

Υποδείγματα Ανάλυσης για την Περιβαλλοντικά Βιώσιμη Περιφερειακή Ανάπτυξη

K. ΜΠΙΘΑΣ, J. VAN DEN BERGH*

1. Εισαγωγή

Η εν δυνάμει αντίθεση της οικονομικής μεγέθυνσης με την περιβαλλοντική προστασία αποτελεί ένα φλέγον ζήτημα που απασχόλησε και εξακολουθεί να απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα. Παραδείγματα από το χώρο της οικονομικής επιστήμης μπορούν να αναφερθούν πάρα πολλά, ας παρουσιάσω μόνο μερικά αντιπροσωπευτικά. Από την πλευρά της νεοκλασικής θεωρίας οικονομικής ανάπτυξης υπάρχουν πρόσφατες προσπάθειες να εφαρμοστούν οι σχετικές θεμελιώδεις αρχές της στα ζητήματα της σπανιότητας των φυσικών πόρων και της μόλυνσης-ρύπανσης (Tahvonen and Kuuluvainen 1991, 1993). Οι σχετικές μελέτες επικεντρώνονται στη σημασία της υποκατάστασης των φυσικών πόρων από το ανθρωπογενές κεφάλαιο, της τεχνολογικής προόδου στη χρήση των φυσικών πόρων, και τέλος του τεχνολογικού περιορισμού της ρύπανσης (Dasgupta and Heal 1979). Το ζήτημα της βιώσιμης ανάπτυξης έχει επίσης εξεταστεί στο πλαίσιο της νεοκλασικής προσέγγισης παρότι δεν υπάρχει κοινή αντιμετώπιση από τους επιστήμονες αυτής της κατεύθυνσης (Thomas et.al. 1994). Η αντίθεση μεταξύ αυτών που υποστηρίζουν την προστασία των φυσικών πόρων με αυτούς που προβάλλουν την “ελεύθερη” χρήση τους οδηγεί στην αποδοχή της “αυστηρής” και “μετριοπαθούς” αντίστοιχα θέσης για την βιώσιμη ανάπτυξη (Pearce and Turner 1990).

Η αποδοχή της αρχής του Hartwick που διέπει την επένδυση των κερδών, που προκύπτουν από τη χρήση των φυσικών πόρων, σε ανθρωπογενές κεφάλαιο εμφανίζεται σαν μια ακραία προσέγγισή της “μετριοπαθούς” άποψης για την βιώσιμη ανάπτυξη (Hartwick 1977).

Από διαφορετική σκοπιά οι μοντέρνες θεωρίες οικονομικής ανάπτυξης έχουν επίσης ασχοληθεί με το περιβαλλοντικό ζήτημα και την έννοια της

* Κων/νος Μπίθας, Τμήμα Αστικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πάντειο Πανεπιστήμιο, J. Van Den Bergh, Free University Amsterdam The Netherlands

βιώσιμης ανάπτυξης (Gradus and Smulders 1993, Bovenberg and Smulders 1994). Το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ανάπτυξη τεχνολογίας και τεχνογνωσίας κάτω από την πίεση που δημιουργεί η σπανιότητα συγκεκριμένων φυσικών πόρων και η εκτεταμένη ρύπανση.

Σημαντικά διαφορετική προσέγγιση της σχέσης τεχνολογίας, οικονομικής μεγέθυνσης και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης υιοθετείται από την “εξελικτική” θεώρηση της ανάπτυξης (Faber and Proops 1990, Erdman 1993).

Εναλλακτικές προσεγγίσεις βασισμένες στον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της οικονομικής μεγέθυνσης και στις αρχές της οικολογικής επιστήμης έχουν σε μεγάλο βαθμό παρουσιασθεί τα τελευταία χρόνια (Perrings 1991, 1992).

Όμως, παρά την εκτεταμένη ενασχόληση των επιστημόνων με το περιβαλλοντολογικό ζήτημα και την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης οι χωρικές διαστάσεις των θεμάτων αυτών έχουν προσλάβει μάλλον περιορισμένη σημασία. Έτσι λίγες εργασίες σχετικά με την περιφερειακή ή αστική βιώσιμη ανάπτυξη μπορούν να βρεθούν.

Οι “περιφέρειες” μπορούν να θεωρηθούν σαν ανοικτά συστήματα με οικονομικούς και περιβαλλοντολογικούς όρους (Van den Bergh and Nijkamp 1991).

Εναλλακτικά, τα χωρικά συστήματα (περιφέρειες) μπορούν να εξετασθούν και σε πολύ-περιφερειακό επίπεδο. Εδώ, η περιφερειακή οικονομική επιστήμη έχει αναπτύξει σε σημαντικό βαθμό τα πολύ-περιφερειακά υποδείγματα (Anderson and Kuenne 1986).

