



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ  
ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΓΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Καθηγητής Σταυρακάκης Γεώργιος (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής Χαλκιαδάκης Γεώργιος

Καθηγητής ΜΠΔ Ζοπουνίδης Κωνσταντίνος

**Χανιά 2023**

## **Ευχαριστίες**

*Με την ολοκλήρωση αυτής της υπέροχης διαδρομής θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Σταυρακάκη για την εξαιρετική και αμέριστη καθοδήγηση αλλά και συμπαράσταση του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, όσο και τα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Απόστολο και Μαρία για την αγάπη και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος ένα μεγάλο στους φίλους και ανθρώπους που μου στάθηκαν και ήταν συνοδοιπόροι και συμπαραστάτες στις όμορφες και στις δύσκολες στιγμές.*



## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Γενικά .....	8
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	8
1.3 Στόχοι και δομή της εργασίας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΩΝ.....	12
2.1 Έννοια και είδη αποδοτικότητας συστημάτων υγείας .....	12
2.2 Η έννοια του παραγωγικού ορίου και η συνάρτηση παραγωγής .....	14
2.3 Έννοια και ανάλυση αποδοτικότητας οικονομιών .....	17
2.4 Η έννοια των Οικονομιών Κλίμακας .....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΩΝ .....	22
3.1 Συνέπειες των μη αποδοτικών συστημάτων υγείας και τρόποι βελτίωσης τους .....	22
3.2 Τρόποι διαχείρισης των μη αποδοτικών συστημάτων υγείας και χάραξη στρατηγικών επίλυσης .....	23
3.3 Τρόποι διαχείρισης των μη αποδοτικών οικονομιών και χάραξη στρατηγικών επίλυσης.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.Μέθοδοι και Τεχνικές Εκτίμησης της Αποδοτικότητας των Συστημάτων Υγείας και των Μακροοικονομικών Χαρακτηριστικών των Οικονομιών.....	32
4.1 Βιβλιογραφικές Αναφορές και επιλογή των κατάλληλων μεθόδων μέτρησης της αποδοτικότητας.....	32
4.2 Τεχνικές Μέτρησης της Αποδοτικότητας.....	34
4.3 Επιλογή Μεθόδου .....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Παρουσίαση της Μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων – Data Envelopment Analysis (DEA) .....	40
5.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας .....	40
5.2 Επιλογή DMUs .....	41
5.3 Επιλογή Εισροών-Εκροών .....	42
5.3 Μαθηματική Περιγραφή και Ερμηνεία.....	43
5.4 Μοντέλα και Οικονομίες Κλίμακας .....	50
5.5 Τρόποι Βελτίωσης Εφαρμογής της DEA.....	51
5.6 Συμπεράσματα και επιλογή μοντέλου .....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Εφαρμογή της μεθόδου DEA στην Ανάλυση μας.....	55
6.1 Παρουσίαση Προβλήματος.....	55
6.2 Μεθοδολογία καθορισμού Δεδομένων .....	56

6.3 Παρουσίαση Δείγματος Δεδομένων.....	60
6.4 Ανάλυση Εισροών Εκροών και Μοντέλου.....	64
6.5 Εφαρμογή της DEA .....	68
6.5.1 Εφαρμογή της μεθόδου DEA στο περιβάλλον του R Studio .....	70
6.5.2 Αποτελέσματα Ανάλυσης Αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας.....	74
6.5.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων(Οικονομιών).....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Συμπεράσματα και Παρατηρήσεις.....	95
7.1 Συστήματα Υγείας.....	95
7.2 Οικονομικά Συστήματα .....	96
7.3 Γενικό Συμπέρασμα.....	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. Συζήτηση και Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	99
ΠΗΓΕΣ & ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	103

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός πως στην εποχή μας η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη και οι ταχύτατοι ρυθμοί με τους οποίους μεταβάλλεται η αγορά ωθούν τους οργανισμούς και τα συστήματα στην εύρεση τρόπων με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας τους με πρωταρχικής σημασίας να είναι το ζήτημα της μέτρησης και αξιολόγησης αυτής για τη διεξαγωγή κρίσιμων συμπερασμάτων τα οποία θα προσφέρουν στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της τρέχουσας κατάστασης αυτών αλλά και θα τους βοηθήσουν μέσω της συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων που επιλέχθηκαν να εφαρμόσουν τις αναγκαίες ενέργειες και τακτικές με σκοπό την αύξησης της.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η σύγκριση της αποδοτικότητας του τομέα υγείας και της αποδοτικότητας της οικονομίας των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2019. Για τη συγκριτική μελέτη αυτών των δύο διαφορετικών συστημάτων καθοριστικής σημασίας αποτέλεσε η ανάλυση της έννοιας της αποδοτικότητας καθώς και ο καθορισμός των δεδομένων τα οποία είναι ικανά να προσφέρουν μια όσο το δυνατόν καλύτερη περιγραφή των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν. Η σύγκριση και ανάλυση της αποδοτικότητας πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων ή όπως αναφέρεται συχνότερα στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία Data Envelopment Analysis(DEA) την οποία πρώτη φορά εισήγαγαν για τη συγκριτική μελέτη της αποδοτικότητας οι Charnes Cooper και Rhodes το 1978 στην εργασία τους με τίτλο "Measurement of decision making units" και έκτοτε έχει χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη διαφόρων οργανισμών και συστημάτων. Η μέθοδος της DEA για την εύρεση της συγκριτικής αποδοτικότητας μεταξύ των μονάδων που αξιολογούνται αξιοποιεί μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τους διαθέσιμους πόρους που λαμβάνουν μέρος στην παραγωγική διαδικασία(inputs) αλλά και τα αγαθά τα οποία παράγονται(outputs) τα οποία αποτελούν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη μονάδων οι οποίες αναφέρονται ως μονάδες λήψης αποφάσεων –decision making units (DMUs). Με τη χρήση της μεθόδου DEA είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε κάθε φορά την επίδοση της κάθε χώρας συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες που αποτελούν το συνολικό μας δείγμα και κατά συνέπεια να μπορούμε να κατατάξουμε τις χώρες αυτές με βάση την αποδοτικότητά τους. Επιπλέον μπορούμε να γνωρίζουμε για κάθε χώρα τα σημεία στα οποία υστερεί και να προτείνουμε τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε την αποδοτικότητά τους στην περίπτωση που κρίθηκαν ως μη αποδοτικές. Η εφαρμογή της DEA έγινε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού R και το ενσωματωμένο περιβάλλον εργασίας/ανάπτυξης αυτής (Integrated development environment – IDE) R Studio το οποίο μας επέτρεψε να χρησιμοποιήσουμε τα δύο βασικά μοντέλα της DEA τα οποία διαφέρουν μεταξύ ως προς τις υποθέσεις για τις αποδόσεις κλίμακας. Τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν κατά τη μελέτη του τομέα υγείας και του τομέα της οικονομίας μας προσέφεραν μια αναλυτική εικόνα τόσο για την επίδοση των χωρών ανά τομέα αλλά επιπρόσθετα και τα σημεία τα οποία θα ήταν καλό να εστιάσουν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, δηλαδή ενός πλαισίου δράσεων για την αύξηση της αποδοτικότητας των μη-αποδοτικών μονάδων στο μέλλον.

## ABSTRACT

It is a well known fact that our times the rapid advance of technological progress and the extremely fast paced market conditions push organizations and individual systems towards finding new ways in which they can increase their efficiency with priority given to the matter of calculating and evaluating their efficiency in order to produce critical outcomes to which the policy makers can rely on and that can reflect the current status of the systems or organization which are under evaluation but also through the collection and analysis of the data that have been chosen to best describe their situation to push for changes with regards to increasing their efficiency.

In this current thesis we present a comparison based on the efficiency of the healthcare sector and the economies of the European Union's member states for the year 2019. For the purposes of this cross-country comparison of both the healthcare sector and the economies of EU member states a crucial factor was the study of the meaning of efficiency and the choice of data which can best describe the current status and the problems that they are dealing with. The comparison and evaluation of the efficiency for both sectors was done using the Data Envelopment Analysis also known as DEA which Charnes , Cooper and Rhodes first introduced in their work in 1978 titled "Measuring the efficiency of decision making units" in order to compare and estimate the relative efficiency of different systems and organizations and its widely used to describe such problems ever since. The DEA method estimates the relative efficiency between units by using linear programming techniques and using as data the available resources which are being used during the production process (inputs) in order to achieve a goal or produce goods and services (outputs). These inputs and outputs are the quantitative characteristics of the systems and organizations under evaluation which are called decision making units(DMUs). With the use of DEA method we are in a position to determine each time the performance of each country that takes place in our study relative to the rest of them , which compose our sample and therefore we are able to rank our countries based on their efficiency. Furthermore DEA provides us with knowledge for each country under evaluation regarding the points which make it lags behind and also ways which we could increase their efficiency , if the country is judged to be inefficient. The way of which we chose to implement the DEA method was by using the R programming language and its integrated development environment R Studio which allowed us to run the script which we created in order to make use of the two basic models on DEA and whose difference is in the assumptions they use regarding their returns to scale. The conclusions which were exported during the analysis of both healthcare sector and the economies offered us a deep analysis as far as the performance of the countries which took place but also provided us with a set of points or factors for which policy makers should focus on and create a framework of actions for increasing the efficiency of inefficient units/countries in the future.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Γενικά

Οι σύγχρονες Ευρωπαϊκές κοινωνίες είναι βασισμένες στις αρχές της ελευθερίας και της ισότητας κάτι το οποίο αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη της πολιτικής και των θεσμών τους. Τα ιδανικά της ελευθερίας και της ισότητας δημιούργησαν τις απαραίτητες συνθήκες και ώθησαν τους ανθρώπους και τους οργανισμούς σε σημαντικές τεχνολογικές εφευρέσεις που στόχο είχαν τη βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου, με τους πιο βασικούς τομείς να είναι ο τομέας της υγείας και της οικονομίας καθώς η ποιοτική βελτίωση αυτών συνεπάγεται άμεσα την συνέχιση της προόδου και της ευημερίας των κατοίκων των χωρών αυτών. Η μέτρηση της επίδοσης τόσο των συστημάτων υγείας καθώς και των οικονομιών είναι υψίστης σημασίας διότι έτσι μπορεί να διαπιστωθεί σε ποιους τομείς αυτών μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες διορθωτικές κινήσεις ώστε να περιοριστούν ή να εξαλειφθούν παράγοντες οι οποίοι είναι επιβλαβείς για το κοινωνικό σύνολο. Είναι απαραίτητη λοιπόν η μελέτη της αποδοτικότητας τους και τις αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων που τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δαπανούν σε αυτούς.

## 1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η μέτρηση της επίδοσης των συστημάτων και των οργανισμών απαιτεί την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους αλλά και των παραγόντων που επηρεάζουν είτε θετικά είτε αρνητικά την αποδοτικότητα τους. Ο καθορισμός της έννοιας της αποδοτικότητας είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της διαδικασίας αξιολόγησης οργανισμών και συστημάτων καθώς σχετίζεται με την ικανότητα των συστημάτων και των οργανισμών να διαθέτουν τους πόρους τους με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ώστε να πετυχαίνουν τους στόχους τους. Η αποδοτικότητα (efficiency) εκφράζει την ικανότητα παραγωγής προϊόντων ή υπηρεσιών κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Δηλαδή αποτελεί ένα μέτρο μέτρησης τόσο της ποιότητας και ποσότητας του τελικού προϊόντος με βάση του τι απαιτήθηκε για να το επιτύχουμε και του πόσο αποδοτικά αξιοποιήθηκαν οι πόροι μας κατά τη διαδικασία. Αποτελεί ένα ποσοστό (ratio) το οποίο χρησιμοποιείται για να αξιολογήσουμε μια παραγωγική διαδικασία και να κρίνουμε το πόσο αποδοτικά αξιοποιήσαμε τους διαθέσιμους μας πόρους. Με την έννοια της αποδοτικότητας επομένως θεωρούμε τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των πόρων (εισροές) που χρησιμοποιήθηκαν και μεταξύ των βέλτιστων πόρων που θα έπρεπε να αξιοποιηθούν για την επίτευξη του στόχου μας. Συνεπώς η έννοια της αποδοτικότητας αναφέρεται στη σχέση μεταξύ των εισροών που έχουμε διαθέσει κατά την παραγωγική διαδικασία και των εκροών που έχουμε, δηλαδή του αποτελέσματος μας σε



σχέση με τους βέλτιστους πόρους που θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε για να επιτύχουμε τις βέλτιστες εκροές.

Η μαθηματική διατύπωση αυτής της σχέσης μπορεί να οριστεί και ως εξής:

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Επίπεδο εισροών και εκροών που διατέθηκε}}{\text{Βέλτιστο επίπεδο εισροών και εκροών που έπρεπε να διατεθεί}}$$

Κατά την αξιολόγηση της αποδοτικότητας μπορούμε να συγκρίνουμε επομένως είτε το βέλτιστο/προσδοκώμενο επίπεδο των εκροών μας προς το επίπεδο των εκροών που έχουμε επιτύχει δεδομένων των πόρων που έχουμε αξιοποιήσει κατά την παραγωγική διαδικασία είτε το ελάχιστο όριο πόρων που απαιτείται για να πετύχουμε το στόχο μας. ([Fried,Novell Schmidt , 1997](#)).

### 1.3 Στόχοι και δομή της εργασίας

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν δύο μελέτες για την εύρεση της αποδοτικότητας κάθε συστήματος ξεχωριστά. Η διεξαγωγή των δύο αναλύσεων μας σκοπεύει να κατατάξει τις υπό μελέτη μονάδες που λαμβάνουν μέρος σε αυτές με βάση την αποδοτικότητα τους και να διακρίνει ποιες από αυτές μπορούν να θεωρηθούν αποδοτικές και ποιες μη αποδοτικές. Στη συνέχεια για όσες θεωρήθηκαν ως μη αποδοτικές θα παραθέσουμε τους στόχους τους οποίους πρέπει να εκπληρώσουν ώστε να γίνουν αποδοτικές επιπρόσθετα θα εξαχθούν τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις όπως αυτά θα προκύψουν από την εφαρμογή των μοντέλων μας κατά τη μέτρηση της αποδοτικότητας τους ενώ στο τέλος θα αναφερθούμε και θα προτείνουμε τρόπους με τους οποίους στο μέλλον οι μονάδες που δεν είναι αποδοτικές θα μπορούσαν να βελτιωθούν.

Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση της δομής της εργασίας μας και μια πολύ σύντομη περιγραφή των επί μέρους 8 κεφαλαίων της χωρίς να συμπεριλαμβάνεται το κομμάτι της βιβλιογραφίας και των παραρτημάτων μας.

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αποτελεί μια εισαγωγή στην συγκριτική αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας και των οικονομιών της Ε.Ε καθώς και της έννοιας και ορισμού της αποδοτικότητας ενώ παράλληλα παρουσιάζονται ο σκοπός και οι στόχοι της εργασίας καθώς κ' η δομή του κειμένου μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα είδη και η έννοια της αποδοτικότητας τόσο για τα συστήματα υγείας όσο και για τις οικονομίες των χωρών της Ε.Ε καθώς και κάποιες βασικές έννοιες χρήσιμες για την κατανόηση των επομένων κεφαλαίων όπως είναι η έννοια του παραγωγικού ορίου, οι συναρτήσεις παραγωγής και η έννοια των οικονομιών κλίμακας.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στις συνέπειες της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας και των οικονομιών όπου αναφέρονται οι επιπτώσεις της ύπαρξης μη αποδοτικότητας σε αυτά αλλά προτείνονται και τρόποι διαχείρισης και χάραξης πολιτικών για την επίλυση της μειωμένης αποδοτικότητας αυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ακολουθεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων εκτίμησης της αποδοτικότητας όπου παραθέτουμε βιβλιογραφικές αναφορές και επιστημονικά άρθρα τα οποία ασχολήθηκαν με τη μέτρηση της αποδοτικότητας και του τρόπου με τον οποίο επέλεξαν να την αξιολογήσουν με σκοπό να καταλήξουμε στη μέθοδο την οποία θα αξιοποιήσουμε για την ανάλυση μας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο και έχοντας αναφέρει ποια μέθοδο επιλέξαμε παρουσιάζουμε τα χαρακτηριστικά της περιγράφοντας τη μεθοδολογία εφαρμογής της, τις απαιτήσεις της, τη μαθηματική περιγραφή της, τρόπους βελτίωσης αυτής με σκοπό να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα ικανά να μας οδηγήσουν στην επιλογή του μοντέλου της μεθόδου που θα εφαρμόσουμε.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόσαμε τη μέθοδο μας για την εκτίμηση της συγκριτικής αποδοτικότητας των εν λόγω συστημάτων, αναλύουμε και παραθέτουμε τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ενώ παράλληλα αναφερόμαστε και στην υλοποίηση της μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R και του περιβάλλοντος εργασίας R Studio. Τέλος παραθέτουμε τα αποτελέσματα των αναλύσεων μας κάποια σύντομα συμπεράσματα και παρατηρήσεις όπως αυτά προέκυψαν από την υλοποίηση της μελέτης μας.

Στο έβδομο κεφάλαιο παραθέτουμε τα συμπεράσματα των αναλύσεων ξεχωριστά για κάθε ένα σύστημα ξεκινώντας με τα συστήματα υγείας και καταλήγοντας στα οικονομικά συστήματα. Στη συνέχεια παραθέτουμε το γενικό συμπέρασμα της εργασίας μας, γίνεται στοχοθέτηση για τις μη αποδοτικές μονάδες με βάση τα αποτελέσματα του έκτου κεφαλαίου και παραθέτουμε τις προτάσεις μας για τη βελτίωση των μονάδων που δεν ήταν αποδοτικές.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας μας υπάρχει μια σύντομη ανασκόπηση όπου αναφερόμαστε στο σύνολο της εργασίας καθώς και στα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε και θέτουμε τα θέματα προς συζήτηση και μελλοντική επέκταση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΩΝ

### 2.1 Έννοια και είδη αποδοτικότητας συστημάτων υγείας

Η εξασφάλιση παροχών υγείας υψηλής ποιότητας αποτελεί ένα μείζονος σημασίας πρόβλημα το οποίο καλούνται να λύσουν όλες οι χώρες. Η ικανότητα της συλλογής εμπειριστατωμένων δεδομένων καθώς και η χρήση μαθηματικών μοντέλων για την ανάλυση αυτών έχει βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να πάρουν αποφάσεις που βελτιώνουν την αποδοτικότητα των εκάστοτε συστημάτων υγείας([Smith 2009](#)). Η διαφορά ανάμεσα στην αποδοτικότητα ενός συστήματος υγείας και στην αποτελεσματικότητα του είναι πως ένα αποδοτικό σύστημα υγείας παράγει το μέγιστο όφελος με το μικρότερο κόστος , ενώ στην περίπτωση της αποτελεσματικότητας ένα σύστημα είναι προσανατολισμένο στην επίτευξη του επιδιωκόμενου οφέλους για τον πληθυσμό([Bowling et al. 2009](#)). Όπως έχει αναφερθεί από την ([McPake et al. 2002](#)) υπάρχουν τέσσερις βασικές έννοιες κατά τις οποίες ένα σύστημα υγείας είναι αποδοτικό και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αποδοτικότητας του.

- i) Τεχνική αποδοτικότητα(technical efficiency)
- ii) Διανεμητική αποδοτικότητα(allocative efficiency)
- iii) Αποδοτικότητα κλίμακας(scale efficiency)
- iv) Pareto αποδοτικότητα(Pareto efficiency)

**i).Τεχνική Αποδοτικότητα** σημαίνει την παραγωγή περισσότερων εκρών χωρίς να χρησιμοποιούνται περισσότερες εισροές για την κάλυψη των αναγκών του συστήματος ή της μεγιστοποίησης των παραγόμενων εκρών με δεδομένες τις εισροές ([Philips et al. 2005](#)).

Η έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας πολλές φορές συνδέεται όσο αφορά τα συστήματα υγείας με την αποδοτική εξοικονόμηση πόρων(efficiency savings) που πιο αναλυτικά σημαίνει την παραγωγή δεδομένης ποσότητας εκρών με ελαχιστοποίηση των εισροών([Philips et al. 2005](#)). Συνεπώς ένας οργανισμός θα μπορούσε να εξετάσει όλες τις πιθανές εισροές της και να αποφασίσει με ποιόν τρόπο θα μπορούσε να τις αξιοποιήσει καλύτερα ώστε χωρίς την προσθήκη επιπλέον πόρων να πετύχει το βέλτιστο παραγόμενο προϊόν.

**ii).Διανεμητική Αποδοτικότητα(Allocative efficiency)** υπάρχει σε ένα σύστημα υγείας όταν μπορεί να διανέμει τους πόρους εκεί που χρειάζεται περισσότερο

λαμβάνοντας υπ' όψη του τις ανάγκες των ασθενών. Δηλαδή να μπορεί να διακρίνει ποιο προϊόν υγείας χρειάζεται και σε τι βαθμό ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα του συστήματος μας και να καταφέρουμε μια ισορροπία η οποία δεν θα λειτουργεί αρνητικά για κανέναν ασθενή. Η διανεμητική αποδοτικότητα συνδέεται άμεσα με την ισότητα([Getzen et al. 2013](#)), που είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός αποδοτικού συστήματος υγείας. Η διανεμητική αποδοτικότητα απαντά στο ερώτημα του “ πόση ποσότητα πρέπει να παραχθεί”( [Getzen et al. 2013](#)). Πιο αναλυτικά εάν ένα σύστημα υγείας είναι διανεμητικά αποδοτικό, τότε το οριακό κόστος της παρεχόμενης φροντίδας είναι ίσο με το οριακό όφελος([McPake et al. 2002](#)). Παρατηρούμε λοιπόν πως ένα σύστημα υγείας που είναι και τεχνικά και διανεμητικά αποδοτικό έχει σίγουρα ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά. Είναι λιγότερο δαπανηρά , είναι σε θέση να παρέχουν περισσότερες υπηρεσίες φροντίδας, έχουν μικρότερες ουρές αναμονής και μικρότερη διάρκεια νοσηλείας([Rapoport et al. 2009](#)).

**iii).Αποδοτικότητα Κλίμακας (Scale efficiency)** έχουμε όταν η προσφορά υπηρεσιών υγείας κατανέμεται μεταξύ των μονάδων φροντίδας έτσι ώστε να προσφέρονται οι υπηρεσίες υγείας συνολικά στο ελάχιστο βραχυπρόθεσμο μέσο κόστος(McPake 2002).Αύξουσες αποδόσεις κλίμακας έχουμε όταν με μια αύξηση των εισροών έχουμε αντίστοιχα μια αύξηση της παραγωγής. Δηλαδή ένα σύστημα υγείας χαρακτηρίζεται από αύξουσες αποδόσεις κλίμακας όταν σε μια αύξηση των εισροών του για παράδειγμα δαπανών για τον τομέα της υγείας αυξηθούν οι παρεχόμενες υπηρεσίες φροντίδας υγείας. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως η οικονομική αποδοτικότητα στα εν λόγω συστήματα αφορά την παραγωγή δεδομένης εκροής με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Τα οικονομικά μη αποδοτικά συστήματα υγείας έχουν καμπύλες κόστους υψηλότερα των καμπυλών κόστους των οικονομικά αποδοτικών([McPake 2002](#)).

**iv).**Στα κατά **Pareto efficient** (Pareto αποδοτικά) συστήματα αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα της ανακατανομής πόρων υπέρ μιας ομάδας ασθενών η οποία ανακατανομή λειτουργεί αρνητικά για μια άλλη ομάδα. Στην ουσία είναι αδύνατο να διαλέξουμε τη μεταφορά πόρων προς μια θεραπεία για παράδειγμα χωρίς να έχουμε ανισότητα μεταξύ των ασθενών. Για το λόγο αυτό η κατά Pareto αποδοτικότητα έρχεται τις περισσότερες φορές σε σύγκρουση με την κοινωνική αποδοτικότητα(social efficiency) η οποία υπάρχει όταν υπάρχει το ενδεχόμενο να βρεθεί μια ιδανική ανακατανομή πόρων προς όφελος όλων των ασθενών([Philips et al. 2005](#)). Η κοινωνική αποδοτικότητα ως έννοια διαφέρει από την κοινωνική ευημερία στο θέμα της ισότητας. Η κοινωνική αποδοτικότητα δε

λαμβάνει υπόψη της ποιος επωφελείται και ποιος όχι σε αντίθεση με την κοινωνική ευημερία.

Μια ακόμα έννοια αποδοτικότητας τόσο στον τομέα της υγείας όσο και στις οικονομίες των χωρών και των οργανισμών αποτελεί η **δυναμική αποδοτικότητα** (dynamic efficiency) η οποία εκφράζει κατά τον ([Getzen et al. 2013](#)) τη δυνατότητα των συστημάτων να προσαρμόζονται και να ενσωματώνουν τόσο την τεχνολογική πρόοδο όσο και τις οργανωτικές αλλαγές που χρειάζονται ώστε στο μέλλον να γίνονται πιο αποδοτικά. Συνεπώς η δυναμική αποδοτικότητα αφορά τη χρήση των εισροών(πόρων) για τη μεγιστοποίηση της μακροπρόθεσμης αξίας των υπηρεσιών υγείας που προσφέρει ένα σύστημα. Οι τεχνολογικές και οργανωτικές αλλαγές είναι αναγκαίες για την αύξηση της παραγωγικότητας των συστημάτων υγείας που έχει σαφώς άμεση επίδραση στην αύξηση του επιπέδου φροντίδας υγείας του πληθυσμού. Η αποδοτικότητα αυτή ονομάζεται δυναμική και όχι στατική γιατί δηλώνει την εξέλιξη που πρέπει να υπάρξει με την πάροδο του χρόνου.

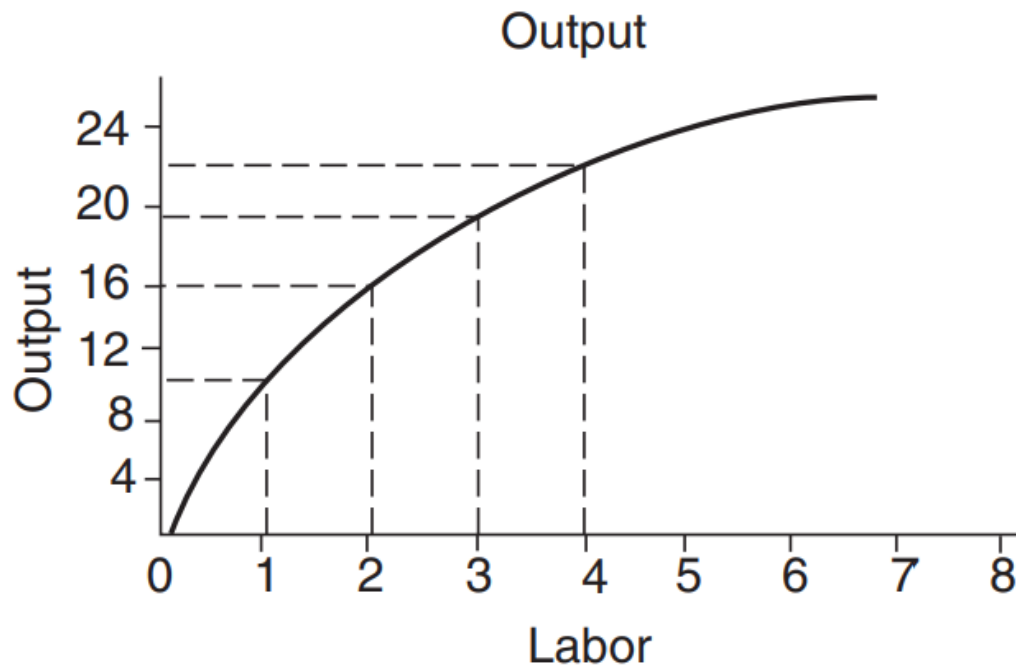
## 2.2 Η έννοια του παραγωγικού ορίου και η συνάρτηση παραγωγής

Η αποδοτικότητα συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την παραγωγή καθώς ο καθορισμός της υπό μελέτης αποδοτικότητας κάθε φορά αναφέρεται στην ικανότητα των συστημάτων και των οργανισμών στο να παράγουν το ζητούμενο προϊόν κάθε φορά κάνοντας την καλύτερη δυνατή χρήση των πόρων που διαθέτουν. Είναι σημαντικό στο σημείο αυτό να αναφερθούμε σε δύο έννοιες οι οποίες θα μας φανούν χρήσιμες στη διάρκεια της μελέτης μας. Τις έννοιες της **συνάρτησης παραγωγής (production function)** και του **παραγωγικού ορίου (production frontier)** καθώς και να παραθέσουμε γραφικές απεικονίσεις που θα βοηθήσουν στην κατανόηση των εννοιών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη υπό ενότητα. Η **συνάρτηση παραγωγής** αναφέρθηκε πρώτη φορά από τους Cobb-Douglas(1928) και στην πιο απλή της μορφή εκφράζει την ικανότητα ενός συστήματος ή οργανισμού να παράγει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα (output) αξιοποιώντας ένα σύνολο πόρων (inputs) όπως η εργασία και η τεχνολογία. Πιο συγκεκριμένα η συνάρτηση παραγωγής υποδηλώνει τη σχέση μεταξύ εισροών και εκροών και προσδιορίζει το πως μπορούμε να επιτύχουμε το βέλτιστο προϊόν για κάθε πιθανό συνδυασμό εισροών.

Η μαθηματική έκφραση της συνάρτησης παραγωγής μπορεί να οριστεί ως εξής([Folland et al. 2013](#)):

$$Q = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \text{ (2.2.1)}$$

Όπου το Q εκφράζει το τελικό παραγόμενο προϊόν και το X είναι το διάνυσμα στο οποίο έχουμε εκχωρήσει όλες μας τις εισροές.



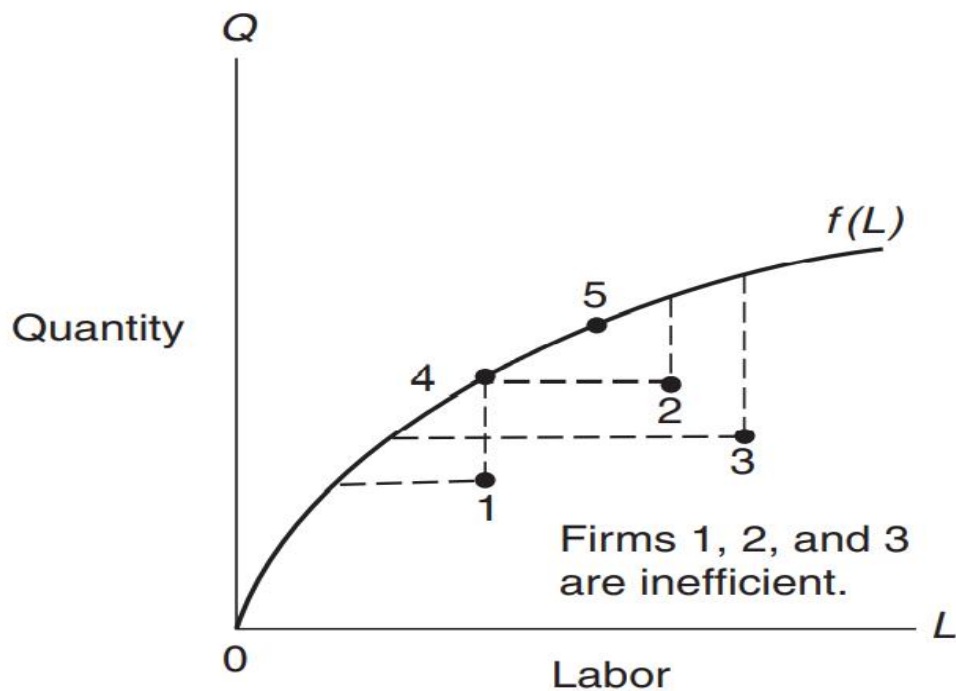
Εικόνα 1 Σχηματική απεικόνιση συνάρτησης παραγωγής μεταξύ μιας εισροής και μιας εκροής

Στο παραπάνω σχήμα έχουμε θεωρήσει πως η εκροή μας είναι η υγεία και ως εισροή την εργασία. Επομένως μπορούμε να καταλάβουμε πως όσο αυξάνεται η εργασία (στην περίπτωση μας των ιατρών για παράδειγμα) τόσο αυξάνεται και η υγεία ως υπηρεσία. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε πως η εξίσωση (3) έχει κάποιους περιορισμούς όπως αναφέρονται από τον (Chambers 1988) στη βιβλιογραφία του ([Coelli et al. 2005](#)). Χαρακτηριστικά αναφέρει δύο περιορισμούς που ισχύουν για όλες τις περιπτώσεις:

- i) **Non negativity** : Η τιμή της  $f(X_i)$  πρέπει να είναι μη αρνητικός πραγματικός αριθμός.

- ii) **Weak Essential:** Για την παραγωγή οποιασδήποτε θετικής εκροής πρέπει να χρησιμοποιηθεί τουλάχιστον μια μη αρνητική εισροή που να υπάγεται στον πρώτο περιορισμό.

Το **παραγωγικό όριο** συνδέεται με την παραγωγή και έχει άμεση σχέση με την έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας καθώς εκφράζει το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα που μπορεί να επιτευχθεί από κάθε πόρο που εισάγεται στην παραγωγική διαδικασία. (Coelli et al. 2005).



Εικόνα 2 Απεικόνιση αποδοτικών και μη αποδοτικών οργανισμών σε σχέση με το παραγωγικό όριο

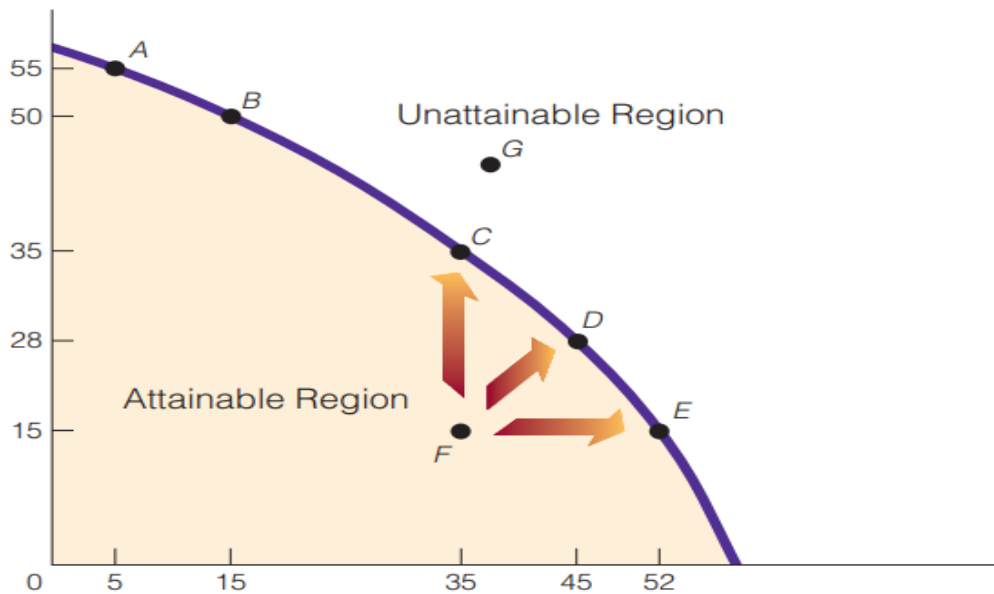
Στο παραπάνω σχήμα έχουμε πάλι μια εισροή για την παραγωγή αντίστοιχα μιας εκροής και παρατηρούμε πως όσες εταιρίες ή οργανισμοί που δεν είναι επί της καμπύλης που σχηματίζει η συνάρτηση παραγωγής  $f(L)$  είναι τεχνικά μη αποδοτικές ενώ όσες είναι πάνω σε αυτή είναι τεχνικά αποδοτικές, συνδέοντας έτσι τις έννοιες της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας.



## 2.3 Έννοια και ανάλυση αποδοτικότητας οικονομιών

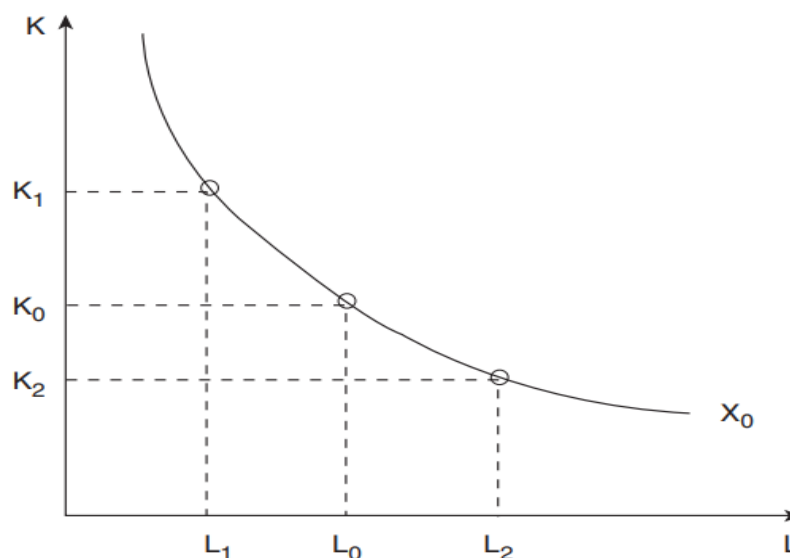
Η μελέτη μας δεν περιορίζεται μόνο στην ανάλυση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας αλλά επεκτείνεται και στην ανάλυση της αποδοτικότητας των μακροοικονομικών χαρακτηριστικών των εκάστοτε χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ένας από τους στόχους μας είναι να εξετάσουμε τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των αποδοτικών και των μη αποδοτικών οικονομιών και πως αυτή τους η αποδοτικότητα επηρεάζει την ικανότητα διαχείρισης των πόρων για την παραγωγή των αγαθών. Για το λόγο αυτό σε αυτή την υπό ενότητα θα αναλύσουμε το τι σημαίνει αποδοτικότητα οικονομιών. Η έννοια της **αποδοτικότητας στην οικονομία** αναφέρεται στο παραγόμενο επίπεδο προϊόντος στο οποίο τα οριακά κόστη είναι ίσα με τα οριακά οφέλη άρα κατά συνέπεια οποιαδήποτε πρόσθετα κόστη για την παραγωγή μιας επιπλέον μονάδας εξισώνονται με τα πρόσθετα οφέλη. Εκείνο το επίπεδο προϊόντος είναι το βέλτιστο, το άριστο ή το αποδοτικότερο ([Arnold, 2019](#)). Αυτό σημαίνει πως αν τα πρόσθετα κόστη είναι μεγαλύτερα από τα πρόσθετα οφέλη τότε πρέπει να μειωθεί το επίπεδο του παραγόμενου προϊόντος, ενώ εάν τα πρόσθετα κόστη είναι μικρότερα από τα πρόσθετα οφέλη πρέπει να αυξηθεί το επίπεδο του παραγόμενου προϊόντος. Με βάση τη θεωρία του 'αόρατου χεριού' όταν η επίτευξη ενός στόχου γίνεται με το χαμηλότερο δυνατό κόστος μια οικονομία μπορεί να θεωρείται αποδοτική, επιπλέον σύμφωνα με την ίδια θεωρία η αγορά τείνει να ρυθμίζει από μόνη της την κατανομή των πόρων αποδοτικά. Αυτό συμβαίνει διότι μια οικονομία είναι πάντα κατευθυνόμενη από την προσφορά και τη ζήτηση ([Colander et al. 2010](#)). Η αποδοτικότητα μιας οικονομίας υπό μια άλλη οπτική γωνία αναφέρεται στη βέλτιστη χρησιμοποίηση όλων των παραγωγικών συντελεστών (TFP – Total Factor Productivity), δηλαδή της εργασίας, του κεφαλαίου και της γης που η σωστή διαχείριση αυτών μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ([McCartney et al. 2015](#)). Η αποδοτικότητα στην παραγωγή σημαίνει την παραγωγή μέγιστης δυνατής ποσότητας με δεδομένες τις ποσότητες των εισροών πράγμα που σημαίνει ότι μια οικονομία έχει τη δυνατότητα να παράγει περισσότερο προϊόν χωρίς τη χρήση επιπλέον ποσότητας παραγωγικών συντελεστών και τεχνολογίας. Αυτή της η δυνατότητα ονομάζεται **παραγωγική αποδοτικότητα** ([Colander et al. 2010](#)) ([Arnold et al. 2019](#)). Αποδοτικά είναι από πλευράς παραγωγής όλα τα σημεία που βρίσκονται επί της καμπύλης παραγωγικών δυνατοτήτων. Η καμπύλη αυτή μας δείχνει τους πιθανούς συνδυασμούς ποσοτήτων δύο αγαθών με δεδομένες ποσότητες εισροών ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η

χρήση δύο παραγωγικών συντελεστών όπως το κεφάλαιο και η εργασία με δεδομένη την τρέχουσα τεχνολογία που αξιοποιεί το εκάστοτε σύστημα([Arnold et al. 2019](#)).



Εικόνα 3 Παραγωγικό όριο και περιοχές παραγωγικών δυνατοτήτων

Βάση της οικονομικής θεωρίας οι Lavis και Stoddard θεωρούν ότι υπάρχουν τρία επίπεδα αποδοτικότητας μιας οικονομίας. Η τεχνική αποδοτικότητα, αποδοτικότητα κόστους και η διανεμητική αποδοτικότητα. Η παραγωγή μιας οικονομίας είναι τεχνικά αποδοτική εάν παράγεται το ίδιο επίπεδο προϊόντος με λιγότερο κόστος. Αντίστοιχα θεωρούμε είναι διανεμητικά αποδοτική εάν παράγονται μέγιστοι συνδυασμοί προϊόντων με το ελάχιστο δυνατό κόστος ([Rapoport et al. 2009](#)). Η οικονομική αποδοτικότητα είναι συνδυασμός των παραπάνω τριών εννοιών στα οικονομικά συστήματα. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθούμε σε μια έννοια που σχετίζεται με την αποδοτικότητα στις οικονομίες. Την καμπύλη ίσου προϊόντος(isoquant) όπως αναφέρθηκε από τον ([Olsen et al. 2009](#)) ο οποίος αναφέρει πως συνήθως για την παραγωγή ενός αγαθού ή προϊόντος χρειάζεται ένας συνδυασμός δύο ή περισσότερων παραγωγικών συντελεστών όπως το κεφάλαιο και η εργασία ή το κεφάλαιο και η τεχνολογία συνεπώς προκύπτει μια σχέση μεταξύ των παραγωγικών συντελεστών καθώς η αύξηση ενός μπορεί να οδηγήσει σε μια μείωση του άλλου. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει το παρακάτω σχήμα το οποίο εξηγεί τη παραπάνω συμπεριφορά των παραγωγικών συντελεστών(στην περίπτωση της μελέτης μας εισροών του συστήματος).

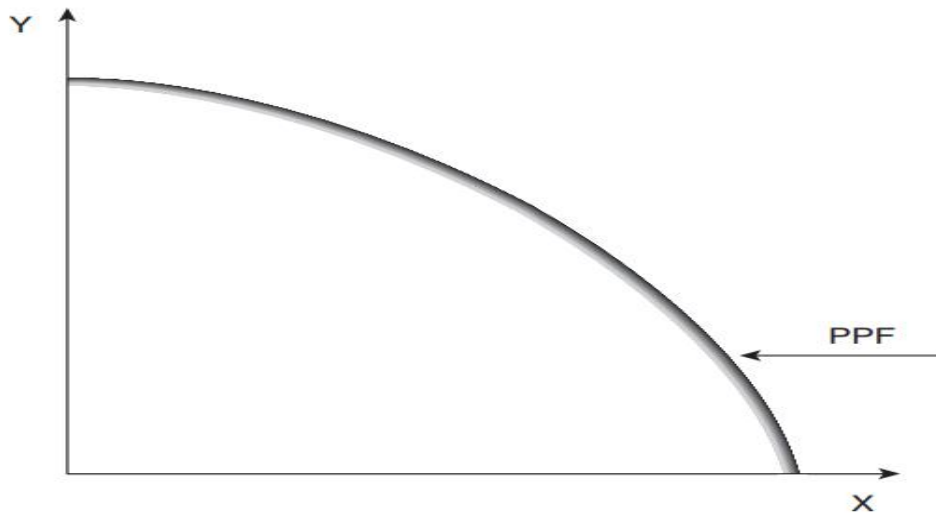


Εικόνα 4 Καμπύλη ίσου προϊόντος πολλαπλών εισροών και εκροών στο παραγωγικό όριο

Στο σχήμα 4 έχουμε στον άξονα  $x$  ως εισροή την εργασία και στον άξονα  $y$  έχουμε ως εισροή το κεφάλαιο ενώ η καμπύλη εκφράζει το παραγόμενο προϊόν(εκροή)  $X_0$  και απεικονίζει τους πιθανούς συνδυασμούς των εισροών μας και το αποτέλεσμα αυτών. Επομένως οι συνδυασμοί των εισροών αποτελούν την καμπύλη ίσου προϊόντος. Με δεδομένο ότι θέλουμε σε κάθε περίπτωση να διατηρούμε την εκροή μας σε ένα σταθερό επίπεδο καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως πρέπει να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ της ποσότητας των εισροών μας κάθε φορά καθώς η μείωση μιας εκ των δύο οδηγεί σε αύξηση της άλλης.

