

Szász Tibor

A szennyezési jogok piaca

Egy vitatott környezetvédelmi szabályozó eszköz leírása és matematikai modellezése

A szennyezési jogok piacának környezetvédelmi szabályozásra való alkalmazását először az 1960-as évek végén I. H. Dales¹ vetette fel. Majd 1983-ban az NSZK-ban vizsgálta egy, a kormány által megbízott szakértő csoport, hogy a levegővédelem terén a szennyezési jogok (die Emissionszertifikate) piaca alkalmas-e az eddig alkalmazott környezetvédelmi szabályozó eszközök kiegészítésére.²

A német szakértők által vizsgált szennyezési jogok modellje a következő alapfeltevésekből indul ki:

- a) Az egyes szennyező anyagokra meghatározzák az összkibocsátás országosan megengedhető mennyiségét.*
- b) Az összkibocsátást részekre osztják, és a részmennyiségeket, mint szennyezési jogokat az egyes kibocsátóknak kiutalják, vagy eladják.*
- c) A szennyezési jogokat az állam a környezeti állapot javítása céljából meghatározott időközönként leértékeli (csökkenti).*
- d) A megszerzett szennyezési jogok átadhatók, kölcsönözhetők, eladhatók.*

A modell megalkotói a szennyezési jogok piacának számos gazdasági és környezetvédelmi előnyét sorolják fel. Legfontosabb gazdasági jelentőségeként emelik ki, hogy a szennyezés csökkentése a költségek társadalmi optimuma mellett valószínűleg megvalósul. Ezt azzal indokolják, hogy a profitmaximalizáló vállalatok olyan módon adják – veszik a szennyezési jogokat a piacon, hogy számukra az a költségcsökkentés szempontjából mindenképpen kedvező legyen. Szennyezési jogokat így azok a termelők vásárolnak, akik a kibocsátás korlátozását csak magas költségek mellett tudnák elérni. Azok a szennyezők, akik számára a szennyezési jog ára magas, inkább környezetvédelmi intézkedéseket hoznak.

A modellben szereplő, a szennyezési jogok rendszeres leértékelésére vonatkozó feltétel is kedvező hatású abból a szempontból, hogy eredményeképpen csökken a szennyezési jogok kínálata, és ezért egy növekvő szűkösségi ár alakul ki. A magas ár pedig az emisszió csökkentésére, azaz környezetbarát anyagok és energiahordozók felhasználására, környezetkímélő beruházások megvalósítására

1 Dales, I. H.: Pollution, Property and Prices. University of Toronto Press, Toronto, 1968.

2 Unterrichtung durch die Bundesregierung. Deutscher Bundestag 25. 04. 84.

és szennyezéscsökkentő technológiák alkalmazására ösztönöz. A rendszeres leértékelés a korszerűbb környezetvédelmi eszközök keresletének állandósítása révén elősegíti a környezetvédelmi technológiák állandó fejlesztését is. Környezeti szempontból különösen előnyös, hogy a konjunktúra idején, amikor megnőnek a pótló és bővítő beruházások, megnövekszik a szennyezési jogok iránti kereslet, és így azok ára is. A megnövekedett ár pedig az új beruházásoknál eleve környezetbarát termelés kialakítását segíti elő.

Végül a szennyezési jogok piaca előnyeként adódik az is, hogy a vállalat a környezetvédelmi intézkedések után fölöslegessé vált jogait eladhatja, így ezáltal bevételre tesz szert. A befolyt pénzek nem az állami költségvetésbe kerülnek, hanem a vállalati szférában maradnak, pénzalapot teremtve a további környezetkímélő fejlesztésekhez. A szennyezési jogok adásvételének folyamatában ami az egyik vállalatnak kiadás, a másikat bevétel. Ha tehát a vállalatok összességét nézzük, akkor a vállalati szférát csak a közvetlen környezetvédelmi kiadások terhelik.³

A modell rámutatott azokra a alapvető problémákra is, amelyek a szennyezési jogok rendszerének gyakorlati alkalmazásánál felmerülhetnek. Problémák adódnak az összkibocsátás mennyiségének meghatározásánál, a jogok elosztásánál és a leértékelési ráta optimális mértékének megállapításánál.

Az összkibocsátás meghatározásánál a pontos kibocsátási adatok hiánya, a szomszédos régiókból és államokból érkező jelentős mértékű „szennyezőanyag-import”, valamint a konjunkturális ingadozások és strukturális változások befolyása jelent értékelési nehézséget. Ilyen feltételek mellett ugyanis nem lehet a környezeti szempontból kívánatos összkibocsátás mennyiségét pontosan meghatározni, illetve azt a tényleges szennyezettség értékéből levezetni.

