



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 2014-2020

ΕΥΔ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Επενδυτικά Σχέδια Καινοτομίας

Κωδικός πράξης: KMP6-0083129

Κωδικός MIS: 5136571

Δικαιούχος: ΑΔΕΛΦΟΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΥΡΤΙΔΗ, ΕΛΚΕ – ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ

«Βελτιστοποίηση τοποθέτησης και καταμέτρησης εμπορευμάτων σε μεγάλους βιομηχανικούς χώρους με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών»

Τίτλος Πράξης (Αγγλικά) Optimization of placement and counting products in large industrial areas using UAV

Παραδοτέο

Π3.2 Μέθοδος βέλτιστης τοποθέτησης παραγόμενων βιομηχανικών προϊόντων

Αρ. Παραδοτέου	Π3.2
Ενότητα Εργασίας	ΕΕ3. Ανάπτυξη μεθόδων αυτόματης καταμέτρησης και βέλτιστης τοποθέτησης βιομηχανικών προϊόντων
Υπεύθυνος Φορέας ΕΕ3 / Π3	Αδελφοί Γεωργίου Κουρτίδη - Δι.ΠΑ.Ε.
Είδος Παραδοτέου	Τεχνική Αναφορά
Παράδοση	Δεκέμβριος 2023
Σύντομη Περιγραφή Ενότητας	Πραγματοποίηση δοκιμαστικών πτήσεων για διαμόρφωση των ΣμηΕΑ και τη συλλογή δεδομένων, ανάπτυξη μεθόδων για την καταγραφή θέσης και ποσότητας προϊόντων, ανάπτυξη μεθόδων βέλτιστης τοποθέτησης προϊόντων, πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό.
Έναρξη Προγράμματος, Λήξη	Οκτώβριος 2021, Δεκέμβριος 2024
Φορείς	ΑΔΕΛΦΟΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΥΡΤΙΔΗ, ΕΛΚΕ – ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



Λίστα συγγραφέων:

#	Όνοματεπώνυμο	Φορέας	email
1	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
2	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
3	Ειρήνη Κουρτίδου	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
4	Αναστάσιος Βαζικόγλου	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
5	Δημήτριος Βαρσάμης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dvarsam@ihu.gr
6	Αλκιβιάδης Τσιμπίρης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	atsimpiris@ihu.gr
7	Κωνσταντίνος Χειλάς	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	chilas@ihu.gr
8	Πάρις Μαστοροκώστας	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	mast@uniwa.gr
9	Δημήτριος Μάνος	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dmanos@ihu.gr
10	Ιορδάνης Ζιώγας	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	ziogasi@ihu.gr
11	Ηλίας Πανταζής	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	hpant@ihu.gr

Επιμέλεια εγγράφου:

#	Όνοματεπώνυμο	Φορέας	email
	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
	Δημήτριος Βαρσάμης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dvarsam@ihu.gr