**Τεχνική αποδοτικότητα(technical efficiency)** χαρακτηρίζει μια οικονομία σε κάθε σημείο επί της καμπύλης ίσου προϊόντος καθώς έτσι εξασφαλίζουμε πως δεν υπάρχει σπατάλη των πόρων μας. Άρα τεχνικά αποδοτική είναι μια οικονομία η οποία μπορεί να εξοικονομήσει κεφάλαιο ή εργασία ή οποιονδήποτε άλλο συνδυασμό παραγωγικών συντελεστών διατηρώντας το επίπεδο της παραγόμενης ποσότητας([Olsen et al. 2009](#)).

**Αποδοτικότητα κατά Pareto (Pareto efficiency)** έχουμε σε κάθε σημείο επί της καμπύλης παραγωγικών δυνατοτήτων ή όπως αναφέρεται στη ξένη βιβλιογραφία production possibility frontier(PPF) που δείχνει τους συνδυασμούς των μέγιστων ποσοτήτων που μπορούν να παραχθούν ως εκροές από δύο ή περισσότερα αγαθά με δεδομένη ποσότητα εισροών. Δηλαδή τις μέγιστες ποσότητες παραγωγής δύο αγαθών ή κατηγοριών αγαθών(για παράδειγμα δημοσίων και ιδιωτικών αγαθών) για δεδομένο επίπεδο συντελεστών παραγωγής(για παράδειγμα εργασίας και κεφαλαίου). Στην περίπτωση που βρισκόμαστε εντός της καμπύλης για να φτάσουμε να βρισκόμαστε επί αυτής τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε περισσότερη εισροή ενός συντελεστή και να μειώσουμε μια άλλη εισροή ώστε να καταφέρουμε να επιτύχουμε την κατά Pareto αποδοτικότητα. Με πιο απλά λόγια η κατά Pareto αποδοτικότητα μεταφράζεται στην ικανότητα του συστήματος να μην χρειάζεται να 'μεταφέρει' εισροές σε βάρος άλλων συντελεστών([Olsen et al. 2009](#)).



Εικόνα 5 Καμπύλη παραγωγικών δυνατοτήτων

Σχήμα 5 Καμπύλη Παραγωγικών Δυνατοτήτων (Olsen 2009)σελ 34

Μια οικονομία είναι αποδοτική κατά Pareto( έχουμε βελτιστοποίηση κατά Pareto) εάν καμία μεταβολή στις εισροές και στις εκροές δεν προκαλεί βελτίωση της ευημερίας ενός καταναλωτή χωρίς να χειροτερεύει την ευημερία ενός άλλου. Οπότε αυτού του είδους οι οικονομίες εξασφαλίζουν τη μεγιστοποίηση της ευημερίας των ατόμων([Philips et al. 2005](#)).

**Διανεμητική αποδοτικότητα (allocative efficiency)** αναφέρεται σε εκείνο το συνδυασμό αγαθών που καλύπτει πλήρως τις προτιμήσεις των καταναλωτών, δηλαδή έχουμε κατανομή των παραγωγικών συντελεστών έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες ζήτησης των καταναλωτών([Olsen et al. 2009](#)). Ο όρος διανεμητική αποδοτικότητα ή αποδοτικότητα στην κατανομή στις οικονομίες αφορά την κατανομή των παραγωγικών συντελεστών έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η οικονομική ευημερία δεδομένων των οικονομικών πόρων. Σε αυτή την περίπτωση το οριακό προϊόν είναι ίσο για όλες τις εισροές(για παράδειγμα το οριακό προϊόν εργασίας ή κεφαλαίου)([Sloan Hsieh et al. 2012](#)).

Συχνά η **οικονομική αποδοτικότητα** ταυτίζεται στις οικονομίες με την παραγωγικότητα και σημαίνει τις εκροές αγαθών και υπηρεσιών ανά μονάδα εισροής (πχ. ανά μονάδα εργασίας η παραγωγικότητα εργασίας) ή ανά μονάδα συνδυασμένων εισροών, δηλαδή συνδυασμένων πόρων (πχ. συνδυασμού κεφαλαίου και εργασίας) ([Soubotina et al. 2004](#)). Όπως είδαμε η οικονομική αποδοτικότητα είναι ο συνδυασμός τεχνικής αποδοτικότητας και διανεμητικής αποδοτικότητας, δηλαδή αφορά στην οικονομία τη μεγιστοποίηση του παραγόμενου προϊόντος με το ελάχιστο κόστος, δηλαδή με τη χρησιμοποίηση όσο το δυνατόν λιγότερων παραγωγικών συντελεστών (πχ. κεφαλαίου και εργασίας). Η επίτευξη της αποδοτικότητας στις οικονομίες εμποδίζεται από τις φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας στην παραγωγή που σημαίνει ότι εάν διπλασιάσουμε για παράδειγμα τις εισροές οι εκροές υποδιπλασιάζονται έχοντας ως άμεση συνέπεια την σπατάλη πολύτιμων πόρων χωρίς το προσδοκώμενο αντίκρισμα([Smith et al. 2009](#)). Οπότε έχουμε μείωση της οριακής παραγωγικότητας παρόλο που θεωρητικά τουλάχιστον αυξήσαμε την παραγωγή. Είναι σαν μια εταιρία ή σύστημα να προσλαμβάνει περισσότερους εργάτες αλλά κάθε εργάτης να παράγει ολοένα και λιγότερο επιπρόσθετο προϊόν.

Η **κοινωνική αποδοτικότητα** διαφέρει από την Pareto αποδοτικότητα αφού στην τελευταία δεν υπάρχουν χαμένοι από πλευράς ευημερίας στην Pareto αποδοτικότητα, ενώ σε μία κοινωνικά αποδοτική οικονομία υπάρχουν χαμένοι, που επωμίζονται το κόστος που τους αναλογεί ([Henderson et al. 2005](#)).

## 2.4 Η έννοια των Οικονομικών Κλίμακας

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθούμε στο τι ορίζουμε ως φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας καθώς στα επόμενα κεφάλαια όπου θα μελετηθεί στην πράξη η τεχνική αποδοτικότητα οι ορισμοί που θα παραθέσουμε θα φανούν αρκετά χρήσιμοι. Τόσο στα συστήματα υγείας όσο και στα οικονομικά συστήματα όταν εφαρμοστούν αλλαγές σε όλες τις εισροές κατά το ίδιο ποσοστό τότε αυτό θα επηρεάσει βραχυπρόθεσμα και μακροχρόνια την κλίμακα της παραγωγικότητας. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες οικονομιών κλίμακας. Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας(CRS) , Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας(IRS) και Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας(DRS) όπως περιγράψαμε πιο πάνω. Αυτές προσδιορίζονται από το ποσοστό με το οποίο οι ποσοστιαίες αλλαγές του επίπεδου εισροών επηρεάζουν ποσοστιαία το επίπεδο των εκροών ή εκροής.

Ας υποθέσουμε την εξής σχέση που εκφράζει το επίπεδο παραγωγής μιας οικονομίας ή ενός συστήματος/οργανισμού με εκροή  $P$ (product) εισροές  $L$ (labor) και  $C$ (capital).

$$P = f(L, C) \quad (2.4.1)$$

Στην περίπτωση που αυξήσουμε κατά ένα σταθερό ποσοστό  $a$  τις εισροές μας αν η εκροή μας αυξηθεί κατά το ίδιο ποσοστό  $a$  τότε έχουμε σταθερή απόδοση κλίμακας (CRS) δηλαδή :

$$a * P = f(a * L, a * C) \quad (2.4.2)$$

Στην περίπτωση που αυξήσουμε κατά ένα σταθερό ποσοστό  $a$  τις εισροές αλλά η μεταβολή της εκροής είναι δυσανάλογο τότε έχουμε είτε Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας (IRS) είτε Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας(DRS).

Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας θα σήμαινε πως αν για παράδειγμα διπλασιάζαμε τις εισροές μας τότε η εκροή μας θα είχε μεγαλύτερη αύξηση από την τάξη του 100%.

Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας θα είχαμε αντίστοιχα αν το ποσοστό αύξησης της εκροής για διπλασιασμό των εισροών ήταν μικρότερο από 100%.

Παρατηρούμε λοιπόν πως αυτές οι αλλαγές έχουν επιπτώσεις στη μακροχρόνια και βραχυχρόνια ανάπτυξη της εταιρίας/συστήματος ή οργανισμού ([Zhu et al. 2011](#)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΩΝ

### 3.1 Συνέπειες των μη αποδοτικών συστημάτων υγείας και τρόποι βελτίωσής τους

Έχοντας αποκτήσει πλέον μια καλή κατανόηση της έννοιας της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας καθώς και των χαρακτηριστικών που διέπουν αυτή είναι σημαντικό να αναφερθούμε στις επιπτώσεις που έχουν στις ζωές των ανθρώπων στους οποίους παρέχουν τις υπηρεσίες φροντίδας και να μελετήσουμε τι σημαίνει η έλλειψη της αποδοτικότητας για την κοινωνία σαν σύνολο. Επιπλέον θα προσπαθήσουμε να προτείνουμε τρόπους με τους οποίους θα μπορούσε να αυξηθεί η αποδοτικότητα τους βασιζόμενοι σε μεθόδους και τεχνικές που εφαρμόστηκαν από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Σύμφωνα με τον Smith τα μη αποδοτικά συστήματα υγείας έχουν σαν συνέπεια το να δημιουργούνται ανισότητες στην υγεία του γενικού πληθυσμού καθώς οι υπηρεσίες αυτές δεν είναι προσβάσιμες από όλα τα κοινωνικά στρώματα. Επιπρόσθετα ως άμεση συνέπεια ενός μη τεχνικά αποδοτικού συστήματος υγείας είναι η παρατήρηση αποκλίσεων στην παρεχόμενη ποιότητα φροντίδας υγείας.

Τα συστήματα υγείας που δεν είναι διανεμητικά ή αναδιανεμητικά αποδοτικά δεν μπορούν να κάνουν σωστή χρήση των πόρων που έχουν ανάλογα με τη ζήτηση που υπάρχει για παροχές υγείας(για παράδειγμα αντιμετώπιση νέων ασθενειών) με αποτέλεσμα να υπάρχουν αποκλίσεις στη χρήση των υπηρεσιών φροντίδας υγείας([Smith et al.2005](#)) και αυτό διότι διανεμητική αποδοτικότητα όταν υπάρχει σημαίνει πως η κατανάλωση υπηρεσιών φροντίδας υγείας γίνεται μεγαλύτερη και βελτιστοποιείται η διανομή των διαθέσιμων πόρων λαμβάνοντας πάντα τις ανάγκες του γενικού πληθυσμού([Getzen et al. 2013](#)). Όταν τα συστήματα υγείας δεν είναι τεχνικά αποδοτικά έχουμε ως αποτέλεσμα την μείωση ή ακόμα καλύτερα την αδυναμία μεγιστοποίησης των οφελών από τη χρήση των υπηρεσιών φροντίδας και των προϊόντων υγειονομικού χαρακτήρα από τον πληθυσμό , ενώ όταν δεν είναι διανεμητικά αποδοτικά τα οφέλη από τη χρήση υπηρεσιών φροντίδας δεν μεγιστοποιούνται στο ελάχιστο κόστος πράγμα που σημαίνει πως για κάθε μορφή παροχής στον πληθυσμό τα συστήματα και οι οργανισμοί είναι αναγκασμένοι να σπαταλάνε πολύτιμους πόρους ([Bowling et al. 2009](#)). Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας μας η διανεμητική αποδοτικότητα συχνά οδηγεί και στην κατά Pareto αποδοτικότητα όπου επιτυγχάνεται μια ισορροπία στη διάθεση πόρων και έτσι δεν χρειάζεται για να βελτιωθεί το επίπεδο φροντίδας υγείας και το επίπεδο των παρεχόμενων υπηρεσιών ως προς μια ομάδα ασθενών να χειροτερέψει το αντίστοιχο επίπεδο μια άλλης ομάδας. Το συμπέρασμα αυτό βασίζεται στην ανάγκη των συστημάτων τέτοιου χαρακτήρα να εξυπηρετούν τις ανάγκες των ανθρώπων ισότιμα. Παρόλα αυτά έχουν υπάρξει περιπτώσεις όπου η διανεμητική αποδοτικότητα δηλαδή η κατανομή εισροών ανάλογα με τη ζήτηση να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε ακόμα και αν επιτυγχάνεται το ζητούμενο όφελος με το ελάχιστο δυνατό κόστος κάποιες ομάδες να επωφελούνται εις βάρος άλλων ομάδων. Στην περίπτωση αυτή αν τα άτομα των οποίων χειροτερεύει το επίπεδο φροντίδας αποζημιωθούν από αυτά των οποίων βελτιώνεται τότε μπορούμε να μιλάμε για κοινωνική αποδοτικότητα(social efficiency). Οι Sloan & Hsieh ([Sloan & Hsieh et al. 2012](#)) θεωρούν πως η επίτευξη αυτού του στόχου είναι μια μεγάλη πρόκληση για τους

εκάστοτε διαχειριστές και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στα εν λόγω συστήματα καθώς υπάρχει μια αρνητική, μια ανταλλακτική σχέση ανάμεσα στην διανεμητική αποδοτικότητα και την ισότητα καθώς κάθε κράτος μπορεί να επιλέγει τη διάθεση των πόρων του προς τον τομέα της υγείας έχοντας διαφορετικά κριτήρια, ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ανταλλακτικής σχέσης αποτελεί η ασφάλιση υγείας. Με πιο απλά λόγια σε κάποιες περιπτώσεις πολλοί πολίτες νιώθουν πως η ασφάλιση υγείας που τους παρέχεται από τις κυβερνήσεις τους δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες τους και όσοι έχουν τη δυνατότητα στρέφονται προς τους ιδιωτικούς φορείς. Μία συγκριτική έρευνα ανάμεσα στους παρόχους φροντίδας υγείας ανάλογα με το είδος τους (δημόσιοι, ιδιωτικοί, μικτοί) δείχνει ότι τα ιδιωτικά συστήματα υγείας έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα.

	Δημόσιοι	Ιδιωτικοί	Σύμπραξη δημοσίου-ιδιωτικού
Αποδοτικότητα	Χαμηλή	Υψηλή	Μέτρια
Ποιότητα	Μέτρια	Υψηλή	Αποτελεσματικότητας κόστους
Ισότητα	Υψηλή	Χαμηλή	Μέτρια

*Πίνακας 1 Σχέση μεταξύ Δημοσίων, Ιδιωτικών και Σύμπραξης δημοσίων και ιδιωτικών φορέων στον τομέα της υγείας*

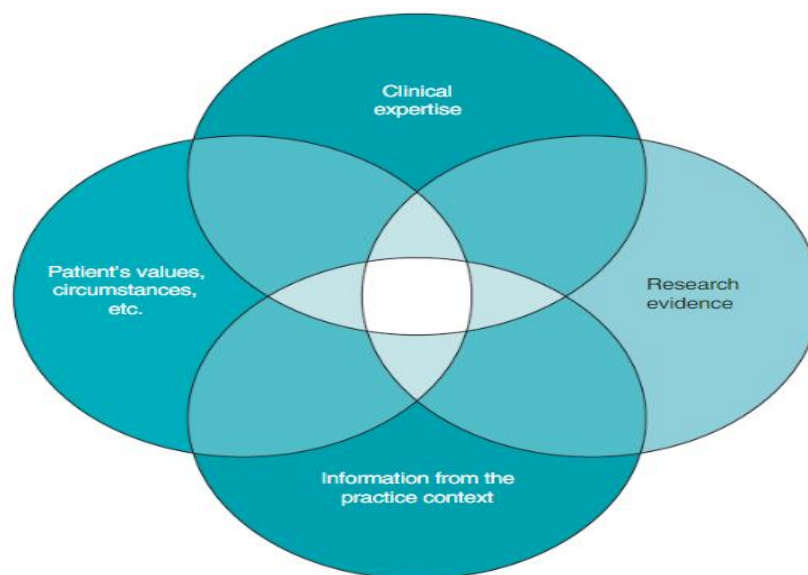
Η σχέση μεταξύ αποδοτικότητας και ποιότητας φροντίδας υγείας είναι θετική, αφού η έλλειψη αποδοτικότητας ενός συστήματος υγείας μπορεί να μειώσει την ποιότητα των υπηρεσιών φροντίδας υγείας. Η κακή ποιότητα υπηρεσιών φροντίδας υγείας συνδέεται με την έλλειψη τεχνικής αποδοτικότητας και αυτό διότι τα μη τεχνικά αποδοτικά συστήματα δεν μπορούν να διαχειριστούν τις δεδομένες εισροές τους στο μέγιστο βαθμό για την παραγωγή του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος, άρα έχουμε σπατάλη πόρων ([Folland et al. 2013](#)).

### 3.2 Τρόποι διαχείρισης των μη αποδοτικών συστημάτων υγείας και χάραξη στρατηγικών επίλυσης

Η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για παροχές υγείας αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα τα οποία καλούνται να λύσουν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής αλλά για την επίλυση αυτού του προβλήματος είναι σημαντική η ύπαρξη εμπεριστατωμένων δεδομένων



τα οποία να προκύπτουν τόσο από την παρατήρηση του τρόπου λειτουργίας του εκάστοτε συστήματος. Είναι σημαντικό για την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων να μελετηθούν τόσο οι τεχνικές που εφαρμόζονται από τους ειδικούς υγείας αλλά και η άποψη των ασθενών για αυτές. Η διαμόρφωση στρατηγικών για την αύξηση της αποδοτικότητας αρχικά βασίζονταν στην κλινική **αποτελεσματικότητα (clinical effectiveness)** που μεταφράζεται στην αποτύπωση των αποτελεσμάτων όπως αυτά προκύπτουν από την εφαρμογή των ιατρικών υπηρεσιών φροντίδας στους ασθενείς όμως πλέον οι υπεύθυνοι προσδιορίζουν ως αναγκαία και την κατανόηση της παροχής υπηρεσιών υγείας βασισμένη στις αποδείξεις (**evidence based practice**) ([Smith et al. 2009](#)) ή όπως αναφέρεται στην ξένη βιβλιογραφία (**EBP**). Η παροχή υπηρεσιών υγείας βασισμένη στις αποδείξεις (EBP) είναι η πρακτική της εφαρμογής των ιατρικών δεδομένων στην επιλογή χάραξης πολιτικής και αφορά το συνδυασμό των ιατρικών δεδομένων από εμπειριστατωμένες έρευνες πάνω στα συστήματα υγείας, την κλινική εμπειρία του προσωπικού υγείας, την άποψη του ασθενή καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτού καθώς και την αναλυτική περιγραφή των μεθόδων που εφαρμόστηκαν από τους ειδικούς υγείας (ιατρικό προσωπικό και διοικητικό προσωπικό) που στόχο έχουν την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος υγείας ([Hoffman, T. Bennett, S & Del Mar et al. 2013](#)). Συνεπώς η συλλογή και ανάλυση εμπειριστατωμένων δεδομένων έχει πολύ μεγάλη σημασία για την εφαρμογή των πολιτικών που θα οδηγήσουν σε αύξηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας. Η διαδικασία που ακολουθούν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικών στον τομέα της υγείας η οποία βασίζεται στη συλλογή και ανάλυση ιατρικής φύσης δεδομένων περιγράφεται σχηματικά στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6 Evidence Based Practice



Ο (Mossialos,[Smith 2009](#)) παραθέτει τις εξής προτάσεις πάνω στις οποίες θα μπορούσαμε να χαράξουμε μια βέλτιστη πολιτική και αφορούν ενέργειες οι οποίες θα μπορούσαν να γίνουν εντός του συστήματος υγείας από το ιατρικό προσωπικό.

- i). Εξάλειψη άχρηστων ή επιβλαβών κλινικών τεχνικών.
- ii). Προώθηση αποδοτικών τεχνικών με σκοπών την εξοικονόμηση πόρων σε κλινικό επίπεδο
- iii). Υιοθέτηση αποδοτικών αλλά πιο οικονομικών εναλλακτικών μορφών θεραπείας.
- iv). Καθορισμός και εφαρμογή πρακτικών που να έχουν το μικρότερο δυνατό κόστος και να οδηγούν στην παροχή του βέλτιστου παραγόμενου προϊόντος συγκρίνοντας άλλες πρακτικές που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση του ίδιου προβλήματος.

Οι παραπάνω προτάσεις αφορούν κυρίως πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν από τους εκάστοτε διαχειριστές των υπό μελέτη συστημάτων υγείας για την αύξηση της αποδοτικότητας του χωρίς την κρατική παρέμβαση. Οι στρατηγικές που ακολουθούνται από τις κυβερνήσεις για αύξηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ([Rapoport et al. 2009](#)) :

- i) .Στρατηγικές περιορισμού της ζήτησης υπηρεσιών φροντίδας υγείας (demand-side strategies)
- ii) Στρατηγικές αύξησης της προσφοράς υπηρεσιών φροντίδας υγείας (supply-side strategies)
- iii) Υβριδικές/μεικτές στρατηγικές

Οι στρατηγικές αυτές μπορούν να οδηγήσουν σε πλεόνασμα υπηρεσιών φροντίδας υγείας με αποτέλεσμα τη μείωση των τιμών και του χρόνου αναμονής των ασθενών ([Rapoport et al. 2009](#)). Δύο από τις στρατηγικές που είναι στρατηγικές μείωσης της ζήτησης, είναι ο διαμοιρασμός του κόστους στις υπηρεσίες φροντίδας υγείας κατά πρώτον και κατά δεύτερον η μείωση των παρεχόμενων ωφελειών μέσω πακέτων που παρέχουν οι κυβερνήσεις (πχ. καθιέρωση εισιτηρίου στα νοσοκομεία). Ενώ στρατηγική αύξησης της προσφοράς υπηρεσιών φροντίδας υγείας θα μπορούσε να αποτελεί η δημιουργία περισσότερων δομών φροντίδας και η αύξηση του προσωπικού παροχής ιατρικής φροντίδας με νέες προσλήψεις ή αναθέσεις σε εξωτερικούς συνεργάτες. Οι υβριδικές στρατηγικές υγείας αποτελούν όπως αναφέρει και η ίδια η έννοια στην εφαρμογή ενός συνδυασμού των παραπάνω δύο στρατηγικών έχοντας όμως ως προσανατολισμό την μείωση του κόστους χωρίς αυτό να επιδρά αρνητικά στο παρεχόμενο προϊόν υγείας. Μεγαλύτερη τεχνική αποδοτικότητα υπάρχει σε συστήματα υγείας όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ των παρόχων φροντίδας υγείας και των αγοραστών των

υπηρεσιών αυτών είναι μεγαλύτερος ([Figueras et al. 2005](#)). Καθώς δημιουργούνται έτσι οι συνθήκες για προώθηση λύσεων βασισμένων στον κανόνα της προσφοράς και ζήτησης.

Η αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας μπορεί να συντελεστεί με τη βελτίωση των κινήτρων για των πρακτικών διαχείρισης ([Mossialos et al., 2002](#)). Μία σημαντική πολιτική που οδηγεί σε αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας ενός συστήματος υγείας, δηλαδή στη μεγιστοποίηση των εκροών με δεδομένες εισροές, είναι το σύστημα πληρωμής 'αμοιβή με βάση την απόδοση' (paying for performance). Το σύστημα αμοιβών αυτό παρακινεί τους παρόχους φροντίδας υγείας να έχουν υψηλότερη απόδοση και να προσφέρουν υψηλότερη ποιότητα θεραπειών ανταποκρινόμενοι καλύτερα στις ανάγκες των ασθενών. Έτσι μεγιστοποιούνται οι εκροές (επίπεδο υγείας πληθυσμού) οπότε έχουμε και υψηλότερη τεχνική αποδοτικότητα ([Figueras et al. 2005](#)). Οι επαγγελματίες υγείας αποτελούν βασικό κομμάτι του συστήματος και μάλιστα μεγάλο μέρος των διαθέσιμων πόρων διατίθεται σε αυτούς είτε με τη μορφή αμοιβής είτε με τη μορφή ιατροφαρμακευτικού εξοπλισμού. Παρατηρούμε έτσι μια σχέση μεταξύ της τεχνικής αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας αυτών διότι όταν επιτυγχάνεται μεγαλύτερη παραγωγικότητα από μεριάς τους για δεδομένες εισροές αναβαθμίζεται συνολικά το τελικό παραγόμενο προϊόν υγείας. Μεγιστοποιείται δηλαδή το επίπεδο των εκροών του συστήματος. Είναι σημαντικό επομένως για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους τις ανάγκες αυτών αλλά και να βρίσκουν τρόπους να παρακινούν το προσωπικό να αποδίδει όσο το δυνατόν καλύτερα. Όταν οι ιατροί πληρώνονται με μισθό ως μέθοδο πληρωμής, δεν έχουν κίνητρο να προσφέρουν περισσότερες ιατρικές υπηρεσίες ([Rapoport et al. 2009](#)). Από την άλλη οι αναδρομικές μέθοδοι αποζημίωσης αυτών που προσφέρουν τις υπηρεσίες φροντίδας υγείας (πχ. ιατρών) όπως η χρέωση ανά υπηρεσία, μπορεί από τη μία να αυξάνουν το βαθμό ανταπόκρισής τους και την παραγωγικότητά τους οπότε και την τεχνική αποδοτικότητα στο σύστημα υγείας, αλλά έχουν αρνητική επίδραση στο κόστος και στην αποτελεσματικότητα, οπότε δεν έχουμε υψηλότερη διανεμητική αποδοτικότητα στο σύστημα υγείας.

Πολλοί υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής για να αντιμετωπίσουν τις αυξανόμενες δαπάνες υγείας προέβησαν είτε σε αύξηση των φορολογικών εσόδων για την κάλυψή τους είτε στον περιορισμό αυτών των δαπανών. Ο περιορισμός αυτός των δαπανών δεν σημαίνει και μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Οι χώρες για να περιορίσουν και να ελέγξουν τις αυξανόμενες δαπάνες υγείας και να αυξήσουν την διανεμητική αποδοτικότητα και κατ' επέκταση την οικονομική αποδοτικότητα με ελαχιστοποίηση του κόστους για δεδομένο

επίπεδο υπηρεσιών φροντίδας υγείας εφαρμόζουν βασικά μία από τις ακόλουθες τέσσερις στρατηγικές ([Rapoport et al. 2009](#)) :

- i) Παροχή οικονομικών κινήτρων στους ασθενείς για να περιορίσουν τη χρήση ιατρικών υπηρεσιών
- ii) Διενέργεια διοικητικών ελέγχων για τη χρήση των ιατρικών υπηρεσιών
- iii) Περιορισμός των δαπανών για την υγεία

Ορισμένες από αυτές τις στρατηγικές μπορεί να μην αυξήσουν την αποδοτικότητα του συστήματος υγείας αφού δε θα οδηγήσουν στο ίδιο επίπεδο παρεχόμενων υπηρεσιών φροντίδας υγείας αλλά σε μικρότερη χρήση τους από τον πληθυσμό. Πολλές φορές σημασία έχει όχι μόνο τι ενδείκνυται αλλά και τι δεν ενδείκνυται. Ως τιμολογιακή πολιτική των μονάδων φροντίδας υγείας και παροχής υπηρεσιών υγείας (πχ. νοσοκομείων) η πολιτική κόστος συν ένα ποσοστό κέρδους δεν ενδείκνυται διότι έχουν κίνητρο να αυξήσουν το κόστος τους για να αυξήσουν και το κέρδος τους ([Feldstein et al. 2019](#)). Η δυνατότητα ενός συστήματος να ανακατανέμει αποδοτικά τους πόρους του ανάλογα με τις ανάγκες που παρουσιάζονται μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της διανεμητικής αποδοτικότητας του. Για παράδειγμα μπορούν να μειωθούν οι χρηματικοί πόροι για την αντιμετώπιση ασθενειών που έχουν εξαλειφθεί (πχ. ευλογιά) ή να μεταφερθούν χρηματικοί πόροι από την αντιμετώπιση παιδικών ασθενειών στην αντιμετώπιση προβλημάτων υγείας των ηλικιωμένων σε χώρες που δημογραφικά το ποσοστό των ηλικιωμένων παρουσιάζει σημαντική αύξηση. Επιπρόσθετα, μπορούν να μεταφερθούν ανθρώπινοι πόροι (νοσηλευτικό και ιατρικό προσωπικό) από τις περιφέρειες στα αστικά κέντρα όπου υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση υπηρεσιών υγείας, ειδικά στα νοσοκομεία, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μέσο κόστος παροχής υπηρεσιών φροντίδας υγείας (κόστος ανά άτομο) και να επιτευχθεί έτσι η διανεμητική αποδοτικότητα του συστήματος υγείας. Αυτό βέβαια μπορεί να έχει παράπλευρες επιπτώσεις στην ισότητα στις υπηρεσίες φροντίδας υγείας και να δημιουργηθούν ανισότητες. Οι παραπάνω ανακατανομές των πόρων για αύξηση της διανεμητικής αποδοτικότητας είναι ανακατανομές που γίνονται εντός του τομέα της υγείας.

Όπως είδαμε το βάρος για την αύξηση τόσο της τεχνικής αποδοτικότητας του συστήματος υγείας όσο και για την αύξηση της διανεμητικής αποδοτικότητας του συστήματος υγείας πέφτει πάνω στο σχεδιασμό κυρίως και ακολούθως στη διαχείριση. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η κρατική παρέμβαση για τη ρύθμιση της αγοράς ώστε να είναι ανταγωνιστική. Κι αυτό διότι οι τέλεια ανταγωνιστικές αγορές είναι αυτές που οδηγούν σε αύξηση της αποδοτικότητας. Επομένως μεγάλη σημασία έχει η αντιμονοπωλιακή νομοθεσία από την κυβέρνηση έτσι ώστε οι πάροχοι φροντίδας υγείας να μην έχουν μεγάλη

μονοπωλιακή δύναμη στην αγορά και να διασφαλιστεί ότι η αγορά θα παραμείνει ανταγωνιστική ([Feldstein et al. 2019](#)). Η κρατική παρέμβαση μπορεί να κριθεί σημαντική στην επίτευξη του στόχου της αύξησης της αποδοτικότητας, εάν το κράτος ελέγξει τις τιμές στην υγεία. Μπορεί να επιβάλλει ανώτατες τιμές για παράδειγμα σε ορισμένες τιμές φαρμάκων με σκοπό την αύξηση του πλεονάσματος των καταναλωτών (ασθενών) με συνέπεια την αύξηση της τεχνικής αποδοτικότητας του συστήματος υγείας. Πέραν αυτού, μπορεί να κατανέμει τους χρηματικούς και άλλους πόρους στους επιμέρους τομείς της υγείας ([Feldstein et al. 2019](#)). Άλλος ένας τρόπος αύξησης της αποδοτικότητας του συστήματος υγείας είναι ο διαμοιρασμός του κόστους μεταξύ των ασθενών αλλά και η διαχείριση της χρήσης των υπηρεσιών υγείας από τους ασθενείς για τη μείωση της ζήτησης υπηρεσιών φροντίδας υγείας. Η σχέση που υπάρχει μεταξύ των δημοσίων δαπανών υγείας και της οικονομικής αποδοτικότητας δεν είναι ισχυρή. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση των δημοσίων δαπανών για την υγεία δεν οδηγεί σε αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος υγείας, αλλά αντίθετα μπορεί να οδηγήσει σε μείωσή του. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η αύξηση των δαπανών υγείας από την πλευρά του κράτους σημαίνει την αύξηση του κόστους οπότε δεν έχουμε μεγιστοποίηση της προσφοράς υπηρεσιών φροντίδας υγείας με ελαχιστοποίηση του κόστους. Μπορεί να οφείλεται στο γεγονός δε ότι η αύξηση των δημοσίων δαπανών υγείας μπορεί να αυξήσει τη σπατάλη στο σύστημα υγείας με αποτέλεσμα τη μείωση της διανεμητικής αποδοτικότητας και κατ' επέκταση της οικονομικής αποδοτικότητας. Άλλη μία εξήγηση είναι ότι η αύξηση των δημοσίων δαπανών υγείας εκτοπίζει τον ιδιωτικό τομέα (‘αποτέλεσμα εκτόπισης’), επομένως μειώνει τον ανταγωνισμό με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδοτικότητα του συστήματος υγείας.

### 3.3 Τρόποι διαχείρισης των μη αποδοτικών οικονομιών και χάραξη στρατηγικών επίλυσης

Η δομή, ο τρόπος λειτουργίας και η αποδοτικότητα των οικονομικών συστημάτων αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο της σύγχρονης κοινωνίας επηρεάζοντας τις ζωές όλων των ανθρώπων που ζουν και εργάζονται στο κοινωνικό σύνολο. Είναι απαραίτητο επομένως στο σημείο αυτό να ασχοληθούμε με τις επιπτώσεις της μη-αποδοτικότητας αυτών και πως αυτή επηρεάζει το βιοτικό επίπεδο των πολιτών. Για τους σκοπούς της εργασίας μας θα μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα μη αποδοτικά συστήματα σε μακροοικονομικό επίπεδο επιδρούν και θα προτείνουμε ορισμένους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την αποδοτικότητά τους. Για να χαρακτηριστεί ένα οικονομικό σύστημα ή μια

οικονομία στο σύνολο της αποδοτική θα πρέπει να λειτουργεί με τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται μακροχρόνια ένας συνεχόμενος ρυθμός ανάπτυξης.

Η κυριότερη αρνητική συνέπεια της χαμηλής αποδοτικότητας μίας οικονομίας είναι ότι εμποδίζει την οικονομική μεγέθυνση ([Soubbotina et al. 2004](#)). Η δεύτερη πιο βασική αρνητική συνέπεια της οικονομικής αποδοτικότητας μίας οικονομίας είναι οι ανισότητες που προκύπτουν και συγκεκριμένα οι εισοδηματικές ανισότητες, δηλαδή οι ανισότητες στην κατανομή του εισοδήματος ([Soubbotina et al. 2004](#)). Από την άλλη μία ακραία ανισοκατανομή του εισοδήματος οδηγεί την οικονομία σε έλλειψη οικονομικής αποδοτικότητας. Αυτό συμβαίνει διότι όσο μεγαλύτερη η εισοδηματική ανισότητα, τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό του πληθυσμού που δε μπορεί λόγω έλλειψης πληρύντων προϋποθέσεων να δανειστεί και επομένως να κάνει και επενδύσεις. Από την άλλη η εισοδηματική ανισότητα συνδέεται με υψηλά ποσοστά φτώχειας που σημαίνουν χαμηλά ποσοστά αποταμίευσης και άρα και επενδύσεων στην οικονομία με αποτέλεσμα την έλλειψη οικονομικής μεγέθυνσης και κατά συνέπεια της αποδοτικότητας της οικονομίας καθώς οι εισοδηματικές ανισότητες περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητες των ανθρώπων να κάνουν τις επιλογές για τη ζωή τους που χρειάζονται όσο και για τη βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου ([Todaro & Smith et al. 2015](#)). Αυτό συμβαίνει επειδή για να είναι αποδοτική μία οικονομία θα πρέπει να υπάρχει οικονομική μεγέθυνση που συνήθως προέρχεται από υψηλές ιδιωτικές επενδύσεις. Οι επενδύσεις είναι υψηλές όταν ο δημόσιος τομέας είναι περιορισμένος διότι συχνά ένας διογκωμένος δημόσιος τομέας συνεπάγεται υψηλές δημόσιες δαπάνες που χρηματοδοτούνται με υψηλούς φόρους. Οι υψηλοί φόροι αποτρέπουν την δημιουργία επενδύσεων, εκτοπίζουν/παραγκωνίζουν τις ιδιωτικές επενδύσεις. Αυτό λέγεται αποτέλεσμα εκτόπισης ('crowding out effect') ([Gordon et al. 2014](#)). Η χαμηλή αποδοτικότητα μίας οικονομίας μπορεί να προέρχεται από τη χαμηλή αποδοτικότητα των επιχειρήσεων ([Soubbotina et al. 2004](#)). Η αποδοτικότητα στις επιχειρήσεις μετριέται από την κερδοφορία τους. Αυτό έχει συνέπειες και για το κράτος, αφού η χαμηλή κερδοφορία των επιχειρήσεων έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλά έσοδα από τους φόρους στα κέρδη των επιχειρήσεων, οπότε έχει αρνητικό αντίκτυπο στον κρατικό προϋπολογισμό. Επίσης η χαμηλή αποδοτικότητα της οικονομίας λόγω χαμηλής αποδοτικότητας των επιχειρήσεων συνεπάγεται λόγω χαμηλής κερδοφορίας, χαμηλότερους μισθούς για τους εργαζομένους και άρα μικρότερο εισόδημα στην οικονομία με συνέπεια μεγαλύτερα ποσοστά φτώχειας. Οι χαμηλότεροι μισθοί ωθούν τους εργαζομένους να προσφέρουν λιγότερο στην εργασία τους με αποτέλεσμα η προσφορά εργασίας να μειωθεί και κατ' επέκταση να μειωθεί και η απασχόληση. Κι αυτό διότι η προσφορά εργασίας, δηλαδή

οι ώρες εργασίας που προσφέρουν οι εργαζόμενοι, είναι συνάρτηση που εξαρτάται από το πραγματικό μισθό μετά από φόρους, το πραγματικό εισόδημα από διάφορες πηγές εκτός εργασίας αφού αφαιρεθούν οι φόροι και από το συνολικό διαθέσιμο χρόνο τους ([Borjas et al. 2005](#)).

$$\downarrow h^* = h^*(\downarrow w, V, T)$$

$h^*$  : ώρες προσφερόμενης εργασίας

$w$  : πραγματικός μισθός

$V$  : πραγματικό εισόδημα εκτός εργασίας

$T$  : συνολικός διαθέσιμος χρόνος

Η μείωση των προσφερόμενων ωρών εργασίας σημαίνει μικρότερη απασχόληση και επομένως αφού η απασχόληση συνδέεται θετικά με την παραγωγή, έχει σαν συνέπεια τη μικρότερη παραγωγή, επομένως έχει αρνητική επίπτωση στην οικονομική μεγέθυνση. Για να βελτιωθεί η οικονομική αποδοτικότητα μίας οικονομίας θα πρέπει να υπάρχει τέλεια πληροφόρηση. Η ατελής πληροφόρηση αποτελεί συνήθως λόγο για αποτυχίες της αγοράς. Η λανθασμένη και ατελής πληροφόρηση έχει σα συνέπεια υψηλότερες τιμές των προϊόντων και υπηρεσιών για τους καταναλωτές([Arnold et al. 2019](#)). Επιπλέον σε μακροοικονομικό επίπεδο η αύξηση της παραγωγικότητας και άρα της αποδοτικότητας της οικονομίας οδηγεί σε υψηλότερο κατά κεφαλήν πραγματικό εισόδημα. Το πραγματικό κατά κεφαλήν εισόδημα είναι μία από τις τρεις συνιστώσες της οικονομικής ανάπτυξης οπότε η αύξηση της αποδοτικότητας της οικονομίας εκτός από οικονομική μεγέθυνση επιφέρει και οικονομική ανάπτυξη([Todaro & Smith et al. 2015](#)). Η αποδοτικότητα της οικονομίας αυξάνει την παραγωγή οπότε έχει θετική επίπτωση στην κοινωνική ευημερία. Οι διαφορές στην αποδοτικότητα μεταξύ των οικονομιών μπορεί να οφείλονται στις διαφορές ανάμεσα στην παραγωγικότητά τους αλλά και σε διαφορές που αφορούν την τεχνολογία παραγωγής([Weil et al. 2010](#)). Η σχέση μεταξύ αποδοτικότητας, παραγωγικότητας και τεχνολογίας είναι η εξής: ([Weil et al. 2010](#))

$$A = T \times E$$

$A$ : παραγωγικότητα

$T$  : τεχνολογία (Technology)

$E$  : αποδοτικότητα (Efficiency)

Όσο πιο αποδοτική είναι μία οικονομία και όσο πιο αναπτυγμένη η τεχνολογία σε αυτή τόσο μεγαλύτερη και η παραγωγικότητα. Πολλοί οικονομολόγοι, επίσης ισχυρίζονται ότι όσο πιο ανοικτή είναι μία οικονομία, τόσο πιο αποδοτική είναι, διότι το άνοιγμα μίας οικονομίας και αύξηση της παραγωγής και κατά συνέπεια ο ρυθμός ανάπτυξης του ΑΕΠ της συνδέονται θετικά.

Ένας ακόμη λόγος που το άνοιγμα της οικονομίας συνδέεται με την παραγωγική αποδοτικότητά της είναι ότι οι πιο κλειστές οικονομίες έχουν δασμούς που οδηγούν σε υψηλότερες τιμές για τους καταναλωτές, με αποτέλεσμα ένα 'κόστος στην κατανάλωση', δηλαδή μία μείωσή της. Η μείωση της κατανάλωσης οδηγεί σε μείωση της συνολικής ζήτησης στην οικονομία με συνέπεια να μειώνεται και η παραγωγή, οπότε η οικονομία γίνεται λιγότερο αποδοτική ([McCartney et al. 2015](#)). Επίσης οι εξαγωγές παρακινούν τις επιχειρήσεις να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά και να αυξάνουν την παραγωγή τους με συνέπεια να είναι πιο αποδοτικές ([McCartney et al. 2015](#)). Οι δε εισαγωγές κεφαλαίου (πχ. μηχανημάτων, εξοπλισμού) που είναι καλύτερης ποιότητας βοηθούν τις εγχώριες επιχειρήσεις να γίνουν περισσότερο παραγωγικές, αυξάνοντας έτσι την αποδοτικότητα της οικονομίας ([McCartney et al. 2015](#)). Από τα δύο παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι για να βελτιώσουμε την αποδοτικότητα μίας οικονομίας θα πρέπει είτε να μειώσουμε τους φόρους είτε να ανοίξουμε την οικονομία στο διεθνές εμπόριο ή και τα δύο. Γενικότερα η παρέμβαση του κράτους θεωρείται ότι βλάπτει την αποδοτικότητα μίας οικονομίας. Οι αυξημένες δημόσιες δαπάνες, εκτός του ότι χρηματοδοτούνται με αυξημένους φόρους που παρεμποδίζουν την παραγωγή, μειώνουν το διαθέσιμο εισόδημα και την κατανάλωση και έτσι επηρεάζεται αρνητικά και η παραγωγή, εκτοπίζουν και τις ιδιωτικές επενδύσεις και άρα την παραγωγή. Οπότε οι αυξήσεις δαπανών από το κράτος έχουν διπλό κόστος στην αποδοτικότητα μίας οικονομίας.

Τόσο η εφαρμογή όσο και η εποπτεία των παραπάνω σημαντικών για την αύξηση της αποδοτικότητας των οικονομιών προτάσεων αποτελούν στοιχεία τα οποία οι υπεύθυνοι χάραξης τόσο της νομισματικής(monetary) όσο και της δημοσιονομικής πολιτικής (fiscal policy) καλούνται να λάβουν υπόψη τους κατά το σχεδιασμό των δράσεων τους.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.Μέθοδοι και Τεχνικές Εκτίμησης της Αποδοτικότητας των Συστημάτων Υγείας και των Μακροοικονομικών Χαρακτηριστικών των Οικονομιών

### 4.1 Βιβλιογραφικές Αναφορές και επιλογή των κατάλληλων μεθόδων μέτρησης της αποδοτικότητας

Ένας από τους βασικούς στόχους της εργασίας μας είναι η συλλογή δεδομένων και η δημιουργία ενός πλαισίου με το οποίο να μετρήσουμε την τεχνική αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δηλαδή την ικανότητα των συστημάτων να αξιοποιούν τις εισροές τους και τις εκροές τους. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για τη μέτρηση της αποδοτικότητας και για το λόγο αυτό ανατρέξαμε σε επιστημονικά άρθρα τα οποία έχουν χρησιμοποιήσει τις τεχνικές αυτές ώστε να καταφέρουμε να διαπιστώσουμε όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο το κατάφεραν αλλά και για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου που να μπορεί να προσφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα για το πρόβλημα μας. Δεν υπάρχει κάποια καθολική μέθοδος που όταν εφαρμοστεί προσφέρει μια πλήρη ανάλυση ανεξαρτήτου των προδιαγραφών αλλά αντιθέτως έχουν εφαρμοστεί ξεχωριστά μοντέλα τα οποία προσφέρουν αποτελέσματα ανάλογα με τους σκοπούς της κάθε μελέτης. Χρησιμοποιώντας ως πηγή για τις επιστημονικές μελέτες που ακολουθούν το Science Direct θα παρουσιάσουμε εν συντομία κάποια papers τα οποία θεωρήσαμε πως προσεγγίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό το θέμα μας.

