Η Άριστη Λύση Για Την Εσωτερίκευση Των Εξωτερικών Οικονομιών (Φορολογία Pigou)

ΘΕΩΡΗΜΑ: Ο φόρος Pigou (φόρος ανά μονάδα παραγομένων ρύπων) ωθεί τις επιχειρήσεις που ρυπαίνουν το περιβάλλον, να εσωτερικεύσουν (internalise) το εξωτερικό κόστος των ρύπων που παράγουν. Ο φόρος αυτός είναι ίσος με την τιμή του εξωτερικού κόστους στο άριστο επίπεδο ρύπανσης.

Παρατήρηση: Εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις παράγουν στο σημείο που αντιστοιχεί στο άριστο επίπεδο ρύπανσης. Αυτό προσδιορίζεται από την ισότητα οριακού οφέλους και οριακού εξωτερικού κόστους $B_i'\left(e_i^*\right) = D'\left(\sum_i e_i^*\right)$.

Απόδειξη

Ας υποθέσουμε ότι σε μια περιοχή υπάρχουν n επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στη παραγωγή ενός προϊόντος. Ταυτόχρονα όμως η παραγωγική δραστηριότητα των επιχειρήσεων ευθύνεται για την παραγωγή ρύπων. Αυτοί οι ρύποι υποβαθμίσουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και το κόστος αυτής της υποβάθμισης ονομάζεται εξωτερικό κόστος ή εξωτερική βλάβη (external cost / external damage). Κλασικό παράδειγμα είναι τα νιτρικά υπολείμματα (ως παρεπόμενο της γεωργικής δραστηριότητας) που υποβαθμίζουν την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων νερών.

Το πρόβλημα της σχεδίασης της πολιτική ελέγχου της ρύπανσης συνίσταται στην επιλογή του κατάλληλου φόρου επί των ρύπων ώστε να μεγιστοποιηθεί η κοινωνική ευημερία. Ένας τρόπος να εκφράσουμε τη μεγιστοποίηση της κοινωνικής ευημερίας είναι μέσω της μεγιστοποίησης του κοινωνικού πλεονάσματος. Το κοινωνικό πλεόνασμα (social surplus) ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του κοινωνικού οφέλους της παραγωγής μείον το εξωτερικό κόστος που αυτή η παραγωγή προκαλεί στη κοινωνία. Έτσι λοιπόν το πρόβλημα της σχεδίασης της πολιτικής ελέγχου της ρύπανσης δίνεται από:

$$\max \sum_i B_i\left(e_i\right) - D\left(\sum_i e_i\right),\ i = 1, 2, \ldots n \tag{0.1}$$

Το B_i συμβολίζει το ιδιωτικό όφελος από την παραγωγή προϊόντος (κέρδος) και το D συμβολίζει το εξωτερικό κόστος. Ταυτόχρονα οι επιχειρήσεις μεγιστοποιούν το ιδιωτικό όφελος από την παραγωγή μείον της φορολογίας που τους επιβάλλεται ανά μονάδα ρύπων. Δηλαδή:

$$\max B_i\left(e_i\right) - te_i \qquad \forall i \tag{0.2}$$

Αν θεωρήσουμε ότι δεν υπάρχουν άλλες στρεβλώσεις στην αγορά, το σύνολο των ιδιωτικών ωφελειών από τη παραγωγή ισούται με το κοινωνικό όφελος αυτών των παραγωγικών διαδικασιών.

Το πρόβλημα (0.1 – 0.2) είναι ένα bilevel mathematical programming problem και για να επιλυθεί αντικαθιστούμε την (0.2) με την συνθήκη πρώτης τάξης. Έτσι έχουμε:

$$B_i'\left(e_i\right) - t = 0 \qquad \forall i \tag{0.3}$$

Η συνάρτηση Lagrange του προβλήματος (0.1 & 0.3) γράφεται ως εξής:

$$L\left(\sum_i e_i, \sum_i \lambda_i, t\right) = \sum_i B_i\left(e_i\right) - D\left(\sum_i e_i\right) + \sum_i \lambda_i\left(t - B_i'\left(e_i\right)\right) \tag{0.4}$$

Στη συνέχεια εξετάσουμε τις συνθήκες μεγιστοποίησης της (0.4). Αυτές είναι:

$$\frac{\partial L}{\partial e_i} = B_i'\left(e_i^*\right) - D'\left(\sum_i e_i^*\right) - \lambda_i B''\left(e_i^*\right) = 0 \qquad e_i^* > 0 \tag{0.5}$$

$$\frac{\partial L}{\partial t} = \sum_i \lambda_i \le 0 \qquad \left(\sum_i \lambda_i = 0 \qquad t > 0\right) \tag{0.6}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = \left(B_i'\left(e_i^*\right) - t\right) \ge 0, \quad \lambda_i \ge 0 \tag{0.7}$$

