

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2025

Σχεδιασμός Εβδομαδιαίου Προγράμματος Μαθημάτων

-

Βέλτιστη Χωροθέτηση Αποθηκών

Γεώργιος-Δημήτριος Ρεπάνης

10588

Σχεδιασμός Εβδομαδιαίου Προγράμματος Μαθημάτων

Περιγραφή Προβλήματος

Στόχος είναι ο προγραμματισμός των μαθημάτων για δύο τμήματα της τελευταίας τάξης ενός σχολείου. Οι περιορισμοί προκύπτουν από τις απαιτούμενες ώρες κάθε μαθήματος ανά τμήμα τους διαθέσιμους καθηγητές και τις απουσίες τους, τις χρονικές ζώνες διδασκαλίας, τη μοναδικότητα μαθήματος ανά τμήμα /ημέρα/ ώρα και ειδικούς περιορισμούς (π.χ. Φυσική Αγωγή μόνο Πέμπτη απόγευμα, απουσίες καθηγητών).

Διαδικασίες

Χρησιμοποιείται μοντελοποίηση με Γραμμικό Προγραμματισμό και πιο συγκεκριμένα Δυαδικός Ακέραιος Γραμμικός Προγραμματισμός, με την Python και τη βιβλιοθήκη PuLP.

Μεταβλητές Απόφασης: $x_{t,s,d,z} \in \{0,1\}$. Αντιπροσωπεύει αν το μάθημα s για το τμήμα t γίνεται την ημέρα d και στη χρονική ζώνη z .

Περιορισμοί

1. Πλήθος ωρών ανά μάθημα. Κάθε μάθημα διδάσκεται για τις απαιτούμενες ώρες εβδομαδιαίως.
2. Μοναδικό μάθημα ανά ώρα ανά τμήμα. Σε κάθε χρονική ζώνη, το κάθε τμήμα παρακολουθεί μόνο ένα μάθημα.
3. Κανένα μάθημα περισσότερες από μία φορές την ίδια ημέρα.
4. Απουσίες καθηγητών. Ο κ. Λαθοπράξης απουσιάζει κάθε Δευτέρα πρωί. Η κα. Ινσουλίνα δεν εργάζεται Τετάρτες.
5. Ειδικός περιορισμός για Φυσική Αγωγή. Πραγματοποιείται μόνο Πέμπτη 14:00–16:00.
6. Πρώτη χρονική ζώνη Δευτέρας μη διαθέσιμη για μαθήματα. Κρατείται για μελέτη.

7. Μέγιστο ένα δίωρο μάθημα ανά ημέρα ανά τμήμα.

Έξοδος

Το πρόγραμμα υπολογίζει και εξάγει το τελικό πρόγραμμα σε αρχείο Excel (programma_teliko_final_output.xlsx) για:

- **Τμήμα 1**
- **Τμήμα 2**

Αποθηκεύοντας τα στον φάκελο που είναι αποθηκευμένος και ο κώδικας.

Τα δεδομένα οργανώνονται με χρονικές ζώνες ως γραμμές και ημέρες ως στήλες.

Τμήμα 1:

Ώρα	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή
08:00–10:00			Μαθηματικά	Ιστορία-Γεωγραφία	Φιλοσοφία
10:15–12:15	Μαθηματικά	Μαθηματικά	Αγγλικά	Φυσική	Φυσική
14:00–16:00	Φυσική	Ιστορία-Γεωγραφία		Φυσική Αγωγή	Μαθηματικά
16:15–18:15	Βιολογία	Βιολογία		Βιολογία	

Τμήμα 2:

Ώρα	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή
08:00–10:00		Μαθηματικά	Ιστορία-Γεωγραφία	Βιολογία	Φυσική
10:15–12:15	Φυσική	Φυσική	Μαθηματικά	Μαθηματικά	Ιστορία-Γεωγραφία
14:00–16:00	Βιολογία			Φυσική Αγωγή	Βιολογία
16:15–18:15	Αγγλικά			Φιλοσοφία	Μαθηματικά

*Ο κώδικας των παραπάνω επισυνάπτεται μαζί με το pdf.

