

## *Väitöksiä*

# Saastuttamisen sääntely ja saatuttajien pitkän aikavälin sopeutumisstrategiat\*

MATTI LISKI

Helsingin kauppakorkeakoulu

### *Johdanto*

YK:n ilmastomuutoskokous, joka järjestetään Japanin Kiotossa joulukuussa, pyrkii aikaansaamaan sitovan kansainvälisen sopimuksen kasvihuoneilmiötä aiheuttavien päästöjen rajoittamiseksi. Mikäli osanottajat pääsevät yhteisymmärrykseen päästötavoitteesta, on seuraavaksi ratkaistava sen käytännön toteutus. Yhdysvallat on ehdottanut yhdeksi toteuttamismahdolliseksi kaupattavien päästölupien järjestelmää. Tähän asti laajamittaisinta saastekauppakokeilua toteutetaan parhaillaan juuri Yhdysvalloissa, missä ympäristöviranomaisen vuosittain myy ja osittain jakaa saatuttajille tietyn määrän rikkidioksidin päästölupia. Näillä luvilla voivat yritykset käydä kauppaa vapaasti.

Väitöskirjassani kysyn, ohjaavatko saastelupamarkkinat yritysten päästöjä vähentäviä investointeja tehokkaasti. Tehokkaat investoinnit voivat olla esimerkiksi sellaisia, joiden avulla saatuttajat osittain tai kokonaan poistavat

saastuttamisongelman ja siten myös saastelupien tarpeen. Yhdysvaltain rikkidioksimarkkinoilla toimiville sähkölaitoksille nämä investoinnit ovat sijoituksia rikinpuhdistuslaitoksiin, matalarikkistä hiiltä polttaviin boilerihin tai kaasuvoimaan. Koska tämäntyyppiset investoinnit ovat usein hyvin pitkäikäisiä, niiden kannattavuuden arviointi ei riipu vain nykyhetken saasteluvan hinnasta vaan myös saastelupien odotetusta tulevaisuuden hinnasta.

On olemassa useita syitä, miksi yksittäisen yrityksen on vaikea ennustaa saastelupien tulevaa hintaa oikein ja tehdä hyviä investointipäätöksiä. Ensinnäkin tuleva hinta riippuu muiden markkinoilla toimivien saatuttajien ominaisuuksista, joita ei tunneta. Toiseksi saasteen hintaan vaikuttaa epävarma teknologinen kehitys ja BKT:n kasvu, joka saattaa lisätä saastuttavan lopputuotteen kysyntää tai kiristää päästörajoitteita. Kolmanneksi saastelupien pitkän aikavälin hinta voi olla monikäsitteinen ja riippua itseään toteuttavista odotuksista. Viimeksi mainittu tekijä vaikeuttaa investointien arviointia, koska yksittäisen yrityksen on muodostettava odotuksia muiden saatuttajien investoin-

\* Lectio Praecursoria Helsingin kauppakorkeakoulussa 17.11.1997.

tistrategioista, jotka puolestaan vaikuttavat saastelupien tulevaan kysyntään ja hintaan. Väitöskirjani mallintaa tämäntyyppisten odotusten muodostumista saastelupamarkkinoilla, jotka ulottuvat yli useiden periodien. Tutkin eteenpäin katsovien yritysten sopeutumisstrategioita – investointi- ja tuotantosunnitelmia – kun saastetavoite toimeenpannaan pelkillä periodittaisilla saastelupamarkkinoilla (stand-alone spot markets) tai tulevaisuuteen ulottuvilla hintainstrumenteilla.

Väitöskirjani keskittyy annetun ympäristöpolitiikan/päästötavoitteen toimeenpanon analyysiin. Usein ympäristötaloustieteessä pyritään samanaikaisesti analysoimaan päästötavoitteen asettamista ja sen toimeenpanoa. Käytännössä päästötavoitteen asettaminen ja sen toimeenpano ovat kuitenkin kaksi erillistä poliitikanteon vaihetta. Esimerkiksi Yhdysvaltain rikkidioksidilupien kauppa toteutettiin siten, että Kongressi sääti rikkidioksidipäästöjen vuosittaiseksi ylärajaksi 8.95 miljoonaa tonnia ja delegoi päästötavoitteen käytännön toimeenpanon ympäristöviranomaiselle (Environmental Protection Agency). Myös EU asettaa jäsenmailleen direktiivien muodossa useita ympäristöön liittyviä tavoitteita, joita toteutetaan monenkirjavilla tavoilla. Vaikka tavoitteiden ja toimeenpanon samanaikainen analyysi on ympäristötaloustieteessä osoittautunut monella tapaa hedelmälliseksi, on myös rajoitetumpi toimeenpanonäkökulma perusteltu. Keskittymällä annetun päästötavoitteen toimeenpanoon, on mahdollista esimerkiksi tutkia perusteellisemmin ympäristöviranomaisen kohtaamia instituutioihin ja informaation saatavuuteen liittyviä ongelmia. Omassa tutkimuksessani tämä rajausta helpottaa saastuttavien yritysten investointistrategioiden ja odotusten muodostumisen kuvausta.

