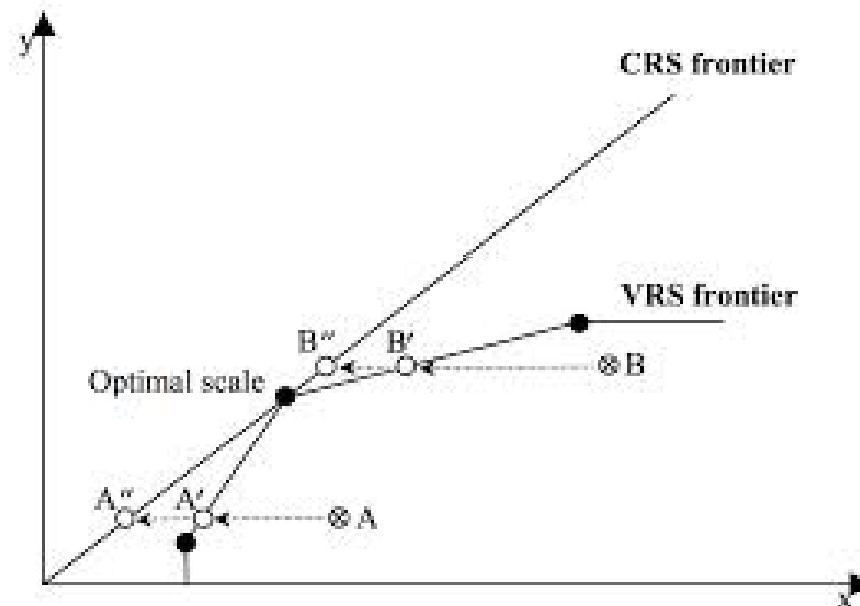


Data Envelopment Analysis (DEA)

Λιοντάκης Άγγελος,
Dr Γεωπόνος - Γεωργοοικονομολόγος



[Περιεχόμενα]

- Που χρησιμοποιείται η DEA;
- Πώς λειτουργεί;
- Παράδειγμα εφαρμογής της ανάλυσης
- Πρακτικά ζητήματα στην ανάλυση
- Επεκτάσεις της ανάλυσης
- Λογισμικά
 - DEAP
 - Πακέτο “Benchmarking” στο R

[Που / Πότε / Γιατί;]

- **Benchmarking** (Συγκριτική αξιολόγηση/προτυποποίηση)

μια μέθοδο, η οποία χρησιμοποιείται στο *management* των επιχειρήσεων για την αξιολόγηση των διαφόρων πτυχών λειτουργίας τους, με μέτρο σύγκρισης την "**καλύτερη πρακτική**" (*best practice*) στον τομέα τους.

Διευκολύνει τις επιχειρήσεις να αναπτύξουν σχέδια για τον τρόπο υιοθέτησης της "**καλύτερης πρακτικής**", με σκοπό την αύξηση της απόδοσης τους (πηγή: wikipedia)

[Αναζητώ την «Καλύτερη Πρακτική»]



Ερωτήματα

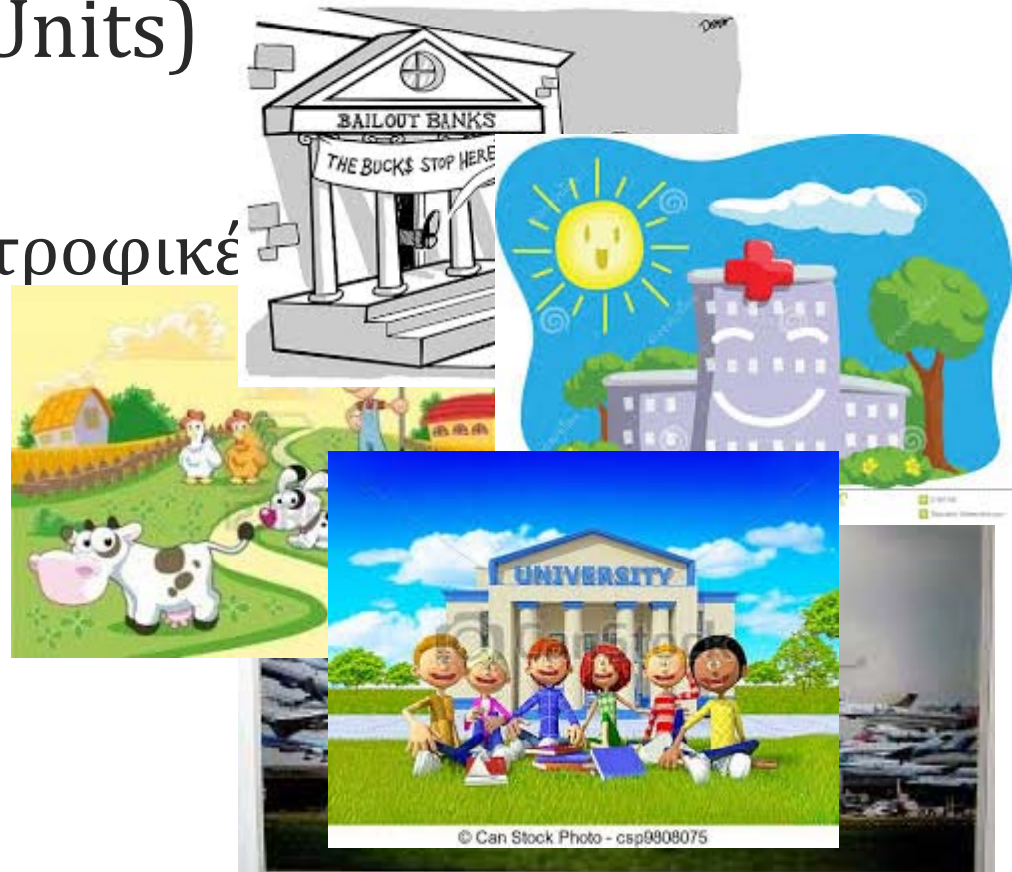
- Γιατί αυτός είναι καλύτερος από εμένα;
- Τι παραπάνω προσόντα έχει;
- Τι μπορώ να μάθω από αυτόν;
- Πώς μπορώ να τον φτάσω;

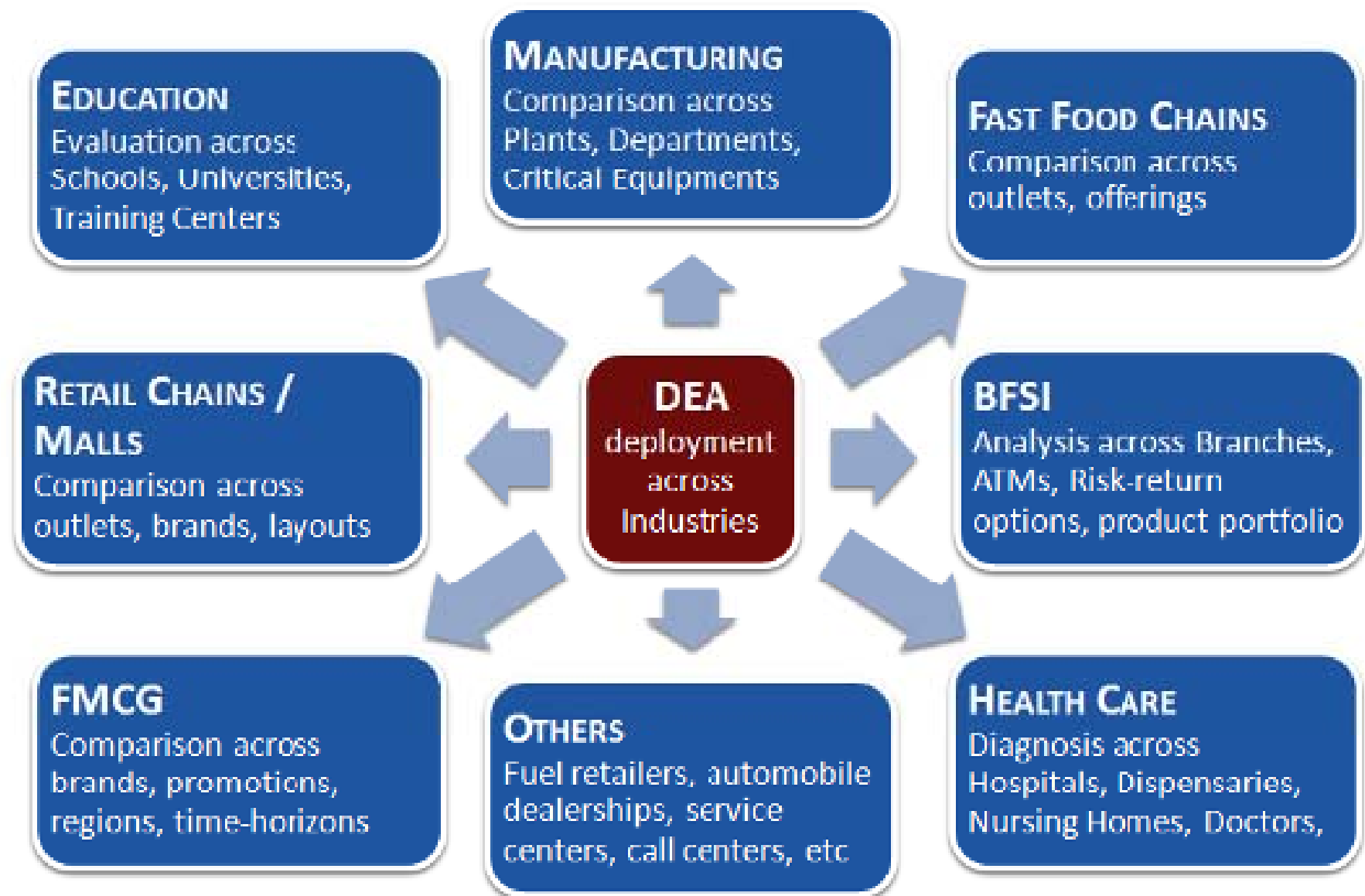


[Τι είδους επιχειρήσεις;]

- Επιχειρήσεις ➔ Μονάδες Λήψης Απόφασης (Decision Making Units)