Μια εκτενέστατη βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στον τομέα των Health Economics και ειδικότερα στην αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας παρουσιάστηκε από τις [Yauheniya Varabyova και Julia-Maria Muller et al. 2015](#) στην εργασία τους με τίτλο The efficiency of health care production in OECD countries: A systematic review and meta-analysis of cross-country comparisons οι οποίες μελέτησαν πολλά επιστημονικά άρθρα με σκοπό την παρουσίαση των μεθόδων και τεχνικών που εφαρμόστηκαν αλλά και ποιες μεταβλητές αξιοποιήθηκαν ως εισροές και εκροές. Η έρευνα τους αφορά εργασίες οι οποίες είχαν ως στόχο την μελέτη της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας των χωρών του OECD. Όπως προέκυψε από την έρευνα τους δύο κατηγορίες μεθόδων αξιοποιήθηκαν τις περισσότερες φορές, οι παραμετρικές (SFA) και οι μη παραμετρικές (DEA, FDH). Στις περισσότερες έρευνες χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της DEA με πιο συχνές εισροές να αποτελούν ο αριθμός των ιατρών, των νοσοκομειακών κλινικών, των δαπανών για τον τομέα της υγείας, το μορφωτικό



επίπεδο του πληθυσμού και το επίπεδο του εισοδήματός τους. Ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν τις περισσότερες φορές το προσδόκιμο ζωής, το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας και το προσδόκιμο ζωής έχοντας καλή υγεία ([Yauheniya Varabyova Julia-Maria Muller et al. 2015](#)).

Οι [Mehmet Top, Murat Konca και Bulent Sapaz et al. \(2019\)](#) στην εργασία τους με τίτλο *Technical efficiency of health care systems in African countries: An application based on data envelopment analysis* μελέτησαν την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας για 36 Αφρικανικές χώρες τις οποίες ταξινόμησαν ως αποδοτικές ή μη αποδοτικές μεταξύ τους. Η μελέτη τους βασίστηκε στην μέτρηση της αποδοτικότητας συστημάτων υγείας χωρών με κοινά χαρακτηριστικά. Η τεχνική που εφάρμοσαν ήταν η μέθοδος της DEA καθώς είναι ιδανική για περιπτώσεις που θέλουμε να συγκρίνουμε πολλαπλούς οργανισμούς μεταξύ τους οι οποίοι διαθέτουν πολλαπλές εισροές και παράγουν πολλαπλές εκροές. Αρχικά μέσω της DEA εκτίμησαν την τεχνική αποδοτικότητα των χωρών χρησιμοποιώντας ως εισροές τις δαπάνες για τον τομέα της υγείας, τον αριθμό των ιατρών και νοσοκόμων κάθε χώρας, τον αριθμό των κρεβατιών στα νοσοκομεία, το ποσοστό ανεργίας και τον δείκτη Gini δηλαδή τον δείκτη οικονομικής ανισότητας του πληθυσμού ([Todaro&Smith et al. 2015](#)). Ως εκροές χρησιμοποίησαν το προσδόκιμο ζωής και το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας. Το μοντέλο της DEA που εφάρμοσαν ήταν αυτό που προτάθηκε από τους Banker Charnes και Cooper το 1984, το μοντέλο VRS (Variable Returns to Scale) για την μελέτη της τεχνικής αποδοτικότητας προσανατολισμένο στις εισροές ([Mehmet Top, Murat Konca, Bulent Sapaz: Technical efficiency of health care systems in African countries: An application based on data envelopment analysis 2019, Science Direct](#)).

Οι Knox Lovell, Jesus T. Pastor και Judi A. Turner στην μελέτη τους με τίτλο *Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries* μέτρησαν την μακροοικονομική αποδοτικότητα των 14 χωρών της Ε.Ε σε σχέση με 5 χώρες εκτός της Ε.Ε σε διάστημα 20 χρόνων από το 1970 ως το 1990. Η αποδοτικότητα ορίστηκε από τους ερευνητές ως η δυνατότητα της κάθε χώρας να προσφέρει στους πολίτες της υψηλό κατά κεφαλήν εισόδημα, χαμηλά ποσοστά πληθωρισμού και ευνοϊκό επίπεδο εμπορίου. Χρησιμοποίησαν την τεχνική της DEA με σκοπό να διαπιστώσουν ποιες χώρες είναι αποδοτικές σε κάθε έναν από αυτούς τους τομείς. Ο τρόπος με τον οποίο διαπιστώθηκε η αποδοτικότητα των χωρών ήταν μετρώντας για κάθε μια από τις χώρες την ικανότητα τους να μεγιστοποιήσουν τις παραπάνω παρατηρήσεις, έτσι κατάφεραν να υπολογίσουν την αποδοτικότητα τους συγκρίνοντας τις μεταξύ τους. Το μοντέλο που εφάρμοσαν ήταν μια παραλλαγή του μοντέλου της DEA που εφάρμοσε το 1978 ο Charnes και υπολογίζει τα slacks. Τα slacks εκφράζουν το ποσοστό βελτίωσης που επιδέχονται οι

παρατηρήσεις μας. Αν κατά τη μέτρηση της αποδοτικότητας υπάρχουν slacks τότε μια μονάδα δεν θεωρείται αποδοτική ενώ αν δεν υπάρχουν τότε θεωρείται αποδοτική ([Knox Lovell , Jesus T. Pastor Judi A. Turner: Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries 1995](#)). Συμπερασματικά τόσο ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίζει ο κάθε ερευνητής το υπό μελέτη πρόβλημα όσο και το μοντέλο/μέθοδος που εφαρμόζει εξαρτάται από τις απαιτήσεις του προβλήματος αλλά και από την κρίση του. Η επιλογή του μοντέλου πρέπει να ικανοποιεί τους περιορισμούς που υπάρχουν και να μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλείς υπολογισμούς το ίδιο και η επιλογή των δεδομένων που χρησιμοποιεί για την ανάλυση.

## 4.2 Τεχνικές Μέτρησης της Αποδοτικότητας

### Μέθοδοι Οικονομικής Ανάλυσης

Οι μέθοδοι οικονομικής ανάλυσης αποτελούν μεθόδους οικονομικής εκτίμησης του υπό μελέτη συστήματος, εταιρίας ή οργανισμού και χρησιμοποιούνται στη μέτρηση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας για τους σκοπούς της οικονομικής εκτίμησης αυτού. Είναι μέθοδοι οι οποίοι εφαρμόζονται ώστε να αναλύσουν τα κόστη και τις επιπτώσεις που έχουν οι ενέργειες των υπεύθυνων χάραξης πολιτικής και η εφαρμογή τους προκύπτει από την σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν και το κόστος το οποίο επιφέρουν στο σύστημα ή στον οργανισμό που τις εφαρμόζει([Bowling et al. 2009](#)). Οι παραπάνω μέθοδοι αναφέρονται εκτενώς στη βιβλιογραφία των Health Economics και σύμφωνα με την Ann Bowling([Bowling et al. 2009](#)) διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες την ανάλυση κόστους οφέλους (**CBA Cost-Benefit Analysis**) και στην ανάλυση αποτελεσματικότητας κόστους(**CEA Cost-Effectiveness Analysis**). Συχνά για την μέτρηση της αποδοτικότητας χρησιμοποιείται η **ανάλυση κόστους-οφέλους (CBA – Cost Benefit Analysis)** με την οποία προσδιορίζονται σε αξία τα οφέλη αλλά και τα κόστη σε χρηματική αξία ([Bowling et al. 2009](#)). Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μία μέθοδο που χρησιμοποιείται για να μετρήσει την **διανεμητική αποδοτικότητα** ενός συστήματος υγείας ([Henderson et al. 2005](#)). Η ανάλυση κόστους-οφέλους συγκρίνει τα χρηματικά κόστη που σχετίζονται με την παροχή υπηρεσιών φροντίδας υγείας με τα οφέλη από τις παρεχόμενες υπηρεσίες ([Bowling et al. 2009](#)). Η ανάλυση κόστους-οφέλους χρησιμοποιείται διότι η έννοια της αποδοτικότητας συνδέεται με τις δαπάνες που αποφέρουν τα μέγιστα οφέλη σε απόδοση ([Rapoport et al. 2009](#)). Η δε ανάλυση

**αποτελεσματικότητας-κόστους (CEA- cost-effectiveness analysis)** χρησιμοποιείται για να μετρήσει την αποδοτικότητα, δηλαδή να συγκρίνει τα κόστη της φροντίδας υγείας (πχ. δαπάνες για φροντίδα υγείας) με τα αποτελέσματα σε φυσικές μονάδες (πχ. επίπεδο υγείας πληθυσμού ή ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία) ([Bowling et al. 2009](#)). Η συγκεκριμένη ανάλυση, συγκριτικά με την ανάλυση κόστους-οφέλους είναι προτιμότερη διότι προσδιορίζει υπό πιο στενή έννοια τα κόστη που αφορούν την φροντίδα υγείας και την περίθαλψη ([Bowling et al. 2009](#)). Σε αντίθεση με την ανάλυση κόστους-οφέλους συγκρίνει τα χρηματικά κόστη για τις υπηρεσίες φροντίδας υγείας για το ίδιο επίπεδο παρεχόμενων υπηρεσιών φροντίδας υγείας ([Bowling et al. 2009](#)).

### **Ανάλυση Βασισμένη σε Δείκτες**

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της **διοικητικής αποδοτικότητας**, όπως ο **δείκτης κόστους διοίκησης προς το σύνολο των δαπανών φροντίδας υγείας** ([Carrin et al. 2009](#)). Ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της **τεχνικής αποδοτικότητας** στα συστήματα υγείας είναι το **μέσο προϊόν εργασίας** ([Henderson et al. 2012](#)). Το μέσο προϊόν εργασίας μετρά το επίπεδο παραγωγής υπηρεσιών φροντίδας υγείας που παράγεται ανά εργαζόμενο ή ανά ώρα εργασίας και υπολογίζεται ως ο λόγος του συνολικού προϊόντος (παρεχόμενες υπηρεσίες φροντίδας υγείας) προς την ποσότητα της εισροής, δηλαδή τον αριθμό των εργαζομένων ή ωρών εργασίας ([Henderson et al. 2012](#)):

$$AP_L = \frac{TP}{L}$$

$AP_L$  : μέσο προϊόν εργασίας

TP : συνολικό παραγόμενο προϊόν

L : αριθμός μονάδων εργασίας (εργαζομένων ή ωρών εργασίας)

Άρα με βάση αυτόν τον δείκτη, όσο μεγαλύτερο το μέσο προϊόν εργασίας του προσωπικού (πχ. ιατρών, νοσηλευτών), τόσο μεγαλύτερη και η τεχνική αποδοτικότητα του συστήματος υγείας. Τα πλεονεκτήματα τα οποία παρέχει η χρήση δεικτών για τη μελέτη της αποδοτικότητας είναι ότι δεν απαιτείται μεγάλος αριθμός από αυτούς για να χαρακτηρίσουν ένα πρόβλημα καθώς για παράδειγμα σε μακροοικονομικές μελέτες αρκεί να μελετήσουμε τον πληθωρισμό και τον δείκτη αύξησης του ΑΕΠ για να χαρακτηρίσουμε την αποδοτικότητα της οικονομίας. Επιπλέον είναι εύκολο να εκτιμηθούν και να υπολογιστούν όμως δεν μπορούν να αποδομηθούν περισσότερο ώστε να εκφράσουν τα σημεία τα οποία χρειάζεται να εστιάσουμε ώστε να αυξήσουμε την αποδοτικότητα μας. Για το λόγο αυτό μια μελέτη η οποία βασίζεται στη χρήση δεικτών αποτελεί μια μελέτη βασισμένη στις παρατηρήσεις του

## Παραμετρικές και Μη Παραμετρικές Μέθοδοι εκτίμησης της Αποδοτικότητας

Για τους σκοπούς της μελέτης μας θα χρειαστεί να μετρήσουμε την αποδοτικότητα τόσο των συστημάτων υγείας όσο και των οικονομιών των χωρών της Ε.Ε , αυτό σημαίνει ότι θα μετρήσουμε την αποδοτικότητα της κάθε χώρας στα εν λόγω συστήματα σε σχέση με τις υπόλοιπες ώστε να καταλήξουμε στη συγκριτική μας μελέτη. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι για την σύγκριση και την εύρεση της αποδοτικότητας είναι οι παραμετρικές ή οικονομετρικές και οι μη-παραμετρικές μέθοδοι οι οποίες μας βοηθούν στην εκτίμηση του αποδοτικού ορίου([Jacobs et al.2006](#)).

### Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Οι παραμετρικές μέθοδοι όπως η μέθοδος SFA(Stochastic Frontier Analysis) χρησιμοποιεί στατιστικές μεθόδους για να διαπιστώσει τη σχέση που έχει κάθε φορά η υπό μελέτη μονάδα σε σχέση με τις υπόλοιπες. Δηλαδή την απόσταση της από το αποδοτικό όριο (efficient frontier) δηλαδή το σημείο εκείνο στο οποίο όταν μια μονάδα βρίσκεται επί αυτού θα μπορούσε να θεωρηθεί ως αποδοτική, για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί τη μέθοδο της στατιστική παλινδρόμησης(statistical regression) λαμβάνοντας υπ' όψη τα στατιστικά λάθη τα οποία μπορούν να προκύψουν(Paranicolas , [Smith et al. 2009](#))([Folland et al. 2013](#)). Η μέθοδος SFA έχει ως στόχο την εκτίμηση του παραγωγικού ορίου αξιολογώντας τα στοιχεία εκείνα τα οποία προκαλούν τυχαίες μεταβολές στο τελικό παραγόμενο προϊόν για το λόγο αυτό ονομάζεται στοχαστική διότι προσπαθεί να εκτιμήσει την αποδοτικότητα βασιζόμενη στη μελέτη τυχαίων μεταβλητών οι οποίες την επηρεάζουν. Η μέθοδος της Στοχαστικής Ανάλυσης του αποδοτικού ορίου επικεντρώνεται στην ανάλυση των μεταβλητών εκείνων πάνω στη συνάρτηση παραγωγής ή της συνάρτησης κόστους τις οποίες θεωρεί ως μη-αποδοτικές. Επομένως ο καθορισμός της αποδοτικότητας γίνεται με βάση το πόσο μη-αποδοτικός είναι ένας οργανισμός. Με αυτό τον τρόπο καθορίζεται η απόσταση του από το αποδοτικό όριο(paranicolas, [Smith et al. 2009](#)). Η μέθοδος SFA αποτελεί μια μέθοδο εκτίμησης της σχετικής αποδοτικότητας των υπό μελέτη συστημάτων ή οργανισμών και λαμβάνει υπ' όψη της τα στατιστικά λάθη και έτσι μας επιτρέπει να μετρήσουμε τις τιμές αυτών ενώ παράλληλα για τη δημιουργία του παραγωγικού ορίου δεν χρησιμοποιεί συγκεκριμένα δεδομένα τα οποία έχουν επιλεγεί με βάση κάποιον κριτηρίων αλλά αξιοποιεί όλα τα δεδομένα τα οποία διαθέτει ένας οργανισμός ή σύστημα για τη δημιουργία του παραγωγικού ορίου(paranicolas, [Smith et al. 2009](#)). Επιπλέον η μέθοδος SFA για την εφαρμογή της και κατ' επέκταση για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας απαιτεί αρκετές υποθέσεις προκειμένου να ορίσει τη μορφή του παραγωγικού ορίου και εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου οι ζητούμενες συναρτήσεις είναι εύκολο να περιγραφούν επιπλέον η εφαρμογή της SFA απαιτεί και τη γνώση του κόστους των παραγόμενων αγαθών([George Katharakis , Maria Katharaki, Theofanis Katostaras , et al. 2014](#)). Για την εφαρμογή της μεθόδου είναι απαραίτητη η γνώση της συνάρτησης παραγωγής(production function) ή συνάρτησης κόστους(cost function). Γενικά απαιτεί μια αυθαίρετα επιλεγμένη συνάρτηση με βάση την οποία θα χρησιμοποιήσει τα δεδομένα που διαθέτει για να δημιουργήσει το παραγωγικό όριο([Coelli et al. 2005](#)). Οι Agnier και Chu (1968) βασισμένοι στη συνάρτηση παραγωγής που χρησιμοποίησαν οι Cobb και Douglas για την εκτίμηση του παραγωγικού ορίου πρότειναν την εξής συνάρτηση:

$$\ln q_i = x_i' \beta - u_i \quad \text{με } i = 1, \dots, n \quad (4.2.1)$$

Όπου:

$q_i$  = εκροές για τον  $i$  οργανισμό

$x_i$  =  $K \times 1$  διάνυσμα που περιέχει τις λογαριθμικές τιμές των εισροών για τον  $i$  οργανισμό

$\beta$  = διάνυσμα που εμπεριέχει άγνωστες παραμέτρους

$u_i$  = μη αρνητική μεταβλητή που αφορά την τεχνική αποδοτικότητα

([Coelli et al. 2005](#) σελ 242).

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι κατά τον υπολογισμό της αποδοτικότητας συμπεριλαμβάνει και στατιστικά λάθη τα οποία μπορούν να προκύψουν από τους τυχαίους συνδυασμούς εισροών και εκροών των οργανισμών και συστημάτων που βρίσκονται στο set που έχουμε επιλέξει ενώ παράλληλα αξιοποιεί όλο το φάσμα των διαθέσιμων δεδομένων που έχουμε συλλέξει από αυτούς. Το βασικότερο μειονέκτημα όμως απαιτεί κάθε φορά τη γνώση για παράδειγμα της συνάρτησης παραγωγής, κάτι που είναι αρκετά δύσκολο να μοντελοποιηθεί με ακρίβεια καθώς υπάρχουν περιπτώσεις που δεν μπορούμε να βασιστούμε στις κλασσικές μορφές των συναρτήσεων παραγωγής για την πλήρη περιγραφή της υπό μελέτης μονάδας σε αντίθεση με της μη-παραμετρικές μεθόδους που δεν απαιτούν κάποια εκ των προτέρων γνώση για τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. (paranicolas , [Smith et al. 2009](#) ) ([Coelli et al. 2005](#)) ([Katharakis et al. 2014](#))

## Data Envelopment Analysis (DEA)

Η μη παραμετρική μέθοδος της DEA αποτελεί μια μέθοδο εύρεσης της σχετικής αποδοτικότητας μεταξύ διαφορετικών DMUs (Decision Making Units) δηλαδή παραγωγικών μονάδων ή χαρακτηριστικών των συστημάτων ή των οργανισμών που μελετάμε με σκοπό τον καθορισμό μιας βέλτιστης πολιτικής λήψης αποφάσεων. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε πρώτη φορά το 1978 από τους Charnes, Cooper και Rhodes στην μελέτη τους με τίτλο Measuring the efficiency of decision making units όπου με τη χρήση μοντέλων γραμμικού προγραμματισμού προσπάθησαν να καθορίσουν μια συγκριτική σχέση μεταξύ όμοιων μονάδων λήψης αποφάσεων ([A. Charnes W.W Cooper E.Rhodes et al. 1978](#)). Η μέθοδος DEA μετράει τη σχετική αποδοτικότητα μιας DMU δηλαδή ενός οργανισμού ή συστήματος το οποίο διαθέτει πολλαπλές εισροές ή εκροές και αναθέτει βάρη σε αυτές με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή αποδοτικότητα για την DMU αναφοράς. Στη συνέχεια ανατίθενται τα ίδια βάρη και σε όλες τις υπόλοιπες DMUs στις εισροές και τις εκροές τους, λαμβάνοντας έτσι την αποδοτικότητα τους ώστε κάθε φορά να μπορεί να συγκρίνει την αποδοτικότητα αυτών με την αποδοτικότητα της DMU αναφοράς. Δεδομένου ότι τα βάρη τα οποία ανατέθηκαν στην DMU αναφοράς ήταν τα καλύτερα δυνατά για αυτή αν υπάρχει κάποια άλλη DMU της οποίας το επίπεδο αποδοτικότητας είναι υψηλότερο τότε η DMU αναφοράς δεν είναι αποδοτική , σε διαφορετική περίπτωση η DMU αναφοράς θεωρείται αποδοτική. ([Πανεπιστημιακή Διάλεξη Κωνσταντίνος Κουνέτας Πανεπιστήμιο Πατρών School of Business Administration Departement of Economics](#)). Συμπερασματικά όπως αναφέρει ο Jacobs([Jacobs et al. 2006](#)) η μεθοδολογία που εφαρμόζει η μέθοδος DEA για την εύρεση της αποδοτικότητας κάθε φορά για την μονάδα(DMU) αναφοράς είναι η ανάθεση βαρών(weights) στις εισροές και τις εκροές τα οποία προκύπτουν έχοντας εξετάσει

όλους τους πιθανούς γραμμικούς συνδυασμούς σε σχέση με τις υπόλοιπες DMUs. Οι DMUs οι οποίες είναι εξίσου αποδοτικές δηλαδή έχουν τα υψηλότερα ποσοστά των εκροών προς τις εισροές τους με την υπό αναφορά DMU ονομάζονται *peers* και συνθέτουν το αποδοτικό όριο (efficient frontier). Η μέτρηση επομένως της αποδοτικότητας των υπό μελέτη DMUs γίνεται με βάση την απόσταση τους από το αποδοτικό όριο, αποδοτικές θεωρούνται αυτές οι οποίες βρίσκονται επί της καμπύλης αυτού του ορίου.

Σε περίπτωση που έχουμε μία εισροή και μία εκροή τότε η αποδοτικότητα μπορεί να οριστεί απλά ως :

$$Efficiency = \frac{output}{input} \quad (4.2.2)$$

Στην πιο συνηθισμένη περίπτωση που ένας οργανισμός ή σύστημα αξιοποιεί πολλές εισροές για να παράγει πολλαπλά αποτελέσματα (εκροές) τότε η αποδοτικότητα ορίζεται καλύτερα ως εξής:

$$Efficiency = \frac{weighted\ sum\ of\ outputs}{weighted\ sum\ of\ inputs} \quad (4.2.3)$$

([A.Boussofiane , R.G Dyson , E. Thanassoulis et al. 1991](#) Applied data envelopment analysis – Science Direct)

Οι σταθμίσεις/βαρύτητες καθορίζονται έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η αποδοτικότητα ([Jacobs et al. 2006](#)). Η χρησιμότητα της DEA είναι μεγάλη καθώς στο παρελθόν έχει χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist στα νορβηγικά νοσοκομεία για να διαπιστωθεί εάν οι αλλαγές στην παραγωγικότητα οφείλονταν στην αλλαγή της σύνθεσης του προσωπικού των νοσοκομείων ή σε αλλαγές στον προϋπολογισμό ([Smith et al., 2009](#)). Το πλεονέκτημα της μεθόδου της DEA είναι πως μπορεί να υπολογίσει την τεχνική αποδοτικότητα χρησιμοποιώντας πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι λαμβάνει υπόψη της τα λάθη που μπορεί να προκύψουν στη μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας ([McPake et al., 2002](#)). Τρίτο πλεονέκτημα της DEA είναι ότι δεν προκύπτουν προβλήματα πολυσυγγραμμικότητας και ετεροσκεδαστικότητας με αυτή την τεχνική, ενώ ένα ακόμη πλεονέκτημα αποτελεί το ότι επιτρέπει τη χρήση εξωγενών παραγόντων (environmental variables) ([Jacobs et al. 2006](#)). Άλλο ένα πλεονέκτημα της DEA είναι η ευελιξία της, διότι δε στηρίζεται σε θεωρητικά στοιχεία αλλά στα δεδομένα (data – driven) και ο προσδιορισμός του συνόρου παραγωγής αλλάζει ανάλογα με το πώς αλλάζουν τα δεδομένα ([Jacobs et al. 2006](#)). Από την άλλη έχει το μειονέκτημα ότι είναι ευαίσθητη ως μέθοδος σε μικρό μέγεθος δεδομένων ([Jacobs et al. 2006](#)). Ένα δεύτερο μειονέκτημα ότι μπορεί να υποεκτιμά την αποδοτικότητα σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ([Smith et al., 2009](#)). Τρίτο μειονέκτημα της DEA είναι ότι δε μπορεί να

προσδιορίσει το στατιστικό λάθος των αποτελεσμάτων της στη μέτρηση της τεχνικής αποδοτικότητας ([Smith et al, 2005](#)).

### 4.3 Επιλογή Μεθόδου

Έχοντας αναλύσει τις μεθόδους μέτρησης της αποδοτικότητας που εφαρμόζονται τόσο για τα οικονομικά συστήματα όσο και για τα συστήματα υγείας και εφόσον μελετήσαμε αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές όπου εξετάζονται παρόμοια προβλήματα σαν αυτό που καλούμαστε να λύσουμε επιλέγουμε για τη μελέτη μας τη μέθοδο της DEA. Τα πλεονεκτήματα της και ο τρόπος με τον οποίο εξάγει συγκριτικά την αποδοτικότητα μπορούν να εφαρμοστούν για το πρόβλημα μας, διότι αποτελεί μια μέθοδο που για τον υπολογισμό της συγκριτικής αποδοτικότητας δεν απαιτεί τη γνώση καμίας συνάρτησης που να σχετίζεται με την παραγωγή και τα κόστη κάτι το οποίο εξαρτάται κάθε φορά και από τυχαίους παράγοντες που για τον υπολογισμό τους απαιτούνται ισχυρές υποθέσεις και επιπλέον αξιοποιεί τα δεδομένα τα οποία ο ερευνητής κάθε φορά κρίνει απαραίτητα για την εξαγωγή συμπερασμάτων και όχι όλα το φάσμα των διαθέσιμων δεδομένων που αφορούν τον υπό μελέτη οργανισμό ή σύστημα. Στα επόμενα κεφάλαια θα μελετήσουμε εκτενώς αυτή τη μέθοδο την οποία αναφέραμε επιγραμματικά σε αυτό το κεφάλαιο. Επιπλέον θα διατυπώσουμε τη μαθηματική της περιγραφή ενώ παράλληλα θα αναφερθούμε στη μεθοδολογία και τον τρόπο με τον οποίο θα την εφαρμόσουμε. Ιδιαίτερη αναφορά θα γίνει και στα διαφορετικά μοντέλα με τα οποία μπορεί να εφαρμοστεί η DEA και στη συνέχεια θα καταλήξουμε στην εφαρμογή αυτού που αντιπροσωπεύει καλύτερα το πρόβλημα μας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Παρουσίαση της Μεθόδου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων – Data Envelopment Analysis (DEA)

### 5.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε τόσο στην έννοια της αποδοτικότητας και τα διαφορετικά είδη με βάση τα οποία μπορεί εκτιμηθεί και παραθέσαμε και τις μεθόδους με τις οποίες μπορούμε να το επιτύχουμε. Στο σημείο αυτό έχοντας πλέον παραθέσει τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα τα οποία εμφανίζουν οι μέθοδοι μέτρησης της αποδοτικότητας καταλήξαμε στην επιλογή της μεθόδου DEA για την εκτίμηση της αποδοτικότητας των υπό μελέτη συστημάτων μας. Πιο συγκεκριμένα την εκτίμηση της αποδοτικότητας κάθε χώρας ξεχωριστά σε σχέση με όλες τις χώρες που λαμβάνουν μέρος στην εργασία μας. Συνεπώς θα αναφερθούμε στην ενότητα αυτή στα στάδια τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή της DEA. Σύμφωνα με τους [Golany, Roll et al. \(1988\)](#) στην εργασία τους με τίτλο An application Procedure for DEA(1988) υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους κάποιος ερευνητής θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τη μέθοδο της DEA. Αρχικά η εξακρίβωση των αιτιών που οδηγούν τις DMUs σε αναποτελεσματικότητα καθώς και το ποσό της αναποτελεσματικότητας στον τρόπο που μετατρέπει τις εισροές σε εκροές. Δηλαδή να διαπιστώσουμε αν η διαχείριση των εισροών εκροών είναι αποδοτική, κάτι που μας παραπέμπει στην τεχνική αποδοτικότητα των υπό σύγκριση μονάδων ή DMUs. Επιπλέον ένας ακόμα λόγος είναι η κατάταξη αυτών με βάση τα σκόρ αποδοτικότητας τους. Η μελέτη της επιρροής που έχουν πάνω στις μονάδες μας οι αποφάσεις των υπευθύνων χάραξης πολιτικής με σκοπό τον χαρακτηρισμό αυτών ως αναποτελεσματικών είτε ως προς την έμφαση που δίνουν στις εισροές και στις εκροές είτε ως προς τον τρόπο που εφαρμόζονται από τους εκάστοτε υπεύθυνους αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα επιλογής αυτής της μεθόδου. Επιπλέον η μέθοδος εφαρμόζεται και για τις περιπτώσεις που οι οργανισμοί ή τα συστήματα πρέπει να ορίσουν μια πολιτική κατανομής πόρων. Ο χαρακτηρισμός επομένως των συστημάτων ή οργανισμών ως διανεμητικά αποδοτικά κατανέμοντας τους πόρους τους με τον καλύτερο δυνατό τρόπο εκεί όπου υπάρχει ανάγκη παραγωγής υψηλότερων εκροών. Τέλος θα πρέπει να ορίσουμε το πλήθος των μονάδων λήψης αποφάσεων (DMUs) και να σχηματίσουμε έτσι το σύνολο αυτών που θα εξετάσουμε στην ανάλυση μας. Πάνω σε αυτή τους παρατήρηση προσθέτουν πως ένας μεγάλος αριθμός DMUs έχει περισσότερες πιθανότητες να έχει αποδοτικές μονάδες και μπορεί να διαχειριστεί περισσότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα αυτών όμως υπάρχει ο κίνδυνος να μην παρουσιάζουν ομοιογένεια μεταξύ τους με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Έτσι πρότειναν μια λύση η οποία αναφέρει πως ο αριθμός των υπό μελέτη DMUs πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο φορές μεγαλύτερος από το άθροισμα των εισροών και των εκροών που αναθέτουμε στον καθένα ([Golany, Roll et al. 1988](#)). Οι κύριοι στόχοι της εργασίας μας είναι να μετρήσουμε την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των χωρών της Ε.Ε και η κατάταξη αυτών, ώστε να είμαστε σε θέση να ξεχωρίσουμε ποιες χώρες είναι αποδοτικές και ποιες όχι. Επίσης θα με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης μας θα οδηγηθούμε σε σημαντικά συμπεράσματα τόσο για την ικανότητα των χωρών να διαχειρίζονται τους πόρους όσο και για το τι θα μπορούσαν να αλλάξουν όσες δεν είναι αποδοτικές για να αυξήσουν την αποδοτικότητα τους. Οι [Golany και Roll et al.\(1988\)](#) επισημαίνουν στο έργο τους πως



υπάρχουν τρία βασικά βήματα για τη διεξαγωγή μιας επιτυχούς μελέτης ανάλυσης αποδοτικότητας. Τα οποία θα αναλύσουμε ώστε σε επόμενα κεφάλαια που θα εφαρμόσουμε τη μεθοδολογία της DEA να έχουμε αυτά ως σημείο αναφοράς.

Τα βήματα είναι τα εξής:

1. Καθορισμός των μονάδων λήψεως αποφάσεων(DMUs) που θα συμπεριλάβουμε.
- 2.Καθορισμός των εισροών και των εκροών.
- 3.Επιλογή κατάλληλου μοντέλου DEA για την εκτίμηση της αποδοτικότητας.

## 5.2 Επιλογή DMUs

Η επιλογή των κατάλληλων DMUs αποτελεί ένα από τα πιο βασικά προβλήματα που καλούμαστε να λύσουμε πριν προβούμε σε υπολογισμούς ανεξάρτητα από την ανάλυση που θα επιλέξουμε. Η ανάγκη αυτή ίσως να γίνεται περισσότερο αντιληπτή στην περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου της DEA η οποία υπολογίζει τη σχετική αποδοτικότητα μεταξύ ενός συγκεκριμένου σετ μονάδων λήψης αποφάσεων(DMUs). Αυτό προϋποθέτει ότι όποιες διαφορές στην αποδοτικότητα υπάρχουν μεταξύ των μονάδων αυτών πρέπει να μπορούν να μετρηθούν(ποσοτικά ή ποιοτικά) και κατά συνέπεια για να έχουν νόημα στη συγκριτική ανάλυση οι μονάδες αυτές να είναι παρόμοιες( [Golany et al. 1988](#) ). Για παράδειγμα δεν θα αποτελούσε σωστή πρακτική η μελέτη μεταξύ ενός σχολείου και μιας τράπεζας καθώς έχουν βασικές διαφορές και στη δομή/ τρόπο λειτουργίας αλλά και στους στόχους τους ακόμα και αν και οι δύο αυτοί οργανισμοί θέλουν να είναι αποδοτικοί. Για το λόγο αυτό ο Golany κ' Roll ([Golany et al. 1988](#)) θεωρούν πως πρέπει οι συγκρίσεις αυτές να γίνονται μεταξύ ομοιογενών μονάδων, ακόμα και εκεί όμως υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους καθώς ο τρόπος λειτουργίας τους επηρεάζεται και από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Ομοιογενές σύνολο μονάδων λήψης αποφάσεων θα μπορούσε να θεωρεί ένα κατά το οποίο όλες οι μονάδες βρίσκονται στην ίδια κατηγορία και επιθυμούν να πετύχουν όλες τους ίδιους στόχους, όλες τους υπάγονται στις ίδιες συνθήκες αγοράς(market conditions) δηλαδή βρίσκονται στην ίδια κατηγορία ανταγωνιστικότητας ανεξαρτήτου μεγέθους για παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφερθούμε σε τράπεζες για τις οποίες ισχύει ένα διεθνές πλαίσιο αγοράς και κανονισμών ώστε να μπορούμε να βάλουμε τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνουν τους στόχους τους σε ένα κοινό πλαίσιο είτε αντίστοιχα να είναι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί όπως τα δημόσια σχολεία. Τέλος θα πρέπει να αναφερθούμε πως κατά την εύρεση και σύγκριση της αποδοτικότητας μεταξύ ομοιογενών οργανισμών ή συστημάτων καθοριστικής σημασίας ζήτημα είναι οι εισροές και οι εκροές να είναι οι ίδιες για τις υπό σύγκριση μονάδες όσο αφορά την επιλογή αυτών με μοναδικές διαφορές να εντοπίζονται μόνο ποσοτικά μεταξύ τους([Golany et al. 1988](#)). Δεν θα μπορούσαμε να συγκρίνουμε δηλαδή μονάδες μεταξύ τους αν για κάθε μια είχαμε επιλέξει διαφορετικές εισροές και εκροές καθώς αυτό δεν οδηγούσε σε λογικά συμπεράσματα.

### 5.3 Επιλογή Εισροών-Εκροών

Η επιλογή των κατάλληλων εισροών και εκροών για την καλύτερη διεξαγωγή της ανάλυσής μας αποτελεί εξίσου σημαντικό παράγοντα με την επιλογή του συνόλου μονάδων που θα αξιολογήσουμε και αυτό γιατί οι εισροές και εκροές αποτελούν τα ουσιαστικά σημεία πάνω στα οποία θα μελετήσουμε τη σχετική/συγκριτική αποτελεσματικότητα. Οι [Boussofiane , Dyson και Thanassoulis et al.\(1991\)](#) στη μελέτη τους αναφέρουν πως το πρόβλημα της επιλογής εισροών και εκροών αποτελεί επιλογή του κάθε ερευνητή ενώ οι [Golany Roll et al.\(1988\)](#) θεωρούν πως δεν υπάρχει ένας απόλυτος κανόνας που να διέπει την επιλογή αυτών και πως η επιλογή αυτή πρέπει να βασίζεται κυρίως στο τι αναζητά κάθε φορά να μελετήσει αυτός που εφαρμόζει την εν λόγω ανάλυση. Συμπερασματικά η επιλογή των εισροών και εκροών εμπεριέχει υποκειμενικότητα και υπάγεται κυρίως στην εμπειρία και τις επιδιώξεις του μελετητή αλλά και τις φύσης του προβλήματος που αντιμετωπίζει στην ανάλυση του, χωρίς αυτό όμως να σημαίνει πως δεν υπάρχουν κριτήρια στην επιλογή αυτών τα οποία δεν επηρεάζουν την ποιότητα της ανάλυσης μας. Εισροές της υπό μελέτης μονάδας θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε τους πόρους που αξιοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία, καθώς στόχος της μονάδας μας(DMU) είναι η μετατροπή αυτών σε προϊόντα ή υπηρεσίες. Επομένως η διαδικασία της αξιοποίησης των πόρων που διαθέτει η μονάδας μας αποτελούν τις εκροές της. Επομένως θα ήταν συνετό οι εκροές να αντιπροσωπεύουν κάποιους παραγωγικούς ή ποιοτικούς δείκτες της εν λόγω μονάδας([Boussofiane , Dyson , Thanassoulis et al. 1991](#)).



Εικόνα 7 Διαδικασία μετατροπής εισροών σε εκροές

Μια σημαντική παρατήρηση όμως είναι πως ο αριθμός αυτός δεν θα πρέπει να είναι μεγάλος καθώς η DEA κατά τη διαδικασία εύρεσης και σύγκρισης της αποδοτικότητας των μονάδων αναθέτει βάρη σε κάθε μια από τις εισόδους και τις εξόδους της. Συνεπώς στην περίπτωση που έχουμε επιλέξει μεγάλο αριθμό εισροών και εκροών υπάρχει κίνδυνος η DEA έχοντας βρει μεταξύ των πιθανών συνδυασμών βαρών μια σχέση εισροών εκροών η οποία να την κάνει να φαίνεται αποδοτική να θεωρήσει λανθασμένα πως μια μονάδα είναι αποδοτική. Δηλαδή επειδή η DEA είναι βασισμένη στη μεγιστοποίηση του ποσοστού που

εκφράζει τη σχέση μεταξύ μιας εισροής προς μια εκροή εξετάζοντας όλες τους διαθέσιμους συνδυασμούς εισροών εκροών να χαρακτηρίσει ως αποδοτική μια μονάδα κρίνοντας μόνο από τη βελτιστοποίηση ενός τέτοιου ποσοστού, καθώς για ένα πλήθος  $n$  εισροών και  $m$  εκροών παράγει συνολικά  $n \times m$  ζυγισμένα αθροίσματα στον αριθμητή και παρονομαστή του ποσοστού (input / output). Επομένως εδώ προκύπτει και μια σύνδεση μεταξύ του αριθμού των DMUs και του πλήθους εισροών και εκροών που αναθέτουμε στην κάθε μια. Με πιο απλά λόγια το πλήθος των εισροών και εκροών πρέπει να είναι αρκετά μικρότερο από το πλήθος των μονάδων (DMUs) που μελετάμε για να έχουμε σωστά αποτελέσματα καθώς τα βάρη που εφαρμόζει η μέθοδος της DEA δείχνουν την έμφαση που δίνει σε κάθε σχέση εισόδου εξόδου. Άρα αν για παράδειγμα είχαμε μεγάλο αριθμό εισροών και εκροών και μικρό αριθμό μονάδων τότε είναι πολύ πιθανό να βρεθεί κάποιος συνδυασμός που να μας δείχνει πως στο τέλος όλες οι μονάδες είναι αποδοτικές σε σχέση με το να έχουμε μικρό αριθμό εισροών και εκροών για ένα μεγάλο πλήθος μονάδων ([Boussofiane, Dyson, Thanassoulis et al. 1991](#) : Applied data envelopment analysis , From Science Direct). Επιπρόσθετα οι [Golany κ' Roll et al. \(1991\)](#) αναφέρουν πως η επιλογή εισόδων εξόδων πρέπει να γίνει έχοντας τους εξής περιορισμούς. Πρέπει οι εισοδοί και οι έξοδοι να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του ερευνητή και τους περιορισμούς του προβλήματος , ώστε να εκφράζουν με το καλύτερο δυνατό τρόπο αυτό που θέλει να παρουσιάσει. Επιπλέον πρέπει να μην υπερκαλύπτονται από ήδη χρησιμοποιούμενες εισόδους και εξόδους δηλαδή να μην εκφράζουν το ίδιο πράγμα δύο φορές και τα δεδομένα που υπάρχουν για αυτές να είναι αξιόπιστα και εύκολα στην ερμηνεία. Δηλαδή να μην είναι σε μορφή που να μην εκφράζεται αριθμητικά. Τέλος αναφέρουν πως υπάρχει και ένα ακόμα σετ δεδομένων το οποίο πρέπει να σκεφτούμε κατά την ανάλυση μας το οποίο είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, δηλαδή παράγοντες που επηρεάζουν τις μονάδες μας όμως δεν βρίσκονται στον έλεγχο των μονάδων μας και συνεπώς δεν μπορούν να υπολογιστούν κατά την εφαρμογή κάποιου μαθηματικού μοντέλου της DEA αλλά απαιτούν ξεχωριστή ερμηνεία. Αυτό θα μπορούσε πιθανόν να αποτελεί μια αδυναμία της μεθόδου της DEA.

