

Esa Rinta-Runsala & Jukka Kiviniemi

Sähköyhtiön riskienhallinta avoimilla sähkömarkkinoilla

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

V T T T i e d o t t e i t a

Sähköyhtiön riskienhallinta avoimilla sähkömarkkinoilla

Esa Rinta-Runsala & Jukka Kiviniemi

VTT Tietotekniikka



ISBN 951-38-5623-2 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-5624-0 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1999

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Tietotekniikka, Tietojärjestelmät, Tekniikantie 4 B, PL 1201, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 6027

VTT Informationsteknik, Informationssystem, Teknikvägen 4 B, PB 1201, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 6027

VTT Information Technology, Information Systems,
Tekniikantie 4 B, P.O.Box 1201, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 6027

Toimitus Maini Manninen

Libella Painopalvelu Oy, Espoo 1999

Rinta-Runsala, Esa & Kiviniemi, Jukka. Sähköyhtiön riskienhallinta avoimilla sähkömarkkinoilla. Espoo 1999, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 2007. 66 s.

Avainsanat electricity markets, power supply market, risk management

Tiivistelmä

Avautuneet sähkömarkkinat ovat kasvattaneet sähköyhtiöiden riskienhallinnan tarvetta. Erityisesti markkinariskin huomioon ottaminen on tullut yhä tärkeämmäksi. Tässä julkaisussa esitellään sähköyhtiön kannalta oleelliset riskit sekä riskienhallinnan käsitteitä ja keinoja keskittyen markkinariskiin. Oleellisen osan markkinariskin hallintaa muodostavat sähköjohdannaisten ja -pörssien tuomat mahdollisuudet. Julkaisussa selvitetään näitä mahdollisuuksia sekä valotetaan niiden käyttöä esimerkkien avulla. Julkaisussa esitellään myös riskien mittaamistapoja sekä käydään läpi yhtiön riskienhallintaprosessin eri vaiheet.

Alkusanat

Tämä julkaisu liittyy TESLA – Informaatiotekniikka sähkönjakelussa -tutkimusohjelman projektiin Sähkökaupan tietojärjestelmien kehittäminen. Projektin tavoitteena on helpottaa vapaille sähkömarkkinoille soveltuvien tietojärjestelmien kehittämistä sähköyhtiöiden ja suurten teollisuusyritysten tarpeisiin. Projektia rahoittavat Tekes ja VTT.

Kesällä 1999 kartoitettiin haastatteluin sähkömarkkinoiden toimijoiden käsityksiä sähkömarkkinoiden riskeistä ja riskienhallinnasta. Keskusteluihin osallistuivat Koillis-Satakunnan Sähkö Oy, Oulun Energia Oy, Turku Energia Oy sekä Voimatori Oy. Raportti perustuu näihin keskusteluihin sekä alan kirjallisuuteen. Kiitämme kaikkia keskusteluihin osallistuneita. Lisäksi kiitämme kaikkia käsikirjoitusta kommentoineita, erityisesti Tuomas Iivanaista EL-EX Sähköpörssistä, Janne Lillebergiä Japro Energystä, Simo Makkosta Process Visionilta, prof. Pekka Pirilää Teknillisestä korkeakoulusta sekä Iivo Vehviläistä Fortum Power & Heatista.

Espoossa 29.11.1999

Esa Rinta-Runsala

Jukka Kiviniemi

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Alkusanat	4
Määritelmiä	7
1. Johdanto	11
2. Sähkömarkkinat.....	12
3. Riskilajit	15
3.1 Tuotantoriskit.....	16
3.2 Markkinariskit.....	16
3.2.1 Hintariski.....	16
3.2.2 Valuuttariski.....	17
3.2.3 Vastapuoliriski	17
3.2.4 Volyymiriski	18
3.2.5 Hinta-alueriski.....	19
3.3 Siirtoriski	21
3.4 Lainsäädäntöriski	21
3.5 Operationaalinen riski.....	22
4. Sähkön hinta ja sen epävarmuus	23
4.1 Sää.....	23
4.2 Tuotannon vaikutukset.....	25
4.3 Epäterveet markkinat	26
4.4 Odotukset.....	27
5. Johdannaiset ja niiden käyttö	28
5.1 Johdannaiset.....	28
5.1.1 Spot- eli käteiskauppa	29
5.1.2 Forwardit ja futuurit	29
5.1.3 Optiot	31
5.2 Suojautuminen johdannaisilla.....	34
5.3 Suojautumisen ongelmia.....	38
6. Sähkön markkinapaikat	42
6.1 ELSPOT.....	42
6.2 ELTERMIN	43
6.3 ELBAS.....	44

6.4	OTC-markkinat.....	45
7.	Riskianalyysiä	46
7.1	Riskin mittarit	46
7.1.1	Avoin fyysinen positio	46
7.1.2	Position nykyarvo	48
7.1.3	Value-at-Risk	48
7.1.4	Stressitestit	50
7.1.5	Herkkyysanalyysit.....	51
7.2	Markkinoiden mallintaminen.....	52
7.2.1	Historiaperusteiset mallit	53
7.2.2	Stokastiset simulaatiot.....	54
8.	Sähköyhtiön riskienhallinta.....	56
8.1	Lähtökohdat	56
8.2	Riskienhallintaprosessi	56
8.2.1	Yhtiön riskianalyysi	57
8.2.2	Riskipolitiikka.....	58
8.2.3	Riskipolitiikan toteutus ja seuranta.....	60
8.3	Tapaus Kraftlots Europa.....	60
8.3.1	Yhtiön elinkaari.....	60
8.3.2	Analyysi yhtiön toiminnasta	61
9.	Yhteenveto	63
	Lähdeluettelo.....	64

Määritelmiä

Aasialainen optio	Optio, jonka voi lunastaa vain lunastuspäivänä ja jonka kohde-etuus on keskiarvo jonkin ajan yli.
Arbitraasi	Riskitön voitto.
Amerikkalainen optio	Optio, jonka voi lunastaa lunastuspäivänä tai milloin tahansa ennen sitä. Vrt. eurooppalainen optio.
Avoin positio	Positio, jonka arvo voi muuttua markkinahintojen muutosten seurauksena. Avoin positio voi olla joko fyysisistä tai finanssisopimuksista johtuva.
Avoin toimittaja	Sähkön toimittaja, joka on sitoutunut toimittamaan kaiken sen sähkön, jonka asiakas tarvitsee, ja lisäksi ottamaan vastaan asiakkaan ylijäämänsähkön.
Back office	Yhtiön se osasto, joka hoitaa sopimusten laskutuksen ja kirjanpidon.
Eksoottinen johdannainen	Yeisnimitys johdannaisille, jotka poikkeavat kohde-etuutensa tai muiden parametriensa puolesta tavanomaisista eurooppalaisista ja amerikkalaisista perusjohdannaisista.
Eurooppalainen optio	Optio, jonka voi lunastaa ainoastaan lunastuspäivänä. Vrt. amerikkalainen optio.
Finanssijohdannainen	Johdannainen, jonka selvitys tapahtuu rahassa ilman fyysistä sähkön siirtoa. Mm. kaikki ELTERMIN-markkinan johdannaiset.
Forwardi	Sopimus ostaa tai myydä tietty hyödyke tulevaisuudessa. Kauppa voi olla joko fyysinen tai finanssikauppa. Sopimishetkellä sovitaan kaupan kaikki ehdot, kuten toimitusaika, - hinta ja volyymi, ja sopimus sitoo kumpaakin kaupan osapuolta. Kauppa netotetaan vasta toimitusaikana. Vrt. futuuri, optio.
Front office	Suoraan asiakkaiden ja markkinoiden kanssa tekemisissä oleva yhtiön osasto.
Futuuri	Samantapainen tulevaisuuteen kohdistuva johdannainen kuin forwardi, mutta eroaa netottamiskäytäntönsä suhteen edellä mainitusta. Futuuri netotetaan sovituin väliajoin, esim. kerran päivässä, markkinahintaan ja sen arvonmuutokset johtavat

	kassavirtoihin jo ennen toimitushetkeä. Sopimus sitoo kumppaakin kaupan osapuolta. Vrt. forwardi, optio.
Fyysinen johdannainen	Johdannainen, joka toteutuessaan johtaa sähkön siirtoon.
Hinta-aluehinta	Sähköpörssin toimijan lopullinen osto-/myyntihinta. Systemihinnan ja mahdollisen pullonkaulamaksun tai -hyvityksen summa. Ks. hinta-alueperiaate.
Hinta-alueperiaate	Sähköpörssikaupan periaate, jonka mukaan siirtokapasiteetin ylittävä siirtoalueiden välinen kysyntä ja tarjonta tasataan nostamalla hintoja alitarjonta-alueilla ja laskemalla ylitarjonta-alueilla. Vrt. vastaostoperiaate.
Instrumentti	Sähkömarkkinoiden työkalu, esimerkiksi futuuri tai optio, jolla toimija muuttaa markkinoilta saatavaa tuottoa ja sen jakaumaa paremmin itselleen sopivaksi.
Johdannainen	Sopimustyyppi, jonka arvo perustuu jonkin kohde-etuuden arvoon.
Kaksipuolinen riski	Riski, joka voi johtaa joko tappioihin tai voittoihin. Vrt. yksipuolinen riski.
Kaupankäyntivaluutta	Valuutta, jossa markkinapaikan tuotteita voi ostaa ja myydä. Vrt. perusvaluutta.
Kohde-etuus	Johdannaisen kohteena oleva etuus, esimerkiksi sähkö, sähkön hinta tai jokin muu johdannainen.
Likvidi	Markkinat ovat likvidit, jos yksittäiset suuret kaupat eivät voi heiluttaa yleistä hintatasoa. Ks. suuri toimija.
Loppukäyttäjä	Sähkönkuluttaja, joka ei myy sähköä eteenpäin vaan käyttää kaiken ostamansa sähkön itse.
Lunastushinta	Option toteutushinta.
Market maker	Yhteisö, joka on jatkuvasti sitoutunut antamaan osto- ja myyntitarjouksia tietyille instrumentille.
Markkinahinta	Kaikkien markkinaosapuolten tiedossa oleva kohde-etuuden hinta. Sähkömarkkinoilla sähkön markkinahinta saadaan kullekin tunnille NordPoolin ELSPOT-markkinan systeemihintana.
Mark-to-market	Tapa määrittää sopimuksen tai portfolion arvo sen markkinaarvon avulla esimerkiksi päivittäin. Periaatetta käytetään esimerkiksi NordPoolin futuurien netottamisessa.

Middle office	Yhtiön osasto, joka hoitaa markkinoihin liittyvän riskienhallinnan, ennusteiden teon ja muun markkina-analyysin.
Optio	Johdannainen, jossa toinen osapuoli saa mahdollisuuden halutessaan toteuttaa sovitun kaupan sovituin ehdoin ja toinen osapuoli on velvollinen kaupan tekemään. Korvaukseksi luovuttamastaan oikeudesta velvoitettu osapuoli saa korvauksen, ns. preemion. Vrt. forwardi, futuuri.
OTC	Over-the-counter -markkinat. Käsite pitää sisällään sekä yksittäisten välittäjäyritysten ylläpitämät kahdenvälisen kaupan markkinapaikat, että suorat kahdenväliset sopimukset.
Perusvaluutta	Valuutta, jossa markkinapaikan tuotteet noteerataan. Tuotteiden perusvaluuttahinnat muutetaan kaupankäyntivaluuttoihin kulloisillakin valuuttakursseilla. Vrt. kaupankäyntivaluutta.
Pieni toimija	Markkinoiden toimija, jonka transaktiot eivät vaikuta hintatasoon. Useimmat rahoitusteoriat olettavat kaikki markkinoiden toimijat pieniksi.
Portfolio	Tehtyjen sopimusten kokoelma.
Positio	Markkinoiden toimijan sopimukset ja muut sitoumukset.
Position sulkeminen	Positioon kuuluvista oikeuksista ja velvollisuuksista luopuminen ostamalla tai myymällä position instrumenteille vastakkaiset instrumentit.
Riskienhallintajärjestelmä	Järjestelmä, johon on kirjattu yhtiön sekä fyysinen että finanssiportfolio, niin että sen perusteella pystytään seuraamaan ja hallitsemaan portfolioon liittyviä riskejä.
Riskikäsikirja	Yhtiön riskipolitiikka ja riskienhallinnan toimintatavat kootuna kirjalliseen muotoon.
Selvitystalo	Markkinaosapuolten väliin asettava yhtiö, jonka kanssa sekä ostaja että myyjä asioivat. Selvitystalo toimii kummankin osapuolen vastapuolena. Vastineeksi ottamastaan riskistä selvitystalo vaatii osapuolilta kauppaan verrannolliset vakuudet.
Spot	Käteiskauppa. Sähkön markkinahinta.
Stressitesti	Katastrofiskenaarioon perustuva riskinmittaamistapa.
Suuri toimija	Markkinoiden toimija, jolla on resursseja tehdä niin suuria kauppoja, että niillä on vaikutus markkinoiden hintatasoon. Vrt. pieni toimija.

Systemihinta	NordPoolissa osto- ja myyntitarjousten perusteella laskettu kaupankäyntihinta, joka on sama kaikille markkinaosapuolille, niin myyjille kuin ostajille. Vrt. hinta-aluehinta.
Säätösähkö	Sähkön säätökapasiteetti, jota tasesähköyksikkö ostaa voidakseen myydä sitä edelleen tasesähköinä sähkömarkkinoiden osapuolille.
Taseselvitys	Tasevastaavan selvitys toteutuneesta sähkön hankinnasta ja käytöstä.
Tasesähkö	Sähkö, jolla valtakunnalliseen tasevastuuseen kuuluvia tehtäviä hoitava yksikkö (tasesähköyksikkö) tasapainottaa sähkömarkkinoiden osapuolien sähkönhankinnan ja -toimituksen yhtäsuuriksi.
Tasesähköyksikkö	Yhtiö, jolla on vastuu sähkötaseesta valtakunnallisella tasolla. Tasesähköyksikkönä toimii Fingrid.
Tasevastaava	Sähkömarkkinoiden osapuoli, joka tasapainottaa sähkön tuotantonsa ja hankintansa sekä sähkön käyttönsä ja toimitustensa erotuksen tasesähköyksikön toimittamalla tasesähköllä.
Termiini	Sähkömarkkinoiden yleisnimitys futuureille ja forwardeille.
Toimitushinta	Futuureissa ja forwardeissa sovittu kaupan toteutushinta.
Tyypikäyräasiakas	Pieni sähkönkäyttäjä, jonka sähkön kulutusta ei mitata tuntimittarilla, vaan jonka tunneittainen kulutus arvioidaan ns. tyypikäyrän mukaan.
Value-at-Risk	Lyh. VaR; markkinariskin mittari, joka kertoo sopimuksen tai salkun suurimman mahdollisen arvonalenemisen tietyn ajan kuluessa tietyllä luottamustasolla. Esimerkiksi position suurin arvonaleneminen vuorokauden sisällä 99 %:n luottamustasolla.
Vastaostoperiaate	Sähköpörssikaupan periaate, jossa sähkökauppojen ylittäessä verkon siirtokapasiteetin kantaverkkoyhtiö huolehtii vastaostoin kapasiteetin riittävydestä. Vrt. hinta-alueperiaate.
Yksipuolinen riski	Riski, joka voi aiheuttaa vain tappioita. Vrt. kaksipuolinen riski.

1. Johdanto

Viime vuosien raju muutos Suomen sähkömarkkinoilla on johtanut toimijat riskienhallinnan kannalta uuteen tilanteeseen. Paikalliset sähkömonopolit ovat vaihtuneet dynaamiseen kilpailutilanteeseen, ja nykyisillä sähkömarkkinoilla osapuolet joutuvat päivittäin vastakkain riskienhallinnallisten ongelmien kanssa. Markkinatilanteen muutos on johtanut myös toimintaprosessien muutokseen, joka on tuonut toimijoille lisää huomioon otettavaa riskienhallinnan alueella. Markkinoiden riskienhallintainstrumentit ovat kehittyneet samassa tahdissa ja nostaneet toimijoilta vaadittavaa tietotasoa.

Riskienhallinnan kasvaneet vaatimukset ja työkalujen määrä ovat tuoneet riskienhallintajärjestelmät tärkeäksi osaksi sähkömarkkinoiden tietojärjestelmiä. Tyypillisiä riskienhallintajärjestelmältä vaadittuja ominaisuuksia ovat hankinnan ja myynnin tasapainottaminen ja ennustaminen, yhtiön salkun arvon seuraaminen ja sopimusten hinnoittelu sekä erilaisten satunnaisuuksien seurausten arvioiminen. Markkinoilla on monia tähän tarkoitukseen kehitettyjä ohjelmistoja.

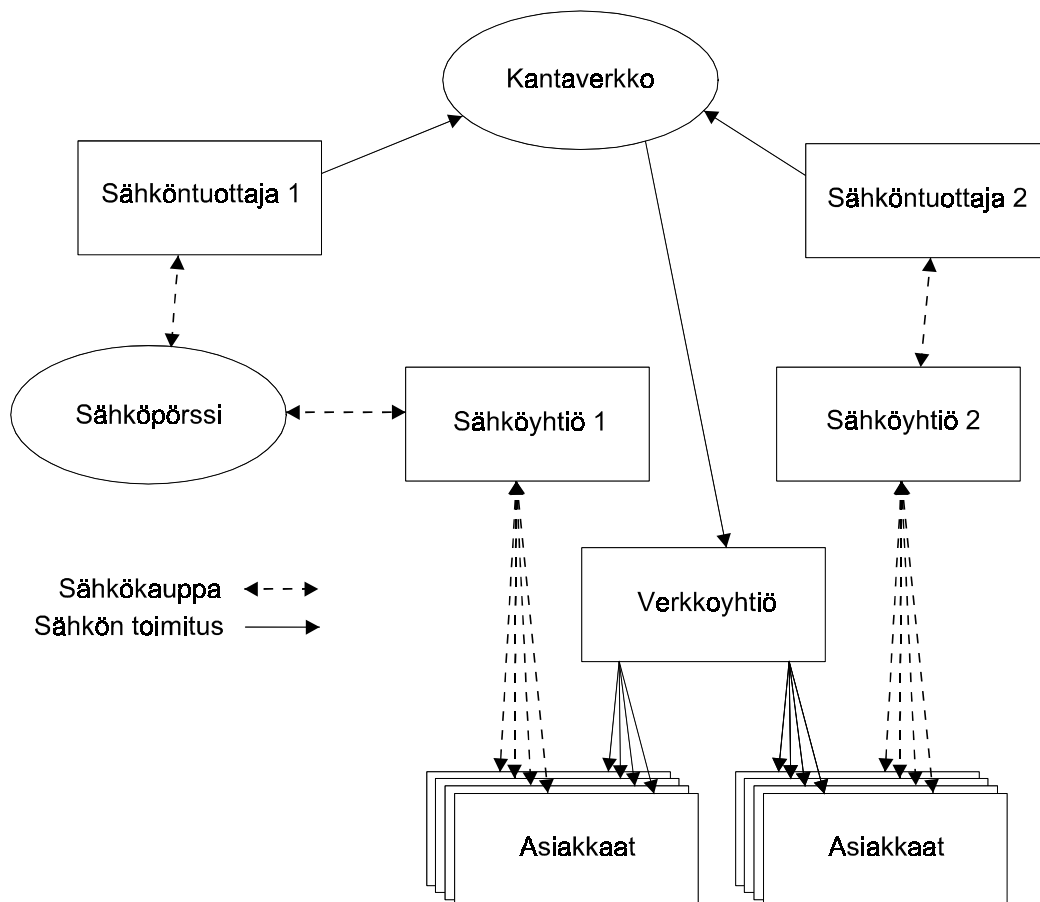
Riskienhallintajärjestelmien käyttö ja kehittäminen vaativat markkinoiden riskien ja riskienhallinnan toimintaprosessien tuntemusta. Tällaista osaamista ja asiantuntemusta löytyy sekä kentältä että alan kirjallisuudesta. Tämä julkaisu pyrkii kokoamaan tuota osaamista hyödylliseen muotoon ja osaltaan vastaamaan kysymyksiin esittämällä yleiskatsauksen sähkömarkkinoiden nykyiseen tilanteeseen, kartoittamalla hallintakeinoja, selventämällä riskikäsitteitä, sekä kiinnittämällä huomiota joihinkin markkinoiden riskienhallinnallisiin ongelmiin.

Luvussa kaksi kuvataan avoimien sähkömarkkinoiden toimintaa. Luvussa kolme esitellään sähkömarkkinoiden toimijoiden riskejä ja niiden hallintamenetelmiä. Luku neljä kuvaa hieman tarkemmin sähkön markkinahinnan muodostumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Viidennessä luvussa kuvataan perusjohdannaistyyppit markkinariskin suojautumisen välineinä sekä esitetään muutama esimerkki niiden käytöstä. Sähkömarkkinoiden tärkeimpiä markkinapaikkoja ja niiden tuotevalikoimaa käsitellään luvussa kuusi. Luvussa seitsemän esitellään muutamia riskien mittaamiseen käytettyjä menetelmiä ja niiden piirteitä. Kahdeksannessa luvussa kerrotaan riskienhallinnasta sähköyhtiön kannalta sekä käydään läpi eräs toteutunut riskienhallintatapaus.

2. Sähkömarkkinat

Kilpailu sähkön pienkuluttajista vapautui Suomessa vuoden 1998 syksyllä, jolloin koko vähittäiskauppa pääsi avoimien markkinoiden piiriin. Avoimilla markkinoilla sähkön tarvisijat voivat kilpailuttaa sähköostonsa riippumatta siitä, missä ja miten he ovat sähköverkkoon liittyneet. Verkkoyhtiöiden on tarjottava hallitsemansa verkkoalueen kaikille tarvisijoille kohtuuhintainen verkkoon liittyminen, sähkön siirto, mittaus ja taseselvitysten hoitaminen. Mikäli sähkönkäyttäjä ei kilpailuta sähköostojaan, on hän ns. toimitusvelvollisuusasiakas. Markkina-alueen määräävässä asemassa olevan sähkönmyyjän on toimitettava toimitusvelvollisuusasiakkaalle tämän tarvitsema sähkö kohtuulliseen hintaan [Valtioneuvosto 1999].

Avoimilla markkinoilla sähkön tuottaja sitoutuu sopimuksissaan toimittamaan sähköverkkoon sovitun määrän sähköä ja sähkön ostaja sitoutuu kuluttamaan verkosta saman määrän sähköä (kuva 1). Sähkön myyntisopimuksia solmitaan sekä kahdenvälisesti, sähköpörssiin että välittäjien avulla.



