

Kandidaatintyö
Jonni Laine
0296075

10.2.2010

Siirtorajoitusten vaikutuksia sähkömarkkinoiden toimintaan

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Sähkötaseiden hallinta.....	4
2.1	Sähkönkulutuksen ennustaminen	4
2.1.1	Sähkönkulutukseen vaikuttavat tekijät.....	4
2.1.1.1	Kausivaihtelun ja ilmastollisten tekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen	4
2.1.1.2	Markkinatekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen.....	5
2.1.1.3	Muiden tekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen.....	6
2.2	Tehotasapainon ylläpito	6
3	Säätösähkömarkkinat	7
3.1	Tarjous säännöt.....	8
4	Fyysinen sähköpörssi kauppa.....	9
4.1	Kysyntä ja tarjonta.....	10
4.2	Kysyntä ja hintajousto	10
4.3	Tarjonta	11
4.4	Tarjontakäyrän siirtyminen	11
4.5	ELSPOT hinnan muodostuminen.....	11
5	Pullonkaulat, eli siirtokapasiteetti rajoitukset	12
5.1	Pullonkaulojen hallinta.....	12
5.2	Siirtoyhteyksien kehittäminen	14
6	Pullonkaulojen vaikutus sähkömarkkinoiden toimintaan	15
6.1	Pullonkaulatulot.....	16
6.2	Suomen ja Ruotsin väliset siirtoyhteydet	17
6.3	Rajasiirtojen hallinta.....	18
6.3.1	Siirtojen hallinnan periaatteet pohjoismaisilla yhteyksillä	19
6.3.2	Siirtokapasiteetin määrittämisen kriteerit	20
6.3.2.1	Jännite	20
6.3.2.2	Vaimennus	21
6.3.2.3	Kuormitettavuus	21
6.3.2.4	Taajuus.....	21
6.4	Siirtokapasiteettia rajoittavat tekijät	21
7	Siirtorajoitusten vaikutus säätösähkömarkkinoiden toimintaan	23
7.1	Suomen ja Ruotsin välisten siirtorajoitusten vaikutuksia säätösähkötarjousten määrään... 23	
7.2	Suomen ja Ruotsin välisten siirtorajoitusten vaikutus säätösähkön hintaan	25
8	Loppupäätelmät.....	27
	Lähdeluettelo.....	28

1 Johdanto

Sähkömarkkinat eroavat keskeisesti muista hyödykemarkkinoista sähkön erikoisen luonteen ja siirto ominaisuuksiensa takia. Siirtoyhteysien rakentaminen on erittäin kallista ja hidasta, lisäksi se usein vaatii myös raskaita poliittisia päätöksiä. Valtioiden sisäiset siirtoverkot ovat alun perin suunniteltu vain oman maan tarpeita silmälläpitäen, joten ylikansalliset sähkömarkkinat ovat aiheuttaneet ongelmia energian siirtoyhteysien riittävyteen. Rajallinen siirtokapasiteetti rajoittaa yhteispohjoismaisten markkinoiden vapaata toimintaa ja näin ollen asettaa haasteita tasapuolisen kilpailuasetelman ylläpitämiseen. Siirtorajoitustilanteissa markkinoita ohjataan keinotekoisilla hinta-alueilla, joilla turvataan sähkön riittävyys sekä markkinoiden toimivuus. Työssä keskitytään Suomen ja Ruotsin välisten siirtorajoitusten aiheuttamiin toimenpiteisiin ja vaikutuksiin sähkömarkkinoilla, erityisesti vaikutuksiin säätösähkökauppaan.

Työn alussa käsitellään sähkötaseiden hallintaa ja muita siirtorajoituksiin keskeisesti vaikuttavia tekijöitä. Koska siirtorajoitukset vaikuttavat olennaisesti pörssihinnan muodostumiseen, tutustutaan alussa myös sähköpörssikauppaan ja sen keskeisiin työvälineisiin. Tämän jälkeen käsitellään itse siirtorajoituksia ja rajasiirtoja, keskittyen Suomen ja Ruotsin välisiin yhteyksiin. Viimeisen pääotsikon alla on esitelty aineiston analyysituloksia ja päätelmiä. Tarkastelu aineisto on peräisin vuodelta 2008, ollessaan työn aloittamisajankohtana uusinta saatavilla olevaa tietoa.

Lähteinä työssä on käytetty viranomaisten toimittamia julkaisuja, Fingrid Oyj:n (jatkossa Fingrid) julkaisuja, oppikirjoja ja diplomitöitä. Kaikki tutkimuksessa käytetty aineisto on peräisin Fingridin ja Nord Pool Spotin julkisilta internetsivuilta.

2 Sähkötaseiden hallinta

Sähkötaseiden hallinnan tärkein tehtävä on säilyttää valtakunnallinen tehotasapaino. Sähkön varastointi on vaikeaa, suuressa mittakaavassa käytännössä mahdotonta. Tästä syystä sähköntuotannon on vastattava sähkönkulutusta joka hetki. Sähkönkulutuksen ennustaminen on siis erittäin tärkeää.

2.1 Sähkönkulutuksen ennustaminen

Tarkka kulutusennuste on sähköjärjestelmän häiriöttömän toiminnan kannalta tärkeää. Kulutusennuste on yksi tasehallinnan perustyökaluista ja näin ollen tärkeässä roolissa tehotasapainon ylläpidossa. Ennusteen avulla voidaan ennakoida monia verkonkäyttöön ja energiantuotantoon liittyviä päätöksiä jo etukäteen. Kulutusennusteen laskenta ei rajoitu vain Suomen rajojen sisäpuolelle, vaan se on tärkeä työkalu myös rajasiirtojen hallintaan. Fingrid julkaisee päivittäin julkisen kulutusennusteen kotisivuillaan. Kulutusennuste perustuu Fingridin käytönvalvontajärjestelmän mittaustietoihin, lämpötilahistoriaan ja lämpötilaennusteisiin. (<http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi-/sahkomarkkinat/kultusenuste/>). (Fingrid 2009)

2.1.1 Sähkönkulutukseen vaikuttavat tekijät

Sähkönkulutus on sähköverkkoon kytkettyjen laitteiden kuluttaman energian ja häviöenergian summa. Kantaverkkotasolla verkkoon kytkettyjen laitteiden määrää voidaan pitää vakiona, näin ollen kulutusvaihtelut muodostuvat näiden laitteiden hetkittäisestä tehontarpeesta. Sähkönkulutukseen vaikuttavat tekijät voidaankin jakaa karkeasti neljään osa-alueeseen, joita ovat kulutuksen normaali kausivaihtelu, ilmastolliset tekijät, markkinatekijät ja muut tekijät. (Petsalo 2008)

2.1.1.1 Kausivaihtelun ja ilmastollisten tekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen

Ilmastollisista tekijöistä suurin vaikuttaja sähkönkulutukseen on lämpötilan muutos. Lämpötilan vaikutus kulutukseen johtuu lämmitystarpeen muutoksista. Muita kulutukseen vaikuttavia ilmastollisia tekijöitä on auringon valovaikutus, tuulisuus, pilvisuus, sateisuus ja ilmanpaine ja -kosteus.

Pohjoismaissa lämpötilan muutokset ovat erittäin suuria, näin ollen myös lämmitystarve vaihtelee suuresti. Lämpötila vaihtelee vuodesta, vuodenajasta, kuukaudesta, päivästä ja tunnista riippuen. Talvikuukausina lämpötilan vaikutus kulutukseen on suurimmillaan, koska kylmäilma kasvattaa

lämmitystarvetta. Rakennusten lämmitystarve riippuu suoraviivaisesti ulkolämpötilasta. Erään tilastollisen analyysin mukaan lämpötilan lasku yhdellä Celsiusella lisää lämmitystarvetta pelkästään Suomessa noin 80 MW:lla. Suuri kulutuksen nousu johtuu rakennusten lämmittämisen lisäksi erilaisten sähkökäyttöisten lämmittimien käyttöönotosta kun lämpötila putoaa pakkasen puolelle. Tällaisia lämmittimiä ovat esimerkiksi autojen lohko- ja sisätilalämmittimet, sulana pitoon käytettävät lämmittimet sekä rakennusten lisälämmittimet. Vuorokauden sisäiset lämpötilan muutokset ovat suurimmillaan keväällä ja syksyllä, talvella ei vuorokauden ajalla ole suurta vaikutusta kulutukseen. Lämpötilan muutoksiin vaikuttaa pääasiassa ilmassojen ominaisuudet, etenkin talvella ilmassojen liikkeillä on suuri vaikutus lämpötilaan.

Aurinko vaikuttaa ratkaisevasti ilman lämpöön, etenkin keväisin auringon lämpösäteily nostaa lämpötilaa. Tästä syystä keväisin lämpötilan vaihtelut voivat olla hyvinkin suuria. Lämpötilan lisäksi aurinko vaikuttaa suuresti valaistuksen tarpeeseen. Valaistuksen aiheuttama kulutus riippuu paljon auringon lasku- ja nousuajoista sekä myös pilvisyydestä.

Muiden kuin lämpötilan ja auringon lasku- ja nousuaikojen vaikutusta lämpötilaan on huomattavasti vaikeampaa analysoida. (Energiateollisuus 2009; Petsalo 2008)

2.1.1.2 Markkinatekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen

Sähkömarkkinoiden yleisesti tiedostettu ongelma on hintajouaston vähäisyys. Eli hinnalla ei ole tarpeeksi suurta vaikutusta sähkön kysynnälle, kuten terveillä markkinoilla tulisi olla. Kuitenkin pitää muistaa että sähkö on kulutushyödyke, eikä kysyntä näin ollen pysty joustamaan samaan tapaan kuin monilla muilla hyödykkeillä. Energiaintensiivisellä teollisuussektorilla kysynnässä on kuitenkin havaittavissa joustoa suhteessa spot-hintaan, suurin kulutus pyritään keskittämään ennakoituihin edullisiin tunteihin. Hintajouaston vaikutukset kulutukseen ovat kuitenkin usein lyhyitä ja ne vaikuttavat pääasiassa vuorokauden sisällä tapahtuvaan kulutuksen vaihteluun. Yksityisellä sektorilla joustoa ei juuri ole, mikä johtuu yksityisasiakkaiden sähkösopimustyypeistä ja kulutuksen luonteesta. Kuvassa 1 on selvennetty spot-hinnan ja kulutuksen välistä yhteyttä, tarkastelua ei kuitenkaan voida pitää yleispätevänä. (Petsalo 2008)



Kuva 1: Spot-hinta on tunnilla kahdeksan noin 200€/MWh, kysyntä joustaa kyseisellä tunnilla noin 200 MW. (Petsalo 2008)

Suomen suurin sähkön käyttäjä on teollisuus, teollisuuden työnseisaukset ja lakot näkyvät merkittävästi kokonaiskulutuksessa ja ovat näin ollen tärkeitä huomioida kulutusennustetta tehtäessä.