### 5.3 Μαθηματική Περιγραφή και Ερμηνεία

Η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) είναι μια μέθοδος η οποία βασίζεται στην ανάλυση της αποδοτικότητας μονάδων λήψης αποφάσεων (Decision Making Unit – DMU) οι οποίες έχουν επιλεχθεί με βάση τα κριτήρια που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες ενότητες. Η έννοια της αποδοτικότητας για DMUs που διαθέτουν μια εισροή για να παράγουν μια εκροή μπορεί να εκφραστεί στην πιο κλασσική της μορφή κλασματικά αντιπροσωπεύοντας ένα ποσοστό ως εξής:

$$Efficiency = \frac{output}{input} \quad (5.3.1)$$

Στην περίπτωση που μια DMU χρησιμοποιεί περισσότερες από μια εκροές για να παράγει μια ή περισσότερες εκροές τότε το παραπάνω ποσοστό μπορεί να εκφραστεί όπως είδαμε και σε προηγούμενες ενότητες ως εξής:

$$Efficiency = \frac{\text{weighted sum of outputs}}{\text{weighted sum of inputs}} \quad (5.3.2)$$

(Boussofiane , Dyson , Thanassoulis et al. 1991)

Η παραπάνω έκφραση της αποδοτικότητας ως ποσοστού προκύπτει αν αναλογιστούμε πως στην ανάλυση μας υπάρχει ένα συγκεκριμένο πλήθος μονάδων  $n$  προς αξιολόγηση (DMUs) οι οποίες για να παράγουν το ζητούμενο προϊόν ή υπηρεσία ή όπως θα αναφερόμαστε από εδώ και στο εξής output χρειάζεται να αξιοποιήσουν κάποιους πόρους  $m$  inputs. Δηλαδή η  $j$  DMU χρειάζεται  $X_{ij}$  από την εισροή  $i$  και παράγει  $Y_{rj}$  με  $r$  να θεωρούμε την εκροή της και υπάρχουν  $j = 1 \dots N$  τέτοιες εισροές και εκροές για κάθε μια από τις  $N$  μονάδες μας. Με  $X_{ij} \geq 0$  ,  $Y_{rj} \geq 0$  άρα υποθέτουμε πως σίγουρα υπάρχει μια θετική εισροή και μια θετική εκροή (Zhu 2009). Η μαθηματική περιγραφή της μεθόδου DEA βασίζεται στην έννοια της αποδοτικότητας ως ποσοστό δηλαδή ως κλάσμα που στον αριθμητή έχουμε το ζυγισμένο άθροισμα των εκροών και στον παρονομαστή το ζυγισμένο άθροισμα των εισροών το οποίο κλάσμα επιδιώκουμε να βελτιστοποιήσουμε για κάθε DMU συγκριτικά με τις υπόλοιπες υπό τον περιορισμό ότι το ποσοστό αυτό δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο του 1. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού προχωράμε εφαρμόζοντας τις βασικές αρχές του γραμμικού προγραμματισμού (Charnes, Cooper, Rhodes et al. 1978). Στο σημείο αυτό θα ήταν καλό να αναφερθούμε στην έννοια του γραμμικού προγραμματισμού (linear programming – LP) η οποία αποτελεί μια μέθοδο βελτιστοποίησης δηλαδή επίτευξης ενός στόχου με τον καλύτερο δυνατό τρόπο δεδομένης της ύπαρξης κάποιων περιορισμών. Δηλαδή είναι μια τεχνική βελτιστοποίησης μια γραμμικής εξίσωσης υπό τον περιορισμό μιας γραμμικής ανισότητας και των γραμμικών περιορισμών αυτής της ανισότητας. Στον γραμμικό προγραμματισμό έχουμε ένα κύριο πρόβλημα το οποίο επιθυμούμε να λύσουμε του οποίου η λύση προκύπτει από την επίλυση του δυικού του προβλήματος στο οποίο εφαρμόζονται οι περιορισμοί μας, οι οποίοι μπορεί να εκφράζονται είτε με τη μορφή του maximization ή minimization ανάλογα με το ζητούμενο μας (George B. Dantzig et al. 1982) , Department of Operations Research Stanford University). Η μαθηματική περιγραφή που έδωσαν οι Charnes, Cooper και Rhodes (1978) βασίζεται στην κεντρική ιδέα πως η αποδοτικότητα μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή κλάσματος για την  $j_0$  DMU και είναι η εξής:

$$Max \, ho(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^t U_r Y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij_0}} \quad (5.3.3)$$

Subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^t U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad U_r, V_i \geq \varepsilon \, \forall r \text{ και } i \quad (5.3.4)$$

Όπου :

$Y_{rj}$  = η ποσότητα της εκροής  $r$  της μονάδας  $j$

$X_{ij}$  = η ποσότητα της εισροής  $i$  της μονάδας  $j$

$U_r$  = η βαρύτητα που ανατέθηκε στην εκροή  $r$

$V_i$  = η βαρύτητα που ανατέθηκε στην εισροή  $i$

$n$  = το σύνολο των μονάδων (DMUs) μας

$t$  = το σύνολο των εκροών μας

$\varepsilon$  = ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός

(Charnes,Cooper,Rhodes et al. 1978) ( Boussofiane,Dyson,Thanassoulis et al. 1991)

Η παραπάνω μαθηματική περιγραφή της DEA ονομάστηκε μοντέλο CCR προς τιμήν των δημιουργών του Charnes , Cooper και Rhodes. Η μαθηματική διατύπωση που αναφέραμε στη σχέση (5.3.3) μπορεί να θεωρηθεί και ως μια απλοποίηση των πολλαπλών εκροών προς τις πολλαπλές εισροές για κάθε μια DMU ξεχωριστά σε μια έκφραση εικονικών εκροών (virtual outputs) προς εικονικών εισροών (virtual input). Με βάση αυτό μπορούμε να θεωρήσουμε πως η βελτιστοποίηση του πρωτεύοντος προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού της σχέσης (5.3.3) καθορίζεται από λύση της εξίσωσης όπου για κάθε μια DMU υπολογίζουμε τις εικονικές εισροές προς τις εικονικές εκροές βρίσκοντας έτσι τη συγκριτική αποδοτικότητα της υπό τους περιορισμούς της σχέσης (5.3.4) η οποία μας λέει πως το ποσοστό αυτό πρέπει να είναι φραγμένο στη μονάδα (Zhu et al. 2011). Η αλγοριθμική εφαρμογή του μοντέλου CCR είναι πως λύνοντας την εξίσωση (1) υπό τους περιορισμούς της (2) η αποδοτικότητα της υπό μελέτη μονάδας μεγιστοποιείται και φράζεται στη μονάδα. Κατά την εφαρμογή του παραπάνω μοντέλου τα βάρη ( $U_r, V_i$ ) θεωρούνται ως οι άγνωστοι όροι ενώ  $Y_{rj}, X_{ij}$  αποτελούν τις παρατηρήσεις μας και είναι γνωστές θετικές τιμές. Τα βάρη επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιούν την αποδοτικότητα της j μονάδας και το ίδιο σετ βαρών εφαρμόζεται και για τις υπόλοιπες n - 1 μονάδες. Στην περίπτωση που κατά τη συγκριτική αυτή διαδικασία θεωρούμε πως η μονάδα j είναι αποδοτική αν το ποσοστό ισούται με 1 αλλιώς τη θεωρούμε μη αποδοτική καθώς κάποια άλλη μονάδα πέτυχε καλύτερα αποτελέσματα(Boussofiane,Dyson,Thanassoulis et al. 1991). Για τη μετατροπή του παραπάνω κλασματικού προβλήματος σε γραμμική μορφή ώστε να απλοποιηθούν οι απαιτούμενοι υπολογισμοί οι δημιουργοί του μοντέλου εφάρμοσαν την υπόθεση πως εφόσον πρόκειται για κλασματικό μέγεθος το οποίο θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε αρκεί να βελτιστοποιήσουμε τον αριθμητή παράγοντας έτσι το ισοδύναμο γραμμικό του πρόβλημα, θέτοντας τον παρονομαστή ίσο με 1. Δηλαδή θεωρώντας πως  $\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} = 1$ . Η αλλαγή της μεταβλητής προκύπτει από την υπόθεση τους και έτσι έχουμε από τη λύση για (u, v) σε ( $\mu, \nu$ ) συνεπώς και με αντίστοιχο τρόπο υπάρχουν οι αλλαγές των  $Y_{rj}$  σε  $Y_{ro}$  και  $X_{ij}$  σε  $X_{io}$ . Επομένως έχουμε πλέον το αρχικό μας πρόβλημα να εκφράζεται από το ισοδύναμο του.

$$\max ho(u, v) = \frac{\sum_r U_r Y_{ro}}{\sum_i V_i X_{io}} \quad (5.3.4)$$

$$\frac{\sum_r U_r Y_{rj}}{\sum_i V_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, U_r, V_i \geq \varepsilon \forall r \text{ και } i \quad (5.3.5)$$

Η μαθηματική έκφραση του είναι η εξής (Zhu et al. 2011) :

$$\max z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} \quad (5.3.6)$$

Όπου:

$\mu_r$  = η βαρύτητα που ανατέθηκε στην εκροή r

$y_{ro}$  = η ποσότητα της εκροής r της μονάδας o

S = το σύνολο των μονάδων προς αξιολόγηση

Subject to

$$\sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 \quad (5.3.7)$$

Όπου:

$Y_{rj}$  = η ποσότητα της εκροής  $r$  της μονάδας  $j$

$X_{ij}$  = η ποσότητα της εισροής  $i$  της μονάδας  $j$

Με

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1 \text{ και } \mu_r, V_i \geq 0$$

Με το δυαδικό του να είναι το εξής:

$$\theta^* = \min \theta \quad (5.3.8)$$

Όπου  $\theta^*$  είναι η αποδοτικότητα για τη λύση του δυαδικού προβλήματος άρα η αποδοτικότητα μετά τη βελτιστοποίηση και  $\theta$  η αρχική εκτίμηση της αποδοτικότητας του πρωτεύοντος.

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \leq \theta X_{io} \text{ όπου } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{ro} \text{ όπου } r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \text{ με } j = 1, 2, \dots, n$$

Το  $\lambda_j$  αντιστοιχεί στις βαρύτητες που αναθέτονται από τη μέθοδο και θεωρούνται ως άγνωστος όρος ώστε να επιτύχουμε το βέλτιστο score αποδοτικότητας για την υπό αξιολόγηση μονάδα σε σχέση με τις υπόλοιπες. Η λύση των εξισώσεων (5.3.8) θα οδηγήσει στη λύση της εξίσωσης (5.3.7) δηλαδή θα απαντήσει στην ερώτηση του ποια DMU είναι πιο αποδοτική δεδομένου ότι κρατάμε σταθερές τις εκροές τις και μεγιστοποιούμε τις εισροές της. Έτσι προκύπτει η μορφή του CCR μοντέλου με προσανατολισμό στις εισροές (input orientation). Η παραπάνω λύση όμως μας δίνει τη λεγόμενη αδύναμη αποδοτικότητα (weakly efficient) ακόμα και αν  $\theta^* = 1$  καθώς ενδέχεται να έχουμε μη αρνητικές τιμές στα slacks (Zhu et al. 2011). Για τον καθορισμό της αποδοτικότητας οι Charnes, Cooper, Rhodes et al. (1978) εισάγουν άλλες δύο μεταβλητές  $s^+, s^-$  που αντιπροσωπεύουν αυτά που ονομάζουμε slacks και χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουμε τις παραπάνω ανισότητες. Με  $s^+$  να αποτελεί ένα διάνυσμα μη αρνητικών αριθμών που αφορά τις εκροές και  $s^-$  ένα διάνυσμα μη αρνητικών αριθμών που αφορά τις εισροές. Επομένως αν αυτά τα δύο διανύσματα έχουν μέσα τους θετικές τιμές αυτό θα σήμαινε πως στην περίπτωση των εκροών θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τις τιμές των εκροών μας κατά τον αριθμό που μας υποδεικνύει δηλαδή  $Y_j + s^+$  ή θα μπορούσαμε να μειώσουμε τις εισροές μας κατά τον αριθμό που μας υποδεικνύει δηλαδή  $X_j - s^-$ . Επιπλέον μπορούμε να κάνουμε αυτές τις αυξομειώσεις δίχως να επηρεάσουμε τα βάρη τα οποία έχουν ανατεθεί και δίχως να επηρεάσουμε την τιμή της  $\theta^*$  που αντιπροσωπεύει το σκόρ αποδοτικότητας για την υπό μελέτη DMU που έχει ήδη υπολογιστεί. Επομένως για να είναι πλήρως αποδοτική μια DMU σύμφωνα με τη θεωρία των Charnes, Cooper και Rhodes πρέπει να ισχύει :

$$\theta^* = 1 \quad \text{και} \quad s_i^+ = s_r^- = 0 \quad (5.3.9)$$

Αν μόνο το  $\theta^* = 1$  ικανοποιείται τότε έχουμε αδύναμη αποδοτικότητα για την υπό μελέτη μονάδα. Επομένως συμπεριλαμβάνοντας και τις παραμέτρους των slacks έχουμε πλέον να λύσουμε ένα πρόβλημα κατά το οποίο καλούμαστε να βελτιστοποιήσουμε και αυτές τις παραμέτρους και να διατυπώσουμε μια σχέση μεταξύ της  $\theta^*$  και αυτών. Μειώνοντας έτσι τις λύσεις του προβλήματος από άπειρες λύσεις σε ένα περατό σύνολο (Zhu 2011).

Οπότε θα έχουμε:

$$\max \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (5.3.10)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* X_{ijo} \quad \mu \epsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.3.11)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = Y_{rjo} \quad \mu \epsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (5.3.12)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

Οι τιμές των  $s_i^-$  και  $s_r^+$  δεν επηρεάζουν τη βέλτιστη λύση για το  $\theta^*$  καθώς παράγονται από το ίδιο το μοντέλο κατά την επίλυση των εξισώσεων και ο λόγος ο οποίος υπολογίζονται είναι διότι το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που επιλύει έχει άπειρες λύσεις όμως εμείς θέλουμε να εκφράσουμε μια βέλτιστη λύση υπό κάποιους περιορισμούς συνεπώς χρειάζεται να υπολογίσουμε τις ποσοτικές μεταβολές που πρέπει να υπάρξουν υπό τους περιορισμούς μας για να γίνει η μονάδα μας αποδοτική σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αυτό επιτυγχάνεται βρίσκοντας τις βέλτιστες τιμές που πρέπει να έχουν τα slacks μας.

Η λύση της παραπάνω έκφρασης προκύπτει από τη λύση του δυικού της προβλήματος και είναι η εξής:

$$\min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (5.3.13)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta X_{io} \quad \mu \epsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.3.14)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = Y_{ro} \quad \mu \epsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (5.3.15)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r \text{ και } \varepsilon > 0$$

Η έκφραση αυτή βασίζεται στις ιδιότητες του γραμμικού προγραμματισμού πρώτα κάνουμε minimize το  $\theta$  και μετά θεωρούμε πως  $\theta = \theta^*$  το οποίο αποτελεί τη βέλτιστη λύση λαμβάνοντας υπ' όψη και τις ποσοτικές μεταβολές που πρέπει να γίνουν συγκριτικά με τις υπόλοιπες μονάδες που αξιολογούνται ώστε κάθε φορά η μονάδα που συγκρίνεται να έχει το score αποδοτικότητας το οποίο μπορεί να επιτύχει κατά το βέλτιστο τρόπο. Επομένως έτσι ορίζουμε για το βασικό μοντέλο CCR τον προσανατολισμό στις εισόδους (input orientation).



Το βασικό μοντέλο CCR μπορεί να είναι προσανατολισμένο και στις εκροές (output orientation) . Η μαθηματική του περιγραφή είναι αρκετά παρόμοια με αυτή του προσανατολισμού στις εισροές με τη βασική διαφορά να είναι πως πλέον κάνουμε Minimize αντί για maximize καθώς μας ενδιαφέρει να δούμε πως μπορούμε να αυξήσουμε τις εκροές χωρίς να μεταβάλλουμε τις εισροές μας(Zhu et al. 2011).

$$\text{Min } ho(u, v) = \frac{\sum_i v_i X_{ijo}}{\sum_r u_r Y_{rjo}} \quad (5.3.16)$$

Subject to

$$\frac{\sum_i v_i X_{ij}}{\sum_r u_r Y_{rj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \forall r \text{ και } i \quad (5.3.17)$$

Εφαρμόζουμε και εδώ τις ιδιότητες των Charnes, Cooper, Rhodes ώστε να μετατρέψουμε το κλασματικό πρόβλημα σε γραμμικό και έχουμε:

$$\text{min } q = \sum_{i=1}^m v_i X_{ijo} \quad (5.3.18)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj} \geq 0 \quad (5.3.19)$$

Με

$$\sum_{r=1}^s \mu_r Y_{rj} = 1 \quad \kappa' \mu_r, v_i \geq 0$$

Αντίστοιχα δουλεύουμε και για τα slacks μας

$$\text{max } \varphi + \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (5.3.20)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- = X_{ijo} \quad \mu \varepsilon i = 1, 2, \dots, m \quad (5.3.21)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi Y_{rjo} \quad \mu \varepsilon r = 1, 2, \dots, s \quad (5.3.22)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

Συμπερασματικά το βασικό μοντέλο της DEA, CCR προσφέρει στους αναλυτές μια ευελιξία καθώς το γεγονός ότι είναι είτε προσανατολισμένο στις εισροές είτε προσανατολισμένο στις εκροές μας επιτρέπει να εστιάσουμε κάθε φορά σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα το οποίο θέλουμε να αναδείξουμε και αποτελεί ένα πολύ βασικό εργαλείο στη μελέτη της τεχνικής αποτελεσματικότητας δηλαδή της ικανότητας των DMUs να μετατρέπουν κατά το βέλτιστο τρόπο τις εισροές τους σε εκροές την οποία υπολογίζει συγκριτικά με τις υπόλοιπες DMUs. Άρα και σε αυτή την περίπτωση η αποδοτικότητα της μονάδας εκφράζεται από τη μεταβλητή  $\varphi$  την οποία υπολογίζουμε πρώτα ξεχωριστά ώστε να πάρουμε το αποτέλεσμα της αποδοτικότητας για την υπό μελέτη μονάδα και μετά με βάση αυτό υπολογίζουμε τα slacks θεωρώντας δεδομένη την ποσότητα  $\varphi$  και θέτοντας  $\varphi = \varphi^*$

Η λύση του παραπάνω προβλήματος προκύπτει από τη λύση του δυικού του όπως περιγράφεται στην παρακάτω σχέση:



$$\max(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^{ms} s_r^+) \quad (5.3.23)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- = X_{io} \quad \mu \varepsilon i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi^* Y_{ro} \quad \mu \varepsilon r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r$$

Η πρώτη εργασία που έγινε από τους Charnes, Cooper και Rhodes εδραίωσε το μοντέλο τους (CCR) ως το βασικό μοντέλο εφαρμογής της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων και η εργασία τους αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία στηρίχτηκαν αρκετοί ερευνητές οι οποίοι εφάρμοσαν τροποποιήσεις σε αυτό με σκοπό να μοντελοποιήσουν πιο εξειδικευμένα προβλήματα. Ένα ακόμα μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως είναι προϊόν συνεργασίας των Charnes και Cooper με τον Banker το 1984 στην εργασία τους με τίτλο Some Modes for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis το οποίο ονομάστηκε BCC από τα αρχικά των δημιουργών του. Το βασικό μοντέλο της DEA των Charnes Cooper και Rhodes λαμβάνει υπόψη του τόσο την τεχνική αποδοτικότητα όσο και την διανεμητική αποδοτικότητα χωρίς να εφαρμόζει κάποια υπόθεση πριν αναθέσει τα βέλτιστα βάρη στις εισροές και τις εκροές καθώς η μόνη του απαίτηση αλγοριθμικά είναι να γνωρίζει εξ' αρχής τις τιμές των παρατηρήσεων, δηλαδή τα δεδομένα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν. Το μοντέλο BCC εισάγει στο ήδη υπάρχον μοντέλο CCR μια επιπλέον μεταβλητή η οποία αξιολογεί το περιβάλλον της ανάλυσης στα επίπεδα της κλίμακας. Δηλαδή μετρώντας αποκλειστικά την τεχνική αποδοτικότητα των υπό μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα του αν είμαστε σε περιβάλλον όπου ισχύουν αύξουσες (increasing), σταθερές (constant) ή φθίνουσες (decreasing) αποδόσεις κλίμακας (returns to scale). (Banker, Charnes, Cooper et al. 1984). Η μαθητική διατύπωση του μοντέλου τους βασίστηκε στη χρήση αξιωμάτων τα οποία εφάρμοσαν στο ήδη υπάρχον CCR μοντέλο, το πρωτεύον πρόβλημα δεν άλλαξε μορφή όμως προστέθηκαν στο δυϊκό του μια μεταβλητή  $k$  για να εκφράζει τις αλλαγές στην κλίμακα όπου  $k \geq 0$ . Ο λόγος που εφάρμοσαν αυτή τη μεταβλητή είναι για να εξετάσουν τη θέση της υπό μελέτης μονάδας DMU πάνω στο αποδοτικό όριο (production frontier) δηλαδή την καμπύλη που σχηματίζουν οι αποδοτικές μονάδες και περιβάλλει το production possibility frontier (ppf) το οποίο έχουμε αναφέρει σε προηγούμενα κεφάλαια. Ο περιορισμός που εφάρμοσαν αναφέρεται στο δυϊκό πρόβλημα (multiplier form) τόσο για τον προσανατολισμό στις εισόδους όσο και στον προσανατολισμό προς τις εξόδους και είναι ο εξής: (Banker, Charnes, Cooper et al. 1984) :

Για κάθε DMU με  $X, Y$  διανύσματα εισόδων και εξόδων προσθέτουμε την μεταβλητή  $k$  ώστε το δυϊκό τους να είναι της μορφής  $(k \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j, k \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j)$  υπό τον περιορισμό πως  $k \geq 0, \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ .

Το παραπάνω μοντέλο ονομάζεται και VRS (Variable Returns to Scale) (Zhu et al. 2011). Κλείνοντας θα ήταν σωστό να αναφέρουμε πως το μοντέλο CCR υποθέτει σταθερές αποδόσεις κλίμακας (Constant Returns to Scale – CRS) κάτι το οποίο θα αναλυθεί στις επόμενες ενότητες (Zhu et al. 2011). Επιπλέον με βάση τους Banker Charnes Cooper (1984) το μοντέλο CCR μετράει τόσο τη διανεμητική όσο και την τεχνική αποδοτικότητα ενώ το BCC μοντέλο αφορά την τεχνική αποδοτικότητα αποκλειστικά.

## 5.4 Μοντέλα και Οικονομίες Κλίμακας

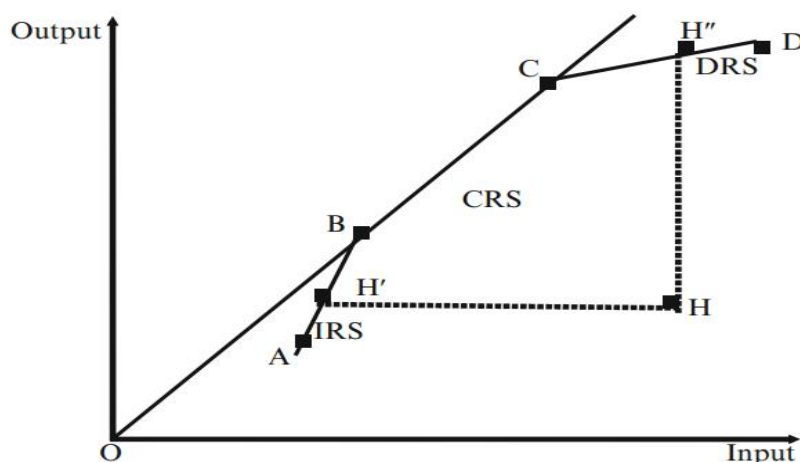
Οι οικονομίες κλίμακας χαρακτηρίζονται είτε από αύξουσες είτε από σταθερές είτε από φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας. Το κεντρικό θεώρημα των οικονομιών κλίμακας όπως ορίζεται από τον Zhu 2011 αναφέρει πως για να χαρακτηρίσουμε τις αποδόσεις κλίμακας πρέπει να αναλογιστούμε τις ποσοτικές αλλαγές που υπάρχουν μεταξύ των εισροών και εκροών ποσοστιαία. Συνεπώς στην περίπτωση που οι εισροές μεταβληθούν κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό  $\alpha$  και οι εκροές μεταβληθούν και αυτές λόγω της μεταβολής των εισροών κατά ένα ποσοστό  $\beta$  για να καταλάβουμε σε ποια περίπτωση είμαστε αρκεί να αναλογιστούμε τα εξής(Zhu et al. 2011):

i). Για την περίπτωση όπου  $\alpha = \beta$  δηλαδή η αύξηση των εισροών οδηγεί σε αύξηση των εκροών που δεν είναι δυσανάλογη αλλά έχει μεταβληθεί ακριβώς κατά το ίδιο ποσοστό τότε έχουμε την περίπτωση των **Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (Constant Returns to Scale - CRS)**

ii). Αν  $\alpha < \beta$  τότε αυτό θα σήμαινε πως οι εκροές αυξήθηκαν περισσότερο (ποσοστιαία) από ότι οι εισροές. Άρα ανήκουμε στην περίπτωση των **Αυξανόμενων Αποδόσεων Κλίμακας (Increasing Returns to Scale - IRS)**

iii). Ενώ στην περίπτωση που  $\alpha > \beta$  τότε ανήκουμε στην κατηγορία των **Φθίνουσων Αποδόσεων Κλίμακας (Decreasing Returns to Scale - DRS)**

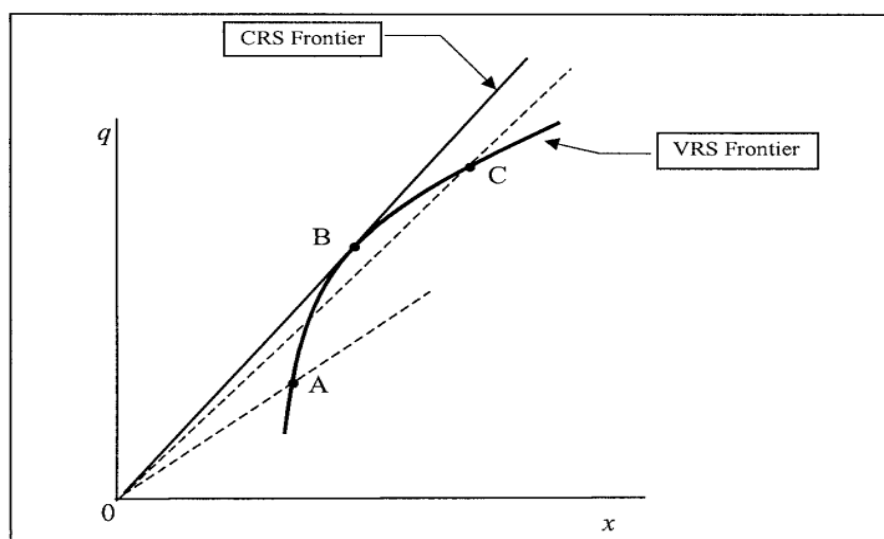
Το θεώρημα αυτό θα μπορούσε να παρουσιαστεί στο παρακάτω σχήμα



Εικόνα 8 Σχηματική απεικόνιση οικονομιών κλίμακας και αποδοτικού ορίου

Το ευθύγραμμο τμήμα OBC παρουσιάζει Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας(CRS) δηλαδή αντιστοιχούν στο μοντέλο CCR, το τεθλασμένο ευθύγραμμο τμήμα AB, BC, CD παρουσιάζουν μεταβολές στην κλίμακα τους VRS(Variable Returns to Scale) καθώς υπάρχουν τμήματα με αύξουσες σταθερές και φθίνουσες αποδόσεις, συνεπώς αντιστοιχεί στο μοντέλο BCC. Η μονάδα H δεν είναι αποδοτική ενώ οι μονάδες H', H'' είναι καθώς βρίσκονται πάνω στο αποδοτικό όριο που ορίζει το BCC μοντέλο.

Μια πιο ξεκάθαρη απεικόνιση των δύο μοντέλων που είδαμε θα μπορούσε να αποτελεί η εξής(Coelli et al. 2005):



Εικόνα 9 Διαφορές μεταξύ μοντέλων CRS και VRS σε σχέση με το αποδοτικό όριο

Οι έννοιες των Αποδόσεων Κλίμακας για περιπτώσεις όπου οι υπό μελέτη μονάδες διαθέτουν πολλαπλές εισροές και εκροές την οποία αναλύσαμε μπορεί να μας οδηγήσει σε συμπεράσματα ώστε να καθορίσουμε τις αποδόσεις κλίμακας οι οποίες να μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της παραγωγής και να διακρίνουν μεταξύ αποδοτικών και μη-αποδοτικών μονάδων. Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενες ενότητες και κεφάλαια η έννοια της παραγωγικότητας συνδέεται με την έννοια της αποδοτικότητας διότι ως αποδοτικότητα(γενικά) έχουμε ορίσει τη δυνατότητα μετατροπής των εισροών σε εκροές κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Δηλαδή χωρίς να υπάρχουν σπατάλες κατά τη μετατροπή. Έτσι λοιπόν βασισμένος στο θεώρημα που καθορίζει το είδος των αποδόσεων κλίμακας ο Zhu(Zhu et al. 2011) αναφέρει πως για τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των μονάδων και κατά επέκταση της αποδοτικότητας τους οι μονάδες πρέπει να βρίσκονται υπό σταθερές αποδόσεις κλίμακας(CRS) ώστε να βρίσκονται στο πιο παραγωγικό περιβάλλον κλίμακας ή όπως ορίζεται στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία Most Productive Scale Size(MPSS). Με πιο απλά λόγια αν  $\frac{\alpha}{\beta} = 1$  ή  $\alpha = \beta$  τότε έχουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας και όσες μονάδες λειτουργούν κάτω από αυτή την παραδοχή(περιβάλλον) βρίσκονται στο Most Productive Scale Size(Zhu 2011).

## 5.5 Τρόποι Βελτίωσης Εφαρμογής της DEA

Η μέθοδος της DEA είναι μια μη παραμετρική μέθοδος το οποίο σημαίνει πως βασίζεται στις παρατηρήσεις τις οποίες έχουμε συλλέξει για ένα συγκεκριμένο δείγμα μονάδων χωρίς να απαιτεί γνώση για τα βάρη(Golany et al. 1988) τα οποία θα εφαρμόσει στις εισροές και στις εκροές τους με σκοπό την αξιολόγηση της αποδοτικότητας τους. Τα δύο

πιο σημαντικά μαθηματικά μοντέλα τα οποία εμφανίζονται τις περισσότερες φορές στις βιβλιογραφικές αναφορές που ασχολούνται με τη μέτρηση της αποδοτικότητας συστημάτων και οργανισμών έχουν παρουσιαστεί και αναλυθεί σε προηγούμενες ενότητες. Η βασική διαφορά που εντοπίζεται μεταξύ αυτών των δύο μοντέλων (CCR και BCC) είναι οι υποθέσεις που κάνουν για τις αποδόσεις κλίμακας, ενώ και τα δύο αυτά μοντέλα μπορούν να έχουν είτε input είτε output orientation. Το οποίο σημαίνει ότι μπορούμε με τη χρήση αυτών να εκτιμήσουμε την αποδοτικότητα είτε διατηρώντας σταθερό το επίπεδο των εκροών και ελαχιστοποιώντας το σύνολο των εισροών για να επιτύχουμε το επίπεδο των εκροών είτε να μεγιστοποιήσουμε το επίπεδο των εκροών διατηρώντας σταθερό το επίπεδο των εισροών. Αρκετές βιβλιογραφίες και επιστημονικά άρθρα προσπάθησαν να βελτιστοποιήσουν την ανάλυση που έκαναν χρησιμοποιώντας τη DEA προσθέτοντας τρόπους με τους οποίους η εφαρμογή της θα γινόταν πιο αποτελεσματική. Οι δύο πιο σημαντικές μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν είναι οι περιορισμοί στα βάρη (weight restrictions) και η Window Analysis.

### **Περιορισμοί στα βάρη (Weight restrictions)**

Ένας παράγοντας ο οποίος τείνει να επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο αποδίδεται σε κάθε μια μονάδα το σκόρ αποδοτικότητας που της αντιστοιχεί είναι ο τρόπος με τον οποίο το μοντέλο μας εφαρμόζει τα αντίστοιχα βάρη στις εισροές και τις εκροές μας, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο αποδίδει βαρύτητα σε κάποια τυχαία σχέση μεταξύ εισροών και εκροών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στο χαρακτηρισμό μιας μονάδας ως αποδοτικής χωρίς να λάβει 100% υπ' όψη όλα τα πιθανά σενάρια που εκχωρούνται σε όλες τις σχέσεις εκροών εισροών αλλά να εστιάζει μόνο σε μια σχέση κατά την οποία η DMU επιτυγχάνει το βέλτιστο σκόρ. Οι [Golany et al. \(1988\)](#) και [Boussofiane et al. \(1991\)](#) σε μια εφαρμογή της DEA κατά την οποία εφαρμόζονται περιορισμοί στις βαρύτητες που αρχικά δίνονταν αυθαίρετα από τη λύση του μοντέλου. Για να εφαρμοστεί αυτός ο περιορισμός ο αναλυτής θα κληθεί πριν την επίλυση του μοντέλου να επιλέξει ποιες σχέσεις εκροών/εισροών θεωρεί ως τις πιο σημαντικές σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επομένως να καθορίσει αυθαίρετα ποιες σχέσεις είναι αυτές που επηρεάζουν κατά την κρίση πιο πολύ την αποδοτικότητα της υπό μελέτης μονάδας και να αναθέσει σε αυτές μεγαλύτερες βαρύτητες εφαρμόζοντας παράλληλα περιορισμό στις υπόλοιπες. Συνεπώς οι περιορισμοί στα βάρη είναι μια εμπειρική εφαρμογή η οποία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο τι θεωρεί ως πιο σημαντικό για την επίτευξη της αποδοτικότητας για κάθε μονάδα (DMU) αυτός που διεξάγει την ανάλυση.

### **Ανάλυση Βασισμένη σε Χρονικά Διαστήματα**

Είναι γεγονός πως πολλές φορές κατά τη μέτρηση της αποδοτικότητας για ένα συγκεκριμένο σενάριο επιλεγμένων μονάδων να χρειάζεται κατά την ανάλυση να μελετήσουμε την αποδοτικότητα τους όχι μόνο για μια μεμονωμένη χρονική στιγμή (έτος, εξάμηνο κτλ) αλλά να χρειάζεται η μελέτη μας να επεκταθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ώστε να μπορέσουμε να δούμε την εξέλιξη είτε θετική είτε αρνητική που παρουσιάζουν οι μονάδες μας (DMUs) με δεδομένο πάντα ότι διαθέτουμε τα απαραίτητα δεδομένα παρατηρήσεων (εισροές εκροές) για αυτές τις χρονικές στιγμές. Έτσι λοιπόν ο αναλυτής επιλέγει ένα χρονικό διάστημα το οποίο στη συνέχεια σπάει σε μικρότερα χρονικά διαστήματα και μέσα σε αυτά τα χρονικά διαστήματα αφού εφαρμόσει το μοντέλο του και λάβει τα διαφορετικά σκόρ για κάθε χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επαναλαμβάνει την

ίδια διαδικασία μέχρι να ολοκληρώσει όλα τα χρονικά διαστήματα που έχει επιλέξει. Η εφαρμογή της DEA με αυτό τον τρόπο ονομάζεται Window Analysis και έχει ως αποτέλεσμα έναν πίνακα που περιέχει τα σκορ αποδοτικότητας για το σενάριο που έχει επιλέξει για κάθε ένα χρονικό διάστημα και έτσι μπορεί να παρατηρήσει τις μεταβολές που υπήρξαν. Αλγοριθμικά έστω για ένα διάστημα  $T$  με  $T > X$  όπου  $X$  ο αριθμός των ξεχωριστών χρονικών στιγμών μέσα σε αυτό το διάστημα όπου αναφερόμαστε σε  $N$  DMUs τότε η DEA θα παράξει συνολικά  $Y$  αποτελέσματα όπου  $Y = T - X + 1$  όπου έχουμε κάθε φορά  $N * X$  DMUs. Σημαντική είναι η παρατήρηση πως κατά τον καθορισμό του διαστήματος αυτού πρέπει να αναλογιστεί κανείς τις συνθήκες που επηρεάζουν τις υπό μελέτη μονάδες ώστε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν να μην απλά οι ποσοτικές μεταβολές της αποδοτικότητας αλλά να εκφράζουν και το πως οι συγκεκριμένες μονάδες διαχειρίστηκαν το περιβάλλον στο οποίο βρισκόντουσαν ([Zhu et al. 2011](#)).

## 5.6 Συμπεράσματα και επιλογή μοντέλου

Στις προηγούμενες ενότητες αυτού του κεφαλαίου μελετήθηκαν τα βασικά μοντέλα τα οποία έχουν με βάση τη βιβλιογραφία τις περισσότερες αναφορές και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πολλές ερευνητικές εργασίες. Τόσο το βασικό-αρχικό μοντέλο της DEA CCR όσο και η μεταγενέστερη εξέλιξη του το BCC μοντέλο βασίζονται στις παρατηρήσεις των αναλυτών για την εύρεση της αποδοτικότητας ενώ και τα δύο έχουν την δυνατότητα επιλογής προσανατολισμού ώστε να μπορούν να προσαρμοστούν ευκολότερα στις απαιτήσεις της εκάστοτε έρευνας ενώ λαμβάνουν και τα δύο υπόψη το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται οι μονάδες μας καθώς και την έννοια των οικονομικών κλίμακας (RTS-αποδόσεις κλίμακας). Οι βασικότερες διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ αυτών είναι πως το μοντέλο CCR θεωρεί πως έχουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS-Constant Returns to Scale) ενώ το μοντέλο BCC θεωρεί πως μπορεί κάποιες μονάδες να παρουσιάζουν μεταβολές στην κλίμακα τους (VRS – Variable Returns to Scale), επιπρόσθετα το CCR μοντέλο μετράει την τεχνική αποδοτικότητα καθώς και την διανεμητική αποδοτικότητα δηλαδή την ικανότητα των εκάστοτε μονάδων να διανέμουν αποδοτικά τους πόρους ενώ το μοντέλο BCC υπολογίζει την καθαρή τεχνική αποδοτικότητα των μονάδων δηλαδή τη δυνατότητα τους να μετατρέπουν αποδοτικά τους πόρους τους σε προϊόντα ή υπηρεσίες. Η εφαρμογή του εκάστοτε μοντέλου έχει να κάνει με την υπόθεση του αναλυτή σχετικά με τις οικονομίες κλίμακας. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι αναλυτές εκτιμούν πως εφόσον οι μονάδες υπό εξέταση ανήκουν ποσοτικά στην ίδια κατηγορία επιλέγουν να εφαρμόσουν το βασικό μοντέλο CCR το οποίο υποθέτει πως οι μεταβολές των εισροών επηρεάζουν τις εκροές κατά το ίδιο ποσοστό συνεπώς ανήκουν στην κατηγορία των σταθερών αποδόσεων κλίμακας. Επιπλέον η επιλογή του προσανατολισμού και για τα δύο μοντέλα (CCR και BCC) έχει να κάνει με το τι επιδιώκουμε να βελτιστοποιήσουμε συνεπώς με ποιο τρόπο επιλέγουμε να προσεγγίσουμε την ανάλυση μας και την επιλογή των παραγόντων (εισροών και εκροών). Βασισμένοι σε βιβλιογραφικές αναφορές καθώς και επιστημονικά άρθρα τα οποία ασχοληθήκαν με την ανάλυση της αποδοτικότητας τόσο για τα οικονομικά όσο και για τα συστήματα υγείας αξιοποιήσαμε τις πληροφορίες που συλλέξαμε για την επιλογή τόσο της μεθόδου όσο και για το μοντέλο και τον προσανατολισμό που θα χρησιμοποιήσουμε.

Συγκεκριμένα οι [Darabi, Ebragimvandi, Hosseinichimeh και Triantis et al. 2021](#) στην επιστημονική τους μελέτη με τίτλο A DEA evaluation of U.S healthcare systems in terms of

their birth outcomes(2021) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η στατιστική ανάλυση τέτοιου είδους προβλημάτων επηρεάζεται από πολλαπλούς παράγοντες οι οποίοι πρέπει να συμπεριληφθούν ώστε τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα , επομένως η μέθοδος της DEA η οποία χρησιμοποιείται και ως benchmarking(σημείο αναφοράς) για τη μέτρηση της αποδοτικότητας μεταξύ συστημάτων υγείας μεταξύ διαφορετικών χωρών αποτελεί την καλύτερη προσέγγιση. Η παρατήρηση τους αυτή επεκτείνεται και στην περίπτωση των οικονομιών καθώς μια στατιστική – παραμετρική ανάλυση δεν μπορεί να επεκταθεί αρκετά ώστε να συμπεριλάβει όλους τους απαραίτητους δείκτες με αποτέλεσμα οι απαιτούμενοι υπολογισμοί να μην είναι πρακτικά υπολογίσιμοι , ενώ ταυτόχρονα μια στατιστική μελέτη δεν μπορεί να μας υποδείξει το πως θα μπορούσε να βελτιωθεί η αποδοτικότητα και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων περιορίζεται αποκλειστικά στην κρίση του εκάστοτε αναλυτή. Ο Triantis(2021) στην ανάλυση του εφαρμόζει το βασικό μοντέλο BCC το οποίο αποτελεί μια επέκταση του μοντέλου CCR το οποίο υποθέτει διαφορές στις αποδόσεις κλίμακας (Variable Return to Scale – VRS) και επέλεξε προσανατολισμό στις εισροές( input orientation). Η επιλογή αυτή βασίστηκε στην υπόθεση πως εφόσον διαφορετικές πολιτείες διαθέτουν διαφορετικές ποσότητες πόρων για δαπάνες στον τομέα της υγείας είναι αναμενόμενο αυτές που διαθέτουν μεγαλύτερες να μπορούν να παράξουν υψηλότερης ποιότητας υπηρεσίες υγείας από αυτές που διαθέτουν λιγότερους πόρους προς αυτό τον στόχο, ενώ ο προσανατολισμός προς τις εισόδους γίνεται για να διαπιστώσουν πως θα μπορούσαν να μειώσουν κατά το βέλτιστο τρόπο τις εισροές τους διατηρώντας σταθερό το επίπεδο των εκροών τους. Οι επιδιώξεις τους ταυτίζονται με τους δικούς μας και για το λόγο αυτό θα εφαρμόσουμε στην ανάλυση μας το ίδιο μοντέλο για τη μελέτη τόσο των συστημάτων υγείας όσο και των οικονομιών των χωρών της Ε.Ε όμως οι [Golany k Roll et al.\(1988\)](#) προσθέτουν πως είναι ίσως καλύτερη προσέγγιση να αξιοποιηθούν περισσότερα από ένα μοντέλα ώστε να έχουμε μια καλύτερη περιγραφή της αποδοτικότητας των μονάδων μας για διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας. Επομένως θα εφαρμόσουμε τόσο το CCR μοντέλο που υποθέτει Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας και το BCC μοντέλο που υποθέτει Διαφορετικές Αποδόσεις Κλίμακας([Golany et al. 1988](#)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Εφαρμογή της μεθόδου DEA στην Ανάλυση μας

### 6.1 Παρουσίαση Προβλήματος

Η έννοια της αποδοτικότητας συνδέεται άμεσα με την έννοια της παραγωγικότητας καθώς η αποδοτικότητα εκφράζει τη μετατροπή των πόρων που αξιοποιεί μια παραγωγική μονάδα (ένα σύστημα, μια εταιρία, ένας οργανισμός) για την παραγωγή του τελικού προϊόντος ή υπηρεσίας που διαθέτει στο κοινό της. Εκφράζει δεδομένου ότι μια μονάδα παράγει την ικανότητα της να χρησιμοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εισροές τις για την επίτευξη του στόχου της δηλαδή τις εκροές της. Η έννοια της αποδοτικότητας, τα είδη της καθώς και οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να την μετρήσουμε έχουν αναφερθεί αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια. Η μέθοδος η οποία επιλέχθηκε για να μετρήσουμε την αποδοτικότητα των μονάδων που λαμβάνουν μέρος στην ανάλυση μας ήταν η μέθοδος της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Data Envelopment Analysis – DEA) διότι τα χαρακτηριστικά της ταιριάζουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στις απαιτήσεις και προδιαγραφές μας. Για τους σκοπούς της μελέτης μας θα μετρήσουμε την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και θα κατατάξουμε αρχικά τις χώρες αυτές με βάση το σκόρ της αποδοτικότητας τους το οποίο προκύπτει με την εφαρμογή της DEA η οποία είναι μια μη παραμετρική μέθοδος που αξιοποιεί τις ιδιότητες του γραμμικού προγραμματισμού η οποία εφαρμόζεται για κάθε μια μονάδα και βρίσκει το σκόρ της αποδοτικότητας συγκρίνοντας παράλληλα κάθε φορά την υπό μελέτη μονάδα με τις υπόλοιπες. Με τον τρόπο αυτό υλοποιούμε τη σύγκριση της αποδοτικότητας των μονάδων μας (στην περίπτωση μας χωρών). Επιπρόσθετα θα καθορίσουμε και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των μονάδων μας δηλαδή θα δούμε ποιες μονάδες χρησιμοποιούνται περισσότερες φορές ως αναφορές καλής πρακτικής για να σχηματίσουν τα λεγόμενα *peer groups* τα οποία είναι σύνολα των αποδοτικών μονάδων τα οποία πλαισιώνουν κάθε μη αποδοτική μονάδα και προκύπτουν από την επίλυση της σχέσης που προκύπτει είτε από το maximization είτε από το minimization των ζυγισμένων αθροισμάτων των εκροών προς τις εισροές (Thanassoulis 1991) όπως περιγράψαμε σε προηγούμενα κεφάλαια. Τέλος χρησιμοποιώντας το κατάλληλο μοντέλο με τον κατάλληλο προσανατολισμό θα αναφερθούμε στο τι θα μπορούσαν να κάνουν οι μη-αποδοτικές μονάδες για να αυξήσουν την αποδοτικότητα τους και αυτό είναι κάτι που θα προκύψει από την επίλυση των εξισώσεων για τα *slacks* τα οποία εκφράζουν τις ποσότητες κατά τις οποίες πρέπει να αυξηθούν ή να μειωθούν οι εκροές και οι εισροές για τις μονάδες που χρησιμοποιήσαμε στη μελέτη μας. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως η επιλογή των δεδομένων που χρησιμοποιήσαμε αφορά 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2019 και αντλήθηκαν από όσο το δυνατό πιο αξιόπιστες πηγές καθώς για τη συλλογή τους αξιοποιήσαμε τις βάσεις δεδομένων της EUROSTAT, του OECD και της Παγκόσμιας Τράπεζας World Bank καθώς και μιας δημοσιευμένης μελέτης του οργανισμού OECD και αποτελούσαν τα τελευταία διαθέσιμα χρονολογικά δεδομένα.

Στις επόμενες ενότητες θα παραθέσουμε το δείγμα μας όσο αφορά τις μονάδες (DMUs) καθώς και τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν για κάθε μια από αυτές και αποτελούν τις εισροές και τις εκροές μας.



