



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Διπλωματική Εργασία

ΜΟΝΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής : Σταμούλης Γεώργιος

Σεπτέμβριος 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

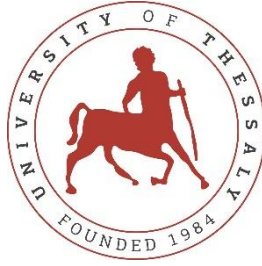
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ/ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΜΟΝΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής : Σταμούλης Γεώργιος

Σεπτέμβριος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

PRECISION TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Diploma Thesis

MONIAS DIMITRIOS

Supervisor: Georgios Stamoulis

September 2025

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπων

Σταμούλης Γεώργιος

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

Ποταμιάνος Γεράσιμος

Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

Κολομβάτσος Κωνσταντίνος

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής και
Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελούν αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλουν οποιασδήποτε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχουν έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Δηλώνω, επίσης, ότι τα αποτελέσματα της εργασίας δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για την απόκτηση άλλου πτυχίου. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει, διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο Δηλών

Μονιάς Δημήτριος

DISCLAIMER ON ACADEMIC ETHICS AND INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Being fully aware of the implications of copyright laws, I expressly state that this diploma thesis, as well as the electronic files and source codes developed or modified in the course of this thesis, are solely the product of my personal work and do not infringe any rights of intellectual property, personality and personal data of third parties, do not contain work / contributions of third parties for which the permission of the authors / beneficiaries is required and are not a product of partial or complete plagiarism, while the sources used are limited to the bibliographic references only and meet the rules of scientific citing. The points where I have used ideas, text, files and / or sources of other authors are clearly mentioned in the text with the appropriate citation and the relevant complete reference is included in the bibliographic references section. I also declare that the results of the work have not been used to obtain another degree. I fully, individually and personally undertake all legal and administrative consequences that may arise in the event that it is proven, in the course of time, that this thesis or part of it does not belong to me because it is a product of plagiarism.

The Declarant

Monias Dimitrios

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ-
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΙΚΡΙΩΜΑΤΟΣ**

Μονιάς Δημήτριος

Περίληψη

Η ανοικοδόμηση νέων κτιρίων, η συντήρηση των παλαιών, με τις απαραίτητες επισκευές, καθώς και η ενεργειακή τους αναβάθμιση αποτελούν μια αναγκαιότητα η οποία θα εμφανίζεται για πολλά ακόμα χρόνια στην κοινωνία μας. Μεγάλο μέρος των παραπάνω ενεργειών λαμβάνουν χώρο στην εξωτερική επιφάνεια των κτιρίων και καθιστούν την χρήση ικριωμάτων απαραίτητη, ώστε τα συνεργεία που θα εργαστούν να έχουν πρόσβαση σε όλα τα επιθυμητά και δύσβατα σημεία. Η δομή του ικριώματος, εκτός από την χρησιμότητα που θα παρέχει στους εργάτες, θα πρέπει να ανταποκρίνεται και στα ανάλογα νομικά πλαίσια. Η ασφάλεια και η σταθερότητα είναι το κυριότερο. Η επιλογή όμως της δομής του ικριώματος βασίζεται στην βούληση του εργολάβου. Αυτός, αφού μεταβεί στον χώρο που θα στηθεί το ικρίωμα, θα πρέπει πρώτα να κάνει τις μετρήσεις των διαστάσεων του κτιρίου και να αξιολογήσει τα εμπόδια που μπορούν να επηρεάσουν το στήσιμό του. Έτσι, λοιπόν, σχεδιάζει εμπειρικά στο μυαλό του την δομή του ικριώματος και υπολογίζει την ποσότητα των υλικών. Αυτό πολλές φορές οδηγεί είτε σε λάθος υπολογισμό υλικών είτε σε ένα λιγότερο ασφαλές και χρήσιμο ικρίωμα. Στόχος, λοιπόν, είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού προγράμματος το οποίο θα αναγνωρίζει τις διαστάσεις των κτιρίων από μια σειρά φωτογραφιών, θα εντοπίζει τα εμπόδια και στην συνέχεια θα δημιουργεί ανάλογα τη δομή του ικριώματος, ενώ παράλληλα θα υπολογίζει τον αριθμό των απαραίτητων υλικών. Κάτι τέτοιο καθιστά το ικρίωμα 100% ασφαλές και εύχρηστο, ενώ παράλληλα «λύνει τα χέρια» του εργολάβου, ο οποίος δεν χρειάζεται να μεταβεί στον χώρο για να κάνει όλες τις παραπάνω ενέργειες, ενώ σταματά να αγχώνεται για

περιπτώσεις ατυχημάτων. Επίσης, το πρόγραμμα δίνει μεγάλη βοήθεια σε νέους εργολάβους, που δεν έχουν την εμπειρία των παλιών, και την ευκαιρία να μπουν στον χώρο.