Επίσης, χωρικά μοντέλα γενικής ισορροπίας (spatial general equilibrium models) έχουν χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσουν τις χωρικές διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης (Roson 1994, Verhoef and van den Bergh 1995).

Η παρούσα εργασία εξετάζει την περιφερειακή-χωρική βιώσιμη ανάπτυξη στο πλαίσιο δυο ή περισσότερων πεπερασμένων περιφερειών για να αντιμετωπίσει το περίπλοκο μεθοδολογικό πρόβλημα που προκύπτει κατά τη μελέτη της βιώσιμης ανάπτυξης εάν εξετασθεί στη βάση συνεχούς χωρικών οντοτήτων.

Στο πολύ-περιφερειακό πλαίσιο της εργασίας μπορούν να εξετασθούν μερικά ενδιαφέροντα ζητήματα διαπλεκόμενα με την περιφερειακή βιώσιμη ανάπτυξη και μάλιστα με ζητήματα που άπτονται άμεσα της περιφερειακής πολιτικής. Σαν τέτοια ζητήματα σημειώνουμε τα ακόλουθα:

- i) οι “εισαγωγές” σε μια περιφέρεια μπορούν να προκαλούν μη βιώσιμη ανάπτυξη σ’ αυτήν.
- ii) οι “εισαγωγές” σε μια περιφέρεια μπορούν να προκαλούν μη βιώ-

σιμη ανάπτυξη σε άλλες περιφέρειες (μέσω των εμπορικών ανταλλαγών).

iii) οι “εξαγωγές” από μια περιφέρεια μπορούν να προκαλούν μη βιώσιμη ανάπτυξη σ’ αυτήν.

iv) οι “εξαγωγές” από μια περιφέρεια μπορούν να προκαλέσουν μη βιώσιμη ανάπτυξη σε άλλες περιφέρειες (μέσω των εμπορικών ανταλλαγών).

v) η περιβαλλοντική ισορροπία σε μια περιφέρεια συνδέεται με την περιβαλλοντική ισορροπία άλλων περιφερειών μέσω της οικολογικής κατάστασης του συνόλου της βιόσφαιρας.

Το ζήτημα (ii) αναφέρεται στη βιβλιογραφία και σαν το ζήτημα της “εισαγωγής βιωσιμότητας σε μια περιφέρεια που προκαλεί μη βιωσιμότητα σε άλλες περιοχές-περιφέρειες”.

Τα ζητήματα (ii) και (iv) καλούνται επίσης “εξαγωγή μη βιωσιμότητας” σηματοδοτώντας τη δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων σε άλλες περιοχές από αυτές που προσπορίζονται τη σχετική οικονομική μεγέθυνση.

Το ζήτημα (v), εάν συνδυαστεί με την υπόθεση ότι η περιφερειακή παραγωγή εξαρτάται από την κατάσταση του περιβάλλοντος στην εν λόγω περιφέρεια μας επιτρέπει να μελετήσουμε το πρόβλημα των διαπεριφερειακών περιβαλλοντικών εξωτερικοτήτων.

Στην παράγραφο 2 παρουσιάζουμε ένα υπόδειγμα με δυο περιφέρειες οι οποίες έχουν μεταξύ τους οικονομικές συναλλαγές. Υποθέτουμε ότι κάθε περιφέρεια έχει τη δική της περιβαλλοντική κατάσταση-οντότητα και επιπλέον το γενικό (global) περιβάλλον εξετάζεται σαν ξεχωριστή οντότητα.

Τα αποτελέσματα της οικονομικής μεγέθυνσης της περιβαλλοντικής πολιτικής, των επενδύσεων σε τεχνολογία και της διάχυσης αυτής εξετάζονται από το υπόδειγμα.

Στην παράγραφο 3 παρουσιάζονται τα αριθμητικά παραδείγματα προσομοίωσης βασιζόμενα στο υπόδειγμα της παραγράφου 2.

Τέλος η παράγραφος 4 περιέχει τα σχετικά συμπεράσματα.

2. Υπόδειγμα με δυο περιφερειακά οικονομικά-περιβαλλοντικά συστήματα (περιφέρειες)

Αρχικά θα παρουσιάσουμε ένα απλό υπόδειγμα δυο αλληλοσυσχετιζόμενων περιφερειών. Το υπόδειγμα περιέχει έξι στοιχεία, τα ακόλουθα:

(α) παραγωγή και κατανάλωση και στις δυο περιφερειακές οικονομίες καθώς επίσης εμπορικές ανταλλαγές μεταξύ αυτών.

(β) ex-ante αύξηση των ανθρωπογενών συντελεστών παραγωγής και του οικονομικού αποτελέσματος της παραγωγής (προϊόντος).