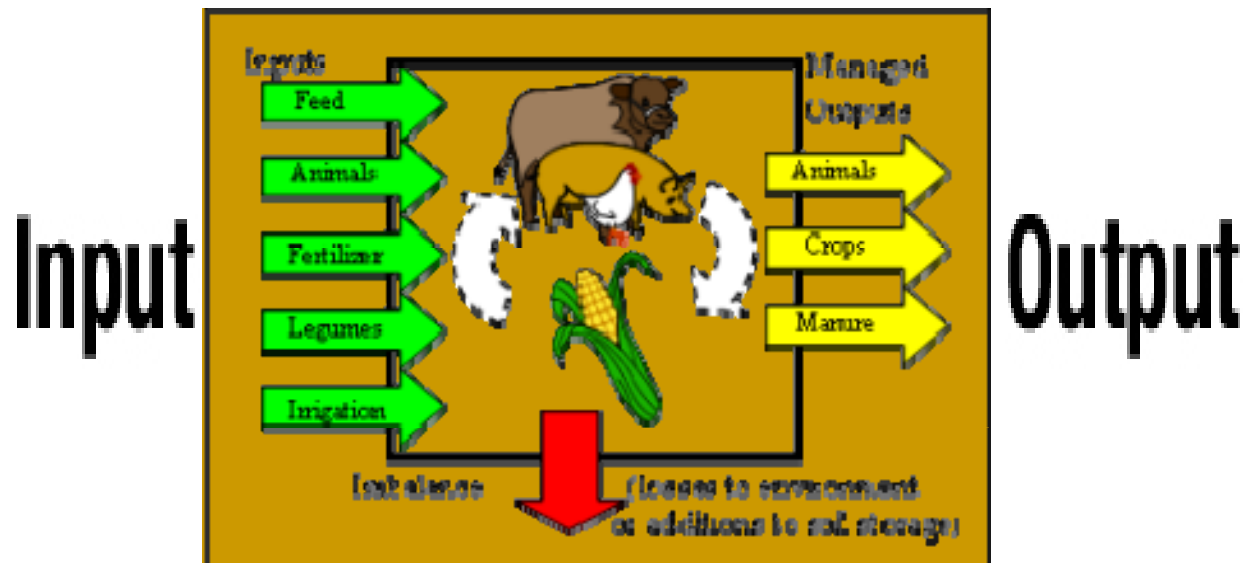
- Βιομηχανίες
- Γεωργικές/Κτηνοτροφικές
- Τράπεζες
- Νοσοκομεία
- Πανεπιστήμια





[Εισροές / Εκροές]

- Μπορεί να αφορούν την «παραγωγική διαδικασία»



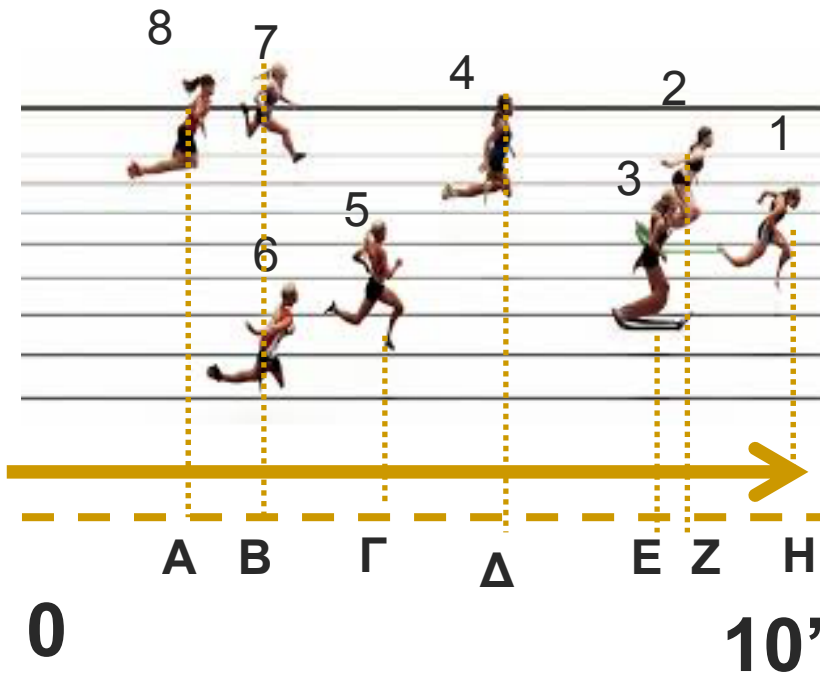
[Εισροές / Εκροές]

Αλλά μπορεί και να μην την αφορούν....

- Αθλητές/Αθλητικές ομάδες
 - Τελική κατάταξη
- Νοσοκομεία
 - Ικανοποίηση ασθενών
 - Επιτυχημένες εγχειρήσεις
 - Ποσοστό λανθασμένων διαγνώσεων
- Πανεπιστήμια
 - Βαθμός ικανοποίησης φοιτητών
 - Ερευνητική δραστηριότητα και δημοσιεύσεις
- Λιανικές Επιχειρήσεις
 - Ικανοποίηση καταναλωτών
 - Ταχύτητα/ ποιότητα εξυπηρέτησης

Σε τελική ανάλυση, η DEA είναι μία μέθοδος για την αξιολόγηση της επίδοσης (*performance*) και της συγκριτικής αξιολόγησης έναντι της βέλτιστης πρακτικής (*benchmark*) (Zhu, 2014).

[Σε έναν αγώνα δρόμου 100 μέτρων]



Εισροή: Χρόνος
 Εκροή: Απόσταση

| Θέση | Απόσταση / Χρόνος = Ταχύτητα | «Αποτελεσματικότητα» |
|------|------------------------------|-------------------------|
| 1 | $OH/10$ | $(OH/10)/(OH/10)=1$ |
| 2 | $OZ/10$ | $(OZ/10)/(OH/10)=OZ/OH$ |
| 3 | $OE/10$ |= OE/OH |
| 4 | $OD/10$ |= OD/OH |
| 5 | $OG/10$ |= OG/OH |
| 6 | $OB/10$ |= OB/OH |
| 7 | $OB/10$ |= OB/OH |
| 8 | $OA/10$ |= OA/OH |

Είδη αποτελεσματικότητας

- **Τεχνική αποτελεσματικότητα**
- **Αποτελεσματικότητα Κλίμακας**
- Διανεμητική Αποτελεσματικότητα
- Οικονομική Αποτελεσματικότητα
- Αποτελεσματικότητα Κόστους
- Αποτελεσματικότητα Σκοπού
- ...
- ...

Τεχνική Αποτελεσματικότητα

Βαθμός τεχνικής αποτελεσματικότητας

Πόσο καλά χρησιμοποιεί μία «επιχείρηση» τις «εισροές» της

Μεγάλος βαθμός ΤΑ → Η χρήση των «εισροών» προσεγγίζει τον βέλτιστο τρόπο

Μικρός βαθμός ΤΑ → Υπάρχουν περιθώρια για αποτελεσματικότερη χρήση των «εισροών»

Αύξηση / βελτίωση του βαθμού ΤΑ

- Αύξηση των «εκροών», με χρήση της ίδιας ποσότητας «εισροών» ή
- Διατήρηση του ίδιου επιπέδου «εκροών», με μείωση της ποσότητας των «εισροών».

Αποτελεσματικότητα Κλίμακας

- Ανεξάρτητη από την τεχνική αποτελεσματικότητα
- Κατά πόσον μία «επιχείρηση» εκμεταλλεύεται τις οικονομίες κλίμακας για να αυξήσει την παραγωγικότητά της
- Όταν μία επιχείρηση έχει βαθμό αποτελεσματικότητας κλίμακας μικρότερο της μονάδας, αυτή μπορεί να οφείλεται:
 - A) Λειτουργία κάτω από αυξανόμενες αποδόσεις κλίμακας
 - ➔ Πρέπει να αυξήσει το «μέγεθος» της
 - B) Λειτουργία κάτω από μειούμενες αποδόσεις κλίμακας
 - ➔ Πρέπει να μειώσει το «μέγεθος» της

Τεχνική Αποτελεσματικότητα - Αποτελεσματικότητα Κλίμακας



Λιοντάκης Άγγελος, Dr Γεωπόνος – Γεωργοοικονομολόγος

Αναποτελεσματικότητα και νεοκλασική θεωρία...

- *Ο ανταγωνισμός «μοιραία» θα οδηγήσει τις επιχειρήσεις να χρησιμοποιήσουν τις εισροές τους με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο*
- *Η έννοια της αποτελεσματικότητας σε ένα οικονομικό περιβάλλον που πληροί τις υποθέσεις της νεοκλασικής θεωρίας, δε θα ήταν απαραίτητη, αφού όλες οι παραγωγικές μονάδες θα ήταν τεχνικά αποτελεσματικές*

Τι συμβαίνει όμως όταν οι βασικές υποθέσεις του νεοκλασικού υποδείγματος δεν πληρούνται;;;

[Πηγές «Αναποτελεσματικότητας»]



«Ανομοιογένεια» αθλητών

- Ύψος
- Καταγωγή
- Ηλικία
-

Διαφορετική «Διαχείριση»

- Βάρος
- Διατροφή
- Ώρες προπόνησης
- «Βιταμίνες»
- Ψυχολογική υποστήριξη

[Πηγές Αναποτελεσματικότητας]

■ Μη-ομοιογενές δείγμα

○ Χαρακτηριστικά εκμετάλλευσης και νοικοκυριού

- Συμμετοχή οικογενειακής εργασίας
- Μέγεθος νοικοκυριού
- Βαθμός Εξειδίκευσης
- Μέγεθος
- Υψόμετρο
- Στόχοι οικογένειας/νοικοκυριού

○ Χαρακτηριστικά του διαχειριστή/αρχηγού

- Εκπαίδευση
- Ηλικία
- Εμπειρία

○ Τεχνικά ζητήματα

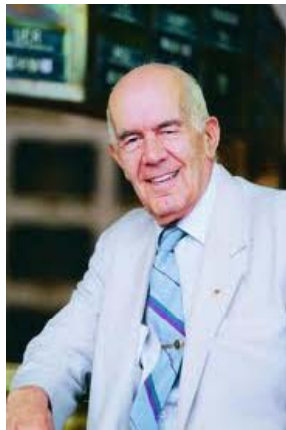
- Αντιμετώπιση εχθρών/ασθενειών
- Άρδευση/Λίπανση
- Γεωπόνος/τεχνογνωσία περιοχής

○ Χρηματοοικονομικά στοιχεία

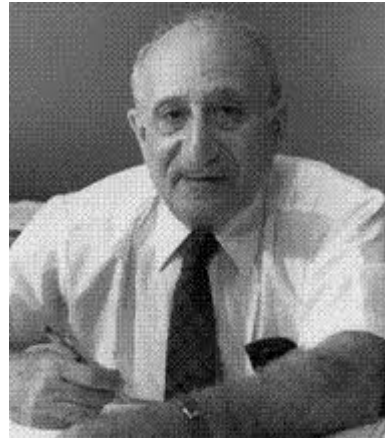
- Ρευστότητα
- Επιδοτήσεις

Data Envelopment Analysis (DEA)

(βασισμένο στην πρωτοποριακή εργασία του Farrell (1957))



William W. Cooper
1914-2012



Abraham Charnes
1917-1992



Edwardo Rhodes



Rajiv Banker

Charnes, Cooper and Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research 2 (1978), pp. 429-444.

Banker, Charnes and Cooper, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science, 30 (1984), pp. 1078-1092.