Λέξεις κλειδιά:

Διαστάσεις κτιρίου, δομή ικριώματος, ψηφιακό πρόγραμμα, εφαρμογή.

Diploma Thesis

PRECISION TECHNOLOGIES ON THE CONSTRUCTION INDUSTRY- SCAFFOLD DESIGN AND CALCULATION APPLICATION

Monias Dimitrios

Abstract

The construction of new buildings, the maintenance of old ones with necessary repairs, and their energy upgrades represent ongoing activities that will persist in our society for many years. A significant portion of these tasks occurs on the exterior surfaces of buildings, making the use of scaffolding essential to provide work crews with access to all desired and hard-to-reach areas. The structure of the scaffolding must not only offer utility to workers but also comply with relevant legal frameworks, where safety and stability are of paramount importance. Despite these requirements, the choice of scaffolding structure is often left to the contractor's discretion. After visiting the site where the scaffolding will be installed, the contractor measures the building's dimensions and assesses any obstacles that could affect the installation process. Based on their experience, they mentally design the scaffolding structure and estimate the required quantity of materials. This traditional approach often results in incorrect material calculations or scaffolding that is less safe and functional. To address these issues, the goal is to develop a digital program capable of recognizing building dimensions from a series of photographs, identifying obstacles, and generating the appropriate scaffolding structure while accurately calculating the necessary materials. Such a system ensures that the scaffolding is 100% safe and user-friendly, significantly reducing the contractor's workload, as there is no longer a need for on-site visits to perform these tasks or concerns about potential accidents. Additionally, the program provides substantial support to new contractors who may lack the experience of seasoned professionals, enabling them to enter the field with greater confidence.

Key words:

Dimensions of a building, scaffolding structure, digital program, application.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	xiii
Abstract.....	xv
Πίνακας περιεχομένων	xvii
Κατάλογος εικόνων.....	xxi
Κατάλογος σχημάτων.....	xxii
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας	1
1.1.1 Συνεισφορά.....	2
1.2 Οργάνωση Τόμου.....	3
Κεφάλαιο 2 Ικριώματα.....	4
2.1 Ορισμός Ικριωμάτων.....	4
2.2 Υλικά ικριωμάτων	5
2.2.1 Πλαίσια	5
2.2.2 Προστατευτικές πλάτες	5
2.2.3 Μεταλλικά δάπεδα.....	6
2.2.4 Βίδες βάσεως	6
2.2.5 Σωλήνες.....	7
2.2.6 Αντηρίδες	7
2.2.7 Κουπαστές.....	8
2.2.8 Πλατφόρμες με σκάλες.....	8
2.2.9 Σύνδεσμοι	9
2.3 Νομοθεσία ικριωμάτων	10
2.3.1 Έναρξη εργασιών – Επιθεώρηση	10
2.3.2 Συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση ικριωμάτων	11
2.3.3 Στήριξη ικριωμάτων.....	12
2.3.4 Υλικά κατασκευής.....	12
2.3.5 Προστασία έναντι πτώσης ανατροπής του ικριώματος.....	13

