

# Πρόλογος

**Π**όση απόσταση έχει διανυθεί μέσα σε εξήντα χρόνια! Στο ανά χειράς βιβλίο των Jean Pierre Hansen και Jacques Percebois θα βρούμε αναλύσεις και απαντήσεις σε επιστημονική βάση γύρω από όλα τα μεγάλα οικονομικά προβλήματα που εγείρει σήμερα η καλά μελετημένη και λελογισμένη διαχείριση του τομέα της ενέργειας.

Για να επιμείνουμε στην ηλεκτρική ενέργεια, η αντίθεση με το παρελθόν είναι εντυπωσιακή και πιθανότατα δεν είναι περιττό, ξεκινώντας αυτό το βιβλίο, να αναφερθούμε πρώτα απ' όλα στην προϊστορία της οικονομίας του ηλεκτρισμού, έτσι όπως τη γνώρισα μέσω της προσωπικής μου εμπειρίας.

\*

Στα 1948, ο εμπορικός διευθυντής της Εταιρείας Ηλεκτρισμού της Γαλλίας EDF, που είχε μόλις τότε ιδρυθεί, Gabriel Dessus, μου είπε στο τέλος μιας διάλεξης που είχα δώσει αντικαθιστώντας τον επιβλέποντα καθηγητή της διατριβής μου, Maurice Allais: «Έχω αναλάβει την εκ θεμελίων αναδιάρθρωση ολόκληρου του γαλλικού συστήματος τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Έθεσα λοιπόν σε μερικούς επιφανείς καθηγητές το ερώτημα ποια τιμολόγηση θα μπορούσε, κατά τη γνώμη τους, να υπηρετεί το γενικό συμφέρον και, από τα όσα άκουσα από αυτούς τους κυρίους, καταλήγω στο συμπέρασμα ότι αυτό που θα πρέπει κυρίως να με απασχολήσει είναι η πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος με βάση το οριακό κόστος. Αλλά αμέσως μόλις περάσουμε από τη θεωρία στην πράξη, όλα καταρρέουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός υδροηλεκτρικού σταθμού, είτε (τις καλοκαιρινές νύχτες) η ζήτηση είναι ανεπαρκής, οπότε το εργοστάσιο απορρίπτει τα πλεονάζοντα ύδατα και το κόστος μιας πρόσθετης kWh –το οριακό κόστος ανά kWh– είναι μηδέν, είτε πάλι η μονάδα παραγωγής ενέργειας συνεχίζει να λειτουργεί σε πλήρη ισχύ και δεν είναι δυνατό να παραχθεί ούτε μία kWh επιπλέον. Στην περίπτωση ενός θερμοηλεκτρικού σταθμού, η κατάσταση δεν είναι καθόλου καλύτερη: είτε ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής δεν λειτουργεί σε πλήρη ισχύ, οπότε το κόστος μιας πιθανής πρόσθετης kWh περιορίζεται στο κόστος του άνθρακα που θα εισαχθεί προς καύση για την παραγωγή της, είτε πάλι οι μηχανές δουλεύουν στο φουλ κι αν επιταχύνουμε όλα θα εκραγούν. Αλλά κι αν πράγματι ισχύει ότι η πώληση με βάση το οριακό κόστος καλύπτει μόνο τις δαπάνες σε καύσιμα, τότε ποιος θα πληρώνει το σταθερό κόστος; Αυτό είναι αδύνατον!» Και στη συνέχεια πρόσθεσε: «Στη διάλεξή σας πριν από λίγο επαινέσατε τα πλεονεκτήματα της πώλησης με βάση το οριακό κόστος. Υποθέτω λοιπόν ότι έχετε κάποιες ιδέες σχετικά με το ζήτημα αυτό. Θα συμφωνούσατε να δουλέψετε για εμάς;»

Κάπως έτσι ξεκινούν οι καριέρες. Έπειτα από μερικούς μήνες εργασίας γύρω από το ζήτημα για λογαριασμό του CNRS, εντάχθηκα στην EDF, με την αφελή ιδέα ότι θα περνούσα μόνο λίγα χρόνια εκεί, ώστε να αποκτήσω αντίληψη της πραγματικής κατάστασης, προτού επιστρέψω αργότερα στις αγαπημένες μου σπουδές στο πανεπιστήμιο.

Ο αρμόδιος συνεργάτης του G. Dessus μου είπε τότε ότι, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι θεωρητικοί παρέμεναν παντού προσκολλημένοι στις θεωρητικές τους αρχές ή στις γεωργικές και βιοτεχνικές εφαρμογές του Adam Smith και ότι για τον λόγο αυτόν εγώ θα έπρεπε να ξεκινήσω από το μηδέν.<sup>1</sup>

Το πρώτο πράγμα που έπρεπε να κάνω ήταν να επιλύσω το πρόβλημα των «ανελαστικών» συνδέσεων ηλεκτρικού ρεύματος των οποίων το οριακό κόστος είναι είτε μηδενικό είτε πολύ χαμηλό όταν η μονάδα ηλεκτροπαραγωγής δεν λειτουργεί σε πλήρη ισχύ. Εδώ θα σκιαγραφήσουμε απλώς τη λύση που δόθηκε.

---

1. Αυτό πιθανόν εξηγεί και την (κακή;) συνήθεια που απέκτησα, όταν έχω να επιλύσω ένα θεωρητικό πρόβλημα, να το κάνω με δικά μου μέσα. Γι' αυτό μάλλον δεν παραπέμπω σχεδόν σε κανέναν στα έργα μου, εκτός από τον Maurice Allais.

Στην περίπτωση ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου, για παράδειγμα,<sup>2</sup> η καμπύλη του οριακού κόστους – που ορίζεται από το κόστος που εμφανίζεται στην τεταγμένη σε συνάρτηση με τις ποσότητες που εμφανίζονται στην τετμημένη – δεν έχει το όμορφο οβάλ σχήμα ενός κοριτσιίστικου πιγουνιού, όπως αυτό εμφανίζεται στη βιβλιογραφία: το οβάλ γίνεταιγωνιώδες, το αριστερό μέρος της καμπύλης ακουμπά σχεδόν στον άξονα της τεταγμένης, η βάση του οβάλ σχήματος συγχωνεύεται με τον άξονα της τετμημένης, ενώ το δεξί μέρος αναπαρίσταται με μια κάθετο στην τετμημένη της μέγιστης παραγωγής, μια κάθετο που συνήθως παραλείπουμε να τη χαράξουμε. Ανάλογα με την ώρα της ημέρας ή την εποχή του χρόνου, η καμπύλη ζήτησης τέμνει τον άξονα των τετμημένων (μηδενικό οριακό κόστος) ή τον άξονα των τεταγμένων (οριακό κόστος ίσο με το σημείο τομής με την τεταγμένη). Κάπως έτσι ξαναβρίσκουμε το κλασικό σχήμα των πραγματειών περί οικονομικής θεωρίας.

Η ανάλυση της λειτουργίας του τεράστιου θερμοηλεκτρικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της περιφέρειας του Παρισιού επέτρεψε στη συνέχεια να αναδειχθεί η διακύμανση του οριακού κόστους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και με βάση αυτή τη διακύμανση συναγάγαμε ένα εύρος τιμών για το κεντρικό σύστημα τροφοδοσίας στην περιφέρεια του Παρισιού, που ήταν διαφοροποιημένη ανάλογα με τις ώρες της ημέρας και τις εποχές του χρόνου.

Ανάλογα με τις κύριες ροές ενέργειας στα γαλλικά δίκτυα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, κατέστη δυνατό στη συνέχεια να δημιουργηθούν περιφερειακά τιμολόγια, προσθέτοντας ή αφαιρώντας (αναλόγως) από τις παριζιάνικες κλίμακες τα έξοδα μεταφοράς του ρεύματος. Χρειάστηκε επίσης να επαληθευτεί ότι τα τιμολόγια που καθιερώθηκαν για τη μια ή την άλλη περιοχή κάλυπταν επαρκώς το κόστος των τοπικών θερμοηλεκτρικών σταθμών. Αλλά ποιο ήταν αυτό το κόστος; Οι λογιστικές πράξεις απόσβεσης των εργασιών δεν είχαν κανένα νόημα σε αυτού του είδους τη δουλειά. Έτσι έπρεπε να οικοδομήσω μια θεωρία απόσβεσης για δική μου χρήση.<sup>3</sup>

Στη συνέχεια έπρεπε να μεταβώ από τις κλίμακες τιμών στην παραγωγή στα πραγματικά τιμολόγια που εκδίδονται για τους πελάτες. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτά έπρεπε να προστεθεί το κόστος της μεταφοράς και κατόπιν της διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος. Και εκεί συναντήσαμε παράδοξα, καθώς ήρθαμε αντιμέτωποι με την αφελή ιδέα ότι οι λεγόμενες «πάγιες χρεώσεις» υφίστανται για να καλύπτουν κάποια αντίστοιχα «πάγια έξοδα» – κάτι που δεν έχει καμία βάση. Υφίσταται κατ' αρχάς ένα είδος πάγιων χρεώσεων που συναρτώνται με τη «συμφωνημένη ισχύ» (τη μέγιστη ισχύ που έχει συμφωνηθεί να απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο και την οποία δεσμεύεται να μην υπερβεί). Αυτές θεσπίζονται προκειμένου να βγαίνουν τα έξοδα των δικτύων εκείνων που βρίσκονται χωρικά τόσο κοντά στον πελάτη, ώστε δεν υπάρχει στην πράξη κανένας στατιστικός συμψηφισμός της μεγάλης διακύμανσης που παρουσιάζει η ζήτηση από νοικοκυριό σε νοικοκυριό. Οι υπόλοιπες χρεώσεις (πάγιες ή αναλογικές και μεταβλητές) πληρώνονται ανά kWh.<sup>4</sup>

Αλλά και πάλι, από τη στιγμή που ολοκληρώθηκε η κατασκευή όλου ετούτου του οικοδομήματος, απέμεινε προς επίλυση το πρόβλημα της ισοσκελίσης του προϋπολογισμού. Στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικού ρεύματος εφαρμόζονται τεχνικές «αυξανόμενων αποδόσεων». Εάν, για παράδειγμα, σήμερα το δίκτυο τροφοδοτούσε διπλάσιους πελάτες στην ίδια περιοχή, το κόστος της διανομής του ρεύματος θα ήταν στην πραγματικότητα πολύ μικρότερο από το διπλάσιο. Επομένως, το οριακό κόστος είναι πολύ χαμηλότερο από το μέσο κόστος και η πώληση με βάση το οριακό κόστος είναι, σε αυτή την περίπτωση ιδιαίτερα ελλειμματική. Στη θερμοηλεκτρική παραγωγή ρεύματος αντίθετα εφαρμόζονται τεχνικές «σταθερής απόδοσης». Για παράδειγμα, εξαιρουμένου του ενδεχόμενου να σημειωθεί στο μεταξύ κάποια τεχνολογική πρόοδος, αν κρινόταν τελικά απαραίτητο να κατασκευαστεί ένα ακόμη εργοστάσιο παραγωγής επιπλέον από όσα προέβλεπε ο

2. «La tarification des demandes en pointe: application de la théorie de la vente au coût marginal», *Revue Générale de l'Electricité*, août 1949.

3. «L'amortissement – dépréciation des automobiles», *Revue de statistique appliquée*, IV (4), Décembre 1956. «L'amortissement peut-il jouer un rôle dans le calcul économique?», *Revue de Recherche Opérationnelle*, I (5), 4ème trimestre 1957.

4. «La tarification au coût marginal des demandes aléatoires», *Cahiers du séminaire d'Econométrie*, 1, 1951, pp. 56 à 69, Librairie de Médecis, Paris. «Les tarifs de la concession d'alimentation générale d'EDF», *Revue Générale de l'Electricité*, décembre 1957.

ετήσιος προγραμματισμός, αυτό θα είχε κοστίσει περίπου τα ίδια χρήματα με τα υπόλοιπα. Η υδροηλεκτρική παραγωγή πάλι χαρακτηρίζεται από φθίνουσα απόδοση ως αποτέλεσμα της σταδιακής εξάντλησης των σταθμών άντλησης. Στην περίπτωση της, η πώληση με βάση το οριακό κόστος είναι επωφελής. Αλλά ακόμη και στο επίπεδο μιας επιχείρησης ηλεκτρισμού, τα κέρδη που συγκεντρώνονται από την πώληση με βάση το οριακό κόστος της υδροηλεκτρικής παραγωγής δεν επαρκούν για να αντισταθμίσουν το εγγενές έλλειμμα των δραστηριοτήτων του δικτύου. Κατά τη δεκαετία του 1950, ο πληθωρισμός, αφαιρώντας τις οικονομικές επιβαρύνσεις των δανείων, ευτυχώς έλυνε προσωρινά το πρόβλημα. Τι συνέβη όμως στη συνέχεια; Τότε λοιπόν ξαναβρήκα μπροστά μου το πρόβλημα που μου είχε αναθέσει να επιλύσω ο Maurice Allais. Δηλαδή, πώς θα καταφέρω να κάμψω τη λογαριθμική παραμόρφωση που παρουσιάζει η τιμολόγηση με βάση το οριακό κόστος και να τη φέρω στο χαμηλότερο συλλογικό κόστος για την επιχείρηση και την ίδια στιγμή να διασφαλίσω την ισοσκελίση του προϋπολογισμού της εταιρείας σε έναν κλάδο όπου κυριαρχούν οι αύξουσες αποδόσεις; Έπειτα από πολλά βράδια που πέρασα χωρίς να βρίσκω άκρη, κατέληξα τελικά σε μια γενική λύση.<sup>5</sup> Παρατήρησα ότι εντέλει, αν ξεκινήσουμε από την οριακή παραδοχή ότι κάθε ατομική ζήτηση είναι ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες (περίπτωση εντελώς οριακή που αποκλείεται εντελώς να ισχύει στην περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας, όπου αντίθετα, η ζήτηση εκ μέρους των ατομικών καταναλωτών –είτε σε ώρες αιχμής είτε σε ώρες εκτός αιχμής– συνδέεται και είναι αλληλεξαρτώμενη με τις υπόλοιπες) βρίσκουμε μια απλή, σχεδόν προφανή λύση. Ο Samuelson ανακάλυψε μια μέρα ότι αυτή η κοινότυπη λύση είχε προταθεί από κάποιον Ramsey τη δεκαετία του 1930... κι έτσι λοιπόν τη βάφτισε «τιμολόγηση Ramsey-Boiteux»! Τι θα σκεφτόταν άραγε ο εφευρέτης της θεωρίας των κωνικών τομών –ελλείψεων και υπερβολών– αν κάποιος είχε συνδέσει το όνομά του με τον αρχαίο εφευρέτη του κύκλου, με το πρόσχημα ότι όταν οι δύο εστίες μιας κωνικής τομής συμπίπτουν σχηματίζεται ένας κύκλος;