Η DEA και η λογική της

- Γραμμικός Προγραμματισμός ➔ Βελτιστοποίηση $f(x)$ υπό περιορισμούς

- Στόχος } Δημιουργία ενός «συνόρου», ενός ανώτατου ορίου μέσα στο οποίο περικλείονται οι παρατηρήσεις
} Ένωση «επιχειρήσεων» (πραγματικών/φανταστικών) με τη μεγαλύτερη δυνατή αποτελεσματικότητα



Για τις μονάδες που δεν βρίσκονται πάνω στο «σύννορο», ο βαθμός της τεχνικής αποτελεσματικότητας, προκύπτει από την απόστασή τους από αυτό

[Παράδειγμα]

L1 = (2,2)

L2 = (3,5)

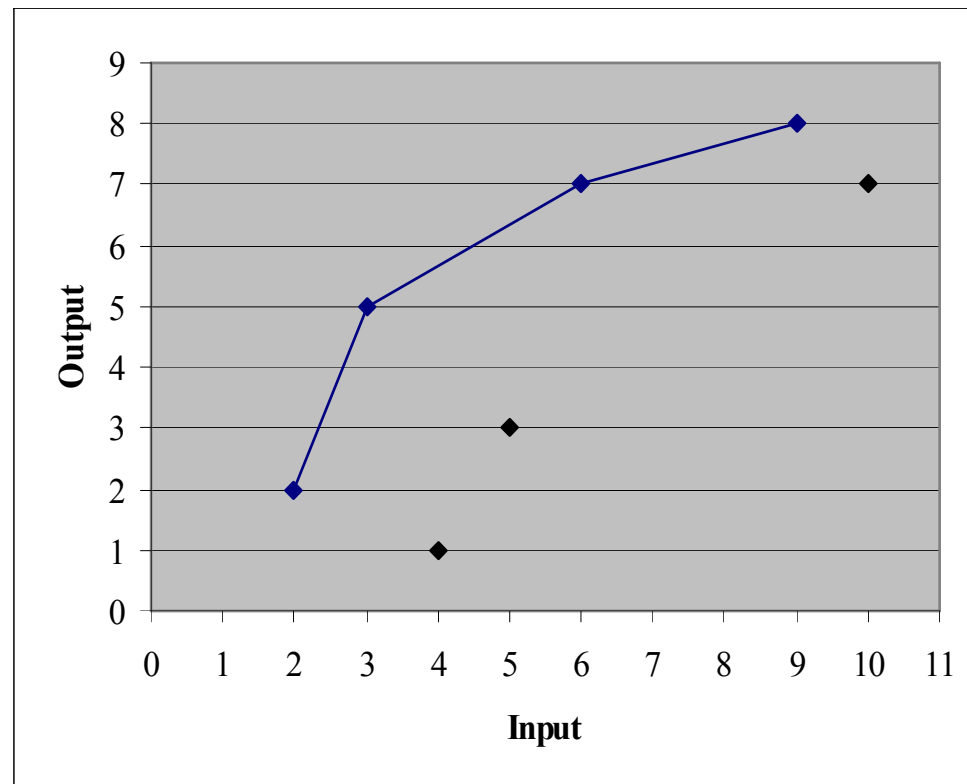
L3 = (6,7)

L4 = (9,8)

L5 = (5,3)

L6 = (4,1)

L7 = (10,7)



Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Μη παραμετρική
 - Δεν κάνει *a priori* υποθέσεις για τη συνάρτηση παραγωγής
 - Αφήνει τα δεδομένα να μιλήσουν μόνα τους
- Δεν επηρεάζεται από τις μονάδες μέτρησης
- Πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές

DEA (Data Envelopment Analysis)

- Το «σύνορο παραγωγής», μπορεί να κατασκευαστεί με βάση δύο διαφορετικές υποθέσεις:

- **Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας (Constants Returns to Scale- CRS)**

ισοποσοσטיαία αύξηση
εισροών κατά $\alpha\%$



ισοποσοσטיαία αύξηση
εκροών κατά $\alpha\%$

- **Μεταβαλλόμενων Αποδόσεων Κλίμακας (Variable Returns to Scale- VRS)**

ισοποσοσטיαία αύξηση
εισροών κατά $\alpha\%$



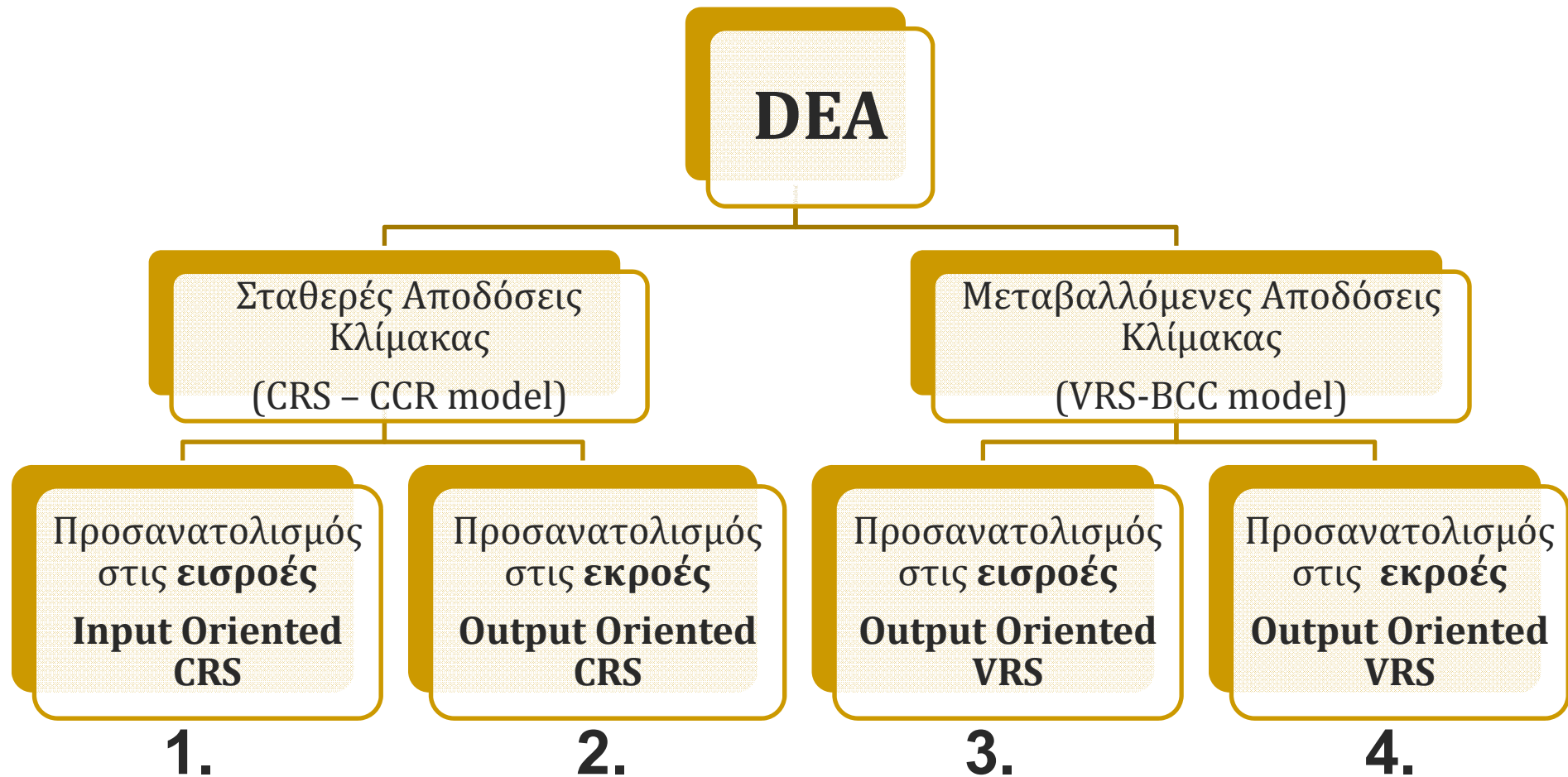
ισοποσοσטיαία αύξηση
εκροών κατά $\beta\%$ ($<,=,>\alpha\%$)

Ελαστικότητα Παραγωγής

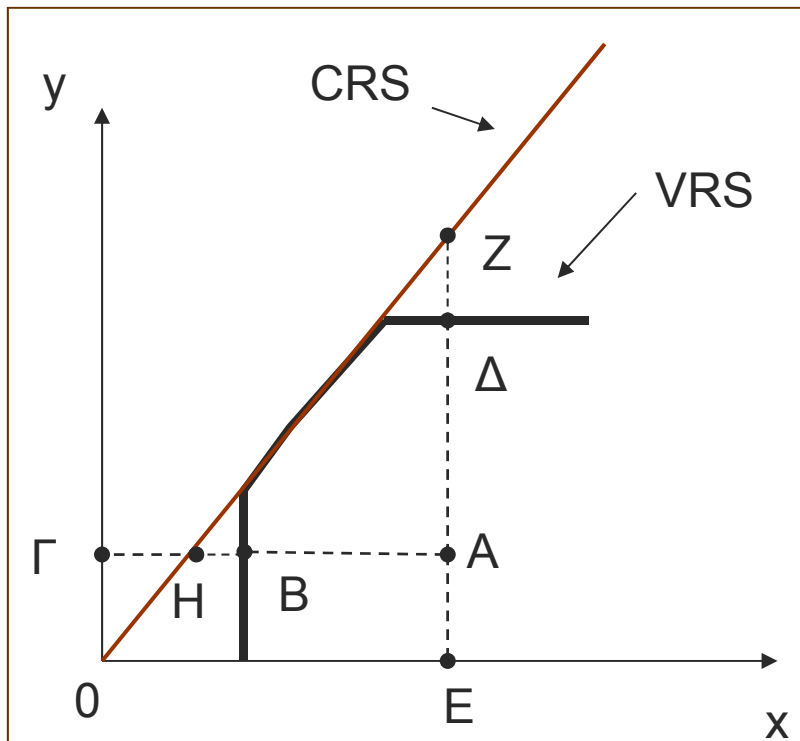
DEA (Data Envelopment Analysis)

- Κάθε παρατήρηση μπορεί να συγκριθεί με δύο διαφορετικές μονάδες που βρίσκονται πάνω στο σύνορο παραγωγής
 - Αυτή που χρησιμοποιώντας λιγότερες εισροές, παράγει την ίδια ποσότητα εκροών (B)
(προσανατολισμός στις εισροές, input-orientated DEA),
 - Αυτή που χρησιμοποιώντας την ίδια ποσότητα εισροών, παράγει περισσότερες εκροές (Δ)
(προσανατολισμός στις εκροές, output-orientated DEA)

Τα βασικά μοντέλα DEA



Γραφική απεικόνιση της μέτρησης της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας



Τεχνική Αποτελεσματικότητα «επιχείρησης» A

CRS

Προσανατολισμός στις εισροές: **ΓΗ/ΓΑ**

Προσανατολισμός στις εκροές: **ΕΑ/ΕΖ**

VRS

Προσανατολισμός στις εισροές: **ΓΒ/ΓΑ**

Προσανατολισμός στις εκροές: **ΕΑ/ΕΔ**

Βασικά Μοντέλα

- Σταθερές αποδόσεις κλίμακας

CCR model

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{st} \quad & -\mathbf{q}_i + \mathbf{Q}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \theta \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \lambda \geq \mathbf{0}, \end{aligned}$$

- Μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας

BCC model

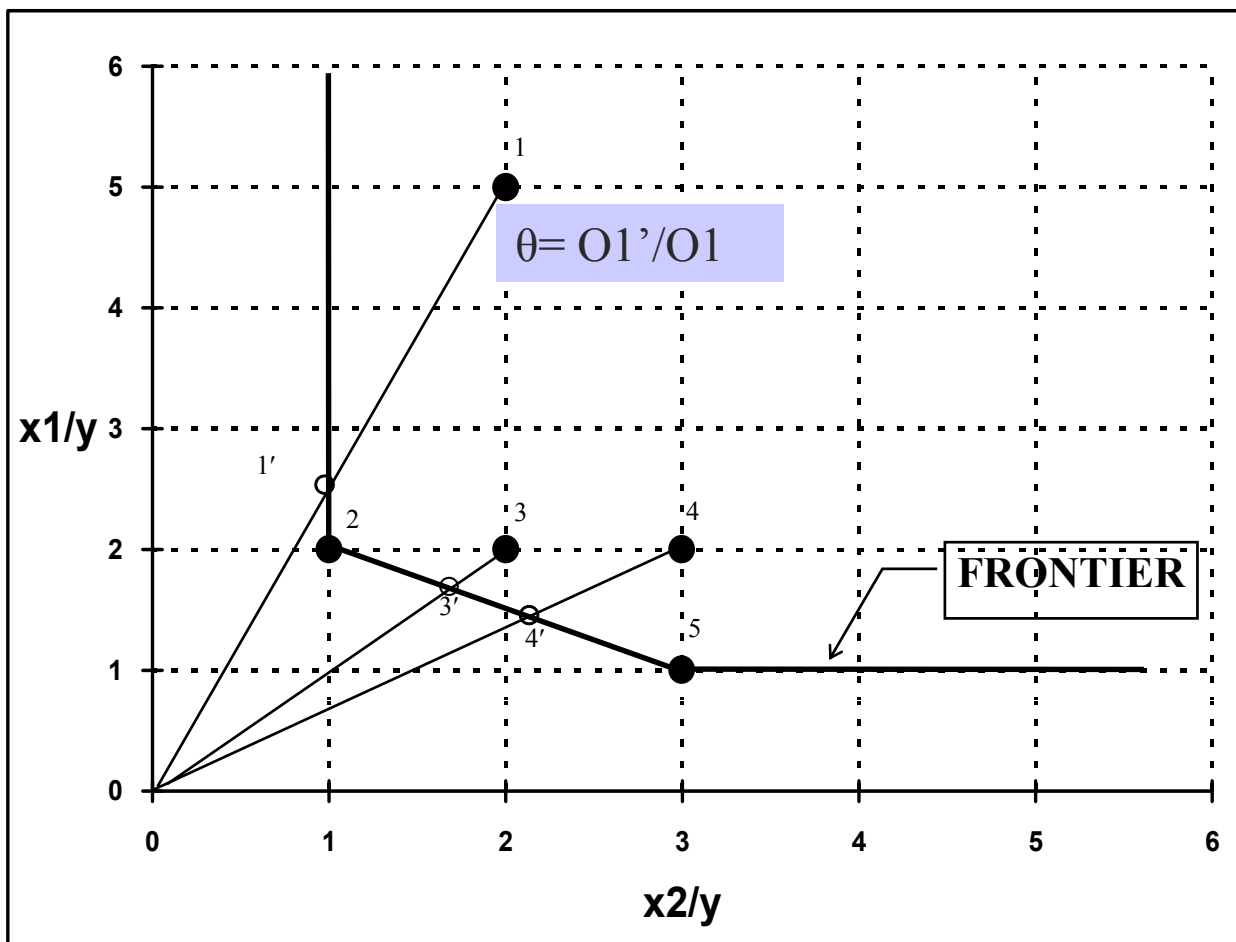
$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{st} \quad & -\mathbf{q}_i + \mathbf{Q}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \theta \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \mathbf{N}\mathbf{1}'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq \mathbf{0} \end{aligned}$$

$\mathbf{N}\mathbf{1}$: $I \times 1$ μοναδιαίο διάνυσμα

K εισροές, M εκροές, I «επιχειρήσεις»
 \mathbf{x}_i : $K \times 1$ διάνυσμα των εισροών της «επιχείρησης»
 \mathbf{q}_i : $M \times 1$ διάνυσμα των εκροών της «επιχείρησης»
 \mathbf{X} : $K \times I$ πίνακας των εισροών, \mathbf{Q} : $M \times I$ πίνακας των εκροών
 λ : $I \times 1$ διάνυσμα σταθερών

Συνήθως υιοθετείται το μοντέλο των μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας, εκτός αν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος λόγος....

Παράδειγμα



Προσανατολισμός στις εισροές vs. Προσανατολισμός στις εκροές

■ Εισροές

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{st} \quad & -\mathbf{q}_i + \mathbf{Q}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \theta \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \lambda \geq \mathbf{0}, \end{aligned}$$

■ Εκροές

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda} \quad & \phi, \\ \text{st} \quad & -\phi \mathbf{q}_i + \mathbf{Q}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \mathbf{x}_i - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0}, \\ & \lambda \geq \mathbf{0} \end{aligned}$$

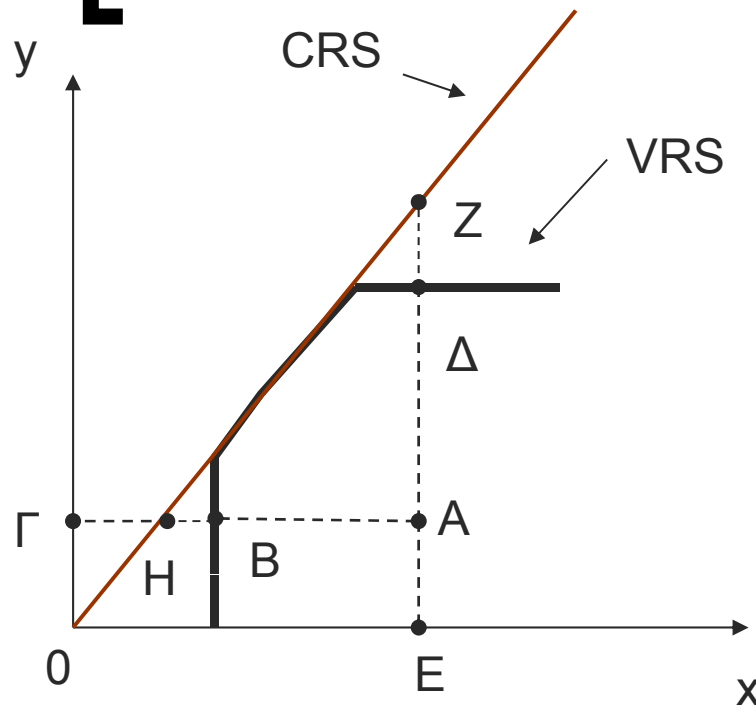
Ποιον προσανατολισμό επιλέγω;;;

Επιλέγω όποιον προσανατολισμό έχει νόημα...

- Παραδοσιακή / οικογενειακή γεωργία
 - Συγκεκριμένοι πόροι \longrightarrow Μεγιστοποίηση εκροών
 - **Προσανατολισμός στις εκροές**
- Συμβολαιακή γεωργία
 - Παραγωγή συμφωνηθέντων ποσοτήτων με τις ελάχιστες εισροές \longrightarrow Ελαχιστοποίηση εισροών
 - **προσανατολισμός στις εισροές**
 - αύξηση της ψαριάς με την ίδια αλιευτική «προσπάθεια» (εκτός από την περίπτωση ποσοστώσεων)
 - **Προσανατολισμός στις εκροές**
- Παράκτια αλιεία

- Όταν οι επιχειρήσεις λειτουργούν κάτω από σταθερές αποδόσεις κλίμακας, τότε τα δύο μοντέλα παράγουν τα ίδια αποτελέσματα

Γραφική απεικόνιση της μέτρησης της Αποτελεσματικότητας Κλίμακας



Τεχνική Αποτελεσματικότητα «επιχείρησης» A

•VRS

Προσανατολισμός στις εισροές: $\Gamma\text{B}/\Gamma\text{A}$

Προσανατολισμός στις εκροές: $\text{E}\Delta/\text{E}\text{A}$

•CRS

Προσανατολισμός στις εισροές: $\Gamma\text{H}/\Gamma\text{A}$

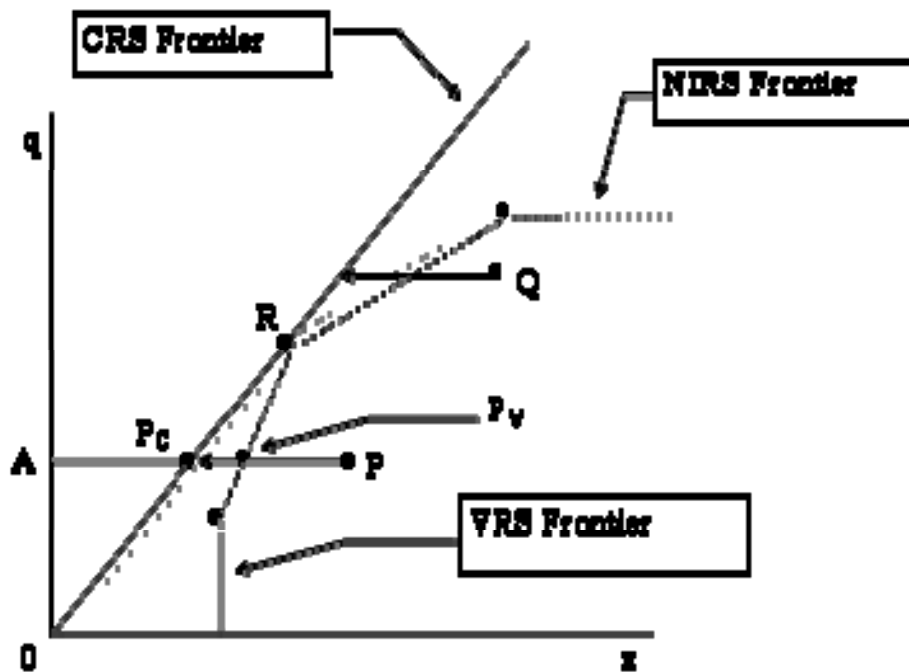
Προσανατολισμός στις εκροές: $\text{E}\text{Z}/\text{E}\text{A}$

