



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΣΚΟΠΟΣ & ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων, ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

Χάρης Δούκας, Ιωάννης Ψαρράς

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μιας μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης.
- Εξέταση όλων των παραμέτρων ενός προβλήματος και των παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη της κατάλληλης απόφασης.
- Πώς μπορείς να πραγματοποιηθεί η σύνθεση όλων των κριτηρίων ώστε να επιτευχθεί η υποστήριξη ορθολογικών αποφάσεων;
- Μοντέλα και μεθοδολογίες πραγματοποίηση της αναγκαίας σύνθεσης υπό το πρίσμα της πολιτικής λήψης των αποφάσεων και του συστήματος προτιμήσεων και αξιών, το οποίο συνειδητά ή ασυνείδητα χρησιμοποιεί ο αποφασίζων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Απαραίτητα εργαλεία που θα του επιτρέψουν να σημειώσουμε πρόοδο στην επίλυση ενός προβλήματος απόφασης,
- Οι περισσότερες όψεις του προβλήματος είναι συχνά αντιφατικές και ανταγωνιστικές και πρέπει να ληφθούν υπόψη.
- Αντίθετα με τις κλασικές μεθόδους της Επιχειρησιακής Έρευνας, οι πολυκριτήριες μέθοδοι δεν παρέχουν λύσεις, που να είναι “αντικειμενικά οι καλύτερες” – “υποστήριξη”.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ –

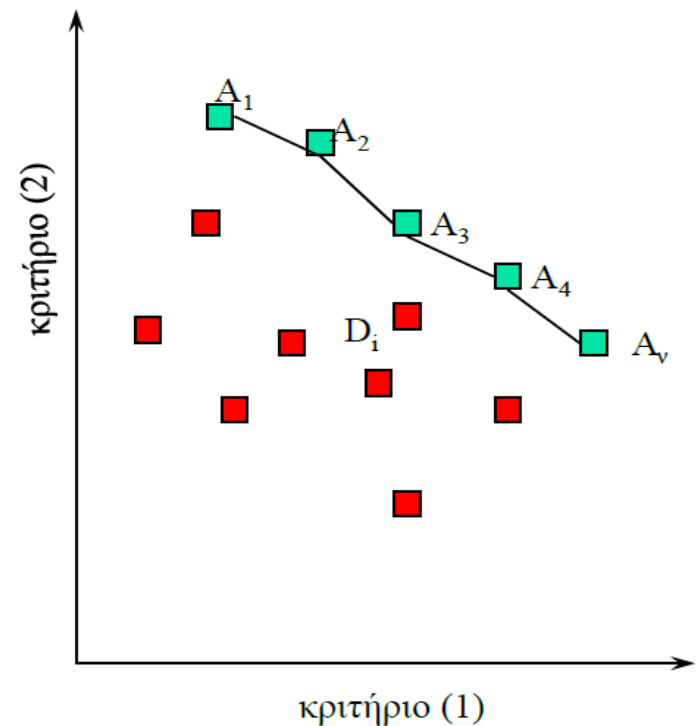
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ (PARETO ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ)

Ο αποφασίζων θα αναζητήσει τη λύση μεταξύ του συνόλου των λύσεων A_i .

- Κάθε λύση A_i συγκρινόμενη με οποιαδήποτε λύση A_k εμφανίζει καλύτερη επίδοση στο ένα κριτήριο και χειρότερη στο άλλο.
- Οι λύσεις A_i λέγονται ικανές (efficient), μη κυριαρχούμενες (non-dominated), κατά Pareto βέλτιστες (Pareto optimal)
- Αντικειμενικά ισοδύναμες

Οι λύσεις D_i (κόκκινες) δεν μπορούν να αποτελέσουν ικανοποιητική επιλογή για έναν ορθολογικό αποφασίζοντα.

