



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Hinna- ja koguse riski maandamine VKG Energia OÜ elektriportfelli näitel

Kõrgepingetehnika õppetool

Elektroenergeetika eriala

Magistritöö

Õppetooli juhataja

prof J. Valtin

Juhendaja

P. Pikk

Lõpetaja

A. Labi

Tallinn 2014

Töö kaitsmine

Lõputöö on kaitsstud juuni 2014.a. hindele.....

Kaitsmiskomisjoni esimees (nimi ja allkiri)_____

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks elektroenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) _____

Lõputöö kokkuvõte

<p><i>Autor:</i> Andres Labi</p> <p><i>Töö pealkiri:</i> Hinna- ja koguse riski maandamine VKG Energia OÜ elektriportfelli näitel</p> <p><i>Kuupäev:</i> 02.06.2014</p>	<p><i>Lõputöö liik:</i> Magistritöö</p> <p>76 lk</p>
<p><i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool</p> <p><i>Teaduskond:</i> Energeetika</p> <p><i>Instituut:</i> Elektroenergeetika</p> <p><i>Õppetool:</i> Kõrgepingetehnika</p>	
<p><i>Töö juhendaja(d):</i> Peeter-Jass Pikk</p> <p><i>Töö konsultant (konsultandid):</i></p>	
<p><i>Sisu kirjeldus:</i></p> <p>Töö eesmärgiks on uurida hinna- ja koguse riski maandamise ajastamist VKG Energia OÜ elektriportfelli näitel.</p> <p>Töö koosneb kahest osast. Esimene osas on teooria, kus kirjeldakse finants- ja elektrienergiale omaseid riske. Seejärel selgitatakse tuletisinstrumentide olemust ja toimispõhimõtteid, lähtuvalt hinnariski maandamise aspektist. Tuuakse välja koguse riski olemus ning antakse ülevaade Markowitzi optimaalsest portfelligimudelidest.</p> <p>Teises osas kirjeldatakse VKG Energia elektriportfelli iseärasusi, formuleeritakse lahendatav ülesanne ja teostatakse analüüs. Analüüsi osa on jaotatud kaheks: hinnariski ajastamine optimaalse portfelligimudeli rakendamise tulemusel ja VKG Energia elektriportfelli avatud positsioonist tulenevalt hinna- ja koguse riski analüüs.</p> <p>Töö tulemus näitas, et VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamine ei ole põhjendatud, kuna seeläbi risk suureneb</p>	
<p><i>Märksõnad:</i> VKG, elektriportfell, hinnarisk, koguse risk, riskimaandus; riskimaanduse ajastamine, riskid, futuur, forward, optioon, CFD, portfelligiteooria; standardhälve, Sharpe indeks</p>	

Summary of the diploma work

<i>Author:</i> Andres Labi	<i>Kind of the work:</i> Master's thesis
<i>Title:</i> Timing of price and volumetric risks based on VKG Energia Ltd electricity portfolio	
<i>Date:</i> 02.06.2014	<i>76 pages</i>
<i>University</i> Tallinn University of Technology	
<i>Faculty:</i> Power Engineering	
<i>Department:</i> Electrical Power Engineering	
<i>Chair:</i> High Voltage Engineering	
<i>Tutor(s) of the work:</i> Peeter-Jass Pikk	
<i>Consultant(s):</i>	
<i>Abstract:</i>	
<p>The aim of this work is to analyze timing of price and volumetric risks based on VKG Energia Ltd electricity portfolio</p> <p>The work is divided into two parts. First part covers the theory, where financial and electricity specific risks are described. Then there will be explanation of derivatives functionalities, with aim on price risk management. The essence of volumetric risk will be brought out, followed by the Markowitz portfolio optimization model.</p> <p>In the second part the subject of the thesis will be formulated and analyzed. Also the peculiarities of the VKG Energia electricity portfolio will be described. The analysis is divided into two parts: hedging timing analysis based on optimal portfolio model and VKG Energia electricity portfolio open position price and volumetric risk analysis.</p> <p>The work shows that VKG Energia electricity portfolio price and volumetric risk hedging would increase the risk.</p>	
<i>Key words:</i> VKG, electricity portfolio, price risk, volumetric risk, hedging; timing the hedge, risks, future, forward, option, CFD, portfolio theory, standard deviation, Sharpe ratio.	

Sisukord

Töö kaitsmine	2
Autorideklaratsioon	3
Lõputöö kokkuvõte	4
Summary of the diploma work	5
Sisukord	6
Lõputöö ülesanne	8
Eessõna	12
Tabelite loetelu	13
Jooniste loetelu	14
Graafikute loetelu	15
Sissejuhatus	16
1. Teooria	18
1.1. Riskid.....	18
1.1.1. Finantsriskid	18
1.1.2. Elektrienergiale omased riskid	19
1.2. Hinnariski maandamine elektriturul	20
1.2.1. Futuur	21
1.2.2. Forward.....	24
1.2.3. Swap	26
1.2.4. Optsoon	27
1.2.5. CFD	28
1.2.6. Forward+CFD.....	29
1.3. Koguse riski maandmine elektriturul.....	31
1.4. Riskimaanduse ajastamine	32
1.5. Optimaalne portfelligudel.....	33
1.5.1. Oodatava tulumäära standardhälve.....	35
1.5.2. Sharpe indeks.....	35
2. Materjal ja meetodid	37
2.1. VKG Energia	37

2.1.1.	VKG Energia tehnoloogiline protsess	38
2.1.2.	VKG Energia elektrienergia toodang ja kasutatavad kütused	39
2.1.3.	VKG Energia elektriportfelli koosseis ja omapära	43
2.2.	Ülesande formuleerimine ja analüüs.....	47
2.2.1.	Tuletisinstrumentidest koosneva optimaalne portfelli.....	48
2.2.2.	VKG Energia hinna- ja koguseriski analüüs	53
2.3.	Tulemused.....	60
2.4.	Järeldused.....	61
3.	Kokkuvõte	63
4.	Kirjandus	65
	Lisad.....	68
L.1.	NPS süsteemihinna futuurilepingute tähistuse selgitus	68
L.2.	Soome hinnapiirkonna CFD lepingute tähistuse selgitus	69
L.3.	VKG Energia elektriportfelli päevane keskmine saldo 2013	70
L.4.	VKG Energia elektriportfelli (kuu, kvartal, aasta 2013) keskmine avatud positsioon ja riskimaandus ühes tunnis	71
L.5.	VKG Energia elektriportfelli keskmine päeva avatud positsioon ühes tunnis pärast riskimaandust	72
L.6.	Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnisaldo 2013 kuude ja aasta lõikes	73
L.7.	Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnisaldo 2013 kuude ja aasta lõikes	74
L.8.	VKG Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnisaldo 2013 kvartalite lõikes.....	75
L.9.	Soome hinnapiirkonna keskmised spot hinnad 2008-2014.a.....	76



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Lõputöö ülesanne

Lõputöö teema: Hinna- ja koguse riski maandamine VKG Energia OÜ
elektriportfelli näitel

Üliõpilane: Andres Labi, 111298AAVM

Lõputöö juhendaja: Peeter-Jass Pikk

Õppetool: Kõrgepingetehnika

Õppetooli juhataja: prof Juhan Valtin

Lõputöö esitamise tähtaeg: 02.06.2014.a.

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Õppetooli juhataja (allkiri)

1. Teema põhjendus

Magistritöö teema püstitus on oluline kogu VKG kontserni elektriportfelli hinna- ja riskimaanduse seisukohalt vaadatuna. Selle töö tulemusel hinnatakse VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse riskimaandamise vajalikkust.

Riskimaanduse ajastamine on teine oluline teema kõikidele elektrituruosalistele, kes soovivad maandada oma hinnariski. Autor analüüsib riskimaanduse ajastamist läbi Harry Markowitz optimaalset väärtpaberiportfelli leidmise meetodi. Varasemalt ei ole optimaalset väärtpaberipaberiportfelli meetodit riskimaanduse ajastamisel analüüsitud.

2. Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on uurida hinna- ja koguse riski maandamise ajastamist VKG Energia OÜ elektriportfelli näitel

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Kuidas ajastada VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamist?

Kuidas maandada VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse riski?

4. Lähteandmed

Magistritöö lähteandmed, mis puudutavad VKG Energiat elektriportfelli ja muid sisendandmeid, pärinevad VKG Energia OÜ-st. Fuuturi- ja CFD lepingute hinnad pärinevad Reutersist. Spot elektrihinnad on võetud Nord Pool Spot kodulehelt.

5. Uurimismeetodid

Riskimaanduse ajastamisel kasutan uurimismeetodina Markowitzi optimaalset portfelligudelit. Andmetena analüüsil kasutan NPS süsteemihinna forwardite ja Soome hinnapiirkonna EPAD sulgemishindasid. VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamist uurimisel teostan andmete kvantitatiivanalüüsi. Elektriportfelli analüüsil kasutan 2013.a. aasta tunnipõhist saldot. Andmete analüüs kasutan Excelit.

6. Graafiline osa

Graafiline osa on peamiselt välja toodud magistritöö põhiosas, kuid teatud osa tabeleid ja graafikuid jääb ka lisadesse.

- VKG Energia elektriportfelli saldost kajastavad graafikud

- VKG Energia tehnoloogilist protsessi kajastavad graafikud
- Tuletisinstrumentide hinnariskimaandamise skeemide joonised
- Tuletisinstrumentide arveldamise joonised
- Optimeerimisülesande tulemuste tabelid
- Hinna- ja koguse riski maandamist kajastavad graafikud

7. Töö struktuur

- Sisukord
- Lõputöö ülesanne
- Eessõna
- Tabelite loetelu
- Jooniste loetelu
- Graafikute loetelu
- Sissejuhatus
- Teooria
 1. Riskide juhtimine elektriturul
 2. Riskid elektriturul
 3. Hinnariski maandmine elektriturul
 4. Koguse riski maandmine elektriturul
 5. Riskimaanduse ajastamine
 6. Optimaalne portfelligimudel
 7. Oodatava tulumäära standardhälve
 8. Sharpe indeks
- Andmed ja mudel
 1. VKG Energia andmed
 2. Ülesande formuleerimine ja analüüs
 3. Tulemused
 4. Järeldused
- Kokkuvõte
- Kirjandus
- Lisad

8. Kasutatud kirjanduse allikad

Kirjanduse peamised allikatena kasutan: Sander, P. (2003). Portfelliteooria II; 9. Trade at Nord Pool ASA's financial market. (2010); Hull, C. J: (2006). Options, Futures and Other Derivatives; Denga, S.J., Orenb S.S. (2006). Electricity derivatives and risk management; Wright C. (2012). Portfolio Optimization in Excel.mp4.

Hinnainfo allikatena kasutas autor: Reutersit, Nasdaq OMXi Nord Pool Spoti.

9. Lõputöö konsultandid

Magistritöö raames ei kasutatud konsultantide abi.

10. Töö etapid ja ajakava

- Struktuuri ülesehitus ja lähteandmete kogumine: (jaanuar-veebruar 2014)
- Kirjanduse läbitöötamine, teoreetilise osa kirjutamine: (jaanuar-aprill 2014)
- Arvutuste/mõõtmiste/modelleerimise teostamine nr 1: (aprill 2014)
- Juhendajale läbilugemiseks saatmine (30.aprill 2014)
- Arvutuste/mõõtmiste/modelleerimise teostamine nr 2: (mai 2014)
- Paranduste sisseviimine nr 1: (01.mai-23.mai 2014)
- Uuringu tulemuste kirjeldamine, järelduste kirjutamine, kokkuvõtte koostamine: (19.mai-23.mai 2014)
- Juhendajale teiseks läbilugemiseks saatmine: (23. mai 2014)
- Paranduste sisseviimine nr 2: (24.mai-28.mai 2014)
- Töö lõplik versioon valmis: (29.mai 2014)

Eessõna

Magistritöö teemapüstitus „Hinna- ja koguse riski maandamine VKG Energia OÜ elektriportfelli näitel“ sai valitud, kuna töö raames lahendatavad küsimused omavad VKG Energia elektriportfelli riskijuhtimise seisukohalt kesksel rolli.

Käesoleva magistritöö võib jaotada kaheks oskaks, milles uuritakse portfelliteooria rakendamise võimalusi finantstehingute ajastamisel ning hinna- ja koguse riski maandamise võimalusi VKG Energia OÜ elektriportfelli avatud positsioonist tulenevalt.

Hinnariski maandamise ajastamine on riskijuhtimise juures väga delikaatne küsimus, millele puudub olemasolevas kirjanduses ühene seisukoht. Sellest tulenevalt pidas autor vajalikuks uurida finantstehingute ajastamist, rakendades selleks Markowitzi optimaalset väärtpaberiportfelli mudelit. Varasemalt ei ole autorile teadaolevalt portfelliteooriat riskimaanduse ajastamise vaatenurgast rakendatud ega analüüsitud.

Tulenevalt VKG Energia elektriportfelli väga volatiilsest avatud positsioonist, keskendus autor hinna- ja koguse riski maandamise uurimisele, et leida praktiline lahendus olemasolevale teooriale.

Töös on antud põhjalik ülevaade erinevatest riskidest, hinnariskimaanduse instrumentidest ja nende toimispõhimõtetest ning koguse riski käsitlevast kirjandusest. Täiendavalt leiab tööst erinevat infomatsiooni VKG Energia elektriportfelli iseärasuste kohta, mis omavad väga olulist rolli magistritöö tulemuste kujunemisel.

Magistritöö autor tänab lõputöö juhendajat igakülgse abi eest.

Tabelite loetelu

Tabel 2.1. VKG Energia turboagregaadid	38
Tabel 2.2 Stsenaarium nr 1: tulumäär, tulumäära standardhälve ja Sharpe indeks	50
Tabel 2.3. Stsenaarium nr 2: tulumäär, tulumäära standardhälve ja Sharpe indeks	50
Tabel 2.4. Transponeeritud kujul esitatud keskmise tulumäära ja keskmise tulumäära vahesid sisaldavate tabelite korrutise tulemus (Stsenaarium nr 1)	50
Tabel 2.5. Transponeeritud kujul esitatud keskmise tulumäära ja keskmise tulumäära vahesid sisaldavate tabelite korrutise tulemus (Stsenaarium nr 2)	51
Tabel 2.6. Dispersioon-kovariatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 1)	51
Tabel 2.7. Dispersioon-kovariatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 2)	51
Tabel 2.8. Korrelatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 1)	52
Tabel 2.9. Korrelatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 2)	52
Tabel 2.10. Stsenaariumi nr 1: osakaalud optimaalses portfellis	53
Tabel 2.11. Stsenaariumi nr 2: Osakaalud optimaalses portfellis.....	53
Tabel 2.12. Alternatiivne strateegia: VKG Soojuse tipukatlamaja kasutamine	58

Jooniste loetelu

Joonis 1.1 NPS forwardi süsteemihind ja NPS spot hind perioodil, 2002-2012	21
Joonis 1.2: Futuuri lepingutega arveldamise näide	22
Joonis 1.3: Elektrimüüja pikaks ostetud futuurilepingu hinnariski maandamise skeem.....	23
Joonis 1.4: Elektrimüüja lühikeseks müüdud futuurilepingu hinnariski maandamise skeem.....	24
Joonis 1.5. CFD lepingu arveldamise skeem.....	28
Joonis 1.6. Forward+CFD arveldamise skeem, kus süsteemihind on madalam hinnapiirkonna hind	30
Joonis 1.7. Forward+CFD arveldamise skeem, kus süsteemihind on kõrgem, kui hinnapiirkonna hind.....	30

Graafikute loetelu

Graafik 2.1. VKG Energia toodang komponentide lõikes versus VKG elektriportfelli saldo 2012.a.	40
Graafik 2.2. VKG Energia toodang komponentide lõikes versus VKG elektriportfelli saldo 2013.a.	41
Graafik 2.3. VKG Energia poolt kasutatavad kütused 2012.a.	42
Graafik 2.4. VKG Energia poolt kasutatavad kütused 2013.a.	42
Graafik 2.5. Petrotergaasi keskmine toodang kuus versus elektriportfelli kuu keskmine saldo 2013.a.	43
Graafik 2.6. VKG Energia elektrimüügiportfell koos seis ettevõtete lõikes 2013.a.	44
Graafik 2.7. VKG Energia tunnipõhine tarbimisportfell 2012-2013.a.	45
Graafik 2.8. VKG Energia tunnipõhine tootmisportfell 2012-2013.a.	45
Graafik 2.9. VKG Energia tunnipõhine elektriportfelli saldo 2012-2013.a.	46
Graafik 2.10. Keskmine päevasaldo, versus NPS FI keskmine päeva spot hind 2013.a.	47
Graafik 2.11. Esimese kvartali futuuri- ja CFD lepingute sulgemishinnad	49
Graafik 2.12. Esimese kvartali futuuri- ja CFD lepingute sulgemishinnad	49
Graafik 2.13. VKG Energia esimese kvartali saldo 2013.a. päevade lõikes	54
Graafik 2.14. VKG Energia elektriportfelli keskmine riskimaandus kuude, kvartalite ja aasta lõikes 2013.a.	55
Graafik 2.15. VKG Energia avatud positsioon 2013.a. kuude lõikes.	56
Graafik 2.16. VKG Energia avatud positsiooni riskimaandus (märts 2013.a.)	57
Graafik 2.17. VKG Energia avatud positsiooni riskimaandus (juuli 2013.a.)	57
Graafik 2.18. VKG Energia avatud müügi- ja ostupostisioon pärast riskimaandust.	58
Graafik 2.19. VKG Energia elektritootmise kulu/tulu versus NPS Soome spot hind 2013.a.	59

Sissejuhatus

Elektriturul on turuosalistele riskimaanduse seisukohalt väga oluline tulla toime elektrihindade volatiilsusest tuleneva hinnariski ning prognoosimatust tarbimisest ja tootmisest põhjustatud koguse riskiga. Isegi kui turuosaline teadvustab endale, et vajadus hinnariski maandamiseks on olemas, jääb ikkagi lahtiseks riskimaanduse ajastamise küsimus.

Elektrienergia spotturg põhjustab turuosalistele märkimisväärseid riske. Tuletisinstrumentid võimaldavad neid riske maandada, vähendades seeläbi spothinnamuutuste mõju rahavoogudele. Isegi kui hinnarisk on suudetud turuosalise poolt maandada jääb endiselt üles küsimus, kuidas maandada koguse muutusest tulenev risk.

Varasemalt on erinevaid riske ja riskimaanduse võimalusi uurinud paljud autorid, nt: Unger (2002), kes keskendus põhjalikult alternatiivse riskimaandusstrateegia välja töötamisele; Hull (2006) annab põhjaliku ülevaate optisioonide, futuuride ja teistest tuletisinstrumentidest ning nende kasutamise võimalusest; Das (2006), kes vaatab riskijuhtimist laiemalt korporatiivsel tasandil; Kolos (2005) keskendub peamiselt just energiaturgude riskijuhtimisele; Simkins (2013) toob välja riskijuhtimise väljakutsed ja parimad lahendused nendega tegelemiseks.

Hinnariski maandamist on uuritud põhjalikult erinevate autorite poolt nagu: Hull (2006) annab põhjaliku ülevaate optisioonide, futuuride ja teiste tuletisinstrumentide rakendamise kohta; Oum ja Deng (2006) uurisid koos elektrienergia tuletisinstrumente ja sellega kaasnevat riskijuhtimist; Stoft, Belden, Goldman, Pickle (1998) annavad hea ülevaate elektrienergia futuuride ja teiste tuletisinstrumentide põhialustest; Härm (2011) analüüsis finantsinstrumentide kasutamist elektriturul hinnariski maandamisel; Nasakkala ja Keppo (2005) uurivad koormusmustri läbi staatiliste *forward* lepingute kasutamise strateegiate; Brown ja Toft (2002) proovivad vastata küsimusele: „Kuidas ettevõtte peaksid oma riski maandama?“; Gay, Nam ja Turac (2003) analüüsisid riskimaandusinstrumentide optimaalset kooslust, rakendades selleks lineaarseid ja mitte-lineaarseid tuletisinstrumente. Mitmed teadustööd ja raamatud püüavad vastata küsimusele, kuidas maandada hinnariski ja milliseid strateegiaid tuleks sealjuures ellu viia?

Tuleb tõdeda, et hinnariski vaadatakse üldjuhul koguse riskist eraldi, mis on enamuse teadustööde puhul peamiseks puuduseks.

Mingi kindla koguse hinnariski maandamine võib tunduda oma olemuselt suhteliselt lihtne. Samas on kõrge koguse riskiga elektriportfelli saldo hinnariski maandamine väga keeruline ja eeldab komplekssemat lähenemist, mis peab võtma arvesse kõiki portfelli iseärasusi.

Koguse riski maandamise võimalusi on põhjalikult uurinud: Oum, Oren ja Deng (2006), analüüsisid koguse riski maandamise võimalusi standardsete elektrienergia optisioonide kasutamist hulgituru tingimustes; Woo, Krimov ja Horowitz (2004) käsitlevad oma töös elektrienergia ostuga kaasnevat riski jaotusvõrgu ettevõtte näitel. Vaatamata erinevatele ettepanekutele koguse riski maandamise osas jääb endiselt õhku küsimus: „Kuidas maandada?“

Üks oluline komponent hinnariski maandamise juures on positsiooni võtmine ehk selle ajastamine. Tehingusse mineku ajastamist on uurinud järmised autorid: Chen (2007), kes analüüsisid riski ajastamist riskifondide näitel; Opiel (2012) püüab vastata oma töös küsimuse: „Kas riskimaanduse ajastamine sõltub üksnes riskimaandajast?“, Bauer ja Dahlquis (2012) annavad vastuse selle, „Milline on ajastamise ja ruletimängimise vaheline seos?“, Pfeiffer (1985) uurib seda, kas turu ajastamine vähendab riski? Eelnevad tööd ei anna kahjuks vastust küsimusele „Kuidas ajastada?“, vaid pigem analüüsivad selle vajalikkust.

Portfelli hinnariski ajastamise uurimiseks otsustas autor rakendada käesoleva töö raames legendaarset Harry Markowitz'i optimaalse väärtpaberiporfelli meetodit.

Uurimistöö käigus soovib autor leida vastust küsimusele: „Kuidas maandada VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse risk?“

1. Teooria

Selle peatüki eesmärk on kirjeldada erinevaid riske ja enam levinud elektrienergia kauplemisinstrumentide toimimispõhimõtteid läbi visuaalsete näidete. Seejärel toob autor välja koguse riski ja riskimaanduse ajastamist käsitleva teooria. Riskimaanduse ajastamise uurimisest tulenevalt, annab autor ülevaate teooriast, mis on seotud optimaalsest portfelligumudeli, tulumäära standardhälbe ja Sharpe indeksiga, mis hiljem ka rakendust leiab.

1.1. Riskid

Ettevõtted kasutavad allpool toodu riskide maandamiseks erinevaid strateegiaid. Riskimaanduse peamine eesmärk ei ole saada kasumit, vaid elimineerida mitte-ootuspärane risk, seeläbi lukustades enda jaoks kasumi. [29]

Riskijuhtimise koosneb kindlatest tegevustest, mille eesmärk on hinnata erinevate ettevõtte avatust erinevatele riskidele, kasutades nende maandamiseks erinevaid finantsinstrumente, kindlustust või muid lepinguid. Seni on olemasolev riskimaandust uurinud kirjandus juhtinud tähelepanu erinevatele probleemidele, mis maandusega kaasneb. Finantsökonoomikas vaadeldakse riskimaandust, kui väga kulukat tegevust. Seega on oluline, et ettevõtted teadvustaksid enda jaoks riskide juhtimise vajadust. [18]

Riskid, millega on tuleb turuosalistel igapäevaselt elektriturul tegeleda, võib jaotada kahte gruppi. [2] Esimese gurpp koosneb olulistest riskidest, mis esinevad ka traditsioonaaasel finantsturul. Teine grupp on otseselt seotud elektrienergia, kui toorainele omaste riskidega, mis tähendab, et nad ei ole määrava tähtsusega traditsionaalsel finantsturul.

1.1.1. Finantsriskid

Kõik finantsinstrumendid ja sellega kaasnevad tegevused põhinevad mingitel eeldustel, riski juhtimisel ja hinnastamisel. Üldises plaanis koosneb risk neljast komponendist: hinnarisk; krediidirisk, , likviidsusrisk, operatiivne risk: [16]

Hinnarisk – on tingitud turuhindade suurest liikumisest ehk volatiilsusest ning võib ohustada ettevõtte finantspositsiooni või on seotud põhjustega, mis mõjutavad finantsinstrumentide hindade kujunemist [Ibid]

Krediidirisk – on tingitud tehingu vastaspoolest, kes ei täida endale võetud lepingulisi kohustusi tulenevalt, või siis likviidsusprobleemidest ning pankrotist. [Ibid]

Likviidsusrisk – tähendab mittelikviidsel turul kauplemise tulemusel võimaliku kahju saamist, sest finantspositsiooni sulgemine olemasolevate hinnaga võib olla raskendatud või võimatu, kuna puudub turul vastaspool. Veel kuulub siia alla: või võimalust saada kahju, sest ei ole piisavalt finantsvõimekust investeringuteks; vajalikku likviidset kapitali; võimetust refinantseerida olemasolevaid kohustusi. [Ibid]

Operatiivne risk - on tingitud infosüsteemide või sisemiste kontrollsüsteemide puudustest, mis võivad põhjustada ootamatud kahjumit. See risk on üldiselt seotud inimliku eksimusega, süsteemide mitte-toimisega, ebapiisavate protseduuride ja kontrollide tõttu. [Ibid]

Veel kuuluvad operatiivse riski alla: operatiivne (protsessidest tulenevad vead ja pettused); tehnoloogiline (infosüsteemide töökindlus); juriidiline (nõrgad lepingud) ja regulatiivne (regulatsioonide mitte jägmine) poolega seotud riskid. [Ibid]

Arveldustega seotud risk – võib olla põhjustatud rahaliste- või finantsinstrumentide liikumisest osapoolte vahel ette määratud aja jooksul. [Ibid]

1.1.2. Elektrienergiale omased riskid

Koguse risk – on peamiselt elektrituruosaliste jaoks üks suurema tähtsusega riskidest. Olgu see siis turuosalise ebaselge ja prognoosimatu tarbimine või tootmine. Elektrimüüja jaoks tähendab see võimekuse puudumist prognoosida täpselt tarbijate nõudlust mingiks kindlaks tunniks paar päeva ette. Tootja puhul on tegemist jälle teistsuguse probleemiga, kus ei suudeta prognoosida ja hinnata ja määrata täpset aega, millal elektri jaam ala- või ülekoormatakse tingituna vähesest või liigsest kütusest. Üldiselt esinevad hinnatipud elektriturul, kui elektri jaamadel on tootmisportsessis plaanivälised katkestused või külmaperioodil, kui tarbijate tarbimiskogused lähenevad just tiputarbimisele.