### *Historia vai odotukset ?*

Saastelupamarkkinat luovat väistämättä roolin odotuksille. Tätäkin voidaan havainnollistaa Yhdysvaltain rikkidioksidilupien markkinoiden avulla: koska ympäristöviranomainen myy vuosittain lupia ei vain käsillä olevan vuoden tarpeisiin vaan myös käytettäväksi tulevina vuosina, on saastuttajien hinnoiteltava nämä tulevaisuuteen ulottuvat arvopaperit. Ostaessaan Chicagossa vuosittain järjestettävästä huutokaupasta päästölupien esimerkiksi vuodelle 2006, on yrityksen ennustettava lupien niukkuus tulevaisuudessa. Lupien tuleva niukkuus taas riippuu siitä, kuinka paljon muut saastuttajat kohdentavat resursseja tuotannon puhdistamiseen. Kansantaloustieteessä on toki aivan tavallista ajatella, että yritykset katsovat näin eteenpäin ja muodostavat rationaalisia odotuksia talouden tulevasta tasapainosta, joka ohjaa tämänhetkisiä päätöksiä. Odotusten rooli on kuitenkin usein triviaali: menneet päätökset, jotka muodostavat talouden historian, yleensä sanelevat myös sen mitä tulevaisuudelta on rationaalista odottaa. Saastuttajien tapauksessa historia muodostuu menneistä tuotantoa puhdistavista investointipäätöksistä, joiden perusteella tämänhetkinen tuotantoteknologia on joko 'puhdas' tai 'likainen' tai jotain tältä väliltä. Perinteisen eteenpäin katsovan mallintamistavan mukaan historia – 'puhtaus' tai 'likaisuus' – siis määrää, mitä yritykset odottavat tulevaisuudelta ja millaiset investointistrategiat ne valitsevat. Näin ajatellen saastelupamarkkinoiden pitkän aikavälin tasapaino tulee historian eikä varsinaisesti odotusten määräämäksi.

Historian ja odotusten välille syntyy aito jännite silloin, kun on olemassa investointihistorioita, joiden vallitessa taloudenpitäjien odotukset voivat vaikuttaa talouden pitkän aikavälin kehityskulkuun. On ajateltavissa, että jos

saastuttajien historia on 'likainen', niin odotukset saastelupien hinnoista voivat ohjata yrityksiä valitsemaan tulevaisuuden teknologiakseen joko 'puhtaan' tai 'likaisen'. Toisaalta, jos saastuttajien historia on 'puhdas', niin saattaa olla rationaalista odottaa pelkästään 'puhdasta' tulevaisuutta. Väitöskirjani analysoi asetelmia, joissa saastelupamarkkinat luovat juuri tämänkaltaisen aidon roolin lupien hintaodotuksille. Analyysin perusteella voimme nähdä, kuinka toimialan rakenne vaikuttaa historian- ja odotusriippuvuuteen. Historia- ja odotusriippuvuus puolestaan vaikuttaa suoraan saastemarkkinoiden toiminnan tehokkuuteen.

Historian ja odotusten välinen jännite liittyy markkinoiden tasapainon monikäsitteisyyteen, joka on ongelmana useissa kansantaloustieteen tuoreissa kysymyksenasetteluissa. Monikäsitteisyys taas johtuu juuri tarpeesta haastaa perinteisen talusteorian tulokset olettamalla esimerkiksi kasvavia skaalatuottoja, joiden avulla on saatu uusia tuloksia esimerkiksi kaupan teoriassa tai kasvuteoriassa, mutta jotka samalla luovat monikäsitteisten tasapainojen ongelman. Kohdatessaan monikäsitteisyyttä teoreetikot ovat usein päätyneet tasapainonvalintamekanismeihin, jotka suoraviivaisesti valitsevat tasapainon joko historian tai odotusten perusteella. Kaupan teoriassa on oletettu historian määrävän kansainvälisen kaupankäynnin suhteelliset edut, jotka kasaantuvat ajan myötä kohti pitkän aikavälin tasapainoa. Teollistumista koskettelevat mallit taas monesti olettavat, että talous ei välttämättä ole historiansa vanki vaan pystyy pakenemaan epäedullisesta lähtötilanteesta, mikäli taloudenpitäjät koordinoivat odotuksiaan tulevaisuudesta sopivasti.