- (γ) τα περιφερειακά περιβαλλοντικά συστήματα αλληλεπιδρούν μέσω της κατάστασης του “γενικού” περιβαλλοντικού συστήματος.
- (δ) ανάπτυξη ενδογενούς τεχνολογίας που επιφέρει αποτελεσματικότερη χρήση των φυσικών συντελεστών της παραγωγής.
- (ε) υπάρχει διάχυση της τεχνολογίας από την περιφέρεια 1 στην 2.
- (στ) περιφερειακούς δείκτες ευημερίας που αφορούν το επίπεδο ευημερίας σε κάθε περιφέρεια. Οι περιφερειακοί δείκτες ευημερίας επηρεάζονται και από την κατάσταση του περιβάλλοντος σε κάθε περιφέρεια καθώς επίσης από την κατάσταση του συνολικού-γενικού (global) περιβάλλοντος.

Τα τμήματα του υποδείγματος παρουσιάζονται παρακάτω (i δηλώνει την περιφέρεια, $i = 1,2$):

Οι εξισώσεις και οι τιμές των μεταβλητών ανταποκρίνονται, όσο είναι δυνατόν, στη σχετική θεωρία και στα εμπειρικά δεδομένα.

Έτσι η συμπεριφορά του συστήματος μπορεί να θεωρηθεί ρεαλιστική παρότι δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένο περιφερειακό σύστημα.

Χωρίς να διαταράσσουμε τη γενικότητα του υποδείγματος εισαγάγουμε σε μερικές εξισώσεις τις παραμέτρους που χρησιμοποιούμε στα πειράματα προσομείωσης. Ο ορισμός των μεταβλητών γίνεται στο παράρτημα 1.

Παραγωγή

Υποθέτουμε ότι κάθε περιφέρεια χρησιμοποιεί δυο περιφερειακές εισροές για την παραγωγή του περιφερειακού προϊόντος Q_i . Η μια εισροή είναι το περιφερειακό περιβάλλον (E_i) ενώ η άλλη αποτελεί έναν συνδυασμό κεφαλαίου και εργασίας (K_i).

$$Q_1 = .3 * (K_1^{a1}) * (E_1^{b1}) \quad (1)$$

$$Q_2 = .3 * (K_2^{a2}) * (E_2^{b2}) \quad (2)$$

Επιπλέον υποθέτουμε ότι τα προϊόντα Q_1 και Q_2 είναι διαφορετικά. Η υπόθεση αυτή εμπεριέχεται στο υπόδειγμα μέσω της παρουσίας της κατανάλωσης και των δυο προϊόντων στη συνάρτηση ευημερίας.

Έτσι εμπορικές ανταλλαγές μεταξύ των δυο περιοχών μπορεί να λάβουν χώρα.

Για να συμπεριληφθεί ενδογενής σχηματισμός των εμπορικών ανταλλαγών οι περιφερειακές τιμές (P_i) καθορίζονται ανά μονάδα προϊόντος (Q_1, Q_2) στη βάση του κόστους των δυο εισροών σε κάθε περιφέρεια.

Το κόστος του κεφαλαίου υποτίθεται σταθερό και ίσο με τη μονάδα, ενώ το κόστος των φυσικών πόρων (R_i) καθορίζεται από τους περιβαλλοντικούς φόρους (ti) Η χρήση των φυσικών πόρων δεν τιμολογείται πέραν

των σχετικών φόρων. Οι περιφερειακές τιμές δίνονται από την ακόλουθη συνάρτηση

$$P_i = (K_i + t_i * R_i) / \text{MAX} (1, Q_i)$$

Η συνάρτηση MAX συμπεριλαμβάνεται για να εξασφαλίσει ότι ο παρονομαστής είναι διάφορος του μηδενός.

Κατανάλωση και ανταλλαγές

Για να καθοριστούν οι τύποι ανταλλαγών και κατανάλωσης γίνονται οι ακόλουθες υποθέσεις:

i) η παραγωγή σε κάθε περιφέρεια είναι ίση με τη συνολική ζήτηση. Η συνολική ζήτηση συνίσταται στην ενδοπεριφερειακή κατανάλωση, στις εξαγωγές, σε επενδύσεις και σε επενδύσεις σε έρευνα και τεχνολογία. Υποθέτουμε ότι η έρευνα και η τεχνολογία αναπτύσσονται μόνο στην περιφέρεια 1.