Αποτελεσματικότητα Κλίμακας: TA (CRS) / TA (VRS)

Προσανατολισμός στις εισροές: $(\Gamma\text{H}/\Gamma\text{A}) / (\Gamma\text{B}/\Gamma\text{A}) = \Gamma\text{H}/\Gamma\text{B}$

Προσανατολισμός στις εκροές: $(\text{E}\text{Z}/\text{E}\text{A}) / (\text{E}\Delta/\text{E}\text{A}) = \text{E}\text{Z}/\text{E}\Delta$

Σταθερές, Αυξανόμενες ή Μειούμενες αποδόσεις Κλίμακας ;;;



Non-Increasing Returns to scale
(NIRS)

$$\min_{\theta, \lambda} \theta,$$

$$\text{st} \quad -q_i + Q\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$N1' \lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

VRS = NIRS (σημείο Q)

- Λειτουργία υπό μειούμενες αποδόσεις κλίμακας
- Απαιτείται μείωση «μεγέθους»

VRS > NIRS (σημείο P)

- Λειτουργία υπό αυξανόμενες αποδόσεις κλίμακας
- Απαιτείται αύξηση «μεγέθους»

Πώς / ποιοί χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα

■ Managers

- «Αντιγραφή» πρακτικών
- Υιοθέτηση καινοτομιών
- Εκπαίδευση

■ Φορείς πολιτικής

- Επίδραση επιδοτήσεων
- Ανακατανομή μέτρων στήριξης
- Προώθηση καινοτομιών και νέων τεχνικών π.χ. άρδευση, γεωργία ακριβείας, παγετοπροστασία
- Υποστηρικτικές δράσεις για εκπαίδευση/κατάρτιση γεωργών

[Τι μπορώ να κάνω μετά]

- Να διερευνήσω τις πηγές αναποτελεσματικότητας
 - Παλινδρόμηση
 - Probit (Greene, 2008)
 - Truncated Regression κτλ.
 - Έντονο debate... (McDonald, 2009)
 - Απλές (μη παραμετρικές) συσχετίσεις και στατιστικοί έλεγχοι
 - Spearman correlation
 - Mann-Whitney test
 - Bogefolt and Otto (2014)
 - Lansink et al. (2002)

ASSESSING THE TECHNICAL EFFICIENCY OF SMALL-SCALE FISHING VESSELS IN GREECE

Liontakis, A.¹, Pinello D.², Sintori, A.¹, Tzouramani I.¹

¹ Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών και Κοινωνιολογικών
Ερευνών, ΕΛΓΟ-Δήμητρα, Αθήνα

² Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

Βασικοί στόχοι της εργασίας

- Εκτίμηση τεχνικής αποτελεσματικότητας στην παράκτια αλιεία
- Διερεύνηση παραγόντων που τις επηρεάζουν



Δεδομένα της έρευνας

- Δομημένα ερωτηματολόγια κοινωνικοοικονομικών στοιχείων
- Προσωπικές συνεντεύξεις από εκπαιδευμένους συνεντευκτές
- 249 σκάφη < 12 μέτρων
- Οικονομικό έτος 2012

Αποτελέσματα εκτίμησης ΤΑ και ΑΚ

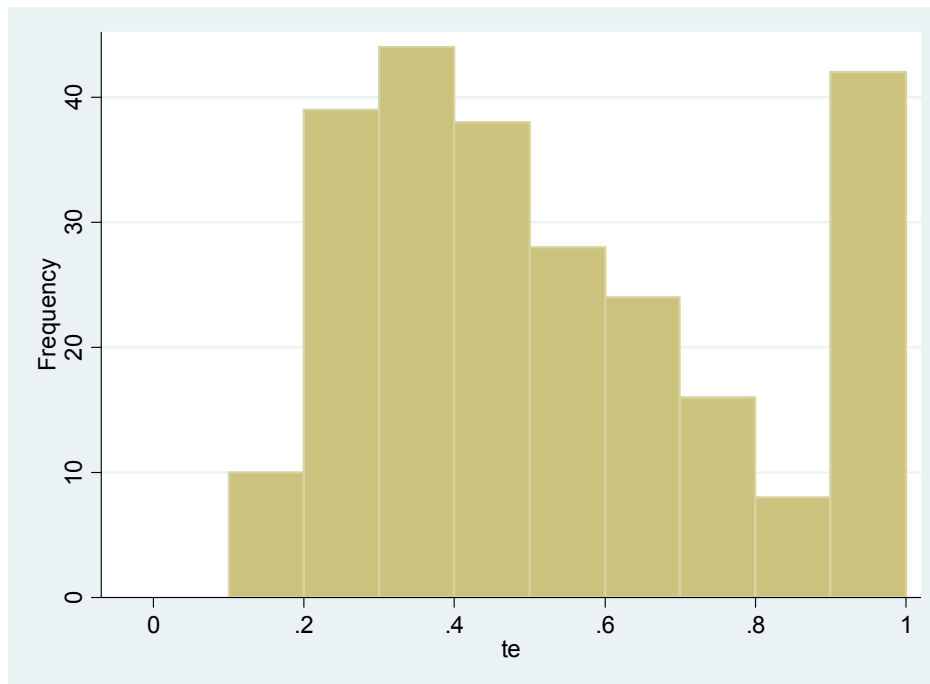
| Μεταβλητή | Μέση τιμή | Τυπική απόκλιση | CV | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------|
| ΤΑ | 0.54 | 0.26 | 47.7% | 0.16 | 1 (34 σκάφη) |
| ΑΚ | 0.80 | 0.21 | 26.6% | 0.20 | 1 (23 σκάφη) |
| Κλίμακα Παραγωγής | | | | | |
| Αυξανόμενες Αποδόσεις Κλίμακας | | | 181 σκάφη (72.7%) | | |
| Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας | | | 23 σκάφη (9.2%) | | |
| Μειούμενες Αποδόσεις Κλίμακας | | | 45 σκάφη (18.1%) | | |

Σημαντικά ευρήματα

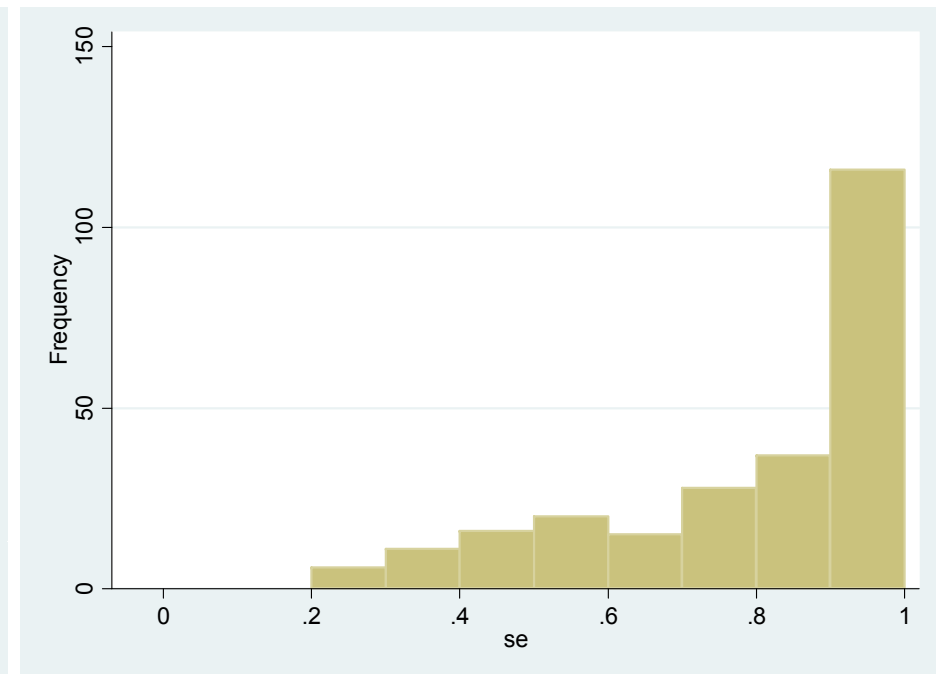
- Χαμηλή ΤΑ, υψηλή ΑΚ
- Υψηλός βαθμός ετερογένειας
- Μείωση (ισοποσοστιαία) των εισροών κατά 46% για την παραγωγή του ίδιου επιπέδου εκροών.

Κατανομή ΤΑ και ΑΚ

Τεχνική Αποτελεσματικότητα



Αποτελεσματικότητα Κλίμακας



Εκ φύσεως, ο βαθμός αποτελεσματικότητας των «επιχειρήσεων» **ΔΕΝ** ακολουθεί την **κανονική κατανομή**

Αποτελέσματα συσχετίσεων

| | TA |
|----------------------|---------|
| Μήκος σκάφους | -0.29** |
| Χωρητικότητα σκάφους | -0.28** |
| Ημέρες στη θάλασσα | -0.10* |

Τα μικρά σκάφη έχουν υψηλότερη TA και μικρότερη AK

- διαχειρίζονται καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους και εμφανίζουν μεγαλύτερη ευελιξία προσαρμογής ανάλογα με την εποχή αλιείας και τα διαθέσιμα αλιεύματα
 - Αλλαγή αλιευτικών εργαλείων, μεταφορά σε άλλη περιοχή, εστίαση σε διαφορετικά είδη, μέγεθος πληρώματος

Αρνητική συσχέτιση αλιευτικής προσπάθειας με TA

- Όταν «επιλέγεις», αλιεύεις τις περισσότερο παραγωγικές ημέρες
- Τα μεγαλύτερα σκάφη αλιεύουν περισσότερες μέρες

Αποτελέσματα στατιστικών ελέγχων

| Μεταβλητές ομαδοποίησης (grouping variables) | | Μέση ΤΕ | Z score | Αποτελέσματα |
|--|---------|---------|---------|--|
| Μήκος σκάφους | 0-6 m | 0.70 | 4.87** | Τα μικρότερα σκάφη έχουν υψηλότερη ΤΑ |
| | 6-12m | 0.50 | | |
| Νέοι καπετάνιοι (<40 ετών) | Ναι | 0.50 | 1.65* | Σκάφη με νεαρό καπετάνιο εμφανίζουν μικρότερη ΤΑ |
| | Όχι | 0.56 | | |
| Επίπεδο εκπαίδευσης | Βασική | 0.56 | 1.64* | Πιο (τεχνικά) αποτελεσματικοί οι καπετάνιοι με βασική εκπαίδευση |
| | Ανώτερη | 0.51 | | |

- Ο καπετάνιος παίζει καταλυτικό ρόλο στην επιλογή του αλιευτικού εργαλείου, της περιοχής αλιείας και της επιλογής της ημέρας αλιείας
- “Skipper effect” (Vázquez-Rowe and Tyedmers, 2013)



