riskilisa on lähellä nollaa tai jopa negatiivinen. Tämä johtuu siitä, että yhdysvaltalaisen osakkeiden yliarvostus on 40–50 prosenttia.

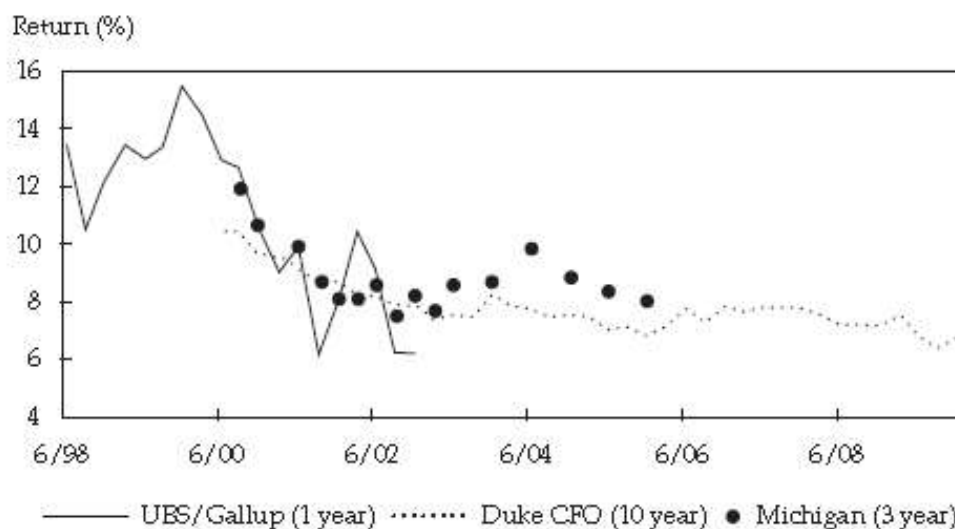
Ennuste ei toteutunut vaan sen sijaan vuosina 2010–2021 osakemarkkinoilla nähtiin yli vuosikymmenen kestänyt markkinanousu Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden vetämänä. Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden tuottokehitys oli yli 15 % vuositasolla ja riskilisa suhteessa korkosijoituksiin moninkertainen suhteessa historiallisiin keskiarvoihin

Kolmas vaihtoehto osakkeiden tuotto-odotusten ennustamiseen on rahoitusalan ammattilaisille ja tutkijoille osoitetut kyselytutkimukset. Ilmasen (2011) mukaan tärkeimmät sijoittajille osoitetut osaketuotto-odotuksia koskevat kyselyt ovat Duke Universityn yritysten talousjohtajille (CFO) neljännesvuosittain tehtävä kysely (2000–), University of Michiganin kuluttajille osoitettu kysely (2000–2006) sekä UBS:n yksityisille sijoittajille osoitettu kysely (1998–2003).

Kuvassa 3 on esitetty kolmen edellä mainitun kyselyn tuloksia. Ennen 2000-luvun alkua osakkeiden tulevat tuotot arvioitiin huomattavan korkeiksi, jopa 1900-luvun aikana toteutuneita historiallisia tuottoja korkeammiksi. 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenenä osakemarkkinoilla koettiin ensin IT-kuplan puhkeaminen ja sen jälkeen globaali finanssikriisi. Niiden myötä osakkeiden tuotto-odotukset ovat laskeneet 2000-luvun alkupuolella maltillisemmalle tasolle asettuen noin 6–7 % tuntumaan.

Kuva 3: Kyselyihin perustuvia osakemarkkinoiden tuotto-odotuksia aikaväliltä 1998–2009

Lähde: Ilmanen (2011)



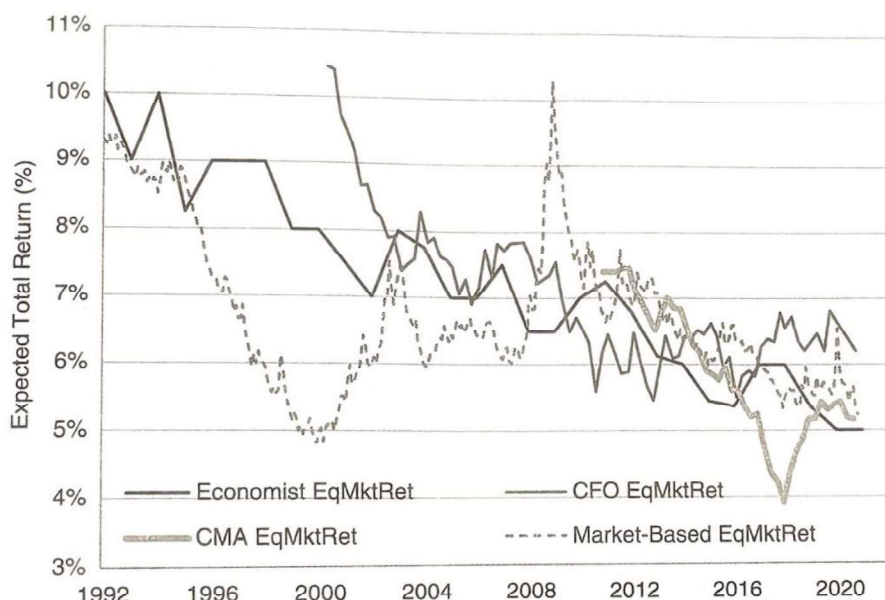
Sources: Vissing-Jorgensen (2003), Graham and Harvey (2010), Amromin and Sharpe (2009).

Kuvassa 4 on esitetty Ilmasen (2022) päivittämä kyselytutkimuksiin perustuva osakemarkkinoiden tuotto-odotus aikaväliltä 1992–2020. Kyselytutkimuksiin pohjautuvat osakemarkkinoiden tuotto-odotukset ovat laskeneet 1990-luvun alusta lähtien samalla, kun markkinakorot ovat tulleet alaspäin.

2010-luvun aikana tuotto-odotukset ovat liikkuneet välillä 5–7 %. Vuonna 2020 markkinakorot olivat historiallisen matalalla tasolla ja koronaviruksesta alkanut inflaation nousu on sen jälkeen saaneet markkinakorot nousemaan korkeammalle. Tällä on todennäköisesti osakemarkkinoiden tulevia tuotto-odotuksia nostava vaikutus.

Kuva 4: Kyselyihin perustuvia osakemarkkinoiden tuotto-odotuksia aikaväliltä 1992–2020

Lähde: Ilmanen (2022)



Edellä on tarkasteltu osakemarkkinoiden tuotto-odotuksia historiallisen aineiston, talusteoreettisten mallien sekä kyselytutkimusten perusteella. Suurin osa osakkeiden tulevia tuotto-odotuksia käsittelevästä tutkimuksesta keskittyy Yhdysvaltojen osakemarkkinoille, mutta historiallista tarkastelua on tehty myös muista kehittyneistä osakemarkkinoista. Eteenpäin katsovat ennusteet osakemarkkinoiden geometrisille tuotoille asettuvat keskimäärin 6,0–6,5 prosentin tasolle, joka vastaa 8 % aritmeettista tuottoa. Se vastaisi 1800-luvun toteutuneita tuottoja Yhdysvaltojen markkinoilla. Sen sijaan 1900-luvulla eri osakemarkkinoiden toteutuneet tuotot ovat olleet selkeästi korkeampia. Aikavälillä 1900–2024 eri osakemarkkinoiden keskimääräinen geometrinen tuotto on ollut yli 9 prosenttia ja aritmeettinen tuotto on ylittänyt selkeästi 10 % tason.

Sekä eteenpäin katsoviin tuottoennusteisiin että eri osakemarkkinoiden toteutuneisiin pitkän aikavälin tuottoihin sisältyy eri suuntaisia harhoja. Osakemarkkinat ovat tarjonneet historiansa aikana taloustieteen ennustemalleja suuremman osakeriskipreemion. Toisaalta pitkiä osakemarkkinatuottoja vääristää selviytymisharha, sillä pitkiä tuottoaikasarjoja on olemassa vain niistä osakemarkkinoista, jotka ovat selviytyneet historian haasteista. Hyvän ja rationaalisen osakemarkkinan pitkän aikavälin tuottoennusteen on syytä olla kompromissi eteenpäin katsovista tuottoennusteista ja toteutuneista pitkän aikavälin tuotoista. Kun yhdistetään eteenpäin katsovat tuottoennusteet ja 125 vuoden keskimääräiset toteutuneet tuotot 21 eri osakemarkkinalta, osakemarkkinoiden tuotto-odotukseksi saadaan vajaat 8 prosenttia geometrisena tuottona, joka vastaa noin 9 prosentin aritmeettista tuottoa.

Kehittyvien osakemarkkinoiden tuotto-odotuksen oletetaan yleensä olevan kehittyneiden osakemarkkinoiden tuotto-odotusta korkeampi. Kehittyvien markkinoiden osakesijoituksissa markkinariski on suurempi ja likviditeetti tyypillisesti kehittyneiden maiden markkinoita heikompi, joten sijoittaja vaatii sijoituksilleen korkeampaa tuotto-odotusta. Toisaalta kehittyneiden markkinoiden osakkeisiin sisältyy keskimäärin suurempia kasvuodotuksia kuin kehittyneiden markkinoiden osakkeisiin. Vuosien 1990–2009 aikana kehittyvät markkinat tuottivat keskimäärin noin 2 prosenttiyksikköä Yhdysvaltojen osakemarkkinoita paremmin, mutta viimeisen 15 vuoden aikana kehittyvien markkinoiden tuottokehitys on jäänyt merkittävästi sekä Yhdysvaltojen että muiden kehittyneiden osakemarkkinoiden tuottokehitystä heikommaksi. Aikavälillä 1990–2024 kehittyvien osakemarkkinoiden tuottokehitys on ollut lähellä kehittyneiden osakemarkkinoiden maailmanindeksin tuottoa ja suurta eroa näiden keskimääräisissä vuosituotoissa ei ole ollut. Taulukossa 2 esitetty kehittyvien markkinoiden aritmeettinen reaalityttö aikaväliltä 1900–2024 on hieman pienempi kuin kehittyneiden markkinoiden reaalityttö ja verrattavissa maailmanindeksin tuottoon ilman Yhdysvaltoja. Pitkän aikavälin tuottodata ei tue oletusta kehittyvien markkinoiden korkeammasta tuotto-odotuksesta, joten pitkän aikavälin tuotto-odotuksen voidaan olettaa olevan sama muiden osakemarkkinoiden tuotto-odotuksen kanssa.

2. Pääomasijoitusten ja kiinteistöjen tuotto-odotus

Pääomasijoitukset kohdistuvat tavallisesti listattuja osakesijoituksia pienempiin yrityksiin ja sijoitusten likviditeetti on heikko johtuen yritysten listaamattomuudesta. Näistä syistä pääomasijoituksiin liittyy sekä kokopreemio että likviditeettipreemio, jotka nostavat sijoitusten tuottovaatimusta listattuihin osakesijoituksiin verrattuna. Taulukossa 3 on kuvattu amerikkalaisten buyout- ja venture capital -rahastojen tuottoa aikaväliltä 1986–2020. Pääomarahastot ovat tuottaneet yli 30 vuoden aikana noin 2–3 prosenttiyksikköä paremmin kuin Yhdysvaltojen pörssilistattu osakemarkkina ja yli 10 % enemmän kuin rahamarkkinasijoitukset. 2010-luvun aikana tuottoero pääomasijoitusten ja Yhdysvaltojen osakemarkkinan välillä kaventui noin 1 %-yksikköön, kun suuret teknologiayhtiöt vetivät osakemarkkinatuottoja ylöspäin (kts. esim. Vatanen 2024). Pääomasijoituksille voidaan varovaisesti arvioidenkin asettaa 1 %-yksikön likviditeettipreemio pitkällä aikavälillä, jolloin tuotto-odotus olisi 1 %-yksikön listattuja osakesijoituksia korkeampi. Tämä tarkoittaisi 10 prosentin aritmeettista tuotto-odotusta.

KTI Kiinteistötieto julkaisee kotimaisten kiinteistömarkkinan tuottodataa segmenteittain vuodesta 2000 lähtien. Kotimaisen kiinteistömarkkinan toteutunut tuotto vuosilta 2000–2024 on ollut kokonaisuudessaan 5,9 %, mutta asuinkiinteistöjen toteutunut tuotto on noussut samana aikana yli 7 prosenttiin. Tuottoluvuissa on mukana kiinteistöjen arvojen merkittävät laskut vuosina 2022–2024. Pidempiä kiinteistöjen tuottoaikasarjoja löytyy kansainvälisiltä kiinteistömarkkinoilta. Taulukossa 3 on kuvattu amerikkalaisten kaupallisten ja asuinkiinteistöjen tuottoa aikaväliltä 1978–2020. Asuinkiinteistöjen tuotto on ylittänyt rahamarkkinatuoton 4,6 prosentilla ja kaupallisten kiinteistöjen tuotto 4,2 prosentilla. Toteutuneen tuottohistorian valossa vakavaraisuusrajan laskennassa käytettävä asuinkiinteistöjen 6,5 prosentin tuotto-odotus vaikuttaa perustellulta, mutta sen sijaan leveroimattomien liikekiinteistöjen 7,5 %:n tuotto-odotus hieman korkealta. Liikekiinteistöjen tuotto-odotusta olisi perusteltua laskea hieman 7,0 prosentin tasolle.

Taulukko 3: Amerikkalaisten pääomasijoitusrahastojen ja kiinteistösijoitusten tuottoja

Lähde: Ilmanen (2022)

	Buyout PE	Venture Capital	Commercial RE	Residential RE
Series	Cambridge US Buyout	Cambridge US VC	NCREIF PMI	US Housing Case-Shiller, DLM
Start date	1986	1986	1978	1978
End date	2020	2020	2020	2020
AM excess/cash	10.45%	12.71%	4.20%	4.60%
GM excess/cash	10.38%	11.49%	4.19%	4.61%
Sharpe ratio (YoY)	0.81	0.28	0.59	0.77
Volatility YoY	13.0%	45.9%	7.1%	6.0%
Max drawdown	-34.4%	-72.6%	-24.7%	-20.0%
Equity mkt correl. YoY	0.75	0.31	0.15	0.24
Autocorrelation Q1	0.34	0.59	0.76	0.62

3. Korkosijoitusten tuotto-odotus

Korkosijoitusten tuotto-odotusta voidaan arvioida osakesijoitusten tapaan joko tarkastelemalla historiallisia pitkän aikavälin korkotuottoja tai ennustamalla tuotto-odotusta taloustieteellisen mallin avulla.

Taulukossa 4 esitetään 21 eri maan keskimääräisiä historiallisia reaalityottoja sekä pitkille korkosijoituksille että rahamarkkinasijoituksille aikaväliltä 1900–2024. Keskimääräisen inflaation pysyessä kohtuullisena pitkien korkosijoitusten aritmeettisen reaalityuoton tyypillinen taso on ollut keskimäärin 2,0–2,5 %. Sen sijaan huomattavan korkeassa inflaatioympäristössä korkosijoitusten reaalityuotot ovat jääneet huomattavasti matalammiksi. Rahamarkkinasijoitusten toteutuneissa reaalityutoissa on enemmän vaihtelua kuin pitkien korkosijoitusten toteutuneissa tuotoissa. Historiallisten reaalityuottojen perusteella rahamarkkinasijoitusten aritmeettisen reaalityuotto-odotuksen voidaan olettaa olevan noin 1 % kohtuullisen inflaation ympäristössä.

Taulukossa 4 esitetään myös pitkiin korkosijoituksiin sisältynyt keskimääräinen maturiteettipremio, joka voidaan tulkita korvaukseksi pitkiin korkosijoituksiin liittyvästä duraatoriskistä. Pitkien korkosijoitusten aritmeettinen maturiteettipremio on ollut tyypillisesti keskimäärin 1,0–1,5 %, kun keskimääräinen inflaatio on pysynyt kohtuullisella tasolla.

Taulukko 4: Eri maiden korkosijoitusten keskimääräisiä reaalityottoja aikavälillä 1900–2024

Lähde: Dimson, Marsh & Staunton (2025)

Country	Real Bond Return		Real Interest Rates		Bond Maturity Premium		Inflation Geometric
	Geometric	Arithmetic	Geometric	Arithmetic	Geometric	Arithmetic	
Australia	1,5	2,4	0,6	0,7	1,0	1,5	3,7
Austria	3,9	4,2	-7,7	-3,9	2,4	9,5	12,1
Belgium	0,1	1,3	-0,5	0,4	0,6	1,1	4,9
Canada	1,9	2,4	1,3	1,4	0,5	0,9	3,0
Denmark	1,9	2,7	1,8	2,0	0,1	0,6	3,6
Finland	-0,2	1,1	-0,6	0,4	0,4	0,6	6,7
France	-0,1	0,9	-2,1	-1,6	2,0	2,4	6,6
Germany*	-1,6	1,0	-2,4	-0,6	0,8	1,4	4,5
Ireland	1,3	2,4	0,5	0,7	0,8	1,5	4,0
Italy	-0,9	0,5	-3,4	-2,4	2,6	3,1	7,7
Japan	-1,0	1,4	-1,8	-0,4	0,9	1,7	6,3
The Netherlands	1,3	1,9	0,3	0,4	1,0	1,4	2,9
New Zealand	1,9	2,3	1,5	1,6	0,3	0,6	3,6
Norway	1,5	2,2	0,9	1,1	0,6	0,9	3,6
Portugal	-1,6	0,1	-1,1	-0,6	-0,5	0,5	7,0
South Africa	1,9	2,4	0,9	1,1	1,0	1,3	5,1
Spain	1,6	2,4	0,1	0,3	1,5	2,1	5,4
Sweden	2,3	3,1	1,5	1,7	0,8	1,2	3,4
Switzerland	2,2	2,6	0,6	0,8	1,5	1,7	2,1
United Kingdom	1,4	2,3	1,0	1,1	0,4	1,0	3,5
United States	1,6	2,1	0,5	0,6	1,1	1,5	2,9
Europe	0,8	2,1			0,3	1,4	
World ex-US	1,4	2,4			0,9	1,7	
World	1,7	2,3			1,2	1,6	
Developed markets	1,4	2,0			0,9	1,4	
Emerging markets	-0,3	1,8			-0,7	1,1	

Taulukossa 5 esitetään Yhdysvaltojen valtionlainojen tuottoja vuosilta 1952–2009 eri maturiteetti-
luokkiin jaoteltuna. Tarkasteluajanjakson alkupuolella korkotasot ovat nousseet merkittävästi aina
1980-luvun alkupuolelle asti. Tarkastelujakson loppupuoli on ollut vastaavasti laskevien korkojen

aikaa. Vuonna 2009 korkotasot olivat lähes samalla tasolla kuin tarkasteluperiodin alussa vuonna 1952, joten tarkastelujakso on kokonaisuudessaan suhteellisen neutraali. Keskimääräinen historiallinen korkotuotto on ollut suhteellisen korkea – erityisesti peilattaessa sitä korkotasoihin globaalin finanssikriisin jälkeen. Pitkien korkosijoitusten maturiteettipreemio suhteessa rahamarkkinasijoituksiin on ollut keskimäärin 1,0–1,5 % tarkasteltavista maturiteettiluokista riippuen.