C_{1i} δηλώνει την ενδοπεριφερειακή κατανάλωση του προϊόντος που παράγεται στην περιφέρεια i) . C_{ij} δηλώνει τις εισαγωγές από την περιφέρεια i του προϊόντος j (παράγεται στην περιφέρεια j).

$$Q_1 = C_{11} + C_{21} + I_1 + I_{R+D,1} \quad (4)$$

$$Q_2 = C_{22} + C_{12} + I_2 \quad (5)$$

ii) Οι συνολικές ροές ανταλλαγής ισορροπούν

$$P_1 * C_{21} = P_2 * C_{12}$$

iii) Ο σταθερός συντελεστής α_1 δηλώνει το βαθμό κατά τον οποίο είναι ανοικτή η οικονομία στην περιφέρεια 1.

$$C_{11} / C_{12} = \alpha_1$$

Μεγάλη τιμή του α_1 σημαίνει πιο κλειστό οικονομικό σύστημα, ενώ μια μικρή τιμή (< 2) σημαίνει πολύ ανοικτό σύστημα.

Ανακαθορίζοντας τώρα τις εξισώσεις (4) - (7) καταλήγουμε στο ακόλουθο υπομοντέλο και την κατανάλωση και τις ανταλλαγές.

$$C_{12} = P_1 * (Q_1 - I_1 - I_{R,D,1}) / (O_1 * P_1 + P_2) \quad (8)$$

$$C_{11} = \alpha_1 * C_{12} \quad (9)$$

$$C_{21} = P_2 * C_{12} / P_1 \quad (10)$$

$$C_{22} = Q_2 - I_2 - C_{12} \quad (11)$$

Τεχνολογία

Η τεχνολογία (T), στην περιφέρεια 1 βελτιώνεται μέσω των επενδύσεων σε έρευνα ($I_{R\&D,1}$) ως ακολούθως

$$dT/dt = I_{R\&D,1}, T(0) = 0 \quad (12)$$

Η τεχνολογική πρόοδος φτάνει στην περιφέρεια 2 μέσω της τεχνολογικής διάχυσης (T_d) με μια καθυστέρηση 4 χρονικών περιόδων. Η d_d υποδηλώνει μια μεταβλητή με τιμή ίση με 1.

$$T_{d0} = d_d * T(t-4), T_d(s) = 0, s = 1, 2, 3 \quad (13)$$

Η τεχνολογική πρόοδος επιτρέπει την αποτελεσματικότερη χρήση των φυσικών πόρων, όμως η αποτελεσματικότητα στη χρήση έχει ένα ανώτερο όριο το οποίο καθορίζεται όπως ακολουθεί

$$R_1 = .585 * (Q_1^s) * \{(T + 100) / (4 * T + 100)\} \quad (14)$$

$$R_2 = .585 * Q_2^s * \{(T_d + 100) / (4 * T_d + 100)\}$$

Οικονομική μεγέθυνση

Η μεγέθυνση και στις δυο περιφέρειες λαμβάνει χώρα μέσω επενδύσεων που αυξάνουν το υπάρχον κεφάλαιο K. Η Απόσβεση κεφαλαίου ορίζεται σαν αναλογία του υπάρχοντος κεφαλαίου.

$$dK_i/dt = I_i - .05 * K_i, K_i(0) = 100$$

Οι επενδύσεις γίνονται ξεχωριστά σε κάθε περιφέρεια και περιορίζονται από την αντίστοιχη περιφερειακή παραγωγή. Όταν δεν υπάρχει περιορισμός από το επίπεδο της αντίστοιχης παραγωγής η επένδυση είναι τουλάχιστον ίση με την απόσβεση και έτσι το επίπεδο κεφαλαίου παραμένει σταθερό.

Γενικά στα πειραματικά σενάρια που εξετάζονται στην επόμενη παράγραφο υποθέτουμε έναν ex ante ρυθμό αύξησης (g) του κεφαλαίου, όταν υπάρχει ικανοποιητικό επίπεδο παραγωγής γι' αυτό.

$$I_i = \text{MIN}(Q_i, D_i, + g * K_i), K_i(0) = 0 \quad (17)$$

Περιβάλλον

Η κατάσταση του περιβάλλοντος σε κάθε περιφέρεια περιγράφεται από μια λογαριθμική συνάρτηση. Η φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος όπως περιγράφεται από τη συνάρτηση αυτή ορίζεται να είναι ίση με 180.

Ο ρυθμός ανανέωσης των ανανεώσιμων στοιχείων του περιβάλλοντος (τ_{ij}) είναι θετικά συσχετιζόμενος με την κατάσταση του γενικού (global)

περιβάλλοντος, όπως αυτή περιγράφεται από τον δείκτη (E_{glob}).