A jogok szennyezők közötti elsődleges szétosztására, annak mikéntjére több alternatíva is rendelkezésre áll, azonban mindegyik hordoz magában bizonyos kockázatokat.⁴ Az egyik lehetőség szerint a vállalatok szennyezési jogait az adott vállalatra korábban érvényben lévő, a közvetlen törvényi szabályozás által meghatározott határértékekből vezetnék le. Ennek az a veszélye, hogy létezhetnek olyan szennyező vállalatok, amelyek a rájuk vonatkozó határértékeket korábban csak részben merítették ki. Ha viszont a normáknak (határértékeknek) megfelelő teljes szennyezési jogot megkapnák, a szennyezési jogok piacán túlkínálat keletkezne, ami alacsony árakat eredményezne. A szennyezési jogok alacsony ára pedig szennyezési jog vásárlására, a szennyező anyagok kibocsátásának növelésére, a környezetvédelmi intézkedések mellőzésére ösztönözne. A

3 Ez előnyös a vállalatok számára a környezetvédelmi adókkal szemben, mivel az adók a vállalatokat terhelő állami bevételt, azaz forráselvonást jelentenek.

4 A szennyezési jogok modellje szerint a jogok elosztását elsődlegesen nem piaci módszerekkel, hanem valamilyen rögzített elvre támaszkodva végeznék el. Csupán az ezt követő újraelosztást bíznák a piaci mechanizmusokra.

másik eset, amikor a szennyezési jogok kiutalásánál egy meghatározott időintervallumon belül tapasztalt tényleges szennyezési értékeket veszik figyelembe. Ez nem lenne igazságos, mert így éppen azok jutnának több joghoz és így nagyobb gazdasági előnyhöz, akik eddig csak keveset tettek a környezet megóvásáért, azokkal szemben, akik már korábban is környezetkímélő intézkedéseket hoztak.

A szennyezési jogok bármely elosztása esetén még mindig fennáll a szennyezési jogok monopolizálhatóságának veszélye. A monopolizálhatóság pedig a gazdaságban a termékpiaci verseny tökéletlenségét is fokozná, a monopolista erővel való visszaélés lehetőségét teremtené meg.

A modell a szennyezési jogok leértékelésénél jelentkező bizonytalanságokra is felhívja a figyelmet. Teljesíthetetlen követelmények elé állíthatja a gazdaságot például, ha a leértékelési rátát túlságosan magasan állapítják meg, vagy nagyon rövid időközönként történik a leértékelés. A másik véglet, a túl alacsony leértékelési ráta, illetve a ritka, hosszú időközönkénti leértékelés, nem ösztönöz környezetvédelmi erőfeszítésekre, új környezetbarát eljárások bevezetésére.

Az újabb javaslatok szerint a szennyezési jogok leértékelése mellett más módszerek is elősegíthetik a szennyezési jogok összmenységének, és így a környezet terhelésének a csökkentését.⁵ Lehetséges például, hogy az állam maga vásárol fel szennyezési jogokat, s ezáltal csökkenti a gazdaságban lévő jogok mennyiségét. Elképzelhető, hogy megadják a vásárlás lehetőségét azoknak az egyéneknek és környezetvédő szervezeteknek, amelyek a környezet minőségének javításában érdekeltek, és képesek ezért áldozatot is hozni. De meg lehet engedni egy vállalatnak olyan szennyező anyag kibocsátási jogának a felvásárlását is, amelyet önmaga nem bocsát ki, de az adott, mások által kibocsátott szennyező anyag neki kárt okoz. Használható módszer lehet az állam számára, ha határozott időre szóló jogosítványokat is kiad. Az összkibocsátást itt úgy csökkentheti, hogy a lejáró jogosítványoknak csak egy meghatározott részét adja ki újra.

A szennyezési jogok piacának súlyosabb problémája az, hogy nem zárja ki a szennyezési jogok tisztán gazdasági érdekeken alapuló újraelosztása révén a súlyos szennyezési góccok kialakulását.

A bevezetéshez kapcsolódó gyakorlati problémák, és a súlyos szennyezési góccok kialakulásának lehetősége miatt a német szövetségi kormány a szennyezési jogok piacát annak idején szabályozásra alkalmatlannak nyilvánította.