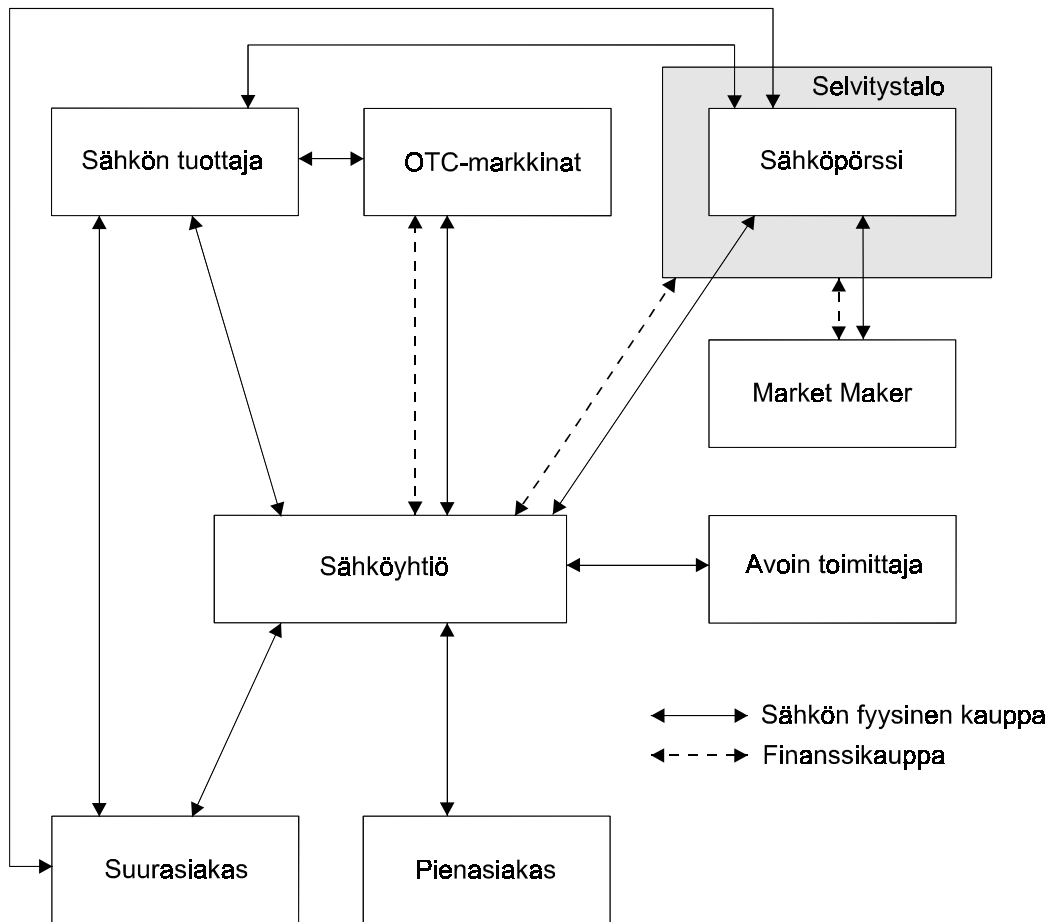
Kuva 1. Sähkökauppa ja sitä seuraava sähkön toimitus sähköpörssiin kautta tehtävän ja kahdenvälisen kaupan tapauksissa.

Sähkön toimitukseen liittyy aina tasevastuu, eli jokainen sähkökaupan osapuoli vastaa siitä, että sähkön hankinta ja myynti ovat tasapainossa. Sähkökaupan osapuoli voi olla joko itse tasevastuussa järjestelmävastaavalle (Fingrid System Oy), tai solmia sopimuksen avoimen toimittajan kanssa liittyen tämän taseeseen ja siirtäen näin tasevastuun avoimelle toimittajalle [Tamminen & Wahlström 1995]. Jokaisella avoimella toimittajalla on puolestaan joko oma avoin toimittaja ja tai sitten toimija on suoraan tasevastuussa järjestelmävastaavalle. Näin tasevastuuketju päättyy lopulta järjestelmävastaavaan, joka on valtakunnallinen tasevastaava ja toimii yhdessä ulkomaiden tasevastaavien kanssa. Tasevastuu ketju ei saa muodostaa silmukoita.

Sähkön toimitukseen johtavan eli fyysisen sähkökaupan lisäksi sähkömarkkinoilla voidaan nykyisin käydä myös finanssikauppaa. Finanssikaupat eivät johda sähkön toimitukseen, vaan niillä suojaudutaan markkinahinnan heilahtelulta ja itse sähkö on hankittava erikseen muualta, esimerkiksi spot-markkinoilta.

Fyysiseen ja finanssikauppaan liittyviä sähkökaupan toimijoita on esitetty sähköyhtiön kannalta kuvassa 2. Sähköpörssit ja OTC-markkinat ovat tuoneet avoimille sähkömarkkinoille uusia toimintatapoja tukkumyyntiin. Toisaalta kilpaillun vähittäismyynnin hallinta ja taseseuranta asettavat vaatimuksia sekä toimintaprosesseille että tietojärjestelmille. Sähköyhtiöiden toimintaprosessien ja tietojärjestelmien nykytilaa esitellään tarkemmin Peurasen ja Kiviniemen julkaisussa [1999].

Markkinariskien hallinnan kannalta olennaisimpia toimijoita ovat selvitystalo ja market maker. Selvitystalon tehtävä on eliminoida vakuuksien avulla vastapuoliriski sähköpörssissä tehtävissä kaupoissa ja market maker puolestaan parantaa pörssin likviditeettiä tekemällä pörssissä joka hetki sekä osto- että myyntitarjouksia. Sähköpörssin lisäksi sähkökauppaa voidaan käydä OTC-markkinoilla, mutta tällöin vastapuoliriski on olemassa. Mikäli sopimus vastaa kaikilta osin jotakin sähköpörssissä jo noteerattua tuotetta, voivat osapuolet erikseen sopia ulkopuolisen selvitystalon käyttämisestä ja vastapuoliriskin eliminoimisesta.



Kuva 2. Avomien sähkömarkkinoiden toimijoita sähkösyhtiön kannalta.

3. Riskilajit

Sähkömarkkinoiden osapuolten riskit ja niiden merkitys muuttuvat nopealla tahdilla markkinoiden mukana. Markkinaosapuolesta riippuen kiinnitetään huomiota eri tavoin tuotanto-, siirto-, markkina- tai muihin riskeihin. Riskit voidaan jakaa yksi- ja kaksipuolisiin riskeihin [Kasanen et al. 1997]. Yksipuoliset riskit ovat riskejä, joista voi aiheutua vain tappioita. Tyypillisiä tällaisia riskejä ovat onnettomuudet ja varkaudet ja niitä suojaudutaan helpoimmin vakuuttamalla. Kaksipuoliset riskit ovat riskejä, jotka voivat tuoda joko voittoja tai tappioita. Tällaisia riskejä ovat kaupankäyntiin ja sähköpörssiin liittyvät riskit. Kaksipuolisen riskin vähentämiseen voidaan käyttää sähköpörssien johdannaisinstrumentteja. Näiden avulla kaksipuolista riskiä pystytään muokkaamaan yhtiölle paremmin soveltuvaan muotoon. On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, että usein riski vain muuttaa muotoaan. Esimerkiksi sähkön hankintakustannuksen kiinnittäminen termiinillä muuttaa lyhytaikaisen hintariskin pitkäaikaiseksi hintariskiksi, mikä voi olla aivan yhtä vaarallista, kuten Kraftlotsin esimerkistä nähdään kohdassa 8.3.

Taulukossa 1 on esitelty muutamia avoimien sähkömarkkinoiden kannalta olennaisia riskejä, niiden tekijöitä ja hallintamenetelmiä. Riskeistä kerrotaan enemmän seuraavissa kohdissa.

Taulukko 1. Haastattelujen perusteella kartoitettuja sähköyhtiöiden riskejä, niiden tekijöitä ja hallintamenetelmiä.

Riski	Tekijä	Hallintamenetelmiä
Laitteistoriski	Tuotantolaitteiston rikkoutuminen	Vakuuttaminen
Polttoaineriski	Polttoaineen saatavuuden ja hinnan epävarmuus	Varmuusvarastot, varapoltojärjestelmät, hyödykkeiden johdannaiset
Hintariski	Markkinahintojen heilahtelu	Suojaaminen johdannaisilla
Valuuttariski	Valuuttakurssien heilahtelu	Suojaaminen johdannaisilla
Vastapuoliriski	Vastapuolien maksuvaikeudet	Selvitystalojen käyttäminen, luotettavat sopimuskumppanit, vastapuolilistat
Volyymiriski	Epävarma kulutus ja hankinta	Hankinta- ja myyntisopimusten aikojen tasapainottaminen, johdannaiset
Hinta-alueriski	Pörssialueiden siirron pulonkaulat	Suojaaminen OTC-johdannaisilla
Operationaalinen riski	Puutteellinen sisäinen valvonta ja epätasällinen riskin tiedostaminen	Kaupan toimintojen eriyttäminen; valvonnan, raportoinnin ja käytettyjen riskimittarien parantaminen
Siirtoriski	Siirtoverkon toimintaepävarmuudet	Varajärjestelmät, päivystys
Lainsäädäntöriski	Lainsäädännön tuomat markkinatilanteen muutokset	Toimintaympäristön tuntemus, skenaariotestit
Malliriski	Markkinoiden mallien epätasällisyydet	Mallien rajoitusten tiedostaminen ja huomioonottaminen

3.1 Tuotantoriskit

Tuotantoriskejä ovat sähkön tuotantoon liittyvät riskit, kuten riskit tuotantolaitteiston rikkoutumisesta tai polttoaineiden saatavuudesta. Tuotantoriskin realisoitumisen tuloksena on tuotannon väheneminen ja sitä kautta ongelmat sähkön riittävässä saannissa. Lisäksi aiheutuu kustannuksia tuotannon palauttamisesta entiselle tasolle.

Laitteistoriski voi realisoitua joko laitteiden tai koneiden rikkoutumisen tai onnettomuuksien, kuten tulipalojen kautta. Tavanomainen tapa suojautua laitteistoriskiltä on vakuuttaminen.

Polttoaineriski taas realisoituu polttoaineen, kuten turpeen tai hakkeen, saatavuuden muuttuessa odottamatta. Saatavuuteen voivat vaikuttaa esimerkiksi polttoaineen jakeluketjun ongelmat, kuten lakot tai kuljetuskalustolle liian kovat pakkaset tai polttoaineen määrän ja laadun huononeminen, esimerkiksi turpeen tapauksessa runsassateisen kesän takia. Vaihtoehtoisesti polttoaine voi myös muuttua houkuttelevammaksi ja taloudellisesti kannattavammaksi, esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden maailmanmarkkinahintojen laskun myötä.

3.2 Markkinariskit

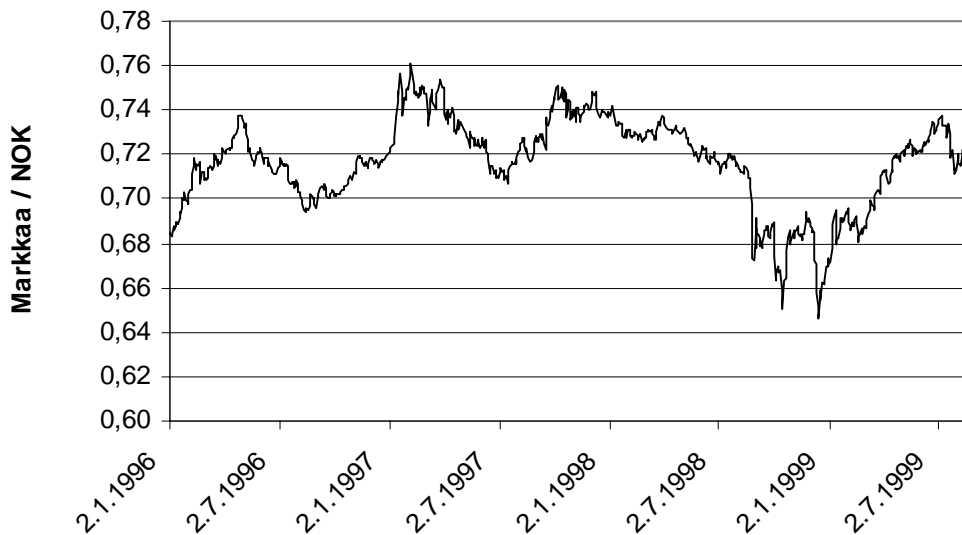
Markkinariskit aiheutuvat vapailla sähkömarkkinoilla käytävän osto- ja myyntitoiminnan epävarmuuksista. Osa riskeistä liittyy tuotteiden kysyntä- ja tarjontaepävarmuuksiin, kuten hinta- ja volyyimiriski, osa itse kaupankäynnin puitteisiin ja toimintatapoihin, kuten valuutta- ja vastapuoliriski.

3.2.1 Hintariski

Suurin yksittäinen tekijä markkinariskin muodostumiseen on sähkön markkinahinnan epävarmuus. Markkinahinnan heilahtelut johtuvat monista eri seikoista, kuten säästä, voimaloiden seisokeista tai markkinoiden odotuksista ja ennusteista. Mikäli sähkön myyntiä tai hankintaa ei ole suojattu oikein, voivat hintamuutokset aiheuttaa huomattavia tappioita. Hintariski on kuitenkin kaksipuolinen, eli se voi hyvässä tapauksessa tuoda yritykseen voittoja. Hintaa, sen muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden epävarmuuksia, käsitellään enemmän luvussa 4.

3.2.2 Valuuttariski

Valuuttariski on seuraus valuuttakurssien heilahtelusta kansainvälisillä markkinoilla, ja se on otettava huomioon sekä OTC-markkinoilla että sähköpörssissä. Sähköpörssi NordPoolissa perusvaluuttana on Norjan kruunu (NOK) ja tämä aiheuttaa suomalaiselle toimijalle valuuttariskin kaikkiin siellä tehtyihin transaktioihin (kuva 3). Sähkön spot-kaupassa toimituksen ja laskutuksen välinen aika on niin lyhyt, että valuuttariski pysyy pienenä. Lisäksi NordPoolin spot-kaupassa NordPool voi asiakkaan toivomuksesta eliminoida valuuttariskin valuuttatermiinejä käyttämällä [NordPool 1998]. Johdannaiskaupassa osapuolien on kuitenkin otettava valuuttariski itse huomioon esimerkiksi käyttämällä valuuttajohdannaisia.



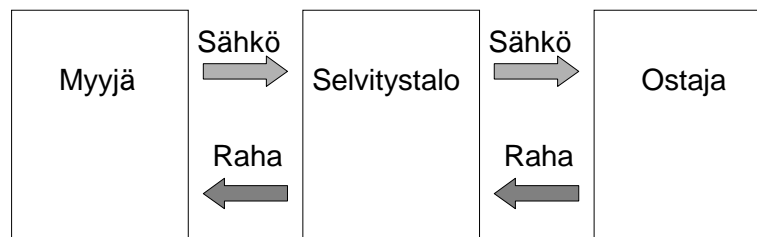
Kuva 3. Norjan kruunun markkakurssi vuodesta 1996 lähtien (Lähde: Suomen pankki).

Euroopan uusi yhteisvaluutta euro ei lähitulevaisuudessa helpota valuuttariskin hallintaa, sillä Norja ei kuulu Euroopan Unioniin eikä euroa perusvaluuttana käytävä sähköpörssi ole vielä suomalaisten toimijoiden saavutettavissa. Tulevaisuudessa uusia mahdollisuuksia voi tuoda esimerkiksi NordPoolin ja Amsterdam Power Exchangen (APX) yhteistyö, josta esimerkkinä on perusteilla oleva European Electricity Futures Exchange, APX:n spot-hintoihin pohjautuva sähköfutuuriörssi [NordPool & APX 1999].

3.2.3 Vastapuoliriski

Muiden toimijoiden kanssa tehtävään kaupankäyntiin liittyy aina vastapuoliriski eli riski siitä, ettei vastapuoli pysty täyttämään sopimuksen velvoitteita. Sähkön tukkukaupassa

vastapuoliriskin pienentämiseen on useita keinoja. Varmin toimintatapa on käyttää kaupoissa selvitystaloa, joka asettuu myyjän ja ostajan väliin, ja toimii vastapuolena kummallekin toimijalle (kuva 4). Ottamansa riskin katteeksi selvitystalo vaatii osapuolilta vakuudet, joiden on tarkoitus peittää pahin mahdollinen tilanne osapuolikohtaisesti, jotta markkinoilla ei pääse syntymään ns. "dominoilmiötä", jossa yhden yhtiön maksuvaikeudet heijastuvat muiden yhtiöiden toimintaan.



Kuva 4. Selvitystalon toiminta markkinaosapuolten välissä.

NordPoolissa tehtävissä kaupoissa NordPool ASA toimii selvitystalona. Myös pörssin ulkopuolella tehtävissä OTC-kaupoissa voidaan NordPoolia käyttää selvitystalona, mutta tällöin selvitettävän OTC-sopimuksen on oltava täsmälleen samanlainen kuin jokin jo NordPoolissa noteerattu tuote. Muissa kahdenkeskisissä kaupoissa kannattaa toimia vain luotettujen vastapuolten kanssa tai vaihtoehtoisesti vaatia vakuuksia. Vastapuolten luottoriskejä arvioidaan riskiluokituksilla, joista Standard & Poorsin luokitus on yksi tunnetuimmista. Omat vastapuolilistat ovat keino hallita vastapuoliriskiin liittyvää luottoriskiä. Kokonaisuutena vastapuoliriskiä voidaan pienentää hajauttamalla sopimus pienempiin osiin useammalle sopimuspuolelle. Tällöin yksittäisen vastapuolen maksuvalmiushäiriöstä johtuva tappio jää pieneksi.

Vastapuoliriski liittyy myös loppukäyttäjille myytävään sähköön. Lainsäädännöllisistä syistä toimituksia ei aina pystytä heti katkaisemaan, mikäli asiakas ei maksa laskujaan [Valtioneuvosto 1999]. Kilpailussa asiakassuhteessa asiakkaalta ei pystytä pyytämään vakuuksia, joten ongelmaan ei ole helppoa ratkaisua.

3.2.4 Volyyimiriski

Avoimilla sähkömarkkinoilla asiakassuhteen säilyminen ei enää ole itsestäänselvyys. Huolimatta yhtiöiden yrityksistä lanseerata tuuli-, hyöty-, ym. erityissähkötyyppejä ei sähköä tuotteena pystytä kovin helposti diversifioimaan ja hinta on vielä ainoa olennainen kilpailutekijä. Kilpailuttamalla sähkölaskusta voi säästää useita kymmeniä prosentteja [Silvennoinen 1999], ja suuret sähkökuluttajat ovat ottaneet uudesta markkinatilanteesta hyödyn irti ja vaihtaneet toimittajaa halvempien hintojen perässä. Samanlaista ryntäystä ei ole ollut havaittavissa pieniasiakkaiden keskuudessa, vaikka viimeisetkin heistä, ns. tyyppi-

käyräasiakkaat ovat olleet kilpailun piirissä viimeistään 1.11.1998 lähtien [Valtioneuvosto 1998]. Vaihtamishalukkuuden on havaittu laskevan asiakkaan kulutusmäärän myötä ja kokonaisuudessaan vaihtajia on ollut vain n. 1 % kaikista sähkökäyttäjistä [KTM & Sener 1999]. Kilpailuttaminen on kuitenkin laskenut sähkön myyntihintaa huomattavasti [KTM 1999].

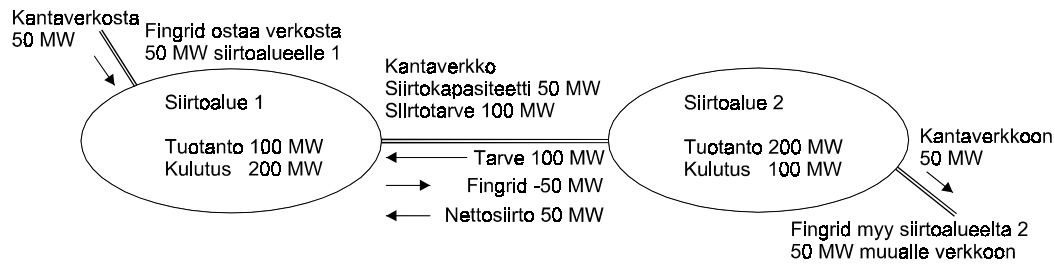
Teoriassa loppukäyttäjillä on lyhimmillään kahden viikon irtisanomisaika [Valtioneuvosto 1999], ja sähkön loppukäyttäjien hintojen nousu voi johtaa suuriin asiakaskunnan muutoksiin myös pienkäyttäjäpuolella. Mikäli tilanteeseen ei ole varauduttu, voivat esimerkiksi ylimitoitettut hankinnanvarmistussopimukset muuttua suojauksesta spekulatioksi ja tuottaa huomattavia tappioita (ks. kohta 5.3).

Ylimitoitettujen ja ylihintaisten hankintasopimusten vaikutuksista on kokemusta mm. Ruotsista keväältä 1997, jolloin sähköyhtiö Kraftlots ajautui niiden seurauksena konkurssiin. Kraftlotsin konkurssista kerrotaan tarkemmin kohdassa 8.3.

3.2.5 Hinta-alueriski

Hinta-alueriski on seurausta eri siirtoalueiden välisistä riittämättömistä siirtokapasiteeteista ja se liittyy kaupankäyntiin NordPool-sähköpörssissä. Siirrettäessä sähköä kaupan seurauksena verkkoalueelta toiselle tulee silloin tällöin eteen tilanne, jossa sähköä haluttaisiin siirtää enemmän kuin käytössä oleva siirtokapasiteetti sallii. Tällaisen tilanteen ratkaisemiseksi on käytössä kaksi tapaa: vastaostoperiaate ja hinta-alueperiaate.

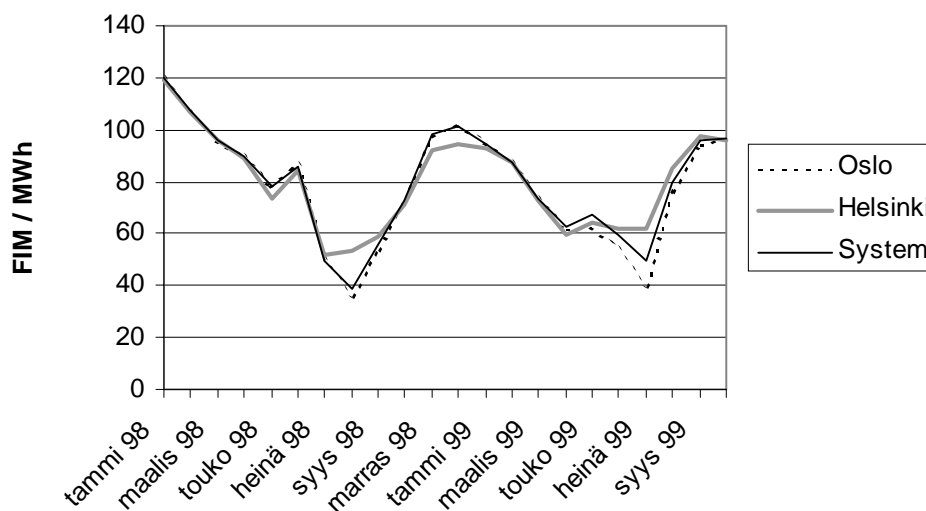
Suomen ja Ruotsin kantaverkkoalueilla käytössä olevan vastaostoperiaatteen mukaan kantaverkkoyhtiö on vastuussa verkon kapasiteetin riittävydestä. Siirtotarpeen ylittäessä verkon kapasiteetin ostaa kantaverkkoyhtiö sähköä ylituotantoalueella ja myy alituotantoalueella. Näin nettosiirto pysyy siirtokapasiteetin rajoissa (kuva 5). Mikäli vastaostoihin käytetyt varat tietyssä kantaverkon osassa ovat pitkällä tähtäimellä suuremmat kuin verkon kapasiteetin noston investointikustannukset, ryhtyy kantaverkkoyhtiö toimiin verkon kapasiteetin nostamiseksi. Kapasiteetin riittämättömyydestä aiheutuneet kustannukset jaetaan kaikkien verkon käyttäjien kesken kantaverkon maksuihin.



Kuva 5. Vastaostoperiaatteen toiminta.

Suomen ja Ruotsin kantaverkkoyhtiöiden vastaostoperiaatteen vuoksi maiden sisällä ei esiinny siirtorajoitteita ja kumpaakin maata pidetään NordPoolissa omana hinta-alueenaan [NordPool 1998]. Norjassa käytössä olevan hinta-alueperiaatteen takia Norja jakautuu useaan hinta-alueeseen. Hinta-alueperiaatteessa verkon siirtokapasiteetin ylittyessä kysynnän ja tarjonnan tasapainopistettä muutetaan laskemalla hintaa ylituotantoalueilla ja nostamalla sitä alituotantoalueilla, kunnes sähkön siirtokapasiteetti riittää tyydyttämään siirron tarpeen.