2.3.6 Πλάτος δαπέδου εργασίας.....	13
2.3.7 Ορθοστάτες.....	14
2.3.8 Βασικές αρχές εργασίας σε ικρίωματα.....	14
2.3.9 Σταθερά ξύλινα και μεταλλικά ικρίωματα.....	15
Τα ξύλινα σταθερά ικρίωματα πρέπει να:.....	15
2.3.10 Κινητά μεταλλικά ή ξύλινα ικρίωματα.....	16
Τα κινητά μεταλλικά ή ξύλινα ικρίωματα (καβαλέτα ή πύργοι) πρέπει να:.....	16
2.3.11 Αναρτημένα ικρίωματα.....	16
Τα αναρτημένα ικρίωματα πρέπει:.....	16
Κεφάλαιο 3 Περιγραφή και Απαιτήσεις Εφαρμογής	18
3.1 Περιγραφή Εφαρμογής.....	18
3.1.1 Καταμέτρηση των διαστάσεων του κτιρίου και αναγνώριση εμποδίων	18
3.1.2 Τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν.....	19
3.2 Μαθηματικές Σχέσεις.....	19
Κεφάλαιο 4 Σχεδιασμός και Υλοποίηση Λύσης.....	21
4.1 Υπολογισμός Διαστάσεων Κτιρίου μέσω Φωτογραφιών.....	21
4.1.1 Συλλογή και Προετοιμασία Δεδομένων.....	21
4.1.2 Ανάλυση και Εξαγωγή Χαρακτηριστικών με CNN.....	22
4.1.3 Ανάπτυξη του Μοντέλου Μηχανικής Μάθησης.....	22
4.1.4 Εκπαίδευση του Μοντέλου	22
4.1.5 Χρήση Τεχνικών Ανάλυσης Προοπτικής.....	22
4.1.6 Υπολογισμός Διαστάσεων	23
4.1.7 Εξακρίβωση και Αξιολόγηση	23
4.2 Σχεδιασμός Ικριωμάτων και Υπολογισμός Υλικών.....	24
4.2.1 Κατανόηση του Προβλήματος.....	24
4.2.2 Συλλογή Δεδομένων	24
4.2.3 Προετοιμασία Δεδομένων	25
4.2.4 Αρχιτεκτονική του Μοντέλου CNN	25
4.2.5 Εκπαίδευση του Μοντέλου	26
4.2.6 Αξιολόγηση και Εφαρμογή του Μοντέλου.....	26
4.2.7 Βελτίωση του Μοντέλου	26
Κεφάλαιο 5 Περιβάλλον Χρήσης της Εφαρμογής	27
5.1 Τοφοδοσία με φωτογραφίες του κτιρίου	27
Επιλογή Τμήματος Κτιρίου	27

5.2 Επιλογή Υλικών και Παραμέτρων Ικρίώματος	27
5.3 Καθορισμός Ορόφων Κτιρίου	29
Κεφάλαιο 6 Διαχωρισμός περιπτώσεων.....	30
6.1 Απλό ικρίωμα.....	30
6.2 Ικρίωμα πεζοδρόμου	31
6.2.1 Τροποποίηση του πρώτου επιπέδου του ικρίωματος	32
6.2.2 Κατασκευή του δεύτερου επιπέδου.....	32
6.3 Ικρίωμα με γωνία.....	32
6.3.1 Απαραίτητες προσαρμογές για τη σύνδεση των πλευρών.	33
6.3.2 Ιδιαίτερη μέριμνα για τις γωνίες του κτιρίου.....	33
6.3.3 Υπολογισμός επιπλέον υλικών.	33
Κεφάλαιο 7 Υλοποίηση της εφαρμογής.....	35
7.1 Στάδιο 1: Μεταφόρτωση των εικόνων	35
7.1.1 Στιγμιότυπο Εφαρμογής	36
7.2 Στάδιο 2: Απόσταση επιλεγμένων σημείων	36
7.2.1 Εργαλεία που χρησιμοποιούνται	37
7.2.2 Στιγμιότυπο Εφαρμογής	38
7.3 Στάδιο 3: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου για την εγκατάσταση ικρίωματος.....	38
7.3.1 Στιγμιότυπο Εφαρμογής	39
7.4 Στάδιο 4: Εικονικός σχεδιασμός ικρίωματος.....	40
7.4.1 Υπολογισμός πύργων.....	40
7.4.2 Extra Modules.....	40
7.4.3 Βασικά εργαλεία.....	41
7.4.4 Συνολική λειτουργία	41
7.4.5 Στιγμιότυπο Εφαρμογής	41
7.5 Στάδιο 5: Υπολογισμός απαραίτητων υλικών	42
7.5.1 Σύνοψη.....	43
Κεφάλαιο 8 Αποτελέσματα	41
8.1.1 Αποφυγή μετακινήσεων και φυσικής παρουσίας του εργολάβου.....	41
8.1.2 Βελτιστοποίηση κατασκευής του ικρίωματος και εξοικονόμηση χρόνου.	41
8.1.3 Ενίσχυση της ασφάλειας και αποφυγή ατυχημάτων.	42
8.1.4 Οικονομία υλικών και αύξηση αποδοτικότητας.....	42