Η χρήση φυσικών πόρων στην περιφέρεια i (R_i) προκαλεί υποβάθμιση στην ποιότητα-κατάσταση του περιβάλλοντος.

$$dE_i/dt = r(E_{glob}) * E_i(1 - E_i/C_c) - R_i, E_i(0) = 100 \quad (18)$$

$$r(E_{glob}) = \text{MIN}(E_{glob}/C_a, 1) * 2 \quad (19)$$

Ο δείκτης E_{glob} αφορά την ποιότητα-κατάσταση του γενικού περιβάλλοντος. Ο δείκτης αυτός είναι συνάρτηση του αντίστοιχου δείκτη των δυο περιφερειών. Η σχετική συνάρτηση είναι η ακόλουθη:

$$E_{glob} = (E_1 * E_2)^{.5} + .5 * (E_1 + E_2) \quad (20)$$

Ευημερία

Η ευημερία εκτιμάται για κάθε περιφέρεια σαν αποτέλεσμα της κατανάλωσης, της κατάστασης του περιβάλλοντος στην περιφέρεια, και της κατάστασης του "γενικού" περιβάλλοντος.

$$W_i = C_{i1}^{.6} * C_{i2}^{.6} * E_i^{.4} * E_{glob}^{.2} \quad (21)$$

Κλείνοντας την παρουσίαση των εξισώσεων του υποδείγματος πρέπει να αναφέρουμε ότι είναι πολύ δύσκολο να ανιχνεύσουμε τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του υποδείγματος στην αναλυτική του μορφή λόγω του αριθμού των εξισώσεων και της φύσης αυτών, γι' αυτό θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο της προσομοίωσης για να εκτελέσουμε μερικά πειράματα-παραδείγματα στη βάση του υποδείγματος.

3. Πειράματα προσομοίωσης

Στο τμήμα αυτό το αναλυτικό μοντέλο που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο θα χρησιμοποιηθεί για να εκτελεσθούν μερικά πειράματα προσομοίωσης. Το κάθε πείραμα εξετάζει τα αποτελέσματα ενός σεναρίου το οποίο κατ' ουσίαν αποτελείται από μια σειρά υποθέσεων.

Διάφορα σενάρια μπορούν να εξετασθούν από το μοντέλο, η μελέτη τελικά εξετάζει συστηματικά έξι σενάρια, τα οποία ανήκουν σε δύο γενικότερες ομάδες όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

Σενάρια με συμμετρικό οικονομικό σύστημα δηλ. οι συναρτήσεις παραγωγής και στις δυο περιφέρειες είναι ίδιες.

Ορίζουμε ότι $a_i = b_i = O_i$, $i=1,2$

1.a. Ex ante ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης ίσο 3%: $g = 0.003$

1.b. Ίδια υπόθεση με το 1.a συνδυαζόμενη με έρευνα $I_{RD1} = 5$

1.c. Ίδια υπόθεση με το 1.a. συνδυαζόμενη με περιβαλλοντική πολιτική:

$$et_1 = 20$$

Σενάρια με ασυμμετρικό οικονομικό σύστημα: $a_1 = b_2 = 0.2$, $b_1 = a_2 = 0.8$

2.a. Εxante ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης ίσος 3%: $g = 0.003$

2.b. Ίδια υπόθεση με το 2.a συνδυαζόμενη με επενδύσεις σε έρευνα: $I_{RD,1} = 5$

2.a. Ίδια υπόθεση με το 2.a συνδυαζόμενη μια διάχυση τεχνολογίας: $d_d = 1$

Σενάριο 1.a

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι και οι δύο περιφέρειες εμφανίζουν παρόμοια εξέλιξη στην παραγωγή (Prod) και στον συνδυασμό κεφάλαιο-εργασία (Kl). Ο exante ρυθμός μεγέθυνσης του Kl ίσος με 3% προκαλεί αρχικά ίσο ρυθμό expost μεγέθυνσης, όμως μετά από 18 περίοδους η παραγωγή αρχίζει να μειώνεται και τελικά μηδενίζεται.

Όταν η παραγωγή είναι μικρή οι επενδύσεις (Ii) αρχίζουν να μειώνονται και τελικά μηδενίζονται και τότε ο συνδυασμός κεφάλαιο-εργασία (Kl) αρχίζει να μειώνεται. Βλέπομε ότι η πιθανή αύξηση του κεφαλαίου δε μεταφράζεται σε αύξηση της παραγωγής. Αυτό συμβαίνει διότι οι περιβαλλοντικές εισροές της παραγωγής έχουν χαμηλότερη ποιότητα λόγω της συνεχούς χρήσης και γι' αυτό εξάντλησης των φυσικών πόρων.

Οι δύο περιφέρειες έχουν παρόμοιο τρόπο εξέλιξης στην περιβαλλοντική τους ποιότητα-κατάσταση.