Aluehintaeroja aiheuttavat siirtokapasiteetin ylitykset johtuvat lähinnä maiden tuotantokenteiden erilaisuudesta. Norjassa ja Ruotsissa sähköntuotanto perustuu Suomea huomattavasti enemmän kausivaihtelevaan vesivoimaan. Suomen osuus yhteispohjoismaisen sähköpörssin vaihdosta on ollut vielä pientä ja systeemihinta on seurannut tiiviimmin Ruotsin ja Norjan kuin Suomen aluehintoja (kuva 6). Suomalaisten yhtiöiden lisääntyvällä toiminnalla sähköpörssissä voidaan olettaa olevan kahdenlaisia vaikutuksia. Ensinnäkin tasaisen sähköntuotannon osuuden kasvu vähentänee sähkön hinnan kausivaihtelua vuositasolla. Toiseksi, mikäli suomalaiset toimijat pyrkivät hyötymään Norjan halvasta vesivoimasta, nostaa lisääntyvä rajasiirtokapasiteetin tarve aluehintaeroja. Tähän mennessä suomalaisen sähköyhtiön hinta-alueeriski on ollut suuri erityisesti lyhytaikaisia, alle vuoden pituisia johdannaisia käytettäessä. Vuositasolla aluehintojen erot ovat tasoittaneet toistensa vaikutuksia ja pidempiaikaisilla johdannaisilla hinta-aluehintariski on ollut vähäisempi.



Kuva 6. NordPoolin ELSPOT-markkinan systeemihinta sekä Suomen ja Oslon alueiden hinta-aluehinnat vuodesta 1998 [NordPool 1999a].

Fossiilisiin polttoaineisiin nojaavan Länsi-Tanskan NordPooliin liittymisen vaikutuksista ei vielä voida sanoa mitään varmaa. Tulevaisuudessa hinta-alueeriski tulee kuitenkin pienemään siirtokapasiteettien kasvaessa ja koko Tanskan päästessä yhteispohjoismaisille markkinoille.

3.3 Siirtoriski

Siirtoriskiin kuuluvat siirtoverkon epävarmuudet. Katkoksen aiheuttajista merkittävimpiä ovat luonnonilmiöt, kuten ukkonen, tai yksinkertaisesti laitteiston rikkoutuminen. Siirtoriskin luonne on yksipuolinen, joten helpoin keino sen hallintaan on riskin vakuuttaminen. Toisaalta vakuuttaminen ei auta pitkälle, jos siirron katkoksia ilmenee liian usein ja suurasiakkaat, kuten yritykset, karttavat tämän vuoksi siirtoaluetta toimipaikkojensa sijaintia miettiessään. Vakuuttamisen lisäksi riskejä hallittaessa ovat avainasemassa siirtoverkon kunto ja katkoksen sattua nopea vian korjaaminen.

3.4 Lainsäädäntöriski

Lainsäädäntöriski aiheutuu valtion toimenpiteistä, joiden kautta markkinatilanne muuttuu odottamatta. Tällaisilla toimenpiteillä on yhtiön toimenkuvasta riippuen joko kilpailutilannetta parantava tai heikentävä vaikutus. Tyypillinen lainsäädäntöriski on epävarmuus polttoaineiden verotuskäytännön kehittymisestä. Suuntaviivat verotuksen kehittymiselle ovat

olemassa, mutta esimerkiksi kansainväliset ympäristösopimukset voivat vaikuttaa polttoaineverotukseen odotettua enemmän.

Esimerkki sähköyhtiön kannalta realisoituneesta lainsäädäntöriskistä on sähkön vähittäismyyntimarkkinoiden vapautuminen tukkumyynnin ollessa edelleen suurelta osin sidottu pitkäaikaisiin hankintasopimuksiin [KTM 1999]. Uusi markkinatilanne alhaisine markkinahintoineen tuo kilpailuetua lyhyihin hankintasopimuksiin sitoutuneille ja vaikeuttaa pitkäaikaisiin sopimuksiin sitoutuneiden toimintaa. Epätasainen tilanne raukeaa joko pitkäaikaisen sopimusten loppuessa tai markkinahintojen noustessa pitkien hankintasopimusten hintojen tasolle.

3.5 Operationaalinen riski

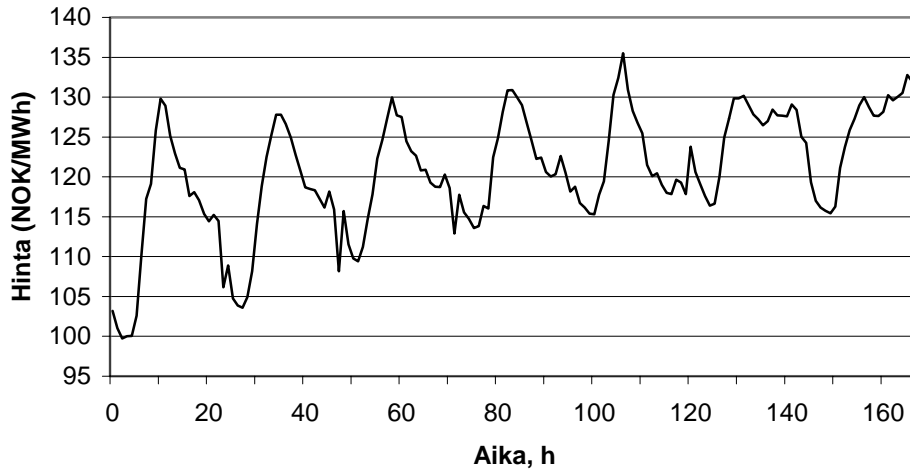
Operationaalinen riski on seurausta yhtiön sähkökaupan puutteellisesta sisäisestä valvonnasta, toimintatavoista tai järjestelmistä. Tällöin esimerkiksi yksittäiset meklarit voivat altistaa yhtiön huomattavan suurille riskeille ilman, että yhtiön johto on siitä tietoinen. Operationaalisen riskin tunnetuin realisaatio lienee Baringsin konkurssi.

Näitä riskitekijöitä voidaan korjata määrittelemällä yhtiölle selkeä riskipolitiikka ja tarkat toimintarajat kaikille sähkökaupan kanssa työskenteleville. Lisäksi sopimusten hallintaan ja valvontaan on kiinnitettävä huomiota. Toimenpiteistä yhtiön riskipolitiikan luominen ja kirjaaminen on toteutettavissa melko vähin investoinnein ja se onkin suositeltavaa tehdä heti sähkökauppaan mukaan lähdettäessä, mikäli sellaista ei ole tehty jo aikaisemmin.

Operationaaliseen riskiin voidaan lukea myös yhtiön hallintoon liittyvät ongelmat. Hyvästämään riskienhallintajärjestelmästä ei ole hyötyä, jos johto on kykenemätön tekemään päätöksiä tai reagoimaan tarpeeksi nopeasti muuttuvaan markkinatilanteeseen. Toisaalta esimerkiksi kunnallisten sähköyhtiöiden hallinto voi olla niin jäykkä, että dynaaminen toiminta hankaloituu byrokratian takia.

4. Sähkön hinta ja sen epävarmuus

Sähkön hinta sähköpörssissä on epätavallisen herkkä monille eri tekijöille. Huonon varastoitavuuden vuoksi sähkön hinta heilahtelee päivänkin mittaan monia kymmeniä prosentteja, kuten kuva 7 kertoo. Seuraavassa esitetään tärkeimpiä hinnan epävarmuuteen vaikuttavia tekijöitä.

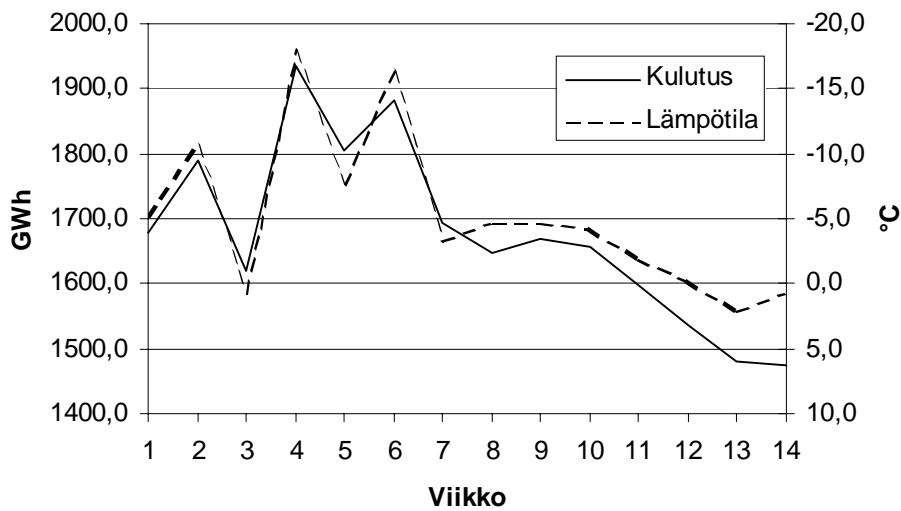


Kuva 7. NordPoolin ELSPOT-markkinan systeemihinta vuonna 1999 viikolla 33 [NordPool 1999a].

4.1 Sää

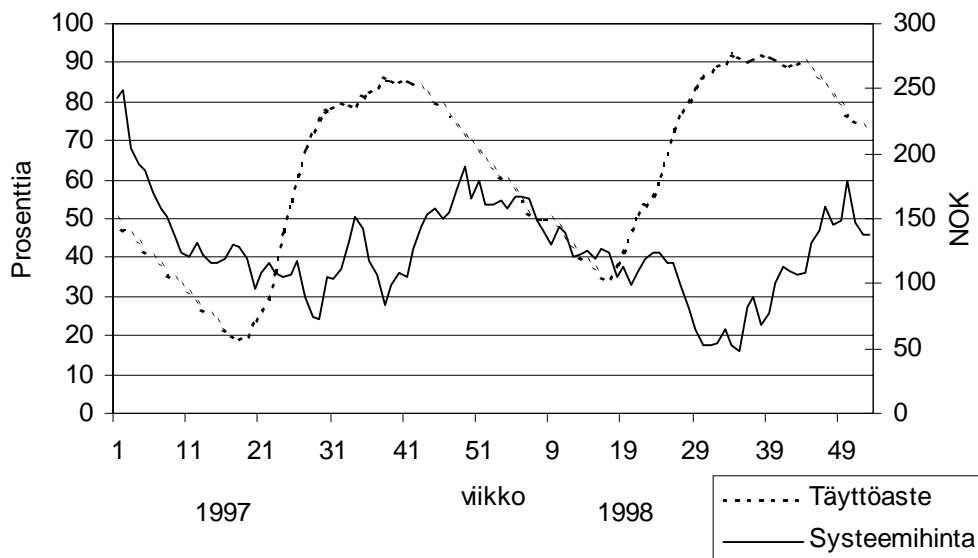
Sää on yksi merkittävimmistä sähkön hinnan selittäjistä. Pohjoisilla alueilla lämpötilan vaihteluiden vaikutus kulutukseen on huomattava ja vesivoimatuotannon riippuvuus sademäärästä puolestaan tuo volatilitteettia tarjontaan. Myös säähän liittyvät odotukset, kuten sääennusteet, heiluttavat sähkön markkinahintaa.

Lämpötilan muuttuessa vuodenaikojen mukaan muuttuu sähkön kulutus siihen nähden käänteisesti. Tämä aikaansaa selkeän vuosisyklin, joka on otettu huomioon esimerkiksi NordPool-sähköpörssin sesonkijohdannaisten pituuksia määriteltäessä. Sopimuksissa ei kuitenkaan pystytä ottamaan huomioon vuosittaisia lämpötilan satunnaisvaihteluja, jotka heiluttelevat sähkönkulutusta, kuten kuvasta 8 nähdään. Vuoden 1999 kovat pakkaset lisäsivät sähkönkulutusta huomattavasti. Enimmillään kasvu vuoden 1997 tavanomaiseen talveen verrattuna oli viikottasolla n. 20 %. Kovien pakkasten tuoma kulutuksen kasvu vaikeuttaa talvikulutuksen ennustamista ja heijastuu lyhyellä päivien ja viikkojen tähtäimellä sähkön hintaan.



Kuva 8. Vuoden 1999 alkuviikkojen sähkönkulutukset ja väestöpainotetut keskilämpötilat Suomessa (Lähteet: [Adato et al. 1999, Tilastokeskus 1999] & Ilmatieteen laitos).

Sademäärillä ja sitä kautta myös vesivoimaloiden vesivarastoilla on myös vuosisyklinsä. Erityisesti Norjan ja Ruotsin vesivaltaisessa tuotannossa sademäärillä on suuri vaikutus käytössä olevaan sähkön määrään. Suomalaisen yhtiöiden vaihdon pysyessä yhteispohjoismaisessa sähköpörssissä alhaisena (vuonna 1998 vain 3,4 % koko NordPoolissa vaihdetusta energiasta [NordPool 1999d]) riippuu pörssin markkinahinta pitkälti Norjan ja Ruotsin vesivoiman tuotantomahdollisuuksista. Hyvä indikaattori käytettävissä olevalle vesivoimalle on voimaloiden varastoaltaiden täyttöaste ja se korreloikin viikko- ja kuukausitasolla jossain määrin sähkön spot-hinnan kanssa (kuva 9).



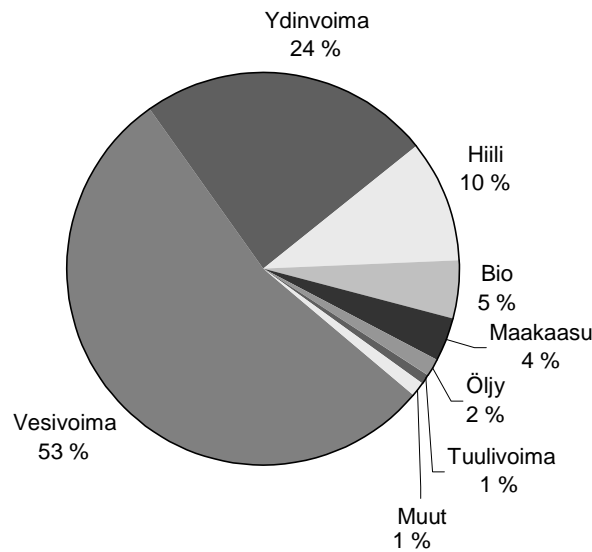
Kuva 9. Norjan ja Ruotsin vesivoimaloiden altaiden täyttöaste ja NordPool-systeemi-hinta vuosina 1997 ja 1998 [Nordel 1999].

Vesivarantojen ja kylmän sään vaikutuksissa pörssihintoihin on myös otettava huomioon niiden väliset korrelaatiot [Flatabø et al. 1998]. Norjassa, jossa sähköpörssikauppa on volyymiltään laajin, kylmä talvi on usein myös vähäsateinen ja päinvastoin ja tämä on myös suomalaisen toimijan otettava sähköpörssin hintamalleissaan huomioon.

Nämä sään vaikutukset sähkön hintaan aiheuttavat sen, että myös säähän kohdistuvilla odotuksilla, kuten sääennusteilla, on vaikutus markkinahintaan. Esimerkiksi ennusteet epätavallisista sademääristä voivat nostaa tai laskea sähkön spot- ja lyhytaikaisten termiinien hintaa huomattavasti. Uusien ennusteiden ilmestyessä hinnat päivittyvät uudelleen ja näin hinnat heiluvat ennusteiden tahdissa päivittäin.

4.2 Tuotannon vaikutukset

Pohjoismaiden (tässä NordPool-markkinoilla toimivat maat, eli Ruotsi, Norja, Suomi, Tanska) sähköntuotanto perustuu monenlaisiin tuotantomuotoihin. Eniten sähköä tuotetaan vesivoimalla, mutta myös ydinvoimalla on suuri osuus tuotannosta (kuva 10) [Nordel 1999]. Niinpä esimerkiksi ydinvoimaloiden revisiot lyhyellä tähtämellä ja Ruotsin mahdolliset voimaloiden alasajot pitkällä tähtämellä vaikuttavat sähkön markkinahintaan ja tarjontaan.



Kuva 10. Pohjoismaiden sähköntuotanto energialähteittäin 1998 [Nordel 1999].

Hinta-alueisiin jakautuneella markkinalla siirtokapasiteetilla on osansa spot-hintojen muodostumisessa. Näin ollen esimerkiksi kaapelivauriot ja -korjaukset voivat muuttaa hinta-alueen lyhyen tähtäimen hintaa odottamattomasti. Tulevaisuudessa siirtokapasiteetin lisäykset Pohjoismaiden ulkopuolelle voivat vaikuttaa sähkön markkinahintaan lähinnä vuosirytmää tasaavasti.

4.3 Epäterveet markkinat

Pohjoismaisten sähkön yhteismarkkinoiden kunnollisen toimivuuden suurin uhka on likviditeetin puute. Likviditeetti on yksi toimivien ja täydellisten markkinoiden perusedellytys, ja mm. monet johdannaisten hinnoittelumenetelmät olettavat markkinat likvideiksi. Epälikvideillä johdannaismarkkinoilla myös suojaaminen on hankalaa, sillä jos tuotteista ei ole tarpeeksi noteerauksia, on jokainen markkinoiden toimija suuri toimija, ts. jokaisella toimijalla on mahdollisuus vaikuttaa tuotteiden hintatasoon. Tällöin hinta ei määräydy rahoitusteorioiden kuvaamalla tavalla. Lisäksi Pohjoismaiden energiantuotannon keskittyneisyyden seurauksena NordPoolin ELSPOT-markkinat ovat olleet viime aikoina hintamanipulaatioepäilyjen kohteena [NordPool 1999e].

Sähköpörssien likviditeetin odotetaan paranevan hieman viimeisten suomalaisten sähköyhtiöiden pitkien tukkusopimusten loppuessa 2000-luvun alkuvuosina. Potentiaalisen volyymin puolesta yhteispohjoismaisilla sähkömarkkinoilla on huomattavasti paremmat mahdollisuudet toimivuuteen kuin pelkästään kotimaisilla markkinoilla. OTC-markkinoilla lik-

viditeettiä jo onkin. Markkinoiden likviditeetin parantamiseksi on sekä ELSPOT-, ELBAS- että ELTERMIN-markkinoilla useita market maker -osapuolia [NordPool 1999a]. Market makerit ovat yhtiöitä tai yhteisöjä, jotka tekevät joka hetki sovituista tuotteista sekä osto- että myyntitarjouksia tietyllä hintahaarukalla ja täten varmistavat, että sijoittaja saa haluamansa tuotteen milloin tahansa kaupaksi johonkin hintaan. Toimintaansa market makerit pyörittävät osto- ja myyntihintojen erotuksella ja lisäksi ne saavat alennuksia transaktiokustannuksiinsa.

4.4 Odotukset

Muilla kuin sähkömarkkinoilla johdannaisten hinnat määräytyvät suoraan markkinainformaation perusteella. Futuurien, forwardien ja optioiden hinnoille on tietyn oletuksen johdettavissa laskentatapoja, jotka perustuvat vain tiedossa olevaan markkinainformaatioon [Hull 1997]. Hinnoittelutavat perustuvat kuitenkin arbitraasittomuusehtoon, joka olettaa kohde-etuuden varastoitavaksi. Varastoitavuus ei pidä paikkaansa sähkön kohdalla, ja esimerkiksi sähkötermiinien hinnat muodostuvat osittain toisin perustein. On kuitenkin kyseenalaista, kuinka paljon futuuri- ja forwardihinnat kertovat markkinoiden odotuksista spothintojen suhteen.

5. Johdannaiset ja niiden käyttö

Sähkömarkkinoiden vapauduttua kasvanut taloudellisten riskien hallintatarve on johtanut erilaisten johdannaisten ilmaantumiseen markkinoille. Vanhimpia johdannaisia on sähköpörssissä kaupattu jo vuosia, mutta kaupan volyymi on pysynyt melko pienenä. Johdannaisten käyttö on kuitenkin koko ajan kasvanut ja vuonna 1996 johdannaisten kauppa ylitti NordPoolissa fyysisen spot-kaupan [NordPool 1997]. Tulevaisuudessa sähköjohdannaisten merkitys yhtiöiden toiminnassa tullee kasvamaan entisestään.

Sähkökaupalla on tiettyjä erityispiirteitä, jotka on otettava huomioon sekä toimittaessa markkinoilla yleensä että erityisesti johdannaisia käytettäessä. Näitä ovat sähkön kulutus-työkalu, varastoinnin vaikeus sekä toimituksen jakautuminen yhtä hetkeä pidemmälle aikavälille. Johdannaisten kannalta tärkeitä näistä piirteistä tekee se, etteivät monet rahoitusmaailmassa johdannaisten yhteydessä käytetyt menetelmät ota niitä täysin huomioon ja näin ollen rahoitusmaailman kokemuksia ei pystytä suoraan soveltamaan sähkökauppaan. Esimerkiksi sähkön varastoinnin puute johtaa siihen, että johdannaisia ei pystytä suoraan hinnoittelemaan kohde-etuuden hinnan, eli sähkön spot-hinnan, avulla kuten tavallisia rahoitusinstrumentteja.

Tavallisimpia johdannaisia ovat futuurit, forwardit sekä optiot. Nämä löytyvät myös Pohjoismaiden sähkömarkkinoilta ja niitä käytetäänkin yhä enenevässä määrin sekä riskinhallintaan ja suojaukseen että spekulatiiviseen kauppaan.

5.1 Johdannaiset

Tällä hetkellä NordPool-sähköpörssissä on vakioituja spot-, futuuri- ja forwardi- ja optio tuotteita. Uusimpien tuotteiden, sähköoptioiden kauppa alkoi NordPoolissa 29.10.1999 [NordPool 1999g]. NordPoolin vakioidut johdannaistuotteet ovat finanssisopimuksia, eli ne netotetaan rahassa ja niillä suojaudutaan vain markkinahinnan muutoksia vastaan. Finanssijohdannaiset eivät turvaa sähkön saantia, vaan varsinainen sähkö on hankittava erikseen muualta, esimerkiksi spot-markkinoilta. Fyysiset johdannaiset turvaavat sekä hintatason että sähkön saannin, mutta mikäli sähkömarkkinoiden osapuoli haluaa portfolioon myös fyysisiä sähköjohdannaisia, on hänen käännyttävä OTC-markkinoiden puoleen.

OTC-kaupassa rajoituksia johdannaisten valikoimalle ei ole, vaan toimija voi hankkia itselleen aivan niin eksoottisen portfolion kuin haluaa. Erikoisia ja tarkkaan räätälöityjä johdannaissopimuksia tehtäessä kannattaa kuitenkin muistaa, etteivät tällaisten sopimusten jälkimarkkinat ole yhtä hyvät kuin sähköpörssien vakioiduilla johdannaisilla. OTC-kaupan meklariyhtiöillä on omia vakioituja johdannaistuotteita, joihin ne keskittyvät markkinoiden likviditeetin säilyttämiseksi.

Vakioitujen johdannaisten likvideistä jälkimarkkinoista on hyötyä position sulkemisen tullessa ajankohtaiseksi. Sulkemistarve voi johtua esimerkiksi johdannaisen tuottamista tapoista ja halusta välttää suurempia tappioita, jolloin positio on pystyttävä sulkemaan mahdollisimman nopeasti ja edullisesti.

Nordpoolissa toimittaessa NordPool ASA vaatii kaupan osapuolilta kauppaan verrannolliset vakuudet ja toimii myös selvitystalona osapuolten välissä eliminoiden vastapuoliriskin. Kahdenvälistä kauppaa tehtäessä on osapuolten huolehdittava itse tarvittavista vakuuksista, käytettävä erillistä selvitystaloa tai tehtävä kauppaa vain luotettavien vastapuolten kanssa.