Ακριβώς την ίδια περίπου περίοδο –κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970– ο J. Nelson, που μελετούσε το έργο των γάλλων «μηχανικών-οικονομολόγων», δημοσιεύει στις Ηνωμένες Πολιτείες με τον γενικό τίτλο «Marginal cost pricing»<sup>6</sup> τις πιο αξιοπρόσεκτες από τις πρωτότυπες εργασίες των «οικονομολόγων της EDF», μεταφρασμένες στα αγγλικά. Η έκδοση αυτή σημείωσε επιτυχία στο αναγνωστικό κοινό στις Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά και ευρύτερα στην αμερικανική ήπειρο.<sup>7</sup> Στην έκδοση αυτή, εκτός από τη δική μου βασική αρθρογραφία της εποχής, περιλαμβάνεται και ένα άρθρο του P. Massé στο οποίο αξίζει να σταθούμε λίγο διότι είναι σημαντικό γι' αυτή την προϊστορία του ζητήματος που παρουσιάζουμε. Σε μια προφητική μελέτη του με τίτλο «Τα αποθεματικά και η ρύθμιση του μέλλοντος»,<sup>8</sup> που γράφτηκε κατά τη διάρκεια του πολέμου, ο P. Massé είχε εκθέσει σε αδρές γραμμές αυτό που αργότερα θα γινόταν γνωστό ως «αρχή Pontryagin» και ως «Δυναμικός Προγραμματισμός» του Bellman – ο οποίος μάλιστα του αποτίνει φόρο τιμής επειδή η δική του συνεισφορά προηγήθηκε. Επίσης, ο P. Massé ήταν πάλι εκείνος που, ως Αναπληρωτής Διευθύνων Σύμβουλος της EDF<sup>9</sup>, εισήγαγε στην επιχείρηση τον γραμμικό προγραμματισμό, σε μια προσπάθεια να αποτιμήσει την οικονομική ωφέλεια από τη χρήση των μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από την κυματική ενέργεια. Στη συνέχεια θα συγγράψει μια κλασική στο είδος της μελέτη, με τίτλο «Επιλογή των επενδύσεων»,<sup>10</sup> όπου αναφέρονται οι συνεισφορές της EDF σε αυτό το ζήτημα.

Σε αυτή την προϊστορία του ζητήματος –η οποία περιορίζεται σε συνεισφορές στην οικονομική θεωρία που με τη σειρά τους πυροδοτήθηκαν από την εμπειρία της διοίκησης της EDF κατά τα πρώτα είκοσι πέντε χρόνια της– αξίζει επίσης να γίνει ιδιαίτερη μνεία στον Pierre Bernard. Ο τελευταίος εισηγήθηκε τον όρο «συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών παραγωγής», αρχικά για τις ανάγκες της EDF, όμως στη συνέχεια η χρήση του όρου αυτού γενικεύτηκε στη Γαλλία χάρη στον P. Massé. Ο Pierre Bernard από κοινού

5. «Sur la gestion des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire», *Econometrica*, 24 (1), Janvier 195

6. *Marginal cost pricing in practice*, Edité par JR Nelson, Prentice hall 1964.

7. Συζητήθηκε μάλιστα το ενδεχόμενο μετάφρασης στα γαλλικά...

8. Pierre Massé. «Les réserves et la régulation de l'avenir dans la vie économique», Hermann, Paris 1946.

9. Αργότερα έγινε Επίτροπος Πλάνου και επέστρεψε για να ολοκληρώσει την καριέρα του στην EDF ως πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου.

10. Pierre Massé. *Le choix des investissements*, Dunod 1959 (2ème édition 1964).

με τον P. Massé υπέγραψε μία μελέτη για το ζήτημα αυτό<sup>11</sup> με τίτλο «Τα μερίσματα της προόδου», η οποία επίσης έγινε σχετικά διάσημη. Το ζήτημα για την EDF ήταν το εξής: ελλείψει κέρδους θα έπρεπε να βρει ένα συνολικό κριτήριο αποδόσεων προκειμένου να προκαλέσει ένα είδος ανταγωνιστικής εξομώωσης στις εκατό οιονεί θυγατρικές εταιρείες, που ονομάζονται «κέντρα διανομής», και οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη λιανική μεταπώληση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει προηγουμένως αγοραστεί χονδρικά από τη μητρική εταιρεία. Το ακρωνύμιο PGF, που χρησιμοποιήθηκε στη Γαλλία για τη συντομογράφηση του όρου «συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών παραγωγής»<sup>12</sup> γνώρισε την εποχή εκείνη στιγμές δόξας. Η έννοια αυτή ξεθώριασε στη συνέχεια με τη σταδιακή αγνόηση της μικροοικονομικής. Ωστόσο, η ιδέα που αυτή εμπερικλείει θα μπορούσε ίσως μια μέρα να φανεί και πάλι χρήσιμη.

Χρειάστηκε επίσης να παρέμβω όταν η μέθοδος του προεξοφλητικού επιτοκίου δέχτηκε βίαιες επιθέσεις, με το πρόσχημα ότι η προεξόφληση, έτσι καθώς αποκλείει από τον υπολογισμό το μέλλον όσο πιο μακρινό είναι αυτό, αποτελεί από μόνη της μια άρνηση των οικολογικών ανησυχιών – ανησυχιών που επικράτησαν, και πολύ σωστά, τα τελευταία χρόνια. Αυτή η κριτική είναι εντελώς αβάσιμη, αλλά ευρέως διαδεδομένη... Στην πραγματικότητα, οι περισσότεροι άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένων των οικονομολόγων, προβαίνουν σε υπολογισμούς για το μέλλον βασιζόμενοι «σε σταθερή τιμή» και όχι «σε σταθερό νόμισμα». Με σταθερό το νόμισμα – δηλαδή με αμετάβλητες μέσες τιμές (καθώς είναι δύσκολο και απατηλό να προβλέψουμε τις μελλοντικές τιμές του πληθωρισμού) – οι τιμές όλων των προϊόντων που σχετίζονται με την ανθρώπινη ιδιοφυΐα μειώνονται συν τω χρόνω με δεδομένες τις ποιοτικές διαφορές τους (αυτοκίνητα, τηλεοράσεις, ηλεκτρικές συσκευές κ.λπ.). Αντίθετα, για να διατηρηθεί ο μέσος όρος, αυξάνονται ως αντιστάθμισμα πολύ περισσότερο οι τιμές των περιορισμένων πόρων, δεδομένου ότι γι' αυτούς τους τελευταίους υπάρχουν λίγα υποκατάστατα. Συμβαίνει δε οι τιμές των εγγενώς περιορισμένων πόρων να αυξάνονται εντέλει ακόμη και στον ίδιο ρυθμό με το προεξοφλητικό επιτόκιο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μακροπρόθεσμα, να παραμένουν στους υπολογισμούς προεξόφλησης μονάχα οι εγγενώς περιορισμένες πρώτες ύλες, σχετικά με τις οποίες δικαίως ανησυχούν οι οικολόγοι. Ο Hotelling, όπως έκτοτε έχω πληροφορηθεί, είχε ήδη κάνει μια σχετική ανακάλυψη, κι εγώ ευχαρίστως του το αναγνωρίζω. Ωστόσο ακόμη δεν καταλαβαίνω γιατί η πλειονότητα των γνωστών οικονομολόγων αναζητούν απεγνωσμένα μια λύση για το παράδοξο της εξάλειψης του μέλλοντος στα φιλοσοφικά κίνητρα της πολιτικής για πτωτική τάση των προεξοφλητικών. Η λύση αυτή είναι εντούτοις πολύ απλή: ακόμη και «σε συνθήκες σταθερού ευρώ», το μέλλον πρόκειται να εκτυλιχθεί σε σταθερές τιμές!<sup>13</sup> Τούτου λεχθέντος, ο φιλοσοφικός προβληματισμός σχετικά με τη μακροπρόθεσμη εξέλιξη των προεξοφλητικών επιτοκίων μπορεί να είναι χρήσιμος, όμως αυτό είναι ένα άλλο ζήτημα.

\*

Ετούτες οι μακροχρόνιες εξελίξεις τις οποίες εντοπίζω – βασιζόμενος κυρίως στις δικές μου μελέτες για τον πολύ απλό και σαφέστατο λόγο ότι, εκτός από P. Massé, δεν ξέρω σχεδόν κανένα άλλον μελετητή που να γεννήθηκε σε αυτή την εποχή – εξηγούν ίσως γιατί οι γάλλοι «μηχανικοί-οικονομολόγοι» της ηλεκτρικής ενέργειας, όταν κατά τη δεκαετία του '1990 άρχισαν να γίνονται πολύ της μόδας οι σφοδρές καταγγελίες εναντίον των δημόσιων επιχειρήσεων και των μονοπωλίων – ακόμη και των φυσικών! – μάλλον τρομοκρατήθηκαν από τις απλοϊκές διακηρύξεις και τις δολοφονικές προκαταλήψεις αυτών των νέων κηρύκων του ανταγωνισμού. Η εισβολή αυτών των τελευταίων έμοιαζε με την έλευση των βαρβάρων στις ρωμαϊκές επαύλεις ή με τη λεηλασία της Κωνσταντινούπολης από τις ορδές της Δ' Σταυροφορίας! Το σοκ για μένα

11. Pierre Massé και Pierre Bernard, *Les dividendes du progrès*, Le Seuil 1969.

12. Η συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών παραγωγής (PGF) μπορεί να προσδιοριστεί με τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις. Συνοπτικά θα λέγαμε ότι αυτός ο προσδιορισμός γίνεται με βάση, είτε τη σταθμισμένη μέση παραγωγικότητα κάθε συντελεστή παραγωγής είτε τη μεταβολή του κέρδους σε σταθερές τιμές σε σχέση με τον κύκλο εργασιών ή, τέλος, για ίσο σχετικό αποτέλεσμα, τη σχετική μεταβολή του πλεονάσματος. Έχουμε δηλαδή μια τεχνική προσέγγιση, μια λογιστική προσέγγιση και μια οικονομική προσέγγιση...

13. Σχετικά με το ζήτημα αυτό έχω αρθρογραφήσει πριν από σαράντα χρόνια. Μια πρόσφατη και επικαιροποιημένη περίληψη υπάρχει στο «Eloge des Ecotaxes» που δημοσιεύθηκε στο *Revue Sociétal*, 6, rue Clément Marot 75008 Paris, n° 46, 4ème trimestre 2004, σ. 27.

προσωπικά ήταν τότε ισχυρότατο, ακριβώς γιατί επί δεκαετίες ολόκληρες δίδασκα τα πλεονεκτήματα του ανταγωνισμού – κάτι που εκείνη την εποχή ήταν γενναία πράξη. Η κακόβουλη κριτική που δέχτηκα τότε με ώθησε να μελετήσω προσεκτικά τις εξαιρέσεις που ισχύουν για ορισμένους κλάδους, όταν μιλάμε για τα πλεονεκτήματα της οικονομίας της αγοράς. Το συμπέρασμά μου ήταν πως η ηλεκτρική ενέργεια συγκεκριμένα σχεδόν όλα τα στοιχεία εκείνα που απαιτούνται ώστε να συμπεριληφθεί στις εξαιρέσεις: αυστηρά μη αποθηκεύσιμο προϊόν, πολύ εκτεταμένα φυσικά μονοπώλια, εξοπλισμός που η διάρκεια ζωής του υπερβαίνει κατά πολύ τους ορίζοντες που θέτει ως όριο η χρηματιστηριακή μυωπία, αναγκαστικά στιγμιαίος ο χαρακτήρας της εξισορρόπησης ανάμεσα στην προσφορά και τη ζήτηση, εφόσον διενεργείται κάθε λεπτό κ.ά. Όλα τα παραπάνω οι πιστοί της νέας θρησκείας του Ανταγωνισμού τα αγνοούσαν αλαζονικά. Γι' αυτούς ήταν «πεπαλαιωμένη νοοτροπία», απλά προσχήματα που τα επικαλούνται όσοι επιθυμούν τη διατήρηση του *status quo*. Επιπλέον, οι μελέτες των μηχανικών-οικονομολόγων της EDF αγνοήθηκαν εντελώς,<sup>14</sup> λες και οι μελέτες αυτές –απλώς και μόνο επειδή προέρχονταν από μια δημόσια εταιρεία που κατείχε μονοπωλιακή θέση στην αγορά (οποία φρίκη!)– όφειλαν να είναι οπωσδήποτε προκατελιμμένες, μηδενικής αξίας ή ξεπερασμένες. Ήταν η εποχή κατά την οποία η διανοήση σταδιακά «ανακάλυπτε την Αμερική» –ακριβώς στις Ηνωμένες Πολιτείες!– και ως εκ θαύματος η κοινή λογική (φωτισμένη πια) επέστρεφε από αυτό το ταξίδι.