## 6.2 Μεθοδολογία καθορισμού Δεδομένων

Η μέθοδος της DEA αποτελεί μια παραμετρική τεχνική μέτρησης της αποδοτικότητας που λαμβάνει ως εισροές και εκροές παρατηρήσεις δηλαδή δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί για να χαρακτηρίσουν μια μονάδα λήψης αποφάσεων(DMU). Συνεπώς η ορθότητα της ανάλυσης σαν σύνολο βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ορθή επιλογή δεδομένων τα οποία να μπορούν να εκφράσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ικανότητα των υπό μελέτη μονάδων να μετατρέπουν τις εισροές τους σε εκροές με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Επομένως θα ήταν απαραίτητο να αναφερθούμε ξανά στη σχέση που έχει η παραγωγικότητα και η αποδοτικότητα. Οι [Fried,Novell και Schmidt\(1997\)](#) στην εργασία τους με τίτλο Efficiency and Productivity αναφέρουν πως με τον όρο παραγωγικότητα αναφερόμαστε στην αξιοποίηση των παραγωγικών συντελεστών για την παραγωγή αγαθών όπως προϊόντα και υπηρεσίες , στην περίπτωση που μια παραγωγική μονάδα αξιοποιεί μια εισροή για την παραγωγή μιας εκροής τότε η παραγωγικότητα είναι ο λόγος της εκροής προς την εισροή και αυτός ο λόγος μπορεί να επεκταθεί και στην περίπτωση των πολλαπλών εκροών και εισροών. Η αποδοτικότητα σύμφωνα με τους ίδιους ορίζεται για μια παραγωγική μονάδα ως η σχέση μεταξύ των δεδομένων που έχουμε συλλέξει και των βέλτιστων δεδομένων που θα έπρεπε να έχουμε. Δηλαδή εκφράζει τις παραγωγικές δυνατότητες της παραγωγικής μονάδας τόσο σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες τιμές των παραγωγικών συντελεστών όσο και με τις βέλτιστες τιμές, τόσο για τις εκροές μας όσο και για τις εισροές μας καθώς θα μπορούσαμε να αναλύσουμε τόσο το πως η εκροή μας θα μπορούσε να αυξηθεί κάνοντας την μονάδα μας πιο αποδοτική όσο και το πως θα μπορούσαν να μειωθούν οι εισροές για την επίτευξη του ίδιου στόχου(την παραγωγή των ζητούμενων αγαθών). Έτσι ορίσανε την έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας η οποία μπορεί να υπολογιστεί έχοντας προσανατολισμό προς τις εκροές ή τις εισροές. Για τον καθορισμό των εισροών και εκροών είναι σημαντικό δεδομένου ότι κάθε φορά μετράμε την αποδοτικότητα παραγωγικών μονάδων και αυτή όπως έχουμε ήδη αναφέρει συνδέεται άμεσα με την παραγωγικότητα να αναφερθούμε στην έννοια των παραγωγικών συντελεστών. Δηλαδή των πόρων που αξιοποιεί η εν λόγω μονάδα για την παραγωγή των αγαθών της. Οι τρεις πιο βασικοί παραγωγικοί συντελεστές είναι **η γη , το κεφάλαιο και η εργασία** ([McCartney et al. 2015](#)).

**i). Γη(Land) :** Όταν αναφερόμαστε στη γη ως παραγωγικό συντελεστή αναφερόμαστε στις πρώτες ύλες τις οποίες λαμβάνουμε από αυτή οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την παραγωγή αγαθών.

**ii) Κεφάλαιο(Capital) :** Με τον όρο κεφάλαιο αναφερόμαστε στους πόρους που διαθέτουμε για την παραγωγή αγαθών. Υπάρχουν αρκετές υποκατηγορίες κεφαλαίων όπως είναι το πάγιο κεφάλαιο που αφορά τα μέσα τα οποία αξιοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία, το αποθεματικό κεφάλαιο το οποίο μεταφράζεται στους απαιτούμενους πόρους που δεσμεύουν οι παραγωγικές μονάδες όπως είναι το απόθεμα, τα περιουσιακά στοιχεία κ.τ.λ και το οικονομικό κεφάλαιο δηλαδή η χρηματοδότηση που λαμβάνουν οι παραγωγικές μονάδες με σκοπό την παραγωγή αγαθών.

**iii) Εργασία(Labour) :** Η εργασία είναι η ανθρώπινη συνεισφορά στην παραγωγική διαδικασία , δηλαδή η αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού κάθε παραγωγικής μονάδας και των ικανοτήτων τους . Ως ικανότητες του εργατικού δυναμικού μπορούν να θεωρηθούν τόσο οι τεχνικές όσο και οι διοικητικές τους ικανότητες.



Οι [Fried , Novell και Schmidt\(1997\)](#) επισημαίνουν πως η αποδοτικότητα εξαρτάται και από τον παράγοντα της **τεχνολογίας** καθώς η τεχνική αποδοτικότητα που εκφράζει τη βέλτιστη μετατροπή πόρων φράζεται από τις τεχνολογικές δυνατότητες που υπάρχουν σε κάθε παραγωγική μονάδα. Συμπερασματικά όσο πιο αναπτυγμένη είναι μια παραγωγική μονάδα τόσο πιο εύκολο είναι να αυξήσει την παραγωγικότητα της και την αποδοτικότητα της συνεπώς ο τεχνολογικός παράγοντας συμπεριλαμβάνεται στις παραγωγικές συναρτήσεις που προσπαθούν να αναλύσουν τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ παραγωγικών συντελεστών και παραγόμενων αγαθών. Εφόσον αναλύθηκαν και κατανοήθηκε η σημασία των παραγωγικών συντελεστών και η σημαντικότητα τους για την επίτευξη της παραγωγής αγαθών έπρεπε να καθορίσουμε κάποιες σχέσεις μεταξύ αυτών ώστε να τεκμηριώσουμε την επιλογή αυτών για το χαρακτηρισμό της αποδοτικότητας τόσο των οικονομιών των χωρών μας όσο και των αντίστοιχων συστημάτων υγείας. Για το σκοπό αυτό βασιστήκαμε σε βιβλιογραφικές αναφορές στον τομέα των οικονομικών της υγείας(health economics) και της μακροοικονομίας(macroeconomics) και παραθέσαμε τις συναρτήσεις παραγωγής οι οποίες δείχνουν την σχέση μεταξύ των παραγωγικών συντελεστών.

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ αποδοτικότητας, παραγωγικότητας και τεχνολογίας καθώς η τεχνολογική πρόοδος μπορεί να αποτελέσει παράγοντα αύξησης της παραγωγικότητας, καθώς εκφράζει την πρακτική εφαρμογή της μετατροπής πόρων σε εκροές και μάλιστα όσο υψηλότερο είναι το τεχνολογικό επίπεδο μιας παραγωγικής μονάδας τόσο πιο εύκολα μπορεί να αξιοποιήσει αγαθά τα οποία πηγάζουν από αυτή, ένα παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελεί η αυτοματοποίηση των βιομηχανικών μονάδων και η εισαγωγή προηγμένων εργαλείων μεταποίησης πόρων, ένα ακόμα παράδειγμα είναι η καινοτομία η οποία αποτελεί την εισαγωγή νέων τεχνικών και μηχανισμών διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων. Χαρακτηριστικά ο Weil([Weil et al. 2010](#)) αναφέρει πως η σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης σχετίζεται και επηρεάζεται άμεσα με το την τεχνολογική πρόοδο και την παραγωγικότητα αλλά και τη διάθεση πόρων προς τον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης για την ανάπτυξη νέων τεχνικών που επιδρούν ευεργετικά στην αύξηση της παραγωγικότητας. Επομένως προκύπτει πως όσο πιο αποδοτική είναι μία οικονομία και όσο πιο αναπτυγμένη η τεχνολογία σε αυτή τόσο μεγαλύτερη και η παραγωγικότητα. Επιπλέον η μεγιστοποίηση της παραγωγής προϋποθέτει **οικονομική μεγέθυνση** που αποτελεί την αύξηση του πραγματικού ΑΕΠ και μετράτε σε ετήσια συνήθως βάση ([Gordon et al. 2014](#)).

Η συνάρτηση παραγωγής της οικονομικής μεγέθυνσης είναι η εξής: ([Gordon et al. 2014](#))

$$Y = A \times f(K, L) \quad (6.1)$$

Y : πραγματικό ΑΕΠ

K : κεφάλαιο

L : εργασία

A : δείκτης αυτόνομης μεγέθυνσης

Ένα μοντέλο οικονομικής μεγέθυνσης που έχει αναπτυχθεί με βάση την παραπάνω συνάρτηση παραγωγής είναι το μοντέλο Cobb-Douglas :

$$Y = A \times K^b \times N^{1-b} \quad (6.2)$$

Y : πραγματικό ΑΕΠ

K : κεφάλαιο

N : εργασία

A : σταθερή/δεδομένη τεχνολογία

b : σταθερός συντελεστής έκφρασης ποσοστιαίας αύξησης ΑΕΠ

$0 < \alpha < 1$

Η πιο σημαντική εισροή, η οποία είναι η εργασία, επειδή χρησιμοποιείται στις περισσότερες παραλλαγές της συνάρτησης παραγωγής :

$$Y = A \times K^{\beta} \times (uhN)^{1-\beta} \times h^{\gamma} \quad (6.3)$$

Y : παραγωγή

A : συντελεστής τεχνολογίας

K : κεφάλαιο

uhN : εργασία

h : αποδοτικότητα εργασίας

N : αριθμός εργαζομένων

u : χρόνος εργασίας (σε ώρες)

h\* : βέλτιστη αποδοτικότητα εργασίας

$\beta, \gamma$  : σταθεροί συντελεστές

Στην πιο πάνω συνάρτηση παραγωγής, περιλαμβάνεται και η αποδοτικότητα της εργασίας η οποία έχει θετική σχέση με την παραγωγή και άρα με την αποδοτικότητα μίας οικονομίας ([Salvadori et al. 2003](#)). Επομένως σύμφωνα με την παραπάνω συνάρτηση, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της DEA θα μπορούσαμε να χρησιμοποιούμε ως εκροή το πραγματικό παραγόμενο προϊόν (ΑΕΠ) και ως εισροές το κεφάλαιο και το χρόνο εργασίας (σε εργατοώρες), τον αριθμό των εργαζομένων. Σύμφωνα με μία νέα επέκταση του μοντέλου του Romer, η εξίσωση με εξαρτημένη μεταβλητή το κατά κεφαλήν παραγόμενο προϊόν έχει ως εξής: ([Jones et al. 1998](#))

$$y = \left( \frac{s_K}{n+d+g_A} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \times (1 - s_R) \times A \quad (6.4)$$

y : κατά κεφαλήν ΑΕΠ

$\alpha$  : σταθερός συντελεστής

A : τεχνολογία

$s_R$  : δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης προς πληθυσμό

n : ρυθμός μεγέθυνσης πληθυσμού

$g_A$  : ρυθμός ανάπτυξης τεχνολογίας

d : ρυθμός απόσβεσης κεφαλαίου

$s_K$  : κεφάλαια προς πληθυσμό

Με βάση το παραπάνω μοντέλο θα μπορούσαμε με την τεχνική της DEA, να χρησιμοποιούμε ως εκροή το πραγματικό ΑΕΠ δηλαδή πραγματικό παραγόμενο προϊόν ή εισόδημα και ως εισροές την τεχνολογία και τις δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης ως προς τον πληθυσμό (κατά κεφαλήν δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης) ή αν επιδιώκουμε να δείξουμε τη σημασία την οποία δίνουν οι χώρες μας στον τομέα της τεχνολογικής ανάπτυξης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ποσοστό του ΑΕΠ που αξιοποιούν για την έρευνα και ανάπτυξη που συνδέεται άμεσα με την τεχνολογική πρόοδο. Η παραπάνω ανάλυση που αφορούσε τη σχέσεις που εμφανίζονται μεταξύ των παραγωγικών για το χαρακτηρισμό των οικονομιών ως προς την παραγωγικότητα τους και κατ' επέκταση και ως προς την αποδοτικότητα τους στην εργασία μας , οδήγησε σε χρήσιμα συμπεράσματα και για την ανάλυση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας της κάθε χώρας.

Επιπρόσθετα για την επιλογή των κατάλληλων εισροών και εκροών βασιστήκαμε σε αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές που αναφέρθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια αλλά η βιβλιογραφική εργασία της [Yauheniya Varabyova και της Julia – Maria Muller et al. \(2015\)](#) οι οποίες μελέτησαν ένα μεγάλο αριθμό επιστημονικών δημοσιεύσεων για να καθορίσουν τόσο τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν αλλά και τις εισροές και εκροές που επέλεξαν οι αντίστοιχοι ερευνητές αποτέλεσε ένα ασφαλές υπόβαθρο με βάση το οποίο πραγματοποιήσαμε την ανάλυση μας. Η επιλογή των εισροών και εκροών βασίστηκε στην ανάλυση των παραγωγικών συντελεστών και στο πως αυτοί περιγράφουν την παραγωγή υπηρεσιών στον τομέα της υγείας. Πιο συγκεκριμένα προέκυψε πως στις περισσότερες εργασίες οι εισροές αφορούσαν παραγωγικούς συντελεστές όπως οι δαπάνες για τον τομέα της υγείας , το εργατικό δυναμικό του τομέα υγείας και τις υπάρχουσες υποδομές όπως οι διαθέσιμες κλίνες στα νοσοκομεία. Ως εκροές χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές που είναι ικανοί να χαρακτηρίσουν το τελικό παραγόμενο προϊόν υγείας όπως αυτό επηρεάζει τους καταναλωτές δηλαδή τους ασθενείς και τις περισσότερες φορές χρησιμοποιήθηκαν το προσδόκιμο ζωής , το ποσοστό θνησιμότητας και το προσδόκιμο ζωής για ασθενείς όπως αυτό καθορίζεται από τις επεμβάσεις στην υγεία τους.

Μια σημαντική παρατήρηση στο σημείο αυτό είναι πως ακόμα και αν οι παραπάνω σχέσεις μπορούν να χαρακτηρίσουν τις οικονομίες των χωρών και μπορούν να επεκταθούν και στον τομέα των συστημάτων υγείας η επιλογή των εισροών και των εκροών καθορίζεται και από τη διαθεσιμότητα των δεδομένων για όλες τις χώρες καθώς κρίθηκε σωστό να συμπεριληφθούν και στις δύο ξεχωριστές μελέτες ο ίδιος αριθμός χωρών ώστε να καταλήξουμε σε καθολικά συμπεράσματα που να αφορούν το ίδιο δείγμα μονάδων.

### 6.3 Παρουσίαση Δείγματος Δεδομένων

Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε τα δεδομένα που συλλέξαμε για την ανάλυση μας για τον τομέα των συστημάτων υγείας και για τον τομέα της οικονομίας για κάθε χώρα(DMU) που συμπεριλάβαμε.

Οι χώρες που επιλέχθηκαν αποτελούν τις DMUs δηλαδή τις μονάδες λήψης αποφάσεων και είναι οι εξής:

Αυστρία	Βέλγιο	Τσεχία	Δανία	Εσθονία
Φινλανδία	Γαλλία	Γερμανία	Ελλάδα	Ουγγαρία
Ισλανδία	Ιταλία	Λετονία	Λιθουανία	Λουξεμβούργο
Ολλανδία	Πολωνία	Πορτογαλία	Σλοβακία	Σλοβενία
Κύπρος	Ρουμανία	Ιρλανδία	Ισπανία	Σουηδία
Ηνωμένο Βασίλειο	Μάλτα			

Πίνακας 2 Συνολικό δείγμα χωρών

Το συνολικό μας δείγμα αποτελείται από 27 χώρες που απαρτίζουν την Ευρωπαϊκή Ένωση και επιλέχθηκαν για τη διεξαγωγή της ανάλυσης μας. Οι χώρες που δεν βρίσκονται στο δείγμα μας είναι η Κροατία και η Βουλγαρία καθώς δεν μπορέσαμε να συλλέξουμε τα απαραίτητα δεδομένα από εμπεριστατωμένες πηγές τόσο για την ανάλυση των οικονομιών όσο και για την ανάλυση των συστημάτων υγείας για το λόγο αυτό επιλέξαμε να εντάξουμε την Ισλανδία στο συνολικό μας δείγμα ώστε να μπορέσουμε να αυξήσουμε το δείγμα μας χωρίς να προσθέσουμε μια χώρα με πολύ μεγάλα πληθυσμιακά και οικονομικά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά την ανάλυση μας ενώ παράλληλα έτσι αποκτούμε και ένα ακόμα μέτρο σύγκρισης για παρόμοια μικρές χώρες πληθυσμιακά όπως η Μάλτα και το Λουξεμβούργο. Τα συμπεράσματα τα οποία θα προκύψουν θα αφορούν τόσο κάθε σύστημα ξεχωριστά καθώς θα γίνουν δύο αναλύσεις μια για κάθε σύστημα τα οποία θα μας οδηγήσουν σε ένα γενικό συμπέρασμα για τον τρόπο με τον οποίο οι χώρες διαχειρίστηκαν τους πόρους τους ώστε να πετύχουν τους στόχους τους.

Το δείγμα μας βασίζεται στα δεδομένα των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των παραπάνω χωρών για το έτος 2019 το οποίο αποτελεί την τελευταία χρονολογία για την οποία συλλέξαμε δεδομένα και για τις δύο αναλύσεις για τις 27 χώρες που αποτελούν το συνολικό μας δείγμα. Στον παρακάτω πίνακα βρίσκονται όλα τα δεδομένα που αφορούν την ανάλυση της αποδοτικότητας των συστημάτων υγείας και των οικονομιών των χωρών μας.

DMUs	Συνολικός Αριθμός Διαθέσιμων Νοσοκομειακών Κρεβατιών ανά 100.000 κατοίκους	Συνολικές Δαπάνες για το Σύστημα Υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ	Συνολικός Αριθμός Ιατρών ανά 1.000 κατοίκους	Συνολικός Αριθμός Νοσοκόμων Ανά 1.000 κατοίκους	Προσδόκιμο Ζωής Εκφρασμένα Σε έτη
Αυστρία	718,9	10,48	5,3	10,4	82
Βέλγιο	556,72	10,66	3,2	11,1	82,1
Κύπρος	311,47	6,95	0,66	3,5	82,3
Τσεχία	658,04	7,6	4,1	8,6	79,3
Δανία	259,29	10,12	4,2	10,1	81,5
Εσθονία	453,01	6,82	3,5	6,2	79
Φινλανδία	334,59	9,17	3,5	13,6	82,1
Γαλλία	583,79	11,1	3,4	11,1	83
Γερμανία	791,48	11,7	4,4	11,8	81,3
Ελλάδα	418,01	8,2	6,2	3,4	81,7
Ουγγαρία	690,75	6,3	3,5	6,6	76,5
Ισλανδία	279,84	8,53	3,9	15,4	83,2
Ιταλία	316,28	8,66	4,1	6,7	83,6
Λετονία	542,32	6,62	3,3	4,4	75,7
Λιθουανία	634,65	7	4,6	7,7	76,5
Λουξεμβούργο	426,45	5,44	3	11,1	82,7
Μάλτα	410,27	9,24	2,5	5,5	83
Ολλανδία	307,84	10,14	3,7	10,7	82,2
Πολωνία	617,45	6,45	3,3	5,1	78

Πορτογαλία	350,6	9,51	5,3	7,1	81,9
Σλοβακία	576,11	6,95	3,6	5,7	77,8
Σλοβενία	443,21	8,52	3,3	10,3	81,6
Ισπανία	294,6	9,14	4,4	5,9	84
Σουηδία	207,1	10,83	4,3	10,8	83,2
Ηνωμένο Βασίλειο	243	9,9	3	8,2	81,4
Ιρλανδία	288,04	6,67	3,4	13,3	82,8
Ρουμανία	705,75	5,74	1,6	6,09	75,6

Πίνακας 3 Συγκεντρωτικά Δεδομένα Συστημάτων Υγείας για το έτος 2019

DMUs	Εργατικό Δυναμικό Εκφρασμένο σε Χιλιάδες Πολιτών	Μέσος Όρος Ωρών Εργασίας Ανά εργάτη	Δαπάνες στον Τομέα της Έρευνας Κ' Ανάπτυξης ως ποσοστό του ΑΕΠ	ΑΕΠ Εκφρασμένο σε Δισεκατομμύρια Δολάρια
Αυστρία	4559,2	1508,6	3,13	444,62
Βέλγιο	5105,7	1577	3,16	535,83
Κύπρος	649,7	1809,1	0,71	25,94
Τσεχία	5411,9	1786	1,93	252,55
Δανία	3029,7	1371,5	2,89	346,5
Εσθονία	702,6	1694,4	1,63	31,08
Φινλανδία	2749,7	1538,4	2,8	268,51
Γαλλία	29625	1518,2	2,19	2730
Γερμανία	43771,3	1381,5	3,17	3890
Ελλάδα	4729,9	1916,7	1,28	205,26

Ουγγαρία	4671,9	1722,2	1,48	163,99
Ισλανδία	208,3	1480,1	2,32	24,83
Ιταλία	25941,1	1710,2	1,46	2010
Λετονία	971,4	1631	0,64	34,34
Λιθουανία	1470,4	1665,4	0,99	54,75
Λουξεμβούργο	306,3	1507	1,18	69,83
Μάλτα	268,7	2062,9	0,59	15,73
Ολλανδία	9296,1	1438,5	2,18	910,19
Πολωνία	17018,2	1782,6	1,32	596,05
Πορτογαλία	5251,5	1743,9	1,4	239,99
Σλοβακία	2741,4	1692	0,83	105,72
Σλοβενία	1028,2	1601,8	2,05	54,33
Ισπανία	23026,9	1682,9	1,25	1390
Σουηδία	5507,9	1453,4	3,39	533,88
Ηνωμένο Βασίλειο	34102	1537	1,71	2860
Ιρλανδία	2443,3	1746	1,23	399,32
Ρουμανία	8972,2	1803,1	0,48	251,02

*Πίνακας 4 Συγκεντρωτικά Δεδομένα των Οικονομικών Συστημάτων για το έτος 2019*

Το δείγμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις δύο μελέτες μας αποτελείται από δεδομένα τα οποία εκφράζουν τις συνθήκες των συστημάτων υγείας και των οικονομιών και είναι τα πιο πρόσφατα δυνατά δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από αξιόπιστες πηγές όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Η εύρεση ιατρικών δεδομένων τα οποία να χαρακτηρίζουν τα συστήματα υγείας ήταν αρκετά δύσκολη καθώς πολλές χώρες τείνουν να μην τα δημοσιοποιούν για συνεχόμενα διαστήματα κάτι το οποίο δεν αποτέλεσε τόσο μεγάλο πρόβλημα όσο αφορά τα στοιχεία των οικονομιών τους.

Ο αρχικός μας σκοπός ήταν να αποφύγουμε τη μελέτη συνεχόμενων χρονικών περιόδων καθώς οι μεταβολές στις τιμές των δεδομένων και κατ' επέκταση της αποδοτικότητας δεν θα παρουσίαζε αισθητές διαφορές με αποτέλεσμα την εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία να μην θα ήταν ικανά να χαρακτηρίσουν αυτή τη χρονική περίοδο δεν θα ήταν ικανά να μας παρέχουν μια ξεκάθαρη εικόνα για τις μεταβολές στην πολιτική που ακολούθησαν οι χώρες αυτές. Συνεπώς η ιδανικότερη περίπτωση θα ήταν η μελέτη σε βάθος δεκαετίας , για παράδειγμα για το έτος 2009 ως 2019 όμως δεδομένων και των πολιτικών εξελίξεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την ένταξη νέων κρατών μελών πάλι θα ήταν αδύνατο να παράξουμε μια μελέτη η οποία θα συμπεριλάμβανε και για τα δύο έτη αναφοράς το ίδιο δείγμα και πλήθος χωρών , ακόμα και αν υπήρχαν τα διαθέσιμα δεδομένα που επιλέχθηκαν για τη μελέτη μας. Τέλος η επιλογή της συγκεκριμένης χρονολογίας έγινε διότι το 2019 ήταν η χρονιά πριν από το ξέσπασμα της πανδημίας του COVID-19 που σημαίνει πως τα Συστήματα Υγείας των υπό μελέτη χωρών λειτουργούσαν με παρόμοιο τρόπο όπως και τα προηγούμενα έτη σε σχέση με το έτος αναφοράς καθώς δεν είχαν κληθεί να αντιμετωπίσουν κάποιον άγνωστο παράγοντα που θα προϋπόθετε σημαντικές αλλαγές στην οργάνωση και λειτουργία τους. Αυτό σημαίνει ότι οι συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούσαν τα εν λόγω συστήματα ήταν κοινές για όλο το δείγμα μας κάτι το οποίο είναι καθοριστικής σημασίας για τέτοιου είδους μελέτες καθώς η απόδοση τους μετρήθηκε με βάση εξελίξεις και συνθήκες οι οποίες ήταν κοινές. Συνεπώς τα συμπεράσματα τα οποία θα προκύψουν μπορούν σε επίπεδο χάραξης πολιτικής να αποτελέσουν έναν δείκτη τόσο για τις προτεραιότητες οι οποίες είχαν ληφθεί για τα συστήματα υγείας αλλά σε επίπεδο οικονομίας να μπορούν να καταδείξουν την υποδομή των χωρών .

Η επιλογή των εισροών βασίστηκε στην επιλογή των παραγωγικών συντελεστών οι οποίοι είναι οι πιο κρίσιμοι για την αύξηση της παραγωγικότητας ενώ οι εκροές μας βασίστηκαν σε δείκτες οι οποίοι να εκφράζουν την επίπτωση αυτών των παραγωγικών συντελεστών στο σύνολο του πληθυσμού όπως είναι το προσδόκιμο ζωής αλλά και στο πως μεταφράζονται οι παραγωγικοί συντελεστές σε διαθέσιμους προς επένδυση πόρους για την εκάστοτε χώρα όπως είναι το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν(ΑΕΠ). Στην παρακάτω ενότητα θα παραθέσουμε τη σημασία τις κάθε εισροής και εκροής στις δύο αναλύσεις μας και πως σαν σύνολο είναι ικανές να εκφράσουν μια ξεκάθαρη εικόνα για την αποδοτικότητα των χωρών που περιλαμβάνονται στο δείγμα μας.

## 6.4 Ανάλυση Εισροών Εκροών και Μοντέλου

Σε προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε ο τρόπος με τον οποίο επιλέξαμε τις πιθανές εισροές και εκροές της ανάλυσης μας. Η επιλογή μας βασίστηκε τόσο σε βιβλιογραφικές αναφορές που μελετούσαν την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας και τα μακροοικονομικά χαρακτηριστικά των χωρών αυτών. Οι παραγωγικοί συντελεστές όπως το κεφάλαιο, η εργασία και η τεχνολογία θεωρήθηκαν ως τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά για την περιγραφή των εν λόγω συστημάτων καθώς είναι ικανοί να καθορίσουν τις σχέσεις μεταξύ της παραγωγικότητας , συνεπώς η μελέτη της μετατροπής αυτών των πόρων(εισροών) σε εκροές μπορεί σε μεγάλο βαθμό να καθορίσει και την αποδοτικότητα των μονάδων που λαμβάνουν μέρος στις δύο ξεχωριστές αναλύσεις μας. Επιπρόσθετα παρατέθηκαν και κάποιες βασικές συναρτήσεις παραγωγής με σκοπό την περιγραφή των σχέσεων που παρουσιάζονται μεταξύ αυτών των παραγωγικών συντελεστών . Οι εκροές μας



επιλέχθηκαν έτσι ώστε να μπορούν να περιγράψουν την επίδραση των συστημάτων υγείας και των οικονομικών συστημάτων τόσο στο βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων που λαμβάνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες υγείας αλλά τόσο και σε επίπεδο δυνατοτήτων των χωρών να αξιοποιούν τους πόρους τους για την παραγωγή πλούτου-κεφαλαίου.

Στην ενότητα αυτή θα αναλύσουμε την κάθε μια εισροή που επιλέχθηκε για κάθε μια από τις δύο μελέτες που υλοποιήσαμε και θα περιγράψουμε τι σημαίνει η έννοια της τεχνικής αποδοτικότητας με βάση αυτές μας τις επιλογές και θα δώσουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του τι ακριβώς θα σήμαινε η βελτιστοποίηση αυτών.

## **Μελέτη Αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας**

### **Εισροές**

#### **i). Συνολικός Αριθμός Διαθέσιμων Νοσοκομειακών Κρεβατιών**

Η επιλογή των διαθέσιμων νοσοκομειακών κρεβατιών βασίστηκε στο γεγονός πως κάθε παραγωγική μονάδα είναι αναγκαίο να διαθέτει επαρκές πάγιο κεφάλαιο, δηλαδή να διαθέτει επαρκή υλικοτεχνικά μέσα διαθέσιμα ώστε να μπορεί να τα αξιοποιήσει αποδοτικά με πρόθεση πάντα την παραγωγή υπηρεσιών προς τον πληθυσμό που τις έχει ανάγκη και κατ' επέκταση την αύξηση αυτών που αποτελεί το βασικό στόχο της. Για την περίπτωση των συστημάτων υγείας η διαθεσιμότητα νοσοκομειακών κλινών ή κρεβατιών μεταφράζεται στην ικανότητα του εκάστοτε συστήματος να μπορεί να υποδεχθεί ασθενείς στις μονάδες φροντίδας όπως είναι τα κέντρα υγείας και τα νοσοκομεία(δημόσια ή ιδιωτικά). Όταν ένα σύστημα υγείας διαθέτει επαρκή αριθμό νοσοκομειακών κρεβατιών είναι σε θέση να δέχεται περισσότερους ασθενείς, δηλαδή αυξάνει την προσβασιμότητα του πληθυσμού του προς τα νοσοκομεία αυξάνοντας έτσι σημαντικά τις πιθανότητες ίασης καθώς όταν οι ασθενείς δεν έχουν πρόσβαση σε μονάδες φροντίδας λειτουργεί εις βάρος τους ενώ παράλληλα επιδεινώνει την υγεία τους με αποτέλεσμα περιστατικά τα οποία θα μπορούσαν να θεραπευτούν με λιγότερα κόστη να μετατρέπονται σε περιστατικά τα οποία να χρίζουν εντατικής φροντίδας δεσμεύοντας έτσι περισσότερους πόρους για την αντιμετώπιση τους. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγαλύτερους χρόνους παραμονής και στη διάθεση περισσότερων υλικοτεχνικών πόρων για την αντιμετώπιση προβλημάτων.

#### **ii). Συνολικές Δαπάνες για το Σύστημα Υγείας ως ποσοστό του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος**

Το ποσοστό που επιλέγουν κάθε φορά να διαθέσουν οι χώρες από το συνολικό κρατικό προϋπολογισμό δηλαδή ως ποσοστό του ΑΕΠ τους προς τα Συστήματα Υγείας δεν εξαρτάται μόνο από την ζήτηση για παροχή υπηρεσιών φροντίδας αλλά αποτελεί και μια ένδειξη του πόσο οι εκάστοτε υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θέτουν ως προτεραιότητα τις ανάγκες των ασθενών. Η διάθεση πόρων προς τα συστήματα υγείας δεν μεταφράζεται μόνο ως η κάλυψη των αναγκών περίθαλψης των ασθενών αλλά και ως μια επένδυση η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εξάλειψη ασθενειών, παροχής διαγνωστικών ελέγχων και ιατροφαρμακευτικής κάλυψης χρόνιων περιστατικών τα οποία όταν δεν αντιμετωπίζονται εγκαίρως οδηγούν σε σοβαρές επιπλοκές για τους ασθενείς. Συνεπώς η επιλογή της εισροής αυτής θα μπορούσε να αποτελεί ένα δείκτη για τη μελλοντική πορεία τόσο της υγείας του πληθυσμού της εκάστοτε χώρας όσο και της πορείας του συστήματος

υγείας της και εκφράζει τα διαθέσιμα κεφάλαια τα οποία επενδύονται προς την καλυτέρευση των ζώων των πολιτών.

### iii). Συνολικός Αριθμός Ιατρών

Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενες ενότητες η εργασία αποτελεί ίσως τον πιο σημαντικό παραγωγικό συντελεστή και ίσως και τον πιο ευέλικτο. Ένα σύστημα υγείας για να είναι παραγωγικό και κατά συνέπεια ικανό να προσφέρει στους πολίτες του υπηρεσίες φροντίδας πρέπει να διαθέτει το απαραίτητο εργατικό δυναμικό και μάλιστα το εργατικό δυναμικό αυτό να έχει και τις κατάλληλες γνώσεις ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της εργασίας που καλείται να υλοποιήσει. Με το συνολικό αριθμό ιατρών επομένως αναφερόμαστε στο εξειδικευμένο εκείνο προσωπικό το οποίο στελεχώνει το εκάστοτε σύστημα υγείας. Ο λόγος που ο συνολικός αριθμός ιατρών είναι εκφρασμένος ανά 1000 κατοίκους βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε ιατρός μπορεί να αναλάβει έναν περατό αριθμό περιστατικών συνεπώς η διαθεσιμότητα ιατρών ανά μονάδα πληθυσμού εκφράζει τη δυνατότητα του συστήματος να ικανοποιεί τις ανάγκες των ασθενών σε όλο το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του συστήματος καθώς η προσβασιμότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα ενός καλού συστήματος υγείας.

### iii). Συνολικός Αριθμός Νοσοκόμων

Τις περισσότερες φορές οι ιατροί των διαφορετικών ειδικοτήτων παρέχουν τις γνώσεις τους στο τομέα της υγείας με τη μορφή γνωματεύσεων, επεμβάσεων και συνταγογραφήσης χωρίς να αναλαμβάνουν την περάτωση της θεραπείας οι ίδιοι καθώς κρίνεται απαραίτητη η συνεισφορά τους στους παραπάνω τομείς που αναφέρθηκαν. Έτσι λοιπόν προκύπτει η ανάγκη για επίβλεψη/παρακολούθηση της πορείας των ασθενών και αναφοράς αυτής για μεγάλα διαστήματα για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη νοσοκόμων οι οποίοι αναλαμβάνουν αυτό το έργο. Οι νοσοκόμοι αποτελούν εξειδικευμένο προσωπικό υγείας και η αποδοτικότητα του συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τη συνεισφορά τους καθώς χωρίς την επίβλεψη τους ο χρόνος νοσηλείας των ασθενών θα αυξάνονταν κάτι το οποίο θα προκαλούσε μεγαλύτερα κόστη στο σύστημα άρα τη δαπάνη πολύτιμων πόρων που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε άλλους τομείς.

## Εκροές

### i). Προσδόκιμο Ζωής (από την ημέρα γέννησης)

Ίσως ο πιο βασικός δείκτης της αποδοτικότητας των Συστημάτων Υγείας με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές όσο και με τον τρόπο με τον οποίο βελτιώνεται το βιοτικό επίπεδο που λαμβάνουν τις παραγόμενες υπηρεσίες και προϊόντα υγείας είναι το προσδόκιμο ζωής καθώς είναι αδύνατο να μην υπάρχουν επιπλοκές υγείας στην πορεία της ζωής των ανθρώπων. Το προσδόκιμο ζωής στην περίπτωση μας εκφράζει άμεσα τις ενέργειες οι οποίες έγιναν για τη θεραπεία των ασθενών καθώς οι ενέργειες αυτές έχουν ως στόχο όχι μόνο τη βελτίωση της κατάστασης των ανθρώπων αλλά και την επέκταση των χρόνων ζωής τους. Συνεπώς ένα σύστημα υγείας δεν θα μπορούσε να λειτουργεί σωστά προσφέροντας φροντίδα υγείας η οποία δεν θα έλυne τα παραπάνω προβλήματα, ακόμα και αν υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το προσδόκιμο ζωής όπως το γονιδιακά χαρακτηριστικά του πληθυσμού και οι διατροφικές τους συνήθειες.

## Μελέτη Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων(Οικονομιών)

### Εισροές

#### i). Εργατικό Δυναμικό Εκφρασμένο σε Χιλιάδες Πολιτών

Το ανθρώπινο δυναμικό και πιο συγκεκριμένα το εργατικό δυναμικό κάθε οικονομικού συστήματος αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παραγωγικούς συντελεστές καθώς εκφράζει τη συνολική προσπάθεια και συνεισφορά των ανθρώπων που εργάζονται σε αυτό με σκοπό την παραγωγή αγαθών. Μια οικονομία για να μπορεί να θεωρείται παραγωγική είναι αναγκασμένη να αξιοποιεί κατά το βέλτιστο τρόπο τα εργατικά χέρια τα οποία διαθέτει καθώς η σωματική και πνευματική προσπάθεια αυτών είναι η δύναμη η οποία σε μεγάλο βαθμό καθορίζει την μετατροπή των πρώτων υλών σε προϊόντα και υπηρεσίες. Καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα πως όσο μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού μιας χώρας εργάζεται τόσο πιο εύκολα αυξάνεται η παραγωγικότητα συνεπώς η επιλογή του συνόλου του εργατικού δυναμικού εκφρασμένο σε αριθμό πολιτών αποτελεί ένα δείκτη που συνδέεται άμεσα με την παραγωγικότητα και κατ' επέκταση με την έννοια της αποδοτικότητας όταν αυτό αξιοποιείται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο όπως έχουμε αναφέρει και περιγράψει σε προηγούμενες ενότητες.

#### ii). Μέσος Όρος Ωρών Εργασίας ανά Εργάτη ( σε διάστημα ενός χρόνου )

Η παραγωγή αγαθών δηλαδή προϊόντων και υπηρεσιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα του ανθρωπίνου δυναμικού και της συνολικής προσπάθειας αυτών. Η προσπάθεια τους αυτή μεταφράζεται στην ουσία από το πόσο χρόνο αφιερώνουν στην παραγωγική διαδικασία. Είναι σημαντικό επομένως στα πλαίσια της αποδοτικότητας να συμπεριλάβουμε στην ανάλυση μας και αυτόν τον δείκτη που μετράει το μέσο όρο των εργατωρών που αφιερώνει το ανθρώπινο δυναμικό καθώς αποτελεί τη δέσμευση των ανθρώπων που εργάζονται στα πλαίσια ενός οικονομικού συστήματος.

#### iii). Δαπάνες στον Τομέα της Έρευνας και Ανάπτυξης ως ποσοστό του Εθνικού Ακαθάριστου Προϊόντος

Η τεχνολογία και κατά συνέπεια η τεχνολογική πρόοδος εκφράζει σε πρακτικό επίπεδο την δυνατότητα κάθε οικονομικού συστήματος να μετατρέπει τις εισροές του σε εκροές. Δηλαδή μέσω αυτής να μετατρέπει τις πρώτες ύλες σε προϊόντα και μέσω της καινοτομίας η οποία είναι αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου να εφευρίσκει νέες μεθόδους με τις οποίες να αυξάνει την παραγωγικότητα της βελτιστοποιώντας της ήδη υπάρχουσες μεθόδους και διαδικασίες. Η επιλογή του δείκτη που εκφράζει τις δαπάνες στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης αποτελεί μια ένδειξη του πόσο σημαντική θεωρούν την καινοτομία και την τεχνολογική πρόοδο οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής των υπό μελέτη συστημάτων σε σχέση με άλλους τομείς του κρατικού προϋπολογισμού καθώς και μια ένδειξη της επενδυτικής τους πολιτικής.

### Εκροές

#### i). Συνολικό Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Εκφρασμένο σε Δισεκατομμύρια Δολλάρια)

Το Συνολικό Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) είναι ίσως ο πιο σημαντικός δείκτης που σχετίζεται με την μακροοικονομική απόδοση ενός οικονομικού συστήματος καθώς αποτελεί

ένα ποσοτικό μέγεθος το οποίο αντικατοπτρίζει το σύνολο των παραγόμενων αγαθών(προϊόντων και υπηρεσιών) που παράχθηκαν στο εν λόγω οικονομικό σύστημα για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Αποτελεί επομένως ένα μέτρο σύγκρισης της αποδοτικότητας η οποία μεταφράζεται σε κεφάλαιο δηλαδή τη συνολική αξία αγοράς που έχουν τα αγαθά τα οποία έχουν παραχθεί. Η επιλογή αυτού του δείκτη ως εκροή έγινε διότι το ΑΕΠ εκφράζει τη μετουσίωση των παραγωγικών συντελεστών που αξιοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία σε μετρήσιμες ποσότητες με βάση την αξία που έχουν στην παγκόσμια αγορά αγαθών και είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την έννοια της παραγωγικότητας.

### **Συμπέρασμα και επιλογή μοντέλων για τις αναλύσεις μας**

Για τις αναλύσεις μας χρησιμοποιήσαμε ως εισροές παραγωγικούς συντελεστές οι οποίοι εκφράζουν σημαντικούς παράγοντες που λαμβάνουν μέρος στην παραγωγική διαδικασία όπως είναι το κεφάλαιο και η εργασία και ως εκροές ποσοτικά μεγέθη τα οποία να εκφράζουν τα αποτελέσματα αυτών στο γενικό πληθυσμό ώστε να μπορέσουμε να αποκτήσουμε μια εικόνα των συνεπειών των πολιτικών και των συνεπειών αυτών στα υπό μελέτη συστήματα. Η μελέτη της αποδοτικότητας με τη μέθοδο DEA έχει ως σκοπό την αξιολόγηση αυτών των ποσοτικών χαρακτηριστικών και τον καθορισμό των χωρών που αξιοποιούν κατά το βέλτιστο τρόπο τους πόρους τους για την επίτευξη των στόχων τους. Για τις μελέτες μας εφαρμόσαμε τόσο το βασικό μοντέλο των Charnes Cooper και Rhodes (CCR) όπου υποθέσαμε Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας(Constant Returns to Scale) αλλά και την επέκταση αυτού όπως ορίστηκε μετά τη συνεισφορά του Banker (BCC) όπου υποθέτει διαφορές στις Αποδόσεις Κλίμακας (VRS – Variable Returns to Scale) καθώς σύμφωνα με τον [Golany και Roll et al. \(1988\)](#) η εφαρμογή περισσότερων από ένα μοντέλο προσφέρει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα της αποδοτικότητας καθώς έτσι λαμβάνουμε υπ' όψη και τις δύο υποθέσεις για τις Αποδόσεις Κλίμακας. Επιλέξαμε προσανατολισμό προς τις εισόδους για τη μέτρηση της αποδοτικότητας το οποίο σημαίνει πως εφαρμόσαμε τις μαθηματικές σχέσεις του γραμμικού προγραμματισμού των δύο μοντέλων με σκοπό την ελαχιστοποίηση των εισροών διατηρώντας σταθερό το επίπεδο των εκροών. Με πιο απλά λόγια απαντά στο ερώτημα ποιες μονάδες (DMUs) αξιοποιούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις εισροές τους για να πετύχουν έναν δεδομένο στόχο με τις αποδοτικές χώρες να μην χρειάζεται να ελαχιστοποιήσουν το επίπεδο των εισροών τους ενώ με τις μη-αποδοτικές να απαιτείται να μειώσουν το επίπεδο αυτών καθώς θα μπορούσαν να πετύχουν το ίδιο αποτέλεσμα που άλλες χώρες συγκριτικά με αυτές αξιοποιούν καλύτερα για την επίτευξη του ίδιου στόχου.

## **6.5 Εφαρμογή της DEA**

Η μέθοδος της DEA βασίζεται στην επίλυση εξισώσεων γραμμικού προγραμματισμού για την εύρεση της συγκριτικής αποδοτικότητας μεταξύ ομοιογενών μονάδων λήψης αποφάσεων (DMUs) όπως την περιέγραψαν οι δημιουργοί της Charnes Cooper και Rhodes οι οποίοι βασίστηκαν στην αρχική εργασία του Farrell το 1957. Πρόκειται για μια μη παραμετρική μέθοδο η οποία εφαρμόζει σταθμισμένα βάρη στην βασική εξίσωση της αποδοτικότητας η οποία έχει στον παρονομαστή το σταθμισμένο άθροισμα των εκροών και στον παρονομαστή το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών υπό συγκεκριμένους

περιορισμούς την οποία επιλύει ανάλογα με τον προσανατολισμό τον οποίο ο εκάστοτε ερευνητής επιλέγει με βάση τις απαιτήσεις του προβλήματος του. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η γλώσσα προγραμματισμού R και πιο συγκεκριμένα το R Studio που μας επιτρέπει την επίλυση των απαραίτητων εξισώσεων γραμμικού προγραμματισμού. Το R Studio είναι ένα ενσωματωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον(IDE) της γλώσσας R η οποία είναι ιδανική για στατιστικές αναλύσεις και γραφικές αναπαραστάσεις. Χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Benchmarking(2022) η οποία παρέχει όλες τις απαραίτητες συναρτήσεις για την υλοποίηση της DEA με τη δυνατότητα επιλογής προσανατολισμού και αποδόσεων κλίμακας. Επιπλέον για την εξακρίβωση των αποτελεσμάτων και την γραφική απεικόνιση των μονάδων που θεωρήθηκαν ως σημεία αναφοράς για τις μη αποδοτικές χρησιμοποιήθηκε και η βιβλιοθήκη της deaR(2023) επιπρόσθετα αξιοποιώντας τα slacks των εισροών μας ήταν σε θέση να μας βοηθήσει με τη στοχοθέτηση των μονάδων καθώς η συνάρτηση **targets** έλαβε ως όρισμα το αποτέλεσμα της κάθε μελέτης DEA υπολόγισε τις τιμές των εισροών ώστε οι μη αποδοτικές μονάδες αν εφαρμοστούν οι ποσοτικές μεταβολές που μας υπέδειξε να μπορούν να θεωρηθούν αποδοτικές.