Baasrisk – tähendab seda, et hinnasuhe muutub kahe või enama kaubeldava tooraine või hinnareferentsi vahel. Baas on hinna erinevus tuletisinstrumentis kasutatud tooraine hinna ja spothinna vahel täitmispäeval. [14]

Oletame, et riskimaandaja maandas futuurilepingutega kõik hinnast tulenevad riskid, kuid praktikas ei pruugi riskimaandus sellega piirduda. Siinkohal mõned näited: 1) Võib juhtuda olukord, et vara hind, millega hinnariski maandati erineb oluliselt futuurilepingu hinnast; 2) Või olukord, kus riskimaandaja ei ole päris kindel, millal ta soovib vara realiseerida; 3) või riskimaandus tuleb mingil põhjusel varem lõpetada, kui futuuri aegumistähtaeg. [10]

Baasriski võib jaotada kolme alamgruppi: [Ibid]

- **Asukohast tingitud baasrisk** – risk on põhjustatud elektrienergia lepingujärgse kohaletoimetamise koha ja reaalse tarbimiskoha hinnaerinevusest
- **Toorainetevahelisest hinnast tingitud baasrisk** – antub olukorras on elektrihinna muutuse põhjustajaks seos teiste toorainetega nagu maagaas, CO₂, süsi ja nende hinnaliikumine
- **Sularaha- ja futuuri positsioonist tingitud baasrisk** – risk on tingitud futuuri lepingu hinnaerinevusest, võrreldes füüsilisel turul kaubeldava elektri hinnaga samal perioodil. Üheks peamiseks põhjuseks antud riski puhul võib olla vähene likviidsus turul

Füüsiline risk – tähendab seda, et elektrienergia ei ole võimalik kokkulepitud kohta füüsiliselt kohale toimetada, tingituna võimsuspiirangutest, tootmisvõimekuses või ülekande probleemidest.

Regulatiivne risk – hinnamuutused elektriturul, mille tingivad regulaatori poolsed otsused.

Poliitiline risk – elektrihinna muutuse põhjustavad ootamatud poliitilised otsused.

Ilma riski – elektrienergia hind on eriti tundlik ilmastikumuutustele, olgu selleks, siis sademete hulk või külm talv.

1.2. Hinnariski maandamine elektriturul

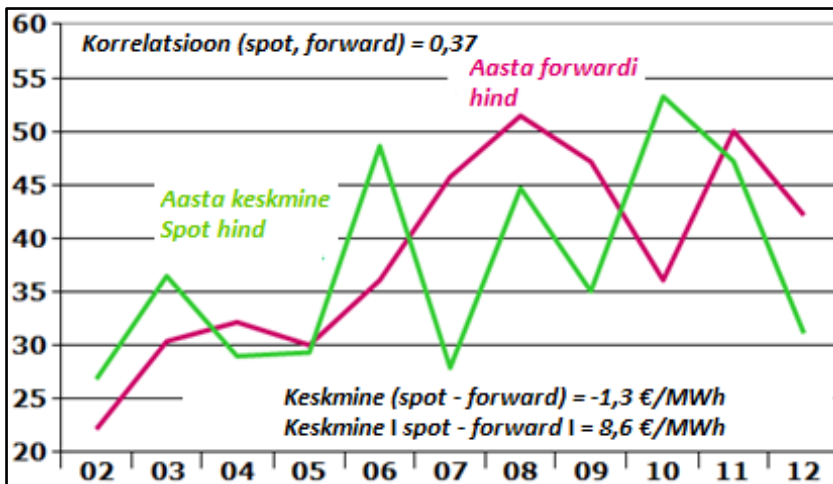
Elektrimüüjad, kes ostavad vahendatava elektrienergiat ja elektritootjad, kes müüvad toodetava elektrienergia jaeturule, on avatud nii hinna, kui ka kogusest tingitud riskidele. Selleks, et tagada ettevõttes finantsstabiilsus ja maandada riskid ning kaitsta ennast turul valitseva volatiilse eest, sõlmivad elektrimüüjad ja elektritootjad omavahel erinevat tüüpi riskimaandust tagavaid lepinguid. Erinevatel turgudel on sõlmitakse vastavalt elektrituru struktuurist lähtuvalt erinevaid riskimaanduse lepinguid. Üks kõige levinumaid lepingu tüüpe Skandinaavia elektriturul on fikseeritud hinnaga forward lepingud koos vastava piirkonna hinnavahelinguga (edaspidi CfD-ga). Lähemalt käsitleb autor seda lepingutüüpi käesoleva 1.2. peatüki alampeatükis 1.2.6. Forward + CfD.

Futuuride, forwardite ja optioonide omadused, hinna ja väärtuse leidmise põhimõtted ning valemid on detailsemalt lahti kirjutatud. [13]

Riskimaanduseks vajalike tuletisinstrumentide kasutamise ajastamine on väga määrava tähtsusega otsus, kuna futuuride, forwardite ja optioonide hinnad muutuvad pidevalt ajas, tulenevalt lepingute lähenemist kohaletoimetamise perioodile, kajastades seeläbi turul valitsevat senitmenti ja ootusi. Selliste otsuste ajastamise optimeerimine nõuab väga keerulise integreeritud

probleemi lahendamiset, et leida optimaalne riskimaanduse portfelli ja samal valida ka optimaalne ajastus ostuks. [25]

Houmoller Consulting analüüsi tulemus näitas, et hinnariski maandamine on üldiselt kallim just elektritarbijatele, kuna forwardite hindadel on kombeks üle reageerida, kui võrrelda neid spot hindadega. (joonis 1.1.) Keskmistel ajaloolistel hindadel põhinev analüüs näitas, et hinnariski maandus on kallim tarbijatele ja soosib elektritootjaid. [30, 31]



Joonis 1.1 NPS forwardi süsteemihind ja NPS spot hind perioodil, 2002-2012

Allikas: [30]

Riskimaandus on oma olemuselt “kallis“, mis tähendab otseselt seda, et futuurilepingute kasutamine vähendab ettevõtte oodatavaid rahavoogusid. Olukorras, kus riskimaandust ei kasutata ja riskist tulenev oht on ettevõtte jaoks suur, ületades mitte-riskimaandusest saadavat tulu, oleks ettevõttel mõistlik kasutada optisioone, mis seejärel vahetada futuurilepinguteks. Samas, kui riskist tulenev oht ettevõtte jaoks “madal“, siis tulenevalt kõrgemast rahavoost, eelistab ettevõtja riskimaandust mitte kasutada. Olukorras, kus ettevõtte riskitaluvus on “mõõdukas“, annab optisioonide kasutamine kaitse hinnalanguse eest, kuid tagab samal ajal hinnatõusust saadava tulu. Ei ole välistatud ka olukord, kus tulenevalt “kõrgest“ riskitundlikkusest, muutub hinnalanguse minimeerimine väga oluliseks ja optisioonilepingud lastakse sellisel juhul üle minna futuurilepinguteks. [18]

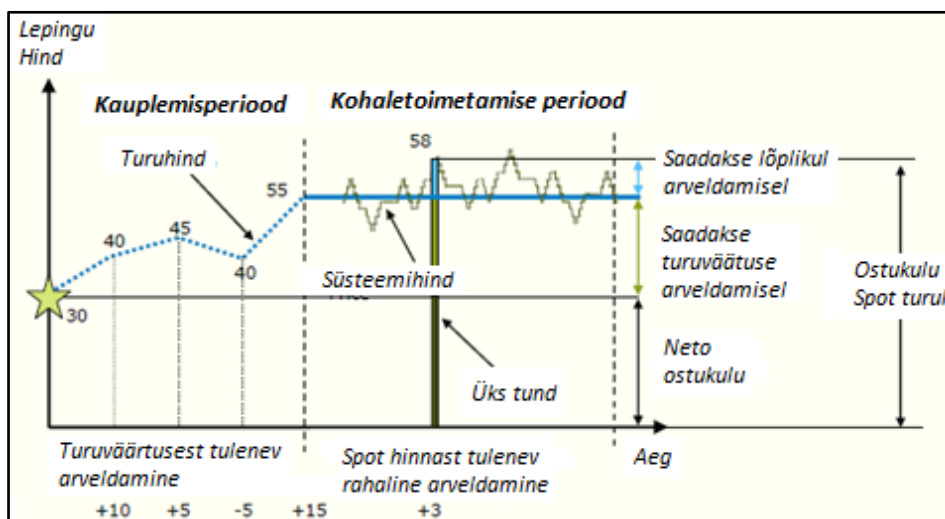
1.2.1. Futuur

Elektrienergia futuurilepingud on kaubeldavad üksnes reguleeritud börsidel. Sellest tulenevalt kajastab futuuri hind turuvalitsevat konsensust ja läbipaistvust hinna osas. Enamus elektrienergia futuurilepingute arveldamine toimub pigem rahalise arveldamisena, kui füüsilise tarne näol, millest tulenevalt on ka tehingukulu väiksem. Lisaks eelnevale on futuuridest tulenev

krediidirisk, monitooringu kulu tunduvalt madalamad võrreldes näiteks forward lepingutega, sest börsi poolt on kehtestatud kindlad tagatisnõuded, mis tagavad selle, et kõik osapooled täidaksid endale võetud finantskohustusi. [12, 10]

Turuosaliste jaoks, kes soovivad maandada lühiajalist riski, on futuuri lepingute kaasnev anonüümsus ja likviidsus peamised argumendid, mis räägivad nende finantsinstrumentide kasuks. Futuuride kaasnevate tehingute puhul on madalam krediidirisk. Näiteks swap lepingute (vaata 1.2.3. Swap) osapoole tehingust taganemise risk on tunduvalt suurem, võrreldes futuuridega. [11]

Tüüpilises olukorras, kus elektrimüüja soovib maandada elektritarbijate pikaajalisi riskimaanduse vajadusi futuurilepingute. Kombineerib elektrimüüja omavahel mitme erineva kohale toimetamise kuupäevaga futuuri lepingud üheks tervikuks (ingl.k. *strip*). [3]



Joonis 1.2: Futuuri lepingutega arveldamise näide

Allikas: [9]

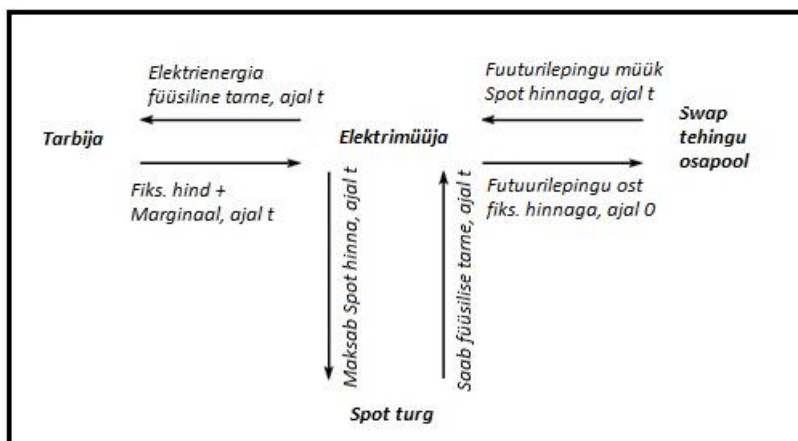
Eelneva Joonisel 1.2. Futuuri lepingu arveldamise näite korral ostab börsiliige endale futuurilepingu hinnaga 30 €/MWh. Futuurilepingu sulgemishind on 55 €/MWh enne kohale toimetamist. Lepinguga kaasneb igapäevane hetketuruväärtuse arvutamine ja sellest lähtuvalt ka arveldamine kauplemisperioodi jooksul, mille tulemusel futuuri ostnud börsiliikmele makstakse $(58-30) \text{ €/MWh} = 28 \text{ €/MWh}$.

Kuni lõpliku arveldamiseni, mis leiab aset futuurilepingu lõppemisega, toimub börsiliikme ja börsi vahel pidev arveldamine, mis on sõltuvuses spot hinnast ja futuurilepingu lõplikust sulgemishinnast.

Meie näite puhul Joonis 1.2., teenis börsiliige 25 €/MWh turuväärtusest tuleneva arveldamise korral ja lisaks sellele veel lõpliku arveldamise (58-55) €/MWh = 3 €/MWh, mis teeb kogu summaks 28 €/MWh.

Sama koguse elektrienergia ostmine spot turult, oleks börsiliikmele maksma läinud 58 €/MWh. Kogu elektrienergia ostukulu koos riskimaandusega, kuhu kuulub futuurilepingu ost, pluss veel samas koguses ostud spot turult, teeb kokku hinnaks 30 €/MWh. [8]

Elektrimüüjad tegelevad nii füüsilise elektrienergia, kui ka elektrienergia futuurilepingute ostu ja müügi. Oletame, et elektrimüüja on sõlminud kokkuleppe, et kuue kuu pärast tarnib ta oma kliendile elektrienergia. Sellises olukorras võib ta osta futuurilepingu hinnaga 30 €/MWh ja müüb selle väikese juurdehindlusega edasi kliendile, kus lõpphinnaks kujuneb 30,50 €/MWh (vaata joonis 1.3.). Kui spot hind tõuseb kuue kuu pärast 58 €/MWh, ostab elektrimüüja elektrienergia spot turult hinnaga 58 €/MWh ja tarnib selle edasi kliendile hinnaga 30,50 €/MWh (saades füüsiliste tarnetega kahjumit 27,5 €/MWh). Samal ajal sulgeb elektrimüüja oma futuuri positsiooni, müües futuurilepingu hinnaga 58 €/MWh (teenides samal ajal 28 €/MWh, algse 30 €/MWh ostuhinna juures). Selline tehingute kombinatsioon tagab kliendile fikseeritud hinnaga füüsilise tarne 30,50 €/MWh, mis baasriski puudumise korral teenib elektrimüüja 0,50 €/MWh. [11]



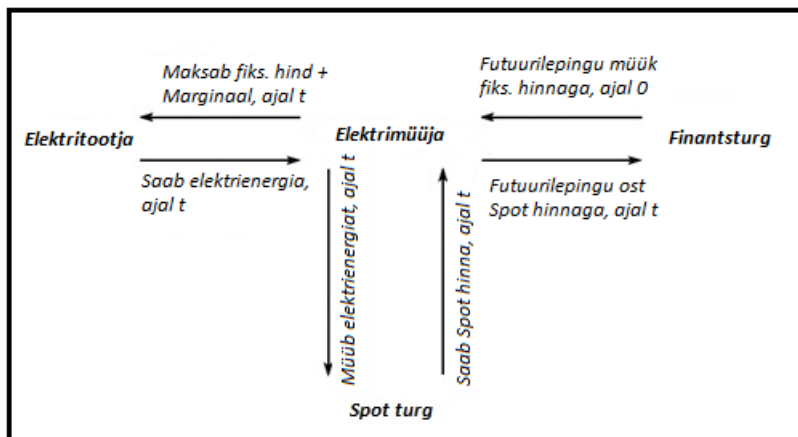
Joonis 1.3: Elektrimüüja pikaks ostetud futuurilepingu hinnariski maandamise skeem

Allikas: [11]

Eelnev tehinguskeem, mida kajastab joonis 1.3. on mugav just elektritarbijale, kes ei üldjuhul ei ole kursis, kuid toimivad finantsinstrumendid ja soovib vältida baasriski, mis võib kaasneda futuuri ja spot hinna erinevusega.

Järgneval joonisel 1.4. elektrimüüja ostab, kui ka müüb elektrienergia. Antud juhul eeldame, et elektrimüüja ostab elektrit elektritootjalt fikseeritud hinnaga kuue kuu pärast. Elektrimüüja võib

leppida kokku, et ostab elektrienergiat hinnaga 29,50 €/MWh ja müüb elektrienergia futuuri lepingu aegumistähtajal 30 €/MWh, lukustades enda jaoks hinna ja kasumi. Kuu aja pärast, kui spot hind on tõusnud 58 €/MWh eest, maksab elektrimüüja elektritootjale 29,50 €/MWh eest, müües ostetud koguse spot turule hinnaga 58 €/MWh, teenides 28,50 €/MWh füüsiliste tehingute tulemusel. Samal ajal sulgeb elektrimüüja oma futuuri positsiooni hinnaga 58 €/MWh. Kombineeritud füüsiline ja finantspositsioon moodustavad elektrimüüja poolt teenitud kasumiks 0,50 €/MWh. [11]



Joonis 1.4: Elektrimüüja lühikeseks müüdud futuurilepingu hinnariski maandamise skeem

Allikas: [11]

Elektrienergia futuuride eelisteks võib kokkuvõtlikult pidada turukonsensust, mida see tuletisinstrument iseloomustab. See hõlmab endas hinnaläbipaistvust, kauplemise likviidsust ja madalaid monitooringu kulusid. Peamised puudused tulenevad futuuride puhul just baasriskist, mis on seotud lepingule omaste jäikade tingimuste ja kauplemiskogustega. [12]

1.2.2. Forward

Forward¹ lepingud on ühed levinumad tuletisinstrumentid, mida kasutatakse elektrienergia hinnariski maandamisel. Forward leping elektrienergiale on oma ülesehituselt pooltevaheline kokkuleppe, kus ühel pool on ostja ja teisel pool müüja. Ostja on kohustatud vastu võtma kokkulepitud koguses elektrienergiat ja müüja on kohustatud kohale toimetama kindlaks määratud koguse elektrienergia, kindla hinnaga ja kindlaks ajal tulevikus. Maksmine toimub kogu ulatuses alles pärast kohale toimetamist. [13]

Peamiselt kaubeldakse forward lepingutega üle leti (ingl.k. *over-the-counter*), lühidalt öeldes OTC turg, mis tähendab, et tehingud toimuvad kas siis kahe finantsinstitutsiooni või finantsasutuse ja tema kliendi vahel ning tehinguid ei viida turule.[10]

¹ Nasdaq OMXi kuu, kvartali ja aasta forward lepingu uueks tähiseks on DS Future

Kõige lihtsam forwardi lepinguvorm on fikseeritud hinnaga leping. Kasutusel on ka keerulisema hinnamehhanismiga forward lepinguid, mis sisaldavad hinnapõhjasid- ja lagesid, inflatsiooni kordajat. Sellised hinnakokkulepped võimaldavad ostjatel ja müüjatel vähendada või elimineerida teadmatust, mis kaasneb tooraine müügihinnaga tulevikus. Hinnateadlikkus võimaldab forward lepingute kasutajatel paremini oma äritegevust planeerida.

Leping võib täiendavalt sisaldada mitmesuguseid klausleid ja tingimusi, nagu näiteks erinevaid kohustusi, kus osapooled ei täida võetud vastavalt lepingulisi kohustusi (mitte kohale toimetamine, hilinenud kohale toimetamine, halb kvaliteet jne.). Üldiselt on koostatavad forward lepingud väga paindlikud, rahuldades samal ajal lepingu osapoolte ärilisi vajadusi.[4]

Forward lepingu tasuvust arvutatakse järgmise valemi põhjal, kui kokkulepitud kohale toimetava elektrienergia koguseks on üks ühik elektrienergiat hinnaga F ajal T tulevikus,

$$\text{Forward lepingu tasuvus} = (S_T - F) \quad (1.1)$$

kus S_T on elektrienergia spot hind ajal T . Elektrienergia arveldamise hind S_T arvutamine baseerub tavaliselt elektrienergia keskmise hinna kujunemisel kättetoimetamise perioodi jooksul kuni väärtuspäevani T . [12]

Generaatorid ehk elektritootjad on elektrienergia forward lepingute müüjad (*short position*), samas tööstusettevõtte on forwardite ostjad (*long position*). Elektrienergia forward lepingud võivad olla aegumistähtajaga rohkem, kui kaks aastat, kuid pikem periood tähendab väiksemat likviidsust. Üks osa elektrienergia forward lepinguid on puhtalt finantslepingud, mille puhul rakendatakse rahalist arveldamist, kus võetakse aluseks mingi kindel hinnaindeks ja füüsiliste tarnete ei toimu. Samas füüsiliste tarnete arveldamisel toimub arveldamine vastavalt alusvaraks oleva füüsilise elektrienergia kohale toimetamise läbi [Ibid]

Tulenevalt forwardi ja futuuri sarnasustest, võtame järgmise näite kirjeldamisel aluseks joonise 1.2.. Forward lepingu arveldamise näite puhul on börsiliige või kliiring kontot omav liige ostnud endale forwardi hinnaga 30 €/MWh. Kauplemissperioodi viimaseks kuupäevaks on forwardi hind tõusnud 55 €/MWh. Lõplikul forward lepingu arveldamisel, võetakse arvesse joonisel 1.2. kajastatud viimast kauplemistunni hinda, millest tulenevalt makstakse forwardi ostnud börsiliikmele $(58-30) \text{ €/MWh} = 28 \text{ €/MWh}$. Sama koguse elektrienergia ostmise spot turult, oleks maksma läinud 58 €/MWh. Kogu elektrienergia ostu kulu koos riskimaandusega, kuhu kuulub forward lepingu ost pluss veel samas koguses ostud spot turult, teeb kokku hinnaks 30 €/MWh.

Peamine erinevus, mis eristab forward lepingut futuuri lepingust tuleneb sellest, et forward leping ei ole standardiseeritud. Forward lepingu tingimused lepivad üldjuhul poolte vahel kokku, kus lähtutakse peamiselt konkreetsetest äriolulistest, finantsolulistest ja riskimaandusest tulenevatest vajadustest [11]

Forwardi hinnastamine ja kohale toimetamise tingimused on ühed peamised lepingu ülesütlemise ja krediidiriski põhjustajaid. Pikaajaliste forward lepingute korral on lepingu ülesütlemise võimalus ja krediidiriski väga suur. Osapooled peavad olema üksteise käitumise suhtes väga ettevaalikud olukorras, kus lepingu väärtus liigub oluliselt ühe poole kasuks. [4]

1.2.3. Swap

Swap leping on poolte vaheline finantsleping, et vahetada omavahel alusvara poolt genereeritavaid rahavoogusid. Antud lepingu puhul ei toimu tooraine füüsilist tarnet ostja ja müüja vahel. Osapoolte vahelised swap lepingud sõlmitakse väljaspool keskset kauplemissüsteemi või börsi ja on seetõttu klassifitseeritud, kui OTC derivatiivid. Swap lepingutega ei kaasne tegelikku vara või alusvara üleandmist, seega nimetatakse neid OTC derivatiivideks. Sellest tulenevalt on oluline kindlaks määrata baas, mille alusel koguseid perioodiliselt omavahel vahetatakse. Alusvara baasiks peetakse üldjuhul lepingulist koguväärtust. [10, 4]

Elektrienergia swap lepingud on üldjuhul sõlmitud kindla koguse peale, kus referentshinnaks on muutuv spot hind kas siis elektritootja või tarbija asukohast lähtuvalt. Baas swap lepinguid kasutatakse tihti fikseeritud hinna korral, kus kohale toimetamise asukoht erineb futuuri lepingu omast. Elektrienergia baas swapi korral on lepingu osapooled nõus maksma ja vastu võtma lepingus kindlaks määratud hinna ja teatud hinnapiirkonna spot hinnaerinevuse tehingu tegemise hetkel. [3] Sellised swap lepingud on efektiivsed finantsinstrumendid elektrienergia baasriski maandamiseks, mis tuleneb hinnaerinevusest, kahes erinevas hinnapiirkonnas. [12]

Miks eelistavad turuosalisel swap lepinguid futuurilepingutele, kui oma majanduslikult funktsioonilt on nad sarnased? Fuuturiturul võivad kaubeldavate lepingute tähtsajad ulatuda ette kuni 18 kuud, samas swapide puhul, sellist piirangut ei esine. Swap kasuks räägib üldjuhul asjaolu, et see tuletisinstrument võimaldab võtta märkimisväärsed riskimaanduse positsioone fikseeritud hinnaga. Suurte positsioonide võtmisel futuuri turul, avaldub koheselt mõju futuuri hinnale, tõmmates endale elektrimüüjate tähelepanu. Turg reageerib nõudlusele ja fuuturide eest makstav hind läheb üles. [11]

Elektrimüüja võib minna hinna swap tehingutesse nii generaatori, kui ka lõpptarbija nimel. Sellises olukorras garanteerib elektrimüüja elektriootjale ja tarbijale fikseeritud hinnaga lepinguid, maandades samal ajal hinnariski ja lüües lukku enda teenitud kasum. Elektrimüüja võib samuti olla üks osapool vahendades tehingut elektritootja ja tarbija vahel. [Ibid]

Elektrienergia swapid on finantslepingud, mis võimaldavad selle instrumendi omanikul maksta või saada makseid, fikseeritud hinna alusel, alusvaraks oleva energia eest, olenemata sellest, mida teeb ujuv elektrihind lepinguperioodi jooksul. Lepingud on üles ehitatud fikseeritud elektrienergia kogusele, mille referentshinnaks on spot hind, kas siis elektritootja või tarbija asukohas. Elektrienergia swapid on laialdaselt kasutusel nii lühi- kui keskmise ajaperioodi hindade fikseerimiseks, kuid võib ulatuda kuni paari aastani. Swapi võib vaadelda, kui järjestikuseid (ingl.k. *Strip*) forward lepinguid, mis koosneb mitmest arvelduse kuupäevast, kuid iga arvelduse puhul võetakse aluseks üks kindel hind. [Ibid]

1.2.4. Optsioon

Opsioonidega kaubeldakse nii finantsturul, kui ka OTC turul. Kaks kõige levinumat optioonitüüpi ostuoptsioon (ingl.k. *call option*) ja müügioptsioon (ingl.k. *put optsoon*). Ostuoptsioon annab selle omanikule õiguse, kuid mitte kohustuse, osta alusvara varem kokkulepitud hinnaga. Müügioptsioon annab selle omanikule õiguse, kuid mitte kohustuse, müüa alusvara varem kokkulepitud hinnaga. Lepinguga kokkulepitud hinda kutsutakse täitmishinnaks (ingl.k. *strike price*). Opsioonilepingu sõlmimisel tuleb ostjal müüjale maksta optsiooni preemiat (ingl.k. *premium*) [10]

Paljud elektritarbijad eelistavad elektriturul paindlikke tarnetingimusi. Eelistatakse lepinguid, kus tuleb maksta ühe tarbitud MWh eest fikseeritud hinda, kuid tarbitud kogus soovitakse jätta fikseerimata. Elektrimüüja, kes antud olukorras omab riskimaanduseks futuurilepingut, millega on kaetud kindel MWh kogus elektrienergia on avatud riskile, et elektritarbija võib tarbida üle või alla futuurilepinguga kaetud kogusest. Sellise koguse riski maandamiseks ostab elektrimüüja elektrienergia optsiooni, mis annab talle õiguse, kuid mitte kohustuse osta puuduolevat elektrienergiat fikseeritud hinnaga. [3].