Στην πραγματικότητα, από τη σκοπιά της οικονομικής θεωρίας, η μόνη θεμελιώδης ρήξη ανάμεσα στη δημόσια και στην ιδιωτική (ή ιδιωτικοποιημένη) επιχείρηση σήμερα έχει να κάνει με μια πολύ ιδιαίτερη πτυχή της επικρατούσας (μόνο στη Γαλλία άραγε;) γενικής αντίληψης περί του τι εστί δημόσια υπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα, έχει να κάνει με την αρχή της ίσης μεταχείρισης. Στις αρχές της δεκαετίας του 1950, έπειτα από διαβούλευση με εμπειρογνώμονες αλλά και με το Συμβούλιο της Επικρατείας, διατυπώθηκε η αρχή ότι καθήκον μιας δημόσιας υπηρεσίας ήταν να διαφοροποιεί τις τιμές της μόνο ανάλογα με τη φύση της παροχής και ποτέ σύμφωνα με εκείνη του καταναλωτή. Ο κανόνας ήταν σαφής:

- Ίση τιμή για ίση παροχή, άσχετα αν ο καταναλωτής είναι πλούσιος ή φτωχός,<sup>15</sup> ξανθός ή μελαχρινός, συμπαθητικός ή όχι.
- Αν οι παροχές σε δύο καταναλωτές διαφέρουν, η διαφορά στις τιμολογούμενες τιμές πρέπει να είναι ίση με τη διαφορά στο (οριακό) κόστος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι αρχές, οι οποίες είναι ιδιαίτερες άκαμπτες, αποκλείουν τις εμπορικές πρακτικές που εφαρμόζονταν πάντα και τις οποίες τις θεωρητικοποιούσαν στις σχολές επιχειρήσεων, προκειμένου να περιορίσουν όσο το δυνατόν περισσότερο, για ίσες παρεχόμενες υπηρεσίες, το «πλεόνασμα του καταναλωτή». Σε αυτό το σημείο η καινοτομία είναι σημαντική, τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά. Γεγονός είναι ότι, όπως κι αν ερμηνευτούν και όσο λεπτές κι αν είναι οι παρεμβάσεις της ρυθμιστικής αρχής, αυτές οι πρακτικές που αποσκοπούν στη μείωση του πλεονάσματος του πελάτη αναγκαστικά στρεβλώνουν τις επιλογές του. Εκτός από την ταλαιπωρία που υφίσταται ο χρήστης, ο οποίος ποτέ δεν είναι σίγουρος ότι δεν έχει εξαπατηθεί, αυτές οι πρακτικές επηρεάζουν τη στάση των καταναλωτών και αλλάζουν με μη ομαλό τρόπο τις επιλογές τους.

\*

Όπως και να έχει, το παιχνίδι έχει πλέον κριθεί, έχει τεθεί σε εφαρμογή ένα νέο σύστημα διαχείρισης και σκέψης, το οποίο μπορεί να προβλεφθεί ότι με την πάροδο του χρόνου θα επιδιορθώσει τελικά τις αδυναμίες του, για να μην πούμε τα ελαττώματά του.

14. Αυτό είναι κάτι το αναπόφευκτο, μου είπε κάποτε ένας νεαρός υποψήφιος διδάκτωρ. Όταν δεν παραπέμπετε σε κανέναν (κάτι το φυσιολογικό, εφόσον τότε δεν είχα διαβάσει σχεδόν τίποτα), κανείς δεν παραπέμπει σε εσάς...

15. Πράγμα που, φυσικά, δεν αποκλείει την κοινωνική πτυχή της αποστολής μιας δημόσιας υπηρεσίας, εφόσον η *ad hoc* τιμολογιακή εξαίρεση αποφασίζεται από τις πολιτικές αρχές. Η (ορθή) λύση, η οποία επικράτησε για μεγάλο χρονικό διάστημα, ήταν να δοθούν στα δημαρχεία των οικείων Δήμων «ομόλογα ηλεκτρικού ρεύματος». Η ποσότητα αυτών των ομολόγων ήταν αντικείμενο ετήσιας διαπραγμάτευσης με τον κάθε δήμαρχο και στη συνέχεια αυτά διανεμόνταν από την πολιτική αρχή –τη δημαρχία– και όχι φυσικά από κάποιον τεχνοκράτη που προσβλέπει να τσεπώσει το αντίτιμο των λογαριασμών και ο οποίος κατά τεκμήριο δεν δείχνει τέτοιες ευαισθησίες.

Στο βιβλίο των Jean-Pierre Hansen και Jacques Barnabois καταγράφονται οι εκ θεμελίων αλλαγές που σημειώθηκαν τα τελευταία είκοσι χρόνια. Οι αλλαγές αυτές δεν έχουν καμία σχέση με την εξέλιξη των τεχνικών, σε αυτό το επίπεδο τα πιο μεγάλα σοκ σημειώθηκαν κατά το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Τώρα έχουμε να κάνουμε περισσότερο με μια αλλαγή της κοινωνίας. Η μονοπωλιακού χαρακτήρα δημόσια επιχείρηση ήταν μια φυσική συνέπεια της λεγόμενης «Ενδοξης Τριακονταετίας», εκείνων των τριάντα χρόνων δηλαδή κατά τα οποία η Γαλλία ανοικοδομήθηκε με λαμπρό τρόπο. Εξακολούθησε να επιβιώνει και για τα επόμενα είκοσι χρόνια, οπότε ο στόχος της γαλλικής οικονομίας δεν ήταν πλέον να «καλύψει το χαμένο έδαφος σε σχέση με τις ΗΠΑ», αλλά να προετοιμάσει το έδαφος για τις καινοτομίες του μέλλοντος σε διάφορους τομείς, όπως στην πυρηνική ενέργεια, στην πληροφορική, στον έλεγχο και την εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των κυμάτων, αλλά και σε μια σειρά πολλών άλλων ανακαλύψεων, είτε στον ανόργανο είτε στον οργανικό κόσμο, είτε στο επίπεδο της μελέτης των ιδιοτήτων της ύλης είτε στον τομέα της μοριακής βιολογίας.

Ειδικότερα, ο κλάδος της ενέργειας γνώρισε κατά την εν λόγω περίοδο σημαντικές εξελίξεις. Οι τεχνικές προχώρησαν τότε σε μεγάλο βαθμό, και μαζί τους αναπτύχθηκε ιδιαίτερα η γεωπολιτική του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Ακόμη περισσότερο όμως, η κατάρρευση της ΕΣΣΔ και των δορυφόρων της, από τη μια, και η ανάπτυξη ενός εξαιρετικά διεθνοποιημένου καπιταλισμού, από την άλλη, είναι στοιχεία που άλλαξαν τα δεδομένα κι έτσι το καθεστώς των δημόσιων επιχειρήσεων έχει εξελιχθεί τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια. Μπροστά σε αυτόν τον νέο και μεταβαλλόμενο κόσμο, τόσο οι ειδικοί όσο και οι πολιτικοί ηγέτες πρέπει να προσαρμόσουν και να τελειοποιήσουν τα αναλυτικά εργαλεία τους αλλά και να επεκτείνουν τη χρήση τους. Αυτό ακριβώς τους προσφέρει αυτό εδώ το βιβλίο που επικεντρώνεται στο ζήτημα της ενέργειας.

Ειδικότερα, ο κεντρικός ρόλος που διαδραματίζει σήμερα η αγορά απαιτεί μια επιπλέον προσπάθεια για προβληματισμό, τόσο για να δοθεί ένα προειδοποιητικό σήμα προς όσους βλέπουν μόνο τα πλεονεκτήματα της, όσο και για να απευθυνθεί στους σκεπτικιστές και να τους πείσει για τον φυσικό δυναμισμό μιας οικονομίας που απελευθερώνεται σε μεγάλο βαθμό από την κρατική παρέμβαση και τα εμπόδια. Αλλά μια ακόμη πιο βαθιά γνώση των θεωρητικών βάσεων της ισοδυναμίας μεταξύ τέλει ανταγωνισμού και τέλει σχεδιασμού παραμένει απαραίτητη για τους πρωταγωνιστές της πραγματικής οικονομίας και για τη διαμόρφωση της κρίσης τους. Αυτές οι θεωρητικές βάσεις επιτρέπουν την επίλυση ορισμένων από τις διαμάχες του καιρού μας. Έτσι, για παράδειγμα, η έννοια μιας τεχνικής αύξουσας ή μειούμενης απόδοσης βρίσκει το νόημά της: η «αύξουσα απόδοση» σε καμιά περίπτωση δεν επεκτείνεται με το χρόνο και τις εξελίξεις της τεχνικής προόδου. Η έννοια αυτή είναι έγκυρη σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και για μια δυναμική ανάπτυξη. Διερευνά δηλαδή το εξής ερώτημα: εάν, με βάση τη διαθέσιμη τεχνική μιας δεδομένης χρονικής στιγμής, μια δραστηριότητα ήταν λίγο μεγαλύτερη, τότε το κόστος αυτής της πρόσθετης δραστηριότητας θα αποδεικνυόταν εντέλει υψηλότερο, ίδιο ή χαμηλότερο; Το ερώτημα που εξαρτάται από την πάροδο του χρόνου και τις τεχνικές προόδους που τη συνοδεύουν βρίσκει την απάντησή του στην έννοια του ποσοστού απόσβεσης. Από την άποψη αυτή, θα πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση ενός σταθερού συντελεστή ετήσιας απόσβεσης προκειμένου να υπολογιστούν τα πάγια έξοδα μιας επένδυσης καθιστά ευκολότερη την παρουσίαση του ζητήματος, όπως δείχνει και το παρόν βιβλίο. Αλλά, στην πράξη, αυτός είναι ο ασφαλέστερος τρόπος για να καταστραφεί κανείς. Δηλαδή, για να συνυπολογιστούν η φθορά από τη χρήση του εξοπλισμού και η τεχνική απαρχαίωσή του και για να διατηρηθεί η ανταγωνιστικότητα του παλαιού εξοπλισμού μετά την εμφάνιση του νέου, ο σταθερός συντελεστής ετήσιας απόσβεσης που καθορίζει το οικονομικό κόστος ενός εξοπλισμού (τις αποσβέσεις και τις οικονομικές επιβαρύνσεις επί του αναπόσβεστου κεφαλαίου) θα πρέπει να βαίνει έντονα μειούμενος με την πάροδο των ετών.

Είτε μας αρέσει είτε όχι –κι αυτή η τελευταία παρατήρηση το δείχνει αναλυτικά– έχουμε κι εδώ το ίδιο φαινόμενο, δηλαδή μια σιωπηρή αναφορά σε ένα θεωρητικό «βέλτιστο» το οποίο συνέχει τις κρίσεις μας σχετικά με τα φαινόμενα της πραγματικής οικονομικής ζωής. Το βιβλίο αυτό παρέχει, ιδιαίτερα, μια ικανοποιητικότερη ανάλυση της έννοιας της προσόδου, παρουσιάζοντας τις προσόδους που απαιτούνται για την κάλυψη του κόστους, τις φυσικές προσόδους πέρα από το κόστος και τις παράνομες προσόδους.

Για κάθε πρόβλημα, οι συγγραφείς κατά την ανάπτυξη της επιχειρηματολογίας τους χρησιμοποίησαν με συστηματικό τρόπο τα εργαλεία της οικονομικής ανάλυσης και σκόπιμα επέλεξαν μια ορθολογική προσέγγιση των προβλημάτων. Συχνά χρησιμοποιούν σύντομες μαθηματικές μοντελοποιήσεις που απεικονίζουν με πολύ ωφέλιμο τρόπο το επιχείρημά τους, χωρίς να υποπίπτουν στο ατυχές σφάλμα κάποιων θεωρητικών, οι οποίοι ασχολούνται μόνο με αυτό που είναι μοντελοποιήσιμο. Ο μαθηματικός σκελετός εδώ δεν αποκλείει τη σάρκα της πραγματικότητας! Ας σημειωθεί, εν παρόδω, ένα γεγονός που έχω από την πλευρά μου τονίσει εδώ και πενήντα χρόνια: για τη συντριπτική πλειονότητα των οικονομολόγων τα χρήσιμα μαθηματικά περιορίζονται στην τεχνική της βελτιστοποίησης υπό συνθήκη και στον «τύπο του Lagrange».

Εκτός από τη θεωρητική της διάσταση, η παρούσα μελέτη λαμβάνει υπόψη και δύο άλλες διαστάσεις, δηλαδή τον χρόνο και τον χώρο. Όταν εξετάζεται ο καθένας από τους ενεργειακούς κλάδους, γίνεται αναφορά σε ιστορικά δεδομένα προκειμένου να τοποθετηθούν μέσα στο ιστορικό τους πλαίσιο τα προβλήματα και η εξέλιξη αυτών των κλάδων. Διαβάζοντας το βιβλίο, από κεφάλαιο σε κεφάλαιο, βλέπουμε το πεδίο της ανάλυσης να φιλοδοξεί να είναι παγκόσμιο, ενώ παράλληλα η εστίαση παραμένει στην Ευρώπη.

Δυστυχώς, θα μπορούσαμε να πούμε πολλά γι' αυτήν την Ευρώπη προς προβληματισμόν. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα δεν διαθέτει μια πραγματική ενεργειακή πολιτική, ταλαντεύεται μεταξύ της επιθυμίας της να παρέμβει και της έλλειψης εργαλείων ώστε να το πράξει. Όμως αυτή η έλλειψη εργαλείων οφείλεται με τη σειρά της στις βαθιές αποκλίσεις που εντοπίζονται ανάμεσα στις εθνικές πολιτικές των κρατών μελών, όπως φαίνεται κι από τη στάση των κυβερνήσεων απέναντι στην πυρηνική ενέργεια. Το μόνο όπλο που μπορεί κατά βούληση να χρησιμοποιήσει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα είναι το δίκαιο του ανταγωνισμού, γι' αυτό και το χρησιμοποιεί με καταχρηστικό τρόπο. Όμως, όσο κι αν ο ανταγωνισμός έχει αρετές, οι οποίες επί μακρόν παραγνωρίζονταν, δεν τις έχει όλες. Και η ηλεκτρική ενέργεια έχει το ατυχές χαρακτηριστικό να συγκεντρώνει τις περισσότερες από αυτές τις εξαιρέσεις από τις αρετές της οικονομίας της αγοράς. Αυτό είναι ένα στοιχείο που οι αρχές των Βρυξελλών μερικές φορές φαίνεται να το υποτιμούν.