Κεφάλαιο 9 Συμπεράσματα	43
9.1 Σύνοψη και Συμπεράσματα	43
9.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις	44
Βιβλιογραφία.....	45

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 2.1: Εικόνα 2.1: Πλαίσιο ικριώματος.....	5
Εικόνα 2.2: Προστατευτική πλάτη ικριώματος.....	5
Εικόνα 2.3: Μεταλικό δάπεδο ικριώματος.....	6
Εικόνα 2.4: Βίδα με κάτω πλάκα.....	6
Εικόνα 2.5: Βίδα με σπαστή πλάκα.....	6
Εικόνα 2.6: Σωλήνες ικριώματος.....	7
Εικόνα 2.7: Αντηρίδες ικριώματος.....	7
Εικόνα 2.8: Κουπαστές ικριώματος.....	8
Εικόνα 2.9: Πλατφόρμες με σκάλες ικριώματος.....	8
Εικόνα 2.10: Σύνδεσμος ικριώματος.....	9
Εικόνα 2.11: Σύνδεσμος ικριώματος.....	9
Εικόνα 2.12: Εικονικό ικρίωμα.....	13
Εικόνα 5.1: Πρόσοψη κτιρίου.....	29
Εικόνα 6.1: Πρόσοψη εικονικού κτιρίου με οριοθέτηση ύψους και πλάτους του.....	31
Εικόνα 6.2: Οριοθέτηση ύψους και πλάτους σε διαφορετικές όψεις εικονικού κτιρίου.....	34

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 7.1: Στιγμιότυπο οθόνης 1: Μεταφόρτωση των εικόνων	36
Σχήμα 7.2: Στιγμιότυπο οθόνης 2: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου (πρόσοψη).....	38
Σχήμα 7.3: Στιγμιότυπο οθόνης 3: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου (πλάγια όψη).....	39
Σχήμα 7.4: Στιγμιότυπο οθόνης 4: Εικονικός σχεδιασμός ικριώματος.....	42
Σχήμα 7.5: Στιγμιότυπο οθόνης 5: Υπολογισμός απαραίτητων υλικών.....	43

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε τον τομέα της κατασκευής ικριωμάτων, ο οποίος αποτελεί βασικό και αναπόσπαστο μέρος της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα ικριώματα χρησιμοποιούνται ευρέως για την υποστήριξη εργατών και υλικών σε διάφορα στάδια της κατασκευής ή ανακαίνισης ενός κτιρίου. Παρά την κρίσιμη σημασία τους, διαπιστώσαμε ότι ο χώρος αυτός εξακολουθεί να στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εμπειρικές μεθόδους σχεδιασμού και εγκατάστασης.

Κατά τη διάρκεια της ενασχόλησής μας με τον συγκεκριμένο κλάδο, παρατηρήσαμε ότι οι υπάρχουσες πρακτικές συχνά οδηγούν σε προβλήματα, όπως λανθασμένος υπολογισμός υλικών, κακή εκτίμηση του διαθέσιμου χώρου και αυξημένος κίνδυνος ατυχημάτων. Ειδικά, σε περιβάλλοντα με πολύπλοκη γεωμετρία του σχήματος του κτιρίου η σωστή εγκατάσταση ικριωμάτων γίνεται ακόμη πιο απαιτητική.

Παράλληλα, διαπιστώσαμε την περιορισμένη παρουσία της τεχνολογίας στον τομέα αυτό. Ενώ σε άλλες εφαρμογές της μηχανικής η ψηφιακή υποστήριξη έχει ενισχύσει σημαντικά την αποδοτικότητα και την ακρίβεια, στον χώρο των ικριωμάτων τα ψηφιακά εργαλεία είναι ελάχιστα έως ανύπαρκτα. Αυτό το κενό μας ώθησε να αναζητήσουμε τρόπους αξιοποίησης της τεχνολογίας, ώστε να υποστηρίξουμε τη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής με τρόπο συστηματικό και ασφαλή.