Δύο αντικειμενικές συναρτήσεις (κριτήρια) προς βελτιστοποίηση:



ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγικές Έννοιες
2. Σχέσεις υπεροχής (PROMETHEE)
3. Λογισμικό PROMETHEE – Προσδιορισμός βαρών
4. Η μέθοδος VIKOR
5. Πιθανολογική υποστήριξη αποφάσεων
6. Γλωσσικές μεταβλητές I
7. Γλωσσικές μεταβλητές II
8. Θεωρία πολυκριτήριας χρησιμότητας (MAUT, WSM)
9. Η οικογένεια μεθόδων ELECTRE
10. Οι μέθοδοι TOPSIS & Behavioural TOPSIS
11. Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση (UTA, UTASTAR)
12. Ομαδική λήψη αποφάσεων
13. Πολυκριτήριος γραμμικός προγραμματισμός (AUGMECON-R)

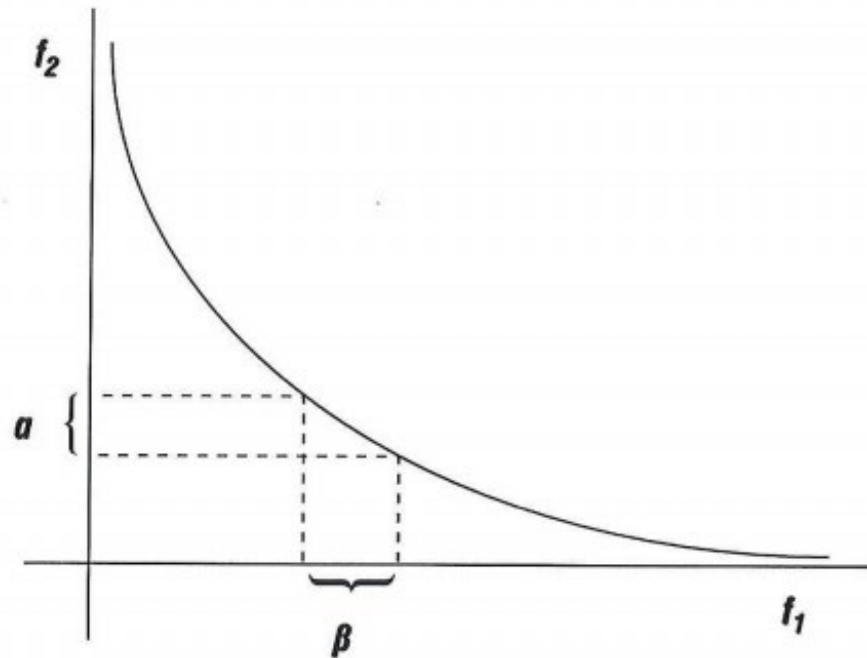
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ & ΣΤΟΧΟΣ

- **Βασικά χαρακτηριστικά**
 - ✓ Πολλαπλά κριτήρια που οδηγούν σε αντικρουόμενα συμπεράσματα
 - ✓ Αδυναμία προσδιορισμού βέλτιστης λύσης
 - ✓ Υποκειμενικά αποτελέσματα

