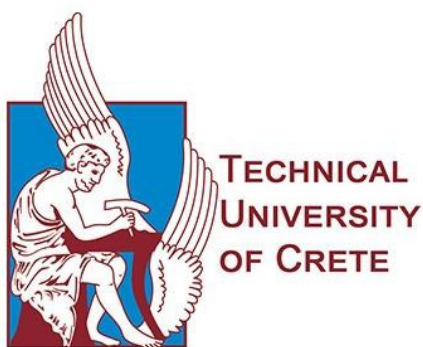




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των χωρών
της ΕΕ με χρήση μη παραμετρικών μεθόδων**

Ιωάννης Μποζιονέλος

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης

Χανιά 2023

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής μου Εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

Τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Ζοπουνίδη που μου έδωσε την ευκαιρία να ξεκινήσω αυτή την ερευνητική προσπάθεια και την ουσιαστική υποστήριξη για να την ολοκληρώσω.

Τον καθηγητή κ. Γεώργιο Ατσαλάκη και τον καθηγητή κ. Δημήτριο Ιψάκη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή και τη θετική συμβολή τους στην αξιολόγηση της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη όλο αυτό το διάστημα.

Περίληψη

Τα συστήματα υγείας, τα τελευταία χρόνια, βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος περισσότερο από ποτέ. Το αυξανόμενο κόστος υγειονομικής περίθαλψης καθώς επίσης και η αυξανόμενη ζήτηση για αποτελεσματικές και ποιοτικές υπηρεσίες φροντίδας δημιουργούν πιέσεις ώστε οι διαθέσιμοι περιορισμένοι πόροι που διαθέτουν τα συστήματα να μετασχηματίζονται στο μέγιστο δυνατό όφελος για την κοινωνία. Στο πλαίσιο αυτό, η εκτίμηση του επιπέδου αποδοτικότητας και στη συνέχεια η λήψη μέτρων για τη βελτίωσή του αποτελεί κοινό στόχο για όλα τα ευρωπαϊκά κράτη.

Στην παραπάνω κατεύθυνση, η παρούσα μελέτη είχε στόχο την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των 27 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το έτος 2019, με τη χρήση εναλλακτικών υποδειγμάτων της μη-παραμετρικής μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (*Data Envelopment Analysis -DEA*). Ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν ο αριθμός των νοσοκομειακών κλινών, ο αριθμός των ιατρών και οι κατά κεφαλή δαπάνες για την υγεία και ως εκροές το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση, τα έτη υγιούς ζωής και το ποσοστό επιβίωσης βρεφών. Εφαρμόστηκαν διαδοχικά τα υποδείγματα σταθερών (CRS), μεταβλητών (VRS), αυξουσών (IRS/NDRS) και φθινουσών (DRS/NIRS) αποδόσεων κλίμακας (DRS/NIRS). Η συγκριτική αξιολόγηση και κατάταξη των αποδοτικών μονάδων έγινε με το υπόδειγμα υπεραποδοτικότητας (*super-efficiency*). Τέλος έγινε εφαρμογή της «σκάλας αποδοτικότητας» (*efficiency stepladder*), για να διερευνηθεί η σταθερότητα του σκορ αποδοτικότητας της κάθε μονάδας, υπό το πρίσμα των μεταβολών που συντελούνται κατά τη σταδιακή αφαίρεση των υπολοίπων μονάδων από το δείγμα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης η μέση τιμή της αποδοτικότητας του δείγματος κατά CRS ήταν σε υψηλά επίπεδα (92,8% πριν και 88,2% μετά τη διόρθωση bootstrap ενώ οι 11 από τις 27 χώρες του δείγματος ήταν πλήρως αποδοτικές. Υψηλή ήταν και η μέση τιμή της αποδοτικότητας κλίμακας (98.53%) με 11 από τις 27 χώρες να εμφανίζουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας, 8 να χαρακτηρίζονται από αύξουσες και οι άλλες 8 από φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας. Για τις υπόλοιπες 16 χώρες υπάρχει περιθώριο 15% για βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας. Ενδεχομένως κάποιες εισροές θα μπορούσαν να μειωθούν χωρίς να υπάρξει αρνητική επίπτωση στην τρέχουσα παραγωγή ή να χρησιμοποιηθούν αποδοτικότερα γεγονόσ που θα οδηγούσε σε καλύτερα αποτελέσματα υγείας ή/και σε εξοικονόμηση υγειονομικών πόρων.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	3
Πίνακας περιεχομένων	4
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	6
Κατάλογος Πινάκων	7
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας	9
1.2 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας	9
2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ	10
2.1 Πρότυπα Συστημάτων Υγείας	10
2.2 Το Σύστημα Υγείας ως μία Μονάδα Παραγωγής -Αξιολόγηση Επιδόσεων των Συστημάτων Υγείας	11
3 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	13
3.1 Μορφές αποδοτικότητας.....	14
3.2 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων	19
3.2.1 Γενική περιγραφή της μεθόδου	19
3.2.2 Υπόδειγμα CCR - σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS)	20
3.2.3 Η δυική μορφή του υποδείγματος CCR (CRS).....	23
3.2.4 Υπόδειγμα BCC - μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS)	25
3.2.5 Τα υποδείγματα μη αυξουσών (NIRS) και μη φθινουσών (NDRS) αποδόσεων κλίμακας.....	28
3.2.6 Αποδοτικότητα κλίμακας	29
3.2.7 Υπόδειγμα υπερ-αποδοτικότητας (super-efficiency)	32
3.2.8 Ευαισθησία των σκορ αποδοτικότητας	35
3.2.9 Αλγόριθμος σκάλας αποδοτικότητας	36
3.3 Αποδοτικότητα Συστημάτων Υγείας (DEA)-Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	37
4 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΙΣ 27 ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ	43
4.1 Δημογραφικοί παράγοντες.....	43
4.1.1 Μέγεθος πληθυσμού - Φυσική πληθυσμιακή μεταβολή	43
4.1.2 Ποσοστό (%) πληθυσμού άνω των 65 ετών.....	45
4.2 Δείκτες υγείας.....	46
4.2.1 Προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση (life expectancy at birth - LE)	46
4.2.2 Έτη Υγιούς Ζωής κατά τη γέννηση – EYZ (Healthy Life Years -HLY)	47
4.2.3 Βρεφική θνησιμότητα (Infant mortality)	49
4.3 Οικονομικοί παράγοντες	50
4.3.1 Κατά κεφαλή ακαθάριστο εγχώριο προϊόν -ΑΕΠ (σε τιμές αγοράς, €)	50
4.3.2 Δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ.	52
4.3.3 Κατά κεφαλή δαπάνες υγείας.....	52
4.3.4 Χρηματοδότηση δαπανών υγείας.....	56
4.4 Κοινωνικοί παράγοντες	57
4.4.1 Ποσοστό κινδύνου φτώχειας	57
4.4.2 Ποσοστό ανεργίας (%)	57
4.4.3 Αυτοαναφερόμενες μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης.....	58
4.5 Διαθεσιμότητα και χρήση υπηρεσιών.....	60
4.5.1 Διαθεσιμότητα ιατρών	60
4.5.2 Διαθεσιμότητα νοσηλευτών	60
4.5.3 Νοσοκομειακές κλίνες	61
5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	63

5.1	Γενικά	63
5.2	Περιγραφή δείγματος.....	63
5.3	Πηγές άντλησης στοιχείων	63
5.4	Επιλογή υποδείγματος και προσανατολισμού.....	63
5.5	Επιλογή εισροών και εκροών	64
5.5.1	Ανάλυση Εισροών	65
5.5.2	Ανάλυση Εκροών.....	66
5.6	Επιλογή λογισμικού	67
6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	68
6.1	Επισκόπηση εισροών-εκροών	68
6.2	Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS).....	73
6.3	Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS)	77
6.4	Αποδοτικότητα με τα υποδείγματα αυξουσών/φθινουσών αποδόσεων κλίμακας (IRS/NDRS, DRS/NIRS).....	80
6.5	Αποδοτικότητα κλίμακας.....	83
6.6	Κατάταξη με το υπόδειγμα υπεραποδοτικότητας	84
6.7	Σκάλα αποδοτικότητας	86
7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
8	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	94
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 3-1 Διασύνδεση εισροών-εκροών-αποτελεσμάτων.....	13
Εικόνα 3-2 Τεχνική αποδοτικότητα και αποδοτικότητα κατανομής.....	15
Εικόνα 4-1 Φυσική πληθυσμιακή μεταβολή της ΕΕ27	45
Εικόνα 4-2 Προσδόκιμο επιβίωσης και κατά κεφαλή δαπάνες υγείας	47
Εικόνα 4-3 Έτη υγιούς ζωής και προσδόκιμο επιβίωσης	48
Εικόνα 4-4 Έτη υγιούς ζωής και κατά κεφαλή δαπάνες.....	49
Εικόνα 4-5 Κατά κεφαλή ΑΕΠ	51
Εικόνα 4-6 Κατά κεφαλή ΑΕΠ και κατά κεφαλή δαπάνες υγείας	53
Εικόνα 4-7 Διάρθρωση Δημόσιων Και Ιδιωτικών Δαπανών Υγείας	56
Εικόνα 4-8 Ποσοστό κινδύνου φτώχειας	57
Εικόνα 4-9 Συνολικό ποσοστό ανεργίας (%).....	58
Εικόνα 4-10 Αυτοαναφερόμενες μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης.....	58
Εικόνα 4-11 Μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης και πληρωμές «από την τσέπη»	59
Εικόνα 4-12 Αριθμός Ιατρών και Νοσηλευτών ανά 100.000 κατοίκους	61
Εικόνα 4-13 Νοσοκομειακές κλίνες.....	62
Εικόνα 5-1 Εισροές και Εκροές	65
Εικόνα 6-1 Θηκογράμματα εισροών-εκροών.....	69
Εικόνα 6-2 Σχετικό μέγεθος εισροών-εκροών.....	70
Εικόνα 6-3 Διαγράμματα διασποράς και κατανομές εισροών-εκροών.....	72
Εικόνα 6-4 Αποδοτικότητα CRS (χώρες κατά αύξουσα σειρά).....	74
Εικόνα 6-5 Κατανομές των σκορ αποδοτικότητας (CRS).....	75
Εικόνα 6-6 Αποδοτικότητα VRS (χώρες κατά αύξουσα σειρά)	78
Εικόνα 6-7 Ταξινόμηση των χωρών κατά αύξουσα σειρά της διαφοράς «VRS-CRS».....	79
Εικόνα 6-8 Θηκογράμματα αποδοτικότητας	82
Εικόνα 6-9 Σκάλα αποδοτικότητας.....	87
Εικόνα 6-10 Σκάλα αποδοτικότητας για τη Γερμανία (CRS).....	89
Εικόνα 6-11 Σκάλα αποδοτικότητας για τη Γερμανία (VRS).....	89
Εικόνα 6-12 Σκάλα αποδοτικότητας κατά τρία πρώτα βήματα (CRS).....	90

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4-1 Γενικά στοιχεία χωρών της ΕΕ27	44
Πίνακας 4-2 Δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ	52
Πίνακας 4-3 Κατά κεφαλή δαπάνες υγείας.....	53
Πίνακας 4-4 Ποσοστιαία διάρθρωση δαπανών υγειονομικής περίθαλψης.....	54
Πίνακας 5-1 Χώρες δείγματος	63
Πίνακας 6-1 Εισροές, εκροές - περιγραφικά στατιστικά μέτρα	68
Πίνακας 6-2 Σχετικό μέγεθος εισροών-εκροών (% μέγιστης τιμής) και α/α σειράς κατάταξης.....	71
Πίνακας 6-3 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS)	73
Πίνακας 6-4 Συντελεστές λi (CRS).....	76
Πίνακας 6-5 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS).....	77
Πίνακας 6-6 Συντελεστές λi (VRS).....	80
Πίνακας 6-7 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα αυξουσών αποδόσεων κλίμακας (IRS)	81
Πίνακας 6-8 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα φθινουσών αποδόσεων κλίμακας (DRS).....	81
Πίνακας 6-9 Αποδοτικότητα κλίμακας (περιγραφικά στατιστικά μέτρα)	83
Πίνακας 6-10 Τύπος και σκορ αποδοτικότητας κλίμακας ανά χώρα.....	84
Πίνακας 6-11 Κατάταξη των αποδοτικών χωρών με βάση το σκορ υπεραποδοτικότητας	85

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.) κάθε σύστημα υγείας χαρακτηρίζεται ως ένα πολύπλοκο σύμπλεγμα που αποτελείται από οργανισμούς, ανθρώπους και δράσεις με σκοπό την προώθηση, την αποκατάσταση και τη διατήρηση της υγείας. Στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνονται τόσο οι δραστηριότητες εκείνες που έχουν άμεση επίδραση στη βελτίωση της υγείας όσο και οι προσπάθειες και ενέργειες που έχουν στόχο να τροποποιήσουν ανάλογα τους καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία (World Health Organization, 2007; Tavares, 2017).

Είναι αποδεκτό ότι τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης των χωρών διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο καθώς αποτελούν, σε παγκόσμιο επίπεδο, ένα βασικό μέσο για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων υγείας. Ταυτόχρονα, προσπαθούν να προσαρμοστούν σε συνεχώς μεταβαλλόμενες οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες, σε δημογραφικές αλλαγές αλλά και σε νέες ασθένειες που εμφανίζονται (Ozcan and Khushalani, 2017). Στο συγκεκριμένο περιβάλλον οι κυβερνήσεις θα πρέπει να διαχειριστούν πολλές προκλήσεις και να αναζητήσουν τους κατάλληλους τρόπους για να διασφαλίσουν ότι οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω των συστημάτων υγείας είναι αποτελεσματικές, ποιοτικές, αποδοτικές και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των πολιτών.

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων αποτελεί βασική προτεραιότητα των υπευθύνων χάραξης πολιτικής για την υγεία. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένη ευαισθητοποίηση για την ενίσχυση των εθνικών συστημάτων υγείας και ταυτόχρονα έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη συνεχή αξιολόγηση τους. Η αξιολόγηση των υγειονομικών συστημάτων και ο έγκαιρος εντοπισμός προβλημάτων και αδυναμιών μπορεί να οδηγήσουν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους και, με την εφαρμογή στοχευμένων παρεμβάσεων, στη βελτίωση των υπηρεσιών που προσφέρουν και στην ευρύτερη ικανοποίηση των πολιτών (Asandului et al., 2014; Bennett and Peters, 2015; Xu et al., 2020).

1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας περιλαμβάνει την εκτίμηση και ανάλυση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των 27 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το έτος 2019, κάνοντας χρήση της μη-παραμετρικής μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (ΠΑΔ), γνωστής στη διεθνή βιβλιογραφία ως Data Envelopment Analysis (DEA).

1.2 Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας

Η Διπλωματική Εργασία είναι διαρθρωμένη σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται τα πρότυπα των υγειονομικών συστημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και η αναγκαιότητα αξιολόγησης των επιδόσεων των συστημάτων υγείας των χωρών, για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής υγείας. Επίσης, αναλύεται η έννοια και οι μορφές της αποδοτικότητας και η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την αποτίμησή της. Στη συνέχεια γίνεται η θεωρητική παρουσίαση των βασικών σημείων της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων και των υποδειγμάτων που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία. Ακολουθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση που περιλαμβάνει σχετικές μελέτες μέτρησης της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) με τη χρήση μη παραμετρικών μεθόδων. Τέλος, αναλύεται το δημογραφικό και κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο των 27 κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και παρουσιάζονται για κάθε χώρα οι βασικοί δείκτες υγείας, η διαθεσιμότητα και χρήση των υπηρεσιών, οι δημογραφικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες που συνδέονται και επηρεάζουν τα συστήματα υγείας και τις επιδόσεις τους.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στο πρώτο μέρος για την εκτίμηση και ανάλυση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των 27 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων και η σχετική συζήτηση για τα ευρήματα της μελέτης και τη σύγκριση τους με άλλα αντίστοιχων μελετών, τους περιορισμούς της έρευνας και τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν.

2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ

2.1 Πρότυπα Συστημάτων Υγείας

Τα συστήματα υγείας, ανάλογα με το ποιος παρέχει και ποιος πληρώνει για υγειονομική περίθαλψη, ομαδοποιούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες (Ozcan and Khushalani, 2017; Kutzin, 2011; van der Zee and Kroneman, 2007):

(α) Το μοντέλο Beveridge (1948) ή μοντέλο Εθνικών Συστημάτων Υγείας, σύμφωνα με το οποίο η υγειονομική κάλυψη του πληθυσμού είναι υποχρέωση της πολιτείας και συνεπώς παρέχεται από το κράτος. Η χρηματοδότηση γίνεται από τη φορολογία των πολιτών μέσω του κρατικού προϋπολογισμού. Συνήθως υπάρχει ιεραρχική δομή σε σχήμα πυραμίδας, με την πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας στη βάση και τη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια περίθαλψη, με τα νοσοκομεία υψηλής τεχνολογίας, στην κορυφή.

(β) Το μοντέλο Bismarck (1883) ή μοντέλο Κοινωνικής Ασφάλισης, σύμφωνα με το οποίο οι πολίτες έχουν δικαίωμα στην υγειονομική περίθαλψη υπό τον όρο της υποχρεωτικής κοινωνικής ασφάλισης. Η παροχή γίνεται είτε από δημόσιους είτε από ιδιωτικούς φορείς και η χρηματοδότηση από τις υποχρεωτικές ασφαλιστικές εισφορές εργαζομένων και εργοδοτών.

(γ) Το μοντέλο της Ελεύθερης Αγοράς στο οποίο η περίθαλψη παρέχεται από τους ιδιωτικούς φορείς. Η υγειονομική κάλυψη αποτελεί ατομική ευθύνη και χρηματοδοτείται με κεφάλαια που προέρχονται είτε από προγράμματα ιδιωτικής ασφάλισης είτε από άμεσες («από την τσέπη») πληρωμές.

Με βάση τα παραπάνω, τα συστήματα υγείας των 27 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν εντάσσονται όλα σε ένα κοινό πρότυπο καθώς υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους. Ειδικότερα, 10 χώρες (Δανία, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κύπρος, Λετονία, Μάλτα, Πορτογαλία, Σουηδία, Φινλανδία) έχουν υιοθετήσει το μοντέλο Beveridge ενώ 13 χώρες (Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Εσθονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Ουγγαρία, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία) έχουν υιοθετήσει το μοντέλο Bismarck. Τα συστήματα υγείας των υπόλοιπων 4 χωρών (Αυστρίας, Βουλγαρίας,

Ελλάδας, Κροατίας) θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως μικτά καθώς έχουν υιοθετήσει χαρακτηριστικά από διαφορετικά υποδείγματα (Gaeta et al., 2017).

2.2 Το Σύστημα Υγείας ως μία Μονάδα Παραγωγής -Αξιολόγηση Επιδόσεων των Συστημάτων Υγείας

Κατά την τελευταία δεκαετία τα συστήματα υγείας των κρατών μελών της ΕΕ αντιμετωπίζουν σε μεγάλο βαθμό παρόμοια προβλήματα στην κατεύθυνση υλοποίησης κοινών στόχων. Σε ένα πλαίσιο αυξανόμενου κόστους υγειονομικής περίθαλψης κυρίως λόγω της γήρανσης του πληθυσμού, της αύξησης των χρόνιων νοσημάτων, της εξέλιξης της βιοϊατρικής τεχνολογίας και της εισαγωγής τεχνολογιών υψηλού κόστους, με τις δημόσιες δαπάνες υγείας να απορροφούν υψηλά μερίδια των κρατικών δαπανών, τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στην Ευρώπη αντιμετωπίζουν τη σύνθετη πρόκληση της παροχής ισότιμων, αποτελεσματικών και ποιοτικών υπηρεσιών στους πολίτες διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη βιωσιμότητα των δημόσιων οικονομικών (European Commission 2019a; European Observatory on Health Systems and Policies, 2018; European Commission 2017; Medeiros and Schwierz, 2015).

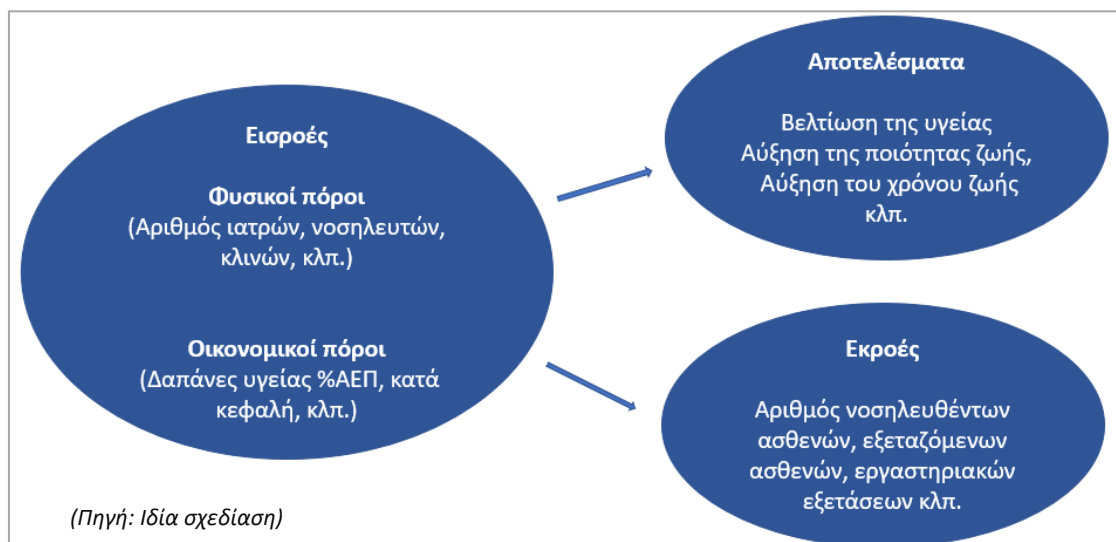
Στην παραπάνω κατεύθυνση, για την επίτευξη της μεγαλύτερης σχέσης ποιότητας/τιμής, ένα από τα σημεία ενδιαφέροντος που έχει επικεντρωθεί η προσοχή των υπεύθυνων για τη χάραξη πολιτικής υγείας είναι η αξιολόγηση των υγειονομικών συστημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, η μέτρηση και βελτίωση της αποδοτικότητας αποτελεί μία από τις βασικότερες διαστάσεις που λαμβάνονται υπόψη κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία καθώς, σύμφωνα με τους ερευνητές, η καλύτερη κατανομή και αξιοποίηση των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης θα μπορούσε να επιφέρει πρόσθετη αξία και θετικά αποτελέσματα χωρίς να υπονομεύεται η ισότητα στην πρόσβαση, η δικαιοσύνη και η ποιότητα των υπηρεσιών υγείας (European Commission 2019a). Αντίθετα, η μη αποτελεσματική χρήση των πεπερασμένων πόρων μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες συνέπειες, όπως ο αποκλεισμός πληθυσμιακών ομάδων από τα συστήματα υγείας, η αύξηση των ανικανοποίητων αναγκών υγειονομικής περίθαλψης, η διόγκωση των κοινωνικών ανισοτήτων, η μείωση του επιπέδου της υγείας του πληθυσμού και επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη μια ευρύτερη οπτική, να στερήσει πολύτιμους πόρους από άλλους τομείς της οικονομίας (Cylus et al., 2017). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, σε σχετική

έκθεση το έτος 2010, κατέγραψε ότι, με μια συντηρητική εκτίμηση, το 20-40% των υγειονομικών πόρων ξοδεύεται χωρίς να συνεισφέρει στη βελτίωση της υγείας και, υποστηρίζοντας ότι η μη αποδοτική και άνιση χρήση των πόρων αποτελεί ένα από τα βασικότερα εμπόδια για την καθολική πρόσβαση στη φροντίδα, ζήτησε βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας (World Health Organization 2010; Sun et al., 2017). Παρομοίως, και στο ευρωπαϊκό περιβάλλον, η διασφάλιση παροχής υπηρεσιών υγείας με επίκεντρο τόσο την ανθεκτικότητα και την αποδοτικότητα των συστημάτων όσο και την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης αποτελεί σημαντικό στόχο. Οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής υγείας αναγνωρίζουν ότι μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης των εθνικών υγειονομικών συστημάτων προσδιορίζεται ο βαθμός της αποδοτικότητας καθενός σε σχέση με τους ομολόγους του. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να αποτυπωθούν οι καλές πρακτικές αλλά και να εντοπιστούν τα προβλήματα προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες ή μεταρρυθμίσεις (Lo Storto and Goncharuk, 2017).

3 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Όπως αναφέρθηκε, μια παραγωγική μονάδα χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο πόρων (εισροών) που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια μίας διεργασίας, με την εφαρμογή μίας τεχνολογίας παραγωγής, προκειμένου να επιτευχθεί ένα επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα (final outcome). Η αποτίμηση του επιδιωκόμενου αποτελέσματος (προϊόντος/υπηρεσίας) γίνεται μέσω ενός συνόλου μετρήσιμων μεγεθών (εκροών) είτε απευθείας, όταν αυτό είναι απλό και μονοδιάστατο, είτε έμμεσα από τις επιμέρους συνιστώσες του, όταν είναι σύνθετο και πολυδιάστατο. Σε ένα περιβάλλον που λειτουργούν πολλές τέτοιες παραγωγικές μονάδες αποκτά υπόσταση η έννοια της αποδοτικότητας. Έτσι, μία μονάδα παραγωγής θα θεωρείται αποδοτική εάν (α) παράγει τη μέγιστη δυνατή εκροή με βάση τις εισροές που χρησιμοποιεί και αν (β) αυτό το επιτυγχάνει με το μικρότερο δυνατό κόστος (Lovell, 1993). '

Σε ένα σύστημα υγείας οι εισροές που μπορούν να μετρηθούν ως δαπάνες ή ως φυσικές εισροές (όπως ανθρώπινο δυναμικό, υλικοτεχνική υποδομή, εξοπλισμός, κτιριακές εγκαταστάσεις) μετασχηματίζονται μέσα από μια σειρά συγκεκριμένων διαδικασιών σε ενδιάμεσες εκροές (όπως νοσηλευθέντες ασθενείς, ημέρες νοσηλείας, επισκέψεις στα εξωτερικά ιατρεία, εργαστηριακές εξετάσεις, χειρουργικές επεμβάσεις) και αποτυπώνονται στα τελικά αποτελέσματα τη βελτίωση της υγείας του πληθυσμού (Εικόνα 3-1).



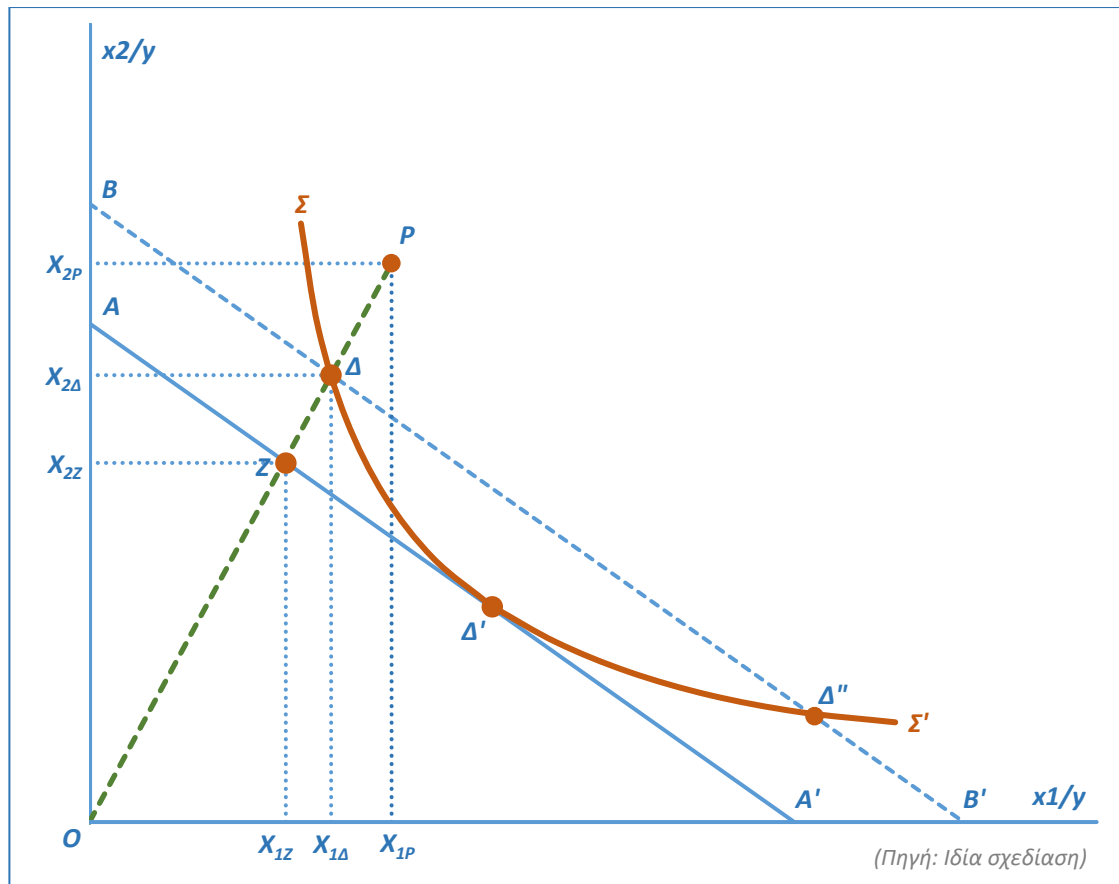
Εικόνα 3-1 Διασύνδεση εισροών-εκροών-αποτελεσμάτων

Στον τομέα της υγείας, και ιδιαίτερα σε επίπεδο συστήματος, η σχέση μεταξύ των εισροών και των αποτελεσμάτων είναι πολύπλοκη, καθώς επηρεάζεται από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες (όπως δημογραφικούς, οικονομικούς, επιδημιολογικούς, κοινωνικούς, πολιτισμικούς), γεγονός που δυσχεραίνει την καταγραφή και αποτίμηση της επίδρασης που έχουν συγκεκριμένες παρεμβάσεις στην τελική έκβαση της υγείας του πληθυσμού (Cylus et al., 2017).

3.1 Μορφές αποδοτικότητας

Ο Farrell (1957) βασιζόμενος στο έργο των Debreu (1951) και Koopmans (1951) προσδιόρισε τη συνολική αποδοτικότητα μίας παραγωγικής μονάδας ως τη συνισταμένη δύο επί μέρους συνιστωσών (α) της τεχνικής αποδοτικότητας (technical efficiency) και (β) της αποδοτικότητας κατανομής (allocative efficiency). Η πρώτη αντανακλά την ικανότητα της μονάδας να παράγει το μέγιστο δυνατό επίπεδο εκροών από τις διαθέσιμες εισροές και η δεύτερη την ικανότητα της μονάδας να χρησιμοποιήσει τις διαθέσιμες εισροές υπό τη βέλτιστη δυνατή αναλογία (δεδομένων των τιμών τους και της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας παραγωγής). Η σύνθεση των δύο αυτών επί μέρους μορφών αποδοτικότητας οδηγεί στη διαμόρφωση και αποτίμηση της αναφερόμενης σήμερα στη βιβλιογραφία ως συνολικής οικονομικής αποδοτικότητας (total economic efficiency). Σημειώνεται ότι, ο Farrell (1957) στο έργο του χρησιμοποίησε τους όρους “*price efficiency*” και “*overall efficiency*” που σήμερα στη βιβλιογραφία αποδίδονται συνηθέστερα ως “*allocative efficiency*” και “*total economic efficiency*”).

Ο Farrell, παρουσίασε τις ιδέες του μέσω ενός απλού παραδείγματος μίας υποθετικής παραγωγικής μονάδας που χρησιμοποιεί δύο εισροές (x_1, x_2), για την παραγωγή μίας εκροής (q), εφαρμόζοντας μία τεχνολογία παραγωγής που χαρακτηρίζεται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας. Σε αυτή την περίπτωση, η τεχνολογία παραγωγής μπορεί να απεικονιστεί δια μέσου της (μοναδιαίας) καμπύλης ίσου προϊόντος (ή ισοπαραγωγής) (ΣΣ') (Εικόνα 3-2), που δείχνει όλους τους επιτρεπτούς συνδυασμούς ελάχιστων εισροών που χρησιμοποιούν οι τεχνικώς -πλήρως- αποδοτικές μονάδες για την παραγωγή μίας μονάδας εκροής (unit isoquant).



Εικόνα 3-2 Τεχνική αποδοτικότητα και αποδοτικότητα κατανομής

Η καμπύλη αυτή, αποτελεί το σύνολο που διαχωρίζει το σύνολο των μη εφικτών παραγωγικών σημείων (στα αριστερά της) από το σύνολο των εφικτών (που βρίσκονται στα δεξιά της ή πάνω στην ίδια). Κάθε μονάδα παραγωγής, που αντιστοιχεί σε ένα σημείο P με εισροές (x_{1P}, x_{2P}) , που βρίσκεται στα δεξιά της καμπύλης $\Sigma\Sigma'$ είναι τεχνικά μη αποδοτική καθώς υπό την ίδια αναλογία, αλλά με μικρότερες ποσότητες εισροών $(x_{1\Delta}, x_{2\Delta})$, παράγεται η ίδια ποσότητα εκροής από τη μονάδα Δ που βρίσκεται πάνω στη $\Sigma\Sigma'$. Είναι φανερό, ότι όσο περισσότερο απέχει η μονάδα P από το σημείο ακτινικής προβολής της Δ πάνω στη $\Sigma\Sigma'$ τόσο μεγαλύτερο θα είναι το έλλειμμα αποδοτικότητάς της. Η σχετική τεχνική αποδοτικότητα (TE) της μονάδας P ορίζεται από το λόγο

$$(TE) = \frac{O\Delta}{OP}$$

ο οποίος μπορεί να πάρει τιμές στο διάστημα από μηδέν έως ένα και δείχνει το επί τοις εκατό (%) ποσοστό στο οποίο πρέπει να μειωθούν όλες οι εισροές της προκειμένου αυτή

να γίνει τεχνικώς αποδοτική (μετατοπιζόμενη ακτινικά από το αρχικό σημείο λειτουργίας P στο τεχνικώς αποδοτικό σημείο Δ).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω με μία γενικότερη διατύπωση, η προσανατολισμένη στις εισροές τεχνική αποδοτικότητα Debreu-Farrell ορίζεται ως η διαφορά (το σκορ) που προκύπτει αν από το 1 (=100%) αφαιρεθεί το μέγιστο ποσοστό που μπορούν να μειωθούν ταυτόχρονα όλες οι εισροές, διατηρώντας όμως το ίδιο επίπεδο εκροών. Όταν το υπολογιζόμενο σκορ ϑ ισούται με 1 ($\vartheta=100\%$) η παραγωγική μονάδα θεωρείται τεχνικώς αποδοτική, διαφορετικά, όταν το σκορ είναι μικρότερο από 1 ($\vartheta<100\%$), η μονάδα χαρακτηρίζεται από έλλειμα τεχνικής αποδοτικότητας ίσο με $(1-\vartheta)$. Με ανάλογο συλλογισμό ορίζεται και η προσανατολισμένη στις εκροές τεχνική αποδοτικότητα.

Σε ότι αφορά το κόστος λειτουργίας (C_Δ) της μονάδας που αντιστοιχεί στο σημείο Δ ($x_{1\Delta}, x_{2\Delta}$), αν υποθεθεί ότι τα ανά μονάδα κόστη των εισροών x_1 και x_2 είναι c_1 και c_2 , αυτό θα ισούται με:

$$C_\Delta = c_1 x_{1\Delta} + c_2 x_{2\Delta}$$

Η παραπάνω σχέση, που συνδέει τα x_1 και x_2 γραμμικά, περιγράφει την ευθεία ίσου κόστους που διέρχεται από το σημείο Δ , έχει κλίση $-c_1/c_2$ και απεικονίζει όλους τους συνδυασμούς εισροών x_1 και x_2 που έχουν το ίδιο συνολικό κόστος παραγωγής με αυτό στο σημείο Δ . Είναι φανερό, ότι για δεδομένα κόστη c_1 και c_2 οι ευθείες ίσου κόστους δύο οποιονδήποτε σημείων λειτουργίας θα είναι παράλληλες μεταξύ τους και η πλησιέστερη στην αρχή των αξόνων θα αντιστοιχεί σε αυτή με το μικρότερο συνολικό κόστος. Υπό αυτή την έννοια, τα σημεία $\Sigma\Sigma'$ της καμπύλης ίσου προϊόντος των τεχνικώς αποδοτικών μονάδων δεν είναι μεταξύ τους ισοδύναμα από άποψη κόστους καθώς αντιστοιχούν (κατά κανόνα) σε διαφορετικές αναλογίες εισροών. Είναι προφανές ότι, το σημείο της καμπύλης $\Sigma\Sigma'$ που αντιστοιχεί στο μικρότερο συνολικό κόστος λειτουργίας, είναι αυτό από το οποίο διέρχεται η ευθεία ίσου κόστους που βρίσκεται πλησιέστερα στην αρχή των αξόνων. Γεωμετρικά, αυτό αντιστοιχεί στο σημείο Δ' που η ευθεία ίσου κόστους AA' με κλίση $-c_1/c_2$ εφάπτεται στην καμπύλη ίσου προϊόντος. Το σημείο αυτό αντιστοιχεί στην τεχνικώς αποδοτική μονάδα που επιπλέον είναι και κατανεμητικώς πλήρως αποδοτική

καθώς λειτουργεί με τη βέλτιστη αναλογία (κατανομή) των εισροών, που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος παραγωγής της συγκεκριμένης ποσότητας εκροής.

Κατά συνέπεια, οποιοδήποτε άλλο σημείο της $\Sigma\Sigma'$ θα έχει έλλειμμα αποδοτικότητας κατανομής το οποίο δίνεται υπό τη μορφή % ποσοστού, σε σύγκριση με το (ελάχιστο) κόστος στο σημείο Δ' , από το λόγο $C_{\Delta'}/C_{\Delta}$. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα Δ' και Z βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία ίσου κόστους (οπότε $C_{\Delta'} = C_Z$) και ότι οι λόγοι $x_{1Z}/x_{1\Delta}$, $x_{2Z}/x_{2\Delta}$ και $OZ/O\Delta$ είναι ίσοι μεταξύ τους (σχηματίζονται από ομόλογες πλευρές όμοιων τριγώνων) προκύπτει κατά σειρά

$$(AE) = \frac{C_{\Delta'}}{C_{\Delta}} = \frac{C_Z}{C_{\Delta}} = \frac{c_1 x_{1Z} + c_2 x_{2Z}}{c_1 x_{1\Delta} + c_2 x_{2\Delta}} = \frac{x_{1Z}}{x_{1\Delta}} = \frac{x_{2Z}}{x_{2\Delta}} = \frac{OZ}{O\Delta}$$

οπότε η αποδοτικότητα κατανομής (AE) δίνεται τελικά από τον παρακάτω λόγο και παίρνει τιμές στο διάστημα από μηδέν έως ένα.

$$(AE) = \frac{OZ}{O\Delta}$$

Η συνολική αποδοτικότητα (OE) της μονάδας P , δίνεται από το γινόμενο της τεχνικής αποδοτικότητας (TE) επί την αποδοτικότητα κατανομής (AE)

$$(OE) = (TE)(AE)$$

Για την οποία προκύπτει

$$(OE) = (TE)(AE) = \frac{O\Delta}{OP} \frac{OZ}{O\Delta}$$

ή τελικά

$$(OE) = \frac{OZ}{OP}$$

Από την παραπάνω ανάλυση, προκύπτει ότι το συνολικό έλλειμμα αποδοτικότητας μιας παραγωγικής μονάδας μπορεί να οφείλεται σε δύο παράγοντες:

- i. Στο γεγονός ότι η μονάδα λειτουργεί με περισσότερες εισροές από τις ελάχιστες που τεχνικώς απαιτούνται για την παραγωγή της συγκεκριμένης εκροής. Το έλλειμμα αυτό δίνεται από το σκορ τεχνικής αποδοτικότητας, που είναι ένας αριθμός από το μηδέν

έως το ένα και αναπαριστά το % ποσοστό στο οποίο θα πρέπει να μειωθούν όλες οι εισροές της μονάδας, προκειμένου να γίνουν ίσες με τις ελάχιστες που επιτρέπουν την παραγωγή της συγκεκριμένης ποσότητας εκροής. Για τον υπολογισμό της, απαιτείται η γνώση του συνόρου αποδοτικότητας ενώ δεν απαιτείται η γνώση των τιμών (κόστους) των εισροών.