Taulukko 5: Yhdysvaltojen korkosijoitusten keskimääräisiä tuottoja aikavälillä 1952–2009

Lähde: Ilmanen (2011)

	1 Mo	0–3 Mo	3–6 Mo	6–9 Mo	9–12 Mo	1–3 Yr	3–5 Yr	5–7 Yr	7–10 Yr	10 Yr+
Arithmetic mean	4.81	5.09	5.52	5.76	5.83	6.07	6.42	6.63	6.55	6.61
Geometric mean	4.80	5.08	5.51	5.75	5.81	6.04	6.31	6.47	6.32	6.17
Return volatility	0.82	0.88	1.05	1.31	1.54	2.66	4.45	5.52	6.75	9.16
Mean excess return	0.00	0.28	0.71	0.96	1.02	1.27	1.61	1.82	1.75	1.81
Excess return volatility	0.00	0.18	0.55	0.94	1.24	2.50	4.36	5.45	6.69	9.13
Sharpe ratio	NA	1.55	1.30	1.02	0.82	0.51	0.37	0.33	0.26	0.20
Mean duration (approx.)	0.1	0.1	0.4	0.6	0.8	1.6	3.5	4.8	6.0	10.0

Sources: Bank of America Merrill Lynch, Center for Research in Security Prices, Ibbotson Associates (Morningstar).

Korkotason voidaan olettaa koostuvan summana geometrisesta inflaatio-odotuksesta ja reaalikorosta. Kun oletetaan pitkän aikavälin inflaatioennusteen olevan noin 2 % ja 10 vuoden reaalikoron olevan pitkällä aikavälillä keskimäärin 2 %, niin tällöin 10 vuoden nimelliskorko asettuu keskimäärin noin 4 % tasolle. Reaalikoron voidaan olettaa kuvastavan pitkän aikavälin odotettua talouden reaalis kasvua. Kuvan 2 osaketuottoennusteessa oli käytetty inflaatio-odotuksena pitkän aikavälin konsensus-ennustetta 2,3 %. Tällöin 4 prosentin nimelliskorko saavutettaisiin keskimäärin noin 1,7 % reaalkorko- ja talouskasvuoletuksella.

Korkosijoituksen odotettua tuottoa voidaan yksinkertaistettuna kuvata seuraavalla kaavalla:

$$E[B_T] = E[Y_T] - \text{duraatio} \times E[\Delta Y_T], \quad (1)$$

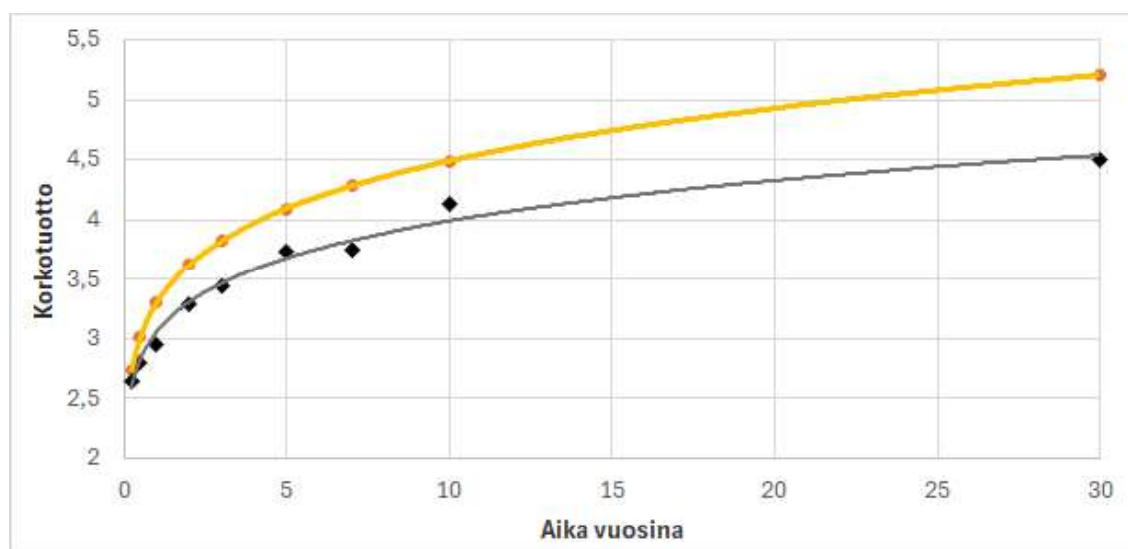
jossa $E[Y_T]$ on T vuoden korkotason odotusarvo ja $E[\Delta Y_T]$ on korkotason muutoksen odotusarvo tarkasteluperiodin aikana.

Oletetaan korkokäyrän odotusarvon pysyvän muuttumattomana ajan yli eli kaikkien maturiteettien korkotason odotusarvo säilyy samana tulevaisuudessa. Tällöin korkotason muutoksen odotusarvo $E[\Delta Y_T]$ koostuu pelkästään korkotason odotusarvon muutoksesta korkosijoituksen maturiteetin lyhentyessä. Jos esimerkiksi 10 vuoden korkotason odotusarvo on 4,0 % ja 9 vuoden korkotason odotusarvo on 3,9 %, niin 10 vuoden korkopaperin korkotason muutoksen odotusarvo vuoden kuluessa on 0,1 %. Ajan kulumisesta johtuvan korkotason muutoksen vaikutusta tuottoon kutsutaan korkosijoituksen *rolling yieldiksi* eli käyrätuotoksi.

Kuvassa 4 on esitetty Yhdysvaltojen valtionlainojen korkotasosta estimoitu korkokäyrän keskimääräinen aikastrukturi (vinoneliöt) aikaväliltä 1977–3/2025. Historiadatasta estimoitu aikastrukturi on sijoitettu kuvaan siten, että siihen sovitettu keskimääräistä korkokäyrää kuvaava ennustefunktio (harmaa käyrä) leikkaa 4 % korkotason 10 vuoden kohdalla.

Ennustetun korkokäyrän mukaiset korkotuotot voidaan laskea kaavan (1) avulla eri maturiteeteille. Näihin korkotuottoennusteisiin voidaan vastaavasti sovittaa ennustefunktio, joka kuvaa odotettua korkotuottoa eri maturiteeteilla. Kuvassa 4 keltainen käyrä kuvaa korkotuottoennusteisiin sovitettua funktiota, jota voidaan käyttää suoraan eri maturiteetin korkotuotto-odotusten kuvaamiseen.

Kuva 4: Ennuste pitkän aikavälin keskimääräiselle korkokäyrälle ja siitä johdetuille korkotuotoille
Datalähde: Bloomberg



Vakavaraisuuskehikossa korkosijoitukset kohdistetaan duraation avulla korkoriskiä kuvaavalle stressiparametrille. Vastaavasti korkosijoitusten tuotto-odotuksen tulisi kuvastaa korkosijoituksen duraatiota, jotta käsittely olisi yhteensopivaa riskiparametrien kanssa. Korkosijoitusten tuotto-odotukselle esitetään käytettäväksi edellä mainitulla tavalla estimoitua kaavaa:

$$E[R_D] = 3,3 \% \times D^{0,134}, \quad (2)$$

jossa D on korkosijoituksen modifioitu (tai efektiivinen) duraatio.

Kaavan (2) mukaan puolen vuoden pituisen rahamarkkinasijoituksen odotettu tuotto on 3,0 % ja 10 vuoden duraation omaavan pitkän korkosijoituksen odotettu tuotto on 4,5 %. Nämä ovat linjassa historiallisten reaalityottojen kanssa, kun oletetaan pitkän aikavälin inflaatio-odotuksen olevan 2 %.

4. Luottoriskin tuotto-odotus

Luottoriskin tuotto-odotusta käsitellään tässä yrityslainojen historiallisten ylituottojen avulla. Pisin yrityslainojen tuottodata on saatavissa Yhdysvaltojen markkinoilta, joten tuotto-odotuksia tarkastellaan käyttäen USD-määraisten yrityslainojen tuottohistoriaa.

Teoreettisesti luottoriskin odotetun tuoton voidaan olettaa koostuvan korkoeron (*credit spread*) odotusarvosta, josta vähennetään odotettujen luottotappioiden vaikutus. Todellisuudessa luottoriski-preemioiden historialliset tuotot ovat jääneet keskimääräisen korkoeron ja toteutuneiden luottotappioiden erotusta matalammiksi. Ilmanen (2011) selittää edellä mainittua toteutuneiden tuottojen pienuutta kolmella tekijällä: 1) korkoeron leventymisestä johtuvat tappiot, 2) indeksien koostumuksen muutoksista johtuvien rebalansointikauppojen aiheuttamat tappiot ja 3) luottotappioista ja luottoluokitusten muutoksista johtuvat tappiot. Vuoteen 2009 päätyvistä aikasarjoistaan Ilmanen (2011) ennustaa *Investment Grade* -tason lainojen luottoriskipreemion odotusarvoksi 0,3–0,4 %, kun keskimääräinen korkoero on ollut noin 1,2–1,3 % eli luottoriskipreemio olisi vain noin 25 % keskimääräisestä korkoerosta.

Uudemmassa päivitetyssä kirjassaan Ilmanen (2022) myöntää aliarvioineensa luottoriskipreemion suuruutta. Uudempi tutkimus on osoittanut toteutuneen luottoriskipreemion olleen suurempi ja kattaneen yli 50 % keskimääräisestä korkoerosta sekä *Investment Grade*- että *High Yield* -tason lainoissa. Taulukossa 6 on esitetty Bloomberg Barclays yrityslainaindeksien historiallisia ylituottoja suhteessa Yhdysvaltojen valtionlainoihin luottoluokituksittain ryhmiteltynä. Korkeamman luottoluokituksen *Investment Grade* -yrityslainoilla pitkän aikavälin luottoriskipreemio on ollut 0,75 % aritmeettisena tuottona. *High Yield* -tason yrityslainoilla toteutunut historiallinen ylituotto on ollut 2,83 % aritmeettisena tuottona.

Taulukko 6: Bloomberg Barclays yrityslainaindeksien ylituottoja valtionlainoihin 1989–2020

Lähde: Ilmanen (2022)

Table 4.3 Credit Performance Statistics, 1989–2020

	Bloomberg Barclays US Corporate Investment Grade	Bloomberg Barclays US Corporate High Yield	Bloomberg Barclays Aaa Corporate	Bloomberg Barclays Aa Corporate	Bloomberg Barclays A Corporate	Bloomberg Barclays Baa Corporate	ICE BofA BB US High Yield	ICE BofA B US High Yield	ICE BofA CCC and Lower US High Yield
Exc.Return GM	0.65%	2.39%	0.17%	0.45%	0.45%	0.84%	2.53%	2.09%	2.95%
Exc.Return AM	0.75%	2.83%	0.21%	0.49%	0.54%	0.99%	2.80%	2.55%	4.06%
Volatility	4.4%	9.5%	2.9%	3.0%	4.2%	5.4%	7.6%	9.7%	15.0%
Info Ratio	0.17	0.30	0.07	0.16	0.13	0.18	0.37	0.26	0.27
Avg Spread	1.32%	5.24%	0.75%	0.85%	1.17%	1.75%	3.48%	5.34%	10.98%
Spd Capture	56%	54%	29%	58%	46%	57%	80%	48%	37%
Skew	-2.1	-1.1	-4.3	-1.7	-2.5	-2.3	-1.6	-1.2	-0.8

Sources: Barclays Capital, Bloomberg. Notes: Returns are over duration-matched Treasuries and OAS spreads likewise. Last three series begin in 1994.

Taulukkoon 7 on laskettu ICE Bank of American Yhdysvaltojen yrityslainaindeksien keskimääräiset toteutuneet luottoriskipreemiot aikaväliltä 1997–2024 käyttäen Bloombergin indeksidataa. Tulokset ovat pääosin samansuuntaisia Ilmanen raportoimien taulukon 6 tulosten kanssa.

Taulukko 7: ICE Bank of American yrityslainaindeksien toteutuneet luottoriskipreemiot 1997–2024

Datalähde: Bloomberg

AAA	AA	A	BBB	BB	B	HY
0,46 %	0,58 %	0,91 %	1,63 %	2,82 %	1,86 %	2,58 %

Edellä kuvatun perusteella ja pohjautuen toteutuneisiin historiallisiin luottoriskipreemioiden tuottoihin vakavaraisuuskehikon luottoriskien tuotto-odotukset esitetään päivitettäväksi taulukon 8 mukaiseksi. Taulukon oletuksia käyttäen *Investment Grade* -luokkien (AAA–AA ja A–BBB) keskimääräinen tuotto-odotus olisi tasapainoilla laskettuna 0,75 %, joka vastaa taulukossa 6 esitettyä pitkän aikavälin luottoriskipreemiota. Myös *High yield* -luokan tuotto-odotus 2,5 % vastaa suuruusluokaltaan taulukoissa 6 ja 7 esitettyjä luottoriskipreemioiden tasoja.

Taulukko 8: Luottoriskipreemioiden tuotto-odotukset

AAA - AA	A - BBB	HY
0,5 %	1,0 %	2,5 %

5. Valuuttojen tuotto-odotus

Vakavaraisuuskehikossa on yksi valuuttariskiä kuvaava faktori, jolle kohdistetaan kaikki kotivaluutasta poikkeavat valuuttapositiot. Eläkelaitosten avoimissa valuuttapositioissa pääpaino on Yhdysvaltain dollarissa sekä muissa kehittyneiden markkinoiden valuutoissa. Tästä syystä tässä keskitytään kehittyneiden markkinoiden valuuttapositioiden tarkasteluun.

Ostovoimapariteettiteorian mukaan tuotteiden reaalihinnan tulisi olla sama kaikissa maissa. Mikäli tuotteiden reaalihintaa poikkeaa toisistaan eri maissa, niin valuuttakurssimuutosten tulisi tasata tämä hintojen erotus ajan kuluessa. Suhteellisen ostovoimapariteetin mukaan valuuttakurssimuutoksen tulisi kuvastaa inflaatioeroa kahden valuutta-alueen välillä. Tällöin odotusarvo tulevalle valuuttakurssille $E[S_1]$ voidaan määrittää vieraan valuutan ja kotivaluutan inflaatio-odotusten avulla:

$$E[S_1]/S_0 = (1 + E[Infl.(vieras valuutta)]) / (1 + E[Infl.(kotivaluutta)]) \quad (3)$$

Oletetaan, että nimelliskorko R voidaan muodostaa Fisherin relaation mukaan reaalikorosta ja inflaatio-odotuksesta. Jos reaalikoron oletetaan vielä olevan keskimäärin sama kaikilla valuutta-alueilla, niin suhteellisesta ostovoimapariteetista voidaan johtaa avoin korkopariteetti:

$$E[S_1]/S_0 = (1 + R(\text{vieras valuutta})) / (1 + R(\text{kotivaluutta})) \quad (4)$$

Kaavan 4 mukaan odotetun valuuttakurssimuutoksen tulisi kuvastaa eri valuutta-alueiden korkoeroa siten, että korkeamman koron valuutta heikkenee ja matalamman koron valuutta vahvistuu. Sijoitusmarkkinoilla relatio on kuitenkin usein käänteinen, kun kassavirrat hakeutuvat korkeamman korkotason valuuttaan nostaten valuutan arvoa.

Suhteellisen ostovoimapariteetin ja avoimen korkopariteetin mukaan valuuttojen pitkän aikavälin tuotto-odotus riippuu eri valuutta-alueiden keskimääräisistä inflaatioeroista ja korkoeroista. Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä sekä inflaatio että korkotaso voivat poiketa merkittävästi eri maiden välillä aiheuttaen voimakkaita muutoksia valuuttakursseihin. Sen sijaan pitkällä aikavälillä kehittyneiden markkinoiden keskimääräisen inflaatio-odotuksen ja korkotason voidaan olettaa olevan suurin piirtein samalla tasolla eri valuutta-alueilla. Tällöin odotusarvo kehittyneiden markkinoiden valuuttatuotoille on pitkällä aikavälillä nolla.

Kehittyvillä markkinoilla valuutan arvonmuutoksiin vaikuttavat edellä mainittujen tekijöiden lisäksi maan talouskasvuodotukset sekä sijoittajien riskinottohalukkuus mm. valuutta-carry -strategioiden kautta. Tällöin vieraan valuutan pitkänkin aikavälin tuotto-odotus voi olla merkitsevästi positiivinen. Tässä yhteydessä kaikkien valuuttojen tuotto-odotukset kuitenkin oletetaan nolaksi.

6. Hyödykesijoitusten tuotto-odotus

Hyödykkeisiin sijoitetaan yleensä välillisesti johdannaisinstrumenttien kautta. Hyödykerahastoissa vakuutena oleva käteisomaisuus sijoitetaan lyhyisiin korkosijoituksiin, jolloin käteisomaisuudelle saadaan rahamarkkinatuottoa. Hyödykejohdannaisten tuotto puolestaan koostuu kohde-etuutena olevan hyödykkeen hinnanmuutoksesta sekä futuurien aikarakenteen mukaisesta carry-tuotosta. Hyödykesijoituksen tuotto-odotus koostuu siis seuraavista elementeistä:

$$E[r] = \text{rahamarkkinatuotto} + \text{hyödykkeen hinnan muutos} + \text{hyödykekäyrän carry-tuotto} \quad (5)$$

Taulukossa 9 esitetään yksittäisten hyödykkeiden ja hyödykefutuurien tuottoaikasarjoista tasapainoin laskettua hyödykesalkun tuottoa aikaväliltä 7/1959–12/2004. Staattisen hyödykekorin rebalansoimaton tuotto on ollut samaa suuruusluokkaa inflaation kanssa. Sen sijaan hyödykekorin säännöllinen rebalansointi on parantanut merkittävästi tuottoa. Hyödykefutuurien tuotto on ylittänyt selvästi kohde-etuutena olevien hyödykkeiden tuoton.