Σενάριο 1.b

Υποθέτοντας ανάπτυξη περιβαλλοντικής τεχνολογίας στην περιφέρεια 1 ($I_{RD,1}$) διαφορετικά αποτελέσματα προκύπτουν για τις δύο περιφέρειες. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι η ανάπτυξη τεχνολογίας έχει θετικές επιπτώσεις στην εξέλιξη της παραγωγής στις δύο περιφέρειες όμως η επίπτωση αυτή είναι μικρότερη στην περιφέρεια 2. Παρατηρούμε ότι η ποιότητα του περιβάλλοντος στην περιφέρεια 1 καλυτερεύει σε σχέση με την αρχική κατάσταση, ενώ η περιβαλλοντική ποιότητα στην περιφέρεια 2 χειροτερεύει. Η γενική ποιότητα του περιβάλλοντος είναι καλύτερη από την αντίστοιχη του σεναρίου 1.a.

Επίσης διαπιστώνομαι ότι εν' γένει η ποιότητα του περιβάλλοντος είναι καλύτερη στο σενάριο 1.b σε σύγκριση με το σενάριο 1.a.

Λόγω των επενδύσεων στην ανάπτυξη τεχνολογίας η αρχική ευημερία στην περιφέρεια 1 είναι χαμηλότερη σε σχέση με αυτή της περιφέρειας 2, όμως μετά την 12η περίοδο η κατάσταση αλλάζει.

Οι εμπορικές ανταλλαγές είναι ασυμμετρικές. Η ενδοπεριφερειακή κα-

τανάλωση του προϊόντος 2 (C_2) μπορεί να αυξάνει καθώς επίσης να παρουσιάζεται μια μικρή αύξηση εισαγωγών του προϊόντος 2 (C_{12}) σαν καθαρό αποτέλεσμα των δύο αντιθέτων επιδράσεων της αυξημένης αγοραστικής δύναμης της περιφέρειας 1 και της αύξησης της σχετικής τιμής του προϊόντος 2.

Σενάριο 1.c

Η επιβολή περιβαλλοντικού φόρου (t_1) στην χρήση των φυσικών πόρων της περιφέρειας 1 επιφέρει αλλαγές στις σχετικές τιμές των δύο προϊόντων. Παρόλα αυτά ο φόρος δεν επιφέρει αποτελεσματικότερη χρήση των φυσικών πόρων διότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές μέθοδοι παραγωγής και υποκατάστατα. Έτσι το αποτέλεσμα του φόρου είναι κάποιες επιπτώσεις στο εισόδημα και την ευημερία και κάποιες αλλαγές στις εμπορικές ανταλλαγές.

Τα αποτελέσματα αυτά προκύπτουν λόγω των υποθέσεων του σεναρίου και ειδικότερα από την απουσία υποκατάστατου προϊόντος για το προϊόν 1.

Σενάριο 2.a

Μεγέθυνση σε διαφοροποιημένο πλαίσιο. Στο παρόν και στα επόμενα δύο σενάρια υποθέτουμε ότι το οικονομικό σύστημα στις δύο περιφέρειες βασίζεται σε διαφοροποιημένα πρότυπα και ρυθμούς παραγωγής. Η εισαγωγή της διαφοροποιημένης παραγωγής στο υπόδειγμα γίνεται με την υπόθεση αντίστροφων συνόλων συντελεστών ελαστικότητας υποκατάστασης των συντελεστών παραγωγής στις Cobb-Douglas συναρτήσεις παραγωγής των δύο περιφερειών. Η περιφέρεια 1 είναι λιγότερο ικανή να αναπτύξει την παραγωγή σε σχέση με την περιφέρεια 2. Σαν αποτέλεσμα αυτού η περιφέρεια 1 χρησιμοποιεί λιγότερους φυσικούς πόρους και προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε μικρότερο βαθμό. Έτσι μπορεί να διατηρήσει μακροχρόνια μία "καλή" κατάσταση στο φυσικό της περιβάλλον. Από το οικονομικό πλαίσιο που διαμορφώνεται, φαίνεται ότι η περιφέρεια 2 έχει αρχικά ένα πλεονέκτημα στις σχετικές τιμές αλλά η κατάσταση ανατρέπεται από την κακή κατάσταση του περιβάλλοντος και τη σχετική εξάντληση των φυσικών πόρων, έτσι οι σχετικές τιμές αλλάζουν και η περιφέρεια 1 απολαμβάνει τελικά καλύτερη σχέση τιμών.

Σενάριο 2.b. Περιβαλλοντική τεχνολογία σε ετερογενές πλαίσιο

Το σενάριο αυτό επιλέγεται για να μελετήσουμε τα σχετικά αποτελέσματα σε σχέση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του σεναρίου 2.c που υπο-

θέτει την ανάπτυξη αλλά επιπλέον τη διάχυση της περιβαλλοντικής τεχνολογίας.