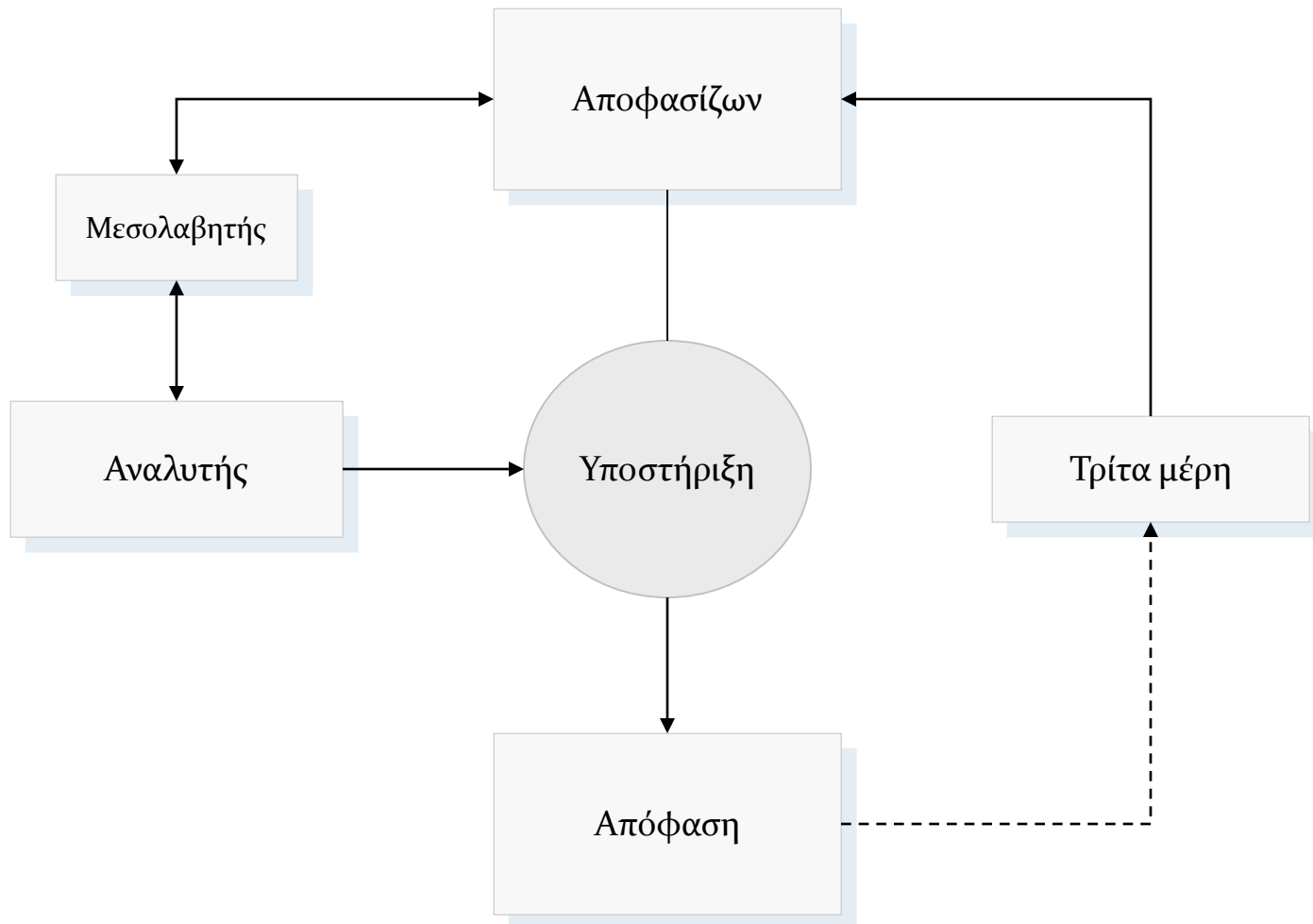
- **Στόχος**
 - ✓ Ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων
 - ✓ Μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος
 - ✓ Εντοπισμός ικανοποιητικών λύσεων

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