Újabbban ismét előtérbe került a szennyezési jogok piacának alkalmazása olyan esetekben, amikor a szennyezési góccok kialakulása kizárható. Így például, már alkalmazzák a szennyezési jogok piacát az üvegházhatású gázok kibocsátásának nemzetközi szabályozásában. Elképzelhető a felhasználása a környezeti szempontból nem kívánatos csomagoló eszközök (műanyag tasakok, szatyrok, italos dobozok) túlzott elterjedésének visszaszorítására is.

5 A. Endres: Umweltökonomie. Verlag W. Kohlhammer. Stuttgart. 2000. 128–129.

1995 óta ténylegesen alkalmazzák a szennyezési jogok piacát az USA-ban a savas esőt (csapadékot) okozó SO₂ és NO_x kibocsátásának szabályozására. Az emisszióval való kereskedést az energiát szolgáltató erőművekre engedélyezték. A tapasztalatok kedvezőek: például a SO₂ összkibocsátást 2000-re az 1989. évi 50%-ára kívánták csökkenteni. A számítások szerint a kibocsátások csökkentése mellett – a szennyezési jogok piacának köszönhetően – évente 2 Md USD megtakarítást érnek el az erőművek a környezetvédelmi költségeikben, ami az éves védekezési költségük 30%-nak felel meg.⁶

A piaci szabályozás továbbfejlesztéseként a szennyezési jogok piacát (a szennyezési göcök kialakulását megakadályozandó) területileg korlátozva a közvetlen törvényi szabályozással kombinálták. Így alakult ki a levegőszennyezés szabályozásánál az NSZK-ban a rugalmas kompenzációs szabályozás (Flexible Kompensationsregelungen), az USA-ban pedig az emisszió kereskedés (Emissions Trading) rendszere.⁷

A szennyezési jogok piacának matematikai modellezése

A szennyezési jogok piaca modelljének matematikai leírásában a következő jelöléseket alkalmazzuk:

- x^* a profitmaximalizáló vállalat kibocsátása egy adott szennyező anyagból környezetvédelmi szabályozás hiánya esetén;
- x' a vállalat szennyező anyag kibocsátásának csökkentése;
- x a megmaradó kibocsátás ($x = x^* - x'$);
- $c(x')$ a kibocsátás csökkentésének költségfüggvénye;
- p_{sz} a szennyezési jog ára.

A vállalatok (szennyezők) a szennyezési jogok piacán – tökéletes versenyt feltételezve – a profitérdekeltség által meghatározva, környezetvédelmi vonatkozású költségeik minimalizálására törekednek.⁸

A vállalat környezeti vonatkozású költségeinek két összetevője van: a szennyező anyag kibocsátása csökkentésének költsége és a megmaradó szennyezés jogáért fizetett pénzösszeg. Így a vállalat környezeti vonatkozású költségfüggvénye

$$c = c(x') + p_{sz} \cdot (x^* - x')$$

lesz. A minimum-feltételt megkapjuk, ha a környezeti vonatkozású költségfüggvény x' szerinti deriváltját 0-val tesszük egyenlővé:

6 Feess, E.: Umweltökonomie und Umweltpolitik. Verlag Vahlen, München. 1998. 123.–125.

7 L. Wicke: Umweltökonomie. Verlag Vahlen, München. 1993. 235.

8 L. Feess, 1998. 122.

$$\frac{dc}{dx'} = \frac{dc(x')}{dx'} - p_{sz} = 0.$$

A $\frac{dc(x')}{dx'}$ a kibocsátás-csökkentés határkölsége. A szokásos jelölést alkalmazva és az egyenletet átrendezve kapjuk, hogy az

$$MC(x') = p_{sz}.$$

Ez azt jelenti, hogy a vállalat környezeti vonatkozású költségeinek minimumát akkor éri el, ha a szennyezés-csökkentési határkölsége (amely azt mutatja meg, hogy ha a vállalat egy egységgel csökkenti a szennyező anyagok kibocsátását, akkor mennyivel fog növekedni a kibocsátás csökkentésének összköltsége) megegyezik a szennyezési jogok árával. A szennyezési jog ára viszont a versenyző piacon minden szennyező számára azonos; ezért az előző feltételből egyben az is következik, hogy a költségminimum esetén az azonos szennyező anyagot kibocsátó vállalatok szennyezés-csökkentési határkölségeinek ki kell egyenlítődnie.

Van olyan megközelítés is, amely a környezeti vonatkozású költségeket a vállalat profitfüggvényébe beépítve, közvetlenül a profitmaximalizálás feltételeit határozza meg a szennyezési jogok piaci szabályozása esetén.⁹ A szennyezés csökkentését és a szennyezési jogok vásárlását figyelembe véve, a vállalat profit függvénye a következő lesz:

$$\pi = p_q \cdot q - c(q, x') - p_{sz} \cdot (x^* - x').$$

Itt a jelölések tartalma a következő:

- q a vállalat által termelt termék mennyisége;
- p_q a termék ára;
- $c(q, x')$ a vállalat költségfüggvénye, amely a termékkibocsátás és a szennyező anyag csökkentésének mennyiségétől függ.