Το σενάριο 2.b υποθέτει ότι όπως και στο σενάριο 1.b, υπάρχει τεχνολογική πρόοδος σχετιζόμενη με τη χρήση των φυσικών πόρων. Τα θετικά αποτελέσματα της ανάπτυξης τεχνολογίας εντοπίζονται στην περιφέρεια 1 όπου και λαμβάνει χώρα η ανάπτυξη και η εφαρμογή της τεχνολογίας. Όμως σύντομα τα θετικά αποτελέσματα διαχέονται και στην περιφέρεια 2 μέσω των εμπορικών ανταλλαγών αλλά και της κατάστασης του γενικού (global) φυσικού περιβάλλον.

Σενάριο 2.c. Τεχνολογική διάχυση σε διαφοροποιημένο πλαίσιο παραγωγής

Η διαφορά του σενάριο 2.c από το σενάριο 2.b εντοπίζεται στην ύπαρξη μηχανισμών άμεσης διάχυσης της (περιβαλλοντικής) τεχνολογίας. Ειδικότερα υποθέτουμε ότι η περιφέρεια 2 φτάνει το επίπεδο της τεχνολογίας της περιφέρειας 1 με καθυστέρηση τεσσάρων χρονικών περιόδων.

4. Συμπεράσματα

Η έννοια της βιώσιμης οικονομικής μεγέθυνσης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όταν εξετάζεται σε διαπεριφερειακό επίπεδο λόγω των ρεαλιστικών ομοιοτήτων που υπάρχουν σε σχέση με τον πραγματικό κόσμο (ανταλλαγή αγαθών, άνιση χωρική κατανομή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, “εξαγωγή” των αρνητικών επιπτώσεων, διάχυση τεχνολογίας κ.ά.).

Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα μελέτη παρουσιάζει μία προσπάθεια όπου η έννοια της βιωσιμότητας ανιχνεύεται σε ένα πολύ περιφερειακό επίπεδο. Ειδικότερα οι επιπτώσεις ενός συνόλου υποθέσεων εξετάζονται μέσω του συνδυασμού ενός αναλυτικού υποδείγματος και πειραματικών προσομοιώσης (simulation experiments) που βασίζονται σε αυτό το υπόδειγμα.

Προφανώς το υπόδειγμα δεν μπορεί να είναι πλήρες και διεξοδικό περιλαμβάνοντας όλα τα χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου. Όμως αυτό μπορεί κατάλληλα να προσαρμοστεί στα ειδικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων περιοχών. Ταυτόχρονα το υπόδειγμα και τα αποτελέσματα αυτού αποτελούν μία συστηματική σκιαγράφηση των επιπτώσεων της εισαγωγής έννοιας της βιωσιμότητας στο πλαίσιο της σύγχρονης οικονομικής και περιφερειακής επιστήμης.

Παράρτημα 1. Κατάλογος μεταβλητών (i δηλώνει την περιφέρεια, $i=1,2$)*Μεταβλητές Αποθέματα Stock variables*

- K_i = εισροές κεφαλαίου και εργασίας στην παραγωγή (capital, labour),
 T = συσσώρευση τεχνολογίας,
 E_i = δείκτης της κατάστασης του περιβάλλοντος στην περιφέρεια i.

Μεταβλητές ροές

- Q_i = παραγωγή,
 P_i = τιμή του αγαθού που παράγεται στην περιφέρεια i,
 I_i = επενδύσεις σε K_i ,
 $I_{RAD,i}$ = επενδύσεις σε τεχνολογία στην περιφέρεια 1,
 T_d = διάχυση της τεχνολογίας από την περιφέρεια 1 στην 2,
 C_{ij} = κατανάλωση του προϊόντος j στην περιφέρεια i,
 R_i = χρήση των φυσικών πόρων κατά την παραγωγή,
 E_{glob} = δείκτης κατάστασης του γενικού (global) περιβάλλοντος,
 W_i = ευημερία στην περιφέρεια i.

Παράμετροι

- a, b = ελαστικότητες των συναρτήσεων παραγωγής στην περιφέρεια 1,
 c, d = ελαστικότητες των συναρτήσεων παραγωγής στην περιφέρεια 2,
 C_c = φέρουσα ικανότητα των περιφερειακών περιβαλλοντικών συστημάτων,
 g = ετήσια καθαρή μεγέθυνση των συντελεστών παραγωγής,
 α_i = δείκτης του μεγέθους των εμπορικών ανταλλαγών της περιφέρειας 1,
 t_i = περιβαλλοντικός φόρος.