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	3
1. Περίληψη έργου	5
2. Περίληψη Ενότητας Εργασίας 3 (ΕΕ3).....	6
3. Μέθοδος βέλτιστης τοποθέτησης παραγόμενων βιομηχανικών προϊόντων	7
Οργάνωση και Χαρτογράφηση της Αποθήκης.....	7
Τοποθέτηση Νέων Προϊόντων (Ανεφοδιασμός).....	7
Παραλαβή για Παραγγελίες (Εκτέλεση Διανομής)	8
Οφέλη και Εφαρμογή στην Πράξη	8
4. Διαδικασία Ανάπτυξης Αποθήκης Δεδομένων και Αναλυτικών Εφαρμογών με MySQL και Python: Μελέτη Περίπτωσης Ελληνικής Εταιρείας Αναψυκτικών	9
Εισαγωγή	9
Μεθοδολογία και Υλικά	9
Δημιουργία Αποθήκης Δεδομένων	9
Ανάπτυξη και Ανάλυση Δεδομένων με MySQL και Python	9
Δημιουργία Διαδικτυακής Εφαρμογής με PHP	10
Αποτελέσματα και Ανάλυση	10
Δυναμικές Αναφορές και Οπτικοποίηση Δεδομένων	10
Ανάλυση Κερδών και Κόστους	10
Προβλέψεις μέσω Python	10
Συμπεράσματα	10
5. Βελτιστοποίηση Τοποθέτησης Προϊόντων σε Μεγάλες Βιομηχανικές Αποθήκες: Μελέτη Περίπτωσης Ελληνικής Εταιρείας Αναψυκτικών	12
Εισαγωγή	12
Μεθοδολογία	12
Καταμέτρηση Αποθήκης με UAVs	12
Πρόβλεψη Πωλήσεων με Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης.....	12
Υπολογιστική Βελτιστοποίηση Τοποθέτησης Προϊόντων	13
Αποτελέσματα και Ανάλυση	13
Αποτελέσματα της Καταγραφής με UAVs.....	13
Βελτίωση της Τοποθέτησης Προϊόντων	13
Συμπεράσματα και Μελλοντικές Εφαρμογές	13



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Κεντρική Μακεδονία

Παραδοτέο Π 3.2

KMP6-0083129

Μελλοντική Έρευνα.....	13
6. Κατάλογος όρων και συντομογραφιών.....	15



1. Περίληψη έργου

Ο σκοπός του παρόντος έργου είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος με στόχο την βέλτιστη τοποθέτηση εμπορευματοκιβωτίων σε μεγάλους βιομηχανικούς χώρους. Για την επίτευξη του αρχικά, θα δημιουργηθεί μία κεντρική σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία θα ενοποιεί δεδομένα από διαφορετικές πηγές και χρονικές στιγμές, της επιχείρησης. Έπειτα, θα γίνει καθορισμός των απαιτήσεων και μεθόδων για την ανάλυση των δεδομένων της βάσης μέσω της σκιαγράφησης ενός γενικότερου προτύπου εκτέλεσης όλων των διαδικασιών παραγωγής. Η αποθήκη δεδομένων (warehouse), θα λειτουργήσει ως βάση για την ανάπτυξη και εφαρμογή αλγορίθμων που έχουν ως στόχο την εξαγωγή και παρουσίαση Business Analytics υπό μορφή γραφημάτων, πινάκων και δεικτών.

Ακολούθως, θα πραγματοποιηθούν δοκιμαστικές πτήσεις των ειδικών για το έργο ΣμηΕΑ, πρωτίστως για την διαμόρφωσή τους και εν συνεχεία για την καταγραφή της θέσης και της διαθέσιμης ποσότητας του κάθε προϊόντος. Με βάση τα δεδομένα αυτά, θα αναπτυχθούν υπολογιστικές μέθοδοι οι οποίες θα είναι σε θέση να εντοπίζουν το ζητούμενο προϊόν και να υπολογίζουν την διαθεσιμότητά του. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά, αλλά και με χρήση business analytics, προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με την ζήτηση και την αναγκαία επάρκεια των προϊόντων.

Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί μία ειδική μέθοδος βελτιστοποίησης η οποία με δεδομένα όλα τα παραπάνω στοχεύει στην βέλτιστη τοποθέτηση των παραγόμενων προϊόντων στην αποθήκη με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Τέλος, θα αναπτυχθεί ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα εκτελεί αυτόματη καταμέτρηση της αποθήκης και θα προτείνει την βέλτιστη τοποθέτηση προϊόντων βάση προδιαγραφών που θα δίνονται από τον χρήστη. Το σύστημα αυτό, γίνεται πράξη μέσω της ανάπτυξης ολοκληρωμένης πλατφόρμας αλλά και εφαρμογής για έξυπνες κινητές συσκευές, με τη βοήθεια της οποίας οι εργαζόμενοι της επιχείρησης θα μπορούν να έχουν εικόνα της αποθήκης προϊόντων κάθε στιγμή καθώς και την δυνατότητα μετάδοσης της εικόνας αυτής μεταξύ συνεργατών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή κινητής τηλεφωνίας για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής επικοινωνίας και συνεργασίας αυτών.