Koska edellä kuvattu suhtautuminen historian ja odotusten rooliin tasapainon valinnassa on jyrkän kaksijakoinen, on koettu tärkeäksi kehittää malleja, joissa historialla ja odotuksilla voi

molemmilla olla merkitystä. Tällöin historia- tai odotusriippuvuus voidaan määrittää talouden rakenteen perusteella. Esimerkkinä voimme ajatella työvoiman siirtymistä talouden eri sektoreiden välillä. Palkkaerojen avulla yritykset voivat houkuttaa tuottavia työntekijöitä aloille, joiden tuleva kehitys ja kasvu riippuu laadukkaan työvoiman määrästä. Yksittäisen työntekijän päätös siirtyä kasvualalle on investointipäätös, jonka tuottavuuden arviointiin vaikuttaa kyseessä olevan sektorin odotettu tuleva kehitys. Alan vaihtoon liittyvät suuret kustannukset pyrkivät jähmettämään työvoiman jakauman talouden sektoreiden välillä ja siten kasvattamaan historian roolia tasapainon valinnassa. Alhaiset työvoiman sopeuttamiskustannukset puolestaan luovat odotusten muodostamiselle pelivaraa, mikä tekee talouden tasapainon helpommin odotusriippuvaksi. Samantyyppisiä tekijät vaikuttavat myös saastelupamarkkinoiden tasapainon odotus- ja historiariippuvuuteen.

Analysoin pitkälle tulevaisuuteen ulottuvien saastelupamarkkinoiden toimintaa malleilla, joissa historialla ja odotuksilla on molemmilla edellä kuvatun kaltainen mahdollisuus vaikuttaa tasapainon valintaan. Historian ja odotusten roolin vaikuttavien tekijöiden erittely osoittautuu hyödylliseksi, koska malleissani historian määrämä investointistrategia on tehokas ja odotusten määrämä yleensä tehoton. Näiden tekijöiden avulla voimme tunnistaa toimialoja, joita ei pitäisi säännellä saastelupamarkkinoiden avulla.

### *Tuloksia*

Tutkimukseni keskeinen tulos on seuraava: pelkät saastelupien spot-markkinat eivät riitä ohjaamaan päästöjä vähentäviä investointeja tehokkaasti. Esimerkiksi pelkkä vuosittain jär-

jestettävä saastelupien huutokauppa ei automaattisesti kannusta saastuttajia tekemään hyviä investointipäätöksiä. Näin siksi, että saastuttajien näkökulmasta saasteluvan vuosittaisella hinnalla on useita rooleja. Ensinnäkin se ohjaa vuosittaisen saastekiintiön jakautumista saastuttajien kesken. Toisaalta se ohjaa pitkäikäisiä investointeja tuotannon puhdistamiseen. Jälkimmäinen näistä tehtävistä on yhdelle instrumentille liikaa. Perinteinen saastelupamarkkinoiden kuvaus ei tätä tosiasiaa huomioi, koska se on luonteeltaan staattinen. Pitkälle tulevaisuuteen ulottuvilla lupamarkkinoilla investointipäätösten tehokas ohjaaminen vaatii, että ympäristöviranomaisen toimii myös tulevaisuuden markkinoilla ja siten auttaa yrityksiä näkemään saastuttamisen tulevan hinnan esimerkiksi jakamalla päästöoptioita annetulla lunastushinnalla tai sitoutumalla etukäteen määrättyihin tuleviin päästöveroihin tai -maksuihin. Pitkälle tulevaisuuteen ulottuvat hintainstrumentit vähentävät investointeihin liittyvää epävarmuutta, koska saastuttajat voivat kiinnittää saastuttamisen hinnan investoinnin eliniäksi.

Saastuttamisen hintaa liittyvä epävarmuus syntyy tasapainonvalintaongelmista, mutta mistä syntyvät tasapainonvalintaongelmat? Saastuttajien tapauksessa nämä ongelmat voidaan varsin luontevasti perustella: ne syntyvät mahdollisuudesta poistaa saasteongelma investoimalla. Useilla saastuvilla toimialoilla on tähän tarkoitukseen sopiva investointiteknologia. Tutkimukseni perusteella juuri tämäntyyppisiä toimialoja ei tulisi säännellä saastelupamarkkinoiden avulla, vaan ne tulisi ohjata puhtaaseen tuotantoon edellä kuvattujen hintainstrumenttien avulla. On nimittäin aivan mahdollista, että saastelupien käyttö johtaa tilanteeseen, jossa yritykset eivät poista saasteongelmaa, vaikka se olisi teknisesti mahdollista ja taloudellisesti suotavaa.