- ii. Στο γεγονός ότι η μονάδα λειτουργεί με μία κατανομή (αναλογία) εισροών που δεν είναι η βέλτιστη με βάση τις τιμές τους και έτσι το κόστος παραγωγής της συγκεκριμένης ποσότητας εκροής δεν είναι το ελάχιστο δυνατό. Το έλλειμμα αυτό δίνεται από το σκορ αποδοτικότητας κατανομής, που είναι ένας αριθμός από το μηδέν έως το ένα και αναπαριστά το % ποσοστό στο οποίο μπορεί να μειωθεί το κόστος αν η ίδια εκροή παραχθεί με τη βέλτιστη αναλογία εισροών. Για τον υπολογισμό της, απαιτείται η γνώση του συνόρου αποδοτικότητας και επιπλέον η γνώση των τιμών (κόστους) των εισροών.
- iii. Η συνολική αποδοτικότητα της μονάδας δίνεται από το γινόμενο της τεχνικής αποδοτικότητας επί την αποδοτικότητα κατανομής.
- iv. Με γεωμετρικούς όρους, όπως φαίνεται και στο σχήμα (Εικόνα 3-2), ο υπολογισμός των αποδοτικότητων ανάγεται στον υπολογισμό των αποστάσεων του σημείου P από την αρχή των αξόνων και από τα σημεία που προβάλλεται, κατά την ακτινική κατεύθυνση, πάνω στην καμπύλη ίσου προϊόντος και στην ευθεία ίσου κόστους που εφάπτεται σε αυτή.

Σημειώνεται ότι, ο παραπάνω ορισμός τη τεχνικής αποδοτικότητας δεν είναι ισοδύναμος με τον ορισμό κατά Pareto-Koopmans καθώς ενδέχεται μία μονάδα που είναι τεχνικώς αποδοτική κατά Debreu-Farrell να μην είναι τεχνικώς αποδοτική και κατά Pareto-Koopmans. Σύμφωνα με τον Koopmans (1951), μία παραγωγική μονάδα θεωρείται τεχνικώς αποδοτική εάν μία αύξηση σε μία εκροή απαιτεί μείωση σε τουλάχιστον μία άλλη εκροή ή μία αύξηση σε τουλάχιστον μία εισροή και αν μία μείωση σε οποιαδήποτε εισροή απαιτεί μία αύξηση σε τουλάχιστον μία άλλη εισροή ή μία μείωση σε τουλάχιστον μία εκροή. Με άλλα λόγια, δεν είναι δυνατόν να βελτιωθεί κάποια από τις εισροές ή εκροές της χωρίς ταυτόχρονα να επιδεινωθεί κάποια άλλη.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό συνάγεται ότι η ύπαρξη τεχνικής αποδοτικότητας κατά Debreu/Farrell ($\theta=1$) αποτελεί την αναγκαία αλλά όχι και την ικανή συνθήκη για να χαρακτηριστεί η μονάδα τεχνικώς αποδοτική κατά Pareto-Koopmans. Αυτό διότι σύμφωνα με τον ορισμό κατά Debreu-Farrell μία τεχνικώς αποδοτική μονάδα βρίσκεται στο οριακό σημείο που παράγει τις συγκεκριμένες εκροές με το ελάχιστο δυνατό επίπεδο εκροών και συνεπώς δεν υπάρχει περιθώριο για περαιτέρω ταυτόχρονη μείωσή τους (κατά το ίδιο ποσοστό). Τίποτα όμως δεν αποκλείει να μπορούν να μειωθούν μεμονωμένα κάποιες από τις εισροές και να μπορεί ωστόσο να διατηρηθεί η παραγωγή του ίδιου επιπέδου εκροών. Είναι φανερό ότι, μία τέτοια μονάδα ενώ είναι τεχνικώς αποδοτική κατά Debreu-Farrell δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως τέτοια σύμφωνα με τον ορισμό Pareto-Koopmans.

3.2 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων

3.2.1 Γενική περιγραφή της μεθόδου

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (ΠΑΔ), (*Data Envelopment Analysis - DEA*) (Forsund and Sarafoglou, 2002), είναι μία ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος συγκριτικής αξιολόγησης και αποτίμησης της τεχνικής αποδοτικότητας μονάδων παραγωγής που αναφέρονται ως μονάδες απόφασης (ΜΑ) (*Decision Making Unit – DMU*). Η εφαρμογή της μεθόδου προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου ομοειδών μονάδων, για τις οποίες θεωρείται ότι ακολουθούν μία κοινή κατά βάση παραγωγική διαδικασία και κάνουν χρήση των ίδιων εισροών προκειμένου να παράγουν ένα κοινό σύνολο εκροών.

Πρόκειται για μία μη-παραμετρική μέθοδο, που βασίζεται στη διατύπωση και επίλυση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού (ΠΓΠ), μέσω της οποίας υπολογίζεται ένα σκορ αποδοτικότητας με τη μορφή εκατοστιαίου ποσοστού στη βάση του οποίου οι μονάδες κατατάσσονται σε αποδοτικές (σκορ 100%) και μη αποδοτικές (σκορ <100%). Αποδοτικές θεωρούνται οι μονάδες που, από τα διαθέσιμα εμπειρικά στοιχεία (του υπό εξέταση δείγματος), προκύπτει ότι δεν μπορεί να βρεθεί άλλη μονάδα που να υπερτερεί αυτών καθολικά σε κάθε παραγωγική πτυχή (εκροή/εισροή). Κεντρικό σημείο της μεθόδου αποτελεί ο προσδιορισμός του συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων, που διαμορφώνεται από τα διαθέσιμα στοιχεία εισροών/εκροών των υπαρκτών μονάδων, σε συνδυασμό με τις υποθέσεις που γίνονται ως προς τις ιδιότητες που πρέπει αυτό να

διαθέτει όπως της δωρεάν διάθεσης, της κυρτότητας, και των σταθερών ή μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας. Ανάλογα με την υπόθεση για τον τύπο των αποδόσεων κλίμακας (σταθερές ή μεταβλητές) προκύπτουν τα δύο βασικά υποδείγματα, το CRS (Constant Returns to Scale), γνωστό και σα μοντέλο CCR (Charnes et al., 1978) και το VRS (Variable Returns to Scale–VRS), γνωστό και σα μοντέλο BCC (Banker et al., 1984). Το κάθε υπόδειγμα μπορεί να εφαρμοστεί προσανατολισμένο είτε ως προς τις εισροές (*input oriented*) είτε ως προς τις εκροές (*output oriented*), ανάλογα με το αν επιζητείται η διερεύνηση ύπαρξης περιθωρίων βελτίωσης των εισροών ή των εκροών (μείωση ή αύξηση αντίστοιχα).

Με γεωμετρικούς όρους, η απεικόνιση του συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων συνεπάγεται το διαχωρισμό του χώρου εισροών+εκροών σε δύο «ημιχώρους» που έχουν ως κοινό σύνορο μία (κυρτή) επιφάνεια, η οποία περιβάλλει (*envelopes*) όλες τις μονάδες απόφασης και αποτελεί το σύνορο αποδοτικότητας ή βέλτιστης πρακτικής (*efficient frontier* ή *best practice frontier*) καθώς οριοθετεί, προς κάθε κατεύθυνση, τον απώτατο επιτρεπτό παραγωγικό συνδυασμό εισροών-εκροών. Οι μονάδες που βρίσκονται πάνω σε αυτό το σύνορο θεωρούνται ως οι πλέον αποδοτικές (ως μονάδες βέλτιστης πρακτικής - *best practice units*) και τους αποδίδεται το μέγιστο σκορ (100%) της τεχνικής αποδοτικότητας. Για κάθε μία από τις υπόλοιπες, η αποδοτικότητα υπολογίζεται συγκριτικά με την αντίστοιχη αποδοτική μονάδα που βρίσκεται κατά μήκος της ακτινικής της διεύθυνσης, δηλαδή με τη μονάδα που βρίσκεται στο ίχνος της ακτινικής της προβολής πάνω στο σύνορο αποδοτικότητας και δίνεται ως το επί τοις ποσοστό, στο οποίο θα πρέπει να μειωθούν όλες οι εισροές της (για προσανατολισμό στις εισροές) ή να αυξηθούν όλες οι εκροές της (για προσανατολισμό στις εκροές) προκειμένου να συμπίσει με αυτή τη μονάδα.

3.2.2 Υπόδειγμα CCR - σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS)

Έστω ένα σύνολο από n μονάδες απόφασης (ΜΑ) όπου κάθε μονάδα p από αυτές χρησιμοποιεί διάφορες ποσότητες από m διαφορετικές εισροές

$$x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{mp}$$

και παράγει διάφορες ποσότητες από s συνολικά εκροές

$$y_{1p}, y_{2p}, \dots, y_{sp}$$

όπου οι εισροές και οι εκροές θεωρούνται μη αρνητικές (είναι δηλαδή θετικοί αριθμοί ή μηδέν), χωρίς όμως να είναι όλες μηδενικές (δηλαδή μία τουλάχιστον από τις εισροές και μία τουλάχιστον από τις εκροές είναι θετικοί αριθμοί) (Cooper και συν., 2007)

$$x_{ip} \geq 0, \quad y_{jp} \geq 0 \quad \forall i, j, p$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ip} > 0, \quad \sum_{j=1}^s y_{jp} > 0$$

Κάθε τέτοια μονάδα απόφασης p καλείται δραστηριότητα (*activity*) και συμβολίζεται με το ζευγάρι (x, y) .

Με αφετηρία τις παραπάνω n συνολικά μονάδες, για τις οποίες είναι (εμπειρικά) γνωστές οι αντίστοιχες n παραγωγικές τους δραστηριότητες

$$(x_r, y_r), \quad (r = 1, 2, \dots, n)$$

κατασκευάζεται ένα ευρύτερο σύνολο εφικτών παραγωγικών δυνατοτήτων P (*production possibility set*), στη βάση των επόμενων παραδοχών:

- Όλες οι εμπειρικά παρατηρούμενες δραστηριότητες (x_r, y_r) , $(r = 1, 2, \dots, n)$ ανήκουν στο σύνολο P
- Εάν μια δραστηριότητα (x, y) ανήκει στο P , τότε οποιαδήποτε δραστηριότητα (x', y') με $x' \geq x$ και $y' \leq y$ θα ανήκει επίσης στο P . Με άλλα λόγια εάν μια δραστηριότητα είναι εφικτή τότε, κατά μείζονα λόγο, τεκμαίρεται ότι είναι εφικτή και κάθε δραστηριότητα που αναλώνει τις ίδιες ή περισσότερες εισροές και παράγει τις ίδιες ή λιγότερες εκροές (υπόθεση δωρεάν διάθεσης εισροών και εκροών).
- Εάν μια δραστηριότητα (x, y) ανήκει στο P , τότε και η δραστηριότητα $(kx, ky) = k(x, y)$ ανήκει επίσης στο P για κάθε θετικό αριθμό k (υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας). Με άλλα λόγια, εάν μια δραστηριότητα είναι εφικτή τότε είναι εφικτή και κάθε δραστηριότητα που προκύπτει από οποιαδήποτε κλιμάκωσή της (μεγέθυνση ή σμίκρυνση).
- Κάθε σταθμισμένος μέσος όρος δραστηριοτήτων του P ανήκει επίσης στο P (υπόθεση κυρτότητας του συνόλου P)

$$(x, y) \in T, (x', y') \in T \Rightarrow a(x, y) + (1 - a)(x', y') \in T, \quad a \in [0, 1]$$

Με βάση τα προηγούμενα, το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων T_{CRS}^* αποδεικνύεται ότι είναι το παρακάτω:

$$T_{CRS}^* = \left\{ (x, y) \in R_+^m \times R_+^s \mid \exists \lambda \in \Lambda_{CRS}: x \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_k, \quad y \leq \sum_{k=1}^n \lambda_k y_k \right\}$$

$$\Lambda_{CRS} = \left\{ \lambda \in R_+^n: \sum_{k=1}^n \lambda_k \in [0, +\infty) \right\} = R_+^n$$

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι στην περίπτωση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας οι εφικτές παραγωγικές δραστηριότητες είναι όλες αυτές που μπορούν να προκύψουν από τον οποιοδήποτε γραμμικό συνδυασμό των p μονάδων (με μη αρνητικούς συντελεστές).

Μέσα σε αυτό το ευρύτερο σύνολο των εφικτών παραγωγικών δραστηριοτήτων T_{CRS}^* , η αποδοτικότητα της μονάδας p , ορίζεται ως η μέγιστη τιμή ϑ_{pp}^* που μπορεί να προκύψει για τον παρακάτω λόγο των σταθμισμένων εκροών προς τις σταθμισμένες εκροές

$$\vartheta_{pp}^* = \max \frac{\sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jp}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ip}} \quad p \in \{1, 2, \dots, n\}$$

με ελεύθερη επιλογή των -ευνοϊκότερων για την p - συντελεστών u_{jp} , v_{ip} (ή αλλιώς βαρών στάθμισης) υπό τους ακόλουθους περιορισμούς:

- Τόσο ο συγκεκριμένος λόγος όσο και οι αντίστοιχοι λόγοι των υπολοίπων μονάδων (που θα υπολογιστούν με τα ίδια βάρη στάθμισης της μονάδας p) θα είναι ≤ 1

$$\vartheta_{rp} = \frac{\sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jr}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ir}} \leq 1, \quad \forall r = 1, 2, \dots, n$$

- τα βάρη είναι μη αρνητικοί αριθμοί.

$$u_{jp} \geq 0, \quad v_{ip} \geq 0 \quad \forall i, j, p$$

Επειδή η αντικειμενική συνάρτηση στο παραπάνω πρόβλημα έχει τη μορφή κλάσματος δύο γραμμικών παραστάσεων, υποκαθίσταται από το ακόλουθο (ισοδύναμο όπως μπορεί να αποδειχτεί) πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού (ΠΓΠ) (Charnes et al., 1978):

$$\theta_{pp}^* = \max \sum_{j=1}^S u_{jp} y_{jp} , \quad p \in \{1, 2, \dots, n\}$$

υπό τους περιορισμούς:

- $\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ip} = 1$
- $\sum_{j=1}^S u_{jp} y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ir} \leq 0 \quad \forall r = 1, 2, \dots, p, \dots, n$
- $u_{jp} \geq 0, v_{ip} \geq 0 \quad \forall i, j, p$

Το παραπάνω πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού διατυπώνεται και επιλύεται n συνολικά φορές, μία για τη κάθε μονάδα. Εάν από την επίλυση του ΠΓΠ βρεθούν πολλαπλασιαστές τέτοιοι ώστε $\vartheta_{pp}^* = 1$ τότε η μονάδα p θεωρείται ότι έχει τεχνική αποδοτικότητα 100% (ότι είναι δηλαδή τεχνικώς αποδοτική συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες). Διαφορετικά, αν $\vartheta_{pp}^* < 1$, η μονάδα θεωρείται μη αποδοτική με σκορ αποδοτικότητας $[(\vartheta_{pp}^*) \times 100]\%$ ή (ισοδύναμα) με έλλειμμα αποδοτικότητας ίσο με $[(1 - \vartheta_{pp}^*) \times 100]\%$. Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση, θα υπάρχουν μία ή περισσότερες μονάδες που θα αξιολογούνται αποδοτικές όταν σταθμίζουν τις εισροές/εκροές τους με τα ευνοϊκότερα βάρη της μη αποδοτικής μονάδας p . Οι μονάδες αυτές αναφέρονται ως *μονάδες αναφοράς (reference units ή peers)* και το σύνολό τους ως *σύνολο αναφοράς (reference set ή peer group)*.

Σημειώνεται ότι, η τιμή ϑ_{pp}^* που υπολογίζεται σύμφωνα με τα παραπάνω είναι ανεξάρτητη από τις μονάδες μέτρησης των εισροών/εκροών. Δεν έχει σημασία ποια μονάδα μέτρησης (*measurement unit*) θα χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση της κάθε επιμέρους εισροής/εκροής, αρκεί να χρησιμοποιηθεί, για την κάθε μία από αυτές, η ίδια μονάδα μέτρησης κατά μήκος όλων των μονάδων απόφασης (ιδιότητα που αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως αναλλοίωτο της αποδοτικότητας ως προς τις μονάδες μέτρησης των εισροών και εκροών - *units invariance theorem* - (Cooper et al., 2007)).

3.2.3 Η δυική μορφή του υποδείγματος CCR (CRS)

Για το παραπάνω πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού μπορεί να διαμορφωθεί -όπως είναι γνωστό από τη σχετική θεωρία- και ένα ισοδύναμο πρόβλημα με άλλη αντικειμενική συνάρτηση, μεταβλητές και περιορισμούς. Οι δύο ισοδύναμες μορφές αναφέρονται ως

πρωτεύουσα (*primal*) και δυική (*dual*) και η επίλυσή τους παρέχει διαφορετικές οπτικές αλλά συμπληρωματικές ερμηνείες του ίδιου υπό εξέταση θέματος (Sexton, 1986). Είναι γνωστό, από τη σχετική θεωρία ΠΓΠ, ότι στο πρόβλημα μεγιστοποίησης της αντικειμενικής συνάρτησης του πρωτεύοντος αντιστοιχεί ένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης της αντίστοιχης συνάρτησης του δυικού (και αντιστρόφως) ενώ σε κάθε συνθήκη του πρωτεύοντος αντιστοιχίζεται μία κύρια μεταβλητή του δυικού (και αντιστρόφως).

Έτσι, η διατύπωση του δυικού προβλήματος για την περίπτωση του προηγούμενου υποδείγματος, έχει ως ακολούθως:

Για την κάθε μονάδα $p = 1, 2, \dots, n$ αναζητούνται οι τιμές των n (μη αρνητικών) μεταβλητών λ_{rp}

$$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \dots, \lambda_{np}$$

$$\lambda_{rp} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, p, \dots, n$$

με τις οποίες ελαχιστοποιείται η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης ϑ_{pp}^* :

$$\min \vartheta_{pp}^*$$

με τους παρακάτω ($m + s$) συνολικά περιορισμούς

$$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} x_{ir} \leq \vartheta_{pp}^* x_{ip}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} y_{jr} \geq y_{jp}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, s$$

Η παραπάνω διατύπωση, της δυικής μορφής του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, παρέχει μία διαφορετική οπτική στην έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας καθώς επιδέχεται μία ευκολότερα αντιληπτή και ενδιαφέρουσα ερμηνεία. Συγκεκριμένα, διερευνάται το ενδεχόμενο ύπαρξης μιας πραγματικής ή μίας εν δυνάμει μονάδας (δηλαδή ενός γραμμικού συνδυασμού εκ των υπαρκτών μονάδων), η οποία να αναλώνει ένα μικρότερο ποσοστό ($\vartheta_{pp}^* < 1$) των εισροών της p για να παράγει την ίδια ή μεγαλύτερη ποσότητα εκροών. Η ύπαρξη μιας τέτοιας μονάδας σημαίνει αυτόματα ότι η υπό εξέταση μονάδα p δεν είναι αποδοτική και ο εντοπισμός του γραμμικού συνδυασμού ($\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} x_{ir}$), που αναλώνει το μικρότερο δυνατό ποσοστό των εισροών της ($\min \vartheta_{pp}^* x_{ip}$) για να παράγει το ίδιο τουλάχιστον επίπεδο εκροών ($\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} y_{jr} \geq y_{jp}$), οδηγεί στον προσδιορισμό του (προσανατολισμένου στις εισροές)

σκορ τεχνικής αποδοτικότητας (ϑ_{pp}^*) της μονάδας. Οι μονάδες που συμμετέχουν σε αυτόν το γραμμικό συνδυασμό ($r \in \{1, 2, \dots, n\} : \lambda_{rp} \neq 0$), είναι οι μονάδες αναφοράς (*reference units*) και συνιστούν το σύνολο αναφοράς (*peer group*) για την αποτιμώμενη μονάδα p . Εάν δεν μπορεί να βρεθεί καμία περισσότερο αποδοτική μονάδα (εάν δηλαδή ο γραμμικός συνδυασμός ταυτίζεται με την ίδια τη μονάδα), τότε τεκμαίρεται ότι η αποτιμώμενη μονάδα είναι 100% αποδοτική ($\vartheta_{pp}^* = 1$).

Η παραπάνω δυική μορφή του ΠΓΠ είναι αυτή που χρησιμοποίησε ο Farrell (1957) στη δημοσίευσή του και γι' αυτό στη βιβλιογραφία αναφέρεται συνήθως ως «μοντέλο Farrell». Συναντάται επίσης και ως «περιβάλλουσα μορφή» (*envelopment form*), ενώ η αντίστοιχη πρωτεύουσα ως «μορφή πολλαπλασιαστών» (*multipliers form*). Τεχνικά, η επίλυση του δευτερεύοντος προβλήματος είναι υπολογιστικά γρηγορότερη και ευκολότερη, δεδομένου ότι το πλήθος των n περιορισμών του πρωτεύοντος ΠΓΠ υποβιβάζεται σε $m+s$ (πλήθος εισροών + εκροών) στο αντίστοιχο δυικό πρόβλημα. Διαμορφώνεται δηλαδή ένα ΠΓΠ με πολύ μικρότερο αριθμό περιορισμών δεδομένου ότι το σύννηθες είναι το πλήθος των εισροών/εκροών να είναι σημαντικά μικρότερο (τάξη μεγέθους $m+s < 10$) σε σχέση με το πλήθος n των αποτιμώμενων μονάδων (το οποίο ανέρχεται σε πολλές δεκάδες ή και εκατοντάδες) (Cooper *et al.*, 2007).

3.2.4 Υπόδειγμα BCC - μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS)

Το προηγούμενο υπόδειγμα δεν είναι κατάλληλο εάν κάποιες από τις αξιολογούμενες μονάδες δε χαρακτηρίζονται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας. Η διαμόρφωση του συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων, κάτω από την παραδοχή (υπόθεση) των σταθερών αποδόσεων κλίμακας, επιτρέπει την χωρίς περιορισμό επέκταση του συνόρου αποδοτικότητας πολύ πέρα από την περιοχή της κλίμακας που λειτουργούν. Ωστόσο αυτή η, χωρίς περιορισμό, καθολική προέκταση το επεκτείνει και σε περιοχές με τις οποίες ενδέχεται να συγκριθούν μονάδες που λειτουργούν σε εντελώς διαφορετική κλίμακα (σε περιοχές με αύξουσες ή φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας). Το 1984 οι Banker, Charnes και Cooper δημοσίευσαν μια τροποποιημένη μορφή του μοντέλου CCR, γνωστή σαν BCC, με την οποία αντιμετώπιζαν ανάλογες περιπτώσεις (Banker *et al.*, 1984). Το υπόδειγμά τους βασίζεται στην αφαίρεση της υπόθεσης σταθερών αποδόσεων κλίμακας από το μοντέλο

CCR που οδηγεί στη διαμόρφωση ενός νέου συνόλου παραγωγικών δυνατοτήτων με βάση τις υπόλοιπες τρεις υποθέσεις (που επαναδιατυπώνονται στη συνέχεια):

- Όλες οι εμπειρικά παρατηρούμενες δραστηριότητες (x_r, y_r) , $(r = 1, 2, \dots, n)$ ανήκουν στο σύνολο P
- Εάν μια δραστηριότητα (x, y) ανήκει στο P , τότε οποιαδήποτε δραστηριότητα (x', y') με $x' \geq x$ και $y' \leq y$ θα ανήκει επίσης στο P (υπόθεση δωρεάν διάθεσης εισροών και εκροών).
- Κάθε σταθμισμένος μέσος όρος δραστηριοτήτων του P ανήκει επίσης στο P (υπόθεση κυρτότητας του συνόλου P)

$$(x, y) \in T, (x', y') \in T \Rightarrow a(x, y) + (1 - a)(x', y') \in T, a \in [0, 1]$$

Με βάση τα παραπάνω, το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων T_{VRS}^* αποδεικνύεται ότι είναι το παρακάτω:

$$T_{VRS}^* = \{(x, y) R_+^m \times R_+^s \mid \exists \lambda \in \Lambda_{VRS}: x \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_k, y \leq \sum_{k=1}^n \lambda_k y_k\},$$

$$\Lambda_{VRS} = \{\lambda \in R_+^n: \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1\}$$

Η διαφορά του από το αντίστοιχο T_{CRS}^* είναι ότι πλέον θεωρούνται επιτρεπτές, ως εφικτές παραγωγικές δραστηριότητες, μόνο αυτές που προκύπτουν από κυρτούς γραμμικούς συνδυασμούς των υπαρκτών μονάδων (με μη αρνητικούς συντελεστές) ($\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$) και όχι αδιακρίτως όλοι οι γραμμικοί συνδυασμοί ($\sum_{k=1}^n \lambda_k = a \in [0, +\infty)$).

Η διατύπωση του ΠΓΠ, στη δυική του μορφή, για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας ϑ_{pp}^* έχει ως εξής:

Για την κάθε μονάδα $p = 1, 2, \dots, n$ αναζητούνται οι τιμές των n (μη αρνητικών) μεταβλητών λ_{rp}

$$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \dots, \lambda_{np}$$

$$\lambda_{rp} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, p, \dots, n$$

με τις οποίες ελαχιστοποιείται η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης ϑ_{pp}^*

με τους παρακάτω περιορισμούς:

$$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} x_{ir} \leq \vartheta_{pp}^* x_{ip}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} y_{jr} \geq y_{jp}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp} = 1$$

Με γεωμετρικούς όρους, ο περιορισμός των επιτρεπτών γραμμικών συνδυασμών μεταξύ των μονάδων μόνο σε αυτούς που ικανοποιούν τη συνθήκη κυρτότητας συνεπάγεται ότι το σύνορο αποδοτικότητας θα είναι το μικρότερο (και εγγύτερο) κυρτό πολύεδρο που τις περιβάλλει (κυρτό περίβλημα - *convex hull*). Η φυσική σημασία του περιορισμού της κυρτότητας είναι ότι διασφαλίζει πως η «μονάδα» του συνόρου με την οποία θα συγκριθεί η αξιολογούμενη είναι της ίδιας κλίμακας με αυτήν (και δεν αποτελεί τη μακρινή παρέκταση -*extrapolation*- μιας μονάδας που λειτουργεί σε εντελώς διαφορετικό μέγεθος κλίμακας). Κατ' αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι η αποδοτικότητα που προκύπτει αμιγώς τεχνική και δεν εμπεριέχει ελλείμματα λόγω κλίμακας (Boussofiane και συν., 1991).

Η διατύπωση του παραπάνω ΠΓΠ στην πρωτεύουσα μορφή, τόσο με την αντικειμενική συνάρτηση σε μορφή κλάσματος όσο και την αντίστοιχη ισοδύναμη μορφή ενός ΠΓΠ, έχει ως ακολούθως:

Έστω ένα σύνολο από n μονάδες απόφασης, όπου κάθε μονάδα p καταναλώνει διάφορες ποσότητες από m διαφορετικές εισροές:

$$x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{mp}$$

και παράγει διάφορες ποσότητες από s συνολικά εκροές:

$$y_{1p}, y_{2p}, \dots, y_{sp}$$

Τότε η αποδοτικότητα ϑ_{pp}^* της μονάδας p , ορίζεται ως:

$$\vartheta_{pp}^* = \max \frac{\sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jp} - u_{0p}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ip}}, \quad p \in \{1, 2, \dots, n\}$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\vartheta_{rp} = \frac{\sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jr} - u_{0p}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ir}} \leq 1, \quad \forall r = 1, 2, \dots, n$$

και,

$$u_{jp} \geq 0, \quad v_{ip} \geq 0, \quad \forall i, j, p$$

$$u_{0p} \in R$$

Η επίλυση του παραπάνω προβλήματος γίνεται δια μέσου του ισοδύναμου γραμμικού προβλήματος που ακολουθεί:

$$\vartheta_{pp}^* = \max \sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jp} - u_{0p}, \quad p \in \{1, 2, \dots, n\}$$

υπό τους ταυτόχρονους περιορισμούς:

- $\sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ip} = 1, \quad p \in \{1, 2, \dots, n\}$
- $\sum_{j=1}^s u_{jp} y_{jr} - u_{0p} - \sum_{i=1}^m v_{ip} x_{ir} \leq 0, \quad \forall r = 1, 2, \dots, n$
- $u_{0p} \in R$
- $u_{jp} \geq 0, \quad v_{ip} \geq 0, \quad \forall i, j, p$

Η διαφορά των παραπάνω υποδειγμάτων BCC, σε σχέση με το αντίστοιχα CCR, συνίσταται στην ύπαρξη της πρόσθετης μεταβλητής u_{0p} για την οποία δεν υπάρχει περιορισμός στο πρόσημο (μπορεί να πάρει τιμές θετικές, αρνητικές ή μηδέν).

3.2.5 Τα υποδείγματα μη αυξουσών (NIRS) και μη φθινουσών (NDRS) αποδόσεων κλίμακας

Παραλλαγές του μοντέλου μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας αποτελούν δύο υποδείγματα, που είναι γνωστά ως «μη αυξουσών αποδόσεων κλίμακας» ή «φθινουσών αποδόσεων κλίμακας» (*non increasing returns to scale – NIRS, decreasing returns to scale – DRS*) και «μη φθινουσών αποδόσεων κλίμακας» ή «αυξουσών αποδόσεων κλίμακας» (*non decreasing returns to scale – NDRS, increasing returns to scale*), τα οποία διαφοροποιούνται σε σχέση με το VRS μόνο ως προς την συνθήκη κυρτότητας.

Ειδικότερα, το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων (VRS), το οποίο όπως έχει αναφερθεί περιγράφεται ως εξής

$$T_{VRS}^* = \left\{ (x, y) R_+^m \times R_+^s \mid \exists \lambda \in \Lambda_{VRS}: x \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k x_k, y \leq \sum_{k=1}^n \lambda_k y_k \right\},$$

$$\Lambda_{VRS} = \{ \lambda \in R_+^n: \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \}$$

τροποποιείται μόνο ως προς το σύνολο Λ , που ορίζει τη συνθήκη που πρέπει να πληρούν οι συντελεστές των επιτρεπτών γραμμικών συνδυασμών και στην περίπτωση NIRS παίρνει τη μορφή

$$\Lambda_{NIRS} = \{ \lambda \in R_+^n: \sum_{k=1}^n \lambda_k = a \in [0,1] \}$$

ενώ στην περίπτωση NDRS

$$\Lambda_{NDRS} = \{ \lambda \in R_+^n: \sum_{k=1}^n \lambda_k = a \in [1, +\infty) \}$$

Από τα παραπάνω, συνάγεται ότι καθένα από τα σύνολα παραγωγικών δυνατοτήτων T_{NIRS}^* και T_{NDRS}^* προκύπτει ως ένωση δύο συνόλων:

- του συνόλου T_{VRS}^* (όταν $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$) και
- του συνόλου όλων των μονάδων που μπορούν να προκύπτουν από τους γραμμικούς συνδυασμούς, που οδηγούν είτε μόνο σε σμικρύνσεις (όταν $0 \leq \sum_{k=1}^n \lambda_k \leq 1$) είτε μόνο σε μεγεθύνσεις (όταν $\sum_{k=1}^n \lambda_k \geq 1$) των n μονάδων.

Στη πρώτη περίπτωση το T_{NIRS}^* ταυτίζεται εν μέρει με το T_{VRS}^* και εν μέρει με το T_{CRS}^* , με αποτέλεσμα το σύνολο αποδοτικότητας, στη μεν περιοχή των μεγαλύτερων μονάδων να είναι αυτό που αντιστοιχεί στην υπόθεση μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας, στη δε περιοχή των μικρότερων μονάδων να είναι αυτό που αντιστοιχεί στην υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Συνεπώς, με το συγκεκριμένο υπόδειγμα, δίνεται έμφαση στις μεγαλύτερες μονάδες όπου επικρατούν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (Chattopadhyay and Ray, 1996; Cooper *et al.*, 2007). Τα ακριβώς αντίστροφα ισχύουν στη δεύτερη περίπτωση για το σύνολο T_{NDRS}^* .

3.2.6 Αποδοτικότητα κλίμακας

Το καίριο ερώτημα, που καλείται να απαντήσει μία μελέτη αποτίμησης της αποδοτικότητας ενός συστήματος μονάδων παραγωγής, είναι ο εντοπισμός των πηγών

προέλευσης πιθανών ελλειμμάτων αποδοτικότητας και ειδικότερα κατά πόσο αυτά οφείλονται στο μη αποδοτικό τρόπο λειτουργίας μιας υπό εξέταση μονάδας ή στις δυσμενείς παραγωγικά συνθήκες κάτω από τις οποίες υποχρεώνεται να λειτουργήσει. Σε αυτό το πλαίσιο, η σύγκριση των σκορ αποδοτικότητας των υποδειγμάτων CCR (CRS) και BCC (VRS) παρέχει χρήσιμη πληροφόρηση. Με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί, η κεντρική παραδοχή του υποδείγματος CCR είναι ότι το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων οικοδομείται στη βάση της υπόθεσης των σταθερών αποδόσεων κλίμακας, από την οποία συνάγεται ότι η ακτινική επέκταση ή συστολή, τόσο των ίδιων των μονάδων όσο και όλων των (μη αρνητικών) γραμμικών συνδυασμών τους, είναι επιτρεπτοί παραγωγικοί συνδυασμοί και υπό αυτή την έννοια το CCR σκορ αποδοτικότητας αναφέρεται ως ολική τεχνική αποδοτικότητα (*global technical efficiency*). Αντιστοίχως, στην περίπτωση του υποδείγματος BCC, η απουσία της συγκεκριμένης υπόθεσης έχει σαν αποτέλεσμα το σύνολο παραγωγικών δυνατοτήτων να περιορίζεται μόνο σε αυτό που προκύπτει από τους κυρτούς γραμμικούς συνδυασμούς των υπαρκτών μονάδων και κατ' αναλογία το σκορ αποδοτικότητας που προκύπτει θεωρείται πως αντανακλά την (τοπική) καθαρώς τεχνική αποδοτικότητα (*pure technical efficiency*). Η σύμπτωση των δύο αυτών αποδοτικότητων με σκορ 100% παραπέμπει σε μία πλήρως αποδοτική μονάδα, που λειτουργεί στο πλέον παραγωγικό μέγεθος κλίμακας (MPSS). Το MPSS είναι το βέλτιστο μέγεθος λειτουργίας, υπό την έννοια ότι εκεί ακριβώς μεγιστοποιείται η μέση εκροή ανά μονάδα εισροής. Όταν όμως το BCC σκορ είναι 100% και το αντίστοιχο CCR <100% τότε η μονάδα λειτουργεί μόνο τοπικώς αποδοτικά αλλά όχι και συνολικά, εξ αιτίας της εκτός κλίμακας λειτουργίας της. Στο πνεύμα της παραπάνω συλλογιστικής, ορίζεται η αποδοτικότητα κλίμακας (*scale efficiency*) ως εξής (Bogetoft, 2012):

$$SE = \frac{TE^{CRS}}{TE^{VRS}}$$

Με βάση αυτόν τον ορισμό μπορεί να διαπιστωθεί και αποτιμηθεί το πιθανό έλλειμμα αποδοτικότητας, που οφείλεται στην εκτός κλίμακας λειτουργία μίας μονάδας, χωρίς ωστόσο να μπορεί να προσδιοριστεί και η μορφή των αποδόσεων κλίμακας (NIRS ή NDRS). Ο προσδιορισμός τους μπορεί να γίνει με τη βοήθεια των ακόλουθων θεωρημάτων:

Μέσω του υποδείγματος CCR στη δυική του μορφή, ο τύπος των αποδόσεων κλίμακας που επικρατεί σε ένα σημείο p του συνόρου αποδοτικότητας έχει ως εξής (Banker and Thrall, 1992):

DRS	$\sum_{r=1}^n \lambda_{rp}$	> 1	για κάθε εναλλακτική βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας
CRS		$= 1$	για μία τουλάχιστον βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν σταθερές αποδόσεις κλίμακας
IRS		< 1	για κάθε εναλλακτική βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν αύξουσες αποδόσεις κλίμακας

Μέσω του υποδείγματος BCC στην πρωτεύουσα μορφή του, ο τύπος των αποδόσεων κλίμακας που επικρατεί σε ένα σημείο p του συνόρου αποδοτικότητας υποδεικνύεται από το πρόσημο της μεταβλητής u_{0p} που θα προκύψει από την επίλυση, ως ακολούθως (Banker and Thrall, 1992):

DRS	u_{0p}	> 0	για κάθε βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας
CRS		$= 0$	για μία τουλάχιστον βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν σταθερές αποδόσεις κλίμακας
IRS		< 0	για κάθε βέλτιστη λύση, τότε στο σημείο p του συνόρου επικρατούν αύξουσες αποδόσεις κλίμακας

Επιπλέον, επειδή όπως έχει αναφερθεί το NIRS σύνορο ταυτίζεται μερικώς με το αντίστοιχο CRS και συγκεκριμένα μόνο στην περιοχή που επικρατούν αύξουσες αποδόσεις κλίμακας, το υπόδειγμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του τύπου των αποδόσεων κλίμακας, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα που απεικονίζει σχετικό θεώρημα (Färe *et al.*, 1994):

Εάν ισχύει	και επιπλέον	Τότε οι αποδόσεις κλίμακας που επικρατούν είναι:
$SE = \frac{TE^{CRS}}{TE^{VRS}} = 1$		CRS
$SE = \frac{TE^{CRS}}{TE^{VRS}} < 1$	$\frac{TE^{CRS}}{TE^{NIRS}} = 1$	IRS (NDRS)
	$\frac{TE^{CRS}}{TE^{NIRS}} < 1$	DRS (NIRS)

Τέλος, να σημειωθεί πως σύμφωνα με σχετικό θεώρημα (Tone, 1996), στην περίπτωση του υποδείγματος BCC, το σύνολο αναφοράς (*reference set*) που προκύπτει για την κάθε μη αποδοτική μονάδα δε μπορεί να περιέχει ταυτόχρονα μονάδες με αύξουσες και φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας.

3.2.7 Υπόδειγμα υπερ-αποδοτικότητας (super-efficiency)

Η εφαρμογή της μεθόδου ΠΑΔ, μέσω των διαφόρων υποδειγμάτων, οδηγεί στον εντοπισμό των αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων και στη αποτίμηση της σχετικής αποδοτικότητάς τους με ένα σκορ που παίρνει τιμές στο διάστημα από μηδέν ένα. Το σκορ αυτό επιτρέπει την κατάταξη των μη αποδοτικών μονάδων αλλά όχι και των αποδοτικών καθώς σε αυτές αποδίδεται το ίδιο σκορ=1 (100%). Αυτό περιορίζει την αποτελεσματικότητα της κλασικής κατά Farrell μέτρησης της αποδοτικότητας, ιδίως όταν αυτή χρησιμοποιείται σαν εργαλείο συγκριτικής αξιολόγησης καθώς η «αριστοποίηση» όλων των μονάδων του συνόρου δε δημιουργεί κίνητρα για περαιτέρω βελτίωση. Ένας έμμεσος τρόπος σύγκρισης των, θεωρούμενων από τη μέθοδο ως ισοδύναμων μεταξύ τους, αποδοτικών μονάδων είναι να εκτιμηθεί το μέγιστο πιθανό περιθώριο που έχει η κάθε μία από αυτές να «υπολειτουργήσει» παραμένοντας (υπερ)αποδοτική σε σχέση με το σύνολο αποδοτικότητας που ορίζουν όλες οι υπόλοιπες. Το περιθώριο αυτό προκύπτει είτε από τη μέγιστη δυνατή -ακτινική- αύξηση των εισροών (με σταθερές εκροές) είτε στη μέγιστη δυνατή -ακτινική- μείωση των εκροών (με σταθερές εισροές) που οδηγεί τη μονάδα στο οριακό σημείο που αποκτά σκορ αποδοτικότητας ακριβώς ίσο με 100%. Όσο

πιο μεγάλο είναι αυτό το περιθώριο, τόσο αποδοτικότερη θα θεωρείται αυτή η μονάδα σε σχέση με τις υπόλοιπες αποδοτικές.