5.1.1 Spot- eli käteiskauppa

Sähköpörssien kaupankäynti alkoi sähkön fyysisellä käteiskaupalla, jossa maksu ja sähkön toimitus tapahtuvat lähes välittömästi kaupan teon jälkeen. Markkinapaikasta riippuen toimitusajankohta voi olla puolestatoista vuorokaudesta kahteen tuntiin sopimuksen solmimisen jälkeen. Spot-kaupassa myyjä sitoutuu tuottamaan tai muilla tavoin hankkimaan sovittun määrän sähköä ja ostaja puolestaan sitoutuu kuluttamaan saman sähkömäärän.

Johdannaissopimukset perustuvat kohde-etuuteen, jonka markkinahinta on oltava kaikkien sopimuspuolien tiedossa. Sähköjohdannaisissa kohde-etuutena on sähkö, ja sen markkinahinta määräytyy spot-markkinoilla kyseiselle ajankohdalle tehtyjen kauppojen perusteella. Toimiva ja likvidi spot-kauppa on siis perusedellytys hyvin toimiville johdannaismarkkinoille.

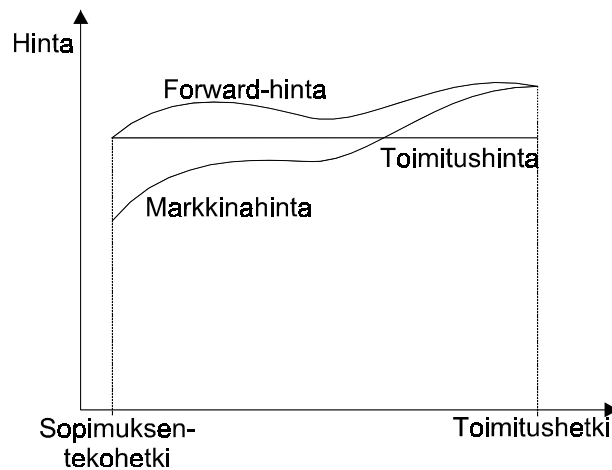
Likvidit spot-markkinat ovat vaatimus finanssijohdannaisten käytölle, sillä finanssisopimusten varmistamiseksi vain hintatason on sähkö ostettava erikseen spot-markkinoilta. Laajamittainen spot-markkinoiden käyttö sähkönhankintaan vaatii onnistuakseen markkinoilta suurta likviditeettiä. Tehdyt pörssijohdannaissopimukset pitävät huolen siitä, että systeemihintaan verrattuna kustannukset pysyvät odotettuina, mutta mikäli spot-markkinoiden likviditeetti on alueellisesti epäedullisesti jakautunut, voivat siirtokapasiteetin rajoitukset nostaa lopullista hinta-aluehintaa. Tällaiselta tilanteelta voidaan välttyä esimerkiksi tekemällä OTC-markkinoilla hinta-aluehintoihin sidottuja finanssisopimuksia tai suoraan fyysiseen sähkön toimitukseen johtavia sopimuksia.

5.1.2 Forwardit ja futuurit

Forwardit ja futuurit ovat sopimuksia ostaa tai myydä tietty hyödyke tulevaisuudessa. Sähkömarkkinoilla niitä kutsutaan yhteisnimellä termiini. Kaupan ehdot, kuten hinta, volyyymi, toimitusaika ja -paikka sovitaan sopimusta tehtäessä ja sopimus sitoo käteiskaupan tapaan

molempia osapuolia. Sopimuksessa hyödykettä ostavan osapuolen sanotaan ottavan pitkän position (eng. *long position*) ja myyjän puolestaan lyhyen position (*short position*).

Forwardissa sovittua hyödykkeen kauppahintaa kutsutaan toimitushinnaksi ja se pysyy samana koko sopimuksen ajan. Forward-hinta on toimitushinta, jolla sopimuksen arvo on nolla annetulla ajanhetkellä. Sopimus tehdään siten, että sopimuksen tekohetkellä sen arvo on kummallekin osapuolelle nolla, eli sopimuksen toimitushinta on sama kuin forward-hinta alussa. Ajan kuluessa forward-hinta, ja samalla forwardin arvo, muuttuu markkinahinnan muutoksien mukana. Mikäli kohdehyödykkeen markkinahinta nousee, on forwardi voitollinen sen ostajalle, ja vastaavasti tappiollinen myyjälle. Vaihtoehtoisesti markkinahinnan lasku tuo tappioita forwardin ostajalle ja voittoa myyjälle. Forwardi on symmetrinen, eli kaksipuolinen instrumentti. Teoriassa forward-hinta lähestyy markkinahintaa toimituspäivän lähestyessä ja hinnat yhtyvät toimitushetkellä (kuva 11) [Hull 1997].



Kuva 11. Forwardin arvon kehitys.

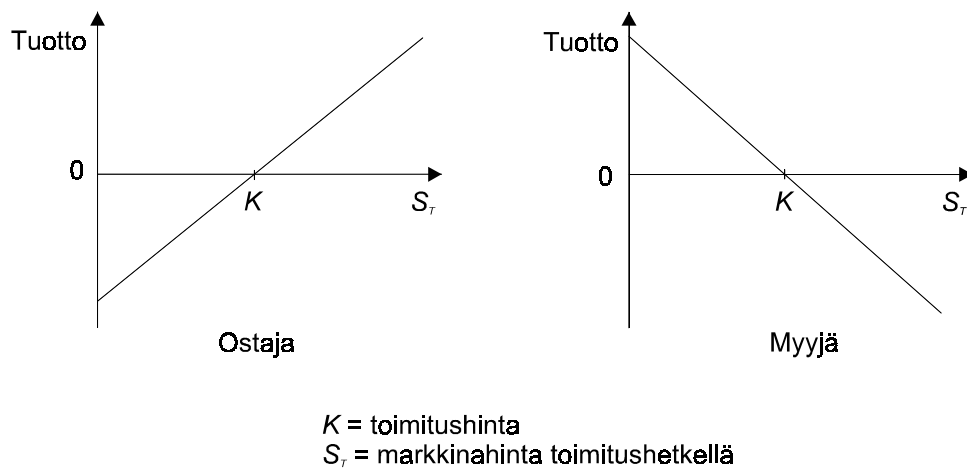
Forwardin erääntyessä toimituspäivänä se suljetaan sopimustyyppistä riippuen joko toimittamalla sovittu kohdehyödyke tai netottamalla sopimus rahaksi. Jos sopimuksen toimitushinta on K ja hyödykkeen markkinahinta sopimuksen erääntyessä toimituspäivänä on S_T , niin sopimuksen arvo pitkän position haltijalle on

$$S_T - K \quad (1)$$

ja lyhyen position haltijalle

$$K - S_T \quad (2)$$

Tuottokäyrät kuvassa 12 kertovat forwardin tuoton toimitushetken markkinahinnan funktiona.



Kuva 12. Forwardin tuotto toimitushetkellä markkinahinnan funktiona.

Futuurit ovat pitkälle samanlaisia instrumentteja kuin forwardit. Olennaisin ero on futuurien päivittäinen nettotaminen ns. mark-to-market -periaatteen mukaan. Mark-to-market-periaatteessa futuurin markkinahintaa verrataan sovituin aikaväleihin, esimerkiksi päivittäin, futuurin toimitushintaan ja osapuolten tilejä hyvitetään erotuksen mukaisesti. Futuurit vaativat osapuolilta huomattavasti suurempaa likviditeettiä kuin forwardit. Lisäksi futuurit ovat forwardeja useammin vain finanssijohdannaisia.

Mikäli riskitön korkokanta on sama koko sopimusajan, voidaan samalle toimitusajalle tehdyn futuurin ja forwardin hinta olettaa samoiksi [Hull 1997]. Todellisuudessa korko vaihtelee, eikä futuurien ja forwardien hintoja voi tällä perusteella pitää samoina. Hintaeroja voivat aiheuttaa myös muut tekijät, kuten verot ja transaktiomaksut. Muutaman kuukauden pituisilla forwardeilla ja futuureilla hintojen voidaan kuitenkin olettaa olevan lähes samat [Hull 1997].

5.1.3 Optiot

Optiot kohdistuvat forwardien ja futuurien tavoin kohde-etuuden kauppaan tulevaisuudessa, mutta optiossa sopimuksen toisella osapuolella on mahdollisuus jättää halutessaan kauppa tekemättä.

Osto-optiossa (eng. *call option*) option ostajalla, eli pitkän position haltijalla, on mahdollisuus, muttei velvollisuus, ostaa kohdehyödykettä sovittuna ajankohtana sovittuun luntushintaan. Osto-option myyjä, lyhyen position haltija, puolestaan sitoutuu myymään option ostajalle kohdehyödykettä tämän niin halutessa. Vastaavasti myyntioption (*put option*)

ostaja saa oikeuden, muttei velvollisuutta, myydä kohdehyödyke myyntioption myyjälle sovituin ehdoin ja myyntioption myyjä sitoutuu ostamaan hyödykkeen option ostajan niin halutessa.

Optiossa toinen sopimuksen osapuoli saa mahdollisuuden ja toinen velvollisuuden, joten se ei ole forwardeista ja futuureista poiketen symmetrinen instrumentti. Korvaukseksi luovuttamastaan oikeudesta option myyjä saa ostajalta rahallisen kompensaaion, premion, jonka suuruus riippuu option ehdoista. Teorian mukaan preemio lasketaan siten, että kummankin osapuolen odotettu rahallinen hyöty sopimuksesta on sopimuksen tekohetkellä nolla.

Tavallisimmat optiotyypit ovat eurooppalainen ja amerikkalainen optio. Eurooppalaisen option voi toteuttaa vain option toimitusajankohtana ennalta määrättyyn hintaan, amerikkalaisen option voi toteuttaa toimitusajankohtana tai milloin tahansa sitä ennen. Antamansa suuremman vapauden johdosta amerikkalaiset optiot ovat preemioltaan eurooppalaisia suurempia. Muista optiotyypeistä, ns. eksoottisista optioista, voidaan mainita aasialainen optio, jonka voi toteuttaa eurooppalaisen tapaan vain toimitusajankohtana, mutta option kohde-etuuden hinta määräytyy tietyn ajanjakson keskiarvohintana. Keskiarvoistuksesta johtuen aasialaisen option volatilitteetti on eurooppalaista pienempi, joten myös preemio on pienempi.

Option arvo muodostuu perusarvosta ja aika-arvosta. Perusarvo on hyödykkeen markkinahinnan ja option lunastushinnan erotus. Jos option lunastushinta on X ja hyödykkeen markkinahinta erääntymispäivänä on S_T , niin eurooppalaisen osto-option ostajalle perusarvo on

$$\max (S_T - X, 0) \quad (3)$$

ja vastaavasti myyjälle

$$- \max (S_T - X, 0). \quad (4)$$

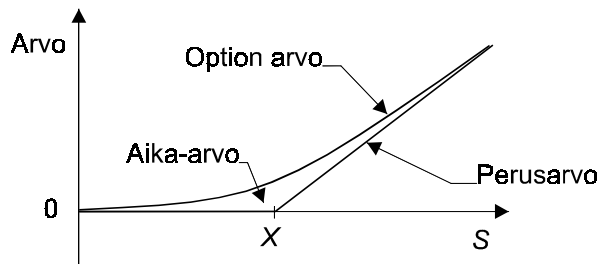
Samoilla merkinnöillä myyntioption perusarvo on option ostajalle

$$\max (X - S_T, 0) \quad (5)$$

ja myyjälle

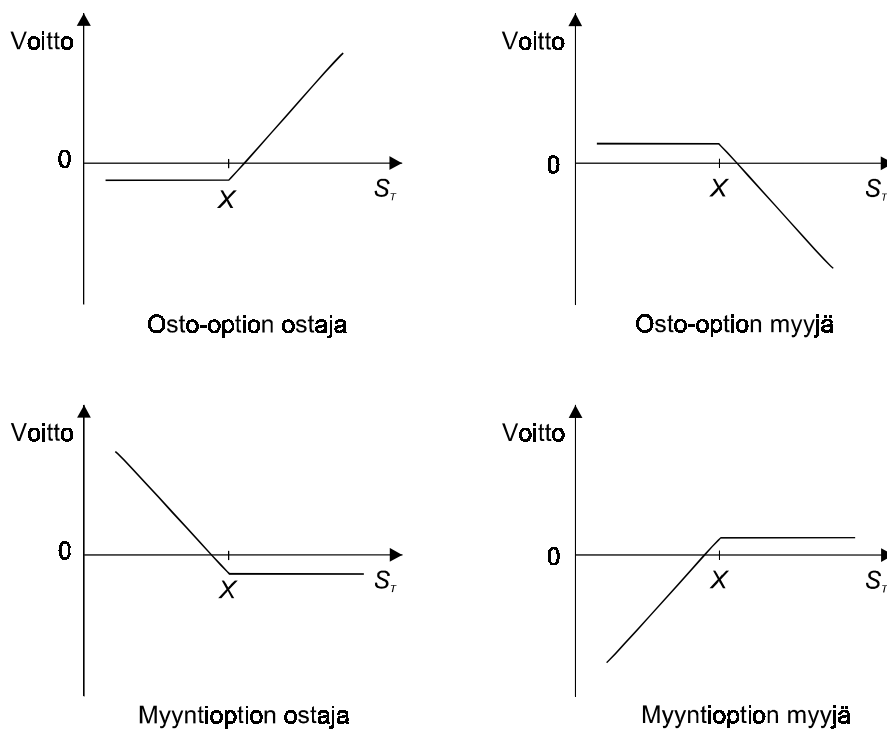
$$- \max (X - S_T, 0). \quad (6)$$

Option perusarvo toteutuu erääntymispäivänä. Sitä ennen optiolla on myös kohdehyödykkeen hinnan volatilitetista johtuvaa aika-arvoa (kuva 13), mikä johtuu option mahdollisuudesta muuttua nolla-arvoisesta voitolliseksi tai voitollisesta vieläkin voitollisemmaksi. Mitä pidempi aika option erääntymiseen on, sitä suurempi mahdollisuus optiolla on muuttua voitolliseksi ja aika-arvo vähenee erääntymispäivän lähestyessä, kunnes lopulta erääntymispäivänä optiolla on enää perusarvoa.



Kuva 13. Option arvon muodostuminen markkinahinnan funktiona.

Option tuotto erääntymispäivänä saadaan ottamalla perusarvon lisäksi huomioon optiosta maksettu preemio (kuva 14).



X = toimitushinta
 S_t = markkinahinta toimitushetkellä

Kuva 14. Option tuottokäyrät markkinahinnan funktiona.

Option hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. kohde-etuuden hinta, lunastushinta ja kohde-etuuden volatilitteetti. Näiden vaikutuksista kertoo esimerkiksi Hull [1997].

5.2 Suojautuminen johdannaisilla

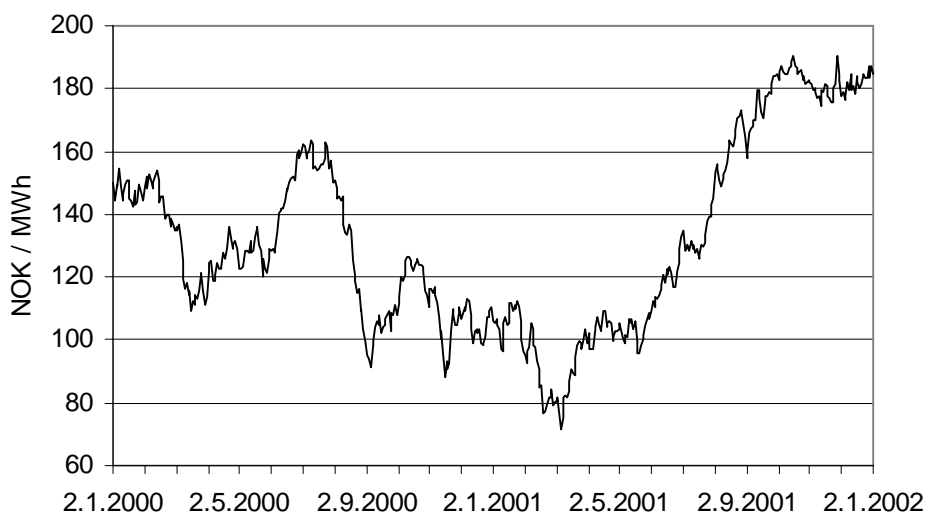
Johdannaiset kehitettiin alun perin takaamaan tietty hintataso tuotteelle, jonka markkina-hinta oli kaupankäyjien mielestä liian epävakaa. Onkin muistettava, ettei johdannaisten käyttö suojauksena paranna tuottoa, vaan vain pienentää tuoton hajontaa.

Johdannaisten suojaava vaikutus perustuu siihen, että hyödykkeen myymisen tuottaessa odotettua vähemmän, tuovat johdannaiset voittoja ja päinvastoin. Tällöin kokonaistuotto pysyy tasaisena markkinoiden heilahteluista huolimatta. Suojaamisen kannalta johdannaisten tärkein ominaisuus onkin sen arvon korrelaatio suojattavan kohde-etuuden hinnan kanssa. Sähkömarkkinoilla tämä tarkoittaa, että johdannaisten hintojen olisi reagoitava sähkön spot-hinnan muutoksiin mahdollisimman tarkasti, jotta niistä saataisiin paras mahdollinen hyöty suojaamiseen.

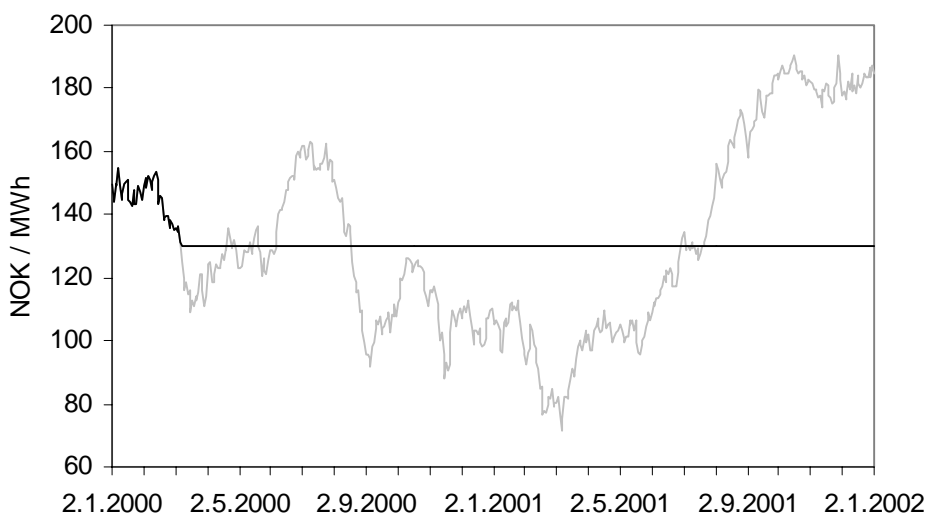
Seuraavassa käsitellään esimerkinomaisesti Veikkolaa [1998] mukaillen kolme yksinkertaista tapaa suojautua sähkön markkinahinnan muutoksilta johdannaisten avulla. Esimerkeissä ei oteta huomioon transaktiokustannuksia, veroja eikä aluehintaeroja. Esimerkit perustuvat kuvitteellisiin hintatietoihin.

Esimerkki 1. Sähkön myyntiyhtiö M miettii vuoden 2000 alussa suojautumistapaansa vuoden 2002 ensimmäiselle talvisesongille. Yhtiöllä on myyntisopimuksia ko. sesongille 300 MW kiinteään 180 NOK/MWh hintaan, ja se haluaa taata itselleen mahdollisimman edullisen hankinnan. Oletetaan NordPoolissa forwardin¹ FWV1-02 hinnaksi 150 NOK, jolloin M voisi suojata hankintahintansa ko. forwardeja ostamalla. Yhtiö pitää kuitenkin nykyistä forwardien hintatasoa hieman korkeana ja uskoo hintojen laskuun päättäneen odottaa vielä hetken. Tavoitteekseen M asettaa 130 NOK/MWh, jolloin yhtiö ostaa sesongille forwardeja koko 300 MW edestä. Kuvassa 15 on yksi mahdollinen forwardin hintakäyrä vuosille 2000–2001. Mikäli kuvan 15 hintakehitys toteutuisi, tavoitehintaa 130 NOK/MWh saavutettaisiin vuoden 2000 helmi-maaliskuun vaihteessa, ja yhtiö suojaisi hankintansa forwardilla. Päätös suojata hankinta osoittautuu oikeaksi, sillä kuten kuvasta 15 nähdään, forwardien hinnat nousevat toimitusajan lähestyessä, mutta yhtiön M nettohankintakustannus pysyy ostettujen forwardien ansiosta alhaalla (kuva 16). Bruttona M maksaa sähköstään spot-hinnan, mutta forwardin ansiosta se saa (tai maksaa) kompensationsa spot-hinnan ja forwardin toimitushinnan erotuksen.

¹ NordPoolin forwardista enemmän kohdassa 6.2.

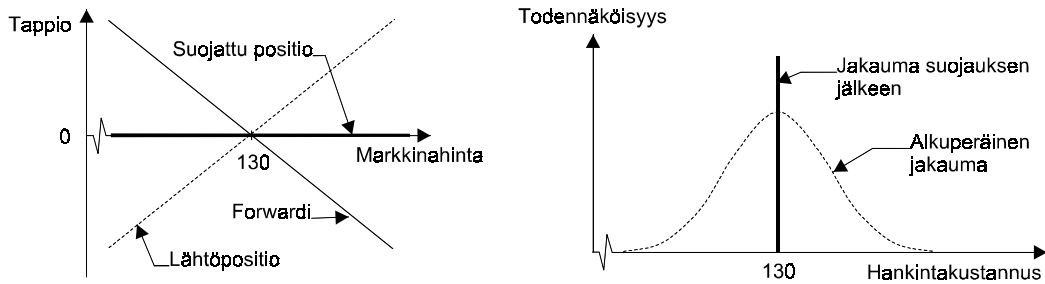


Kuva 15. Forwardin hinnan yksi mahdollinen kehitys.



Kuva 16. Ostetun forwardin vaikutus hankintakustannuksiin. Harmaa käyrä kuvaa forwardin hinnan kehitystä ja musta varmistettua hintatasoa. Forwardin ostamisen jälkeen spot-hinnalla (ei kuvassa) ei ole enää vaikutusta nettohankintakustannuksiin.

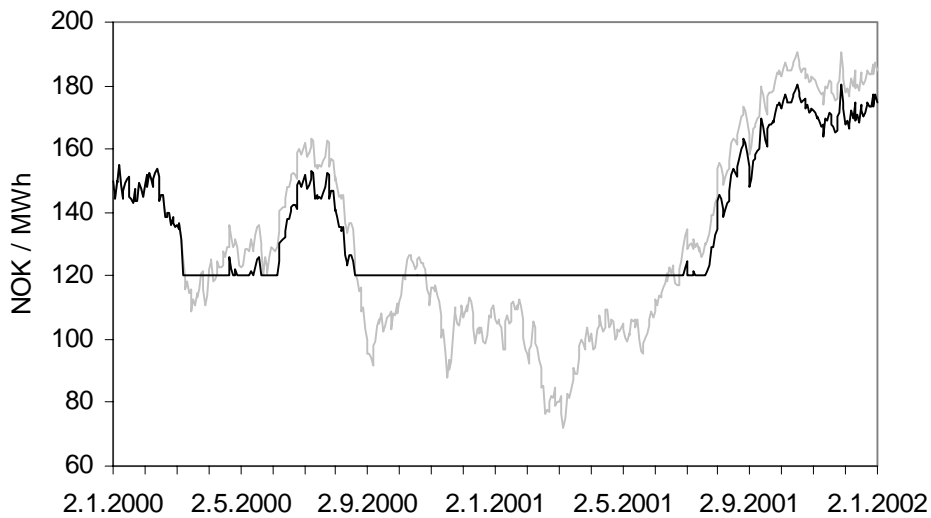
Kuvan 16 mukainen hintakehitys on vain yksi mahdollinen. Ostamalla forwardin yhtiö M kiinnittää kuitenkin hankintakustannuksensa ja muuttaa siten kustannusten todennäköisyysjakamaa kuvan 17 mukaisesti. Kuvasta näkyy selkeästi jo mainittu suojausperiaate, jonka mukaan suojaus tuo voittoa kun lähtöpositio tuo tappiota ja päinvastoin.