Taulukossa 10 on kuvattu 3 eri hyödykeindeksin tuotot sekä osake- ja korkoindexien tuottoja aikaväliltä 1991–5/2004. Hyödykeindeksien historiallinen tuotto on riippunut voimakkaasti käytetyn hyödykekorin painotuksesta. Vahvemmin energiaa painottaneet hyödykeindeksit ovat tuottaneet tasapainotettua CRB-indeksiä paremmin energian vahvan hinnan nousun ja futuurien laskevan aikastruktuurin vuoksi. Tarkastellulla aikavälillä hyödykeindeksien historiallinen tuotto on asettunut keskimäärin pitkien korkosijoitusten tuoton tasolle.

Taulukko 9: Hyödyketuottoja 7/1959–12/2004

Lähde: Gorton & Rouwenhorst (2006)

Index	Monthly Rebalancing	Annual Rebalancing	Buy and Hold
<i>Arithmetic return</i>			
Futures	10.69%	11.97%	11.46%
Spot	8.42	7.51	4.64
Inflation	4.14	—	—
<i>Geometric return</i>			
Futures	9.98%	11.18%	10.31%
Spot	7.66	6.66	3.47
Inflation	4.13	—	—

Taulukko 10: Tuottoja 1991–5/2004

Lähde: Erb & Harvey (2006)

Index	Compound Total Return	Standard Deviation
GSCI	6.81%	17.53%
DJ-AIGCI	7.83	11.71
CRB	3.64	8.30
Wilshire 5000	11.60	14.77
EAFE	5.68	15.53
Lehman Aggregate	7.53	3.92

Taulukossa 11 on kuvattu hyödykesektoreiden ja yksittäisten hyödykefutuurien tuottoja aikaväliltä 12/1982–5/2004. Energiahyödykkeet ja teollisuusmetallit ovat generoineet positiivista tuottoa siinä missä maataloushyödykkeiden ja jalometallien tuotto on ollut negatiivista. Rebalansoimattoman tasapainotetun hyödykekorin tuotto on ollut lievästi positiivinen ja säännöllinen rebalansointi on nostanut ylituoton 1,5 % tasolle.

Taulukon 11 oikeanpuoleisessa osassa on hajotettu yksittäisten hyödykefutuurien tuotto hyödykkeen hinnan muutoksen vaikutukseen ja hyödykekäyrästä johtuvan carry-tuottoon. Kohde-etuutena olevien hyödykkeiden hinnanmuutos on ollut keskimäärin hieman positiivinen. Hyödykefutuurien aikarakenteesta johtuva carry-tuotto on sen sijaan ollut selkeästi negatiivinen tarkasteluperiodin

aikana. Vahvasti energiapainotteisessa GSCI-hyödykeindeksissä molemmat komponentit ovat positiivisia.

Taulukko 11: Hyödykefutuuriin tuotot ja tuottoihin vaikuttaneet tekijät 12/1982–5/2004

Lähde: Erb & Harvey (2006)

Index/Sector/ Commodity/ Portfolio	Geometric Mean	Arithmetic Mean	Standard Deviation	Commodity	Excess Return	Spot Return	Roll Return
GSCI	4.49%	5.81%	16.97%	Corn	-5.63%	1.57%	-7.19%
Sectors				Wheat	-5.39	0.57	-5.96
Nonenergy	-0.12	0.36	9.87	Silver	-8.09	-2.54	-5.55
Energy	7.06	11.52	31.23	Coffee	-6.36	-1.24	-5.12
Livestock	2.45	3.48	14.51	Gold	-5.68	-0.79	-4.90
Agriculture	-3.13	-2.15	14.35	Sugar	-3.12	0.30	-3.42
Industrial metals	4.00	6.41	22.82	Hogs	-2.75	0.26	-3.01
Precious metals	-5.42	-4.46	14.88	Soybeans	-0.35	1.80	-2.15
Commodity				Cotton	0.10	-0.62	0.72
Heating oil	5.53	10.51	32.55	Copper	6.17	3.28	2.89
Live cattle	5.07	5.94	13.98	Cattle	5.07	1.97	3.10
Live hogs	-2.75	0.17	24.21	Heating oil	5.53	0.93	4.60
Wheat	-5.39	-3.32	21.05	Average of 12 commodities	-1.71	0.46	-2.17
Corn	-5.63	-3.32	22.65	Positive roll return average	4.22	1.39	2.83
Soybeans	-0.35	1.92	21.49	Negative roll return average	-4.67	-0.01	-4.66
Sugar	-3.12	3.69	38.65	GSCI	4.49	1.89	2.59
Coffee	-6.36	0.85	39.69	Note: Compound annualized excess return: intercept = 0.89 percent; intercept <i>t</i> -statistic = 1.84; roll coefficient = 1.20; roll <i>t</i> -statistic = 10.97; adjusted <i>R</i> ² = 91.57 percent.			
Cotton	0.10	2.60	22.64				
Gold	-5.68	-4.81	14.36				
Silver	-8.09	-5.30	25.03				
Copper	6.17	9.15	25.69				
Portfolios							
Initially EW; buy-and-hold	0.70	1.26	10.61				
EW rebalanced	1.01	1.51	10.05				
Average of 12 commodities	-1.71	1.51	25.16				
Lehman Aggregate	3.45	3.50	4.65				
S&P 500	7.35	8.30	15.30				
EAFE	5.84	7.18	17.29				

Hyödykesijoitusten tuotto-odotuksen muodostamista varten tarvitaan oletukset hyödykkeiden hintojen keskimääräisestä muutoksesta sekä hyödykefutuuriin aikarakenteen vaikutuksesta tuottoihin. Taulukossa 9 esitettiin, että tasapainotetun hyödykekorin hintojen muutos on vastannut inflaatiota. Sen sijaan hyödykekorin säännöllinen rebalansointi on kasvattanut korin keskimääräistä tuottoa. Taulukossa 11 esitettiin, että hyödykefutuuriin keskimääräinen geometrinen tuotto on ollut negatiivinen ja tämän on aiheuttanut futuuriin aikarakenteesta johtuva enimmäkseen negatiivinen carry-tuotto. Sen sijaan tasapainotetun hyödykekorin rebalansoitu tuotto on ollut selvästi positiivinen. Rebalansoinnin vaikutus geometriseen tuottoon on ollut peräti 2,72 % (Erb & Harvey 2006).

Tasapainotetun hyödykekorin tuotto-odotuksen pohjalla voidaan käyttää kappaleessa 2 mainittua 3 % tuotto-odotusta rahamarkkinasijoituksille. Hyödykkeiden hintojen voidaan odottaa muuttuvan hieman kappaleessa 1 mainittua pitkän aikavälin inflaation konsensusennustetta vähemmän eli noin 2 %. Hyödykekorin säännöllinen rebalansointi kasvattaa tuotto-odotusta noin 2 %-yksiköllä, mutta hyödykefutuuriin aikarakenteesta johtuva negatiivinen carry-tuotto syö tästä tuotto-odotuksesta noin 2,5 %. Tällöin hyödykesijoitusten rahamarkkinatuoton ylittävä tuotto on noin 1,5 %, mikä vastaa taulukossa 11 esitettyä aritmeettista ylituottoa säännöllisesti rebalansoidulle hyödykekorille. Kokonaisuudessaan hyödykesijoitusten tuotto-odotus olisi siten 4,5 %, joka vastaa pitkien korkosijoitusten tuotto-odotusta.

Ilmanen (2022) kuvaa hyödykkeiden pitkän aikavälin ylituoton olleen 3–5 % vuodessa noin 150 vuoden aikaväliltä. Taulukossa 12 on kuvattu eri hyödykeindeksien tuottoja 50 vuoden ajalta vuosilta 1970–2020. Hyödykkeiden hintojen muutos on ollut geometrisena 1,8–6,9 % hyödykesektorista riippuen. Sen sijaan hyödykkeiden aikarakenteesta johtuva carry-tuotto on ollut kaikille indekseille negatiivinen. Hajautetun Bloomberg hyödykeindeksin (BCOM) aritmeettinen ylituotto suhteessa rahamarkkinatuottoon on ollut 4,5 %, mutta vaihdellut merkittävästi eri hyödykesektori-indekseille. Tämän datan perusteella hyödykkeille asetettu 1,5 prosentin ylituotto-odotus suhteessa rahamarkkinasijoituksiin on hyvin maltillinen.

Taulukko 12: Hyödykeindeksien tuottoja 1970–2020

Lähde: Ilmanen (2022)

Table 4.5 Commodity Index Performance, 1970–2020

	AQR eq.wtd. Combo	Bloomberg Commodity Index	S&P GSCI Index	S&P GSCI Energy	S&P GSCI Precious Metals	S&P GSCI Industrial Metals	S&P GSCI Agriculture	S&P GSCI Livestock
Exc. Ret GM	3.9%	3.2%	1.2%	-0.6%	1.7%	1.5%	-1.8%	0.5%
Spot Ret GM	7.1%	6.3%	2.9%	1.8%	6.9%	3.1%	2.7%	2.1%
Roll Ret GM	-2.4%	-3.1%	-1.7%	-2.5%	-4.9%	-1.6%	-4.6%	-2.1%
Exc. Ret AM	5.0%	4.5%	3.3%	4.7%	4.0%	4.0%	0.2%	2.0%
Volatility	15.8%	16.7%	20.3%	32.2%	21.9%	23.0%	20.2%	17.4%
Sharpe	0.32	0.27	0.16	0.14	0.18	0.18	0.01	0.12

Sources: AQR, Bloomberg, Standard&Poor's. Notes: Three subsector indices begin after 1970: Energy in 1983, Precious Metals in 1973, and Industrial Metals in 1977.

7. Esitys vakavaraisuuslaskennan tuotto-odotuksiksi

Alla olevassa taulukossa on yhteenveto edellä käsiteltyjen omaisuusluokkien tuotto-odotuksista.

	Tuotto-odotus
Kehittyneiden markkinoiden osakkeet	9,0 %
Kehittyvien markkinoiden osakkeet	9,0 %
Pääomasijoitukset	10,0 %
Rahamarkkinasijoitukset	3,0 %
Pitkät korkosijoitukset	4,5 %
AAA-AA -luottoriski	0,5 %
A-BBB -luottoriski	1,0 %
HY-luottoriski	2,5 %
Asuinkiinteistöt	6,5 %
Liikekiinteistöt	7,0 %
Valuutta	0,0 %
Hyödykesijoitukset	4,5 %

Korkosijoitusten tuotto-odotuksen määrittelyyn esitetään käytettäväksi luvussa 3 estimoitua kaavaa

$$E[R_D] = 3,3 \% \times D^{0,134},$$

jossa D on korkosijoituksen modifioitu (tai efektiivinen) duraatio.

Lähteitä

Arnott, Robert D. and Peter L. Bernstein (2002), "What Risk Premium Is "Normal"?", *Financial Analysts Journal*, 58(2):64–85, March/April 2002.

Campbell, John Y., Peter A. Diamond, and John B. Shoven (2001), "Estimating the Real Rate of Return on Stocks Over the Long Term", Presented to the Social Security Advisory Board, August 2001.

Conroy, Robert M. and Robert S. Harris (2007), "How Good are Private Equity Returns", *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 19, No. 3.

Dimson, Elroy, Paul Marsh, and Mike Staunton (2025), *UBS Global Investment Returns Yearbook 2025*, UBS Global Research.

Erb, Claude B. and Campbell R. Harvey (2006), "The Strategic and Tactical Value of Commodity Futures", *Financial Analysts Journal*, March/April 2006, Vol. 62, No. 2: 69-97.

Gorton, Gary and K. Geert Rouwenhorst (2006), "Facts and Fantasies about Commodity Futures", *Financial Analysts Journal*, March/April 2006, Vol. 62, No. 2: 47-68.

Ilmanen, Antti (2011), *Expected Returns, An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, John Wiley & Sons, Ltd.

Ilmanen, Antti (2022), *Investing Amid Low Expected Returns, Making the Most When Markets Offer the Least*, John Wiley & Sons, Ltd.

Kahra, Hannu (2009), *Osakemarkkinoiden näkymät ja haasteet eläkesijoittamiselle*, Eläketurvakeskuksen raportteja 2009:3.

Vatanen, Kari (2024), "Diversification and Asset Allocation in the Post-COVID Era", *The Journal of Portfolio Management* 50 (10): 42–55.

Kari Vatanen
13.8.2025

MUISTIO

Velkavivun käsittelystä vakavaraisuuslaskennassa

Tässä muistiossa tarkastellaan velkavivun käsittelyä vakavaraisuusrajan laskennassa työeläkelaitosten vakavaraisuuskehikkoa varten. Velkavivun käsittely on erilaista emoyhtiön takaamissa suorissa sijoituksissa verrattuna välillisiin sijoituksiin, joissa sijoittajan tappioriski rajoittuu ainoastaan sijoitettuun omaan pääomaan. Tässä muistiossa tarkastellaan ensin velkavivun käyttöä välillisissä sijoituksissa, kuten rahastoissa, osakkuusyhtiöissä sekä tytäryhtiöissä, joiden velkoihin emoyhtiö ei ole antanut takausta. Tämän jälkeen kappaleessa 2. käsitellään erikseen velkavivun käyttöä suorissa sijoituksissa, joissa velalle on annettu emoyhtiön takaus. Lopuksi yhteenvedossa esitetään suositus velkavivun käsittelyyn sekä välillisissä sijoituksissa että sellaisissa suorissa sijoituksissa, joiden velalle on annettu emoyhtiön takaus.

1. Velkavivun käsittely välillisissä sijoituksissa

Välillisissä sijoituksissa lähtökohtana on, että tappiot voivat enimmillään kohdistua sijoitettuun omaan pääomaan, eikä velkavivun käyttö synnytä sijoittajalle lisävelvoitteita oman pääoman menettämisen riskin lisäksi. Tällaisia sijoituksia ovat muun muassa erilliset rahastot, osakkuusyhtiöt sekä tytäryhtiöt, joiden veloille ei ole annettu emoyhtiön takausta.

Välillisen sijoituksen velkavivun huomiointiin tuotto-odotuksen ja pääomavaateen laskennassa esitetään kahta vaihtoehtoista kaavaa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa oletetaan velan koron pysyvän muuttumattomana velkavivun kasvaessa. Toisessa vaihtoehdossa oletetaan velan koron nousevan lineaarisesti kohti vivutuksen kohteena olevan omaisuusluokan tuotto-odotusta, kun velkavivun määrän kasvaa. Lopuksi havainnollistetaan, miten pääomavaateen laskentakaavaa voidaan yksinkertaistaa lineaarisen approksimaation avulla. Kyseinen menettely vastaa voimassa olevan lainsäädännön mukaista tapaa huomioida velkavivun vaikutus vakavaraisuusrajan laskennassa.

1.1 Välillisen velkavivutetun sijoituksen tuotto-odotus

Määritellään velkavipu L seuraavasti:

$$L = \frac{D}{D + E}.$$

Kaavassa D on sijoituksen velkapääoma ja E oma pääoma. L kuvaa velkapääoman osuutta koko pääomasta.

Velalle maksetaan vuosittain korko r . Kun oletetaan, että sijoituksen tuotto vuoden aikana on R_0 , saadaan oman pääoman tuotoksi:

$$R_E = \frac{(E+D)R_0 - Dr}{E} = R_0 + \frac{D}{E}(R_0 - r) = R_0 + \frac{L}{1-L}(R_0 - r). \quad (1)$$

Jos oletetaan lisäksi, että velan korko kasvaa lineaarisesti velkavivun kasvaessa alkaen x :stä ja päättyen R_0 :aan 100 % velkapääomalla. Tällöin $r = L(R_0 - x) + x$ ja

$$R_E = R_0 + \frac{L}{1-L}(R_0 - L(R_0 - x) - x) = R_0 + \frac{L}{1-L}(1-L)(R_0 - x).$$

Mistä edelleen:

$$R_E = R_0 + L(R_0 - x). \quad (2)$$

Merkitään vivutuksen kohteena olevan sijoituksen oletettua tuottoa μ :llä. Koska yllä johdetut oman pääoman tuottokaavat ovat sijoituksen tuoton lineaarisia funktioita, saadaan niiden avulla suoraan laskettua oman pääoman odotettu tuotto. Käyttäen kaavaa (1):

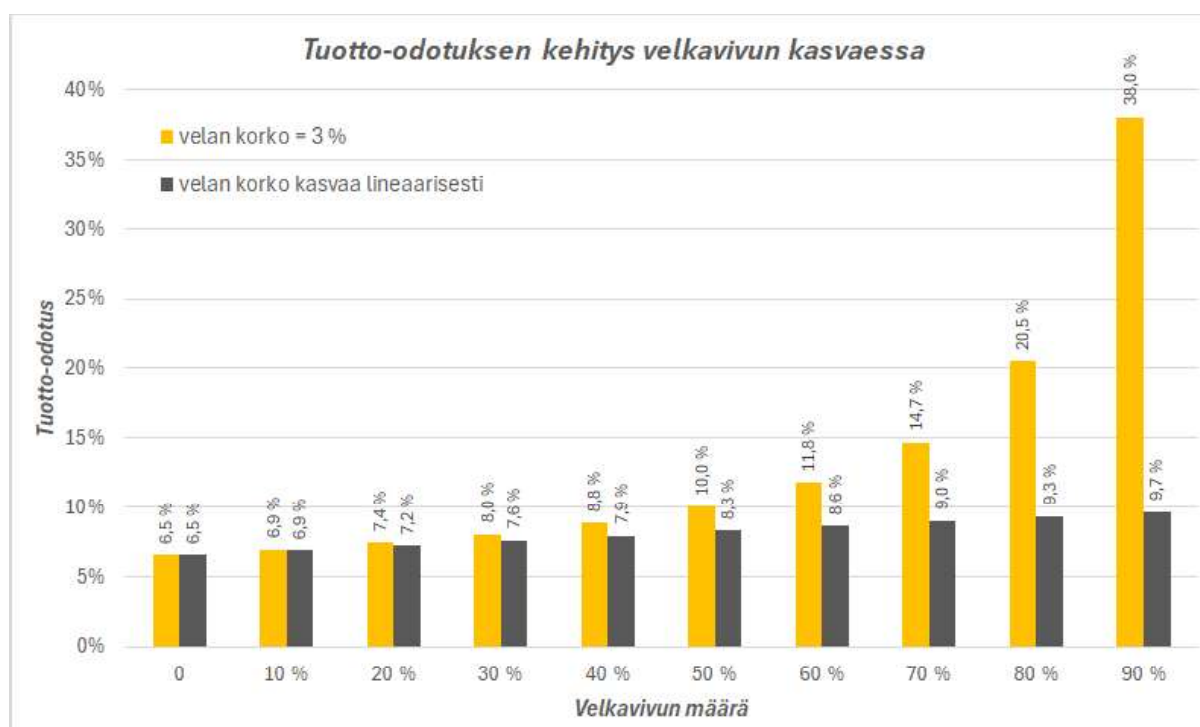
$$E(R_E) = \mu + \frac{L}{1-L}(\mu - r). \quad (3)$$

Jos lisäksi oletetaan, että lainan korko lähestyy μ :tä leveraatiokertoimen lähestyessä ykköstä, oman pääoman tuotto kaavan (2) mukaan on:

$$E(R_E) = \mu + L(\mu - x). \quad (4)$$

Kuvassa 1 on esitetty velkavivutetun sijoituksen tuotto-odotuksen kehitys velkavivun kasvaessa, kun oletetaan vivuttamattoman sijoituksen tuotto-odotukseksi 6,5 % (vastaa asuinkiinteistöjen tuotto-odotusta vakavaraisuuskehikossa). Tuotto-odotus on laskettu kaavan (3) mukaisesti olettaen velalle kiinteä 3 %:n korko ja kaavan (4) mukaisesti olettaen velan koron nousevan lineaarisesti velkavivun kasvaessa ja alkaen tasolta 3 %.