Το έργο λοιπόν, υποβοηθώντας στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα συνδράμει σημαντικά στη μείωση των εξόδων της εταιρίας, θα μειώσει τον φόρτο εργασίας των εργαζομένων απαλλάσσοντάς τους από τετριμμένες διαδικασίες και θα καταστήσει την επιχείρηση ιδιαίτερα ανταγωνιστική στον χώρο της παραγωγής. Επιπρόσθετα, η αξία ενός τέτοιου προϊόντος δεν περιορίζεται μόνο στο λειτουργικό του κομμάτι αλλά εστιάζεται και στο εμπορικό, καθιστώντας την επιχείρηση που το διαθέτει άκρως ανταγωνιστική στην αγορά εργασίας, καθώς μία τέτοια εφαρμογή προσδίδει υπεραξία στην επιχείρηση αν επιλεγεί η εμπορική της εκμετάλλευσή της.

Το έργο αποτελείται από έξι επιμέρους ενότητες εργασίας, η ολοκλήρωση των οποίων θα οδηγήσει στην επίτευξη του έργου. Οι ενότητες αυτές είναι:

- ΕΕ1 Σχεδίαση υλοποίησης έργου
- ΕΕ2 Ανάπτυξη μεθόδων και συστημάτων οργάνωσης δεδομένων



- ΕΕ3 Ανάπτυξη μεθόδων αυτόματης καταμέτρησης και βέλτιστης τοποθέτησης βιομηχανικών προϊόντων
- ΕΕ4 Ανάπτυξη διαδικτυακής πλατφόρμας και εφαρμογής σε έξυπνες κινητές συσκευές
- ΕΕ5 Πιλοτική λειτουργία και αξιολόγηση ολοκληρωμένου συστήματος
- ΕΕ6 Υποστήριξη έργου

2. Περίληψη Ενότητας Εργασίας 3 (ΕΕ3)

Κατά τη διάρκεια της ΕΕ3 θα πραγματοποιηθούν δοκιμαστικές πτήσεις για την βέλτιστη διαμόρφωση των ΣμηΕΑ. Παράλληλα, με βάση τα δεδομένα που θα συλλεχθούν, θα αναζητηθούν μέθοδοι και παραμετροποιήσεις έτσι ώστε να πραγματοποιείται σωστή καταγραφή των προϊόντων ως προς την θέση τους και ως προς την ποσότητα τους. Θα αναπτυχθούν εξειδικευμένες υπολογιστικές μέθοδοι οι οποίες με βάση τα δεδομένα που θα συλλέγουν τα ΣμηΕΑ, θα εντοπίζουν το προϊόν, τη θέση του και θα καταμετρούν την ποσότητα ανά θέση και ανά προϊόν. Με βάση τις πληροφορίες από την αποθήκη δεδομένων και τα αποτελέσματα των υπολογιστικών μεθόδων, θα αναπτυχθεί μια ειδική μέθοδος βελτιστοποίησης η οποία έχει σκοπό τη βέλτιστη τοποθέτηση των παραγόμενων προϊόντων στην αποθήκη με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές, για παράδειγμα με βάση τις αναμενόμενες πωλήσεις, τους διαθέσιμους πόρους κ.α.