Edellä mainitut markkinatekijät ovat lyhytvaikutteisia. Pitkällä tähtäimellä vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi yleinen markkinatilanne ja suhdanteet. Näiden niin sanottujen pitkävaikutteisten tekijöiden vaikutus näkyy parhaiten tarkasteltaessa kulutuksen vuosivaihtelua. Sähkön spot-hinta pitkävaikutteisena tekijänä ei vaikuta suoranaisesti teollisuuden sähkönkulutukseen. (Petsalo 2008)

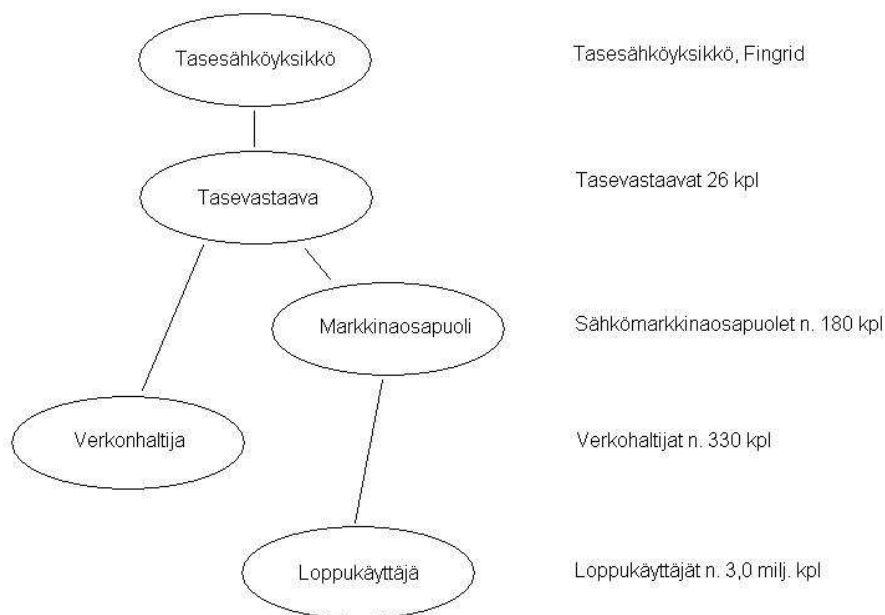
2.1.1.3 Muiden tekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen

Muiden kuin edellä mainittujen tekijöiden vaikutus sähkönkulutukseen on melko satunnaista ja niiden huomioiminen kulutusennusteessa on vaikeaa. Muita kulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi teollisuuslaitosten ja sähköverkon sisäiset ennalta arvaamattomat viat ja häiriöt. (Petsalo 2008)

2.2 Tehotasapainon ylläpito

Vaikkakin ennustamista tehdään kehittyneillä historiadataan ja lämpötiloihin perustuvilla menetelmillä, ei ennuste ole koskaan täysin identtinen toteutuneen kulutuksen kanssa. Toteutuneen tuotannon ja kulutuksen väliin jäävää energiaa kutsutaan yli- tai alijäämäksi, riippuen siitä onko energiaa tuotettu liikaa, vai liian vähän. Yli- tai alijäämä poistetaan tasesähköllä, jonka toimittaa avointoimittaja. Sähkömarkkinalaki edellyttää että jokaisella sähkömarkkinoilla operoivalla

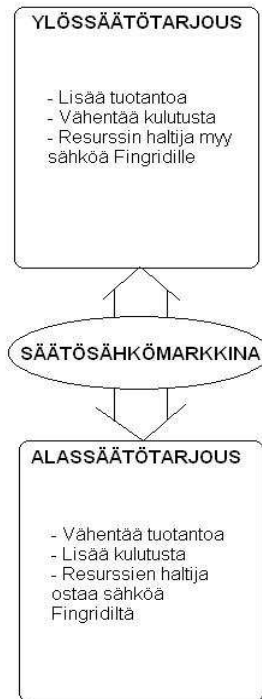
toimijalla on oltava avointoimittaja, joka sitoutuu toimittamaan asiakkaallensa energiaa toteutuneen kulutuksen mukaisesti. Korvaukset tasesähkön käytöstä hoidetaan aina oman avointoimittajan kanssa. Suomessa avointoimittajien ketjussa on korkeimmalla Fingrid, joka on siis hierarkiassa edellisten, eli tasevastaavien avointoimittaja. Ja näin siis viime kädessä vastaa tehotasapainosta, tilannetta selventää kuva 2. Tunnin sisällä tehotasapainoa ylläpidetään automaattisella primäärisäädöllä tai Fingridin erikseen tilaamalla sekundäärisäädöllä. Primäärisäätönä aktivoituu aina vähintään 0,1 Hz:n taajuuspoikkeamalla 125 MW taajuudensäätöreserviä. (Partanen 2007)



Kuva 2: Avointen toimitusten ketju. (Fingrid 2009)

3 Säätösähkömarkkinat

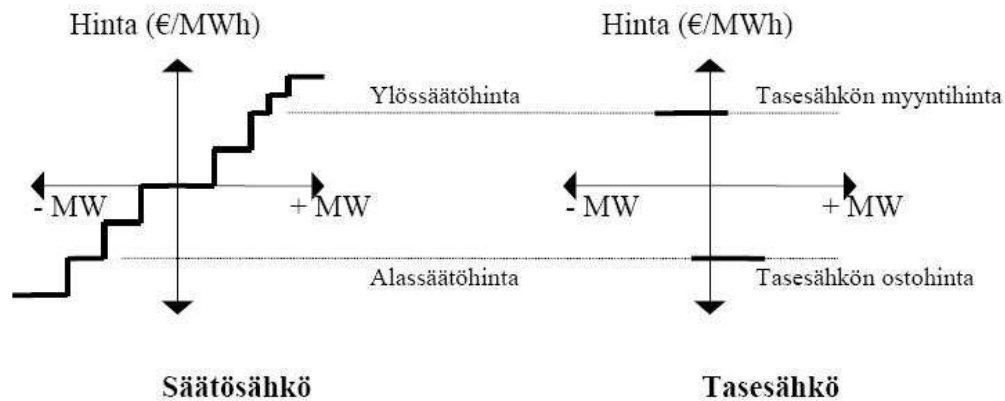
Koska Fingridillä ei ole tarpeeksi omaa säätökapasiteettia tehotasapainon ylläpitämiseksi, se ylläpitää suomalaisia säätösähkömarkkinoita jotka ovat osa suurempaa yhteispohjoismaista säätösähkömarkkinaa. Säätösähkömarkkinoilla toimintaan oikeutetut tuotannon ja kuorman haltijat voivat antaa säätötarjouksia säätökykyisestä kapasiteetistaan, parhaiten tähän soveltuu vesivoimalaitokset joiden tehon muutokset voidaan toteuttaa nopeasti. Tasevastaavien kanssa tehty tasepalvelusopimus antaa oikeuden osallistua säätösähkömarkkinoille ja muiden säädettävän kapasiteetin haltijoiden kanssa voidaan tehdä erillinen säätösähkömarkkinasopimus. Tarjoukset voidaan tehdä joko ylös – tai alassäädöstä, kuvassa 3 on selvennetty ylös – ja alassäätötarjouksien erot. (Fingrid 2009; SSMS 2009)



Kuva 3: Säättösähkömarkkinoiden tarjoukset. (Fingrid 2009)

3.1 Tarjoussäännöt

Tarjoukset annetaan Fingridille sähköisessä muodossa Fingridin erikseen määrittämän ohjeen mukaisesti. Tarjouksia voidaan jättää käyttötuntia edeltävän vuorokauden alusta lähtien ja niitä voidaan muokata tai peruuttaa 45 minuuttiin asti ennen käyttötuntia. Tarjouksia voidaan antaa tämän jälkeenkin puhelimitse, mutta tällöin Fingrid ei enää sitoudu käyttämään niitä markkinoiden odottamalla tavalla. Säättotarjouksen tulee sisältää seuraavat tiedot säädettävästä kapasiteetista: teho (MW), hinta (€/MWh), tuotanto/kulutus, siirtoalue, säättöresurssin nimi. Yhden tarjouksen vähimmäiskapasiteetti on 10 MW ja Fingridillä on oltava kohteessa käytettävissä reaaliaikainen tehomittaus. Tarjousajan päätyttyä Fingrid toimittaa Suomen säättotarjoukset pohjoismaisille säättösähkömarkkinoille, jossa kaikki pohjoismaiden ylössäättotarjoukset asetetaan järjestykseen halvimmasta kalleimpaan ja alassäättotarjoukset kalleimmasta halvimpaan. Näin saadaan pohjoismainen säättökäyrä, jota on havainnollistettu kuvassa 4. (SSMS 2009)



Kuva 4: Säätösähkön ja tasesähkön hinnan muodostuminen säätösähkömarkkinoilla. (Partanen 2009)

Tehotasapainon ylläpitoa varten saadut tarjoukset käytetään tarpeen mukaan hintajärjestyksessä, samanhintaiset tarjoukset käytetään Fingridin määrittämässä tapauskohtaisessa järjestyksessä. Näin ollen ylössäätösähkön hinnaksi tulee kalleimman ylössäätötarjouksen hinta ja alassäätösähkön hinnaksi halvimman käytetyn alassäätötarjouksen hinta. Hinnan on oltava kuitenkin ylössäädöntapauksessa vähintään Suomen aluehinnan hinnan ja alassäädöntapauksessa enintään Suomen aluehinnan hinnan suurin. Jotta säätötarjoukset voidaan toteuttaa tarjotussa järjestyksessä, on siirtokapasiteettia oltava tarjolla riittävästi. Aina ei kuitenkaan näin ole, jolloin markkinat eriytyvät hinta-alueiksi. Jos Suomen säätötarjouksia joudutaan jättämään käyttämättä pullonkaulan takia, jää Suomen säätöhinnaksi viimeksi aktivoidun tarjouksen hinta. Suomen säätösähkömarkkinat voivat eriytyä omaksi alueeksi myös suuren tasepoikkeaman vuoksi. (SSMS 2009)