Συμπεράσματα:

Μέσω γραμμικού προγραμματισμού και της μοντελοποίησης περιορισμών όπως οι ώρες μαθημάτων, η διαθεσιμότητα καθηγητών και οι παιδαγωγικές

ανάγκες, δημιουργήθηκε ένα εβδομαδιαίο πρόγραμμα δύο τμημάτων που ικανοποιεί πλήρως τις καθορισμένες συνθήκες. Η χρήση της βιβλιοθήκης PuLP επέτρεψε την αυτοματοποίηση της διαδικασίας, προσφέροντας μια ρεαλιστική και πρακτική προσέγγιση στην οργάνωση σχολικών ωρολογίων προγραμμάτων. Τέλος, το παραπάνω σύστημα μπορεί να επεκταθεί για περισσότερα τμήματα και καθηγητές. Αυτό αποδεικνύει ότι η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε είναι κλιμακώσιμη και πρακτικά εφαρμόσιμη και ευρύτερα Βέλτιστη Χωροθέτηση Αποθηκών

Περιγραφή Προβλήματος

Η παρούσα εργασία εξετάζει ένα πρόβλημα χωροθέτησης αποθηκών (Facility Location Problem), το οποίο ανήκει στην κατηγορία των προβλημάτων βελτιστοποίησης εφοδιαστικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα, μια επιχείρηση επιδιώκει να επιλέξει ποιες από τις διαθέσιμες θέσεις αποθηκών θα ενεργοποιήσει, ώστε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των κέντρων πώλησης με ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους.

Το συνολικό κόστος αποτελείται από το πάγιο κόστος εγκατάστασης κάθε αποθήκης και το μεταφορικό κόστος για την παράδοση προϊόντων από τις αποθήκες στα κέντρα πώλησης.

Περιγραφή Δεδομένων

Το πρόβλημα περιλαμβάνει 12 υποψήφιες θέσεις αποθηκών, κάθε μία με πάγιο κόστος και χωρητικότητα (Πίνακας 3). 12 κέντρα πώλησης, καθένα με δεδομένη ζήτηση (Πίνακας 4). Πίνακας κόστους μεταφοράς από κάθε αποθήκη προς κάθε κέντρο (Πίνακας 2).

Περιορισμοί:

1. Κάθε αποθήκη έχει πεπερασμένη χωρητικότητα σε τόνους.
2. Κάθε κέντρο πώλησης έχει συγκεκριμένη ζήτηση, η οποία πρέπει να καλυφθεί πλήρως.
3. Κάθε κέντρο μπορεί να εξυπηρετείται από πολλές αποθήκες.
4. Οι παραδόσεις μεταξύ ορισμένων ζευγών αποθηκών-κέντρων δεν επιτρέπονται (τιμή ∞ στον πίνακα κόστους).

Στόχος:

Να επιλεγεί ποιες αποθήκες θα ανοίξουν και ποιες ποσότητες θα μεταφερθούν από κάθε ανοικτή αποθήκη προς τα κέντρα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος.

Θεωρητική ανάλυση:

$x_i \in \{0,1\}$: Δείκτης αν η αποθήκη i είναι ενεργή.

$y_{ij} \geq 0$: Ποσότητα (σε τόνους) που αποστέλλεται από την αποθήκη i στο κέντρο j .

Αντικειμενική Συνάρτηση:

$$\min \sum_{i=1}^{12} \text{FixedCost}_i x_i + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} \text{Cost}_{ij} y_{ij}$$

Κάλυψη ζήτησης κέντρων:

$$\sum_{i=1}^{12} y_{ij} = \text{Demand}_j, \forall j$$

Χωρητικότητα αποθήκης:

$$\sum_{j=1}^{12} y_{ij} \leq \text{Capacity}_i x_i, \forall i$$

Απαγόρευση παράδοσης αν δεν είναι ενεργή η αποθήκη:

$$y_{ij} = 0 \text{ αν το κόστος είναι άπειρο ή αν δεν επιτρέπεται η σύνδεση.}$$

Κώδικας Python:

Για την επίλυση, χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα σε Python, το οποίο αρχικά κατέγραψε τις αποθήκες που ενεργοποιούνται και τις αντίστοιχες ποσότητες που στέλνονται σε κάθε κέντρο και στη συνέχεια υπολόγισε:

Το πάγιο κόστος εγκατάστασης των επιλεγμένων αποθηκών.

Το μεταφορικό κόστος ανά τόνο και συνολικά για κάθε αποστολή.

Το συνολικό κόστος για τη λύση.

Επιπλέον, δημιουργήθηκε διάγραμμα ροής με χρήση της βιβλιοθήκης networkx για την απεικόνιση των ροών μεταξύ αποθηκών και κέντρων. Το πρόγραμμα μετά την εκτέλεση του εξάγει στον ίδιο φάκελο ένα αρχείο Analysis_Cost_Final.xlsx με το excel αρχείο και ένα διάγραμμα ροής για την καλύτερη κατανόηση των μεταφορών από τις αποθήκες στα κέντρα.