Elektrienergia put optsoone (teise nimega ingl.k. "*floors*") kasutavad üldjuhul elektritootjad, kes maksavad optsiooni eest preemiat, mis annab neile õiguse, kuid mitte kohustuse müüa elektrienergiat kindlaksmääratud hinnaga (ingl.k. *strike price* või *exercise price*), kindlaksmääratud ajal tulevikus. Lõpp-tarbijad kasutavad call optsoone (teise nimega ingl.k. "*caps*"), määrates kindlaks maksimaalse hinnapiiri, palju nad on valmis elektrienergia eest, kindlaksmääratud ajal tulevikus maksta. Elektritootjad ja lõpp-tarbijad võivad kasutada

erinevaid call ja put optsoonide kombinatsioone, et garanteerida endale teatud hinnavaheemiku. [11]

Call ja Put optsoonidel on analoogne tasuvusfunktsioon nagu teistelgi finantsinstrumentidele ja toorainetel. Call optiooni tasuvusfunktsioon avaldub kujul

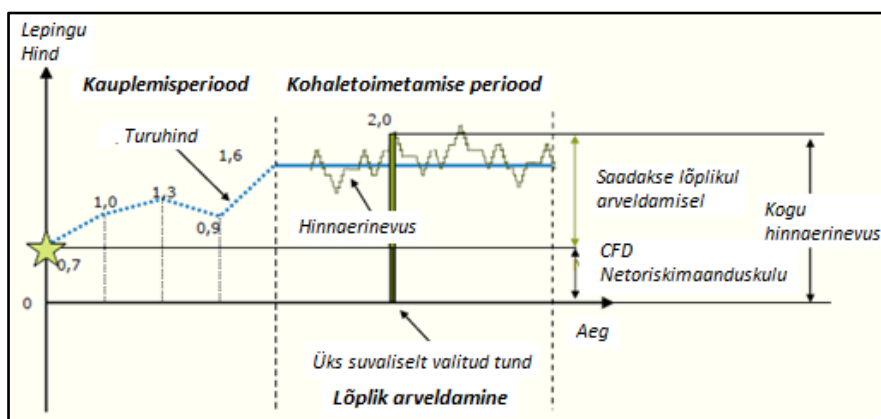
$$\text{Elektrienergia call optiooni tasuvus} = \max(S_T - K, 0) \quad (1.2)$$

kus S_T on elektrienergia spot hind ajal T ja K on täitmishind (mis näitab alusvara hinda mille pealt alusvara võib osta (ostuoptiooni puhul) või müüa (müügioptiooni puhul) optiooni realiseerimisel. [12]

1.2.5. CFD

Elektriturul on CFD² (ingl.k. *contract for difference*) tuletisinstrument, mingi kindla hinnapiirkonna spot hinna ja süsteemihinna vahest tuleneva hinnariski maandamiseks. Põhjamaade piirkonnas kasutatakse forwardite ja futuuride referentshinnana Nord Pool Spoti süsteemihinda. Süsteemihinna erinevuse erinevate hinnapiirkondade vahel tingib üldjuhul hinnapiirkondade vaheline ülekandevõimsusest põhjustatud piirangud. CFD lepingud on just sobivad selleks, et maandada ülekandevõimsustest tulenevat piirkondadevahelist hinnariski.

Sisuliselt võib öelda, et CFD leping on forward leping, mille alusvaraks on mingi hinnapiirkonna ja süsteemihinna erinevus. CFD väärtus on kauplemisperioodi jooksul positiivne juhul, kui hinnapiirkonna hind on suurem süsteemihinnast (ehk hinnapiirkond on neto importija) ja negatiivne, kui piirkonna hind on väiksem süsteemihinnast (ehk hinnapiirkond on elektri neto eksportija) [13]



Joonis 1.5. CFD lepingu arveldamise skeem

² Nasdaq OMX tähistab kuu, kvartali ja aasta CFD lepinguid nüüd uue nimega EPAD (ingl. k. *Electricity Price Area Differentials*)

Allikas: [9]

Joonisel 1.9. on illustreeritud, kuidas näeb välja CFD arveldamise skeem, kui börsiliige ostab endale ainult CFD lepingu hinnaga 0,7 €/MWh, millega ei kaasne forward turul elektrienergia koguse riskimaandust. Kauplemissperioodi jooksul tõuseb CFD turuhind 1,6 €/MWh-ni. Joonis 1.9. illustreerib olukorda, kus on valitud juhuslik tund, kus börsi liikmele makstakse $(2,0-0,7)$ €/MWh = 1,3 €/MWh. Antud perioodil on selle konkreetse hinnapiirkonna spot- ja süsteemihinna erinevuseks 2 €/MWh. Vaatamata CFD hinnatõusule on börsiliikme netokulu võrdne riskimaanduse kuluga, milleks on 0,7 €/MWh. [8]

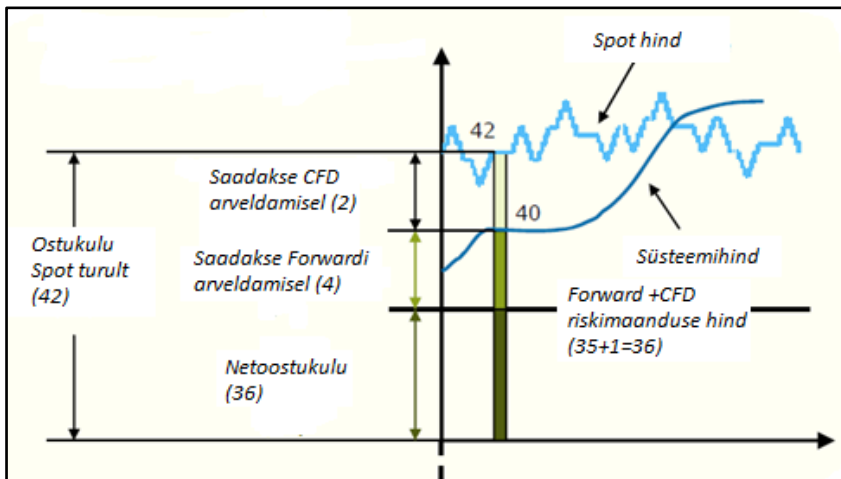
Üks olulisemaid tooteid Eesti hinnapiirkonna turuosaliste jaoks on CFD. Kuna Eesti hinna volatiilsus sõltub peamiselt Eesti ja naabersüsteemidest, siis on tulevikutehingutele efektiivsemaks riskimaandamise vahendiks kauplemisspiirkonna CFD. Eestis saab CFD-dega kaubelda alates 2012. aasta 26. novembrist. [19]

1.2.6. Forward+CFD

Selleks, et maandada näiteks Eesti hinnapiirkonna hinnariski, tuleb soetada kaks lepingud. Forward lepinguga maandame me NPS süsteemihinnast tulenevat riski ja CFD lepinguga maandame konkreetset NPS Eesti hinnapiirkonna hinnariski.

Finantsturu ja elektribörsi oluline erinevus on see, et finantsturul ei arvestata elektrisüsteemi erinevate tehniliste piirangutega, mille tõttu erinevad ka hinnad piirkonniti. [19]

Järgised kaks joonist 1.10. ja 1.11. illustreerivad ideaalset seda, kuidas rakendada CFD ja forward lepingut, mingi konkreetse hinnapiirkonna riskimaandamisel. Selleks on vaja börsi liikmel teha kaks operatsiooni, et saavutada ideaalne hinnapiirkonna riskimaandus. Esmalt ostab ta forward lepingu (hinnaga 35 €/MWh), et maandada NPS süsteemihinnast tulenevat riski ja seejärel CFD (hinnaga 1,0 €/MWh), et maandada konkreetsest hinnapiirkonnast tulenevat riski. Riskimaanduse kogukuluks kujuneb 36 €/MWh. [8]

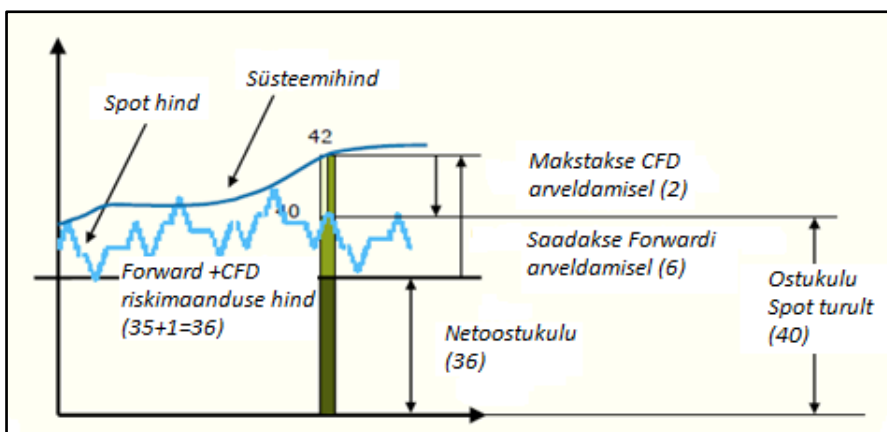


Joonis 1.6. Forward+CFD arveldamise skeem, kus süsteemihind on madalam hinnapiirkonna hind

Allikas: [9]

Riskimaanduse tulemust CFD rakendamisel võib vaadata kahe tarneperioodi näitel, kus (joonis 1.10.) on süsteemihind madalam, kui hinnapiirkonna hind või siis teisel juhul (joonis 1.11), kui süsteemihind on kõrgem, hinnapiirkonna hind.

Eelneval Joonisel 1.10. on illustreeritud olukorda, kus suvaliselt valitud tunnil on hinnapiirkonna hind 42 €/MWh, kuid süsteemihind on 40 €/MWh. Forward lepingu arveldamisel saab börsiliige sellisel juhul 4 €/MWh ja CFD arveldamisel 2 €/MWh. Netotarnekulu on antud juhul 36 €/MWh, mis on võrdne esialgse riskimaanduse kuluga, mis kaasnesid forward pluss CFD ostul.



Joonis 1.7. Forward+CFD arveldamise skeem, kus süsteemihind on kõrgem, kui hinnapiirkonna hind

Allikas: [9]

Joonisel 1.11. on süsteemihind 42 €/MWh ja hinnapiirkonna hind 40 €/MWh. Forward lepingute arveldamisel saab börsiliige 6 €/MWh ja CFD arveldamise eest peab ta ise maksma 2 €/MWh.

Antud näite korral on netotarnekulu jälle 36 €/MWh, mis on võrdne esialgse riskimaanduse kuluga, mis kaasnes forwardi ja CFD ostmisega. [Ibid]

1.3. Koguse riski maandmine elektriturul

Koguse risk on põhjustatud elektrienergiaga tootmis- ja tarbimiskoormuse prognoosimatusest, mis kandub edasi elektriootjale või elektrimüüjale, kes on kohustatud katma muutuvat tarbimiskogust, müües samal ajal elektrienergia fikseeritud hinnaga. Hinna ja koguse riski suhtes on eriti tundlikud just elektrimüüjad, sest elektrienergia nõudluse ja pakkumise tingimused liiguvad ebasoodsas suunas tavaliselt koos, mida ilmestas ka Kalifornia elektrikriis aastal 2000 ja 2001, mis viis kolm suurt Kalifornia elektrimüüjat pankroti äärel. [22]

Nagu eelnevast peatükist 1.2. selgus, on hinnariski ja selle juhtimist palju uuritud erinevate teadlaste poolt ning selle olemus on kõigile arusaadav. Samas hinnariski tuleb vaadatud, kui koguse riskiga korreleeruvat riski. Koguse risk omab väga suurt mõju elektritootjate kasumile, mida on võimalik maandada läbi erinevate finantsinstrumente. Ära tasuks mainida ilmaga seotud derivatiivid, mida kasutatakse laialdaselt koguse riski maandamiseks, sest ilma ja toomiskoormuse vahel on tugev positiivne korrelatsioon. [20]

Elektritootjad on kohustatud juhtima oma koguse riski ja otsustama, kui suures ulatuses soovivad nad oma toodangut pikajaliste lepingutega katta? Milline osa toodangust läheb spot turule või bilansienergiaturule, kus hinnad võivad olla kõrgemad. Spot turule müümisega kaasneb tavaliselt teadmatus, mis teeb keeruliseks kütuste hindade fikseerimise turul. [15]

Elektrimüüja koguse risk seisneb oma kliendiportfelli tarbimise prognoose keerukuses. Juhul, kui elektrimüüja poolt prognoositud kogus erineb tegelikult tarbitud kogusest, tuleb puudu- või ülejääv osa katta bilansienergiaga. Bilansienergia hind saadakse teada üldjuhul hiljem ja sõltuvalt süsteemi eabilansist võib hind kujuneda puudujäägi korral väga kõrgeks. [Ibid]

Elektrimüüjal on kolm võimalust elektrienergia saamiseks: [21]

1. Toota elektrienergiat oma elektrijaamas
2. Osta elektrienergia spot turult
3. Kasutada fikseeritud hinnaga forward lepinguid. See võimalus annab elektrimüüjale võimaluse maandada spot hinna volatiilsusest tulenevat hinnariski

Vaatame näitkes elektritootjat kellel on kohustus katta määramata kogus tarbimisvajadusest q fikseeritud hinnaga r . Eeldame, et elektritootja ostab oma tarbijate jaoks puuduoleva koguse spot hinnaga p .

Selleks, et maandada oma hinnariski, võib elektritootja osta forward lepingu, et fikseerida ostuhind forward hinnaga F . Esmalt on muidugi vaja kindlaks määrata, kui palju forward lepinguid ostetakse. Eeldame näiteks, et elektritootja poolt ostetavaks koguseks on \bar{q} forward lepingut, kuid tegelik nõudlus on hoopis $\bar{q} + \Delta q$. Sellisel juhul on kasumi risk $\Delta q(r - p)$. Elektritootja on sellises olukorras kindlasti huvitatud vältimast sellist olukorda, kus spot hind p on kõrgem, kui r ja $\Delta q > 0$, või p on väiksem, kui r ja $\Delta q < 0$. [Ibid]

Kuid nüüd jääb üle veel teine küsimus: Kuidas maandada ülejäänud osa riskist?

Sellises olukorras võiks elektritootja üheks strateegiaks olla call optiooni ost, kus täitmishind on kõrgem, kui r ja optiooni realiseerimine toimuks juhul, kui $\Delta q > 0$ ja put optiooni ost täitmishinnaga madalamalt, kui r ja realiseerimine leiaks aset, kui $\Delta q < 0$. Siinkohal tuleb kindlasti arvestada ka sellega, et call ja put optioonide hinnad võivad olla strateegia rakendamise korral väga kallid. Järgmisena on oluline kindlaks määrata, kui palju put või call optioone peaks strateegia rakendaja ostama ja millise täitmishinnaga? [Ibid]

1.4. Riskimaanduse ajastamine

Hinnariski maandamise ajastamiseks rakendab autor käesoleva magistritöö raames optimaalset väärtpaberiportfelli mudelit, leides seeläbi riskimaandusinstrumentidest koosnevad optimaalsed portfelledele hinnariski ajastamise otsuse tegemiseks.

Turu ajastamine tähendab tegevust, mille tulemusel proovitakse ennustada turu liikumist tulevikus. [7]

Edukas turu ajastamine peab suutma kasu lõigata turu tõusupotentsiaalid, minimeerides samal ajal langusest tulenevat riski. [34]

Portfelli ülesehitus, mis põhineb tuleviku ennustamisel, ehk mis juhtub järgmine nädal või järgmine aasta, seda võib nimetada turu ajastamiseks. Põhinegu need otsused, siis tehnilisel või fundamentaalanalüüsil, eesmärgiga mitte-kaotada raha või hoopis teenida raha, ehk toetudes sellele, millised on meie ootused tuleviku suhtes. [25]

Selleks, et kompenseerida teadmatust, püüab meie aju üles ehitada parimat võimaliku selgitust meile teadaoleva informatsiooni põhjal. Vahel on meil õigus ja vahel ei ole. Juhul, kui meil on õigus, siis me arvame, et me oleme väga andekad ja targad. Samas, kui me eksime, arvame me, et see on põhjustatud sellest, et meil oli lihtsalt liiga vähe informatsiooni. [Ibid]

Erinevad analüüsid on näidanud, et pikaajalselt on turukeskmisest võimatu parimat tulemust saavutada, selle tulemusel loovad inimesed endale portfelli tootluste osas jällegi ebareaalseid ootusi, olgu see siis läbi lühiajalise investeerimishorisoni või segmenteeritud mõtlemise läbi (käsitletakse ühte osa portfelli isoleerituna tervikust). [Ibid]

Analüüs [33] näitas, et turu keskmisest parimat tootlust suudeti küll saada läbi ajastamise, kui võeti aluseks periood: 2000–2011.a.. Perioodi 2011–2011.a. puhul oli parima tootluse ajastamine küll keeruline, kuid mitte nii keeruline, kui perioodil 1926–1999.a. Kokkuvõtlikult näitas analüüsi tulemus, et turust parema tootlus saamise võimalus, muutub ajas oluliselt (töö autorid kasutasid keskmiste tootluste analüümisel suurettevõtte aktsiate ja võlakirjade tootlusi).

Yong Chen viis läbi põhjaliku riskifondide (ingl.k. *hedge fund*) analüüsi, kus vaatluse all oli 1471 riskifondi. Riskifondide tootlust hinnati tulenevalt ajastamisest, üheksa erinevas kategoorias. Saadud tulemus näitas, et mõni üksik riskifond suutis näidata positiivset ajastamise võimet. Samas koondtulemus näitas, et riskifondide võime turgu ajastada on madalam, kui võime valida investeerimisinstrumente oma portfelli. [25]

1.5. Optimaalne portfelli mudel

1958. aastal pakkus Harry Markowitz välja optimaalse väärtpaberiporfelli leidmise meetodi, mis lähtus portfelli oodatavast tulumäärast ja tulumäära standardhälvest (ingl.k. *mean-variance optimization*). Selle nn klassikalise portfelli mudeli rakendamiseks vajab investor prognoose aktive oodatavate tulumäärade, aktive tulumäärade standardhälvete ning aktive tulumäärade omavaheliste korrelatsioonikordajate kohta. [5]

Väärtpaberihindadevaheliste seoste mõju väärtpaberiporfelli tulususele uurib portfelli teooria. Väärtpaberite kogumi ehk väärtpaberiporfelli riski analüüsid näeme, et risk ehk volatiilsus on seda suurem, mida enam on üksikute väärtpaberite tulusus või hindade liikumine omavahel seotud. [8]

Erinevate väärtpaberite vahelise seose suunda ja tugevust iseloomustab korrelatsioonikoefitsent. Selle koefitsendi väärtus võib jääda -1 ja +1 vahele. Kui korrelatsiooni koefitsent on 1, siis muutub võrreldavate väärtpaberite hind täpselt ühte moodi, kui aga -1, siis risti vastassuunas. Korrelatsioon on seda tugevam, mida enam korrelatsioonikoefitsent nullist erineb. Kui väärtpaberite hindade vahel ei ole mingit seost, siis võrdub korrelatsioonikoefitsent nulliga. [Ibid]

Enne, kui asuda vaatlema, kuidas identifitseerida optimaalse portfelli koosseisu Markowitzi portfelli mudeli baasil, tuleks lühidalt käsitleda portfelli oodatava tulumäära ja tulumäära

dispersiooni arvutamist. Kui optimaalse portfelli koosseisu kuulub suur hulk erinevaid aktiivaid, on portfelli dispersiooni arvutamisel otstarbekas kasutada maatriksarvutsi. [Ibid]

Oletame, et Γ kujutab endast optimaalsesse portfelli kuuluvate aktivate osakaalusid (w_i) sisaldavat vektorit:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix}$$

Antud vektori transponeeritud vektor Γ^T on järgmine:

$$\Gamma^T = [w_1, w_2, \dots, w_m]$$

Oletame, et portfelli kuuluvate aktivate oodatavad tulumäärad $E(R_i)$ on esitatud vektorina Φ :

$$\Phi = \begin{bmatrix} E(R_1) \\ E(R_2) \\ \vdots \\ E(R_m) \end{bmatrix}$$

Sellisel juhul saab portfelli oodatava tulumäära $E(R_p)$ leida valemiga:

$$E(R_p) = \Gamma^T \times \Phi \quad (1.3)$$

Optimaalse portfelli tulumäära standardhälbe arvutamiseks peame leidma dispersioon-kovariatsioonmaatriksi (ingl.k. *variance-covariance matrix*) K :

$$K = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \text{Cov}_{1,2} & \dots & \text{Cov}_{1,m} \\ \text{Cov}_{2,1} & \sigma_2^2 & \dots & \text{Cov}_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \text{Cov}_{m,1} & \text{Cov}_{m,2} & \dots & \sigma_m^2 \end{bmatrix}, \quad (1.4)$$

kus σ_1^2 – aktiva i tulumäära dispersioon, $\text{Cov}_{i,j}$ – aktiva i ja j tulumäärade vaheline dispersioon.

Teades maatriksit S ja osakaalude vektorite Γ , saame optimaalse väärtpaberiportfelli standardhälve σ_p leida valemiga:

$$\sigma_p = \sqrt{\Gamma^T \times S \times \Gamma} \quad (1.5)$$

Selleks, et leida riskantsete aktivate suhtelised osakaalusid optimaalses portfellis tuleb lahendada järgmine maksimeerimisülesanne:

$$\max_{\Gamma} \frac{E(R_p) - R_F}{\sigma_p} \quad (1.6)$$

Tingimusel, et:

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \text{ kus} \quad (1.7)$$

$E(R_p)$ ja σ_p on leitavad valemitega (1.3) ja (1.4) ning R_F on riskivaba aktive tulumäär. [Ibid]

Eelnevalt klassikalise portfelligumodeli puhul on tegemist optimeerimisülesandega, mille võib lahendada MS-Exceli või kasutada Lagrange'i kordajate meetodi abil. Käesoleva töö raames rakendab autor optimaalset portfelligumodelit elektrienergia süsteemihinna NPS süsteemihinna futuurilepingute ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingute sulgemishindade tulumäärade põhjal.

Portfelliteooria praktikasse rakendamisel tekivad samasugused probleemid nagu kõigi teiste statistiliste meetodite kasutamisega: tulemus sõltub suurel määral sellest, kui täiuslik on otsuste tegemise aluseks olev andmebaas. [Ibid]

1.5.1. Oodatava tulumäära standardhälve

Oodatava tulumäära standardhälbe võttis aktiva riskitaset iseloomustava näitajana kasutusele H. Markowitz (1952). Aktiva oodatava tulumäära standardhälbe leiame järgmise valemiga: [6]

$$E(\sigma_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^n [R_{ij} - E(R_i)]_i^2 \times p_j}, \text{ kus} \quad (1.8)$$

$E(\sigma_i)$ – aktiva i oodatava tulumäära standardhälve,

$E(R_i)$ – aktiva i oodatav tulumäär,

R_{ij} – aktiva i tulumäär situatsioonis j ,

p_j – situatsioonis j tõenäosus,

n – võimalike situatsioonide arv.

Mida suurem on aktiva oodatava tulumäära standardhälve, seda kõrgem on aktivaga kaasnev risk. Standardhälve näitab tegelikult saadava tulu tõenäolist hälvet keskmisest tulust. [Ibid]

1.5.2. Sharpe indeks

Indeksi töötas välja Nobeli laureaat William F. Sharpe selleks, et mõõta riskiga-korrigeeritud tulemust. Sharpe indeksi arvutamisel lahutatakse oodatavast tulumäärast riskivaba tulumäär –

milleks kasutatakse üldjuhul USA 10 – aastase võlakirja tootlust ja seejärel jagatakse tulemus väärtpaberiportfelli standardhälbega. *Ex-ante* Sharpe indeks valem on:

$$S = \frac{E(R_p) - R_F}{\sigma_p}, \text{ kus} \quad (1.9)$$

S – Sharpe'i indeks,

$E(R_p)$ – portfelli oodatav tulumäär,

R_F – riskivaba aktive tulumäär,

σ_p – optimaalse väärtpaberiportfelli standardhälve.

Sharpe indeks põhjal on võimalik kindlaks määrata, kas portfelli tulu on tingitud tarkadest investeerimisotsustest või ülemäärasest riski võtmisest. Mida kõrgem on Sharpe indeks, seda parem on ka riskiga korrigeeritud tulu. Negatiivne Sharpe indeks viitab sellele, et riskivabad varaklassid annavad paremat tootlust, kui valitud portfelli hetkekoosseis. [7]

Optimaalse portfelli konstrueerimine klassikalise Markowitzi mudeli baasil nõuab analüütikult suure hulga andmete prognoosimist. Markowitzi optimeerimismudeli kasutamiseks tuleb prognoosida aktive oodatavad tulusused, aktive tulususte standardhälbed ning erinevate aktive tulususte omavahelised korrelatsioonid. [Ibid]

2. Materjal ja meetodid

Selles peatükis annab autor ülevaate VKG Energia elektriportfelli iseärasustest ning põhjendab ära, millest on otseselt tingitud käesoleva magistritöö probleempüstitus. Seejärel formuleeritakse tulenevalt probleemipüstitusest ülesanne ja teostakse analüüs, tuuakse välja analüüsi tulemused ja järeldused.

2.1. VKG Energia

OÜ VKG Energia (edaspidi VKGE) on 100 % Viru Keemia Grupp AS kontsernile (edaspidi VKG AS) kuuluv energeetikaettevõtte osakapitaliga 50 miljonit krooni, mis asutati 6. juulil 2004. a. Kohtla-Järve Soojus AS-lt ostetud Kohtla-Järve Soojuselektrijaama baasil. Ettevõttes töötab 165 inimest.

25.10.2005.a. sõlmisid VKGE ja Fortum Termest AS ostu-müügilepingu, mille tulemusel VKGE omandas Fortum Termest AS-ile kuuluvad Kohtla – Järvel asuvad varad. Ostu-müügileping jõustus 07.11.2005.a., kui Konkurentsiamet andis loa jaamade koondumiseks.