4 Fyysinen sähköpörssi

Ennen vuotta 1995, oli sähkön vähittäiskauppioiden energian hankintamahdollisuudet hyvin rajalliset. Käytännössä kaikki energia hankinnat tehtiin tuottajien kanssa muodostetuilla pitkillä sopimuksilla, sekä tietenkin voimalaitosomistuksilla. Sähkömarkkinaudistuksen yhteydessä energian hankinta monipuolistui ja toimijoiden välisten sopimusten rinnalle tuli sähköpörssi. Neljän pohjoismaan, Suomen, Ruotsin, Tanskan ja Norjan järjestelmävastaavat perustivat yhteisen kauppapaikan, Nord Pool Spotin. Nord Pool Spotin omistus jakautuu tasaisesti näiden neljän maan kantaverkkoyhtiöiden välille (Fingrid, Kraftnät, Statnett ja Energinet.dk), jokaisella yhtiöllä on 20 prosentin omistus sekä näiden lisäksi omistajana on myös Nord Pool ASA. Sähköpörssissä markkinat muodostavat sähkölle sen oikean hinnan puhtaasti kysynnän ja tarjonnan perusteella,

sähköpörssi on avoin, keskitetty ja neutraali kauppapaikka. Sähköpörssin myötä myös kaupan vastapuoliriski on poistunut. (Partanen 2007)

4.1 Kysyntä ja tarjonta

Täydellisen kilpailun markkinoille on ominaista se että yksittäinen ostaja tai myyjä ei voi vaikuttaa markkinahintaan, tämä toteutuu jos seuraavat kolme ehtoa täyttyvät. 1. Ostajia ja myyjiä tulee olla riittävän monta ja kunkin markkinaosuus on pieni. 2. Kaikkien tuottamat hyödykkeet ovat samanlaisia, eli ostajalle on samantekevää minkä hyödykkeen hän valitsee. 3. Markkinoille on vapaa pääsy ja niiltä voi poistua halutessaan, tuottamisoikeudet eivät siis näin ollen saa olla rajoitettuja millään tavalla. Sähkömarkkinoilla ensimmäinen ehto toteutuu puoliksi. Markkinoiden toimivuus on saanut kritiikkiä oligopolisen luonteensa takia, eli markkinoilla on tuottajia joilla on merkittävän suuri markkinaosuus. Toinen ehto toteutuu täysin. Kolmas ehto toteutuu myös puoliksi, markkinoille on vapaa pääsy, mutta verkkoon liittyminen vaatii usein luvan. (Puranen 2006; Pekkarinen 2002)

4.2 Kysyntä ja hintajousto

Hyödykkeen kysyntä on riippuvainen sen hinnasta, eli hyödykettä ollaan valmiita ostamaan sitä enemmän mitä alhaisempi hinta on. Tätä kutsutaan juuri edellä mainituksi hintajoustoksi. Kuten edellä mainittiin, on sähkömarkkinoilla havaittavissa pientä hintajoustoa. Joustoa ei kuitenkaan ole siinä määrin kuten tavallisilla hyödykemarkkinoilla. Tämä ei kuitenkaan vaikuta pörssin toimintaan sillä kysyntää on jatkuvasti. Hintajousto on negatiivinen, eli hinnan nousu pienentää kysyttyä määrää. Jos jousto on itseisarvoltaan pienempi kuin yksi, eli kysytty määrä muuttuu suhteessa vähemmän kuin hinta, voidaan puhua joustamattomasta kysynnästä. Joustamattoman kysynnän tapauksessa hinnan nousu aiheuttaa lisää menoja ostajalle, joustavan kysynnän tapauksessa taas ostojen arvo pienenee hinnan kohotessa. Lähes poikkeuksetta kysyntä käyrä laskee oikealle, mutta joustamattoman kysynnän tapauksessa se on kuitenkin hyvin jyrkkä. Esimerkki kysyntäkäyrästä on esitetty kuvassa 5. (Pekkarinen 2002)

4.3 Tarjonta

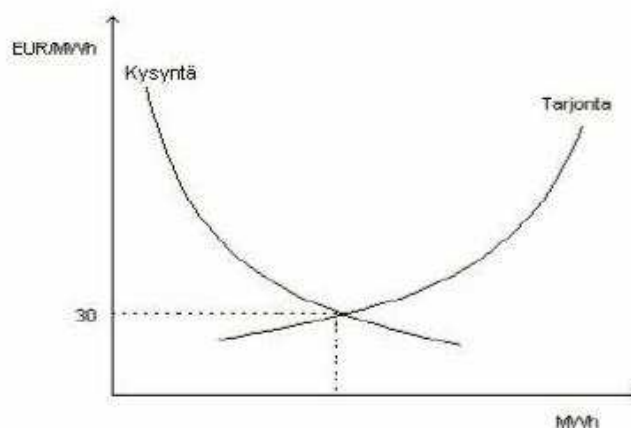
Hyödykkeen tarjonta on riippuvainen sen hinnasta, muiden hyödykkeiden hinnoista sekä tuotantoloissa tapahtuvista muutoksista. Tarjontakäyrä siis osoittaa että paljonko hyödykettä ollaan valmiita myymään kullakin mahdollisella hinnalla. Yleensä tarjontakäyrä nousee oikealle, eli hinnan kohotessa tarjousten määrä kasvaa. Esimerkki tarjontakäyrästä on esitetty kuvassa 5. (Pekkarinen 2002)

4.4 Tarjontakäyrän siirtyminen

Hinta ei ole ainoa tarjontaan vaikuttava tekijä. Tuotantotekniikan ja tuotantolojen muuttuminen siirtää tarjontakäyrää. Tarjontakäyrää voivat siirtää myös muiden hyödykkeiden hintojen muutokset, edempänä esimerkki tarjontakäyrän siirtymisestä sähkömarkkinoilla. Tarjontakäyrän siirtyminen on esitetty kuvassa 6. (Pekkarinen 2002)

4.5 ELSPOT hinnan muodostuminen

ELSPOT –markkinoilla käydään päivittäin yksi tarjouskierros koskien seuraavan päivän toimitustunteja 01-24. Tarjoukset tehdään rajatarjouksina, joiden tulee sisältää rajahinnan suurin sekä pienin mahdollinen osto- tai myyntivolyymi. Jokaiselle tunnille voidaan tehdä ainoastaan joko osto- tai myyntitarjous, ei molempia. Tarjoukset on jätettävä kello 13 mennessä jonka jälkeen pörssi julkaisee spot hinnan. Tuntikohtainen spot hinta saadaan yhdistämällä tarjoukset siten että niistä muodostuu kysyntä- ja tarjontakäyrät, näiden käyrien leikkauspiste on kyseisen tunnin spot, eli systeemihinta. Kuvassa X on havainnollistettu systeemihinnan muodostumista. (Partanen 2007)



Kuva 5: Systeemihinta saadaan kysyntä- ja tarjontakäyrän leikkauspisteestä. (Partanen 2007)

5 Pullonkaulat eli siirtokapasiteetti rajoitukset

Koska muodostunut spot hinta on yhteinen koko pohjoismaiselle markkina-alueelle, olisi markkinoiden toiminnan edellytyksenä rajoituksettomat siirtoyhteydet maiden välillä. Näin ei kuitenkaan ole, vaan markkina-alue on jaettu kahdeksaan ilmoitusalueeseen. Alueet ovat Suomi (FI), Ruotsi (SE), Etelä-Norja (NO1), Keski-Norja (NO2), Pohjois-Norja (NO3), Länsi-Tanska (DK1), Itä-Tanska (DK2) ja lisäksi KONTEK eli Pohjois-Saksan ilmoitusalue. Systemihinnan laskennassa ei kuitenkaan oteta huomioon siirtokapasiteetti rajoituksia. Alueet jakautuvat taulukon 1 mukaisesti viidelle järjestelmä vastaavalle. (Fingrid 2009)

Taulukko 1: Järjestelmä vastaavat hinta-alueittain. (Fingrid 2009)

Alue	Tunnus	Järjestelmä vastaava
Norja	NO(1-4)	Stattnet
Ruotsi	SE	Svenska Kraftnät
Suomi	FI	Fingrid
Länsi-Tanska	DK1	Eltra
itä-Tanska	DK2	Elkraft System

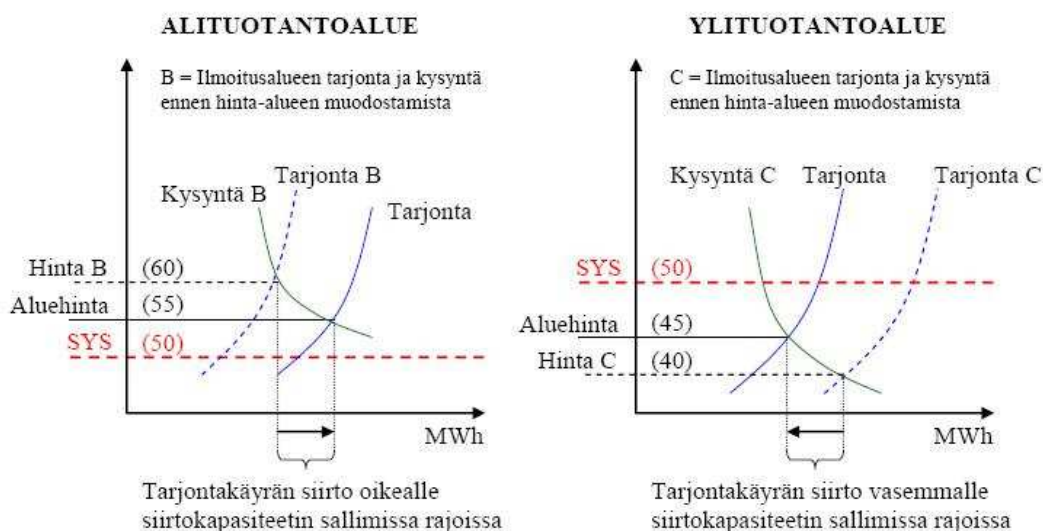
5.1 Pullonkaulojen hallinta

Pohjoismaisessa verkossa siis esiintyy ajoittain tilanteita jolloin markkinoiden vaatima siirtotarve ylittää verkon kapasiteetin. Jos havaitaan että alueiden välillä on pullonkauloja eli siirtokapasiteettia ei ole tarpeeksi, voidaan markkinoita ohjailta jakamalla markkina-alue erillisiin hinta-alueisiin. Ylitarjonta-alueella hinta laskee ja alitarjonta-alueella hinta nousee systemihintaan nähden. Tai toinen vaihtoehto on ratkaista tilanne toteuttamalla niin kutsuttuja vastaostoja, joilla ei ole suoraa vaikutusta markkinahintaan. Asiaa kaupallisesta näkökulmasta lähestyttäessä, voidaan siirtorajoituksia pitää tarjonnan joustona.