Από αυτή την άποψη, το βιβλίο αυτό παρέχει ιδιαίτερα χρήσιμες παρατηρήσεις σχετικά με τα ρυθμιστικά συστήματα. Επιπλέον, η έννοια της ρύθμισης περιλαμβάνει δύο πολύ ξεχωριστές πραγματικότητες που εξακολουθούν να συγχέονται από τη σχετική βιβλιογραφία. Εκεί όπου μπορεί να λειτουργήσει ο ανταγωνισμός, ρόλος μιας ρυθμιστικής αρχής είναι να διασφαλίζει ότι λειτουργεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Όμως εκεί όπου ο ανταγωνισμός αποκλείεται –και αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα φυσικά μονοπώλια– ο ρόλος μιας ρυθμιστικής αρχής δεν είναι πλέον να βελτιώνει τον ανταγωνισμό αλλά να τον υποκαθιστά. Δεν είναι καθόλου το ίδιο και είναι πολύ ατυχές το γεγονός ότι το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται δεν προβαίνει στη διάκριση ανάμεσα σε αυτούς τους δύο ρόλους. Διότι η υποκατάσταση του ανταγωνισμού προϋποθέτει των καθορισμό των τιμών ή, τουλάχιστον, το καθορισμό ενός ανώτατου ορίου στη δυνητικά ακραία διαφοροποίησή τους. Στη μια περίπτωση, το ζητούμενο είναι η καλύτερη δυνατή λειτουργία της αγοράς, ενώ στην άλλη η αγορά πρέπει να υποκατασταθεί. Ειδικά αυτή η τελευταία περίπτωση απαιτεί από τη ρυθμιστική αρχή να έχει εμπειριστατωμένη γνώση της «ρυθμιζόμενης» εταιρείας, πράγμα που από μόνο του δεν είναι καθόλου εύκολο να συμβαίνει με μια συνηθισμένη εταιρεία, ενώ όταν έχουμε την εντελώς ιδιαίτερη περίπτωση μιας εταιρείας ηλεκτροδότησης που πρέπει να ρυθμιστεί, τότε η απόκτηση αυτής της εμπειριστατωμένης γνώσης απαιτεί εξωπραγματικές ικανότητες. Κι αυτό διότι ο μόνος τρόπος για να γνωρίζετε τα πάντα για την ρυθμιζόμενη εταιρεία είναι να είστε μέσα στο κεφάλι της. Έτσι, ως Διευθύνων Σύμβουλος, ήμουν ταυτόχρονα και ο ρυθμιστής των τιμολογίων της EDF, κι αυτό συνέβαινε υπό τον έλεγχο ενός διοικητικού συμβουλίου όπου κατά το ένα τρίτο μετείχαν εκπρόσωποι των χρηστών, κατά το ένα τρίτο εκπρόσωποι του προσωπικού και το κατά το ένα τρίτο εκπρόσωποι του κράτους– ενώ όλα ήταν υπό την εποπτεία της κυβέρνησης. Η μόδα της εποχής μας είναι να ανατίθεται σε έναν εξωτερικό φορέα ο ρυθμιστικός ρόλος, με τη σκέψη πως αυτός ο εξωτερικός ρυθμιστής θα είναι βέβαια λιγότερο καλά ενημερωμένος, πλην περισσότερο αμερόληπτος. Αυτό σηκώνει κατ' ελάχιστον μεγάλη συζήτηση και θα έλεγα πως είναι λυπηρό το γεγονός ότι η εσωτερικού χαρακτήρα ρύθμιση, η οποία παρ' όλα αυτά έχει δείξει κατά καιρούς την αξία της, δεν αναφέρεται στο παρόν βιβλίο. Ας υπήρχε έστω μια επεξηγηματική αναφορά, επειδή κατανοώ ότι η πρώτη αντίδραση του απληροφόρητου αναγνώστη θα

ήταν μάλλον η δυσπιστία: «Μα πώς; Είναι δυνατόν το αφεντικό της EDF να είναι ρυθμιστής του εαυτού του; Δεν το εννοείτε βέβαια!» Κι όμως! Αυτό βέβαια μπορεί να συμβαίνει αποκλειστικά όταν το ζήτημα, δεν είναι η βελτίωση του παιχνιδιού του ανταγωνισμού, αλλά η υποκατάστασή του. Αυτό το σύστημα άλλωστε λειτούργησε για μια πεντηκονταετία κι αρχίζουμε σταδιακά να συνειδητοποιούμε ότι δεν ήταν και τόσο κακό.<sup>16</sup>

Το στοιχείο που προσδίδει ιδιαίτερο πλούτο στο παρόν βιβλίο είναι το εύρος και η ποικιλομορφία των προσεγγίσεών του, ο συνεχής διάλογος μεταξύ μοντέλων και πραγματικότητας, η μόνιμη έγνοια των συγγραφέων του να εισφέρουν στην εξήγηση και την κατανόηση των φαινομένων. Διαβάζοντάς το, ο αναγνώστης αντιλαμβάνεται πόσο βαθιά είναι η εμπειρία τους. Ο ένας, ο Jean-Pierre Hansen, είναι επιχειρηματίας, ο άλλος, ο Jacques Barnabois, ακαδημαϊκός. Τον πρώτο τον διέκρινε σταθερά, κατά την άσκηση των δραστηριοτήτων του ως επιχειρηματία, το ενδιαφέρον για την οικονομική ανάλυση, κι έτσι κέρδισε μια θέση καθηγητή στην École Polytechnique. Ο δεύτερος είναι ένας από εκείνους τους Γάλλους πανεπιστημιακούς που έχουν αποκτήσει διεθνή φήμη ειδικού στην Ενεργειακή Οικονομία και έχουν ασκήσει συγκεκριμένες ευθύνες ως σύμβουλοι και εμπειρογνώμονες σε διάφορους οργανισμούς και διοικητικά συμβούλια.

Με άλλα λόγια, και οι δυο μπήκαν ο ένας στα χωράφια του άλλου.

Είχαν πολλά να μας μάθουν. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι έχουν ανταποκριθεί με εξαιρετικό τρόπο στην πρόκληση την οποία ανέλαβαν.

**Marcel BOITEUX**

*Μέλος του Ινστιτούτου  
επίτιμος πρόεδρος της EDF*

---

16. Όλοι τείνουν να αγνοούν ότι η EDF ως ε-ταιρεία αξίζει εκατό δισεκατομμύρια ευρώ στο χρηματιστήριο (ποσό που μειώνεται λόγω των μπλοκαρισμένων τιμολογίων, αξίζει περισσότερο σε τιμές αγοράς), και αυτό χωρίς ο μοναδικός μέτοχος της, το κράτος δηλαδή, να έχει βάλει σε αυτή μια δεκάρα. Όλα αυτά τα πέτυχε με δανεισμό ή αυτοχρηματοδότηση. Θα σημειώναμε, και ελπίζουμε οι ειδικοί να το προσέξουν, ότι, σχετικά με τα δάνεια, η κρατική οικονομική εγγύηση, έχει εξοφληθεί και με το παραπάνω, με έμμεσους τρόπους και ότι τα τιμολόγια της EDF, με την εξαίρεση της ιδιαίτερης περίπτωσης ορισμένων μεγάλων πελατών, ήταν (προ φόρων) μεταξύ των φθηνότερων στην Ευρώπη. Το θέμα είναι στο μέλλον τα πράγματα να πάνε ακόμη καλύτερα!



# 1

## Μακροοικονομία της Ενέργειας

1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ .....	22
2. ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΕΠ .....	35
3. Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ .....	42
4. ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	49
5. ΟΙ ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΟΚ .....	51
6. ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΕΥΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΥΣΗ ΤΩΝ «ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΤΗΤΩΝ» .....	56
7. ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΥΡΙΟ; .....	74

Οι ενεργειακές ροές που καταναλώνει μια χώρα μέσα σε ένα έτος καταμετρώνται στο ενεργειακό ισοζύγιο. Αυτή η ενέργεια μπορεί είτε να παράγεται τοπικά είτε να εισάγεται. Η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών (του ΑΕΠ) ποικίλλει στον χρόνο και στον χώρο, ανάλογα με τεχνικές εκτιμήσεις ή κοινωνικοοικονομικά κριτήρια. Επομένως, η ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ και η κατά κεφαλήν ποσότητα ενέργειας διαφέρουν πολύ από τη μια χώρα στην άλλη. Η ενέργεια καταναλώνεται πάντοτε μέσω του εξοπλισμού των χρηστών, γι' αυτό και είναι σημαντικό να αναλυθεί η παραγωγική διαδικασία μέσω των σχέσεων συμπληρωματικότητας και δυνατότητας υποκατάστασης που συνδέουν τον συντελεστή κεφάλαιο, τον συντελεστή εργασία και τον συντελεστή «ενέργεια». Αυτό είναι το αντικείμενο της παραγωγικής λειτουργίας από μακροοικονομική σκοπιά. Αν γίνουν κατανοητές αυτές οι σχέσεις, μπορούμε να προβλέψουμε την εξέλιξη της ενεργειακής ζήτησης σε συνάρτηση με τις προοπτικές οικονομικής μεγέθυνσης. Αυτός είναι ο ρόλος των μοντέλων μακροοικονομικής πρόβλεψης. Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να αναλυθεί ο ρόλος της ενέργειας στην οικονομία σε παγκόσμιο επίπεδο. Έτσι θα μελετήσουμε διαδοχικά:

1. Την έννοια του ενεργειακού ισοζυγίου
2. Τους παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ
3. Την ενέργεια στην παραγωγική λειτουργία
4. Τα μοντέλα πρόβλεψης που χρησιμοποιούνται στον τομέα της ενέργειας

Στη συνέχεια, είναι σημαντικό να αναλυθούν οι μηχανισμοί μέσω των οποίων ένα ενεργειακό σοκ (ένα «σοκ τιμών», για παράδειγμα) μπορεί να μεταβάλει τις μακροοικονομικές ισορροπίες και να εξεταστεί πώς παρεμβαίνει το κράτος στις ενεργειακές επιλογές ώστε να εσωτερικεύσει το κοινωνικό κόστος που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας (περιβαλλοντικό κόστος) ή για να προωθήσει ορισμένες μορφές ενέργειας που θεωρούνται προτεραιότητες. Κατ' αρχάς, οι μηχανισμοί της αγοράς είναι εκείνοι που καθοδηγούν τις επιλογές, ωστόσο το κράτος οφείλει να παρεμβαίνει σε περίπτωση επίδρασης κάποιων εξωτερικοτήτων -αρνητικών ή θετικών- διενεργώντας μια βέλτιστη ανακατανομή των πόρων. Με βάση λοιπόν την τελευταία παρατήρηση, δύο ενότητες του κεφαλαίου θα αφιερωθούν στα ακόλουθα σημεία:

5. Στις μακροοικονομικές επιπτώσεις ενός ενεργειακού σοκ
6. Στα εργαλεία μιας ενεργειακής πολιτικής που χρησιμοποιούνται ώστε να εσωτερικεύονται ενδεχόμενες αρνητικές και θετικές εξωτερικότητες.

Η πρόβλεψη των μεταβολών στην προσφορά και στη ζήτηση ενέργειας μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα δεν είναι εύκολη, καθώς υπάρχουν πολλοί παράγοντες που παρεμβαίνουν: παράγοντες δημογραφικοί, οικονομικοί, γεωλογικοί, τεχνικοί, πολιτικοί. Η κύρια δυσκολία έγκειται στην πιθανή εξέλιξη της ενεργειακής ζήτησης τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε περιφερειακό επίπεδο, καθώς αυτή εξακολουθεί να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προβλεψιμότητα της εξέλιξης της οικονομικής ανάπτυξης/μεγέθυνσης σε διάφορα μέρη του κόσμου. Αρκετά είναι εδώ τα σενάρια που θα μπορούσαν να εξεταστούν, πολύ συχνά μάλιστα ιδιαίτερος αντικρουόμενα μεταξύ τους. Σε μια τελευταία ενότητα, θα παρουσιάσουμε τα σενάρια που σήμερα διαφαίνονται τα πιθανότερα και σχετικά με τα οποία υπάρχει συναίνεση σε επίπεδο διεθνών οργανισμών, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ) (International Energy Agency – IEA).

7. Ποια είναι τα ενεργειακά σενάρια για το αύριο;

## 1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Η ενέργεια είναι από τη μια ένα αγαθό τελικής κατανάλωσης –όταν καταναλώνεται από νοικοκυριά που επιθυμούν να ζεσταθούν, να μετακινηθούν, να φωτίσουν την οικία τους ή να χρησιμοποιήσουν τον οικιακό εξοπλισμό τους– κι από την άλλη ένα αγαθό ενδιάμεσης κατανάλωσης, όταν χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας για την παραγωγή άλλων αγαθών και υπηρεσιών. Η σχέση μεταξύ της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας  $E$  από τη μια –κατανάλωση που αφορά πάντα μια δεδομέ-

νη χρονική στιγμή σε μια συγκεκριμένη χώρα, και συνήθως μετριέται σε Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΠΠ/toe)– και του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) από την άλλη –το οποίο αποδίδεται με το σύμβολο  $Y$  και μετριέται σε νομισματικές μονάδες– μας επιτρέπει να αποκτήσουμε μια ιδέα για τον ρόλο της ενέργειας στην οικονομία. Διαπιστώνουμε ότι αυτός ο λόγος  $E/Y$  είναι εξαιρετικά μεταβλητός μέσα στον χρόνο για μια δοσμένη χώρα. Είναι όμως εξαιρετικά μεταβλητός και μέσα στον χώρο, όταν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή εξετάζουμε μια ομάδα χωρών, συμπεριλαμβανομένων και χωρών με συγκρίσιμα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης. Η ίδια παρατήρηση μπορεί να γίνει αν εξετάσουμε την κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας, δηλαδή την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως ανά κάτοικο. Διάφοροι παράγοντες εξηγούν αυτές τις χωρικές και χρονικές ανισοκατανομές: γεωγραφικοί παράγοντες (κλίμα, έκταση της επικράτειας), διαρθρωτικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη φύση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας, καθώς και με τη δομή της εθνικής παραγωγής, τεχνολογικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη μεγαλύτερη ή μικρότερη απόδοση του εξοπλισμού παραγωγής ενέργειας, τόσο των μετασχηματιστών όσο και του εξοπλισμού των χρηστών.