A többi jelölés a korábbiakban meghatározottakkal azonos tartalmú.

A profitmaximum feltételeit a parciális deriváltakból tudjuk levezetni. Ezek a következők:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial x'} &= -\frac{\partial c(q, x')}{\partial x'} + p_{sz} = 0 \\ \frac{\partial \pi}{\partial q} &= p_q - \frac{\partial c(q, x')}{\partial q} = 0 \end{aligned}$$

⁹ *H. R. Varian: Mikroökonómia középfokon. Egy modern megközelítés. KJK – KERSZÖV Kiadó, Budapest, 2001. 605–609.*

A határkölség hagyományos jelölését alkalmazva és az egyenletet rendezve megkapjuk a profitmaximum szükséges feltételeit:

$$p_q = MC_q(q, x'), \text{ valamint a } p_{sz} = MC_{x'}(q, x').$$

Az első feltétel szerint a profitmaximum esetén a termelés határkölségének meg kell egyeznie a termék árával. A második feltétel viszont azt kívánja meg, hogy a szennyezés csökkentésének határkölsége a szennyezési jogok árával legyen egyenlő. Ez utóbbi pedig pontosan az a követelmény, mint amit előbb a költségminimalizáló módszerrel levezettünk.

A szennyező anyagok kibocsátása csökkentésének társadalmi költsége

A szennyező anyagok kibocsátása társadalmi költségeinek minimalizálásához ismernünk kell az érintett vállalatok összevont költségfüggvényét. Az összevont társadalmi költségfüggvény viszont nem egyezik meg a vállalatok környezeti vonatkozású költségfüggvényeinek összegével. A vállalatok egyéni függvényeiben szükségszerűen szerepelnek a szennyezési jogokkal kapcsolatos kiadások. Viszont az érintett vállalatok egy részénél (amelyek szennyezési jogot vásárolnak) a jogokra költött kiadások összege azonos lesz a vállalatok másik csoportjának (amelyek a szennyezési jogokat eladják) a jogok eladásából származó bevételével. Így a szennyezési jogok működési folyamatában a kiadások és a bevételek az adásvételben résztvevő vállalatok összességét tekintve kiegyenlítik egymást, összegük nulla lesz. Ezért a társadalmi költségfüggvénynél csak a vállalatok kibocsátás-csökkentés költségfüggvényeinek összegét kell figyelembe venni. A költségminimalizálásnál természetesen tekintettel kell lenni arra is, hogy a vállalatok összességének részére a szennyezési jogok csak korlátozottan, a környezetvédelmi hatóságok által meghatározott mennyiségben állnak rendelkezésre. A szennyezési jogok kínálatát nem a piaci viszonyok, hanem a környezetvédelmi hatóságok szabják meg egy rögzített szinten. A társadalmi költségek minimalizálása ezért a következő feltételes szélsőérték meghatározását fogja jelenteni:

$$c = \sum_{i=1}^n c_i(x'_i) \rightarrow \min$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n (x_i^* - x'_i) = X$$

Ahol új jelölésként

- n a szennyező vállalatok számát;
- i a vállalatok sorszámát;
- X pedig a szennyezési jogok rögzített összegét, azaz állandó kínálatát jelenti.

A költségminimum feltételeit a

$$L = \sum_{i=1}^n c_i(x'_i) - \lambda \left[\sum_{i=1}^n (x_i^* - x'_i) - X \right]$$

Lagrange-függvény segítségével határozzuk meg.

Vegyük a Lagrange-függvény parciális deriváltjait, tegyük egyenlővé azokat 0-val, és rendezzük át a kapott összefüggéseket az alábbiak szerint:

$$\frac{\partial L}{\partial x'_i} = \frac{\partial c_i(x'_i)}{\partial x'_i} + \lambda = 0 \quad \text{ahol } i = 1, \dots, n.$$

Ebből pedig a határköltség szokásos jelölését alkalmazva

$$MC_i(x'_i) = -\lambda \quad \text{ahol } i = 1, \dots, n.$$

A társadalmi költségek minimumának szükséges feltétele részletesen kiírva:

$$MC_1(x'_1) = MC_2(x'_2) = \dots = MC_i(x'_i) = \dots = MC_n(x'_n) = -\lambda.$$

