



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΘΕΩΡΙΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων, ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

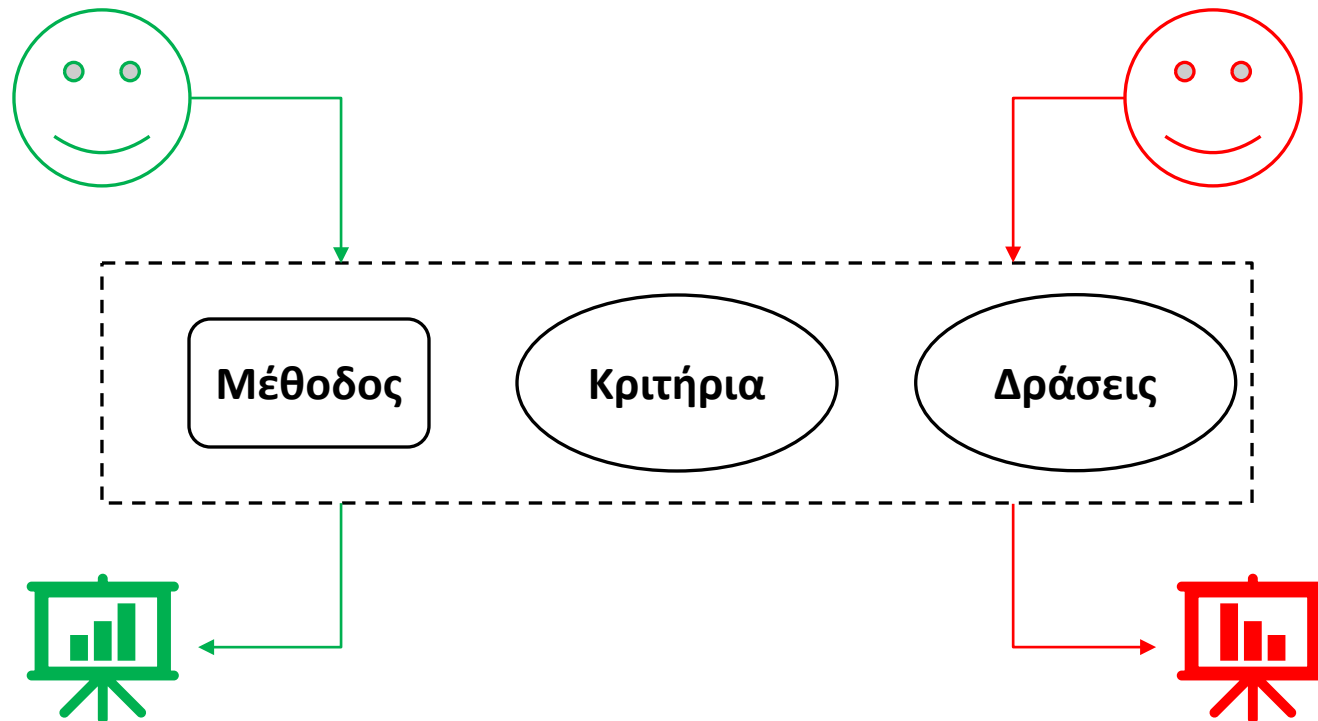
Αλέξανδρος Νίκας, Χάρης Δούκας, Ιωάννης Ψαρράς