Στο πνεύμα αυτό προτάθηκε, από τους Andersen and Petersen (1993), το υπόδειγμα υπερ-αποδοτικότητας (*super efficiency model*), σύμφωνα με το οποίο η εκάστοτε αξιολογούμενη μονάδα εξαιρείται και δε συμμετέχει στη διαμόρφωση του συνόρου αποδοτικότητας. Αν η εξαιρούμενη μονάδα δεν είναι μεταξύ των αποδοτικών τότε το (CCR/BCC) σκορ της αποδοτικότητας της δεν αλλάζει. Αν όμως είναι κάποια από τις αποδοτικές τότε η εξαίρεσή της, από τη διαμόρφωση του συνόρου αποδοτικότητας, θα έχει ως αποτέλεσμα να βρεθεί στην απέναντι πλευρά του εν λόγω συνόρου με σκορ μεγαλύτερο της μονάδας ($\geq 100\%$). Αυτό ακριβώς το ποσοστό, που αντανάκλα την απόσταση των CCR/BCC αποδοτικών μονάδων από το σύνορο που διαμορφώνουν οι υπόλοιπες, έχει προταθεί σαν κριτήριο για την κατάταξη τους (Andersen and Petersen, 1993; Adler *et al.*, 2002; Daraio and Simar, 2007). Ο συλλογισμός είναι, ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που πρέπει να διανύσει μια τέτοια μονάδα, μέχρι να «κατέβει» και να βρεθεί πάνω στο βέλτιστο επίπεδο αποδοτικότητας που ορίζουν οι υπόλοιπες, τόσο πιο «αποδοτική» θα θεωρείται.

Με το ακόλουθο πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού υπολογίζεται η υπεραποδοτικότητα με την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας:

Αναζητούνται οι τιμές των n (μη αρνητικών) μεταβλητών λ_{rp} για την κάθε μονάδα p

$$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \dots, \lambda_{np}$$

$$\lambda_{rp} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, p, \dots, n$$

με τις οποίες ελαχιστοποιείται η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης ϑ_{pp}^{S*}

$$\min \vartheta_{pp}^{S*}$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\sum_{r=1, \neq p}^n \lambda_{rp} x_{ir} \leq \vartheta_{pp}^{S*} x_{ip}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{r=1, \neq p}^n \lambda_{rp} y_{jr} \geq y_{jp}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, s$$

Ο υπολογισμός της υπεραποδοτικότητας με την υπόθεση μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας δίνεται από το προηγούμενο ΠΓΠ, στο οποίο προστίθεται και ο επόμενος περιορισμός

$$\sum_{r=1, \neq p}^n \lambda_{rp} = 1$$

Από τη διατύπωση των συγκεκριμένων υποδειγμάτων φαίνεται πως η μόνη διαφοροποίησή τους, σε σχέση με τα υποδείγματα CRS και VRS, είναι ότι στους γραμμικούς συνδυασμούς των περιορισμών δε συμμετέχει η εκάστοτε αξιολογούμενη μονάδα p .

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η χρήση του υποδείγματος υπεραποδοτικότητας για την ταξινόμηση των αποδοτικών μονάδων έχει αμφισβητηθεί καθώς, σε μελέτη προσομοίωσης, διαπιστώθηκε η ύπαρξη αρνητικής συσχέτισης μεταξύ της πραγματικής κατάταξης και εκείνης που προκύπτει με τα σκορ υπεραποδοτικότητας. Διαπιστώθηκε όμως, ότι η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον εντοπισμό μονάδων-outliers, δηλαδή «ακραίων» αποδοτικά μονάδων που, με βάση τις εισροές και εκροές τους, τοποθετούνται ως μεμονωμένες νησίδες σε μία ιδιαίτερη περιοχή λειτουργίας. Σε τέτοιες περιπτώσεις «αποδοτικών» μονάδων θα πρέπει να διερευνηθεί αν πράγματι διαθέτουν στοιχεία που τους δίνουν ένα ξεχωριστό παραγωγικό προφίλ ή αν πρόκειται για μη αξιόπιστη καταγραφή των δεδομένων τους (Banker and Chang 2006). Περαιτέρω, το υπόδειγμα υπεραποδοτικότητας έχει αναλυθεί και χρησιμοποιηθεί εκτενώς από τον Bogetoft (2000, 1997, 1995, 1994) ως (σημαντικό) εργαλείο για τη δημιουργία κινήτρων και κανόνων ρύθμισης.

Σημειώνεται όμως ότι υπάρχουν περιπτώσεις που η επίλυση του παραπάνω προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού δεν έχει εφικτή λύση. Με οπτική γεωμετρικών όρων αυτό μπορεί να συμβεί στην περίπτωση που η αξιολογούμενη μονάδα (που έχει εξαιρεθεί από τη διαμόρφωση του συνόρου) βρίσκεται σε τέτοια θέση, σε σχέση με αυτό, που η ακτινική της διεύθυνση δεν το τέμνει και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν να αποτιμηθεί η απόστασή της από αυτό. Η απόσταση σε αυτή την περίπτωση απειρίζεται, δεδομένου ότι το σημείο τομής τοποθετείται -κατά σύμβαση- στο άπειρο (Seiford and Zhu, 1999). Στη κατεύθυνση αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος έχει προταθεί ένα εναλλακτικό υπόδειγμα από τους Lovell and Rouse (2003) που δίνει τις ίδιες εφικτές λύσεις αλλά επιπλέον δημιουργεί λύσεις και για τις υπόλοιπες περιπτώσεις.

3.2.8 Ευαισθησία των σκορ αποδοτικότητας

Η εγγενής αδυναμία της DEA είναι ότι πρόκειται για μία τεχνική «ακραίου σημείου» (Anderson, 2003) και, ως τέτοια, βασίζεται σε όλες ανεξαιρέτως τις μετρήσεις των μονάδων του δείγματος προκειμένου να διαμορφώσει το σύνορο αποδοτικότητας, το οποίο -εξ ορισμού- προσδιορίζεται από τις ακραίες (σε κάθε διεύθυνση) μονάδες και χρησιμοποιείται ως βάση αναφοράς για τον εντοπισμό των (100%) αποδοτικών μονάδων και υπολογισμό των σκορ αποδοτικότητας των υπολοίπων. Ωστόσο, το παραπάνω, κάνει τη μέθοδο επισφαλή στην ύπαρξη σφαλμάτων μέτρησης και παράτυπων μονάδων (outliers) αλλά και γενικότερα στην παρουσία θορύβου (ακόμα και όταν αυτός είναι συμμετρικός με μηδενική μέση τιμή).

Στο πεδίο αυτό, παρόλο που έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι για την ανάλυση και εκτίμηση της ευαισθησίας των αποτελεσμάτων της μεθόδου, δεν έχει επικρατήσει κάποιος που να ενδείκνυται κατ' απόλυτο και γενικό τρόπο. Οι εναλλακτικές προσεγγίσεις φωτίζουν το θέμα από διαφορετικές οπτικές γωνίες αλλά στον πυρήνα τους κατατείνουν όλες σε ένα κοινό στόχο, να εντοπίσουν τις μονάδες του δείγματος που η παρουσία ή απουσία τους συνεχεται με κάποια μεγάλη διαταραχή στα αποτελέσματα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το υπόδειγμα υπεραποδοτικότητας έχει προταθεί ως μέθοδος εντοπισμού πιθανών έκτοπων μονάδων (outliers), δηλαδή αποδοτικών μονάδων που απέχουν πολύ από το σύνορο αποδοτικότητας που ορίζεται από τις υπόλοιπες. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να γίνεται περαιτέρω διερεύνηση, προκειμένου να διαπιστωθεί το ενδεχόμενο να έχουν εμφολωθεί λάθη στις μετρήσεις/καταγραφές των δεδομένων λειτουργίας ή να πρόκειται πράγματι για μονάδες με ένα ιδιαίτερο/εξαιρετικό παραγωγικό προφίλ (Banker and Chang 2006). Σε κάθε περίπτωση, ο εντοπισμός τέτοιων μονάδων θα πρέπει να συνοδεύεται από λεπτομερέστερη επισκόπηση του λειτουργικού τους προφίλ, ιδίως όταν αυτές έχουν μεγάλη συμμετοχή στα σύνολα αναφοράς των μη αποδοτικών (όταν δηλαδή προκύπτει ότι πρόκειται για ιδιαίτερα επιδραστικές μονάδες που καθορίζουν τα σκορ αποδοτικότητας των υπολοίπων).

Σε αυτή την κατεύθυνση, ο Wilson (1995) διερεύνησε τις πιθανές συνέπειες που προκαλούνται από την αφαίρεση μονάδων από το δείγμα. Εάν η αφαίρεση μίας μονάδας συνεπάγεται μεγάλες μεταβολές στα σκορ αποδοτικότητας των υπολοίπων, τότε

συμπεραίνεται ότι στην «περιοχή» γύρω από το σημείο λειτουργίας με το συγκεκριμένο συνδυασμό εισροών/εκροών δεν εντοπίζονται άλλες μονάδες. Το παραπάνω αποτελεί ένδειξη για περαιτέρω διερεύνηση του ενδεχόμενου να πρόκειται για μία μονάδα outlier. Ανάλογη ανάλυση προς την ίδια κατεύθυνση, πραγματοποίησαν οι Sinuany-Stern et al. (1994), οι οποίοι εξέτασαν -και χρησιμοποίησαν ως μέτρο- τον ελάχιστο αριθμό των μονάδων που πρέπει να αφαιρεθούν από το δείγμα προκειμένου η υπό εξέταση μονάδα να γίνει 100% αποδοτική, χωρίς ωστόσο να δίνουν λεπτομέρειες του αλγορίθμου που χρησιμοποίησαν προς το σκοπό αυτό.

Παραλλαγή της παραπάνω προσέγγισης προτάθηκε και παρουσιάστηκε από τον Edvardsen (2004). Η κεντρική ιδέα της μεθόδου, που την ονόμασε «σκάλα αποδοτικότητας» (*efficiency stepladder*), είναι η διερεύνηση της σταθερότητας του σκορ αποδοτικότητας μιας μονάδας, υπό το πρίσμα των μεταβολών που συντελούνται κατά τη σταδιακή αφαίρεση των υπολοίπων μονάδων από το δείγμα. Ο πυρήνας του αλγορίθμου είναι μία επαναληπτική διαδικασία, σε κάθε βήμα της οποίας εντοπίζεται και αφαιρείται η επιδραστικότερη από τις αποδοτικές μονάδες του συνόλου αναφοράς της υπό εξέταση μονάδας, με κριτήριο επιλογής εκείνη που η αφαίρεσή της συνεπάγεται τη μεγαλύτερη αύξηση στην αποδοτικότητα της αξιολογούμενης μονάδας. Μετά από κάθε αφαίρεση, η αποδοτικότητά της υπολογίζεται εκ νέου και το παραπάνω βήμα επαναλαμβάνεται αφαιρώντας, από το νέο σύνολο αναφοράς, την αποδοτική μονάδα που προκαλεί τη μεγαλύτερη αύξηση στην αποδοτικότητα της υπό διερεύνηση μονάδας. Ως κριτήριο διακοπής της επαναληπτικής διαδικασίας τίθεται το σκορ αποδοτικότητας της υπό διερεύνηση μονάδας να γίνει ίσο με 1 (=100%).

Με μία περισσότερο δομημένη μορφή ο αλγόριθμος Edvardsen (2004) αποτυπώνεται στο σύνολό του με τα πέντε παρακάτω βήματα:

3.2.9 Αλγόριθμος σκάλας αποδοτικότητας

Βήμα 1.: Με βάση το σύνολο των μονάδων του αρχικού δείγματος.

Βήμα 2.: Υπολογίζεται το σκορ αποδοτικότητας της μονάδας P_k και εντοπίζονται οι αποδοτικές μονάδες που συνιστούν το σύνολο αναφοράς της.

Βήμα 3.: Αφαιρούνται προσωρινά από το δείγμα, μία προς μία, οι μονάδες του συνόλου αναφοράς της. Μετά από κάθε αφαίρεση υπολογίζεται εκ νέου η αποδοτικότητα της P_k και αφού καταγραφεί η μεταβολή στο σκορ αποδοτικότητάς της, επανατοποθετείται στο δείγμα προκειμένου να αφαιρεθεί η επόμενη και να επαναληφθεί το παρόν βήμα (για όλες τις μονάδες του συνόλου αναφοράς).

Βήμα 4.: Αφού καταγραφούν οι μεταβολές στην αποδοτικότητα της P_k για όλες τις μονάδες του συνόλου αναφοράς της εντοπίζεται ποια από αυτές είναι η επιδραστικότερη υπό την έννοια ότι η αφαίρεσή της συνεπάγεται τη μεγαλύτερη αύξηση στην αποδοτικότητά της. Καταγράφεται η μονάδα και αφαιρείται μόνιμα από το δείγμα.

Βήμα 5.: Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται από το Βήμα 2 και μετά με βάση το νέο μειωμένο (κατά μία μονάδα) δείγμα. Η επαναληπτική διαδικασία περαιώνεται όταν το σκορ αποδοτικότητας της P_k γίνει 1.

Έτσι, με τη σταδιακή αφαίρεση της επιδραστικότερης κάθε φορά μονάδας δημιουργείται μία διαδοχή αναρρίχησης του σκορ αποδοτικότητας για την κάθε μη αποδοτική μονάδα. Το αρχικό σκορ της υπό εξέταση μονάδας σε συνδυασμό με το πλήθος των αφαιρέσεων που θα απαιτηθούν μέχρι να γίνει 100% αποδοτική προσδιορίζουν τη μέση κλίση αναρρίχησης υπολογιζόμενη ως $(1 - [\text{αρχικό σκορ}]) / [\text{πλήθος βημάτων}]$ που δείχνει τη μέση αύξηση αποδοτικότητας που συντελείται σε κάθε βήμα επανάληψης.

3.3 Αποδοτικότητα Συστημάτων Υγείας (DEA)-Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η μέθοδος DEA έχει χρησιμοποιηθεί σε μία σειρά ερευνητικών εργασιών ως εργαλείο αξιολόγησης και αποτίμησης της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας σε επίπεδο χωρών, μερικές εκ των οποίων συνοψίζονται στη συνέχεια.

Με στοιχεία του έτους 2005 οι Afonso and Aubyn (2006) μέτρησαν, με εφαρμογή της DEA, την αποδοτικότητα των υπηρεσιών υγείας σε 30 χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ). Ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν οι ιατροί, οι νοσηλευτές, οι κλίνες και οι μαγνητικοί τομογράφοι και ως εκροές το προσδόκιμο ζωής, το ποσοστό επιβίωσης βρεφών και τα πιθανά χρόνια ζωής που δε χάθηκαν. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της DEA υποδηλώνουν ότι τα ελλείματα

αποδοτικότητας ήταν αρκετά υψηλά και κατά μέσο όρο, με μία συντηρητική εκτίμηση, οι χώρες θα μπορούσαν να έχουν αυξήσει κατά 40% τις εκροές τους χρησιμοποιώντας το ίδιο επίπεδο εισροών. Σε δεύτερο στάδιο, με τη χρήση ανάλυσης Tobit και την εφαρμογή bootstrap, βρέθηκε πως υπάρχει ισχυρή συσχέτιση των ελλειμάτων αποδοτικότητας με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, το επίπεδο εκπαίδευσης και συμπεριφορών υγείας, όπως η διατροφή/παχυσαρκία και το κάπνισμα.

Σημαντικά ελλείματα αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας κατέγραψαν οι Asandului *et al.* (2014) με την εφαρμογή της μεθόδου DEA, σε δείγμα 30 ευρωπαϊκών κρατών για το έτος 2010. Ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν ο αριθμός των ιατρών, ο αριθμός των νοσοκομειακών κλινών και οι δαπάνες δημόσιας υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ ενώ ως εκροές το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση, το προσδόκιμο υγιούς ζωής και το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας. Από τις 30 χώρες του δείγματος υπήρξαν 6 χώρες πλήρως αποδοτικές ωστόσο η μεγάλη πλειοψηφία των χωρών του δείγματος (24 χώρες) ήταν μη αποδοτικές. Από τις 6 χώρες που κατέγραψαν ποσοστό αποδοτικότητας 100%, οι 4 ήταν αναπτυσσόμενες με περιορισμένους οικονομικούς πόρους.

Οι Moreno-Serra *et al.* (2019) διερεύνησαν τα επίπεδα αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας σε 71 χώρες για την περίοδο 2006–2015 και τους πιθανούς καθοριστικούς παράγοντες, με την εφαρμογή της μεθόδου DEA και οικονομετρικών αναλύσεων. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σε εθνικό επίπεδο από 27 χώρες της Λατινικής Αμερικής και της Καραϊβικής (LAC), 32 χώρες του ΟΟΣΑ και 12 χώρες μεσαίου εισοδήματος εκτός ΟΟΣΑ. Διαπιστώθηκε ότι λίγες από τις χώρες LAC έχουν καλές επιδόσεις ενώ οι περισσότερες χώρες LAC (23) βρίσκονται στο κάτω μισό του πίνακα κατάταξης της αποδοτικότητας του συνολικού δείγματος. Το γενικό εύρημα είναι ότι υπάρχει περιθώριο για βελτίωση της αποδοτικότητας στα συστήματα υγείας πολλών από τις χώρες LAC και ως προς την πρόσβαση στην περίθαλψη και ως προς τους δείκτες υγείας του πληθυσμού. Για παράδειγμα, οι χώρες της Λατινικής Αμερικής και της Καραϊβικής θα μπορούσαν, με τα τρέχοντα επίπεδα δημόσιων δαπανών, να βελτιώσουν το προσδόκιμο ζωής κατά περίπου πέντε χρόνια κατά μέσο όρο, εάν ακολουθούσαν τις βέλτιστες πρακτικές.

Σε σχετική έρευνα των Sun *et al.* (2017), αξιολογήθηκε η αποδοτικότητα των εθνικών συστημάτων υγείας 173 χωρών, για τη χρονική περίοδο 2004-2011, με την εφαρμογή των

μεθόδων DEA και Tobit. Ως εισροή χρησιμοποιήθηκαν οι κατά κεφαλή δαπάνες για την υγεία και ως εκροές το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας (IMR), το ποσοστό θνησιμότητας κάτω των 5 ετών (U5MR) και το προσδόκιμο ζωής (LE). Διαπιστώθηκε ότι η μέση αποδοτικότητα των εθνικών συστημάτων υγείας ήταν 78,9%, υποδηλώνοντας μια πιθανή εξοικονόμηση κατά 21,1% στις συνολικές κατά κεφαλή δαπάνες υγείας το τρέχον επίπεδο υγείας (για τα παιδιά και ολόκληρο τον πληθυσμό), εάν όλες οι χώρες ήταν αποδοτικές. Η διαφορά αποδοτικότητας μεταξύ των χωρών του υψηλότερου τεταρτημόριου σε σχέση με τις χώρες του χαμηλότερου τεταρτημόριου είναι σημαντική (93,3% έναντι 61,4%).

Οι Lo Storto and Goncharuk (2017), χρησιμοποίησαν τη μέθοδο DEA για τον υπολογισμό δύο δεικτών για την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα 32 συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης σε χώρες της ΕΕ. Οι εισροές περιλάμβαναν τον αριθμό των ενεργείων ιατρών, τον αριθμό των ασκούμενων νοσηλευτών, μαιών και βοηθών υγείας και τον αριθμό των διαθέσιμων νοσοκομειακών κλινών. Στις εκροές συμπεριλήφθηκαν η αναλογία βρεφικής θνησιμότητας (μεταξύ 0 και 1 έτους) προς τον πληθυσμό, τα έτη υγιούς ζωής, σε απόλυτη τιμή κατά τη γέννηση για άνδρες και γυναίκες, το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση σε απόλυτη τιμή τόσο για άνδρες όσο και για γυναίκες και ο συνολικός πληθυσμός της χώρας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αποδοτικότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης παράμεινε γενικά σταθερή, ενώ οι τιμές αποτελεσματικότητας βελτιώθηκαν σημαντικά από το 2011 έως το 2014. Ωστόσο, σύμφωνα με τους συγγραφείς υπάρχει μια ομάδα χωρών με τις χαμηλότερες αποδόσεις που θα πρέπει να εφαρμόσουν μεταρρυθμίσεις στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης με στόχο τη μείωση της έντασης των πόρων και την αύξηση της ποιότητας των ιατρικών υπηρεσιών.

Λόγω του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για τις συγκρίσεις των εθνικών συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης, οι Varabyova and Schreyögg (2013) προχώρησαν σε μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας του νοσοκομειακού τομέα σε 31 χώρες του ΟΟΣΑ, κατά την περίοδο 2000–2009, με τη χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου DEA και της παραμετρικής SFA (Στοχαστικής Ανάλυσης Συνόρων – Stochastic Frontier Analysis). Από την ανάλυση προέκυψε ότι οι χώρες με υψηλότερες κατά κεφαλή δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης, ανεξάρτητα αν χρηματοδοτούνται από ιδιωτικές ή δημόσιες πηγές, τείνουν να καταγράφουν υψηλότερη τεχνική αποδοτικότητα στο νοσοκομειακό τομέα. Αντίθετα,

χώρες με υψηλότερες εισοδηματικές ανισότητες και μεγαλύτερη μέση διάρκεια νοσηλείας κατέγραψαν χαμηλότερη τεχνική αποδοτικότητα στο νοσοκομειακό τομέα.

Η μέθοδος Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DNDEA), με προσανατολισμό στις εισροές, χρησιμοποιήθηκε από τους Gavurova *et al.* (2021) για να ποσοτικοποιήσει και να συγκρίνει την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας 25 χωρών του ΟΟΣΑ για τα έτη 2000, 2008 και 2016. Η αποδοτικότητα αναλύθηκε και αξιολογήθηκε συνολικά αλλά και χωριστά για τη δημόσια υγεία και την ιατρική περίθαλψη. Η συνολική αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας για τα έτη 2000, 2008 και 2016 ήταν 88,01%, 88,07% και 84,72% κάτω από την υπόθεση CRS ενώ με την παραδοχή VRS ήταν 93,20%, 95,04% και 93,71% αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι χώρες τείνουν να είναι πιο αποδοτικές στη συνιστώσα της ιατρικής περίθαλψης σε σχέση με την άλλη συνιστώσα της δημόσιας υγείας και στις δύο προσεγγίσεις. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη Malmquist, οι χώρες του ΟΟΣΑ βελτίωσαν την αποδοτικότητα με την πάροδο των ετών σε ποσοστά που ανήλθαν 19% στον τομέα της δημόσιας υγείας και 8% στον τομέα ιατρικής περίθαλψης.

Η μέθοδος Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DNDEA) χρησιμοποιήθηκε από τους Ozcan and Khushalani, (2017) για να αποτυπώσει την αλλαγή στην αποδοτικότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης 34 χωρών του ΟΟΣΑ μεταξύ των ετών 2000 και 2012 καθώς η συγκεκριμένη χρονική περίοδος χαρακτηρίστηκε από σημαντικές μεταρρυθμίσεις στον υγειονομικό τομέα στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ. Στην εργασία, εκτός από την αξιολόγηση της συνολικής αποδοτικότητας του συστήματος υγείας, αναλύθηκαν ξεχωριστά η αποδοτικότητα του συστήματος δημόσιας υγείας και του συστήματος ιατρικής περίθαλψης των συγκεκριμένων χωρών. Ως εισροές χρησιμοποιήθηκαν η κατανάλωση αλκοόλ, η κατανάλωση καπνού, ο υπέρβαρος ή παχύσαρκος πληθυσμός, οι δαπάνες για δημόσια υγεία και υπηρεσίες πρόληψης και ως εκροές το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση για τις γυναίκες, και το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση για τους άντρες. Τα ευρήματα της μελέτης υποδηλώνουν ότι οι χώρες που βελτίωσαν το σύστημα δημόσιας υγείας τους ήταν πιο πιθανό να παρουσιάσουν συνολική βελτίωση της αποδοτικότητας.

Για την αποτίμηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας των συστημάτων υγείας των 28 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης μεταξύ των ετών 2012-2015 χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι DEA-bootstrap και Malmquist (Gómez Gallego *et al.*, 2019). Οι δημόσιες δαπάνες για την υγεία ως ποσοστό του ΑΕΠ, ο αριθμός των γιατρών και ο αριθμός των κλινών θεραπείας και αποκατάστασης επιλέχθηκαν ως εισροές ενώ το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση, το προσδόκιμο ζωής προσαρμοσμένο στην υγεία και το ποσοστό επιβίωσης των βρεφών ως εκροές. Από τα ευρήματα προέκυψε μικρή βελτίωση στα επίπεδα αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας μεταξύ 2012 και 2015 ωστόσο τα ελλείματα αποδοτικότητας παρέμειναν σημαντικά. Η αλλαγή στην τεχνολογία παραγωγής ήταν αρνητική. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της μελέτης υποδηλώνουν ότι οι απαραίτητες πολιτικές μεταρρυθμίσεις των συστημάτων υγείας μπορούν να προσαρμοστούν για να αυξήσουν τα επίπεδα αποδοτικότητας και να βελτιώσουν την καινοτομία.

Οι ίδιοι ερευνητές (Gómez Gallego *et al.*, 2021) αξιολόγησαν την αποδοτικότητα των Ευρωπαϊκών Συστημάτων Υγείας σε 28 χώρες για το έτος 2017, με χρήση DEA και FDEA (Fuzzy Data Envelopment Analysis). Χρησιμοποίησαν ως εισροές τις συνολικές δαπάνες υγείας, το συνολικό αριθμό ιατρών και το συνολικό αριθμό κλινών και ως εκροές το προσδόκιμο ζωής, την αναλογία επιβίωσης παιδιών και την αυτοαντιλαμβανόμενη υγεία. Η έρευνα είχε τρεις στόχους και συγκεκριμένα (α) την εκτίμηση της τεχνικής αποδοτικότητας των ευρωπαϊκών συστημάτων υγείας με ένα σύνολο μοντέλων DEA (Data Envelopment Analysis) και FDEA (Fuzzy Data Envelopment Analysis) (β) την αξιολόγηση της μεροληψίας στην εκτίμηση της αποδοτικότητας με την εφαρμογή του συμβατικού μοντέλου DEA και (γ) την αξιολόγηση της στατιστικής σχέσης μεταξύ της μεροληψίας στην εκτίμηση της αποδοτικότητας και των μακροοικονομικών μεταβλητών (εισοδηματικές ανισότητες και οικονομική ελευθερία). Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι εκτιμώμενες μετρήσεις αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας που ελήφθησαν με την προσέγγιση FDEA, παρουσίασαν σημαντικά επίπεδα συσχέτισης με τις βαθμολογίες αποδοτικότητας που υπολογίστηκαν με παραδοσιακά μοντέλα DEA ωστόσο για ορισμένες χώρες προέκυψαν αποκλίσεις από το γενικότερο συμπέρασμα.

Η μελέτη των Kim *et al.* (2016) εκτίμησε τις αλλαγές παραγωγικότητας στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης 30 χωρών του ΟΟΣΑ, κατά την περίοδο 2002-2012, με τις μεθόδους DEA-bootstrap και Malmquist. Οι εισροές περιλάμβαναν τις δαπάνες για την

υγεία και το προσδόκιμο σχολικής ζωής (το συνολικό αριθμό των ετών εκπαίδευσης, πρωτοβάθμιας έως τριτοβάθμιας, που μπορεί να αναμένει να λάβει ένα παιδί). Ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση και το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της παραγωγικότητας για τις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ που αποδόθηκε κυρίως στις μεταρρυθμίσεις των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης την τελευταία δεκαετία αλλά και σημαντικές διακυμάνσεις στις ετήσιες αποτιμήσεις της παραγωγικότητας μεταξύ των χωρών.

4 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΙΣ 27 ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ

Οι σημαντικότεροι στόχοι που έχουν τεθεί για τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης είναι η ισότητα στην πρόσβαση, η αποτελεσματικότητα, η αποδοτικότητα, η ικανοποίηση των πολιτών, η ποιότητα των υπηρεσιών, η ασφάλεια, η βιωσιμότητα. Η επίτευξη των παραπάνω στόχων εξαρτάται από τις προτεραιότητες που θέτουν οι χώρες και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από δημογραφικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη χάραξη πολιτικής και το σχεδιασμό αναδιάρθρωσης των συστημάτων υγείας (Mohan and Mirmirani, 2007). Οι δημογραφικές αλλαγές που αντιμετωπίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως η γήρανση του πληθυσμού και η αρνητική φυσική πληθυσμιακή μεταβολή, είναι σε μεγάλο βαθμό κοινές για τα 27 κράτη μέλη και αποτελούν σημαντική πρόκληση για τα συστήματα υγείας. Επιπλέον, η οργάνωση και κατανομή των πεπερασμένων δημόσιων πόρων από τα κράτη είναι καθοριστική καθώς επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα τα αποτελέσματα της υγειονομικής περίθαλψης και την υγεία των μελών τους. Όταν οι πόροι που διατίθενται στα υγειονομικά συστήματα είναι επαρκείς και αξιοποιούνται αποτελεσματικά οδηγούν σε αύξηση του επιπέδου της υγείας του πληθυσμού (Joumard et al., 2010).

4.1 Δημογραφικοί παράγοντες

4.1.1 Μέγεθος πληθυσμού - Φυσική πληθυσμιακή μεταβολή

Ο συνολικός πληθυσμός των 27 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως προκύπτει από τη Στατιστική Υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat), είναι 447.022.260 κάτοικοι ενώ σε επίπεδο μεμονωμένων χωρών παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (Πίνακας 4-1) και κυμαίνεται από 504.062 (Μάλτα) έως 83.092.962 κατοίκους (Γερμανία).

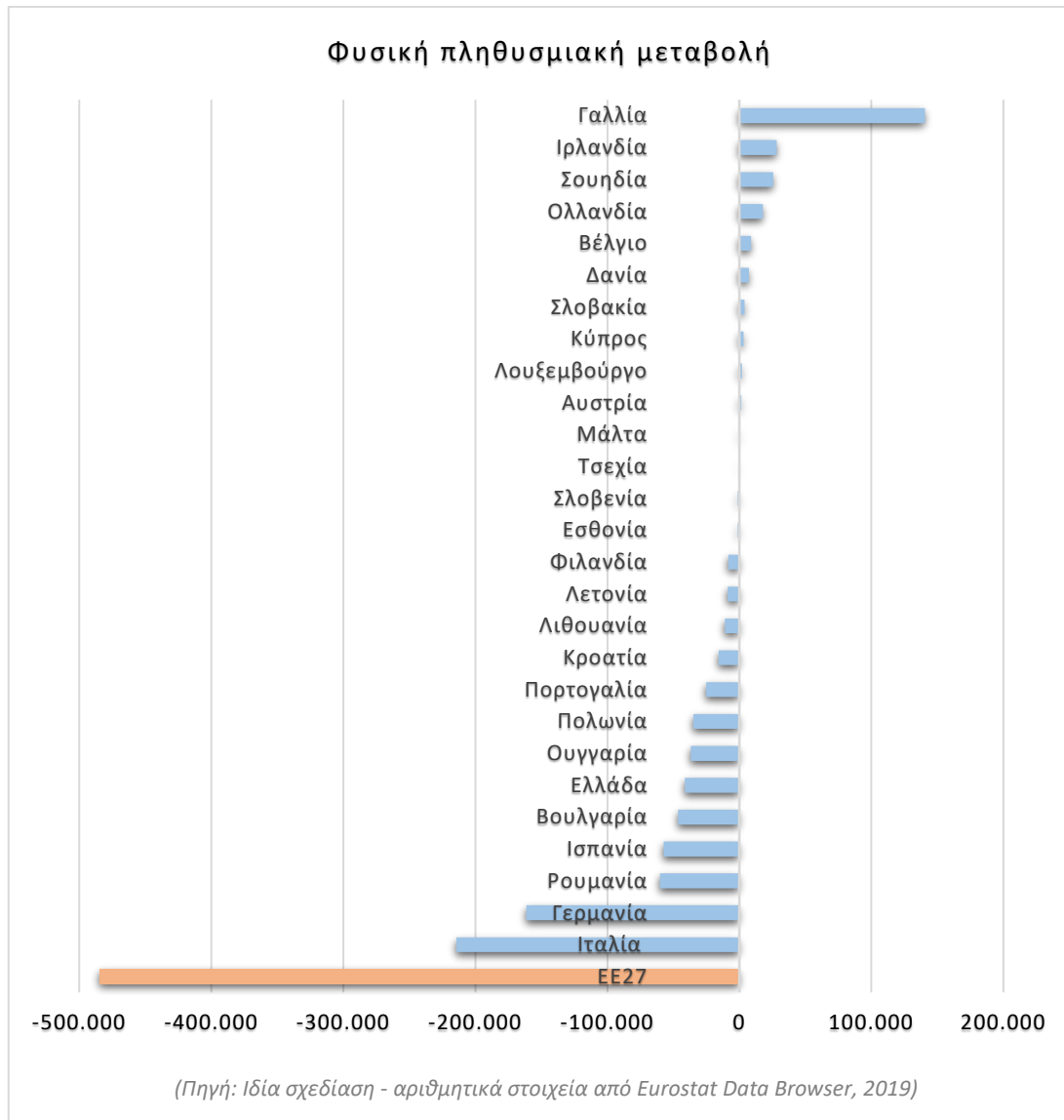
Η συνολική φυσική πληθυσμιακή μεταβολή της ΕΕ -27 είχε αρνητικό πρόσημο για το έτος 2019 καθώς ο συνολικός αριθμός των γεννήσεων ήταν μικρότερος από τον αντίστοιχο των θανάτων (κατά 484.377).

Πίνακας 4-1 Γενικά στοιχεία χωρών της ΕΕ27

Χώρες	Πληθυσμός (2019)	Ποσοστό πληθυσμού άνω των 65	Κατά κεφαλήν ΑΕΠ (€)	Δαπάνες υγείας % ΑΕΠ	Ποσοστό κινδύνου φτώχειας (%)	Ποσοστό ανεργίας (%)	Αυτοαναφερόμενες μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης
ΕΕ(27)	447.022.260	20,6	31.310		16,5	6,8	1,7
Αυστρία	8.879.920	18,8	44.780	10,43	13,3	4,8	0,3
Βέλγιο	11.488.980	18,9	41.630	10,66	14,8	5,5	1,8
Βουλγαρία	6.975.761	21,3	8.820	7,13	22,6	5,2	1,4
Γαλλία	67.388.001	20,0	36.050	11,06	13,6	8,4	1,2
Γερμανία	83.092.962	21,5	41.800	11,7	14,8	3,0	0,3
Δανία	5.814.422	19,6	53.370	9,96	12,5	5,0	1,8
Ελλάδα	10.721.582	22,0	17.090	7,84	17,9	17,9	8,1
Εσθονία	1.326.898	19,8	20.930	6,73	21,7	4,5	15,5
Ιρλανδία	4.934.340	14,1	72.360	6,68	13,1	5,0	2,0
Ισπανία	47.134.837	19,4	26.420	9,13	20,7	14,1	0,2
Ιταλία	59.729.081	22,9	30.080	8,67	20,1	9,9	1,8
Κροατία	4.067.206	20,6	13.660	6,98	18,3	6,6	1,4
Κύπρος	881.952	16,1	26.090	7,01	14,7	7,1	1,0
Λετονία	1.913.822	20,3	16.020	6,58	22,9	6,3	4,3
Λιθουανία	2.794.137	19,8	17.490	7,01	20,6	6,3	1,4
Λουξ/ργο	620.001	14,4	100.890	5,37	17,5	5,6	0,2
Μάλτα	504.062	18,7	27.830	8,95	17,1	3,6	0,0
Ολλανδία	17.344.874	19,2	46.880	10,17	13,2	4,4	0,2
Ουγγαρία	9.771.141	19,3	14.950	6,35	12,3	3,3	1,0
Πολωνία	37.965.475	17,7	13.900	6,45	15,4	3,3	4,2
Πορτογαλία	10.286.263	21,8	20.840	9,53	17,2	6,7	1,7
Ρουμανία	19.371.648	18,5	11.520	5,74	23,8	4,9	4,9
Σλοβακία	5.454.147	16,0	17.250	6,96	11,9	5,7	2,7
Σλοβενία	2.088.385	19,8	23.170	8,52	12	4,4	2,9
Σουηδία	10.278.887	19,9	46.390	10,87	17,1	7,0	1,4
Τσεχία	10.671.870	19,6	21.140	7,83	10,1	2,0	0,5
Φινλανδία	5.521.606	21,8	43.440	9,15	11,6	6,8	4,7

(Πηγή: Eurostat, 2019)

Όπως αποτυπώνεται στο ακόλουθο γράφημα (Εικόνα 4 1), η Γαλλία να κατάγραψε τη μεγαλύτερη αύξηση ενώ η Ιταλία και Γερμανία τις μεγαλύτερες μειώσεις του πληθυσμού τους.



Εικόνα 4-1 Φυσική πληθυσμιακή μεταβολή της ΕΕ27

4.1.2 Ποσοστό (%) πληθυσμού άνω των 65 ετών

Το ποσοστό του πληθυσμού άνω των 65 ετών στην ΕΕ27 για το 2019 ήταν το 20,6% του γενικού πληθυσμού, με τη Γερμανία να έχει το μεγαλύτερο (21,8%) και την Ιρλανδία το μικρότερο (14,1%) ποσοστό (Πίνακας 4-1). Κατά την τελευταία δεκαετία το φαινόμενο της γήρανσης του πληθυσμού επιδεινώθηκε και στις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από 2,86% (Λουξεμβούργο) έως 31,15% (Μάλτα). Οι αυξανόμενες απαιτήσεις λόγω της

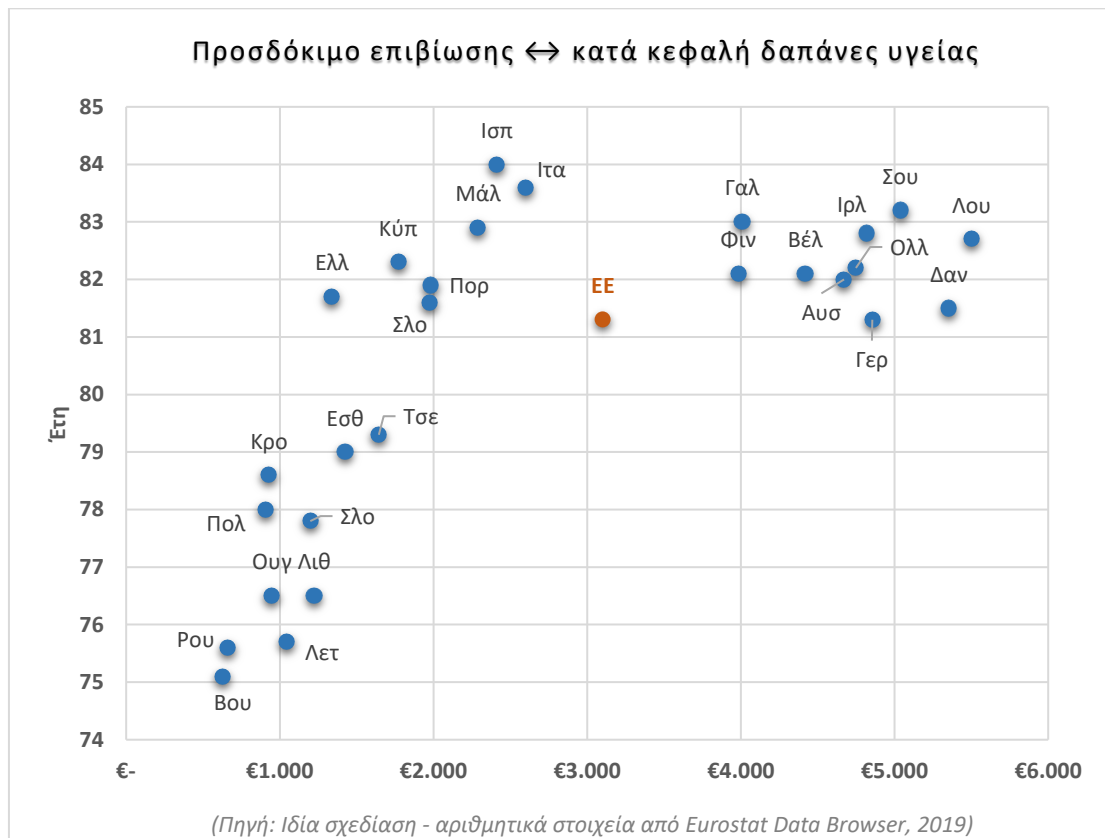
γήρανσης του πληθυσμού δημιουργούν μεγαλύτερες ανάγκες για φροντίδα υγείας και απαιτούν δομικές παρεμβάσεις στα υγειονομικά συστήματα καθώς τα νοσοκομειοκεντρικά μοντέλα περίθαλψης δε θεωρούνται πλέον κατάλληλα για να καλύψουν επαρκώς τις ανάγκες υγείας των ασθενών. Αρκετές από τις χώρες της ΕΕ, για να ανταποκριθούν στις νέες προκλήσεις, ξεκίνησαν την τελευταία δεκαετία σχετικές μεταρρυθμίσεις με στόχο μία ολοκληρωμένη και ανθρωποκεντρική προσέγγιση, με παρεμβάσεις στο σύστημα υγείας (μείωση της Μέσης Διάρκειας Νοσηλείας, αύξηση των δομών μακροχρόνιας φροντίδας και αποκατάστασης κλπ.) και ενίσχυση της φροντίδας στην κοινότητα (OECD/EU, 2018; European Commission, 2019a).

