

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

# ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΤΟΥ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

### *Εισαγωγή*

Οι λόγοι για τους οποίους το νεοκλασικό υπόδειγμα εξωγενούς τεχνολογικής προόδου έγινε τόσο δημοφιλές στην οικονομική θεωρία είναι, πρώτον, η απλότητά του και, δεύτερον, η εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων. Τόσο το βασικό όσο και το εκτεταμένο υπόδειγμα Solow-Swan οδηγούνται μέσω των συναρτήσεων παραγωγής σε συμπεράσματα για τους παράγοντες που επηρεάζουν το κατά κεφαλήν εισόδημα και το ρυθμό μεταβολής του, τις μεταξύ τους σχέσεις, καθώς και το ρόλο του κεφαλαίου και της εργασίας στην παραγωγή. Συγκεκριμένα, με βάση τη θεωρία, μπορούν να εξαχθούν μετρήσεις για τις διάφορες παραμέτρους της οικονομίας και να εξεταστεί κατά πόσο αυτές συνάδουν με άλλα διαθέσιμα εμπειρικά αποτελέσματα. Έτσι, μπορεί να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί η γενική ισχύς του υποδείγματος ή διαφόρων μορφών του, καθώς και να εξεταστούν κατάλληλες βελτιώσεις και επεκτάσεις.

Σε αυτό και στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στους εμπειρικούς ελέγχους του υποδείγματος εξωγενούς οικονομικής μεγέθυνσης του Solow, όπως διατυπώθηκαν στα δύο προηγούμενα κεφάλαια. Θα εξεταστεί, λοιπόν, πώς τα συμπεράσματα του υποδείγματος υπόκεινται σε έλεγχο, εάν επαληθεύονται, αλλά και τι συνεπάγονται. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσίαση στις επόμενες ενότητες γίνεται πιο ενδιαφέρουσα, αν ληφθεί υπόψη ότι τα αποτελέσματα μπορούν εύκολα να επιβεβαιωθούν. Συγκεκριμένα, όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι διαθέσιμα για άμεση χρήση σε όλους τους οικονομολόγους, κυρίως μέσω της διεθνούς βάσης δεδομένων Penn World

## ΠΛΑΙΣΙΟ 4.1

*Η βάση δεδομένων Penn World Table*

Ένας από τους λόγους που οι εμπειρικές εργασίες στην οικονομική επιστήμη γνώρισαν μεγάλη άνθηση μετά το 1985 είναι και η ταχύτητα διάδοση των διαθέσιμων στοιχείων μέσω του Διαδικτύου, η οποία καθιστά πολύ ευκολότερη την εμπειρική έρευνα με σκοπό τον έλεγχο της θεωρίας. Όμως σε αντίθεση με άλλους τομείς της οικονομικής επιστήμης, όπου η διάθεση των στοιχείων είναι σε μορφή άμεσα επεξεργάσιμη (επιτόκια, συναλλαγματικές ισοτιμίες κ.λπ.), στην περίπτωση της οικονομικής μεγέθυνσης υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, τα οποία δυσκολεύουν την παροχή των στοιχείων σε πρωτογενή μορφή:

- Απαιτούνται *μεγάλες περίοδοι με διαθέσιμα στοιχεία* (μέσοι όροι πενταετιών ή δεκαετιών τουλάχιστον), ώστε να εξασφαλίζεται ότι τα αποτελέσματα δεν επηρεάζονται από προσωρινές διαταραχές (πολιτικές ανακατατάξεις, καιρικές συνθήκες κ.λπ.).
- Σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα τις αναπτυσσόμενες και τις υποανάπτυκτες που αποτελούν τη μεγάλη πλειοψηφία του συνόλου, η κατάρτιση των σχετικών πινάκων από τις στατιστικές υπηρεσίες βασίζεται σε *πλημμελή ενδεικτικά στοιχεία*, με συνέπεια να έχουν μειωμένη αξιοπιστία και χρησιμότητα.
- Τέλος, εφόσον οι εμπειρικοί έλεγχοι αναφέρονται σε δεδομένα από πολλές χώρες, πρέπει να εξασφαλίζεται η *συγκρισιμότητα* των στοιχείων με την αναφορά σε κάποια κοινή βάση για όλες τις χώρες, ανεξάρτητα από επιμέρους ιδιαιτερότητες.

Το σύστημα εθνικών λογαριασμών κάθε οικονομίας παρέχει σε γενικές γραμμές το πλαίσιο για τη συλλογή τέτοιων στοιχείων, ένα πλαίσιο το οποίο επιτρέπει την καταγραφή των μακροοικονομικών μεγεθών της οικονομίας σε τακτά χρονικά διαστήματα (έτος ή τρίμηνο). Όμως τα στοιχεία αυτά διατυπώνονται σε ονομαστικά μεγέθη και η μετατροπή τους σε πραγματικά απαιτεί τη χρήση σύνθετων τιμών-δεικτών, οι οποίοι δεν είναι οι ίδιοι για όλες τις χώρες.