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

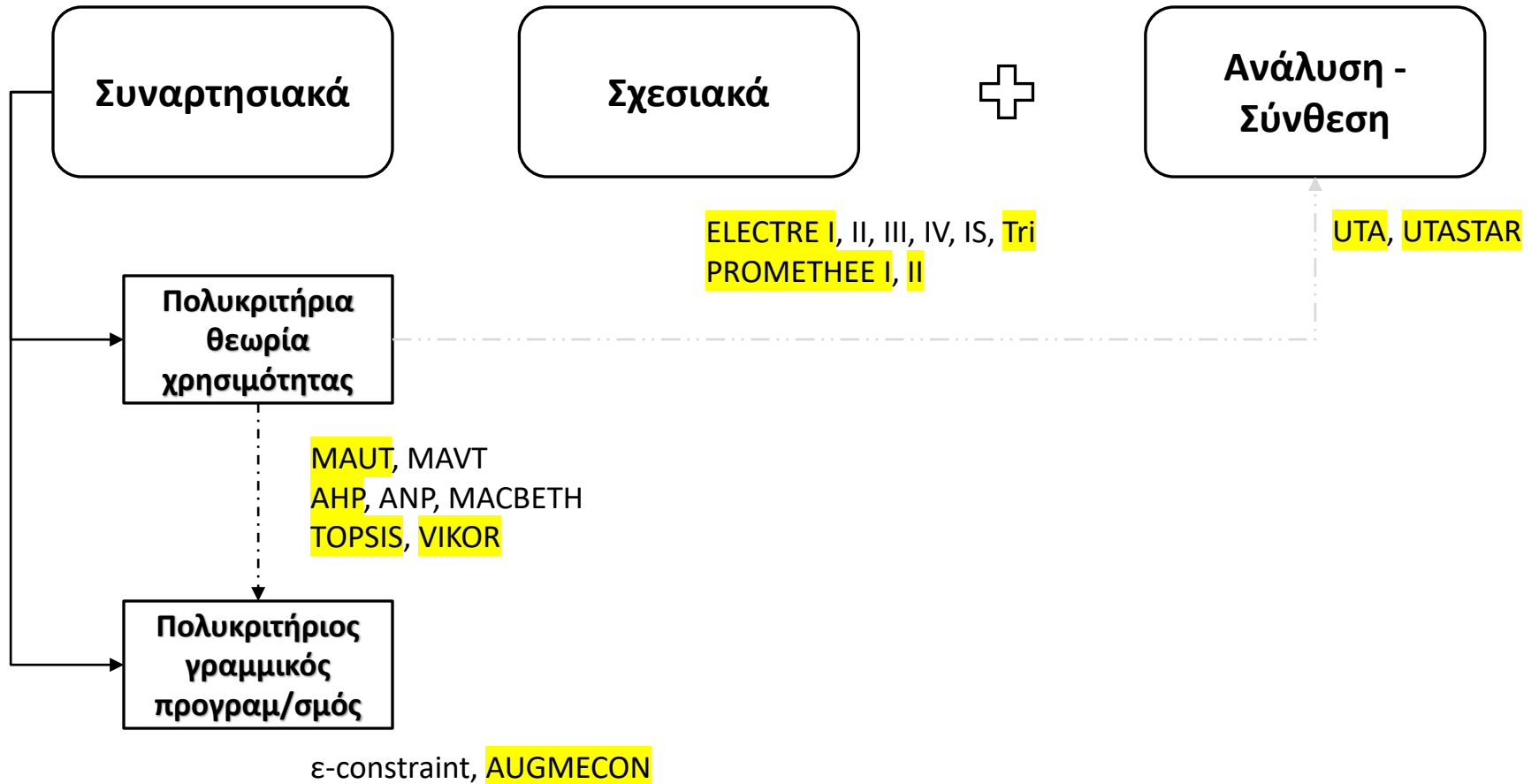
○ Τι είναι τα μοντέλα ΠΑΑ;

Συστήματα, μοντέλα, εργαλεία, μέθοδοι που **υποστηρίζουν** τη λήψη αποφάσεων σε προβλήματα που χαρακτηρίζονται από πολλά κριτήρια.

Το αποτέλεσμα εξαρτάται από **μέθοδο, εναλλακτικές, κριτήρια & αποφασίζοντα**.



ΡΕΥΜΑΤΑ ΠΑΑ



ΣΚΟΠΟΣ & ΜΕΘΟΔΟΙ

○ Σκοπός της Θεωρίας Πολυκριτήριας Χρησιμότητας

Οι μέθοδοι της πολυκριτήριας χρησιμότητας και των συναρτήσεων αξίας/χρησιμότητας αποσκοπούν στον καθορισμό μίας ακριβούς έκφρασης των προτιμήσεων των αποφασιζόντων μέσω της αξιοποίησης πολλαπλών συναρτήσεων αξίας ή χρησιμότητας και του μετασχηματισμού των κριτηρίων αξιολόγησης/απόφασης σε μία κοινή, αδιάστατη κλίμακα.

○ Βασική υπόθεση

Σε κάθε πρόβλημα απόφασης, υπάρχει μία πραγματική συνάρτηση εκτίμησης U , την οποία οι αποφασίζοντες επιθυμούν να μεγιστοποιήσουν.