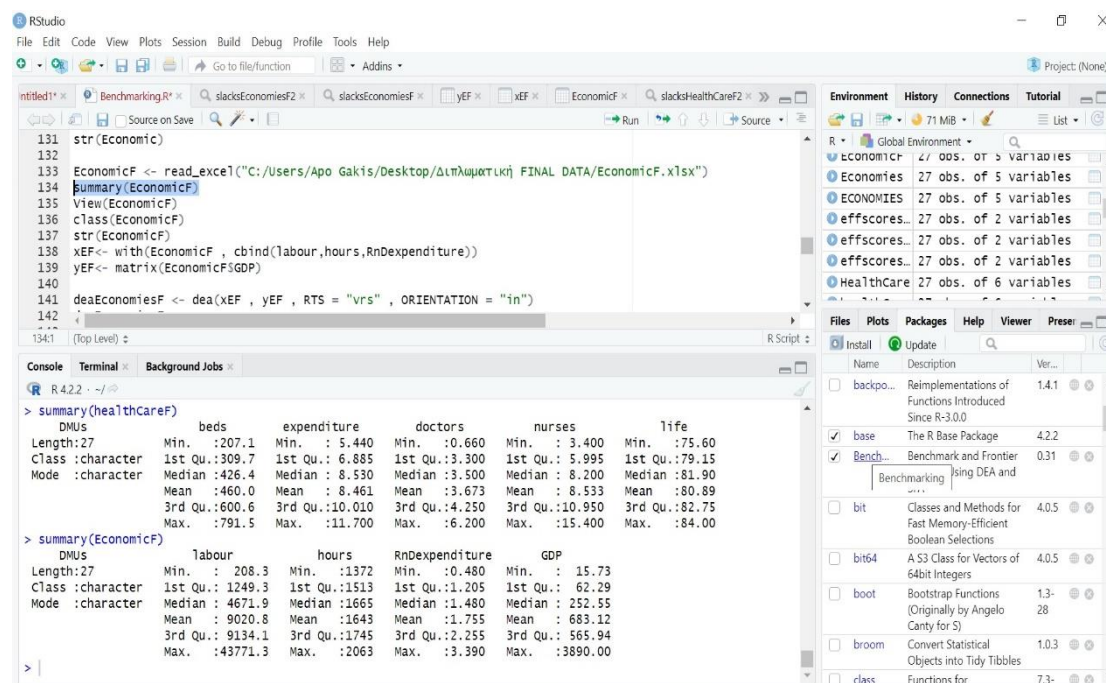
Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε αναλυτικά τα βήματα που κάναμε για να υλοποιήσουμε τις αναλύσεις μας τόσο για τα συστήματα υγείας όσο και για τις οικονομίες θα αναφερθούμε στις συναρτήσεις τις οποίες αξιοποιήσαμε καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτών. Η χρήση των βιβλιοθηκών Benchmarking (2022) και deaR (2023) επιλέχθηκε όχι μόνο διότι μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού που μας ενδιαφέρει υπό τους περιορισμούς που όρισαν οι δημιουργοί του για τον καθορισμό των score αποδοτικότητας αλλά διότι μας παρέχει επιπλέον χρήσιμες πληροφορίες για τις υπό μελέτη μονάδες. Πιο συγκεκριμένα οι δυνατότητες της βιβλιοθήκης είναι οι εξής:

- i). Καθορισμός για κάθε μονάδα λήψης αποφάσεων του score αποδοτικότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες μονάδες που συμμετέχουν στην ανάλυση μας.
- ii). Εύρεση των αποδοτικών μονάδων.
- iii). Εύρεση των μη- αποδοτικών μονάδων.
- iv). Παρουσίαση εύρους αποδοτικότητας για το σύνολο των μονάδων λήψης αποφάσεων καθώς και άλλα στατιστικά χαρακτηριστικά αυτών.
- v). Είναι ιδανική καθώς είναι σχεδιασμένη για αναλύσεις που χρησιμοποιούν τόσο μη παραμετρικών μεθόδους εύρεσης της αποδοτικότητας όπως είναι η DEA και παραμετρικών μεθόδων όπως είναι η SFA.
- vi). Παρέχει τη δυνατότητα θέσπισης στόχων για τις μη-αποδοτικές μονάδες ώστε όταν εφαρμοστούν οι προτεινόμενες βελτιώσεις στις εισόδους(εισροές) και εξόδους(εκροές) τα λεγόμενα input και output slacks τα οποία εκφράζονται ως target values για τις εισροές και εκροές μας.
- vii). Επιτρέπει την επίλυση των βασικών μοντέλων CCR και BCC τόσο προσανατολισμένα στις εισροές όσο και στις εκροές , input και output orientation.
- viii). Επιτρέπει την ανάλυση να λαμβάνει χώρα λαμβάνοντας υπ' όψη τις διαφορετικές υποθέσεις για τις αποδόσεις κλίμακας(Returns to Scale) δίνοντας έτσι τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (CRS – Constant Returns to Scale) και Διαφορετικών Αποδόσεων Κλίμακας (VRS – Variable Returns to Scale) που περιλαμβάνει Αύξουσες Φθίνουσες και Σταθερές Αποδόσεις( IRS,DRS,CRS).

ix). Μας παρέχει επιπλέον τα peer groups τα οποία αποτελούν τα σύνολα που σχηματίζουν οι μη-αποδοτικές μονάδες τα οποία δημιουργούνται από τη σύγκριση αυτών με τις αποδοτικές μονάδες οι οποίες αποτελούν ένα παράδειγμα βέλτιστου σημείου αναφοράς (Best practice).

### 6.5.1 Εφαρμογή της μεθόδου DEA στο περιβάλλον του R Studio

Το πρώτο βήμα για την εκτέλεση της μεθόδου DEA στο R Studio ήταν η εισαγωγή των δεδομένων μας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτά τα οποία έχουμε παραθέσει σε προηγούμενη ενότητα ξεχωριστά για κάθε μια από τις δύο αναλύσεις μας και αφού πρώτα συνθέσαμε στο υπολογιστικό φύλλο του excel συγκεντρωτικά όλες τις στήλες μας με τρόπο τέτοιο ώστε στην 1<sup>η</sup> στήλη να βρίσκονται οι μονάδες μας, η χώρας που επιλέχθηκαν και απαρτίζουν τις χώρες της Ε.Ε και στις υπόλοιπες στήλες να βρίσκονται οι εισροές και οι εκροές μας. Για την εισαγωγή των δεδομένων στο R Studio αξιοποιήθηκε η συνάρτηση **read\_excel** η οποία είναι από τις βασικές συναρτήσεις που παρέχονται από το R Studio. Η συνάρτηση αυτή λαμβάνει ως όρισμα το directory του αρχείου που έχουμε επιλέξει και περιέχει τα δεδομένα μας. Για να μπορέσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια τα εκχωρήσαμε σε μια μεταβλητή την οποία ονομάσαμε HealthCare και στην ουσία πρόκειται για ένα δυοδιάστατο πίνακα  $n \times m$ . Για να επιβεβαιώσουμε την ορθή εισαγωγή των δεδομένων μας χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση **view** η οποία λαμβάνει ως όρισμα τον πίνακα HealthCare που δημιουργήσαμε και προβάλλει τα δεδομένα στην κονσόλα του R Studio ενώ παράλληλα με τη συνάρτηση **summary** λάβαμε επιπλέον πληροφορίες για τα δεδομένα μας ανά στήλη.

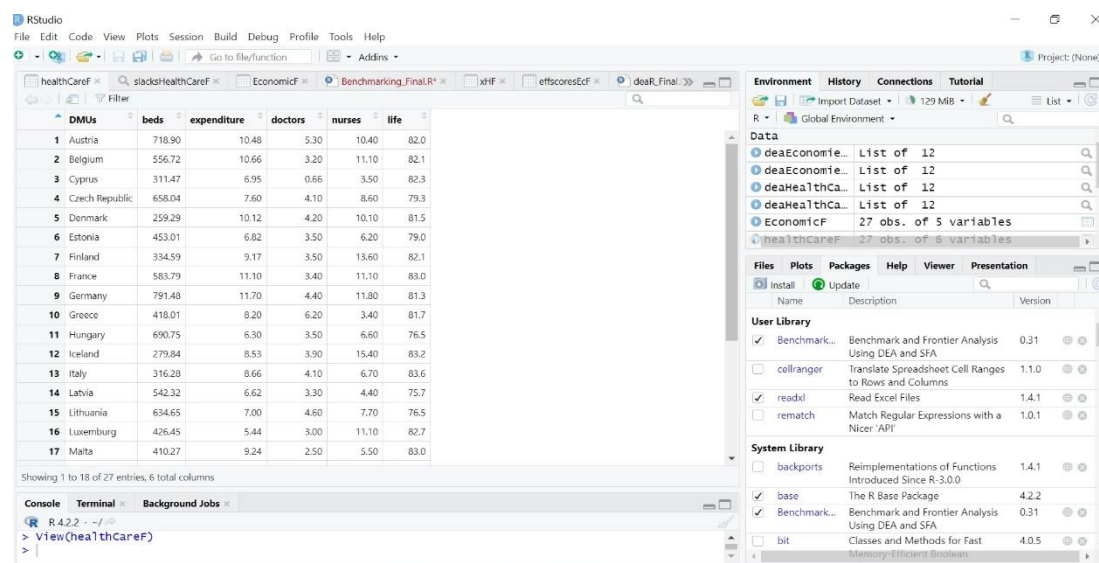


Εικόνα 10 Συγκεντρωτικά Στατιστικά Χαρακτηριστικά των Δεδομένων για τα Συστήματα Υγείας και τα Οικονομικά Συστήματα

Από τον παραπάνω πίνακα ο οποίος μας δίνει μια αναλυτική παρουσίαση των στατιστικών χαρακτηριστικών του δείγματος μας παρατηρούμε πως για το σύνολο των 27 χωρών μας(DMUs) όσο αφορά τα Συστήματα Υγείας ο ελάχιστος αριθμός διαθέσιμων κρεβατιών είναι 207,1 ανά 100.000 κατοίκους και ανήκει στην Σουηδία ο μέγιστος αριθμός διαθέσιμος αριθμός κρεβατιών είναι 791,5 και ανήκει στη Γερμανία ενώ ο Μ.Ο είναι 460. Οι δαπάνες προς τον τομέα της υγείας ακολουθούν παρόμοια κατανομή μεταξύ των χωρών με το ελάχιστο ποσοστό να είναι 5,4% και ανήκει στο Λουξεμβούργο ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ανήκει στη Γερμανία και είναι 11,7% . Όσο αφορά τον αριθμό ιατρών και νοσηλευτών ανά 1000 κατοίκους έχουμε πως η Κύπρος διαθέτει 0,66 ενώ η Ελλάδα διαθέτει το υψηλότερο νούμερο διαθέσιμων ιατρών και είναι 6,2 ανά 1000 κατοίκους και για τους νοσηλευτές η Ελλάδα διαθέτει 3,4 ανά 1000 κατοίκους ενώ η Ισλανδία διαθέτει σε σχέση με τις υπόλοιπες το μέγιστο αριθμό νοσηλευτών με 15,4 ανά 1000 κατοίκους. Παρατηρούμε πως το προσδόκιμο ζωής ακολουθεί μια πιο ομοιόμορφη κατανομή με Μ.Ο τα 80,89 έτη ζωής και η χώρα με το χαμηλότερο προσδόκιμο είναι η Ρουμανία ενώ αυτή με το υψηλότερο είναι η Ισπανία.

Όσο αφορά τα Οικονομικά Συστήματα παρατηρούμε πως η χώρα με το χαμηλότερο εργατικό δυναμικό είναι η Ισλανδία ενώ η χώρα με το μεγαλύτερο αριθμό είναι η Γερμανία με το Μ.Ο να κυμαίνεται στις 9020,8 χιλιάδες. Οι ώρες εργασίας ανά εργάτη για τη διάρκεια ενός έτους τοποθετεί τη Δανία στη χαμηλότερη θέση ενώ τη Μάλτα στην υψηλότερη θέση με τον Μ.Ο για το σύνολο των μονάδων μας να είναι 1643 ώρες εργασίας ανά εργάτη για την περίοδο ενός έτους. Οι δαπάνες για την έρευνα και ανάπτυξη φαίνεται να τοποθετούν τη Ρουμανία στην τελευταία θέση ενώ τη Σουηδία στην πρώτη θέση με Μ.Ο για το δείγμα μας να είναι 1,75% του συνολικού ΑΕΠ. Τέλος η διακύμανση μεταξύ των τιμών που εκφράζουν το συνολικό ΑΕΠ εκφρασμένο σε δις δολάρια είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των υπολοίπων παραγόντων με τη Μάλτα να διαθέτει το μικρότερο ΑΕΠ με 15,7 δις ενώ τη Γερμανία να διαθέτει το μεγαλύτερο με 3890 δις ή 3,89 τρις δολάρια.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά δεδομένα για όλες τις χώρες μας τόσο για τα Συστήματα Υγείας όσο και για τα Οικονομικά Συστήματα όπως αυτά χρησιμοποιήθηκαν και εισήχθησαν στο R Studio για τη διεξαγωγή των αναλύσεων μας.



DMUs	beds	expenditure	doctors	nurses	life
1 Austria	718.90	10.48	5.30	10.40	82.0
2 Belgium	556.72	10.66	3.20	11.10	82.1
3 Cyprus	311.47	6.95	0.66	3.50	82.3
4 Czech Republic	658.04	7.60	4.10	8.60	79.3
5 Denmark	259.29	10.12	4.20	10.10	81.5
6 Estonia	453.01	6.82	3.50	6.20	79.0
7 Finland	334.59	9.17	3.50	13.60	82.1
8 France	583.79	11.10	3.40	11.10	83.0
9 Germany	791.48	11.70	4.40	11.80	81.3
10 Greece	418.01	8.20	6.20	3.40	81.7
11 Hungary	690.75	6.30	3.50	6.60	76.5
12 Iceland	279.84	8.53	3.90	15.40	83.2
13 Italy	316.28	8.66	4.10	6.70	83.6
14 Latvia	542.32	6.62	3.30	4.40	75.7
15 Lithuania	634.65	7.00	4.60	7.70	76.5
16 Luxembourg	426.45	5.44	3.00	11.10	82.7
17 Malta	410.27	9.24	2.50	5.50	83.0

Εικόνα 11 Δεδομένα Συστημάτων Υγείας 1/2



RStudio interface showing a data frame with 27 rows and 6 columns. The columns are DMUs, beds, expenditure, doctors, nurses, and life. The data represents health system indicators for various European countries.

DMUs	beds	expenditure	doctors	nurses	life
11 Hungary	690.75	6.30	3.50	6.60	76.5
12 Iceland	279.84	8.53	3.90	15.40	83.2
13 Italy	316.28	8.66	4.10	6.70	83.6
14 Latvia	542.32	6.62	3.30	4.40	75.7
15 Lithuania	634.65	7.00	4.60	7.70	76.5
16 Luxembourg	426.45	5.44	3.00	11.10	82.7
17 Malta	410.27	9.24	2.50	5.50	83.0
18 Netherlands	307.84	10.14	3.70	10.70	82.2
19 Poland	617.45	6.45	3.30	5.10	78.0
20 Portugal	350.60	9.51	5.30	7.10	81.9
21 Slovakia	576.11	6.95	3.60	5.70	77.8
22 Slovenia	443.21	8.52	3.30	10.30	81.6
23 Spain	294.60	9.14	4.40	5.90	84.0
24 Sweden	207.10	10.83	4.30	10.80	83.2
25 UK	243.00	9.90	3.00	8.20	81.4
26 Ireland	288.04	6.67	3.30	13.30	82.8
27 Romania	705.75	5.74	1.60	6.09	75.6

Εικόνα 12 Δεδομένα Συστημάτων Υγείας 2/2

RStudio interface showing a data frame with 17 rows and 5 columns. The columns are DMUs, labour, hours, RnDexpenditure, and GDP. The data represents economic indicators for various European countries.

DMUs	labour	hours	RnDexpenditure	GDP
1 Austria	4559.2	1508.6	3.13	444.62
2 Belgium	5105.7	1577.0	3.16	535.83
3 Cyprus	649.7	1809.1	0.71	25.94
4 Czech Republic	5411.9	1786.0	1.93	252.55
5 Denmark	3029.7	1371.5	2.89	346.50
6 Estonia	702.6	1694.4	1.63	31.08
7 Finland	2749.7	1538.4	2.80	268.51
8 France	29625.0	1518.2	2.19	2730.00
9 Germany	43771.3	1381.5	3.17	3890.00
10 Greece	4729.9	1916.7	1.28	205.26
11 Hungary	4671.9	1722.2	1.48	163.99
12 Iceland	208.3	1480.1	2.32	24.83
13 Italy	25941.1	1710.2	1.46	2010.00
14 Latvia	971.4	1631.0	0.64	34.34
15 Lithuania	1470.4	1665.4	0.99	54.75
16 Luxembourg	306.3	1507.0	1.18	69.83
17 Malta	268.7	2062.9	0.59	15.73

Εικόνα 13 Δεδομένα Οικονομικών Συστημάτων 1/2



DMUs	labour	hours	RnDexpenditure	GDP
11 Hungary	4671.9	1722.2	1.48	163.99
12 Iceland	208.3	1480.1	2.32	24.83
13 Italy	25941.1	1710.2	1.46	2010.00
14 Latvia	971.4	1631.0	0.64	34.34
15 Lithuania	1470.4	1665.4	0.99	54.75
16 Luxembourg	306.3	1507.0	1.18	69.83
17 Malta	268.7	2062.9	0.59	15.73
18 Netherlands	9296.1	1438.5	2.18	910.19
19 Poland	17018.2	1782.6	1.32	596.05
20 Portugal	5251.5	1743.9	1.40	239.99
21 Slovakia	2741.4	1692.0	0.83	105.72
22 Slovenia	1028.2	1601.8	2.05	54.33
23 Spain	23026.9	1682.9	1.25	1390.00
24 Sweden	5507.9	1453.4	3.39	533.88
25 UK	34102.0	1537.0	1.71	2860.00
26 Ireland	2443.3	1746.0	1.23	399.32
27 Romania	8972.2	1803.1	0.48	251.02

Εικόνα 14 Δεδομένα Οικονομικών Συστημάτων 2/2

Ο βασικός στόχος μας είναι η εύρεση της αποδοτικότητας των μονάδων μας τόσο όσο αφορά τα Συστήματα Υγείας όσο και τα Οικονομικά Συστήματα(Οικονομίες) και στη συνέχεια η κατάταξη των μονάδων μας με βάση αυτή. Ο υπολογισμός της τεχνικής αποδοτικότητας έγινε χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **dea** η οποία με βάση το documentation της βιβλιοθήκης μας χρησιμοποιεί ως παραμέτρους τις εισροές των μονάδων μας , των εκροών , την υπόθεση για τις αποδόσεις κλίμακας(RTS) καθώς και τον προσανατολισμό(input or output orientation). Οι εισροές εισάγονται στη μεταβλητή **x** με τη μορφή πίνακα για κάθε μια από τις **k** DMUs , οι εκροές με αντίστοιχο τρόπο στη μεταβλητή **y**, η υπόθεση για τις αποδόσεις κλίμακας στη μεταβλητή RTS με τη μορφή string ή αριθμού και ο προσανατολισμός στη μεταβλητή ORIENTATION με τη μορφή string. Επιτρέποντας μας έτσι να επιλέξουμε και μεταξύ του μοντέλου ή των μοντέλων που θέλουμε να εφαρμόσουμε και μεταξύ του προσανατολισμού.

Πιο συγκεκριμένα η μορφή της συνάρτησης για τον υπολογισμό της τεχνικής αποδοτικότητας είναι η εξής:

**dea(x , y , RTS = "crs" , ORIENTATION = "in")**

Η παραπάνω συνάρτηση αναφέρεται στο βασικό μοντέλο των Charnes,Cooper,Rhodes για προσανατολισμό προς τις εισόδους.

**dea(x , y , RTS = "vrs" , ORIENTATION = "in")**

Αντίστοιχα η παραπάνω συνάρτηση αναφέρεται στο βασικό μοντέλο των Banker,Charnes,Cooper για προσανατολισμό προς τις εισόδους.

Για λόγους διευκόλυνσης οι τιμές που επιστρέφει η συνάρτηση dea αποθηκεύτηκαν κάθε φορά σε μια άλλη μεταβλητή που δημιουργήσαμε. Για να δούμε τα περιεχόμενα τις μεταβλητής και κατ' επέκταση τα score της τεχνικής αποδοτικότητας δώσαμε τη μεταβλητή αυτή ως όρισμα στη συνάρτηση summary η οποία μας δίνει πληροφορίες στατιστικού χαρακτήρα και στη συνέχεια στη συνάρτηση data.frame η οποία πήρε ως όρισμα τόσο τα score αποδοτικότητας αλλά και τα ονόματα των μονάδων μας.

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι της εργασίας μας αποτελεί η θέσπιση στόχων για τις μονάδες μας. Δεδομένου ότι επιλέξαμε προσανατολισμό προς τις εισόδους που σημαίνει ότι προσπαθήσαμε να δούμε πως θα μπορούσαμε να εξοικονομήσουμε πόρους(εισροές) για την παραγωγή του ίδιου επιπέδου εκροών είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των slacks των εισροών. Τα slacks όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενα κεφάλαια χωρίζονται σε αυτά που εφαρμόζονται στις εισροές αλλά και σε αυτά που εφαρμόζονται στις εκροές. Τα slacks των εισροών αποτελούν διανύσματα τα οποία δείχνουν την ποσοτική μεταβολή στην οποία πρέπει να υποβάλλουμε τις εισροές μας και πιο συγκεκριμένα για την περίπτωση μας που έχουμε επιλέξει προσανατολισμό προς τις εισόδους δείχνουν τον αριθμό για κάθε εισροή τον οποίο θα μπορούσαν να μειωθούν. Η διαδικασία που περιγράψαμε εφαρμόζεται μέσω της συνάρτησης slack η οποία λαμβάνει ως ορίσματα τους πίνακες που περιέχουν τις τιμές των εισροών και εκροών που χρησιμοποιήσαμε και τις τιμές που μας επέστρεψε η συνάρτηση dea που υπολογίζει την τεχνική αποδοτικότητα.

Η μορφή της συνάρτησης είναι η εξής: **Slack( x , y , deaVariable )**

Μετά τον υπολογισμό της η συνάρτηση slacks μας επιτρέπει να δούμε αναλυτικές τις τιμές που έχει επιλέξει ως βέλτιστες για το minimization των εισροών μας καθώς αν εφαρμόσουμε τη συνάρτηση view στη μεταβλητή στην οποία επιστρέψαμε το αποτέλεσμα τις slack υπάρχουν αναλυτικά πληροφορίες τόσο για τις εισόδους μας όσο και για τις εξόδους όμως επιλέξαμε να προβάλλουμε κατευθείαν τις βέλτιστες τιμές των εισροών μας μέσω της συνάρτησης targets αφού πρώτα αξιοποιήσαμε το αποτέλεσμα της DEA όσο αφορά τα scores αποδοτικότητας. Η μορφή της συνάρτησης είναι η εξής:

**Targets(deaEfficiencies)**

Τέλος η συνάρτηση peers η οποία δέχεται ως όρισμα τη μεταβλητή που περιέχει τα αποτελέσματα της dea είναι σε θέση να μας παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα peer groups , δηλαδή τα group των μη αποτελεσματικών μονάδων τα οποία είχαν ως σημείο αναφοράς κάποια αποδοτική μονάδα. Έτσι λοιπόν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ποιες μη-αποδοτικές μονάδες έχουν ως σημείο αναφοράς ποια αποδοτική μονάδα , πόσες φορές η αποδοτική μονάδα αυτή χρησιμοποιήθηκε ως σημείο αναφοράς και σε πόσα διαφορετικά group μη αποδοτικών μονάδων.

Ο τρόπος με τον οποίο υλοποιήθηκε η παραπάνω διαδικασία είναι η εξής:

**Peers(deaVariable)**

**Get.number.peers(deaVariable)**

**Get.which.peers(deaVariable , c"αποδοτικές μονάδες")**

## 6.5.2 Αποτελέσματα Ανάλυσης Αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας

Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε τα αποτελέσματα μας για τα Συστήματα Υγείας όπως υπολογίστηκαν μέσω της βιβλιοθήκης Benchmarking την οποία δουλέψαμε μέσω του R Studio. Στον πίνακα που ακολουθεί υπάρχουν τα score αποδοτικότητας της κάθε

μονάδας(χώρας) για το έτος 2019 για τα δύο μοντέλα τα οποία εφαρμόσαμε τα υποθέτουν διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας και με προσανατολισμό προς τις εισόδους δηλαδή της μείωσης αυτών κρατώντας σταθερές τις εκροές μας. Ο λόγος που εφαρμόσαμε το μοντέλο CCR και το μοντέλο BCC είναι καθώς θέλαμε να παρατηρήσουμε τις μεταβολές τις αποδοτικότητας τόσο για Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας που μας παρέχει το CCR μοντέλο αλλά και για Μεταβαλλόμενες Αποδόσεις Κλίμακας που εφαρμόζει το μοντέλο BCC.

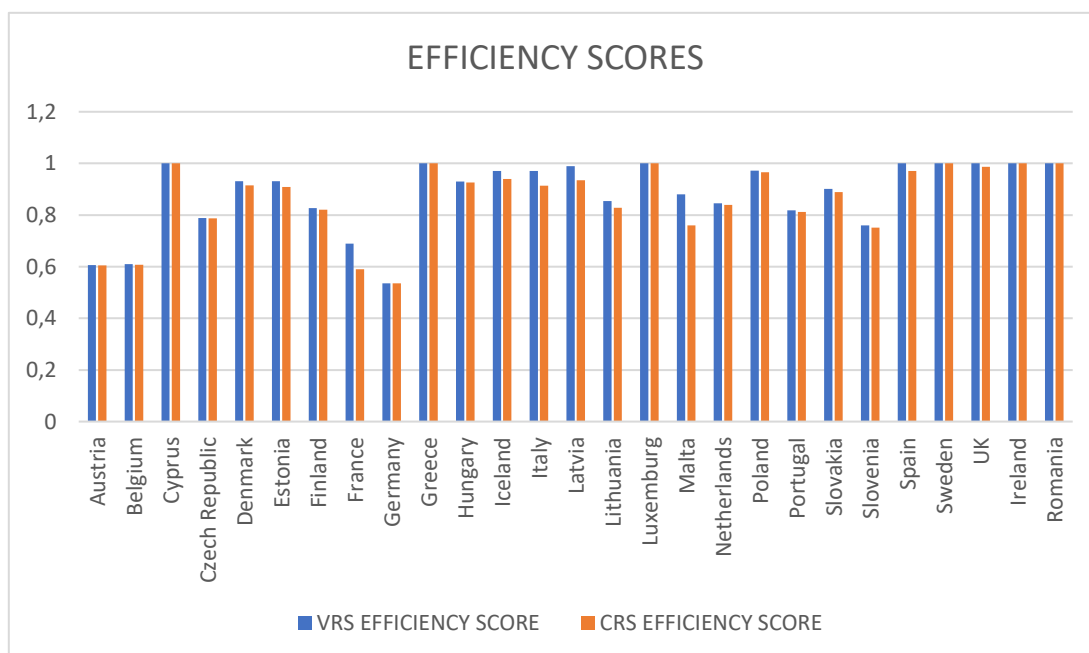
Η κατάταξη των μονάδων έγινε ύστερα από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων που μας έδωσε η DEA αξιοποιώντας τη συνάρτηση eff η οποία λαμβάνει σαν όρισμα τα αποτελέσματα της συνάρτησης dea χωρίς όμως να μπορεί από μόνη της να κατατάξει τις μονάδες μας είτε κατά αύξουσα είτε κατά φθίνουσα σειρά.

DMU	VRS EFFICIENCY SCORES	CRS EFFICIENCY SCORES
<b>Αυστρία</b>	<b>0.6057466</b>	<b>0.6050264</b>
<b>Βέλγιο</b>	<b>0.6102933</b>	<b>0.6075525</b>
<b>Κύπρος</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>
<b>Τσεχία</b>	<b>0.7881669</b>	<b>0.7867896</b>
<b>Δανία</b>	<b>0.9306576</b>	<b>0.9144860</b>
<b>Εσθονία</b>	<b>0.9310545</b>	<b>0.9085380</b>
<b>Φινλανδία</b>	<b>0.8274298</b>	<b>0.8207651</b>
<b>Γαλλία</b>	<b>0.6893826</b>	<b>0.5894206</b>
<b>Γερμανία</b>	<b>0.5360504</b>	<b>0.5359359</b>
<b>Ελλάδα</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>
<b>Ουγγαρία</b>	<b>0.9296525</b>	<b>0.9255389</b>
<b>Ισλανδία</b>	<b>0.9701849</b>	<b>0.9402973</b>
<b>Ιταλία</b>	<b>0.9701705</b>	<b>0.9139474</b>
<b>Λετονία</b>	<b>0.9895727</b>	<b>0.9353250</b>
<b>Λιθουανία</b>	<b>0.8540600</b>	<b>0.8278797</b>
<b>Λουξεμβούργο</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>
<b>Μάλτα</b>	<b>0.8800000</b>	<b>0.7597885</b>
<b>Ολλανδία</b>	<b>0.8455904</b>	<b>0.8393303</b>
<b>Πολωνία</b>	<b>0.9719800</b>	<b>0.9654118</b>
<b>Πορτογαλία</b>	<b>0.8182313</b>	<b>0.8119497</b>

<b>Σλοβακία</b>	<b>0.9015483</b>	<b>0.8894224</b>
<b>Σλοβενία</b>	<b>0.7603248</b>	<b>0.7518091</b>
<b>Ισπανία</b>	<b>1.0000000</b>	<b>0.9705802</b>
<b>Σουηδία</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>
<b>Ηνωμένο Βασίλειο</b>	<b>1.0000000</b>	<b>0.9862274</b>
<b>Ιρλανδία</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>
<b>Ρουμανία</b>	<b>1.0000000</b>	<b>1.0000000</b>

Πίνακας 5 Συγκεντρικά Scores Αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας για τα μοντέλα VRS και CRS

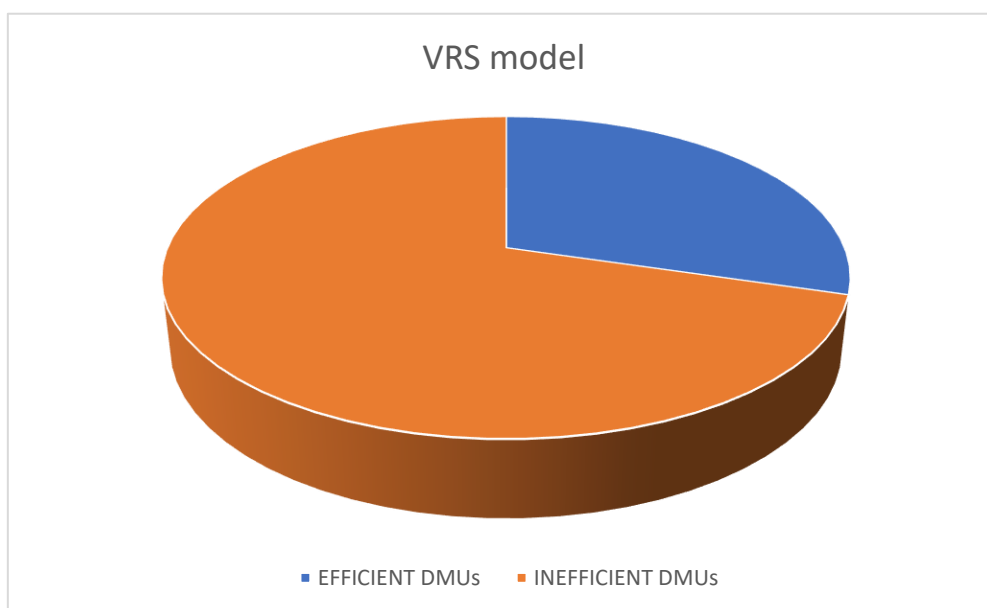
Η γραφική απεικόνιση των score αποδοτικότητας καθώς και των μεταβολών τους για τα δύο μοντέλα μας βρίσκεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 15 Διάγραμμα Συγκεντρικών Scores Αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας για τα μοντέλα VRS και CRS

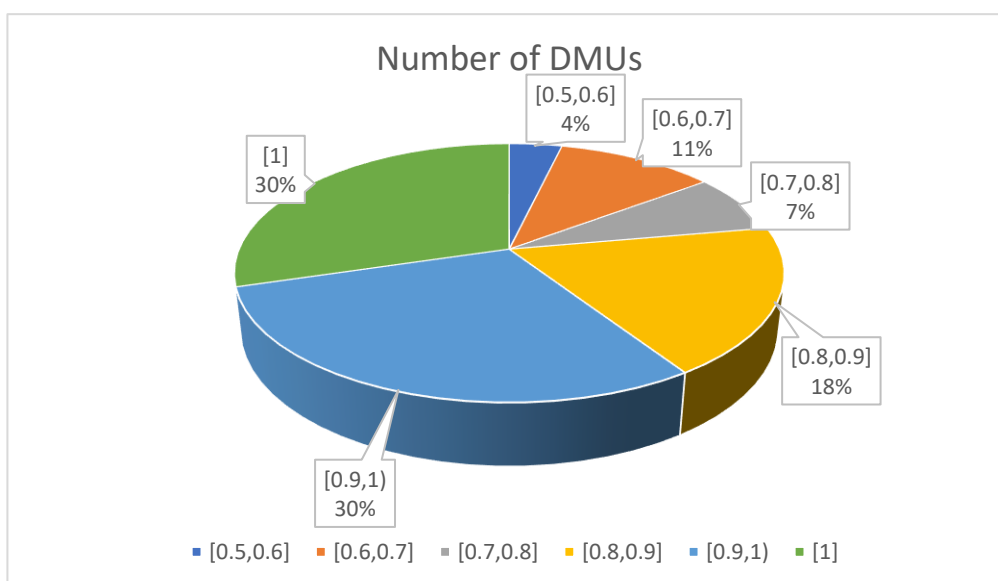
Παρατηρούμε πως για το μοντέλο BCC υπάρχουν 8 χώρες με score αποδοτικότητας 1 και οι οποίες με βάση την DEA θεωρούνται ως αποδοτικές. Οι αποδοτικές χώρες είναι

Κύπρος , Ελλάδα , Λουξεμβούργο , Ισπανία , Σουηδία , Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία και Ρουμανία όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



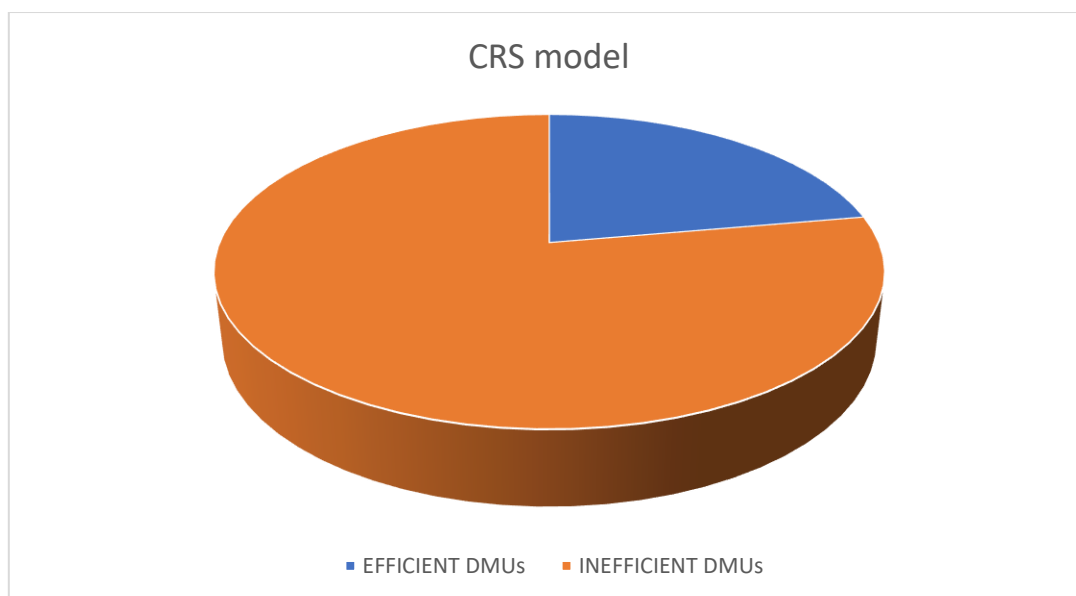
Εικόνα 16 Απεικόνιση Αποδοτικών και Μη- Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο VRS

Η χώρα που συγκέντρωσε και σε αυτή την περίπτωση το μικρότερο score αποδοτικότητας είναι η Γερμανία με 0.536. Για την περίπτωση της εφαρμογής του BCC μοντέλου έχουμε 1 χώρα με αποδοτικότητα μεταξύ 0.5 και 0.6 η οποία είναι η Γερμανία , 3ς χώρες μεταξύ του 0.6 και 0.7 , 2 χώρες μεταξύ του 0.7 και 0.8 , 5 χώρες μεταξύ 0.8 και 0.9 και 8 χώρες μεταξύ του 0.9 και του 1 χωρίς να φτάνουν σε αυτό. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά εμφανίζονται σχηματικά στο παρακάτω διάγραμμα.



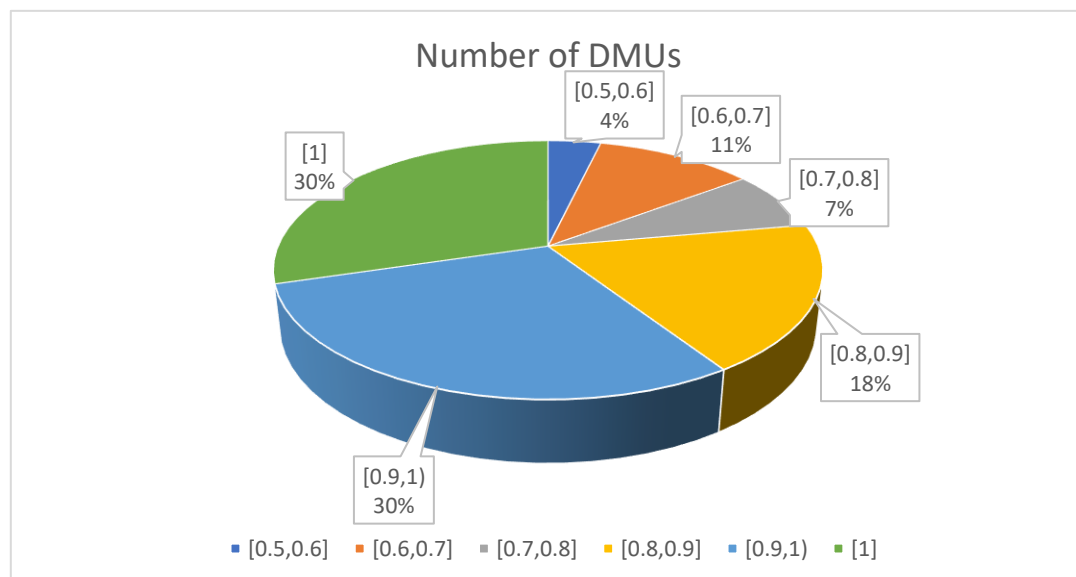
Εικόνα 17 Εύρος τιμών αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας για το VRS μοντέλο

Παρατηρούμε πως όσο αφορά το μοντέλο CCR υπάρχουν 6 χώρες οι οποίες καταφέρνουν να πετύχουν score αποδοτικότητας 1 συνεπώς μόνο αυτές μπορούν να θεωρηθούν αποδοτικές. Οι χώρες αυτές είναι η Κύπρος, Ελλάδα, Λουξεμβούργο, Σουηδία, Ιρλανδία, Ρουμανία.



Εικόνα 18 Απεικόνιση Αποδοτικών και Μη- Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο CRS

Ο μέσος όρος της αποδοτικότητας για το σύνολο των χωρών μας είναι 0.86 με το χαμηλότερο score να κατέχει η Γερμανία με 0.5359. Επιπλέον έχουμε 2 χώρες με score μεταξύ 0.5 και 0.6 οι οποίες είναι η Γερμανία και η Γαλλία, έχουμε 2 χώρες με score 0.6 και 0.7, 3 χώρες μεταξύ 0.7 και 0.8, 5 μεταξύ του 0.8 και 0.9 και 9 χώρες με score αποδοτικότητας από 0.9 και 1 χωρίς να αξίζουν τη μονάδα όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 19 Εύρος τιμών αποδοτικότητας Συστημάτων Υγείας για το CRS μοντέλο

Έχοντας πλέον υπολογίσει την τεχνική αποδοτικότητα των χωρών μας και εφόσον για κάθε μοντέλο έχουμε εξακριβώσει ποιες από αυτές θεωρούνται αποδοτικές είμαστε πλέον

σε θέση να θέσουμε στόχους για τις μη αποδοτικές μονάδες . Η επιλογή του προσανατολισμού προς τις εισόδους αφορά την ελαχιστοποίηση των εισροών , έτσι λοιπόν τα input targets μας δείχνουν κατά πόσο θα πρέπει και ποιες εισροές πρέπει να μειωθούν ώστε οι χώρες που δεν είναι αποδοτικές να γίνουν αποδοτικές συγκριτικά με τις υπόλοιπες.

Παρακάτω αναφέρουμε τις μεταβολές που πρέπει να υπάρξουν στις εισροές των μη αποδοτικών χωρών ώστε να μπορούν να γίνουν αποδοτικές για το CCR και BCC Μοντέλα που υποθέτουν Σταθερές και Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας(CRS,VRS).

DMUs	Συνολικός Αριθμός Διαθέσιμων Νοσοκομειακών Κρεβατιών ανά 100.000 κατοίκους	Συνολικές Δαπάνες για το Σύστημα Υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ	Συνολικός Αριθμός Ιατρών ανά 1.000 κατοίκους	Συνολικός Αριθμός Νοσοκόμων Ανά 1.000 κατοίκους
Αυστρία	377,06	6,34	1,53	6,29
Βέλγιο	339,76	6,5	1,62	6,77
Τσεχία	518,64	5,99	1,73	6,77
Δανία	241,31	9,41	3,32	9,39
Εσθονία	421,77	6,34	1,39	5,77
Φινλανδία	276,8	7,58	2,89	10,52
Γαλλία	316,24	7,65	2,34	5,18
Γερμανία	431,88	6,27	1,55	6,32
Ουγγαρία	642,15	5,85	1,58	6,13
Ισλανδία	271,49	8,27	3,78	10,65
Ιταλία	306,84	8,40	3,73	6,50
Λετονία	441,49	6,55	0,96	4,35
Λιθουανία	542,02	5,97	1,68	6,57
Μάλτα	304,52	7,85	2,20	4,48
Ολλανδία	260,30	8,57	2,88	9,04
Πολωνία	533,28	6,26	1,18	4,95
Πορτογαλία	286,87	7,78	1,64	5,80
Σλοβακία	519,39	6,26	1,23	5,13
Σλοβενία	336,98	6,47	1,90	7,83

Πίνακας 6 Στοχοθέτηση Μη-Αποδοτικών χωρών για το VRS μοντέλο

Για την στοχοθέτηση των μονάδων που δεν ήταν αποδοτικές χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη deaR καθώς μας παρείχε τη δυνατότητα μέσω της συνάρτησης targets να βρούμε τις μεταβολές που έπρεπε να κάνουμε ώστε οι μονάδες μας να γίνουν αποδοτικές. Ο λόγος που εφαρμόσαμε αυτή την επιπλέον βιβλιοθήκη ήταν επειδή παρατηρήσαμε πως η αρχική μας βιβλιοθήκη Benchmarking υστερούσε σε αυτό το σημείο ενώ παράλληλα η deaR χρησιμοποιήθηκε και σαν μέσω επαλήθευσης των score αποδοτικότητας στην περίπτωση που η πρώτη είχε κάποια αστοχία κατά την ανάθεση των βαρών και κατά τον υπολογισμό των slacks, πράγμα το οποίο δεν συνέβη, επιπλέον η deaR μας προσέφερε καλύτερο data visualization καθώς μέσω αυτής μπορέσαμε να εκφράσουμε σχηματικά τις σχέσεις μεταξύ αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων όσο αφορά το ποιες μονάδες χρησιμοποιούν ως καλύτερη πρακτική κατά τη διαδικασία της σύγκρισης για την εύρεση της τεχνικής τους αποδοτικότητας.

Αντίστοιχα θα θέσουμε τους στόχους και για τις μη-αποδοτικές χώρες για το μοντέλο CCR εφαρμόζοντας και εδώ την ίδια συνάρτηση με αποτέλεσμα να λαμβάνουμε το επίπεδο των εισροών το οποίο θα έκανε τις χώρες μας να θεωρούνται αποδοτικές.