Παραδοτέα:

- Π3.1 Μέθοδος αυτόματης καταμέτρησης βιομηχανικών προϊόντων
- Π3.2 Μέθοδος βέλτιστης τοποθέτησης παραγόμενων βιομηχανικών προϊόντων
- Π3.3 Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό (π.χ. Python) αυτόματης καταμέτρησης βιομηχανικών προϊόντων
- Π3.4 Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό (π.χ. Python) βέλτιστης τοποθέτησης παραγόμενων βιομηχανικών προϊόντων



3. Μέθοδος βέλτιστης τοποθέτησης παραγόμενων βιομηχανικών προϊόντων

Η διαδικασία της βέλτιστης τοποθέτησης των βιομηχανικών προϊόντων ακολουθεί αυτή της αυτόματης καταμέτρησης τους, την οποία αναλύσαμε στο Π3.3. Συγκεκριμένα, εφόσον θα γνωρίζουμε την διαθεσιμότητα των ήδη υπαρχόντων προϊόντων, καθώς και την ακριβή τους θέση, αλλά και λαμβάνοντας υπόψιν την τοπογραφία της αποθήκης, αυτόματα θα προκύπτουν οι διαθέσιμες κενές θέσεις. Με τη χρήση των business analytics θα συλλέγονται χρήσιμες πληροφορίες όπως η προβλεπόμενη ζήτηση ανά είδος βιομηχανικού προϊόντος, για το διάστημα που θα έχει ορίσει η διοίκηση της εταιρείας, ο ρυθμός παραγωγικότητας αλλά και οι τρέχουσες παραγγελίες ανά πελάτη με την αντίστοιχη ημερομηνία παραλαβής/αποστολής τους. Συγκεντρώνοντας τα παραπάνω δεδομένα, με την βοήθεια αλγοριθμικών υπολογισμών, θα προκύπτει η μέθοδος της βέλτιστης τοποθέτησης των παραγόμενων προϊόντων με γνώμονα την ελαχιστοποίηση του κόστους. Με αυτή την μέθοδο, θα παρέχεται άμεσα στα ενδιαφερόμενα μέρη η πληροφορία των διαθέσιμων κενών θέσεων ανά είδος προϊόντος, οι οποίες θα είναι ευκολότερα προσβάσιμες κατά την στοίβαξη στην διαδικασία της παραγωγής αλλά και κατά την φόρτωση στην διαδικασία της πώλησης. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου στην λειτουργία της επιχείρησης ελαχιστοποιώντας το κόστος και παράλληλα βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των εργαζομένων.

Οργάνωση και Χαρτογράφηση της Αποθήκης

Ο αποθηκευτικός χώρος μοντελοποιείται ως **δισδιάστατο πλέγμα**, όπου κάθε κελί (ή κυψέλη) μπορεί να περιέχει συγκεκριμένο αριθμό μονάδων ενός προϊόντος. Ο συνολικός αποθηκευτικός χάρτης περιλαμβάνει:

- **Εμπόδια και διαδρόμους**, που καθορίζουν τις προσβάσιμες και μη περιοχές.
- **Σημεία εισόδου και εξόδου** (π.χ. πόρτες ή ράμπες φόρτωσης/εκφόρτωσης).
- **Μέγιστη χωρητικότητα ανά σημείο αποθήκευσης**, ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος.

Η εταιρεία ΝΕΚΤΑΡ χρησιμοποιεί τη διαρρύθμιση αυτή για να σχεδιάσει βέλτιστα τη διακίνηση των παλετών εντός του αποθηκευτικού χώρου.

Τοποθέτηση Νέων Προϊόντων (Ανεφοδιασμός)

Κατά την παραλαβή νέου αποθέματος, τα προϊόντα πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλα σημεία μέσα στην αποθήκη, λαμβάνοντας υπόψη:

- **Τον διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο για κάθε προϊόν.**
- **Την εγγύτητα στο πλησιέστερο σημείο εισόδου.**

Η διαδικασία περιλαμβάνει την εξής λογική:

1. **Έλεγχος Διαθεσιμότητας:** Αν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για όλα τα προς τοποθέτηση προϊόντα.



2. **Προτεραιοποίηση θέσεων:** Τα προϊόντα τοποθετούνται σε θέσεις όσο το δυνατόν πλησιέστερες στο σημείο εισόδου.
3. **Αναπροσαρμογή τιμών:** Ενημέρωση της κατάστασης της αποθήκης με την τρέχουσα ποσότητα ανά θέση.