○ Συνήθεις μέθοδοι

- Θεωρία πολυκριτήριας χρησιμότητας (Multi-Attribute Utility Theory – MAUT)
- Θεωρία πολυκριτήριας αξίας (Multi-attribute Value Theory – MAVT)

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Έννοια	Περιγραφή
Εναλλακτικές	Οι επιλογές ανάμεσα στις οποίες πρέπει να επιλέξουν οι αποφασίζοντες για την επίλυση του προβλήματος.
Κριτήρια	Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών, βάσει των οποίων θα αξιολογηθούν.
Επίπεδο κριτηρίου	Επίπεδα ενός κριτηρίου αξιολόγησης.
Βαθμολογία	Η αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο κριτηρίου
Κλίμακα	Το εύρος τιμών στο οποίο μπορεί να βαθμολογηθεί μία εναλλακτική.
Βάρος κριτηρίου	Η βαθμολογία σπουδαιότητας του εκάστοτε κριτηρίου.
Κανονικοποιημένο βάρος κριτηρίου	Η βαθμολογία σπουδαιότητας του εκάστοτε κριτηρίου κανονικοποιημένη ώστε το άθροισμα των βαρών να ισούται με 1.
Μονοκριτήρια χρησιμότητα	Η αριθμητική τιμή προτίμησης ενός συγκεκριμένου επιπέδου κριτηρίου
Κανόνας σύνθεσης	Η μη γραμμική, αύξουσα συνάρτηση που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των μονοκριτήριων χρησιμοτήτων και τον υπολογισμό της συνολικής χρησιμότητας. Συνήθως χρησιμοποιείται η προσθετική συνάρτηση.
Πολυκριτήρια χρησιμότητα	Η αριθμητική τιμή προτίμησης μίας εναλλακτικής, όπως προκύπτει από τη σύνθεση των μονοκριτήριων χρησιμοτήτων.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

1) Προσδιορισμός εναλλακτικών και κριτηρίων αξιολόγησης

Αρχικά, προσδιορίζονται οι διαθέσιμες εναλλακτικές και τα πιο σχετικά με την απόφαση κριτήρια, βάσει των οποίων οι αποφασίζοντες θα κληθούν να επιλέξουν τη βέλτιστη λύση.

Τα κριτήρια που επιλέγονται στη MAUT οφείλουν να είναι:

- πλήρη/επαρκή: καλύπτουν όλες τις σημαντικές πτυχές του προβλήματος
- λειτουργικά: είναι ουσιαστικά για τη λήψη της απόφασης
- μονότονα: οι βαθμολογίες που αντιστοιχίζονται στα επίπεδα των κριτηρίων (και όχι απαραίτητα τα επίπεδα των κριτηρίων καθαυτά) εμφανίζουν μονοτονία
- μη πλεοναστικά: η διαγραφή οποιουδήποτε κριτηρίου παραβαίνει την επάρκεια, λειτουργικότητα και μονοτονία του συνόλου των κριτηρίων

Ειδικότερα, ενδέχεται να μην υπάρχει μονοτονία στα επίπεδα των κριτηρίων (π.χ. για το κριτήριο «όροφος» στην επιλογή διαμερίσματος, ο 2^{ος} όροφος προτιμάται από το ισόγειο, όμως ο 8^{ος} όροφος μπορεί να θεωρείται χειρότερη επιλογή από τον 3^ο όροφο).

Η χρησιμότητα μπορεί να εμφανίζει κυρτότητα (αντί για γραμμική μονοτονία).

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

2) Αξιολόγηση κάθε εναλλακτικής ξεχωριστά για κάθε κριτήριο

Το επίπεδο κριτηρίου σημαίνει μία ποσοτική ή ποιοτική τιμή που περιγράφει μία εναλλακτική σε ένα συγκεκριμένο κριτήριο.

Η βαθμολογία (αριθμητική τιμή) που αντιστοιχεί στο επίπεδο του κριτηρίου σημαίνει προτίμηση των αποφασιζόντων εκφρασμένη ποσοτικά σε μία δεδομένη κλίμακα.