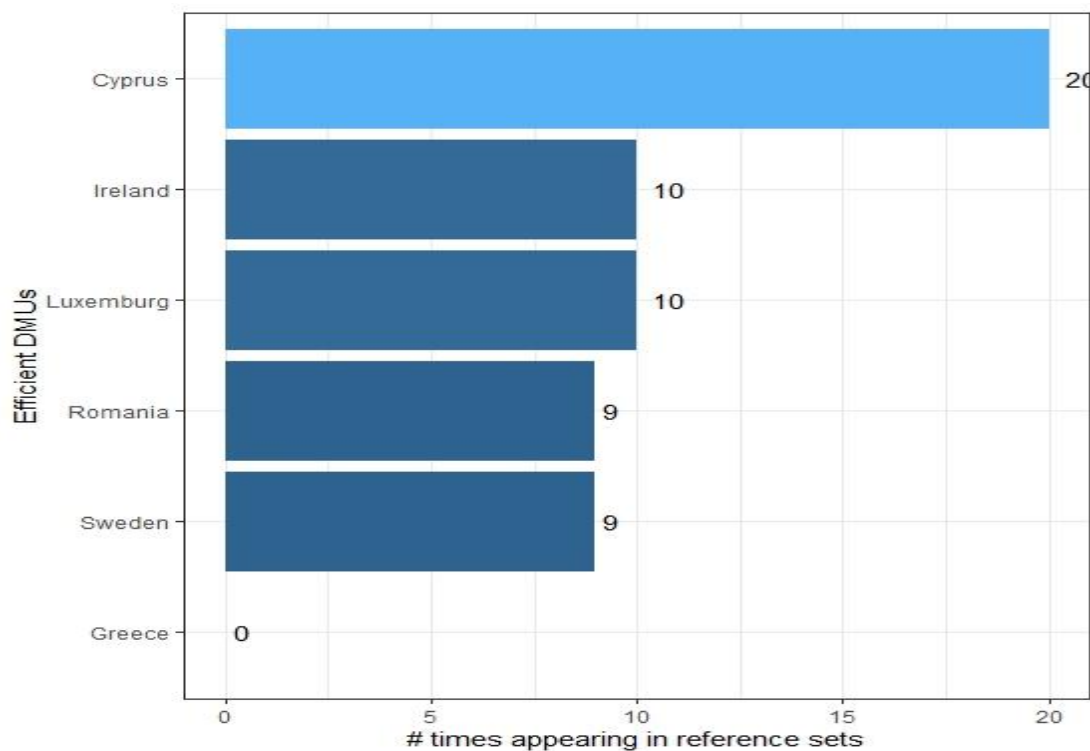
DMUs	Συνολικός Αριθμός Διαθέσιμων Νοσοκομειακών Κρεβατιών ανά 100.000 κατοίκους	Συνολικές Δαπάνες για το Σύστημα Υγείας ως ποσοστό του ΑΕΠ	Συνολικός Αριθμός Ιατρών ανά 1.000 κατοίκους	Συνολικός Αριθμός Νοσοκόμων Ανά 1.000 κατοίκους
Αυστρία	434,95	6,34	1,54	6,29
Βέλγιο	338,23	6,47	1,61	6,74
Τσεχία	517,73	5,97	1,72	6,76
Δανία	237,11	9,25	3,27	9,23
Εσθονία	411,57	6,19	1,35	5,63
Φινλανδία	274,61	7,52	2,87	10,44
Γαλλία	344,09	6,54	1,56	6,54
Γερμανία	424,18	6,27	1,55	6,32
Ουγγαρία	639,31	5,83	1,58	6,10
Ισλανδία	263,13	8,02	3,63	12,54
Ιταλία	289,06	7,91	1,75	6,12
Λετονία	417,29	6,19	0,91	4,11
Λιθουανία	525,41	5,79	1,62	6,37
Μάλτα	311,71	7,02	0,85	4,17
Ολλανδία	258,37	8,51	2,86	8,98
Πολωνία	529,68	6,22	1,18	4,92
Πορτογαλία	284,66	7,72	1,63	5,76
Σλοβακία	512,0	6,18	1,22	5,06
Σλοβενία	333,20	6,40	1,88	7,74
Ισπανία	285,93	8,22	1,75	5,72
Ηνωμένο Βασίλειο	293,65	9,28	2,95	8,07

*Πίνακας 7 Στοχοθέτηση Μη-Αποδοτικών χωρών για το CRS μοντέλο*

Μια σημαντική παρατήρηση στο σημείο αυτό είναι πως οι χώρες οι οποίες έχουν παντού 0 στα slacks/targets των εισροών είναι όσες ήδη έχουν θεωρηθεί ως αποδοτικές άρα δεν αναφέρονται στους παραπάνω πίνακες στοχοθέτησης. Συνεπώς δεν χρειάζεται να κάνουν καμία αλλαγή στο επίπεδο των εισροών τους και για το λόγο αυτό δεν χρειάστηκε να τις παραθέσουμε. Στο σημείο αυτό και εφόσον έχουμε παραθέσει τόσο τα συγκεντρωτικά scores αποδοτικότητας για τις χώρες μας και θέσαμε στόχους για την ελαχιστοποίηση των εισόδων πρέπει να αναφερθούμε και στα peer groups και να αναφέρουμε ποιες είναι οι χώρες που εμφανίζονται περισσότερες φορές ως best practice units.



### Μοντέλο CRS



Εικόνα 20 Αποδοτικές χώρες και φορές που χρησιμοποιήθηκαν ως σημείο αναφοράς για το μοντέλο CRS

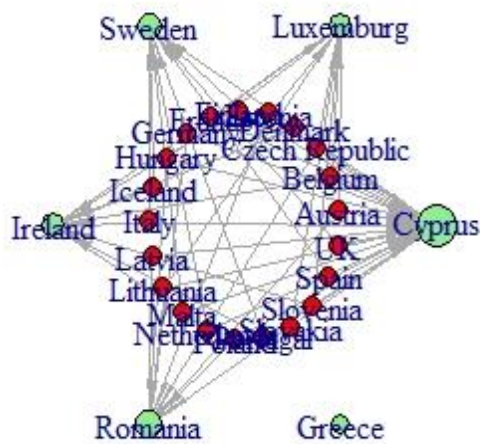
**Η Κύπρος** ήταν η μονάδα οι οποία εμφανίστηκε περισσότερες φορές ως best practice unit και πιο συγκεκριμένα εμφανίστηκε 20 φορές κάτι το οποίο σημαίνει για το σύνολο των 27 χωρών του δείγματος μας πως αποτέλεσε παράδειγμα σύγκρισης για όλες τις μη-αποδοτικές χώρες του δείγματος μας καθώς μετρήθηκε και ως best practice unit ο ίδιος της ο εαυτός από το πρόγραμμα μας.

**Το Λουξεμβούργο** εμφανίστηκε 10 φορές και τα peer groups στα οποία εμφανίζεται αποτελούνται από την Αυστρία , Βέλγιο , Τσεχία , Εσθονία , Γαλλία , Γερμανία , Ουγγαρία , Λιθουανία , Σλοβακία και Σλοβενία.

**Η Σουηδία** εμφανίστηκε 9 φορές και αποτέλεσε best practice unit για τις Δανία , Φινλανδία , Ισλανδία , Ιταλία , Μάλτα , Ολλανδία , Πορτογαλία , Ισπανία και Ηνωμένο Βασίλειο.

**Η Ιρλανδία** 10 φορές για τις χώρες Βέλγιο , Δανία , Φινλανδία , Ισλανδία , Γαλλία , Ιταλία , Μάλτα , Πορτογαλία και Σλοβενία.

Ενώ **η Ρουμανία** εμφανίστηκε και αυτή 9 φορές και το peer groups στα οποία εμφανίζεται αποτελείται από τις Αυστρία , Τσεχία , Εσθονία , Γερμανία , Ουγγαρία , Λετονία , Λιθουανία , Πολωνία και Σλοβακία.

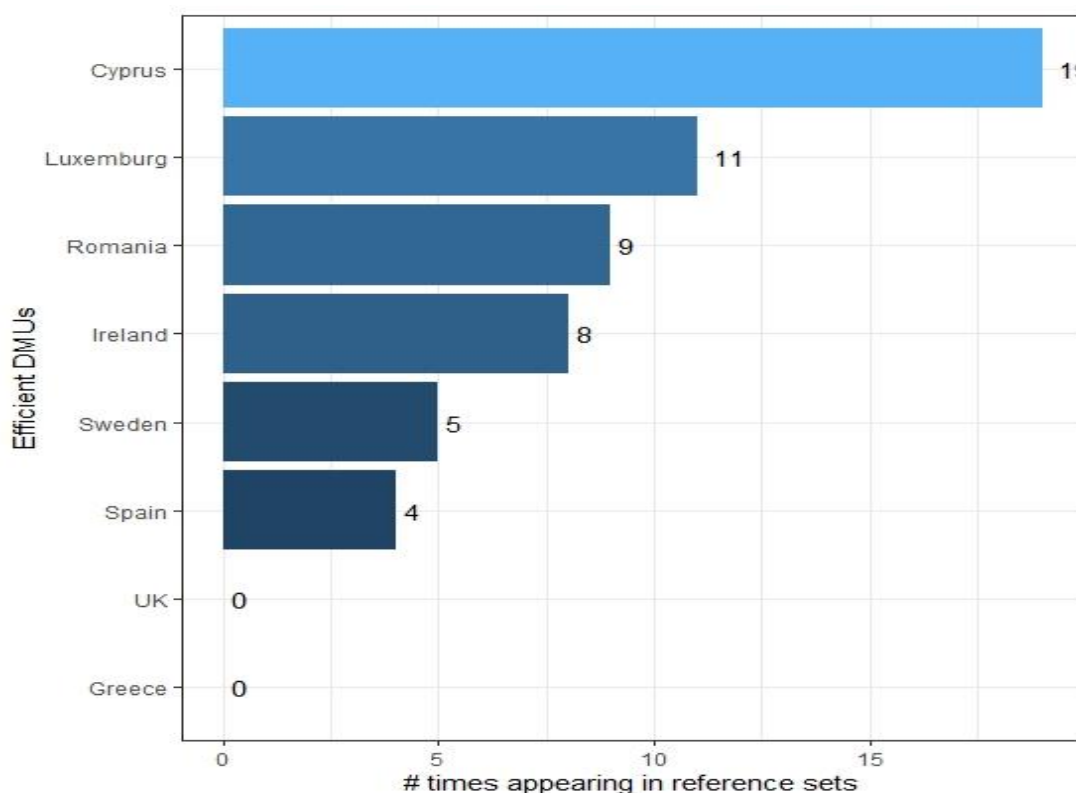


Εικόνα 21 Σχηματική Απεικόνιση Αποδοτικών χωρών που εμφανίστηκαν ως *Best Practice Unit* των Μη- Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο CRS

### Μοντέλο BCC

Για την περίπτωση του BCC μοντέλου παρατηρούμε πως υπάρχουν περισσότερες αποδοτικές μονάδες συνεπώς θα υπάρχουν περισσότερες αναφορές σε περισσότερα *peer groups* καθώς για κάθε μη αποδοτική μονάδα η DEA ορίζει ένα σύνολο αποδοτικών μονάδων με τις οποίες συγκρίθηκαν, για το λόγο αυτό παρατηρήσαμε πως πολλές φορές η ίδιες αποδοτικές μονάδες εμφανίστηκαν ως μέτρο σύγκρισης για τις ίδιες μη αποδοτικές μονάδες σε διαφορετικά *groups*.

Συγκεκριμένα η Κύπρος εμφανίζεται 19 φορές ως best practice unit για τις μη αποδοτικές μονάδες , το Λουξεμβούργο 11 φορές από 4ς φορές η Ισπανία , η Σουηδία 5 , 8 φορές εμφανίστηκε η Ιρλανδία και 9 φορές η Ρουμανία.



Εικόνα 22 Αποδοτικές χώρες και φορές που χρησιμοποιήθηκαν ως σημείο αναφοράς για το μοντέλο VRS

Όσο αφορά την **Κύπρο** τα peers τις είναι η Αυστρία , το Βέλγιο , η Τσεχία , η Δανία , η Εσθονία , η Φινλανδία , η Γαλλία , η Γερμανία , η Ουγγαρία , η Ισλανδία , η Ιταλία , η Λετονία , η Λιθουανία , η Μάλτα , η Πολωνία , η Πορτογαλία και οι Σλοβακία και Σλοβενία.

Παρατηρούμε πως σε σχέση με το μοντέλο CCR που η Κύπρος είχε εμφανιστεί ως best practice unit και τα peers της ήταν όλες οι μη αποδοτικές μονάδες πλέον έχει μικρότερο αριθμό peers καθώς πλέον υπάρχουν περισσότερες αποδοτικές μονάδες με τις οποίες συγκρίθηκαν οι μη αποδοτικές , με συνέπεια να αποτελούν για αυτές σημείο αναφοράς(best practice unit).

Για το **Λουξεμβούργο** τα peers είναι η Αυστρία , το Βέλγιο , η Τσεχία , η Εσθονία, η Γαλλία , η Γερμανία , η Ουγγαρία , η Ιταλία , η Λιθουανία , η Σλοβακία και η Σλοβενία.

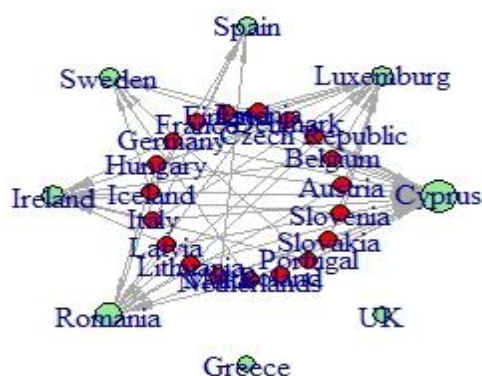
Για την **Ισπανία** αντίστοιχα έχουμε τις Γαλλία , Ισλανδία , Ιταλία και Μάλτα.

Για τη **Σουηδία** οι Δανία , Φινλανδία , Ισλανδία , Ολλανδία και Πορτογαλία.

Τα peers με τα οποία σχετίζεται η **Ιρλανδία** είναι το Βέλγιο , η Δανία , η Φινλανδία , η Ισλανδία , η Ιταλία , η Ολλανδία, η Πορτογαλία και η Σλοβενία.

Τέλος όσο αφορά την περίπτωση της **Ρουμανίας** έχουμε την Αυστρία , τη Τσεχία , την Εσθονία , τη Γερμανία , την Ουγγαρία , τη Λετονία , τη Λιθουανία , την Πολωνία και τη Σλοβακία.

Μια σημαντική σημείωση είναι πως υπάρχουν αποδοτικές μονάδες οι οποίες δεν αποτελούν παραδείγματα σύγκρισης για μη αποδοτικές μονάδες άρα δεν βρίσκονται στα peers groups , παρόλα αυτά στο παράρτημα της εργασίας παρατίθενται εικόνες από το R Studio στις οποίες παρουσιάζονται οι αποδοτικές αυτές μονάδες όμως ως best practice unit έχουν τον εαυτό τους. Για το λόγο αυτό δεν τις αναφέραμε εδώ.



Εικόνα 23 Σχηματική Απεικόνιση Αποδοτικών χωρών που εμφανίστηκαν ως Best Practice Units των Μη-Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο VRS

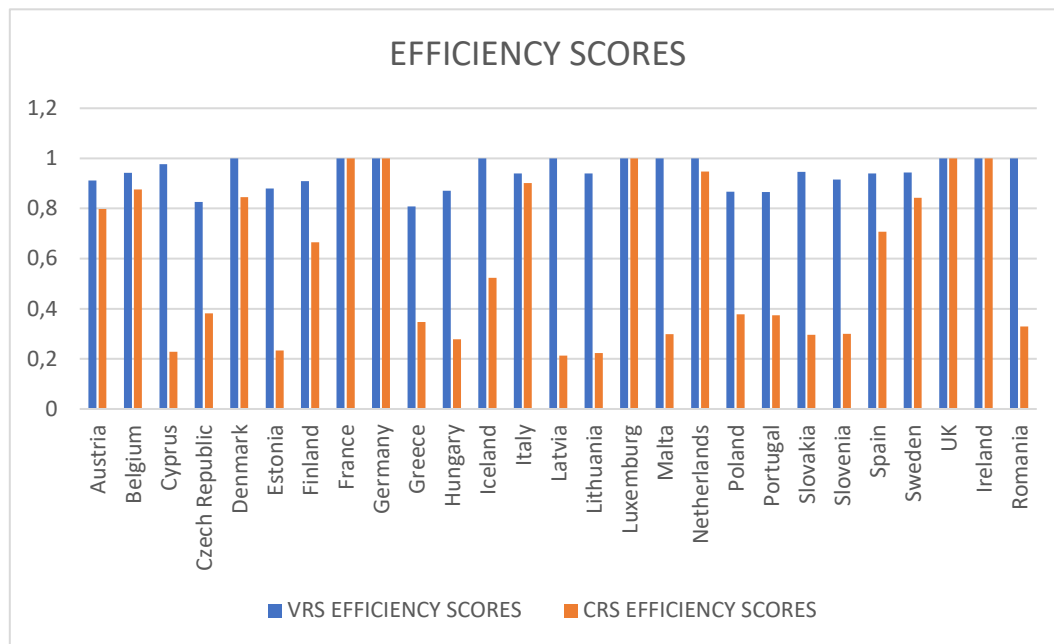
### 6.5.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων(Οικονομιών)

Στην ενότητα αυτή βρίσκονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μας όπως προέκυψε μετά την εφαρμογή της βιβλιοθήκης Benchmarking στο R Studio. Για την εύρεση της αποδοτικότητας και για τα δύο μοντέλα που εφαρμόσαμε , των slacks των εισόδων καθώς και για το σχηματισμό/αναφορά των peer groups εργαστήκαμε με τον ίδιο τρόπο όπως και για την ανάλυση των Συστημάτων Υγείας. Ξεκινώντας λοιπόν την παράθεση των αποτελεσμάτων στον πίνακα που ακολουθεί βρίσκονται συγκεντρωτικά τα scores αποδοτικότητας τόσο για το CCR όσο και για το BCC μοντέλο.

DMU	VRS EFFICIENCY SCORES	CRS EFFICIENCY SCORES
<b>Αυστρία</b>	0.9117497	0.7980373
<b>Βέλγιο</b>	0.9428360	0.8757633
<b>Κύπρος</b>	0.9770014	0.2284183
<b>Τσεχία</b>	0.8260047	0.3821694
<b>Δανία</b>	1.0000000	0.8453572
<b>Εσθονία</b>	0.8793515	0.2334580
<b>Φινλανδία</b>	0.9092365	0.6653535
<b>Γαλλία</b>	1.0000000	1.0000000
<b>Γερμανία</b>	1.0000000	1.0000000
<b>Ελλάδα</b>	0.8078922	0.3477342
<b>Ουγγαρία</b>	0.8704702	0.2780153
<b>Ισλανδία</b>	1.0000000	0.5228684
<b>Ιταλία</b>	0.9399195	0.9009194
<b>Λετονία</b>	1.0000000	0.2124077
<b>Λιθουανία</b>	0.9394019	0.2233525
<b>Λουξεμβούργο</b>	1.0000000	1.0000000
<b>Μάλτα</b>	1.0000000	0.2986021
<b>Ολλανδία</b>	1.0000000	0.9480772
<b>Πολωνία</b>	0.8664034	0.3775956
<b>Πορτογαλία</b>	0.8653209	0.3735771
<b>Σλοβακία</b>	0.9462307	0.2963459
<b>Σλοβενία</b>	0.9161361	0.2995850
<b>Ισπανία</b>	0.9394562	0.7075963
<b>Σουηδία</b>	0.9440132	0.8428659

<b>Ηνωμένο Βασίλειο</b>	1.0000000	1.0000000
<b>Ιρλανδία</b>	1.0000000	1.0000000
<b>Ρουμανία</b>	1.0000000	0.3290119

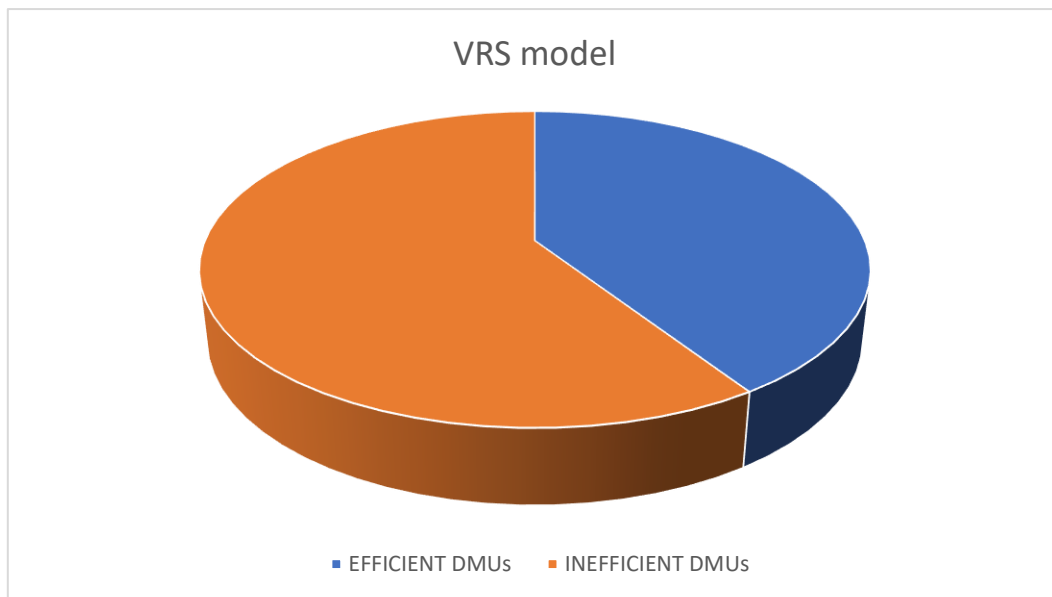
Πίνακας 8 Συγκεντρωτικά Scores Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων για τα μοντέλα VRS και CRS



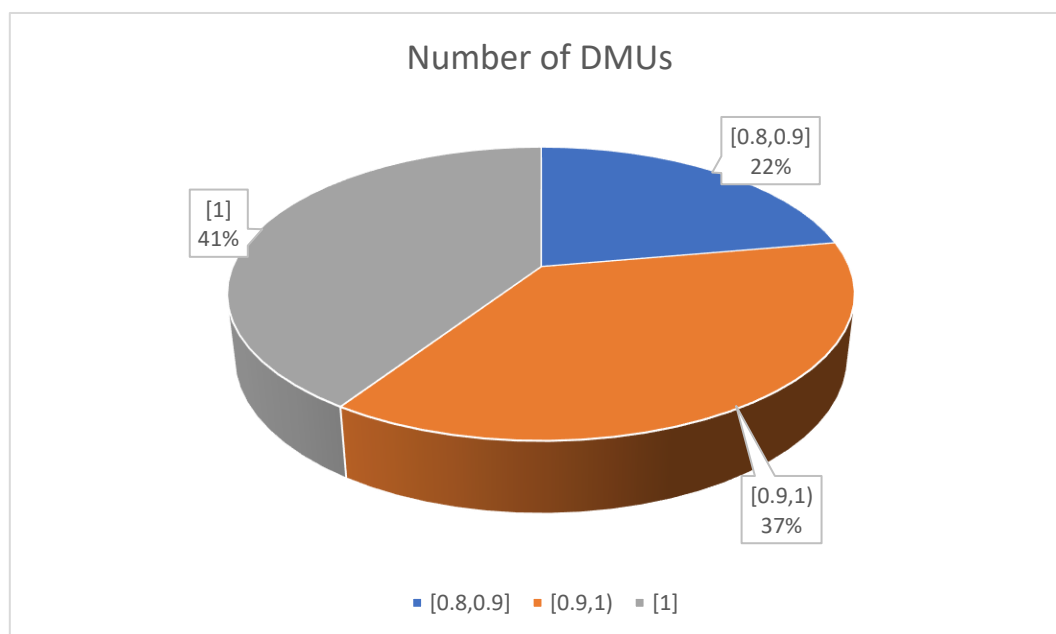
Εικόνα 24 Διάγραμμα Συγκεντρωτικών Scores Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων για τα μοντέλα VRS και CRS

Παρατηρούμε πως όσο αφορά τις οικονομίες των χωρών οι διαφορές στα score αποδοτικότητας μεταξύ των δύο μοντέλων είναι πολύ πιο έντονες ενώ παράλληλα μονάδες που είναι αποδοτικές για το BCC μοντέλο δεν είναι για το CCR.

Για το μοντέλο **BCC** που υποθέτει διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας έχουμε 11 χώρες που είναι αποδοτικές που αποτελεί το 41% των DMUs μας , 6 χώρες με score αποδοτικότητας εντός του  $[0.8 , 0.9]$  και αποτελούν το 22% ενώ έχουμε 10 χώρες στο διάστημα αποδοτικότητας  $[0.9 , 1)$  δηλαδή το 37% του συνόλου μας. Το μέσο score αποδοτικότητας για τις μονάδες μας είναι 0,944.

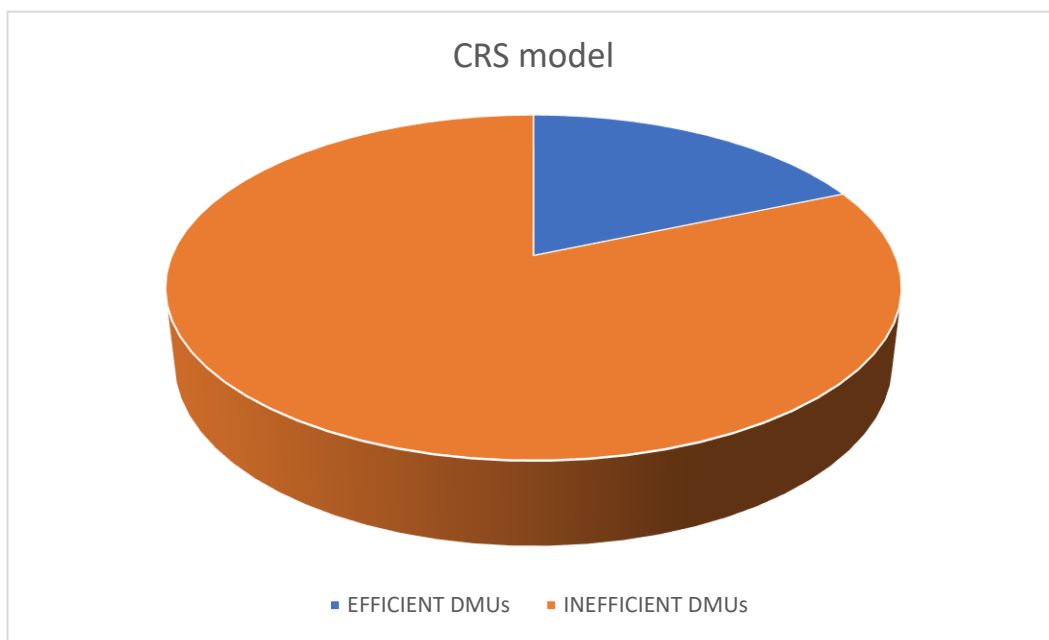


Εικόνα 25 Απεικόνιση Αποδοτικών και Μη-Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο VRS

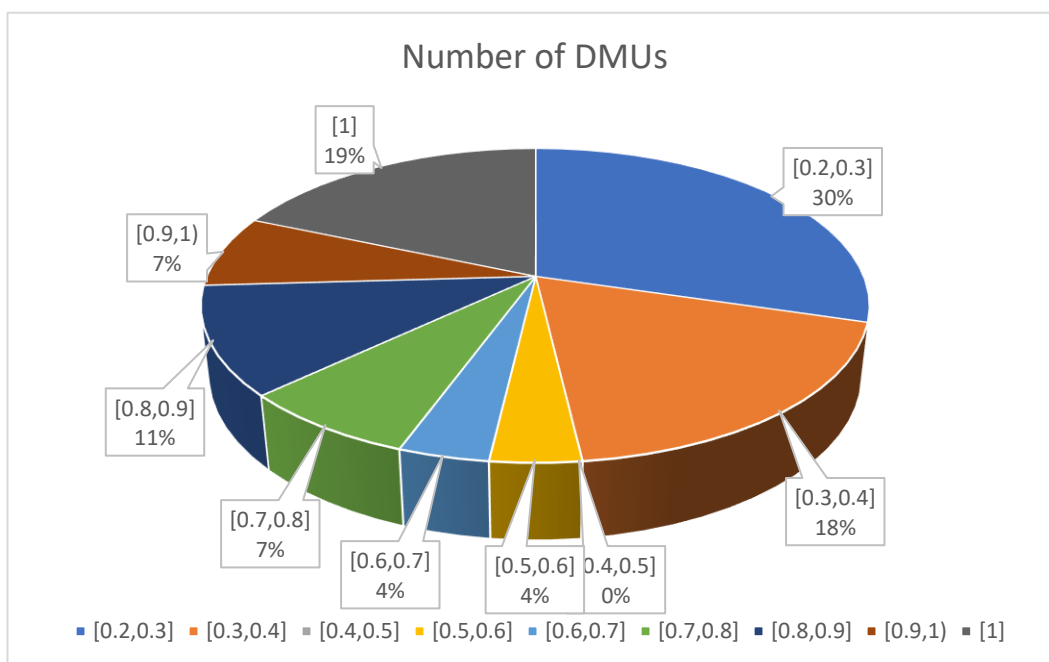


Εικόνα 26 Εύρος τιμών Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων για το μοντέλο VRS

Σε αντίθεση για την υπόθεση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας του **CCR** μοντέλου έχουμε μόνο 5 αποδοτικές μονάδες που αποτελούν το 19% ενώ πλέον υπάρχει πολύ μεγαλύτερη κατανομή όσο αφορά τα scores αποδοτικότητας καθώς το χαμηλότερο score ήταν μόλις 0.21 το οποίο κατέχει η Λετονία. Επομένως έχουμε 8 μονάδες μεταξύ του [0.2 , 0.3] που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό 30% , 5 μονάδες μεταξύ του [0.3 , 0.4] δηλαδή το 18,5% , από 1 μονάδα στα διαστήματα [0.5 , 0.6] ή το 3,7% και [0.6 , 0.7] , 2 μονάδες στο εύρος [0.7 , 0.8] που σημαίνει το 7,4%, 3ς στο [0.8 , 0.9] 11,1% και 2 μεταξύ του [0.9 , 1) που είναι το 7,4% , με Μ.Ο αποδοτικότητας 0,59.



Εικόνα 27 Απεικόνιση Αποδοτικών και Μη-Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο CRS



Εικόνα 28 Εύρος τιμών Αποδοτικότητας Οικονομικών Συστημάτων για το μοντέλο CRS

Όπως έχουμε αναφέρει και για τη διεξαγωγή της ανάλυσης των Οικονομιών των χωρών της Ε.Ε για το έτος 2019 εφαρμόσαμε προσανατολισμό προς τις εισροές και για τα δύο μοντέλα μας καθώς θέλαμε να διαπιστώσουμε ποιες μονάδες μπορούν να θεωρηθούν αποδοτικές δηλαδή να καταφέρουν να πετύχουν τον στόχο τους στην περίπτωση μας το συνολικό ΑΕΠ τους αξιοποιώντας τους πόρους που διαθέτουν ήδη , και ποιες θα μπορούσαν



να καταφέρουν το ίδιο αποτέλεσμα αξιοποιώντας καλύτερα τους πόρους τους που σημαίνει ότι θα μπορούσαν να μειώσουν το επίπεδο των εισροών τους αφού για να μην θεωρούνται αποδοτικές συγκριτικά με τις υπόλοιπες σημαίνει ότι υπάρχει κάποια μορφή σπατάλης.

Έτσι λοιπόν και σε αυτή την περίπτωση υπολογίσαμε τα slacks/targets για τις εισόδους μας ώστε να θέσουμε τους στόχους εκείνους ( σε επίπεδο εισροών) που αν εφάρμοζαν οι υπό μελέτη μονάδες μας θα γινόντουσαν αποδοτικές. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε το επίπεδο των εισροών που θα πρέπει να διαθέτουν οι χώρες μας ώστε να θεωρούνται αποδοτικές.

Για τις αποδοτικές χώρες τα slacks/targets των εισόδων είναι για όλες τις εισροές μας μηδενικά ενώ στην περίπτωση των μη αποδοτικών χωρών περιέχουν μη αρνητικές τιμές. Συνεπώς έχουμε τα εξής αποτελέσματα ξεκινώντας με το BCC μοντέλο.

DMUs	Εργατικό Δυναμικό Εκφρασμένο σε Χιλιάδες Πολιτών	Μέσος Όρος Ωρών Εργασίας Ανά εργάτη	Δαπάνες στον Τομέα της Έρευνας Κ' Ανάπτυξης ως ποσοστό του ΑΕΠ
Αυστρία	4156,84	1375,46	2,85
Βέλγιο	4813,83	1486,85	2,37
Κύπρος	634,75	1767,49	0,69
Τσεχία	2298,76	1475,24	1,59
Εσθονία	617,83	1489,97	1,43
Φινλανδία	2481,61	1398,76	2,54
Ελλάδα	2229,08	1548,48	1,03
Ουγγαρία	1361,56	1499,12	1,28
Ιταλία	24382,54	1607,45	1,37
Λιθουανία	631,08	1564,48	0,93
Πολωνία	6959,97	1544,45	1,14
Πορτογαλία	2369,14	1509,03	1,21
Σλοβακία	1565,32	1601,02	0,78
Σλοβενία	941,97	1467,46	1,87
Ισπανία	16823,33	1581,01	1,17
Σουηδία	5184,11	1372,02	2,90

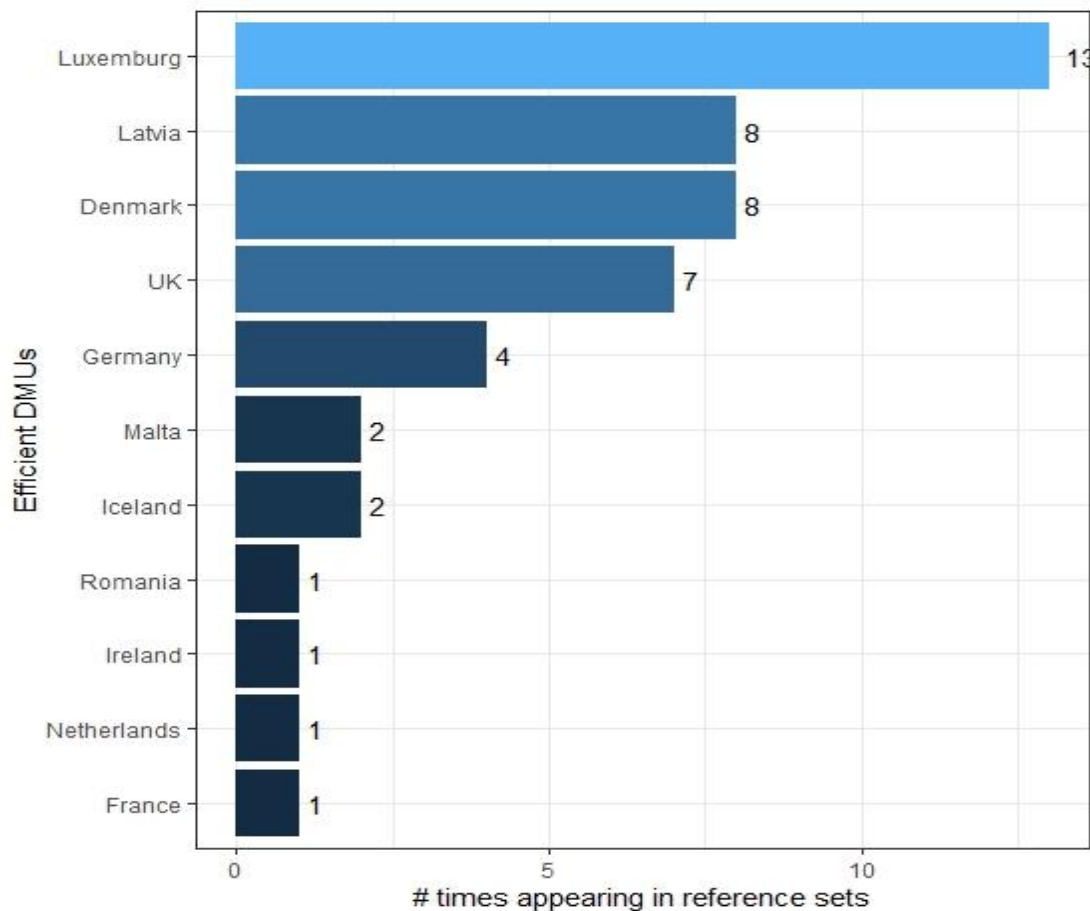
Πίνακας 9 Στοχοθέτηση Μη-Αποδοτικών χωρών για το VRS μοντέλο

DMUs	Εργατικό Δυναμικό Εκφρασμένο σε Χιλιάδες Πολιτών	Μέσος Όρος Ωρών Εργασίας Ανά εργάτη	Δαπάνες στον Τομέα της Έρευνας Κ' Ανάπτυξης ως ποσοστό του ΑΕΠ
Αυστρία	3638,41	1203,91	0,92
Βέλγιο	4471,38	1381,07	1,07
Κύπρος	148,40	215,88	0,16
Τσεχία	2068,26	682,55	0,52
Δανία	2561,17	1159,40	0,85
Εσθονία	164,02	395,57	0,30
Φινλανδία	1829,52	1023,57	0,73
Ελλάδα	1644,74	583,96	0,44
Ουγγαρία	1298,85	478,79	0,36
Ισλανδία	108,91	535,85	0,41
Ιταλία	23370,84	1090,59	1,31
Λετονία	206,33	187,71	0,13
Λιθουανία	328,41	304,74	0,22
Μάλτα	80,23	227,84	0,17
Ολλανδία	8813,42	1363,80	1,24
Πολωνία	6425,99	365,44	0,49
Πορτογαλία	1961,84	651,48	0,50
Σλοβακία	812,40	328,77	0,24
Σλοβενία	308,03	479,87	0,36
Ισπανία	16293,74	751,89	0,88
Σουηδία	4642,42	1225,02	0,98
Ρουμανία	2951,96	135,61	0,15

*Πίνακας 10 Στοχοθέτηση Μη-Αποδοτικών χωρών για το CRS μοντέλο*

Με αντίστοιχο τρόπο παραθέτουμε τα peers των αποδοτικών χωρών όπως κάναμε στην προηγούμενη ενότητα για τα Συστήματα Υγείας και θα δείξουμε ποιες χώρες έχουν ως σημείο αναφοράς τις χώρες οι οποίες βρέθηκαν ως αποδοτικές για κάθε ένα μοντέλο.

### Μοντέλο BCC



Εικόνα 29 Αποδοτικές χώρες και φορές που χρησιμοποιήθηκαν ως σημείο αναφοράς για το VRS μοντέλο

Για το μοντέλο BCC είχαμε 11 αποδοτικές χώρες και παραθέτουμε στη συνέχεια τις χώρες οι οποίες αποτέλεσαν μέτρο σύγκρισης για άλλες μη αποδοτικές.

Επομένως για την **Δανία** το peer group που συστάθηκε αποτελείται από τις Αυστρία , Βέλγιο , Τσεχία , Εσθονία , Φινλανδία , Ουγγαρία , Σλοβενία και Σουηδία.

Η **Γαλλία** εμφανίζεται ως best practice unit για το Βέλγιο.

Η **Γερμανία** για τις Αυστρία , Τσεχία , Ουγγαρία και Σουηδία.

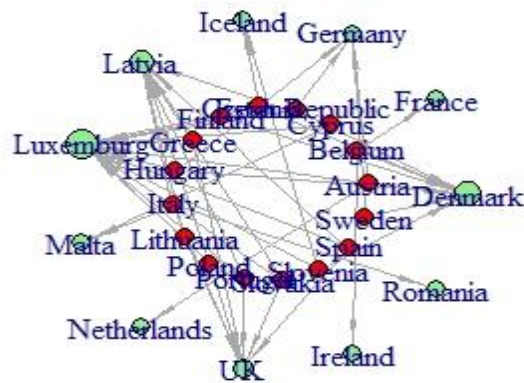
Η **Ισλανδία** αποτελεί μέτρο σύγκρισης για τις Εσθονία και Σλοβενία.

Η **Λετονία** για τις Κύπρο , Ελλάδα , Ιταλία , Λετονία , Λιθουανία , Πολωνία , Πορτογαλία , Σλοβακία και Ισπανία.

Το **Λουξεμβούργο** για τις Αυστρία , Κύπρο , Τσεχία , Εσθονία , Φινλανδία , Ελλάδα , Ουγγαρία , Λιθουανία , Πολωνία , Πορτογαλία , Σλοβακία , Σλοβενία και Ισπανία.

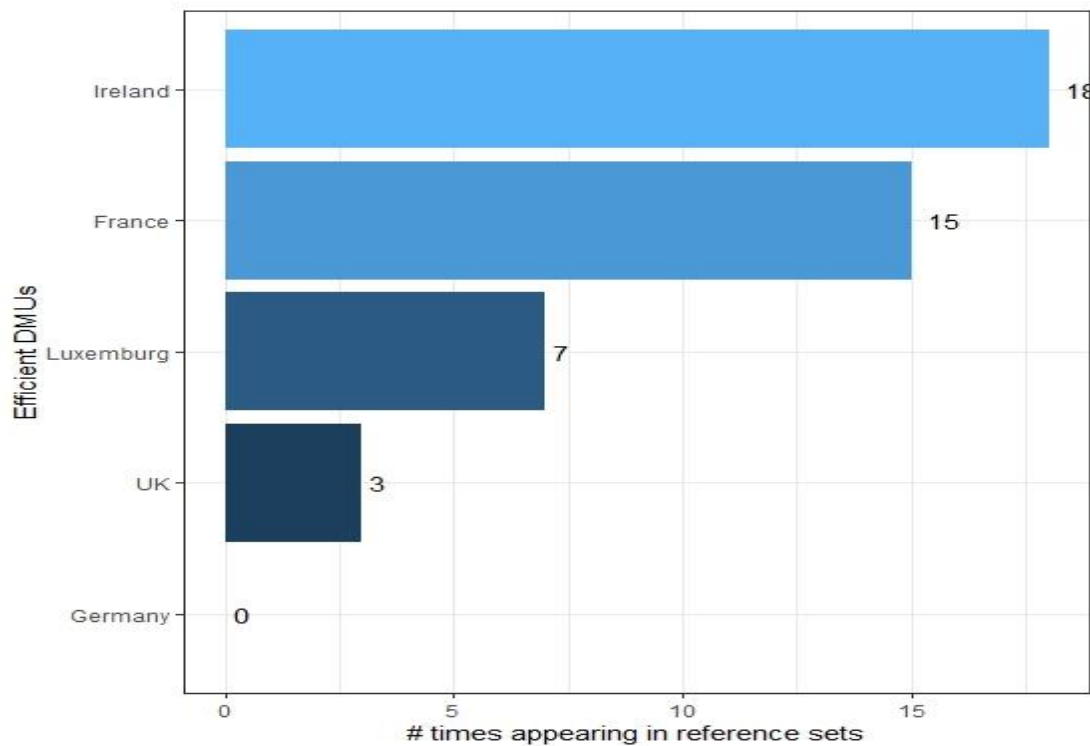
Η **Μάλτα** αποτέλεσε μέτρο σύγκρισης για την Ιταλία και η Κύπρος , η **Ολλανδία** για την Αυστρία , η **Ιρλανδία** για το Βέλγιο και η **Ρουμανία** για την Ιταλία.

Τέλος το **Ηνωμένο Βασίλειο** έχει ως peers τις Ελλάδα , Ιταλία , Λιθουανία , Πολωνία , Πορτογαλία και Σλοβακία.



Εικόνα 30 Σχηματική Απεικόνιση Αποδοτικών χωρών που εμφανίστηκαν ως Best-Practice Units των Μη-Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο VRS

### Μοντέλο CCR



Εικόνα 31 Αποδοτικές χώρες και φορές που χρησιμοποιήθηκαν ως σημείο αναφοράς για το CRS μοντέλο

Για την περίπτωση εφαρμογής του μοντέλου CCR συνολικά υπήρξαν 5 χώρες οι οποίες ήταν αποδοτικές και ήταν η Γαλλία , η Γερμανία , το Λουξεμβούργο , το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιρλανδία.

Πιο αναλυτικά για τη **Γαλλία** τα peers της ήταν η Αυστρία , το Βέλγιο , η Τσεχία , η Δανία , η Φινλανδία , η Ελλάδα , η Ουγγαρία , η Ιταλία , η Ολλανδία , η Πολωνία , η Πορτογαλία , η Σλοβακία , η Ισπανία , η Σουηδία και η Ρουμανία.

Για το **Λουξεμβούργο** αντίστοιχα είναι η Κύπρος , η Εσθονία , η Ισλανδία , η Λετονία , η Λιθουανία , η Μάλτα και η Σλοβενία.