Με τον τρόπο αυτό, τα **ανυψωτικά μηχανήματα της εταιρείας ακολουθούν τις βέλτιστες διαδρομές**, ελαχιστοποιώντας τη μετακίνηση και τον χρόνο εκφόρτωσης.

Παραλαβή για Παραγγελίες (Εκτέλεση Διανομής)

Όταν η εταιρεία καλείται να εκτελέσει παραγγελίες, τα προϊόντα εξάγονται από την αποθήκη με βάση:

- Το διαθέσιμο απόθεμα ανά σημείο.
- Την εγγύτητα στο πλησιέστερο σημείο εξόδου.

Η στρατηγική εκτέλεσης παραγγελίας:

1. **Επιβεβαίωση διαθεσιμότητας** για κάθε ζητούμενο προϊόν.
2. **Ιεράρχηση τοποθεσιών** με μικρότερη απόσταση εξόδου.
3. **Εκτέλεση απόσυρσης** προϊόντων και ενημέρωση υπολειπόμενης ποσότητας.

Η μεθοδολογία αυτή **βελτιστοποιεί τη διαχείριση παραγγελιών**, επιτρέποντας ταχύτερη εξυπηρέτηση και ελαχιστοποίηση εσωτερικής κυκλοφορίας εντός της αποθήκης.

Οφέλη και Εφαρμογή στην Πράξη

Η διαδικασία που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου:

- Μοντελοποιεί τη λειτουργία της αποθήκης με ακρίβεια.
- Επιτρέπει **συνεχή αξιολόγηση της πληρότητας**.
- Υποστηρίζει την **προσομοίωση σεναρίων** για πειραματική βελτιστοποίηση.
- Προσφέρει δυνατότητα **εκπαίδευσης προσωπικού και λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων**.

Η ΝΕΚΤΑΡ εφαρμόζει τη μεθοδολογία αυτή πιλοτικά σε επιλεγμένες αποθήκες, με στόχο τη σταδιακή ενσωμάτωσή της σε όλο το φάσμα της εφοδιαστικής της αλυσίδας.



4. Διαδικασία Ανάπτυξης Αποθήκης Δεδομένων και Αναλυτικών Εφαρμογών με MySQL και Python: Μελέτη Περίπτωσης Ελληνικής Εταιρείας Αναψυκτικών

Στα πλαίσια της έρευνας που υλοποιήθηκε καταλήξαμε σε επιστημονικές εργασίες για συγκεκριμένα βήματα του έργου. Παρακάτω ακολουθεί η μελέτη για το business analytics

Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη σημαντική βελτίωση της διαχείρισης δεδομένων σε διάφορους κλάδους. Στον σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο, η λήψη αποφάσεων βασίζεται όλο και περισσότερο στην **ακριβή και έγκαιρη πληροφόρηση**, γεγονός που καθιστά τις αποθήκες δεδομένων (Data Warehouses) απαραίτητες για την **ανάλυση επιχειρηματικών τάσεων, τη βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας και την πρόβλεψη της ζήτησης**.

Αυτή η μελέτη παρουσιάζει τη διαδικασία ανάπτυξης μιας αποθήκης δεδομένων για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων σε μια ελληνική βιομηχανία αναψυκτικών, καλύπτοντας την περίοδο **2018-2022**. Το σχήμα της αποθήκης δεδομένων βασίζεται στο **αστεροειδές σχήμα (Star Schema)**, το οποίο περιλαμβάνει **μία κεντρική πίνακα γεγονότων και πέντε πίνακες διαστάσεων**.

Επιπλέον, αναπτύχθηκε μια **διαδικτυακή εφαρμογή με PHP**, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να εκτελούν αναφορές, να αναλύουν δεδομένα και να δημιουργούν προβλέψεις μέσω αλληλεπιδραστικών ερωτημάτων. Τέλος, αναπτύχθηκαν **αλγόριθμοι πρόβλεψης με Python**, οι οποίοι προσφέρουν προγνωστικά μοντέλα για τη διαμόρφωση στρατηγικών της επιχείρησης.