Παράδειγμα

Κριτήριο: θερμοκρασία χώρου εργασίας

Επίπεδα κριτηρίου [κλίμακα Κελσίου]: 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C

Βαθμολογία προτίμησης [0-100]: 30, 75, 70, 50, 30, 10

Η μονοτονία εκφράζεται στην κλίμακα της βαθμολογίας προτίμησης.

Όχι στην κλίμακα των επιπέδων του κριτηρίου.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

3) Απόδοση σχετικών βαρών στα κριτήρια

Μετά την αξιολόγηση των εναλλακτικών σε κάθε κριτήριο, προσδιορίζεται η σημαντικότητα κάθε κριτηρίου μέσω της απόδοσης βαρών σε αυτά.

Μετά την απόδοση, υπολογίζονται τα κανονικοποιημένα βάρη: $w_i = \frac{w_i'}{\sum_{i=1}^n w_i'}$

Παράδειγμα

Κριτήριο	Βάρος κριτηρίου [0-20]	Κανονικοποιημένο βάρος κριτηρίου [0-1]
Συνάφεια	15	0.176
Μισθός	18	0.212
Ωράριο	8	0.094
Δυνατότητες ανέλιξης	12	0.141
Συναδελφικότητα	10	0.118
Τοποθεσία έδρας	5	0.059
Δημιουργικότητα	17	0.200

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

4) Υπολογισμός της πολυκριτήριας χρησιμότητας κάθε εναλλακτικής

Οι μονοκριτήριες τιμές ή συναρτήσεις χρησιμότητας των κριτηρίων g_i μπορούν να συντεθούν σε μία πολυκριτήρια χρησιμότητα με τη χρήση ποικίλων μοντέλων U :

$$U(\mathbf{g}) = U(g_1, g_2, \dots, g_n)$$

Τέτοιες συναρτήσεις είναι μη γραμμικές, αύξουσες και ορίζονται στο πεδίο τιμών των αντίστοιχων κριτηρίων αξιολόγησης. Χαρακτηρίζονται από τις εξής ιδιότητες:

$$U(\mathbf{g}_m) > U(\mathbf{g}_n) \Leftrightarrow m \succ n$$

$$U(\mathbf{g}_m) = U(\mathbf{g}_n) \Leftrightarrow m \sim n$$

Συνήθως, χρησιμοποιείται η προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας:

$$U(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i)$$

ΣΚΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Εύρεση διαμερίσματος στην Αθήνα

Ο σπιτονοικοκύρης της Ιωάννας και του Δημήτρη αποφάσισε να αξιοποιήσει το διαμέρισμά τους στην υπηρεσία Airbnb, με αποτέλεσμα το ζευγάρι να αναγκάζεται να αναζητήσει νέο διαμέρισμα προς ενοικίαση.

Οι δύο τους έχουν διαφορετικές προτεραιότητες (π.χ. άνεση, trade-off μεγέθους και συντήρησης, οικογένεια), προτιμήσεις (π.χ. περιοχή) και οικονομικές δυνατότητες, οπότε η επιλογή διαμερίσματος δεν είναι πολύ εύκολη.

Χαρακτηριστικά προβλήματος

8 εναλλακτικές

7 κριτήρια

2 αποφασίζοντες

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ

#	Τύπος	Ενοίκιο (€)	Δωμάτια	Εμβαδό (τ.μ.)	Περιοχή	Όροφος	Θέρμανση
A	Οροφодιαμέρισμα	400	Δύο	60	Ηλιούπολη	1ος	Αυτόνομη (Αέριο)
B	Μονοκατοικία	500	Δύο	90	Ηλιούπολη	Ισόγειο	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
Γ	Διαμέρισμα	900	Ένα	40	Κολωνάκι	Ισόγειο	Κεντρική (Πετρέλαιο)
Δ	Οροφодιαμέρισμα	900	Τέσσερα	110	Πετράλωνα	3ος	Κεντρική (Πετρέλαιο)
E	Μονοκατοικία	700	Δύο	60	Μετς	Ισόγειο	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
ΣΤ	Διαμέρισμα	350	Ένα	40	Πετράλωνα	4ος	Κεντρική (Πετρέλαιο)
Z	Διαμέρισμα	350	Τρία	80	Εξάρχεια	3ος	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
H	Οροφодιαμέρισμα	950	Δύο	100	Γλυφάδα	6ος	Αυτόνομη (Αέριο)