4.2 Δείκτες υγείας

4.2.1 Προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση (life expectancy at birth - LE)

Το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση αποτυπώνει το μέσο αριθμό των ετών που αναμένεται να ζήσει ένα άτομο λαμβάνοντας υπόψη τα τρέχοντα ποσοστά θνησιμότητας για τη συγκεκριμένη ηλικία (*age-specific death rates*). Τις τελευταίες πέντε δεκαετίες το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση έχει παρουσιάσει αύξηση κατά περίπου 10 έτη και στα δυο φύλα φτάνοντας το 2019 στα 81,3 έτη (78,5 για τους άντρες και 84,0 για τις γυναίκες) ωστόσο η πρόοδος αυτή παρουσιάζει επιβράδυνση τα τελευταία χρόνια κυρίως σε ορισμένες χώρες της Δυτικής Ευρώπης και ιδιαίτερα στις μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες. Η αύξηση του προσδόκιμου αντανακλά τις θετικές επιπτώσεις πολιτικών για τη δημόσια υγεία και οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στη μείωση της βρεφικής θνησιμότητας, στην άνοδο του βιοτικού επιπέδου, στην βελτίωση του επιπέδου εκπαίδευσης στην πρόοδο της ιατρικής επιστήμης και της βιοϊατρικής τεχνολογίας. Σε δεκαεπτά (17) από τις είκοσι επτά (27) χώρες της ΕΕ το προσδόκιμο ζωής υπερβαίνει τα 80 έτη, φτάνοντας στα 84 σχεδόν έτη στην Ισπανία και την Ιταλία (84 και 83,6 αντίστοιχα) ενώ οι μικρότερες τιμές του δείκτη καταγράφονται στη Βουλγαρία (75,1 έτη) και στη Ρουμανία (75,6 έτη). (Eurostat, 2023a). Στις γυναίκες, σε όλες τις χώρες της ΕΕ27, οι τιμές του δείκτη ήταν μεγαλύτερες κατά μέσο όρο 5,5 έτη σε σχέση με τους άνδρες (για το 2019) ωστόσο υπήρξαν χώρες όπως η Λετονία και η Λιθουανία με ιδιαίτερα μεγάλες διαφορές που ξεπέρασαν τα 9 έτη (9,2 και 9,6 έτη αντίστοιχα). Εκτός από τις διαφορές που σημειώνονται μεταξύ των φύλων, μεγάλες ανισότητες του δείκτη καταγράφονται με βάση την κοινωνική

και οικονομική κατάσταση ανά επίπεδο εκπαίδευσης, εισόδημα και επαγγελματική ομάδα (OECD/EU, 2020; European Commission, 2019b).



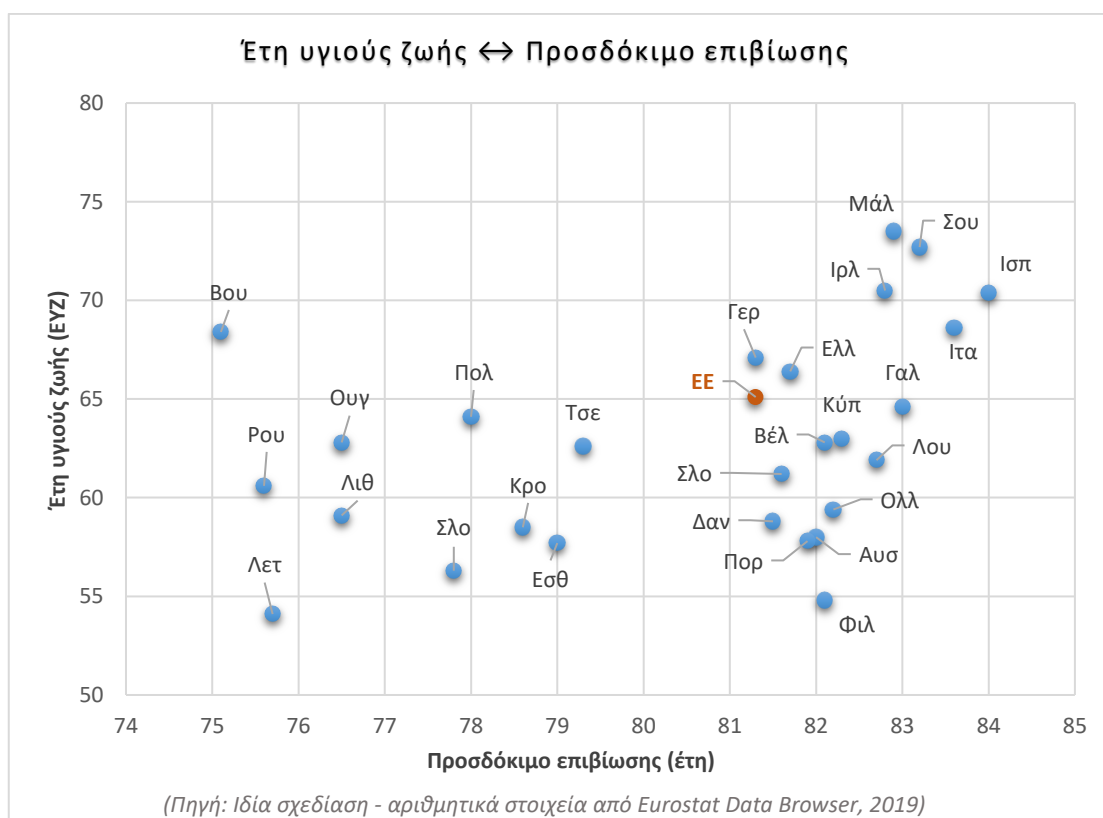
Εικόνα 4-2 Προσδόκιμο επιβίωσης και κατά κεφαλή δαπάνες υγείας

Γενικά η αύξηση των δαπανών για την υγειονομική περίθαλψη τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει σε βελτίωση της κατάστασης της υγείας του πληθυσμού. Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης στη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των δαπανών, ιδιαίτερα σε χώρες που ενώ δαπανούν περισσότερα δεν πετυχαίνουν πάντα τα καλύτερα αποτελέσματα στη βελτίωση των δεικτών υγείας (Joumard et al., 2010). Όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα διασποράς του προσδόκιμου επιβίωσης με τις κατά κεφαλή δαπάνες (Εικόνα 4-2) σχηματίζονται τρεις χαρακτηριστικές ομάδες χωρών που εντοπίζονται στα τρία από τα τέσσερα τεταρτημόρια που οριοθετούνται από το σημείο που έχει συντεταγμένες τις μέσες τιμές της ΕΕ.

4.2.2 Έτη Υγιούς Ζωής κατά τη γέννηση – ΕΥΖ (Healthy Life Years -HLY)

Το προσδόκιμο υγιούς ζωής κατά τη γέννηση (ή Έτη Υγιούς Ζωής) είναι ένας σημαντικός δείκτης θετικής υγείας του πληθυσμού, που αποτυπώνει τον αριθμό των ετών που

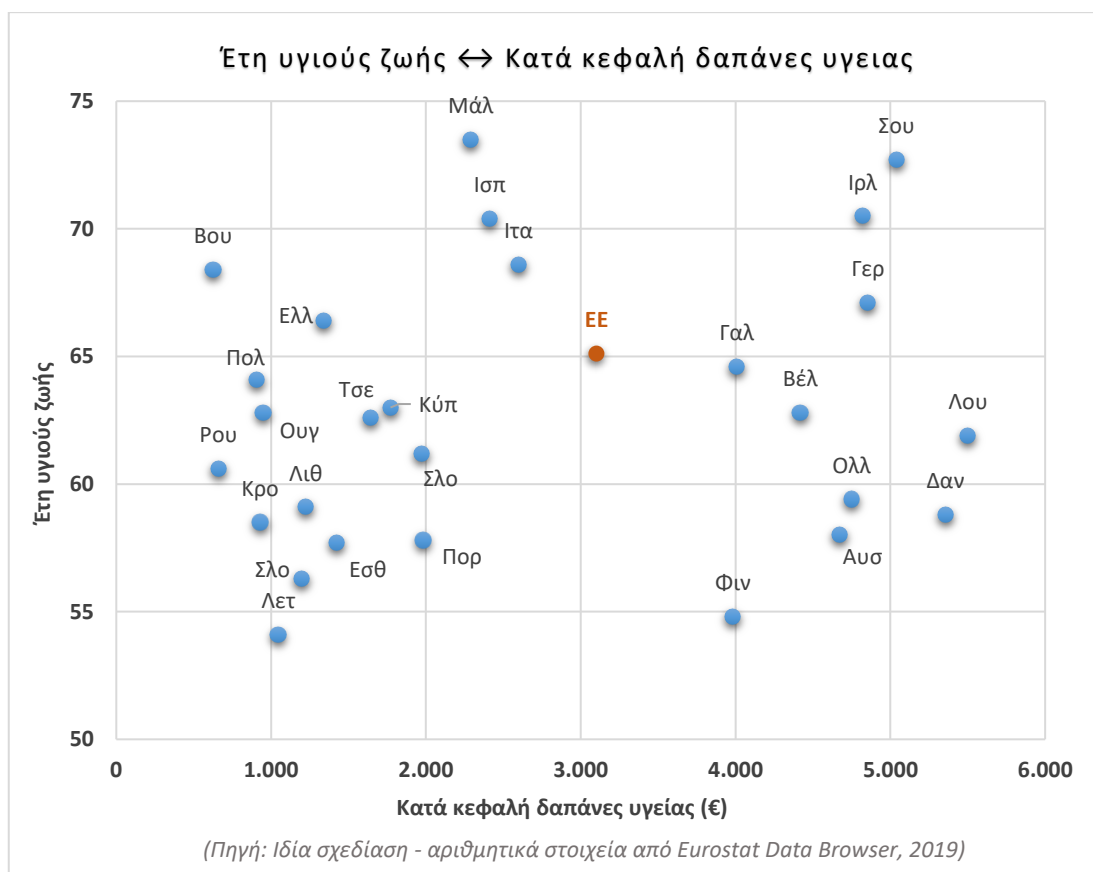
αναμένεται να ζήσει ένα άτομο με καλή υγεία, χωρίς ασθένεια και περιορισμούς δραστηριότητας (Eurostat, 2022b). Πρόκειται για δείκτη που εκτός από την παρακολούθηση της υγείας συνδέεται και με την παραγωγικότητα (ως οικονομικού παράγοντα), καθώς περισσότερα έτη υγιούς ζωής σημαίνουν και περισσότερο εργατικό δυναμικό, λιγότερες πρόωρες συνταξιοδοτήσεις και λιγότερες ανάγκες μακροχρόνιας περίθαλψης. Επομένως η αύξηση του δείκτη, εκτός από τα ατομικά οφέλη, θα είχε κοινωνικό όφελος καθώς θα οδηγούσε σε ενίσχυση της παραγωγικότητας και μείωση τους κόστους των συστημάτων υγείας. Επίσης, σε αντίθεση με το προσδόκιμο επιβίωσης μετρά την ποσότητα, τα έτη υγιούς ζωής αποτυπώνουν και την ποιότητα της ζωής και τις ανισότητες στην υγεία (Murray and Evans, 2003; Asandului et al., 2014). Το παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 4-3) αποτυπώνει τα ΕΥΖ σε σχέση με το προσδόκιμο ζωής στην ΕΕ27.



Εικόνα 4-3 Έτη υγιούς ζωής και προσδόκιμο επιβίωσης

Κατά μέσο όρο στις χώρες της ΕΕ, τα έτη υγιούς ζωής ήταν 64,6 και ειδικότερα 64,2 για τους άντρες και 65,1 έτη για τις γυναίκες. Σε επίπεδο χώρας τις μικρότερες τιμές του δείκτη κατέγραψαν η Λετονία και η Φινλανδία (54,1 και 54,8 έτη αντίστοιχα) και τις μεγαλύτερες τιμές η Μάλτα και η Σουηδία (73,5 και 72,7 έτη αντίστοιχα). Όπως

διαπιστώνεται, σε αντίθεση με το προσδόκιμο επιβίωσης, η υπεροχή του δείκτη στις γυναίκες στην ΕΕ27 είναι μικρότερη από ένα έτος ενώ υπάρχουν και χώρες που οι γυναίκες εμφανίζουν λιγότερα έτη υγιούς ζωής σε σχέση με τους άνδρες. Ωστόσο μεταξύ των χωρών της ΕΕ, το εύρος στα έτη υγιούς ζωής (19,4) είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το αντίστοιχο εύρος (8,9) στο προσδόκιμο επιβίωσης. (OECD/EU, 2020).



Εικόνα 4-4 Έτη υγιούς ζωής και κατά κεφαλή δαπάνες

Όπως αποτυπώνεται στο διάγραμμα διασποράς του δείκτη των ετών υγιούς ζωής σε σχέση με τις κατά κεφαλή δαπάνες (Εικόνα 4-4) υπάρχει μία διακριτή στρωματοποίηση των χωρών σε δύο γκρουπ που οριοθετούνται από το ύψος της κατά κεφαλή δαπάνης.

4.2.3 Βρεφική θνησιμότητα (Infant mortality)

Ο δείκτης βρεφικής θνησιμότητας (*Infant Mortality Rate, IMR*) αποτυπώνει τον αριθμό των βρεφικών θανάτων, ηλικίας κάτω του ενός έτους, για κάθε 1.000 γεννήσεις ζώντων. Πρόκειται για βασικό δείκτη που αντιπροσωπεύει μία σημαντική συνιστώσα της θνησιμότητας κάτω των πέντε ετών και παρέχει βασικές πληροφορίες για την υγεία της μητέρας και των βρεφών. Ταυτόχρονα, παρέχει χρήσιμες ενδείξεις για τη συνολική υγεία

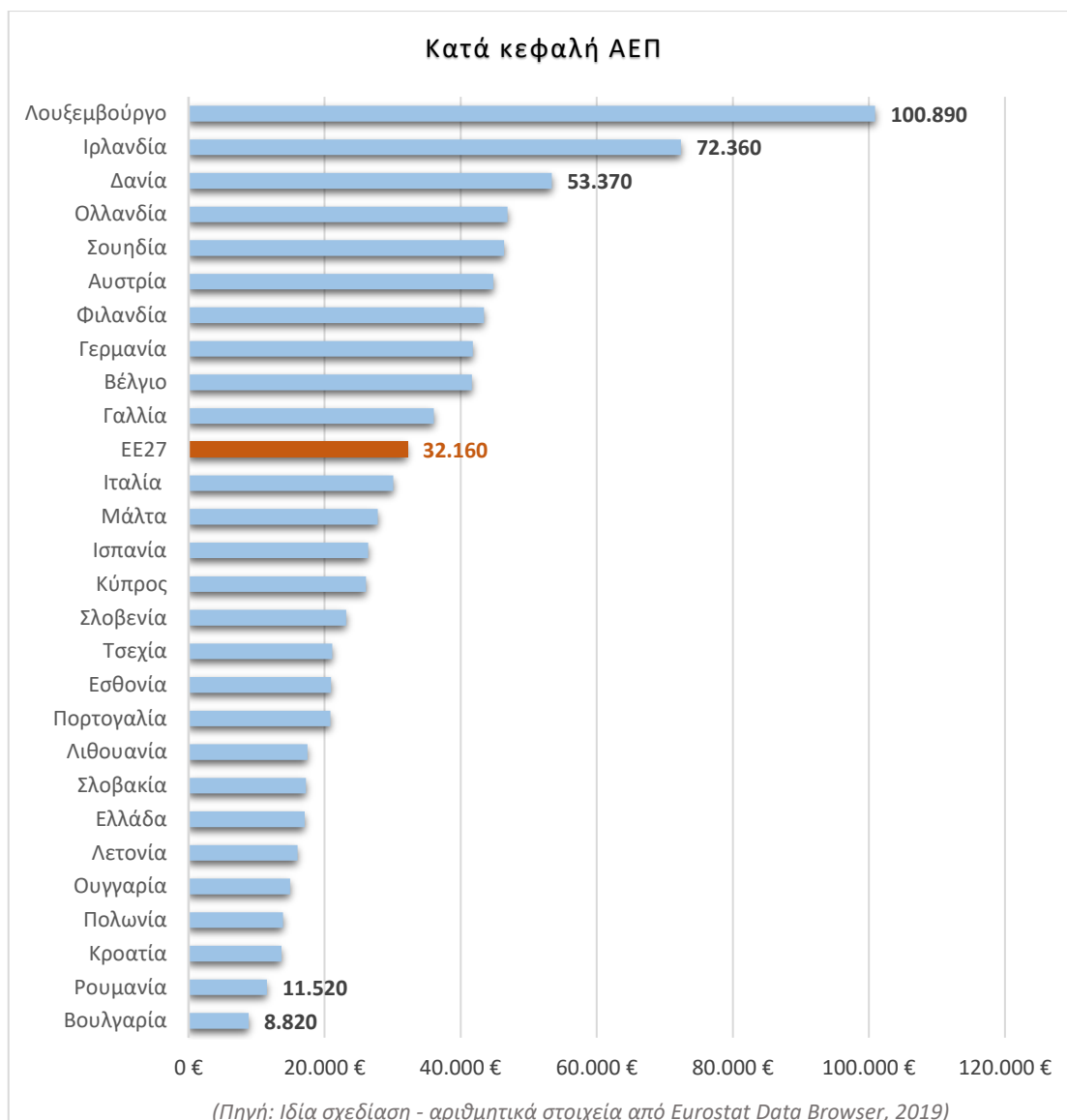
μιας κοινωνίας καθώς αντικατοπτρίζει κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης (WHO, 2022; CDC, 2022). Η μείωση, σχεδόν κατά το ήμισυ, των ποσοστών της βρεφικής θνησιμότητας τα τελευταία 20 χρόνια στην Ευρωπαϊκή Ένωση (από 6,2 θανάτους ανά 1.000 γεννήσεις το 1999 σε 3,2 θανάτους ανά 1.000 γεννήσεις το 2021), είχε καθοριστική συμβολή στην αύξηση του προσδόκιμου ζωής κατά τη γέννηση. Κατά μέσο όρο, στις χώρες της ΕΕ-27, το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας για το έτος 2019 ήταν 3,4 θάνατοι ανά 1.000 γεννήσεις ζώντων ενώ σε επίπεδο μεμονωμένων χωρών η μικρότερη τιμή (1,6) του δείκτη καταγράφεται στην Εσθονία και η μεγαλύτερη (6,7) στη Μάλτα (Eurostat, 2023a).

4.3 Οικονομικοί παράγοντες

4.3.1 Κατά κεφαλή ακαθάριστο εγχώριο προϊόν -ΑΕΠ (σε τιμές αγοράς, €)

Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) είναι η μονάδα που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση του συνολικού μεγέθους μιας οικονομίας. Οι παράγωγοι δείκτες, όπως για παράδειγμα το κατά κεφαλή (ανά κάτοικο) ΑΕΠ, είτε σε ευρώ είτε προσαρμοσμένο στα πρότυπα αγοραστικής δύναμης (Purchasing Power Standard -PPS), προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι διαφορές στα επίπεδα των τιμών, έχουν ευρεία χρήση στη σύγκριση του βιοτικού επιπέδου και των συνθηκών διαβίωσης καθώς και για την παρακολούθηση της οικονομικής σύγκλισης ή/και απόκλισης εντός της ΕΕ. Το κατά κεφαλή ΑΕΠ παρέχει ένα βασικό μέτρο της αξίας της παραγωγής ανά άτομο, το οποίο αποτελεί έναν έμμεσο δείκτη του κατά κεφαλή εισοδήματος (World Bank, 2020; Eurostat 2022a).

Το 2019, ο μέσος όρος της ΕΕ27 για το δείκτη ήταν 32.160 ευρώ ενώ σε επίπεδο χωρών σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές, όπως αποτυπώνονται στο ακόλουθο γράφημα (Εικόνα 4-5). Το Λουξεμβούργο και η Ιρλανδία σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές του δείκτη, μεταξύ των χωρών του δείγματος, κατά 214% και 125% πάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ27 ενώ στο άλλο άκρο της κλίμακας βρίσκονται η Βουλγαρία και η Ρουμανία με τις χαμηλότερες τιμές του δείκτη (73% και 64% κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ27, αντίστοιχα).



Εικόνα 4-5 Κατά κεφαλή ΑΕΠ

Όλες οι χώρες της ΕΕ-27 κατατάσσονται στις αναπτυγμένες οικονομίες ενώ, επιπλέον, τρεις από αυτές (Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία) συμπεριλαμβάνονται στις 7 χώρες (G7) με τις πιο ανεπτυγμένες οικονομίες παγκόσμια. Ειδικότερα, στην ταξινόμηση σύμφωνα κατά το κεφαλήν Ακαθάριστο Ετήσιο Εισόδημα (ΑΕΕ) σε δολάρια, όπως καθορίζονται από την Παγκόσμια Τράπεζα με βάση τα στοιχεία για το 2019, οι 26 χώρες της ΕΕ27 συμπεριλαμβάνονται στις οικονομίες υψηλού εισοδήματος (με εισόδημα υψηλότερο από 12.535 δολάρια) ενώ η Βουλγαρία βρίσκεται μεταξύ των χωρών ανώτερου μεσαίου εισοδήματος (με εισόδημα μεταξύ 4.046 και 12.535 δολάρια) (United Nations, 2021).

4.3.2 Δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ.

Οι δαπάνες υγείας συνήθως εκφράζονται ως ποσοστό του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (%ΑΕΠ) ή ως κατά κεφαλή δαπάνη. Το επίπεδο των δαπανών που καταναλώνει μία χώρα για τη χρηματοδότηση του υγειονομικού της συστήματος καθώς και η μεταβολή του με την πάροδο του χρόνου εξαρτάται όχι μόνο από το ποσοστό που διαθέτει σε σχέση με τα υπόλοιπα αγαθά και υπηρεσίες, αλλά και από το και από το συνολικό μέγεθος της οικονομίας της.

Πίνακας 4-2 Δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ

Τρέχουσες Δαπάνες Υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ (ΕΕ27, έτος 2019)					
< 7,5%		7,7% - 10,0%		> 10,0%	
Βουλγαρία	7,13	Τσεχία	7,83	Ολλανδία	10,17
Κύπρος	7,01	Ελλάδα	7,84	Αυστρία	10,43
Λιθουανία	7,01	Σλοβενία	8,52	Βέλγιο	10,66
Κροατία	6,98	Ιταλία	8,67	Σουηδία	10,87
Σλοβακία	6,96	Μάλτα	8,95	Γαλλία	11,06
Εσθονία	6,73	Ισπανία	9,13	Γερμανία	11,70
Ιρλανδία	6,68	Φινλανδία	9,15		
Λετονία	6,58	Πορτογαλία	9,53		
Πολωνία	6,45	Δανία	9,96		
Ουγγαρία	6,35				
Ρουμανία	5,74				
Λουξεμβούργο	5,37				

(Πηγή: Ιδία διαμόρφωση – αριθμητικά στοιχεία από Eurostat Data Browser, 2019)

Το 2019, οι τρέχουσες δαπάνες για την υγεία, στις χώρες της ΕΕ27, ήταν κατά μέσο όρο στο 8,3% του ΑΕΠ (OECD, 2020). Όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 4-2, οι δαπάνες υγείας στις 6 από τις 27 χώρες του δείγματος αντιπροσώπευαν ποσοστό μεγαλύτερο από 10% του ΑΕΠ, σε 9 χώρες ποσοστό μεταξύ 7,5 έως 10% του ΑΕΠ ενώ οι περισσότερες χώρες του δείγματος δαπανούσαν για την υγεία ποσοστό μικρότερο του 10% του ΑΕΠ τους.

4.3.3 Κατά κεφαλή δαπάνες υγείας

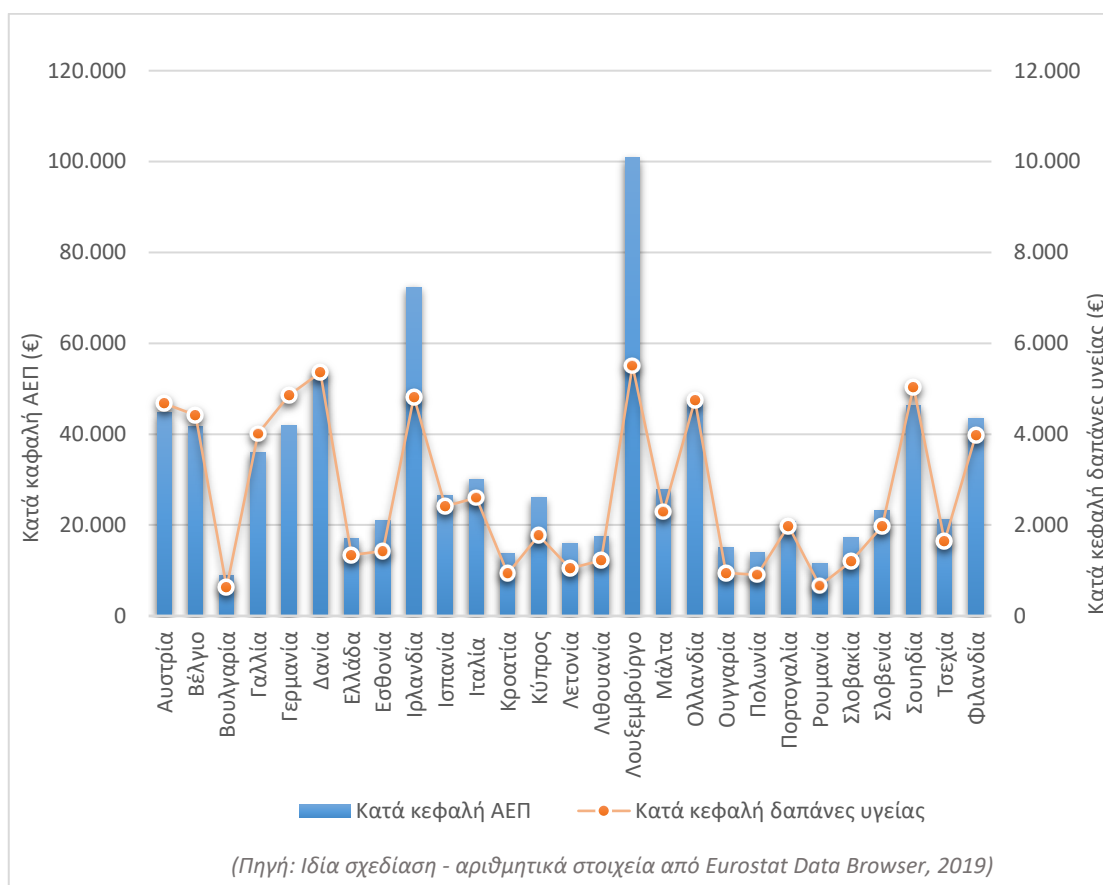
Όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 4-3 σημαντικές διαφορές καταγράφονται και στην κατά κεφαλή δαπάνη υγείας μεταξύ των χωρών της ΕΕ27 καθώς κυμαίνεται από 625,59 και 661,28 ευρώ στη Βουλγαρία και Ρουμανία αντίστοιχα έως 5.355,06 και 5.502,10 ευρώ στη Δανία και στο Λουξεμβούργο. Κατά μέσο όρο η κατά κεφαλή δαπάνη στις χώρες του δείγματος είναι 3.102,05 ευρώ ενώ η αναλογία μεταξύ του υψηλότερου και του χαμηλότερου επιπέδου δαπανών ανά κάτοικο είναι [8,8:1].

Πίνακας 4-3 Κατά κεφαλή δαπάνες υγείας

Κατά κεφαλή δαπάνες υγείας (ευρώ) ΕΕ -27 (2019)					
> 5.000	4.000 - 5.000	3.000 - 4.000	2.000 - 3.000	1.000 - 2.000	0-1.000
Σουηδία	Γαλλία	ΕΕ -27	Μάλτα	Λετονία	Βουλγαρία
Δανία	Βέλγιο	Φινλανδία	Ισπανία	Σλοβακία	Ρουμανία
Λουξεμβούργο	Αυστρία		Ιταλία	Λιθουανία	Πολωνία
	Ολλανδία			Ελλάδα	Κροατία
	Ιρλανδία			Εσθονία	Ουγγαρία
	Γερμανία			Τσεχία	
				Κύπρος	
				Σλοβενία	
				Πορτογαλία	

(Πηγή: Ιδία διαμόρφωση – αριθμητικά στοιχεία από Eurostat Data Browser, 2019)

Στο παρακάτω γράφημα (Εικόνα 3-1) αποτυπώνονται οι κατά κεφαλή δαπάνες υγείας μαζί με το κατά κεφαλή ΑΕΠ.



(Πηγή: Ιδία σχεδίαση - αριθμητικά στοιχεία από Eurostat Data Browser, 2019)

Εικόνα 4-6 Κατά κεφαλή ΑΕΠ και κατά κεφαλή δαπάνες υγείας

Οι θεραπευτικές φροντίδες απορροφούν σε όλες τις χώρες το μεγαλύτερο μέρος της κατά κεφαλή δαπάνης υγείας ωστόσο σε επίπεδο χώρας υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις από 329,77 και 359,51 ευρώ (σε Βουλγαρία και Ρουμανία αντίστοιχα) έως 2.695,7 και 2.889,59 ευρώ (σε Λουξεμβούργο και Δανία αντίστοιχα). Αξιοσημείωτες είναι και οι διαφορές στις

κατά κεφαλή δαπάνες υγείας που διατίθενται από τις χώρες για φροντίδα αποκατάστασης, με την Ελλάδα να καταγράφει το μικρότερο ποσό, μόλις 9,68 ευρώ και το Λουξεμβούργο το μεγαλύτερο (396,73 ευρώ). Αθροιστικά οι υπηρεσίες θεραπείας και αποκατάστασης αντιπροσώπευαν περισσότερο από το 50% (Πίνακας 4-4) των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης σε όλες σχεδόν τις χώρες της ΕΕ27 εκτός από τη Γερμανία και τη Μάλτα (49,0% και 49,9% αντίστοιχα).

Πίνακας 4-4 Ποσοστιαία διάρθρωση δαπανών υγειονομικής περίθαλψης

Χώρες	Θεραπευτικές φροντίδες και αποκατάστασης	Μακροχρόνια νοσηλευτική φροντίδα	Βοηθητικές υπηρεσίες	Υγειονομικό υλικό	Υπηρεσίες πρόληψης και δημόσιας υγείας	Διοικητικές υπηρεσίες και ασφάλιση
ΕΕ-27	53,5%	16,6%	5,0%	18,4%	2,9%	3,7%
Αυστρία	59,5%	14,4%	3,0%	16,9%	2,1%	4,1%
Βέλγιο	55,0%	22,5%	4,4%	13,0%	1,6%	3,4%
Βουλγαρία	54,4%	0,1%	4,4%	36,5%	3,0%	1,6%
Γαλλία	53,9%	15,9%	5,4%	17,4%	1,9%	5,6%
Γερμανία	49,0%	18,9%	5,0%	19,4%	3,3%	4,4%
Δανία	55,1%	24,9%	4,4%	10,6%	2,5%	2,6%
Ελλάδα	62,2%	1,7%	4,2%	28,8%	1,4%	1,7%
Εσθονία	54,8%	9,4%	11,6%	19,1%	3,6%	1,5%
Ιρλανδία	56,4%	21,6%	2,8%	13,2%	2,7%	2,3%
Ισπανία	58,4%	9,4%	5,0%	22,1%	2,1%	2,9%
Ιταλία	54,0%	10,6%	8,1%	20,9%	4,7%	1,6%
Κροατία	58,3%	3,1%	9,9%	23,2%	3,0%	2,5%
Κύπρος	63,8%	4,2%	10,7%	17,1%	1,2%	2,9%
Λετονία	53,2%	5,1%	10,6%	27,6%	2,6%	1,0%
Λιθουανία	55,2%	7,5%	5,5%	27,8%	2,7%	1,2%
Λουξεμβούργο	56,2%	18,9%	5,8%	13,2%	2,5%	3,4%
Μάλτα	49,9%	19,5%	5,0%	21,3%	1,3%	3,0%
Ολλανδία	51,3%	28,3%	1,9%	11,4%	3,4%	3,8%
Ουγγαρία	54,1%	3,9%	6,3%	30,3%	3,2%	2,3%
Πολωνία	63,8%	6,7%	3,7%	22,0%	2,1%	1,7%
Πορτογαλία	64,9%	4,8%	7,4%	19,1%	1,8%	1,9%
Ρουμανία	57,1%	5,6%	5,6%	27,2%	1,6%	3,0%
Σλοβακία	55,2%	0,4%	7,9%	32,0%	0,8%	3,7%
Σλοβενία	58,3%	10,2%	3,3%	21,2%	3,2%	3,8%
Σουηδία	51,2%	26,3%	4,3%	12,5%	3,3%	1,7%
Τσεχία	56,5%	14,9%	5,0%	18,2%	2,5%	2,3%
Φινλανδία	60,3%	17,4%	3,0%	14,5%	3,9%	0,8%

(Πηγή: Αριθμητικά στοιχεία από Eurostat Data Browser, 2019)

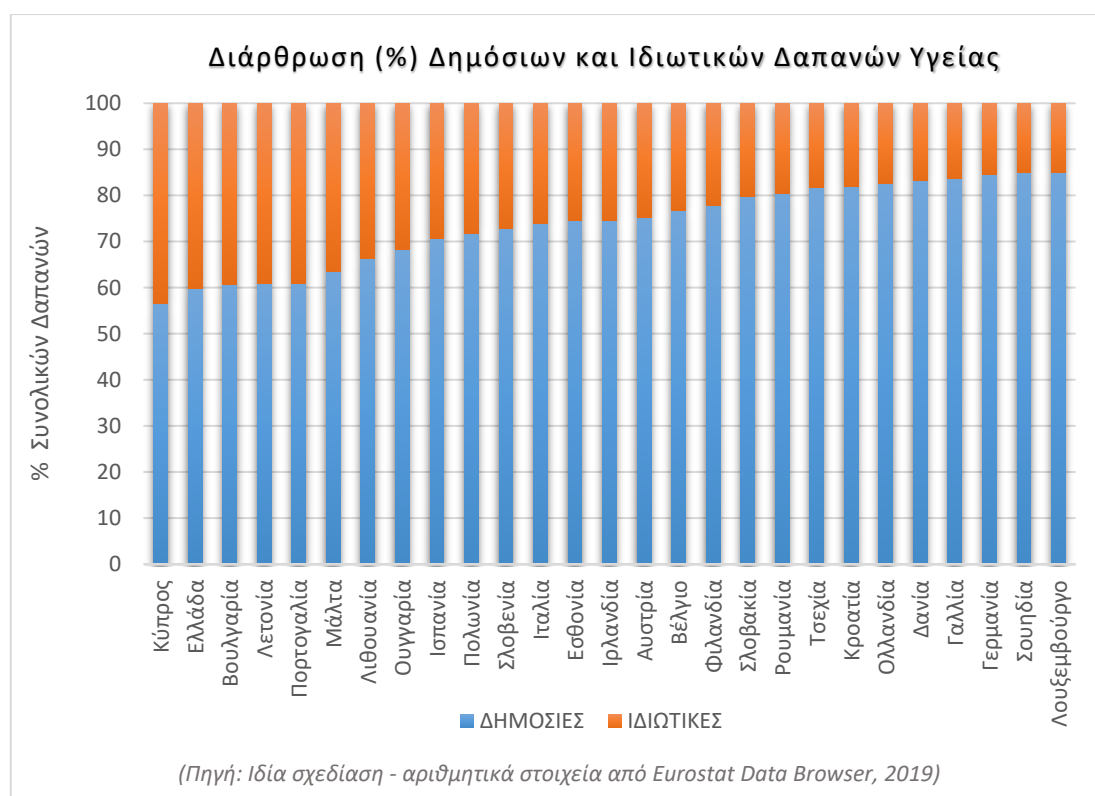
Οι δαπάνες για υγειονομικό υλικό αποτελούσαν τη δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία στην ΕΕ27 το 2019, με μερίδιο το 18,4% των συνολικών δαπανών υγείας. Σε επίπεδο χωρών υπήρχαν σημαντικές διαφορές από 10,6% (Δανία) έως 36,5% (Βουλγαρία), με 11 χώρες να έχουν ποσοστά μικρότερα από τον μέσο όρο της ΕΕ27 και τις υπόλοιπες 16 χώρες

μεγαλύτερα. Οι δαπάνες για τη μακροχρόνια νοσηλευτική φροντίδα αποτελούν την τρίτη κατηγορία στην ΕΕ27, καθώς αντιπροσωπεύουν το 16,6% των δαπανών υγείας. Γενικά στην Ευρώπη υπάρχει υψηλό επίπεδο ετερογένειας ως προς το μέγεθος, την οργάνωση και τη χρηματοδότηση υπηρεσιών μακροχρόνιας νοσηλευτικής φροντίδας, με τις χώρες να δίνουν διαφορετική έμφαση στους πόρους που δαπανώνται στην παροχή της (European Observatory on Health Systems and Policies, 2018). Έτσι αποτυπώνονται σημαντικές αποκλίσεις καθώς υπάρχουν χώρες που δαπανούν λιγότερα από 5 ευρώ, όπως η Βουλγαρία και η Σλοβακία (0,1% και 0,4% των δαπανών τους αντίστοιχα) ενώ στο άλλο άκρο της κλίμακας χώρες που δαπανούν περισσότερα από 1.300 ευρώ, όπως η Σουηδία (1.324,29 ευρώ), η Δανία (1.333,74 ευρώ) και η Ολλανδία (1.343,75 ευρώ) που αντιπροσωπεύουν το 26,3%, 24,9% και 28,3% των δαπανών τους για την υγεία, αντίστοιχα. Ωστόσο, στις συγκρίσεις μεταξύ των χωρών, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι χαμηλότερα ποσοστά μπορεί να οφείλονται, ως ένα βαθμό, στην κοινωνική συνιστώσα της συγκεκριμένης κατηγορίας. Να σημειωθεί ότι σε αρκετές χώρες, οι οικογένειες αναλαμβάνουν το κύριο βάρος της μακροχρόνιας νοσηλευτικής φροντίδας των μελών τους χωρίς να λαμβάνουν αποζημίωση (Eurostat 2021). Οι δαπάνες για υπηρεσίες πρόληψης και δημόσιας υγείας ανήλθαν στην ΕΕ27, κατά μέσο όρο, στο 2,9% των δαπανών υγείας, κυμαινόμενες από 0,8% στη Σλοβακία που δαπανά ελάχιστους πόρους έως 4,7% στην Ιταλία. Οι χαμηλότερες δαπάνες ανά κάτοικο καταγράφονται στη Σλοβακία και τη Ρουμανία (9,72 και 10,26 ευρώ αντίστοιχα) ενώ οι υψηλότερες στη Γερμανία και τη Σουηδία που δαπανούν 162,29 και 165,19 ευρώ αντίστοιχα.

Είναι σημαντικό για την ολοκληρωμένη συγκριτική αποτύπωση του μεγέθους των δαπανών για την υγεία των χωρών να λαμβάνονται υπόψη συνδυαστικά και οι δύο παραπάνω δείκτες (δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ και κατά κεφαλή δαπάνες υγείας). Γενικά οι χώρες με υψηλότερο εισόδημα διαθέτουν περισσότερους πόρους για την υγεία ωστόσο ορισμένες χώρες με υψηλές κατά κεφαλή δαπάνες υγείας έχουν χαμηλές δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ τους, όπως για παράδειγμα το Λουξεμβούργο που έχει τη μεγαλύτερη κατά κεφαλή και τη μικρότερη ως ποσοστό του ΑΕΠ δαπάνη υγείας του δείγματος και αντίστροφα (Πίνακας 4-2 και Πίνακας 4-3) (OECD, 2020).