Az optimalizálásból levonható következtetések:

1. A szennyező anyagok kibocsátásának csökkentése esetén a társadalmi költségoptimum (-minimum) elérésének szükséges feltétele, hogy az egyes környezetszennyező vállalatok környezetvédelmi határköltségei kiegyenlítődjenek, és legyenek egyenlők $-\lambda$ -val.
2. A környezeti vonatkozású társadalmi költségoptimum nem függ a szennyezési jogok árától. Ebből az is következik, hogy a szennyezési jogok ára az érintett vállalatok együttes profitjának összegét sem befolyásolja. A szennyezési jogok ára és azok megoszlása viszont hatással van az egyes vállalatok környezeti vonatkozású költségeire, s ezáltal a profitjuk nagyságára, a társadalmi profit vállalatok közötti megoszlására.
3. A vállalatok környezetvédelmi határköltségei egyben megegyeznek $-\lambda$ -val.¹⁰ A λ ez esetben azt mutatja meg, hogy ha a szennyezési jogok összmenyiségét (X) egy egységgel növeljük, akkor mennyivel fog csökkenni a vállalatok társadalmi környezeti vonatkozású költségeinek optimumértéke, illetve mennyivel fog növekedni a vállalatok társadalmi profitoptimuma. (Vagy ha X eggyel csökken, akkor a társadalmi költségoptimum mennyivel növekszik, illetve a társadalmi profitmaximum mennyivel csökken.) A társadalmi optimum értékeit a szennyezési jogok terjedelme alapvetően befolyásolja. A λ -t a szennyezési jogok árnyékárának tekinthetjük.

¹⁰ A $\lambda = \lambda(X)$ az X korlátozó feltételtől függ. Azt mutatja meg, hogy ha a korlátozó feltétel egy egységgel változik, akkor hogyan fog megváltozni a célfüggvény értéke. A bizonyítást lásd: *Sydsaeter-Hammond: Matematika közgazdászoknak*, Aula Kiadó, 1998. 620.

4. A λ az előbbieket szerint arról is tájékoztatást ad, hogy ha a szennyezési jogokat leértékelik, akkor az milyen mértékben fogja növelni a szennyezés-csökkentés társadalmi költségeinek minimumát.

A szennyezési jogok piacának sajátosságai tökéletlen verseny esetén

Tökéletes verseny esetén a szennyezési jogok piaci árát azok összkereslete és -kínálata határozza meg. Az így kialakuló ár az egyes vállalatok számára adottságot jelent, ehhez kell alkalmazkodniuk. A tökéletlen versennyel jellemzett piaci szerkezetek esetén ez már nem így van; a szennyezési jogok ára már nem adottság, hanem azt az egyes vállalatok a kínálati és keresleti magatartásukkal maguk is befolyásolni tudják.¹¹ Ez azt jelenti, hogy a vállalatok környezeti vonatkozású költségfüggvényeiben a szennyezési jogok ára a megmaradó kibocsátás ($x_i = x_i^* - x_i'$) függvénye. Egy tetszőleges i vállalat környezeti vonatkozású költségeinek minimalizálásához tartozó célfüggvény ez esetben a következő lesz:

$$c_i = c_i(x_i') + (x_i^* - x_i') \cdot p_{sz}(x_i^* - x_i')$$

Ez azt jelenti, hogy a szennyezési jog ára az adott vállalat szennyezési jog iránti keresletétől ($x_i = x_i^* - x_i'$) is függ. Ha az előző költségfüggvénybe a megmaradó szennyező anyag kibocsátását helyettesítjük, akkor a függvényt az alábbi formában írhatjuk:

$$c_i = c_i(x_i^* - x_i') + x_i' \cdot p_{sz}(x_i').$$

A költségfüggvény x_i (a megmaradó kibocsátás) szerinti deriválása után kapjuk, hogy

$$\frac{dc_i}{dx_i} = \frac{dc_i(x_i^* - x_i')}{d(x_i^* - x_i')} \cdot (-1) + \frac{d[x_i' \cdot p_{sz}(x_i')]}{dx_i'}$$

Az egyenlet jobboldalát tegyük egyenlővé 0-val, valamint átrendezve és $x_i^* - x_i$ helyett x_i' -t írva, kapjuk a költségminimum szükséges feltételét a tökéletlen verseny körülményei között:

$$\frac{dc_i(x_i')}{dx_i'} = \frac{d[x_i' \cdot p_{sz}(x_i')]}{dx_i'}, \text{ azaz: } MC_i(x_i') = MC_{sz}(x_i').$$

Az utóbbi egyenlet baloldala a szennyezés-csökkentés határköltségét, jobboldala pedig a szennyezési jogok vásárlásának határköltségét („határkiadását”) jelenti. A kapott összefüggés szerint tökéletlen verseny esetén egy adott vállalat környe-

11 L. Fees, 1998. 123.

zeti vonatkozású költségei minimumának szükséges feltétele, hogy a szennyezés csökkentésének határkölsége egyezzen meg a szennyezési jogok vásárlásának határkölségével, azaz a kétféle határkölség egyenlítődjék ki.