## 1.1 Οι συντελεστές ισοδυναμίας

Υπάρχουν διάφορες έννοιες που αφορούν την ενέργεια: πρωτογενής ενέργεια, τελική ενέργεια και ωφέλιμη ενέργεια. Το ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας μπορεί να οριστεί ως η λογιστική αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο παράγεται, εισάγεται, μεταποιείται και χρησιμοποιείται η ενέργεια μιας χώρας κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου, που συνήθως είναι το έτος.

Η *πρωτογενής ενέργεια* είναι η ενέργεια που διατίθεται σε ακατέργαστη κατάσταση, προτού υποστεί οποιαδήποτε μετατροπή, στη μορφή δηλαδή με την οποία μπορεί να εισαχθεί στην είσοδο του ενεργειακού συστήματος (είτε πρόκειται για ενέργεια που παράγεται στην εγχώρια αγορά είτε για εισαγόμενη). Μπορεί να έχει τη μορφή αποθεμάτων (άνθρακας, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ουράνιο), τα οποία είναι συνήθως μη ανανεώσιμα σε ανθρώπινη κλίμακα, είτε τη μορφή ροών (ηλιακή, αιολική ή υδραυλική ενέργεια), οι οποίες βέβαια είναι ανανεώσιμες.

Η *τελική ενέργεια* αποτελείται από την ενέργεια που χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των διάφορων αναγκών (θέρμανση, μεταφορές, βιομηχανικές εργασίες), μετά τη μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας σε δευτερογενή ενέργεια (προϊόντα πετρελαίου, στερεά και αέρια καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια). Καθώς κάθε μετασχηματισμός έχει ως αποτέλεσμα απώλειες, η ποσότητα της τελικής ενέργειας είναι αναγκαστικά μικρότερη από την ποσότητα της μετρούμενης πρωτογενούς ενέργειας.

Η *ωφέλιμη ενέργεια* αποτελείται από την ενέργεια που είναι πραγματικά διαθέσιμη στην έξοδο του εξοπλισμού των ενεργειακών χρηστών, εντούτοις, ελλείψει ακριβούς γνώσης για το σύνολο του εξοπλισμού και της αποτελεσματικότητάς του, δεν υπάρχει ακριβής λογιστική απεικόνιση για τις ροές ωφέλιμης ενέργειας. Το ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας καθορίζεται συνήθως με τη χρήση της πρωτογενούς ενέργειας και εντοπίζει τις ροές της ενέργειας που παράγεται, εισάγεται ή εξάγεται κατά τη διάρκεια του έτους, κατατάσσοντας τις ανά μορφές ενέργειας. Είναι επίσης δυνατό να παρουσιαστεί η τελική διαθέσιμη ενέργεια και η κατανομή της ανά κατηγορία χρηστών (βιομηχανία, μεταφορές, οικιακός και τριτογενής τομέας).

### ΠΛΑΙΣΙΟ 1.1

#### Ποιο είναι το κατάλληλο ισοδύναμο για την kWh στα ενεργειακά ισοζύγια; Ποιο είναι το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί; 1

Για τον Marcel Boiteux, όταν αντιστοιχίζουμε την kWh στα 9,3 MJ και όχι στο θερμογόνο ισοδύναμο της που είναι τα 3,6 MJ παίρνουμε μια μεροληπτική θέση, η οποία πάντοτε προσέκρουε στην άρνηση των φυσικών που υποστηρίζουν, όχι αβάσιμα, ότι μία kWh αντιπροσωπεύει την ενέργεια που παρέχεται από 1.000 watts για 3.600 δευτερόλεπτα δηλαδή 3.6 MJ. «Η αλήθεια είναι ότι ο τομέας της ενέργειας

είναι ο μόνος στον οποίο επιτρέπεται να προστεθούν, με όρους φυσικής επιστήμης, ετερογενείς ποσότητες πραγμάτων πολύ διαφορετικής φύσης, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, ο άνθρακας, το ουράνιο και το φυσικό αέριο ή το αέριο κοπριάς... Στην καθημερινή ζωή, οι ποσότητες χαβιαριού, πατάτας ή χαλκού εκφράζονται επίσης σε κιλά, χωρίς κανείς να έχει την παράλογη ιδέα να τις προσθέσει». Βασικά, αυτό που είναι αμφισβητήσιμο δεν είναι που μετράμε τις διάφορες μορφές ενέργειες με μια κοινή μονάδα μέτρησης, αλλά που τις προσθέτουμε με το σκεπτικό ότι αυτή η μονάδα είναι κοινή, και που το κάνουμε αυτό προκειμένου να καταρτίσουμε ενεργειακά ισοζύγια.<sup>1</sup>

«Η σχέση που υφίσταται μεταξύ μιας kWh πετρελαίου και μιας kWh ηλεκτρικής ενέργειας στον τομέα της ενέργειας δεν είναι μεγαλύτερη από τη σχέση που υφίσταται μεταξύ ενός τόνου αγκινάρας και ενός τόνου βοείου κρέατος στον τομέα των τροφίμων, οπότε είναι παράλογο να τα προσθέτουμε. Εάν θέλουμε να κάνουμε ισοζύγια για τους σκοπούς της ενεργειακής πολιτικής, θα πρέπει να αποδίδουμε σε κάθε μία από αυτές τις kWh έναν συντελεστή ισοδυναμίας... και τόσο το χειρότερο αν η kWh ηλεκτρικής ενέργειας δεν ισούται πλέον με 3,6 MJ όπως θα ήθελε η αριθμητική της μετατρεπόμενης ενέργειας: δεν μιλάμε για το ίδιο πράγμα». Εκείνο το στοιχείο που πρέπει να υιοθετηθεί, προκειμένου να καθοριστούν οι ισοδυναμίες μεταξύ των διάφορων μορφών ενέργειας και να καταστούν έτσι οι ποσότητες αυτών προσθέσιμες, είναι οι τιμές υποκατάστασης. Επομένως, το πρόβλημα στο οποίο έρχονται να δώσουν απάντηση τα ενεργειακά ισοζύγια είναι ένα πρόβλημα υποκατάστασης.

Οι ποσότητες των διάφορων ενεργειακών πόρων πρέπει να σταθμίζονται με βάση την αξία υποκατάστασής τους: πόσους τόνους άνθρακα μπορεί να υποκαταστήσει ένας τόνος πετρελαίου; Πόσα γραμμάρια πετρελαίου μπορούν να υποκατασταθούν από μια kWh ηλεκτρικής ενέργειας; «Έτσι, μια kWh ηλεκτρικής ενέργειας δεν ισοδυναμεί με 3,6 MJ αλλά ξεκάθαρα με κάτι περισσότερο από αυτό. Πράγματι, κατά την παραγωγή, χρειάζονται 222 g πετρελαίου με ενεργειακή αξία 10.000 μεγαθερμίδες ανά τόνο, ήτοι 9,3 MJ, για να παραχθεί μία kWh. Υπό αυτές τις συνθήκες, η τιμή υποκατάστασης μιας kWh κατά την παραγωγή δεν είναι 3,6 MJ. Με τη σειρά τους, η ποσότητα ουρανίου ή υδροηλεκτρικής ισχύος που καθιστούν δυνατή την παραγωγή 1 kWh, θα μετρηθούν επίσης στα 9,3 MJ δεδομένου ότι υποκαθιστούν 9,3 MJ πετρελαίου». Αυτή η τιμή των 9,3 MJ (που βασίζεται σε ενεργειακή απόδοση 38%) είναι ίσως υπερβολική σήμερα, ενόψει των κύριων υποκαταστάσεων που εξετάζονται, καταλήγει ο Marcel Boiteux... «Στην κατανάλωση, η kWh ηλεκτρικής ενέργειας θα αξίζει πλέον 3,6 MJ [μετά τις μεταρρυθμίσεις που εισήχθησαν], και οι ειδικοί του ηλεκτρισμού καλούνται κι αυτοί να κάνουν τις πράξεις τους όπως όλοι οι άλλοι! ... Επομένως, τα ισοζύγια εφεξής θα εκπονούνται σε μετατρεπόμενη ενέργεια, σε θερμότητα στην περίπτωση μας, κι αυτό έχει πραγματική χρησιμότητα μονάχα για τους επιστήμονες θερμοδυναμικής του πλανήτη. Όσον αφορά τους υπεύθυνους για την ενεργειακή πολιτική, θα πρέπει να θυμούνται ότι τα εν λόγω ισοζύγια δεν γίνονται γι' αυτούς...»

Η μόνη διεθνώς νομικά αναγνωρισμένη μονάδα ενέργειας είναι το Joule, το οποίο αντιστοιχεί στο έργο που παρέχεται από μια δύναμη ενός Newton του οποίου το σημείο εφαρμογής κινείται ένα μέτρο προς την κατεύθυνση της δύναμης (αυτό είναι, στην πράξη, το έργο που παρέχεται για την ανύψωση ενός μήλου κατά ένα μέτρο). Αλλά οι οικονομολόγοι προτιμούν να χρησιμοποιήσουν μια πιο χαρακτηριστική μονάδα μέτρησης: τον τόνο ισοδύναμου πετρελαίου (TPI-toe) του οποίου η θερμογόνος αξία καθορίζεται κατά σύμβαση σε 42 GJ (gigajoules). Επομένως, η εκπόνηση ενεργειακών ισοζυγίων απαιτεί να διαθέτουμε συντελεστές μετατροπής μεταξύ των διάφορων πηγών και μορφών ενέργειας και οι συντελεστές αυτοί καθορίζονται σύμφωνα με την θερμογόνο ισχύ κάθε ενέργειας. Ωστόσο, ένα ιδιαίτερο πρόβλημα ανακύπτει όσον αφορά τη λεγόμενη «πρωτογενή» ηλεκτρική ενέργεια. Κατά τη διαδικασία μετατροπής της θερμότητας σε μηχανική ενέργεια (μέσα σε στρόβιλο, που στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της ηλεκτρικής μηχανής), οι

1. Αναπαράγουμε εδώ το σύνολο των συμπερασμάτων ενός άρθρου του Marcel Boiteux που δημοσιεύτηκε στο *Revue de l'Énergie* (τ. 536, Μάιος 2002, σσ. 217-219) λαμβάνοντας υπόψη ένα σημειώμά του προς τους αναγνώστες τον Φεβρουάριο του 2010.

νόμοι της θερμοδυναμικής (αρχές του Carnot) επιβάλλουν απόδοση μικρότερη από τη μονάδα (βλ. παράρτημα του Κεφαλαίου 5). Στην πράξη, οι υπάρχουσες τεχνολογίες έχουν απόδοση που κυμαίνεται μεταξύ 33 και 40 % (κατ' εξαίρεση, μπορούμε να φτάσουμε το 56% με ορισμένες τεχνολογίες που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ή άνθρακα). Από τη σκοπιά ενός φυσικού επιστήμονα, η θερμογόνος αξία μιας μεγαβατώρας MWh είναι ισοδύναμη με 3,6 GJ, ήτοι  $3,6 / 42 = 0,086$  toe. Σε αυτή τη βάση, η δευτερογενής ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μαζούτ, άνθρακα ή φυσικό αέριο καταγράφεται στα ισοζύγια ως τελική ενέργεια. Μπορεί να υποστηριχθεί ότι η πρωτογενής ηλεκτρική ενέργεια πυρηνικής προέλευσης δεν θα πρέπει να υπολογίζεται σε αυτή τη βάση, αλλά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ποσότητα της ενέργειας από ορυκτά καύσιμα την οποία η πυρηνική ενέργεια μπορεί να υποκαταστήσει. Με βάση έναν τέτοιο υπολογισμό, για απόδοση 33 % (τα 2/3 της θερμότητας από ένα εργοστάσιο πυρηνικής ενέργειας δεν μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια ή, για να το πούμε αλλιώς, χρειάζονται 3 MWh θερμογόνου αξίας για την παραγωγή 1 MWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εργοστάσιο πυρηνικής ενέργειας), η πυρηνική ενέργεια δίνει έναν συντελεστή ισοδυναμίας 0,26 toe ( $1 \text{ MWh} = 0,086 / 0,33 = 0,26$ ). Τα ενεργειακά ισοζύγια που καταρτίστηκαν από τον ΟΗΕ επιλέγουν την «ισοδυναμία στην κατανάλωση», που σημαίνει ότι διατηρείται ο ίδιος συντελεστής τόσο για την πρωτογενή όσο και για τη δευτερογενή ηλεκτρική ενέργεια ( $1 \text{ MWh} = 0,086$  toe). Σχεδόν όλοι οι υπόλοιποι φορείς (ΟΟΣΑ, ΔΟΕ, Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας, Παρατηρητήριο Ενέργειας) επιλέγουν την «ισοδυναμία στην παραγωγή» όταν πρόκειται για πρωτογενή ηλεκτρική ενέργεια πυρηνικής προέλευσης (δηλαδή  $1 \text{ MWh} = 0,26$  toe) και την «ισοδυναμία στην κατανάλωση» όταν πρόκειται για δευτερογενή ηλεκτρική ενέργεια ή πρωτογενή ηλεκτρική ενέργεια υδραυλικής, αιολικής ή φωτοβολταϊκής προέλευσης (δηλαδή  $1 \text{ MWh} = 0,086$  toe). Επομένως, η επιλογή των συντελεστών ισοδυναμίας δεν είναι πράξη ουδέτερη και δημιουργεί αντιπαραθέσεις. Οι αντίπαλοι της πυρηνικής θεωρούν για παράδειγμα ότι με την αρχή της ισοδυναμίας στην παραγωγή υπερεκτιμάται το ειδικό βάρος της πυρηνικής ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο που καταρτίζεται με βάση την πρωτογενή ενέργεια. Ωστόσο, εάν δεν υπήρχε πυρηνική ενέργεια, αυτή η ηλεκτρική ενέργεια θα έπρεπε να παράγεται από άνθρακα, φυσικό αέριο ή πετρέλαιο, και αυτό θα αύξανε την ποσότητα της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνεται. Οποιοδήποτε λογιστικό σύστημα προϋποθέτει συμφωνίες. Για τον λόγο αυτόν είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τις ισοδυναμίες που χρησιμοποιούνται όταν διεξάγονται στατιστικές συγκρίσεις προερχόμενες από διαφορετικές πηγές (βλ. Πλαίσιο 1.1).