4.3.4 Χρηματοδότηση δαπανών υγείας

Σχετικά την προέλευση της χρηματοδότησης, οι δημόσιες μορφές, είτε μέσω του κρατικού προϋπολογισμού είτε μέσω της υποχρεωτικής κοινωνικής ασφάλισης, είχαν το μεγαλύτερο μερίδιο στη χρηματοδότηση των δαπανών υγείας στην ΕΕ27, σε σχέση με τις ιδιωτικές μορφές που προέρχονται είτε από προγράμματα ιδιωτικής ασφάλισης είτε από άμεσες («από την τσέπη») πληρωμές. Ωστόσο, σε ορισμένες χώρες οι ιδιωτικές δαπάνες είχαν σημαντικό ρόλο στη χρηματοδότηση της υγείας, όπως βλέπουμε στο παρακάτω γράφημα (Εικόνα 4-7)



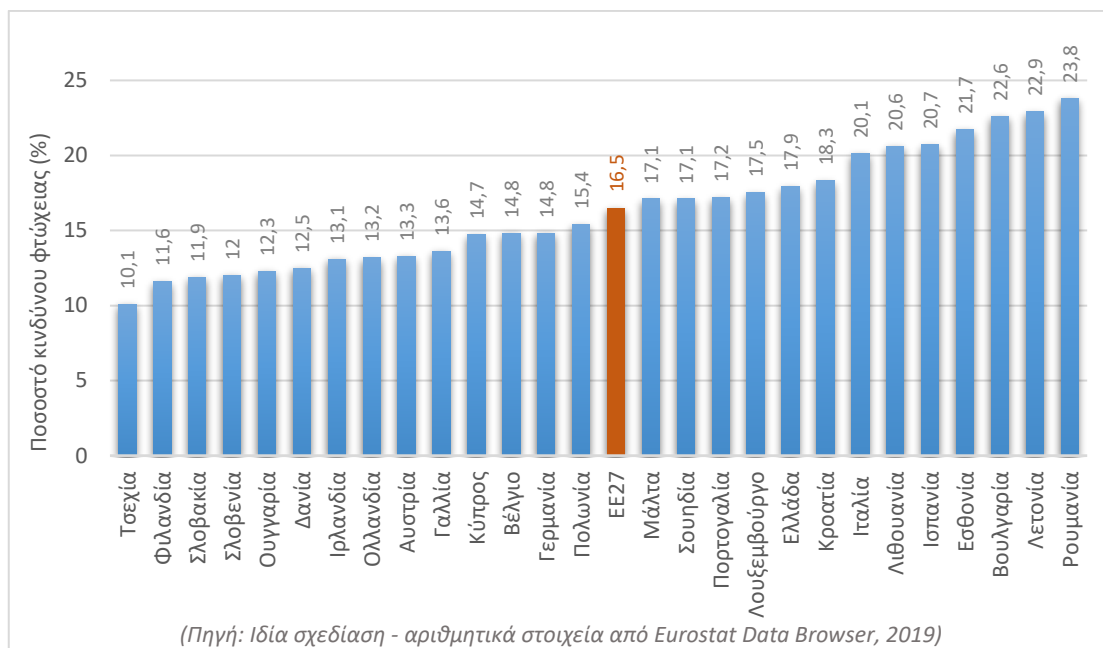
Εικόνα 4-7 Διάρθρωση Δημόσιων Και Ιδιωτικών Δαπανών Υγείας

Ειδικότερα, οι δημόσιες δαπάνες ως ποσοστό επί της συνολικής τρέχουσας δαπάνης υγείας είχαν το μικρότερο μερίδιο στην Κύπρο (56,49%) και την Ελλάδα (59,76%), σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ27, ενώ το υπόλοιπο περίπου 40% προερχόταν από ιδιωτικές πληρωμές. Στην Ελλάδα το μερίδιο της ιδιωτικής χρηματοδότησης ήταν το δεύτερο υψηλότερο (40,24%) του δείγματος, για το 2019. Στον αντίποδα, χώρες όπως η Γερμανία, η Σουηδία και το Λουξεμβούργο είχαν υψηλά ποσοστά δημόσιας χρηματοδότησης που προσέγγιζαν το 85% (84,6%, 84,88% και 84,96% αντίστοιχα).

4.4 Κοινωνικοί παράγοντες

4.4.1 Ποσοστό κινδύνου φτώχειας

Το κατώφλι κινδύνου φτώχειας καθορίζεται στο 60% του εθνικού διάμεσου ισοδύναμου διαθέσιμου εισοδήματος. Σύμφωνα με τη στατιστική υπηρεσία της ΕΕ, το έτος 2019 το 16,5% του συνολικού πληθυσμού της ΕΕ27 αντιμετώπιζε κίνδυνο φτώχειας (ΕΛΣΤΑΤ, 2020; Eurostat, 2020). Όπως φαίνεται και στο σχετικό γράφημα (Εικόνα 4-8) σε 7 από τις 27 χώρες του δείγματος το ποσοστό ξεπέρασε το 20% (Ιταλία 20,1%, Λιθουανία 20,6%, Ισπανία 20,7%, Εσθονία 21,7%, Βουλγαρία 22,6%, Λετονία 22,9% και Ρουμανία 23,8%), γεγονός που σημαίνει ότι περισσότερα από 1 στα 5 άτομα αντιμετώπιζε κίνδυνο εισοδηματικής φτώχειας. Αντίθετα, οι χώρες που εμφάνισαν τα μικρότερα ποσοστά ήταν η Τσεχία, η Φινλανδία και η Σλοβακία (10,1%, 11,6% και 11,9% αντίστοιχα).

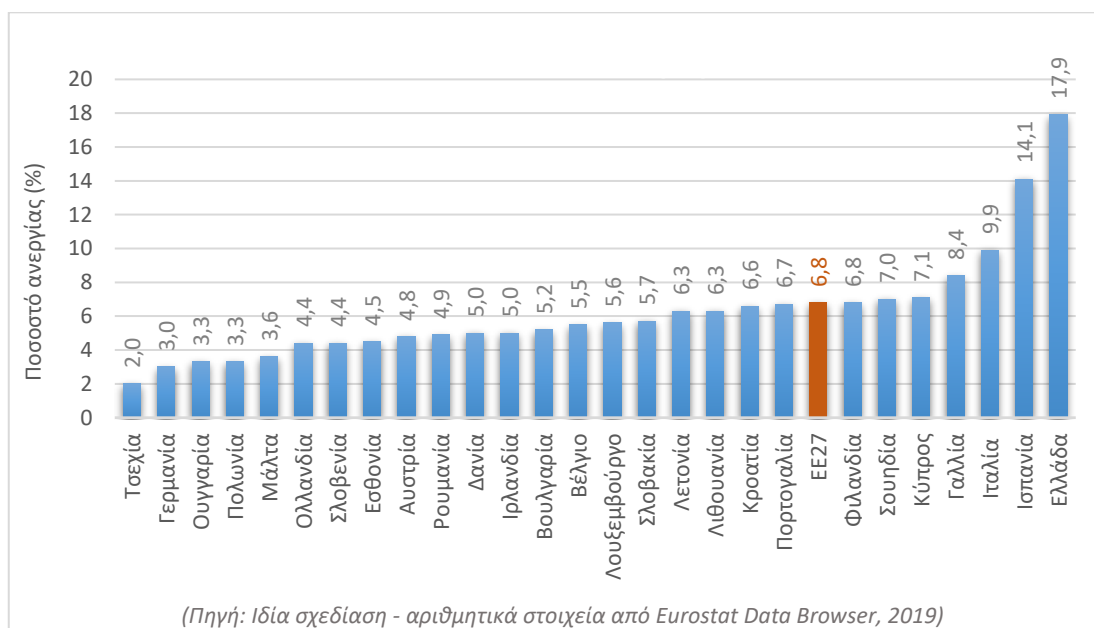


Εικόνα 4-8 Ποσοστό κινδύνου φτώχειας

4.4.2 Ποσοστό ανεργίας (%)

Το ποσοστό ανεργίας, δηλαδή ο αριθμός των ανέργων ως ποσοστό του εργατικού δυναμικού, ηλικίας 15 έως 74 ετών στην ΕΕ27, για το έτος 2019, ήταν 6,8%. Όπως αποτυπώνεται στο επόμενο γράφημα (Εικόνα 4-9) υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών καθώς υπάρχουν χώρες με τιμές του δείκτη μικρότερες από 4% όπως η Τσεχία (2%), η Γερμανία (3%), η Ουγγαρία (3,3%) η Πολωνία (3,3%) και η Μάλτα (3,6%) αλλά και

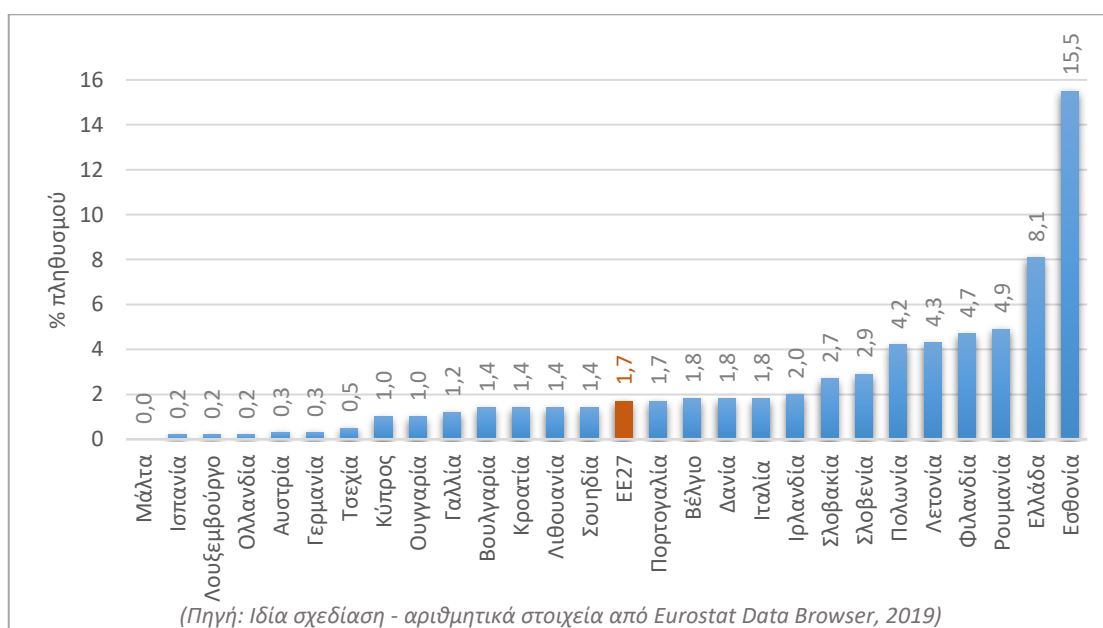
χώρες με ποσοστό ανεργίας υπερδιπλάσιο από αυτό της ΕΕ27, όπως η Ισπανία (14,1%) και η Ελλάδα (17,9%).



Εικόνα 4-9 Συνολικό ποσοστό ανεργίας (%)

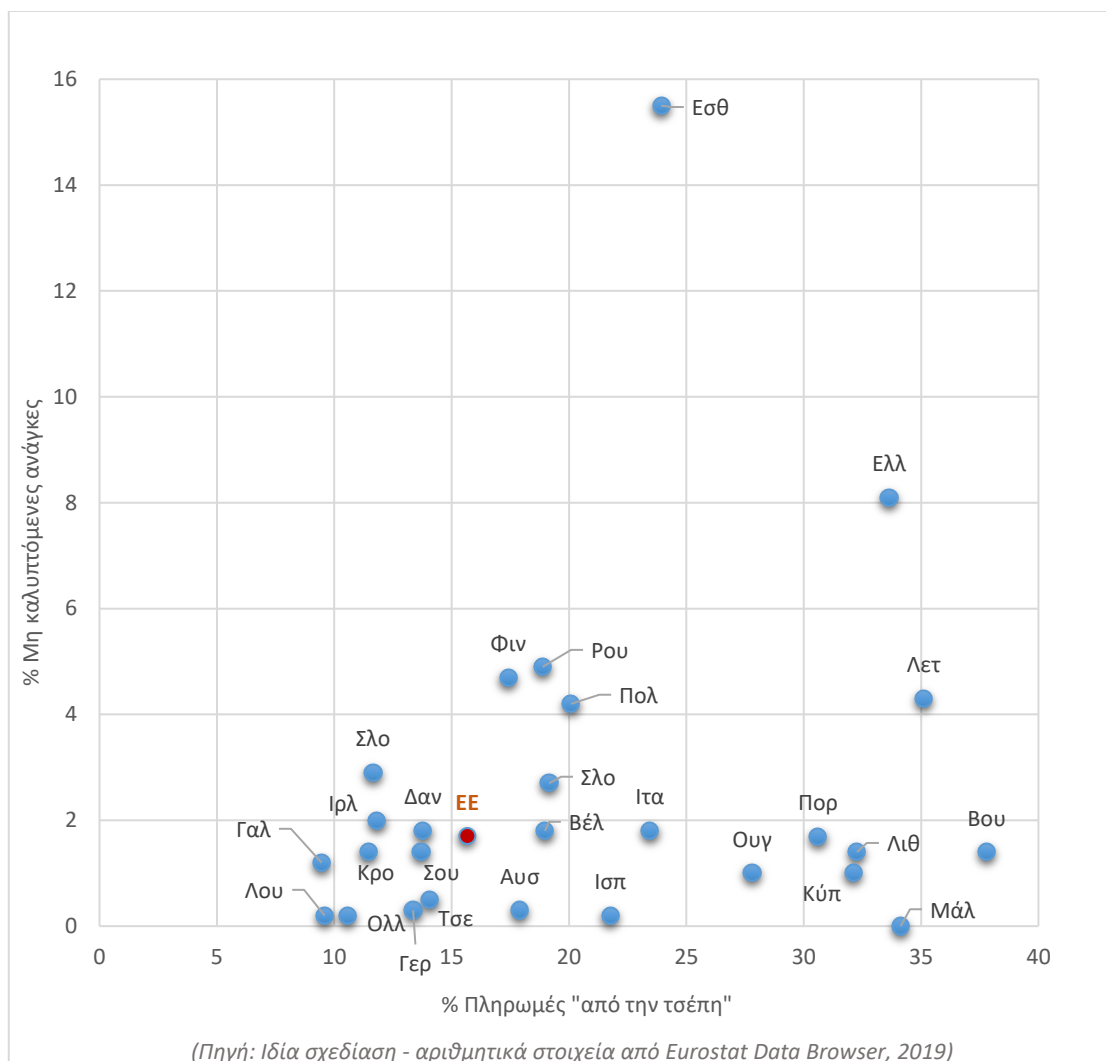
4.4.3 Αυτοαναφερόμενες μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης

Οι μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης αποτελούν σημαντικό μέτρο για την προσβασιμότητα στις υπηρεσίες υγείας. Κατά το έτος 2019, το 1,7% του πληθυσμού της ΕΕ27 ανέφερε ανάγκες για ιατρικές εξετάσεις ή θεραπείες που δεν ικανοποιήθηκαν για διάφορους λόγους (Eurostat 2023b).



Εικόνα 4-10 Αυτοαναφερόμενες μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης

Ειδικότερα σε 7 από τις 27 χώρες ο δείκτης ήταν μικρότερος από 1%, ενώ σε 18 χώρες κυμάνθηκε από 1% έως 5%. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Εσθονία και η Ελλάδα έχουν τα υψηλότερα ποσοστά (15,5% και 8,1% αντίστοιχα) ανεκπλήρωτων αναγκών υγειονομικής περίθαλψης μεταξύ των χωρών της ΕΕ27 (Εικόνα 4-10) ενώ στο γράφημα που ακολουθεί (Εικόνα 4-11) αποτυπώνεται η σχέση μεταξύ του ποσοστού πληρωμών «από την τσέπη» (out of pocket) και των μη καλυπτόμενων αναγκών υγειονομικής περίθαλψης.



Εικόνα 4-11 Μη καλυπτόμενες ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης και πληρωμές «από την τσέπη»

4.5 Διαθεσιμότητα και χρήση υπηρεσιών.

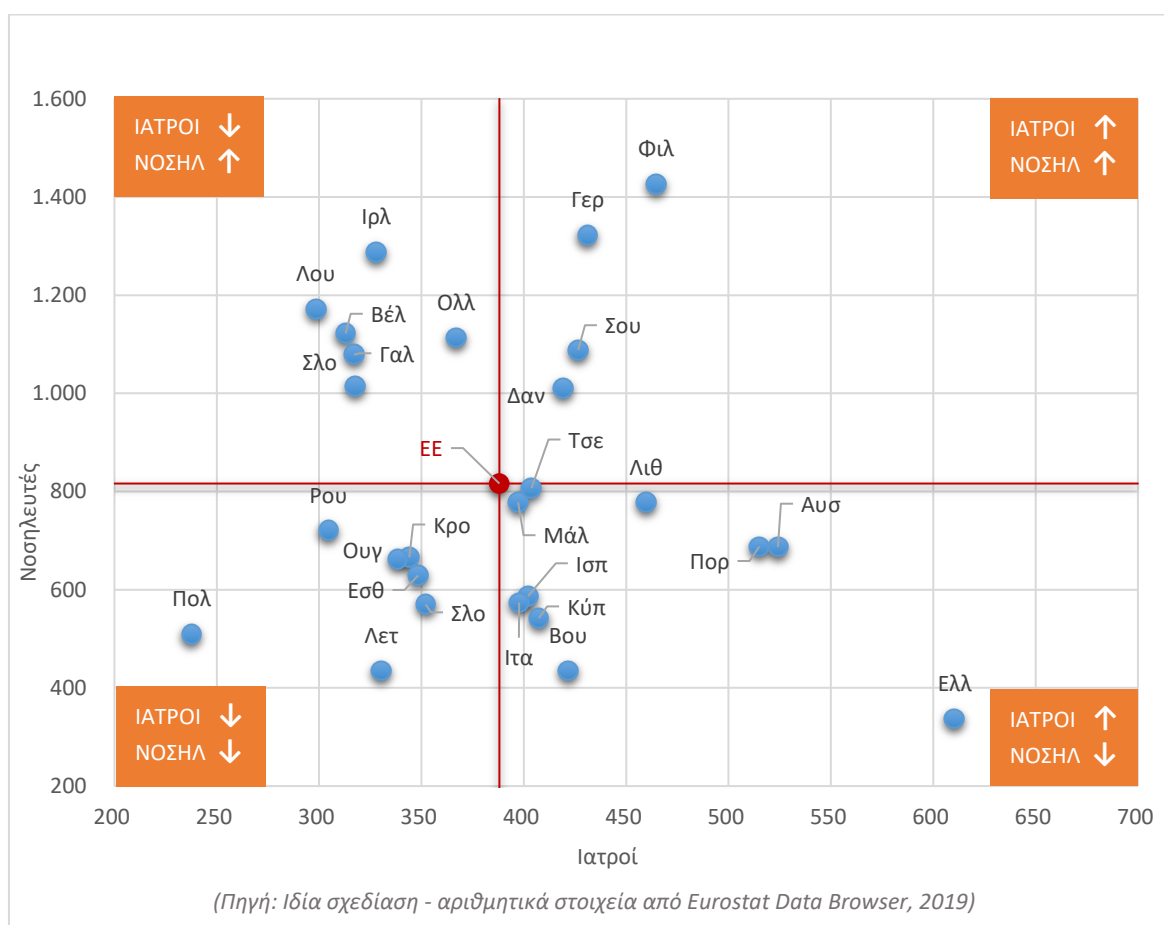
4.5.1 Διαθεσιμότητα ιατρών

Σχετικά με τη διαθεσιμότητα των ιατρών, οι χώρες της ΕΕ27 έχουν κατά μέσο όρο 388,1 ιατρούς ανά 100.000 κατοίκους ωστόσο όπως αποτυπώνεται στο παρακάτω γράφημα (Εικόνα 4-12), μεγάλες αποκλίσεις καταγράφονται μεταξύ των χωρών. Ειδικότερα, το χαμηλότερο αριθμό ιατρών ανά 100.000 κατοίκους έχουν η Πολωνία (237,8), το Λουξεμβούργο (298,5) και η Ρουμανία (304,7) ενώ στον αντίποδα βρίσκονται η Πορτογαλία (515,0), η Αυστρία (524,1) και η Ελλάδα (610,4). Σε πολλές από τις χώρες της ΕΕ27 (Εσθονία, Λουξεμβούργο, Ιρλανδία, Ελλάδα, Ιταλία) οι ελλείψεις ιατρικού δυναμικού, κυρίως λόγω της ανεπαρκούς προσφοράς νέων ιατρών και της μετανάστευσης τους σε άλλες χώρες, αποτελούν σημαντικό εμπόδιο στην παροχή υπηρεσιών υγείας. Επιπλέον, σε πολλές χώρες (Βουλγαρία, Τσεχία, Κροατία, Κύπρος, Γαλλία, Ισλανδία, Σλοβακία, Σουηδία), οι ανισότητες στην κατανομή των ιατρών, καθώς λιγότεροι γιατροί είναι πρόθυμοι να εγκατασταθούν σε αγροτικές και υποβαθμισμένες περιοχές, επιδεινώνουν το πρόβλημα. Τέλος, επειδή μεγάλο μέρος των ιατρών είναι άνω των 55 ετών, υπάρχουν ανησυχίες ότι το επερχόμενο κύμα συνταξιοδοτήσεων θα δημιουργήσει δυσλειτουργίες στα συστήματα υγείας πολλών χωρών (Αυστρία, Βέλγιο, Κροατία, Γαλλία, Ιταλία, Μάλτα, Ισπανία) και θα προκαλέσει αύξηση των ανεκπλήρωτων αναγκών για ιατρική περίθαλψη. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος σε αρκετές χώρες (Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Δανία, Λουξεμβούργο, Ουγγαρία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Κύπρος, Σλοβενία) έχουν δρομολογηθεί στρατηγικές, όπως η αύξηση του αριθμού των αποφοίτων από τις ιατρικές σχολές, η αύξηση των αμοιβών των ιατρών και άλλων επαγγελματιών υγείας, η ενίσχυση της γενικής ιατρικής, η βελτίωση των συνθηκών εργασίας, τα κίνητρα για δια βίου εκπαίδευση και η διεύρυνση των προοπτικών σταδιοδρομίας τους (European Commission 2019b).

4.5.2 Διαθεσιμότητα νοσηλευτών

Μεγαλύτερες διακυμάνσεις παρουσίασε ο αριθμός των νοσηλευτών ανά 100.000 κατοίκους μεταξύ των χωρών του δείγματος, που κυμάνθηκε μεταξύ 337 (Ελλάδα) έως 1426 (Φινλανδία). Κατά μέσο όρο, οι χώρες της ΕΕ27 είχαν 816 νοσηλευτές ανά 100.000 κατοίκους ενώ η πλειοψηφία των χωρών (17 χώρες) βρέθηκε σε χαμηλότερο επίπεδο από το μέσο όρο του δείγματος. Ιδιαίτερη ήταν η περίπτωση της Ελλάδας η οποία εμφάνισε

το μεγαλύτερο αριθμό ιατρών και το μικρότερο νοσηλευτών ανά 100.000 κατοίκους (Εικόνα 4-12). Οι αυξανόμενες ανάγκες για μακροχρόνια περίθαλψη λόγω της γήρανσης του πληθυσμού έχει οδηγήσει αρκετές χώρες (Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ισλανδία, Ουγγαρία, Ισπανία, Σουηδία, Εσθονία) στην παροχή πρόσθετης εκπαίδευσης στους νοσηλευτές και επέκταση των καθηκόντων τους ώστε να μπορούν να διαδραματίσουν μεγαλύτερο ρόλο στην φροντίδα υγείας συμβάλλοντας στη μείωση του φόρτου εργασίας των ιατρών (European Commission 2019b).

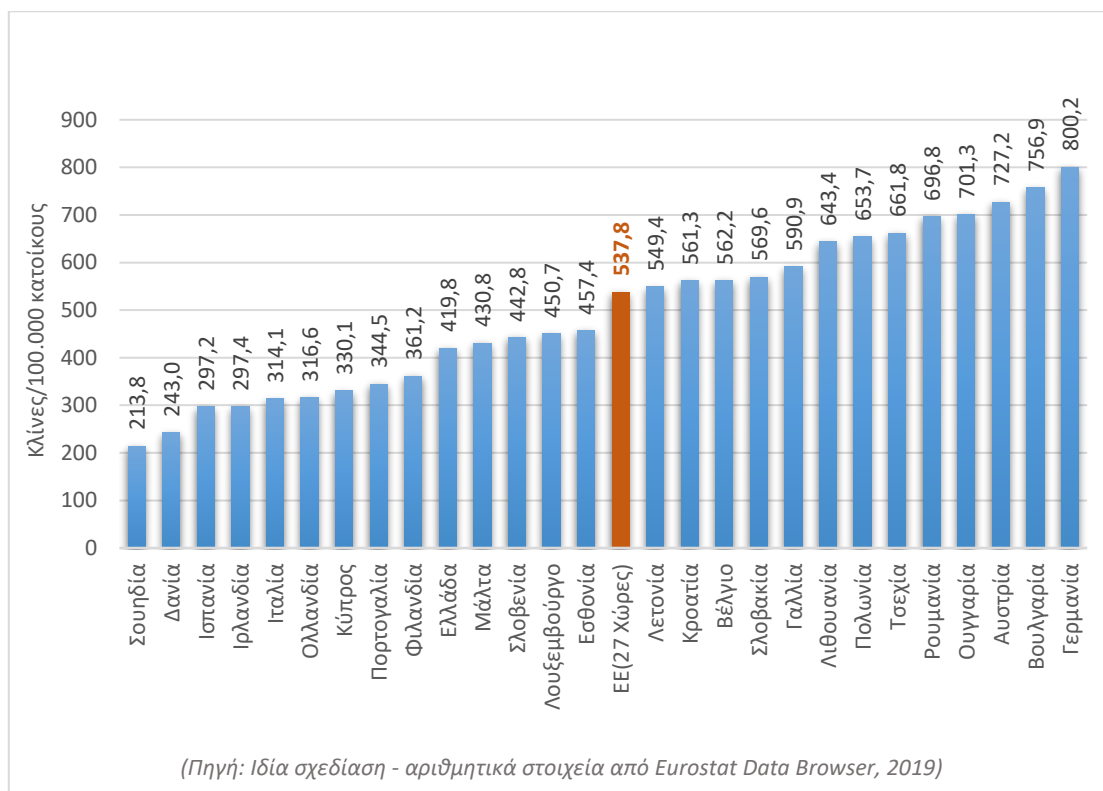


Εικόνα 4-12 Αριθμός Ιατρών και Νοσηλευτών ανά 100.000 κατοίκους

4.5.3 Νοσοκομειακές κλίνες

Σε ότι αφορά τις κλίνες λαμβάνονται υπόψη (European Commission, 2019) οι ανεπτυγμένες κλίνες οι οποίες διαθέτουν το απαραίτητο προσωπικό και υλικοτεχνική υποστήριξη και είναι άμεσα διαθέσιμες για τη φροντίδα των ασθενών. Πρόκειται για κλίνες θεραπευτικής φροντίδας, κλίνες αποκατάστασης, κλίνες μακροχρόνιας φροντίδας

(εξαιρουμένων των κλινών ψυχιατρικής φροντίδας) και λοιπές νοσοκομειακές κλίνες. Ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων νοσοκομειακών κλινών ανά 100.000 κατοίκους παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των χωρών της ΕΕ27 καθώς κυμαίνεται από 213,8 στη Σουηδία έως 800,2 κλίνες στη Γερμανία ενώ κατά μέσο όρο, οι χώρες του δείγματος έχουν 537,8 κλίνες ανά 100.000 κατοίκους (Εικόνα 4-13)



Εικόνα 4-13 Νοσοκομειακές κλίνες

5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των βασικών επιλογών για την εφαρμογή των προηγούμενων υποδειγμάτων πάνω στο υπό μελέτη δείγμα των 27 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με στοιχεία του έτους 2019.

5.2 Περιγραφή δείγματος

Το δείγμα περιλαμβάνει τα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ27) όπως αποτυπώνονται στον Πίνακα 5-1. Από τα παραπάνω κράτη τα 20 έχουν αντικαταστήσει το εθνικό τους νόμισμα με το ευρώ (€) και σχηματίζουν την Ευρωζώνη.

Πίνακας 5-1 Χώρες δείγματος

Χώρες ΕΕ27	Έτος ένταξης	ΕΕ20	Χώρες ΕΕ27	Έτος ένταξης	ΕΕ20	Χώρες ΕΕ27	Έτος ένταξης	ΕΕ20
Αυστρία	1995	✓	Ισπανία	1986	✓	Ουγγαρία	2004	
Βέλγιο	1958	✓	Ιταλία	1958	✓	Πολωνία	2004	
Βουλγαρία	2007		Κροατία	2013	✓	Πορτογαλία	1986	✓
Γαλλία	1958	✓	Κύπρος	2004	✓	Ρουμανία	2007	
Γερμανία	1958	✓	Λετονία	2004	✓	Σλοβακία	2004	✓
Δανία	1973		Λιθουανία	2004	✓	Σλοβενία	2004	✓
Ελλάδα	1981	✓	Λουξεμβούργο	1958	✓	Σουηδία	1995	
Εσθονία	2004	✓	Μάλτα	2004	✓	Τσεχία	2004	
Ιρλανδία	1973	✓	Ολλανδία	1958	✓	Φινλανδία	1995	✓

(Πηγή: Ιδία διαμόρφωση)

5.3 Πηγές άντλησης στοιχείων

Τα στοιχεία αντλήθηκαν από τη διαδικτυακή βάση δεδομένων της Στατιστικής Υπηρεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat DataBase) σε συνδυασμό με τις βάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ - WHO), του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ – OECD) και της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ).

5.4 Επιλογή υποδείγματος και προσανατολισμού

Όπως έχει αναφερθεί, τα πιθανά κέρδη αποδοτικότητας μπορούν να μετρηθούν είτε μειώνοντας τις εισροές και διατηρώντας τα αποτελέσματα υγείας στα τρέχοντα επίπεδα (προσανατολισμός στις εισροές) είτε αυξάνοντας τα αποτελέσματα για την υγεία,

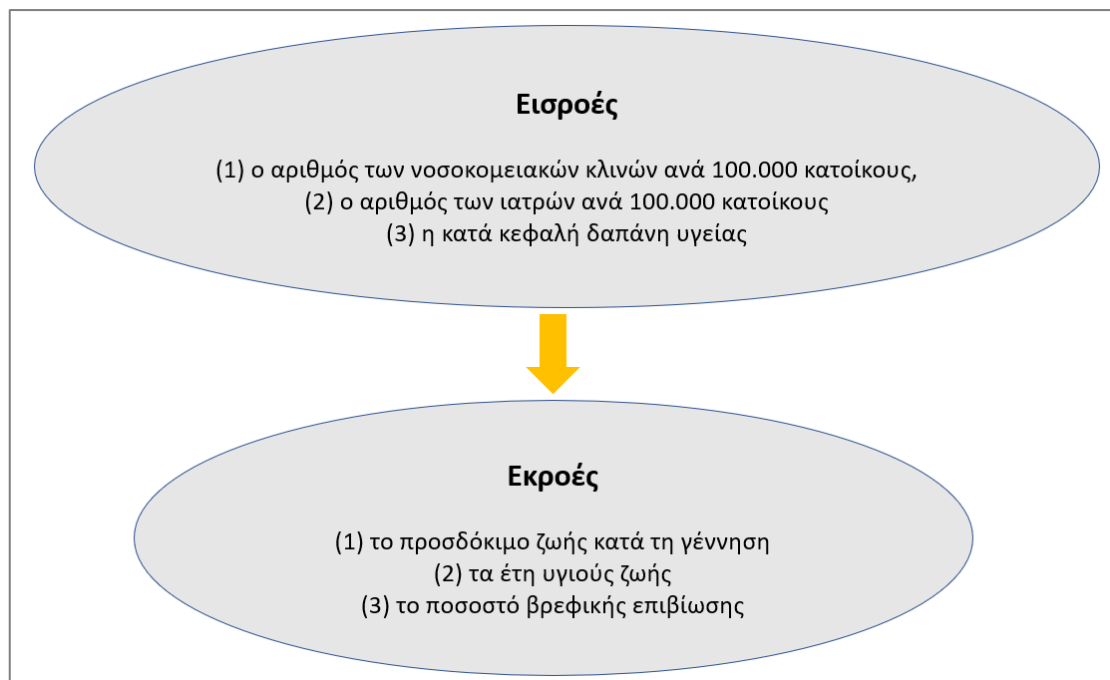
διατηρώντας τις εισροές στα τρέχοντα επίπεδα (προσανατολισμός στις εκροές). Ιδανικά, το επιθυμητό θα ήταν ο παράλληλος συνδυασμός και των δύο, η μεγιστοποίηση δηλαδή του επιπέδου της υγείας με παράλληλο περιορισμό των πόρων και του κόστους του συστήματος (Gavurova et al., 2021). Ωστόσο, επειδή το επίπεδο υγείας του πληθυσμού διαμορφώνεται από ένα ευρύτερο πλαίσιο κοινωνικοοικονομικών παραγόντων, οι οποίοι δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα συστήματα υγείας, στη συγκεκριμένη εργασία η εφαρμογή των υποδειγμάτων έγινε με προσανατολισμό στις εισροές (input oriented) για να ελεγχθεί κατά πόσο οι χώρες χρησιμοποιηθούν εξίσου αποτελεσματικά τους πόρους για να φτάσουν σε δεδομένες εκροές (Breitenbach et al., 2021; Gavurova et al., 2021; Sun et al., 2017; Behr and Theune, 2017; Cetin and Bahce, 2016; Asandului et al., 2014; Retzlaff-Roberts et al., 2004).

5.5 Επιλογή εισροών και εκροών

Ιδανικά, οι επιλεγόμενες εισροές θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν όλους τους πόρους που χρησιμοποιούνται από τα υγειονομικά συστήματα και επιπλέον να καλύπτουν όλα τα επίπεδα δραστηριοτήτων που παρέχονται μέσω αυτών για τη βελτίωση του επιπέδου υγείας του πληθυσμού (Dyson et al., 2001).

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι, σε αντίστοιχες έρευνες, ως εισροές χρησιμοποιούνται συνήθως ο αριθμός των ιατρών, ο αριθμός των νοσηλευτών, ο αριθμός των νοσοκομειακών κλινών, οι δαπάνες υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ, η κατά κεφαλή δαπάνη για την υγεία, η φαρμακευτική κατανάλωση και ως εκροές το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση (life expectancy at birth), τα έτη υγιούς ζωής (healthy life years -HLY), το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας (infant mortality rate - IMR) ή το ποσοστό βρεφικής επιβίωσης (infant survival rate – ISR) (Gómez Gallego et al., 2021; Moreno-Serra et al., 2019; Gómez Gallego et al., 2019; Ozcan and Khushalani, 2017; Behr and Theune, 2017; Sun et al., 2017; Lo Storto and Goncharuk, 2017; Kim et al., 2016; Asandului et al., 2014; Hsu, 2013; Spinks και Hollingsworth, 2009; Afonso and Aubyn, 2006; Afonso and Aubyn, 2005; Bhat, 2005; Retzlaff-Roberts et al., 2004).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις εισροές και τρεις εκροές όπως αποτυπώνονται στην ακόλουθη Εικόνα 5-1



Εικόνα 5-1 Εισροές και Εκροές

5.5.1 Ανάλυση Εισροών

- Ο αριθμός των νοσοκομειακών κλινών χρησιμοποιείται ευρέως ως εισροή σε μελέτες εκτίμησης της αποδοτικότητας καθώς αντανακλά την πάγια κεφαλαιακή επένδυση. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες για τις δυνατότητες (χωρητικότητα) υγειονομικής περίθαλψης, για το μέγιστο δηλαδή αριθμό ασθενών που μπορούν να νοσηλευτούν και αποτελεί μέτρο της ικανότητας προσφοράς υπηρεσιών υγείας (Gómez Gallego et al., 2021; Asandului et al., 2014). Ο δείκτης περιλαμβάνει μόνο τις ανεπτυγμένες, στελεχωμένες με το απαραίτητο προσωπικό και άμεσα διαθέσιμες κλίνες, και εκφράζεται μέσω του αριθμού των κλινών που αναλογούν σε 100.000 κατοίκους.

- Ο αριθμός των ιατρών χρησιμοποιήθηκε ως εισροή καθώς το ιατρικό σώμα αποτελεί το βασικό πυλώνα του ανθρώπινου δυναμικού στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Οι ιατροί κατέχουν πρωτεύοντα και κομβικό ρόλο στη διαδικασία για την παροχή υπηρεσιών υγείας μιας χώρας καθώς είναι αυτοί που εφαρμόζουν προληπτικά και θεραπευτικά μέτρα, βελτιώνουν ή αναπτύσσουν νέες θεωρίες και μεθόδους και διεξάγουν έρευνα στον τομέα της ιατρικής και της υγειονομικής περίθαλψης. Επιπλέον, επειδή διαθέτουν τις απαραίτητες πληροφορίες και γνώσεις για την ασθένεια, τη θεραπεία και την ιατρική τεχνολογία, λειτουργούν και ως εκπρόσωποι των ασθενών στη χρήση υπηρεσιών υγείας καθορίζοντας το είδος και την ποσότητα που θα λάβουν (Gómez

Gallego et al., 2021; Chiu et al., 2016). Ο δείκτης εκφράζεται μέσω του αριθμού των ιατρών που αναλογούν σε 100.000 κατοίκους και περιλαμβάνει τα άτομα που διαθέτουν πτυχίο ιατρικής και έχουν αποκτήσει άδεια ασκήσεως επαγγέλματος.

- Οι δαπάνες για την υγεία αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος των απαιτούμενων πόρων για την παροχή υπηρεσιών υγείας και είναι στενά συνδεδεμένες με το επίπεδο αποδοτικής λειτουργίας των υγειονομικών συστημάτων. Εμφανίζουν μεγάλες αποκλίσεις σε επίπεδο χωρών καθώς επηρεάζονται από ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων και από την ιδιαίτερη οργανωτική δομή κάθε συστήματος υγείας. Ένα βασικό ερώτημα που απασχολεί τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής είναι κατά πόσο σχετίζονται θετικά με την αποδοτικότητα και η αύξησή τους συνδέεται με βελτίωση του επιπέδου υγείας του πληθυσμού. Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ως εισροή ο δείκτης της κατά κεφαλή δαπάνης για την υγεία (Behr and Theune, 2017; Medeiros and Schwierz, 2015; Hsu, 2013; Spinks and Hollingsworth, 2009; Gupta and Verhoeven, 2001).

5.5.2 Ανάλυση Εκροών

- Το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση θεωρείται βασικός δείκτης για την αποτελεσματικότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη συχνή επιλογή του ως εκροή της παραγωγικής διαδικασίας σε σχετικές μελέτες. Όπως έχει αναφερθεί, ο δείκτης δε λαμβάνει υπόψη του τη νοσηρότητα ή την ποιότητα ζωής, συσχετίζεται ωστόσο σε μεγάλο βαθμό με άλλους δείκτες της κατάστασης της υγείας. Επίσης, θεωρείται ότι ενσωματώνει την επιρροή περισσότερων μεταβλητών καθώς οι μεταβολές του αντανakλούν τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις πολιτικών για τη δημόσια υγεία (Medeiros and Schwierz, 2015; Asandului et al., 2014; Joumard et al., 2010).