2006.a. mais soetas VKGE 40,8 % AS-i Kohtla – Järve Soojus aktsiatest. AS Kohtla-Järve Soojus on soojus- ja elektrienergiat tootev ettevõtte, kellele kuulub Ahtme SEJ ja Ahtme linnaosa ning Jõhviti ühendav kaugkütte võrgustik.

VKGE koosseisu kuulub kaks koostootmisjaama (Põhja jaam - endine Kohtla-Järve SEJ ja Lõuna jaam - endine Fortum Termest AS-i Kohtla-Järve jaam), elektrivõrgud elektrienergia edastamiseks, auruvõrgud ning põhja- ja järveveevõrgud. Kuni 31.12.2011.a. kuulusid ettevõttele ka soojusvõrgud kaugkütte ja kuuma vee edastamiseks, mis alates 01.01.2012.a. on need VKG Soojuse koosseisus.

VKG Energia tegevusvaldkonnad:

- VKG Soojuse varustamine kaugkütte ja kuuma veega
- VKG ja grupiväliste tööstusettevõtete varustamine tööstusliku auruga
- VKG kontserni elektriportfelli haldamine
- VKG Energia elektrienergia võrgupiirkonna kliendihaldamine
- VKG ja grupiväliste tööstusettevõtete varustamine suruõhuga
- VKG ja grupiväliste tarbijate varustamine põhja- ja järveveega

Põhja jaam oli esialgselt põlevkivil töötav koostootmisjaam, mis ehitati sõjajärgsel perioodil. Energia tootmiseks kasutatakse nelja katelt (katlad nr 5, 6, 7, 8), mis on töösse võetud aastatel 1955 kuni 1959.

Aastatel 2004-2010 rekonstrueeriti kõik neli katelt eesmärgiga põletada neis üheaegselt põlevkivi ja generaatorgaasi (töötavad ka ainult generaatorgaasil). Alates 2010. a. jaanuarist kasutatakse kütusena ka õlitööstusese tootmisprotsessist vabanevat Petrotergaasi.

Soojuselektrijaama aastatel 1949 kuni 1958 paigaldatud neljast turboagregaadist on töökorras kolm (termofiktsiooni-, kondensatsiooni- ja vasturõhuturbiin). Nimetatud turboagregaatide elektriline installeeritud koguvõimsus on 29 MW. Alates 2011. a. augustist on töös uus turboagregaat ja gradiir, jaama elektriline võimsus kasvas 29 MW võrra. Generaatorid järgneva järgmiselt:

Tabel 2.1. VKG Energia turboagregaadid

Põhja jaam	Max tegelik (MW)	Nominaal (MW)	
Turbiin 2	10	12	Kondensatsiooniturbiin
Turbiin 3	8	9	Kondensatsiooniturbiin
Turbiin 4	8	9	Vasturõhuturbiin
Turbiin 5	23,5	27	Kondensatsiooniturbiin
Lõuna jaam			
Turbiin 6	8	8	
Kokku	57,5	65	Vasturõhuturbiin

Vastavalt Euroopa Ühenduste Nõukogu direktiivile 2001/80/EÜ “Suurtest põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguse piiramise kohta” loetakse suureks põletusseadmeks sellist põletusseadet, mille soojusvõimsus on suurem või võrdne 50 MW. Põhja SEJ on suur põletusseade. [1]

2.1.1. VKG Energia tehnoloogiline protsess

Koostootmisjaama tehnoloogilise protsessi aluseks on termodünaamikas Renkine'i ringprotsessi nime all tuntud protsess, mille alusel töötavad kõik soojuselektrijaamad.

Energia saamise lähteallikaks on katla koldes põlev kütus. Katlasse suunatud toitevesi soojeneb ökonomaiseris (katla osa) ning kuumeneb ja aurustub kollet ümbritsevates ekraantorude süsteemis küllastunud auru temperatuuril, ca 233 °C. Küllastunud aur koguneb katla ülaosas asuvasse trumlisse, millest suundub auru ülekuumendisse, kus tema temperatuur tõstetakse kuni 420 °C ja sealt edasi auruturbiini(desse). Tarbijatele müüakse Põhja või Lõuna SEJ-s toodetud

auru kolmel erineval rõhul – 29 bar, 10 bar ja 5 bar. Aur 29 bar ja 10 bar tuleb otse kateldest ja turbiine ei läbi. 5 bar aur osaleb elektri tootmisel turbiini kõrgrõhu osas ja võetakse soojatarbijale müümiseks turbiinide esimesest vaheltvõtust.

Auruturbiinis muundatakse aurujoa kineetiline energia mehaaniliseks turbiini võlli pöördemomendi energiaks. Turbiini võll on vahetult ühendatud sünkroongeneraatori võlliga. Generaator muundab mehaanilise energia elektrienergiaks, mis läheb müügiks või tarbitakse osaliselt jaamade endi omatarbeks.

Turbiinis mehaanilist tööd teinud auru edasine kulg sõltub kasutatava turbiini tüübist:

- pärast vasturõhuturbiine või termofikatsiooniturbiini kütteotstarbelist vaheltvõttu suunatakse aur kaugkütte soojusvahetitesse, milles auru kondenseerumissoojusega soojendatakse üles kaugküttesüsteemi võrguveisi; samuti varustatakse turbiine läbinud auruga tööstusettevõtteid
- pärast termofikatsiooni- ja kondensatsiooniturbiini suundub aur turbiini järel olevasse kondensaatorisse, kus ta kondenseerub; kondenseerumissoojus tuleb protsessist eemaldada ning ta juhitakse kondensaatorit läbiva ringlusvee vahendusel mahajahutamiseks jahutustorni ehk gradiiri

Nii linna kaugkütte soojusvahetitest kui ka turbiini kondensaatorist suunatakse kondensaat-vesi kondensaadipumpade abil deaeraatorisse ning sealt omakorda toitepumpade abil toiteveena tagasi kateldesse. Sellega ring sulgub ja protsess jõuab taas oma algusesse [3].

2.1.2. VKG Energia elektrienergia toodang ja kasutatavad kütused

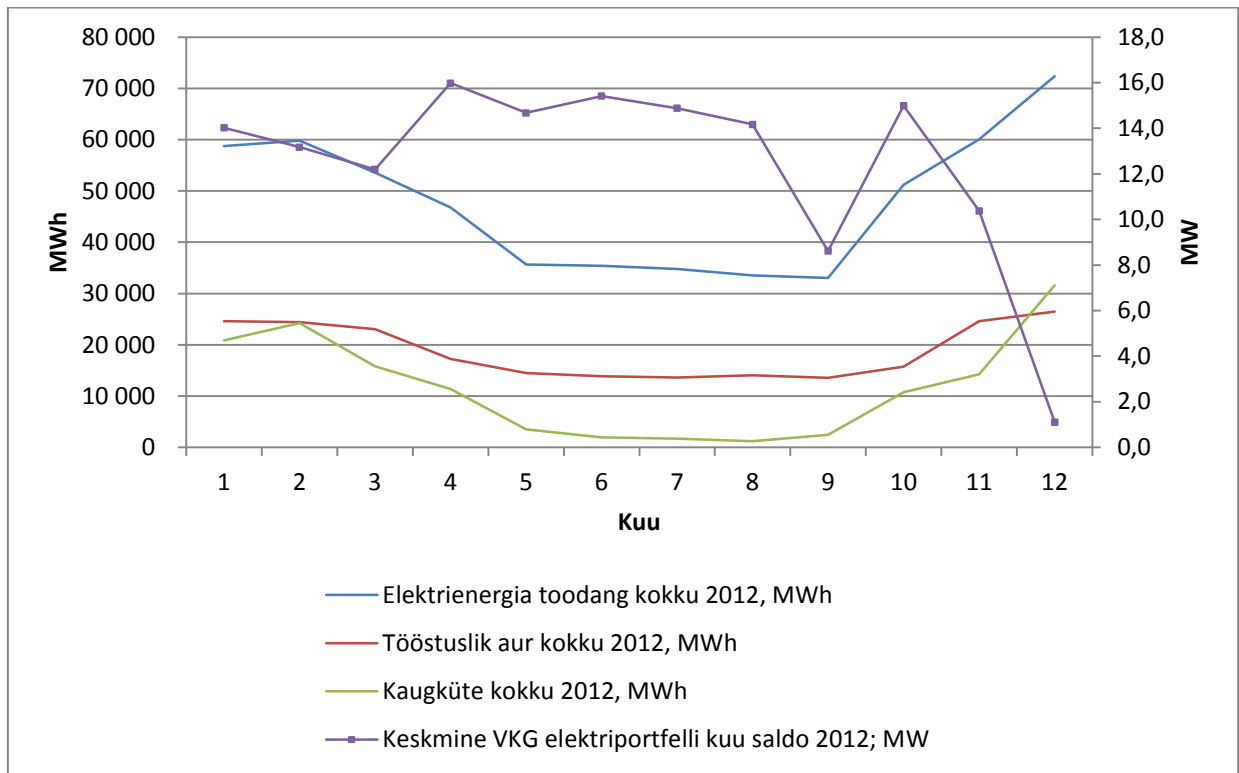
Kui põlevkiviõli, mis on VKG kontserni põhitoodang annab energiat VKG klientide kateldes ja masinates, siis põlevkivigaas loob väärtust kontserni sees. Kogu VKG Oilis toodetud põlevkivigaasi kasutab VKGE ära soojuse ja elektrienergia tootmiseks. VKGE opereerib kahte elektrijaama soojusliku koguvõimsusega 700 MW. Ettevõtte elektriline tootmisvõimsus ulatub alates septembrist 2011 kuni 65 MW-ni. Uue, üle 25 MW turbiini lisamine energiportfelli lubab tõhusamalt korraldada soojuse ja elektri koostootmist. 2013. aasta alguses käivitati ka teise uue turbiini projekt, mille realiseerimine on planeeritud 2015. aastasse [35]

VKGE Põhja SEJ kateldes põletatavad kütused on põlevkivigaas (generaatorgaas³ ja Petrotergaas⁴), peendispersne tuharikas kütus, põlevkivi ja maagaas. Katelde sissekütmiseks

³ Generaatorgaas on unikaalne produkt. Selle kalorsus on ~900 kilokalorit gaasi (koos bensiiniaurudega) kuupmeetri kohta, mis on 10 korda väiksem, kui maagaasi kalorsus. [Ibid]

⁴ Erinevalt “KIVITER” protsessi generaatorgaasist on Petrotergaas kõrge kalorsusega ~11000 - 12000 kilokalorit gaasi (koos bensiiniaurudega) kuupmeetri kohta, ületades selles osas koguni maagaasi kalorsust. [Ibid]

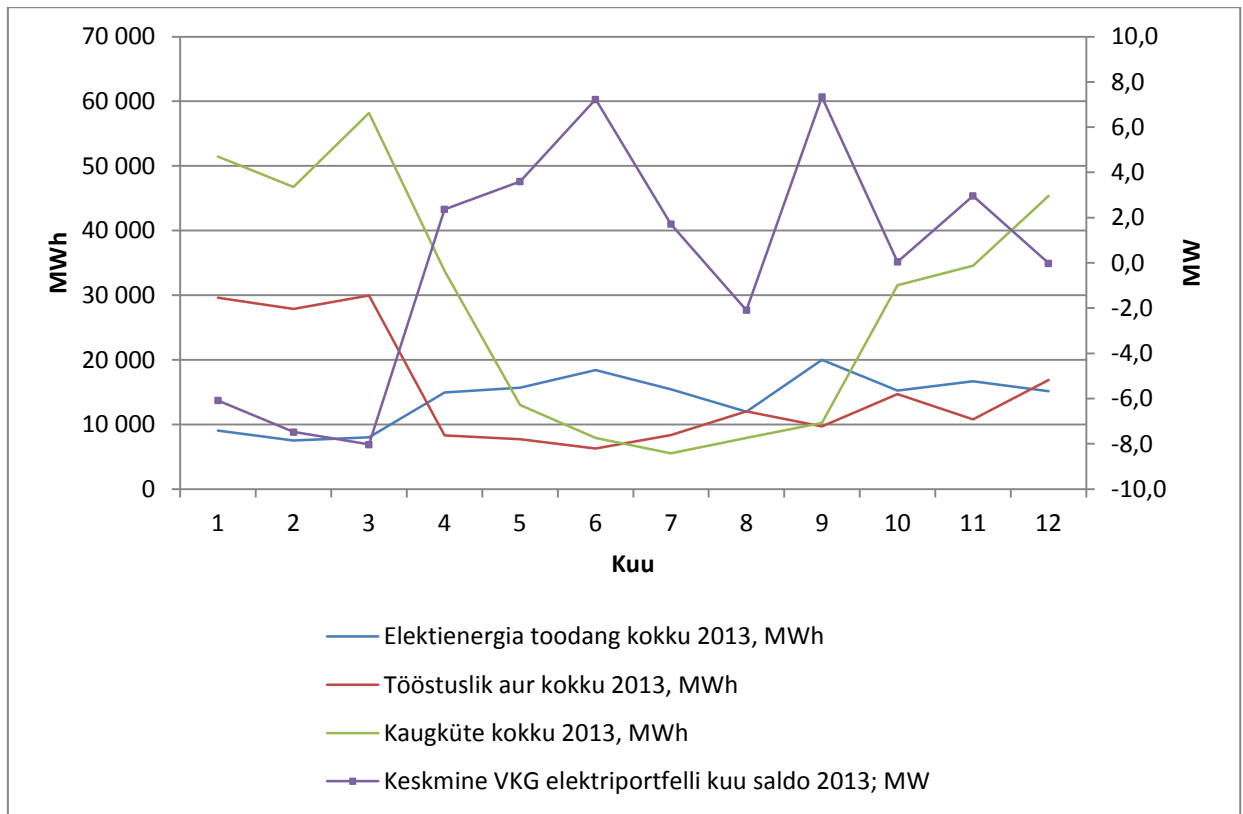
kasutati siiani põlevkiviõli ja generaatorgaasi kondensaati, alates 2008.a. ka maagaasi. VKGE Lõuna SEJ kateldes põletatavad kütused on maagaas ja generaatorgaas. Maagaasi kasutatakse ka katelde sissekütmiseks [1].



Graafik 2.1. VKG Energia toodang komponentide lõikes versus VKG elektriportfelli saldo 2012.a.

Alates 1.jaanuarist 2013 kasutatakse VKGE kontsernis, põlevkivi ümbertöötlemisel tekkinud jääsoojust 60 000 elanikuga Ahtme ja Jõhvi piirkonna soojavarustuse tagamiseks. Piirkonna küttega varustamine toimub tänu 18,5 kliomeetri pikkusele soojamagistraalile, mille kontsern ehitas 2012. aastal. Soojamagistraal saab alguse VKGE tootmisteritooriumilt Kohtla-Järvel ja kulgeb mööda mitme valla territooriumi kuni VKG Soojuse ASi ühinemispunktini jaotusvõrguga. VKG Soojusele kuulub ka maagaasil töötav reserv- ja tipukoormuse katlamaja, mis tagab piirkonna kindla soojavarustuse kõikides ilmastiku oludes. [Ibid]

Sellest tulenevalt toimunud ka oluline muutus VKGE toodangu komponentide lõikes, millele on reageerinud ka elektriportfelli saldo läbi elektritootmise vähenemise kütteperioodil, kui võrrelda aastat 2012 ja 2013 (graafik 2.1 ja 2.2).

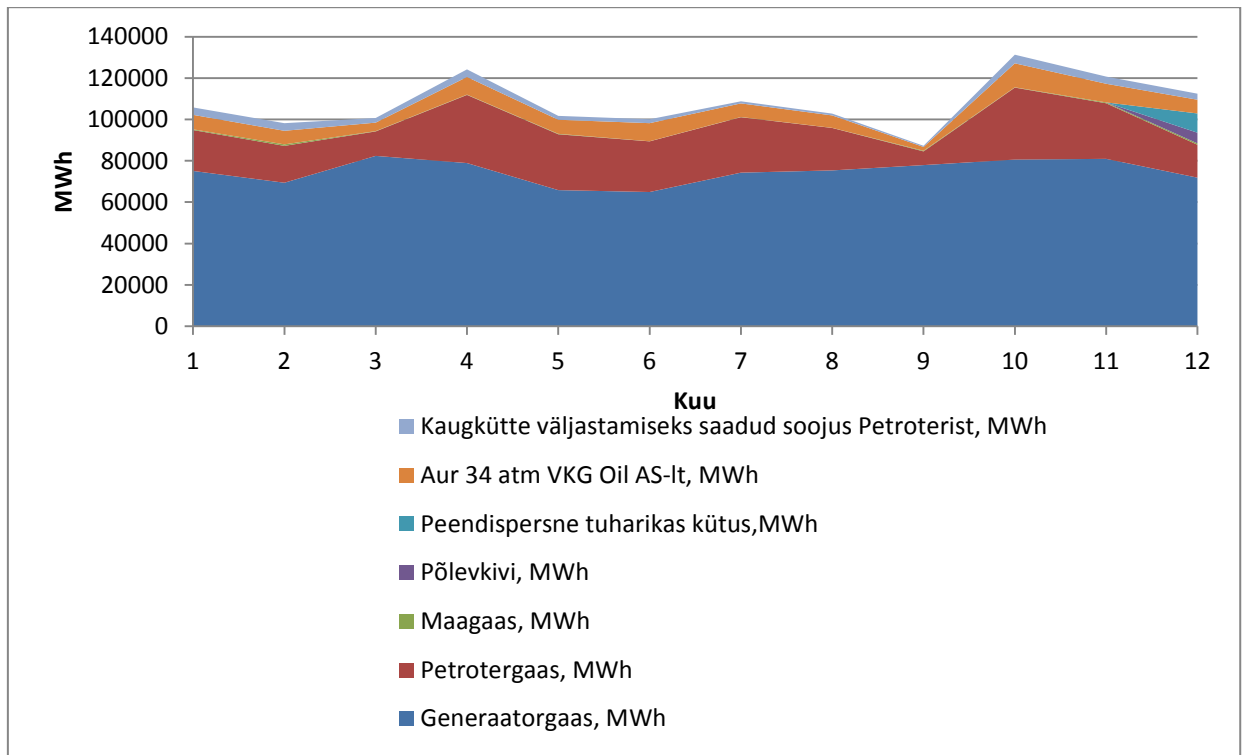


Graafik 2.2. VKG Energia toodang komponentide lõikes versus VKG elektriportfelli saldo 2013.a.

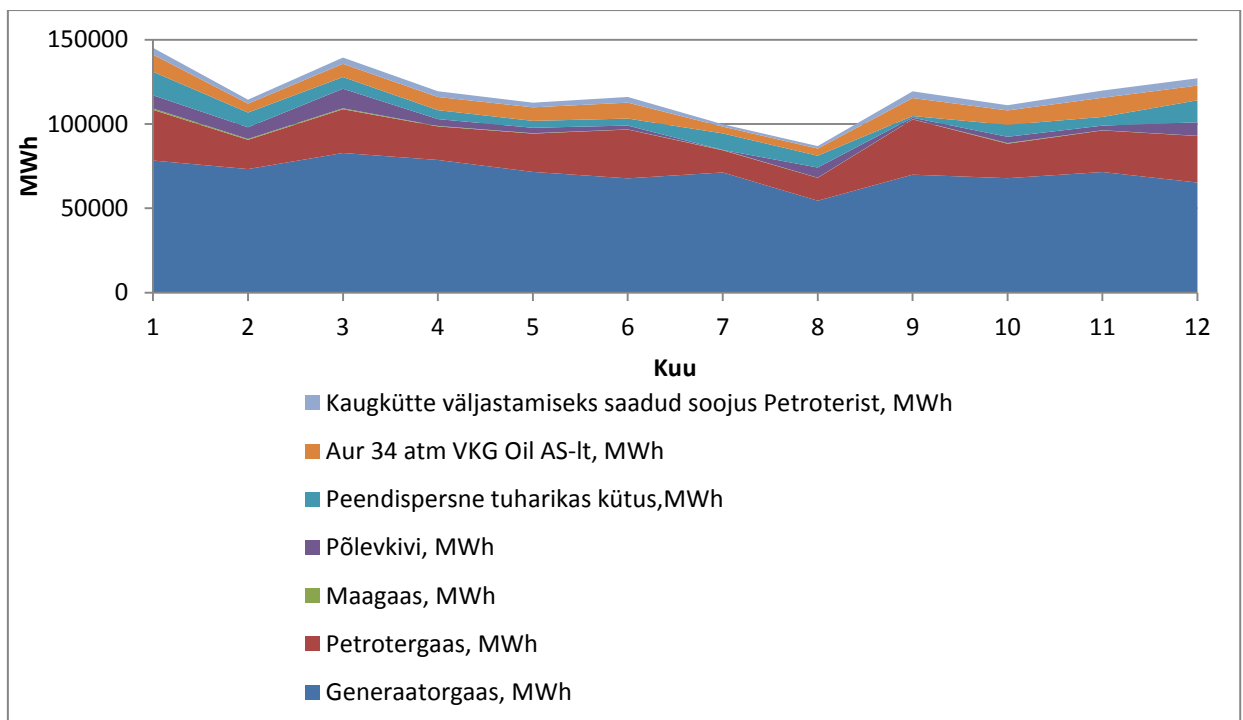
VKGE saldo erineb oluliselt, aastal 2012 ja 2013. ja peamine põhjuse seisneb siin selles, et aastal 2012 ei olnud VKGE elektriportfelliga liidetud kõiki kontserniettevõtteid.

Seega võib väita, et 2013. aasta saldo kajastab kõige paremini reaalselt olukorda. Graafikul 2.2. on näha, et 1.kvartal 2013 ollakse neto-ostja, kuna elektritootmise asemel keskendutakse peamiselt soojusenergia ja tööstusliku auru tootmisele, mis on kasumlikum, kui elektrienergia tootmine.

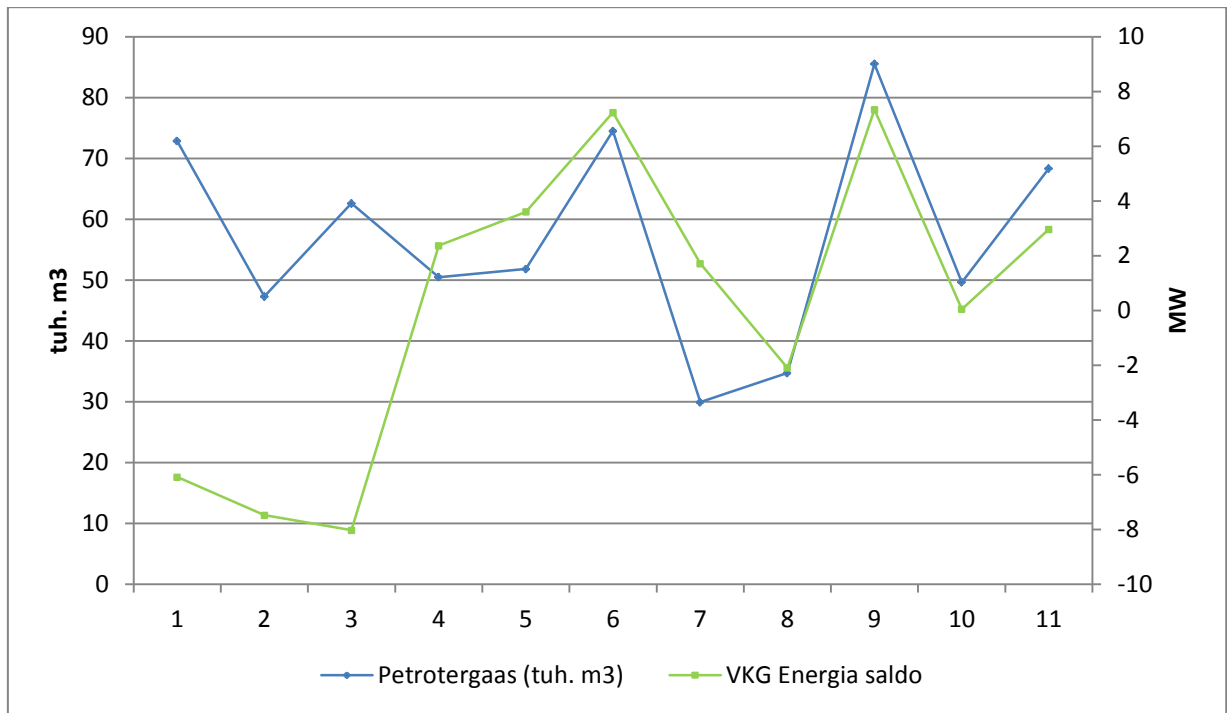
Allolevatelt graafikutelt 2.3. ja 2.4. on näha, et võrreldes 2012. aastaga on VKGE poolt kasutatavate kütuste kogused oluliselt tõusnud, mille tulemusel on proportsionaalselt kasvanud ka elektrienergia, kaugkütte ja tööstusliku auru kogused.



Graafik 2.3. VKG Energia poolt kasutatavad kütused 2012.a.



Graafik 2.4. VKG Energia poolt kasutatavad kütused 2013.a.



Graafik 2.5. Petrotergaasi keskmine toodang kuus versus elektriportfelli kuu keskmine saldo 2013.a.