Kuva 1: tuotto-odotuksen kehitys velkavivun kasvaessa



1.2 Välillisen velkavivutetun sijoituksen stressiparametri (VaR)

Oletetaan, että sijoituksen markkinastressiparametri eli prosentuaalinen Value-at-Risk -luku on V_0 . Tämä tarkoittaa, että sijoituksen tuotto-prosentti stressitilanteessa on $-V_0$. Kaavasta (1) saadaan:

$$R_E = -V_E = -V_0 + \frac{L}{1-L}(-V_0 - r),$$

mistä voidaan ratkaista oman pääoman stressi V_E

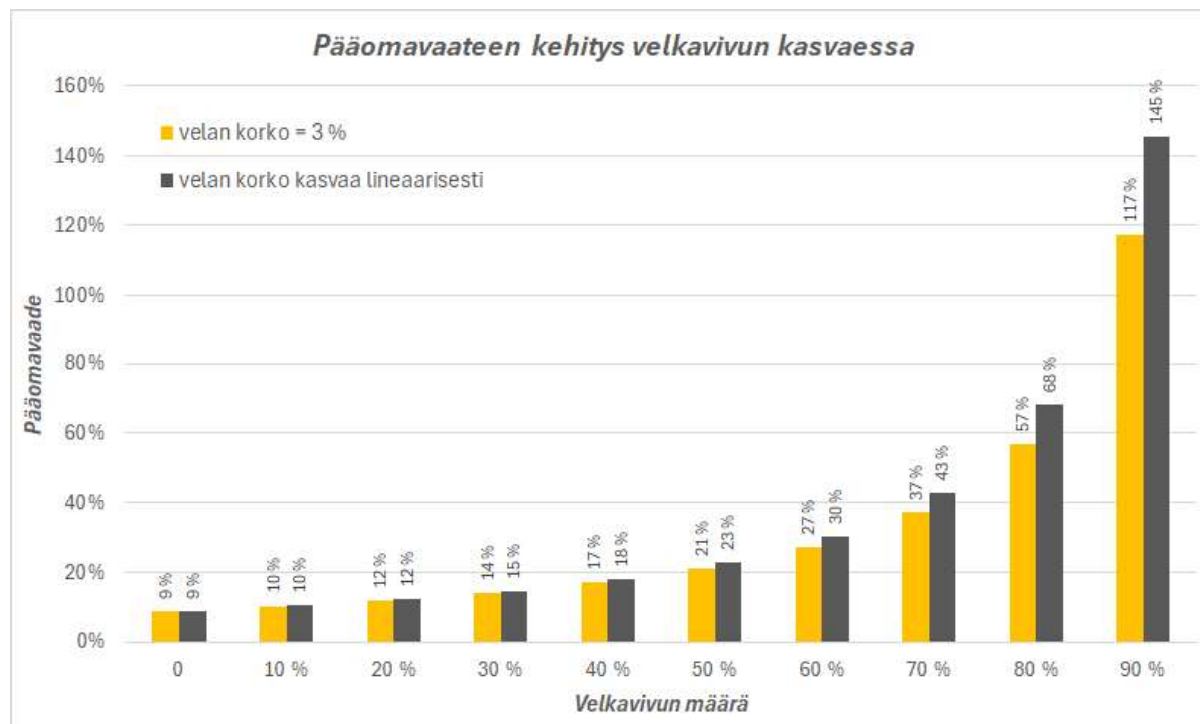
$$V_E = V_0 + \frac{L}{1-L}(V_0 + r) = \frac{1}{1-L}V_0 + \frac{L}{1-L}r. \quad (5)$$

Yllä olevasta kaavasta nähdään, että leveraatio kasvattaa stressiä kertoimen $\frac{1}{1-L} = \frac{D+E}{E}$ mukaisesti. Lisäksi joudutaan kaikissa tilanteissa maksamaan velan korko, mikä nostaa stressiä termin $\frac{L}{1-L}r = \frac{D}{E}r$ mukaisesti.

Kun oletetaan velan koron nousevan lineaarisesti arvosta x odotettuun tuottoon μ (vertaa kaava 4), saadaan pääomavaateeksi:

$$V_E = \frac{1}{1-L} V_0 + \frac{L}{1-L} (L(\mu - x) + x). \quad (6)$$

Kuva 2: pääomavaateen kehitys velkavivun kasvaessa



Kuvassa 2 on esitetty velkavivutetun sijoituksen pääomavaateen kehitys velkavivun kasvaessa, kun oletetaan vivuttamattoman sijoituksen stressiparametriksi 9,0 % (vastaa asuinkiinteistöjen stressiparametria vakavaraisuuskehikossa). Pääomavaade on laskettu kaavan (5) mukaisesti olettaen velalle kiinteä 3 %:n korko ja kaavan (6) mukaisesti olettaen velan koron nousevan lineaarisesti velkavivun kasvaessa ja alkaen tasolta 3 %.

1.3 Pääomavaateen kaavan linearisointi

Pääomavaateen kaavaa (6) voidaan yksinkertaistaa linearisoidulla approksimaatiokaavalla, jos voidaan olettaa, että velkavivun määrä pysyy kohtuullisena.

Oletetaan, että leveroidun sijoituksen tuotto-odotus on kaavan (4) mukainen. Tällöin velan korko oletetaan L :n lineaariseksi funktioksi, jossa lainan korko lähestyy μ :tä leveraatiokertoimen lähestyessä ykköstä.

$$E(R_E) = \mu + L(\mu - x).$$

Samaa oletusta vastaava pääomavaade johdetaan kaavan (6) avulla:

$$V_E = \frac{1}{1-L} V_0 + \frac{L}{1-L} (L(\mu - x) + x).$$

Oletetaan, että velkavipu ei kasva huomattavan suureksi, jolloin kaavalle (6) voidaan tehdä lineaarinen approksimaatio:

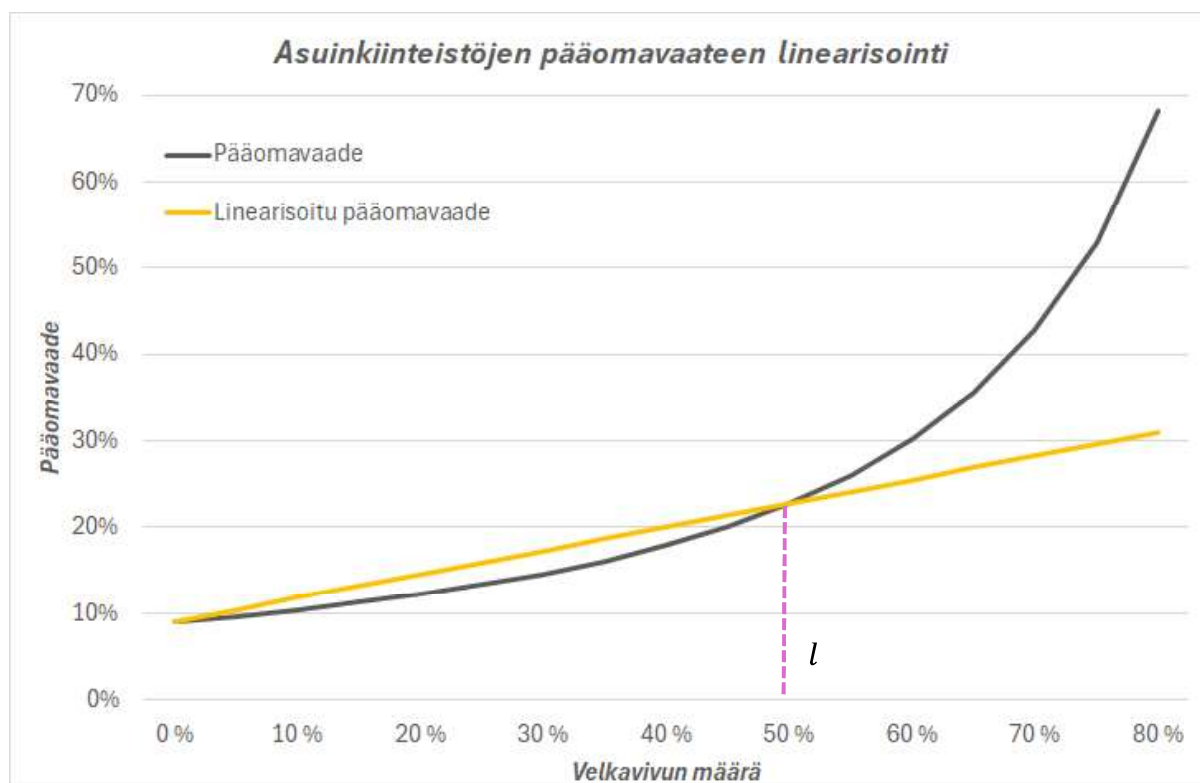
$$V_E = (1 + \gamma L) V_0, \quad (7)$$

missä kerroin voidaan määrittellä esim. siten että kaava (6) ja lineaarinen approksimaatio saavat samat arvot pisteessä $L = l$. Tällöin γ on

$$\gamma = \frac{1}{1-l} + \frac{1}{V_0(1-l)} (l(\mu - x) + x).$$

Kuvassa 3 on kuvan 2 kanssa yhtenevillä parametreilla piirretty pääomavaade, silloin kun kerroin γ on sovitettu pisteessä $l = 50\%$ ja saa arvon 3. Linearisoitu pääomavaade yliarvioi hieman riskiä leikkauspistettä $l = 50\%$ pienemmillä arvoilla ja aliarvioi merkittävästi riskiä, jos velkavivun määrä nousee yli 10 prosenttiyksikköä leikkauspistettä korkeammaksi.

Kuva 3: pääomavaateen kehitys velkavivun kasvaessa



Pääomavaateen approksimaatiokaavan kertoimeen γ vaikuttaa velkavivun määrän lisäksi omaisuuslajin tuotto-odotus ja stressiparametri.

Taulukossa 1 on esitetty pääomavaateen lineaarisen approksimaatiokaavan kertoimen γ arvoja eri omaisuusluokkien tuotto-odotusten ja stressiparametrien arvoilla, kun velkavivun määrä vaihtelee välillä 45 % – 75 %. Kerroin γ saa arvon noin 3, kun asuinkiinteistöjen parametreilla leikkauspiste l sovitetaan velkavivun tasolle 50 %. Vastaavasti liikekiinteistöjen kohdalla kerrointa $\gamma = 3$ vastaava leikkauspiste l nousisi velkavivun tasolle 55 %. Osake- ja pääomasijoitusten osalta leikkauspiste l jäisi hieman tason 60 % alapuolelle.

Taulukko 1: lineaarisen approksimaatiokaavan kertoimen γ herkkyys

Parametrin gamma arvot sovitettuna eri velkavivun määrään l									
	E(R)	Stressi	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %
Asuinkiinteistöt	6,5 %	9 %	2,74	3,06	3,44	3,92	4,53	5,35	6,50
Liikekiinteistöt	7,0 %	14 %	2,44	2,71	3,05	3,46	4,00	4,71	5,71
Osakkeet	9,0 %	27 %	2,20	2,44	2,74	3,11	3,59	4,22	5,11
Pääomasijoitukset	10 %	27 %	2,23	2,48	2,79	3,17	3,66	4,31	5,22

2. Velkavivun käsittely emoyhtiön takaamissa suorissa sijoituksissa

Emoyhtiön takaamilla suorilla sijoituksilla tarkoitetaan sijoituskohteita, joihin on otettu velkaa emoyhtiön toimiessa velan takaajana. Sijoituskohdetta käsitellään vakavaraisuusrajan laskennassa sen kokonaisarvon (GAV) perusteella, vaikka sitä onkin rahoitettu ainakin osittain velkarahalla. Käsittely olisi mahdollista ainakin niissä ETA-alueen kiinteistötytäryhtiöissä, joissa velkoihin liittyy emoyhtiön takaus tai muu lisävakuus.

Oletuksena on, että emoyhtiön oma pääoma on merkittävästi suurempi kuin sijoituskohteen kokonaisarvo. Tällöin velan korkotaso voidaan olettaa kiinteäksi, koska takauksen osuus on pieni suhteessa emoyhtiön pääomaan, ja velan hinnoittelu perustuu koko takaavan eläkelaitoksen luottoriskiin.

Määritellään velkavivutetun sijoituksen kokonaisarvoksi:

$$GAV = E + D,$$

jossa E on sijoituksen oma pääoma ja D velkapääoma. Tällöin velan määrä suhteessa sijoituksen kokonaisarvoon (loan-to-value) on:

$$L = \frac{D}{GAV} = \frac{D}{D + E}.$$

Velalle maksetaan vuosittain korko r . Kun Oletetaan, että koko sijoituksen (GAV) tuotto vuoden aikana on R_0 ja velkapääomalle D maksetaan vuosittain korko r . Tällöin koko sijoitukselle saadaan pääoman tuotoksi:

$$R_{GAV} = GAV \times (R_0 - L \times r). \quad (8)$$

Sijoituksen pääomavaateen stressiparametri määritellään suoraviivaisesti koko sijoituksen kokonaisarvolle. Jos sijoituskohteen vakavaraisuuslain mukainen markkinastressiparametri eli prosentuaalinen Value-at-Risk -luku on V_0 , niin pääomavaade velkavivutetun sijoituksen kokonaisarvolle (GAV) on:

$$V_{GAV} = GAV \times V_0, \quad (9)$$

Pääomavaateen laskenta emoyhtiön takaamalle velkavivutetulle sijoitukselle vastaa pitkälti lineaaristen johdannaisinstrumenttien käsittelyä vakavaraisuuslaskennassa.

3. Esitys velkavivun käsittelystä vakavaraisuusrajan laskennassa

Edellä on käsitelty velkavivun huomiointia tuotto-odotuksessa ja pääomavaateessa työeläkelaitosten vakavaraisuusrajan laskentaa vasten. Velkavivun käsittely välillisissä sijoituksissa eroaa tilanteesta, joissa suoria sijoituksia on vivutettu emoyhtiön takaamalla velalla.

Välillisten sijoitusten velkavivun käsittelyyn esitettiin kahta eri vaihtoehtoa, joissa velan korko on joko vakio tai kasvaa lineaarisesti velkavivun määrän kasvaessa. Lisäksi pääomavaateen kaavasta esitettiin yksinkertaistettu lineaarinen approksimaatio.

1. Välillisten sijoitusten velkavivun käsittelyyn vakavaraisuusrajan laskennassa esitetään seuraavia kaavoja:

$$\text{Odotettu tuotto: } \mu = \mu_i + L(\mu_i - r_0),$$

$$\text{Stressi: } Z = \min\{(1/(1-L))Z_i + (L/(1-L))(L(\mu_i - r_0) + r_0); 100\},$$

missä r_0 on vakavaraisuuskehikon vuoden riskitön korko ja μ_i on sijoituksen vakavaraisuuskehikon mukainen tuotto-odotus.

Odotetun tuoton kaava vastaa tässä muistiossa esitettyä kaavaa (4), jossa velan korko oletetaan kasvavan lineaarisesti velkavivun määrän kasvaessa. Stressin kaava on vastaava pääomavaateen kaavaa (6) ilman linearisointia. Edellisessä työeläkeuudistuksessa päädyttiin käyttämään yksinkertaistettua linearisoitua kaavaa (7) tarkemman kaavan (6) sijasta.

2. Emoyhtiön takaamien suorien sijoitusten velkavivun käsittelyyn vakavaraisuusrajan laskennassa esitetään seuraavia kaavoja:

$$\text{Odotettu tuotto: } \mu = GAV \times (\mu_i - L \times r_0),$$

$$\text{Stressi: } Z = GAV \times Z_i,$$

missä GAV on velkavivutetun sijoituksen kokonaisarvo, r_0 on vakavaraisuuskehikon vuoden riskitön korko ja μ_i on sijoituksen vakavaraisuuskehikon mukainen tuotto-odotus.

Odotetun tuoton kaava on tässä muistiossa esitetyn kaavan (8) mukainen ja pääomavaateen stressiparametri kaavan (9) mukainen. Pääomavaateen laskenta emoyhtiön takaamalle velkavivutetulle sijoitukselle vastaa lineaaristen johdannaisinstrumenttien käsittelyä vakavaraisuuslaskennassa.



Tuottovaatimusriski ja tekninen korjaus

Teppo Rakkolainen

27.5.2025



Tuottovaatimus (rahastoonsiirtovelvoite) nykyään ja eläkesopimuksen mukaan

- Eläkesopimuksen kirjaukset:

Tuottovaatimuksen osaketuottosidonnainen osuus nostetaan 30 prosenttiin. Tuottovaatimuksessa otetaan huomioon kaikilla säännellyillä markkinoilla kaupankäynnin kohteena olevat osakkeet. (työntekijän eläkelaki 168 §).

Osaketuottosidonnaisen lisävakuutusvastuun vuotuisen muutoksen perustetta laskettaessa osakkeiden keskimääräisestä vuosituotosta vähennetään 1 prosenttiyksikkö, rahastokorko ja täydennyskerroin. (työntekijän eläkelaki 168 §).

- Tuottovaatimuksen osaketuottosidonnainen osuus on juuri OLV:n vuotuinen muutos
- Tuottovaatimusriski liittyy juuri vastuuvelan tuottovaatimuksen saavuttamiseen

Tuottovaatimus (rahastonsiirtovelvoite) nykyään ja eläkesopimuksen mukaan

- Nykyään:

rahastokorko + täydennyskerroin + ot-sidonnaisuuden aste x osaketuotto

$$i_0 + b_{16} + \lambda j$$

osaketuotto j = osakkeiden vuosituotto – 1 %-yks.