Vastaostoperiaatetta käytettäessä hyödynnetään ensisijaisesti säätösähkömarkkinoita. Jos säätösähkömarkkinoilta ei löydy tarpeeksi tilanteen ratkaisemiseen käypiä kulutus- tai tuotanto kohteita, voi järjestelmä vastaava pyytää itse pullonkaulan eri puolilla sijaitsevia tuotantolaitoksia tai kulutuskohteita joko nostamaan tai vähentämään tuotantoaan tai kulutustaan. Järjestelmä vastaavan tulee valita vastaostoihin käytettävät tuottajat ja kuluttajat niiden antamien tarjousten perusteella. Vastaostoihin osallistuneet osapuolet saavat asiaankuuluvan korvauksen järjestelmä vastaavalta siltä

osin kun säätöä on käytetty. Järjestelmävastaava taas kattaa aiheutuneet kustannukset pistetariffilla, joten kaikki kantaverkon asiakkaat osallistuvat pullonkaulan purkamisesta aiheutuneisiin kuluihin. Käytännössä kuitenkin vastaostoperiaatetta käytetään erittäin harvoin maiden välisten pullonkaulojen purkamiseen, niiden käyttö keskittyy lähinnä hinta-alueiden sisäisten siirtorajoitusten poistamiseen. (Fingrid 2009)

Hinta-alueiden välisten pullonkaulojen ratkaisemiseksi muodostetaan rajoituksen molemmille puolille erilliset markkina-alueet, muodostuneet markkina-alueet voivat muodostua useista eri hinta-alueista. Tällöin ylituotantoalueella tuottajien saama hinta spot-markkinoille myymästään sähköstä on alhaisempi kuin normaalitilanteessa saatu hinta. Ja vastaavasti ylituotantoalueella sähköä ostavat osapuolet saavat hankintansa normaalitilanteen systeemihintaan verrattuna edullisemmin. Alituotantoalueella tilanne on toisinpäin. Aluehinta muodostuu osto- ja myyntitarjousten perusteella vastaavalla tavalla kuin spot-hintakin, lisäksi vaikuttamassa on alueiden välillä oleva siirtokapasiteetti. Alituotantoalueen tarjontakäyrää siirretään oikealle olemassa olevan siirtokapasiteetin verran, jonka seurauksena alituotantoalueen hinta laskee, ollen kuitenkin systeemihintaa korkeampi. Ylituotantoalueen hinta vastaavasti nousee tarjontakäyrän siirron verran, ollen kuitenkin systeemihintaa matalampi. Tilannetta selventää kuva 6. (Partanen 2007; Fingrid 2009)

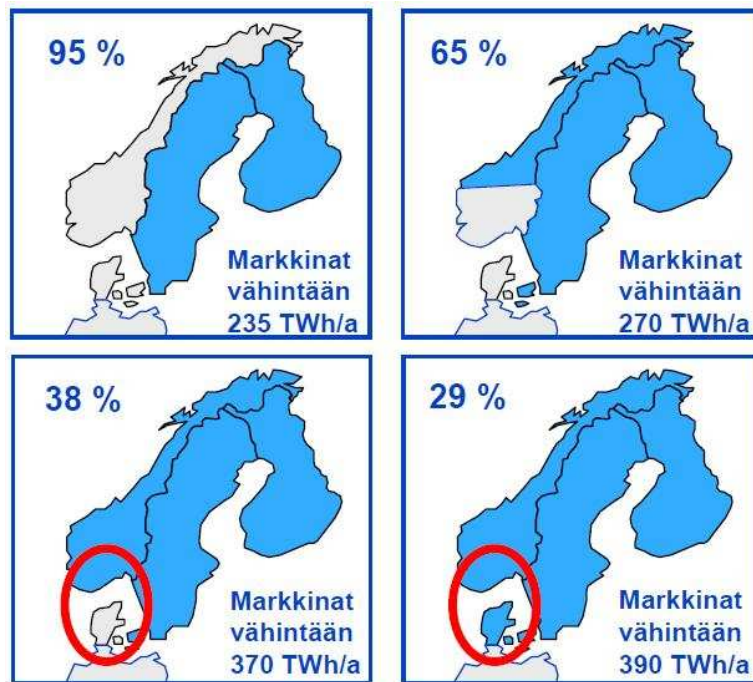


Kuva 6: Aluehinnan muodostuminen (Partanen 2007)

Aluehinnoittelun tarkoituksena on että markkinat saadaan toimimaan niin, että siirtotarve pullonkaulan yli pienenee. Hinta-alueperiaatetta käytettäessä siirtorajoitustilanteen purkamisesta

aiheutuviin kustannuksiin osallistuvat vain ne markkinaosapuolet jotka käyvät spot-kauppaa rajoituksen aikana.

Optimaalinen tilanne olisi tietenkin se että siirtorajoituksia ei pääsisi syntymään, eli fyysiset siirtoyhteydet olisivat riittävät koko markkina-alueella. Tämän hetkistä tilannetta Pohjoismaissa selventää kuva 7 jossa on kuvattu yhtenäisen markkina-alueen laajuutta tuntitasolla.



Kuva 7: Yhtenäisen markkina-alueen laajuus tuntitasolla mitattuna vuonna 2007. (Kuronen 2008)

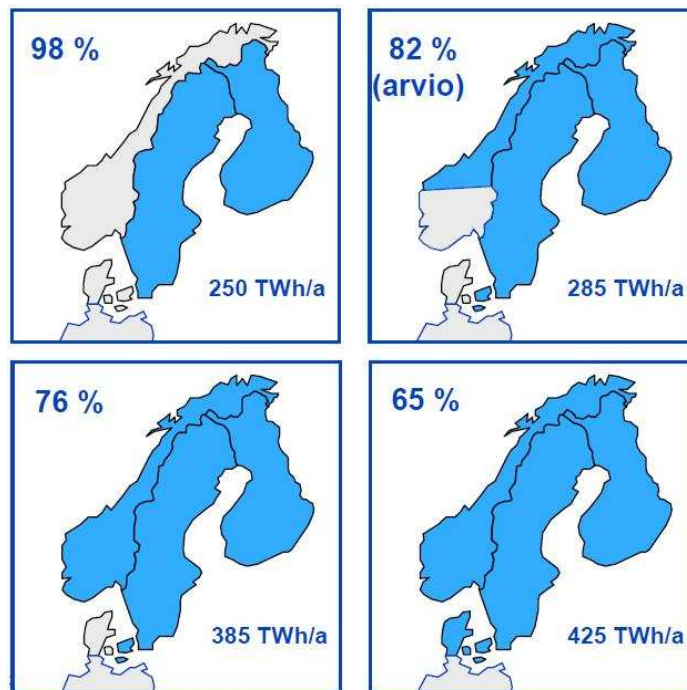
5.2 Siirtoyhteyksien kehittäminen

Maiden väliset siirtoyhteydet ovat Suomen ja Ruotsin rajaa lukuun ottamatta melko huonoja ja alimitoitettuja. Syynä voidaan pitää sitä että kantaverkkokokonaisuutta on kehitetty pääasiassa kansallisista lähtökohdista ennen nykyistä yhteispohjoismaista markkina-alueetta. Rajasiirtokapasiteettia pyritään kuitenkin jatkuvasti kehittämään vahvistamalla rajajohtoja ja rakentamalla uusia yhteyksiä maiden välillä, nykyään pohjoismaista verkkoa kehitetään yhtenäisenä kokonaisuutena. Taulukossa 2 on listattu meneillään olevat pohjoismaisen verkon yhtenäistämiseen tähtäävät hankkeet.

Taulukko 2: Pohjoismaisen markkina-alueen meneillään olevat kehittämishankkeet. (Kuronen 2008)

Hanke	Sijainti	Kapasiteetti	Suunniteltu käyttöönotto
Fenno-Skan 2	Suomi - Ruotsi	800 MW	2011
Sydänken	Etelä-Ruotsi	600 MW	2013
Nea - Järpströmmen	Ruotsi - Norja	300 MW	2009
Skagerrak IV	Norja - Tanska	600 MW	2013
Store Belt	Tanska	600 MW	2010

Taulukkoon 2 listatuilla hankkeilla on suuri merkitys markkinoiden yhtenäisyyteen. Kuvassa 8 on arvioitu hankkeiden merkitystä yhtenäisen markkina-alueen laajuuteen.



Kuva 8: Yhtenäisen markkina-alueen laajuus taulukossa 2 esitettyjen hankkeiden valmistumisen jälkeen. (Kuronen 2008)

6 Pullonkaulojen vaikutus sähkömarkkinoiden toimintaan

Optimaalisimmassa sähkömarkkinamallissa vallitsisi yhteishinta kaikkialla ja tuotantorakenne olisi joka paikassa optimaalinen. Jakeluverkko olisi alueellisesti vahva, eikä siirtoverkkoa näin ollen tarvittaisi. Toinen optimaalinen tilanne olisi rakentaa koko sähköverkko (jakelu sekä siirto) äärettömän vahvaksi, eikä siirtorajoituksia näin ollen ikinä ilmenisi. Kuitenkin reaali maailmassa edellä esitetyt mallit eivät ole järkeviä, eivätkä edes mahdollisia toteuttaa. Kompromissi löytyy

näiden kahden ideaalimallin välimaastosta. Käytännössä kuitenkin siirtorajoituksia tulee esiintymään aina, koska sähköverkkoa ei ole järkevää vahvistaa liikaa.

Pohjoismaissa on käytössä niin sanotut pullonkaularajat. Siirtojen kasvaessa rajojen suuruiseksi, markkina-alue jaetaan edellä esitettyihin hinta-alueisiin. Alijäämäalueella hinta nousee ja ylijäämäalueella hinta laskee. Tämä siksi, koska hinta määräytyy aluekohtaisten kysyntä- ja tarjontakäyrien perusteella. Menettelystä seuraa niin sanottuja pullonkaulatuloja systeemioperaattoreille (kantaverkkoyhtiöille), joihin palataan myöhemmissä kappaleissa tarkemmin. Osapuolten edut ja haitat menevät luonnollisesti ristiin ali- ja ylijäämäalueilla. Alijäämäalueen kuluttaja kärsii korkeasta hinnasta, kun taas tuottaja hyötyy siitä. Ylijäämäalueella tilanne on toisinpäin, eli kuluttaja hyötyy alhaisesta hinnasta kun taas tuottaja kärsii siitä. (Kekkonen 2009)

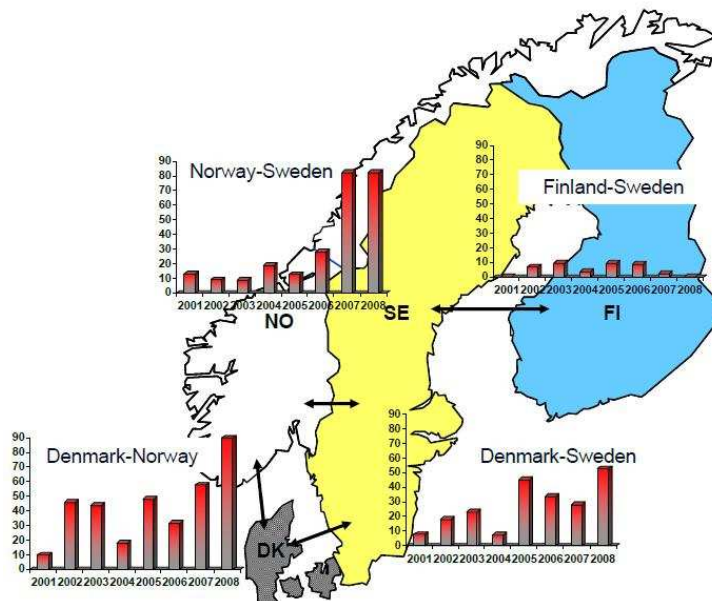
On perusteltua ajatella että siirtoyhteyksien vahvistaminen ei ole kaikkien osapuolien intressien mukaista. Alijäämäalueen tuottajan ja ylijäämäalueen kuluttajan etujen mukaista on vastustaa tilanteen korjaamista. Käytännössä kuitenkin kehitystä helpottaa se että yli- ja alijäämäalueet vaihtelevat erilaisten vesivuosien mukaan. Riittävät siirtoyhteydet ovat siis erittäin tärkeässä roolissa sähkömarkkinoiden kehityksen kannalta, koska alueensisäinen tuotannon niukkuus on mahdollisen lisäinvestoijan, eli tuottajan etu.