Συναρτήσεις

- r = ρυθμός ανανέωσης του περιβάλλοντος,
 $MAX(,)$ = συνάρτηση που εξασφαλίζει το μέγιστο από δύο εισροές,
 $MIN(,)$ = συνάρτηση που εξασφαλίζει-δημιουργεί το ελάχιστο από δύο εισροές.

Βιβλιογραφία

- Alcamo, J., R. Shaw and L. Hordijk (eds.), (1990): *The Rains Model of Acidification: Science and Strategies in Europe*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Anderson, E.E. and R.E. Kuenne (1986): "Regional economic dynamics", in: P. Nijkamp (ed.), *Handbook of regional and urban economics*, 201-253, vol. 1, North-Holland, Amsterdam.
- Bergh, J.C.J.M. van den and P. Nijkamp, (1991): "A general dynamic economic-ecological model for regional sustainable development". *Journal of Environmental Systems*, Vol. 20: 89-214.
- Bergh, J.C.J.M. van den and P. Nijkamp (eds.), (1994): "Sustainability, resources and region". *The Annals of Regional Science*, Vol. 28 (1), special issue.
- Bovenberg, A.L. and S.A. Smulders, (1994): "Environmental policy in a two-sector endogenous growth model". In: Proceedings workshop "Quantitative Economics and Environmental Policy", OCFEB, Erasmus University, Rotterdam.
- Breheny, M.J., (1992): *Sustainable Development and Urban Form*. European Research in Regional Science, Vol. 2. Pion, London.
- Common, M. and C. Perrings, (1992): "Towards an ecological economics of sustainability". *Ecological Economics*, Vol. 6: 7-34.
- Dasgupta, P.S. and G.M. Heal, (1979): *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dosi, C., and T. Tomasi (eds.), (1994): *Nonpoint source pollution regulation: Issues and Analysis*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Erdman, G., (1993): "Evolutionary economics as an approach to environmental problems". In: H. Giersch, (eds.), *Economic Progress and Environmental Concerns*. Springer-Verlag, Berlin.
- Faber, M. and J.L.R. Proops, (1990): *Evolution, Time, Production and the Environment*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Gradus, R. and S.A. Smulders, (1993): "The trade-off between environmental care and long-term growth: Pollution in three proto-type growth models". *Journal of Economics*, Vol. 58: 25-52.
- Hartwick, J.M., (1977): "Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources". *American Economic Review*, Vol. 67: 972-974.
- Holling, C.S., (1986): "The resilience of terrestrial ecosystems: Local surprise and global change". Ch. 16 in: W.C. Clark and R.E. Munn (eds.), *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Holling, C.S., (1994): "New science and new investments for a sustainable biosphere". In: A.M. Jansson, M. Hammer, C. Folke and R. Costanza (eds.), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach Sustainability*. Island Press, Washington D.C.
- Musu, I., (1994): "On sustainable endogenous growth". Nota di Lavoro 11.94, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.
- Nijkamp, P. and A. Perrels, (1994): *Sustainable Cities in Europe*. Earthscan, London.
- Pearce, D.W., and R.K. Turner, 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, New York.

- Perrings, C., (1991): "Ecological sustainability and environmental control". *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 2: 275-295.
- Ploeg, F. van der, and A.J. de Zeeuw, (1992): "International aspects of pollution control". *Environmental and Resource Economics*, Vol. 2: 117-139.
- Roson, R. (ed.), (1994): *Transportation and General Equilibrium Models*. Proceedings of an International Workshop, Venice, May 1993.
- Russell, C.S. and J.F. Shogren (eds.), (1993): *Theory, Modelling and Experience in the Management of Non-point Source Pollution*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Smulders, S.A., (1994): *Growth, Market Structure and the Environment: Essays on the Theory of Endogenous Economic Growth*. Ph.D. Thesis, Tilburg University (KUB), Tilburg.
- Tahvonen, O. and J. Kuuluvainen, (1991): "Optimal growth with renewable resources and pollution". *European Economic Review*, Vol. 35: 650-661.
- Tahvonen, O. and J. Kuuluvainen, (1993): "Economic growth, pollution and renewable resources". *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 24: 101-118.
- Toman, M.A., J. Pezzey, and J. Krautkraemer, (1994): «Neo-classical economic growth theory and "sustainability"». In: D. Bromley (ed.). *Handbook of Environmental Economics*. Blackwell, Oxford, 1994.
- Verhoef, E.T., and J.C.J.M. van den Bergh, (1995): "A Spatial Price Equilibrium Model for Environmental Policy Analysis of Mobile and Immobile Sources of Pollution". In: J.C.J.M. van den Bergh, P. Nijkamp and P. Rietveld (eds.). *Recent Advances in Spatial Equilibrium Modelling*. Springer-Verlag, forthcoming.