A két piaci szerkezet optimumfeltételei különbözőségének jobb megértése érdekében érdemes a szennyezési jogok vásárlása határkölségének „viselkedését” megvizsgálni. Végezzük el az előző egyenletben kijelölt differenciálást:

$$\frac{d[x_i \cdot p_{sz}(x_i)]}{dx_i} = p_{sz}(x_i) + x_i \cdot \frac{dp_{sz}(x_i)}{dx_i}.$$

A $\frac{dp_{sz}(x_i)}{dx_i} > 0$, mert, ha nő a szennyező anyagok kibocsátása iránti kereslet ($dx_i > 0$), akkor a szennyezési jogok ára, $[dp_{sz}(x_i)]$ is növekedni fog, a két mennyiség azonos irányban változik. Ebből viszont az következik, hogy

$$p_{sz}(x_i) + x_i \cdot \frac{dp_{sz}(x_i)}{dx_i} > p_{sz}(x_i), \text{ azaz: } MC_{sz}(x_i) > p_{sz}(x_i).$$

Ez utóbbi összefüggés szerint a tökéletlen verseny viszonyai között a környezeti vonatkozású költségek minimumához tartozó $MC_{sz}(x_i)$ és így a vele egyenlő $MC_i(x'_i)$ is nagyobb a szennyezési jogok áránál: $MC_i(x'_i) > p_{sz}(x_i)$. A szennyező vállalat tehát a tökéletlen verseny körülményei között a környezeti vonatkozású költségeinek minimalizálására törekedve, nagyobb mértékben fogja korlátozni a szennyező anyag kibocsátását, és kevesebb szennyezési jogot fog vásárolni, mintha tökéletes versenyző vállalatként viselkedne. Ezt a környezetvédelem szempontjából mindenképpen előnyként értékelhetjük.

Tökéletlen verseny esetén a társadalmi összköltség minimumát vizsgálva ugyanarra a következtetésre jutunk, mint amit a tökéletes verseny esetén megfogalmaztunk, hiszen az adásvételek összértéke itt is kiegyenlíti egymást.

A szennyezési jogok piacának gazdasági hatékonysága a különböző szennyező anyagok kibocsátásának kölsönhatása esetén

A „hagyományos” környezetgazdaságtani megközelítés a szennyező anyagok kibocsátása csökkentésének költségeit úgy optimalizálja, hogy csak egy szennyező anyag kibocsátására koncentrálna, és közben figyelmen kívül hagyja annak a környezetbe kerülő más szennyező anyagokkal való kölcsönhatását; azaz azt a tényt, hogy a környezet terhelése (minősége) mindig több különböző szennyező anyag kölcsönhatásának eredménye. Ezért ez azzal a következménnyel jár, hogy

például egy adott X nagyságú szennyezési jog hatása a környezet terhelésére előre nem látható. Ahhoz, hogy az elemzésnél a különböző szennyező anyagok kölcsönhatását is figyelembe vegyük, feltételeznünk kell egy $k = f(x_1, x_2)$ környezetterhelési (környezetminőségi) függvényt, ahol $x_1 = x_1^* - x_1'$ és az $x_2 = x_2^* - x_2'$ a különböző szennyező anyagok kibocsátási mennyisége. A függvény tehát a különböző szennyező anyagok kibocsátási kombinációi által meghatározott környezetterhelési szintet (környezet-minőséget) fejezi ki¹², miközben azt feltételezzük, hogy a környezetterhelést befolyásoló természeti tényezők változatlanok. (Az egyszerűség kedvéért modellünkben csak két reprezentatív vállalatot szerepeltetünk. Az egyik azokat a vállalatokat „képviseli”, amelyek az X_1 , másik pedig azokat, amelyek az X_2 szennyező anyagot bocsátják ki.) A vállalatok költségfüggvényeit is figyelembe véve (kompetitív viszonyokat feltételezve) egy adott – a szennyezési jogok kombinációja által meghatározott – környezetterhelési szinthez tartozó környezeti vonatkozású költségek¹³ társadalmi minimumának szükséges feltételét a Lagrange-szorzó módszerével határozhatjuk meg. A feltételt itt a környezetterhelési függvénynek a szennyezési jogok kombinációi¹⁴ által meghatározott konstans értéke $\bar{k} = f(x_1, x_2)$, illetve behelyettesítés után $\bar{k} = f(x_1^* - x_1', x_2^* - x_2')$ jelenti. A feladat így a következő formában írható:

$$\begin{aligned} c &= c_1(x_1') + c_2(x_2') \rightarrow \min. \\ \bar{k} &= f(x_1^* - x_1', x_2^* - x_2') \end{aligned}$$