Saastelupien hintaepävarmuus riippuu suoraan tasapainon historia- ja odotusriippuvuudesta. Jos tasapaino on historiariippuva, ei saasteluvan tulevaan hintaan liity epävarmuutta. Silloin saastutelupamarkkinat ohjaavat yrityksiä valitsemaan tehokkaat investointistrategiat. Mikäli tasapaino on odotusriippuva, syntyy perustavaa laatua oleva epävarmuus saastuttamisen tulevasta hinnasta, mikä vääristää yritysten investointistrategioita. Ohjaamalla yritysten päätöksiä edellä kuvatuilla tulevaisuuteen ulottuvilla hintainstrumenteilla, ympäristöviranomaisen voi tehdä odotusriippuvasta tasapainosta historiariippuvan eli tehottomasta tasapainosta tehokkaan.

Koska päästölupamarkkinoiden tasapainon historia- ja odotusriippuvuus määrää edellä kuvatulla tavalla lupamarkkinoiden toiminnan tehokkuuden, on tärkeää tuntea historian- ja odotusten rooliin vaikuttavat tekijät. Yksi näistä tekijöistä on tuotannon puhdistamisen kustannukset. Jos saastelupamarkkinoiden avulla ohjattu toimialan tuotantorakenne on raskaasti saastuttava ja muutettavissa puhtaaksi vain merkittävien investointien kautta, toimivat saastelupamarkkinat todennäköisesti hyvin. Näin siksi, että tuotannon korkeat puhdistamiskustannukset tyypillisesti tekevät saastemarkkinoiden tasapainosta historiariippuvan. Jos taas tuotantorakenteen muuttaminen puhtaaksi on mahdollista ilman kohtuuttomia kustannuksia, on saastelupamarkkinoiden tasapaino helposti odotusriippuva ja tehoton. Analyysi paljastaa myös lukuisia muita historian ja odotusten rooleja määrittäviä toimialaa luonnehtivia parametreja.

Vaikka tulevaisuuteen ulottuvat hintainstrumentit ohjaavat saastuttajien investointeja pelkkiä päästölupamarkkinoita paremmin, ei niiden soveltaminen käytännössä ole ongelmatonta. Esimerkiksi päästöoption tulevan lunastushin-

nan määrittely asettaa ympäristöviranomaiselle aivan toisenlaiset informaatiovaatimukset kuin pelkkä päästölupien painaminen ja kauppaaminen. Informaatio-ongelmista huolimatta saasteen aktiivinen hinnoittelu on kuitenkin usein ainoa vaihtoehto, jos saastemarkkinat eivät toimi. Siksi talusteoria on kehittänyt päästöjen hinnoittelumekanismeja, jotka auttavat löytämään päästöille 'oikean' hinnan, mutta eivät vaadi merkittävästi informaatiota. Tutkin myös tämänyyppisiä saastelupamarkkinoille usein vaihtoehtona esitettyjä saasteen hinnoittelumekanismeja. Osoittautuu, että niiden toimivuuden perustelu voi olla samalla tavoin harhainen kuin perinteinen saastemarkkinoiden toiminnan kuvaus, koska ne perustuvat staattiseen ja epästrategiseen näkemykseen yrityksen toiminnasta.

### *Lopuksi*

Lähimenneisyyden kokemukset osoittavat, että poliitikot voivat ryhtyä sanoista tekoihin, kun ympäristöongelmat riittävästi konkretisoituvat. Yksi esimerkki on 80-luvulla profiloitunut metsiä koetellut happosadeongelma. Se pyrit-

tiin ratkaisemaan sekä Yhdysvalloissa että Euroopassa kohtuullisen rivakasti, vaikkakin monenkirjavain tavoin. Happosadeongelma synnytti myös ensimmäisen laajan mittakaavan saastekauppakokeilun. Kokeilu on monella tavoin auttanut löytämään puutteita jo pitkään tunnettujen taloudellisten ohjauskeinojen arsenaalista. Esimerkiksi saastelupien huutokaupan käytännön toteutus on osoittautunut ongelmalliseksi, koska päästöluvat poikkeavat perinteisistä rahamarkkinoilla huutokaupattavista arvopapereista. Huutokaupan sääntöjen suunnitteluun, erilaisten päästölupaversioiden suunnitteluun ja päästölupien alkuvarannon jakamiseen liittyy koko joukko ongelmia, joita taloustieteilijät eivät osanneet pohtia ennen päästölupien laajamittaisen kaupan kokeilua. Happosadeongelman synnyttämä ympäristösääntelyn instituutio on siis ainakin osittain rajannut ympäristötaloustieteilijöiden tutkimuksia konkreettisten ympäristötavoitteiden toimeenpanon suuntaan. Tämä toivottavasti helpottaa uusien vastaavien instituutioiden luomista, jotka puolestaan tulevaisuudessa organisoivat ympäristötaloustieteen tutkimusta.