Αποτελέσματα στατιστικών ελέγχων

| Μεταβλητές ομαδοποίησης (grouping variables) | | Μέση ΤΕ | Z score | Αποτελέσματα |
|---|-----|---------|---------|--|
| Ανατ.Μακ & θράκη | Ναι | 0.42 | 2.83** | Τα σκάφη της περιοχής αυτής χαρακτηρίζονται από μικρότερη ΤΕ |
| | Όχι | 0.57 | | |
| Ν. Αιγαίο & Κρήτη | Ναι | 0.69 | -2.1** | Τα σκάφη της περιοχής αυτής χαρακτηρίζονται από υψηλότερη ΤΕ |
| | Όχι | 0.54 | | |

- Διαφορές στην σύνθεση των αλιευμάτων
- Διαφορές στο επίπεδο ανταγωνισμού με σκάφη της ίδιας κατηγορίας ή/και σκάφη μέσης αλιείας

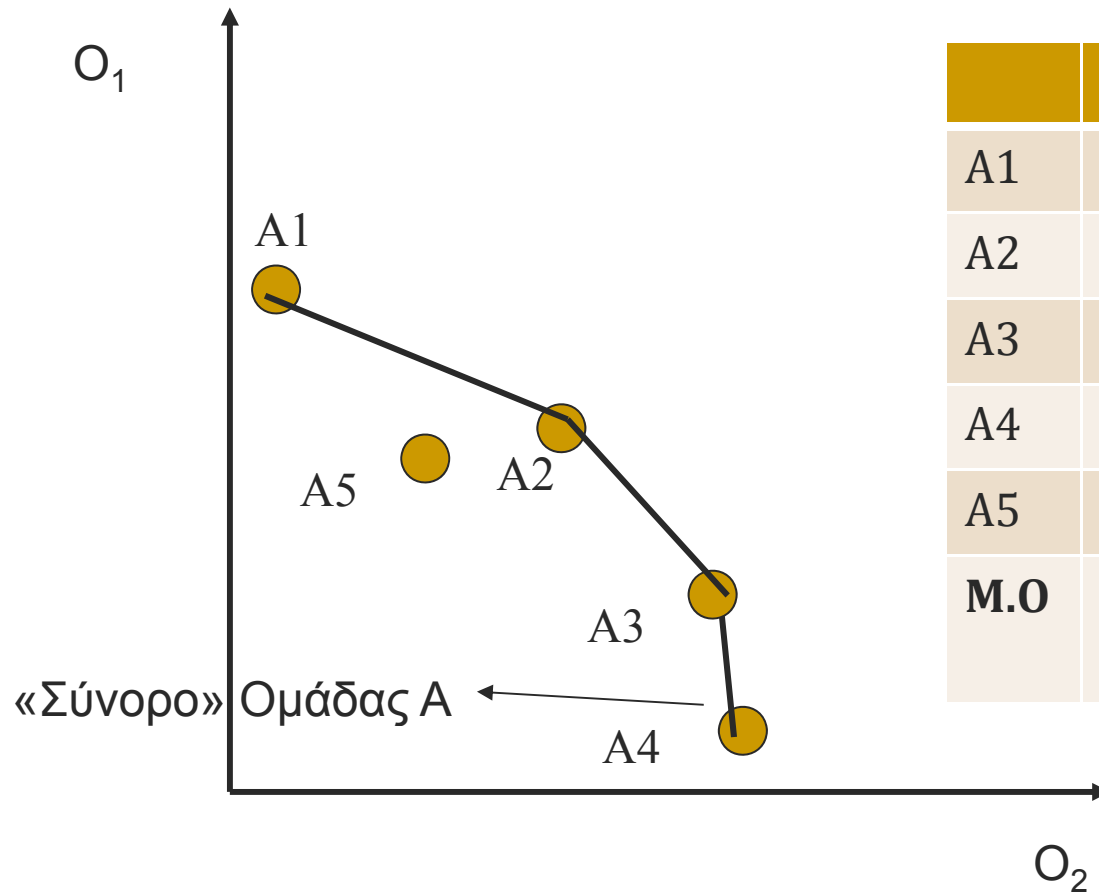
SOS Η DEA μετράει την «σχετική» και όχι την «απόλυτη» αποτελεσματικότητα

- Η αποτελεσματικότητα αξιολογείται **ΜΟΝΟ** συγκριτικά με τις αποδόσεις των επιχειρήσεων που αποτελούν το δείγμα
- Έστω ότι θέλουμε να διερευνήσουμε την αποτελεσματικότητα σε δύο ομάδες (5άδες) επιχειρήσεων (μία εισροή, δύο εκροές)

Managers επιχειρήσεων Ομάδας Α



Γραφική Απεικόνιση

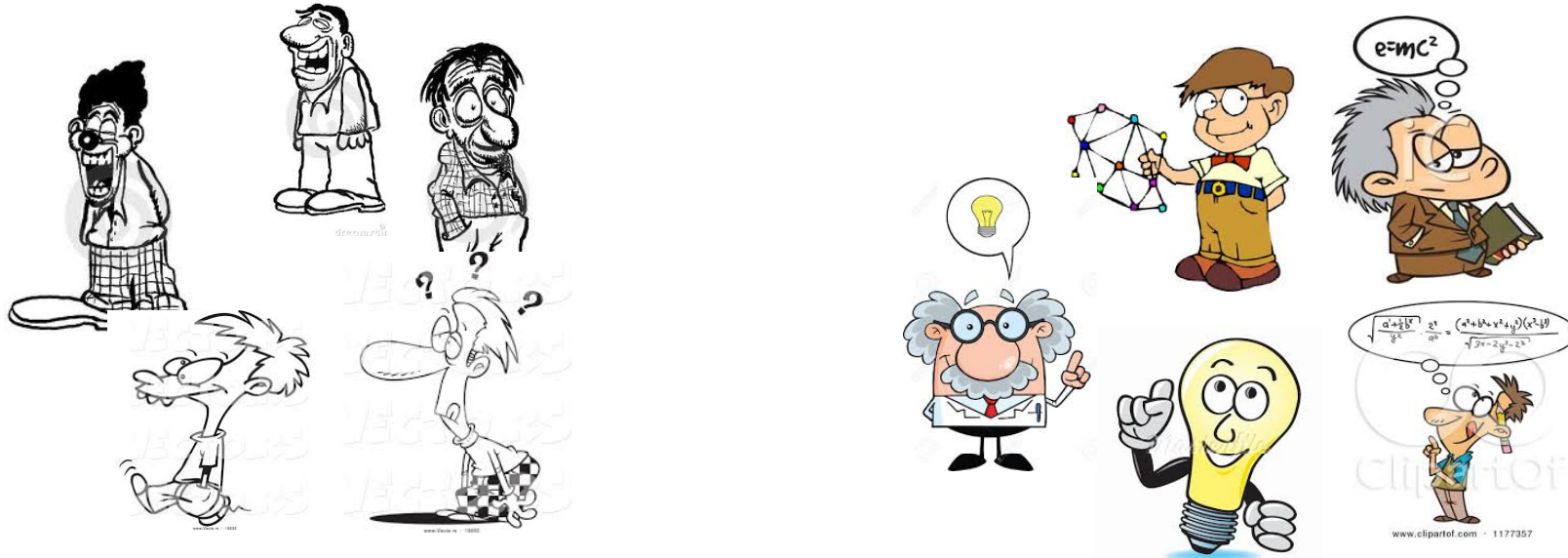


| | Αποτελεσματικότητα |
|------------|---------------------|
| A1 | 1 |
| A2 | 1 |
| A3 | 1 |
| A4 | 1 |
| A5 | 0.8 |
| M.O | 0.96 (4.8/5) |

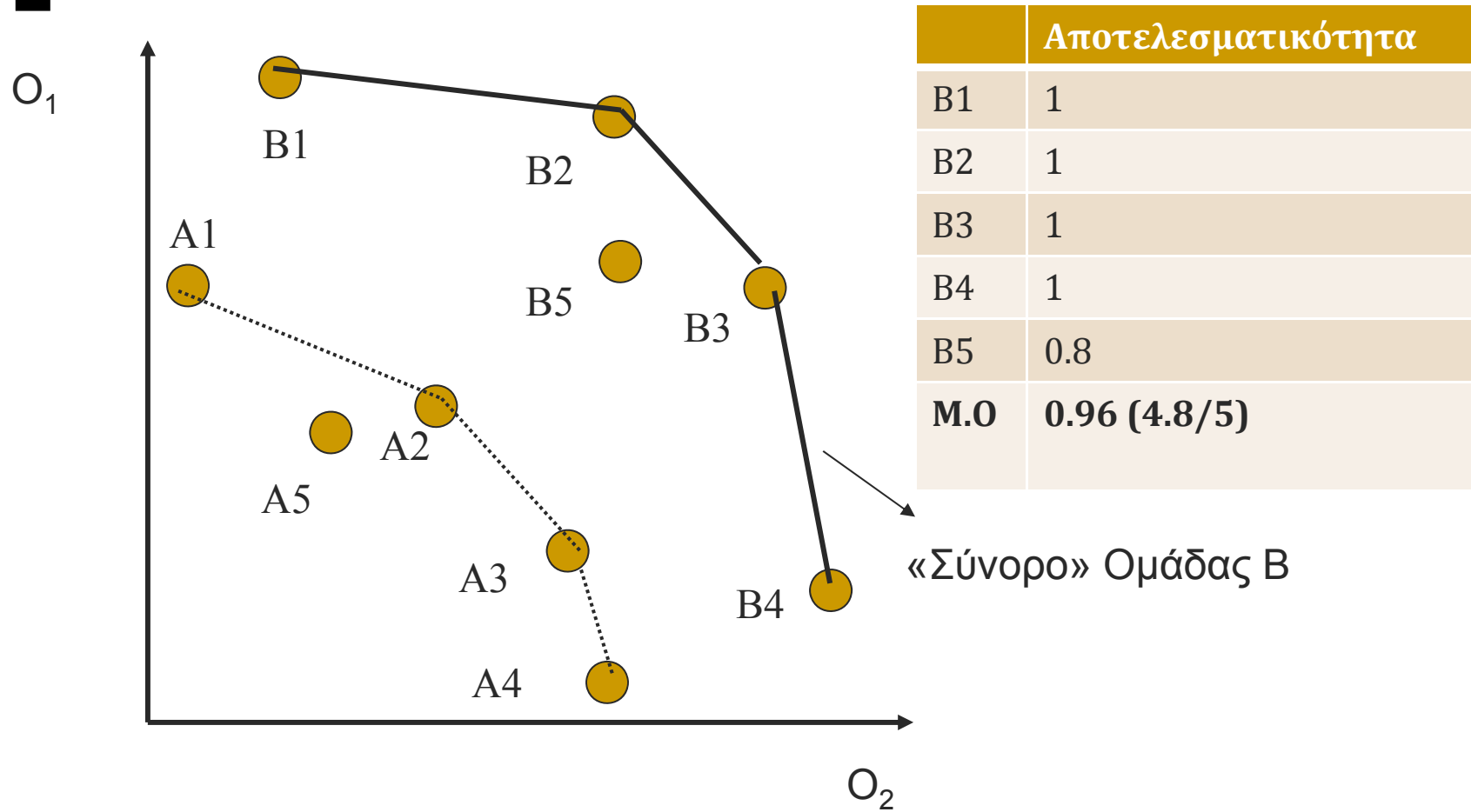
SOS: Η DEA μετράει την «σχετική» αποτελεσματικότητα