*(συνεχίζεται)*

(συνέχεια)

Το πρόβλημα επιχείρησαν να ξεπεράσουν με μια φιλόδοξη προσπάθεια τη δεκαετία του 1970 οι Alan Heston και Robert Summers. Τη δεκαετία του 1980 έγινε η πρώτη μεγάλη δημοσίευση από τους Summers και Heston της διεθνούς βάσης διαστρωματικών δεδομένων Penn World Table, που οδήγησε σε μια σειρά από συνεχείς βελτιωμένες εκδόσεις (για την περιγραφή των στοιχείων, βλ. Summers και Heston, 1991). Η πιο πρόσφατη έκδοση (6.1) περιέχει συγκρίσιμα μακροοικονομικά στοιχεία για περίπου 150 χώρες, καλύπτοντας το διάστημα 1950-2000, και είναι διαθέσιμη στο Διαδίκτυο για άμεση χρήση (Heston κ.ά., 2002).

Table. Σε συνδυασμό με άλλες πηγές στοιχείων (βλ. Πλαίσιο 4.1), ο εμπειρικός έλεγχος του υποδείγματος Solow-Swan έγινε με αυτό τον τρόπο αναπόσπαστο τμήμα της οικονομικής μεγέθυνσης, καθώς η τελευταία επεκτάθηκε από το πεδίο της παρουσίασης θεωρητικών υποδειγμάτων στο πεδίο της οικονομικής πραγματικότητας καθώς και στη διατύπωση προτάσεων για την οικονομική πολιτική.

### *Η κριτική στο υπόδειγμα εξωγενούς τεχνολογικής προόδου: Το «κατάλοιπο-Solow»*

Η παρουσίαση του νεοκλασικού υποδείγματος Solow-Swan έδειξε ότι η οικονομική μεγέθυνση μπορεί να είναι αποτέλεσμα μόνο της εξωγενούς τεχνολογικής προόδου, η οποία αυξάνει την παραγωγικότητα της εργασίας και το εισόδημα. Ο Solow (1957) προχώρησε ένα βήμα πιο πέρα, δείχνοντας μερικές πολύ απλές αλλά ταυτόχρονα θεμελιώδεις σχέσεις, οι οποίες πρέπει να ισχύουν σ' ένα τέτοιο πλαίσιο εμπειρικής εξειδίκευσης. Έστω λοιπόν ότι στην πιο απλή της μορφή μια νεοκλασική συνάρτηση παραγωγής δίνεται από τη συνάρτηση Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t L_t^{1-a} K_t^a, \quad (4.1)$$

όπου  $0 < a < 1$  και η τεχνολογία  $A$  είναι ουδέτερη ως προς την εργα-

σία και το κεφάλαιο. Παραγωγίζοντας ως προς το χρόνο  $t$  και διαφορώντας με το προϊόν  $Y$ , η εξίσωση (4.1) γίνεται:

$$\frac{\dot{Y}}{Y_t} = (1 - a) \frac{\dot{L}}{L_t} + a \frac{\dot{K}}{K_t} + \frac{\dot{A}}{A_t}. \quad (4.2)$$

Στο αριστερό μέλος της εξίσωσης (4.2) εμφανίζεται ο ρυθμός μεταβολής του προϊόντος, ο οποίος απορτίζεται από τρεις συνιστώσες:

- 1) Το ρυθμό μεταβολής του εργατικού δυναμικού  $\frac{\dot{L}}{L_t}$  επί την ελαστικότητα του εισοδήματος ως προς την εργασία  $(1 - a)$ .
- 2) Το ρυθμό μεταβολής του κεφαλαίου  $\frac{\dot{K}}{K_t}$  επί την ελαστικότητα του εισοδήματος ως προς το κεφάλαιο  $a$ .
- 3) Την τεχνολογική πρόοδο  $\frac{\dot{A}}{A_t}$ .

Έτσι η σχέση (4.2) υποδεικνύει τις βασικές πηγές που προκαλούν το ρυθμό μεγέθυνσης μιας οικονομίας. Αν τώρα υποθεθεί ότι οι συντελεστές παραγωγής (κεφάλαιο, εργασία) πληρώνονται με βάση το οριακό τους προϊόν, τότε το μερίδιο της εργασίας στο εισόδημα (που μπορεί εύκολα να υπολογιστεί από στατιστικά στοιχεία για τον αριθμό των απασχολούμενων και τον μέσο μισθό) ισούται με το συντελεστή  $(1 - a)$  της συνάρτησης Cobb-Douglas.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει ενδεικτικές εκτιμήσεις των μεριδίων του κεφαλαίου και της εργασίας για αναπτυγμένες οικονομίες.