## 1.2 Οι ανισοκατανομές στη διάρθρωση του ενεργειακού ισοζυγίου

Η ανάλυση της διάρθρωσης των ενεργειακών ισοζυγίων ανά χώρα δείχνει ότι υπάρχουν πολύ μεγάλες ανισοκατανομές λόγω περιορισμών που σχετίζονται είτε με τη γεωγραφία (διαθεσιμότητα ή έλλειψη εθνικών ενεργειακών πόρων) είτε με το ειδικό βάρος της ιστορίας (ακολουθούμενες ενεργειακές πολιτικές). Ορισμένες μορφές ενέργειας επωφελούνται από δέσμιες χρήσεις, για παράδειγμα το πετρέλαιο, που είναι απαραίτητο στον τομέα των μεταφορών, ή η ηλεκτρική ενέργεια, που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία πολλών συσκευών. Για πολλές χρήσεις πάλι, οι υποκαταστάσεις μεταξύ μορφών ενέργειας παραμένουν δυνατές (θέρμανση χώρων, χρήση ατμού στη βιομηχανία, δευτερογενής παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) και, ως εκ τούτου, η δομή του ενεργειακού ισοζυγίου αντικατοπτρίζει τις επιλογές των χρηστών καθώς και τις δημόσιες πολιτικές που εφαρμόζονται (ιδίως στο επίπεδο της φορολόγησης της ενέργειας).

### A Το παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο

Ο Πίνακας 1.1 με βάση τα στοιχεία του 2017 δείχνει ότι το πετρέλαιο παραμένει η κυρίαρχη ενεργειακή πηγή παγκοσμίως (31,7% του πρωτογενούς ισοζυγίου), μπροστά από τον άνθρακα (26,8%) και το φυσικό αέριο (22,2 %). Έτσι, τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν το 80,8% της παγκόσμιας εμπορευματοποιημένης κατανάλωσης ενέργειας. Το μερίδιο αυτό μειώθηκε από το πετρελαϊκό σοκ του 1973 και μετά (ήταν 87% τότε, εκ του οποίου ποσοστού το 46,2% ήταν μόνο για το πετρέλαιο), μειώθηκε ωστόσο με σχετικά

**Πίνακας 1.1** Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το 2017

Ενεργειακές πηγές	Ποσοστό %
Πετρέλαιο	31,7
Άνθρακας	26,8
Φυσικό αέριο	22,2
Πυρηνική ενέργεια	4,9
Βιομάζα και απόβλητα	9,9
Υδροηλεκτρική ενέργεια	2,5
Λοιπές μορφές (αιολική, ηλιακή, γεωθερμία)	1,8
<b>ΣΥΝΟΛΟ (13 972 Mtoe*)</b>	<b>100 %</b>

\*Mtoe = εκατομμύρια toe

Πηγή: World Energy Outlook 2018, IEA

μέτριους ρυθμούς, λόγω της αδράνειας που χαρακτηρίζει τον ενεργειακό τομέα. Εξοπλισμός που συχνά έχει διάρκεια ζωής άνω των 30 ή 40 ετών (σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, δίκτυα, σπίτια κ.λπ.) δεν αλλάζει εν μία νυκτί. Αυτό σημαίνει ότι τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να ικανοποιούν ένα υψηλό μερίδιο της ενεργειακής ζήτησης για πολλά ακόμη χρόνια. Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται κατά κεφαλήν ετησίως –και που ήταν της τάξεως των 1,9 toe περίπου το 2017 σε παγκόσμιο επίπεδο– χαρακτηρίζεται πράγματι από μεγάλη μεταβλητότητα από τη μια χώρα στην άλλη, συνήθως υψηλή στις βιομηχανικές χώρες και συχνά πολύ χαμηλή στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται σε διάφορους παράγοντες: την τοπική διαθεσιμότητα ενέργειας, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν), το βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού, το κόστος της ενέργειας, την αποδοτικότητα του ενεργειακού συστήματος, τη δομή της εγχώριας παραγωγής, τις τεχνολογικές επιλογές της χώρας. Για παράδειγμα, ένας μέσος Αμερικανός κατανάλωσε 6,6 toe ετησίως το 2017, σε σύγκριση με 3,2 toe για έναν Ευρωπαίο και 0,7 toe κατά κεφαλήν κατά μέσο όρο στην Αφρική.

Ο πλανήτης αναμένεται να έχει σχεδόν 9,8 δισεκατομμύρια κατοίκους το 2050 έναντι 7,5 δισεκατομμυρίων στο τέλος του 2017, ενώ η αφρικανική ήπειρος θα αντιπροσωπεύει το ένα πέμπτο του παγκόσμιου πληθυσμού έναντι 16% σήμερα. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να αναμένεται ισχυρή δημογραφική πίεση επί των ενεργειακών αναγκών, ιδίως στην υποσαχάρια Αφρική. Βεβαίως, η Ασία θα παραμείνει η πολυπληθέστερη ήπειρος με τα 5,2 δισεκατομμύρια κατοίκους της, ήτοι το 52% του παγκόσμιου πληθυσμού, σε σύγκριση με το 59% που αντιπροσωπεύει σήμερα. Η Αφρική καταναλώνει σήμερα μόνο το 3,6% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας, αλλά το μερίδιό της θα αυξηθεί. Η κύρια έγνοια της Αφρικής είναι η διασφάλιση της πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια για όλους. Πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι το 46% των ανθρώπων που δεν έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια παγκοσμίως ζουν στην Αφρική και ότι το ποσοστό πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια στην υποσαχάρια Αφρική είναι μόνο 35%. Το 2016, 650 εκατομμύρια Αφρικανοί δεν είχαν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια με τις αγροτικές περιοχές να είναι εκείνες που πλήττονται περισσότερο από αυτό το φαινόμενο. Υπάρχουν όμως κι άλλες χώρες που αναμένεται να γνωρίσουν μελλοντικά σημαντική αύξηση της ενεργειακής τους ζήτησης, ιδιαίτερα η Ινδία και η Κίνα.

## **B Το ενεργειακό ισοζύγιο της Γαλλίας**

Η εξέλιξη της διάρθρωσης του πρωτογενούς ενεργειακού ισοζυγίου της Γαλλίας από τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά αντικατοπτρίζει τις αλλαγές που έλαβαν χώρα στη Γαλλία υπό την ώθηση του κράτους. Μπορούμε εδώ να διακρίνουμε τέσσερις περιόδους.

**1. Περίοδος από το 1946 έως το 1960**, κατά την οποία δίνεται προτεραιότητα στην καταπολέμηση της έλλειψης ενέργειας. Σε αυτή την περίοδο ανοικοδόμησης της γαλλικής οικονομίας, αυξάνονται

οι ενεργειακές ανάγκες και μπορούν να καλυφθούν μόνο από τον εγχώρια παραγόμενο άνθρακα (και δευτερευόντως από τον εισαγόμενο), από τις υδροηλεκτρικές μονάδες και από λίγες ποσότητες εισαγόμενου πετρελαίου, που σκοπό έχουν να ικανοποιήσουν τις δέσμιες χρήσεις του κλάδου των μεταφορών. Η γαλλική οικονομία παραμένει σε αυτή την περίοδο μια κλειστή οικονομία που πρέπει πάνω απ' όλα να βασίζεται στις δικές της δυνάμεις. Η παραγωγή άνθρακα ενισχύθηκε και έφτασε στην ανώτατη επίδοσή της το 1959. Ο άνθρακας, ο οποίος στα 1960 εξακολουθούσε να αντιπροσωπεύει σχεδόν το 55% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, ικανοποιούσε σχεδόν όλες τις χρήσεις: χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού ή ακόμα και συνθετικού αερίου (αέριο πόλης). Μετά την ανακάλυψη το 1951 ενός πολύ μεγάλου κοιτάσματος φυσικού αερίου στην περιοχή του Λακ (Lacq) στη Νότια Γαλλία και την έναρξη της εκμετάλλευσής του στα 1955, το τεχνητά παραγόμενο αέριο θα παραγκωνιστεί σταδιακά από το φυσικό αέριο, πρώτα από το εγχώριο και στη συνέχεια από το εισαγόμενο (από τις Κάτω Χώρες, την Αλγερία, τη Ρωσία, τη Νορβηγία). Μια πολύ μεγάλη επενδυτική προσπάθεια έγινε στον τομέα της υδροηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αντιπροσώπευε πάνω από το 10% της πρωτογενούς ενέργειας το 1960 και παρέμεινε η κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το κύριο εργαλείο αυτής της κάπως «εθνικιστικής» πολιτικής, καθώς βασίζεται σε μια σχετική αυτάρκεια της οικονομίας, είναι ο δημόσιος τομέας, ο οποίος κατέχει μονοπωλιακή θέση. Ήταν η εποχή των εθνικοποιήσεων του άνθρακα, του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας, με τη δημιουργία το 1946 των εταιρειών Charbonnages de France, Gaz de France και Électricité de France, οι οποίες είχαν το νομικό καθεστώς των EPIC (δημόσια ιδρύματα βιομηχανικού και εμπορικού χαρακτήρα). Μόνο το πετρέλαιο διέφυγε από την εθνικοποίηση, αλλά πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι οι νόμοι του 1928 έδωσαν στο γαλλικό κράτος το μονοπώλιο στην εισαγωγή πετρελαίου, ένα μονοπώλιο το οποίο στη συνέχεια το παραχώρησε σε ξένες πετρελαϊκές εταιρείες (Shell, ESSO, BP, Caltex) ή και σε εγχώριες (κυρίως στην Compagnie Française des Pétroles, στην οποία το κράτος κατέχει το ένα τρίτο του κεφαλαίου). Η ενέργεια εκείνη την εποχή στη Γαλλία ήταν ακριβή επειδή η τιμή της εξαρτιόταν σε μεγάλο βαθμό από το κόστος του άνθρακα. Τα γαλλικά ορυχεία είναι ιδιαίτερα βαθιά και η εκμετάλλευσή τους εξαιρετικά δαπανηρή. Η Συνθήκη ίδρυσης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακα και Χάλυβα (EKAX), η οποία υπογράφηκε στις 18 Απριλίου 1951 στο Παρίσι μεταξύ Γαλλίας, Βελγίου, Λουξεμβούργου, Ιταλίας, Ολλανδίας και Γερμανίας (ΟΔΓ), τίθεται σε ισχύ στις 23 Ιουλίου 1952. Αποσκοπεί στον περιορισμό των εμποδίων στην κυκλοφορία των εμπορευμάτων αυτών, δεδομένου ότι ο άνθρακας παραμένει η κυρίαρχη πηγή ενέργειας στην Ευρώπη. Στις 25 Μαρτίου 1957, οι έξι χώρες υπέγραψαν τη Συνθήκη της Ρώμης, με την οποία ιδρύθηκαν η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ) και η Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας (EURATOM).

**2. Περίοδος από το 1960 έως το 1973**, κατά την οποία δίνεται προτεραιότητα στην ελαχιστοποίηση του κόστους παροχής ενέργειας στη Γαλλία. Η αυξανόμενη διεθνοποίηση της γαλλικής οικονομίας, μετά την έναρξη ισχύος της Συνθήκης της Ρώμης την 1η Ιανουαρίου 1958, απαιτούσε από την εγχώρια βιομηχανία, προκειμένου να είναι ανταγωνιστική, να φτάσει σε ένα κόστος παραγωγής αισθητά πιο συγκρίσιμο με εκείνο των βασικών ξένων ανταγωνιστών της. Γιατί να συνεχίσει κανείς να αγοράζει τον ακριβό εγχώριο άνθρακα όταν υπάρχει άφθονο και φθινό πετρέλαιο στη διεθνή αγορά; Η κυβέρνηση κατάρτισε ένα «σχέδιο μείωσης» για τον γαλλικό άνθρακα (το σχέδιο J. M. Jeanneney του 1960) και προώθησε τη διείσδυση του εισαγόμενου πετρελαίου σε όλες τις χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, στα 1973 ο άνθρακας αντιπροσώπευε πλέον μόνο το 15,6% του πρωτογενούς ισοζυγίου της Γαλλίας, ενώ το πετρέλαιο είχε αυξηθεί από το 31,6% το 1960 στο 67,3% το 1973. Αυτό το δεδομένο συσχετίζεται με ένα δεύτερο: το ποσοστό ενεργειακής ανεξαρτησίας στη Γαλλία (εθνική παραγωγή επί της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας) μειώθηκε από 62,1% το 1960 σε 24,4% το 1973. Τον Ιανουάριο του 1973, η Δανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιρλανδία προσχώρησαν στην ΕΟΚ, ενώ ακολούθησαν η Ισπανία και η Πορτογαλία το 1986.