6.1 Pullonkaulatulot

Kuvitellaan tilanne jolloin Suomen ja Ruotsin välillä on pullonkaula, Ruotsissa olevaa halvempaa sähköä ei saada siirrettyä Suomeen markkinoiden vaatiman tarpeen mukaisesti. Kuvitellussa tilanteessa pullonkaulatulo määräytyy seuraavasti: Suomessa tuotetun sähkön määrä * Suomen aluehinta \neq Suomessa tuotetun sähkön määrä * Suomen aluehinta + Suomeen tuodun sähkön määrä * Ruotsin aluehinta. Edellisten lausekkeiden erotus on niin sanottu pullonkaulatulo. (Viljainen 2010)

EU-regulaatio edellyttää että hinta-alueiden välisistä pullonkauloista aiheutuvat tulot käytetään ylläpitämään siirtokapasiteettia vastakaupoin, investointeihin jotka vähentävät pullonkauloja ja kantaverkkotariffin hinnan alentamiseen. CM-quidelines tarkoittaa kuitenkin pullonkaulatulojen käytön ensisijaiseksi kohteeksi uusinvestoinnit. Suomen ja Ruotsin väliset hyvät siirtoyhteydet näkyvät selkeästi tarkasteltaessa pohjoismaiden välisiä pullonkaulatuloja. Kuvassa 9 on esitetty

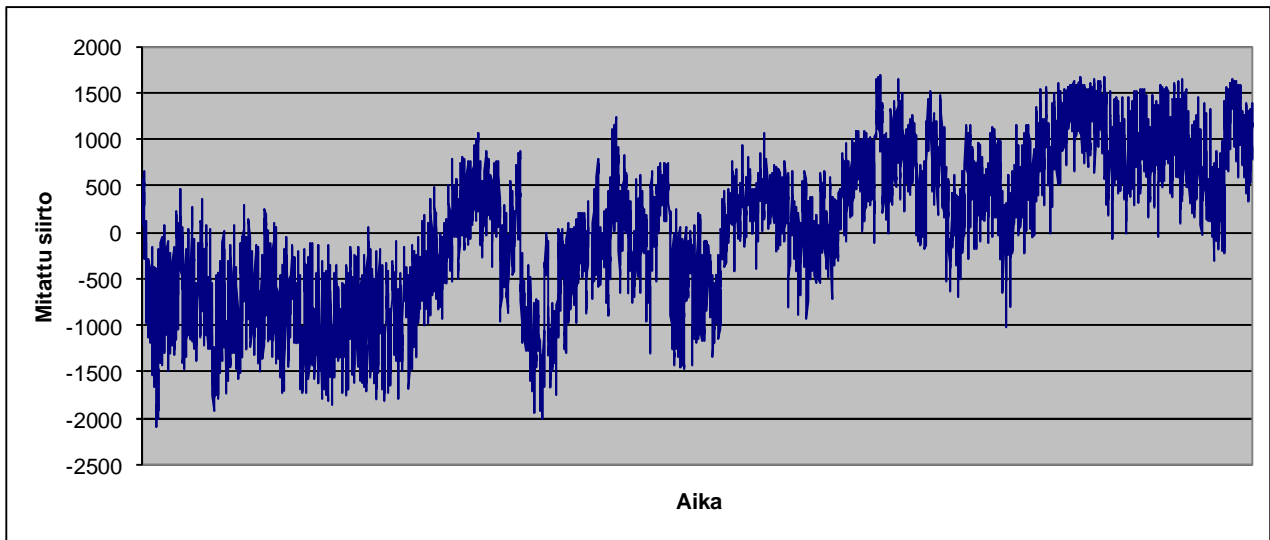
pullonkaulatuloja viime vuosilta. Vuonna 2008 Suomi sai pullonkaula tuloja noin 1 300 000 euroa. (Pippingsköld 2008)



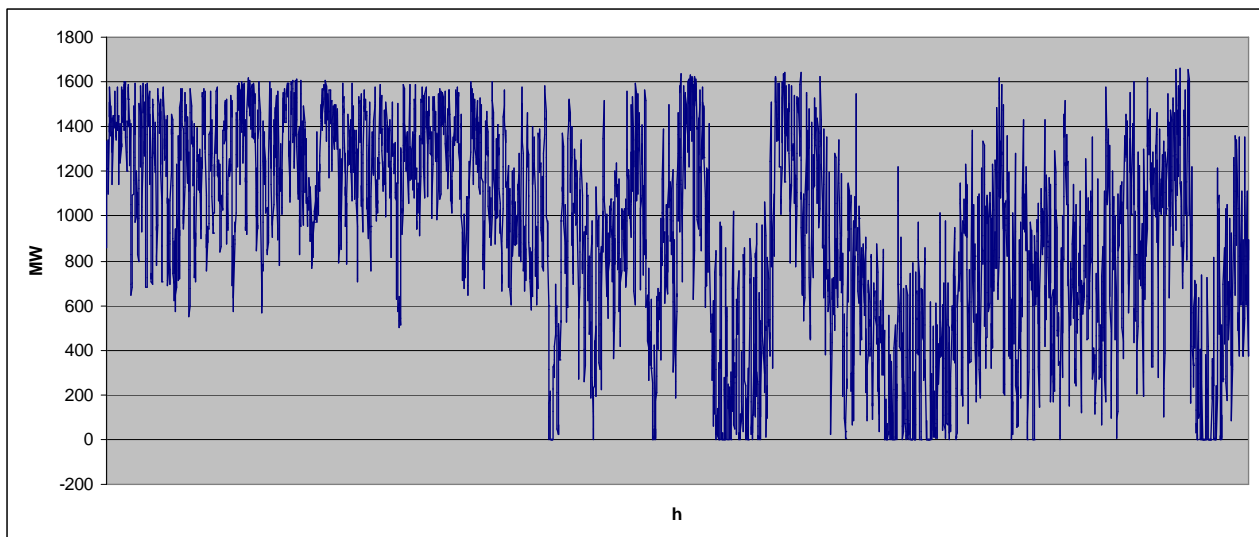
Kuva 9: Pohjoismaiden välisiä pullonkaulatuloja viime vuosilta. (Pippingsköld 2008)

6.2 Suomen ja Ruotsin väliset siirtoyhteydet

Työssä on tarkoitus keskittyä Suomen ja Ruotsin välisiin siirtoyhteyksiin ja sitä kautta maiden välisten markkinoiden toimivuuteen. Suomen ja Ruotsin välillä on tällä hetkellä käytössä kaksi kaapelia, ilmakaapeli Tornioista ja merikaapeli Raumalta. Rauman merikaapeli tunnetaan nimellä Fenno-Skan, se on tasasähköyhteys Raumalta Dannebohon. Yhteys on otettu käyttöön vuonna 1989 ja se omistajuus on jaettu puoliksi Fingridin ja Svenska Kraftnätin kesken. Pohjanlahden alittavan merikaapelin pituus on noin 200 kilometriä ja se oli valmistuessaan maailman pisin sekä siirtoteholtaan ja jännitteeltään maailman suurin. Kaapelin molemmissa päissä on muuntaja-asema joka muuntaa vaihtosähkön tasasähköksi ja päinvastoin. Kaapelin nimellisjännite on 400 kilovoltia ja sen siirtoteho on 572 MW. Fenno-Skan siirtoyhteyttä laajennetaan parhaillaan Fenno-Skan 2 nimisellä kaapelilla joka rakennetaan vanhan viereen. Uuden yhteyden siirtoteho on 800 MW ja jännite 500 Kv ja se on määrä ottaa käyttöön vuonna 2011. Kuvassa 9 on esitetty Suomen ja Ruotsin välinen mitattu siirto vuonna 2008. (FSLINK 2002; Kuronen 2008)



Kuva 9: Suomen ja Ruotsin välinen mitattu siirto vuonna 2008, negatiivinen on tuontia ja positiivinen vientiä (MW). (Fingrid 2009)



Kuva 10: Elspot kapasiteetin kaupallisen siirron erotus Suomesta Ruotsiin vuonna 2008. (Fingrid 2009)

Kuvassa 10 on esitetty elspot kapasiteetin ja kaupallisen siirron erotus Suomesta Ruotsiin vuonna 2008. Kuva voidaan tulkita niin, että aina kun kuvaaja käy aika arvossa 0, syntyy siirtorajoitus.