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

	Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος		Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος
Τύπος				Εμβαδό (τ.μ.)			
Οροφδιαμέρισμα	90	80	85	40	50	20	35
Μονοκατοικία	60	100	80	60	60	70	65
Διαμέρισμα	40	60	50	80	80	50	65
Ενοίκιο (€)				90	85	40	62.5
350	100	50	75	100	90	30	60
400	90	60	75	110	95	10	52.5
500	60	70	65	Περιοχή			
700	40	60	50	Ηλιούπολη	100	50	75
900	10	25	17.5	Κολωνάκι	40	80	60
950	0	20	10	Πετράλωνα	50	50	50
Δωμάτια				Μετς	50	90	70
Ένα	80	60	70	Εξάρχεια	80	40	60
Δύο	50	100	75	Γλυφάδα	30	90	60
Τρία	40	80	60	Όροφος			
Τέσσερα	10	50	30	Ισόγειο	50	0	25
Θέρμανση				1 ^{ος}	80	70	75
Αυτόνομη (Αέριο)	60	80	70	3ος	85	100	92.5
Αυτόνομη (Πετρέλαιο)	90	50	70	4ος	60	60	60
Κεντρική (Πετρέλαιο)	50	20	35	6ος	55	10	32.5

ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΑΡΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

	Βάρη [0-100]	
	Δημήτρης	Ιωάννα
Τύπος	50	90
Ενοίκιο (€)	100	50
Δωμάτια	30	55
Εμβαδό (τ.μ.)	80	75
Περιοχή	50	100
Όροφος	50	40
Θέρμανση	40	90
Σύνολο	400	500

	Σταθμισμένα Βάρη [0.00 – 1.00]		
	Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος
Τύπος	0.125	0.18	0.1525
Ενοίκιο (€)	0.25	0.10	0.175
Δωμάτια	0.075	0.11	0.0925
Εμβαδό (τ.μ.)	0.20	0.15	0.175
Περιοχή	0.125	0.20	0.1625
Όροφος	0.125	0.08	0.1025
Θέρμανση	40 / 400 = 0.10	0.18	0.14
Σύνολο	1.00	1.00	1.00

ΜΟΝΟΚΡΙΤΗΡΙΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΕΣ

	Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος		Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος
Τύπος				Εμβαδό (τ.μ.)			
Οροφδιαμέρισμα	11.25	14.4	12.9625	40	10	3	6.125
Μονοκατοικία	7.5	18	12.2	60	12	10.5	11.375
Διαμέρισμα	5	10.8	7.625	80	16	7.5	11.375
Ενοίκιο (€)				90	17	6	10.9375
350	25	50 * 0.1 = 5	13.125	100	18	4.5	10.5
400	22.5	6	13.125	110	19	1.5	9.1875
500	15	7	11.375	Περιοχή			
700	10	6	8.75	Ηλιούπολη	12.5	10	12.1875
900	2.5	2.5	3.0625	Κολωνάκι	5	16	9.75
950	0	2	1.75	Πετράλωνα	6.25	10	8.125
Δωμάτια				Μετς	6.25	18	11.375
Ένα	6	6.6	6.475	Εξάρχεια	10	8	9.75
Δύο	3.75	11	6.9375	Γλυφάδα	3.75	18	9.75
Τρία	3	8.8	5.55	Όροφος			
Τέσσερα	0.75	5.5	2.775	Ισόγειο	6.25	0	2.5625
Θέρμανση				1 ^{ος}	10	5.6	7.6875
Αυτόνομη (Αέριο)	6	14.4	9.8	3ος	10.625	8	9.48125
Αυτόνομη (Πετρέλαιο)	9	9	9.8	4ος	7.5	4.8	6.15
Κεντρική (Πετρέλαιο)	5	3.6	4.9	6ος	6.875	0.8	3.33125

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

#	Δημήτρης	Ιωάννα	Ζεύγος
A	78	71.9	74.075
B	71	61	66
Γ	39.75	42.5	40.5
Δ	55	46	50
E	54.75	72.5	63
ΣΤ	64.75	43.8	52.525
Z	78.625	57.1	66.70625
H	49.625	65.1	55.03125