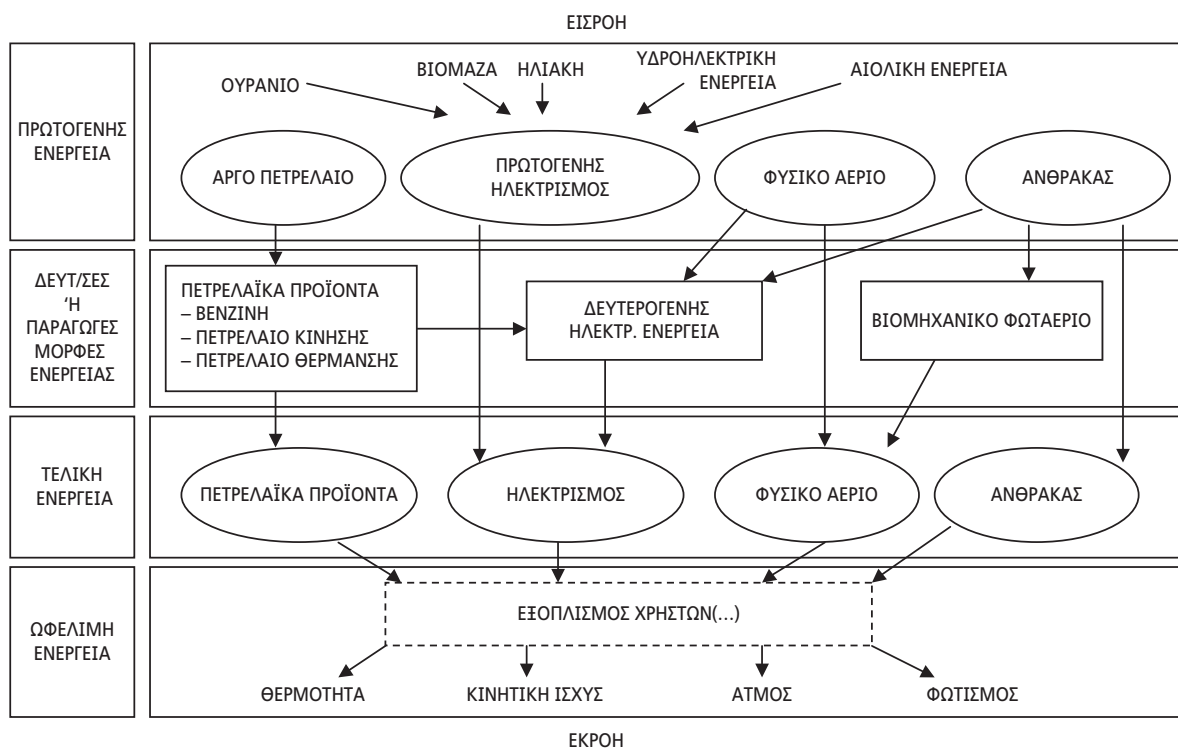
**3. Περίοδος από το 1973 έως το 1990**, κατά την οποία δίνεται προτεραιότητα στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της Γαλλίας. Το πρώτο πετρελαϊκό σοκ αποκάλυψε την ενεργειακή ευπάθεια

της Γαλλίας κι έτσι, το 1974, το σχέδιο Messmer θα θέσει τα θεμέλια για μια νέα ενεργειακή πολιτική επικεντρωμένη σε τρεις προτεραιότητες:

- Ορθολογική χρήση της ενέργειας, επομένως εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς.
- Γεωγραφική διαφοροποίηση των εισαγόμενων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακας).
- Μια ισχυρή επανεκκίνηση του προγράμματος πυρηνικής ενέργειας, που είναι η μόνη εθνική πηγή ενέργειας μεγάλης κλίμακας.

Το 1990, το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας στο πρωτογενές ισοζύγιο θα φθάσει το 34%, έναντι 2,2% το 1973, ενώ το μερίδιο του πετρελαίου θα καταρρεύσει στο 38,7%. Το μερίδιο του άνθρακα θα συνεχίσει να μειώνεται, το μερίδιο του (σε μεγάλο βαθμό εισαγόμενου) φυσικού αερίου θα αυξηθεί και το ποσοστό ενεργειακής ανεξαρτησίας θα ανέλθει στο 48,7%.

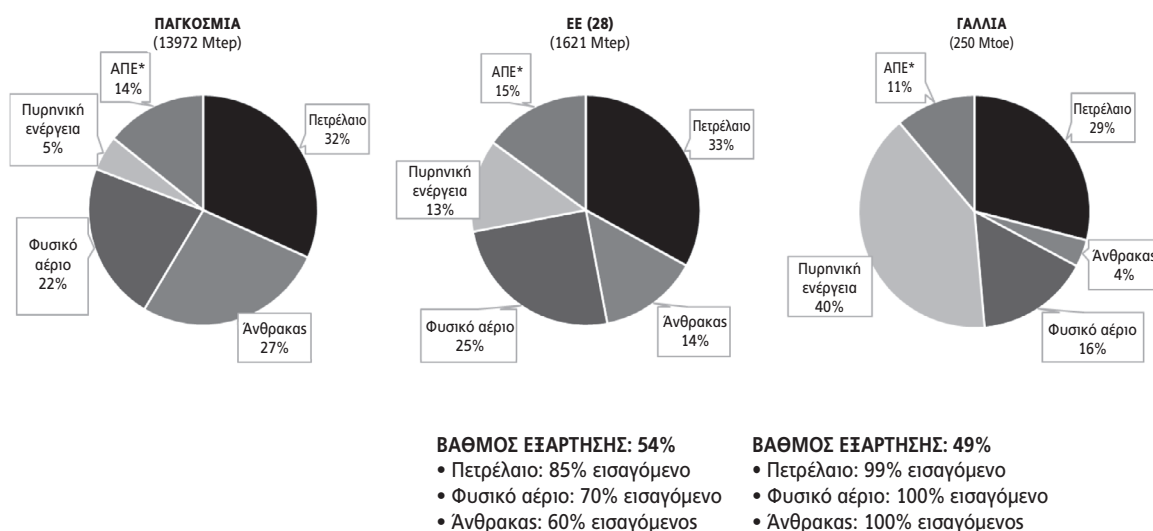
**4. Περίοδος μετά το 1990**, κατά τη διάρκεια της οποίας σταδιακά επιβάλλεται η διαδικασία απελευθέρωσης των βιομηχανιών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, διαδικασία που ξεκίνησε με πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Την 1η Νοεμβρίου 1993 δημιουργήθηκε η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) μετά την υπογραφή της Συνθήκης του Μάαστριχτ έναν χρόνο νωρίτερα. Η ΕΕ θα έφτανε στη συνέχεια στα 27 και σήμερα στα 28 μέλη. Το Brexit θα επαναφέρει την ΕΕ στα 27 μέλη. Στόχος είναι η δημιουργία μιας «ενιαίας αγοράς» ενέργειας μεταξύ όλων αυτών των χωρών. Το άνοιγμα στον ανταγωνισμό που προβλέπουν οι ευρωπαϊκές οδηγίες θα αλλάξει την οργάνωση της γαλλικής ενεργειακής βιομηχανίας, με την κατάργηση των μονοπωλίων στις εισαγωγές (και στην παραγωγή) και το άνοιγμα του κεφαλαίου των δημόσιων επιχειρήσεων, χωρίς να τίθενται υπό αμφισβήτηση οι τρεις άξονες που υιοθετήθηκαν το 1974. Η προτεραιότητα που δίνεται στην πυρηνική ενέργεια και στην εξοικονόμηση ενέργειας θα ενισχυθεί επίσης στο μέλλον από την εμφάνιση μιας ολοένα και πιο σημαντικής προτεραιότητας, τόσο στην Ευρώπη όσο και στον υπόλοιπο κόσμο: την αναζήτηση μιας «βιώσιμης ανάπτυξης» με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος. Είναι συνηθισμένο να λέμε ότι στην Ευρώπη δεν υπάρχει κοινή ενεργειακή πολιτική (σε



**Διάγραμμα 1.1** Απλοποιημένο σχεδιάγραμμα του ενεργειακού συστήματος

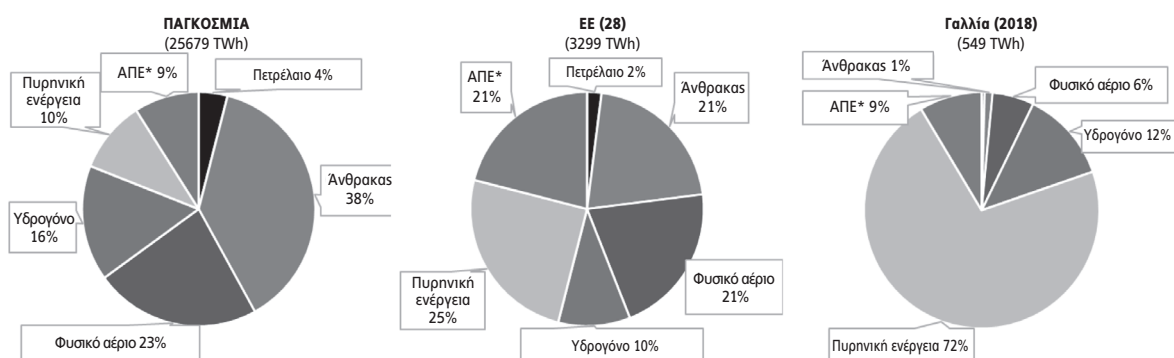


αντίθεση με την αγροτική πολιτική), αλλά μια πολιτική ανταγωνισμού που εφαρμόζεται στον ενεργειακό τομέα. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει μια ελάχιστη βάση κοινών προτεραιοτήτων που εκφράζονται στους εξής τρεις στόχους: την ενεργειακή ανταγωνιστικότητα (πρόσβαση στην ενέργεια με τους καλύτερους όρους από την άποψη του κόστους), την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Στη Γαλλία, το κράτος έχει υιοθετήσει αυτές τις προτεραιότητες, κι αυτό φαίνεται από την ισχύουσα δομή (με στοιχεία του 2017) του πρωτογενούς ενεργειακού ισοζυγίου: το μερίδιο του άνθρακα (που είναι εξ ολοκλήρου εισαγόμενος μετά το κλείσιμο και του τελευταίου γαλλικού ορυχείου το 2004) έχει πέσει σε ποσοστό μικρότερο του 4%, το μερίδιο του πετρελαίου έχει σταθεροποιηθεί περίπου στο 29%, εκείνο του φυσικού αερίου γύρω από το 16%, ενώ το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 40% της πρωτογενούς κατανάλωσης και το 73% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανέρχεται σε 11%, εκ των οποίων 2% για την υδροηλεκτρική ενέργεια. Το ποσοστό ενεργειακής ανεξαρτησίας έχει επίσης σταθεροποιηθεί γύρω στο 51%.



\*Οι ΑΠΕ περιλαμβάνουν την υδροηλεκτρική, την αιολική, την ηλιακή ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα.

**Διάγραμμα 1.2** Διάρθρωση της κατανάλωσης πρωταρχικής ενέργειας (στοιχεία 2017, εκτός ξύλου, πηγή: World Energy Outlook 2018)



\*Οι ΑΠΕ περιλαμβάνουν την αιολική, την ηλιακή ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα (εκτός της υδροηλεκτρικής).

**Διάγραμμα 1.3** Διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής (στοιχεία 2017, για Γαλλία 2018)

**Πίνακας 1.2** Ενεργειακό ισοζύγιο της Γαλλίας (σε %)

ΠΟΡΟΙ	1960	1973	1990	2017
Άνθρακας	54,5	15,6	8,3	3,8
Πετρέλαιο	31,6	67,3	38,7	29,0
Φυσικό αέριο	3,4	7,2	11,3	15,8
Πυρηνική ενέργεια	–	2,2	34	40,2
Υδροηλεκτρική ενέργεια	10,5	5,4	5,5	2,9
ΑΠΕ	–	2,3	2,2	9,2
ΣΥΝΟΛΟ (%)	100	100	100	100
ΣΥΝΟΛΟ (Mtoe)	85	180	230	250
ΒΑΘΜΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ (%)	62,1	24,4	48,7	51,4

Πηγή: Στοιχεία DGEC

**Πίνακας 1.3** Η συγκέντρωση των αποθεμάτων και της παραγωγής (μερίδια σε % των 3 πρώτων χωρών για το 2016)

Μερίδιο στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας σε %		Αποδεδειγμένα αποθέματα το 2016		Παραγωγή το 2016	
<b>Πετρέλαιο</b>	32	1 – Βενεζουέλα	18	1 – Σαουδ. Αραβία	13,5
R / P = 52 έτη		2 – Σαουδ. Αραβία	16	2 – Ρωσία	12,6
		3 – Καναδάς	10	3 – ΗΠΑ	12,4
		<b>Υποσύνολο:</b>	<b>44%</b>	<b>Υποσύνολο:</b>	<b>38,5%</b>
<b>Φυσικό αέριο</b>	22	1 – Ιράν	18	1 – ΗΠΑ	20,7
R / P = 53 έτη		2 – Ρωσία	17	2 – Ρωσία	17,8
		3 – Κατάρ	13	3 – Ιράν	5,3
		<b>Υποσύνολο:</b>	<b>48%</b>	<b>Υποσύνολο:</b>	<b>43,8%</b>
<b>Άνθρακας</b>	28	1 – ΗΠΑ	22	1 – Κίνα	44,6
R / P = 115 έτη		2 – Κίνα	21	2 – Ινδία	9,7
		3 – Ρωσία	14	3 – ΗΠΑ	9,2
		<b>Υποσύνολο:</b>	<b>47%</b>	<b>Υποσύνολο:</b>	<b>63,5%</b>
<b>Ουράνιο (πυρην.)</b>	5	1 – Αυστραλία	31	1 – Καζακστάν	39,2
R / P = 100 έτη		2 – Καζακστάν	12	2 – Καναδάς	22,2
(τρέχουσα γενιά αντιδραστήρων)		3 – Καναδάς	9	3 – Αυστραλία	9,4
		<b>Υποσύνολο:</b>	<b>52%</b>	<b>Υποσύνολο:</b>	<b>70,8%</b>

Πηγή: Key World Energy Statistics, IEA, 2017.