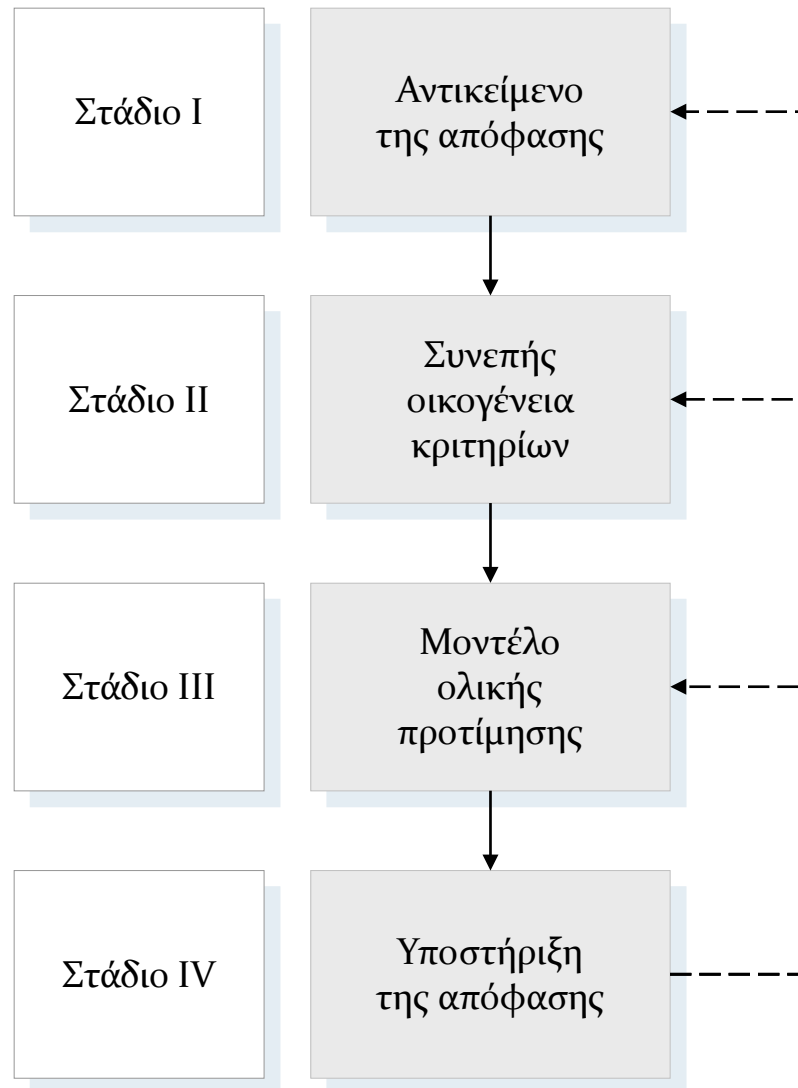
Ανταγωνισμός στόχων μεταξύ των δύο κριτηρίων μπορεί να ορισθεί η απώλεια α , που πρέπει να θυσιάσθει από το ένα κριτήριο, ώστε να επιτευχθεί όφελος β στο άλλο κριτήριο σαν πιο επιθυμητό.