Έξοδος:

Πάγια Κόστη

Αποθήκη	Πάγιο Κόστος (€)			
1	3.500.000,00 €		Σύνολο Πάγιου Κόστους:	22.500.000,00 €
4	4.000.000,00 €			
5	3.000.000,00 €			
7	9.000.000,00 €			
8	3.000.000,00 €			

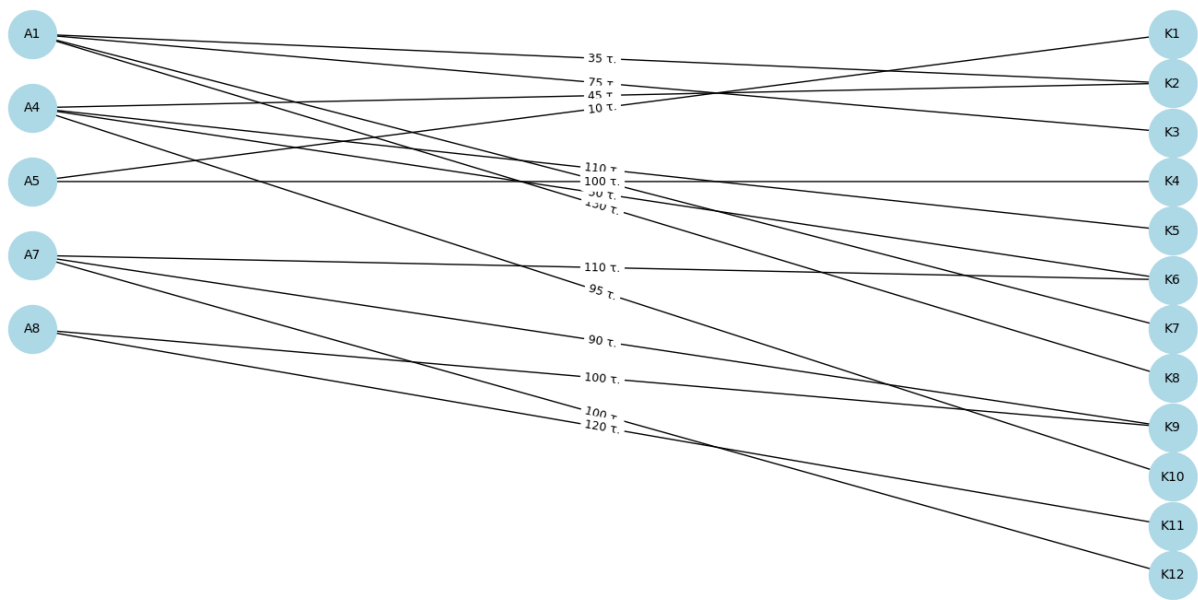
Αναθέσεις και Κόστη

Αποθήκη	Κέντρο Πώλησης	Ποσότητα (τόνοι)	Κόστος ανά τόνο (€)	Κόστος Μεταφοράς (€)			
1	2	35,0	1.000,00 €	35.000,00 €		Σύνολο Κόστους Μεταφοράς :	1.046.256,94 €
1	3	75,0	666,67 €	50.000,00 €			
1	7	60,0	1.500,00 €	90.000,00 €		Συνολικό Κόστος:	23.546.256,94 €
1	8	130,0	461,54 €	60.000,00 €			

4	2	45,0	1.562,50 €	70.312,50 €			
4	5	110,0	909,09 €	100.000,00 €			
4	6	50,0	1.666,67 €	83.333,33 €			
4	10	95,0	947,37 €	90.000,00 €			
5	1	10,0	1.583,33 €	15.833,33 €			
5	4	100,0	800,00 €	80.000,00 €			
7	6	110,0	722,22 €	79.444,44 €			
7	9	90,0	600,00 €	54.000,00 €			
7	12	100,0	1.100,00 €	110.000,00 €			
8	9	100,0	533,33 €	53.333,33 €			
8	11	120,0	625,00 €	75.000,00 €			

Διάγραμμα ροής

Διάγραμμα Ροής: Από Αποθήκες προς Κέντρα Πώλησης (σε τόνους)



Συμπεράσματα:

Η θεωρητική ανάλυση καταδεικνύει τη σημασία της στρατηγικής επιλογής τοποθεσιών αποθηκών για τη βελτιστοποίηση του κόστους. Η επίλυση ενός τέτοιου προβλήματος, με χρήση εργαλείων γραμμικού προγραμματισμού και υπολογιστικής μοντελοποίησης, οδηγεί σε σημαντικές οικονομίες κλίμακας και καλύτερη διαχείριση των πόρων της επιχείρησης.