- Eläkesopimuksen mukaan:

rahastokorko + täydennyskerroin + ot-sidonnaisuuden aste x [osaketuotto – $(i_0 + b_{16})$]

$$i_0 + b_{16} + \lambda (j - i_0 - b_{16})$$

osaketuotto j = osakkeiden vuosituotto – 1 %-yks.

Tuottovaatimus (rahastonsiirtovelvoite) eläkesopimuksen mukaan

Vastuuvelan tuottovaatimus on teknisen korjauksen jälkeen

$$i_0 + b_{16} + \lambda (j - i_0 - b_{16}) = (1 - \lambda)(i_0 + b_{16}) + \lambda j$$

Nykyiset riskiluokan 15 (tuottovaatimusriski) kaavat

$$V_{15} = (k + b + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\mu_{15} = -(k + b + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

pitäisi siis muuttaa muotoon

$$V_{15} = ((1 - \lambda)(k + b) + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\mu_{15} = -((1 - \lambda)(k + b) + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

Tällöin olisi $S_{15} = (3 \cdot 0,27 + 0,25)/4 + 0,01 = 0,265 + 0,01 = 0,275$ ja $m_{15} = 0,09 - 0,01 = 0,08$

C ja D parametrien arvot olisivat kaiketi suhteessa aiemman kalibroinnin tuloksiin $(1 - \lambda)$ -kertaiset, eli $C = -0,014$ ja $D = 0,0077$

Tuottovaatimus (rahastonsiirtovelvoite) eläkesopimuksen mukaan

Toinen vaihtoehto olisi periaatteessa säilyttää nykyiset kaavat

$$V_{15} = (k + b + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\mu_{15} = -(k + b + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

ja muuttaa parametrien m_{15} ja S_{15} tulkintaa siten, että

$$S_{15} = 0,265 + 0,01 + 0,03 + b_{16} = 0,305 + b_{16}$$

$$m_{15} = 0,09 - 0,01 - 0,03 - b_{16} = 0,05 - b_{16}$$

Tällöin kuitenkin olisi tappio-olettaman ja odotetun tuoton lukuarvojen määrittämiseksi ratkaistava, mitä b_{16} arvoa alemmissa kaavoissa käytettäisiin, ja lisäksi tällä vakioarvolla siis korvattaisiin näiden osalta ylemmissä kaavoissa toisaalla esiintyvä sama täydennyskerroin b (joka oikeasti ei ole vakio))

Tappio-olettama ja odotettu tuotto tietysti periaatteessa liittyvät tiettyihin skenaarioihin (97 % stressiskenaario ja odotusarvoskenaario), eli voisi miettiä mitä täydennyskerroin olisi näissä skenaarioissa, jos tätä lähestymistapaa käyttäisi



#MeOllaanVeritas
#ViÄrVeritas



Valuuttariskin lisääminen tuottovaatimusriskiin

Teppo Rakkolainen

15.10.2025



Korjaustarve tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskennassa vakavaraisuusrajassa

- Vakavaraisuuskehikossa tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskennassa käytettävä osakestressi (32,6 %) on kalibroitu lokaalissa valuutassa määritetyistä osakeindekseistä, eli stressi/tappio-olettama sisältää osakemarkkinatuottoihin liittyvän riskin, mutta ei mitään valuuttariskiä.
- Tosiasiassa kuitenkin osaketuottokerroin j lasketaan euroiksi muunnetuista osaketuotoista, jolloin valuuttakurssien muutokset ovat vaikuttaneet osaketuottokertoimeen laskentaan sisältyvien ei-euromääräisten osakesijoitusten tuottoihin.
- Ts. tuottovaatimus sisältää todellisuudessa tätä kautta osakeriskin lisäksi myös valuuttariskiä, koska valuuttakurssien liikkeet vaikuttavat osaketuottokertoimen arvoon

Korjaus tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskentaan (1/2)

- **Tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskennassa käytettävä stressi/tappio-olettama** tulisi uudelleenkalibroida sisältämään myös edellä kuvattu valuuttariski
- Tulisi myös **uudelleenkalibroida tuottovaatimusriskin korrelaatiot muiden riskiluokkien kanssa** (tuottovaatimusriskin sisältäessä osakeriskin ohella myös valuuttariskiä)

Korjaus tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskentaan (2/2)

- Käytännössä keskeisiä vaikutuksen kannalta lienevät tuottovaatimusriskin korrelaatiot osakeriskiluokkien ja valuuttariskiluokan kanssa
- Kun tuottovaatimukseen vakamallissa "lisätään" osakeriskin oheen valuuttariskiä,
 - sen antama "suoja" osakeriskiä kohtaan hieman heikkenee (kun osaketuottokerrointa heiluttavat myös valuuttaliikkeet)
 - samanaikaisesti se "suojaa" kuitenkin valuuttariskiä, ja tämä efekti voi tulla vakavaraisuuskehikon malliin mukaan vain tuottovaatimusriskin ja valuuttariskin korrelaation kautta

Tappio-olettaman uudelleenkalibrointi, eräs tapa

- Lasketaan osaketuottojen ennakoivaa OLV-indeksiä vastaava indeksi kahdella tavalla:
 - A. nykytapaan suoraan kalibroinnissa käytetyistä (valuuttariskittömistä) osakeindekseistä
 - B. Lisätään näihin osakeindekseihin valuuttakurssien vaikutus.
- Laskenta suoritetaan samoista havainnoista tapauksissa A ja B, ja verrataan tuloksia jakauman hännässä (VaR)
- Valuutan vaikutuksen sisältävä stressi saataisiin siten, että nykyinen stressi kerrotaisiin laskennassa B saadun stressin (VaR-luvun) suhteella laskennan A stressiin.
- (Ennakoivaan indeksiin pitää nyt tässä lisätä kehittyvät markkinat)

Korrelaatioiden uudelleenkalibrointi, eräs tapa

- Lasketaan osaketuottojen ennakoivaa OLV-indeksiä vastaava indeksi kahdella tavalla:
 - A. nykytapaan suoraan kalibroinnissa käytetyistä (valuuttariskittömistä) osakeindekseistä
 - B. Lisätään näihin osakeindekseihin valuuttakurssien vaikutus.
- Laskenta suoritetaan samoista havainnoista tapauksissa A ja B, ja verrataan indeksien korrelaatioita yksittäisiin kohdan A osakeindekseihin sekä valuuttakoriin
- Uudet korrelaatiot saadaan lisäämällä nykyisiin korrelaatioihin tapauksen B korrelaatioiden ja tapauksen A korrelaatioiden erotus

Käytetty data (1/4)

- Käytetään noteerattujen osakesijoitusten osalta (riskiluokat 1-4) vastaavia riskiluokkia kuvaamaan mallin kalibroinnissa käytettyjä osakemarkkinaindeksejä
- Valuuttariskin (riskiluokka13) mallintamiseen käytetään valikoimaa valuuttakursseja, jotka kattavat suurimman osan maailman valuuttamarkkinasta
- Data koostuu 314 kuukausihavainnoista indeksipisteluvuista ja valuuttakursseista ajalta 01/1999-02/2025
- Näistä on muodostettu kuukausituotot 02/1999-02/2025 (313 kpl) ja liukuvat 12 kuukauden tuotot 01/2000-02/2025 (302 kpl)

7



Käytetty data (2/4)

- Valituista valuuttakursseista on muodostettu valuuttariskiluokan kuvaamiseksi valuuttakori käyttäen valuuttojen painoina valuuttojen osuutta globaalin valuuttamarkkinan koko volyyymista (v. 2022) jaettuna valittujen valuuttojen yhteenlasketulla osuudella

USD	JPY	CHF	GBP	SEK	NOK	AUD	CAD	NZD	BRL	INR	CNY	PLN	ZAR	KRW
57,2 %	10,8 %	3,4 %	8,3 %	1,4 %	1,1 %	4,1 %	4,0 %	1,1 %	0,6 %	1,0 %	4,5 %	0,5 %	0,6 %	1,2 %

8



Käytetty data (3/4)

- Vastaavalla tavalla on muodostettu riskiluokittaiset valuuttakorit kuvaamaan kunkin osakeriskiluokan valuuttariskiä

Eurooppa		P-Amerikka		EM		Muut	
EUR	57,3 %	USD	93,5 %	CNY	56,5 %	JPY	67,3 %
GBP	24,2 %	CAD	6,5 %	KRW	15,3 %	AUD	25,8 %
CHF	9,8 %			INR	12,9 %	NZD	6,9 %
SEK	4,1 %			ZAR	8,1 %		
NOK	3,2 %			BRL	7,3 %		
PLN	1,3 %						

Käytetty data (4/4)

- Valuuttariskitön OLV-indeksi on muodostettu riskiluokkien 1-4 indeksien painotettuna summana, jossa painoina on EM osalta 10 % ja 90 % painosta on jaettu TELAn ennakoivan indeksin 31.12.2024 painojen mukaisesti

Suomi	Eurooppa	USA	JPN	EM	YHT
25,0 %	16,1 %	44,2 %	4,7 %	10,0 %	100,0 %

- Valuuttariskin sisältävässä OLV-indeksissä suomalaisten osakkeiden osalta tuottoon ei lisätä mitään, muiden osakkeiden osalta osaketuottoon lisätään riskiluokakohtaisen valuuttakorin tuotto

Tulokset: kk-tuottojen jakauman vasen häntä

- Kaikkein huonoimmissa 2 %:ssa tulemista valuuttariskin sisältävän osakeindeksin tuotot ovat vähemmän huonot – reservivaluuttojen turvasatamaominaisuus näkyy?
- Turvaavuustasoilla 95-97 % valuuttariskin sisältävän osakeindeksin tuotot ovat huonommat – kun ei olla syvässä kriisissä, niin valuuttariskin lisääminen lisää indeksin riskiä?
- Tämän perusteella mielenkiinnon kohteena olevilla turvaavuustasoilla tuottovaatimuksen osakesidonnaisen osan tappio-olettamaa (32,6 %) pitäisi korottaa noin 5-10 % valuuttariskin vaikutuksen huomioimiseksi
- Hännässä ei tietenkään ole nyt kovin montaa havaintoa... Eli teemme päätelmiä harvinaisista tapahtumista varsin ohuen datan perusteella...

Järjestetty data ("empiirinen VaR")			
cumprob	OLV_tuottoindeksi_NO_FX	OLV_tuottoindeksi_FX	FX / (NO_FX)
99,7 %	-0,162047451	-0,134165495	83 %
99,4 %	-0,130331813	-0,119488628	92 %
99,0 %	-0,117012661	-0,112738248	96 %
98,7 %	-0,109107288	-0,107039623	98 %
98,4 %	-0,095678279	-0,096305136	101 %
98,1 %	-0,090084377	-0,094961793	105 %
97,8 %	-0,088891843	-0,093374813	105 %
97,4 %	-0,0867339	-0,092892387	107 %
97,1 %	-0,086312667	-0,08971501	104 %
96,8 %	-0,079847035	-0,088821438	111 %
96,5 %	-0,076938748	-0,083655873	109 %
96,2 %	-0,076735839	-0,080644406	105 %
95,8 %	-0,076094283	-0,077605493	102 %
95,5 %	-0,074327172	-0,077039009	104 %
95,2 %	-0,072408357	-0,076447943	106 %
94,9 %	-0,06669615	-0,074855241	112 %
94,6 %	-0,066614879	-0,073538894	110 %
94,2 %	-0,066469577	-0,073125697	110 %
93,9 %	-0,066006385	-0,069729715	106 %
93,6 %	-0,065333335	-0,067069761	103 %
93,3 %	-0,064332668	-0,057074824	89 %

11



Tulokset: vuosituottojen jakauman vasen häntä

- Liukuvilla vuosituotoilla tulokset ovat varsin samanlaiset kuin kuukausituotoilla, ja johtopäätös samansuuntainen: tuottovaatimuksen osakesidonnaisen osan tappio-olettamaa pitäisi korottaa 5-10 % vakavaraisuusmallin nykyisen ja tulevan turvaavuustason alueella

Järjestetty data ("empiirinen VaR")			
cumprob	OLV_tuottoindeksi_NO_FX	OLV_tuottoindeksi_FX	FX / (NO_FX)
99,7 %	-0,419630865	-0,379996865	91 %
99,3 %	-0,396040516	-0,369601031	93 %
99,0 %	-0,387003256	-0,364999848	94 %
98,7 %	-0,385866951	-0,345825919	90 %
98,3 %	-0,369488945	-0,342923463	93 %
98,0 %	-0,36932011	-0,339950804	92 %
97,7 %	-0,339073951	-0,339199962	100 %
97,4 %	-0,309174245	-0,317567393	103 %
97,0 %	-0,298571257	-0,312566176	105 %
96,7 %	-0,269919861	-0,301125257	112 %
96,4 %	-0,261942216	-0,294869271	113 %
96,0 %	-0,25357508	-0,294768421	116 %
95,7 %	-0,2484833	-0,283562625	114 %
95,4 %	-0,247215201	-0,281478821	114 %
95,0 %	-0,245215522	-0,276841739	113 %
94,7 %	-0,235349186	-0,275765232	117 %
94,4 %	-0,233629869	-0,264766482	113 %
94,0 %	-0,218449961	-0,259349173	119 %
93,7 %	-0,204769596	-0,24474208	120 %

12



Tulokset: osake- ja valuuttakorrelaatiot (kk-data)

- Tuottovaatimusriskin korrelaatio muiden vakamallin riskien kanssa määräytyy olennaisesti tuottovaatimuksen osaketuottosidonnaisuuden perusteella, eli työeläkelaitosten noteerattujen osakesijoitusten tuottojen perusteella
- Verrataan edellä kuvattujen valuuttariskittömän ja valuuttariskiä sisältävän tuottovaatimuksen osaketuottoindeksin korrelaatioita vakamallin osakeriskiluokkia 1-4 vastaavien osakeindeksien ja edellä kuvatusti konstruoidun valuuttakorin (riskiluokan 13 proxy) kanssa
- Valuuttariskin huomiointi tuottovaatimuksen osaketuottoindeksissä alentaa tuottovaatimuksen korrelaatioita osakeriskiluokkien kanssa indeksistä riippuen 0,03-0,11 yksikköä
 - Vaikutus on vähäisempi Eurooppa-indeksin osalta, koska tästä suuri osa on tietysti euromääräistä
- Valuuttariskin huomiointi tuottovaatimuksen osaketuottoindeksissä nostaa tuottovaatimuksen korrelaatiota valuuttariskiluokan kanssa 0,36 yksikköä

13

		OLV_NO_FX	OLV_FX	DIFF (FX - NO_FX)
Eurooppa	GDDLE15 Index	0,95	0,92	-0,03
P-Amerikka	GDDLNA Index	0,96	0,88	-0,08
EM	GDLEEGF Index	0,81	0,70	-0,11
Muut	GDDLPI Index	0,79	0,76	-0,03
Valuuttariski	CURR_IND	-0,19	0,17	0,36



Tulokset: osake- ja valuuttakorrelaatiot (vuosidata)

- Tehdään sama kuin edellisellä dialla kuukausituotoille nyt liukuville vuosituotoille
- Valuuttariskin huomiointi tuottovaatimuksen osaketuottoindeksissä alentaa tuottovaatimuksen korrelaatioita osakeriskiluokkien kanssa indeksistä riippuen 0,02-0,12 yksikköä
 - Vaikutus on vähäisempi Eurooppa-indeksin osalta, koska tästä suuri osa on tietysti euromääräistä
- Valuuttariskin huomiointi tuottovaatimuksen osaketuottoindeksissä nostaa tuottovaatimuksen korrelaatiota valuuttariskiluokan kanssa 0,34 yksikköä
- Tulokset siis hyvin samansuuntaiset kuin kuukausituotoillakin

		OLV_NO_FX	OLV_FX	DIFF (FX - NO_FX)
Eurooppa	GDDLE15 Index	0,97	0,95	-0,02
P-Amerikka	GDDLNA Index	0,96	0,89	-0,08
EM	GDLEEGF Index	0,81	0,68	-0,12
Muut	GDDLPI Index	0,89	0,85	-0,04
Valuuttariski	CURR_IND	-0,08	0,26	0,34

14



Johtopäätökset

- Edellisen analyysin valossa voisi karkeasti ajatella, että tuottovaatimusriskin osalta tulisi
 1. Kasvattaa tuottovaatimuksen pääomavaateen laskennassa käytettävää osakeriskin tappio-olettamaa 1,10--kertaiseksi, eli arvoon 35,86 % ($= 1,1 \times 32,6 \%$)
 - Alentaa kokonaispääomavaadetta
 2. Alentaa tuottovaatimusriskin korrelaatioita osakeriskiluokkien kanssa riskiluokkien 1-4 osalta dian 18 taulukon erotusten verran
 - Kasvattaa kokonaispääomavaadetta
 3. Korottaa tuottovaatimusriskin korrelaatio valuuttariskiluokan kanssa arvoon 0,25
 - Alentaa kokonaispääomavaadetta

Tarkat lukuarvot tässä on valittu tulosten perusteella Harrison-Stetson-menetelmällä, olennaista ovat muutosten suunnat ja suuruusluokat.

Seuraavilla dioilla vaikutusarviot

Muutosten vaikutus vakavaraisuusrajaan

- Valuuttariskin lisääminen tuottovaatimuksen (riskiluokka 15) pääomavaateeseen aiheuttaa muutoksia seuraaviin parametreihin:
 - Tuottovaatimusriskin korrelaatiot noteerattujen osakkeiden (riskiluokat 1-4) kanssa $\rho_{i,15}$, $i = 1,2,3,4$; korrelaatiot alenevat määrällä $\Delta\rho_i < 0$, $i = 1,2,3,4$
 - Tuottovaatimusriskin korrelaatio valuuttariskin (riskiluokka 13) kanssa $\rho_{13,15}$; tämä korrelaatio kasvaa määrällä $\Delta\rho_{13} > 0$
 - Tuottovaatimusriskin tappio-olettama S_{15} ; tämä luku kasvaa määrällä $\Delta S_{15} > 0$
 - Muut parametrit eivät muutu

Muutosten vaikutus vakavaraisuusrajaan

- Rajan kaavassa

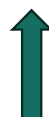
$$V_{\text{kokonais}} = - \sum_j \mu_j + \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} (V_i + \mu_i)(V_j + \mu_j) + \sum_j \beta_j^2 B_j^2} + \sum_k K_k,$$



Ei muutu



Muuttuu



Ei muutu



Ei muutu

- "vain juuren alla tapahtuu" – neliöjuuri on monotoninen funktio, joten voidaan rajoittaa tarkastelut neliöjuuren alla oleviin korrelaatioilla yhdistettyihin riskiarvon ja odotetun tuoton summiin – miten muutokset vaikuttavat tähän summaan?