Μεθοδολογία και Υλικά

Δημιουργία Αποθήκης Δεδομένων

Η δημιουργία της αποθήκης δεδομένων περιλάμβανε τα ακόλουθα στάδια:

1. **Συλλογή δεδομένων** από το σύστημα ERP της επιχείρησης (πωλήσεις, απόθεμα, πελάτες, οικονομικά στοιχεία).
2. **Καθαρισμός δεδομένων** για τη διόρθωση σφαλμάτων, την αφαίρεση διπλότυπων και τη συμπλήρωση ελλειπόντων στοιχείων.
3. **Μετασχηματισμός δεδομένων** μέσω αλλαγής τύπων δεδομένων και δημιουργίας συμπληρωματικών μετρήσεων.
4. **Ενοποίηση δεδομένων** από διαφορετικές πηγές για τη δημιουργία ενός **ενιαίου και συνεκτικού συνόλου δεδομένων**.

Ανάπτυξη και Ανάλυση Δεδομένων με MySQL και Python

Η αρχιτεκτονική της αποθήκης δεδομένων στηρίχθηκε σε **MySQL**, με τον σχεδιασμό να ακολουθεί το **αστεροειδές σχήμα (Star Schema)**, το οποίο αποτελείται από:



- **Μια κεντρική πίνακα γεγονότων**, που περιέχει βασικές πληροφορίες για τις συναλλαγές (ποσότητες, κόστη, κέρδη, ημερομηνίες).
- **Πέντε πίνακες διαστάσεων** για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων ανά έτος, μήνα, προϊόν, πελάτη και περιοχή.

Χρησιμοποιήθηκαν **Python scripts** για τη διαχείριση της ροής δεδομένων μεταξύ των συστημάτων και την αυτοματοποίηση διαδικασιών **ETL (Extract, Transform, Load)**.

Δημιουργία Διαδικτυακής Εφαρμογής με PHP

Αναπτύχθηκε μια **διαδικτυακή εφαρμογή** που επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα δεδομένα μέσω:

- **Διαδραστικών αναφορών** για ανάλυση πωλήσεων και κερδών.
- **Γραφημάτων απόδοσης** που απεικονίζουν τάσεις και προοπτικές ανάπτυξης.
- **Προβλεπτικών μοντέλων** για την εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης μέσω Python.

Αποτελέσματα και Ανάλυση

Δυναμικές Αναφορές και Οπτικοποίηση Δεδομένων

Οι χρήστες της εφαρμογής μπορούν να δημιουργούν **αναφορές πωλήσεων**, να φιλτράρουν δεδομένα και να λαμβάνουν **πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο** μέσω διαδραστικών dashboards.

Ανάλυση Κερδών και Κόστους

- Η ανάλυση μηνιαίων κερδών έδειξε κορύφωση των πωλήσεων **κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιος - Αύγουστος)**, λόγω αυξημένης τουριστικής κίνησης.
- Το κόστος παραγωγής παρουσίασε **αυξομειώσεις** μεταξύ των ετών, επηρεαζόμενο από τις διακυμάνσεις των πρώτων υλών.
- Τα **προϊόντα με υψηλό κόστος παραγωγής** (π.χ. χυμοί πορτοκάλι και λεμόνι) παρείχαν **χαμηλά περιθώρια κέρδους**, ενώ προϊόντα όπως η **σόδα είχαν υψηλότερη αποδοτικότητα**.

Προβλέψεις μέσω Python

Η ανάλυση δεδομένων περιλάμβανε **προγνωστικά μοντέλα** που χρησιμοποιούν **αλγορίθμους μηχανικής μάθησης**, επιτρέποντας την εκτίμηση:

- Μελλοντικών πωλήσεων ανά προϊόν και μήνα.
- Διακυμάνσεων στις πρώτες ύλες και το κόστος παραγωγής.