A Lagrange-függvény pedig a következő lesz:

$$L = c_1(x_1') + c_2(x_2') - \lambda \cdot [f(x_1^* - x_1', x_2^* - x_2') - \bar{k}]$$

A szükséges feltételeket parciális deriválással az alábbi formában kapjuk:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c_1(x_1')}{\partial x_1'} - \lambda \frac{\partial f(x_1^* - x_1', x_2^* - x_2')}{\partial (x_1^* - x_1')} \cdot (-1) &= 0, \\ \frac{\partial c_2(x_2')}{\partial x_2'} - \lambda \frac{\partial f(x_1^* - x_1', x_2^* - x_2')}{\partial (x_2^* - x_2')} \cdot (-1) &= 0. \end{aligned}$$

12 A szennyező anyagok kölcsönhatását leíró környezetterhelési függvény tulajdonságainak részletes leírását lásd: *Szász Tibor: A szennyező anyagok kibocsátására kivetett adó... című tanulmányában. Debreceni Szemle, 2006. október, 473–483.*

13 A szennyezési jogokkal kapcsolatos kiadások és bevételek, mint már említettük, társadalmi szinten kiegyenlítik egymást, ezért a társadalmi költségfüggvényben azoktól eltekinthetünk.

14 Kezdetben a szennyezési jogok összértékét nem tekintjük állandónak, hanem csak azt kívánjuk meg, hogy azok kombinációi kielégítsék a $\bar{k} = f(x_1, x_2)$ feltételt.

Visszahelyettesítés és átrendezés után

$$MC_1(x'_1) = -\lambda \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}, \text{ azaz: } \frac{MC_1(x'_1)}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}} = -\lambda,$$

$$MC_2(x'_2) = -\lambda \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}, \text{ azaz: } \frac{MC_2(x'_2)}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}} = -\lambda.$$

A második oszlopban szereplő egyenletek baloldalán lévő hányadosok a környezetterhelés egységnyi változására eső környezetvédelmi határkötségeket fejezik ki. Ezek szerint a \bar{k} rögzített környezetterhelési szintet minimális társadalmi költséggel csak olyan kibocsátás kombináció esetén lehet elérni, amelynél a különböző szennyező anyagot kibocsátó vállalatok egységnyi környezetterhelési szint változására eső környezetvédelmi határkötségei kiegyenlítődnek:

$$\frac{MC_1(x'_1)}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}} = \frac{MC_2(x'_2)}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}} = -\lambda$$

A λ itt azt mutatja meg, hogy ha a k környezetterhelés szintjét egy egységgel megváltoztatjuk, akkor a környezetvédelem társadalmi költségének minimuma mennyivel fog megváltozni. A λ negatív előjele pedig arra utal, hogy a környezetterhelés és a környezetvédelmi határkötségek ellentétes irányban változnak. Ha a környezetterhelés nő, azaz nő a szennyezési jogok mennyisége, akkor csökken a környezetvédelmi tevékenység, és így a környezetvédelmi határkötség is.

A szennyező vállalatok ebben az esetben is önállóan végzik környezetvédelmi tevékenységüket, és az előzőekben láttuk, hogy kompetitív viszonyok között a szennyező anyagok kibocsátását addig csökkentik, amíg a csökkentés határkötsége meg nem egyezik az adott szennyezési jog árával. Az előbbi összefüggést ezért, a határkötségek helyébe a szennyezési jogok árát helyettesítve, így írhatjuk:

$$\frac{P_{1,sz}}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}} = \frac{P_{2,sz}}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}}.$$