Muutosten vaikutus vakavaraisuusrajaan

- Muutoksia tapahtuu termeissä $\rho_{i,15}(V_i + \mu_i)(V_{15} + \mu_{15})$
 - Kaikilla $i = \{1, \dots, 18\}$ riskiarvo V_{15} termissä muuttuu
 - Lisäksi korrelaatio $\rho_{i,15}$ muuttuu, kun $i = \{1, 2, 3, 4, 13\}$
- Termeissä, joissa riskiluokka 15 ei ole mukana, ei tapahdu mitään muutoksia

Korrelaatiomuutosten vaikutukset 1

- Merkitään varat = A, vakavaraisuusaste = $1 + s$, jolloin vastuuvelka = $A/(1+s)$, ja riskiluokan i sijoitusten paino salkussa w_i (w_{13} on avoin valuuttariski suhteessa sijoitussalkun arvoon)
- Parametrit C, D, S_i , m_i , $\rho_{i,j}$ kuten nykykehikossa, $\lambda = 0,30$
- Korrelaatiomuutosten kohteena olevien riskiluokkaparien (15 vs. 1-4 ja 13) vaikutus ”juuren alla” on

$$\sum_{i \in \{1,2,3,4,13\}} 2\rho_{i,15}(V_i + \mu_i)(V_{15} + \mu_{15})$$

- Nyt

$$(V_{15} + \mu_{15}) = \left\{ (k + b + C - \lambda S_{15}) \frac{A}{1+s} + (-k - b - D - \lambda m_{15}) \frac{A}{1+s} \right\}$$

- Ja siis

$$(V_{15} + \mu_{15}) = \frac{A}{1+s} (C - D - \lambda(S_{15} + m_{15}))$$

Korrelaatiomuutosten vaikutukset 2

- Edelleen $(V_i + \mu_i) = S_i w_i A + m_i w_i A$ kaikilla $i \in \{1,2,3,4,13\}$, jolloin

$$\sum_{i \in \{1,2,3,4,13\}} 2\rho_{i,15}(V_i + \mu_i)(V_{15} + \mu_{15})$$

- Tulee muotoon A x B, missä funktio A ei riipu allokaatiosta eikä korrelaatiokertoimien arvoista

$$\frac{2A^2}{1+s} (C - D - \lambda(S_{15} + m_{15})) \sum_{i \in \{1,2,3,4,13\}} \rho_{i,15} (S_i + m_i) w_i$$

Korrelaatiomuutosten vaikutukset 3

- Korrelaatiomuutosten kohteena olevien riskiluokkaparien (15 vs. 1-4 ja 13) vaikutus ”juuren alla” on sijoituspainojen funktiona:

$$\frac{2A^2}{1+s} [C - D - \lambda(S_{15} + m_{15})] \{0.40 w_1 \rho_{1,15} + 0.38 w_2 \rho_{2,15} + 0.41 w_3 \rho_{3,15} + 0.45 w_4 \rho_{4,15} + 0.145 w_{13} \rho_{13,15}\}$$

- Hakasulkeissa olevan lausekkeen arvo on näillä parametreilla -0,1308
- Jos kasvatetaan tappio-olettamaa S_{15} 10 %, on lausekkeen arvo -0,1404
- Lausekkeesta näkyy, että vaikutus kasvaa (ceteris paribus), jos sijoitusten määrä A kasvaa, ja pienenee, kun vakavaraisuusaste $1+s$ kasvaa
- Jos korrelaatiot ja sijoituspainot ovat positiivisia, on koko lauseke aina < 0 eli vaikutus alentaa vakavaraisuusrajaa

Korrelaatiomuutosten vaikutukset 4

- Jos lausekkeen kaarisulkeissa olevaa osaa merkitään $F(w, \rho)$, niin korrelaatiomuutoksen $\rho \leftarrow \rho + \Delta\rho$ vaikutus voidaan esittää näin:

$$\frac{2A^2}{1+s} [C - D - \lambda(S_{15} + m_{15})] \{F(w, \rho) + 0.40 w_1 \Delta\rho_{1,15} + 0.38 w_2 \Delta\rho_{2,15} + 0.41 w_3 \Delta\rho_{3,15} + 0.45 w_4 \Delta\rho_{4,15} + 0.145 w_{13} \Delta\rho_{13,15}\}$$

- Koska $\Delta\rho < 0$ riskiluokille 1-4, niin vastaavat termit heikentävät lausekkeen vakavaraisuusrajaa alentavaa vaikutusta; sen sijaan koska $\Delta\rho > 0$ riskiluokalle 13, niin vastaava termi voimistaa lausekkeen alentavaa vaikutusta vakavaraisuusrajaan

Korrelaatiomuutosten vaikutukset 5

- Tutkitaan lausekkeen

$$\frac{2A^2}{1+s} [C - D - \lambda(S_{15} + m_{15})] \{F(w, \rho) + 0.40 w_1 \Delta \rho_{1,15} + 0.38 w_2 \Delta \rho_{2,15} + 0.41 w_3 \Delta \rho_{3,15} + 0.45 w_4 \Delta \rho_{4,15} + 0.145 w_{13} \Delta \rho_{13,15}\}$$

- Käyttäytymistä, kun $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_s/4$, missä w_s on noteerattujen osakkeiden kokonaispaino, ja w_s ja w_{13} vaihtelevat
- Tehdään tämä tarkastelu eri vakavaraisuusasteille $1+s$

Tappio-olettaman muutoksen vaikutus

- Muutetaan korrelaatiomuutoksen päälle lausekkeessa

$$\frac{2A^2}{1+s} [C - D - \lambda(S_{15} + m_{15})] \{F(w, \rho) + 0.40 w_1 \Delta \rho_{1,15} + 0.38 w_2 \Delta \rho_{2,15} + 0.41 w_3 \Delta \rho_{3,15} + 0.45 w_4 \Delta \rho_{4,15} + 0.145 w_{13} \Delta \rho_{13,15}\}$$

- Tappio-olettamaksi $S_{15} \leftarrow S_{15} + \Delta S$ ja tarkastellaan lisäksi summaa

$$\sum_{i \in \{5, 6, \dots, 12, 14, \dots, 18\}} c_i \rho_{i,15} (V_i + \mu_i) (V_{15} + \mu_{15})$$

Missä summaus siis yli muiden riskiluokkien kuin 1-4 ja 13, ja vakio $c_i = 1$, jos $i=15$ ja $c_i=2$, muuten. Korvataan tässäkin $S_{15} \leftarrow S_{15} + \Delta S$

Analyysin tuloksia

- Seuraavilla dioilla vakavaraisuusasteilla 110 %, 120 % ja 130 % tuottovaatimuksen valuuttariskikorjauksen suhteellinen vaikutus vakavaraisuusrajaan erilaisilla (osakepaino, valuuttariskialtistuma) – pareilla kaksilla eri oletuksilla:
 - Nykykalibrointi sijoituksille, C ja D uudelleenkalibroitu (-0,02, 0,011), OLV 30 %
 - Uusi kalibrointi sijoituksille, C ja D uudelleenkalibroitu (-0,02, 0,011), OLV 30 %
- Relevantimmilla pareilla (osakkeet 50-70 %, valuutta < 30 %?) **nykyisellä sijoitusten kalibroinnilla** vaikutus **0-4 %** kasvaen avoimen valuutan ja väheten osakepainon ja vv-asteen mukana
- Uusi kalibrointi sijoituksille vähentää vaikutusta: 0-2 %**, kvalitatiivisesti samanlainen käyttäytyminen kuin nykykalibroinnilla

25



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, nykykalibrointi, vv-aste = 110 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta										
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
	10 %	-6,6 %	-9,6 %	-12,3 %	-14,8 %	-16,9 %	-18,6 %	-20,0 %	-21,0 %	-21,7 %	-22,1 %	-22,4 %
	15 %	-6,1 %	-9,2 %	-12,0 %	-14,5 %	-16,6 %	-18,4 %	-19,8 %	-20,8 %	-21,6 %	-22,1 %	-22,3 %
	20 %	-5,4 %	-8,3 %	-11,0 %	-13,4 %	-15,5 %	-17,3 %	-18,7 %	-19,8 %	-20,6 %	-21,2 %	-21,5 %
	25 %	-4,4 %	-7,1 %	-9,6 %	-11,9 %	-13,9 %	-15,6 %	-17,0 %	-18,1 %	-19,0 %	-19,6 %	-20,0 %
	30 %	-3,5 %	-5,8 %	-8,1 %	-10,1 %	-12,0 %	-13,6 %	-15,0 %	-16,1 %	-17,0 %	-17,7 %	-18,2 %
	35 %	-2,7 %	-4,7 %	-6,7 %	-8,5 %	-10,1 %	-11,6 %	-12,9 %	-14,0 %	-14,9 %	-15,7 %	-16,3 %
	40 %	-2,0 %	-3,7 %	-5,4 %	-7,0 %	-8,5 %	-9,8 %	-11,0 %	-12,0 %	-12,9 %	-13,7 %	-14,3 %
	45 %	-1,4 %	-2,9 %	-4,4 %	-5,7 %	-7,0 %	-8,2 %	-9,3 %	-10,3 %	-11,1 %	-11,9 %	-12,5 %
	50 %	-1,0 %	-2,3 %	-3,5 %	-4,7 %	-5,8 %	-6,9 %	-7,9 %	-8,8 %	-9,6 %	-10,3 %	-10,9 %
	55 %	-0,7 %	-1,8 %	-2,8 %	-3,9 %	-4,9 %	-5,8 %	-6,7 %	-7,5 %	-8,2 %	-8,9 %	-9,5 %
	60 %	-0,4 %	-1,4 %	-2,3 %	-3,2 %	-4,1 %	-4,9 %	-5,7 %	-6,4 %	-7,1 %	-7,7 %	-8,2 %
	65 %	-0,2 %	-1,0 %	-1,8 %	-2,6 %	-3,4 %	-4,1 %	-4,8 %	-5,5 %	-6,1 %	-6,7 %	-7,2 %
	70 %	-0,1 %	-0,8 %	-1,5 %	-2,2 %	-2,9 %	-3,5 %	-4,1 %	-4,7 %	-5,3 %	-5,8 %	-6,3 %
	75 %	0,0 %	-0,6 %	-1,2 %	-1,8 %	-2,4 %	-3,0 %	-3,5 %	-4,1 %	-4,6 %	-5,1 %	-5,5 %
	80 %	0,1 %	-0,4 %	-1,0 %	-1,5 %	-2,0 %	-2,6 %	-3,1 %	-3,5 %	-4,0 %	-4,4 %	-4,8 %
	85 %	0,2 %	-0,3 %	-0,8 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,2 %	-2,6 %	-3,1 %	-3,5 %	-3,9 %	-4,3 %

26



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, nykykalibrointi, vv-aste = 120 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta										
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
	10 %	-6,3 %	-9,2 %	-11,8 %	-14,1 %	-16,1 %	-17,7 %	-19,0 %	-19,9 %	-20,5 %	-20,9 %	-21,1 %
	15 %	-5,7 %	-8,5 %	-11,0 %	-13,3 %	-15,3 %	-16,9 %	-18,2 %	-19,2 %	-19,9 %	-20,3 %	-20,5 %
	20 %	-4,8 %	-7,4 %	-9,8 %	-12,0 %	-13,9 %	-15,4 %	-16,7 %	-17,8 %	-18,5 %	-19,0 %	-19,3 %
	25 %	-3,9 %	-6,2 %	-8,3 %	-10,3 %	-12,1 %	-13,6 %	-14,9 %	-15,9 %	-16,7 %	-17,3 %	-17,7 %
	30 %	-3,0 %	-5,0 %	-6,9 %	-8,7 %	-10,3 %	-11,7 %	-12,9 %	-13,9 %	-14,8 %	-15,4 %	-15,9 %
	35 %	-2,3 %	-4,0 %	-5,6 %	-7,2 %	-8,6 %	-9,9 %	-11,0 %	-12,0 %	-12,8 %	-13,5 %	-14,1 %
	40 %	-1,7 %	-3,1 %	-4,6 %	-5,9 %	-7,2 %	-8,3 %	-9,3 %	-10,3 %	-11,1 %	-11,7 %	-12,3 %
	45 %	-1,2 %	-2,5 %	-3,7 %	-4,8 %	-5,9 %	-7,0 %	-7,9 %	-8,7 %	-9,5 %	-10,2 %	-10,7 %
	50 %	-0,8 %	-1,9 %	-3,0 %	-4,0 %	-4,9 %	-5,8 %	-6,7 %	-7,4 %	-8,1 %	-8,8 %	-9,3 %
	55 %	-0,6 %	-1,5 %	-2,4 %	-3,3 %	-4,1 %	-4,9 %	-5,7 %	-6,4 %	-7,0 %	-7,6 %	-8,1 %
	60 %	-0,4 %	-1,2 %	-1,9 %	-2,7 %	-3,4 %	-4,1 %	-4,8 %	-5,4 %	-6,0 %	-6,6 %	-7,1 %
	65 %	-0,2 %	-0,9 %	-1,6 %	-2,2 %	-2,9 %	-3,5 %	-4,1 %	-4,7 %	-5,2 %	-5,7 %	-6,2 %
	70 %	-0,1 %	-0,7 %	-1,3 %	-1,9 %	-2,4 %	-3,0 %	-3,5 %	-4,0 %	-4,5 %	-5,0 %	-5,4 %
	75 %	0,0 %	-0,5 %	-1,0 %	-1,6 %	-2,1 %	-2,6 %	-3,0 %	-3,5 %	-3,9 %	-4,3 %	-4,7 %
	80 %	0,1 %	-0,4 %	-0,8 %	-1,3 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,6 %	-3,0 %	-3,4 %	-3,8 %	-4,2 %
	85 %	0,2 %	-0,3 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,0 %	-3,4 %	-3,7 %

27



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, nykykalibrointi, vv-aste = 130 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta										
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
	10 %	-6,0 %	-8,6 %	-11,1 %	-13,3 %	-15,1 %	-16,6 %	-17,7 %	-18,6 %	-19,2 %	-19,5 %	-19,7 %
	15 %	-5,2 %	-7,7 %	-10,1 %	-12,1 %	-13,9 %	-15,4 %	-16,6 %	-17,5 %	-18,2 %	-18,6 %	-18,8 %
	20 %	-4,3 %	-6,6 %	-8,7 %	-10,6 %	-12,3 %	-13,8 %	-15,0 %	-15,9 %	-16,6 %	-17,1 %	-17,4 %
	25 %	-3,4 %	-5,4 %	-7,3 %	-9,0 %	-10,6 %	-12,0 %	-13,1 %	-14,0 %	-14,8 %	-15,4 %	-15,8 %
	30 %	-2,6 %	-4,3 %	-6,0 %	-7,5 %	-8,9 %	-10,2 %	-11,3 %	-12,2 %	-12,9 %	-13,5 %	-14,0 %
	35 %	-1,9 %	-3,4 %	-4,9 %	-6,2 %	-7,4 %	-8,6 %	-9,6 %	-10,4 %	-11,2 %	-11,8 %	-12,3 %
	40 %	-1,4 %	-2,7 %	-3,9 %	-5,1 %	-6,2 %	-7,2 %	-8,1 %	-8,9 %	-9,6 %	-10,2 %	-10,7 %
	45 %	-1,0 %	-2,1 %	-3,2 %	-4,2 %	-5,1 %	-6,0 %	-6,8 %	-7,6 %	-8,2 %	-8,8 %	-9,3 %
	50 %	-0,7 %	-1,7 %	-2,6 %	-3,4 %	-4,3 %	-5,0 %	-5,8 %	-6,4 %	-7,1 %	-7,6 %	-8,1 %
	55 %	-0,5 %	-1,3 %	-2,1 %	-2,8 %	-3,6 %	-4,2 %	-4,9 %	-5,5 %	-6,1 %	-6,6 %	-7,1 %
	60 %	-0,3 %	-1,0 %	-1,7 %	-2,3 %	-3,0 %	-3,6 %	-4,2 %	-4,7 %	-5,2 %	-5,7 %	-6,2 %
	65 %	-0,2 %	-0,8 %	-1,4 %	-1,9 %	-2,5 %	-3,1 %	-3,6 %	-4,1 %	-4,5 %	-5,0 %	-5,4 %
	70 %	-0,1 %	-0,6 %	-1,1 %	-1,6 %	-2,1 %	-2,6 %	-3,1 %	-3,5 %	-3,9 %	-4,3 %	-4,7 %
	75 %	0,0 %	-0,4 %	-0,9 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,7 %	-3,1 %	-3,4 %	-3,8 %	-4,2 %
	80 %	0,1 %	-0,3 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,0 %	-3,4 %	-3,7 %
	85 %	0,1 %	-0,2 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,0 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,0 %	-3,3 %

28



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, uusi kalibr., vv-aste = 110 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta										
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
	10 %	-2,7 %	-4,3 %	-5,8 %	-7,1 %	-8,3 %	-9,3 %	-10,1 %	-10,8 %	-11,3 %	-11,7 %	-11,9 %
	15 %	-2,1 %	-3,5 %	-4,9 %	-6,2 %	-7,3 %	-8,2 %	-9,0 %	-9,7 %	-10,2 %	-10,6 %	-10,9 %
	20 %	-1,6 %	-2,8 %	-4,0 %	-5,2 %	-6,2 %	-7,1 %	-7,9 %	-8,5 %	-9,1 %	-9,5 %	-9,8 %
	25 %	-1,1 %	-2,2 %	-3,3 %	-4,3 %	-5,2 %	-6,0 %	-6,7 %	-7,4 %	-7,9 %	-8,4 %	-8,7 %
	30 %	-0,7 %	-1,7 %	-2,6 %	-3,5 %	-4,3 %	-5,0 %	-5,7 %	-6,3 %	-6,8 %	-7,3 %	-7,7 %
	35 %	-0,5 %	-1,3 %	-2,1 %	-2,8 %	-3,5 %	-4,2 %	-4,8 %	-5,4 %	-5,9 %	-6,3 %	-6,7 %
	40 %	-0,2 %	-0,9 %	-1,6 %	-2,3 %	-2,9 %	-3,5 %	-4,1 %	-4,6 %	-5,0 %	-5,4 %	-5,8 %
	45 %	-0,1 %	-0,7 %	-1,3 %	-1,9 %	-2,4 %	-2,9 %	-3,4 %	-3,9 %	-4,3 %	-4,7 %	-5,1 %
	50 %	0,0 %	-0,5 %	-1,0 %	-1,5 %	-2,0 %	-2,5 %	-2,9 %	-3,3 %	-3,7 %	-4,1 %	-4,4 %
	55 %	0,1 %	-0,3 %	-0,8 %	-1,2 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,5 %	-2,8 %	-3,2 %	-3,5 %	-3,8 %
	60 %	0,2 %	-0,2 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,4 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,4 %	-2,8 %	-3,1 %	-3,4 %
	65 %	0,3 %	-0,1 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,8 %	-2,1 %	-2,4 %	-2,7 %	-2,9 %
	70 %	0,3 %	0,0 %	-0,3 %	-0,7 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,5 %	-1,8 %	-2,1 %	-2,3 %	-2,6 %
	75 %	0,3 %	0,0 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,3 %	-1,6 %	-1,8 %	-2,1 %	-2,3 %
	80 %	0,3 %	0,1 %	-0,2 %	-0,4 %	-0,7 %	-0,9 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %	-2,0 %
	85 %	0,4 %	0,1 %	-0,1 %	-0,3 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %

29



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, uusi kalibr., vv-aste = 120 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta											
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	
	10 %	-2,4 %	-3,9 %	-5,2 %	-6,5 %	-7,5 %	-8,5 %	-9,2 %	-9,8 %	-10,3 %	-10,6 %	-10,8 %	
	15 %	-1,9 %	-3,2 %	-4,4 %	-5,5 %	-6,5 %	-7,4 %	-8,1 %	-8,7 %	-9,2 %	-9,6 %	-9,9 %	
	20 %	-1,4 %	-2,5 %	-3,6 %	-4,6 %	-5,5 %	-6,3 %	-7,0 %	-7,6 %	-8,1 %	-8,5 %	-8,8 %	
	25 %	-1,0 %	-1,9 %	-2,9 %	-3,7 %	-4,6 %	-5,3 %	-5,9 %	-6,5 %	-7,0 %	-7,4 %	-7,8 %	
	30 %	-0,6 %	-1,5 %	-2,3 %	-3,0 %	-3,8 %	-4,4 %	-5,0 %	-5,6 %	-6,0 %	-6,4 %	-6,8 %	
	35 %	-0,4 %	-1,1 %	-1,8 %	-2,5 %	-3,1 %	-3,7 %	-4,2 %	-4,7 %	-5,2 %	-5,6 %	-5,9 %	
	40 %	-0,2 %	-0,8 %	-1,4 %	-2,0 %	-2,6 %	-3,1 %	-3,6 %	-4,0 %	-4,4 %	-4,8 %	-5,1 %	
	45 %	-0,1 %	-0,6 %	-1,1 %	-1,6 %	-2,1 %	-2,6 %	-3,0 %	-3,4 %	-3,8 %	-4,2 %	-4,5 %	
		50 %	0,0 %	-0,4 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,6 %	-2,9 %	-3,3 %	-3,6 %	-3,9 %
55 %		0,1 %	-0,3 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,5 %	-2,8 %	-3,1 %	-3,4 %	
60 %		0,2 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,9 %	-1,2 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,2 %	-2,4 %	-2,7 %	-3,0 %	
65 %		0,2 %	-0,1 %	-0,4 %	-0,7 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,6 %	-1,9 %	-2,1 %	-2,4 %	-2,6 %	
70 %		0,3 %	0,0 %	-0,3 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %	-2,1 %	-2,3 %	
75 %		0,3 %	0,0 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,7 %	-0,9 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %	-2,0 %	
80 %		0,3 %	0,1 %	-0,1 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %	
	85 %	0,3 %	0,1 %	-0,1 %	-0,3 %	-0,5 %	-0,7 %	-0,9 %	-1,1 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,6 %	

30



Valuuttakorjauksen vaikutus: arvio, OLV30, C ja D muutettu, uusi kalibr., vv-aste = 130 %

VAKAVARAISUUSRAJAN MUUTOS REL.		valuutta										
osake		10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
	10 %	-2,2 %	-3,5 %	-4,8 %	-5,9 %	-6,9 %	-7,7 %	-8,4 %	-9,0 %	-9,4 %	-9,7 %	-9,9 %
	15 %	-1,7 %	-2,8 %	-3,9 %	-4,9 %	-5,8 %	-6,6 %	-7,3 %	-7,9 %	-8,3 %	-8,7 %	-9,0 %
	20 %	-1,2 %	-2,2 %	-3,2 %	-4,1 %	-4,9 %	-5,6 %	-6,3 %	-6,8 %	-7,3 %	-7,7 %	-8,0 %
	25 %	-0,9 %	-1,7 %	-2,5 %	-3,3 %	-4,1 %	-4,7 %	-5,3 %	-5,8 %	-6,3 %	-6,7 %	-7,0 %
	30 %	-0,6 %	-1,3 %	-2,0 %	-2,7 %	-3,3 %	-3,9 %	-4,5 %	-5,0 %	-5,4 %	-5,8 %	-6,1 %
	35 %	-0,4 %	-1,0 %	-1,6 %	-2,2 %	-2,8 %	-3,3 %	-3,8 %	-4,2 %	-4,6 %	-5,0 %	-5,3 %
	40 %	-0,2 %	-0,7 %	-1,3 %	-1,8 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,2 %	-3,6 %	-4,0 %	-4,3 %	-4,6 %
	45 %	-0,1 %	-0,5 %	-1,0 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,1 %	-3,4 %	-3,7 %	-4,0 %
	50 %	0,0 %	-0,4 %	-0,8 %	-1,2 %	-1,6 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,6 %	-2,9 %	-3,2 %	-3,5 %
	55 %	0,1 %	-0,3 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,6 %	-1,9 %	-2,2 %	-2,5 %	-2,8 %	-3,0 %
	60 %	0,2 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,7 %	-1,9 %	-2,2 %	-2,4 %	-2,7 %
	65 %	0,2 %	-0,1 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,9 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,7 %	-1,9 %	-2,1 %	-2,3 %
	70 %	0,2 %	0,0 %	-0,3 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,7 %	-1,9 %	-2,1 %
	75 %	0,3 %	0,0 %	-0,2 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,3 %	-1,4 %	-1,6 %	-1,8 %
	80 %	0,3 %	0,1 %	-0,1 %	-0,3 %	-0,5 %	-0,7 %	-0,9 %	-1,1 %	-1,3 %	-1,4 %	-1,6 %
	85 %	0,3 %	0,1 %	-0,1 %	-0,3 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,1 %	-1,3 %	-1,4 %



#MeOllaanVeritas
#ViÄrVeritas



Tuottovaatimusriskin parametrit C ja D

Teppo Rakkolainen

15.10.2025



Tuottovaatimusriskin laskennan parametrit

- Vakavaraisuusrajan laskennassa tuottovaatimusriskin pääomavaateen laskentakaavassa esiintyvät parametrit C ja D
- Parametri C kuvaa sitä, miten vastuvelan tuottovaatimukseen vaikuttava täydennyskerroin b_{16} muuttuisi vakavaraisuusasteen muuttuessa vakavaraisuusrajaa vastaavassa 1 vuoden stressiskenaariossa
- Parametri D kuvaa sitä, miten vastuvelan tuottovaatimukseen vaikuttava täydennyskerroin b_{16} muuttuisi vakavaraisuusasteen muuttuessa saataessa 1 vuoden ajan (vakavaraisuusrajan laskennan mukaista) odotettua tuottoa

Tuottovaatimusriskin (RL15) riskiarvon ja odotetun tuoton kaavat, nykyiset ja uudet

$$V_{15} = (k + b + C - \lambda S_{15}) A_{15}$$

$$\rightarrow V_{15} = ((1 - \lambda)(k + b) + C - \lambda S_{15}) A_{15} \text{ (tekninen korjaus)}$$

$$\mu_{15} = -(k + b + D + \lambda m_{15}) A_{15}$$

$$\rightarrow \mu_{15} = -((1 - \lambda)(k + b) + D + \lambda m_{15}) A_{15} \text{ (tekninen korjaus)}$$

k = rahastokorko, b = täydennyskerroin, A_{15} = vakav.vastuuvelka

$$S_{15} = 0,326 \text{ (nykyään)}, \quad m_{15} = 0,07 \text{ (nykyään)}$$

$$C = -0,008 \text{ (nykyään)}, \quad D = 0,004 \text{ (nykyään)}$$

Tuottovaatimuksen laskennan muutokset eläkeuudistuksessa 2025

1. Osaketuottokertoimen määrittävästä osaketuotosta vähennetään jatkossa rahastokorko ja täydennyskerroin
2. Osaketuottosidonnaisuuden aste kasvaa 20 %:sta 30 %:iin
3. Täydennyskertoimen kaava muuttuu siten, että tason 121,8 % ylittävillä vakavaraisuuksilla täydennysperusteen kulmakerroin kasvaa arvosta 0,12 ($= (1 - 0,2) \cdot 0,15$) arvoon 0,288
4. Osaketuottokertoimeen vaikuttavat kaikki noteeratut osakesijoitukset (ei vain kehittyneiden markkinoiden)

Tuottovaatimuksen laskennan muutokset eläkeuudistuksessa 2025

- Edellä kuvatuista muutoksista kolme ensimmäistä muuttavat tuottovaatimuksen käyttäytymistä tavalla, joka mahdollisesti voi vaikuttaa parametrien C ja D arvoihin
- Koska nyt vakavaraisuuskehikossa kehittyvien (EM) ja kehittyneiden markkinoiden (DM) tappio-olettamat ja odotetut tuotot ilmeisesti yhdenmukaistetaan (ja nykyäänkin erot näissä EM vs. DM ovat pieniä), ei neljäs muutos liene tästä näkökulmasta oleellinen

Vakavaraisuusrajan uudelleenkalibrointi 2025

- Muiden riskiluokkien uudelleenkalibrointi vaikuttaa tuottovaatimusriskiin sitä kautta, että vakavaraisuusrajan parametrit määrittävät parametrien C ja D määrittämiseen käytettävän stressiskenaarion ja odotetun tuoton skenaarion
- Uudelleenkalibrointi vaikuttaa myös suoraan tuottovaatimusriskin odotettuun tuottoon m_{15} ja tappio-olettamaan S_{15} , koska nämä määräytyvät osakeriskiluokkien 1-4 parametreista
- Olennaisessa roolissa tässä ovat siis erityisesti osakeriskiluokkien 1-4 tappio-olettamat ja odotetut tuotot

Parametrien C ja D uudelleenkalibrointi?

- Tarkastellaan, miten vakavaraisuusaste käyttäytyy, kun
 - (a) tapahtuu vakavaraisuusrajaa vastaava vuoden stressiskenaario (C);
 - (b) saadaan vakavaraisuusrajan parametrien mukaista odotettua tuottoa vuoden ajan (D).
- Vertaamalla lähtötilanteen vakavaraisuuden mukaista täydennyskerrointa skenaarion loppuhetken vakavaraisuuden mukaiseen täydennyskertoimeen saadaan arvio siitä, mikä on täydennyskerroimen muutos skenaarioissa
- Täydennyskerroin määrittää tuottovaatimuksen ajassa eteenpäin, eli loppuhetken täydennyskerroin ei sellaisenaan ole vaikuttanut tuottovaatimukseen, vaan kerroin on laskenut asteittain kuukausittain (jos skenaario realisoituisi tasaisesti vuoden aikana) – yksinkertainen arvio skenaarion aikaisesta keskimääräisestä täydennyskerroimesta saadaan ottamalla puolet koko skenaarion aikaisesta muutoksesta

Mistä C:n ja D:n kalibrointi pitäisi katsoa?

- Täydennyskerroimen muutos skenaarioissa tulee olemaan erilainen riippuen lähtötilanteen vakavaraisuusasteesta ja osakepainosta
- Minkälaisen lähtötilanteen perusteella C:n ja D:n arvot pitäisi määrittää?
- Yksi mahdollinen ajattelutapa:
 - Vakavaraisuusaste lähellä tasapainovakavaraisuutta (~125-135 %)
 - Osakepaino 50-70 % (nykyään 50 % paikkeilla, ETK:n laskelmien mukaan jatkossa olisi 65 % luokkaa)

Puute aiemmassa menettelyssä

- Edellä kuvattu kalibrointi tehtiin keväällä 2025 samalla laskentamenetelmällä kuin edellisessä eläkeuudistuksessa
- Valitettavasti tämä aiemmin käytetty laskentamenetelmä on nyt havaittu puutteelliseksi:
 - Menetelmässä on huomioitu sijoitustuotto ja vastuuvelan tuottovaatimuksen osaketuottosidonnainen osa, mutta ei riittävästi tuottovaatimuksen korkosidonnaisen osan vaikutusta vakavaraisuuskehitykseen skenaarion aikana
 - Tämä yksinkertaistus ei ole perusteltu, varsinkaan odotettu tuotto –skenaariossa (jossa osaketuoton dominanssi ei ole yhtä selvä)
 - Puute on olennainen myös poikkeuksellisen matalia tai korkeita vakavaraisuusasteita tarkasteltaessa, jolloin täydennyskerroin käyttäytyy eri tavoin kuin ”keskiarvotilanteessa”
- Laskenta on tehtävä tarkemmin, eli siten että skenaario realisoituu vaiheittain kuukausi kerrallaan ja koko tuottovaatimus kaikkine komponentteineen lasketaan kuukausittain täydennyskertoimeen vaikuttavaa vakavaraisuuskehitystä määritettäessä

9



Ääriesimerkit 1: matala osakepaino

Vakavaraisuusaste	100 %		Vakavaraisuusaste	150 %	
Osakepaino	10 %		Osakepaino	10 %	
	S-skenaario	M-skenaario		S-skenaario	M-skenaario
Sijoitustuotto %	-6,30 %	4,50 %	Sijoitustuotto %	-6,30 %	4,50 %
Sijoitustuotto eur	-6,30	4,50	Sijoitustuotto eur	-9,45	6,75
RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %	RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %
RSV i0+b16 %	-1,47 %	-1,56 %	RSV i0+b16 %	7,20 %	7,08 %
RSV %	-9,57 %	1,14 %	RSV %	-0,90 %	9,78 %
Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-10,28	1,02	Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-2,41	9,78
VPO muutos	3,98	3,48	VPO muutos	-7,04	-3,03
Vakavaraisuusaste lopussa	104,44 %	103,44 %	Vakavaraisuusaste lopussa	144,02 %	142,79 %

matala vakavaraisuus, matala osakepaino:

S-skenaariossa

- tuotto -6,3 % alentaa varoja
- alhainen vakavaraisuus $\rightarrow (1-\lambda)(i_0 + b16) = -1,5 \%$
- osaketuotto voimakkaan negatiivinen $\rightarrow \lambda b16^*j = -8,1 \%$
- > RSV -9,6 % ja vastuuelka pienenee enemmän kuin varat alenevat
- > vakavaraisuusaste nousee stressiskenaariossa (ja b16 kasvaa)

M-skenaariossa

- tuotto +4,5 % kasvattaa varoja
- alhainen vakavaraisuus $\rightarrow (1-\lambda)(i_0 + b16) = -1,6 \%$
- osaketuotto positiivinen $\rightarrow \lambda b16^*j = +2,7 \%$
- > RSV +1,1 % ja vastuuelka kasvaa vähemmän kuin varat kasvavat
- > vakavaraisuusaste nousee odotettu tuotto -skenaariossa (ja b16 kasvaa)

korkea vakavaraisuus, matala osakepaino:

S-skenaariossa

- tuotto -6,3 % alentaa varoja
- korkea vakavaraisuus $\rightarrow (1-\lambda)(i_0 + b16) = +7,2 \%$
- osaketuotto voimakkaan negatiivinen $\rightarrow \lambda b16^*j = -8,1 \%$
- > RSV -0,9 % ja vastuuelka pienenee vähemmän kuin varat alenevat
- > vakavaraisuusaste alenee stressiskenaariossa (ja b16 alenee)

M-skenaariossa

- tuotto +4,5 % kasvattaa varoja
- Korkea vakavaraisuus $\rightarrow (1-\lambda)(i_0 + b16) = +7,1 \%$
- osaketuotto positiivinen $\rightarrow \lambda b16^*j = +2,7 \%$
- > RSV +9,8 % ja vastuuelka kasvaa enemmän kuin varat kasvavat
- > vakavaraisuusaste alenee odotettu tuotto -skenaariossa (ja b16 alenee)

10



Ääriesimerkit 2: korkea osakepaino

Vakavaraisuusaste	100 %		Vakavaraisuusaste	150 %	
Osakepaino	90 %		Osakepaino	90 %	
	S-skenaario	M-skenaario		S-skenaario	M-skenaario
Sijoitustuotto %	-24,70 %	8,50 %	Sijoitustuotto %	-24,70 %	8,50 %
Sijoitustuotto eur	-22,90	8,50	Sijoitustuotto eur	-34,35	12,75
RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %	RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %
RSV i0+b16 %	-2,93 %	-1,22 %	RSV i0+b16 %	5,15 %	7,55 %
RSV %	-11,03 %	1,48 %	RSV %	-2,95 %	10,25 %
Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-11,64	1,37	Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-4,27	10,25
VPO muutos	-11,26	7,13	VPO muutos	-30,08	2,50
Vakavaraisuusaste lopussa	87,26 %	107,03 %	Vakavaraisuusaste lopussa	120,81 %	147,62 %

matala vakavaraisuus, korkea osakepaino:

S-skenaariossa

- tuotto -24,7 % alentaa varoja

- alhainen vakavaraisuus --> $(1-\lambda)(i_0 + b16) = -2,9 \%$

- osaketuotto voimakkaan negatiivinen --> $\lambda b16 = -8,1 \%$

--> RSV -11,0 % ja vastuuvetka pienenee vähemmän kuin varat alenevat

--> **vakavaraisuusaste alenee stressiskenaariossa (ja b16 alenee)**

M-skenaariossa

- tuotto +8,5 % kasvattaa varoja

- alhainen vakavaraisuus --> $(1-\lambda)(i_0 + b16) = -1,2 \%$

- osaketuotto positiivinen --> $\lambda b16 = +2,7 \%$

--> RSV +1,5 % ja vastuuvetka kasvaa vähemmän kuin varat kasvavat

--> **vakavaraisuusaste nousee odotettu tuotto-skenaariossa (ja b16 kasvaa)**

korkea vakavaraisuus, korkea osakepaino:

S-skenaariossa

- tuotto -24,7 % alentaa varoja

- korkea vakavaraisuus --> $(1-\lambda)(i_0 + b16) = +5,1 \%$

- osaketuotto voimakkaan negatiivinen --> $\lambda b16 = -8,1 \%$

--> RSV -3,0 % ja vastuuvetka pienenee vähemmän kuin varat alenevat

--> **vakavaraisuusaste alenee stressiskenaariossa (ja b16 alenee)**

M-skenaariossa

- tuotto +8,5 % kasvattaa varoja

- korkea vakavaraisuus --> $(1-\lambda)(i_0 + b16) = +7,6 \%$

- osaketuotto positiivinen --> $\lambda b16 = +2,7 \%$

--> RSV +10,2 % ja vastuuvetka kasvaa enemmän kuin varat kasvavat

--> **vakavaraisuusaste alenee odotettu tuotto-skenaariossa (ja b16 alenee)**

"Normaalit" esimerkit 1 – osakepaino 50 %

Vakavaraisuusaste	125 %		Vakavaraisuusaste	130 %	
Osakepaino	50 %		Osakepaino	50 %	
	S-skenaario	M-skenaario		S-skenaario	M-skenaario
Sijoitustuotto %	-15,50 %	6,50 %	Sijoitustuotto %	-15,50 %	6,50 %
Sijoitustuotto eur	-17,88	8,12	Sijoitustuotto eur	-18,60	8,45
RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %	RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %
RSV i0+b16 %	2,14 %	2,85 %	RSV i0+b16 %	2,88 %	3,76 %
RSV %	-5,96 %	5,55 %	RSV %	-5,22 %	6,46 %
Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-6,98	5,53	Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-6,31	6,45
VPO muutos	-10,91	2,59	VPO muutos	-12,29	2,00
Vakavaraisuusaste lopussa	115,15 %	126,15 %	Vakavaraisuusaste lopussa	118,90 %	130,07 %

Tuottovaatimusmekanismin teoreettinen tasapainopiste on n. 130,2 % vakavaraisuusaste, kun sijoitustuotto on 6,5 %, osaketuotto 9,0 %, osakepaino 50 % ja $\lambda = 30 \%$.