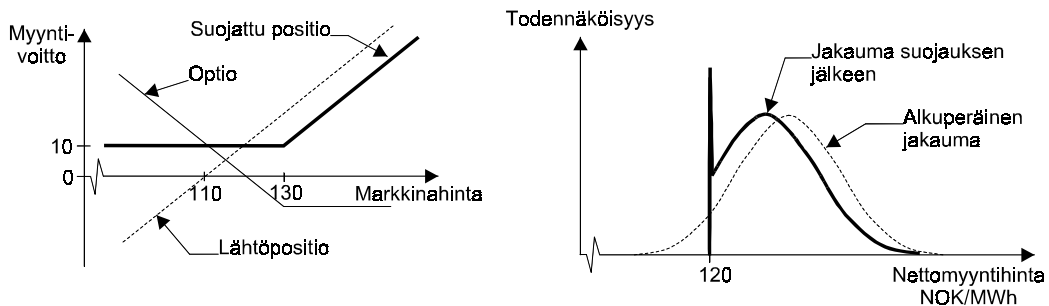
Kuva 17. Suojattu positio ja suojauksen periaatteellinen vaikutus hankintakustannusten jakaumaan².

Esimerkki 2. Sähkön tuotantoyhtiö T miettii samaan aikaan suojautumistaan myös vuoden 2002 ensimmäiselle talvisesongille. Yhtiön tuotantokustannukset ovat 110 NOK/MWh ja yhtiö haluaa turvata myyntinsä markkinoille mahdollisimman korkeaan hintaan. Myös T voisi suojata myyntinsä FWV1-02 forwardeja myymällä, mutta yhtiön johto uskoo hinnan nousevan ja päättää odottaa. Johto tiedostaa kuitenkin myös hintojen laskun mahdollisuuden ja määrittää rajat, joiden välissä toimitaan. Hintatavoitteeksi asetetaan 180 NOK/MWh, jolloin yhtiö saavuttaa hyvän tuloksen ja solmii myyntiforward-sopimuksia koko tuotantonsa verran. Alarajaksi päätetään 130 NOK/MWh ja mikäli hinta laskee niin alas, yhtiö haluaa turvata ainakin tuon hintatason menettämättä mahdollisesta hinnannoususta seuraavaa tuloksen parantumista. Alarajalla yhtiö T päättää siis turvata myyntinsä hintatason ostamalla NordPoolissa eurooppalaisia myyntioptioita forwardille FWV1-02. Jos lähtökohtana on sama kuvitteellinen hintakehitys kuin edellisessä esimerkissä, odottaisi yhtiö T helmi-maaliskuun vaihteeseen 2000, jolloin forwardin hinta on laskenut 130 NOK/MWh ja ostaisi silloin myyntioption forwardille. Oletaan, että option hinta olisi 10 NOK/MWh. Tällöin T maksaa tuon hinnan siirtäessään alhaisista forwardin hinnoista johtuvan riskin option myyjälle. Huonoimmassakin tapauksessa pääsisi T nyt tuotantonsa puolesta voitolle 10 NOK/MWh. Kuvasta 18 selviää yhtiön myyntihinnan kehitys. Vuoden 2001 viimeisenä pörssipäivänä forwardin hinta on paljon option toteutushintaa korkeammalla ja optio raukeaa arvottomana. Yhtiö T varmistui kuitenkin 10 NOK/MWh hintaan itselleen vähintään hintatason 130 NOK/MWh. Option ostamisen vaikutus myyntituottoon selviää kuvasta 19.

² Alkuperäinen jakauma on tässä ja seuraavissa esimerkeissä yksinkertaisuuden vuoksi oletettu normaali-jakautuneeksi, mikä ei välttämättä vastaa todellisuutta.



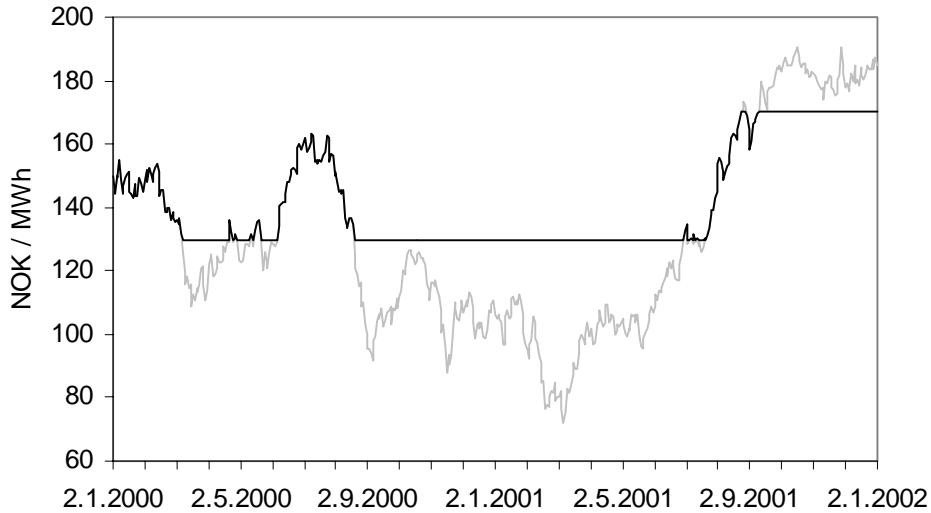
Kuva 18. Myyntioption oston vaikutus nettomyyntihintaan. Vaikka optio raukeaa arvottomana, vähentää maksettu preemio saatua tuottoa.



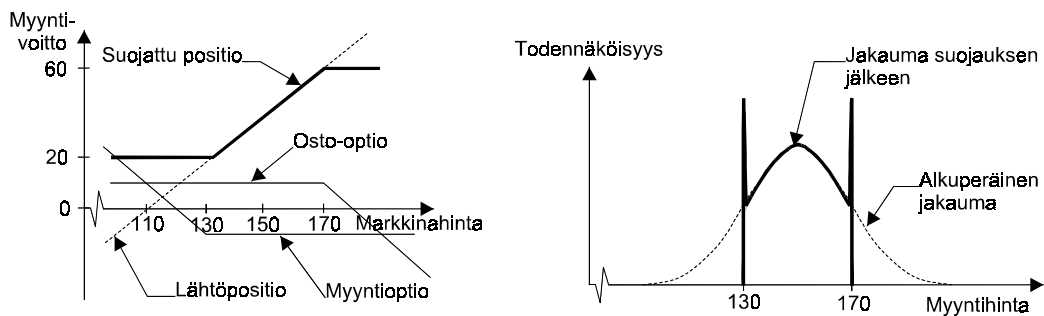
Kuva 19. Forwardin myyntioption oston periaatteellinen vaikutus position tuottoon ja sen jakaumaan.

Esimerkki 3. Tuotantoyhtiö S haluaa suojata myyntihintansa samalle sesongille kuin muutkin yhtiöt. Yhtiön S tuotantokapasiteetti ja -kustannukset ovat samat kuin yhtiöllä T, mutta S pitää forwardin myyntioption preemiosta aiheutuvaa kustannusta liian suurena ja päättää luopua osasta suurista voittomahdollisuuksista rahoittamalla myyntioption myymällä osto-option vastaavalle forwardille. Ideaalitapauksessa S rahoittaa myntioptionsa myymällä osto-optiolla täysin, jolloin muodostunut putki-suojaus on kokonaisuutena ilmainen. Kattohinnan S määrittelee myymällä eurooppalaisen osto-option toteutushinnalle 170 NOK/MWh ja lattiahinnan ostamalla eurooppalaisen myyntioption toteutushinnalle 130 NOK/MWh. Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi suojaus ilmaiseksi, jolloin S tietää myyntihintansa olevan joka tapauksessa 130 NOK ja 170 NOK/MWh välissä, kuten kuvasta 20 nähdään. Vuoden viimeisenä pörssipäivänä forwardin hinta on kattohintaa korkeampi, joten S:n myymä osto-

optio toteutetaan ja S saa sähköstään kattohinnan. Kuvassa 21 nähdään putkisuo-
jauksen vaikutus position tuottoon ja sen hajontaan.



Kuva 20. Forwardin hinnan kehittyminen optioiden rajaamassa hintaputkessa.



Kuva 21. Kahdesta optiosta koostuvan portfolion periaatteellinen vaikutus position
voittoon ja jakaumaan.

Muita yksinkertaisia eri johdannaisten yhdistelmillä saatavia suojausjaksia esitellään alan op-
pikirjoissa, mm. [Hull 1997, Cox & Rubinstein 1985].

5.3 Suojautumisen ongelmia

Johdannaisilla suojautumisen edellytys on johdannaisen hinnan korrelaatio suojattavan
hyödykkeen markkinahinnan kanssa. Johdannaisen maturiteetissa sen hinnan olisi oltava
sama kuin suojattavan hyödykkeen markkinahinnan. Tällöin tuotteiden hintojen korrelaatio

olisi täydellinen ja johdannaisella olisi mahdollista saavuttaa täydellinen suojaus, so. suojaus, joka poistaa kaiken hyödykkeen hintaan liittyvän epävarmuuden.

Käytännössä näin ei useinkaan ole, vaan johdannaiset seuraavat markkinahintaa vain lähes täydellisesti. Syy täydellisen korrelaation puuttumiseen voi olla se, että johdannaisten kohteena olevat ja suojattavat tuotteet ovat erilaisia. Sähkömarkkinoilla kauppaa käydään tunneittaisesta sähköstä, mutta sähköpörssin johdannaistuotteet ovat minimissään vuorokausittaisia [NordPool 1999]. NordPoolissa lisäksi johdannaisten noteeraamiseen käytetty hinta-alue ja valuutta ovat eri kuin suomalaisella sähköyhtiöllä johtaen hinta-alue- ja valuuttariskiä. Jos tuotteet ja johdannaiset korreloivat, on lisäksi mietittävä, onko korrelaatio pysyvää vai voiko korrelaatio vähentyä muodostaen näin korrelaatoriskin suojauksen hyvydelle [Jauri 1997].

NordPool-markkinoilla johdannaiset hinnoitellaan systeemihinnan mukaan. Tällöin systeemihinnasta poikkeava aluehinta voi johtaa riittämättömiin suojauksiin, kuten seuraava esimerkki osoittaa.

Esimerkki 4. Sähkön systeemihinta kesällä 1999 on 80 NOK/MWh. Suomalainen sähköyhtiö odottaa hintojen nousevan ja ostaa tuolloin forwardin vuoden 2000 kesäsesongille toimitushinnalle 110 NOK/MWh. Kesällä 2000 sähkön yleinen hintataso on noussut suomalaisyhtiön näkemyksen mukaisesti ja systeemihinnaksi muodostuu 120 NOK/MWh. Maiden välisistä siirtokapasiteettirajoituksista johtuen suomalaiset toimijat eivät kuitenkaan pääse ostamaan halpaa norjalaista vesivoimaa tuohon hintaan, vaan Suomen hinta-alueen hinta nousee 140 NOK/MWh ja suomalainen yhtiö joutuu maksamaan tuon hinnan ostamastaan sähköstä. Forwardin toteutuessa yhtiö saa voittoa 10 NOK/MWh, mutta silti se lopulta maksaa sähköstä nettona 130 NOK/MWh odottamansa 110 NOK/MWh sijaan.

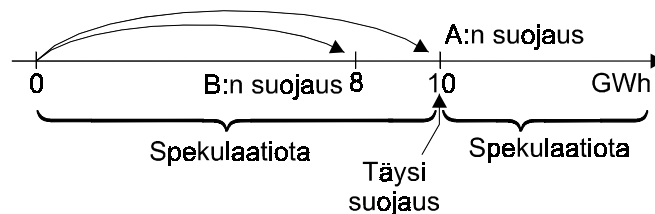
Periaatteessa sähköpörssissä voitaisiin nykyisten tuotteiden lisäksi kaupata myös esimerkiksi marka-arvoisia Suomen hinta-alueen johdannaista, mutta uusien tuotteiden likviditeetti muodostaisi todennäköisesti tällöin ongelman. Likviditeetin puute saattaa vaikeuttaa toimintaa johdannaismarkkinoilla, sillä voi olla, ettei yhtiön portfolioon sopivalle instrumentille löydy tarvittaessa kohtuuhintaisia osto- tai myyntitarjouksia. Pörssi- ja meklariyhtiöt ovatkin halunneet keskittyä markkinoillaan tiettyihin vakiotuotteisiin likviditeetin takaamiseksi.

Likviditeetin puutteella on myös toinen merkitys markkinoille. Vähäisen vaihdon takia pienet kaupat voivat muuttaa hintatasoa, mikä hankaloittaa suojaamista. Sähkömarkkinoilla johdannaisten hinnat eivät välttämättä muodostu yhtä selkeästi ja ennustettavasti kuin muilla markkinoilla. Muiden markkinoiden termiinien ja optioiden hinnoittelu perustuu yksinomaan markkinoiden senhetkisiin tietoihin, eikä niissä oteta esimerkiksi huomioon nä-

kemyksiä tulevaisuuden hintakehityksestä. Nuoruutensa vuoksi sähkömarkkinat eivät ole vielä kypsyneet ja kaikkien toimijoiden tietämys markkinamekanismeista ja hinnoitteluperiaatteista ei ole samalla tasolla. Tällöin johdannaisten hinnoittelutavoissa saattaa olla eroja ja sähkömarkkinoilla arbitraasit lienevät rahoitusmarkkinoita todennäköisempiä. Aikaa myöten tietouden kasvaessa tämä korjaantunee itsestään.

Suojautumisessa on aina otettava huomioon, että sekä suojaaminen että suojaamatta jättäminen edustavat epävarmassa tilanteessa aina markkinanäkemyksen ottamista. Markkinanäkemyksen lisäksi myös muut epävarmuudet voivat altistaa avoimelle positiolle ja riskille suojaustoimenpiteistä huolimatta. Seuraavat yksinkertaistetut esimerkit selventävät tilannetta.

Esimerkki 5. Sähkönmyyntiyhtiö A:lla on varmoja kiinteähintaisia toimitussopimuksia 10 GWh:n arvosta. A haluaa suojata positionsa täysin ja ostaa forwardeja koko 10 GWh:n arvosta (kuva 22), ja lyö näin lukkoon hankkimansa sähkön hinnan. Samaan aikaan myyntiyhtiö B:llä on samanlaisia sopimuksia myös 10 GWh:n arvosta. B:kin haluaa suojata positiotaan, mutta B uskoo hintojen todennäköisemmin laskevan kuin nousevan, ja ostaa forwardeja vain 8 GWh (kuva 22). Mikäli hinnat nyt laskevat, voi B ostaa loput 2 GWh markkinahintaan halvemmallalla, ja saa paremman voiton kuin yhtiö A. Näin ollen A osoittaa suojaamisellaan uskovansa B:tä enemmän markkinahintojen nousuun.



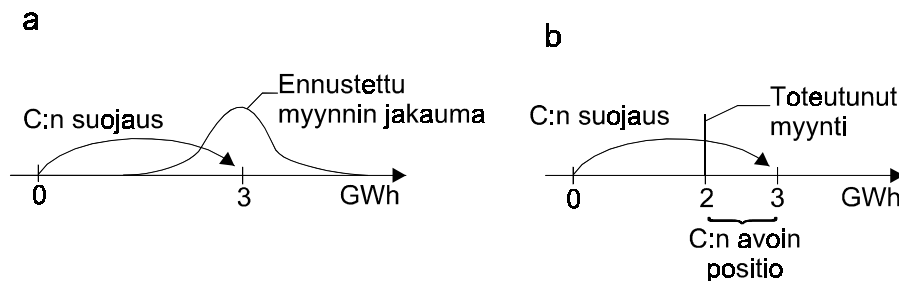
Kuva 22. Sähkøyhtiöiden A ja B suojaukset.

Todellisessa maailmassa asiat eivät ole näin yksinkertaisia. Mikäli toimitussopimukset eivät ole kiinteähintaisia, vaan riippuvat jollain tavoin esimerkiksi markkinahinnasta tai sähkön hankinta on eri valutassa kuin myynti, ei sähkökaupasta saatavaa tuottoa voida kiinnittää A:n tavoin. Tällaisessa tapauksessa optimaalisen suojauksen määrä, so. suojaus, joka minimoi tuoton hajonnan, ei välttämättä ole sama kuin koko myynnin määrä. Muilla markkinoilla käytettyä tietoa soveltaen voidaan esimerkiksi täysin markkinahintojen mukaan liikkuvan myyntihinnan tapauksessa laskea optimaalisen forward-suojausosuus. Tuo osuus h saadaan kokonaisymynnistä forward-hintojen ja myyntihinnan volatilitteettien σ_F ja σ_S sekä korrelaation ρ avulla kaavasta [Hull 1997] (7).

$$h = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F} \quad (7)$$

Tämän lisäksi epävarmuudet myynnin volyymissä hankaloittavat tilannetta entisestään, kuten esimerkki 6 osoittaa.

Esimerkki 6. Sähkönmyyntiyhtiö C:llä on runsaasti toimitusvelvollisuusasiakkaita, joiden yhteisen kulutuksen C ennustaa olevan 3 GWh erään sesongin aikana ja tähän perustuen C suojautuu ostaen 3 GWh forwardia ko. sesongille (kuva 23a). Sesongin koittaessa suuri osa asiakkaista on saanut kilpailevalta yhtiöltä paremman tarjouksen ja vaihtanut toimittajaa, jolloin C:n myynniksi muodostuu vain 2 GWh. Lopun sähkön C joutuu myymään pois markkinahintaan ja altistuu avoimelle positiolle suojauksesta huolimatta (kuva 23b).



Kuva 23. Yhtiö C:n position kehittyminen. Lähtötilanteessa a) myynti on epävarmaa ja toteutunut myynti kuvassa b) jää alle ennustetun odotusarvon.

Esimerkin 6 mukaista tilannetta voidaan välttää aktiivisella salkunhallinnalla ja markkinahintojen seuraamisella. Yhtiö C olisi voinut vähentää volyyimiriskiä sulkemalla osan 3 GWh:n positiostaan heti alkaessaan menettää asiakkaita. Tällaisissa tilanteissa aktiivinen toimiminen pörssissä, sopimusten ostaminen tai myyminen tilanteen mukaan, on keskeinen osa riskienhallintaa.

6. Sähkön markkinapaikat

Pohjoismaissa toimivat tällä hetkellä NordPool ASA:n ja EL-EX Sähköpörssi Oy:n vetäminä sekä fyysisen spot- ja tasesähkön että johdannaisten pörssit. Näiden ohella markkinoilla toimii useita sopimuksia välittäviä yhtiöitä ja myös perinteinen kahdenvälinen kauppa on edelleen hyvin voimissaan.

6.1 ELSPOT

ELSPOT on NordPool ASA:n pohjoismainen päiväkohtaisen fyysisen sähkön kauppapaikka. Tällä hetkellä kauppaa käydään Norjassa, Ruotsissa, Suomessa ja Länsi-Tanskassa. Länsi-Tanska (Jyllanti ja Fyn) tuli uusimpana mukaan 1. heinäkuuta 1999 ja Itä-Tanskan odotetaan liittyvän vuoden 2000 keväällä [Nordpool 1999c].

ELSPOTissa käydään kauppaa kuluvaan päivään seuraavan päivän tuntien 01–24 (Suomen aikaa) sähkötoimituksesta. Pienin kaupan yksikkö on 0,1 MWh kiinteä yhden käyttötunnin pituinen toimitus. Tarjoukset tehdään joko Internetin avulla, faksilla tai EDIEL-sanomana. Tarjouksen tulee sisältää jokaiselle tunnille tietty määrä hinta-/määräkombinaatioita, joista selviää tarjouksen tekijän suurin ja pienin mahdollinen osto-/myyntivolyymi, niiden rajahinnat sekä vapaavalintaisia hinta/määrä-yhdistelmiä. Markkinaosapuolien ilmoittamista hinta/määrä-tiedoista saatujen tarjouskäyrien perusteella NordPool suorittaa klo 13.00 (Suomen aikaa) lähtien varsinaisen kaupankäyntikierron ja laskee seuraavan vuorokauden jokaiselle tunnille systeemihinnan ja mahdolliset tästä poikkeavat hinta-aluekohtaiset hinnat [NordPool 1998].

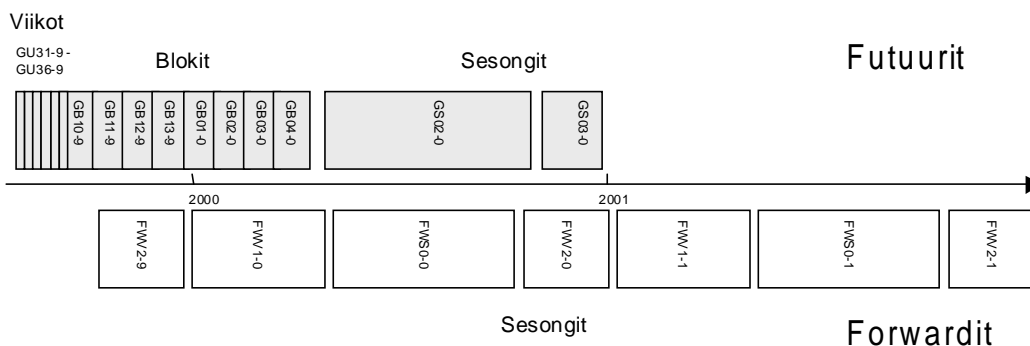
Kaupankäyntivaluuttana ELSPOT-markkinalla käy FIM, SEK, NOK sekä euro [NordPool 1999i]. Perusvaluuttana, eli valuuttana, jossa tarjoukset noteerataan, on kaupankäyntijärjestelmässä NOK. Toimijan niin halutessa NordPool eliminoi kaupankäyntikierron ja laskutushetken välisen valuuttariskin käyttämällä valuuttakonversiossa laskun eräpäivälle kohdistuvaa termiinkurssia [NordPool 1998].

Markkinoilla tehtävien kauppojen selvitystalona toimii NordPool ASA. Tällöin markkinaosapuolet toimivat ainoastaan NordPoolin kanssa ja NordPool vastaa kaikkien kaupan oikeuksien ja velvollisuuksien täyttämisestä. Absorboimansa riskin katteeksi NordPool vaatii markkinaosapuolilta vakuudet [NordPool 1998].

6.2 ELTERMIN

NordPoolin ELTERMIN on markkina vakioiduille finanssijohdannaisille. Johdannaisten kohde-etuuden hintana toimii ELSPOT-markkinan sähkön systeemihinta, eikä kaupan käynti johda sähkön fyysiseen toimitukseen, vaan kaupat selvitetään rahassa [NordPool 1999b]. Johdannaisten finanssiluonteesta huolimatta tuotteissa käytetään termejä toimitusaika ja -hintaa kuten fyysisissä johdannaisissa. Tällä hetkellä ELTERMINin tuotteita ovat enimmäkseen lähes neljän vuoden päähän ulottuvat futuurit ja forwardit. Lokakuun lopussa 1999 pörssissä otettiin kaupankäynnin kohteeksi myös vakioidut sähköoptiot [NordPool 1999g].

Pörssissä tehdään kauppaa futuurisopimuksilla päivien, viikkojen, blokkien ja sesonkien ajalle. Tuoterakenne on jonomainen siten, että viikkotuotteita vaihdetaan lähimmille 4–7 viikolle, neljän viikon blokkeja vajaan vuoden verran tulevaisuuteen ja sesonkeja blokkien jälkeiselle ajalle aina kolmeen vuoteen asti. Futuurien sesonkeja on vuodessa kolme, viikot 1 - 16, 17 - 40 ja 41 - 52/53. Tuoterakenteen jononaisuuden takia sesongit pilkkoutuvat toimitusajan lähestyessä ensin blokeiksi ja myöhemmin viikkotuotteiksi [NordPool 1999b]. Alkukesästä 1999 NordPool otti käyttöön myös 24 tunnin pituiset päiväfutuurit [NordPool 1999j]. Tällä hetkellä (1999 viikko 30) NordPoolissa vaihdetaan kuvan 24 mukaisia vähintään viikon pituisia futuurituotteita.