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟΦΑΣΗΣ



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΑΑ

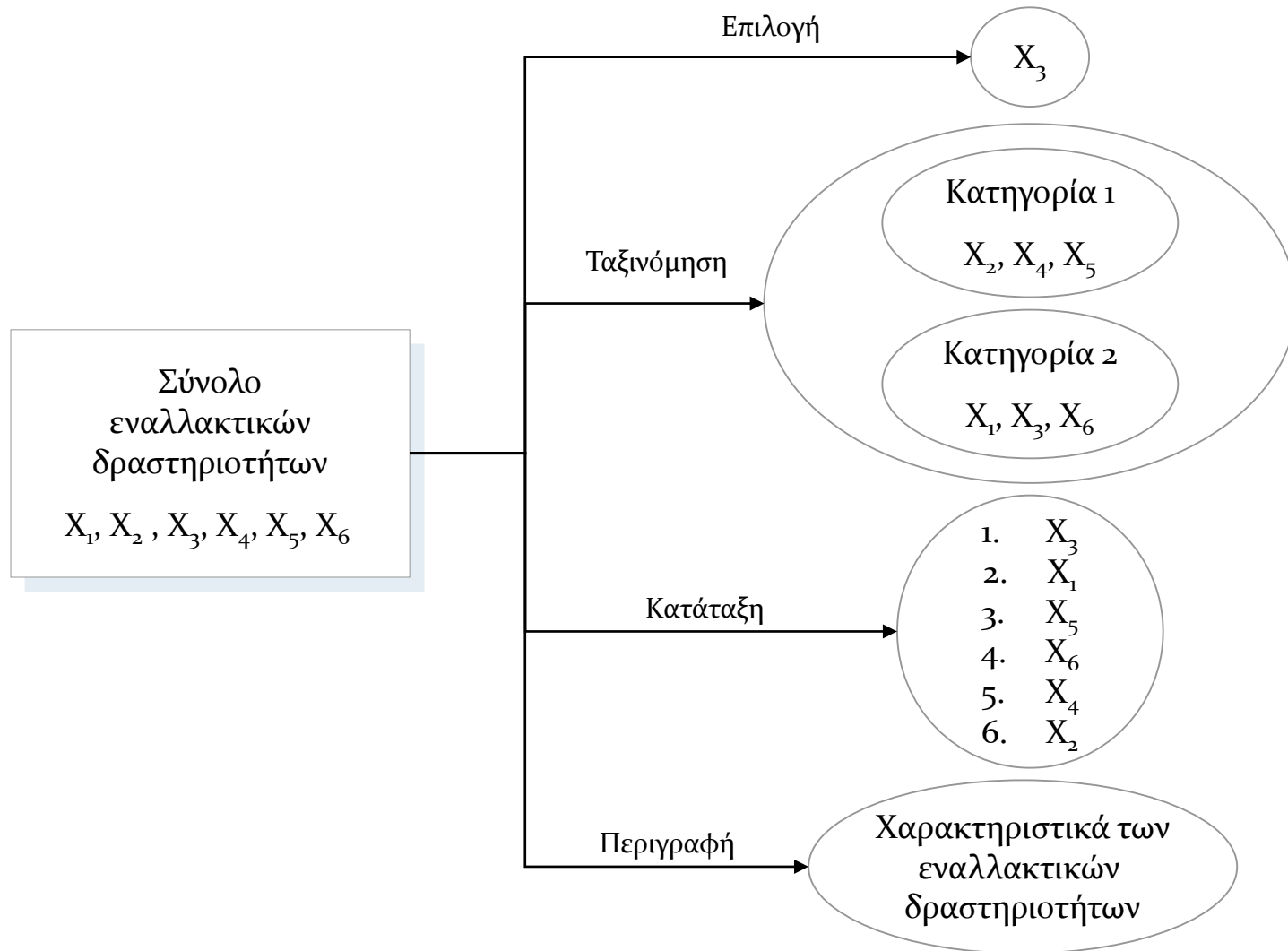


ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (1/2)

- **Καθορισμός του συνόλου A των εναλλακτικών δραστηριοτήτων**
 - Διακριτό σύνολο
 - Συνεχές σύνολο

- **Καθορισμός προβληματικής**
 - Προβληματική α : Επιλογή (choice)
 - Προβληματική β : Ταξινόμηση (sorting/classification)
 - Προβληματική γ : Κατάταξη (ranking)
 - Προβληματική δ : Περιγραφή (description)

Το ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (2/2)



ΣΥΝΕΠΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ (1/2)

Στο δεύτερο στάδιο της διαδικασίας καθορίζεται μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων (consistent family of criteria). Ως κριτήριο θεωρείται μια μονότονη συνάρτηση x , δηλωτική των προτιμήσεων του αποφασίζοντος, τέτοια ώστε για κάθε δυο εναλλακτικές x' και x'' να ισχύει:

$$x' > x'' \text{ τότε } x' P x''$$

$$x' = x'' \text{ τότε } x' I x''$$

όπου:

- x' και x'' είναι οι επιδόσεις των εναλλακτικών x' και x'' στο κριτήριο x
- P και I είναι αντίστοιχα οι σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας οριζόμενες έτσι ώστε:
 - $x' P x''$ η εναλλακτική x' προτιμάται της x'' (προτίμηση)
 - $x' I x''$ οι εναλλακτικές x' και x'' είναι ισοδύναμες (αδιαφορία)

ΣΥΝΕΠΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ (2/2)

Ένα σύνολο κριτηρίων (x_1, x_2, \dots, x_n) θεωρείται ότι διαμορφώνει μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων εάν και μόνο αν διαθέτει τις ακόλουθες τρεις ιδιότητες:

- **Μονοτονία (monotonicity)**

Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα της μονοτονίας αν και μόνο αν για οποιοδήποτε δυο εναλλακτικές x' και x'' τέτοιες ώστε $x'_i > x''_i$ για κάποιο κριτήριο x_i και $x'_j = x''_j$ για όλα τα υπόλοιπα κριτήρια, συμπεραίνεται ότι $x' P x''$.

- **Επάρκεια (exhaustivity)**

Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα της επάρκειας αν και μόνο αν για οποιοδήποτε δυο εναλλακτικές x' και x'' τέτοιες ώστε $x'_i = x''_i$ για όλα τα κριτήρια x_i , συμπεραίνεται ότι $x' I x''$.

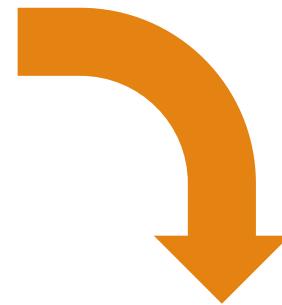
- **Μη πλεονασμός (non-redundancy)**

Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα του μη πλεονασμού εάν και μόνο αν η διαγραφή ενός οποιουδήποτε κριτηρίου x_i οδηγεί σε παραβίαση των ιδιοτήτων της μονοτονίας ή της επάρκειας.