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Κατάταξη	#	Τύπος	Ενοίκιο (€)	Δωμάτια	Εμβαδό (τ.μ.)	Περιοχή	Όροφος	Θέρμανση
1	A	Οροφδιαμέρισμα	400	Δύο	60	Ηλιούπολη	1ος	Αυτόνομη (Αέριο)
2	Z	Διαμέρισμα	350	Τρία	80	Εξάρχεια	3ος	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
3	B	Μονοκατοικία	500	Δύο	90	Ηλιούπολη	Ισόγειο	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
4	E	Μονοκατοικία	700	Δύο	60	Μετς	Ισόγειο	Αυτόνομη (Πετρέλαιο)
5	H	Οροφδιαμέρισμα	950	Δύο	100	Γλυφάδα	6ος	Αυτόνομη (Αέριο)
6	ΣΤ	Διαμέρισμα	350	Ένα	40	Πετράλωνα	4ος	Κεντρική (Πετρέλαιο)
7	Δ	Οροφδιαμέρισμα	900	Τέσσερα	110	Πετράλωνα	3ος	Κεντρική (Πετρέλαιο)
8	Γ	Διαμέρισμα	900	Ένα	40	Κολωνάκι	Ισόγειο	Κεντρική (Πετρέλαιο)

ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ

Ειδική περίπτωση

Όταν:

- Όλα τα κριτήρια παρουσιάζουν μονοτονία
- Οι μονοκριτήριες συναρτήσεις χρησιμότητας είναι γραμμικές
- Η συνάρτηση πολυκριτήριας χρησιμότητας είναι η προσθετική

Τότε :

Η μέθοδος της θεωρίας πολυκριτήριας χρησιμότητας εκφυλίζεται στη μέθοδο σταθμισμένου μέσου (Weighted Sum Method – WSM)

$$WSM(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n w_i u_i(g_i)$$

ΣΚΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Απονομή βραβείου επίδοσης σε σπουδαστές

Ο καθηγητής του μαθήματος «Συστήματα Αποφάσεων», 6^{ου} εξαμήνου της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ, αποφάσισε να απονεμίσει δύο βραβεία (1,000 και 500 ευρώ) σε δύο φοιτήτριες/φοιτητές, ανάλογα με την επίδοσή τους στις διάφορες εξετάσεις και εργασίες.

Καλείται να αξιολογήσει οκτώ αιτήσεις, βάσει βαθμολογιών στην ενδιάμεση εξέταση (πρόοδο), την τελική εξέταση (εξεταστική), τις δύο προαιρετικές εργασίες, καθώς και βάσει της επίδοσης στο εξαμηνιαίο project (συμπεριλαμβανομένων της βαθμολογίας αλλά και της ταχύτητας παράδοσης). Τέλος, επιλέγει να δώσει προτεραιότητα σε εκείνους τους σπουδαστές που ολοκλήρωσαν το μάθημα στην ώρα τους (ως τριτοετείς), έπειτα τους τεταρτοετείς και τέλος τους τελειόφοιτους (5^ο ή μεγαλύτερο έτος).

Χαρακτηριστικά προβλήματος

8 εναλλακτικές (σπουδαστές)

7 κριτήρια (5 προς μεγιστοποίηση, 2 προς ελαχιστοποίηση)

Γραμμικές, μονότονες συναρτήσεις χρησιμότητας, προσθετικό μοντέλο (WSM)

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Κλίμακα	[0-10]	[0-10]	[0-100]	[0-100]	[0-50]	[1-8]	[3-5]
	Ενδιάμεση (Πρόοδος)	Τελική εξέταση	Εργασία #1	Εργασία #2	Εξαμηνιαίο Project	Ταχύτητα (σειρά) παράδοσης	Έτος φοίτησης
Αφροδίτη	6	9	85	70	40	6	3
Γιώργος	3	9.5	100	50	42	2	4
Δημήτρης	9	6	40	90	48	7	5
Ηλιάνα	10	9	35	80	25	3	3
Ορέστης	8	6.5	50	100	30	1	4
Πετρούλα	9	5	95	90	20	8	3
Χριστίνα	5	10	100	65	25	4	3
Χρήστος	8.5	4	85	45	45	5	5