6.3 Rajasiirtojen hallinta

Koska sähköverkossa voidaan siirtää vain rajallinen määrä sähköä, on sen käyttövarmuuskriteerien mukainen suuruus määritettävä, jotta käyttötilanteessa pysytään turvallisten rajojen sisällä. Vaikka kaikkien rajayhteyksien huippukapasiteetti onkin tiedossa, joudutaan verkon käyttöä

suunnittelemaan jatkuvana prosessina. Siirtokapasiteetteihin vaikuttaa fyysisten ominaisuuksien lisäksi myös mahdolliset huoltotyöt, jotka pyritään suunnittelemaan markkinoiden toimintaa vähiten haittaaviin ajankohtiin tekniset reunaehdot huomioon ottaen. Siirtotilannetta seurataan myös reaaliaikaisesti, jotta voidaan välttää kapasiteetin ylitykset sekä taata jatkuvasti markkinoiden käyttöön maksimaalinen kapasiteetti. Ensisijaisesti edellä mainittu toteutetaan muuttamalla voimalaitosten käyttöä ja ajojärjestystä. Rajasiirtojen hallinnalla on siis kolme päätehtävää jotka ovat: hyvä käyttövarmuus, sähkömarkkinoiden hyvä toimivuus ja kustannus tehokkuus. (Fingrid 2009)

Fingrid on sopinut yhdessä Ruotsin, Norjan ja Tanskan kantaverkkoyhtiöiden kanssa yhteisistä käytösäännöistä, joilla varmistetaan pohjoismaisen järjestelmän käyttövarmuus. Käytösäännöillä määritellään myös yhteiset pelisäännöt siirtojen hallinnalle. (Fingrid 2009)

6.3.1 Siirtojen hallinnan periaatteet pohjoismaisilla yhteyksillä

Rajajohtojen siirtokapasiteetti on normaalissa käyttötilanteessa kokonaan markkinoiden käytössä, joista vastaa pohjoismainen sähköpörssi Nord Pool. Elspot markkinoilla käyttämättä jäänyt kapasiteetti annetaan Elbas markkinoille, jossa kaupankäynti loppuu viimeistään tuntia ennen käyttötuntia. Markkinoiden käytössä on kaikki Suomen ja Ruotsin väliset rajajohdot (1500-2100 MW). Suomen hinta-alue on kaupallisessa yhteydessä vain Ruotsin hinta-alueeseen, Norjan yhteyttä (50-100 MW) käytetään Pohjois-Norjan alueen paikallisen sähkönsiirron varmistamiseen. (SKM 2009)

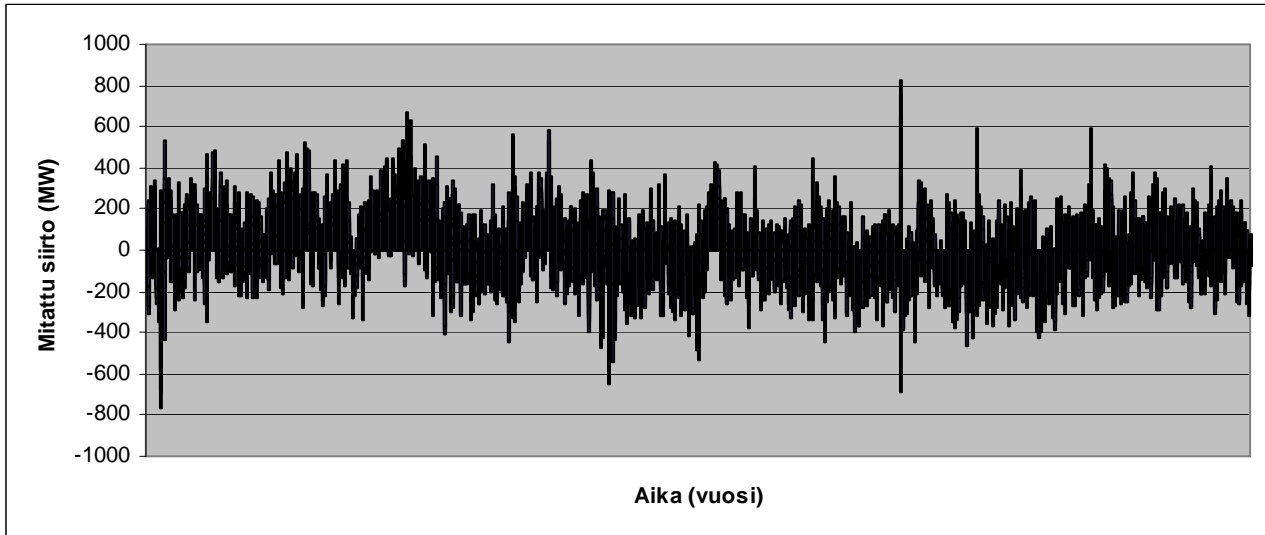
Sähkömarkkinoiden käyttöön annettava kaupallinen siirtokapasiteetti voidaan ilmaista yhtälöllä 1.

$$NTC = TTC - TRM \quad (1)$$

jossa, TTC on tekninen siirtokapasiteetti, NTC on kaupallinen siirtokapasiteetti ja TRM on laskennassa käytettävä varmuusmarginaali.

Tekninen siirtokapasiteetti (TTC, Total Transfer Capacity) määräytyy n-1 säännön tai termisen kuormitettavuuden perusteella. Suomen ja Ruotsin välisen siirron varmuusmarginaali (TRM, Transmission Reliability Margin) on tällä hetkellä 100 MW. Joten siis sähkömarkkinoiden käyttöön annettava kaupallinen siirtokapasiteetti (NTC, Net Transfer Capacity) on tekninen siirtokapasiteetti

vähennettynä varmuusmarginaalilla. Kuitenkin kaupallisen ja toteutuneen siirron välillä on usein suuriakin eroavaisuuksia, niitä on selvennetty kuvassa 11. (SKM 2009)



Kuva 11: Kaupallisen ja mitatun rajasiirron itseisarvojen erotus. (Fingrid 2009)

6.3.2 Siirtokapasiteetin määrittämisen kriteerit

Sähköjärjestelmässä tapahtuu jatkuvasti siirtokapasiteetin vaikuttavia muutoksia ja siirtokapasiteetilaskelmat päivitetään aina kun merkittäviä muutoksia tulee. Laskelmissa käytetään pohjoismaista siirtoverkkomallia jossa on yksityiskohtaiset kuvaukset voimalaitoksista ja siirtoverkoista. Vaikka mallissa huomioidaan useita eri tekijöitä, silti malliin joudutaan tekemään seuraavaksi mainittuja oletuksia: sekä sähköä että lämpöä tuottavat vastapainevoimalaitokset tuottavat sähköä lämmön tarpeen mukaan, vesivoimalaitosten ajo vaihtelee vesistöittäin vuorokauden- ja vuodenaikojen mukaan ja lauhdevoimalaitosten tuotantojärjestys määräytyy oletettujen muuttuvien kustannusten mukaan. Seuraavissa kappaleissa on listattu vaimenemisen kriteerejä. (SKM 2009)

6.3.2.1 Jännite

Jännitteen tulee olla hyväksyttävissä rajoissa, hetkellinen jännitteen alenema ei saa olla niin suuri että se aiheuttaa voimalaitosten putoamista verkosta tai ongelmia sähkönkäyttäjille. (SKM 2009)

6.3.2.2 Vaimennus

Vian jälkeisen teho- ja jänniteheilahtelun tulee vaimentua tarpeeksi nopeasti. (SKM 2009)

6.3.2.3 Kuormitettavuus

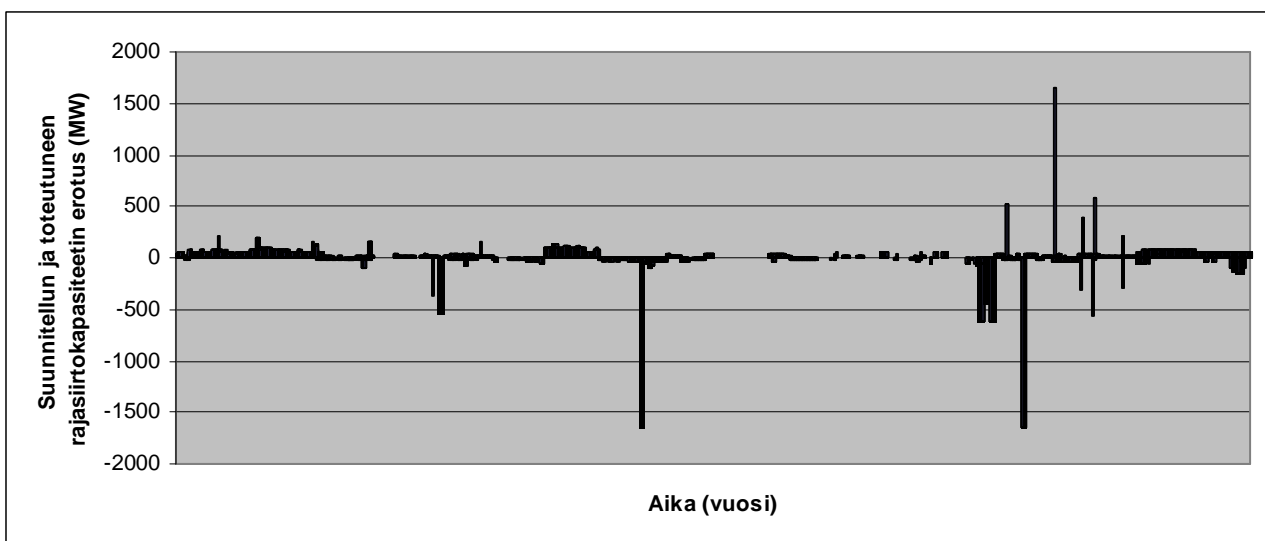
Vian jälkeisessä tilanteessa verkko ei saa ylikuormittua, laskennat tulee mitoittaa vuoden huippukuorman mukaan. Johdoilla, sarjakondensaattoreilla ja muuntajilla voidaan hyödyntää niiden lyhytaikaisia ylikuormitettavuuksia. (SKM 2009)

6.3.2.4 Taajuus

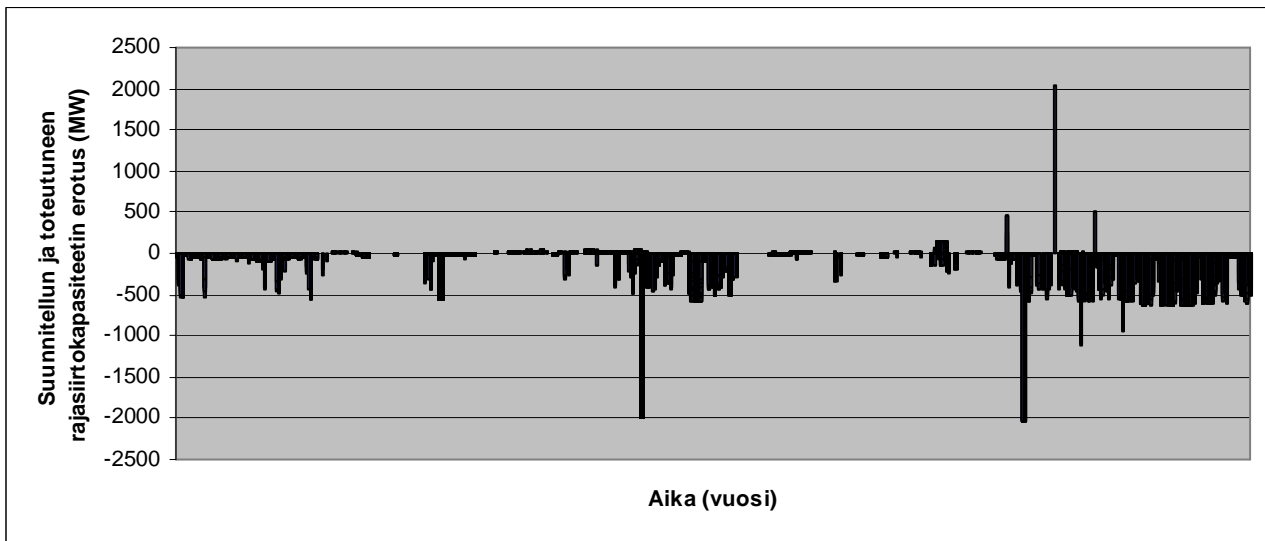
Mitoituksessa tulee huomioida pohjoismaisen siirtoverkon jakaantuminen ja sen varalta osajärjestelmien välinen siirtokapasiteetti tulee määrittää siten, että kunkin osajärjestelmän taajuuden tulee olla vian jälkeen hyväksyttävissä rajoissa. (SKM 2009)