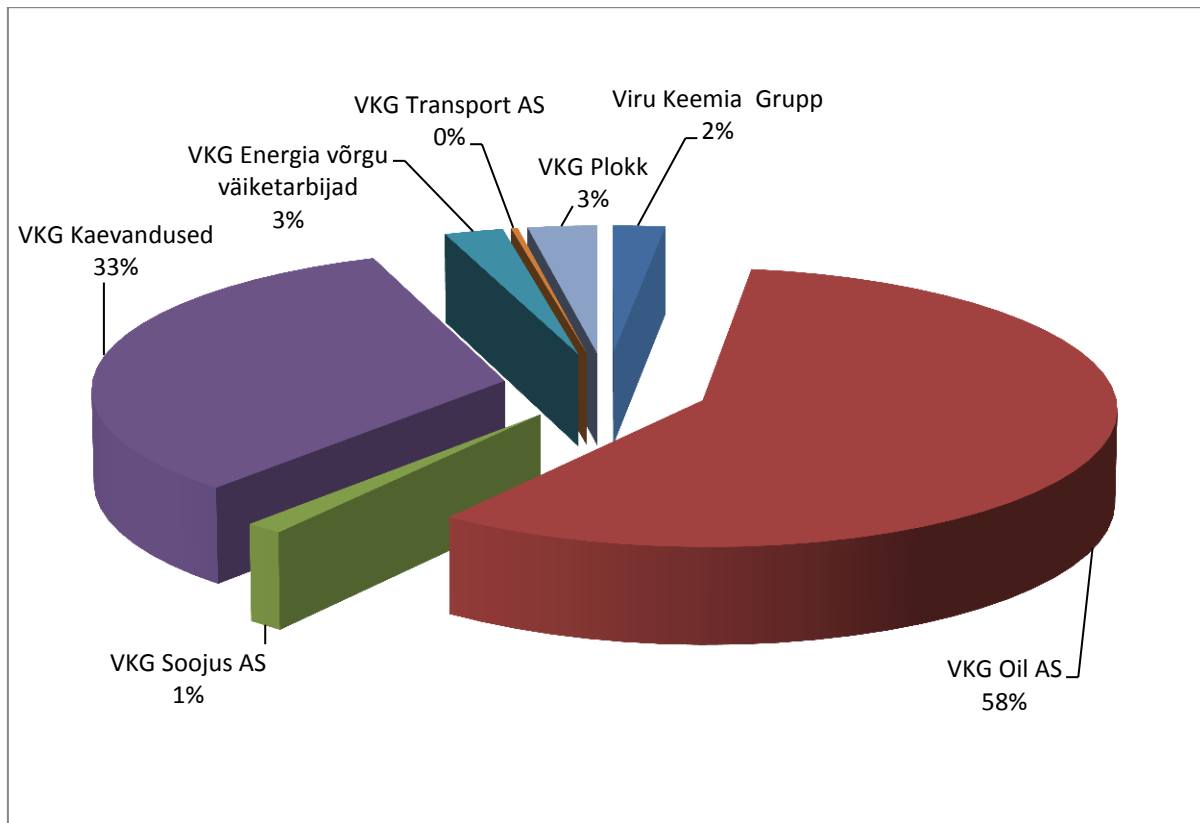
Petroter tehased omavad väga olulist mõju VKG elektriportfelli saldo volatiilsusele. Graafikult 2.8. on näha, et Petrotergaasi toodangu kogus ja VKGE saldo on otses sõltuvuses, kui välja arvata esimene kvartal, kui läheb sõna otses mõttes „põhiline aur“ soojusenergia tootmisele.

2.1.3. VKG Energia elektriportfelli koosis ja omapära

VKG kontserni elektriportfelli haldamisega tegeleb VKGE, kattes kogu kontserni elektrienergia tarbimisvajaduse. Antud töö raames käsitletakse ja analüüsitakse VKGE elektriportfelli ilma VKG Elektrivõrkude võrgupiirkonna tarbimiseta ja lähtuakse puhtalt kontserni tarbimisest.

Elektrienergia müügi ja sisseostu osas on peamiseks eesmärgiks saavutada omatoodangu realisatsioonil võimalikult kõrge hind, hoides samal ajal sisseostuhind võimalikult madalal kasutades selleks nii füüsilisi-kui ka finantslepinguid.

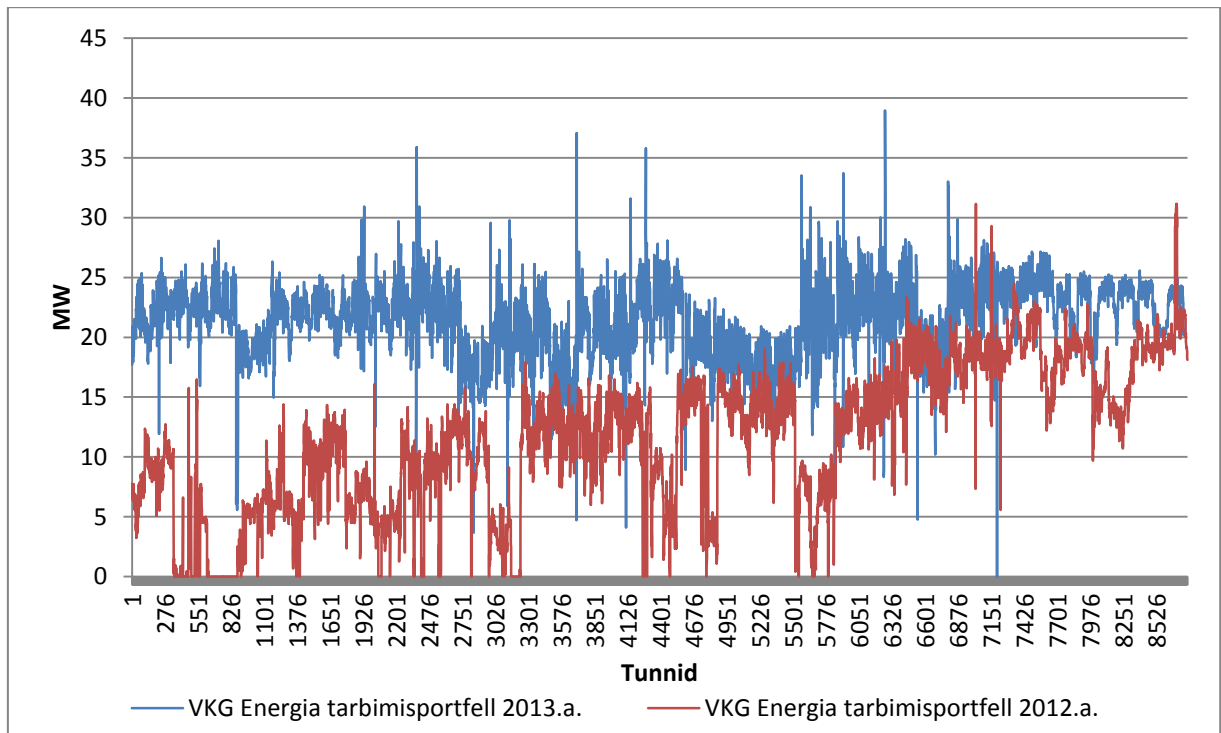
VKG Energia on alates augustist 2011.a. Nord Pool Spot täisliige. Hetkel omab VKG Energia Nord Pool Spotil kliiring kliendi (ingl.k. *clearing customer*) staatust, mis tähendab, et meie poolt üle-või puuduolevad määratud tarned sisestab päev-ette börsile meie eest bilansihaldur. *Clearing customer*’i staatus on kõige optimaalsem lahendus VKG Energia portfelli vajadustest lähtuvalt ja aitab hoida kokku kulusid aasta- ja tehingutasudelt võrreldes otseliikme (ingl.k. *direct participant*) ja väikese liikme (ingl.k. *small participant*) staatusega.



Graafik 2.6. VKG Energia elektrimüügiportfell koos seis ettevõtete lõikes 2013.a.

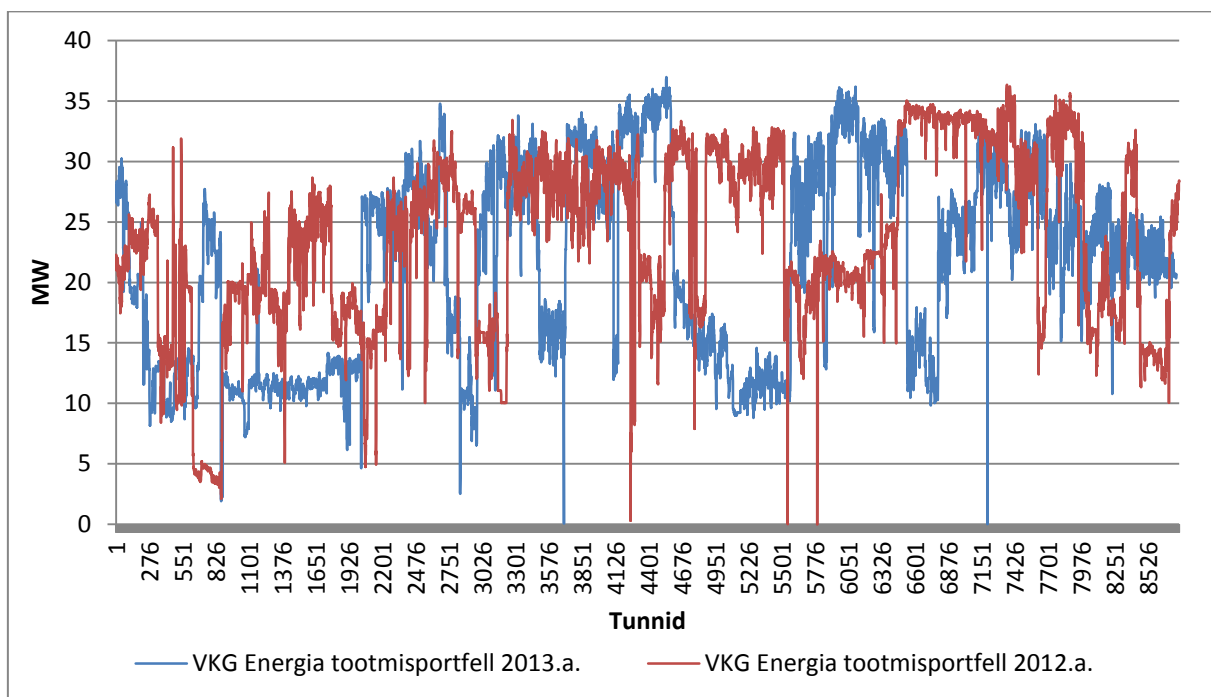
VKGE müügiportfelli koosseisust moodustab 58% VKG Oil AS, 33% VKG Kaevandused, 3% VKG Plokk ja Viru Keemia Grupp ning ülejäänud 42 % müügiportfelist on suhteliselt stabiilsete tarbimisgraafikutega, kui 58 % portfelist on mõjutatud VKG Oili plaanivälistest seisakutest ja planeeritud seiskutest, mis otseselt sõltuvad tootmisprotsessist.

Alloleval graafikul 2.10. on toodud välja VKGE tarbimis võimsus koos elektrimüügiportfelli ja omatarbega, mis on alates 2012.a. suurenenud, kuna portfelli lisandusid VKG Plokk ja VKG Kaevandused. Ojamaa kaevandus avati pidulikult 31.jaanuar 2013 ning aasta teisel poolel saavutati täisvõimsus.



Graafik 2.7. VKG Energia tunnipõhine tarbimisportfell 2012-2013.a.

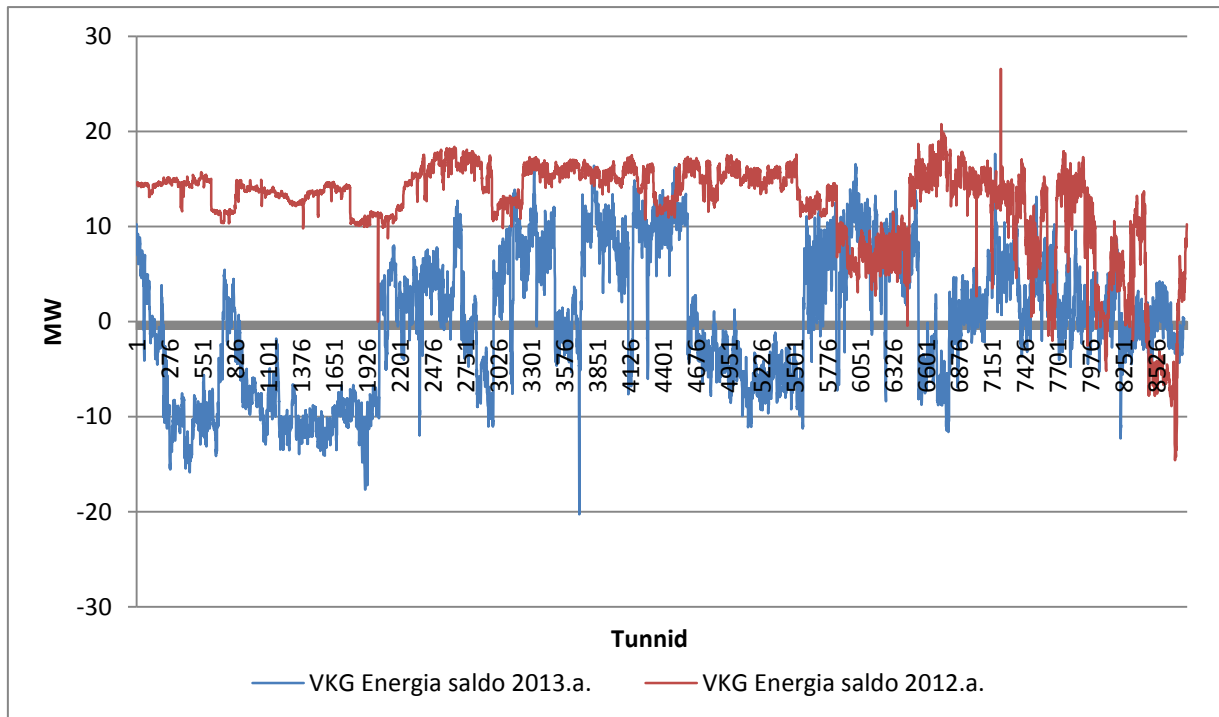
VKG Oil arendab jõuliselt oma tootmisvõimsust. Detsembris 2009 käivitati Petroter I tehas, mis töötab juba mitu aastat täisvõimsusel. Augustis 2012 alustati Petroter II tehase ehitusega ning 2013.a. oktoobris hakkas kerkima Petroter III tehas. 2014. aasta sügisel käivitati Petroter II. [35]



Graafik 2.8. VKG Energia tunnipõhine tootmisportfell 2012-2013.a.

Kuna põlevkivi töötlemisprotsessis tekkivaid põlevkivigaase ei ole võimalik ladustada, siis tuleb nad koheselt utiliseerida. Sellest on põhjustatud ka VKGE väga volatiilne tootmisgraafik, avaldades seeläbi mõju VKGE elektriportfelli saldole tervikult

VKGE elektriportfelli saldod kajastab kõige paremini just 2013. aasta graafik 2.13. Sest 2012. aasta teises pooles vahetati elektrienergia ostu- ja müügitoodikat. Mõnda üle kogu omatarbe ostult ja kogu omatoodangu müügit, saldo põhisele meetodile. Selle tulemusel vähendati VKGE elektriportfelli bilansienerigahinnast tulenevat riski.

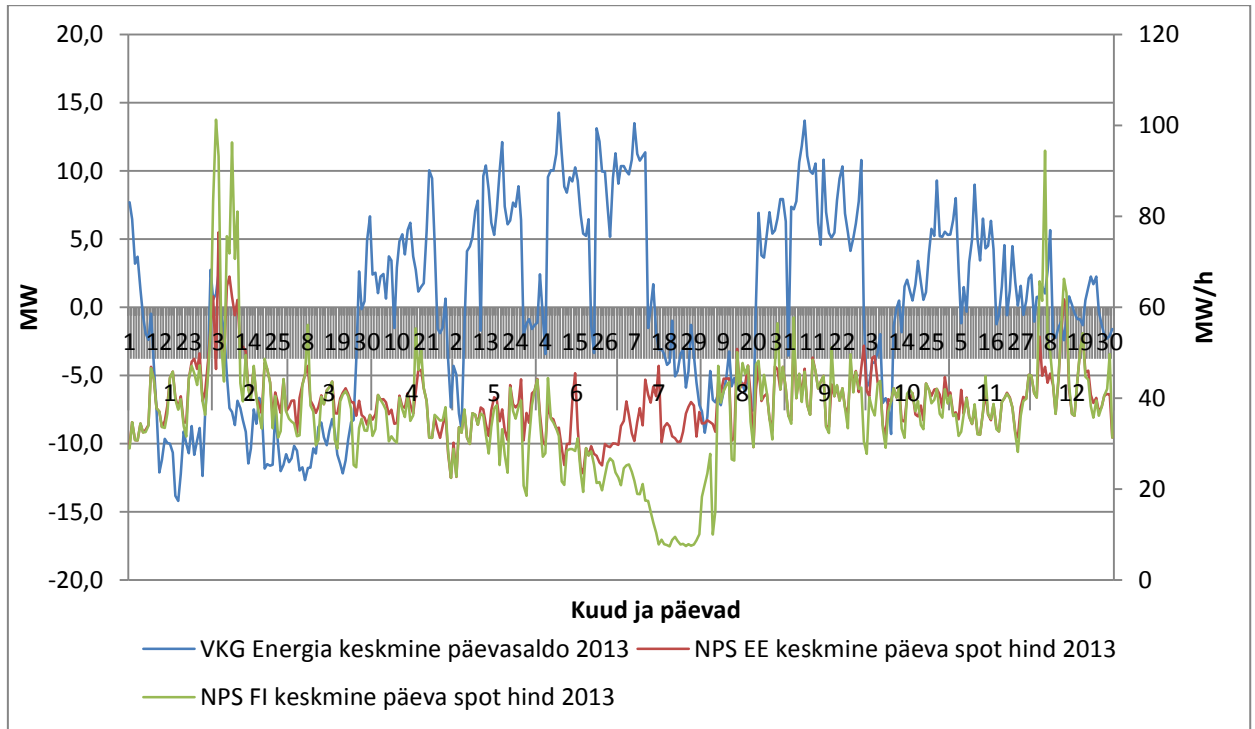


Graafik 2.9. VKG Energia tunnipõhine elektriportfelli saldo 2012-2013.a.

VKGE elektriportfelli saldo volatiilsust koguse riski on mõjutatud erinevad komponendid. Ühelt poolt on seotud elektrienergia tootmiseks kasutatavate põlevkivigaasile baseeruvate kütuste voo kõikuva kalorsusega. Teiselt poolt avaldab saldole mõju soojusenergia toomine.

Eelneva määramatuse juures tuleb VKGE elektriportfelli juhtimisel keskenduda ka elektrienergia hinnariskile, tulenevalt NPS spot hinnast, sest kogu ülejääva elektrienergia müüakse spot hinnaga börsile ja kogu puuduolev elektrienergia ostetakse jälle börsihinnaga tagasi, mis sõltub sellest kas saldo on positiivne või negatiivne.

Alloleval graafikul 2.14. on toodud välja VKGE saldo ja NPS Eesti ja Soome spot hinna võrdlus 2013. aastal. Pärast Estlink 2 töösse andmist peaks Eesti ja Soome spot hinnad olema vähemalt 90 protsenti ajast ühesugused, mida järgnevas analüüsi osas ühe eeldusena kasutab.



Graafik 2.10. Keskmise päevasaldo, versus NPS FI keskmise päeva spot hind 2013.a.

2.2. Ülesande formuleerimine ja analüüs

Magisritöö raames püstitatud ülesanne jaotub kaheks etapiks, kus esialgu analüüsib autor optimaalse portfelligumodeli abil esimese kvartali riskimaanduse ajastamise võimalusi läbi kahe stsenaariumi ja vastab järgmistele küsimustele:

1. Stsenaarium nr 1:

Milline on optimaalne esimese kvartali NPS süsteemihinna futuuri- ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingutest koosneva portfelli koosseis, võttes aluseks perioodi 01.01.2010 – 31.03.2014.a. eelneva kvartali ENOQc1+HELQc1 (edaspidi ENOQHELc1) kuni järjestuselt neljanda kvartali ENOQc4+HELQc4 (edaspidi ENOQHELc4) sulgemishindade tulumäärad? (vaata futuuri- ja CFD lepingute selgitusi: L.1., L.2.)

2. Stsenaarium nr 2:

Milline on optimaalne esimese kvartali NPS süsteemihinna futuuri- ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingutest koosneva portfelli koosseis, võttes aluseks perioodi 02.01.2012 – 28.12.2012.a. eelneva kvartali ENOQHELc1 kuni järjestuselt neljanda kvartali ENOQHELc4 sulgemishindade tulumäärad? (vaata futuuri- ja CFD lepingute selgitusi: L.1., L.2.)

Eelnevale kahe küsimusele vastates püüab autor välja selgitada, kas optimaalse portfelligumodeli rakendamise tulemusel on võimalik saavutada parem tulemus, kui lihtsalt maandada 7 MW

ulatuses riski (vaata lisa L.4.), kasutades esimese kvartali riskimaandusel proportsionaalselt (25%) ENOQHELc1, (25%) ENOQHELc2, (25%) ENOQHELc3 ja (25%) ENOQHELc4 finantslepingut? Aluseks võetakse stsenaariumite nr 1 ja 2 tulemuste hindamisel 1.kvartali 2014 Soome hinnapiirkonna spot hinna, milleks oli 35,25 €/MWh (lisa L.9.) ning riskimaanduse ajastamisel võetakse aluseks 2013 aasta nelja erineva kvartali keskmised finantslepingute sulgemishinnad (44,82 €/MWh) ENOQHELc1, (45,63 €/MWh) ENOQHELc2, (45,57 €/MWh) ENOQHELc3 ja (47,06 €/MWh) ENOQHELc4?

Teise ülesandena analüüsib autor VKGE 2013.a. elektriportfelli saldot lähtuvalt avatud positsiooni hinna ja koguse riskist, mille tulemusel vastab kahele küsimusele:

1. Kuidas maandada VKG Energia elektriportfelli koguse riski?
2. Kuidas maandada VKG Energia koguse riskist tulenevat hinnariski?

2.2.1. Tuletisinstrumentidest koosneva optimaalne portfell

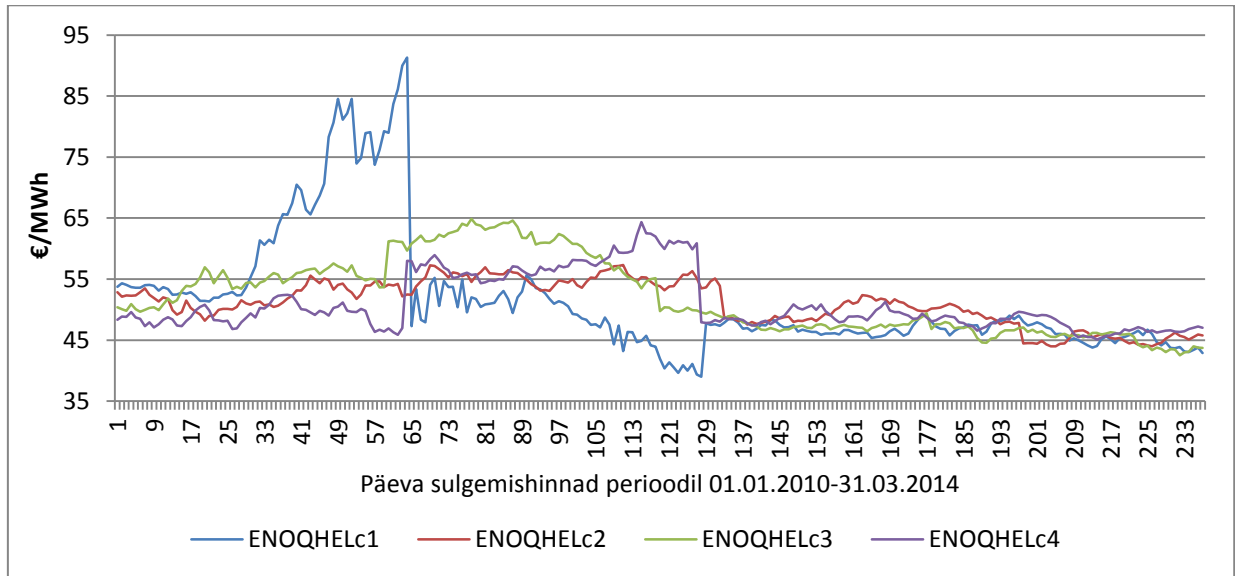
Autor püstitab siinkohal ülesande, et seeläbi saada tead, millised peaksid olema tema valikud finantsturul läbi ajastamise, et ehitada üles optimaalne finantslepingutes koosnev riskimaandusportfell. Ülesande lahendamisel keskendub autor esimese kvartali hinnariski maandamisele ja võtab lähteandmeteks nelja eelneva NPS süsteemihinna futuuri ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingu sulgemishinnad (ENOQc1+HELQc1, ENOQc2+HELQc2, ENOQc3+HELQc3 ja ENOQc4+HELQc4).

Optimeerimisülesande lahendamise tulemusel soovibki autor määrata ära eelneva nelja kvartali futuurilepingute proportsioonid riskimaanduse portfellis, kasutades selleks tabelarvutusprogrammi MS-Excel.

Graafikul 2.16. on näha, et VKGE saldo on 1.kvartal 2013 aastal tugevalt negatiivne ja ollakse enamasti neto-ostja elektribörsil. Sellest lähtuvalt keskendub autor optimeerimisülesande rakendamisel just esimese kvartali riskimaanduse ajastamise välja selgitamisele. Autori eesmärk on analüüsida, milline peaks välja nägema VKG Energia 2014.a. esimese kvartali futuurilepingutest koosnev optimaalne riskimaanduse portfell, rakendades sealjuures autor Harry Markowitz optimaalse väärtpaberiportfelli leidmise meetodit (alapeatükk 1.4.1.) kahe stsenaariumi näitel.

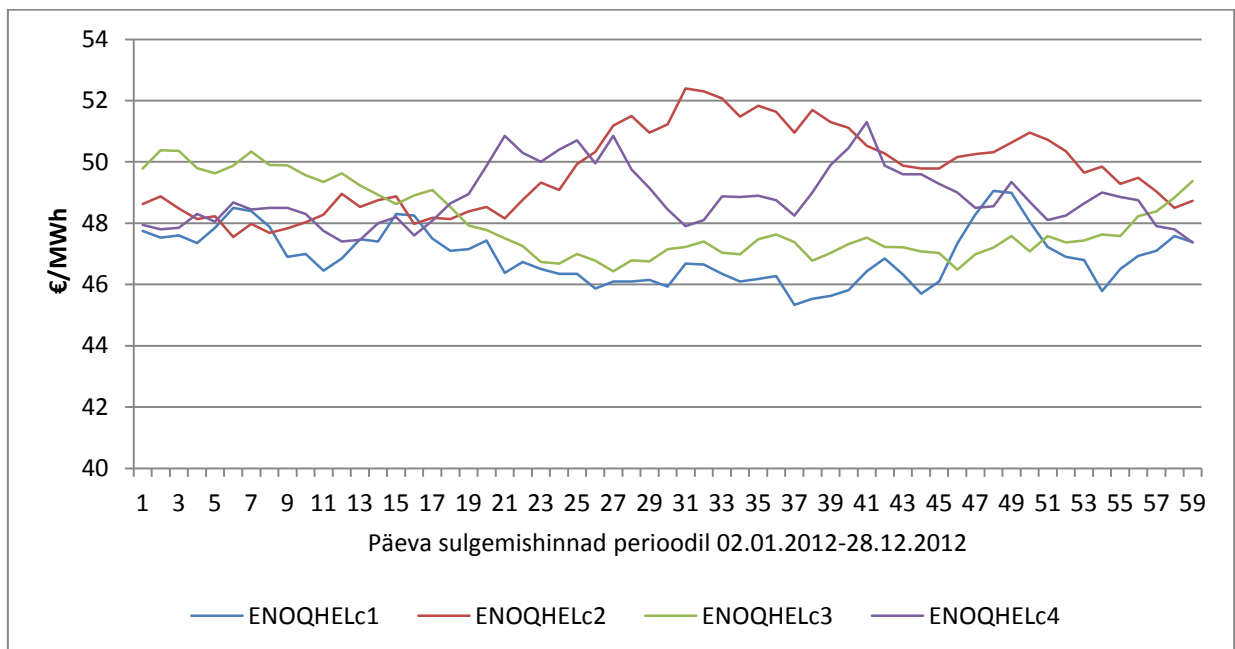
Elektrienergia tuletisinstrumentidest koosneva riskimaandusportfellide koostamiseks kasutab autor perioodi 2010.a. kuni 2014.a. esimese kvartali NPS süsteemihinna futuurilepingute sulgemishindasid (ENOQc1 - ENOQc4), millele liidetakse Soome hinnapiirkonna CFD esimese

kvartali sulgemishinnad (HELQc1 – HELQc4) samadel perioodidel. Valimi suuruseks on stsenaarium nr 1 puhul on 265 sulgemishinda.