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ MIN & MAX

Κλίμακα	[0-10]	[0-10]	[0-100]	[0-100]	[0-50]	[1-8]	[3-5]
	Ενδιάμεση (Πρόοδος)	Τελική εξέταση	Εργασία #1	Εργασία #2	Εξαμηνιαίο Project	Ταχύτητα (σειρά) παράδοσης	Έτος φοίτησης
Αφροδίτη	6	9	85	70	40	6	3
Γιώργος	3	9.5	100	50	42	2	4
Δημήτρης	9	6	40	90	48	7	5
Ηλιάνα	10	9	35	80	25	3	3
Ορέστης	8	6.5	50	100	30	1	4
Πετρούλα	9	5	95	90	20	8	3
Χριστίνα	5	10	100	65	25	4	3
Χρήστος	8.5	4	85	45	45	5	5
Max	10	10	100	100	48	8	5
Min	3	4	35	45	20	1	3

ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Κλίμακα	[0-10]	[0-10]	[0-100]	[0-100]	[0-50]	[1-8]	[3-5]
	Ενδιάμεση (Πρόοδος)	Τελική εξέταση	Εργασία #1	Εργασία #2	Εξαμηνιαίο Project	Ταχύτητα (σειρά) παράδοσης	Έτος φοίτησης
Αφροδίτη	$(6-3)/(10-3) = 0.429$	0.833	0.769	0.455	0.714	$(8-6)/(8-1) = 0.286$	1.000
Γιώργος	0.000	0.917	1.000	0.091	0.786	0.857	0.500
Δημήτρης	0.857	0.333	0.077	0.818	1.000	0.143	0.000
Ηλιάνα	1.000	0.833	0.000	0.636	0.179	0.714	1.000
Ορέστης	0.714	0.417	0.231	1.000	0.357	1.000	0.500
Πετρούλα	0.857	0.167	0.923	0.818	0.000	0.000	1.000
Χριστίνα	0.286	1.000	1.000	0.364	0.179	0.571	1.000
Χρήστος	0.786	0.000	0.769	0.000	0.893	0.429	0.000

$$U_i' = (U_i - \text{MIN}) / (\text{MAX} - \text{MIN})$$

$$U_i' = (\text{MAX} - U_i) / (\text{MAX} - \text{MIN})$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Κλίμακα	[0-10]	[0-10]	[0-100]	[0-100]	[0-50]	[1-8]	[3-5]
Κριτήριο	Ενδιάμεση (Πρόοδος)	Τελική εξέταση	Εργασία #1	Εργασία #2	Εξαμηνιαίο Project	Ταχύτητα (σειρά) παράδοσης	Έτος φοίτησης
Βάρος	0.150	0.350	0.050	0.050	0.200	0.100	0.100

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Φοιτήτρια/-τής	Χρησιμότητα	
Αφροδίτη	68.9%	€ 1,000
Γιώργος	66.8%	
Δημήτρης	50.4%	
Ηλιάνα	68.1%	€ 500
Ορέστης	53.6%	
Πετρούλα	37.4%	
Χριστίνα	65.4%	
Χρήστος	37.8%	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge university press.

Δούμπος, Μ., (2000). Πολυκριτήριες μέθοδοι ταξινόμησης και εφαρμογές στη χρηματοοικονομική διοίκηση. Διδακτορική Διατριβή. Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Von Winterfeldt, D., & Fischer, G. W. (1975). Multi-attribute utility theory: models and assessment procedures. In *Utility, probability, and human decision making* (pp. 47-85). Springer, Dordrecht.

Torrance, G. W., Boyle, M. H., & Horwood, S. P. (1982). Application of multi-attribute utility theory to measure social preferences for health states. *Operations research*, 30(6), 1043-1069.

Humphreys, P. (1977). Application of multi-attribute utility theory. In *Decision making and change in human affairs* (pp. 165-207). Springer, Dordrecht.

Wallenius, J., Dyer, J. S., Fishburn, P. C., Steuer, R. E., Zionts, S., & Deb, K. (2008). Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: Recent accomplishments and what lies ahead. *Management science*, 54(7), 1336-1349.

Thank You!

Alexandros Nikas

Email: anikas@epu.ntua.gr

Tel: (+30) 210 7723609