- Η αποτελεσματικότητα αξιολογείται **MONO** συγκριτικά με τις αποδόσεις των επιχειρήσεων που αποτελούν το δείγμα
- Έστω ότι θέλουμε να διερευνήσουμε την αποτελεσματικότητα σε δύο ομάδες (5άδες) επιχειρήσεων (μία εισροή, δύο εκροές)

Managers επιχειρήσεων Ομάδας A Managers επιχειρήσεων Ομάδας B

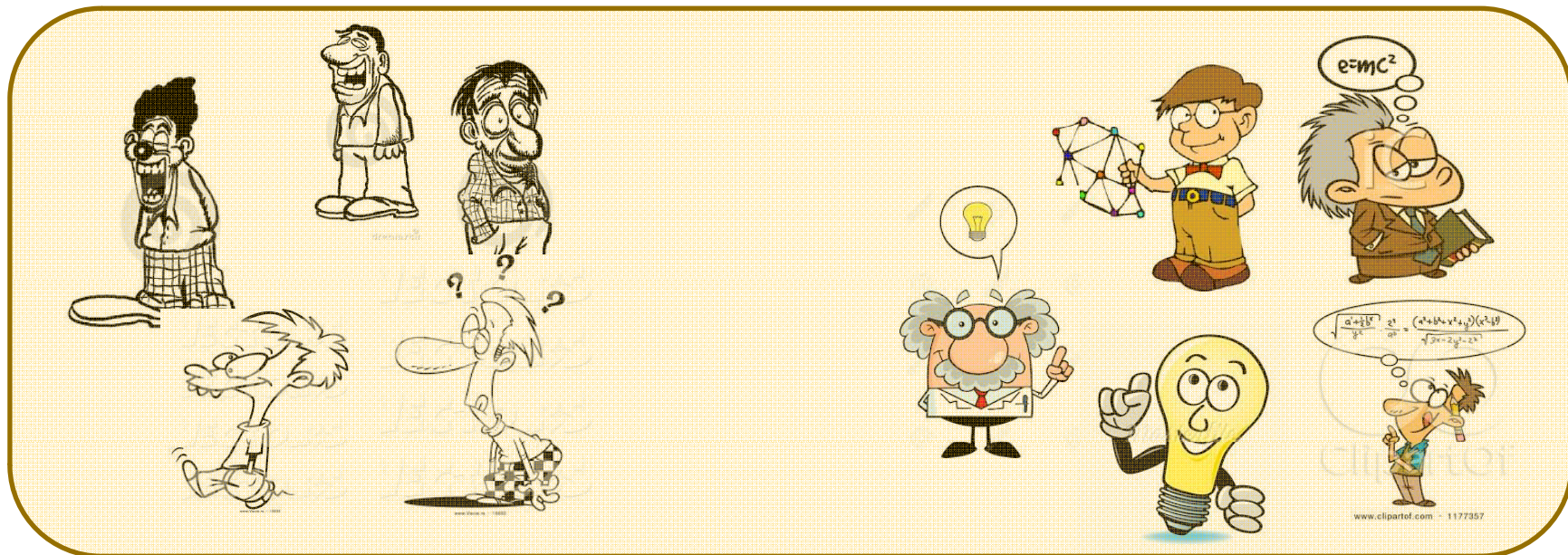


Γραφική Απεικόνιση

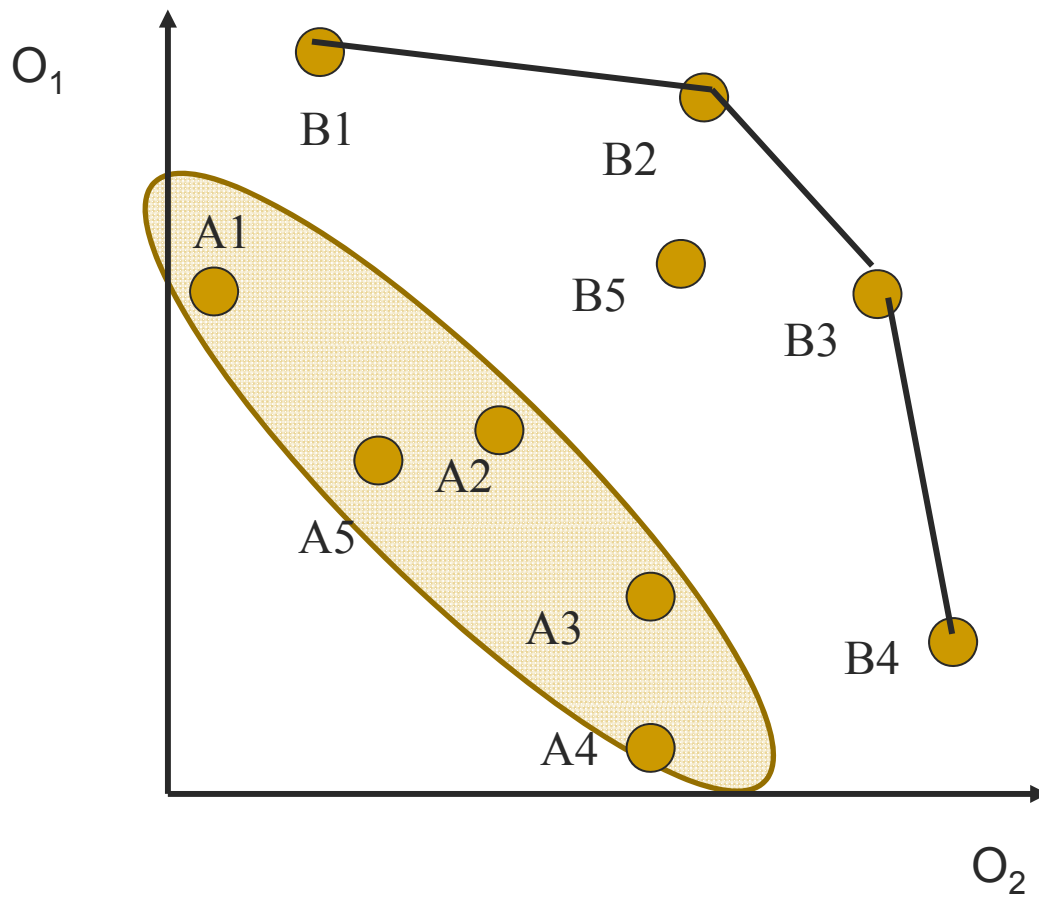


SOS: Η DEA μετράει την «σχετική» αποτελεσματικότητα

- Οι δύο ομάδες παρουσιάζουν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα.
- Είναι όμως το ίδιο αποτελεσματικές ;;;;;;
- Μπορούμε όμως να ενώσουμε τις δύο ομάδες πριν την ανάλυση, και στη συνέχεια να δούμε τις διαφορές που προκύπτουν μεταξύ των ομάδων....



Γραφική Απεικόνιση



| | Αποτελεσματικότητα |
|------------|------------------------|
| A1 | 1 |
| A2 | 1 |
| A3 | 1 |
| A4 | 1 |
| A5 | 0.8 |
| B1 | 0.2 |
| B2 | 0.2 |
| B3 | 0.2 |
| B4 | 0.2 |
| B5 | 0.15 |
| M.O | 0.575 (5.75/10) |

Τι συμπέρασμα προκύπτει λοιπόν από τη σύγκριση δύο ομάδων;

- Απλά αναδεικνύεται η «Ομοιογένεια» των ομάδων ως προς την τεχνική τους αποτελεσματικότητα...
- **Πολύ προσοχή** στις συγκρίσεις μεταξύ αποτελεσμάτων διαφορετικών εργασιών/μελετών σε διαφορετικές χώρες/κλάδους

Πρακτικά ζητήματα

- Τι κάνω όταν δεν έχω διαθέσιμες ποσότητες;
 - Μπορώ να χρησιμοποιήσω αξίες εφόσον υποθέσω ότι οι τιμές εισροών/εκροών είναι όμοιες για όλους

ΑΛΛΙΩΣ ΠΡΟΣΟΧΗ

- Το μοντέλο τεχνικής αποτελεσματικότητας....
γίνεται μοντέλο «οικονομικής» αποτελεσματικότητας



- *Πόσο μπορώ να μειώσω το κόστος των εισροών μου κάνοντας τον ίδιο τζίρο;;;*
- *Πόσο μπορώ να αυξήσω τον τζίρο μου, κάνοντας τα ίδια έξοδα;;;*

Πρακτικά ζητήματα

- Πάρα πολλές μεταβλητές (εισροές/εκροές) για λίγες «επιχειρήσεις» (**Dimensionality problem**)
 - Προκύπτουν πάρα πολλές «αποτελεσματικές» επιχειρήσεις
 - Αντίστοιχο πρόβλημα με το πρόβλημα έλλειψης βαθμών ελευθερίας στις αναλύσεις παλινδρόμησης
- Πόσες εισροές και εκροές πρέπει να χρησιμοποιώ;
 - Παρατηρήσεις $> 3 * (\text{εισροές} + \text{εκροές})$ (Banker et al., 1989)
 - Παρατηρήσεις $> 5 * (\text{εισροές} + \text{εκροές})$ (Fernandez & Cornejo, 1994)
 - Παρατηρήσεις $> 2 * (\text{εισροές} * \text{εκροές})$ (Dyson et al., 2001)
 - Για παράδειγμα για 4 εισροές και 2 εκροές
 - 24 (Banker et al., 1989)
 - 30 (Fernandez and Cornejo, 1994)
 - 16 (Dyson et al., 2001)
 - Συνάθροιση εισροών ή εκροών (aggregation)

Πρακτικά ζητήματα

- **Τι γίνεται όταν έχω μεγάλο αριθμό εκροών;;;;;**
 - Ένας αλιέας που χρησιμοποιεί παραγάδια αλιεύει τουλάχιστον 20 διαφορετικά είδη ψαριών κατά τη διάρκεια του έτους
 - 20 διαφορετικές εκροές
 - Είναι εφικτό να εφαρμόσει κάποιος DEA (ή οποιαδήποτε ανάλυση) με 20 εκροές;;;;;
 - Έλλειψη στοιχείων
 - Dimensionality problem