Graafik 2.11. Esimese kvartali futuuri- ja CFD lepingute sulgemishinnad

Teise võrdleva riskimaandusportfelli koostamiseks kasutab autor stsenaarium nr 2 algandmeid, kus valimi suuruseks on 58 sulgemishinda.



Graafik 2.12. Esimese kvartali futuuri- ja CFD lepingute sulgemishinnad

Graafikutel 2.15. ja 2.16. toodud sulgemishindasid kasutab autor tulumäärade, tulumäärade standardhälvete ning tulumäärade omavahelise korrelatsioonikordajate määramiseks. Keskmiste tulumäärade leidmiseks kasutab autor aritmeetilist keskmist ja standardhälvete arvutamiseks

kasutab autor funktsiooni (STDE.P). Sharpe indeks leitakse tulumäärade ja standardhälvete jagatise tulemusena, kus riskivaba tulumäära R_F pannakse võrduma nulliga, kuna alternatiivina ei plaanita osta USA võlakirju. Optimeerimisülesande lahendamisel autor minimeerib keskmiseid tulumäärasid, sest eesmärk on koostada võimalikult madala riski ja sisseostuhinnaga riskimaandusportfell.

Tabel 2.2 Stsenaarium nr 1: tulumäär, tulumäära standardhälve ja Sharpe indeks

	Tulumäär	Standardhälve	Sharpe indeks
ENOQHELc1	0,096%	5,399%	0,018
ENOQHELc2	0,061%	1,464%	0,042
ENOQHELc3	0,060%	1,621%	0,037
ENOQHELc4	0,011%	2,447%	0,005

Tabel 2.3. Stsenaarium nr 2: tulumäär, tulumäära standardhälve ja Sharpe indeks

	Tulumäär	Standardhälve	Sharpe indeks
ENOQHELc1	0,013%	1,115%	0,012
ENOQHELc2	-0,004%	0,894%	-0,004
ENOQHELc3	0,014%	0,721%	0,019
ENOQHELc4	0,021%	1,105%	0,019

Dispersiooni-kovariatsioonimaatriksi leidmiseks koostab autor tabeli, kus lahtutab iga aktiva iga perioodi tulumäärast selle aktiva keskmise tulumäära. Selleks tuleb korrutada transponeeritud kujul esitatud tulumäär ja keskmisi tulumäära vahesid sisaldav tabel esialgsel kujul oleva tabeliga. Maatriksite korrutamiseks kasutab autor MS-Exceli funktsiooni (MMULT). Tegemist on maatriksfunktsiooniga, kus korrutatakse kaks andmemassivi. [5, 24] Saadud tulemus on esitatud tabelis 3.2.

Tabel 2.4. Transponeeritud kujul esitatud keskmise tulumäära ja keskmise tulumäära vahesid sisaldavate tabelite korrutise tulemus (Stsenaarium nr 1)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	0,6880	0,0055	-0,0001	-0,0024
ENOQHELc2	0,0055	0,0506	0,0016	0,0049

ENOQHELc3	-0,0001	0,0016	0,0620	0,0028
ENOQHELc4	-0,0024	0,0049	0,0028	0,1414

Tabel 2.5. Transponeeritud kujul esitatud keskmise tulumäära ja keskmise tulumäära vahesid sisaldavate tabelite korrutise tulemus (Stsenaarium nr 2)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	0,0072	0,0006	0,0004	-0,0003
ENOQHELc2	0,0006	0,0046	-0,0001	-0,0004
ENOQHELc3	0,0004	-0,0001	0,0030	-0,0007
ENOQHELc4	-0,0003	-0,0004	-0,0007	0,0071

Dispersiooni-kovariatsioonimaatriksi leiame valemi 1.4. abil. Saadud dispersiooni-kovariatsioonimaatriksit tabelis 3.3. kasutame edaspidi portfelli standardhälbe arvutamisel.

Tabel 2.6. Dispersioon-kovariatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 1)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	0,00292	0,00002	0,00000	-0,00001
ENOQHELc2	0,00002	0,00021	0,00001	0,00002
ENOQHELc3	0,00000	0,00001	0,00026	0,00001
ENOQHELc4	-0,00001	0,00002	0,00001	0,00060

Tabel 2.7. Dispersioon-kovariatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 2)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	0,00012	0,00001	0,00001	0,00000
ENOQHELc2	0,00001	0,00008	0,00000	-0,00001
ENOQHELc3	0,00001	0,00000	0,00005	-0,00001
ENOQHELc4	0,00000	-0,00001	-0,00001	0,00012

Saadud korrelatsioonimaatriksite põhjal tabel 3.4. [24] võib öelda, et erinevad futuurilepingud, kus korrelatsioonikordaja on võrdne nulliga või selle lähedane puudub omavaheline korrelatsioon ja hindade liikumine on juhuslik. [7]

Tabel 2.8. Korrelatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 1)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	1,00	0,03	0,00	-0,01
ENOQHELc2	0,03	1,00	0,03	0,06
ENOQHELc3	0,00	0,03	1,00	0,03
ENOQHELc4	-0,01	0,06	0,03	1,00

Tabel 2.9. Korrelatsioonimaatriks (Stsenaarium nr 2)

	ENOQHELc1	ENOQHELc2	ENOQHELc3	ENOQHELc4
ENOQHELc1	1,00	0,10	0,09	-0,04
ENOQHELc2	0,10	1,00	-0,04	-0,07
ENOQHELc3	0,09	-0,04	1,00	-0,15
ENOQHELc4	-0,04	-0,07	-0,15	1,00

Järgmise sammuna määrame ära aktive futuurilepingute osakaalud portfellis, kus võtame piiranguks, et futuurilepingute osakaalude summa peab võrduma 100%-ga.

Portfelli tulumäära $E(R_p)$ arvutamiseks tuleb omavahel korrutada osakaalude pöördvektor ja futuurilepingu hindade tulumäärad $E(R_i)$. Portfelli standardhälve σ_p arvutamiseks tuleb esmalt korrutada osakaalude pöördvektor ning kovariatsiooni-dispersiooni maatriks K , tulemus omkorda korrutada osakaalude vektoriga ning seejärel võtta tulemusest SQRT. Sharpe indeksi leidmiseks tuleb portfelli oodatav tulumäär $E(R_p)$ jagada jagada portfelli tulumäära standardhällbega σ_p . [5, 23]

Pärast eelnevate sammude läbimist liigub autor edasi ,optimeerimisülesande lahendamise juurde. Selleks, et leida riskantsete finantslepingute osakaalude omavahelist suhet optimaalses portfellis, rakendab autorjärgmiseid piiranguid. Neto-ostja saab võtta finantslepingutega ostu, kui müügi positsiooni ja riskivaba tulumäär R_F on võrdne nulliga ning kõikide osakaalude summa võrdub kõikide portfelli korral ühega ehk 100% (valem 1.7). Numbrilised piirangud võtame tabelist 3.1. Klassikaline väärtpaberiporfelli mudel tegeleb portfelli tulumäära maksimeerimisega, siis neto-

ostja puhul on eesmärk maandada risk nii, et finantslepingud oleks võimalik seotada võimalikult madala hinnaga ja sellest tulenevalt on optimeerimise puhul tegemist minimeerimisega. Netomüüja korral kasutatakse piirangutes maksimeerimist, et saada toodetud elektrieneriga ees võimalikult kõrget hinda. Tabelites 2.10 ja 2.11. on toodud välja finantslepingute osakaalud kasutades MS-Exceli SOLVER programmi.

Tabel 2.10. Stsenaariumi nr 1: osakaalud optimaalses portfellis

	Võrdsed osakaalud	Min. E(Ri)	Min.	Min. E(Ri)/ σ
Piiravad muutujad	Ei ole	\leq	E(Ri) \leq	Ei ole
Numbrilised piirangud	Ei ole	1,464%	0,0115%	Ei ole
Portfelli osakaalud				
ENOQHELc1	25%	0%	0%	0%
ENOQHELc2	25%	22%	0%	0%
ENOQHELc3	25%	23%	0%	100%
ENOQHELc4	25%	55%	100%	0%
$\sum \omega_i$	100%	100%	100%	100%
Portfelli tulumäär, E(R_p)	0,057%	0,034%	0,011%	0,060%
Portfelli standardhälve, σ_p	1,600%	1,464%	2,447%	1,621%
Sharpe indeks ilma R_f	0,036	0,023	0,005	0,037

Tabel 2.11. Stsenaariumi nr 2: Osakaalud optimaalses portfellis

	Võrdsed osakaalud	Min. E(Ri)	Min.	Min. E(Ri)/ σ
Piiravad muutujad	Ei ole	$\sigma \leq$	E(Ri) \leq	Ei ole
Numbrilised piirangud	Ei ole	0,721%	-0,0035%	Ei ole
Portfelli osakaalud				
ENOQHELc1	25%	1%	0%	0%
ENOQHELc2	25%	80%	100%	100%
ENOQHELc3	25%	20%	0%	0%
ENOQHELc4	25%	0%	0%	0%
$\sum \omega_i$	100%	100%	100%	100%
Portfelli tulumäär, E(R_p)	0,011%	0,000%	-0,004%	-0,004%
Portfelli standardhälve, σ_p	0,475%	0,721%	0,894%	0,894%
Sharpe indeks ilma R_f	0,024	0,000	-0,004	-0,004

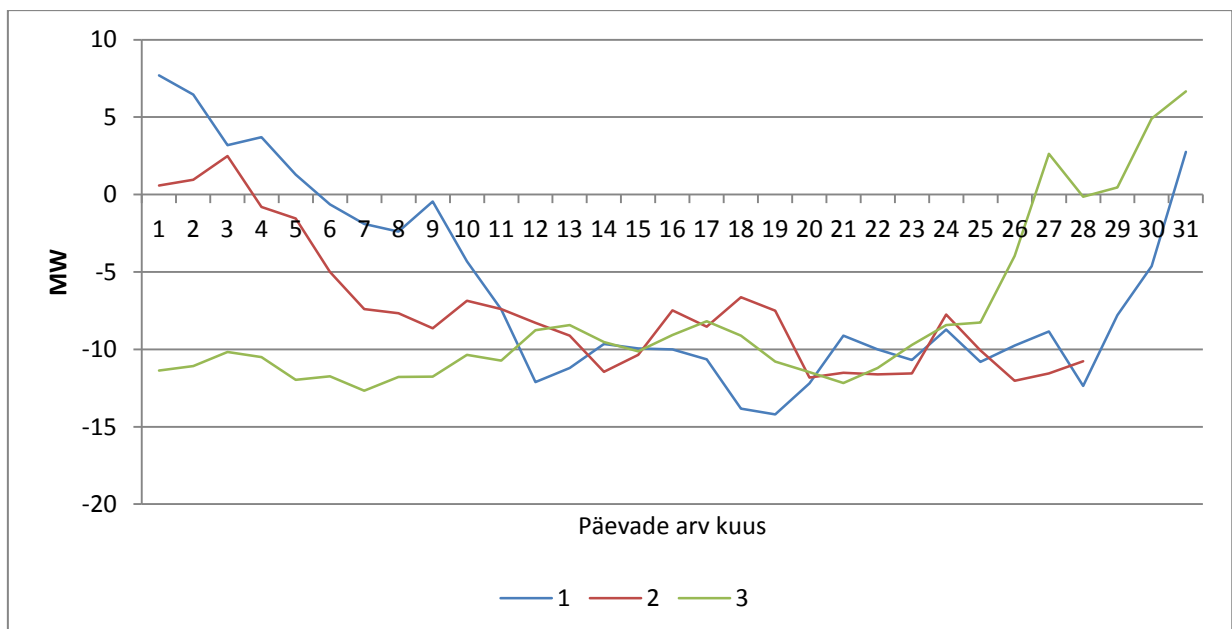
2.2.2. VKG Energia hinna- ja koguseriski analüüs

Järgnevas peatükis toob autor välja VKGE hinna- ja koguse riski analüüsi tulemused, kus vaatluse alla on võetud elektriportfelli 2013.a. tunniandmetele baseeruv päeva keskmine saldo.

Miks kasutab autor elektriportfelli analüüsil ainult 2013.a. andmeid? Üks põhjus tuleneb VKG kontserni kasvufaasist ja suurtes investeringutest kogu väärtusahela lõikes, mis samal ajal kasvatab proportsionaalselt nii elektrienergia tarbimist, kui tootmist. Uute tootmis- ja tarbimiskoormuste lisandumine elektriportfelli on põhjustanud märkimisväärset saldo varieeruvust aastate lõikes (vaata graafikut 2.13.). Tulenevalt suurest saldode muutusest, keskendub autor VKGE elektriportfelli hinna ja koguse riskimõju maandamise mõju analüüsimisel ainult 2013.a. andmetele.

Graafikul 2.17 on autor välja toonud VKGE elektriportfelli saldo 2013.a. esimese kvartali kuude lõikes. Lähtuvalt VKGE negatiivsest elektriportfelli saldost, analüüsis autor eelmises peatükis 2.2.1. esimese kvartali riskimaanduse optimaalset ajastamist läbi eelnevate kvartalite finantstoodete kasutamise, püüdes leida optimaalset riskimaanduseks sobivat lahendust.

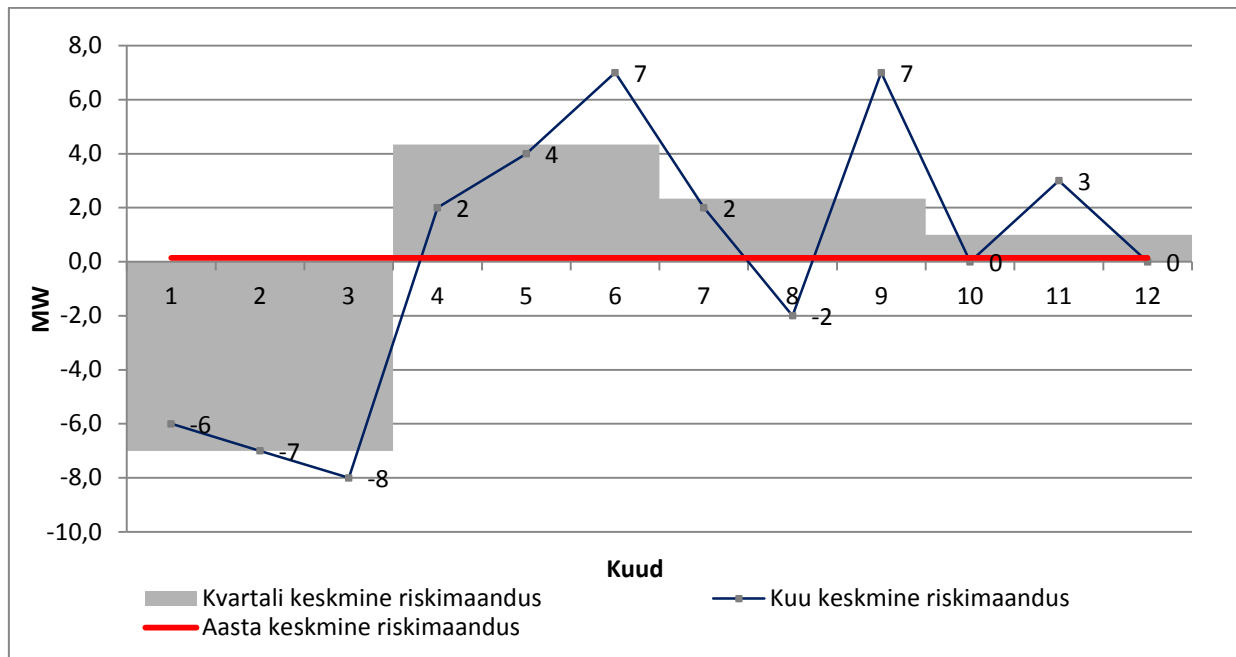
Vaatamata sellele, et VKGE elektriportfell sisaldab oma elektrienergia tootmist on saldo 2013.a. jooksul nii negatiivne (neto-ostja), kui ka positiivne (neto-müüja). Näiteks esimese kvartali jooksul on VKGE nii neto-müüja, kui netotarbija, mis teeb muutuvast koguse riskist tulenevalt ka hinnariski maandamise keeruliseks. Sellest võib järeldada, et läbi hinnariski maandamise suurendab VKGE paratamatult ka oma koguse riski. Selleks, et selgitada välja koguse riski mõju VKGE elektriportfellile, analüüsib autor järgnevalt finantstehingute mõju VKGE avatud positsioonile.



Graafik 2.13. VKG Energia esimese kvartali saldo 2013.a. päevade lõikes

Keskendudes VKGE esimese kvartali (lisa L.8.) saldo analüüsimisele graafik 2.17. näeme, et konstantselt ei ole saldo negatiivne jaanuaris (1), veebruaris (2) ega märtsis (3). Sellest tulenevalt on ka kuu finantstoodete kasutamine raskendatud (lisa L.6. ja L.7.).

Tulenevalt suurest volatiilsusest, visualiseerib autor järgnevalt VKGE elektriportfelli keskmist saldod nii kuude, kvartalite, kui aasta lõikes. Analüüsi tulemusi kajastab järgmine graafik 2.18., mille koostamisel on aluseks võetud lisa L.4. välja toodud lähteandmed.

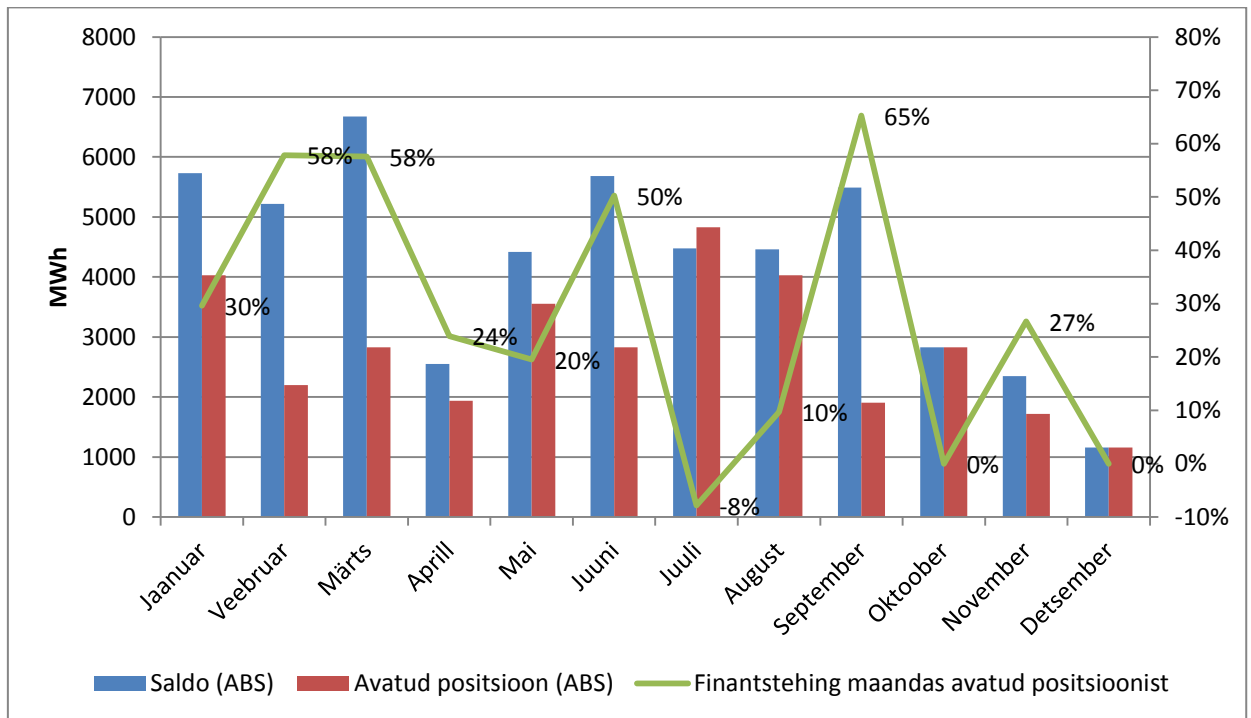


Graafik 2.14. VKG Energia elektriportfelli keskmine riskimaandus kuude, kvartalite ja aasta lõikes 2013.a.

Graafikul 2.18. näeme, et elektriportfelli saldo on aasta lõikes nullis. Kvartalite keskmiste baasil, on saldo maksimaalselt negatiivne esimene kvartal -7 MW. See on periood, kui tulevikutehingute hinnad on ajalooliselt, talveperioodi tõttu, kõige kõrgemad. Samas teine kvartal, kui tulevikutehingute hinnad on ajalooliselt, tingituna kõrgveest, kõige madalamad, on keskmine saldo jällegi positiivne +4 MW. Kuude lõikes on keskmine saldo maksimaalselt negatiivne märtsis -8 MW ja maksimaalselt positiivne juunis ja septembris +7 MW. Eelnevast võib järeldada, et kui hinnad on kõrged siis on VKGE neto-ostja ning vastupidisel juhul neto-müüja.

Selleks, et selgitada välja finantstehingu mõju VKGE elektriportfelli koguse riskile, teostas autor järgneva analüüsi. Analüüsi tegemisel võttis autor aluseks kuu saldo päeva keskmise absoluutväärtuse ja finantstehingu kasutamisel tekkinud positiivse ja negatiivse avatud positsiooni absoluutväärtuse summa protsentuaalse suhte. Seejärel arvutas saadud tulemuste põhjal välja

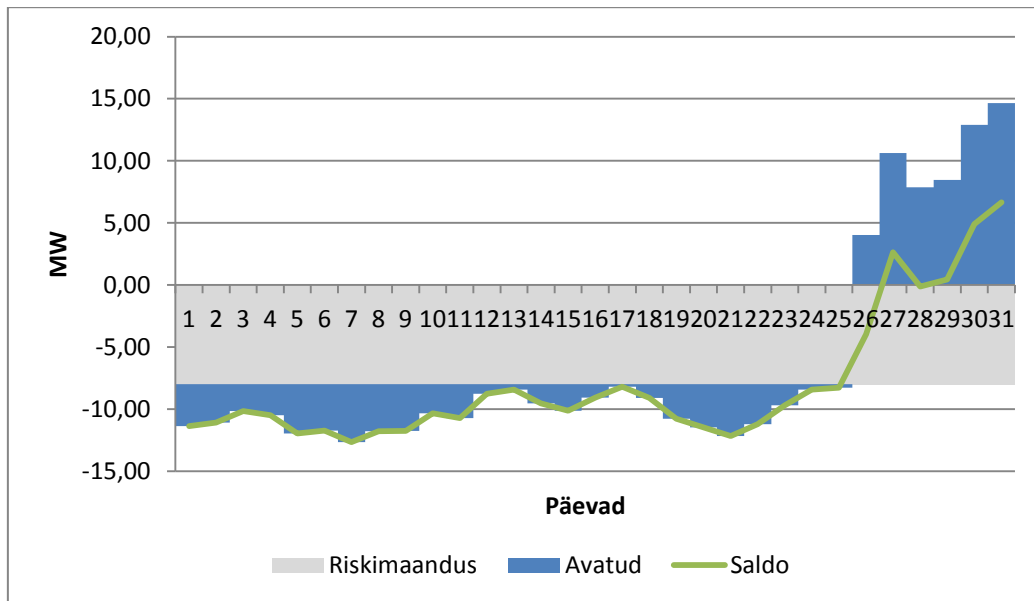
riskimaanduse protsentuaalne mõju VKGE saldo avatud positsioonile kuude lõikes. Saadud tulemus on toodud välja järgmisel graafikul 2.19.. Arvutustulemused näitasid, et kõige parem tulemus finantstehingu kasutamisel, saavutati läbi riskimaanduse septembrikuus, kus suudeti maandada 65% avatud positsioonist. Teine parim tulemus saavutati nii veebruari-, kui märtsikuus, kus finantstehing maandas avatud positsioonist 58% ja juunis 50%. Kõigil ülejäänud kuudel jäi finantstehingu mõju avatud positsioonile allapoole 50 protsenti ja juulikuus oli mõju seoses iga-aastase õlitööstuse planeeritud puhkuse tõttu lausa negatiivne -8%.