Συμπεράσματα

Η επιτυχής υλοποίηση της αποθήκης δεδομένων σε συνδυασμό με τα εργαλεία ανάλυσης και τις προβλέψεις έφερε **σημαντικές βελτιώσεις** στη διαδικασία λήψης αποφάσεων της εταιρείας αναψυκτικών.



- **Αύξηση αποδοτικότητας** μέσω αυτοματοποιημένων αναλύσεων και βελτιωμένων προβλέψεων.
- **Βελτίωση της διαχείρισης αποθέματος**, επιτρέποντας προσαρμογές βάσει της ζήτησης.
- **Ενίσχυση της επιχειρηματικής στρατηγικής**, παρέχοντας καλύτερη κατανόηση των τάσεων της αγοράς.

Η μελέτη αυτή μπορεί να λειτουργήσει ως **οδηγός** για άλλες επιχειρήσεις που επιθυμούν να αναβαθμίσουν τα συστήματα ERP τους μέσω της ανάπτυξης **αποθηκών δεδομένων και προγνωστικών αναλύσεων με MySQL και Python**.



5. Βελτιστοποίηση Τοποθέτησης Προϊόντων σε Μεγάλες Βιομηχανικές Αποθήκες: Μελέτη Περίπτωσης Ελληνικής Εταιρείας Αναψυκτικών

Στα πλαίσια της έρευνας που υλοποιήθηκε καταλήξαμε σε επιστημονικές εργασίες για συγκεκριμένα βήματα του έργου. Παρακάτω ακολουθεί η μελέτη για την βελτιστοποίηση τοποθέτησης προϊόντων

Εισαγωγή

Η αποτελεσματική διαχείριση αποθηκών και η βέλτιστη τοποθέτηση προϊόντων σε μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για τη **βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους**. Στον τομέα της παραγωγής αναψυκτικών, η υψηλή ζήτηση και η συχνή εναλλαγή αποθέματος απαιτούν **ευέλικτες στρατηγικές διαχείρισης αποθηκών**.

Αυτή η μελέτη παρουσιάζει μια **υπολογιστική μέθοδο βέλτιστης τοποθέτησης βιομηχανικών προϊόντων (παλετών)**, η οποία εφαρμόστηκε σε **ελληνική εταιρεία παραγωγής αναψυκτικών**. Το κύριο κριτήριο βελτιστοποίησης είναι η **ελαχιστοποίηση του κόστους μετακίνησης των ανυψωτικών μηχανημάτων**, ώστε να τοποθετούν τα προϊόντα στις βέλτιστες θέσεις μέσα στην αποθήκη.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία βασίζεται στη χρήση **μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAVs)** για την αυτόματη καταγραφή προϊόντων και σε **μοντέλα πρόβλεψης πωλήσεων**, ώστε να διασφαλιστεί η σωστή τοποθέτηση των προϊόντων με βάση τη μελλοντική ζήτηση.

Μεθοδολογία

Καταμέτρηση Αποθήκης με UAVs

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας περιλαμβάνει τη χρήση **UAVs** για την **αυτόματη καταγραφή αποθέματος** μέσα στην αποθήκη.

- Τα UAVs εκτελούν πτήσεις με βάση ένα **προκαθορισμένο σχέδιο πτήσης**.
- Χρησιμοποιούν **αισθητήρες LiDAR** και κάμερες για την καταγραφή της θέσης και της ποσότητας των προϊόντων.
- Τα δεδομένα αποθηκεύονται και επεξεργάζονται για τη δημιουργία **τριδιάστατου χάρτη της αποθήκης**.

Πρόβλεψη Πωλήσεων με Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης

Για να βελτιστοποιηθεί η τοποθέτηση των προϊόντων, χρησιμοποιούνται **αλγόριθμοι πρόβλεψης πωλήσεων**.

- Αναλύονται ιστορικά δεδομένα πωλήσεων, λαμβάνοντας υπόψη **εποχικότητα και τάσεις της αγοράς**.