Ennek az összefüggésnek a tartalma a következő: egy meghatározott környezetterhelési szintet akkor lehet minimális társadalmi költséggel elérni, ha a különböző szennyező anyagot kibocsátó vállalatoknál a környezetterhelési szint egy-

ségnyi változására eső szennyezési jogra történő kiadások kiegyenlítődnek¹⁵. A szennyezési jogok árai, mivel a jogok kínálatát a környezetvédelmi hatóságok rögzítik, a keresletüktől függenek. A szennyezési jogok keresletének változása – a környezetterhelési függvény tulajdonságaitól függetlenül – azok árának állandó változását vonja maga után. Ez esetben az optimumfeltétel csak akkor teljesülne, ha az árváltozásokat, a $\bar{k} = f(x_1, x_2)$ feltételt kielégítve, a szennyezési jogok mennyiségi változásai követnék. A szennyezési jogok összege viszont egy-egy időszakon belül konstans, állandó változtatásuk a gyakorlatban kivihetetlen, a modell lényegével összeegyeztethetetlen. Mindez azt eredményezi, hogy a szennyezési jogok piaca, a szennyező anyagok kölcsönhatását is figyelembe véve nem, vagy csak ritkán, véletlenszerűen biztosítja a környezetvédelmi költségek társadalmi optimumát; azt, hogy egy adott környezetterhelési szintet minimális társadalmi költséggel lehessen elérni. Ebben az összefüggésben a szennyezési jogok piaca tehát gazdaságilag nem hatékony.

Ha a szennyezés csökkentésének társadalmi költségoptimumát a tökéletlen verseny viszonyai között, a különböző szennyező anyagok kölcsönhatását is figyelembe véve vizsgáljuk, akkor a legutóbbi képletünkben a szennyezési jogok árai helyett a szennyezési jogok vásárlásának határkölségei szerepelnek. A szennyezési jogok vásárlásának határkölségeit pedig a jogok árának változása érdemben befolyásolja (l. a vásárlás határkölségére kapott összefüggést). Ezért tökéletlen verseny esetén a társadalmi költséghatékonysággal kapcsolatban ismét azokat a konzekvenciákat vonhatjuk le, mint amit a kompetitív piac esetére állapítottunk meg.

A modell lényegesebb következtetései:

1. A szennyezési jogok piaca, ha a szabályozás a súlyos szennyezési góccok kialakulását kizárja, számos környezetvédelmi előnye mellett gazdaságilag is hatékonyabb, mint a hatósági előírásokon, utasításokon alapuló közvetlen törvényi szabályozás.
2. A szennyezési jogok piacán, ha tökéletlen verseny van, a szennyező a profitja maximalizálására törekedve, nagyobb mértékben fogja a kibocsátást csökkenteni (kevesebb szennyezési jogot fog vásárolni), mint ha tökéletes versenyzőként viselkedne. Ez környezeti szempontból mindenképpen előnyös.

¹⁵ Az előző egyenlet átrendezése révén a szükséges feltétel egy másik formuláját kapjuk:

$$\frac{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}} = \frac{p_{1,sz}}{p_{2,sz}}$$

ami azt jelenti, hogy a különböző szennyező anyagok határterheléseinek aránya meg kell egyezzen a szennyezési jogok árarányaival.

3. A szennyezési jogok piaca a különböző szennyező anyagok kölcsönhatását figyelembe véve nem biztosítja, hogy egy meghatározott környezetterhelési szintet (környezetminőséget) minimális társadalmi költséggel lehessen elérni.
4. Végül a szennyezési jogok piacának gazdasági hatékonyságát értékelve megállapíthatjuk, hogy az a közvetlen törvényi szabályozáshoz viszonyítva egy (Pareto-)hatékony elmozdulást jelent, de nem eredményez olyan Pareto-hatékonyságot, amelyet más módszerrel már ne lehetne tovább javítani.

A felhasznált irodalom

- ENDRES, A.: Umweltökonomie. Verlag Kohlhammer, Stuttgart. 2000.
- FREES, E.: Umweltökonomie und Umweltpolitik. Verlag Vahlen, München. 1988.
- SYDSAETER–HAMMOND: Matematika közgazdászoknak. Aula Kiadó, 1998.
- SZÁSZ TIBOR: A szennyező anyagok kibocsátására kivetett adó... Debreceni Szemle, 2006/4. 273–283.
- SZÁSZ TIBOR: Az emisszió adóztatása a szennyező anyagok kölcsönhatása esetén. (Elméleti megfontolások). Pécsi Tudományegyetem Közgazdaság-tudományi Kara, Évkönyv 2004–2005, IV. kötet, Pécs, 2005. 150–168.
- Unterrichtung durch die Bundesregierung. Deutscher Bundestag 25. 04. 81.
- VARIAN, H. R.: Mikroökonómia középfokon. KJK-KERSZÖV. Bp. 2001.
- WICKE, W.: Umweltökonomie. Verlag Vahlen, München. 1993.