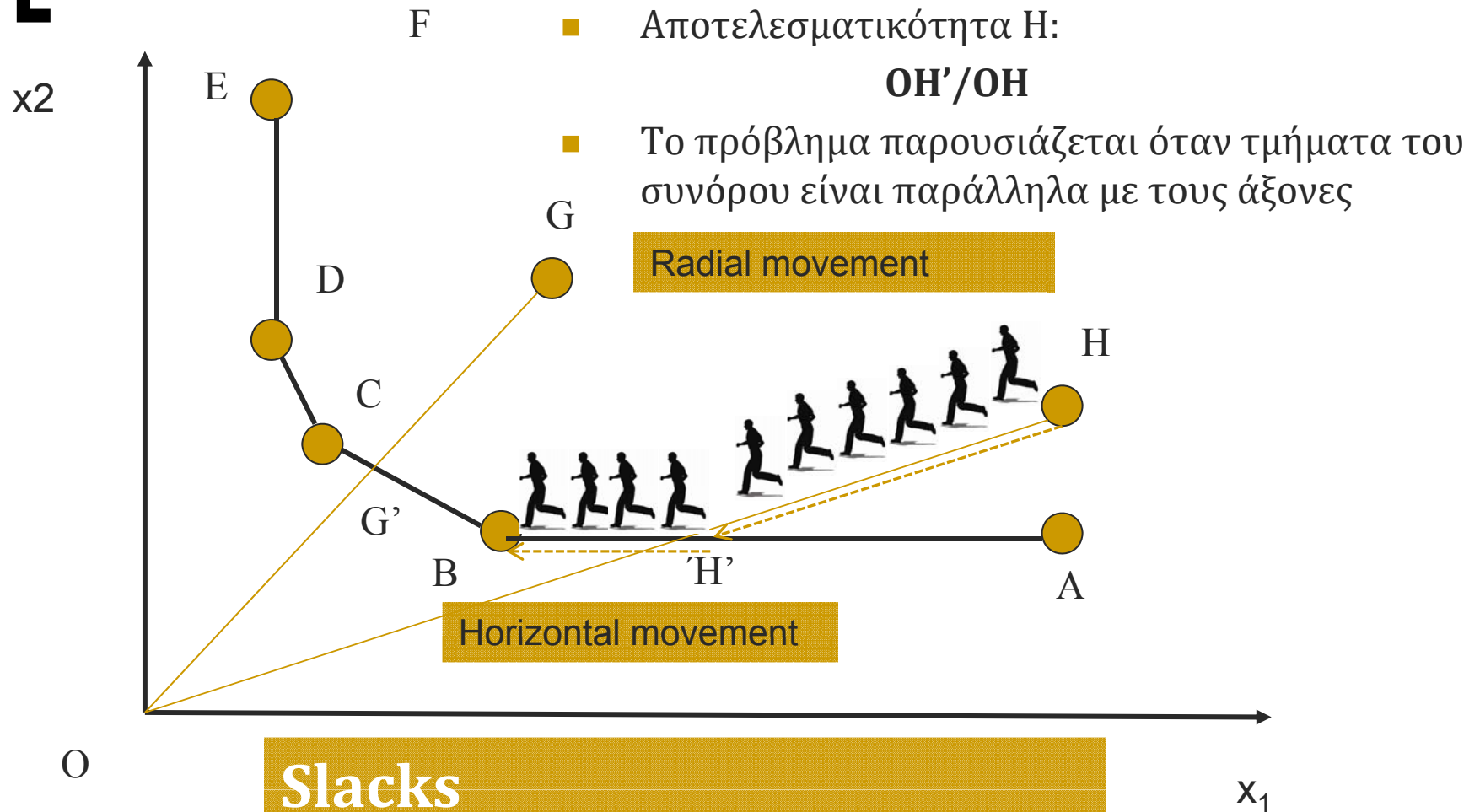


Ομαδοποίηση εκροών (αθροίζω την αξία τους)

[Πρακτικά ζητήματα]

- **Παρουσία μηδενικών εκροών/εισροών**
 - Δημιουργούνται προβλήματα λόγω της radial φύσης της μεθόδου
 - Αναγκαίος ο μετασχηματισμός των μεταβλητών
 - Πρόσθεση ενός μικρού θετικού αριθμού
 - Χρήση προηγμένων τεχνικών
 - Ορισμένα λογισμικά επιτρέπουν τη χρήση μηδενικών εισροών/εκροών π.χ. DEAP, benchmarking (R)

Βασικά μειονεκτήματα/προβλήματα και προτεινόμενες λύσεις



○ Λύσεις: Τροποποιημένα μοντέλα DEA

Λιοντάκης Άγγελος, Dr Γεωπόνος – Γεωργοοικονομολόγος

Βασικά μειονεκτήματα/προβλήματα και προτεινόμενες λύσεις

■ Μη στοχαστικότητα

- θεωρώ ότι έχω βρει μέσα από το δείγμα το πραγματικό σύνορο, το πραγματικό benchmark
- Δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω στατιστική (π.χ. διαστήματα εμπιστοσύνης, στατιστικοί έλεγχοι)



Στοχαστικό DEA

Bootstrapping DEA

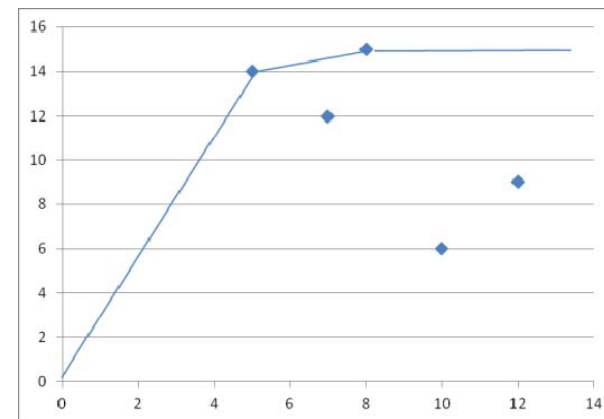
- R (πακέτα benchmarking, FEAR)
- Simar and Wilson (2000); Wilson (2008)

Βασικά μειονεκτήματα/προβλήματα και προτεινόμενες λύσεις

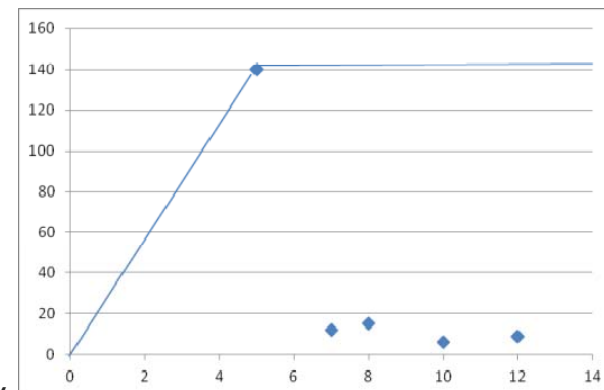
■ Επίδραση λαθών και outliers

- Λύση: Αφαίρεση Outliers (π.χ. Wilson, 1993)
- Πακέτο benchmarking

| DMU | Εισροή | Εκροή |
|-----|--------|-------|
| 1 | 5 | 14 |
| 2 | 8 | 15 |
| 3 | 7 | 12 |
| 4 | 10 | 6 |
| 5 | 12 | 9 |



| DMU | Εισροή | Εκροή |
|-----|--------|-------|
| 1 | 5 | 140 |
| 2 | 8 | 15 |
| 3 | 7 | 12 |
| 4 | 10 | 6 |
| 5 | 12 | 9 |



Βασικά μειονεκτήματα/προβλήματα και προτεινόμενες λύσεις

- **Ισοποσοστιάα μείωση των εισροών / αύξηση των εκροών**
 - Σταθερές Δαπάνες;;;
 - Αντιμετώπιση: Τροποποίηση περιορισμών μοντέλου
 - Σταθερές δαπάνες ως αρνητικές εκροές (Bogetoft and Otto, 2011)
- **Δεν είναι όλες οι εισροές/εκροές ίσης σπουδαιότητας**
 - Weight-restricted DEA (π.χ. Blancard and Martin, 2014)
 - Εισαγωγή προτιμήσεων μέσω multi-objective programming (π.χ. Andre et al., 2010)

Ενδιαφέρουσες Επεκτάσεις

- Εισαγωγή μη επιθυμητών εκροών (π.χ. CO₂)
 - Environmental DEA (π.χ. Zhou et al, 2008)
 - Eco-efficiency (π.χ. Hua et al., 2007)
- Χρήση κατηγορικών μεταβλητών (Banker and Morey, 1986)
- Ιεράρχηση αποτελεσματικών «επιχειρήσεων»
 - Super-Efficiency (π.χ. Chen, 2004)

Διαθέσιμο Λογισμικό DEA

- DEAP
(www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php)
- Πακέτο Benchmarking στο R
(<http://cran.rproject.org/web/packages/Benchmarking/Benchmarking.pdf>)
- GAMS
- User written programs in Stata
- DEA Frontier
- On Front

Βιβλιογραφία

- ✓ Andre, F. J., Herrero, I., & Riesgo, L. (2010). A modified DEA model to estimate the importance of objectives with an application to agricultural economics. *Omega*, 38(5), 371-382.
- ✓ Banker RD, Charnes A, Cooper WW, Clarke R (1989) Constrained game formulations and interpretations for data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* 40:299–308
- ✓ Banker, Charnes and Cooper, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30 (1984), pp. 1078-109
- ✓ Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). The use of categorical variables in data envelopment analysis. *Management science*, 32(12), 1613-1627.
- ✓ Blancard, S., & Martin, E. (2014). Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. *Energy Policy*, 66, 198-208
- ✓ Bogetoft and Otto (2011), *Benchmarking with DEA, SFA, and R*; Springer
- ✓ Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- ✓ Chen, Y. (2004). Ranking efficient units in DEA. *Omega*, 32(3), 213-219.
- ✓ Farrell MJ (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society* 120:253–281
- ✓ Fernandez-Cornejo, J., E.D. Beach, and Wen-Yuan Huang. The adoption of IPM
- ✓ Greene W (2008) *Econometric Analysis*, sixth edn. Pearson Prentice Hall
- ✓ Hua, Z., Bian, Y., & Liang, L. (2007). Eco-efficiency analysis of paper mills along the Huai River: an extended DEA approach. *Omega*, 35(5), 578-587.
- ✓ Lansink, A. O., Pietola, K., & Bäckman, S. (2002). Efficiency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994–1997. *European Review of Agricultural Economics*, 29(1), 51-65.
- ✓ McDonald J (2009) Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research* 197:792–798
- ✓ Simar L, Wilson P (2000) A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics* 27(6):779–802
- ✓ techniques by vegetable growers in Florida, Michigan, and Texas. @ *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 1(1994): 158-72.
- ✓ Wilson PW (1993) Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs. *Journal of Business & Economics Statistics* 11(3):319–323
- ✓ Vázquez-Rowe, I., & Tyedmers, P. (2013). Identifying the importance of the “skipper effect” within sources of measured inefficiency in fisheries through data envelopment analysis (DEA). *Marine Policy*, 38, 387-396.
- ✓ Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2008). Measuring environmental performance under different environmental DEA technologies. *Energy Economics*, 30(1), 1-14.
- ✓ Zhu, J. (2014). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets* (Vol. 213). Springer.