Kuva 24. ELTERMIN-markkinalla vaihdettavat vähintään viikon pituiset tuotteet lukuun ottamatta vuosiforwardeja.

Forward-tuotteina noteerataan NordPoolissa sesonki- ja vuosisopimuksia. Sesonkeja vaihdetaan enimmäkseen 9 kappaletta yhteensä kolmeksi vuodeksi eteenpäin ja vuosisopimuksia kolmelle seuraavalle vuodelle. Forward-sopimusten sesongit poikkeavat hieman futuurien vastaavista, sillä forwardien ensimmäinen sesonki, talvi 1, kattaa kuukaudet 1–4, toinen sesonki, kesä, kuukaudet 5–9 ja kolmas, talvi 2, kuukaudet 10–12. Forwardsesongit eivät pilkkoudu pienempiin sopimuksiin kuten futuurit, vaan niillä voidaan tehdä kauppaa aina toimituksen aloituspäivää edeltävään pörssipäivään asti. Vuosisopimukset kattavat koko

kalenterivuoden ja ne pilkkoutuvat kolmeksi sesongiksi juuri ennen toimituksen alkua [NordPool 1999b]. Kuvasta 24 selviävät myös tällä hetkellä vaihdettavat forwardisesongit.

Lokakuussa 1999 NordPoolin valikoimaan lisätyt optiot ovat eurooppalaisia ja aasialaisia optioita. Valikoimaan lisättyjen eurooppalaisten myynti- ja osto-optioiden kohde-etuutena on joko toinen kahdesta lähimmästä sesonkiforwardista tai toinen kahdesta lähimmästä vuosiforwardista. Optiot voidaan lunastaa vain kohteena olevan forwardin alkamiskaudelta edeltävän kuun kolmantena torstaina. Aasialaisten optioiden kohde-etuus on spot-hinnan aritmeettinen keskiarvo jollain kolmesta lähimmästä futuurien blokkisopimuksen pituisesta ajanjaksosta. Vertailuhinnanmääritysjakso alkaa optiolla käydyn kaupan loputtua ja selvitys tapahtuu NordPoolin puolesta automaattisesti. Myöhemmin pörssiin on tarkoitus tuoda forward-sesonkeja vastaavia aasialaisia sähköoptioita. NordPool päättää sekä eurooppalaisten että aasialaisten optioiden lunastushinnoista. Periaatteena on, että vaihdettavista optioista on saatavilla aina sekä lunastushinnaltaan alle että yli markkinahinnan olevia optioita. Sähkön spot-hinnan vaihdellessa NordPool tuo tarvittaessa markkinoille optioita uusin lunastushinnoin, siten että tämä ehto täyttyy [NordPool 1999h].

Kaikkien ELTERMIN-markkinalla tehtyjen kauppojen selvitystalona toimii NordPool ASA ja sen vaatimat vakuudet riippuvat toimijan vaihtamien tuotteiden suuruudesta [NordPool 1999b].

6.3 ELBAS

Aika ELSPOT-kaupankäyntikierroksen ja sähkön toimituksen välillä on pitkä, pisimmillään 36 tuntia. Tasesähkömarkkinoiden tehostamiseksi avasi EL-EX Sähköpörssi Oy 1.3.1999 ELBAS-markkinan. Tällöin fyysinen kaupankäynti pääsee jatkumaan mahdollisimman lähelle toimitustuntia. Tällä hetkellä kauppaa voidaan käydä Suomen ja Ruotsin tuntimarkkinoilla [EL-EX 1999].

Tuotteena ELBAS-markkinoilla on 1 MWh:n kiinteä sähkötoimitus yhden toimitustunnin aikana. Sekä Suomen että Ruotsin markkinoille on omat sarjansa. Sarjoja noteerataan kuluvalle vuorokaudelle aina kahteen tuntiin ennen toimitusta, sekä ELSPOT-kaupankäyntikierroksen jälkeisille seuraavan vuorokauden käyttötunneille siten, että maksimissaan kauppaa käydään 31 tunnille ja minimissään 7 tunnille. Kauppaa käydään sekä elektronisesti että puhelimen välityksellä [EL-EX 1999].

Kauppaa voidaan ELBAS-markkinalla käydä sekä Suomen että Ruotsin alueella. Valtakunnalliset kantaverkkoyhtiöt hoitavat maiden sisäisten kauppojen luomat siirron pullonkaulat vastaostoperiaatteen mukaisesti, mutta kantaverkkoyhtiöt eivät ole vastuussa maiden välisen rajasiirtoliikenteen tasapainottamisesta. Suomen ja Ruotsin välisestä siirtoka-

pasiteetista osa on varattu etukäteen ns. priorisoiduille käyttäjille ja loppukapasiteetti on muiden osapuolien käytössä [Fingrid 1999]. Kaupankäyntijärjestelmän tueksi on kehitetty siirtoverkon kapasiteetin seurantajärjestelmä, jonka avulla rajasiirtokapasiteettia pystytään reaaliaikaisesti seuraamaan. Tällä pyritään siihen, ettei kauppoja jouduta perumaan kuin selvissä inhimillisissä virhetilanteissa [EL-EX 1999].

ELBASin kaupankäynti- ja laskutusvaluutta on Suomen markkinalla aina markka ja Ruot-sissa kruunu. Yhtiö voi toimia kummalla markkinalla haluaa, mutta suomalainenkin osa-puoli käyttää kruunua vaihtaessaan ruotsalaisia tuotteita [EL-EX 1999]. Kuten ELSPOTis-sa, selvitystalona toimii NordPool ASA. ELBASin vakuusvaatimus on kolmen edellisen viikon kumulatiivinen netto-osto. Vakuudet ovat yhteiset ELSPOTin kanssa [EL-EX 1999].

6.4 OTC-markkinat

NordPoolin markkinoiden lisäksi sähkökauppaa käydään OTC-markkinoilla. OTC-markkinoilla käydään kahdenvälistä kauppaa sekä suoraan että suurten välittäjäyhtiöiden kautta. Välittäjillä on kaupan sekä vakioimiaan että eksoottisia osapuolten tarpeisiin tarkkaan sovitettuja tuotteita. Vaikka NordPoolin kauppa on kasvanut, liikkuu suurin osa fyysisestä sähköstä ja johdannaisista edelleen OTC-markkinoilla.

Yksistään suurin pohjoismainen välittäjäyhtiö Skandinavisk Kraftmegling välitti vuonna 1998 johdannaisia 130 TWh:n verran [SKm 1999], mikä ylittää reilusti NordPoolin vuoden 1998 johdannaiskaupan 89,1 TWh [NordPool 1999d]. Suomen sähkömarkkinoilla toimivista markkinapaikoista voidaan mainita Voimatori, joka hoitaa kahdenvälisten kauppojen ja NordPool-tuotteiden välitystä ja tarjoaa salkunhallintapalveluja sähköyhtiöille.

OTC-markkinoiden hyvä puoli on niiden likviditeetti. Vastapainona on riski vastapuolen kyvyttömyydestä täyttää sopimuksen velvoitteita, sillä oletusarvoisesti OTC-sopimuksia ei selvitetä välittäjän toimesta. Sopimuksia voidaan kuitenkin selvittää ulkopuolisessa selvitystalossa. Esimerkiksi NordPoolin alla toimiva Nordic Electricity Clearing (NEC) hoiti vuonna 1998 sopimusten selvittämistä 373,4 TWh:n arvosta [NordPool 1999d].

OTC-markkinoilla, kuten sähköpörssissä, tarvitaan tietoa markkinoiden kehityksestä. Niinpä NEC onkin tänä vuonna 5. toukokuuta ryhtynyt julkaisemaan tietoja selvittämiensä kauppojen hintatasosta ja volyyymistä [NordPool 1999f]. Tiedot julkaistaan päivittäisinä raporteina, jotka ovat vapaasti haettavissa NordPoolin ftp-palvelimelta *ftp://ftp.nordpool.no*.

7. Riskianalyysiä

Riskienhallinnan lähtökohta on kattava riskien tunnistaminen ja niiden realistinen arviointi. Riskien tunnistamista ja arviointia kutsutaan yhteisnimellä riskianalyysi. Hyvän riskianalyysin perusta on yrityksen toiminnan ja markkinan tunteminen ja sitä kautta tappion ja voiton mahdollisuuksien tunnistaminen.

Tavallisessa kielenkäytössä riskillä on hieman negatiivinen merkitys. Markkinariskistä puhuttaessa on silti muistettava, että se on kaksipuoleinen ja siihen sisältyy paitsi tappion, myös voiton mahdollisuus. Riski onkin epävarmuutta tulevasta tuotosta. Tutkittaessa riskiin vaikuttavia tekijöitä havaitaan riskin koostuvan kolmesta tekijästä: lähtöpositiosta, position herkkyydestä satunnaismuuttujien suhteen ja muuttujien vaihtelusta eli volatilitteetista [Kasanen et al. 1997]. Esimerkiksi yhtiön sähkönmyynnin riskit riippuvat lähtöpositiosta eli solmituista osto- ja myyntisopimuksista sekä omasta tuotannosta, herkkyydestä satunnaismuuttujien, kuten sähkön hinnan tai kulutuksen, suhteen ja satunnaismuuttujien volatilitteetista. Riskianalyysissä kaikki nämä tekijät on kyettävä tunnistamaan ja niiden vaikutus mittaamaan.

7.1 Riskin mittarit

Epävarmassa markkinatilanteessa tehdyillä päätöksillä on kahdenlaisia vaikutuksia. Päätöksillä vaikutetaan odotetun tuoton suuruuteen, tuoton hajontaan tai molempiin. Odotetun tuoton ja hajonnan perusteella muodostetaan yksilökohtainen havaittu riski, jonka perusteella päätöksiä tehdään. Havaitun riskin on todettu noudattavan seuraavia aksioomia: mitä suurempi odotettu tuotto, sitä pienempi havaittu riski ja mitä suurempi tuoton hajonta, sitä suurempi havaittu riski [Jia et al. 1999]. Riski koetaan siis pienemmäksi, jos tuotto kasvaa ja tuoton absoluuttinen hajonta pysyy samana, tai jos hajonta kasvaa. Riskienhallinnan periaatteena on saavuttaa haluttu odotettu tuotto mahdollisimman pienellä hajonnalla.

Tehokkaan riskienhallinnan yksi edellytys on tuottojen ja epävarmuuksien mittaaminen. Henkilökohtaisesti havaittu riski on yksi tapa mitata riskejä, mutta subjektiivisuutensa takia se ei sovellu suuren organisaation riskien mittaamiseen. Yritysten päätöksenteon tukena on oltava menetelmä arvottaa toimintavaihtoehdot jollain perustellulla, objektiivisellä ja intuitiivisesti selkeällä tavalla.

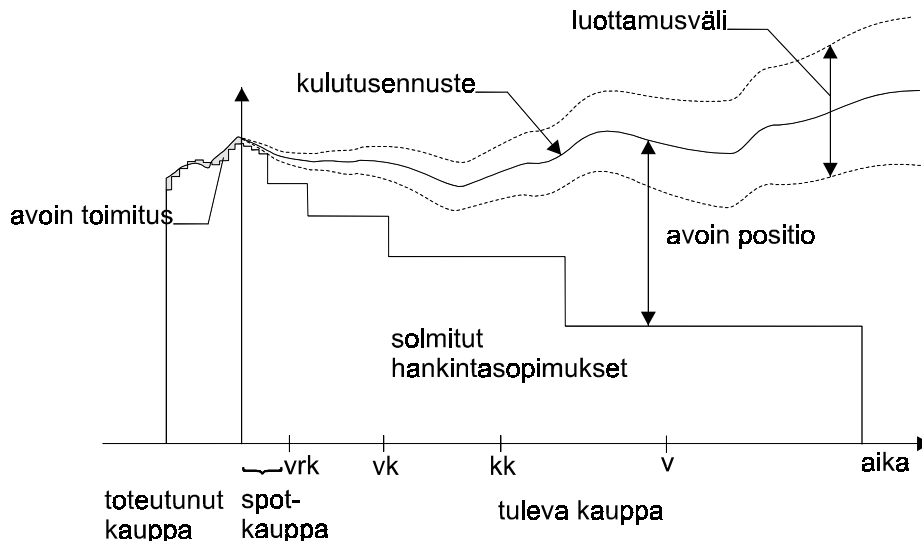
7.1.1 Avoin fyysinen positio

Sähköyhtiön toiminta on yksinkertaisimmillaan sähkön hankintaa ja sen myymistä eteenpäin. Sähköä voidaan hankkia itse tuottamalla tai ostamalla ja asiakkaina voivat olla loppu-

käyttäjät tai muut sähkömarkkinoiden osapuolet. Solmitut hankinta- ja myyntisopimukset sitovat kumpaakin osapuolta, joten helpoimmillaan markkinariskin hallinta on hankitun ja myydyin sähkömäärän tasapainottamista. Ennen Suomen sähkömarkkinoiden vapautumista hankinta hoidettiin pitkillä avoimilla tukkusopimuksilla [KTM 1999] ja myynti ennustettiin aikaisempaan kulutukseen pohjautuen. Yhtiön tehtävä oli tasapainottaa sähkön hankinta ja myynti näiden ennusteiden perusteella.

Markkinoiden vapautuessa asiakkaat ryhtyivät kilpailuttamaan sähköyhtiöitä ja yhtiöiden oli mukauduttava vaihtuvaan asiakaskuntaan ja tämän tuomaan uudenlaiseen kulutuksen epävarmuuteen. Asiakassopimusten epävarma jatkuminen vaikeuttaa kulutuksen ennustamista ja sitä kautta tuotannon ja suojautumisen suunnittelua, mutta sähkön hankinnan ja myynnin tasapaino, eli fyysinen positio, on edelleen hyödyllinen epävarmuuden mittari.

Fyysinen avoin positio muodostuu sähkön sovitun hankinnan ja ennustetun myynnin erotuksena, kuten kuvassa 25. Käyttöhetken lähestyessä avoin positio vähitellen pienenee, ja lopulta se katetaan spot-sähköllä ja avoimella toimituksella. Avoin toimitus voi määritelmän mukaan olla joko tarvittavan sähkön toimittamista tai ylijäämänsähkön vastaanottamista [Valtioneuvosto 1998]. Avoin positio voi olla hankinnasta ja kulutuksesta riippuen positiivinen tai negatiivinen. Toimija hyötyy markkinahintojen noususta, jos avoin positio on positiivinen, ja laskusta, jos positio on negatiivinen [Veikkola 1998].



Kuva 25. Jälleenmyyjän avoimen position kehittyminen.

Avoimen position muodostumisessa sekä suojaamisella että suojaamatta jättämisellä on merkitystä, ja avoin positio voi muodostua joko aktiivisilla toimilla tai niiden puutteella [Kasanen et al. 1997]. Mikäli esimerkiksi jälleenmyyjä pyrkii suojaamaan positionsa solmimalla hankintasopimuksia koko ennustetun myynnin verran, mutta kysyntä jääkin odotettua pienemmäksi, altistuu jälleenmyyjä suojauksesta huolimatta avoimelle positiolle.

Hankinnan ollessa suurempi kuin myynnin jälleenmyyjä hyötyy markkinahintojen noususta. Suojaamisessa on otettava huomioon, että suojaaminen tarkoittaa aina myös markkinanäkemyksen ottamista. Jos otetun näkemyksen tulosta ei seurata tarpeeksi aktiivisesti, voi suojaaminen lisätä riskiä ja tuottaa yhtiölle tappioita [Kasanen et al. 1997].

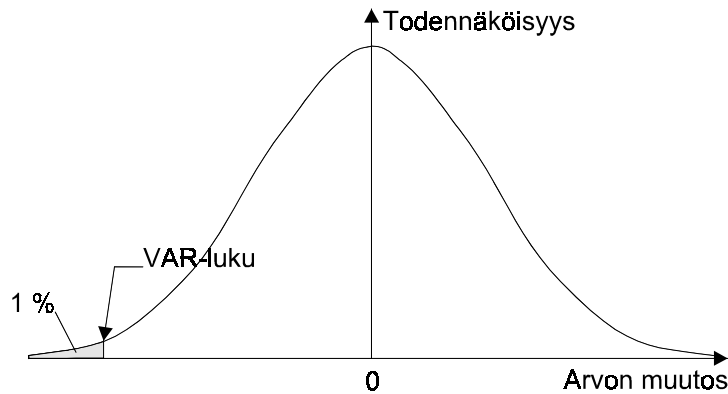
7.1.2 Position nykyarvo

Avoin fyysinen positio ei riitä sähkökauppaan liittyvien taloudellisten riskien mittaamiseen. Position avoin sähkömäärä on arvotettava rahaksi. Yksi keino on käyttää arvottamiseen ko. ajanjakson termiinihintaa. Tämä ei ole hyvä keino, sillä termiinin hinta ei välttämättä kerro mitään markkinoiden odotuksista tulevasta hintatasosta. Monilla muilla markkinoilla johdannaiset hinnoitellaan täysin sen hetkisen markkinoilta saatavan informaation ja arbitraasittomuusehtojen avulla ilman, että osapuolten näkemykset vaikuttavat hintaan. Sähkön huonon varastoitavuuden takia vastaavia suoria arbitraasittomuusehtoja ei sähkömarkkinoilla ole ja johdannaisten hinnoitteluun on käytettävä muita keinoja. Tällöin markkinanäkemykset voivat vaikuttaa hintatasoon.

Käytettävien finanssijohdannaisten vaikutus yhtiön talouteen on fyysisiä sopimuksia helpompi laskea. Toisin kuin fyysiset johdannaiset, standardoidut finanssijohdannaiset voidaan aina sulkea ostamalla vastakkainen johdannainen, jolloin kaikki johdannaiseen liittyvät oikeudet ja velvollisuudet siirtyvät pois yhtiöltä. Sulkemiskustannusta voidaan käyttää finanssiposition riskin mittarina. Epälikvideillä markkinoilla tai eksoottisilla johdannaisilla käytettäessä sulkemiskustannus voi kuitenkin olla hankala tai mahdoton määrittää.

7.1.3 Value-at-Risk

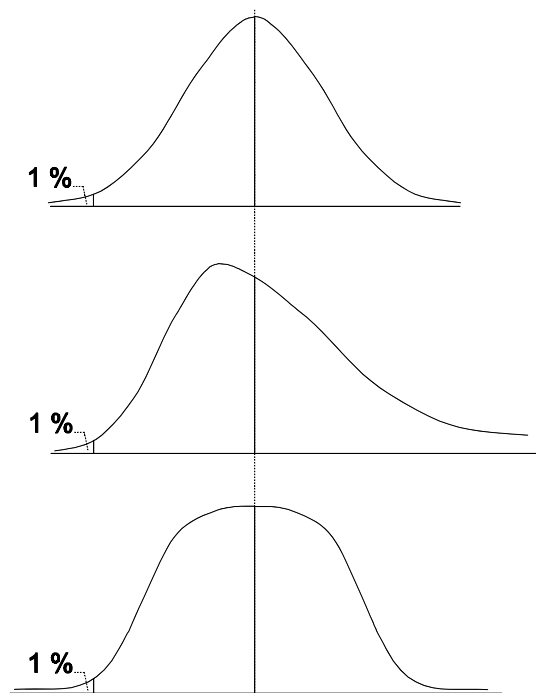
Muilla markkinoilla käytetyin riskin mittari on investointipankki J.P. Morganin tuotteistama Value-at-Risk eli VaR-analyysi. VaR-analyysissä mitataan markkinariskiä salkun arvon suurimmalla laskulla annetulla luottamustasolla ja aikajänteellä, ns. VaR-luvulla. Yhden prosentin viikon VaR-luku -1 milj. kertoo, että salkun arvo laskee 1 %:n todennäköisyydellä viikon aikajänteellä 1 milj. markkaa tai enemmän. 1 %:n VaR-luku on siis se kohta, jonka suuruinen tai suurempi salkun arvon lasku on yhden prosentin todennäköisyydellä. Tätä selvittää kuva 26.



Kuva 26. Salkun arvon muutoksen jakauma ja 1 %:n VaR-luvun määritelmä.

Vastaavasti voidaan 1 %:n VaR -1 milj. ymmärtää myös niin, että sadasta vastaavasta tilanteesta yhdessä salkun arvo laskee miljoonan tai sitä enemmän. VaR-lukuja voidaan antaa myös esimerkiksi 5 tai 10 prosentille. Mikäli ei haluta käyttää arvon muutokselle jotain tiettyä prosenttia, voidaan VaR-ajattelu kääntää toisin päin ja johto voi asettaa kiinteän rajan, jota suuremman arvon laskun todennäköisyyttä päätöksenteossa seurataan [Jauri 1997].

VaR-analyysin hyviä puolia ovat sen intuitiivinen selkeys ja tiivis esitystapa. Koko position riski voidaan esittää yhtenä lukuna. Tiiviydessä on kuitenkin se ongelma, että osa informaatiosta jätetään käyttämättä. Analyysi ei esimerkiksi ota huomioon jakauman muotoa, eikä jakauman "vasemmasta hännästä", eli siitä kuinka paljon tutkittavan salkun arvo voi laskea, tiedetä analyysin pohjalta mitään. Toisaalta myöskään mahdollisten arvonnousujen jakaumaa ei tiedetä, ja kuvan 27 mukaisesti monenlaisilla arvon muutosten jakaumilla voi olla sama VaR-luku [Jauri 1997].



Kuva 27. Erilaisia jakaumia, joilla on sama 1 %:n VaR-luku.

7.1.4 Stressitestit

Mikään yksittäinen riskin mittaamismenetelmä ei ole täydellinen. Menetelmien oletuksissa tai soveltamistavoissa voi olla puutteita, jotka jättävät tietyn tyyppiset markkinoiden muutokset huomiotta. VaR-analyysin ongelmia ovat esimerkiksi kurssien äkillinen suuri muutos, satunnaismuuttujien hankalasti kuvattavat jakaumat tai pysyvä radikaali muutos markkinoiden toiminnassa, kuten sähkömarkkinoiden vapautuminen oli. Skenaarioanalyysit ovat käyttökelpoisia tämän tyyppisten ilmiöiden vaikutusten kuvaamisessa, ja niitä kannattaakin käyttää muiden riskimittareiden kanssa. Periaate on, että mitä ei pystytä jollain riskimittauksella mittaamaan, sitä rajoitetaan toisella [Jauri 1997].

Stressitestit perustuvat katastrofiskenaarioihin ja niissä pyritään selvittämään, miten jokin äkillinen suuri muutos alla olevissa muuttujissa vaikuttaa tarkasteltavaan muuttujaan. Äkillinen muutos voi olla esimerkiksi voimalan rikkoutuminen, suurasiakkaan sopimuksen katkeaminen tai sähkön hintojen raju nousu. Tyypillistä näille kaikille on, että ne tapahtuvat ennakoimatta, eikä niitä siten voida ottaa huomioon historiatietoon perustuvissa menetelmissä.

Katastrofiskenaarioihin perustuvassa riskienhallinnassa määritellään riskienhallintaa varten tietyt standardiskenaariot ja niille maksimitappiot. Päätöksiä tehtäessä vertaillaan vaihtoehtoja näitä skenaarioita vastaan ja varmistetaan, ettei ennaltamääritetty maksimitappio ylitä.

Erityisen tarpeellisia riskinmittareita stressitestit ovat epälineaaristen instrumenttien, kuten optioiden, riskejä arvioitaessa. Epälineaarisuus voi nimittäin tehdä instrumentista huomattavan herkän riskitekijöiden muutoksille [Kasanen et al. 1997].