Όπως βλέπουμε από τα παραπάνω, το κράτος στη Γαλλία διαδραμάτισε πάντοτε κεντρικό ρόλο από το 1945 και μετά στον ενεργειακό τομέα και στη συνέχεια κατάφερε να επιβάλει τις επιλογές που ήταν απαραίτητες για την προσαρμογή στους νέους περιορισμούς. Σε όλες τις χώρες, η ενέργεια θεωρείται στρατηγικός κλάδος και το κράτος, μέσω εθνικών επιχειρήσεων ή μέσω οικονομικών και φορολογικών κινήτρων, είναι υποχρεωμένο να παρεμβαίνει, έστω κι αν η επικρατούσα διαδικασία απελευθέρωσης και ιδιωτικοποίησης

που παρατηρείται σε ολόκληρο τον κόσμο αλλάζει τους διαύλους μέσω των οποίων υλοποιείται αυτή η παρέμβαση. Η επιλογή να μειωθεί το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας (στο 50% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2035) έτσι ώστε να αυξηθεί το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (στο 40% έως το 2030) έχει πολιτικό χαρακτήρα. Η πρωτοτυπία της τρέχουσας ενεργειακής μετάβασης σε σύγκριση με τις προηγούμενες οφείλεται στο γεγονός ότι θέλουμε να μειώσουμε δραστικά την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται και, έμμεσα, τον όγκο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

### 1.3 Η χωρική συγκέντρωση ενεργειακών αποθεμάτων σε παγκόσμια κλίμακα

Για τον γεωλόγο, το σύνολο των γνωστών αποθεμάτων άνθρακα, πετρελαίου ή φυσικού αερίου εξαρτάται από την πρόοδο της γνώσης και της τεχνολογίας. Δηλαδή, είτε έχουμε είτε δεν έχουμε μια καλή εκτίμηση του αποθέματος που βρίσκεται στην ξηρά ή στη θάλασσα και είτε γνωρίζουμε είτε όχι πώς να το αντλήσουμε με ρυθμό που εξαρτάται από τις τεχνικές γεώτρησης οι οποίες είναι διαθέσιμες σε μια δεδομένη στιγμή. Για τον οικονομολόγο, το ποσό των λεγόμενων «αποδεδειγμένων» αποθεμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κόστος πρόσβασης σε αυτό το απόθεμα και από την τιμή στην οποία το προϊόν μπορεί στη συνέχεια να πωληθεί στην αγορά. Κάθε τεχνική πρόοδος επιτρέπει να μειώνεται το κόστος πρόσβασης και έτσι αυξάνει τον ανακτήσιμο όγκο. Παράλληλα, κάθε αύξηση της τιμής του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου καθιστά την αναζήτηση νέων κοιτασμάτων κερδοφόρα και συνεπώς αυξάνει αυτόματα τον όγκο αυτών των αποθεμάτων. Για να εκτιμηθεί ο ρυθμός με τον οποίο εξαντλούνται τα ορυκτά αποθέματα, χρησιμοποιείται συνήθως ο λόγος R/P, όπου R είναι το εκτιμώμενο ποσό των αποδεδειγμένων αποθεμάτων και P είναι ο όγκος της ετήσιας παραγωγής. Έτσι, μπορούμε να εκτιμήσουμε τον αριθμό των ετών κατά τα οποία μπορούμε να εκμεταλλευόμαστε ένα συγκεκριμένο κοιτάσμα χρησιμοποιώντας ως βάση αναφοράς τον ρυθμό παραγωγής μιας δεδομένης χρονιάς. Φυσικά, τόσο ο αριθμητής όσο και ο παρονομαστής εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου και αυτός ο αριθμός ετών εξαρτάται από την τεχνολογική πρόοδο, καθώς και από τις οικονομικές συνθήκες (χαμηλότερο ή υψηλότερο κόστος και ανοδική ή καθοδική ή εξελίξη της τιμής εκμετάλλευσης ενός πόρου στην αγορά). Για παράδειγμα, το 2017 ο λόγος αυτός ήταν 52 έτη για το πετρέλαιο, 53 έτη για το φυσικό αέριο και 115 έτη για τον άνθρακα (πηγή IEA). Με υψηλότερη τιμή αγοράς, τα αποθέματα θα ήταν προφανώς μεγαλύτερα. Ο λόγος R/P υπερβαίνει τα 100 έτη για το ουράνιο σε τρέχουσες τιμές αποτίμησης (βλέπε Πίνακα 1.3).

#### A. Αποθέματα πετρελαίου

Στην πράξη, υπάρχουν τρεις τύποι αποθεμάτων: α) τα λεγόμενα «1P» αποδεδειγμένα αποθέματα, που αναφέρονται στις ποσότητες πετρελαίου των οποίων η ύπαρξη είναι αποδεδειγμένη και των οποίων οι πιθανότητες ανάκτησης υπό τις επικρατούσες τεχνικές και οικονομικές συνθήκες είναι τουλάχιστον 90%, β) τα λεγόμενα «2P» αποθέματα που περιλαμβάνουν επιπλέον τα πιθανά αποθέματα των οποίων η πιθανότητα ανάκτησης είναι τουλάχιστον 50%, γ) τα λεγόμενα «3P» αποθέματα που προσθέτουν στα προηγούμενα κάποια πιθανά αποθέματα με πιθανότητα ανάκτησης 10%.

Τα αποδεδειγμένα αποθέματα τύπου «1P» υπολογίζονται σε 1.700 δισεκατομμύρια βαρέλια (ένα βαρέλι περιέχει 159 λίτρα και ένας τόνος πετρελαίου περιέχει κατά μέσο όρο 7,3 βαρέλια) και οι χώρες με τα μεγαλύτερα αποθέματα, στην τρέχουσα τιμή (περίπου 70 δολάρια ανά βαρέλι), είναι η Βενεζουέλα (18% των αποδεδειγμένων αποθεμάτων παγκοσμίως), η Σαουδική Αραβία (16%), ο Καναδάς (10%), το Ιράν (9,3%) και το Ιράκ (8,4%). Διαπιστώνεται μια ορισμένη γεωγραφική συγκέντρωση αποθεμάτων, δεδομένου ότι αυτές οι πέντε χώρες έχουν το 61,7% των παγκόσμιων αποθεμάτων. Στα αποδεδειγμένα αποθέματα, γίνεται συχνά η διάκριση ανάμεσα στο λεγόμενο συμβατικό πετρέλαιο από τη μια και στο μη συμβατικό πετρέλαιο από την άλλη. Το δεύτερο είναι πιο δύσκολο και επομένως περισσότερο δαπανηρό να εξαχθεί, δεδομένου ότι είναι συχνά απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί υδρορωγμάτωση για την πρόσβαση σε αυτό το πετρέλαιο που είναι παγιδευμένο στο μητρικό πέτρωμα. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι επενδύσεις στην εκμετάλλευση του πετρελαίου

ου είναι εξαιρετικά ευαίσθητες στην τιμή του πετρελαίου. Όταν οι τιμές της αγοράς πέφτουν, οι πετρελαϊκές εταιρείες τείνουν να μειώνουν ή και να σταματούν την εξερεύνηση για πετρέλαιο. Όταν οι τιμές ανεβαίνουν, η εξερεύνηση συνεχίζεται και, ως συνέπεια των παραπάνω, το φαινόμενο έχει τη μορφή ενός κύκλου. Οποιαδήποτε συρρίκνωση της προσφοράς πετρελαίου αυξάνει τις τιμές, με αμετάβλητες τις υπόλοιπες συνθήκες (και για μια δεδομένη ζήτηση). Η αύξηση της τιμής με τη σειρά της πυροδοτεί εκ νέου την εξερεύνηση και στη συνέχεια αυξάνει την προσφορά που διατίθεται στην αγορά, οπότε οι τιμές στη συνέχεια σταθεροποιούνται. Οποιαδήποτε πτώση των τιμών επενεργεί αντίστροφα. Το εμπόργκο που οι Ηνωμένες Πολιτείες θέλησαν να επιβάλουν το 2018 στις ιρανικές εξαγωγές πετρελαίου, για αυστηρά πολιτικούς λόγους, είναι, για παράδειγμα, πιθανό να προκαλέσει κάποια ένταση στη διεθνή τιμή του πετρελαίου, παρά το γεγονός ότι αναμενόταν να έχει μικρή επίδραση στις κινεζικές ή ινδικές εισαγωγές πετρελαίου από το Ιράν. Η τιμή του πετρελαίου ήταν πάντοτε ιστορικά ιδιαίτερα ευαίσθητη απέναντι στις επιδράσεις του στο διεθνές πολιτικό και στρατιωτικό πλαίσιο.

## **B. Τα αποθέματα φυσικού αερίου**

Εδώ και πάλι διακρίνουμε το συμβατικό αέριο από το λεγόμενο μη συμβατικό αέριο, ένα μεγάλο μέρος του οποίου είναι σχιστολιθικό φυσικό αέριο. Σύμφωνα με την πετρελαϊκή εταιρεία British Petroleum, τα αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου εικάζεται ότι είναι της τάξης των 190.000 δισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων. Οι δε χώρες με τα πλουσιότερα αποθέματα είναι το Ιράν (18,2% των παγκόσμιων αποθεμάτων), η Ρωσία (17%), το Κατάρ (13,5%), το Τουρκμενιστάν (9,4%) και οι Ηνωμένες Πολιτείες (5,5%). Μόνο αυτές οι πέντε χώρες κατέχουν το 63,6% των παγκόσμιων αποθεμάτων. Είναι επομένως κατανοητό ότι τόσο στο φυσικό αέριο όσο και στο πετρέλαιο μπορεί να υπάρξει ένα είδος «άσκησης ισχύος στην αγορά», εάν ορισμένες από αυτές τις χώρες συμφωνήσουν να αυξήσουν ή να μειώσουν τις τιμές. Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι οι μεγαλύτεροι κάτοχοι πόρων δεν είναι πάντα οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ή εξαγωγείς.

## **Γ. Τα αποθέματα άνθρακα**

Ο άνθρακας είναι ένα ορυκτό καύσιμο οργανικής προέλευσης το οποίο είναι αποτέλεσμα μετατροπής της βιομάζας που θάβεται στο έδαφος υπό την επίδραση της πίεσης και της θερμοκρασίας. Συνήθως ο άνθρακας διακρίνεται σε λιγνίτη –που αποτελείται από 50 έως 60% άνθρακα– τους υπο-ασφαλτούχους άνθρακες –που αποτελούνται από 60 έως 70% άνθρακα– και τους ασφαλτούχους άνθρακες (λιθάνθρακες), – που αποτελούνται από 70 έως 90% άνθρακα. Τα αποθέματα εδώ είναι κάπως λιγότερο γεωγραφικά συγκεντρωμένα σε σύγκριση με τα αποθέματα υδρογονανθράκων, ωστόσο τρεις είναι οι χώρες που διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο: οι Ηνωμένες Πολιτείες (22,1% των αποδεδειγμένων αποθεμάτων παγκοσμίως), η Κίνα (21,4%) και η Ρωσία (14,1%). Σημαντικά αποθέματα βρίσκονται επίσης στην Αυστραλία, στην Ινδία, στη Γερμανία (κυρίως λιγνίτη) και στην Πολωνία. Ο άνθρακας είναι ένα βαρύ προϊόν και επομένως δαπανηρό στη μεταφορά, γεγονός που εξηγεί γιατί καταναλώνεται κατά προτεραιότητα στον τόπο όπου παράγεται. Ένα μικρό ποσοστό της παραγωγής του (18%) μετέχει στο διεθνές εμπόριο. Η διεθνής αγορά άνθρακα χωρίζεται σε δύο γεωγραφικές ζώνες: τη ζώνη του Ατλαντικού (Αμερική, Ευρώπη) και τη ζώνη του Ειρηνικού (Ασία, Ωκεανία). Η αγορά άνθρακα είναι σχετικά ανταγωνιστική και πολύ λιγότερο ευαίσθητη στις πολιτικές αστάθειες. Ως εκ τούτου, ο άνθρακας διαδραματίζει τρόπον τινά τον ρόλο του «χωροφύλακα» στην αγορά ενέργειας, καθώς ασκεί ρυθμιστική επίδραση στις αυξήσεις της τιμής άλλων ειδών ενέργειας, ακριβώς επειδή ο αριθμός των παραγωγών του είναι υψηλός, οι πόροι αρκετά καλά κατανομημένοι σε όλο τον κόσμο και τα αποθέματά του άφθονα. Όταν η τιμή του πετρελαίου ανεβαίνει, ο άνθρακας χρησιμοποιείται περισσότερο, αν μη τι άλλο όταν υπάρχει εξοπλισμός διπλής ενέργειας, ή πάλι σε ορισμένες χρήσεις, όπου η υποκατάσταση είναι τεχνικά εφικτή.

## **Δ. Τα αποθέματα ουρανίου**

Τα αποθέματα ουρανίου είναι άφθονα (περίπου 6 εκατομμύρια τόνοι για ετήσια παραγωγή περίπου 65.000 τόνων) και η γεωγραφική τους κατανομή είναι σημαντικά λιγότερο συγκεντρωμένη από αυτή των υδρογοναν-