- Τα έτη υγιούς ζωής είναι ένας σημαντικός δείκτης θετικής υγείας του πληθυσμού που εισάγει την ποιότητα της ζωής και αποτυπώνει τις ανισότητες στην υγεία. Χρησιμοποιείται ως εκροή σε ανάλογες μελέτες αξιολόγησης των υγειονομικών συστημάτων καθώς αποτελεί συνοπτικό μέτρο του επιπέδου της υγείας του πληθυσμού και επηρεάζεται από παραμέτρους του συστήματος όπως η ποιότητα της περίθαλψης και η απόδοση των παρόχων. Η αύξηση του δείκτη είναι ένας από τους σταθερούς στόχους

των πολιτικών της Ε.Ε. (Medeiros and Schwierz, 2015; Asandului et al., 2014; Murray and Evans, 2003)

- Το ποσοστό βρεφικής επιβίωσης επιλέχθηκε ως εκροή, αντί του ποσοστού βρεφικής θνησιμότητας (IMR) που είναι ο δείκτης που καταγράφεται και δημοσιεύεται από τη Eurostat. Ο λόγος είναι ότι κατά την εφαρμογή της μεθόδου επιζητείται η ελαχιστοποίηση των εισροών ή/και η μεγιστοποίηση των εκροών. Η μέθοδος δηλαδή εφαρμόζεται στη βάση της παραδοχής ότι η αύξηση της ποσότητας μίας ή περισσότερων εκροών σημαίνει μεγαλύτερη αποδοτικότητα του υπό αξιολόγηση συστήματος. Αυτό όμως δεν είναι συμβατό με το δείκτη της βρεφικής θνησιμότητας καθώς μεγαλύτερες τιμές της εκροής παραπέμπουν σε επιδείνωση της αποδοτικότητας. Προκειμένου να αρθεί αυτή η ασυμβατότητα ο αρχικός δείκτης IMR μετασχηματίστηκε στον ISR (Infant Survival Rate) με την εφαρμογή του παρακάτω τύπου

$$ISR = \frac{1000 - IMR}{IMR}$$

όπως έχει προταθεί στην βιβλιογραφία και εφαρμοστεί σε ανάλογες μελέτες (Önen and Sayin, 2018; Mirzosaid, 2011; Afonso and Aubyn, 2006; Afonso and Aubyn, 2005). Ο συγκεκριμένος μετασχηματισμός οδηγεί στη δημιουργία ενός δείκτη που δείχνει την αναλογία των παιδιών που επιβίωσαν κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής τους προς τον αντίστοιχο αριθμό των παιδιών που πέθαναν.

5.6 Επιλογή λογισμικού

Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την επίλυση των κλασικών υποδειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν έτοιμες εφαρμογές λογισμικού που επιλύουν συγκεκριμένα μοντέλα (EMS, DEA SOLVER, R packages – “Benchmarking” & “FEAR”) και όπου χρειάστηκε (custom) ρουτίνες στο excel (περιβάλλον VBA).

6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Επισκόπηση εισροών-εκροών

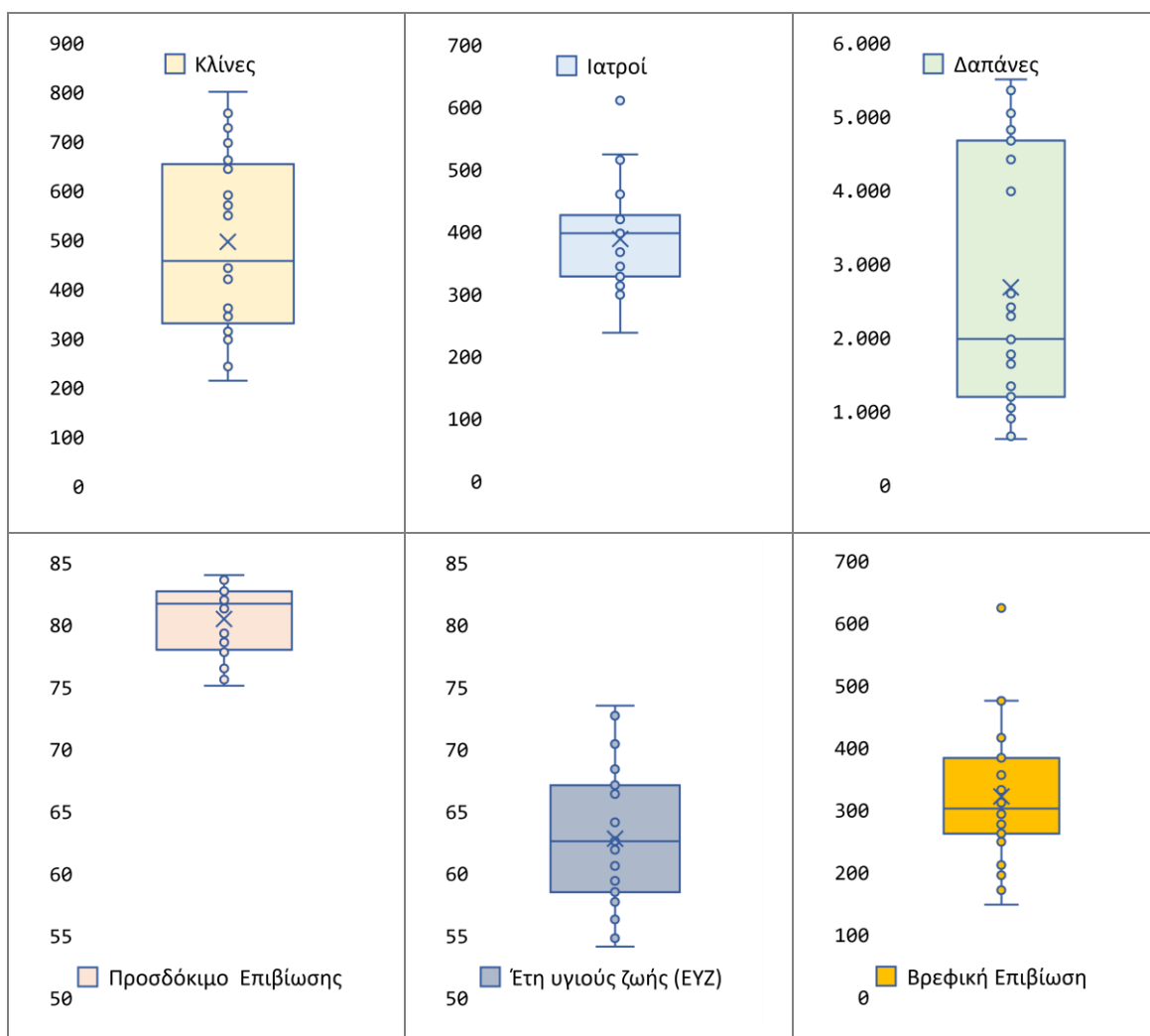
Οι τιμές των έξι μεταβλητών παρατίθενται στον Πίνακα 6-1 στο τέλος του οποίου συνοψίζονται τα βασικά στατιστικά τους μέτρα.

Πίνακας 6-1 Εισροές, εκροές - περιγραφικά στατιστικά μέτρα

Χώρα	Εισροές			Εκροές		
	Κλίνες	Ιατροί	Δαπάνες	Προσδόκιμο Επιβίωσης	Έτη υγιούς ζωής (ΕΥΖ)	Βρεφική Επιβίωση
1 Αυστρία	727,2	524,1	4.671,6	82,0	58,0	343,8
2 Βέλγιο	562,2	313,0	4.418,1	82,1	62,8	269,3
3 Βουλγαρία	756,9	421,7	625,6	75,1	68,4	177,6
4 Γαλλία	590,9	317,1	4.008,1	83,0	64,6	262,2
5 Γερμανία	800,2	431,1	4.855,3	81,3	67,1	311,5
6 Δανία	243,0	419,4	5.355,1	81,5	58,8	332,3
7 Ελλάδα	419,8	610,4	1.340,8	81,7	66,4	269,3
8 Εσθονία	457,4	348,3	1.426,0	79,0	57,7	624,0
9 Ιρλανδία	297,4	327,9	4.819,7	82,8	70,5	356,1
10 Ισπανία	297,2	402,1	2.411,7	84,0	70,4	383,6
11 Ιταλία	314,1	397,7	2.599,2	83,6	68,6	415,7
12 Κροατία	561,3	344,1	930,6	78,6	58,5	249,0
13 Κύπρος	330,1	407,3	1.771,2	82,3	63,0	383,6
14 Λετονία	549,4	330,4	1.045,6	75,7	54,1	293,1
15 Λιθουανία	643,4	459,8	1.223,8	76,5	59,1	302,0
16 Λουξεμβούργο	450,7	298,5	5.502,1	82,7	61,9	211,8
17 Μάλτα	430,8	397,2	2.289,8	82,9	73,5	148,3
18 Ολλανδία	316,6	367,0	4.748,7	82,2	59,4	276,8
19 Ουγγαρία	701,3	338,4	949,4	76,5	62,8	276,8
20 Πολωνία	653,7	237,8	906,1	78,0	64,1	262,2
21 Πορτογαλία	344,5	515,0	1.982,5	81,9	57,8	356,1
22 Ρουμανία	696,8	304,7	661,3	75,6	60,6	171,4
23 Σλοβακία	569,6	352,1	1.198,0	77,8	56,3	195,1
24 Σλοβενία	442,8	317,8	1.975,2	81,6	61,2	475,2
25 Σουηδία	213,8	426,5	5.041,8	83,2	72,7	475,2
26 Τσεχία	661,8	403,8	1.644,1	79,3	62,6	383,6
27 Φινλανδία	361,2	464,6	3.982,9	82,1	54,8	475,2
Μέση τιμή	496,1	388,1	2.680,9	80,5	62,8	321,5
Τυπική απόκλιση	172,0	80,7	1.706,3	2,8	5,4	109,2
Ενδιάμεση τιμή	457,4	397,2	1.982,5	81,7	62,6	302,0
Εύρος	586,4	372,7	4.876,5	8,9	19,4	475,7
Ελάχιστη τιμή	213,8	237,8	625,6	75,1	54,1	148,3
Μέγιστη τιμή	800,2	610,4	5.502,1	84,0	73,5	624,0

Από την επισκόπηση του πίνακα, σε ό,τι αφορά τις εισροές, οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στη Γερμανία (κλίνες), Ελλάδα (ιατροί), Λουξεμβούργο (δαπάνες) ενώ οι μικρότερες στη Σουηδία (κλίνες), Πολωνία (ιατροί) και Βουλγαρία (δαπάνες). Ως προς τις

εκροές, οι χώρες με τις μεγαλύτερες τιμές είναι η Ισπανία (προσδόκιμο επιβίωσης), η Μάλτα (έτη υγιούς ζωής) και η Εσθονία (βρεφική επιβίωση) και στον αντίποδα, οι χώρες με τις μικρότερες τιμές είναι η Βουλγαρία (προσδόκιμο επιβίωσης), η Λετονία (έτη υγιούς ζωής) και η Μάλτα (βρεφική επιβίωση). Παρατηρείται ότι οι παραπάνω 12 συνολικά ελάχιστες-μέγιστες τιμές των μεταβλητών κατανέμονται -από μία- σε διαφορετικές χώρες με εξαίρεση τη Βουλγαρία στην οποία εμφανίζονται δύο ελάχιστες τιμές (εισροή «δαπάνες» και εκροή «προσδόκιμο επιβίωσης») και τη Μάλτα στην οποία εμφανίζονται η μεγαλύτερη και η μικρότερη τιμή σε δύο εκροές («έτη υγιούς ζωής» και «βρεφική επιβίωση» αντίστοιχα).

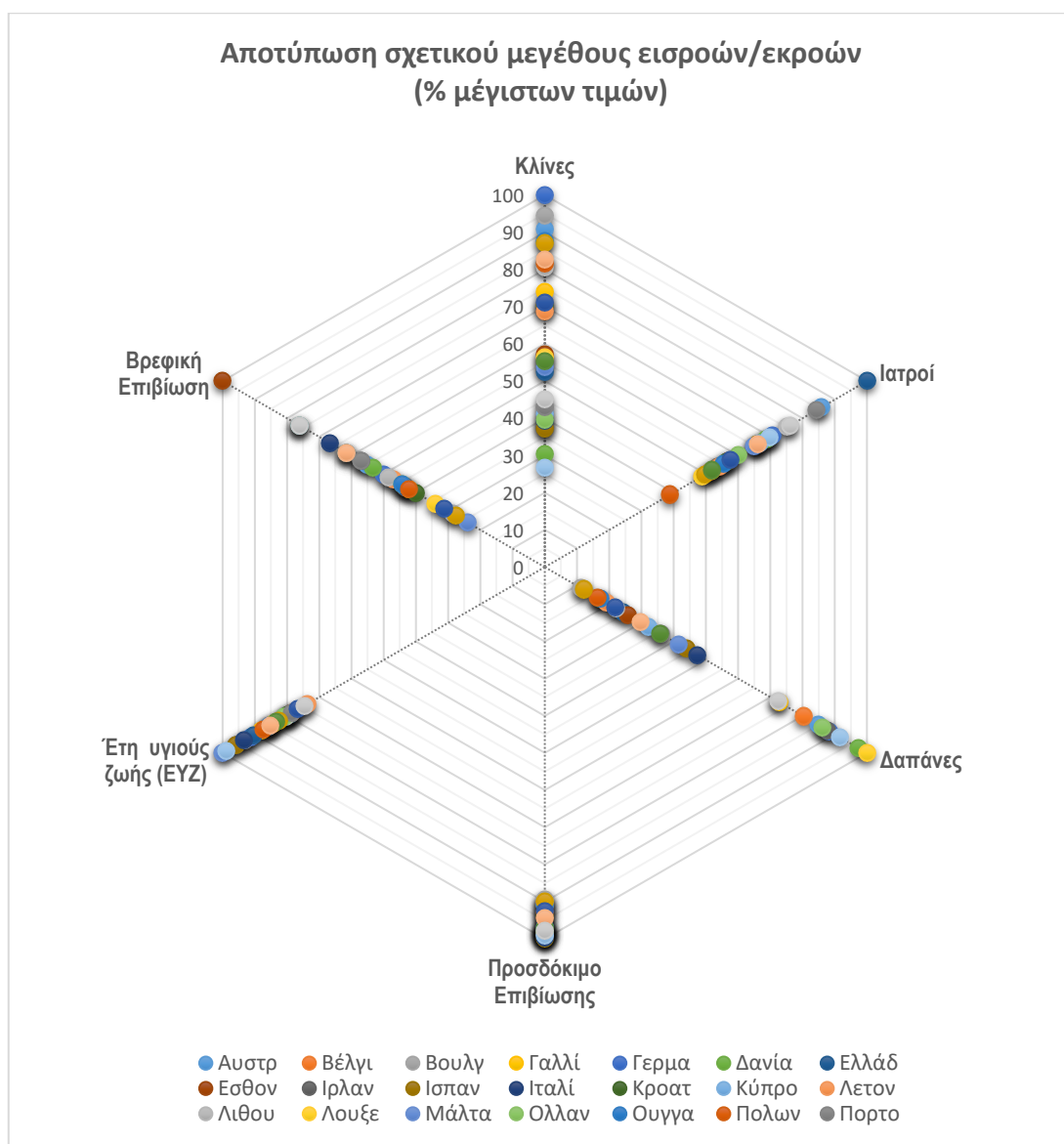


Εικόνα 6-1 Θηκογράμματα εισροών-εκροών

Ειδικά ως προς τις μέγιστες τιμές, από την Εικόνα 6-1 με τα θηκογράμματα των έξι μεταβλητών φαίνεται να αποτυπώνονται δύο περιπτώσεις ακραίων τιμών που έχουν τα

χαρακτηριστικά έκτοπων μονάδων (outliers), η μία στην Ελλάδα για την εισροή «ιατροί» και η άλλη στην Εσθονία για την εκροή «βρεφική επιβίωση».

Ειδικότερα ως προς το προφίλ κατανομής των τιμών των 27 χωρών σε κάθε εισροή και εκροή, επιβοηθητικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα (Εικόνα 6-2) στο οποίο οι 27 τιμές για τη καθεμία από τις έξι μεταβλητές αποτυπώνονται κατά μήκος έξι ακτινών κύκλου. Η αποτύπωση δεν γίνεται με βάση τις απόλυτες αλλά τις σχετικές τιμές, αυτές δηλαδή που προκύπτουν ως % ποσοστά από τη σύγκρισή τους με τη μεγαλύτερη τιμή της κάθε μεταβλητής. Κατ' αυτόν τον τρόπο η μεγαλύτερη τιμή της μεταβλητής αντιστοιχίζεται πάντα στο άκρο της ακτίνας και όλες οι υπόλοιπες αποτυπώνονται στο ενδιάμεσο διάστημα σε σημεία που αντιστοιχούν στη γεωμετρική αναλογία του ποσοστού τους.



Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται πως σε σχέση με τη μέγιστη τιμή της εκροής «βρεφική επιβίωση» της Εσθονίας, οι χώρες με τις αμέσως εγγύτερες τιμές την προσεγγίζουν μόνο στο 76,2% (Φινλανδία, Σουηδία και Σλοβενία) ενώ οι τιμές των υπόλοιπων χωρών κατανέμονται στο διάστημα από 66,6% (Ιταλία) μέχρι 23,8% (Μάλτα). Διαπιστώνεται δηλαδή ένα μεγάλο κενό -με εύρος της τάξης του 25%- μεταξύ της μεγαλύτερης τιμής (της Εσθονίας) και των αμέσως πλησιέστερων χωρών σε αυτή.

Πίνακας 6-2 Σχετικό μέγεθος εισροών-εκροών (% μέγιστης τιμής) και α/α σειράς κατάταξης

ΑΑ	Χώρα	Κλίνες		Ιατροί		Δαπάνες		Προσδόκιμο Επιβίωσης		Έτη υγιούς ζωής (EYZ)		Βρεφική Επιβίωση	
		% max	κατάταξη	% max	κατάταξη	% max	κατάταξη	% max	κατάταξη	% max	κατάταξη	% max	κατάταξη
1	Αυστρία	90,9	3	85,9	2	84,9	7	97,6	12	78,9	22	55,1	11
2	Βέλγιο	70,3	11	51,3	24	80,3	8	97,7	10	85,4	12	43,2	18
3	Βουλγαρία	94,6	2	69,1	8	11,4	27	89,4	27	93,1	6	28,5	25
4	Γαλλία	73,8	9	51,9	23	72,8	9	98,8	4	87,9	9	42,0	20
5	Γερμανία	100,0	1	70,6	6	88,2	4	96,8	17	91,3	7	49,9	13
6	Δανία	30,4	26	68,7	9	97,3	2	97,0	16	80,0	20	53,3	12
7	Ελλάδα	52,5	18	100,0	1	24,4	19	97,3	14	90,3	8	43,2	18
8	Εσθονία	57,2	14	57,1	17	25,9	18	94,0	19	78,5	24	100,0	1
9	Ιρλανδία	37,2	24	53,7	21	87,6	5	98,6	6	95,9	3	57,1	9
10	Ισπανία	37,1	25	65,9	12	43,8	12	100,0	1	95,8	4	61,5	6
11	Ιταλία	39,2	23	65,2	13	47,2	11	99,5	2	93,3	5	66,6	5
12	Κροατία	70,1	12	56,4	18	16,9	24	93,6	20	79,6	21	39,9	22
13	Κύπρος	41,2	21	66,7	10	32,2	16	98,0	8	85,7	11	61,5	6
14	Λετονία	68,6	13	54,1	20	19,0	22	90,1	25	73,6	27	47,0	15
15	Λιθουανία	80,4	8	75,3	5	22,2	20	91,1	23	80,4	19	48,4	14
16	Λουξεμβούργο	56,3	15	48,9	26	100,0	1	98,5	7	84,2	15	33,9	23
17	Μάλτα	53,8	17	65,1	14	41,6	13	98,7	5	100,0	1	23,8	27
18	Ολλανδία	39,6	22	60,1	15	86,3	6	97,9	9	80,8	18	44,4	16
19	Ουγγαρία	87,6	4	55,4	19	17,3	23	91,1	23	85,4	12	44,4	16
20	Πολωνία	81,7	7	38,9	27	16,5	25	92,9	21	87,2	10	42,0	20
21	Πορτογαλία	43,1	20	84,4	3	36,0	14	97,5	13	78,6	23	57,1	9
22	Ρουμανία	87,1	5	49,9	25	12,0	26	90,0	26	82,4	17	27,5	26
23	Σλοβακία	71,2	10	57,7	16	21,8	21	92,6	22	76,6	25	31,3	24
24	Σλοβενία	55,3	16	52,1	22	35,9	15	97,1	15	83,3	16	76,2	2
25	Σουηδία	26,7	27	69,9	7	91,6	3	99,0	3	98,9	2	76,2	2
26	Τσεχία	82,7	6	66,1	11	29,9	17	94,4	18	85,2	14	61,5	6
27	Φινλανδία	45,1	19	76,1	4	72,4	10	97,7	10	74,6	26	76,2	2

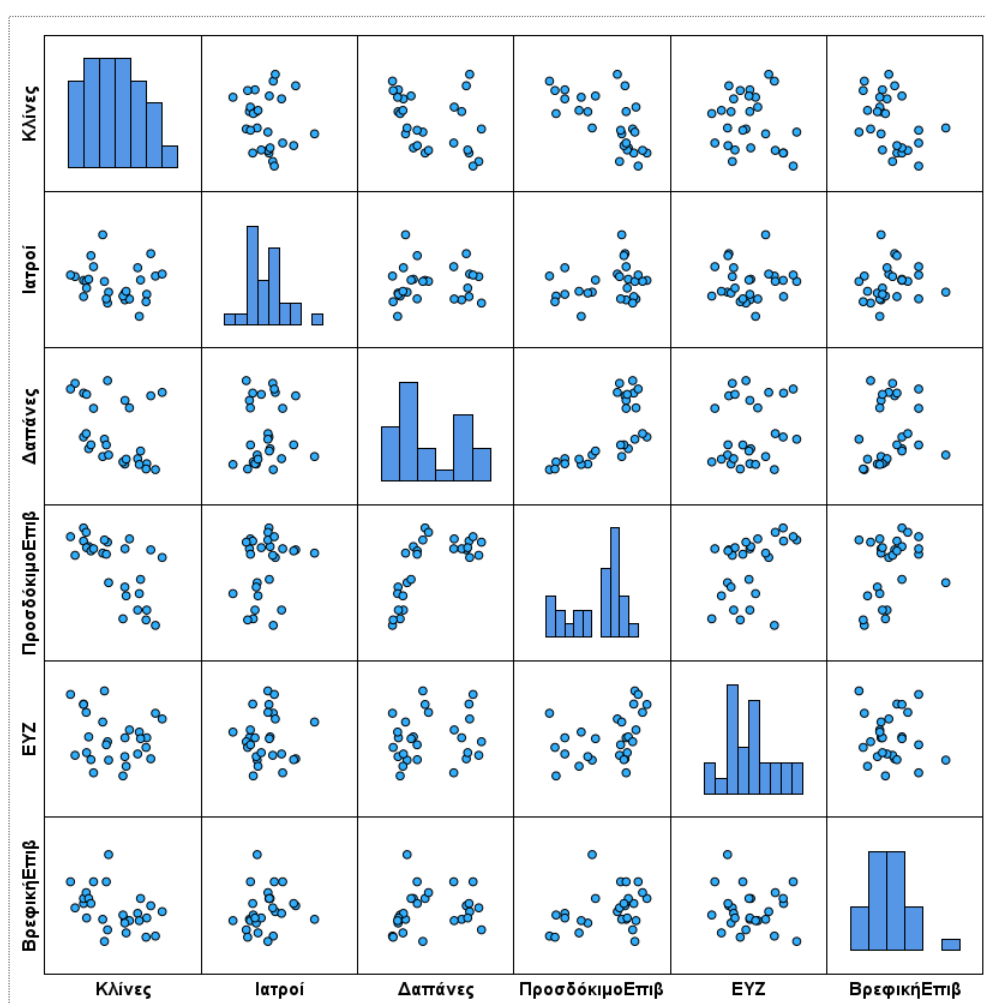
Ένα παρόμοιο -αλλά μικρότερο- κενό διαπιστώνεται και στην περίπτωση της εισροής «ιατροί» που οι άμεσα πλησιέστερες χώρες (Αυστρία και Πορτογαλία) υπολείπονται κατά 15% περίπου από την Ελλάδα που είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη τιμή.

Σε ό,τι αφορά την εισροή «δαπάνες», διαπιστώνεται ότι οι 27 χώρες χωρίζονται σε δύο διακριτές ομάδες ως προς το επίπεδο δαπανών τους. Στην πρώτη ομάδα

συμπεριλαμβάνονται δέκα χώρες με επικεφαλής το Λουξεμβούργο που έχει τις μεγαλύτερες δαπάνες και ακολουθείται από εννέα χώρες με συγκρίσιμα υψηλές δαπάνες (πάνω από το 72% των δαπανών του) ενώ σε έξι περιπτώσεις υπερβαίνουν ακόμα και το 85%. Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν οι υπόλοιπες 17 χώρες με δαπάνες σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα που κυμαίνονται σε ποσοστά από 11,2% έως 47,2% του Λουξεμβούργου. Μεταξύ των δύο αυτών ομάδων, από 47,2% έως 72%, υπάρχει ένα μεγάλο κενό της τάξης του 25%.

Τέλος, μεγάλη διαφορά φαίνεται πως αποτυπώνεται και σε ότι αφορά το εύρος της εκροής «προσδόκιμο επιβίωσης» (8,9 έτη) σε σχέση με το αντίστοιχο εύρος της εκροής «έτη υγιούς ζωής» που είναι υπερδιπλάσιο (19,4 έτη).

Αναλυτικότερα, τα σχετικά μεγέθη εισροών-εκροών και η κατάταξη των χωρών φαίνονται στον Πίνακα 6-2 ενώ οι κατανομές τους και τα διαγράμματα διασποράς (για όλα τα δυνατά ζευγάρια) αποτυπώνονται στην Εικόνα 6-3



Εικόνα 6-3 Διαγράμματα διασποράς και κατανομές εισροών-εκροών

6.2 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS)

Στον Πίνακα 6-3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση του υποδείγματος κάτω από την υπόθεση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS).

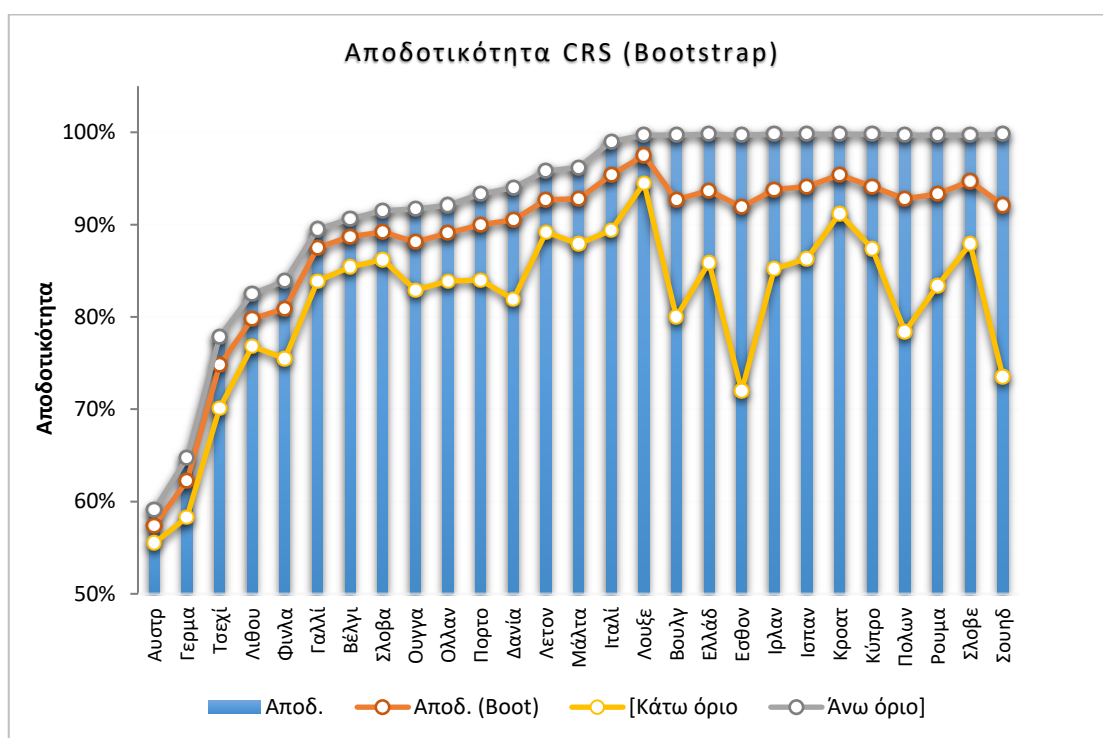
Πίνακας 6-3 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα σταθερών αποδόσεων κλίμακας (CRS)

ΑΑ	Χώρα	Αποδοτικότητα CRS (%)		bias	95% διάστημα εμπιστοσύνης		Διακύμανση
		αρχική	διορθωμένη		κάτω όριο (L)	άνω όριο (U)	
1	Αυστρία	59,3	57,3	1,9	55,4	59,1	0,01
2	Βέλγιο	90,8	88,6	2,2	85,2	90,5	0,03
3	Βουλγαρία	100,0	92,7	7,3	81,0	99,7	0,80
4	Γαλλία	89,7	87,4	2,3	83,8	89,5	0,03
5	Γερμανία	64,9	62,2	2,7	58,3	64,7	0,05
6	Δανία	94,3	90,4	3,9	82,1	94,0	0,18
7	Ελλάδα	100,0	93,9	6,1	85,9	99,8	0,33
8	Εσθονία	100,0	91,8	8,2	72,0	99,7	2,32
9	Ιρλανδία	100,0	93,3	6,7	84,6	99,8	0,40
10	Ισπανία	100,0	93,9	6,1	86,0	99,7	0,29
11	Ιταλία	99,2	95,2	4,1	88,8	99,0	0,12
12	Κροατία	100,0	95,2	4,8	91,2	99,7	0,09
13	Κύπρος	100,0	93,9	6,1	87,2	99,7	0,25
14	Λετονία	96,0	92,6	3,4	89,0	95,7	0,04
15	Λιθουανία	82,7	79,7	3,0	76,7	82,5	0,03
16	Λουξεμβούργο	99,9	97,4	2,6	94,1	99,7	0,03
17	Μάλτα	96,4	92,6	3,8	87,7	96,2	0,08
18	Ολλανδία	92,4	88,9	3,5	83,9	92,2	0,08
19	Ουγγαρία	91,9	88,1	3,8	82,9	91,7	0,08
20	Πολωνία	100,0	92,4	7,6	78,4	99,7	1,11
21	Πορτογαλία	93,6	89,8	3,8	83,7	93,3	0,11
22	Ρουμανία	100,0	93,6	6,4	83,9	99,8	0,46
23	Σλοβακία	91,8	89,1	2,7	86,0	91,6	0,03
24	Σλοβενία	100,0	94,6	5,4	87,5	99,8	0,22
25	Σουηδία	100,0	91,8	8,2	73,1	99,7	2,07
26	Τσεχία	78,1	74,7	3,3	70,1	77,8	0,07
27	Φινλανδία	84,2	80,8	3,4	74,9	83,9	0,08
Μέση τιμή		92,8	88,2	4,6	81,2	92,5	0,35
Τυπική απόκλιση		10,7	9,7	1,9	9,1	10,7	0,59
Εύρος		40,7	40,0	6,3	38,7	40,7	2,31
Ελάχιστη τιμή		59,3	57,3	1,9	55,4	59,1	0,01
Μέγιστη τιμή		100,0	97,4	8,2	94,1	99,8	2,32

Για κάθε χώρα, μαζί με το ποσοστό αποδοτικότητας που προκύπτει από την επίλυση του κλασικού υποδείγματος δίνεται και το αντίστοιχο διορθωμένο με bootstrap αποτέλεσμα, ακολουθούμενο από το ύψος της μεροληψίας, τα κάτω και άνω όρια (L, U) του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης και τη διακύμανση. Από τη σύνοψη των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων στο τέλος του πίνακα φαίνεται ότι η μέση τιμή της αποδοτικότητας

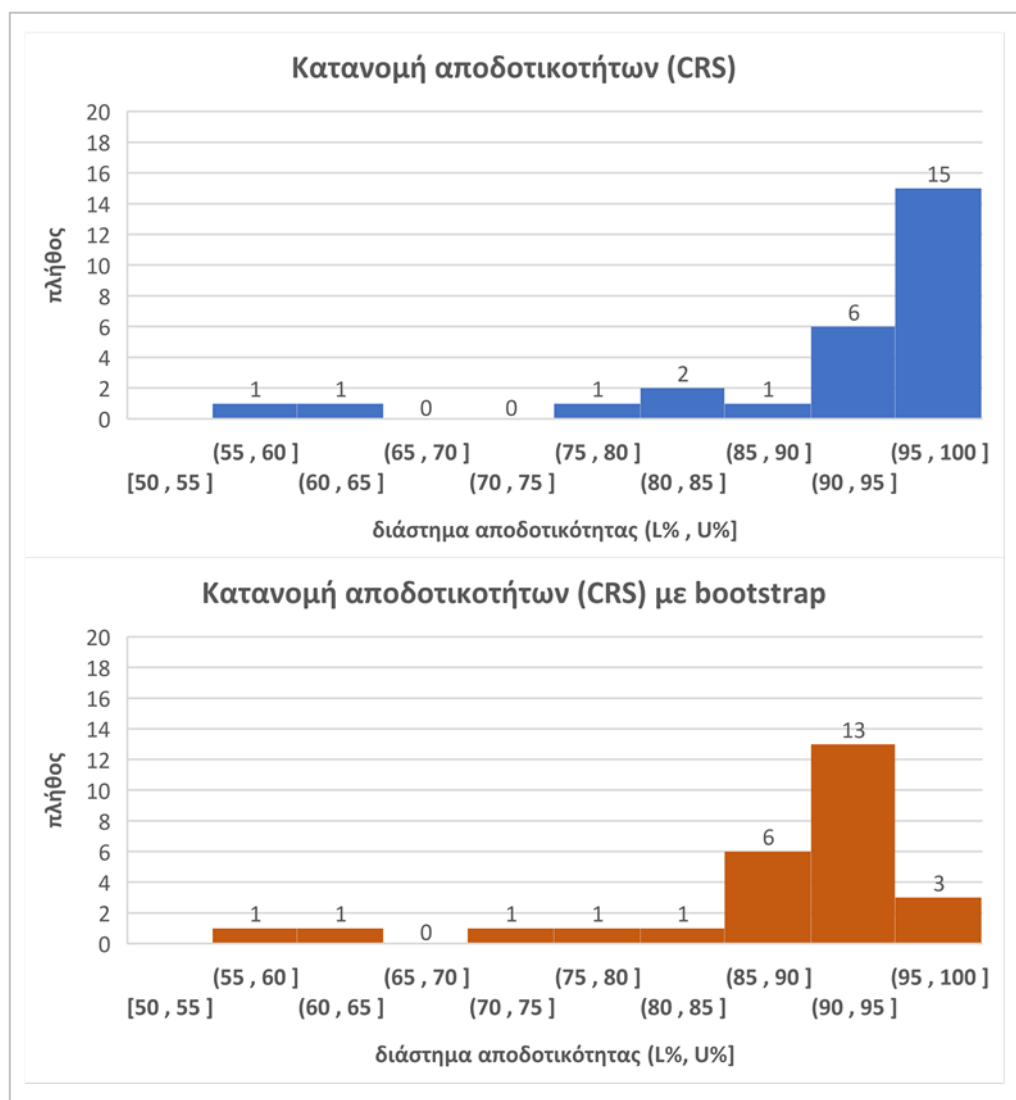
των 27 χωρών είναι αρκετά υψηλή καθώς ανέρχεται σε 92,8% ενώ μετά τη διόρθωση bootstrap, παρόλο που μειώνεται κατά 4,6 ποσοστιαίες μονάδες, παραμένει και πάλι σε ένα υψηλό σχετικά επίπεδο (88,2%). Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις 16 μη αποδοτικές χώρες οι αντίστοιχοι μέσοι όροι που προκύπτουν είναι 87,8% (χωρίς διόρθωση) και 84,7% (με διόρθωση bootstrap).

Στο ακόλουθο διάγραμμα (Εικόνα 6-4) απεικονίζονται οι χώρες ταξινομημένες κατά αύξουσα σειρά αποδοτικότητας (μπλε μπάρες) μαζί με την αντίστοιχη διορθωμένη με bootstrap εκτίμηση (πορτοκαλί γραμμή) και τα (κάτω και άνω) όρια του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη μεροληψία (bias) είναι οι Σουηδία και Εσθονία (8,2 μονάδες) ακολουθούμενες από την Πολωνία (7,6 μονάδες) και τη Βουλγαρία (7,3 μονάδες).



Εικόνα 6-4 Αποδοτικότητα CRS (χώρες κατά αύξουσα σειρά)

Οι κατανομές των σκορ αποδοτικότητας (με διαμερισμό του διαστήματος 0%-100% σε υποδιαστήματα εύρους 5%) φαίνονται στα διαγράμματα (Εικόνα 6-5). Στο διπλό αυτό διάγραμμα αποτυπώνεται η ανακατανομή που συντελείται μετά τις διορθωμένες με bootstrap τιμές, η οποία είναι ιδιαίτερα εμφανής στις 22 χώρες με αποδοτικότητα >85%.



Εικόνα 6-5 Κατανομές των σκορ αποδοτικότητας (CRS)

Από το σύνολο των 27 χωρών οι 11 (ποσοστό 40,7%) έχουν ποσοστό αποδοτικότητας 100% και επομένως είναι οι πλήρως αποδοτικές μονάδες του δείγματος. Οι συγκεκριμένες μονάδες χρησιμεύουν ως οι οριοθέτες για τη συγκριτική αξιολόγηση καθώς διαμορφώνουν το σύνολο αποδοτικότητας (ή βέλτιστης πρακτικής) έναντι του οποίου συγκρίνονται όλες οι υπόλοιπες. Στον Πίνακα 6-4 αποτυπώνονται οι 11 αυτές χώρες καθώς και η συμμετοχή τους ως μονάδες αναφοράς (peers) στις υπόλοιπες μαζί με τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας λ_i . Οι χώρες που συμμετέχουν τις περισσότερες φορές ως μονάδες αναφοράς είναι η Πολωνία (11 φορές) και Ιρλανδία (10 φορές) με μέση τιμή βαρύτητας συμμετοχής (λ_i) 0,362 και 0,338 αντίστοιχα. Ακολουθούν οι Εσθονία με 6 συμμετοχές, η Ισπανία με 5 και οι Κροατία, Κύπρος και Σουηδία με 4 συμμετοχές. Οι

Βουλγαρία, Ελλάδα και Σλοβενία εμφανίζονται από 2 φορές ως μονάδες αναφοράς και η Ρουμανία μόνο μία φορά.

Πίνακας 6-4 Συντελεστές λi (CRS)

ΑΑ	Χώρα	Συντελεστές λi (X 10 ⁻²) ανά αποδοτική μονάδα (CRS)											Σλi (X 10 ⁻²)
		Βουλγ	Ελλάδ	Εσθον	Ιρλαν	Ισπαν	Κροατ	Κύπρο	Πολων	Ρουμα	Σλοβε	Σουηδ	
1	Αυστρία				33,4				16,0		51,3		100,7
2	Βέλγιο				44,8				57,7				102,5
4	Γαλλία				41,7				62,1				103,8
5	Γερμανία				38,4				59,1		4,2		101,7
6	Δανία				23,2							74,9	98,1
11	Ιταλία			11,3	5,3	78,2						5,5	100,3
14	Λετονία			11,3			60,7	6,9	17,1				96,1
15	Λιθουανία	11,8	14,1	17,4			52,4		1,5				97,2
16	Λουξ/ργο				61,2				41,1				102,3
17	Μάλτα				1,9	77,5			27,5				106,9
18	Ολλανδία				80,5	16,2						2,3	99,0
19	Ουγγαρία	23,5		13,8			7,1		41,0	13,7			99,1
21	Πορτογαλία					15,3		83,9					99,2
23	Σλοβακία						47,9	23,0	27,2				98,1
26	Τσεχία		0,4	23,5				28,8	47,8				100,5
27	Φινλανδία			24,8	7,7	28,8						38,4	99,7
Πλήθος συμμετοχών		2	2	6	10	5	4	4	11	1	2	4	
Μέση τιμή ανά συμμετοχή		17,7	7,2	17,1	33,8	43,2	42,0	35,6	36,2	13,7	27,8	30,3	

Το πλήθος των εμφανίσεων μιας αποδοτικής μονάδας ως μονάδα αναφοράς σε κάποιες από τις υπόλοιπες θα μπορούσε να ερμηνευτεί και ως δείκτης που αντανακλά το βαθμό συμβατότητάς της με την υποκείμενη τεχνολογία παραγωγής, δεδομένου ότι υποδεικνύεται από τη μέθοδο ως αντιπροσωπευτική ενός μεγάλου αριθμού μη αποδοτικών μονάδων. Υπό αυτή την έννοια, ο δείκτης αυτός θα μπορούσε να χρησιμεύσει για τη σχετική κατάταξη των πλήρως αποδοτικών χωρών. Για παράδειγμα, χώρες όπως η Πολωνία και η Ιρλανδία που έχουν αποδοτικότητα 100%, αλλά εμφανίζονται ως μονάδες αναφοράς 11 και 10 φορές, θα προηγούνται στην κατάταξη έναντι άλλων αποδοτικών χωρών που εμφανίζονται μόνο μία (Ρουμανία) ή δύο φορές (Ελλάδα, Βουλγαρία, Σλοβενία) σε κάποια από τα σύνολα αναφοράς των υπολοίπων μη αποδοτικών μονάδων. Ωστόσο, με γεωμετρικούς όρους, το γεγονός ότι μία αποδοτική μονάδα εμφανίζεται μόνο

μία ή δύο φορές ή ενδεχομένως και καμία στα σύνολα αναφοράς των μη αποδοτικών μονάδων υποδηλώνει ότι η εν λόγω αποδοτική μονάδα λειτουργεί με εισροές και εκροές που αποτελούν ένα ιδιαίτερο μείγμα, με αποτέλεσμα να τοποθετείται σε σημείο του χώρου παραγωγής που ορίζει μία κατεύθυνση κατά μήκος της οποίας υπάρχουν λιγοστές (ή και καμία) μονάδες που λειτουργούν στην περιβάλλουσα περιοχή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, θα πρέπει να διερευνηθεί το ιδιαίτερο μείγμα εισροών-εκροών της μονάδας και να αποκλειστεί το ενδεχόμενο να έχει προκύψει από λανθασμένες μετρήσεις/καταγραφές πριν προκριθεί το συμπέρασμα ότι πρόκειται πράγματι για μία μονάδα που λειτουργεί με ένα ξεχωριστό ή καινοτόμο παραγωγικό προφίλ.