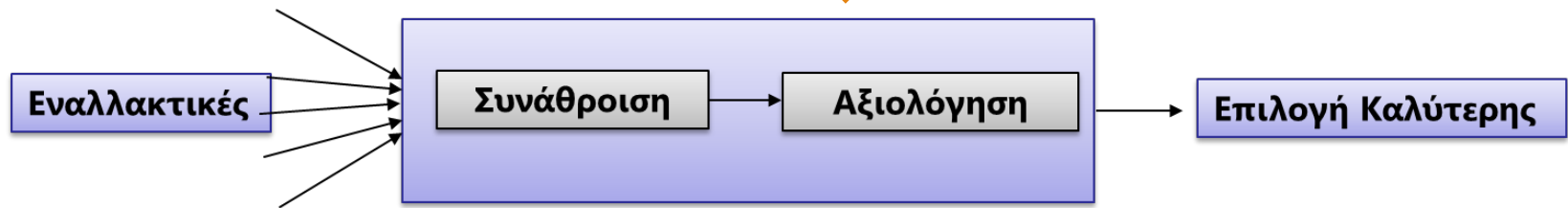
ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ

		Εναλλακτικές			
		A ₁	A ₂	A _n
Κριτήρια	B ₁	C ₁₁	C ₁₂	C _{1n}
	B ₂	C ₂₁	C ₂₂	C _{2n}

	B _l	C _{l1}	C _{l2}	C _{ln}



*Μοντέλα
Αναπαράστασης
και Προτίμησης*



ΑΠΛΟΪΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ

☞ Αριθμητικός Μέσος

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i$$

☞ Σταθμισμένος Μέσος

$$\frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΛΙΚΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (1/2)

- Πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών – «Γαλλόφωνη Σχολή»
 - Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations theory): **ELECTRE I, ELECTRE Tri, ELECTRE III, PROMETHEE.**
[Roy (1976), (1985), (1990); Brans et al. (1986); Bouyssou (1984); Vincke (1989), (1992)]
- Προσδιορισμός μιας συνολικής αξιολόγησης κάθε εναλλακτικής – «Αγγλοσαξονική Σχολή»
 - Θεωρία πολυκριτήριας αξίας/χρησιμότητας (multiattribute value/utility theory): **Weighted-sum method, AHP.**
[Keeney and Raiffa (1976); Saaty (1990); Keeney (1992)]

ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΛΙΚΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (2/2)

- Προσανατολίζεται στην ανάπτυξη ενός γενικού μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων, ώστε να καθοριστεί το κατάλληλο υπόδειγμα σύνθεσης των κριτηρίων, το οποίο ανταποκρίνεται στο σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Πρόκειται ουσιαστικά για την ακριβώς αντίθετη διαδικασία από αυτή στην Θεωρία Αξίας
 - Αναλυτική – Συνθετική Προσέγγιση (Utility Theory Approach): UTA and extensions.
[Jacquet – Lagréze & Siskos, 1982, 2001]

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Example country				
GHG emissions = 100 million tonnes per year				
GHG emissions for electricity = 40 million tonnes per year				
	Electricity technology mix			
	current situation (%)	moderate coal phase-out	accelerated coal phase-out	low-emission pathway
coal	75	60	40	0
natural gas	10	10	15	0
biomass	5	20	20	20
small scale hydro	5	5	5	5
wind power	3	3	15	30
solar	2	2	5	45
	100	100	100	100
	only rooftop solar hydro at maximum	only rooftop solar biomass increase	only rooftop solar natural gas and wind compensate coal reduction	solar park development coal and natural gas phased out
Country context characteristics				
Low labour mobility between fossil-fuel intensive and renewable energy sectors				
Strong trade union in fossil-fuel intensive sectors				
Country phases 5% budget deficit/GDP; 1 bln expenditure adds 0.25%-pt to that				
Capital provided mainly by foreign investors				
Sufficient space for windfarms and solar parks				
Stakeholders				
Environmental NGO	Trade union in coal sector			
Ministry of Finance	Capital providers			
Ministry of Environment	Electricity operator			