- Οι προβλέψεις επιτρέπουν τη **βελτίωση της τοποθέτησης των προϊόντων** μέσα στην αποθήκη, εξασφαλίζοντας ότι τα πιο δημοφιλή προϊόντα είναι άμεσα προσβάσιμα.

Υπολογιστική Βελτιστοποίηση Τοποθέτησης Προϊόντων

Το τελευταίο στάδιο της μεθόδου περιλαμβάνει έναν **αλγόριθμο βελτιστοποίησης**, ο οποίος λαμβάνει υπόψη:

- Τα δεδομένα της **καταγραφής αποθέματος** από τα UAVs.
- Τα αποτελέσματα των **προβλέψεων πωλήσεων**.
- Το **κόστος μετακίνησης** των ανυψωτικών μηχανημάτων.

Ο στόχος του αλγορίθμου είναι να τοποθετεί τα προϊόντα στις θέσεις που **ελαχιστοποιούν την απόσταση μεταφοράς**, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση της αποθήκης.

Αποτελέσματα και Ανάλυση

Αποτελέσματα της Καταγραφής με UAVs

- Η χρήση UAVs μείωσε τον **χρόνο καταγραφής αποθήκης κατά 75%** σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο.
- Η ακρίβεια καταγραφής αποθέματος αυξήθηκε στο **100%**, ενώ η χειροκίνητη μέθοδος παρουσίαζε σφάλματα της τάξης του 7,5%.

Βελτίωση της Τοποθέτησης Προϊόντων

Η εφαρμογή του αλγορίθμου βελτιστοποίησης έφερε σημαντικές βελτιώσεις:

- Η **μέση απόσταση μετακίνησης** των ανυψωτικών μηχανημάτων μειώθηκε κατά **57%**.
- Ο **χρόνος ανάκτησης προϊόντων** μειώθηκε από **3,5 ώρες σε 1,5 ώρα**.
- Το **κόστος λειτουργίας** μειώθηκε σημαντικά λόγω της βελτιστοποίησης των διαδρομών.

Συμπεράσματα και Μελλοντικές Εφαρμογές

Η προτεινόμενη μέθοδος απέδειξε ότι η **συνδυασμένη χρήση UAVs και αλγορίθμων πρόβλεψης** μπορεί να **βελτιστοποιήσει την τοποθέτηση προϊόντων**, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος και αυξάνοντας την αποδοτικότητα των αποθηκών.

- **Μείωση του χρόνου διαχείρισης αποθέματος** μέσω αυτόματης καταγραφής με UAVs.
- **Ενίσχυση της επιχειρηματικής στρατηγικής** με ακριβείς προβλέψεις πωλήσεων.
- **Βελτίωση της παραγωγικότητας** μέσω έξυπνης τοποθέτησης προϊόντων στην αποθήκη.

Μελλοντική Έρευνα

Η επόμενη φάση της έρευνας θα επικεντρωθεί σε:

- **Ανάπτυξη real-time συστημάτων διαχείρισης αποθήκης** με συνεχή σάρωση αποθέματος μέσω UAVs.



- **Ενσωμάτωση προηγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για πιο ακριβείς προβλέψεις πωλήσεων και δυναμική αναδιάταξη της αποθήκης.**
- **Δοκιμές με διαφορετικές τεχνολογίες αισθητήρων (LiDAR, θερμικές κάμερες) για βελτιωμένη ακρίβεια καταγραφής προϊόντων.**



6. Κατάλογος όρων και συντομογραφιών

ΣμηΕΑ	Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών
ΔΙ.ΠΑ.Ε.	Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος
ΠΑ.Δ.Α.	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Δ.Ε.Π.	Διδακτικό Ερευνητικό Προσωπικό
Ε.ΔΙ.Π.	Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό
Α.Ε.Ι.	Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι.	Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δ.Ο.Α.Τ.Α.Π.	Διεπιστημονικός Οργανισμός Αναγνώρισης Τίτλων Ακαδημαϊκών και πληροφόρησης