6.3 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS)

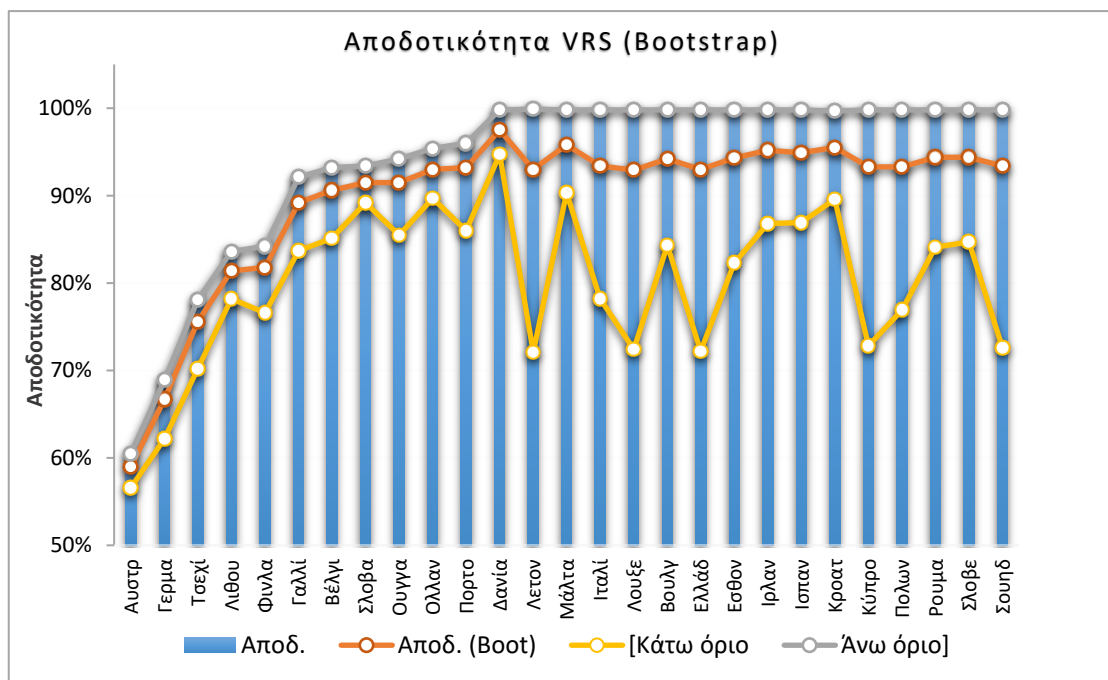
Στον Πίνακα 6-5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση του υποδείγματος κάτω από την υπόθεση των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS) τα οποία αποτυπώνονται διαγραμματικά στην Εικόνα 6-6. Τα σκορ είναι –όπως αναμενόταν– υψηλότερα από τα αντίστοιχα CRS δεδομένου ότι το σύνολο VRS είναι πάντα εγγύτερο στις αξιολογούμενες μονάδες. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή της αποδοτικότητας προκύπτει ίση με 94,1% (89,6% με διόρθωση Bootstrap) μεγαλύτερη δηλαδή κατά 1,3 ποσοστιαίες μονάδες (1,4 με διόρθωση bootstrap) σε σχέση με αυτή του υποδείγματος CRS. Να σημειωθεί επιπλέον ότι και η Λετονία γίνεται σχεδόν πλήρως αποδοτική καθώς με το υπόδειγμα VRS η αποδοτικότητά της γίνεται 99,9%.

Πίνακας 6-5 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας (VRS)

ΑΑ	Χώρα	Αποδοτικότητα VRS (%)		bias	95% διάστημα εμπιστοσύνης		Διακύμανση
		αρχική	διορθωμένη		κάτω όριο	άνω όριο	
1	Αυστρία	60,6	58,9	1,7	56,6	60,5	0,02
2	Βέλγιο	95,6	92,9	2,6	89,6	95,4	0,03
3	Βουλγαρία	100,0	92,9	7,1	72,4	99,8	2,08
4	Γαλλία	100,0	95,6	4,4	89,7	99,8	0,13
5	Γερμανία	69,0	66,7	2,3	62,2	68,9	0,05
6	Δανία	96,1	93,1	3,1	84,6	95,9	0,15
7	Ελλάδα	100,0	93,7	6,3	78,4	99,8	1,07
8	Εσθονία	100,0	93,0	7,0	72,4	99,8	2,05
9	Ιρλανδία	100,0	94,2	5,8	83,9	99,8	0,51
10	Ισπανία	100,0	92,7	7,3	72,7	99,8	2,08
11	Ιταλία	100,0	94,1	5,9	81,8	99,8	0,69
12	Κροατία	100,0	95,2	4,8	86,8	99,8	0,21
13	Κύπρος	100,0	94,8	5,2	87,2	99,8	0,26

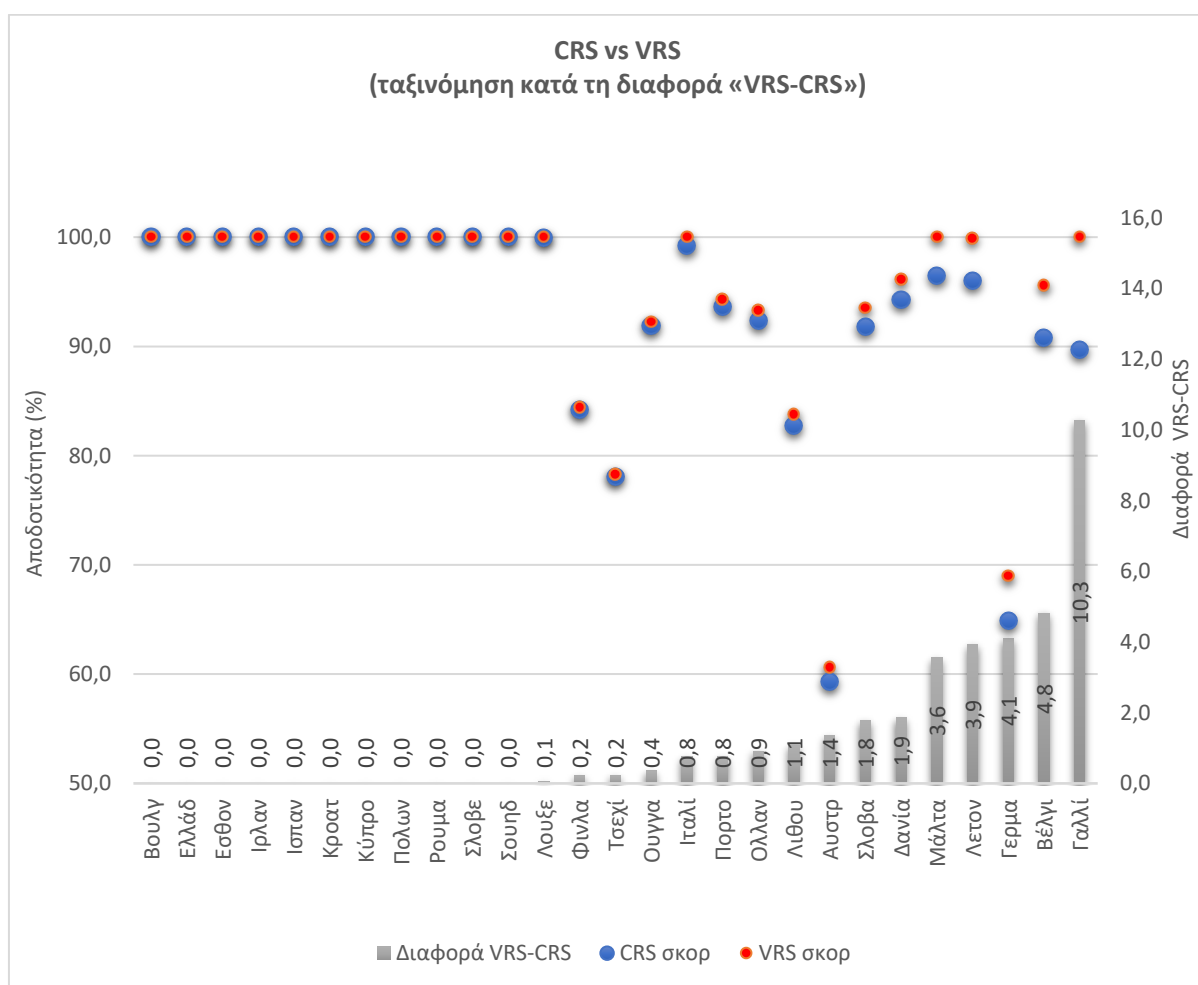
14	Λετονία	99,9	97,5	2,5	94,8	99,7	0,02
15	Λιθουανία	83,8	81,4	2,4	78,3	83,7	0,03
16	Λουξεμβούργο	100,0	95,4	4,6	89,2	99,8	0,15
17	Μάλτα	100,0	92,9	7,1	72,4	99,8	1,96
18	Ολλανδία	93,3	90,6	2,7	85,1	93,1	0,06
19	Ουγγαρία	92,3	89,1	3,2	83,6	92,1	0,08
20	Πολωνία	100,0	93,4	6,6	77,1	99,8	1,31
21	Πορτογαλία	94,3	91,4	2,9	85,7	94,1	0,07
22	Ρουμανία	100,0	94,6	5,4	84,0	99,9	0,45
23	Σλοβακία	93,5	91,4	2,1	89,1	93,4	0,02
24	Σλοβενία	100,0	94,3	5,7	84,4	99,8	0,47
25	Σουηδία	100,0	92,9	7,1	72,3	99,8	2,12
26	Τσεχία	78,3	75,6	2,7	69,8	78,1	0,06
27	Φινλανδία	84,4	81,7	2,7	76,0	84,2	0,07
	Μέση τιμή	94,1	89,6	4,5	80,0	93,9	0,60
	Τυπική απόκλιση	10,3	9,2	1,9	9,0	10,3	0,78
	Εύρος	31,0	30,8	5,2	32,5	31,0	2,11
	Ελάχιστη τιμή	69,0	66,7	2,1	62,2	68,9	0,02
	Μέγιστη τιμή	100,0	97,5	7,3	94,8	99,9	2,12

Ταυτόχρονα, με το συγκεκριμένο υπόδειγμα, προκύπτει και μεγαλύτερος αριθμός πλήρως αποδοτικών χωρών και από 11 που ήταν με το υπόδειγμα CRS γίνονται 15 καθώς για 4 επιπλέον χώρες (Γαλλία, Ιταλία, Λουξεμβούργο και Μάλτα) η αποδοτικότητα υπολογίζεται ίση με 100% . Από αυτές οι Ιταλία και Λουξεμβούργο ήταν ήδη σχεδόν πλήρως αποδοτικές χώρες με σκορ >99% (99,2% και 99,9%) εν αντιθέσει με τις Μάλτα και Γαλλία που είχαν αρκετά μικρότερα σκορ (96,4% και 89,7%).



Εικόνα 6-6 Αποδοτικότητα VRS (χώρες κατά αύξουσα σειρά)

Στο επόμενο διάγραμμα (Εικόνα 6-7) απεικονίζονται οι χώρες με τα σκορ αποδοτικότητας CRS και VRS ταξινομημένες κατά αύξουσα σειρά ως προς τη διαφορά «VRS-CRS». Σε αυτό φαίνεται ότι η μεγαλύτερη διαφορά είναι 10,3 ποσοστιαίες μονάδες και αφορά τη Γαλλία ενώ σε 17 χώρες οι διαφορές είναι μηδενικές ή μικρότερες από μία ποσοστιαία μονάδα και στις υπόλοιπες οκτώ οι διαφορές κυμαίνονται από 1,1 έως 4,8 ποσοστιαίες μονάδες.



Εικόνα 6-7 Ταξινόμηση των χωρών κατά αύξουσα σειρά της διαφοράς «VRS-CRS»

Στον Πίνακα 6-6 αποτυπώνονται οι 15 αποδοτικές χώρες καθώς και οι συντελεστές λ_i με τους οποίους συμμετέχουν ως μονάδες αναφοράς (peers) στις υπόλοιπες. Οι χώρες που συμμετέχουν τις περισσότερες φορές ως μονάδες αναφοράς είναι η Πολωνία και Ισπανία (από 6 φορές) και Ιρλανδία και Εσθονία (από 5 φορές). Ακολουθούν οι Κροατία, Κύπρος με 4 συμμετοχές, οι Γαλλία, Σλοβενία, Σουηδία με 3 συμμετοχές, οι Βουλγαρία, Ελλάδα

και Λουξεμβούργο με 2 φορές, η Ρουμανία 1 φορά ενώ οι Ιταλία και Μάλτα δεν συμμετέχουν καμία φορά .

Πίνακας 6-6 Συντελεστές λi (VRS)

ΑΑ	Χώρα	Συντελεστές λi (X 10 ⁻²) ανά αποδοτική μονάδα (VRS)														
		Βουλγ	Γαλι	Ελλάδ	Εσθον	Ιρλαν	Ισπαν	Ιταλι	Κροατ	Κύπρο	Λουξε	Μάλτα	Πολων	Ρουμα	Σλοβε	Σουηδ
1	Αυστρία		2,4				5,0				22,3				70,3	
2	Βέλγιο		17,2			3,6					54,2		10,5		14,6	
5	Γερμανία		19,4			46,2	0,3						31,5		2,6	
6	Δανία					23,7										76,3
14	Λετονία				7,6				63,5	9,6			19,2			
15	Λιθουανία	1,4		7,3	14,0				77,3							
18	Ολλανδία					81,3	16,4									2,4
19	Ουγγαρία	19,3			14,2				8,6				36,8	21,2		
21	Πορτογαλία						15,5			84,5						
23	Σλοβακία								48,8	23,4			27,8			
26	Τσεχία			2,6	25,4		4,5			19,7			47,9			
27	Φινλανδία				24,6	8,1	29,4									38,0
	Πλήθος συμμετοχών	2	3	2	5	5	6	0	4	4	2	0	6	1	3	3
	Μέση τιμή ανά συμμετοχή	10,3	13,0	4,9	17,2	32,6	11,8		49,6	34,3	38,2		28,9	21,2	29,1	38,9

6.4 Αποδοτικότητα με τα υποδείγματα αυξουσών/φθινουσών αποδόσεων κλίμακας (IRS/NDRS, DRS/NIRS)

Η επίλυση με τα υποδείγματα NDRS και NIRS δίνει τα σκορ αποδοτικότητας που φαίνονται στον Πίνακα 6-7 και στον Πίνακα 6-8 τα οποία κυμαίνονται ανάμεσα στα αντίστοιχα σκορ που προκύπτουν με τα υποδείγματα CRS και VRS. Η συγκεκριμένη κλιμάκωση των σκορ (CRS<NDRS<VRS και CRS<NIRS<VRS) είναι αναμενόμενη και είναι απόρροια της σχετικής θέσης των συνόρων των υποδειγμάτων καθώς τόσο το σύνορο NDRS όσο και το σύνορο NIRS οριοθετούνται εξ ολοκλήρου ανάμεσα στα σύνορα CRS και VRS. Σε επίπεδο μέσων τιμών οι αποδοτικότητες NDRS και NIRS υπολογίζονται ίσες με 93,2% και 93,7% αντίστοιχα (τιμές που είναι μεγαλύτερες από τη μέση τιμή CRS και ταυτόχρονα μικρότερες από τη μέση τιμή VRS).

Πίνακας 6-7 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα αυξουσών αποδόσεων κλίμακας (IRS)

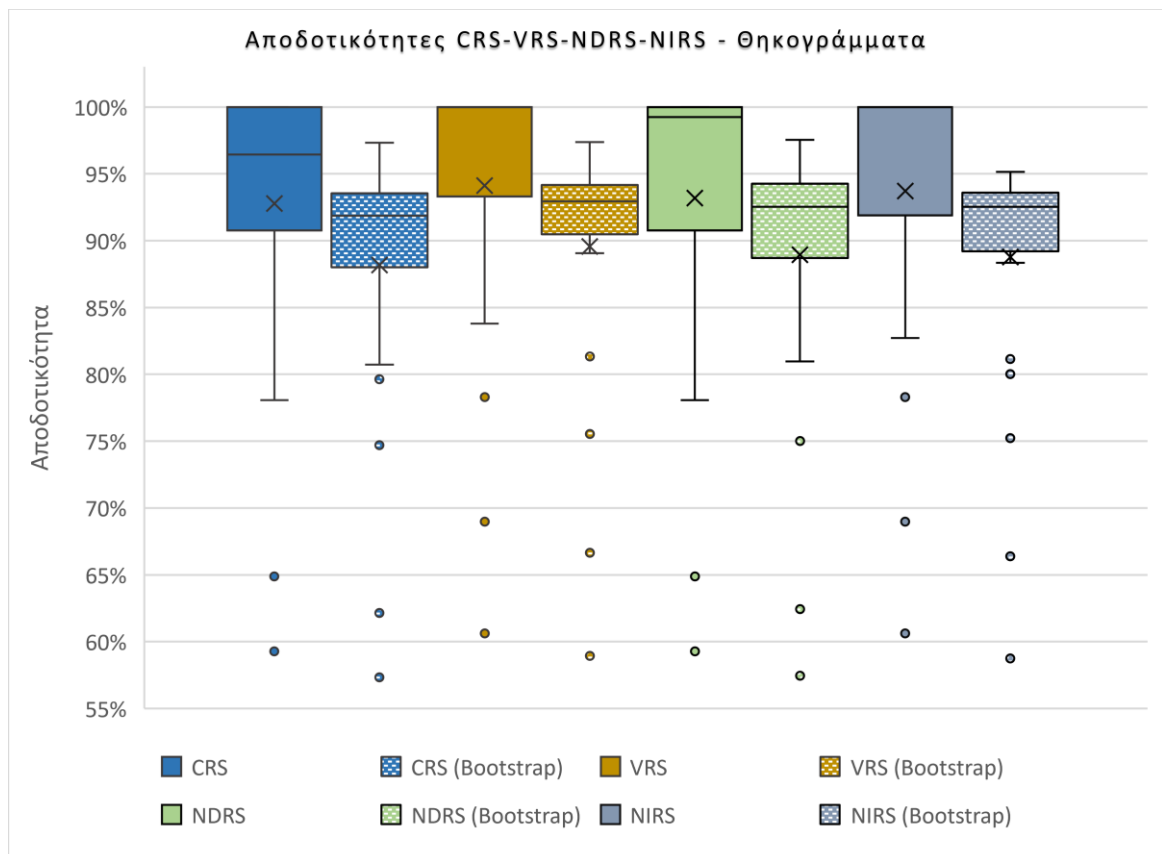
ΑΑ	Χώρα	Αποδοτικότητα IRS (%)		bias	95% διάστημα εμπιστοσύνης		Διακύμανση
		αρχική	διορθωμένη		κάτω όριο	άνω όριο	
1	Αυστρία	59,3	57,5	1,8	55,6	59,1	0,01
2	Βέλγιο	90,8	88,7	2,1	85,7	90,5	0,02
3	Βουλγαρία	100,0	93,1	6,9	81,3	99,8	0,78
4	Γαλλία	89,7	87,6	2,1	84,2	89,5	0,03
5	Γερμανία	64,9	62,4	2,4	58,5	64,7	0,04
6	Δανία	96,1	92,5	3,6	84,2	95,9	0,17
7	Ελλάδα	100,0	94,3	5,7	86,1	99,8	0,31
8	Εσθονία	100,0	92,2	7,8	71,8	99,8	2,37
9	Ιρλανδία	100,0	93,8	6,2	85,0	99,8	0,39
10	Ισπανία	100,0	94,3	5,7	86,6	99,8	0,27
11	Ιταλία	99,2	95,6	3,7	89,4	99,1	0,10
12	Κροατία	100,0	95,2	4,8	90,9	99,8	0,10
13	Κύπρος	100,0	94,2	5,8	87,5	99,7	0,24
14	Λετονία	99,9	97,0	2,9	94,0	99,7	0,03
15	Λιθουανία	83,8	81,0	2,8	77,8	83,6	0,04
16	Λουξεμβούργο	99,9	97,5	2,4	94,5	99,7	0,02
17	Μάλτα	96,4	93,0	3,5	88,1	96,3	0,07
18	Ολλανδία	93,3	90,1	3,2	85,1	93,1	0,07
19	Ουγγαρία	92,3	88,8	3,5	83,6	92,1	0,07
20	Πολωνία	100,0	92,9	7,1	78,5	99,7	1,10
21	Πορτογαλία	94,3	90,9	3,4	85,0	94,1	0,10
22	Ρουμανία	100,0	93,9	6,1	83,7	99,8	0,48
23	Σλοβακία	93,5	91,1	2,5	88,4	93,3	0,02
24	Σλοβενία	100,0	95,0	5,0	87,8	99,8	0,20
25	Σουηδία	100,0	92,2	7,8	73,0	99,7	2,15
26	Τσεχία	78,1	75,0	3,1	70,5	77,8	0,06
27	Φινλανδία	84,4	81,3	3,1	75,4	84,2	0,07
Μέση τιμή		93,2	88,9	4,2	81,9	93,0	0,35
Τυπική απόκλιση		10,8	9,8	1,9	9,4	10,8	0,61
Εύρος		35,1	35,1	5,7	35,9	35,1	2,35
Ελάχιστη τιμή		64,9	62,4	2,1	58,5	64,7	0,02
Μέγιστη τιμή		100,0	97,5	7,8	94,5	99,8	2,37

Πίνακας 6-8 Αποδοτικότητα με το υπόδειγμα φθινουσών αποδόσεων κλίμακας (DRS)

ΑΑ	Χώρα	Αποδοτικότητα DRS (%)		bias	95% διάστημα εμπιστοσύνης		Διακύμανση
		αρχική	διορθωμένη		κάτω όριο	άνω όριο	
1	Αυστρία	60,6	58,7	1,9	56,2	60,5	0,02
2	Βέλγιο	95,6	92,6	3,0	88,9	95,3	0,04
3	Βουλγαρία	100,0	92,4	7,6	72,6	99,8	2,02
4	Γαλλία	100,0	95,2	4,8	89,3	99,8	0,15
5	Γερμανία	69,0	66,4	2,6	62,0	68,8	0,05
6	Δανία	94,3	90,9	3,4	82,5	94,0	0,15
7	Ελλάδα	100,0	93,3	6,7	78,1	99,8	1,10
8	Εσθονία	100,0	92,6	7,4	72,5	99,8	2,01
9	Ιρλανδία	100,0	93,7	6,3	83,5	99,8	0,53
10	Ισπανία	100,0	92,3	7,7	72,9	99,8	2,05
11	Ιταλία	100,0	93,6	6,4	81,7	99,8	0,71
12	Κροατία	100,0	94,7	5,3	86,6	99,8	0,23

13	Κύπρος	100,0	94,3	5,7	86,9	99,8	0,27
14	Λετονία	96,0	93,0	2,9	89,9	95,8	0,03
15	Λιθουανία	82,7	80,1	2,6	77,3	82,6	0,03
16	Λουξεμβούργο	100,0	95,0	5,0	88,9	99,8	0,17
17	Μάλτα	100,0	92,5	7,5	72,5	99,8	1,93
18	Ολλανδία	92,4	89,3	3,1	83,8	92,2	0,07
19	Ουγγαρία	91,9	88,4	3,5	82,8	91,7	0,09
20	Πολωνία	100,0	92,9	7,1	77,0	99,8	1,30
21	Πορτογαλία	93,6	90,3	3,3	84,7	93,4	0,09
22	Ρουμανία	100,0	94,2	5,8	84,1	99,8	0,43
23	Σλοβακία	91,8	89,2	2,6	86,4	91,6	0,02
24	Σλοβενία	100,0	93,9	6,1	84,0	99,8	0,49
25	Σουηδία	100,0	92,4	7,6	72,4	99,7	2,08
26	Τσεχία	78,3	75,2	3,0	69,7	78,1	0,07
27	Φινλανδία	84,2	81,1	3,0	75,3	84,0	0,08
	Μέση τιμή	93,7	88,8	4,9	79,4	93,5	0,60
	Τυπική απόκλιση	10,3	9,0	2,0	8,5	10,3	0,76
	Εύρος	31,0	28,8	5,1	27,9	31,0	2,05
	Ελάχιστη τιμή	69,0	66,4	2,6	62,0	68,8	0,02
	Μέγιστη τιμή	100,0	95,2	7,7	89,9	99,8	2,08

Στο επόμενο διάγραμμα (Εικόνα 6-8) απεικονίζονται τα θηκογράμματα αποδοτικότητας που κατασκευάζονται με βάση τα σκορ αποδοτικότητας που προκύπτουν από τα τέσσερα υποδείγματα (χωρίς διόρθωση και με διόρθωση bootstrap).



Εικόνα 6-8 Θηκογράμματα αποδοτικότητας

6.5 Αποδοτικότητα κλίμακας

Στον Πίνακα 6-9 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την αποδοτικότητα κλίμακας των 27 χωρών. Όπως φαίνεται στον ίδιο πίνακα για 11 χώρες (40,8% του συνόλου) προκύπτουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS), γεγονός που αποτελεί ένδειξη ότι λειτουργούν στο βέλτιστο μέγεθος σε σχέση με το συγκεκριμένο μείγμα εισροών και εκροών. Οι υπόλοιπες 16 χώρες είναι μοιρασμένες καθώς οι 8 χαρακτηρίζονται από αύξουσες και οι άλλες 8 από φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας.

Πίνακας 6-9 Αποδοτικότητα κλίμακας (περιγραφικά στατιστικά μέτρα)

Μέγεθος	Αποδοτικότητα κλίμακας
Μέση τιμή	98,53
Τυπική απόκλιση	2,42
Ελάχιστη τιμή	89,73
Μέγιστη τιμή	100,00
Τύπος Αποδόσεων κλίμακας	Πλήθος (% συνόλου)
Φθίνουσες (DRS)	8 (29,6%)
Σταθερές (VRS)	11 (40,8%)
Αύξουσες (IRS)	8 (29,6%)

Η μέση τιμή της αποδοτικότητας κλίμακας των 27 χωρών είναι αρκετά υψηλή 98.53%, γεγονός που υποδεικνύει ότι η συνολική εικόνα είναι πολύ καλή. Όλες σχεδόν οι χώρες έχουν αποδοτικότητα κλίμακας πάνω από 96% και μάλιστα για τις 18 από αυτές (2/3 του συνολικού δείγματος) προκύπτει ποσοστό αποδοτικότητας κλίμακας μεγαλύτερο από 99%. Κάτω από αυτό το διάστημα βρίσκονται μόνο τρεις χώρες με μικρότερα ποσοστά, η Γερμανία (94,04%), το Βέλγιο (94,07%) και η Γαλλία (89,93%) που είναι και η χώρα με τη μικρότερη αποδοτικότητα κλίμακας.

Στον Πίνακα 6-10 απεικονίζονται οι χώρες ομαδοποιημένες σύμφωνα με τις τρεις μορφές των αποδόσεων κλίμακας που τις χαρακτηρίζουν (ταξινομημένες κατά φθίνουσα σειρά):

Πίνακας 6-10 Τύπος και σκορ αποδοτικότητας κλίμακας ανά χώρα

Αύξουσες	Αποδοτικότητα Κλίμακας (%)	Σταθερές	Φθίνουσες	Αποδοτικότητα Κλίμακας (%)
Φινλανδία	99,74	Βουλγαρία	Λουξεμβούργο	99,94
Ουγγαρία	99,62	Ελλάδα	Τσεχία	99,72
Πορτογαλία	99,19	Εσθονία	Ιταλία	99,25
Ολλανδία	99,02	Ιρλανδία	Αυστρία	97,77
Λιθουανία	98,71	Ισπανία	Μάλτα	96,45
Σλοβακία	98,11	Κροατία	Βέλγιο	94,97
Δανία	98,07	Κύπρος	Γερμανία	94,04
Λετονία	96,09	Πολωνία	Γαλλία	89,73
		Ρουμανία		
		Σλοβενία		
		Σουηδία		

6.6 Κατάταξη με το υπόδειγμα υπεραποδοτικότητας

Όπως έχει αναφερθεί, με τη χρήση του υποδείγματος αυτού παρέχεται ένας τρόπος κατάταξης των πλήρως (100%) αποδοτικών χωρών. Για κάθε αποδοτική μονάδα υπολογίζεται ένα σκορ το οποίο μπορεί να είναι μεγαλύτερο από 100% (καθώς έχει απαλειφθεί ο περιορισμός -για την αξιολογούμενη μονάδα- ότι πρέπει να είναι $\leq 100\%$). Το επιπλέον αυτό ποσοστό αντανακλά το περιθώριο της-μονάδας να μειώσει την αποδοτικότητά της εξακολουθώντας να αξιολογείται ως πλήρως αποδοτική (εξακολουθώντας δηλαδή να συμμετέχει στη διαμόρφωση του συνόρου αποδοτικότητας). Όσο μεγαλύτερο είναι το σκορ της υπεραποδοτικότητας (το υπερβάλλον από το 100% ποσοστό) τόσο μεγαλύτερο είναι το περιθώριο μείωσης και κατά συνέπεια τόσο περισσότερο αποδοτική θα θεωρείται η μονάδα σε σχέση με τις υπόλοιπες αποδοτικές. Θα πρέπει να σημειωθεί -όπως έχει ήδη αναφερθεί- ότι η εφαρμογή του υποδείγματος της υπεραποδοτικότητας δεν επηρεάζει τα σκορ των μη αποδοτικών μονάδων καθώς επίσης και ότι η επίλυση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού για το υπόδειγμα της υπεραποδοτικότητας ενδέχεται να μην είναι δυνατή για κάποιες μονάδες κάτω από την υπόθεση VRS ή NIRS.

Στον Πίνακα 6-11 παρουσιάζονται τα σκορ που προκύπτουν με την εφαρμογή του υποδείγματος υπεραποδοτικότητας (κάτω από τις τέσσερις υποθέσεις ως προς τις αποδόσεις κλίμακας CRS, VRS, NIRS, NDRS) καθώς και η θέση κατάταξης των 100% αποδοτικών χωρών με βάση αυτά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι Εσθονία και Σουηδία κατέχουν την 1η και 2η θέση στη σειρά κατάταξης στα υποδείγματα CRS/NDRS, με σημαντικά υψηλά σκορ (172,7% και 162,5% αντίστοιχα) ενώ τέσσερις χώρες βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης των αποδοτικών χωρών με σκορ μικρότερα από 110% (Ισπανία 109,2%, Κύπρος 109,2%, Κροατία 105,7%, Σλοβενία 104,6%). Σε ό,τι αφορά τα υποδείγματα VRS/NIRS για τέσσερις χώρες (Εσθονία, Σουηδία, Ισπανία, Μάλτα) δεν μπορεί να υπολογιστεί σκορ υπεραποδοτικότητας (ένδειξη ∞ στον πίνακα), γεγονός που παραπέμπει στην πιθανή ύπαρξη ενός ιδιαίτερου παραγωγικού προφίλ. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι τρεις από αυτές (Εσθονία, Σουηδία και Ισπανία) είναι 100% αποδοτικές σε όλα τα υποδείγματα (CRS/NDRS και VRS/NIRS) ενώ η Μάλτα είναι 100% αποδοτική μόνο στα VRS/NIRS καθώς στα υποδείγματα CRS/NIRS είναι μη αποδοτική με σκορ 96,4%.

Πίνακας 6-11 Κατάταξη των αποδοτικών χωρών με βάση το σκορ υπεραποδοτικότητας

Χώρα	CRS	Σειρά	VRS	Σειρά	NIRS	Σειρά	NDRS	Σειρά
Εσθονία	172,7	1	∞	--	∞	--	172,7	1
Σουηδία	162,5	2	∞	--	∞	--	162,5	2
Πολωνία	136,0	3	142,8	2	142,8	2	136,0	3
Βουλγαρία	119,3	4	246,0	1	246,0	1	119,3	4
Ιρλανδία	114,5	5	117,1	4	117,1	4	114,5	5
Ρουμανία	111,6	6	112,7	7	111,6	7	112,7	6
Ελλάδα	110,8	7	132,1	3	132,1	3	110,8	7
Ισπανία	109,2	8	∞	--	∞	--	109,2	9
Κύπρος	109,2	8	109,4	8	109,2	8	109,4	8
Κροατία	105,7	10	105,9	10	105,9	10	105,7	10
Σλοβενία	104,6	11	114,8	6	114,8	6	104,6	11
Λουξεμβούργο	99,9	12	106,5	9	106,5	9	99,9	12
Ιταλία	99,3	13	115,6	5	115,6	5	99,3	14
Μάλτα	96,5	14	∞	--	∞	--	96,5	15
Γαλλία	89,7	22	105,0	11	105,0	11	89,7	22

Ωστόσο, για τις συγκεκριμένες χώρες, από τα στοιχεία του Πίνακα 6-4 και του Πίνακα 6-6 διαπιστώνεται ότι οι Εσθονία, Σουηδία και Ισπανία συμμετέχουν στα σύνολα αναφοράς σε ένα πλήθος άλλων μη αποδοτικών χωρών εν αντιθέσει με τη Μάλτα η οποία δεν συμμετέχει σε κανένα από τα σύνολα αναφοράς. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι η

Μάλτα θα πρέπει να εξετασθεί διεξοδικότερα καθώς πρόκειται επί της ουσίας για μία χώρα που αυτοαξιολογείται ως 100% αποδοτική.

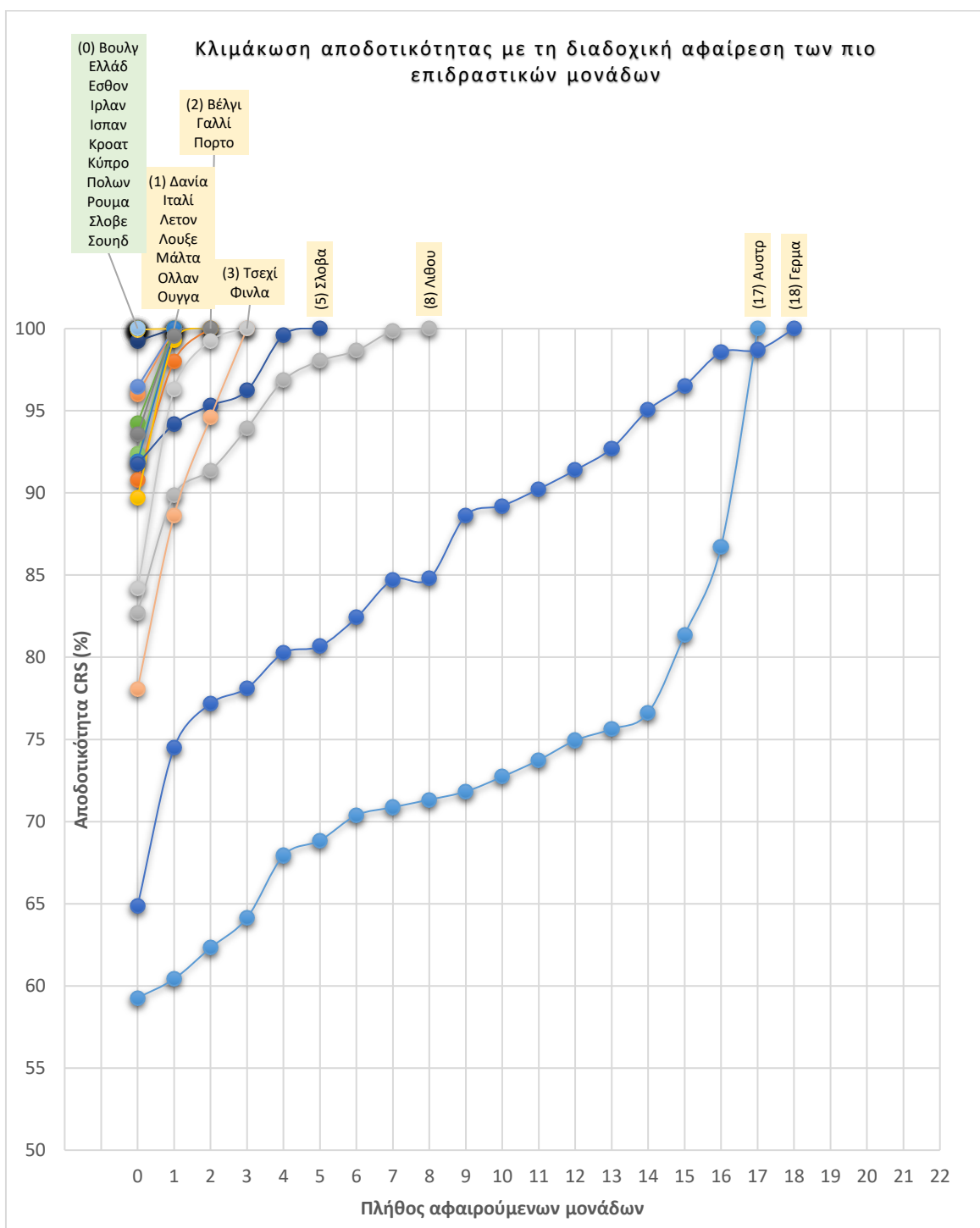
6.7 Σκάλα αποδοτικότητας

Στο διάγραμμα που φαίνεται στην (Εικόνα 6-9) απεικονίζεται πως κλιμακώνεται η αποδοτικότητα της κάθε χώρας όταν γίνεται εφαρμογή του αλγόριθμου που περιεγράφηκε στην ενότητα 3.2.9. Στον κατακόρυφο άξονα (y) του διαγράμματος μετριέται η αποδοτικότητα (0-100%) ενώ στον οριζόντιο (x) απαριθμείται το πλήθος των αφαιρούμενων μονάδων. Σε κάθε χώρα αντιστοιχεί μία διαδοχή σημείων (καμπύλη), η οποία ξεκινάει από το σημείο του κατακόρυφου άξονα που αντιστοιχεί στην αρχική αποδοτικότητα της χώρας και τερματίζει πάνω στην οριζόντια ευθεία που τέμνει τον κατακόρυφο άξονα στο σημείο $y=1$ (αποδοτικότητα=100%). Συγκεκριμένα, για μία μονάδα με αρχική αποδοτικότητα e , το σημείο εκκίνησης στον κατακόρυφο άξονα, πριν αφαιρεθεί οποιαδήποτε μονάδα ($x=0$), έχει συντεταγμένες $(e, 0)$. Στην πορεία, για κάθε επόμενο βήμα, μετά τον εντοπισμό και αφαίρεση της εκάστοτε επιδραστικότερης μονάδας, απεικονίζεται το σημείο που έχει συντεταγμένες τη νέα (μεγαλύτερη) αποδοτικότητα και τον αύξοντα αριθμό του βήματος της αφαίρεσης (δηλαδή το πλήθος των μονάδων που έχουν αφαιρεθεί μέχρι τότε). Δημιουργείται έτσι μία ανοδική διαδοχή σημείων με τη σταδιακή αφαίρεση των «επιδραστικότερων» χωρών μέχρις ότου η αποδοτικότητα της υπό αξιολόγηση χώρας γίνει 100%.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι για τις έντεκα πλήρως (100%) αποδοτικές χώρες (Βουλγαρία, Ελλάδα, Εσθονία, Ιρλανδία, Ισπανία, Κροατία, Κύπρος, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβενία, Σουηδία) δεν απαιτείται, προφανώς, καμία αφαίρεση ενώ για τις υπόλοιπες (μη αποδοτικές) χώρες του δείγματος απαιτούνται από 1 έως 18 αφαιρέσεις. Συγκεκριμένα, υπάρχουν επτά χώρες (Δανία, Ιταλία, Λετονία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Ολλανδία, Ουγγαρία) που γίνονται 100% αποδοτικές μετά την αφαίρεση μίας μόνο μονάδας και μία χώρα (Γερμανία) για την οποία απαιτείται η διαδοχική αφαίρεση 18 μονάδων έως να γίνει 100% αποδοτική.