6.4 Siirtokapasiteettia rajoittavat tekijät

Suomen kantaverkon sisällä ja sen yhteyksissä naapurimaihin on kaksi keskeistä siirtokapasiteetteihin vaikuttavaa pullonkaulaa. Ensimmäinen on Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen välillä ja toinen on Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin välillä. Näiden yhteyksien välillä ongelmia aiheuttavat tehoheilahteluun sekä jännitetasoon liittyvät vaatimukset. Kuvassa 12 on esitetty toteutuneen ja suunnitellun siirtokapasiteetin erotus vuonna 2008 Suomesta Ruotsiin ja kuva 13 esittää samaa mutta toiseen suuntaan. (SKM 2009)

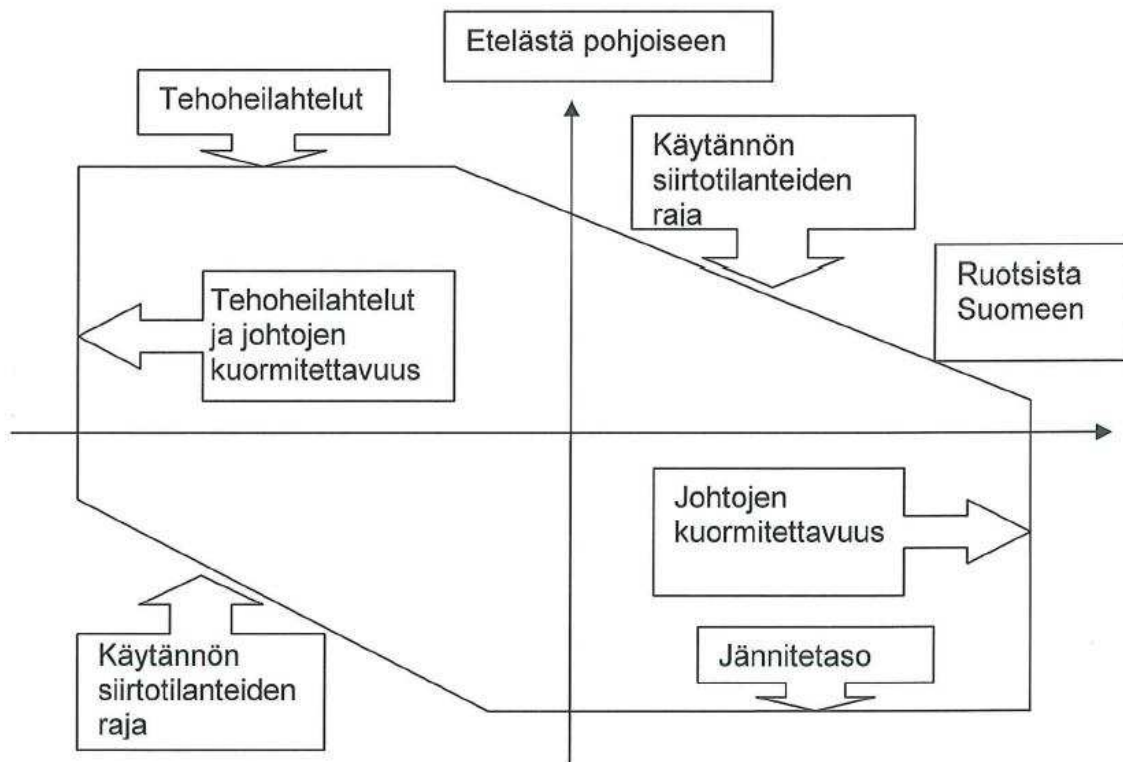


Kuva 12: Toteutuneen ja suunnitellun rajasiirtokapasiteetin erotus vuonna 2008 Suomesta Ruotsiin. (Fingrid 2009)



Kuva 13: Toteutuneen ja suunnitellun rajasiirtokapasiteetin erotus vuonna 2008 Ruotsista Suomeen. (Fingrid 2009)

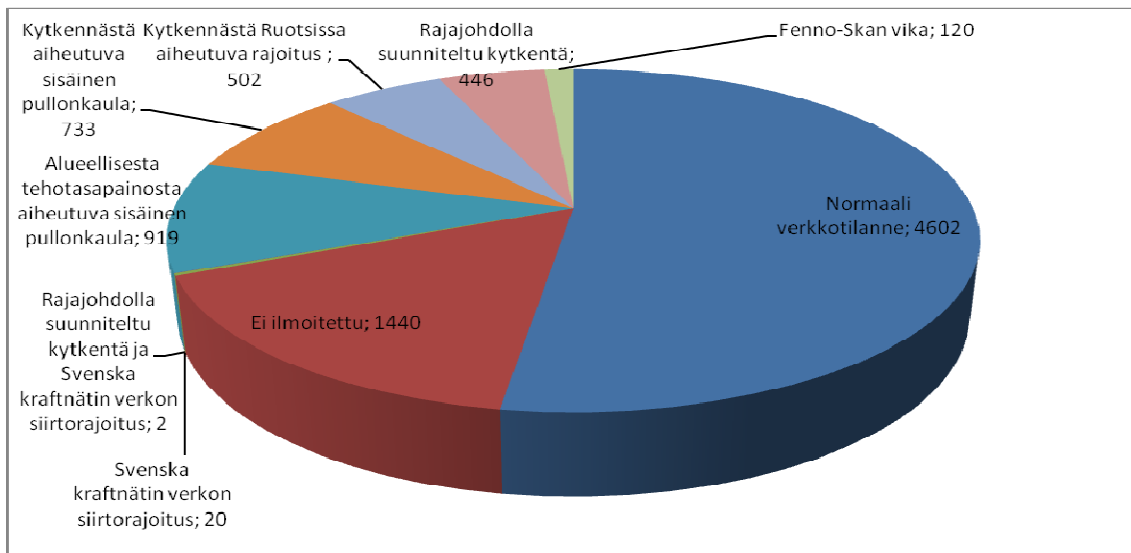
Siirtoverkon toiminta-alue on esitetty kuvassa 14, josta ilmenee että pullonkaulojen siirtokapasiteetit ja käytännössä esiintyvät siirtotilanteet määräävät toiminta-alueen rajat.



Kuva 14: Toiminta-aluekaavio, jossa vaaka-akseli kuvaa siirtoa Ruotsista Suomeen ja pysty- ja vaakasuorat viivat esittävät määritettyjä siirtorajoja, kaltevat viivat ovat siirtorajoja joita ei käytännössä ylitetä. (SKM 2009)

7 Siirtorajoitusten vaikutus sätösähkömarkkinoiden toimintaan

Siirtorajoitusten vaikutusta sätösähkömarkkinoihin on erittäin vaikea tulkita. Markkinoiden tilaan vaikuttaa todella monet työssä edellä mainitut eri muuttuja ja näin ollen kaikkia syyseuraussuhteita on lähes mahdotonta selvittää. Aiemmin esimerkkinä käytettyä vuotta 2008 tarkasteltaessa voidaan nähdä kuvasta 15. Fingridin jokaiselle tunnille määrittämä verkontila, pois lukien 1440 tuntia joille ei tuntemattomasta syystä selitettä ole annettu. (SSMS 2009)



Kuva 15: Fingridin tunneittain määrittämät verkontilat vuonna 2008. (Fingrid 2009)

7.1 Suomen ja Ruotsin välisten siirtorajoitusten vaikutuksia sätösähkötarjoustun määrään

Sätösähkömarkkinoiden tarjoustun määrä vaihtelee runsaasti vuorokauden ajan, kausivaihtelujen, kulutuksen ja myös pullonkaulojen vaikutuksesta. On erittäin vaikeaa, ellei mahdotonta eriyttää datasta pelkkien pullonkaulojen vaikutus asiaan. Täydellinen vertailu vaatisi laajan otoksen, jossa ympäröivät olosuhteet pysyisivät muuttumattomina. Käytännössä tilanne on mahdoton. Yksi, varsin yksinkertainen tapa lähestyä asiaa, on verrata sätötarjoustun määrää siirtorajoitusten aikana suhteessa sätötarjoustun määrään koko vuonna. Vuonna 2008 koko vuoden ylösätötarjoustun summa oli 3 313 224 MW ja alassätötarjoustun summa -3 307 060 MW. Vuoden

ylössäätötarjoustun päivä keskiarvoksi sain 9052,53 MW ja alassäätötarjoustun keskiarvoksi -9035,68 MW. Vastaavat luvut tuntikeskiarvoina ovat 377,71 MW ja -377,00 MW. Tein vertailun kahdella eri variaatiolla.

Ensimmäisessä vertailussa vertasin niiden päivien säätötarjoustun määrää joiden aikana Suomi ja Ruotsi olivat olleet omina hinta-alueinaan, suhteessa kaikkiin vuoden päiviin. Näille päiville sain ylössäätötarjoustun päiväkeskiarvoksi 9699,71 MW ja alassäätötarjoustun päiväkeskiarvoksi -9434,19 MW. Vastaavat tuntikeskiarvot ovat 404,16 MW ja -393,09 MW. Näin ollen siis ylössäätötarjoustun määrä oli siirtorajoitus päivinä yli 7 prosenttia suurempi, kuin kaikkina vuoden päivinä. Alassäätötarjoustun tehtiin vertailu vuonna yli 4 prosenttia enemmän siirtorajoitus päivinä. Luvut on esitetty eriteltyinä taulukossa 3.