Ο Πίνακας 4.1 δείχνει μια σταθερή σχέση, που έχει επιβεβαιωθεί από πολλές εμπειρικές μελέτες, και την οποία καλείται να ερμηνεύσει το υπόδειγμα εξωγενούς οικονομικής μεγέθυνσης: *διαχρονικά, το μερίδιο της εργασίας στο εισόδημα ισούται περίπου με 2/3 και το μερίδιο του κεφαλαίου με 1/3*. Η σταθερή αυτή εκτίμηση για τα μερίδια του κεφαλαίου και της εργασίας, καθώς και τα διαθέσιμα στοιχεία για το ρυθμό αύξησης του κεφαλαίου και της εργασίας, επιτρέπουν να χρησιμοποιηθεί η σχέση (4.2) για να ερμηνευτεί η οικονομική με-

## ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Μερίδια κεφαλαίου και εργασίας, μέσος όρος 1973-1982

	Μερίδιο κεφαλαίου	Μερίδιο εργασίας
Γαλλία	0,30	0,70
Γερμανία	0,30	0,70
Ιαπωνία	0,29	0,71
Ολλανδία	0,30	0,70
Μεγ. Βρετανία	0,26	0,74
ΗΠΑ	0,27	0,73
Μέσος όρος	0,29	0,71

Πηγή: Maddison (1987).

γέθυνση. Επιπλέον, υπάρχει ένα μέτρο της επίδρασης των μεταβολών στους συντελεστές παραγωγής: για παράδειγμα, αν σε μια οικονομία διπλασιαστεί το κεφάλαιο ανά εργαζόμενο, τότε το εισόδημα θα αυξηθεί μόνο κατά 30%!

Οι υπολογισμοί αυτοί δίνουν μια πρώτη εικόνα για τη δομή του υποδείγματος εξωγενούς οικονομικής μεγέθυνσης, όπως παρουσιάστηκε μέχρι αυτό το σημείο. Ειδικότερα, το προϊόν και το κεφάλαιο σε κατά κεφαλήν μεγέθη δίνονται από τις σχέσεις  $k \equiv \frac{K}{L}$  και  $y \equiv \frac{Y}{L} = Ak^a$ , ενώ ο ρυθμός αύξησης του κατά κεφαλήν εισοδήματος

δίνεται από τη σχέση  $\frac{\dot{y}}{y_t} = a \frac{\dot{k}}{k_t} + \frac{\dot{A}}{A_t}$ . Επομένως, με βάση και τις εκτι-

μήσεις για το μερίδιο του κεφαλαίου  $a$ , ο ρυθμός αύξησης του κατά κεφαλήν εισοδήματος, που δεν εξηγείται από τη συσσώρευση του κατά κεφαλήν κεφαλαίου, πρέπει να αποδοθεί στον εξωγενή ρυθμό αύξησης της τεχνολογίας (παραγωγικότητας). Το τελευταίο μέγεθος είναι γνωστό στη βιβλιογραφία σαν «κατάλοιπο Solow» (Solow residual), γιατί προκύπτει ακριβώς ως το τμήμα εκείνο της οικονομικής μεγέθυνσης που δεν μπορεί να αποδοθεί ούτε στο κεφάλαιο ούτε στην εργασία, και άρα οφείλεται στην αύξηση της παραγωγικότητας. Η πρώτη λοιπόν εμπειρική προσέγγιση στο υπόδειγμα Solow μπορεί να γίνει μέσω του υπολογισμού της επίδρασης της παραγωγικότητας.

Από διαθέσιμα στοιχεία για το εισόδημα και το κεφάλαιο (σε κατά κεφαλήν όρους) και με βάση την εκτίμηση για το συντελεστή  $\alpha$ , μπορεί να υπολογιστεί η επίδραση της τεχνολογικής προόδου ή, όπως είναι γνωστή στην οικονομική μεγέθυνση, της παραγωγικότητας των συντελεστών. Ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει, όσον αφορά τις οικονομίες του Πίνακα 4.1, τις αντίστοιχες εκτιμήσεις για τους ρυθμούς αύξησης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και της παραγωγικότητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

*Ρυθμοί αύξησης ΑΕΠ και παραγωγικότητας*

	1913-1950		1950-1973		1973-1984	
	ΑΕΠ	Παραγωγικότητα	ΑΕΠ	Παραγωγικότητα	ΑΕΠ	Παραγωγικότητα
Γαλλία	1,20	1,42	5,10	4,02	2,20	1,84
Γερμανία	1,30	0,86	5,90	4,32	1,70	1,55
Ιαπωνία	2,20	1,10	9,40	5,79	3,80	1,21
Ολλανδία	2,40	1,25	4,70	3,35	1,60	0,81
Μεγ. Βρετανία	1,30	1,15	3,00	2,14	1,10	1,22
ΗΠΑ	2,80	1,99	3,70	1,85	2,30	0,52
Μέσος όρος	1,87	1,30	5,30	3,58	2,12	1,19

Πηγή: Maddison (1987).