Graafik 2.15. VKG Energia avatud positsioon 2013.a. kuude lõikes

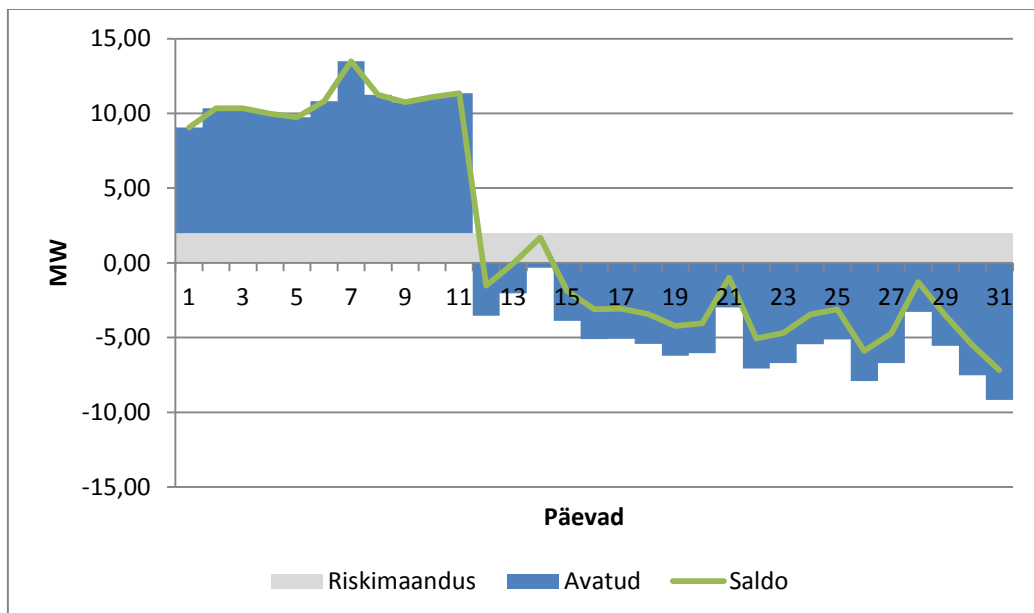
Baseerudes eelnevale tulemusele, analüüsib autor lähemalt kahte äärmuslikumat kuud lähemalt, milleks olid märts (riskimaandus +58%) ja juuli (riskimaandus -8%) ning hindab finantstehingu mõju turuhinnariskile.

Märtsikuu saldo analüüsitulemused näitavad, et VKGE elektriportfelli avatud positsiooni saldo on kuu lõikes 5973,14 MWh ulatuses neto-ostja, millest turuhinnaga ostukogused moodustavad 6324,28 MWh ja müügikogused 351,13 MWh. Võimalik avatud ostupositsiooni turuhinna riskimaandus oleks märtsikuus -8 MW (lisa L.4.). Turuhinna riskimaanduse tulemusel suureneb turuhinnale avatud müügipositsiooni 1404,48 MWh ja vähendab ostupositsioon 1425,63 MWh võrra, suurendades seeläbi koguse riski suurenemise ka elektriportfelli hinnariski.



Graafik 2.16. VKG Energia avatud positsiooni riskimaandus (märts 2013.a.)

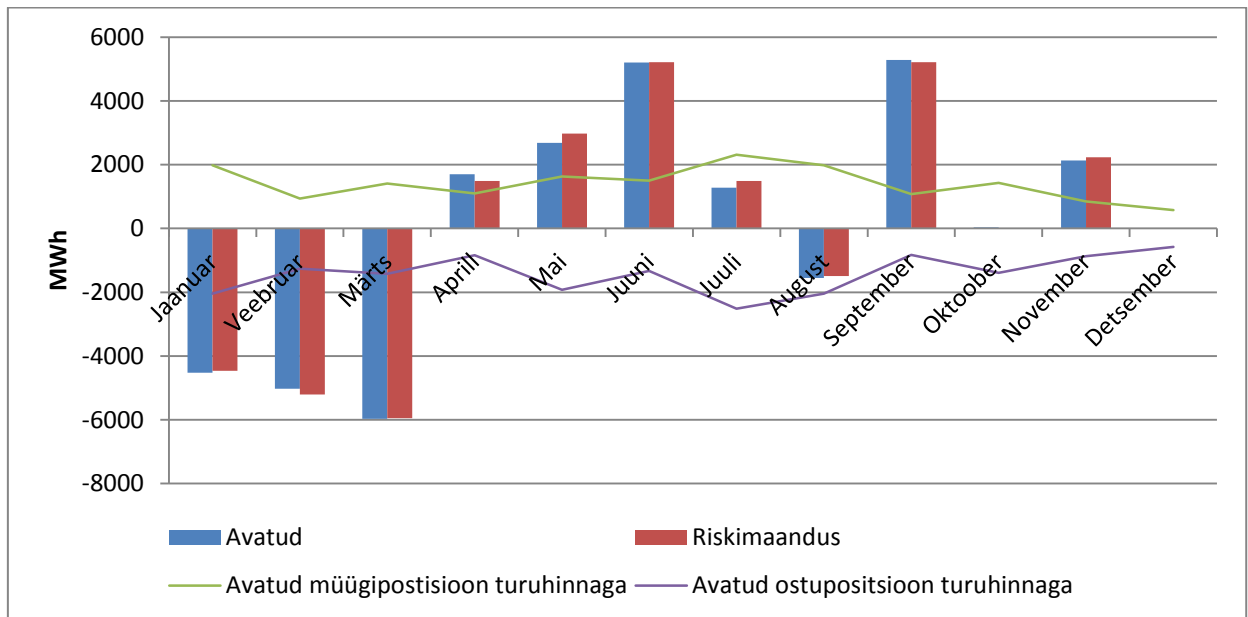
Juulikuu saldo analüüsi tulemused näitavad, et VKGE avatud postisioonis saldo on kuu lõikes küll 1277 MWh, kuid sellest on samal perioodil turuhinnaga ostukoguseks 1600 MWh ja müügikoguseks 2877 MWh. Võttes aluseks võimalik avatud müügipostisiooni turuhinna riskimaandus 2 MW (lisa L.4.) ulatuses, suureneb VKGE riskimaanduse tulemusel avatud müügipostisiooni 2308 MWh ja ostupostisioon 2520 MWh võrra, suurendades läbi koguse riski ka elektriportfelli hinnariski.



Graafik 2.17. VKG Energia avatud positsiooni riskimaandus (juuli 2013.a.)

Hinna- ja koguse riski analüüsi tulemuse võtab kokku graafik 2.22., kus on välja toodud avatud postisiooni riskimaanduse tulemus ja selle tegevuse mõju avatud müügi- ja ostupostisioonile.

Graafiku 2.22 visuaalsel vaatlusel võib jääda esialgu mulje, et avatud positsioon on riskimaandusega kaetud, kuid realselt ei ole maandatud ei hinna ega koguse risk. Riski maandades ollakse samal ajal avatud nii turuhinnaga ostule, kui müügile.



Graafik 2.18. VKG Energia avatud müügi- ja ostupositsioon pärast riskimaandust

Täiendava VKGE elektriportfelli riskimaanduse võimalusena töötas autor välja alternatiivse strateegia, mida on võimalik realselt rakendada just kõrgete turuhindade tingimustes kütteperioodil, kasutades sealjuures ära VKG kontserni sisemist sünergiat ja VKGE elektriportfelli iseärasusest tulenevaid võimalusi.

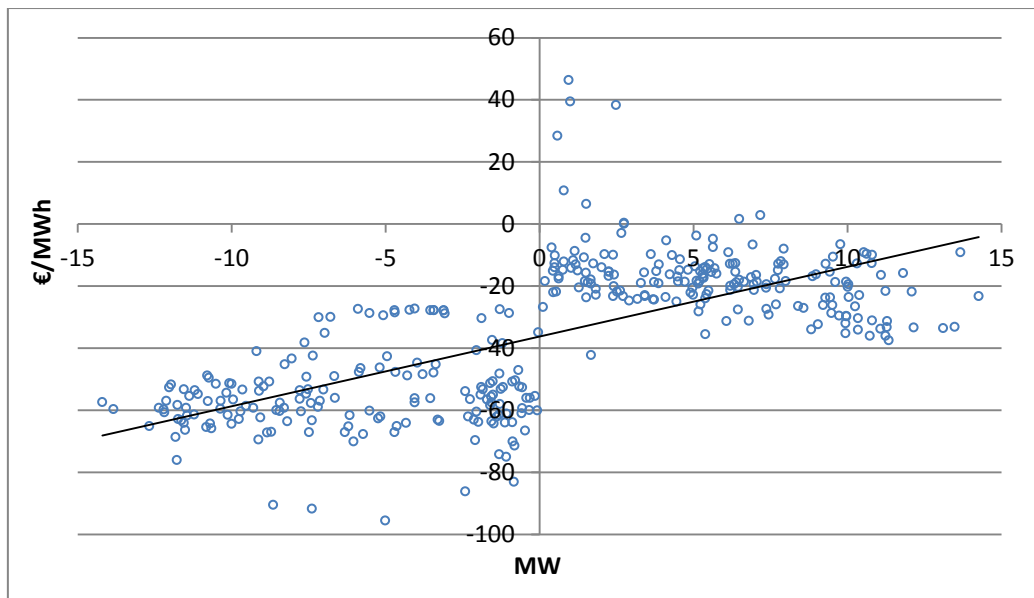
Alternatiivse strateegia olemus seisneb selles, et VKGE vähendaks kõrgete börsihindade tingimustes soojusenergia tootmist kütteperioodil ja toodaks maksimaalse koguse elektrienergiat ning vähendada seeläbi oma elektriportfelli turuhinnast tulenevat hinna- ja koguse riski. Samal ajal, kui VKGE vähendab teadlikult soojusenergia tootmist, koormab VKG Soojus puudujääva soojuseenergia tootmiseks maagaasil töötavat tipukatlamaja, et katta oma keskküttepiirkonna soojatarbijate vajadused. Selleks, et hinnata antud strateegia tasuvust võtab autor, tasuvusarvutuse hindamise aluseks hinnangulised suurused (tabel 2.12.), mida on plaanis käesoleva magistr töö väliselt veel põhjalikult analüüsida.

Tabel 2.12. Alternatiivne strateegia: VKG Soojuse tipukatlamaja kasutamine

VKG Soojuse tipukatlamaja		
Maagaasihind:	30	€/MWh
Katlakasutegur	80%	
Tootmiskulu	37,5	€/MWh

VKG Energia elektriijaam		
Tootmiskulud	55	€/MWh
Võrgutasud	20	€/MWh
Elektritootmise loobumiskulu	3,5	Soojus MWh
Trassikadu	20%	
Ahtmesse tarnitud soojuse kogus	2,8	€/MWh
Mõistlik toota elektrit, kui ostukulu suurem, kui:	105	€/MWh
NPS hind	85	€/MWh

Tuginedes alternatiivse strateegia tulemustele, näeme järgnevalt graafikult 2.23., et 2013 aastal oli ainult mõnel päeval keskmine Soome spot hind üle 85 €/MWh Samas tunde millal seda strateegiat rakendada on aasta jooksul tunduvalt rohkem.(graafik 2.10.).



Graafik 2.19. VKG Energia elektritootmise kulu/tulu versus NPS Soome spot hind 2013.a.

2.3. Tulemused

Optimeerimisülesande stsenaarium nr 1 tulemused 7 MW hinnariski maandamisel:

1. Võrdsed osakaalud: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnarisk käesoleval aastal järgnevalt: 25 % esimene kvartal, 25% teine kvartal, 25% kolmas kvartal ja 25% esimene kvartal.
Tulemus: - 159 334€
2. Minimaliseeriti tulumäära: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnarisk käesoleval aastal järgnevalt: 55 % esimene kvartal, 23% teine kvartal, 22% kolmas kvartal ja 0% esimene kvartal.
Tulemus: -168 917 €
3. Minimaliseeriti standardhälvet: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnariski 100 % käesoleva aasta teises kvartalis.
Tulemus: -178 841 €
4. Minimaliseeriti Sharpe indeksit: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnariski 100% käesoleva aasta neljandas kvartalis.
Parim tulemus: -156 308 €

Optimeerimisülesande stsenaarium nr 2 tulemused 7 MW hinnariski maandamisel:

1. Võrdsed osakaalud: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnarisk käesoleval aastal järgnevalt: 25 % esimene kvartal, 25% teine kvartal, 25% kolmas kvartal ja 25% esimene kvartal.
Tulemus: - 159 334 €
2. Minimaliseeriti tulumäära: Fikseerida järgmise aasta esimese kvartali hinnarisk järgnevalt käesoleval aastal: 1 % esimene kvartal, 80% teine kvartal, 20% kolmas kvartal ja 0% esimene kvartal.
Parim tulemus: - 156 960 €
3. Minimaliseeriti standardhälvet: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnariski 100 % käesoleva aasta kolmandas kvartalis.
Tulemus: - 157 223 €
4. Minimaliseeriti Sharpe indeks: Fikseeriti järgmise aasta esimese kvartali hinnariski 100% samuti käesoleva aasta kolmandas kvartalis.
Tulemus: - 157 223 €

VKGE hinna- ja koguse riski maandamise tulemused:

Tuginedes VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski analüüsi tulemustele. On autori seisukoht, et finantstehingute kasutamine riskimaanduseks ei ole põhjendatud ja suurendab oluliselt VKGE elektriportfelli hinnariski läbi koguse riski suurenemise.

VKGE hinna- ja koguse riski maandamise ajastamise tulemused:

Tulenevalt VKGE hinna- ja koguse riski analüüsi tulemustest on optimeerimisülesannete stsenaariumite nr 1 ja nr 2 tulemuste rakendamine antud kontekstis samuti põhjendamatu kuna finantstehingute kasutamine suurendab elektriportfelli riske olenemate nende ajastamisest.

VKGE hinna- ja koguse riski maandamise alternatiivne strateegia:

Strateegia rakendamine VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamisel omab positiivset efekti ainult kütteperioodil ja kõrgete börsihindade korral, mis jäävad ülespoole 85 €/MWh.

2.4. Järeldused

Hinnariski maandamise ajastamise analüüs näitas, et Markowitzi optimaalse väärtpaberiporfelli meetodi kasutamisel on võimalik saada parem tulemus, kui mitte-optimeeritud võrdsete osakaaludega portfelliga. Samas ei erinenud mitte-optimeeritud võrdsete osakaaludega portfelli tulemustest oluliselt teistest optimeeritud portfelliidest.

Autor on seisukohal, et kuna hinnariski maandamise ajastamisel võeti aluseks kvartali keskmised hinnad, siis portfelli ajastamise tegelik tulemus jääb endiselt sõltuma sellest, milline on riskimaandaja valik kuude, nädalate, päevade ja tundide lõikes. Meetod määrab küll ära kvartali või kvartalid, kus tuleb riskimaandus teostada, kuid täpne hinnariski maandamise hetk kvartali siseselt jääb endiselt sõltuma määramatusesest.

Kindlasti on oluline ära märkida, et suurt mõju omab optimeerimise tulemusele sulgemishindade algandmetel põhineva perioodi pikkus. Mida pikem on periood, seda suurem on standardhälve ja hindade varieeruvus ajas. Sellest tulenevalt on oluline mängida läbi mitu stsenaariumit erineva perioodi pikkusega, et teada saada, kui suur mõju on perioodi valikul.

Kindlasti oleks antud analüüsi puhul võimalik minna veel detailsemaks ja määrata optimaalse portfelli meetodi baasil ajastamise hetk vastavalt parimale tulemusele, nii stsenaariumi nr 1 kui nr 2 põhjal. Keskendudes sellisel juhul kuu, nädala, päeva sulgemishindade tulumääradele. Käesoleva töö raames ei läinud autor analüüsiga nii sügavuti, kuid on seisukohal, et meetodi

rakendust hinnariski maandamise ajastamisel tasub uurida põhjalikumalt, et käesoleva magistritööga saadud tulemuse määramatust vähendada. Varasemalt ei ole riskimaanduse ajastamist optimaalse portfelli meetodi abil uuritud, seega on raske hinnata saadud tulemuste sobivust ja praktilisust elektriportfelli hinnariski maandamise ajastamisel.

Hinna- ja koguse riski maandamine VKGE 2013. elektriportfelli avatud positsiooni analüüs näitas, et hinnariski maandamise läbi suureneb ka koguse risk. Varasemalt ei ole nii volatiilse avatud positsiooniga elektriportfelli uuritud, seega ei olnud autoril võimalik analüüsi läbiviimisel tugineda varasemale teadustööle. Analüüsitulemus annab kinnitust sellele, et volatiilse ja raskesti prognoositava elektriportfelli riskimaandus ei ole VKGE puhul põhjendatud. Autori hinnangul suudeti analüüsiga tõestada, et finantstehingute kasutamine VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamisel suurendab elektriportfelli riski.

Läbiviidud hinna- ja koguse riski analüüsitulemus VKGE elektriportfelli näitel, andis kinnitust sellest, et riskimaanduse ajastamise tulemuste rakendamine ei ole põhjendatud, sest finantstehingute kasutamine suurendab elektriportfelli riski. Küll, aga võib hinnariski maandamise ajastamise tulemusi rakendada mõne sellise tootja või tarbija näitel, kelle puhul finantstehingute kasutamine vähendab avatud positsioonist tulenevat riski.

Kuna magistritöö raames püstitatud probleemid ei andnud konkreetset lahendust sellele, kuidas lahendada VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski. Pakub autor välja alternatiivse strateegia, mis võimaldab teatud olukordades elektriportfelli hinnariski maandada. Samuti annab alternatiivne strateegia mingis osas ka vastuse õige ajastamishetke valikule. Strateegiat ei ole antud töö raames tegelike sisendandmetega analüüsitud, kuna magistritöö eesmärk oli hinna- ja koguse riski ajastamist uurida. Autori hinnangul tuleb alternatiivset strateegiat veel põhjalikult uurida ja analüüsida, et tõestada näidisandmete põhjal püstitatud hüpoteesi.

Alternatiivse strateegia, mille autor VKGE hinna- ja koguse riski maandamiseks välja pakub, annab võimaluse maandada ainult osa elektriportfelli hinnariskist ja seda ka üksnes kütteperioodil kõrgete NPS börsihindade korral.

Autor on seisukohal, et käesoleva uurimistööga suudeti kinnitada seda, et volatiilse elektriportfelli hinnariski maandus finantstehingutega ei ole põhjendatud, sest see võib suurendada riske. Hinnariski ajastamise tulemusel on võimalik saada küll parem tulemus läbi optimeerimise, kuid vaatamata sellele on saadud tulemuse määramatus endiselt väga suur.

3. Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada välja, kuidas maandada VKG Energia elektriportfelli hinna- ja koguse risk.

Töö koosneb kahest osast. Töö esimeses osas andis autor ülevaate riskidest, kus vaadati eraldi nii finants, kui elektrienergiale omaseid riske. Autor andis ülevaate hinnariski maandamise võimalustest ja kirjeldas, kuidas toimivad erinevad tuletisinstrumendid elektriturul kontekstis. Selgitati, kuidas toimivad futuurid, forwardid, swapid, optsioonid, CFD ning millist rolli mängib Põhjamaade elektriturul Forward+CFD kombinatsioon. Seejärel tõi autor välja koguse riski maandamist iseärasused tuginedes olemasolevale teaduskirjandusele. Riskimaanduse ajastamise juures annab autor ülevaate Markowitzi optimaalsest väärtpaberiportfelli mudelist, mida hiljem analüüsi osas rakendatakse. Optimaalse väärtpaberiportfelli koostamisel saab lähtuda mitmet erinevast meetoditest ja mudelist. Selle uurimistöö raames otsustas autor analüüsida riskimaanduse ajastamist kõige klassikalisema mudeli näitel, milleks on Markowitzi optimaalne portfelligimudel,

Teises osas kirjeldab autor VKG Energia elektriportfelli iseärasusi, millest on otseselt tingitud ka käesoleva magistritöö probleemipüstitus. Seejärel formuleerib autor lähtuvalt probleemi püstitusest magistritöö raames lahendatava ülesanne ja teostab analüüsi. Analüüsi osa on jaotatud kaheks. Esimene osas analüüsib autor hinnariski ajastamist läbi optimaalse portfelligimudeli. Ülesande lahendamisel keskendub autor esimese kvartali hinnariski maandamisele ja võtab analüüsi lähteandmeteks nelja eelneva NPS süsteemihinna futuuri ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingu sulgemishinnad kahe erineva stsenaariumi põhjal. Milline on optimaalne esimese kvartali NPS süsteemihinna futuuri- ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingutest koosneva portfelli koosseis, võttes aluseks perioodi 01.01.2010 – 31.03.2014.a. nelja eelneva kvartali sulgemishindade tulumäärad? Milline on optimaalne esimese kvartali NPS süsteemihinna futuuri- ja Soome hinnapiirkonna CFD lepingutest koosneva portfelli koosseis, võttes aluseks perioodi 02.01.2012 – 28.12.2012.a. nelja eelneva kvartali sulgemishindade tulumäärad?

VKG Energia elektriportfelli avatud positsiooni hinna- ja koguse riski analüüsi läbiviimisel kasutatakse kvalitatiivset meetodit, mille tulemusel püüab autor tõlgendada olemasolevat olukorda ja leida võimalik parim lahendus.

Hinnariski maandamise ajastamise analüüs näitas, et Markowitzi optimaalse väärtpaberiportfelli meetodi kasutamisel on võimalik saada parem tulemus, kui mitte-optimeeritud võrdsete

osakaaludega portfelliga. Samas ei erinenud mitte-optimeeritud võrdsete osakaaludega portfelli tulemustest oluliselt teistest optimeeritud portfelliidest.

Autor on seisukohal, et kuna hinnariski maandamise ajastamisel võeti aluseks kvartali keskmised hinnad, siis portfelli ajastamise tegelik tulemus jääb endiselt sõltuma sellest, milline on riskimaandaja valik kuude, nädalate, päevade ja tundide lõikes. Meetod määrab küll ära kvartali või kvartalid, kus tuleb riskimaandus teostada, kuid täpne hinnariski maandamise hetk kvartali siseselt jääb endmiselt sõltuma määramatuses.

Tuginedes VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski analüüsi tulemustele, on autori seisukoht, et finantstehingute kasutamine riskimaanduseks ei ole alati põhjendatud ja suurendab oluliselt VKGE elektriportfelli hinnariski läbi koguse riski suurenemise.

Tulenevalt VKGE hinna- ja koguse riski analüüsi tulemustest on optimeerimisülesannete stsenaariumite tulemuste rakendamine antud kontekstis samuti põhjendamatu kuna finantstehingute kasutamine suurendab elektriportfelli riske olenemata nende ajastamisest.

Alternatiivse strateegiat on mõistlik rakendada VKGE elektriportfelli hinna- ja koguse riski maandamisel ainult kütteperioodil ja kõrgete börsihindade korral. Autori hinnangul tuleb alternatiivset strateegiat veel põhjalikult uurida ja analüüsida, et tõestada näidisandmete põhjal püstitatud hüpoteesi.

Käesoleva uurimistööga suudeti tõestada, et volatiilse elektriportfelli hinnariski maandus finantstehingutega ei ole põhjendatud, sest see suurendab riske. Hinnariski ajastamise tulemusel on võimalik saada küll parem tulemus läbi optimeerimise, kuid vaatamata sellele on saadud tulemuse määramatus endiselt väga suur.

4. Kirjandus

1. OÜ VKG Energia (2013). 2014. Aasta Eelarve Seletuskiri. Kohtla-Järve: OÜ VKG Energia.
2. Unger, G. (2002) Hedging Strategy and Electricity. Diss. ETH No. 14727. Swiss Federal Institute of Technology, Zürich. [Online] <http://www.risklab.ch/> (17.02.2014)
3. Siirdehindade turuväärtuse määramise dokumentatsioon. (2009). Alamtoimik – Energiakandjad. Kohtla-Järve: AS Viru Keemia Grupp.
4. EIA. (2002). Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas, and Electricity Industries. SR/SMG/2002-01. U.S. Department of Energy. [Online] <http://www.eia.gov/> (17.02.2014)
5. Sander, P. (2003). Portfelliteooria II. Tartu. Tartu Ülikooli Kirjastus.
6. Sander, P. (1999). Portfelliteooria I. Tartu. Tartu Ülikooli Kirjastus.
7. Investopedia. [Online] <http://www.investopedia.com/> (02.05.2014)
8. Zirnask, V. (1998). Finantsturud. Eesti Pangaliit.
9. Trade at Nord Pool ASA's financial market. (2010). [Online] <http://www.nordpool.com/> (13.10.2011)
10. Hull, C. J: (2006). Options, Futures and Other Derivatives. Sixth Edition. New Jersey. Pearson Prentice Hall.
11. Stoft, S., Belden, T., Goldman, C., Pickle, S. (1998). Primer on Electricity Futures and Other Derivatives. Environmental Energy Technologies Division Ernest Orlando Lawrence. Berkeley National Laboratory. [Online] <http://citeseerx.ist.psu.edu/> (27.02.2014)
12. Denga, S.J., Orenb S.S. (2006). Electricity derivatives and risk management. [Online] www.elsevier.com/locate/energy (27.02.2014)
13. Härm, J. (2011). Finantsinstrumendid ja nende kasutamine elektrituru hinnariski maandamisel. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn.
14. Duffie, D. (1989). Futures Markets. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
15. Murrey, B. (2009). Power Markets & Economics: Energy Costs, Trading, Emissions. Cornwell: TJ International Ltd.
16. Das, S. (2006). Risk Management. 3rd Edition Revised. The Swaps & Financial Derivatives Library. Singapore. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.
17. Harris, C. (2006). Electricity Markets. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
18. Kolos S. P. (2005). Risk Management in Energy Markets. The University of Texas at Austin, Austin Texas. [Online] <https://www.lib.utexas.edu/> (13.03.2014)
19. Elering (2012). Elektrituru käsiraamat. Tallinn. Elering AS

20. Oum Y., Oren S., Deng S. (2006). Hedging Quantity Risks with Standard Power Options in a Competitive Wholesale Electricity Market. [Online] <http://www.ucei.berkeley.edu/> (10.04.2014)
21. Woo C. K., Karimov R., Horowitz I. (2004). Managing electricity procurement cost and risk by a local distribution company. *Energy Policy* 2004; 32 (5): 635–45. [Online] <http://warrington.ufl.edu/> (11.04.2014)
22. Oum Y., Deng J., Oren S. (2004). Volumetric hedging in electricity procurement. Working paper, UC Berkeley. Berkley. [Online] <http://www.pserc.wisc.edu/> (11.04.2014)
23. Wright C. (2012). Portfolio Optimization in Excel.mp4. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=FZyAXP4syD8> (15.04.2014)
24. Wright C. (2012). Generating the Variance-Covariance Matrix. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=ZfJW3ol2FbA> (15.04.2014)
25. Chen Y. (2007). Timing Ability in the Focus Market of Hedge Funds. *Journal of Investment Management*. vol. 5, no. 2 (Second Quarter 2007):66–98. [Online] <http://www.cfainstitute.org/> (10.04.2014)
26. Nasakkala E., Keppo J. (2005). Electricity Load Pattern Hedging with Static Forward Strategies. *Managerial Finance*, Volume 31 Number 6, pp. 115-136 . [Online] <http://lib.aalto.fi/fi/> (02.05.2014)
27. Brown G. W., Toft K. B. (2002). How firms should hedge. *The Review of Financial Studies*, 15(4):1283–1324. [Online] http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=286733 (08.05.2014)
28. Gay G. D., Nam J., Turac M. (2003). On the optimal mix of corporate hedging instruments: Linear versus nonlinear derivatives. *The Journal of Futures Markets*, 23(3):217–239. [Online] http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=322880 (08.05.2014)
29. Simkins J. B., Simkins E. R. (2013). *Energy finance and economics : analysis and valuation, risk management, and the future of energy*. Hoboken (N.J.). Wiley.
30. Houmøller A. P. (2013). Forward prices and spot prices – quarter contracts 2006-2012. [Online] <http://www.houmollerconsulting.dk/facts-findings/> (08.05.2014)
31. Houmøller A. P. (2013). Forward prices and spot prices – annual contracts 2002-2012. [Online] <http://www.houmollerconsulting.dk/facts-findings/> (08.05.2014)
32. Opiela N. (2012). Tactics, Timing, and Technicalities (Is market timing in the eye of the beholder?). *CFA Magazine*. [Online] <http://www.cfainstitute.org/> (10.04.2014)
33. Bauer J. R.; Dahlquis R. J. (2012). Market Timing and Roulette Wheels Revisited. *CFE Institute*. Vol. 2012, No. 1. [Online] <http://www.cfainstitute.org/> (10.04.2014)