Η μοναδική περίπτωση για να ισχύουν ταυτόχρονα η (0.6) και η (0.7) είναι $\lambda_i = 0$. Από την (0.7) έχουμε ότι $B_i'\left(e_i^*\right) = t$ και από τις (0.5) και (0.6) ότι $B_i'\left(e_i^*\right) = D'\left(\sum_i e_i^*\right)$

Οπότε αν τα δύο αυτά αποτελέσματα συνδυαστούν έχουμε:

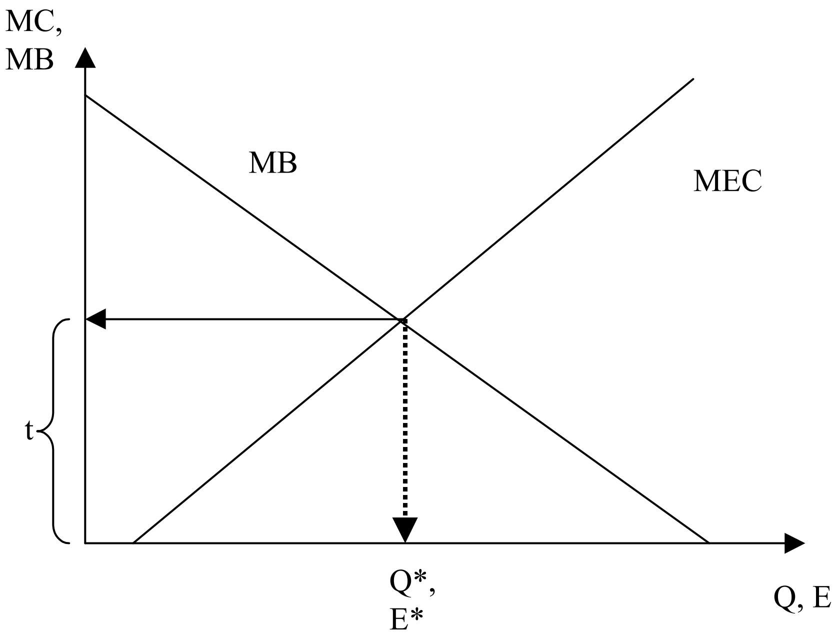
$$\boxed{t = D'\Big|_{\sum_i e_i^*} = D'\left(\sum_i e_i^*\right) \tag{0.8}}$$

Ο φόρος κατά Pigou ισούται με την τιμή του οριακού εξωτερικού κόστους στο άριστο επίπεδο ρύπων $\left(\sum_i e_i^*\right)$.

Ένας λιγότερο αυστηρός τρόπος απόδειξης είναι ο παρακάτω. Η συνθήκη πρώτης τάξης για τη μεγιστοποίηση του κοινωνικού πλεονάσματος [σχέση (0.1)] είναι:

$$B_i'\left(e_i^*\right) = D'\left(\sum_i e_i^*\right) \qquad (0.9)$$

Οι επιχειρήσεις μεγιστοποιούν τα κέρδη τους όταν ισχύει η (0.3), δηλαδή $B_i'\left(e_i\right) - t = 0$. Συνδυάζοντας τις (0.9) και (0.3) προκύπτει η (0.8).



Από το σχεδιάγραμμα φαίνεται ότι ο φόρος Pigou προσδιορίζεται από την ισότητα οριακού οφέλους (MB) και οριακού εξωτερικού κόστους (MEC). Η ισότητα MB=MEC ουσιαστικά είναι η συνθήκη πρώτης τάξης για τη μεγιστοποίηση του προβλήματος (0.1) γιατί ισχύει $\frac{\partial\left\{\sum_i B_i(e_i)\right\}}{\partial e_i} \equiv B_i'\left(e_i^*\right) \equiv MB$ και $\frac{\partial\left\{D\left(\sum_i e_i\right)\right\}}{\partial e_i} \equiv D'\left(\sum_i e_i^*\right) = MEC$. Ο φόρος κατά Pigou δίνεται από τη σχέση $t = MEC$. Παράλληλα, εφόσον $E^* = \sum_i e_i^*$ καταλήγουμε ότι: $t = D'\left(\sum_i e_i^*\right) = D'\big|_{\sum_i e_i^*}$.

Επομένως καταλήγουμε ότι ο φόρος κατά Pigou ισούται με την τιμή του οριακού εξωτερικού κόστους στο άριστο επίπεδο ρύπων $\left(\sum_i e_i^*\right)$.