Σε όλες τις χώρες, ο ρυθμός αύξησης της παραγωγικότητας (κατάλοιπο Solow) πρέπει να εξηγεί το μεγαλύτερο τμήμα του ρυθμού οικονομικής μεγέθυνσης για τα μεγάλα χρονικά διαστήματα που εξετάζονται, ώστε το υπόδειγμα εξωγενούς μεγέθυνσης να είναι συνεπές με τις εμπειρικές προβλέψεις. Αυτό ισχύει τόσο για περιόδους υψηλής οικονομικής μεγέθυνσης, όπως το διάστημα 1950-1973, οπότε ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης ανερχόταν σε 5,3% και η αύξηση της παραγωγικότητας σε 3,6%, όσο και σε περιόδους ύφεσης, όπως οι περίοδοι 1913-1950 και 1973-1984.

Τα στοιχεία όμως αυτά συνιστούν και τη βασικότερη κριτική στο υπόδειγμα Solow-Swan. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι είναι

υπερβολικό να αποδίδεται σε μεταβολές στην παραγωγικότητα τόσο η μεταπολεμική ταχεία ανάπτυξη της περιόδου μέχρι το 1973, όσο και η επόμενη ύφεση. Ας σημειωθεί επίσης εδώ ότι η σχέση μεταξύ κεφαλαίου και εισοδήματος σε αυτό το υπόδειγμα συνεπάγεται, σε συνάρτηση με τα εμπειρικά ευρήματα, μια σειρά από συμπεράσματα για τις οικονομίες και την κίνηση του κεφαλαίου διεθνώς, τα οποία συνοψίζονται στο Πλαίσιο 4.2.

#### ΠΛΑΙΣΙΟ 4.2

##### *Διεθνείς αποδόσεις και ροή κεφαλαίου*

Ο Robert Lucas (1990) επιχείρησε, μέσω μιας απλής παρουσίασης των συμπερασμάτων του νεοκλασικού υποδείγματος εξωγενούς μεγέθυνσης, να δείξει ορισμένα παράδοξα συμπεράσματα, τα οποία προκύπτουν από τις βασικές σχέσεις του υποδείγματος.

Σύμφωνα λοιπόν με τα διαθέσιμα στοιχεία από τη βάση δεδομένων Penn World Table (βλ. Πλαίσιο 4.1), το εισόδημα ανά εργαζόμενο ήταν το 1990 στις ΗΠΑ 14 φορές υψηλότερο από ό,τι στην Ινδία. Αν τώρα η συνάρτηση παραγωγής σε κατά κεφαλήν μεγέθη δίνεται από τη σχέση  $y = Ak^a$ , με κοινές παραμέτρους  $A$  και  $a$  για τις δύο χώρες, τότε το οριακό προϊόν του κεφαλαίου είναι  $f'(k) = aAk^{a-1}$ , ή σε όρους κατά κεφαλήν εισοδήματος  $f'(k) = aA^{1/a}y^{(a-1)/a}$ . Θεωρώντας τώρα ότι το μερίδιο του κεφαλαίου  $a$  είναι περίπου 0,4 (που είναι ο μέσος όρος για τα δύο κράτη), τότε το οριακό προϊόν του κεφαλαίου στην Ινδία πρέπει να είναι σύμφωνα με το υπόδειγμα  $(14)^{1.5} = 52$  φορές υψηλότερο στην Ινδία από ό,τι στις ΗΠΑ!

Το συμπέρασμα αυτό είναι αποτέλεσμα των φθινουσών αποδόσεων που υποθέτει το υπόδειγμα: το κεφάλαιο έχει υψηλότερη απόδοση στη χώρα με χαμηλότερο κεφάλαιο ανά εργαζόμενο. Αν όμως ισχύει η θεωρία, θα πρέπει να παρατηρούνται σημαντικές ροές επενδύσεων από τις αναπτυγμένες προς στις υποανάπτυκτες χώρες, όπου το κεφάλαιο είναι χαμηλό, κάτι που στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει. Ο Lucas πρότεινε μια σειρά από πιθανές ερμηνείες, οι

*(συνεχίζεται)*

*(συνέχεια)*

οποίες πιθανόν να εξηγούν γιατί οι διαφορές στις αποδόσεις δεν είναι τόσο μεγάλες όσο δείχνουν αυτοί οι απλοί υπολογισμοί:

- Οι χώρες έχουν μεγάλες διαφορές στο απόθεμα *ανθρώπινου* κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν, λόγω της καλύτερης εκπαίδευσης, ένα σημαντικό απόθεμα γνώσεων, το οποίο τούς επιτρέπει να είναι πολύ πιο παραγωγικοί σε σύγκριση με εργαζόμενους σε άλλες χώρες, όταν χρησιμοποιούν το ίδιο απόθεμα φυσικού κεφαλαίου. Επιπλέον, το υψηλότερο απόθεμα κεφαλαίου μπορεί μέσω των εξωτερικών επιδράσεων να καθιστά πιο παραγωγικούς και τους υπόλοιπους εργαζόμενους στην οικονομία.
- Οι αγορές κεφαλαίου δεν χαρακτηρίζονται πάντα από πλήρη ανταγωνισμό και ελεύθερη κινητικότητα κεφαλαίου, όπως υποθέτει το νεοκλασικό υπόδειγμα.
- Επιπλέον, υπάρχει το «πολιτικό ρίσκο» (political risk) των επενδύσεων σε μια λιγότερο αναπτυγμένη οικονομία, καθώς μπορεί να επιβληθούν μέτρα (εθνικοποιήσεις, μεταβολές νομοθεσίας κ.λπ.), που καθιστούν τις επενδύσεις πιο επισφαλείς σε αυτές τις χώρες, με συνέπεια να απαιτείται υψηλότερη αναμενόμενη απόδοση από τους επενδυτές, η οποία να αντισταθμίζει αυτόν τον κίνδυνο.

Ο εμπειρικός έλεγχος του υποδείγματος αποκλειστικά με βάση τη συνάρτηση παραγωγής προϋποθέτει, λοιπόν, ότι η οικονομική μεγέθυνση πρέπει να αποδοθεί κατά κύριο λόγο στο –ανεργμήμενο– κατάλοιπο Solow. Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία δεν βασίζεται αποκλειστικά στη συνάρτηση παραγωγής και έγινε εφικτή με τη δημοσίευση της βάσης δεδομένων Penn World Table.

### *Ο εμπειρικός έλεγχος του υποδείγματος Solow-Swan*

Έχει ήδη αναφερθεί ότι ένας σημαντικός λόγος που το βασικό υπόδειγ-



μα Solow-Swan υπήρξε δημοφιλές είναι η εξαγωγή σημαντικών οικονομικών συμπερασμάτων, τα οποία μπορούν εύκολα να ελεγχθούν εμπειρικά. Για να φανεί τι ακριβώς συνεπάγεται το υπόδειγμα εξωγενούς μεγέθυνσης σε σχέση με τα στοιχεία, θα διατυπωθεί για μια ακόμα φορά η βασική δομή του. Έστω ότι η παραγωγή του προϊόντος της οικονομίας περιγράφεται από μια συνάρτηση Cobb-Douglas της μορφής:<sup>6</sup>

$$Y_t = (A_t L_t)^{1-a} K_t^a, \quad (4.3)$$

όπου  $0 < a < 1$ , και η τεχνολογική πρόοδος βελτιώνει την παραγωγικότητα της εργασίας. Εάν θεωρηθεί ότι η τεχνολογική πρόοδος  $A_t$  και η εργασία  $L_t$  αυξάνονται με ρυθμό  $g$  και  $n$  αντίστοιχα, τότε ισχύει ότι:

$$\frac{\dot{A}}{A_t} = g \quad (4.4\alpha)$$

$$\frac{\dot{L}}{L_t} = n. \quad (4.4\beta)$$

Επομένως, οι μονάδες αποτελεσματικής εργασίας  $A_t L_t$  αυξάνονται με ρυθμό  $(g + n)$ . Ορίζοντας τώρα το προϊόν και το κεφάλαιο ανά μονάδα αποτελεσματικής εργασίας ως  $\tilde{k}_t \equiv \frac{K_t}{A_t L_t}$  και  $\tilde{y} \equiv \frac{Y_t}{A_t L_t} = \tilde{k}_t^a$

αντίστοιχα, η συσσώρευση κεφαλαίου δίνεται, όπως είναι γνωστό, από τη σχέση:

$$\dot{\tilde{k}} = s f(\tilde{k}_t) - (n + g + \delta) \tilde{k}_t, \quad (4.5)$$

όπου  $s$  είναι το σταθερό ποσοστό επενδύσεων στο εισόδημα και  $\delta$  ο ρυθμός απόσβεσης του φυσικού κεφαλαίου. Στο σημείο μακροχρόνιας ισορροπίας, το κεφάλαιο σε μονάδες αποτελεσματικής εργασίας παραμένει σταθερό και δίνεται από τη σχέση:

$$\tilde{k} = \left[ \frac{s}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-a}}. \quad (4.6)$$

---

6. Η παρουσίαση αυτής της ενότητας, καθώς και της επόμενης, βασίζεται κατά κύριο λόγο στο άρθρο των Mankiw κ.ά. (1992).