M-skenaariossa vakavaraisuusaste nousee lähtövakavaraisuudesta 125 % --> 126,2 %, mutta lähtövakavaraisuudesta 130 % enää 130,1 %:iin. Lähtövakavaraisuudesta 135 % aste alenee M-skenaariossa 133,9 %:iin (ei taulukossa).

"Normaalit" esimerkit 2 – osakepaino 60 %

Vakavaraisuusaste	125 %		Vakavaraisuusaste	130 %	
Osakepaino	60 %		Osakepaino	60 %	
	S-skenaario	M-skenaario		S-skenaario	M-skenaario
Sijoitustuotto %	-17,80 %	7,00 %	Sijoitustuotto %	-17,80 %	7,00 %
Sijoitustuotto eur	-20,56	8,75	Sijoitustuotto eur	-21,38	9,10
RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %	RSV osaketuotto %	-8,10 %	2,70 %
RSV i0+b16 %	1,93 %	2,91 %	RSV i0+b16 %	2,70 %	3,81 %
RSV %	-6,17 %	5,61 %	RSV %	-5,40 %	6,51 %
Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-7,16	5,58	Vastuuvelan kasvu (tuottovaatimus)	-6,47	6,50
VPO muutos	-13,39	3,17	VPO muutos	-14,91	2,60
Vakavaraisuusaste lopussa	112,50 %	126,68 %	Vakavaraisuusaste lopussa	116,13 %	130,61 %

Tuottovaatimusmekanismin teoreettinen tasapainopiste on n. 132,7 % vakavaraisuusaste, kun sijoitustuotto on 7,0 %, osaketuotto 9,0 %, osakepaino 60 % ja lambda = 30 %.

M-skenaarioissa vakavaraisuusaste nousee lähtövakavaraisuudesta 125 % --> 126,7 %, mutta lähtövakavaraisuudesta 130 % enää 130,6 %:iin. Lähtövakavaraisuudesta 135 % aste alenee M-skenaariossa 134,5 %:iin (ei taulukossa).

Tulosten vertailu

Uusi kalibrointi, lambda 30 %, Oly:n valuuttakorjaus tehty

S-skenaario vastaa tappio-olettamaa

- Osakkeet -27 %
- Muu salkku -4 %

Keltaisella värjätyn alueen lukujen keskiarvo

Aiempi analyysi -1,9 %

Uusittu analyysi -1,6 %

--> C' = - 0.016 (aiempi -0.02)

aiempi analyysi:											
0,5*b16 muutos S-skenaariossa		osakepaino									
vakavaraisuusaste		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	
100 %		0,3 %	0,0 %	-0,4 %	-0,7 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,0 %	-2,3 %	
105 %		0,3 %	-0,1 %	-0,4 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,5 %	
110 %		0,2 %	-0,1 %	-0,5 %	-0,9 %	-1,2 %	-1,6 %	-2,0 %	-2,3 %	-2,7 %	
115 %		0,2 %	-0,2 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,5 %	-2,9 %	
120 %		0,0 %	-0,2 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,2 %	-2,6 %	-3,0 %	
125 %		0,1 %	-0,3 %	-0,5 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,5 %	-3,0 %	
130 %		0,0 %	-0,4 %	-0,8 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,1 %	
135 %		0,0 %	-0,5 %	-0,9 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,0 %	-2,4 %	-2,9 %	-3,3 %	
140 %		-0,1 %	-0,5 %	-1,0 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,4 %	-2,6 %	-3,0 %	-3,5 %	
145 %		-0,1 %	-0,6 %	-1,1 %	-1,6 %	-2,0 %	-2,5 %	-3,0 %	-3,3 %	-3,7 %	
150 %		-0,2 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,6 %	-2,1 %	-2,6 %	-3,1 %	-3,6 %	-4,1 %	
uusi analyysi:											
0,5*b16 muutos S-skenaariossa		osakepaino									
vakavaraisuusaste		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	
100 %		0,6 %	0,4 %	0,1 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,7 %	
105 %		0,5 %	0,3 %	0,0 %	-0,3 %	-0,6 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,6 %	-1,9 %	
110 %		0,4 %	0,1 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,1 %	
115 %		0,2 %	0,0 %	-0,3 %	-0,6 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,6 %	-2,0 %	-2,3 %	
120 %		0,0 %	-0,1 %	-0,4 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,8 %	-2,1 %	-2,5 %	
125 %		0,0 %	-0,2 %	-0,5 %	-0,7 %	-1,0 %	-1,4 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,4 %	
130 %		-0,1 %	-0,4 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,2 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,6 %	
135 %		-0,3 %	-0,6 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,7 %	-1,9 %	-2,1 %	-2,5 %	-2,9 %	
140 %		-0,5 %	-0,7 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,2 %	-2,6 %	-2,7 %	-3,1 %	
145 %		-0,6 %	-0,9 %	-1,3 %	-1,7 %	-2,1 %	-2,5 %	-2,8 %	-3,2 %	-3,3 %	
150 %		-0,8 %	-1,1 %	-1,5 %	-1,9 %	-2,3 %	-2,7 %	-3,1 %	-3,5 %	-3,9 %	

Tulosten vertailu

Uusi kalibrointi, lambda 30 %,
Olv:n valuuttakorjaus tehty

M-skenaario vastaa odotettua
tuottoa

- Osakkeet +9 %
- Muu salkku +4 %

Keltaisella värjätyn alueen
lukujen keskiarvo

Aiempi analyysi +1,1%

Uusittu analyysi 0,1 %

--> D' = +0.001 (aiempi +0.011)

aiempi analyysi:										
0,5*b16 muutos M-skenaariossa		osakepaino								
vakavaraisuusaste		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
	100 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %
	105 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %	0,8 %	0,9 %
	110 %	0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %	0,9 %	1,0 %	1,0 %
	115 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,8 %	0,9 %
	120 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %	0,9 %	0,9 %	1,0 %
	125 %	0,7 %	0,8 %	0,8 %	0,9 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %
	130 %	0,8 %	0,8 %	0,9 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %
	135 %	0,8 %	0,9 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %	1,6 %
	140 %	0,9 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %	1,6 %	1,7 %
	145 %	1,0 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %	1,6 %	1,7 %	1,8 %
	150 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,4 %	1,5 %	1,6 %	1,7 %	1,8 %	1,9 %
uusi analyysi:										
0,5*b16 muutos M-skenaariossa		osakepaino								
vakavaraisuusaste		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
	100 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,6 %	0,7 %	0,8 %	0,8 %	0,9 %	0,9 %
	105 %	0,3 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,7 %	0,8 %	0,8 %
	110 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,7 %
	115 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,6 %
	120 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,3 %
	125 %	-0,1 %	-0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %
	130 %	-0,3 %	-0,2 %	-0,1 %	-0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %
	135 %	-0,4 %	-0,4 %	-0,3 %	-0,2 %	-0,1 %	-0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %
	140 %	-0,6 %	-0,5 %	-0,5 %	-0,4 %	-0,3 %	-0,2 %	-0,1 %	-0,1 %	0,0 %
	145 %	-0,8 %	-0,7 %	-0,6 %	-0,5 %	-0,5 %	-0,4 %	-0,3 %	-0,2 %	-0,2 %
	150 %	-1,0 %	-0,9 %	-0,8 %	-0,7 %	-0,6 %	-0,6 %	-0,5 %	-0,4 %	-0,3 %

15



Tulosten erot

- Tarkempi laskentamenetelmä näyttää, että
 - todellisuudessa täydennyskertoimen jousto stressiskenaariossa on vähäisempää kuin mitä aiempi laskenta on antanut ymmärtää (-1,6 % vs. aiemman analyysin tulos -1,9 %)
 - Toisaalta odotettu tuotto –skenaariossa täydennyskertoimen kasvu on olennaisesti vähäisempää kuin aiemman analyysin valossa (+0,1 % vs. +1,1 %)
- Odotettu tuotto –skenaarion olettaisi olevan ainakin ”keskimäärin jollain tavalla / jossain mielessä lähellä” tasapainopistettä, jolloin olisi loogista, että b16 ei M-skenaariossa kasva tai alene (b16-kertoimen muutoshan tarkoittaa, että vakavaraisuusaste muuttuu)

16



Teknisen korjauksen huomiointi

- Kuten aiemminkin, ovat parametrit C ja D tuottovaatimusriskin pääomavaatimuksen ja odotetun tuoton kaavoissa laissa ilman kerrointa:

$$V_j = \left((1 - \lambda)(k + b) + \underline{C} - \lambda S_j \right) A_j \quad \mu_j = - \left((1 - \lambda)(k + b) + \underline{D} + \lambda m_j \right) A_j$$

- Nyt kuitenkin parametrit C ja D liittyvät juuri *täydennyskertoimen* (kaavassa *b*) muutokseen S- ja M-skenaarioissa, eli edellä saadut arvot $C' = -0,016$ ja $D' = 0,001$ pitää vielä kertoa kertoimella $(1 - \lambda)$, jolloin saadaan

$$C = (1 - \lambda) * C' = 0.70 * (-0.016) = -0.0112$$

$$D = (1 - \lambda) * D' = 0.70 * (0.001) = 0.0007$$

Korjauksen vaikutus riskiarvoon ja od.tuottoon

Koska $V_{15} + \mu_{15} = [C - D - \lambda(S_j + m_j)] A_{15}$, niin kun aiemmilla C ja D tämä oli

$$V_{15} + \mu_{15} = -0.1267 A_{15}$$

Niin nyt siis

$$V_{15} + \mu_{15} = -0.1211 A_{15}$$

ja negatiivisen riskiarvon itseisarvo siis pienenee hieman

Odotettu tuotto μ_{15} alenee itseisarvoltaan $0.007 A_{15}$ (eli D-parametrin muutos kertaa altistuma)

Riskiluokan 15 odotettu tuotto on negatiivinen, mikäli täydennyskertoimen määrittävä vakavaraisuusaste on yli 103 %, tällöin D-parametrin korjaus tältä osin alentaa kokonaispääomavaadetta, kun odotetun tuoton itseisarvo lisätään pääomavaateeseen

Vakavaraisuusraja suhteessa nykyrajaan eri vakavaraisuusasteilla ja parametrimuutoksilla

- Parametrien C ja D edellä esitetty muutos ei kovin paljon näytä vaikuttavan rajan suhteellisiin muutoksiin verrattuna nykytilaan kohtuullisilla osakepainoilla (vertailu aina riviin *olv20nyky*)
- Suurin ero vaikutuksessa matalilla vakavaraisuuksilla (laskelmissa osakepaino 50 %)

UUDET C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %	AIEMPI C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %
olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
olv20uusi_ei_korj	67 %	72 %	74 %	74 %	75 %	75 %	olv20uusi_ei_korj	65 %	71 %	73 %	73 %	74 %	74 %
olv20uusi_korj	64 %	70 %	72 %	73 %	74 %	74 %	olv20uusi_korj	64 %	69 %	72 %	72 %	73 %	73 %
olv25nyky	77 %	86 %	90 %	97 %	102 %	107 %	olv25nyky	77 %	86 %	90 %	97 %	102 %	107 %
olv25uusi_ei_korj	55 %	63 %	66 %	71 %	76 %	79 %	olv25uusi_ei_korj	55 %	63 %	66 %	70 %	75 %	78 %
olv25uusi_korj	52 %	61 %	65 %	70 %	74 %	78 %	olv25uusi_korj	55 %	62 %	65 %	69 %	74 %	77 %
olv30nyky	56 %	74 %	81 %	92 %	102 %	109 %	olv30nyky	56 %	74 %	81 %	92 %	102 %	109 %
olv30uusi_korj	46 %	55 %	60 %	67 %	74 %	79 %	olv30uusi_korj	49 %	56 %	59 %	67 %	73 %	78 %
olv30uusi_ei_korj	45 %	54 %	58 %	65 %	72 %	78 %	olv30uusi_ei_korj	51 %	56 %	59 %	66 %	72 %	77 %
ERO	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %							
olv20nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv20uusi_ei_korj	2 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv20uusi_korj	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv25nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv25uusi_ei_korj	-1 %	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv25uusi_korj	-3 %	-1 %	0 %	0 %	0 %	1 %							
olv30nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv30uusi_korj	-3 %	-1 %	0 %	0 %	1 %	1 %							
olv30uusi_ei_korj	-6 %	-2 %	-1 %	0 %	0 %	0 %							



Vakavaraisuusraja suhteessa nykyrajaan eri vakavaraisuusasteilla ja parametrimuutoksilla

- Parametrien C ja D edellä esitetty muutos vaikuttaa enemmän rajan suhteellisiin muutoksiin verrattuna nykytilaan matalilla osakepainoilla (vertailu aina riviin *olv20nyky*)
- Asiaan vaikuttanee, että tässä liikutaan niillä rajoilla, että "shortataan OLV:ia"
- Suurin ero vaikutuksessa taaskin matalilla vakavaraisuuksilla (laskelmissa osakepaino 25 %)

UUDET C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %	AIEMPI C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %
olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
olv20uusi_ei_korj	196 %	106 %	94 %	91 %	89 %	87 %	olv20uusi_ei_korj	265 %	120 %	101 %	96 %	92 %	90 %
olv20uusi_korj	172 %	99 %	90 %	87 %	85 %	84 %	olv20uusi_korj	245 %	114 %	97 %	92 %	89 %	87 %
olv25nyky	78 %	90 %	93 %	101 %	109 %	114 %	olv25nyky	78 %	90 %	93 %	101 %	109 %	114 %
olv25uusi_ei_korj	239 %	109 %	92 %	94 %	97 %	98 %	olv25uusi_ei_korj	322 %	126 %	101 %	100 %	101 %	102 %
olv25uusi_korj	223 %	104 %	88 %	91 %	93 %	95 %	olv25uusi_korj	312 %	122 %	98 %	97 %	98 %	99 %
olv30nyky	103 %	90 %	89 %	102 %	115 %	124 %	olv30nyky	103 %	90 %	89 %	102 %	115 %	124 %
olv30uusi_korj	311 %	119 %	94 %	98 %	102 %	105 %	olv30uusi_korj	405 %	139 %	104 %	105 %	107 %	109 %
olv30uusi_ei_korj	308 %	116 %	91 %	94 %	98 %	102 %	olv30uusi_ei_korj	409 %	137 %	102 %	102 %	104 %	106 %
ERO	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %							
olv20nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv20uusi_ei_korj	-69 %	-14 %	-7 %	-5 %	-4 %	-3 %							
olv20uusi_korj	-73 %	-15 %	-7 %	-5 %	-4 %	-3 %							
olv25nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv25uusi_ei_korj	-83 %	-17 %	-8 %	-6 %	-5 %	-3 %							
olv25uusi_korj	-89 %	-18 %	-9 %	-7 %	-5 %	-4 %							
olv30nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv30uusi_korj	-94 %	-20 %	-10 %	-7 %	-5 %	-4 %							
olv30uusi_ei_korj	-101 %	-21 %	-11 %	-8 %	-6 %	-4 %							



Vakavaraisuusraja suhteessa nykyrajaan eri vakavaraisuusasteilla ja parametrimuutoksilla

- Parametrien C ja D edellä esitetty muutos vaikuttaa varsin vähäisesti rajan suhteellisiin muutoksiin verrattuna nykytilaan korkeilla osakepainoilla (vertailu aina riviin *olv20nyky*)
- Suurin ero vaikutuksessa taaskin matalilla vakavaraisuuksilla (laskelmissa osakepaino 75 %)

UUDET C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %	AIEMPI C, D	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %
olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	olv20nyky	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
olv20uusi_ei_korj	73 %	75 %	76 %	76 %	77 %	77 %	olv20uusi_ei_korj	71 %	74 %	75 %	76 %	76 %	76 %
olv20uusi_korj	72 %	74 %	75 %	76 %	76 %	77 %	olv20uusi_korj	71 %	73 %	75 %	75 %	76 %	76 %
olv25nyky	87 %	91 %	93 %	97 %	101 %	104 %	olv25nyky	87 %	91 %	93 %	97 %	101 %	104 %
olv25uusi_ei_korj	64 %	68 %	70 %	73 %	77 %	79 %	olv25uusi_ei_korj	63 %	67 %	69 %	73 %	76 %	78 %
olv25uusi_korj	64 %	67 %	69 %	73 %	76 %	78 %	olv25uusi_korj	63 %	67 %	69 %	72 %	75 %	78 %
olv30nyky	75 %	82 %	86 %	93 %	100 %	106 %	olv30nyky	75 %	82 %	86 %	93 %	100 %	106 %
olv30uusi_korj	56 %	61 %	64 %	69 %	74 %	78 %	olv30uusi_korj	55 %	60 %	63 %	69 %	74 %	78 %
olv30uusi_ei_korj	56 %	61 %	63 %	69 %	74 %	78 %	olv30uusi_ei_korj	56 %	60 %	63 %	68 %	73 %	77 %
ERO	s=100 %	s=110 %	s=120 %	s=130 %	s=140 %	s=150 %							
olv20nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv20uusi_ei_korj	2 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv20uusi_korj	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv25nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv25uusi_ei_korj	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv25uusi_korj	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv30nyky	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							
olv30uusi_korj	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %							
olv30uusi_ei_korj	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %							

21



#MeOllaanVeritas
#ViÄrVeritas