34. Pfeiffer E. P. (1985). Market Timing and Risk Reduction. Journal of financial and quantitative analysis. Vol. 20. No.4. [*Online*] <http://journals.cambridge.org/> (02.04.2014)
35. Viru Keemia Grupp. (2013). Aastaraamat 2013. Kohtla-Järve: Viru Keemia Grupp AS

Lisad

L.1. NPS süsteemihinna futuurilepingute tähistuse selgitus

Aastased futuurilepingud	ENOYc1	ENOYc2	ENOYc3	ENOYc4
Kauplevad perioodi	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	2012	2011	2010	2009
Kvartali futuurilepingud	ENOQc1	ENOQc2	ENOQc3	ENOQc4
Kauplevad perioodi	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	(oktoober-detsember) Q4 2012	(juuli-september) Q3 2012	(aprill-juuni) Q2 2012	(jaanuar-märts) Q1 2012
Kuu futuurilepingud	ENOMc1	ENOMc2	ENOMc3	ENOMc4
Kauplevad perioodi	märts, 2013	märts, 2013	märts, 2013	märts, 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	veebruar, 2013	jaanuar, 2013	detsember, 2012	november, 2012

L.2. Soome hinnapiirkonna CFD lepingute tähistuse selgitus

Aastased Soome hinnapiirkonna (HEL) CFD lepingud	HELYc1	HELYc2	HELYc3	HELYc4
Kauplevad perioodi	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013	(jaanuar- detsember) 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	2012	2011	2010	2009
Aastased Soome hinnapiirkonna (HEL) CFD lepingud	HELQc1	HELQc2	HELQc3	HELQc4
Kauplevad perioodi	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013	(jaanuar-märts) Q1 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	(oktoober-detsember) Q4 2012	(juuli-september) Q3 2012	(aprill-juuni) Q2 2012	(jaanuar-märts) Q1 2012
Kuu Soome hinnapiirkonna (HEL) CFD lepingud	HELMc1	HELMc2	HELMc3	HELMc4
Kauplevad perioodi	märts, 2013	märts, 2013	märts, 2013	märts, 2013
Lepinguga kaubeldakse perioodil	veebruari, 2013	jaanuar, 2013	detsember, 2012	november, 2012

L.3. VKG Energia elektriportfelli päevane keskmine saldo 2013

Kuu keskmine	-6,0	-7,0	-8,0	2,0	4,0	7,0	2,0	-2,0	7,0	0,0	3,0	0,0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	7,687643	0,591603625	-11,3692	2,39783	-4,28511	-1,12245	9,052303	-7,6276	6,282073	-5,85626	5,320421	2,396206
2	6,453075	0,951642708	-11,0867	2,525697	-4,9422	2,419436	10,35249	-9,19075	-3,54029	-5,51326	6,399346	-1,06735
3	3,182213	2,492467583	-10,1643	1,036025	-7,78616	-0,68476	10,35039	-8,03749	7,365527	-4,05485	7,997831	0,759336
4	3,698577	-0,810377042	-10,5051	2,260388	-8,9532	-3,43874	9,973844	-4,67153	7,182851	-4,05297	2,718859	0,791261
5	1,280292	-1,555088833	-11,9629	2,429991	-1,55216	9,538999	9,733875	-6,78162	7,755826	-3,30418	-1,17557	1,525282
6	-0,64525	-5,010322583	-11,7323	0,631103	4,101455	10,04388	10,80881	-6,96923	10,63204	-1,98027	1,482395	1,003618
7	-1,89155	-7,389567667	-12,6733	3,73036	4,460209	10,01703	13,49076	-6,31385	11,81701	-7,01821	-0,32699	2,670408
8	-2,40186	-7,674326958	-11,774	3,429573	5,112139	11,24812	11,24988	-7,18663	13,67931	-6,65672	3,304618	5,64451
9	-0,46188	-8,642398958	-11,7567	-1,51608	7,069596	14,26688	10,73983	-6,15715	11,10066	-7,12893	4,97205	-2,12678
10	-4,32791	-6,864782417	-10,3483	2,919021	7,814516	11,28242	11,08245	-5,23716	9,970642	-9,28803	8,988665	-2,24796
11	-7,41759	-7,392210375	-10,735	4,824838	-1,7049	8,834324	11,35044	-3,25074	9,775145	-1,3837	4,992029	-1,483
12	-12,1154	-8,294838833	-8,77027	5,338294	9,608036	8,401989	-1,52917	-5,80607	10,53404	-0,06477	3,427622	-1,07579
13	-11,1944	-9,124780917	-8,44173	3,873968	10,39273	9,516928	-0,03951	-5,18719	6,188791	0,492709	6,498275	-2,41063
14	-9,6438	-11,44719267	-9,53175	5,688374	8,584336	9,222909	1,682115	-6,03097	4,570454	-1,83759	4,311169	-0,82946
15	-9,94266	-10,35828529	-10,1246	6,201485	6,19976	10,25325	-1,87465	-5,16448	10,8104	1,522989	4,509453	0,793309
16	-9,99496	-7,485190625	-9,06618	3,724542	5,30617	9,28863	-3,09904	-5,72285	6,974162	2,020247	6,327303	0,179629
17	-10,6518	-8,538782417	-8,18717	2,750511	7,041133	6,801212	-3,07259	-6,20414	5,436616	1,181348	4,237084	-0,418
18	-13,8356	-6,641335375	-9,10914	1,144525	9,969295	5,395994	-3,42631	-4,70338	5,096305	0,496777	-1,24778	-0,87932
19	-14,2029	-7,5087555	-10,79	1,504876	12,09553	5,231542	-4,21916	-7,57968	5,454755	1,673101	-0,55675	-0,87293
20	-12,1994	-11,81990592	-11,4735	1,750868	7,378719	6,44939	-4,04897	-7,56122	7,841832	3,405385	1,517615	-1,30579
21	-9,1053	-11,507526	-12,1802	5,589709	6,075155	-1,29239	-0,97933	0,398855	9,431704	1,839602	4,544473	0,504619
22	-10,0021	-11,62570196	-11,2096	10,05114	6,365136	-3,3624	-5,06399	6,926683	10,32486	0,545435	-0,57857	1,44649
23	-10,6963	-11,54927396	-9,70452	9,450107	7,661054	13,11792	-4,69464	3,80126	6,875443	1,093172	1,241858	2,249744
24	-8,71279	-7,74061575	-8,43187	4,722178	7,376676	12,16052	-3,43894	3,625906	5,500392	3,886096	4,488183	1,678974
25	-10,8141	-10,07137704	-8,27291	-1,56904	8,876626	9,945339	-3,11054	5,387084	4,12414	5,752833	1,838517	2,247364
26	-9,75729	-12,02879717	-3,97092	-1,91239	6,374073	9,948987	-5,89216	6,961844	5,057494	5,227825	0,118996	-0,30433
27	-8,84492	-11,54769758	2,622564	-1,49826	-2,0426	7,454531	-4,70336	5,394808	6,140072	9,300179	1,571264	-1,28301
28	-12,3601	-10,76939888	-0,13944	0,627753	-1,19829	5,170986	-1,28638	5,638604	7,765589	5,205591	-0,55705	-2,04457
29	-7,78332		0,448357	-3,78791	-0,8748	9,484306	-3,53662	6,48857	10,7983	5,158237	0,445248	-2,30988
30	-4,636		4,90833	-7,35534	-1,60096	11,29541	-5,51123	7,938741	-0,78658	5,529882	2,117706	-2,08238
31	2,751299		6,651307		-1,31061		-7,17026	7,939672		5,304426		-1,59449

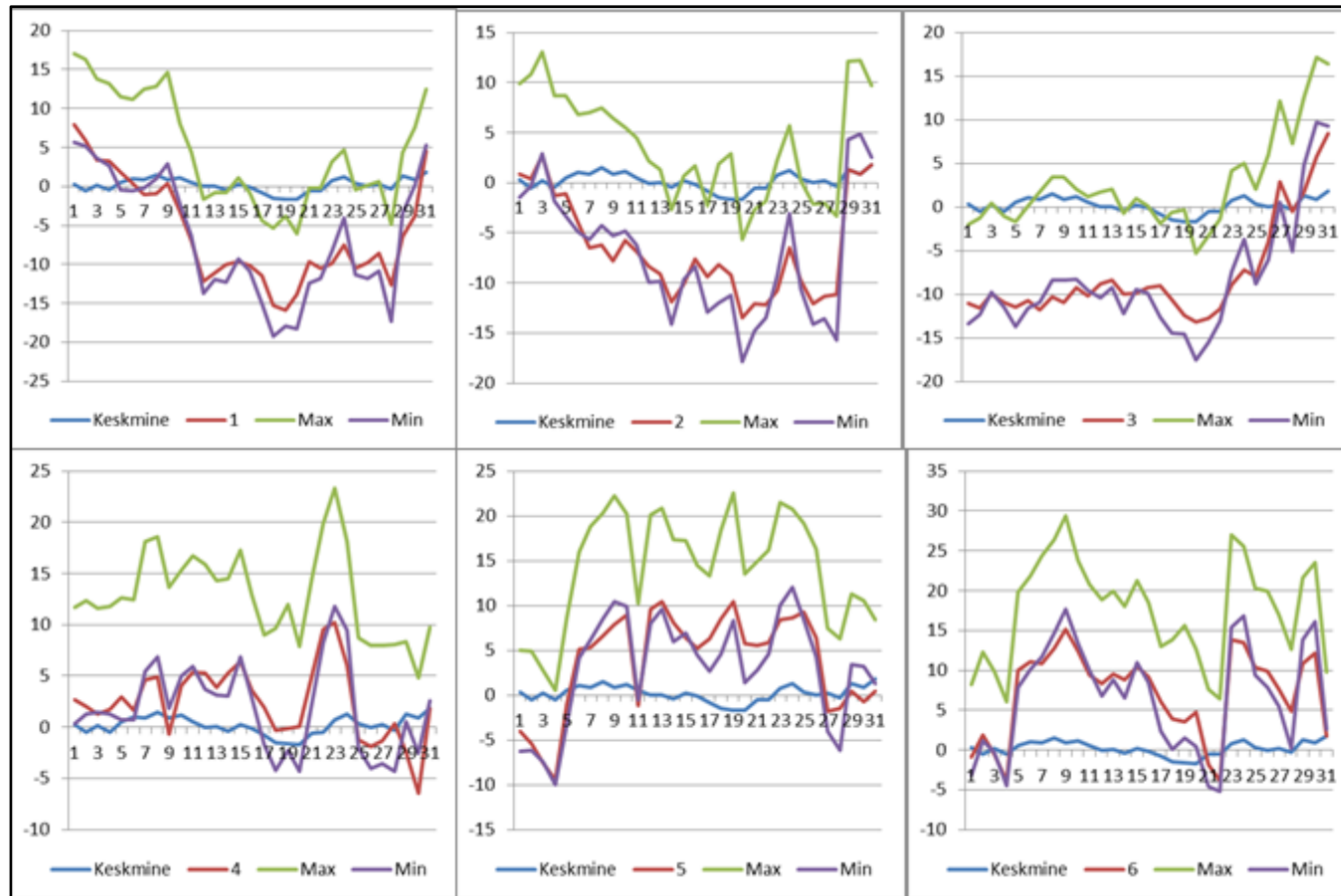
L.4.VKG Energia elektriportfelli (kuu, kvartal, aasta 2013) keskmine avatud positsioon ja riskimaandus ühes tunnis

	jaanuar	veebruar	märts	aprill	mai	juuni	juuli	august	september	oktoober	november	detsember
Avatud pos. (aasta)	6,1	7,1	8,1	1,9	3,9	6,9	1,9	2,1	6,9	0,1	2,9	0,1
Avatud pos. (kvatal)	1,0	0,0	1,0	2,3	0,3	2,7	0,3	4,3	4,7	1,0	2,0	1,0
Aasta	6,1	7,1	8,1	-1,9	-3,9	-6,9	-1,9	2,1	-6,9	0,1	-2,9	0,1
Kvartal	-1,0	0,0	1,0	2,3	0,3	-2,7	0,3	4,3	-4,7	1,0	-2,0	1,0
Aasta keskmine riskimaandus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kvartali keskmine riskimaandus	-7,0	-7,0	-7,0	4,3	4,3	4,3	2,3	2,3	2,3	1,0	1,0	1,0
Kuu keskmine riskimaandus	-6,0	-7,0	-8,0	2,0	4,0	7,0	2,0	-2,0	7,0	0,0	3,0	0,0

L.5. VKG Energia elektriportfelli keskmine päeva avatud positsioon ühes tunnis pärast riskimaandust

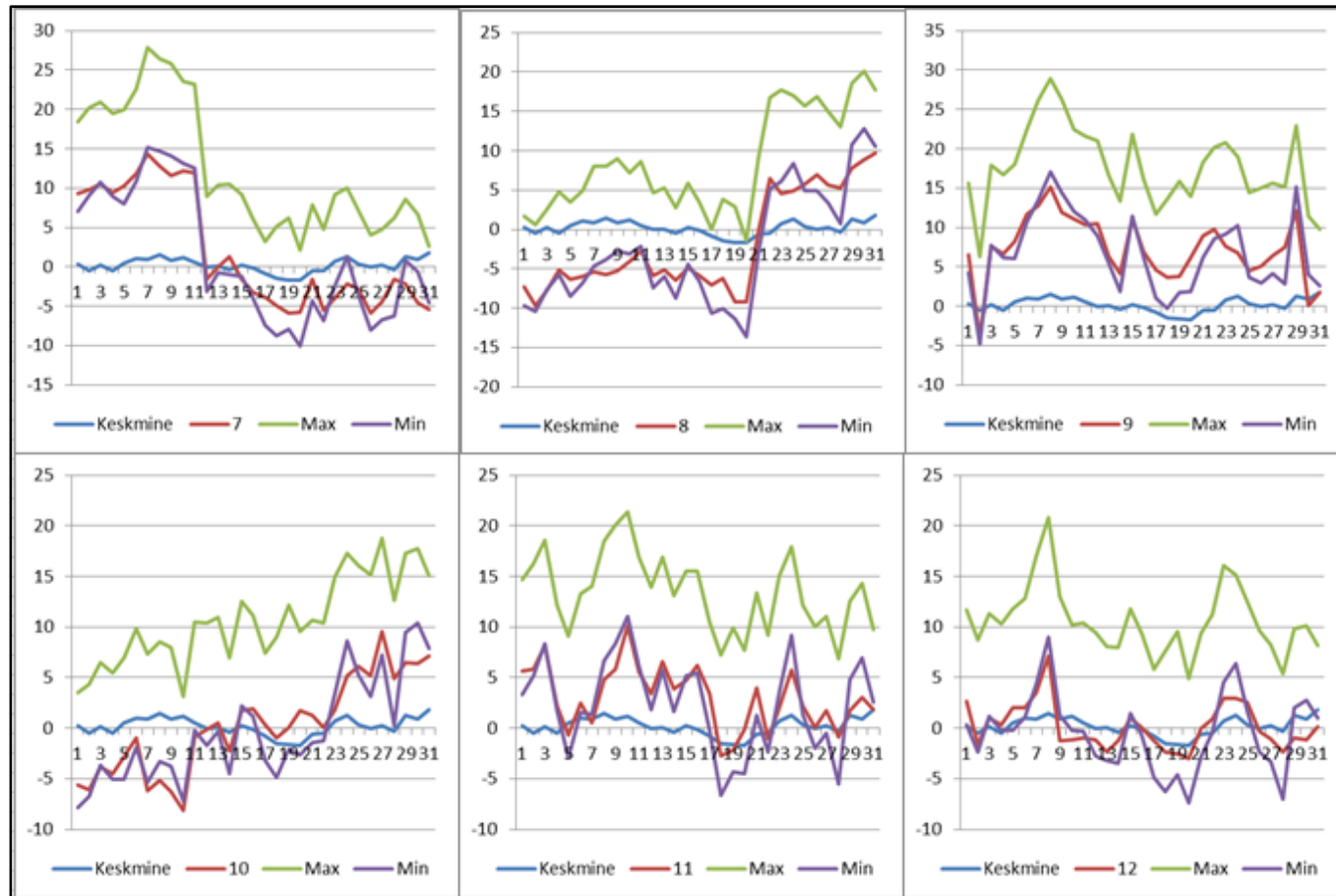
Päev	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	13,7	7,6	-3,4	0,4	-8,3	-8,1	7,1	-5,6	-0,7	-5,9	2,3	2,4
2	12,5	8,0	-3,1	0,5	-8,9	-4,6	8,4	-7,2	-10,5	-5,5	3,4	-1,1
3	9,2	9,5	-2,2	-1,0	-11,8	-7,7	8,4	-6,0	0,4	-4,1	5,0	0,8
4	9,7	6,2	-2,5	0,3	-13,0	-10,4	8,0	-2,7	0,2	-4,1	-0,3	0,8
5	7,3	5,4	-4,0	0,4	-5,6	2,5	7,7	-4,8	0,8	-3,3	-4,2	1,5
6	5,4	2,0	-3,7	-1,4	0,1	3,0	8,8	-5,0	3,6	-2,0	-1,5	1,0
7	4,1	-0,4	-4,7	1,7	0,5	3,0	11,5	-4,3	4,8	-7,0	-3,3	2,7
8	3,6	-0,7	-3,8	1,4	1,1	4,2	9,2	-5,2	6,7	-6,7	0,3	5,6
9	5,5	-1,6	-3,8	-3,5	3,1	7,3	8,7	-4,2	4,1	-7,1	2,0	-2,1
10	1,7	0,1	-2,3	0,9	3,8	4,3	9,1	-3,2	3,0	-9,3	6,0	-2,2
11	-1,4	-0,4	-2,7	2,8	-5,7	1,8	9,4	-1,3	2,8	-1,4	2,0	-1,5
12	-6,1	-1,3	-0,8	3,3	5,6	1,4	-3,5	-3,8	3,5	-0,1	0,4	-1,1
13	-5,2	-2,1	-0,4	1,9	6,4	2,5	-2,0	-3,2	-0,8	0,5	3,5	-2,4
14	-3,6	-4,4	-1,5	3,7	4,6	2,2	-0,3	-4,0	-2,4	-1,8	1,3	-0,8
15	-3,9	-3,4	-2,1	4,2	2,2	3,3	-3,9	-3,2	3,8	1,5	1,5	0,8
16	-4,0	-0,5	-1,1	1,7	1,3	2,3	-5,1	-3,7	0,0	2,0	3,3	0,2
17	-4,7	-1,5	-0,2	0,8	3,0	-0,2	-5,1	-4,2	-1,6	1,2	1,2	-0,4
18	-7,8	0,4	-1,1	-0,9	6,0	-1,6	-5,4	-2,7	-1,9	0,5	-4,2	-0,9
19	-8,2	-0,5	-2,8	-0,5	8,1	-1,8	-6,2	-5,6	-1,5	1,7	-3,6	-0,9
20	-6,2	-4,8	-3,5	-0,2	3,4	-0,6	-6,0	-5,6	0,8	3,4	-1,5	-1,3
21	-3,1	-4,5	-4,2	3,6	2,1	-8,3	-3,0	2,4	2,4	1,8	1,5	0,5
22	-4,0	-4,6	-3,2	8,1	2,4	-10,4	-7,1	8,9	3,3	0,5	-3,6	1,4
23	-4,7	-4,5	-1,7	7,5	3,7	6,1	-6,7	5,8	-0,1	1,1	-1,8	2,2
24	-2,7	-0,7	-0,4	2,7	3,4	5,2	-5,4	5,6	-1,5	3,9	1,5	1,7
25	-4,8	-3,1	-0,3	-3,6	4,9	2,9	-5,1	7,4	-2,9	5,8	-1,2	2,2
26	-3,8	-5,0	4,0	-3,9	2,4	2,9	-7,9	9,0	-1,9	5,2	-2,9	-0,3
27	-2,8	-4,5	10,6	-3,5	-6,0	0,5	-6,7	7,4	-0,9	9,3	-1,4	-1,3
28	-6,4	-3,8	7,9	-1,4	-5,2	-1,8	-3,3	7,6	0,8	5,2	-3,6	-2,0
29	-1,8		8,4	-5,8	-4,9	2,5	-5,5	8,5	3,8	5,2	-2,6	-2,3
30	1,4		12,9	-9,4	-5,6	4,3	-7,5	9,9	-7,8	5,5	-0,9	-2,1
31	8,8		14,7		-5,3		-9,2	9,9		5,3		-1,6

L.6. Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnialdo 2013 kuude ja aasta lõikes

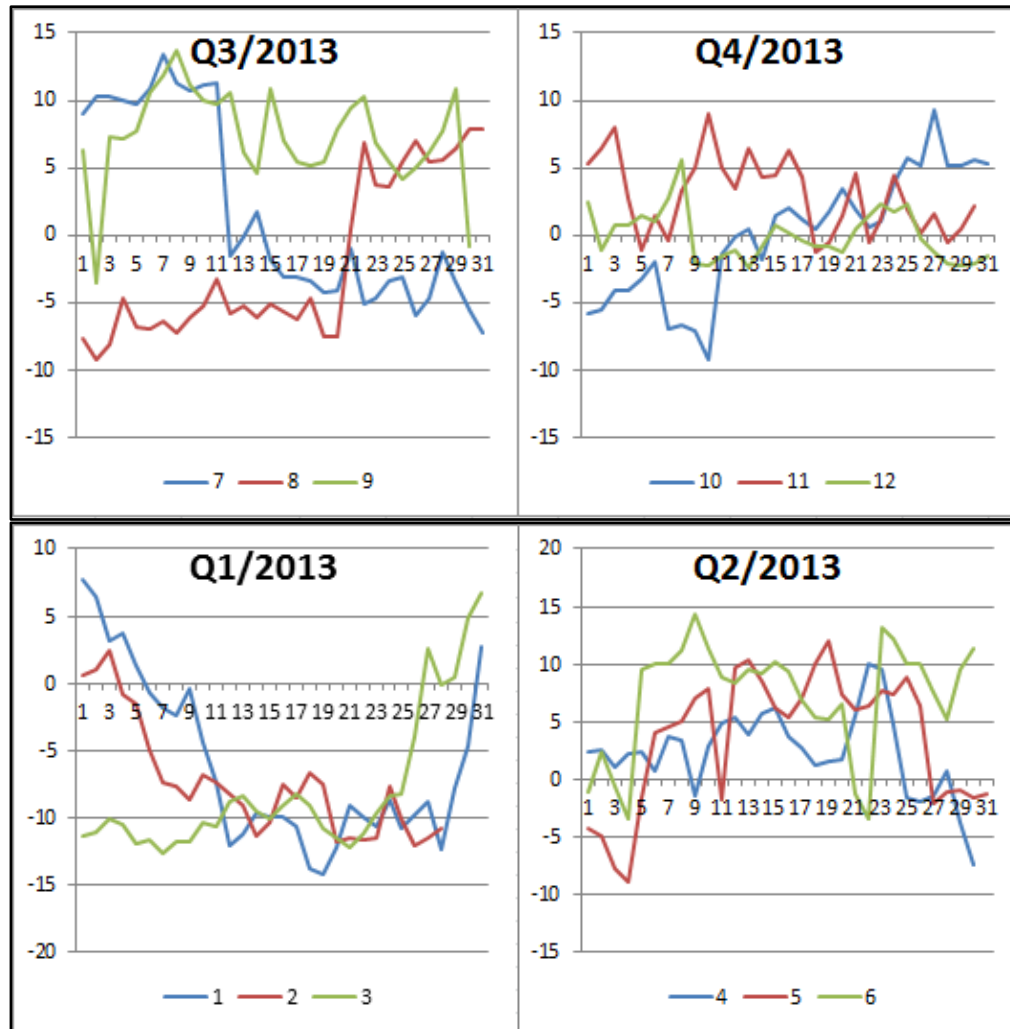


* - sinine joon tähistab aastat ja punane joon kuud

L.7. Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnisaldo 2013 kuude ja aasta lõikes



L.8. VKG Energia elektriportfelli päeva keskmine tunnialdo 2013 kvartalite lõikes



L.9. Soome hinnapiirkonna keskmised spot hinnad 2008-2014.a.

Kuu	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	46,12	41,08	65,78	68,92	38,82	41,59	40,23
2	39,74	38,33	93,70	64,58	52,81	39,43	34,16
3	31,94	34,88	55,22	60,91	36,51	45,01	31,21
4	43,56	34,46	43,71	52,93	36,48	43,91	31,53
5	38,37	33,13	39,47	54,42	33,34	37,35	
6	57,62	35,38	41,96	48,54	27,38	38,63	
7	59,07	33,81	48,76	42,20	13,67	37,03	
8	65,25	37,27	43,21	48,98	38,18	43,47	
9	73,37	35,60	51,20	38,86	41,03	47,76	
10	60,35	35,08	51,23	36,90	38,57	45,95	
11	52,45	36,69	56,63	42,03	36,95	38,04	
12	44,36	47,98	91,34	33,34	46,79	35,65	
Aasta	51,02	36,98	56,64	49,31	36,64	41,16	
Q1	39,25	38,09	70,83	64,81	42,38	42,10	35,23
Q2	46,43	34,31	41,69	51,99	32,41	39,93	
Q3	65,82	35,56	47,69	43,40	30,85	42,70	
Q4	52,39	39,95	66,51	37,37	40,81	39,90	