Αντίστοιχα, το κατά κεφαλήν εισόδημα ισορροπίας δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{y} = \left[ \frac{s}{n + g + \delta} \right]^{\frac{a}{1-a}}. \quad (4.7)$$

Όπως είναι γνωστό, το ύψος του κεφαλαίου και του εισοδήματος ανά μονάδα αποτελεσματικής εργασίας στο σημείο ισορροπίας συνδέεται θετικά με το ποσοστό επενδύσεων  $s$  και αρνητικά με το ρυθμό αύξησης του εργατικού δυναμικού, το ρυθμό της τεχνολογικής προόδου και το ρυθμό απόσβεσης του φυσικού κεφαλαίου. Χρησιμοποιώντας λογαρίθμους και αντικαθιστώντας στο κατά κεφαλήν εισόδημα ισορροπίας, προκύπτει:

$$\log \left( \frac{Y_t}{A_t L_t} \right) = \frac{a}{1-a} \log(s) - \frac{a}{1-a} \log(n + g + \delta). \quad (4.8)$$

Από τη σχέση (4.4α) ισχύει ότι  $A_t = A_0 e^{gt}$  και άρα:

$$\log \left( \frac{Y_t}{L_t} \right) = \log A_0 + gt + \frac{a}{1-a} \log(s) - \frac{a}{1-a} \log(n + g + \delta). \quad (4.9)$$

Η σχέση (4.9) δίνει το κατά κεφαλήν εισόδημα της οικονομίας ως θετική συνάρτηση του ποσοστού επενδύσεων και αρνητική συνάρτηση των χαρακτηριστικών μεταβλητών της οικονομίας  $n$ ,  $g$ ,  $\delta$ , αντίστοιχα. Αναμένεται λοιπόν ότι οι πλούσιες (φτωχές) οικονομίες θα παρουσιάζουν υψηλότερα (χαμηλότερα) ποσοστά επενδύσεων και μικρότερο (μεγαλύτερο) άθροισμα των μεταβλητών  $(n + g + \delta)$ . Σε αυτό το σημείο είναι λογικό να υποθεθεί ότι ο ρυθμός μεταβολής της τεχνολογικής προόδου και το ποσοστό απόσβεσης είναι παρόμοια μεταξύ των οικονομιών, κάτι που επιβεβαιώνεται, όπως θα φανεί παρακάτω, από τα ευρήματα σχετικών εμπειρικών μελετών. Άρα, όσον αφορά το τελευταίο σκέλος στο δεξιό τμήμα της εξίσωσης (4.9), το κατά κεφαλήν εισόδημα θα εξαρτάται κυρίως από το ρυθμό αύξησης του εργατικού δυναμικού  $n$ .

Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις περισσότερες μεταβλητές υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από διεθνείς βάσεις δεδομένων. Τα πράγματα είναι λιγότερο ξεκάθαρα όμως όσον αφορά τη μεταβλητή  $A_0$ , που

δηλώνει το αρχικό τεχνολογικό επίπεδο της οικονομίας και εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων, όπως η αρχική τεχνολογία της οικονομίας για την υπό εξέταση περίοδο, τα φυσικά και πλουτοπαραγωγικά αποθέματά της, το θεσμικό περιβάλλον κ.λπ. Όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι βέβαιο ότι διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα, με συνέπεια να μην μπορεί να θεωρηθεί ως κοινή η μεταβλητή  $A_0$  για όλες τις οικονομίες. Η λύση που πρότειναν οι Mankiw κ.ά. (1992) είναι να υποθεθεί ότι ισχύει η σχέση:

$$\log(A_0) = c + \varepsilon, \quad (4.10)$$

όπου  $c$  είναι μια σταθερά και  $\varepsilon$  είναι ένας διαταρακτικός όρος προς εκτίμηση, ο οποίος διαφέρει από χώρα σε χώρα. Επομένως, για το χρόνο  $t = 0$ , η εξίσωση (4.9) τροποποιείται στην:

$$\log\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = c + \frac{a}{1-a} \log(s) - \frac{a}{1-a} \log(n + g + \delta) + \varepsilon. \quad (4.11)$$

Η (4.11) αποτελεί τη βασική εξίσωση προς εκτίμηση για τον έλεγχο του νεοκλασικού υποδείγματος εξωγενούς τεχνολογικής προόδου, γιατί οδηγεί σε μια σειρά από υποθέσεις, οι οποίες μπορούν να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν από τα διαθέσιμα στοιχεία:

- Μπορεί να ελεγχθεί εάν οι τιμές των εκτιμηθέντων παραμέτρων για τις μεταβλητές  $\log(s)$  και  $\log(n + g + \delta)$  έχουν θετικό και αρνητικό πρόσημο αντίστοιχα, καθώς και εάν ισούνται κατ' απόλυτη τιμή.
- Επειδή το υπόδειγμα υποθέτει ότι οι συντελεστές λαμβάνουν ως αμοιβή το οριακό τους προϊόν και με δεδομένο ότι το μερίδιο του κεφαλαίου  $a$  στο εισόδημα εκτιμάται διαχρονικά στο 0,33 κατά προσέγγιση, μπορεί να ελεγχθεί εάν οι εκτιμήσεις των παραμέτρων  $\left(\frac{a}{1-a}\right)$  και  $\left(-\frac{a}{1-a}\right)$  ισούνται στατιστικά με τις τιμές 0,5 και  $-0,5$ , αντίστοιχα.

Η βάση δεδομένων Penn World Table παρέχει όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτίμηση του υποδείγματος με στοιχεία από με-

γάλο αριθμό χωρών για την περίοδο 1960-1985 (βλ. Πλαίσιο 4.1). Ο Πίνακας 4.3 παρουσιάζει τις σχετικές εκτιμήσεις των παραμέτρων.

Η εξαρτημένη μεταβλητή, που αντιστοιχεί στη μεταβλητή  $\ln\left(\frac{Y}{L}\right)$

της εξίσωσης (4.11), είναι ο λογάριθμος του εισοδήματος ανά εργαζόμενο για το έτος 1985. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν ο λογάριθμος του ποσοστού των επενδύσεων στο ΑΕΠ (ως προσέγγιση για το ποσοστό αποταμίευσης  $s$ ), καθώς και ο λογάριθμος του αθροίσματος του μέσου ρυθμού αύξησης του πληθυσμού, του ποσοστού απόσβεσης και της τεχνολογικής προόδου (για τη μεταβλητή

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

*Εκτιμήσεις του βασικού νεοκλασικού υποδείγματος*

<i>Εξαρτημένη μεταβλητή: λογάριθμος εισοδήματος ανά εργαζόμενο</i>			
<i>Ανεξάρτητες μεταβλητές</i>	<i>98 χώρες</i>	<i>75 χώρες</i>	<i>22 χώρες (ΟΟΣΑ)</i>
<i>Υπόδειγμα χωρίς περιορισμούς</i>			
Σταθερά	5,48 (1,59)	5,36 (1,55)	7,97 (2,48)
Λογάριθμος (επενδύσεων/ΑΕΠ)	1,42 (0,14)	1,31 (0,17)	0,50 (0,43)
Λογάριθμος ( $n + g + \delta$ )	-1,97 (0,56)	-2,01 (0,53)	-0,76 (0,84)
$R^2$ -adjusted	0,59	0,59	0,01
<i>Υπόδειγμα με περιορισμούς</i>			
Σταθερά	6,87 (0,12)	7,10 (0,15)	8,62 (0,53)
Λογάριθμος (επενδύσεων/ΑΕΠ) – Λογάριθμος ( $n + g + \delta$ )	1,48 (0,12)	1,43 (0,14)	0,56 (0,36)
$R^2$ -adjusted	0,59	0,59	0,06
Αποδοχή περιορισμού	ναι	ναι	ναι
Μερίδιο κεφαλαίου $\alpha$	0,60 (0,02)	0,59 (0,02)	0,36 (0,15)

*Σημείωση:* Σε παρένθεση αναφέρεται το τυπικό σφάλμα.

*Πηγή:* Mankiw κ.ά. (1992).

$n + g + \delta$ ).<sup>7</sup> Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού χωρών χρησιμοποιήθηκαν τρία εναλλακτικά δείγματα, ώστε να ελεγχθεί από τους συγγραφείς η σταθερότητα των αποτελεσμάτων.<sup>8</sup> Οι εμπειρικές εκτιμήσεις δίνουν λοιπόν μια πρώτη σαφή εικόνα για τα φαινόμενα που εξηγεί, αλλά και που δεν εξηγεί το απλό υπόδειγμα με εξωγενή τεχνολογική μεγέθυνση:

- Οι συντελεστές των δύο ανεξάρτητων μεταβλητών έχουν το αναμενόμενο πρόσημο σε όλες τις περιπτώσεις, με εξαίρεση το δείγμα των χωρών του ΟΟΣΑ, όπου δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση ότι οι συντελεστές ισούνται με μηδέν. Ακόμα, σε όλες τις περιπτώσεις οι συντελεστές είναι ίσοι, όπως προβλέπεται από την εξίσωση (4.11). Η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος, που δίνεται από το συντελεστή  $R^2$ , είναι υψηλή για τα δύο πρώτα δείγματα (λαμβάνοντας υπόψη ότι πρόκειται για διαστρωματικά στοιχεία), αλλά είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη για τις χώρες του ΟΟΣΑ.
- Από την άλλη πλευρά, οι εκτιμήσεις για το συνεπαγόμενο μερίδιο του κεφαλαίου  $\alpha$  δεν συμβαδίζουν με την καθιερωμένη (και επιβεβαιωμένη από πολλές ανεξάρτητες εμπειρικές μελέτες) αντίληψη ότι αυτό ισούται περίπου με 1/3. Το μερίδιο αυτό βρίσκεται να είναι πολύ υψηλό και κοντά στο 0,6, κάτι το οποίο δεν μπορεί να γίνει αποδεκτό σε καμία περίπτωση. Μόνο για τις χώρες του ΟΟΣΑ η εκτίμηση βρίσκεται σχετικά κοντά (0,36), αλλά με δεδομένη τη χαμηλή ερμηνευτική ικανότητα της εξίσωσης και το μεγάλο τυπικό σφάλμα (0,15) δεν μπορεί να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο εύρημα αυτό.

---

7. Για τις μεταβλητές  $g$  και  $\delta$  έγινε η υπόθεση ότι είναι ίδιες για όλες τις χώρες και ότι το άθροισμά τους ισούται με 5%. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και για τις υποθέσεις που απαιτούνται όσον αφορά την οικονομετρική μεθοδολογία, βλ. Mankiw κ.ά. (1992).

8. Στο δείγμα των 75 χωρών συμπεριελήφθησαν μόνον οι χώρες για τις οποίες οι στατιστικές πηγές είναι αξιόπιστες, ενώ αποκλείστηκαν και οι πολύ μικρές χώρες.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι ότι μερικές από τις κύριες υποθέσεις του βασικού υποδείγματος φαίνεται πράγματι να επιβεβαιώνονται εμπειρικά. Από την άλλη πλευρά, οι υψηλές τιμές για το μερίδιο του κεφαλαίου στα δύο υποδείγματα, οι οποίες έρχονται σε αντίθεση με όλους τους σχετικούς διαθέσιμους υπολογισμούς, σε συνδυασμό με τη σχετικά μεγάλη ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι κάποιος παράγοντας δεν έχει ληφθεί υπόψη στην εξειδίκευση, ο οποίος πιθανώς έχει –εσφαλμένα– αποδοθεί στο φυσικό κεφάλαιο. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η απάντηση των Mankiw κ.ά. (1992) σε αυτό το ζήτημα, η οποία αποτελεί έως σήμερα την κύρια εμπειρική μελέτη γύρω από το νεοκλασικό υπόδειγμα Solow-Swan.

### *Η εμπειρική επαναπροσέγγιση του νεοκλασικού υποδείγματος: Ο ρόλος του ανθρώπινου κεφαλαίου*

Η μέχρι τώρα εμπειρική προσέγγιση βασίστηκε σε μια καίρια υπόθεση: το κεφάλαιο της οικονομίας ορίζεται από το απόθεμα φυσικού κεφαλαίου, το οποίο αποτελείται, όπως έχει δείχθει στο Κεφάλαιο 3, από υποδομή, μηχανήματα, εξοπλισμό και οποιοδήποτε άλλο αγαθό δεν καταναλώνεται, αλλά προστίθεται μέσω της επένδυσης στον πλούτο της οικονομίας. Είναι όμως γνωστό ότι δεν μπορεί να αποδοθεί στο κεφάλαιο μόνον αυτή η διάσταση: για παράδειγμα, στο επίπεδο της επιχείρησης, δύο εργαζόμενοι με διαφορετική παιδεία, οι οποίοι κάνουν την ίδια δουλειά, δεν έχουν απαραίτητα την ίδια απόδοση. Το ερώτημα έχει απασχολήσει εκτενώς τους οικονομολόγους και συνοψίζεται στη μελέτη της επίδρασης του ανθρώπινου κεφαλαίου στην παραγωγική διαδικασία (βλ. Κεφάλαιο 3). Στο θέμα αυτό θα γίνει εκτενής αναφορά και στα επόμενα κεφάλαια, καθώς αποτελεί ένα από τα σημεία αιχμής στη μελέτη της οικονομικής μεγέθυνσης. Προς το παρόν, θα δειχθεί τι συνεπάγεται η ύπαρξη ανθρώπινου κεφαλαίου στην παραγωγική διαδικασία και στους εμπειρικούς έλεγχους του υποδείγματος Solow-Swan.

Στην παρούσα περίπτωση ορίζεται ως ανθρώπινο κεφάλαιο οτιδήποτε συσσωρεύεται βαθμιαία με τη μορφή γνώσεων και δεξιοτήτων, μέσω της εκπαίδευσης και της εμπειρίας, και δεν καταναλώνεται άμε-