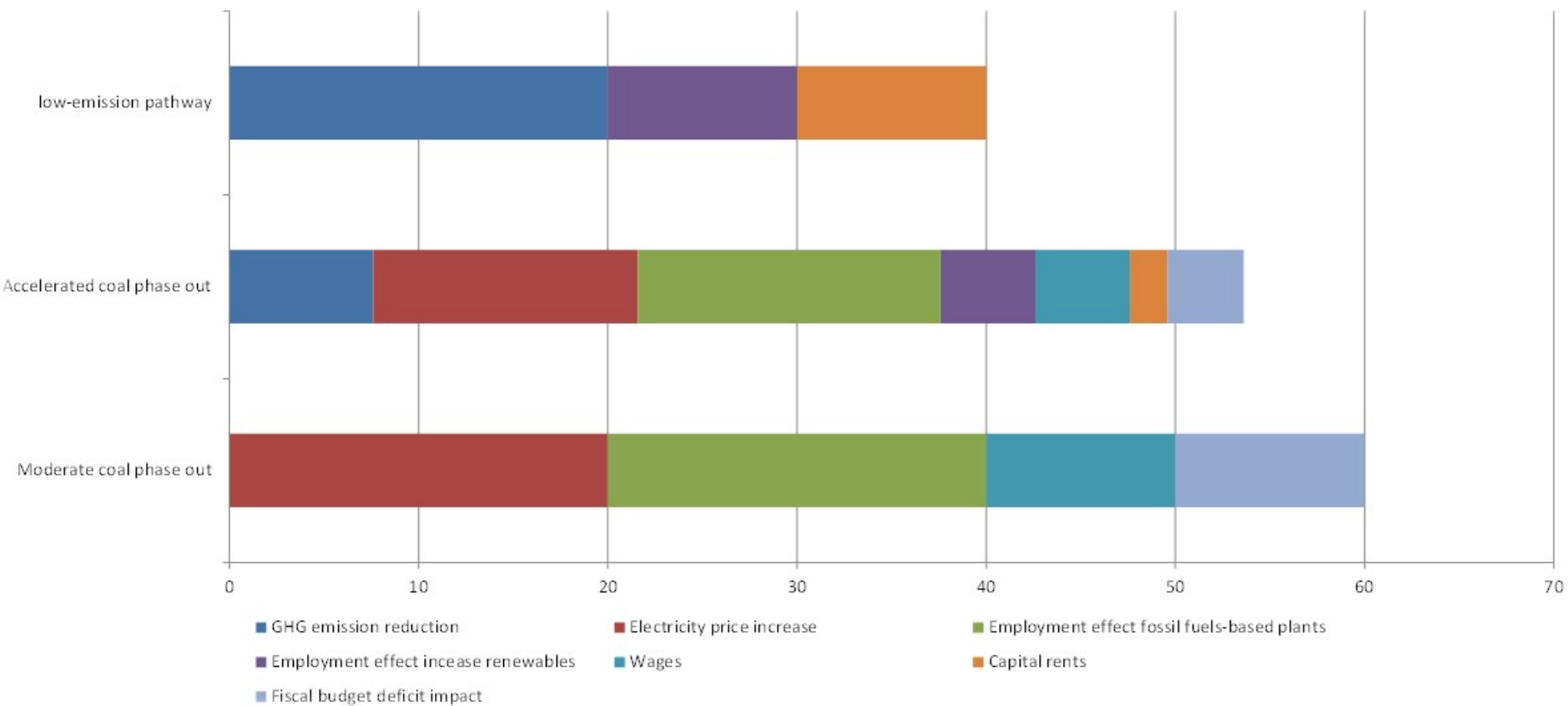
ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Absolute impacts							
pathways	GHG emission reduction (Mt/yr)	Electricity prices (%)	Employment loss fossil fuels-based plants (jobs)	Employment effect increase renewables (jobs)	Wages (%)	Capital rents (%)	Fiscal budget deficit impact (bln/year)
Moderate coal phase out	5	1	500	-	-	-	0
Accelerated coal phase out	15	3	3.000	3.000	-5	+1	2
low-emission pathway	40	10	15.000	6.000	-10	+5	5
Relative scores of impacts							
pathways	GHG emission reduction	Electricity price increase	Employment effect fossil fuels-based plants	Employment effect increase renewables	Wages	Capital rents	Fiscal budget deficit impact
Moderate coal phase out	0	100	100	0	100	0	100
Accelerated coal phase out	38	70	80	50	50	20	40
low-emission pathway	100	0	0	100	0	100	0

BAPH

Pathways	Absolute impacts (potential consequential risks) and benefits of transition pathways						
	GHG emission reduction (Mt/yr)	Electricity prices (%)	Employment loss fossil fuels-based plants (jobs)	Employment increase renewables (jobs)	Wages (%)	Capital rents (%)	Fiscal budget deficit impact (bln/year)
Moderate coal phase out	5	1	500	-	-	-	-
Accelerated coal phase out	15	3	3.000	3.000	-5	+1	2
low-emission pathway	40	10	15.000	6.000	-10	+5	5
Weight (0-100)***	20	10	20	10	10	20	10

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ



Thank
You!



Dr. Haris Doukas

Email: h_doukas@epu.ntua.gr

Tel: (+30) 210 7724729