Ενδιάμεσα, για τρεις χώρες (Βέλγιο, Γαλλία, Πορτογαλία) απαιτούνται δύο αφαιρέσεις, για δύο χώρες (Τσεχία, Φινλανδία) απαιτούνται τρεις αφαιρέσεις ενώ για τις Σλοβακία,

Λιθουανία και Αυστρία απαιτούνται 5, 8 και 17 αφαιρέσεις αντίστοιχα. Παρατηρείται επίσης ότι υπάρχουν χώρες, οι οποίες ενώ εκκινούν με υψηλότερα σκορ αποδοτικότητας σε σχέση με άλλες, χρειάζονται περισσότερα βήματα (αφαιρέσεις) μέχρι να γίνουν αποδοτικές.

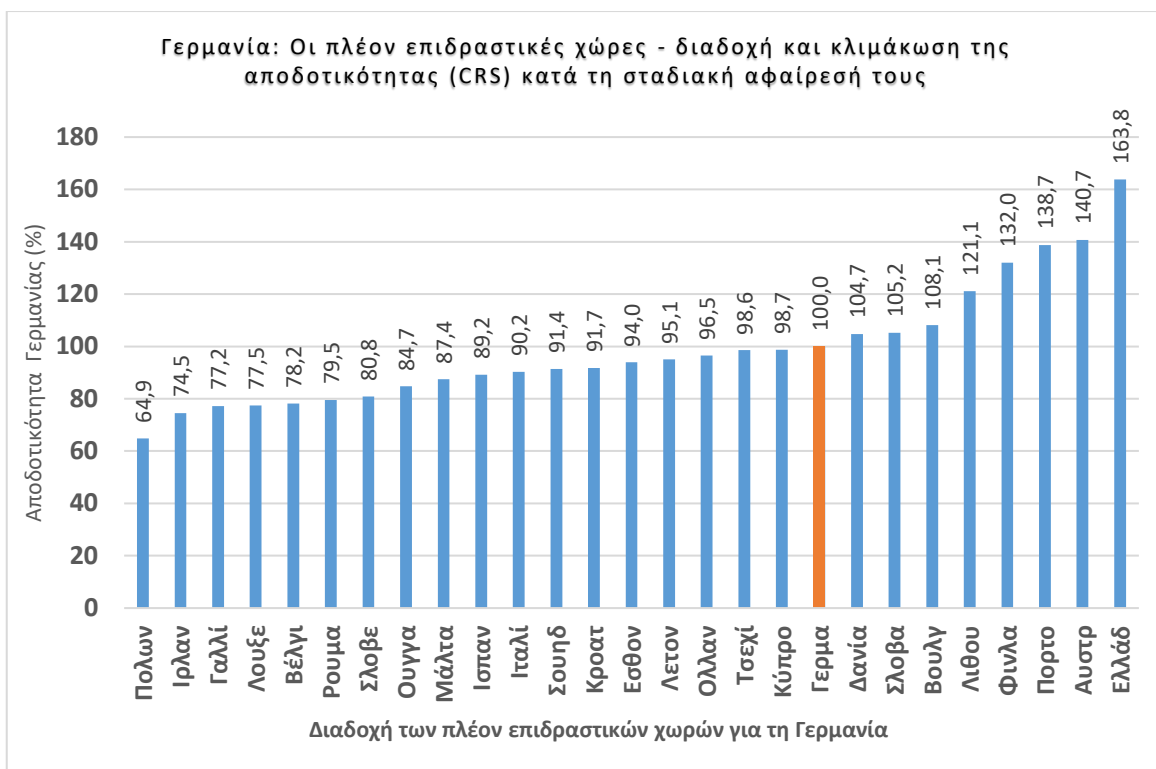


Εικόνα 6-9 Σκάλα αποδοτικότητας

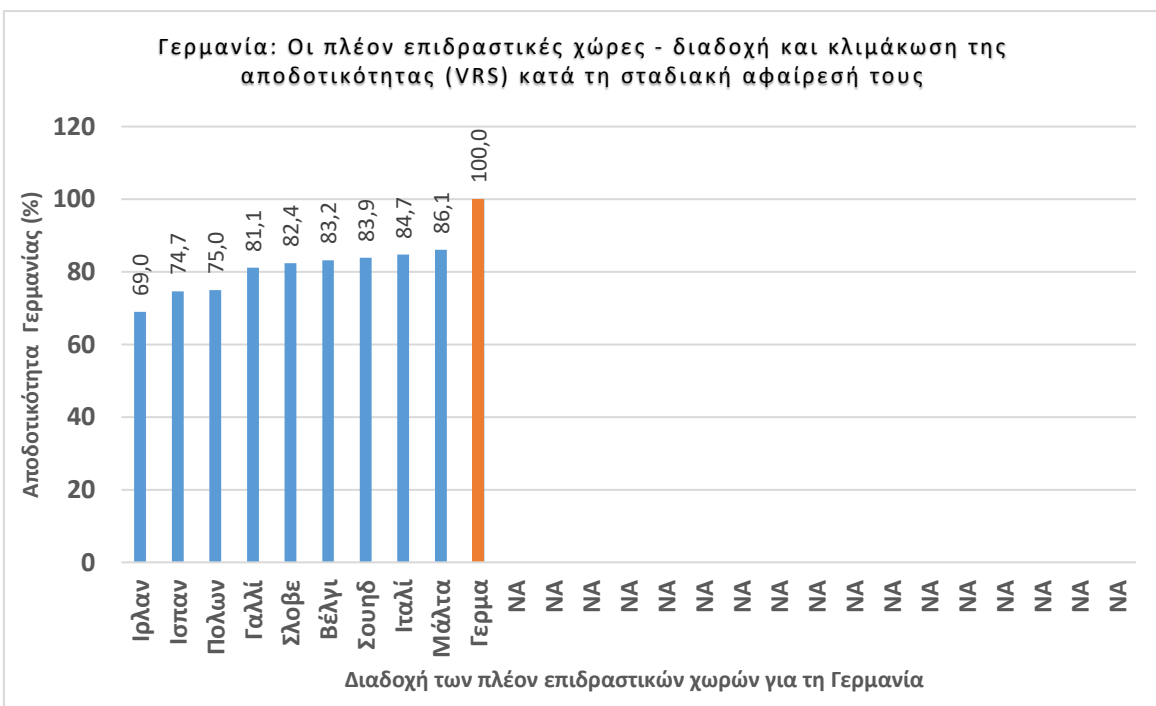
Η Σλοβακία, για παράδειγμα, εκκινεί με αποδοτικότητα 91,8% που είναι σημαντικά υψηλότερη από τις αποδοτικότητες της Τσεχίας (78,1%) και Φινλανδίας (84,2%). Ωστόσο χρειάζεται πέντε αφαιρέσεις μέχρι να γίνει αποδοτική έναντι τριών αφαιρέσεων που χρειάζονται η Τσεχία και Φινλανδία. Το ίδιο συμβαίνει και με τη Λιθουανία που, ενώ εκκινεί με αποδοτικότητα μεγαλύτερη της Τσεχίας (82,7% και 78,1% αντίστοιχα), απαιτούνται οκτώ βήματα μέχρι να γίνει αποδοτική έναντι τριών (της Τσεχίας). Μια καμπύλη με μεγάλη κλίση (δηλαδή μικρό αριθμό αφαιρέσεων που συνεπάγεται απότομη ανάβαση) αποτελεί μία σαφή ένδειξη ότι η εκτίμηση της αποδοτικότητας εξαρτάται έντονα από ένα μικρό σχετικά αριθμό μονάδων του δείγματος.

Αποτελεί δηλαδή μία ένδειξη ότι το σκορ αποδοτικότητας της αξιολογούμενης μονάδας χαρακτηρίζεται από υψηλή ευαισθησία. Ωστόσο μία καμπύλη με μικρότερη κλίση (δηλαδή μεγάλο αριθμό αφαιρέσεων και συνεπώς ηπιότερη ανάβαση) δε θα πρέπει να ερμηνευτεί ως μία απόλυτη ένδειξη έλλειψης ευαισθησίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, το συγκεκριμένο κριτήριο της σταδιακής αφαίρεσης της επιδραστικότερης μονάδας δημιουργεί μεν μία συγκεκριμένη διαδοχή αφαιρέσεων (μέχρι η μονάδα να γίνει αποδοτική) χωρίς ωστόσο να αποκλείει την ύπαρξη και άλλης συντομότερης διαδοχής η οποία όμως δεν εξετάζεται από τη συγκεκριμένη αλγοριθμική διαδικασία που εφαρμόζεται. Ο Edvardsen (2004) περιγράφει ένα τέτοιο (ακραίο) παράδειγμα όπου τα εννέα βήματα αφαιρέσεων, που απαιτούνται για να γίνει μία μονάδα αποδοτική, μειώνονται σε μόνο δύο όταν στο πρώτο βήμα γίνει αφαίρεση της λιγότερο, αντί της περισσότερο, επιδραστικότερης μονάδας.

Εν προκειμένω διαπιστώνεται ότι η ηπιότερη ανάβαση ακολουθείται από τη Γερμανία (18 βήματα) και την Αυστρία (17 βήματα). Η κλιμάκωση των ποσοστών αποδοτικότητας της Γερμανίας, με τη διαδοχική αφαίρεση των επιδραστικότερων χωρών, φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν (Εικόνα 6-10 και Εικόνα 6-11).

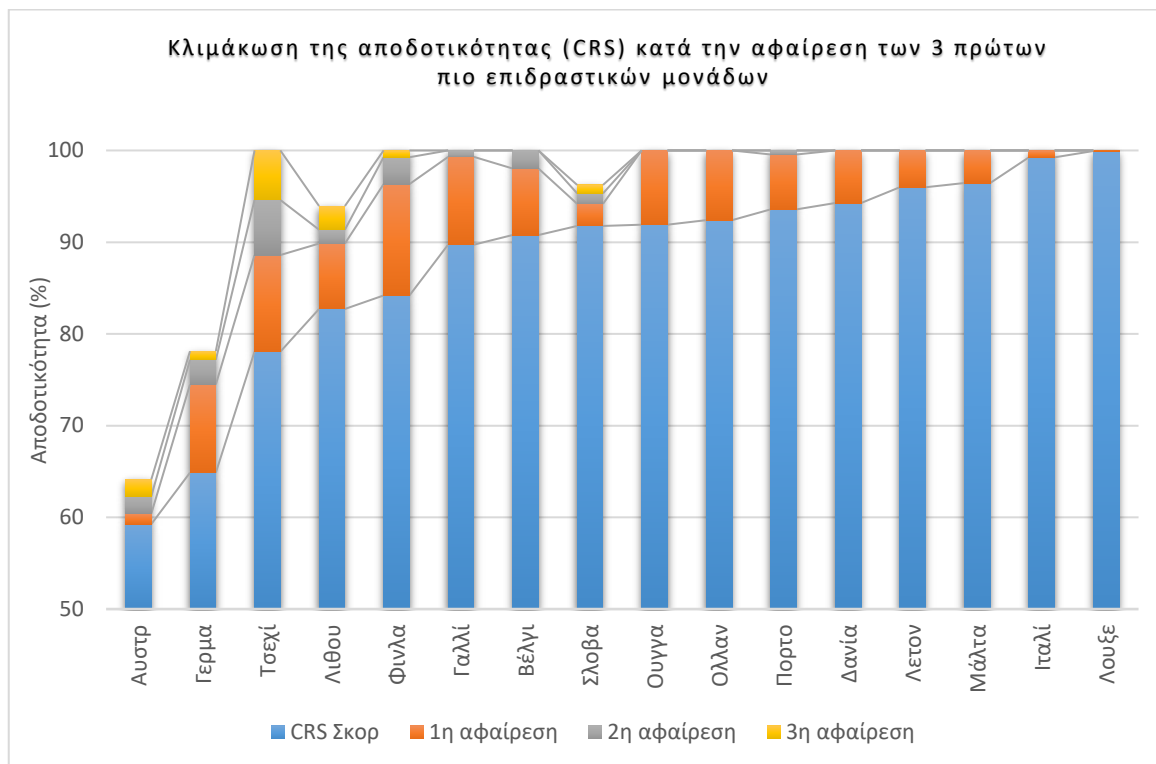


Εικόνα 6-10 Σκάλα αποδοτικότητας για τη Γερμανία (CRS)



Εικόνα 6-11 Σκάλα αποδοτικότητας για τη Γερμανία (VRS)

Τέλος, στο επόμενο διάγραμμα (Εικόνα 6-12) φαίνεται η αύξηση των ποσοστών αποδοτικότητας κατά την αφαίρεση των τριών πρώτων επιδραστικότερων μονάδων για κάθε χώρα.



Εικόνα 6-12 Σκάλα αποδοτικότητας κατά τρία πρώτα βήματα (CRS)

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χώρες της ΕΕ αντιμετωπίζουν κοινές προκλήσεις για τη δημιουργία ισχυρών συστημάτων υγείας με σκοπό την ισότιμη πρόσβαση στη φροντίδα και την αντιμετώπιση των αναγκών του πληθυσμού ακόμη και σε περιόδους έκτακτων υγειονομικών κρίσεων αλλά και πιέσεις για συγκράτηση των δαπανών. Με σκοπό την προστασία της υγείας η ΕΕ λειτουργεί συμπληρωματικά προς τις εθνικές πολιτικές ενώ η κύρια ευθύνη για την οργάνωση των συστημάτων και την παροχή υπηρεσιών υγείας ανήκει στα κράτη μέλη τα οποία εμφανίζουν υψηλό επίπεδο ετερογένειας ως προς το μέγεθος, την οργάνωση, τη χρηματοδότηση και την πρόσβαση. Σε ένα τέτοιο σύνθετο και ταχέως μεταβαλλόμενο περιβάλλον, σύμφωνα με τις προτεραιότητες και τους στόχους που έχουν τεθεί από την ΕΕ για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας, της αποδοτικότητας και της ποιότητας των συστημάτων υγείας, η αξιολόγηση των επιδόσεων τους είναι αναγκαία (European Observatory on Health Systems and Policies, 2018).

Στην παραπάνω κατεύθυνση, η παρούσα διπλωματική εργασία αξιολόγησε την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας των 27 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2019, κάνοντας χρήση της μη-παραμετρικής μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (ΠΑΔ). Η ανάλυση όμως δεν περιορίστηκε στην εφαρμογή των κλασικών υποδειγμάτων (CRS-VRS) αλλά διευρύνθηκε με την παράπλευρη εφαρμογή επιπλέον υποδειγμάτων, τεχνικών, μεθόδων και αλγορίθμων προκειμένου να εντοπισθούν ποια από τα ευρήματα είναι ισχυρά και ποια είναι τα πιθανά σημεία που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης η μέση τιμή της αποδοτικότητας του δείγματος κατά CRS είναι αρκετά υψηλή καθώς ανέρχεται σε 92,8% ενώ μετά τη διόρθωση bootstrap, παρόλο που μειώνεται κατά 4,6 ποσοστιαίες μονάδες, παραμένει και πάλι σε ένα υψηλό σχετικά επίπεδο (88,2%). Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις 16 μη αποδοτικές χώρες οι αντίστοιχοι μέσοι όροι που προκύπτουν είναι 87,8% (χωρίς διόρθωση) και 84,7% (με διόρθωση bootstrap). Οι χώρες με τη μεγαλύτερη μεροληψία (bias) είναι οι Σουηδία και Εσθονία (8,2 μονάδες) ακολουθούμενες από την Πολωνία (7,6 μονάδες) και τη Βουλγαρία (7,3 μονάδες).

Στο σύνολο των 27 χωρών οι 11 (ποσοστό 40,7%) έχουν ποσοστό αποδοτικότητας 100%. Συγκεκριμένα πλήρως αποδοτικές μονάδες είναι οι τέσσερις χώρες (Ιρλανδία, Ισπανία, Κύπρος, Σουηδία) από τις δέκα που έχουν υιοθετήσει το μοντέλο Beveridge, οι τέσσερις από τις δεκατρείς χώρες που έχουν υιοθετήσει το μοντέλο Bismarck (Εσθονία, Πολωνία, Ρουμανία, Σλοβενία) και οι τρεις (Βουλγαρία, Ελλάδα, Κροατία) από τις τέσσερις χώρες που έχουν μικτά συστήματα υγείας. Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας στις αποδοτικές χώρες συγκαταλέγονται και ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Πολωνία, η Ρουμανία και η Βουλγαρία. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με ευρήματα αντίστοιχων μελετών (Asandului et al., 2014; Gómez Gallego et al., 2021).

Σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ27, η Βουλγαρία και Ρουμανία έχουν τις χαμηλότερες κατά κεφαλή δαπάνες υγείας (625,59 και 661,28 ευρώ αντίστοιχα) καθώς και τις μικρότερες τιμές του δείκτη Προσδόκιμο Ζωής κατά τη γέννηση (75,1 και 75,6 έτη αντίστοιχα). Οι περιορισμένες δαπάνες υγείας κατευθύνονται κυρίως προς τη νοσοκομειακή περίθαλψη ενώ η πρωτοβάθμια και κοινοτική φροντίδα παραμένουν σε χαμηλό επίπεδο. Επιπλέον, στη Βουλγαρία καταγράφεται το μεγαλύτερο ποσοστό δαπανών «από την τσέπη» στην ΕΕ καθώς αντιπροσωπεύουν το 47% των τρεχουσών δαπανών για την υγεία (European Commission, 2019b). Για τις 16 μη αποδοτικές χώρες υπάρχει περιθώριο για βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας κατά περίπου 15%. Ενδεχομένως ορισμένες εισροές θα μπορούσαν να μειωθούν σημαντικά χωρίς να υποβαθμιστεί η τρέχουσα παραγωγή ή να χρησιμοποιηθούν εξίσου αποτελεσματικά με τις χώρες «peers», γεγονός που θα οδηγούσε στην εξοικονόμηση υγειονομικών πόρων. Σε σχετικές μελέτες αναφέρεται ότι το προσδόκιμο ζωής κατά τη γέννηση θα μπορούσε να αυξηθεί περισσότερο από δύο χρόνια κατά μέσο όρο, διατηρώντας σταθερές τις δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη, εάν όλες οι χώρες ήταν εξίσου αποδοτικές και είχαν τις μέγιστες επιδόσεις ενώ μια αύξηση κατά 10% στις δαπάνες υγείας θα οδηγούσε σε μικρή αύξηση του προσδόκιμου ζωής (περίπου τρεις έως τέσσερις μήνες) εάν δε συνοδευόταν από βελτίωση της αποδοτικότητας (Joumard et al., 2010; Gupta and Verhoeven, 2001).

Με την εφαρμογή του υποδείγματος VRS η μέση τιμή της αποδοτικότητας προκύπτει ίση με 94,1% (89,6% με διόρθωση Bootstrap), μεγαλύτερη δηλαδή κατά 1,3 ποσοστιαίες μονάδες (1,4 με διόρθωση bootstrap) σε σχέση με αυτή του υποδείγματος CRS. Επιπλέον,

με το συγκεκριμένο υπόδειγμα, προκύπτουν 15 αποδοτικές χώρες σε σχέση τις 11 του προηγούμενου υποδείγματος. Οι αποδοτικότητες NDRS και NIRS, σε επίπεδο μέσων τιμών, υπολογίζονται ίσες με 93,2% και 93,7% αντίστοιχα, τιμές που είναι μεγαλύτερες από τη μέση τιμή CRS και ταυτόχρονα μικρότερες από τη μέση τιμή VRS καθώς τόσο το σύνολο NDRS όσο και το σύνολο NIRS οριοθετούνται εξ ολοκλήρου ανάμεσα στα σύνορα CRS και VRS.

Σε ότι αφορά την αποδοτικότητα κλίμακας η μέση τιμή των 27 χωρών είναι αρκετά υψηλή (98.53%), με 11 από αυτές να εμφανίζουν σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS). Από τις υπόλοιπες μονάδες οι 8 χαρακτηρίζονται από αύξουσες και οι άλλες 8 από φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας.

Τέλος, από την ανάλυση μέσω της «σκάλας αποδοτικότητας», προέκυψε ότι υπάρχουν επτά χώρες που γίνονται 100% αποδοτικές μετά την αφαίρεση μίας μόνο μονάδας και μία χώρα για την οποία απαιτείται η διαδοχική αφαίρεση δεκαοκτώ μονάδων έως να γίνει 100% αποδοτική. Οι υπόλοιπες χώρες βρίσκονται ενδιάμεσα καθώς χρειάστηκαν από δύο έως δεκαεπτά αφαιρέσεις μέχρι να γίνουν αποδοτικές. Παρουσιάζει ενδιαφέρον ότι υπάρχουν χώρες που, παρόλο που εκκινούν με μεγαλύτερη αποδοτικότητα από άλλες, χρειάζονται περισσότερες αφαιρέσεις επιδραστικότερων μονάδων σε σχέση με άλλες που εκκινούν με μικρότερα σκορ αποδοτικότητας. Για τις μονάδες που ανέρχονται ακολουθώντας μία διαδρομή με μεγάλη κλίση συνάγεται ότι τα σκορ αποδοτικότητας τους χαρακτηρίζονται από υψηλή ευαισθησία που θα πρέπει ενδεχομένως να διερευνηθούν λεπτομερέστερα. Ωστόσο μία ανοδική τροχιά με μικρότερη κλίση δε θα πρέπει να ερμηνεύεται ως μία απόλυτη ένδειξη έλλειψης ευαισθησίας.

8 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι εισροές που χρησιμοποιήθηκαν δεν ενσωματώνουν περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις που ενδεχομένως θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό του βαθμού ετερογένειας των μονάδων σε μία διεθνή σύγκριση. Σε σχετικές μελέτες έχει βρεθεί ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της μειωμένης αποδοτικότητας του συστήματος υγείας και των συγκεκριμένων εισροών. Στη σύγκριση των συστημάτων υγείας διαφορετικών κρατών οι εξωγενείς παράγοντες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν το συνολικό ποσοστό ανεργίας, τις διατροφικές συνήθειες, το επίπεδο εκπαίδευσης, τον συντελεστή κατανομής εισοδήματος Gini (Behr and Theune, 2017; Sun et al., 2017; Spinks and Hollingsworth, 2009; Afonso and Aubyn 2006; Retzlaff-Roberts et al., 2004; Dyson et al., 2001).

Επίσης, η μελέτη περιορίστηκε σε ένα μόνο έτος. Θα είχε ενδιαφέρον, σε μελλοντικές εργασίες, να εξεταστεί η διαχρονική εξέλιξη της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των κρατών μελών της ΕΕ27. Η αποτύπωση και σύγκριση των μεταβολών της με την πάροδο του χρόνου θα δώσει τη δυνατότητα να παραχθούν πιο λεπτομερή αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adler N, Friedman L, Sinuany-Stern Z. (2002). Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. *European Journal Operational Research*, 140: 249-265. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00068-1)
- Afonso A., Aubyn M.S. (2006). Relative efficiency of health provision: A DEA approach with non-discretionary inputs. *Working Papers of the Department of Economics at ISEG*, vol. 33. Lisbon: Lisboa School of Economics and Management <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.952629>.
- Afonso A., Aubyn M.S. (2005). Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. *J Appl Econ*. 8: 227-46 <https://doi.org/10.1080/15140326.2005.12040626>
- Ahn T., Charnes A., Cooper W.W. (1988). A note on the efficiency characterizations obtained in different DEA models, *Socio-Economic Planning Sciences* 6: 253-257
- Andersen P, Petersen N.C. (1993) A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Sciences*, 39(10): 1261–4 <http://www.jstor.org/stable/2632964>
- Anderson T.R. (2003) Data Envelopment Analysis. In: Bidgoli H. (ed) *Encyclopedia of Information Systems*, Elsevier, 1: 445-454
- Asandului L., Roman M., Fatulescu P. (2014). The Efficiency of Healthcare Systems in Europe: A Data Envelopment Analysis Approach. *Procedia Economics and Finance*, 10: 261-268. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00301-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00301-3)
- Banker R.D., Chang H. (2006). The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. *European Journal of Operational Research*, 175: 1311-1320. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.06.028>.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <http://www.jstor.org/stable/2631725>
- Banker R.D., Thrall R.M. (1992). Estimation of returns-to-scale using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research* 62: 74-84 [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90178-C](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90178-C)
- Behr A., Theune K. (2017). Health System Efficiency: A Fragmented Picture Based on OECD Data. *Pharmacoecoon Open*, 1(3): 203–221. <https://doi.org/10.1007/s41669-017-0010-y>.
- Bennett S, Peters D.H. (2015). Assessing National Health Systems: Why and How. *Health Syst Reform* 2;1(1):9-17. doi: 10.1080/23288604.2014.997107.
- Bhat V.N. (2005). Institutional arrangements and efficiency of health care delivery systems. *Eur J Health Econ*. 6(3): 215–221. doi: 10.1007/s10198-005-0294-1
- Bogetoft P. (2000). DEA and activity planning under asymmetric information. *Journal of Productivity Analysis* 13: 7-48. <https://doi.org/10.1023/A:1007812822633>

- Bogetoft P. (2012) *Performance Benchmarking: Measuring and Managing Performance*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6043-5>
- Bogetoft P. (1997). DEA-Based yardstick competition: The optimality of best practice regulation. *Annals of Operations Research* 73: 277-298. <https://doi.org/10.1023/A:1018985313272>
- Bogetoft P. (1995). Incentives and productivity measurements. *International Journal of Production Economics* 39: 67-81. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(94\)00062-F](https://doi.org/10.1016/0925-5273(94)00062-F)
- Bogetoft P. (1994). Incentive efficient production frontiers: An agency perspective on DEA. *Management Science* 40: 959-968-208. <https://doi.org/10.1287/mnsc.40.8.959>.
- Bogetoft P., Hougaard J.L. (2004). Super efficiency evaluations based on potential slack. *European Journal of Operational Research* 152(1): 14-21. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00642-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00642-2)
- Boussofiane A., Dyson R.G., Thanassoulis E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* 52: 1-15 [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)
- Breitenbach M.C., Ngoben V., Aye G.C. (2021). Global Healthcare Resource Efficiency in the Management of COVID-19 Death and Infection Prevalence Rates. *Front Public Health*. 29(9): 638481. <https://doi.org/doi:10.3389/fpubh.2021.638481>
- Centers for Disease Control and Prevention -CDC (2022). Infant Mortality. Available at:<https://www.cdc.gov/reproductivehealth/maternalinfanthealth/infantmortality.htm> (accessed on 10/1/2023)
- Cetin V.R., Bahce S. (2016). Measuring the Efficiency of Health Systems of OECD Countries by Data Envelopment Analysis. *Appl Econ*, 48 (37): 3497-3507 <https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1139682>
- Charnes A, Cooper W, Rhodes E, (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal Operational Research*, 3: 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chattopadhyay S., Ray C.S. (1996). Technical, scale and size efficiency in nursing home care: A non-parametric analysis of Connecticut homes. *Health Economics*, 5(4): 363-373
doi: 10.1002/(SICI)1099-1050(199607)5:4<363::AID-HEC217>3.0.CO;2-1
- Chiu Y.L., Kao S., Lin H.C., Tsai M.C., Lee C.Z. (2016). Healthcare Service Utilization for Practicing Physicians: A Population-Based Study. *PLoS One*. 11: 11(1):e0130690. doi: 10.1371/journal.pone.0130690.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Kluwer
- Cylus J., Papanicolas I., Smith Peter C. (2017). Identifying the causes of inefficiencies in health systems. *Eurohealth*, 23 (2): 3-7. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332641>

- Daraio C., Simar L. (2007). *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applications*. New York: Springer, 39-41
- Debreu G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 19(3), 273–292. <https://doi.org/10.2307/1906814>
- Dyson R.G., Allen R., Camanho A.S., Podinovski V.V., Sarrico C.S., Shale, E.A., (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132: 245-259. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1)
- Edvardsen D.F. (2004). *Four essays on the measurement of productive efficiency*, Ph.D. thesis, Department of Economics, School of Economics and Commercial Law, Göteborg University.
- European Commission (2019). Health in the European Union – facts and figures, Healthcare resource statistics – beds. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/0/03/Healthcare resource statistics - beds Health2022.xlsx](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/0/03/Healthcare_resource_statistics_-_beds_Health2022.xlsx) (accessed on 7/11/2022)
- European Commission (2019a). *Tools and Methodologies to Assess the Efficiency of Health Care Services in Europe—An Overview of Current Approaches and Opportunities for Improvement. Report by the Expert Group on Health System Performance Assessment*. Available at: https://health.ec.europa.eu/system/files/2020-03/2019_efficiency_en_0.pdf (accessed on 7/3/2023)
- European Commission (2019b). *State of health in the EU companion report 2019*. Available at: https://health.ec.europa.eu/document/download/f68337fe-578d-425b-9b79-7ff84dc6f0dc_en?filename=2019_companion_en.pdf (accessed 11 December 2022)
- European Commission (2017). European Semester Thematic Factsheet. Health Systems. Available online: https://commission.europa.eu/document/download/4951c1fc-3173-4ff4-a941-319b59000c36_en?filename=european-semester_thematic-factsheet_health-systems_en.pdf (accessed on 3/12/2022)
- European Observatory on Health Systems and Policies. Hernández-Quevedo Cr. Maresso A., Merkur S., Quentin W., et al. (2018). 20 years of health system reforms in Europe: what's new? *Eurohealth*, 24(2): 23-28. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332566>
- Eurostat, statistics explained (2023a). *Mortality and life expectancy statistics*. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Mortality and life expectancy statistics#Infant mortality](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Mortality_and_life_expectancy_statistics#Infant_mortality) (accessed 2 August 2022)
- Eurostat (2023b). *Self-reported unmet need for medical examination* Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HLTH_SILC_08/default/table?lang=en (accessed 12 August 2022)
- Eurostat (2022a). *National accounts and GDP*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National_accounts_and_GDP (accessed 12 August 2022)

- Eurostat (2022b). *Healthy life years statistics* Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy_life_years_statistics
- Eurostat (2021). *Healthcare expenditure statistics*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_expenditure_statistics (accessed 5 August 2022)
- Eurostat (2020). *Over 20% of EU population at risk of poverty or social exclusion in 2019*. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/edn-20201016-2> (accessed 12 August 2022)
- Farrell M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. A 120: 253-281 <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Färe R., Grosskopf S., Lovell C. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press
- Forsund F.R., Sarafoglou N. (2002). On the Origins of Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 17(1/2), 23–40. <http://www.istor.org/stable/41770070>
- Gaeta M, Campanella F, Capasso L, Schifino GM, Gentile L, Banfi G, Pelissero G, Ricci C. (2017). An overview of different health indicators used in the European Health Systems. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 58(2): E114-E120.
- Gavurova B., Kocisova K., Sopko J. (2021). Health system efficiency in OECD countries: dynamic network DEA approach. *Health Economics Review*, 11(1): 40 <https://doi.org/10.1186/s13561-021-00337-9>
- Gómez-Gallego J.C., García-García J.F., Gómez-Gallego M. (2019). Eficiencia y productividad de los sistemas de salud en los países de la Unión Europea. *Estudios de Economía Aplicada*, 37(2): 196-215.
- Gómez-Gallego JC, Gómez-Gallego M, García-García JF, Faura-Martinez U. (2021). Evaluation of the Efficiency of European Health Systems Using Fuzzy Data Envelopment Analysis. *Healthcare*. 9(10): 1270. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101270>
- Green R.H. (1996). DIY DEA: Implementing Data Envelopment Analysis in the Mathematical Programming Language AMPL. *Omega*, 24(4): 489-494 [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(96\)00003-5](https://doi.org/10.1016/0305-0483(96)00003-5)
- Gupta S., Verhoeven M. (2001). The efficiency of government expenditure experiences from Africa *Journal of Policy Modeling*, 23: 433-467 [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(00\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(00)00036-3)
- Hsu Y.-C. (2013). The efficiency of government spending on health: evidence from Europe and Central Asia. *Soc Sci J.*, 50: 665-673. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2013.09.005>
- Joumard I., André C., Nicq C. (2010). Health Care Systems: Efficiency and Institutions, *OECD Economics Department Working Papers*, No 769, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5kmfp51f5f9t-en>.
- Kim Y. Oh H., Kang M. (2016). Productivity changes in OECD healthcare systems: bias-corrected Malmquist productivity approach. *International Journal of Health Planning Management*, 31: 537-553.

- Koopmans T.C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. In: Koopmans T.C. (ed) *Activity Analysis of Production and Allocation*. New York: John Wiley and Sons
- Kutzin J. (2011). *Bismarck vs. Beveridge: Is there increasing convergence between health financing systems?* 1st Annual Meeting of SBO Network on Health Expenditure, 21-22 November 2011, Paris, OECD. Available at: <https://www.oecd.org/gov/budgeting/49095378.pdf> (accessed 12 July 2022).
- Lo Storto C, Goncharuk A.G. (2017). Efficiency vs effectiveness: a benchmarking study on european healthcare systems. *Econ Sociol.*, 10: 102–15. doi: 10.14254/2071-789X.2017/10-3/8
- Lovell C.A.K. (1993) Production frontiers and productive efficiency. In Fried H., Lovell C., Schmidt S. (eds) *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*. Oxford: Oxford University Press, 3-67
- Lovell C.A.K., Rouse, A.P.B. (2003). Equivalent Standard DEA Models to Provide Super-Efficiency Scores. *The Journal of the Operational Research Society*, 54(1), 101–108. <http://www.istor.org/stable/822754>
- Medeiros J., Schwierz C. (2015). *Efficiency Estimates of Health Care Systems in the EU*; European Commission Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Publications Office <https://data.europa.eu/doi/10.2765/49924>
- Mirzosaid S. (2011). Health Expenditure Efficiency in the Commonwealth of Independent States: A Data Envelopment Analysis Approach. *Transit Stud Rev* 18, 384–404 <https://doi.org/10.1007/s11300-011-0204-4>
- Mohan R., Mirmirani S. (2007). *An Assessment of OECD Health Care System Using Panel Data Analysis*. MPRA Paper 6122, University Library of Munich, Germany. Available at: <https://www.cameron.edu/storage/departments/business/Journals/Vol-16-An-Assessment-Of-OECD-Health.pdf> (accessed 10 July 2022).
- Moreno-Serra R., Anaya-Montes M., & Smith P. C. (2019). Potential determinants of health system efficiency: Evidence from Latin America and the Caribbean. *PloS one*, 14(5) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216620>
- Murray C.J.L, Evans D.B & World Health Organization. Global Programme on Evidence for Health Policy (2003). *Health systems performance assessment: debates, methods and empiricism* / edited by Christopher J. L. Murray, David B. Evans. World Health Organization. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42735> (accessed 15 July 2022).
- OECD/EU (2020). *Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU Cycle*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/82129230-en>.
- OECD/ EU (2018). *Health at a Glance: Europe 2018: State of Health in the EU Cycle*, OECD Publishing, Paris/European Union, Brussels, https://doi.org/10.1787/health_glance_eur-2018-en.
- Önen Z., Sayın S. (2018). Evaluating Healthcare System Efficiency of OECD Countries: A DEA-Based Study. In: Kahraman, C., Topcu, Y. (eds) *Operations Research Applications in Health Care*

- Management*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 262. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65455-3_6
- Ozcan YA, Khushalani J. (2017). Assessing efficiency of public health and medical care provision in OECD countries after a decade of reform. *Central European Journal of Operations Research*, 25(2): 325–43. <https://doi.org/10.1007/s10100-016-0440-0>.
- Retzlaff-Roberts, D., Chang C.F., Rubin R.M. (2004). Technical efficiency in the use of health care resources: A comparison of OECD countries. *Health Policy*, 69(1): 55–72. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2003.12.002>
- Seiford L.M., Zhu J. (1999). Infeasibility of super-efficiency data envelopment analysis models. *Information Systems and Operational Research*, 37: 174–187. <https://doi.org/10.1080/03155986.1999.11732379>
- Sexton T.R. (1986). The Methodology of Data Envelopment Analysis. In: R.H. Silkman (ed) *Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis*. San Francisco: Jossey-Bass, 7-29
- Simar L., Wilson P.W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models, *Management Science* 44:49–61. <https://www.jstor.org/stable/2634426>
- Simar L., Wilson P.W. (2000a). Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art, *Journal of Productivity Analysis* 13:49–78. <https://www.jstor.org/stable/41770004>
- Simar L., Wilson P.W. (2000b). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models, *Journal of Applied Statistics* 27:779–802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Sinuany-Stern Z., Mehrez A., Barboy A., (1994). Academic departments' efficiency in DEA. *Computers and OR* 21 5, 543–556. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)90103-1](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)90103-1)
- Spinks J., Hollingsworth B. (2009). Cross-country comparisons of technical efficiency of health production: a demonstration of pitfalls. *Applied Economics*, 41: 417–427. <https://doi.org/10.1080/00036840701604354>
- Sun D., Ahn H., Lievens T., Zeng W. (2017). Evaluation of the performance of national health systems in 2004-2011: An analysis of 173 countries. *PLoS ONE* 12(3): e0173346. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173346>
- Tavares A.I.P. (2017). European Health System Typologies: Last 30 Years Under Review. *Advances in Health Management*. InTech. <https://doi.org/10.5772/67536>
- Tone K. (2002). A slacks-based measure of super-efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 143(1): 32–41. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00324-1)
- Tone K. (1996). A simple characterization of returns to scale in DEA. *Journal of Operations Research Society of Japan*, 39(4): 604–613

- United Nations (2021). World Social Report 2021: Reconsidering Rural Development. New York. Available at: <https://desapublications.un.org/publications/world-social-report-2021-reconsidering-rural-development> (accessed 25 July 2022).
- van der Zee J., Kroneman M.W. (2007). Bismarck or Beveridge: a beauty contest between dinosaurs. *BMC Health Serv Res.*, 7: 94. doi: 10.1186/1472-6963-7-94
- Varabyova Y., & Schreyögg J. (2013). International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches. *Health Policy*, 112(1-2): 70-9. doi: 10.1016/j.healthpol.2013.03.003
- Wilson P.W. (1995). Detecting influential observations in data envelopment analysis. *J Prod Anal* 6, 27–45 <https://doi.org/10.1007/BF01073493>
- World Bank (2020). Metadata Glossary , *GDP per capita growth*. Available at: <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/statistical-capacity-indicators/series/5.51.01.10.gdp> (accessed 11 July 2022).
- World Health Organization (2010). *The world health report: health systems financing: the path to universal coverage*. World Health Organization. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44371> (accessed 9 January 2023)
- World Health Organization (2007). *Everybody's business-strengthening health systems to improve health outcomes: WHO's framework for action*. World Health Organization. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43918> (accessed 9 January 2023)
- World Health Organization -WHO *Infant mortality rate*. (2022) Available at: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/1> (accessed 19 January 2023)
- Xu Y., Lai K.K., Leung W.K.J. (2020). A consensus-based decision model for assessing the health systems. *PLoS One*. 18: 15(8):e0237892. doi: 10.1371/journal.pone.0237892.
- Zhu J. (2001). Super-efficiency and DEA sensitivity analysis. *European Journal of Operational Research*, 129: 443-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00433-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00433-6)
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ (2020). Κίνδυνος Φτώχειας: Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών. ΕΛΣΤΑΤ, Πειραιάς. Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/documents/20181/e944c120-8160-e879-8ca6-203c8f298156> (ανακτήθηκε 12 Αυγούστου 2022)