7.1.5 Herkkyysanalyysit

Herkkyysanalyysijä käytetään tärkeimpien riskitekijöiden etsimiseen. Analyysissä muutetaan tarkasteltavaan muuttujaan vaikuttavista tekijöistä yhtä kerrallaan ja lasketaan sen aikaansaama muutos. Jakamalla muutokset toisillaan saadaan tarkasteltavan muuttujan herkkyys alla olevan muuttujan suhteen ja vertailemalla näin laskettuja herkkyyksiä löydetään suurimmat riskitekijät.

Esimerkiksi johdannaisten hintojen tai portfolion arvon herkkyyttä eri tekijöille tavataan kuvata ns. kreikkalaisten avulla, jotka ovat portfolion derivaattoja näiden tekijöiden suhteen. Delta Δ on johdannaisen tai portfolion arvon muutoksen $\partial\Pi$ suhde kohde-etuuden arvon muutokseen ∂S muiden tekijöiden pysyessä samoina (kaava 8) [Pilipovic 1998].

$$\Delta = \frac{\partial\Pi}{\partial S} \quad (8)$$

Mitä suurempi delta, sitä herkempi portfolio on kohde-etuuden arvon muutoksille. Vastavasti vega V kuvaa herkkyyttä kohde-etuuden volatiliteetin muutokselle ja se määrittellään portfolion muutoksen $\partial\Pi$ ja kohde-etuuden, kuten spot-hinnan, volatiliteetin muutoksen $\partial\sigma$ suhteen (kaava 9) [Pilipovic 1998].

$$V = \frac{\partial\Pi}{\partial\sigma} \quad (9)$$

Theta θ on portfolion arvon muutoksen $\partial\Pi$ ja muutokseen kuluneen ajan ∂t suhde (kaava 10) [Pilipovic 1998].

$$\theta = \frac{\partial\Pi}{\partial t} \quad (10)$$

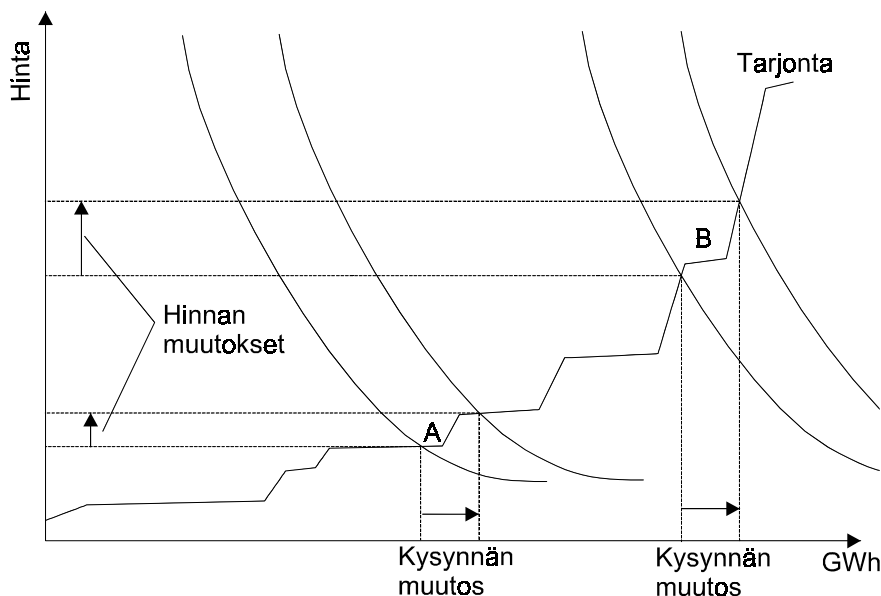
Rho on puolestaan portfolion arvon muutoksen $\partial\Pi$ ja riskittömän koron muutoksen ∂r suhde (kaava 11) [Pilipovic 1998].

$$rho = \frac{\partial\Pi}{\partial r} \quad (11)$$

Gamma Γ kuvaa deltan herkkyyttä kohde-etuuden hinnan muutokselle. Määritelmän mukaan gamma Γ on deltan muutoksen $\partial\Delta$ ja kohde-etuuden arvon muutoksen ∂S suhde, eli se on portfolion arvon toinen derivaatta kohde-etuuden hinnan suhteen (kaava 12) [Hull 1997, Pilipovic 1998].

$$\Gamma = \frac{\partial\Delta}{\partial S} = \frac{\partial^2\Pi}{\partial^2 S} \quad (12)$$

Yleisesti ottaen herkkyysanalyysit ovat hyviä riskitekijöiden löytämisessä, jos muuttujien riippuvuudet ovat lineaarisia tai lähes lineaarisia ja vaihtelut pieniä [Kasanen et al. 1997]. Sähkötarkkinoilla monien muuttujien volatilitteetti on suuri ja riippuvuudet epälineaarisia. Esimerkiksi sähkön markkinahinta riippuu eri tuotantotapojen erilaisten rajakustannusten vuoksi hyvin epälineaarisesti kulutuksen muutoksista, kuten kuvasta 28 nähdään. Sähkön hinnan muutokset ovat aivan eri luokkaa sen mukaan, ollaanko alueella A vai B.



Kuva 28. Sähkön hinnan herkkyys tarjontakäyrän eri osissa.

Herkkyysanalyysijä pitääkin tehdä jokaiselle tilanteelle erikseen. Ei riitä, että riskitekijät selvitetään herkkyysanalyysillä vain yhdellä hetkellä, vaan ne vaativat jatkuvaa päivitystä, jotta niistä olisi merkittävää hyötyä.

7.2 Markkinoiden mallintaminen

Riskimittareiden käyttämien ennusteiden ja muuttujien jakaumien mallintaminen on olennainen osa riskianalyysiiä. Markkinoiden käyttäytymistä pyritään selvittämään mm. historiaperusteisilla ja stokastisilla skenaariomalleilla. Näiden mallien avulla saadaan

laskettua estimaatteja muuttujien jakaumille, joita voidaan myöhemmin käyttää tuottojen hajontojen määrittämiseen.

7.2.1 Historiaperusteiset mallit

Historiaperusteisten skenaariomallien idea on käyttää skenaarioiden pohjana aikaisemmin sattuneista tapahtumista saatua dataa. Data voi olla esimerkiksi markkinahintoja tai sademääriä ja sen perusteella pyritään mallintamaan tarkasteltavan muuttujan käyttäytymistä. Tarkasteltavan muuttujan käyttäytymistä kuvaavan mallin ei tarvitse ottaa huomioon datan jakaumaa, vaan se käyttää vanhoja tapahtumia ikään kuin ne tapahtuisivat nykytilanteessa uudelleen. Näin esimerkiksi norjalaisen SINTEFin voimaloiden yhteiskäytön optimointiin kehittämää mallia [Haugstad & Rismark 1998, Flatabø et al. 1998] voidaan käyttää sekä nykyisen tilanteen optimoimiseen että erilaisten skenaarioiden ajamiseen [Qvickström 1999].

Historiaperusteisten mallien hyvä puoli on se, että havainnot ovat oikeaa mittausdataa. Analysoijan ei tarvitse väkisin sovittaa havaintoja normaali- tai muuhun jakaumaan, eikä estimoida satunnaisprosessien korrelaatioita [Jauri 1997]. Syötetyn historiadatan perusteella laskettuja tuloksia arvioidaan odotusarvojen, jakaumien ja muiden tunnuslukujen valossa. Myöskään tuloksien riippuvuuden satunnaismuuttujista ei tarvitse olla lineaarinen. Näin ollen malli havaintojen ja tulosten välillä voi olla jakaumasta riippumaton ja hyvinkin monimutkainen.

Historiaskenaarioiden hankaluus on useimmiten havaintojen vähyys. Tilastollisesti luotettavaan tulosten jakaumaan tarvittaisiin useimmiten havaintoja huomattavasti pidemmältä ajalta kuin on käytettävissä. Esimerkiksi SINTEFin rakennemallin vaatimia sademääriä ei ole kuin maksimissaan kymmenien vuosien ajalta. Toisaalta hyvin vanhojen havaintojen käyttöä voidaan pitää kyseenalaisena, sillä havaintojen kuvaaman prosessin parametrit ovat voineet muuttua, eivätkä historiasta saadut havainnot tällöin kuvaa prosessia oikein [Veikkola 1998]. Tämä ei liene ongelma sademäärän kaltaisessa datassa, jonka voidaan olettaa pysyvän vuosien mittaan keskimäärin samana, mutta esimerkiksi muutaman vuoden takaisilla sähkömarkkinoilla on tilanne ollut erilainen ja vanhojen markkinahintojen käyttöä historiallisessa skenaariossa pitää miettiä hyvin tarkkaan.

Historiallisten skenaarioiden tuloksia voidaan haluttaessa käyttää edelleen esimerkiksi VaR-lukujen laskemiseen. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon huono tilastollinen luotettavuus. Esimerkiksi 1 %:n VaR-lukua varten tarvitaan vähintään 100 skenaariota, joista huonoin tapaus kertoo 1 %:n VaR-luvun. Vastaavasti 5 %:n VaR-lukua varten tarvitaan 20 skenaariota. VaR siis saadaan näissä tapauksissa vain yhdestä havainnosta, joka voi olla virheellinen tai muuten poikkeava.

7.2.2 Stokastiset simulaatiot

Yksi monipuolisimmista nykyään käytössä olevista riskienhallinnan työkaluista on stokastinen eli Monte Carlo -simulaatio. Stokastisessa simulaatiossa tapahtumia mallinnetaan stokastisilla prosesseilla ja satunnaiskululla. Tarkasteltavien muuttujien odotusarvot ja jakaumat lasketaan suuresta määrästä simulointeja.

Stokastisessa simulaatiossa tarkasteltavan muuttujan, esimerkiksi portfolion arvon tekijöitä, kuten hintaa, mallinnetaan yleensä geometrisella Brownin liikkeellä tai keskiarvoa hakevalla prosessilla [Hull 1997]. Geometrisessa Brownin liikkeessä muuttujan arvon muutoksia kuvataan normaalisti jakautuneella satunnaismuuttujalla. Mallia käytetään rahoitusmarkkinoilla esimerkiksi optioiden hinnoitteluun, mm. Black-Scholesin eurooppalaisten optioiden hinnoittelukaavassa kohde-etuuden hinnan oletetaan olevan geometrisessa Brownin liikkeessä [Hull 1997]. Energiemarkkinoiden markkinahintojen kuvaamiseen geometrinen Brownin liike ei sovi, sillä näillä markkinoilla hinnan voidaan havaita heilahtelevan tietyissä rajoissa toisin kuin osakemarkkinoilla [Pilipovic 1998]. Keskiarvoa hakevassa prosessissa hinta heilahtelee satunnaisesti tietyn tasapainoarvon ympärillä, mutta ollessaan tasapainoarvon yläpuolella hintaan vaikuttaa termi, joka pyrkii viemään hintaa kohti tasapainoa. Vastaavasti tasapainohinnan alapuolella hinta pyrkii nousemaan takaisin tasapainoonsa [Pilipovic 1998].

Tarkasteltavaa muuttujaa kuvaavasta mallista huolimatta stokastinen simulaatio etenee samalla tavalla. Esimerksi johdannaisten hintojen laskemisessa erotetaan kolme askelta [Boyle et al. 1997]:

1. Simuloidaan johdannaisen arvoon vaikuttavien muuttujien käyttäytymistä mallin kuvaamalla satunnaiskululla tarkastellulla aikavälillä
2. Lasketaan johdannaisen nykyhetken diskontattu arvo
3. Lasketaan simulointien perusteella saatujen johdannaisen nykyarvojen keskiarvo.

Mikäli mallin stokastinen prosessi kuvaa tarkasteltavaa johdannaisen arvoa oikein, lähestyy simuloinneista laskettu keskiarvo johdannaisen arvoa, kun simulointien määrä kasvaa [Boyle et al. 1997]. Keskeisen raja-arvolauseen mukaan simuloinneista saadun estimaatin keskivirhe eli estimaatin ja oikean arvon keskimääräinen etäisyys pienenee kuten

$$\frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (13)$$

missä n on laskettujen simulaatioiden määrä. Estimaatti siis tarkentuu kohti portfolion arvoa simulaatiokertojen kasvaessa.

Stokastisen simulaation vahvin puoli on sen helppo mukautuvuus eri malleihin ja instrumentteihin. Johdannaisinstrumenttien hinnoittelukaavat, kuten mainittu Black-Scholes-hinnoittelukaava, eivät joko kuvaa todellisuutta tarpeeksi hyvin tai ovat monimutkaisia laskea. Stokastisella simulaatiolla nämä ongelmat vältetään, sillä muuttujia voidaan kuvata millä tahansa tilastollisella jakaumalla ja esimerkiksi epälineaariset optio-ominaisuudet voidaan helposti ottaa huomioon [Jauri 1997]. Stokastisen simulaation soveltamisesta sähköyhtiön portfolio-optimointiin on kirjoittanut Vehviläinen [1998].

Monimutkaisia systeemejä mallinnettaessa on stokastisen simulaation eduksi laskettava sen numeerinen tehokkuus. Tehokkuus muuttuu olennaiseksi, kun tarkasteltavaan muuttujaan vaikuttaa kolme tai useampia satunnaismuuttujia. Stokastisen simulaation vaatima laskenta-aika kasvaa lineaarisesti satunnaismuuttujien määrän mukana, kun taas useimmilla muilla menetelmillä kasvu on eksponentiaalista [Hull 1997].

Tästäkin huolimatta Monte Carlo -simulaatio on luonteeltaan laskentaintensiivinen ja sen tarkentuminen kohti odotusarvoa on hidasta. Jos tarkkuutta halutaan kaksinkertaistaa, nähdään kaavasta (13), että tarvittava laskentateho kasvaa nelinkertaiseksi. Vastaavasti 10-kertaiseen tarkkuuteen pääseminen edellyttää laskennan 100-kertaistamista ja menetelmä voi vaatia tuhansia simulaatioajoja jotta päästään toivottuun tarkkuuteen. Stokastisen simulaation tarkentumisen nopeuttamiseksi on esitetty monia tekniikoita, joita esittävät esimerkiksi Boyle et al. [1997]. Yhdessä halvan laskentakapasiteetin kanssa tämä on tehnyt stokastisesta simulaatiosta laajalti käytetyn menetelmän johdannaisten ja portfolioiden hinnoittelussa.

8. Sähköyhtiön riskienhallinta

Sähköyhtiöiden riskienhallinta on avautuneen kilpailutilanteen seurauksena uusien haasteiden edessä. Aikaisemmassa paikallisiin monopoleihin perustuvassa markkinatilanteessa sähköyhtiöt pystyivät sisällyttämään mahdolliset tappiot suoraan loppuhintoihin, jolloin yhtiöiden riskit jäivät vähäisiksi. Muuttuneen tilanteen seurauksena yhtiöt joutuvat miettimään riskienhallintansa uudelta pohjalta. Monissa sähköyhtiöissä riskienhallintapolitiikan päivitys on vielä kesken ja alan tietämys on hajanaista tai puutteellista. Seuraavassa keskitytään lähinnä kirjallisuuden perusteella markkina- ja volyyimiriskien hallintaan.

8.1 Lähtökohdat

Yksinkertaistettuna riskienhallinta on tulevan tuoton todennäköisyysjakauman tavoitteellista muuttamista, ei välttämättä kaiken riskin poistamista [Kasanen et al. 1997]. Tuoton jakaumaan voidaan vaikuttaa muuttamalla joko tapahtumien todennäköisyyksiä tai seurauksien kustannuksia [Karjalainen 1997]. Talousnäkökulmat vaikuttavat riskienhallintamenetelmien valintaan: riskienhallinta ei ole itsetarkoitus, vaan sen on oltava taloudellisesti kannattavampaa kuin hallitsematta jättäminen [Kasanen et al. 1997]. Riskiä ei kannata hallita, jos hallitsemiskustannukset ovat suuremmat kuin mahdolliset riskistä aiheutuvat tappiot. Riskienhallintamenetelmiä ovat mm. vakuuttaminen, hajauttaminen, lähtöaseman muokkaaminen sekä erilaisten johdannaisinstrumenttien käyttö.

Vakuutuksessa korvataan mahdollinen suuri tappio varmallalla pienellä tappiolla. Tyypillisesti vakuutus sopii yksipuolisten riskien torjumiseen, kun riski voi tuoda vain kustannuksia. Hajauttamisen idea on jakaa riski moneen osaan, jolloin kokonaisriski on pienempi kuin yksittäisen riskin tapauksessa. Hajauttamista voidaan käyttää esimerkiksi vastapuoliriskin pienentämiseen. Stora Enson voimalaitoksiensa myyntiaikeet [mm. Kauppalehti 1999] ovat esimerkki lähtöaseman muokkaamisesta. Yhtiön toiminnan lähtökohtaa muutetaan pitkällä tähtäimellä edullisemmaksi. Johdannaissia käyttämällä markkinariskin jakautumaa pystytään muuttamaan hyvin monipuolisesti.

8.2 Riskienhallintaprosessi

Yhtiön riskienhallintaprosessi voidaan jakaa Hamiltonin [1985] jaottelua mukaillen seuraaviin toimenpiteisiin:

1. Riskien tunnistaminen	}	<i>Riskianalyysi</i>
2. Riskien arviointi ja mittaaminen		
3. Tavoitteiden asettaminen	}	<i>Riskipolitiikan määrittäminen</i>
4. Hallintamenetelmien valinta		
5. Käytännön toteutus	}	<i>Käytännön riskienhallinta</i>
6. Prosessin seuranta ja kehittäminen		

Kaksi ensimmäistä vaihetta ovat riskianalyysiä, seuraavat kaksi yhtiön riskipolitiikan määrittämistä ja kaksi viimeistä riskipolitiikan toteutusta. Riskienhallinnassa olennaista on, ettei prosessi pysähdy, vaan riskienhallintakäytäntöjä päivitetään jatkuvasti.

8.2.1 Yhtiön riskianalyysi

Sähköyhtiön riskianalyysi aloitetaan riskien kartoittamisella ja tunnistamisella. Riskikartoitus voidaan tehdä omin voimin tai alan konsulttien avustuksella. Kummassakin tapauksessa kartoituksen tekijöiltä tarvitaan syvällistä sähkömarkkinoiden ja yhtiön toimintaympäristön asiantuntemusta. Riskitekijöitä kartoitettaessa on otettava huomioon paitsi välittömät ja välilliset tekijät, myös tekijöiden väliset korrelaatiot ja riippuvuudet.

Markkinariskien kannalta ensimmäinen tehtävä on sopimustilanteen tarkka selvittäminen. Selvitykseen kuuluvat yhtiön hankintatapojen, myyntitilanteen ja niiden tulevaisuudennäkymien kirjaaminen ja sen perusteella on voitava vastata kysymyksiin yhtiön altistumisesta valuutta-, hinta-alue-, vastapuoli- ja volyyimiriskeille. Erityistä huomiota on kiinnitettävä hankinta- ja myyntisopimusten pituuksien yhtenäisyyteen [Veikkola 1998]. Mikäli hankintasopimukset ovat paljon myyntisopimuksia pidempiaikaisia, voi yhtiö myyntisopimusten loppuessa altistua ylisuuren hankinnan vuoksi huomattavan suurelle avoimelle positiolle.

Sopimustilanteen eli ulkoisten riskitekijöiden selvittämisen jälkeen on tarkasteltava kriittisesti yhtiön sisäisiä toimintoja. Yhtiön toimintatapoihin ja -käytäntöihin liittyvien vaikutusten kartoittaminen sekä henkilöstön tiedon tason selvittäminen ovat osa operationaalisen riskin hallintaa. Vakiintuneet käytännöt, joiden vaikutuksia ei täysin ymmärretä, voivat johtaa epäoptimaalisiin ratkaisuihin tai riskien väärinarvioimiseen. Samalla tavoin puutteellinen taitotieto saattaa johtaa voittomahdollisuuksien menettämiseen.

Seuraavassa riskianalyysin vaiheessa arvioidaan ja mitataan tunnistetut riskit, niiden todennäköisyydet ja seurausten vaikutukset yhtiön toimintamahdollisuuksiin. Tässä voidaan käyttää hyväksi VaR-analyysiä, stressitestejä tai herkkyysanalyysyjä. Riskejä arvioitaessa on otettava erityisesti huomioon niiden väliset korrelaatiot ja seuraavuudet, sillä kerrannaisvaikutukset voivat aiheuttaa pieneltäkin tuntuvasta riskistä suuret kustannukset. Näin

selvitetään yhtiön odotettu tulos ja sen hajonta. Hyödyllistä tietoa ovat riskitekijöihin liittyvät aikaskaalat, eli miten nopeasti riskit realisoituvat ja voidaanko riskitekijöiden kasvua jotenkin tarkkailla.

Tehdyn riskikartoituksen avulla kannattaa riskipolitiikan määrittelyä varten määritellä muutama mahdollinen katastrofiskenaario, joilla yhtiön selviytymiskykyä voidaan mitata. Näitä standardiskenaarioita käytetään myöhemmin varsinaisessa riskienhallinnassa stressitesteinä ja ne ovat tärkeä lisä muuten historiatietoon nojaaville riskimittareille.

8.2.2 Riskipolitiikka

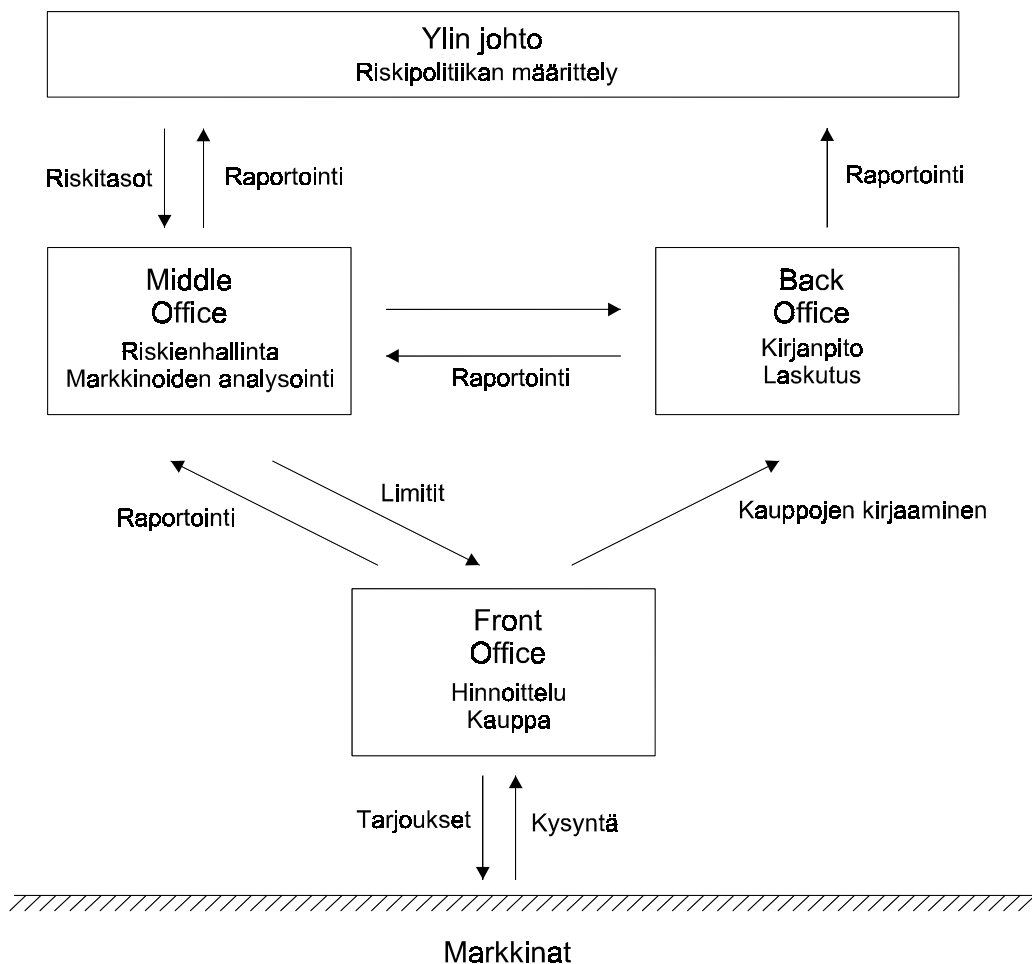
Riskien kartoittamisen ja arvioinnin jälkeen ylimmän johdon on päivitettävä yhtiön riskipolitiikka uutta tietoa vastaavaksi. Riskipolitiikan määrittelyyn kuuluvat sekä tavoitteiden että käytettävien riskienhallintakeinojen määrittely.