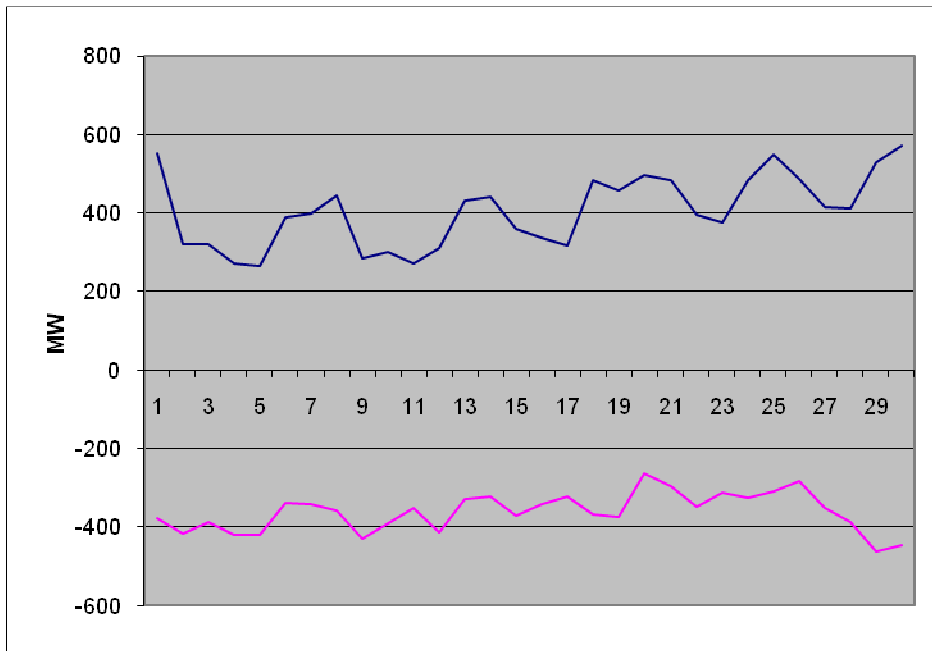
Taulukko 3: Ylös- ja alassäätötarjoustun määrä niiltä päiviltä kun Suomi ja Ruotsi ovat omina hinta-alueinaan vuonna 2008. (Fingrid 2009)

Suomi ja Ruotsi omina hinta-alueinaan (48 d)			Koko vuosi 2008 (366 d)	
Ylössäätötarjoustun (MW)	Alassäätötarjoustun (MW)		Ylössäätötarjoustun (MW)	Alassäätötarjoustun (MW)
YHT:	465586,00	-452841,00	3313224,00	-3307060,00
KA/d	9699,71	-9434,19	9052,52	-9035,68
KA/h	404,16	-393,09	377,71	-377,00

Toinen tapaus on vastaava kuin ensimmäinenkin, mutta siinä vertasin päivien sijaan niiden tuntien säätötarjoustun jolloin Suomi ja Ruotsi olivat olleet omina hinta-alueinaan suhteessa vuoden kaikkiin tunteihin. Ylössäätötarjoustun tuntikeskiarvoksi tuli näin laskettuna 500,53 MW, joka on yli 30 prosenttia suurempi kuin koko vuoden keskiarvo. Alassäätötarjoustun keskiarvoksi sain -372,48 MW, joka vastaavasti on noin 4,3 prosenttia suurempi koko vuoden lukuun verrattuna. Luvut on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4: Ylös- ja alassäätötarjoustun määrä niiltä tunneilta kun Suomi ja Ruotsi ovat omina hinta-alueinaan vuonna 2008. (Fingrid 2009)

Suomi ja Ruotsi omina hinta-alueinaan (228 h)			Koko vuosi 2008 (8784 h)	
Ylössäätötarjoustun (MW)	Alassäätötarjoustun (MW)		Ylössäätötarjoustun (MW)	Alassäätötarjoustun (MW)
YHT:	114120	-84925	3313224,00	-3307060,00
KA/h	500,53	-372,48	377,71	-377,00



Kuva 16: Ylössäätötarjous- ja alassäätötarjouskäyrät joulukuulta 2008. (Fingrid 2009)

Kuvassa 16 on piirretty ylössäätötarjousten ja alassäätötarjousten päiväkeskiarvot joulukuun jokaiselta päivältä. Joulukuussa Suomi ja Ruotsi olivat omina hinta-alueinaan 24.-28. päivä, kuvasta on havaittavissa pientä ylössäätötarjouskäyrän nousemista ja alassäätötarjouskäyrän laskemista kyseisenä aikana.

7.2 Suomen ja Ruotsin välisten siirtorajoitusten vaikutus säätösähkön hintaan

Toteutin säätösähkön hintojen vertailun samalla tavalla kaksi vaiheisesti kuten säätösähkötarjouksien määrän vertailunkin. Eli ensin selvitin hinnat koko vuodelle, jonka jälkeen vertasin niihin siirtorajoitusten aikana olleita hintoja. Koko vuoden 2008 ylössäätöjen hintakeskiarvo päivää kohti on 1315,60 euroa ja alassäätöjen 1098,30 euroa. Ylössäätöjen keskiarvo tuntia kohden on 54,83 euroa ja alassäätöjen 45,77 euroa.

Ensimmäisessä vaiheessa vertasin niiden päivien hintakeskiarvoja jolloin säätöjä oli tehty koko vuoden päiväkeskiarvoon. Kyseinen päiväkeskiarvo ylössäätöjen osalta on 1329,11 euroa ja alassäätöjen 1078,03 euroa, vastaavat tuntikeskiarvot ovat 55,38 euroa ja 44,92 euroa. Luvut on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5: Ylös- ja alassäättötarjojien hinta niiltä päiviltä kun Suomi ja Ruotsi ovat omina hinta-alueinaan vuonna 2008. (Fingrid 2009)

Suomi ja Ruotsi omina hinta-alueinaan (48 d)			Koko vuosi 2008 (366 d)	
	Ylössäädöt (€)	Alassäädöt (€)	Ylössäädöt (€)	Alasäädöt (€)
YHT:	63797,41	51745,49	481508,19	401978,96
KA/d	1329,11	1078,03	1315,60	1098,30
KA/h	55,38	44,92	54,83	45,77

Toisessa vaiheessa vertasin niiden tuntien keskiarvoja, jolloin Suomi ja Ruotsi olivat omina hinta-alueinaan, koko vuoden tuntikeskiarvoon. Ylössäättöjen tuntikeskiarvo on 52,35 euroa ja alassäättöjen 38,92 euroa. Luvut on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6: Ylös- ja alassäättötarjojien hinta niiltä tunneilta kun Suomi ja Ruotsi ovat omina hinta-alueinaan vuonna 2008. (Fingrid 2009)

Suomi ja Ruotsi omina hinta-alueinaan (228 h)			Koko vuosi 2008 (8784 h)	
	Ylössäädöt (€)	Alassäädöt (€)	Ylössäädöt (€)	Alasäädöt (€)
YHT:	11989,25	8913,66	481508,19	401978,96
KA/h	52,35	38,92	54,83	45,77

8 Loppupäätelmät

Kuten jo edellä mainittiin, on pullonkaulojen vaikutuksia säätösähköhintaan tai tarjouksien määrään vaikea tulkita pelkän julkisessa jaossa olevan aineiston perusteella. Näin ollen toteutinkin analyysin yksinkertaisesti keskiarvoja vertaamalla, koska tieteellisempiin menetelmiin ei aineiston laajuus olisi riittänyt. Mielestäni myöskään tutkimuksen luotettavuus ei kasvaisi eri menetelmää sovellettaessa koska suoria syyseuraussuhteita ei välttämättä ole.

Toteuttamani tutkimuksen perusteella on kuitenkin havaittavissa selkeää kasvua siirtorajoitustunteina säätösähkötarjouksien määrässä. Molempien vertailujeni perusteella tarjouksien määrä kasvoi siirtorajoitustunteina yli 4 prosenttia, jota mielestäni voidaan pitää merkittävänä. Ylössääötötarjousten tuntikeskiarvoja vertaillessa kasvua oli jopa yli 30 prosenttia suhteessa koko vuoden keskiarvoon. Säätösähkön hinnassa ei vastaavaa asiayhteyttä ilmennyt, hinnan kehitys ei näyttäisi olevan sidoksissa siirtorajoitukseen.

Miten tutkimusta voisi kehittää paremmaksi? Suomen ja Ruotsin välillä on vahvat siirtoyhteydet eikä varsinaisia markkinoista aiheutuvia siirtorajoitustunteja ollut vuonna 2008 kuin 228. Tutkimusta voisi laajentaa ottamalla vertailuun useampia vuosia, tai toteuttaa vertailun joidenkin muiden valtioiden välisistä rajasiirroista.

Lähdeluettelo

- (Petsalo 2008) Petsalo, Mika. Kiristyneen tehotilanteen ennustettavuuden parantaminen. Diplomityö, 2008, TTY.
- (Fingrid 2009) Fingrid Oyj. Internetsivut, sähkömarkkinat osio.
- (Energiateollisuus 2009) Energiateollisuus ry. Kulutushuippu julkaisu. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.energia.fi/fi/julkaisut/s%C3%A4hk%C3%B6n%20kulutushuiput%20tammikuussa%202006.pdf>
- (Partanen 2007) Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Tahvanainen, K., Karjalainen, R. Sähkömarkkinat. Opetusmoniste, LTY, 2007. ISBN 951-764-819-9.
- (SSMS 2009) Fingrid Oyj. Säättö sähkömarkkinasopimus, 2009. Saatavilla www-muodossa:
http://www.fingrid.fi/attachments/fi/palvelut/tasepalvelut/saatomarkkina_sopimus_2009_pohja.pdf
- (Puranen 2006) Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2006. Sähkön tukku- ja vähittäismarkkinoiden toimivuus, selvitysmies Matti Purasjoen raportti.
- (Pekkarinen 2002) Pekkarinen, J., Sutela, P. WSOY. Kansantaloustiede. ISBN 951-0-27-436-4
- (SKM 2009) Fingrid Oyj. Siirtokapasiteetin määrittäminen, 2009. Saatavilla www-muodossa:
http://www.fingrid.fi/attachments/fi/sahkomarkkinat/siirtokapasiteetin_maarittaminen_.pdf

- (Kuronen 2008) Fingrid Oyj. Sähkömarkkinapäivien seminaariesitys, Poistuvatko pullonkaulat pohjoismaisilta markkinoilta? Pertti Kuronen, 2008. Saatavilla www-muodossa:
http://www.fingrid.fi/attachments/fi/media/Seminaarit/pullonkaulat_pohjoismaisilta_markkinoilta_pertti_kuronen.pdf
- (Kekkonen 2009) VTT Working papers, 2009. Euroopan yhdentyvät sähkömarkkinat ja markkinahinnan muodotuminen Suomen näkökulmasta. Kekkonen Veikko, Koreneff Göran. ISBN 978-951-38-7181-9. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W120.pdf>
- (Pippingsköld 2008) Fingrid Oyj. Nordean energia- ja sähköseminaari esitys. Fingrid - keskeinen osa sähkömarkkinoita. Pippingsköld Tom, 2008. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.fingrid.fi/attachments/fi/media/esitysaineisto/nordeaenergiajasahkoseminaari201108.pdf>
- (FSLINK 2002) Fingrid Oyj. Fenno-Skan esite. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.fingrid.fi/uploads/ConstructionSiteMap/attachments/esite.pdf>
- (Viljainen 2010) LUT Sähkökauppa kurssin luentomateriaali. Satu Viljainen 2010.