Για το **Ηνωμένο Βασίλειο** έχουμε τις Ιταλία , Ισπανία και Ρουμανία

Ενώ για την περίπτωση της **Ιρλανδίας** φαίνεται πως αποτελεί μονάδα σύγκρισης (best practice unit) για τις εξής χώρες Αυστρία , το Βέλγιο , η Κύπρος , η Τσεχία , η Δανία , η Εσθονία , η Φινλανδία , η Ελλάδα , η Ουγγαρία , η Λετονία , η Λιθουανία , η Μάλτα , η Ολλανδία , η Πολωνία , η Πορτογαλία , η Σλοβακία , η Σλοβενία και η Σουηδία.



Εικόνα 32 Σχηματική Απεικόνιση Αποδοτικών χωρών που εμφανίστηκαν ως *Best-Practice Units* των Μη-Αποδοτικών χωρών για το μοντέλο CRS

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Συμπεράσματα και Παρατηρήσεις

Οι τομείς της υγείας και της οικονομίας αποτελούν βασικούς πυλώνες μιας κοινωνίας και είναι υπεύθυνοι σε μεγάλο βαθμό για την ευημερία της καθώς εξασφαλίζουν στους πολίτες των χωρών τους το βιοτικό επίπεδο που είναι αναγκαίο για την πρόοδο και τη διασφάλιση της κοινωνικής ευημερίας . Όταν τα κράτη λειτουργούν με τρόπο ώστε να προσφέρουν τις υπηρεσίες υγείας που κάθε φορά χρειάζονται οι πολίτες τους και παράλληλα ένα οικονομικό πλαίσιο το οποίο επιφέρει οικονομική ανάπτυξη και τεχνολογική πρόοδο τότε στην ουσία προσφέρει στο σύνολο του μια ελευθερία και σιγουριά στο σύνολο του πληθυσμού με αποτέλεσμα τη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής , της πίστης προς τους θεσμούς και κατ' επέκταση θέτει τις βάσεις για τη μελλοντική ευημερία του. Επομένως κρίνεται απαραίτητη η μελέτη της επίδοσης του στους δύο αυτούς τομείς και συγκεκριμένα όπως αναλύσαμε στην παρούσα εργασία τη μέτρηση της τεχνικής τους αποδοτικότητας δηλαδή της ικανότητας τους να μετατρέπουν αποδοτικά τους πόρους που διαθέτουν σε παραγόμενα αγαθά. Η ανάλυση αυτή έγινε συγκρίνοντας τις επιδόσεις των χωρών που έλαβαν μέρος στην ανάλυση μας και της κατάταξης αυτών ως αποδοτικές και ως μη αποδοτικές.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν μετά από τις παρατηρήσεις μας οι οποίες βασίστηκαν εξ' ολοκλήρου στην ανάλυση η οποία πραγματοποιήθηκε και για τους δύο τομείς(συστήματα) έχοντας εφαρμόσει τη μέθοδο της DEA με τη βοήθεια της γλώσσας R στο R Studio όπου εφαρμόσαμε τα βασικά μοντέλα τα οποία υποθέτουν τόσο σταθερές αποδόσεις κλίμακας όσο και διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας με σκοπό να έχουμε μια πιο ντετερμινιστική εικόνα ώστε τα συμπεράσματά μας να βασίζονται όσο το δυνατόν λιγότερο σε υποθέσεις.

### 7.1 Συστήματα Υγείας

Ολοκληρώνοντας την ανάλυση μας για τον τομέα της υγείας και έχοντας πλέον μετρήσει τη συγκριτική αποδοτικότητα των μονάδων μας προέκυψε πως οι χώρες οι οποίες θεωρήθηκαν ως αποδοτικές και για τα δύο μοντέλα τα οποία εφαρμόσαμε ήταν η **Κύπρος , η Ελλάδα , το Λουξεμβούργο , η Ολλανδία , η Σουηδία , η Ιρλανδία και η Ρουμανία** οι οποίες συγκέντρωσαν score αποδοτικότητας 1 ή 100% με βάση τις παραμέτρους τις οποίες λάβαμε υπ' όψη κατά τη διεξαγωγή της εργασίας , ο λόγος που και για τα δύο μοντέλα θεωρήθηκαν αποδοτικές οι χώρες που ήταν αποδοτικές στο CCR μοντέλο ήταν επειδή το μοντέλο CCR θεωρεί σταθερές αποδόσεις κλίμακας και επομένως θεωρεί πως όλες οι χώρες βρίσκονται στο MPSS(Most Productive Scale Size) συνεπώς η σύγκριση έγινε για κάθε μονάδα αναφοράς σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες κάτι το οποίο δεν έγινε για το VRS μοντέλο το οποίο θεωρεί πως οι μονάδες μας μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετική οικονομία κλίμακας και η σύγκριση κάθε φορά γίνεται μεταξύ μονάδων που διαθέτουν παρόμοια ποσοτικά χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε πως ο αριθμός των χωρών που θεωρήθηκαν αποδοτικές κατά το BCC μοντέλο ήταν μεγαλύτερος από αυτές του μοντέλου CCR όμως για αυτές η μεταβολή του score αποδοτικότητας μεταξύ των δύο μοντέλων που εφαρμόστηκαν ήταν αρκετά μικρή και πιο συγκεκριμένα για την Ισπανία που κρίθηκε ως αποδοτική για το BCC μοντέλο η διαφορά που υπήρξε ήταν της τάξης του 0.041 ενώ για το Ηνωμένο Βασίλειο

ήταν μόλις 0.024 δηλαδή της τάξης του 4% και 2% αντίστοιχα. Επιπρόσθετα δεν υπήρχαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ της αποδοτικότητας των χωρών καθώς ο M.O της αποδοτικότητας για το BCC μοντέλο ήταν 0.88 και για το CCR 0.86 κάτι το οποίο προκύπτει από το γεγονός πως το συνολικό μας δείγμα δεν παρουσίαζε πολύ μεγάλες μεταβολές στη διακύμανση των ποσοτικών χαρακτηριστικών, άρα ακόμα και αν για το BCC μοντέλο η σύγκριση έγινε μεταξύ παρόμοιων κάθε φορά μονάδων δεν υπήρχε τόσο μεγάλο χάσμα μεταξύ των χωρών που θεωρήθηκαν ως αποδοτικές.

Συμπερασματικά η μέθοδος της DEA είναι μια μέθοδος η οποία για την διεξαγωγή της απαιτεί από τον εκάστοτε μελετητή την επιλογή των δεδομένων που θα αξιοποιήσει. Η επιλογή αυτών των δεδομένων βασίστηκε τόσο σε βιβλιογραφικές αναφορές και επιστημονικές εργασίες όσο και στην κρίση μας με σκοπό την καλύτερη δυνατή περιγραφή των συστημάτων υγείας. Συνεπώς ο καθορισμός των αποδόσεων των χωρών μας έγινε με βάση τις επιλογές μας πράγμα που σημαίνει πως σε διαφορετική περίπτωση είναι πολύ πιθανό τα scores αποδοτικότητας να ήταν τελείως διαφορετικά. Οι χώρες οι οποίες θεωρήθηκαν αποδοτικές κρίθηκαν με βάση τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των εισροών και εκροών τους. Τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αυτά μετρήθηκαν τόσο σε σχέση με τα πληθυσμό αλλά και ως ποσοστό του συνολικού ΑΕΠ των χωρών μας. Έτσι λοιπόν όταν αναφερόμαστε στο συνολικό αριθμό διαθέσιμων κρεβατιών στα νοσοκομεία στην ουσία αναφερόμαστε στην διαθεσιμότητα του συστήματος υγείας να παρέχει ταυτόχρονα φροντίδα σε συγκεκριμένο αριθμό του πληθυσμού για την εκάστοτε χώρα. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση των ιατρών και νοσηλευτών οι οποίοι μετρήθηκαν ανά 1000 κατοίκους. Αυτό δείχνει επίσης και το επίπεδο προσβασιμότητας που παρέχει το σύστημα μας καθώς θεωρούμε πως η κατανομή αυτών γίνεται με βάση τις ανάγκες για παροχή υπηρεσιών φροντίδας σε όλα τα σημεία της υπό μελέτης χώρας. Επιπλέον το ποσοστό δαπανών για την υγεία που μετριέται κάθε φορά σε σχέση με το ΑΕΠ δείχνει σε ένα βαθμό την προτεραιότητα που δίνουν οι χώρες μας στον τομέα της υγείας ακόμα και αν υπάρχουν ποσοτικές διαφορές μεταξύ των ΑΕΠ των χωρών μας. Τέλος το προσδόκιμο ζωής το οποίο αποτέλεσε την εκροή μας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα του συστήματος να προσφέρει τις υπηρεσίες του στον γενικό πληθυσμό αλλά επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως οι συνθήκες διαβίωσης και οι συνήθειες του πληθυσμού, όμως επειδή η ανάλυση μας περιλαμβάνει χώρες της Ε.Ε και δεν έγινε για χώρες της Ευρώπης, της Αφρικής και της Ασίας όπου δεν υπάρχει ομοιογένεια μεταξύ των πληθυσμών κρίθηκε ως επαρκής για να περιγράψει τον τομέα της υγείας.

## 7.2 Οικονομικά Συστήματα

Η μελέτη της αποδοτικότητας των οικονομιών των χωρών της Ε.Ε παρουσίασε αρκετό ενδιαφέρον καθώς ακόμα και αν οι αναπτυγμένες χώρες του Ευρωπαϊκού Βορρά είχαν πολύ καλύτερη απόδοση από το σύνολο των χωρών του Νότου και πέτυχαν μεγαλύτερα scores αποδοτικότητας υπήρχαν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των δύο μοντέλων που εφαρμόσαμε. Πιο συγκεκριμένα αποδοτικές και για τα δύο μοντέλα ήταν **η Γερμανία, η Γαλλία, το Λουξεμβούργο το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιρλανδία** που συγκέντρωσαν scores αποδοτικότητας ίσο με τη μονάδα κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο. Παρατηρήσαμε όμως πως μεταξύ των δύο μοντέλων υπήρξαν πολύ μεγαλύτερες διακυμάνσεις σε σχέση με την προηγούμενη μας ανάλυση που αφορούσε την αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας. Αναλυτικά για το CCR μοντέλο οι χώρες που κρίθηκαν ως αποδοτικές ήταν μόλις 5 από τις 27



ενώ για το BCC μοντέλο το αντίστοιχο νούμερο ήταν υπερδιπλάσιο αφού 12 από τις 27 χώρες θεωρήθηκαν αποδοτικές μάλιστα το μέσο score αποδοτικότητας για την 1<sup>η</sup> περίπτωση ήταν 0.59 ενώ για την 2<sup>η</sup> περίπτωση ήταν 0.94. Οι χώρες που θεωρήθηκαν αποδοτικές ως προς το BCC μοντέλο είναι **η Κύπρος , η Δανία , η Γαλλία , η Γερμανία , η Ισλανδία , η Λετονία , το Λουξεμβούργο , η Μάλτα , η Ολλανδία , το Ηνωμένο Βασίλειο , η Ιρλανδία και η Ρουμανία** ενώ για το CCR είναι οι χώρες που αναφέραμε στην αρχή της ενότητας.

Συγκεκριμένα η υπόθεση που εφαρμόζει το BCC μοντέλο είναι αυτή των διαφορετικών αποδόσεων κλίμακας δηλαδή κατά τη σύγκριση των μονάδων αναλογιζόμαστε πως οι ποσοτικές αλλαγές που υπάρχουν μεταξύ των εισροών μπορούν είτε να αυξήσουν είτε να μειώσουν δυσανάλογα το επίπεδο των εκροών. Συνεπώς ακόμα και αν εφαρμόσουμε προσανατολισμό προς τις εισόδους διατηρώντας σταθερό το επίπεδο των εκροών χώρες οι οποίες έχουν πολύ μεγαλύτερες ποσοτικά εισροές θα θεωρηθούν πιο αποδοτικές σε σχέση με αυτές που έχουν πολύ χαμηλότερο κάτι το οποίο δεν λαμβάνει υπ' όψη της η υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας και για αυτό υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά μεταξύ τους όσο αφορά τη μελέτη της αποδοτικότητας, που με πιο απλά λόγια σημαίνει πως κατά την υπόθεση διαφορετικών αποδόσεων κλίμακας χώρες που διαθέτουν ποσοτικά μεγαλύτερο επίπεδο εισροών θα θεωρηθούν πιο αποδοτικές επιπρόσθετα κατά την εφαρμογή του BCC μοντέλου οι μη αποδοτικές μονάδες συγκρίνονται μόνο με μονάδες που διαθέτουν ίδια ποσοτικά χαρακτηριστικά κάτι το οποίο επηρεάζει σημαντικά την αξιολόγηση της αποδοτικότητας τους. Γενικά χώρες που διαθέτουν ποσοτικά μεγαλύτερο επίπεδο εισροών αναμένεται να είναι πιο αποδοτικές από άλλες που διαθέτουν λιγότερους αλλά όχι απαραίτητα κατά αναλογία. Οι παράγοντες που επιλέχθηκαν είναι εκφρασμένοι σε σχέση με το πληθυσμό της κάθε χώρας και του ΑΕΠ τους επομένως η αποδοτικότητα τους κρίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά της κάθε μιας και του επιπέδου των εκροών που παράγει που είναι το πραγματικό της ΑΕΠ επομένως όταν χώρες με μικρό πληθυσμό που αξιοποιούν επαρκές εργατικό δυναμικό με υψηλό αριθμό ωρών εργασίας και ικανοποιητικό ποσοστό του ΑΕΠ προς διάθεση για έρευνα και ανάπτυξη είναι λογικό να παρουσιάζουν σχετικά υψηλή αποδοτικότητα. Πιο συγκεκριμένα στο συνολικό μας δείγμα η Γερμανία και η Γαλλία αξιοποιεί το μεγαλύτερο εργατικό δυναμικό με σχετικά πολλές ώρες εργασίας ανά εργάτη και από τα υψηλότερα ποσοστά κεφαλαίων στην έρευνα και ανάπτυξη και επιτυγχάνουν το μεγαλύτερο ποσοτικά ΑΕΠ από όλες τις χώρες. Το ίδιο συμβαίνει και με τις υπόλοιπες αποδοτικές χώρες όταν συγκρίνονται με άλλες χώρες που έχουν παρόμοια ποσοτικά χαρακτηριστικά με αυτές. Επιπρόσθετα σε αντίθεση με την μελέτη των συστημάτων υγείας παρατηρούμε πολύ μεγαλύτερες διακυμάνσεις στα ποσοτικά επίπεδα των εισροών μεταξύ των χωρών μας και για το λόγο αυτό καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως κατά την εφαρμογή του μοντέλου που υποθέτει διαφορετικές αποδόσεις κλίμακας υπάρχουν περισσότερες μονάδες οι οποίες θεωρούνται αποδοτικές ενώ στην περίπτωση του CCR μοντέλου υπήρξαν πολύ μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές της αποδοτικότητας μεταξύ των χωρών διότι πλέον οι συγκρίσεις γίνονται με βάση τις Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας.

### 7.3 Γενικό Συμπέρασμα

Η μελέτη της μεθόδου DEA για την εύρεση της συγκριτικής αποδοτικότητας μεταξύ των μονάδων μας εξαρτάται τόσο από τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των μοντέλων μας όσο και από την εφαρμογή του αντίστοιχου μοντέλου. Στην περίπτωση της μελέτης του τομέα υγείας το δείγμα μας δεν παρουσίαζε μεγάλες διακυμάνσεις στο επίπεδο των εισροών και εκροών επομένως οι διαφορές μεταξύ των CRS και VRS υποθέσεων ήταν μικρές ενώ σε αντίθεση με τη μελέτη των οικονομιών υπήρχαν πολύ μεγαλύτερες διακυμάνσεις τόσο στο επίπεδο των εισροών όσο και στο επίπεδο των εκροών πράγμα που έκανε περισσότερες μονάδες να θεωρούνται αποδοτικές κατά την εφαρμογή των CRS , VRS μοντέλων. Εν κατακλείδι η μέθοδος DEA είναι ιδανική στην περίπτωση που μελετάμε μονάδες που διαθέτουνε πολλαπλές εισροές και εκροές καθώς είναι σε θέση να μας παρέχει μια ξεκάθαρη εικόνα για το τι συμβαίνει σε κάθε μονάδα ξεχωριστά το οποίο αποτελεί και το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της μη παραμετρικής μεθόδου , πόσο αποδοτική θεωρείται σε σχέση με τις υπόλοιπες και τι θα μπορούσε να κάνει για να αυξήσει την αποδοτικότητα της με βάση τα input slacks τα οποία αξιοποιούνται για την παραγωγή των target values του επιπέδου των εισροών μας. Συνεπώς παρέχει στους υπευθύνους χάραξης πολιτικής τόσο ένα μέτρο σύγκρισης – best practice unit ως σημείο αναφοράς και επειδή προσφέρει τη δυνατότητα κατάταξης της χώρας αναφοράς κάθε φορά σε σχέση με τις υπόλοιπες να μελετήσουν τις πρακτικές των αποδοτικών χωρών και να αποφύγουν τις πρακτικές των χωρών που δεν είναι αποδοτικές. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ακόμα και αν η μέθοδος της DEA έχει κάποιες αδυναμίες οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων μπορεί να δώσει μια αναλυτική εικόνα για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των οργανισμών και συστημάτων που εφαρμόζεται , όμως σε κάθε περίπτωση η βελτίωση της αποδοτικότητας εξαρτάται αποκλειστικά στις ενέργειες εκείνες οι οποίες όταν εφαρμοστούν από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής θα εξασφαλίσουν την ποιοτική βελτίωση των συστημάτων που αξιολογούνται. Για το λόγο αυτό θα πρέπει τα κράτη να εξασφαλίσουν όχι μόνο την ορθότητα των επιλογών που θα εφαρμόσουν αλλά θα πρέπει να ορίσουν και ένα σύστημα επίβλεψης και αξιολόγησης και των ανθρώπων που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή τους. Επομένως ακόμα και αν γνωρίζουν σε τι βαθμό πρέπει να αυξήσουν ή να μειώσουν το επίπεδο των πόρων που διαθέτουν τελικά η σπατάλη αυτών μπορεί να αποφευχθεί μόνο μέσω θέσπισης μηχανισμών ελέγχου και αξιολόγησης σε διοικητικό επίπεδο , καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα πως η ανάθεση αυτού του δύσκολου έργου πρέπει να γίνει με βάση τις ικανότητες και την εμπειρία των ανθρώπων που θα κληθούν να τις εφαρμόσουν. Μόνο μέσω αυτών των δράσεων θα μπορούσαν να δημιουργηθούν οι συνθήκες για μελλοντική βελτίωση της αποδοτικότητας και να υπάρχουν οι σχετικές εγγυήσεις προς τους πολίτες των χωρών αυτών , ενώ όσο αφορά τις χώρες που κρίθηκαν με βάση την ανάλυση μας ως αποδοτικές το έργο το οποίο καλούνται να υλοποιήσουν για την εξασφάλιση της μελλοντικής αποδοτικότητας τους βαρύνει κυρίως τον τομέα της διοίκησης και όχι τόσο τις παραγωγικές τους δυνατότητες καθώς αξιοποιούν με ορθό τρόπο και χωρίς σπατάλες τους πόρους τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. Συζήτηση και Μελλοντικές Επεκτάσεις

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι η σύγκριση της αποδοτικότητας του τομέα υγείας και της αποδοτικότητας της οικονομίας των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τους σκοπούς λοιπόν της μελέτης μας αρχικά έγινε μια διερεύνηση της έννοιας της αποδοτικότητας και των διαφορετικών μορφών της και αναλύθηκαν κάποιες βασικές έννοιες οι οποίες ήταν χρήσιμες για την κατανόηση του προβλήματος. Στη συνέχεια παρατέθηκαν διάφορες τεχνικές και μέθοδοι μέτρησης της αποδοτικότητας και έγινε η επιλογή του μοντέλου το οποίο χρησιμοποιήσαμε. Υλοποιήθηκαν δύο ξεχωριστές μελέτες για το δείγμα των χωρών μας και καταφέραμε να βρούμε την επίδοση των χωρών μας εφαρμόζοντας τα δύο βασικά μοντέλα της DEA τα οποία μας επέτρεψαν να μετρήσουμε την αποδοτικότητα τους συγκριτικά με τις υπόλοιπες για κάθε μια μελέτη ξεχωριστά λαμβάνοντας έτσι για κάθε μονάδα το συνολικό score αποδοτικότητας της. Τα δεδομένα τα οποία επιλέξαμε αφορούσαν το έτος 2019. Η πρόθεση μας αρχικά ήταν η διεξαγωγή αυτών των δύο μελετών σε βάθος δεκαετίας μελετώντας τις διαφορές που θα παρουσιάζονταν στην αποδοτικότητα των χωρών για το έτος 2009, 2014 και 2019 όμως λόγω της φύσης των δεδομένων του τομέα υγείας δεν καταφέραμε να συλλέξουμε τα απαραίτητα δεδομένα καθώς τις περισσότερες φορές δεν ήταν διαθέσιμα για όλες τις χώρες, άλλες φορές δεν ήταν ικανή η συλλογή για κάθε εισροή και εκροή που επιλέξαμε και επιπλέον το γεγονός ότι η πολιτική κατάσταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχε μεταβολές στα διαστήματα αυτά διότι υπήρχαν νέες χώρες οι οποίες εντάσσονταν σε αυτή θα καθιστούσε την έρευνα μας άστοχη με αποτέλεσμα να υπήρχε διαφορετικός αριθμός χωρών ανά χρονολογία. Για τους παραπάνω λόγους περιορίσαμε το δείγμα μας σε μια χρονιά ενώ παράλληλα οι χώρες Βουλγαρία και Κροατία αποκλείστηκαν καθώς τα δεδομένα στον τομέα υγείας δεν υπήρχαν ή δεν ήταν αξιόπιστα. Συνεπώς η διεξαγωγή συμπερασμάτων δεν θα είχε κάποιο νόημα δεδομένων των αλλαγών στο δείγμα μας ανά χρονολογία. Η DEA είναι μια data-driven μέθοδος η οποία βασίζεται σε παρατηρήσεις τις οποίες κρίνει ο εκάστοτε μελετητής για την περιγραφή του εκάστοτε προβλήματος με τα συμπεράσματα να εξαρτώνται αποκλειστικά από αυτά. Η μέθοδος της DEA αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την μέτρηση της συγκριτικής αποδοτικότητας και η εφαρμογή της είναι αρκετά διαδεδομένη, για το λόγο αυτό μια μελλοντική επέκταση της υπάρχουσας εργασίας θα μπορούσε να αποτελέσει η μέτρηση της αποδοτικότητας του συνόλου των χωρών της Ευρώπης σε σχέση με άλλες ηπείρους όπως η Ασία και η Αμερική σε βάθος δεκαετίας ώστε να μπορέσει να μελετηθεί σε βάθος τόσο η αποδοτικότητα των συστημάτων υγείας και των οικονομιών αλλά και να αποκτήσουμε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα των επιπτώσεων των πολιτικών που έχουν εφαρμοστεί και των μεθόδων που αποδεδειγμένα οδηγούν σε καλύτερα αποτελέσματα. Στην εν λόγω επέκταση θα μπορούσε να εφαρμοστεί η Window Analysis ώστε να παρατηρηθούν οι αλλαγές της αποδοτικότητας αλλά και μετά τον καθορισμό των παραγόντων που την επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό να εφαρμοστεί και ο περιορισμός των βαρών (weight restrictions) που αποτελούν τεχνικές βελτιστοποίησης της μεθόδου DEA. Τέλος επειδή το δείγμα των χωρών θα ήταν πολύ μεγαλύτερο αυτό θα μας επέτρεπε και τη χρήση μεγαλύτερου αριθμού εισροών και εκροών ώστε να υπάρχουν περισσότερα κριτήρια σύγκρισης και επομένως ακόμα πιο αναλυτική περιγραφή της κατάστασης ώστε να αποτελέσει σημείο αναφοράς για τους εκάστοτε υπευθύνους χάραξης πολιτικής κάτι το οποίο εσκεμμένα περιορίσαμε καθώς το δείγμα μας δεν ήταν μεγάλο με αποτέλεσμα να μην υπήρχε τόσο ακριβής αξιολόγηση.

## ΠΗΓΕΣ & ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Arnold R. (2019), Macroeconomics, Cengage Learning (σ. 46-60 , 96-100)
2. Borjas G. (2005), Labor Economics, McGraw Hill-Irwin (σ. 167-168 , 19)
3. Bowling A. (2009), Research Methods in Health : Investigating Health and Health Services, McGraw Hill (σ. 99-105 , 64)
4. Carrin G., Buse K., Heggenhougen H.K., Quah S. (2009), Health Systems Policy, Finance and Organization, Academic Press (σ. 157-158 , 334)
5. Colander D. (2010), Macroeconomics, McGraw Hill (σ. 13-14 , 29-31)
7. Feldstein P.J. (2019), Health Policy Issues : An Economic Perspective, Health Administration Press (σ. 491-518)
8. Figueras J., Robinson R., Jakubowski E. (2005), Purchasing to Improve Health Systems Performance, Open University Press (σ. 62-66)
9. Folland S., Goodman A., Stano M. (2013), The Economics of Health and Health Care, Pearson (σ. 36-37 , 116-119)
10. Getzen T. (2013), Health Economics and Financing, John Wiley & Sons (σ. 38-39 , 431-443)
11. Gordon R. (2014), Macroeconomics, Pearson (σ. 104-105 , 380-381 , 403 , 607)
12. Henderson J. (2012), Health Economics and Policy, Cengage Learning (σ. 99-101)
13. Henderson J., Mooney G., McGuire A. (2005), The Economics of Health Care, Routledge (σ. 62-64)
14. Jacobs R., Smith P., Street A. (2006), Measuring Efficiency in Health Care : Analytic Techniques and Health Policy, Cambridge University Press (σ. 91-117,128 , 153-155)
15. Jones C. (1998), Introduction to Economic Growth, W.W. Norton & Company (σ. 99-101)
16. McCartney (2015), Economic Growth and Development : A Comparative Introduction, Palgrave Mac Millan (σ. 49-50 , 177-178 , 215 , 285)
19. Mossialos E., Dixon A., Figueras J., Kutzin J. (2002), Funding Health Care : Options for Europe, Open University Press (σ. 105-107)
20. Olsen J.A. (2009), Principles in Health Economics and Policy, Oxford University Press (σ. 33-35 , 42-43)
21. McPake B., Kumaranayake L., Normand C. (2002), Health Economics : An International Perspective, Routledge (σ. 42-45 , 231)

22. Timothy J.Coelli , D.S Prasada Rao , Christopher J O'Donell , George E.Battese (2005),  
An intrudocion to efficiency and productivity analysis, Springer (σ. 3-8 , 18-20 , 59 ,  
242)
23. Phillips C. (2005), Health Economics : An Introduction for Health Professionals,  
Blackwell Publishing (σ. 10 , 159-163)
24. Rapoport J., Jacobs P., Johnson E. (2009), Cost Containment and Efficiency in National  
Health Systems – A Global Comparison, Wiley & Blackwell (σ. 5-18 , 189-200)
25. Salvadori N. (2003), The Theory of Economic Growth : A Classical Perspective, Elgar  
(σ. 24-26)
26. Joe Zhu , William W. Cooper , Lawrence M. Seiford (2011) , Handbook on Data  
Envelopment Analysis, Springer (σ. 3-16 , 42-55)
27. Sloan F., Hsieh C.R. (2012), Health Economics, The MIT Press (σ. 18-20)
28. Smith P., Ginnelly L., Sculpher M. (2005), Health Policy and Economics : Opportunities  
and Challenges, Open University Press (σ. 158-163 , 207-219)
29. Smith P., Mossialos E., Papanicolas E., Leatherman S. (2009), Performance  
Measurement for Health System Improvement, Cambridge University Press (σ. 227-  
228 , 240-243 , 605)
30. Soubbotina T. (2004), Beyond Economic Growth – An Introduction to Sustainable  
Development, WBI Learning Resources Series (σ. 31,78,135)
31. Todaro M., Smith S. (2015), Economic Development, Pearson (σ. 15 , 230-250 , 222-  
223)
32. Weil D , Peter Howwit (2010), Economic Growth, ResearchGate
33. A.Boussofiane , R.G Dyson , E. Thanassoulis (1991), European Journal of Operational  
Research , Applied data envelopment analysis , volume 52, Issue 1 (σ. 1 - 15)  
Science Direct
34. Golany , Roll , Omega, An application Procedure for DEA (1988) , volume 17 , Issue 3  
(σ. 237 – 250) Science Direct
35. A. Charnes W.W Cooper E.Rhodes (1978) , Measuring the efficiency of decision  
making units, European Journal of Operational Research, volume 2 , Issue 6 (σ. 429  
– 444) Science Direct
36. A. Charnes, W.W Cooper, R.D Banker (1984),Some Modes for Estimating Technical  
and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis (1984) ,pp.1078-1092 , Informs

37. George Katharakis , Maria Katharaki, Theofanis Katostaras ,(2014) , SFA vs DEA for Measuring Healthcare Efficiency : A Systematic Review , International Journal of Statistics in Medical Research 2(2) : 152 – 166 , ResearchGate
38. Negar Darabi , Alireza Ebrahimvandi , Niyousha Hosseinichimeh, Konstantinos Triantis ,A DEA evaluation of U.S healthcare systems in terms of their birth outcomes(2021) , Expert Systems with Applications , Volume 182 , 115278, Science Direct
39. Harold O .Fried, Charles A.K Lovell, S.S Schmidt , Efficiency and Productivity (1997), ResearchGate
40. Yauheniya Varabyova Julia-Maria Muller , The efficiency of health care production in OECD countries: A systematic review and meta-analysis of cross-country comparisons 2015) , Health Policy , Volume 120 , Issue 3 (σ. 252 – 263) Science Direct
41. Πανεπιστημιακή Διάλεξη Κωνσταντίνος Κουνέτας Πανεπιστήμιο Πατρών School of Business Administration Departement of Economics, Special Topics in Business Economics
42. Mehmet Top , Murat Konca , Bulent Sapaz , Technical efficiency of health care systems in African countries: An application based on data envelopment analysis (2019) , Health Policy and Technology , Volume 9 , Issue 1 (σ. 62-68) Science Direct
43. C.A Knox Lovell , Jesus T. Pastor , Judi A. Turner, Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries (1995) ,European Journal of Operational Research ,Volume 87 , Issue 3 (σ. 507 – 518) Science Direct
44. Hoffman, T.Bennett , S & Del Mar, Evidence-based practice: Across the health professions (2013) ,Elsevier
45. George B.Dantzig :The reminiscences about the origins of linear programming(1982) , Department of Operations Research Stanford University

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

The screenshot shows the RStudio interface with the following components:

- Menu Bar:** File, Edit, Code, View, Plots, Session, Build, Debug, Profile, Tools, Help.
- Toolbar:** Includes icons for saving, running, and other standard RStudio functions.
- Source Editor:** Contains the R script:
 

```
> data.frame(healthCareF$DMUs, eff(deaHealthCareF), eff(deaHealthCareF2))
healthCareF.DMUs eff.deaHealthCareF. eff.deaHealthCareF2.
```
- Console:** Displays the output of the command, showing a data frame with 27 rows (countries) and 3 columns.
 

	healthCareF.DMUs	eff.deaHealthCareF.	eff.deaHealthCareF2.
1	Austria	0.6057466	0.6050264
2	Belgium	0.6102933	0.6075525
3	Cyprus	1.0000000	1.0000000
4	Czech Republic	0.7881669	0.7867896
5	Denmark	0.9306576	0.9144860
6	Estonia	0.9310545	0.9085380
7	Finland	0.8274298	0.8207651
8	France	0.6893826	0.5894206
9	Germany	0.5360504	0.5359359
10	Greece	1.0000000	1.0000000
11	Hungary	0.9296525	0.9255389
12	Iceland	0.9701849	0.9402973
13	Italy	0.9701705	0.9139474
14	Latvia	0.9895727	0.9353250
15	Lithuania	0.8540600	0.8278797
16	Luxemburg	1.0000000	1.0000000
17	Malta	0.8800000	0.7597885
18	Netherlands	0.8455904	0.8393303
19	Poland	0.9719800	0.9654118
20	Portugal	0.8182313	0.8119497
21	Slovakia	0.9015483	0.8894224
22	Slovenia	0.7603248	0.7518091
23	Spain	1.0000000	0.9705802
24	Sweden	1.0000000	1.0000000
25	UK	1.0000000	0.9862274
26	Ireland	1.0000000	1.0000000
27	Romania	1.0000000	1.0000000
- Environment Panel:** Shows the current environment with variables like 'deaH...', 'Econ...', 'effs...', 'hea...', and 'slac...'.
- Files Panel:** Shows the project files, including 'Benchmarl 0...', 'Translate 1...', and 'Read Excel Files'.

Παράρτημα 1 : Efficiency Scores Συστημάτων Υγείας για τα μοντέλα VRS και CRS



RStudio

File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help

Go to file/function Addins

Project: (None)

Environment History Connections Tutorial

Global Environment

deaHealthCareF List of 12

deaHealthCare... List of 12

EconomicF 27 obs. of 5 variables

effscoresEcF 27 obs. of 2 variables

effscoresEcF2 27 obs. of 2 variables

healthCareF 27 obs. of 6 variables

slacksEconomi... List of 10

Files Plots Packages Help Viewer Presentation

Install Update

Name	Description	Version
<b>User Library</b>		
<input type="checkbox"/> Benchmarking	Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA	0.31
<input type="checkbox"/> cellranger	Translate Spreadsheet Cell Ranges to Rows and Columns	1.1.0
<input checked="" type="checkbox"/> readxl	Read Excel Files	1.4.1
<input type="checkbox"/> rematch	Match Regular Expressions with a Nicier 'API'	1.0.1
<b>System Library</b>		
<input type="checkbox"/> backports	Reimplementations of Functions Introduced Since R-3.0.0	1.4.1
<input checked="" type="checkbox"/> base	The R Base Package	4.2.2
<input checked="" type="checkbox"/> Benchmarking	Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA	0.31
<input type="checkbox"/> bit	Classes and Methods for Fast Memory-Efficient Boolean Selections	4.0.5

```

R 4.2.2 ~ /
> data.frame(EconomicF$DMUS, eff(deaEconomiesF), eff(deaEconomiesF2))
  EconomicF.DMUS eff.deaEconomiesF. eff.deaEconomiesF2.
1      Austria      0.9117497      0.7980373
2      Belgium      0.9428360      0.8757633
3       Cyprus      0.9770014      0.2284183
4 Czech Republic      0.8260047      0.3821694
5      Denmark      1.0000000      0.8453572
6      Estonia      0.8793515      0.2334580
7      Finland      0.9092365      0.6653535
8      France      1.0000000      1.0000000
9      Germany      1.0000000      1.0000000
10     Greece      0.8078922      0.3477342
11     Hungary      0.8704702      0.2780153
12     Iceland      1.0000000      0.5228684
13      Italy      0.9399195      0.9009194
14     Latvia      1.0000000      0.2124077
15 Lithuania      0.9394019      0.2233525
16 Luxembourg      1.0000000      1.0000000
17      Malta      1.0000000      0.2986021
18 Netherlands      1.0000000      0.9480772
19     Poland      0.8664034      0.3775956
20 Portugal      0.8653209      0.3735771
21 Slovakia      0.9462307      0.2963459
22 Slovenia      0.9161361      0.2995850
23     Spain      0.9394562      0.7075963
24     Sweden      0.9440132      0.8428659
25      UK      1.0000000      1.0000000
26     Ireland      1.0000000      1.0000000
27     Romania      1.0000000      0.3290119

```

Παράρτημα 2: Efficiency Scores Οικονομικών Συστημάτων για τα μοντέλα VRS και CRS

The screenshot displays the RStudio interface. The main editor shows a data frame with columns: DMUs, beds, expenditure, doctors, nurses, and life. The data is sorted by DMUs, showing 13 rows for various European countries. The console shows the execution of the `tarhealthvrs` function, which outputs a large table of values for each country across the six variables. The file explorer on the right shows the project files, including `eff.csv`, `targets.csv`, `summary.csv`, and several `effHealthVRS.csv` and `targetsHealthVRS.csv` files.

DMUs	beds	expenditure	doctors	nurses	life
1 Austria	718.90	10.48	5.30	10.40	82.0
2 Belgium	556.72	10.66	3.20	11.10	82.1
3 Cyprus	311.47	6.95	0.66	3.50	82.3
4 Czech Republic	658.04	7.60	4.10	8.60	79.3
5 Denmark	259.29	10.12	4.20	10.10	81.5
6 Estonia	453.01	6.82	3.50	6.20	79.0
7 Finland	394.59	9.17	3.50	13.60	82.1
8 France	583.79	11.10	3.40	11.10	83.0
9 Germany	791.48	11.70	4.40	11.80	81.3
10 Greece	418.01	8.20	6.20	3.40	81.7
11 Hungary	690.75	6.30	3.50	6.60	76.5
12 Iceland	279.84	8.53	3.90	15.40	83.2
13 Italy	316.28	8.66	4.10	6.70	83.6

```

> tarhealthvrs[["target_input"]]
      beds expenditure doctors nurses
Austria 377.0643    6.348225 1.5313613 6.299765
Belgium 339.7625    6.505727 1.6214346 6.774256
Cyprus   311.4700    6.950000 0.6600000 3.500000
Czech Republic 518.6454    5.990069 1.7326114 6.778236
Denmark  241.3102    9.418255 3.3285509 9.399641
Estonia  421.7770    6.349792 1.3901828 5.772538
Finland  276.8498    7.587532 2.8960044 10.526629
France   316.2475    7.652147 2.3439009 5.181650
Germany  413.8820    6.271789 1.5538772 6.325394
Greece   418.0100    8.200000 6.2000000 3.400000
Hungary  642.1574    5.856811 1.5882660 6.135706
Iceland  271.4966    8.275678 3.7837213 10.658998
Italy    306.8455    8.401676 3.7387121 6.500142
Latvia   441.4941    6.550971 0.9698984 4.354120
Lithuania 542.0292    5.978420 1.6810387 6.576262
Luxemburg 426.4500    5.440000 3.0000000 11.100000
Malta    304.5235    7.851765 2.2000000 4.488235
Netherlands 260.3066    8.574287 2.8842200 9.047818
Poland   533.2864    6.269271 1.1888309 4.957098
Portugal 286.8719    7.781380 1.6494303 5.809442
Slovakia 519.3910    6.265761 1.2381019 5.138826
Slovenia 336.8836    6.477968 1.9056486 7.831346
Spain    294.6000    9.140000 4.4000000 5.900000
Sweden   207.1000    10.830000 4.3000000 10.800000
UK        243.0000    9.900000 3.0000000 8.200000
Ireland   288.0400    6.670000 3.3000000 13.300000
Romania   705.7500    5.740000 1.6000000 6.090000
  
```

Παράρτημα 3: Target Values Συστημάτων Υγείας για το μοντέλο VRS

The screenshot displays the RStudio environment with the following components:

- Environment Panel:** Lists data objects including `Coll_Blasco_2006` (6 obs. of 5 variables), `data_example` (List of 9), `dataEconomicF` (List of 9), `dataHealthCareF` (List of 9), `EconomicF` (27 obs. of 5 variables), `EconomicFRes` (List of 15), `EconomicFRes2` (List of 15), `EconomiesF` (27 obs. of 5 variables), `healthCareF` (27 obs. of 6 variables), `healthCareRes2s` (List of 15), `healthCareRes` (List of 15), and `healthCareRes2` (List of 15).
- Files Panel:** Shows a directory structure with files like `eff.csv`, `targets.csv`, `summary.csv`, `effCRS.csv`, `targetsCRS.csv`, `summaryCRS.csv`, `effHealthCRS.csv`, `targetsHealthCRS.csv`, and `summaryHealthCRS.csv`.
- Console:** Contains the following R code and output:
 

```
> view(tarHealthCRS)
> tarHealthCRS[["target_input"]]
      beds expenditure doctors nurses
Austria 434.9535    6.340677 1.5456524 6.292275
Belgium 338.2366    6.476510 1.6141527 6.743833
Cyprus 311.4700    6.950000 0.6600000 3.500000
Czech Republic 517.7390  6.979601 1.7295836 6.766390
Denmark 237.1171  9.254598 3.2707121 9.236308
Estonia 411.5768    6.196229 1.3565627 5.632935
Finland 274.6198    7.526416 2.8726778 10.441839
France 344.0978    6.542569 1.5608342 6.542569
Germany 424.1825    6.270450 1.5564146 6.324044
Greece 418.0100    8.200000 6.2000000 3.400000
Hungary 639.3160    5.830895 1.5812382 6.108557
Iceland 263.1328    8.020736 3.6302743 12.545166
Italy 289.0633    7.914784 1.7520317 6.123447
Latvia 417.2917    6.191852 0.9168153 4.115430
Lithuania 525.4139  5.795158 1.6295083 6.374674
Luxembourg 426.4500  5.440000 3.0000000 11.100000
Malta 311.7184    7.020446 0.8541358 4.178637
Netherlands 258.3794  8.510809 2.8628673 8.980834
Poland 529.6827    6.226906 1.1807973 4.923600
Portugal 284.6696  7.721642 1.6367676 5.764843
Slovakia 512.4052  6.181486 1.2214493 5.069708
Slovenia 333.2093  6.405413 1.8843050 7.743633
Spain 285.9329    8.221982 1.7512660 5.726423
Sweden 207.1000   10.830000 4.3000000 10.800000
UK 239.6533    9.288576 2.986823 8.071088
Ireland 288.0400  6.670000 3.3000000 13.300000
Romania 705.7500  5.740000 1.6000000 6.090000
```

Παράρτημα 4: Target Values Συστημάτων Υγείας για το μοντέλο CRS

The screenshot displays the RStudio interface with the following components:

- Source Editor:** A data frame with 15 rows (countries) and 5 columns (DMUs, labour, hours, RnDependiture, GDP). The data is as follows:
 

	DMUs	labour	hours	RnDependiture	GDP
1 Austria	4559.2	1508.6	3.13	444.62	
2 Belgium	5105.7	1577.0	3.16	535.83	
3 Cyprus	649.7	1809.1	0.71	25.94	
4 Czech Republic	5411.9	1786.0	1.93	252.55	
5 Denmark	3029.7	1371.5	2.89	346.50	
6 Estonia	702.6	1694.4	1.63	31.08	
7 Finland	2749.7	1538.4	2.80	268.51	
8 France	29625.0	1518.2	2.19	2730.00	
9 Germany	43771.3	1381.5	3.17	3890.00	
10 Greece	4729.9	1916.7	1.28	205.26	
11 Hungary	4671.9	1722.2	1.48	163.99	
12 Iceland	208.3	1480.1	2.32	24.83	
13 Italy	25941.1	1710.2	1.46	2010.00	
14 Latvia	971.4	1631.0	0.64	34.34	
15 Lithuania	1470.4	1665.4	0.99	54.75	
- Console:** Shows the command `R 4.2.2` and the output of the data loading process, listing the countries and their corresponding values for the variables.
- Environment:** Lists the loaded objects: `sum` (27 obs. of 56 variables), `sumHCRS` (27 obs. of 53 variables), `sumHealthCRS` (27 obs. of 52 variables), `sumHVR` (27 obs. of 53 variables), `tar` (List of 2), `tarHealthCRS` (List of 2), and `tarHealthHVR` (List of 2).
- Files:** Shows the project files, including `eff.csv`, `targets.csv`, `summary.csv`, `effHCRS.csv`, `targetsHCRS.csv`, `summaryHCRS.csv`, `effHealthHVR.csv`, `targetsHealthHVR.csv`, `summaryHealthHVR.csv`, `effHCRS.csv`, `targetsHCRS.csv`, `summaryHCRS.csv`, `effHealthHVR.csv`, `targetsHealthHVR.csv`, and `summaryHealthHVR.csv`.

Παράρτημα 5: Target Values Οικονομικών Συστημάτων για το VRS μοντέλο

The screenshot displays the RStudio environment with the following components:

- Source Editor:** Contains a table with 5 columns: DMIs, labour, hours, RnDexpenditure, and GDP. The table lists data for 15 countries (Austria to Lithuania).
- Environment Pane:** Lists objects in the Global Environment:
  - sumMCRS: 27 obs. of 53 variables
  - sumHealthCRS: 27 obs. of 52 variables
  - sumMVRs: 27 obs. of 53 variables
  - tar: List of 2
  - tarCRS: List of 2
  - tarHealthCRS: List of 2
  - tarHealthVRs: List of 2
- Files Pane:** Shows a file explorer view of the project directory, listing files such as eff.csv, targets.csv, summary.csv, effMCRS.csv, targetsCRS.csv, summaryCRS.csv, effHealthVRs.csv, targetsHealthVRs.csv, summaryHealthVRs.csv, effHealthCRS.csv, targetsHealthCRS.csv, and summaryHealthCRS.csv.
- Console:** Displays the output of the R script, showing the same data as the Source Editor but with more decimal places.

Παράρτημα 6: Target Values Οικονομικών Συστημάτων για το μοντέλο CRS