Riskitavoitteiden määrittely tehdään riskianalyysiin perustuen. Analyysin pohjalta voidaan erottaa yhtiön toiminnan kannalta merkittävät ja siten suojattavat riskit merkityksettömistä, jotka voidaan jättää suojaamatta ja omalle vastuulle. Tällöin on hyödyllistä kirjata muistiin syyt mahdollisille riskien sivuuttamisille, jotta myöhemmin tilanteen muuttuessa pystytään riskienhallinnan periaatteita niiden kohdalta helposti tarkistamaan [Jauri 1997]. Samassa yhteydessä päätetään aktiivisesti seurattavat riskit ja asetetaan niille riskitaso, jolla halutaan toimia. Tässä yhteydessä on muistettava, että useinkaan ei ole tarpeen eliminoida koko riskiä, sillä usein riskin vähentäminen pienentää myös odotettua tuottoa. Markkinariskin kohdalla riskienhallinnassa tarvittavan liikkumavaran turvaamiseksi on hyödyllistä määritellä sekä tavoite- että maksimiriskitaso. Sopimuksia tehtäessä pystytään silloin liikkumaan sähkökauppaosaston näkemyksen mukaisesti nollariskin ja maksimiriskin välissä [Jauri 1997].

Riskitaso voidaan määritellä monella eri tavalla. Vaihtoehtoina ovat esimerkiksi VaR-lukuihin perustuvat mittarit, stressitestien maksimitappiot tai yksittäisen sopimuksen maksimivolyymi. Riskitason määrittämiseen käytettäviä mittareita päätettäessä on kuitenkin sekä johdon että operationaalisten kaupankäyjien ymmärrettävä niiden merkitys, käyttömahdollisuudet ja heikot puolet, kuten juuri tietyn tyyppisten riskien huomioon ottaminen ja muiden riskien vähätteleminen. Olisikin pyrittävä käyttämään useampia mittareita, jotka yhdessä antaisivat mahdollisimman monipuolisen ja todenmukaisen kuvan riskitilanteesta.

Riskitason seuraamiseen käytettävien mittareiden valinta on osa riskinhallintamenetelmien valintaa. Lisäksi on päätettävä riskinhallinnan operationaalisesta toteutuksesta, eli miten sähkökauppaan liittyvät toiminnot jaetaan yhtiön sisällä ja mitä riskienhallinnan työkaluja käytetään riskeiltä suojautumiseen. Rahoitusmarkkinoilla yhtiöiden riskienhallinta tavataan jakaa kolmeen osaan [Kasanen et al. 1997].

Samanlaista jakoa ns. front, middle ja back officeen voidaan käyttää myös energiemarkkinoilla [Pilipovic 1998]. Front office -käsite pitää sisällään kaikki suoranaisesti kaupanteeseen liittyvät toiminnot, kuten asiakaskontaktit, hinnoittelun ja markkinoinnin. Tehtyään kaupan front office siirtää sen käsittelyn back officeen, joka pitää huolta kirjanpidosta, vakuuksista, laskutuksesta ja muusta sopimukseen liittyvästä jatkokäsittelystä. Middle office hoitaa kauppoihin liittyvän kokonaisriskienhallinnan, markkinoiden analysoinnin ja ennusteiden laatimisen [Pilipovic 1998]. Yrityksen ylin johto antaa varsinaisen kehyksen kaikelle riskialttiille toiminnalle määrittellen riskipolitiikan ja valvoen viime kädessä kokonaisriskien kehittymistä. Kuvassa 29 on esitetty yhtiön riskienhallintatoimintojen jako front, middle ja back officeen.



Kuva 29. Yhtiön työnjako kauppojen käsittelyssä.

Suojautumiseen käytettäviä instrumentteja, kuten johdannaisia, valittaessa on henkilöstön taitotieto avainasemassa. Esimerkiksi johdannaisia ei pidä käyttää, elleivät niiden hinnoitteluperiaatteet ole täysin selviä [Kasanen et al. 1997]. Sähkömarkkinoilla tämä pitää erityi-

sen hyvin paikkansa, sillä erityisluonteensa vuoksi sähköjohdannaisia ei hinnoitella kuten tavallisia kulutushyödykkeiden johdannaisia ja sähköjohdannaisten suuren volatiliteetin vuoksi riski tappioihin (ja myös voittoihin) on suuri.

Riskipolitiikan epäselvyydet ovat vakava operationaalinen riski, joten riskin minimoimiseksi ja seurannan helpottamiseksi riskipolitiikka tulee riskin määrittelyn jälkeen kirjata selkeästi riskikäsikirjaan ja saattaa kaikkien riskienhallintaan osallistuvien osapuolien tietoon.

8.2.3 Riskipolitiikan toteutus ja seuranta

Kun puitteet toimivalle ja ajankohtaiselle riskienhallinnalle on riskianalyysin teon ja riskipolitiikan päättämisen jälkeen luotu, pitää riskienhallintaa ryhtyä toteuttamaan suunnitellulla tavalla. Mikäli käyttöön otetaan uusia riskienhallintamenetelmiä tai riskimittareita, voi henkilöstön koulutus olla tarpeen. Myös salkunhallintaohjelmiston hankinta voi tulla kyseeseen.

Riskienhallinnan toteutumista seurataan yhtiön oman valvonnan ja raportoinnin avulla. Maailmalla suuriin tappioihin johtaneissa kaupoissa riskienhallinta on usein pettänyt näiden osa-alueiden kohdalla. Niinpä valvontaan ja raportointiin liittyen kaikkien riskienhallinnan osapuolien olisi oltava toisistaan riippumattomia, jolloin mahdolliset väärinkäytökset havaitaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Operatiivisesta riskienhallinnasta päättävien tahojen olisi tiedettävä yhtiön positio ja siihen liittyvät markkinariskit parhaimmassa tapauksessa reaaliaikaisesti. Lisäksi riskipolitiikan kanssa yhdenmukainen raportointi auttaa ylintä johtoa ja riskienhallinnasta vastaavia valvomaan määriteltyjen toimintaperiaatteiden käyttöä [Kasanen et al. 1997]. Valvonnan helpottamiseksi myös kaupankäyjien rajoi-
tukset on määriteltävä riskipolitiikan mukaisten riskimittareiden avulla [Jauri 1997].

8.3 Tapaus Kraftlots Europa

Ruotsissa keväällä 1997 tapahtunut energian hankintayhtiö Kraftlots European konkurssi on esimerkki riskienhallinnan välttämättömyydestä. Seuraavien kappaleiden tiedot ja analyysi perustuvat Veikkolan [1998] esittämään kuvaukseen yhtiön toiminnasta.

8.3.1 Yhtiön elinkaari

Vuonna 1995 päätti Kristianstadin kunta järjestää energiatoimintansa uudelleen vapautuneita sähkömarkkinoita vastaavaksi. Kunnallisesta energiayhtiöstä muodostettiin sähkö-

kaupasta vastaava C4 Energi AB ja verkkoliiketoiminnasta vastaava C4 Elnät AB. Yhdessä 13 muun yrityksen kanssa C4 Energi perusti hankintayhteenliittymän, joka omisti sähkön hankintayhtiö Kraftlots Europa AB:n.

Kraftlots turvasi sähkönhankintansa kiinteällä hankintasopimuksella, jollaisen se teki syksyllä 1995. Sopimus ulottui kevääseen 1996 ja sen yli-/alijäämä sähkö myytiin/ostettiin spot-markkinoilla. Vuodenvaihteessa 95/96 sähkön markkinahinta alkoi nousta, mutta Kraftlots ei alhaisempien hintojen toivossa suojannut toukokuun 1996 jälkeistä hankintaansa. Tässä vaiheessa Kraftlots palkkasi erään konsulttiyrityksen luomaan yhtiölle riskienhallintastrategian.

Toukokuussa 1996 Kraftlotsin hankintasopimuksen päättyessä markkinahinnat olivat edelleen erittäin korkeat. Pidempiaikaiset sopimukset olivat kuitenkin edullisempia, ja yhtiö päätti solmia korkeiden spot-hintojen pelossa useampivuotisen hinnanvarmistussopimuksen. Kraftlotsin tilaama riskienhallintastrategia valmistui syksyllä 1996 ja sen mukaan yhtiön sovitun hankinnan ja myynnin ero, eli avoin fyysinen positio ei saanut ylittää 100 GWh:a. Kraftlotsin myyntisopimukset olivat vuoden mittaisia, joten konsultti neuvoi yhtiötä sulkemaan 12 kk ylittävän osan pitkistä hankintasopimuksistaan. Konsultin neuvoa ei noudatettu, vaan yhtiö teki lisää enimmillään 5 vuoden pituisia hinnanvarmistussopimuksia. Sopimukset tehtiin suurimmaksi osaksi Norjan kruunuissa.

Vuoden 1997 alussa sähkön markkinahinta putosi nopeasti ja samalla Norjan kruunu vahvistui voimakkaasti Ruotsin kruunuun nähden, jolloin Kraftlotsin hinnanvarmistussopimukset osoittautuivat erittäin kalliiksi. Alhaisesta markkinahinnasta johtuen Kraftlots ei pystynyt siirtämään kustannuksia sähkön hintoihin, ja huhtikuussa 1997 yhtiön hallitus päätti asettaa yhtiön konkurssiin. Konkurssihetkellä tulevaisuuteen kohdistuneiden hinnanvarmistussopimusten markkina-arvo oli noin -180 Milj. kr.

8.3.2 Analyysi yhtiön toiminnasta

Jälkikäteen Kraftlotsin toiminnasta voidaan osoittaa monia puutteita, joita olisi systemaattisella riskienhallinnalla voitu välttää.

Kraftlotsin aloittaessa toimintansa sähköpörssi-toiminta oli Ruotsissa uutta ja tunnittainen dynaaminen sähkön hinnoittelu kahdenvälisiin sopimuksiin tottuneille vielä outoa. Spot-markkinoilla toimimiseen nähtiin liittyvän lähinnä lyhytaikainen hintariski, jolta suojauduttiin vanhasta tottumuksesta pitkäaikaisilla hinnanvarmistussopimuksilla.

Kraftlotsin tapauksessa yhtiö suojasi ensin hankintansa vuoden 1996 kevääälle, mutta jätti tämänjälkeisen hankintansa täysin auki. Koska tuolloiset myyntisopimukset ulottuivat han-

kintasopimuksia pidemmälle, oli yhtiöllä kevään 1996 jälkeen suuri avoin positio. Käytännössä tämä tarkoitti sähkön hinnalla spekulointia. Yhtiö ei ilmeisesti tiedostanut spekulatiotaan, sillä avoimen position muuttuminen tappiolliseksi hintojen nousun myötä ei saanut sitä varmistamaan hankintaansa.

Kun Kraftlots lopulta solmi pitkäaikaiset hinnanvarmistussopimuksensa keväällä 1996, se eliminoi lyhytaikaisen hintariskin altistamalla samalla paljon suuremmalle pitkäaikaiselle hintariskille. Vastoin teettämäänsä riskistrategiaa Kraftlots kasvatti avointa positiotaan, sillä solmittujen hinnanvarmistussopimusten volyyymi oli huomattavasti myyntiä suurempi. Tuotteiden osalta yhtiö ei sortunut liian monimutkaisiin suojauksiin, sillä sen käyttämät sopimukset olivat suurimmaksi osaksi tyypiltään yksinkertaisia futuureja ja forwardeja. Tässä tilanteessa olisivat kenties optiot olleet kuitenkin järkevämpi valinta. Kraftlotsilta puuttui myös aktiivinen valuuttariskin suojaus.

Hinnanvarmistussopimusten yksinkertaisesta rakenteesta huolimatta Kraftlots hankki ne pörssin ulkopuolelta, jolloin niitä ei arvotettu mark-to-market -periaatteella pörssin toimesta automaattisesti. Yhdessä Kraftlotsin oman puutteellisen position seurannan kanssa tämä johti siihen, ettei yhä kasvaviin tappioihin reagoitu ajoissa. Helppo ratkaisu seurannan toteuttamiseen olisi ollut sopimuskohtainen tappioraja, jonka ylittyessä positio olisi suljettu ja tappiot olisivat rajoittuneet ennalta määrätylle tasolle.

Yhteenvedona Kraftlotsin konkurssiin vaikuttaneista seikoista voidaan tunnistaa huono markkinatuntemus, väärä näkemys ja puutteellinen position seuranta.

9. Yhteenveto

Sähkömarkkinoiden raju muutos on tuonut sähköyhtiöille paljon uutta mietittävää. Aikaisemmasta staattisesta ja turvatusta tilanteesta on siirrytty nopeasti muuttuviin ja kilpailuihin markkinoihin, joilla onnistunut riskienhallinta on olemassaolon edellytys. Muuttunut tilanne on tuonut mukanaan paitsi lisää riskejä, myös uusia riskienhallinnan työkaluja, kuten sähköjohdannaisia, ja yhtiöt joutuvat näitä käyttäessään siirtymään pelkästä sähkötaseen hallinnasta sähkösalkun hallintaan.

Tilanne on uusi myös siinä mielessä, että aikaisemmasta poiketen monet riskit ovat kaksipuolisia ja ne voivat tuoda paitsi tappioita myös voittoja. Yksi tällainen voittomahdollisuuksia sisältävä riskikategoria on markkinariskit, jonka hinta-, hinta-alue-, valuutta- ja volyyimiriskit voivat olosuhteista riippuen tuoda myös voittoa. Markkinariskien hallinnan olennaisuutta korostaa sähkön hinnan suuri volatiliteetti, joka on seurausta hinnan riippuvuuksista säästä, tuotannosta, siirtokapasiteeteista, markkinoiden suurten toimijoiden liikkeistä ja yleisistä odotuksista.

Vastauksena sähkön markkinahinnan heilahteluille on markkinoille tullut sekä vakioituja että eksoottisia johdannaisia, joilla toimijoiden odotettua tuottoa ja sen jakaumaa pystytään muokkaamaan haluttuun suuntaan. Johdannaisten tarjonta muuttuu kysynnän mukaan, ja mikäli markkinoilla on tilaus jollekin uudelle instrumentille, löytyy sille todennäköisimmin myös myyjä ja välittäjä, kuten nähdään sähköoptioiden siirtymisessä OTC-markkinoilta pörssiin. Tämä vaatii riskienhallinnasta vastaavilta jatkuvaa markkinoiden seuranta ja kykyä hyödyntää uusia mahdollisuuksia. Toisaalta on tiedostettava toimintaan liittyvät riskit, osattava käyttää uusia riskienhallintatyökaluja oikein, mutta myös muistettava, että kaikki toimet, mukaanlukien toimimatta jättäminen, edustavat dynaamisessa markkinatilanteessa markkinanäkemyksen ottamista.

Markkinoiden riskin ja voiton mahdollisuudet ovat kytköksissä toisiinsa siten, että suuret riskit tuovat suuret voiton mahdollisuudet ja riskienhallinta onkin tuoton ja sen hajonnan suhteen optimoimista. Tässä optimoinnissa käytettyjä analysointityökaluja ovat mm. VaR-tekniikka ja skenaarioanalyysit, joiden perusteella on päätettävä, missä määrin riskien eliminoimiseen panostetaan. Riskienhallinta ei ole kaikkien havaittujen riskien eliminoimista, vaan taloudellisesti kannattavien ratkaisujen tekemistä riskien seurausten tai riskijakauman muuttamiseksi.

Riskienhallintapolitiikkaa ei pidä jättää teorian tasolle, vaan sen toteutumista on seurattava reaaliaikaisesti. Seurannassa on kiinnitettävä huomiota oman position arvon lisäksi myös toimintaprosessien valvontaan ja selkeyteen, ettei yhtiön operationaalinen riski pääse kasvamaan kestävämmäksi. Markkinainformaation perusteella riskienhallintapolitiikkaa on pidettävä ajan tasalla, ja tältä pohjalta yhtiön on luotava jatkuvasti päivittyvä riskienhallintapolitiikka, joka reagoi tarvittavalla nopeudella markkinoiden muutoksiin.

Lähdeluettelo

- Adato Energia Oy, Energia-alan Keskusliitto ry Finergy & Sähköenergialiitto ry Sener: Pikatilasto, elokuu 1999. <http://www.energia.fi/sahko/alahank2.html>
- Boyle, Phelim, Broadie, Mark & Glasserman, Paul. Monte Carlo methods for security pricing. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, s. 1267–1321, 1997.
- Cox John C. & Rubinstein, Mark. *Options Market*. Prentice-Hall, 1985. 498 s. ISBN 0-13-638205-3
- EL-EX: ELBAS. EL-EX Sähköpörssi Oy, 1999. Esite.
- Fingrid Oyj: Kotisivut. 1999. <http://www.fingrid.fi/>
- Flatabø, Nils, Haugstad, Arne, Mo, Birger & Fosso, Olav B. Short-term and Medium-term Generation Scheduling in the Norwegian Hydro System under a Competitive Power Market Structure. *Electrical Power Systems Operation Management EPSOM'98*, Zurich, 1998.
- Hamilton, Gustaf. *Detta är Risk Management*. Studentlitteratur, Lund, 1985. 170 s. ISBN 91-44-44281-5.
- Haugstad, Arne & Rismark, Ole. Price Forecasting in an Open Electricity Market based on System Simulation. *Electrical Power Systems Operation Management EPSOM'98*, Zurich, 1998.
- Hull, John C. *Options, Futures and Other Derivatives*. 3rd ed. Prentice Hall International, 1997. 572 s. ISBN 0-13-264367-7.
- Jauri, Osmo. *Riskienhallinta uudesta näkökulmasta*. Kauppakaari, Helsinki, 1997. 301 s. ISBN 951-640-946-6.
- Jia, Jianmin, Dyer, James S. & Butler, John C. Measures of Perceived Risk. *Management Science*, Vol. 45, No. 4, April 1999, s. 519–532.
- Karjalainen, Laura. *Riskienhallinta sähkökaupassa*. TKK, Konetekniikan osasto, diplomityö, 1997. 68 s.
- Kasanen, Eero, Lundström, Thomas, Puttonen, Vesa & Veijola, Risto. *Rahoitusriskit yrityksissä*. SVH Coopers & Lybrand Oy, 1997. 288 s. ISBN 951-0-20451-X
- Kauppalehti. *Stora Enso karsastaa voimalaitosten myyntiä vakuutusyhtiöille*. Kauppalehti 25.8.1999.
- Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM). *Pitkien tukkusähkösopimusten vaikutukset sähkön vähittäismyynnin kilpailutilanteeseen*. Selvitysmiesten raportti, laatijat Seppo Kärkkäinen

ja Arto Rajala. Kauppa- ja teollisuusministeriö, tutkimuksia ja raportteja 7/1999, Helsinki, 1999. 179 s. ISBN 951-739-434-9

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) & Sähköenergialiitto ry SENER. Sähkömarkkina-
barometri 1999. <http://lehdisto.energia.fi/sener/%23164310>

Nordel. Nordel Statistics, 1999. <http://www.nordel.org/eng/0/f4.htm>

NordPool. 1999a. NordPool ASA. NordPool – The Nordic Power Exchange. Kotisivut,
1999. <http://www.nordpool.no/>

NordPool. 1999b. NordPool ASA. Eltermin – The Financial Market. Esite, 1999.

NordPool. 1999c. NordPool ASA. West Denmark is now listed on The Nordic Power
Exchange. Lehdistöiedote nro 17/1999, 30.6.1999.
http://193.69.80.130/menu4/m4_2117-99.htm

NordPool. 1999d. NordPool ASA. 1998 Annual report. Vuosikertomus.
<http://www.nordpool.no/eng98/index.html>

NordPool. 1999e. NordPool ASA. The Elspot systemprice. Lehdistöiedote nro 18/1999,
7.7.1999. http://193.69.80.130/menu4/m4_2118-99.htm

NordPool. 1999f. NordPool ASA. OTC-information from Nord Pool. Lehdistöiedote nro
11/1999, 23.4.1999. http://193.69.80.130/menu4/m4_2111-99.htm

NordPool. 1999g. NordPool ASA: The Nordic Power Exchange: First in Europe with
power options. Lehdistöiedote nro 24/1999, 29.10.1999.
http://193.69.80.130/menu4/m4_2124-99.htm

NordPool. 1999h. NordPool ASA. Eloption. Esite, 1999.
<http://193.69.80.130/FTP/options-en.doc>

NordPool. 1999i. NordPool ASA. ELSPOT - expanding the exchange service with euro.
Nord Pool tiedote nr. 2/1999. 10.2.1999. http://193.69.80.130/menu4/m4_5402-99.htm

NordPool. 1999j. NordPool ASA. Trading in financial Day-contracts (24 hour contracts).
Nord Pool tiedote nr. 24/1999. 31.5.1999. http://193.69.80.130/menu4/m4_5424-99.htm

NordPool & APX .1999. NordPool ASA & Amsterdam Power Exchange NV. APX and
Nord Pool into European Electricity Futures. Yhteinen lehdistöiedote nro 22/1999
(NordPool), 8.10.1999. http://193.69.80.130/menu4/m4_2122-99.htm,
<http://www.apx.nl/workarpress.htm>

NordPool. 1998. NordPool ASA. The Elspot Market, The Spot Market. Esite, 1998.

NordPool. 1997. NordPool ASA. Annual report 1996. Vuosikertomus.
<http://193.69.80.130/eng96/index.htm>

Peuranen, Pasi & Kiviniemi, Jukka. Sähköyhtiön toimintaprosessit ja tietojärjestelmät avoimilla sähkömarkkinoilla. VTT Tietotekniikka, TESLA-raportti nro 13/1999, Espoo, 1999. 60 s.

Pilipovic, Dragana. Energy Riski – Valuing and Managing Energy Derivatives. McGraw-Hill, 1998. 248 s. ISBN 0-7863-1231-9

Qvickström, Tomas. Sähköoptioiden hinnoittelu rakenteellisen mallin avulla. TKK, Teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto, diplomityö, 1999. 93 s.

Silvennoinen, Tapio. Kilpailuttaminen sähkömarkkinoilla. ETLA Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, keskusteluaiheita nro 659, Helsinki, 1999. 48 s. ISSN 0781-6847

Skandinavisk Kraftmegling AS(SKm). Skandinavisk Kraftmegling AS. Kotisivut, 1999.
<http://www.skm.se/>

Tamminen, Eero & Wahlström, Björn. Suomen sähköjärjestelmän varakapasiteetti ja varmuus sähkömarkkinoiden vapautuessa. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 132/1995, Helsinki, 1995. 53 s. ISBN 951-739-112-9.

Tilastokeskus: Suomi lukuina; Maakuntien pinta-ala ja väestö, 1999.
<http://www.stat.fi/tk/tp/tasku/vaes2su.html>

Valtioneuvosto. Laki Sähkömarkkinalain muuttamisesta 1998, 438/1998.

Valtioneuvosto. Laki Sähkömarkkinalain muuttamisesta 1999, 466/1999.

Vehviläinen, Iivo. Risk management in electricity markets. TKK, Teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto, diplomityö, 1998. 73 s.

Veikkola, Miikka. Markkinariski ja sen hallintamenetelmät vapailta sähkömarkkinoilla. TKK, SähkötökniiKAN osasto, diplomityö, 1998. 115 s.