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Με την παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύουμε στην ανάπτυξη μιας ψηφιακής εφαρμογής που θα βοηθά στον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ικριωμάτων. Εστιάζουμε στην υποστήριξη του εργολάβου ή του μηχανικού, προσφέροντάς του εργαλεία για την αποτύπωση του χώρου, τον υπολογισμό διαστάσεων του εκάστοτε κτιρίου, την καταμέτρηση των απαραίτητων υλικών και την οπτική αναπαράσταση της κατασκευής του ικριώματος.

Πιο συγκεκριμένα, σκοπεύουμε να αντιμετωπίσουμε τα εξής προβλήματα:

- Την ανακρίβεια στον υπολογισμό των αναγκαίων υλικών από τα οποία αποτελείται το ικρίωμα.
- Τη δυσκολία ακριβούς εκτίμησης των διαστάσεων του κτιρίου και την αντιμετώπιση φυσικών εμποδίων.
- Την απουσία ενός αξιόπιστου μέσου για την οπτικοποίηση της κατασκευής πριν την υλοποίησή της.
- Την ανάγκη για μείωση του κόστους μέσω εξοικονόμησης υλικών.
- Την έλλειψη καθοδήγησης για την ασφαλή κατασκευή και εγκατάσταση αποτελεσματικών κατά την χρήση τους ικριωμάτων.

Η εφαρμογή μας φιλοδοξούμε να προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση, δίνοντας έμφαση στη φιλικότητα προς τον χρήστη, την ακρίβεια και τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς ασφαλείας.

1.1.1 Συνεισφορά

Στην εργασία μας πραγματοποιήσαμε τα εξής:

1. Μελετήσαμε αναλυτικά τον χώρο των ικριωμάτων και καταγράψαμε τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κλάδου.
2. Αναπτύξαμε εφαρμογή που επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων του χώρου εργασίας και υποστηρίζει τον σχεδιασμό εξατομικευμένων λύσεων.
3. Υλοποιήσαμε αλγορίθμους που υπολογίζουν με ακρίβεια τις απαιτήσεις σε υλικά, με βάση τις διαστάσεις και τα εμπόδια που καταγράφονται.
4. Δημιουργήσαμε δυνατότητα τρισδιάστατης οπτικής αναπαράστασης της κατασκευής, ώστε να μπορούμε να προεπισκοπήσουμε το αποτέλεσμα.
5. Ενσωματώσαμε οδηγίες και ειδοποιήσεις που καθοδηγούν τον χρήστη βήμα προς βήμα κατά την εγκατάσταση, εστιάζοντας στην ασφάλεια.
6. Δοκιμάσαμε την εφαρμογή σε σενάρια πραγματικής χρήσης και αξιολογήσαμε την αποτελεσματικότητά της ως προς την εξοικονόμηση χρόνου και υλικών.

1.2 Οργάνωση Τόμου

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται μια εισαγωγή και μια σύντομη περιγραφή της κεντρικής ιδέας της εφαρμογής την οποία αναπτύσσουμε στην παρούσα διπλωματική εργασία, αναφέροντας παράλληλα την συνεισφορά της.

Στο κεφάλαιο 2 παραθέτουμε όλες τις σχετικές νομοθεσίες αναφορικά με την κατασκευή ικριωμάτων.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται μια πιο λεπτομερής ανάλυση των τμημάτων από τα οποία αποτελείται η εφαρμογή μας.

Στο κεφάλαιο 4 αναπτύσσουμε τα δύο μέρη της εφαρμογής. Το πρώτο σχετίζεται με την ανάλυση των φωτογραφιών και το δεύτερο με το σχεδιασμό του ικριώματος.

Στο κεφάλαιο 5 κάνουμε διάκριση τριών περιπτώσεων σχετικά με την κατασκευή του ικριώματος.

Στο κεφάλαιο 6 αναλύουμε θεωρητικά το περιβάλλον χρήσης της εφαρμογής.

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η οπτική απεικόνιση της εφαρμογής.

Τέλος, στα Κεφάλαια 8 και 9 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα κυριότερα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, η συμβολή της στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της κατασκευής ικριωμάτων και οι πιθανές προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος στο μέλλον.

Κεφάλαιο 2 Ικριώματα

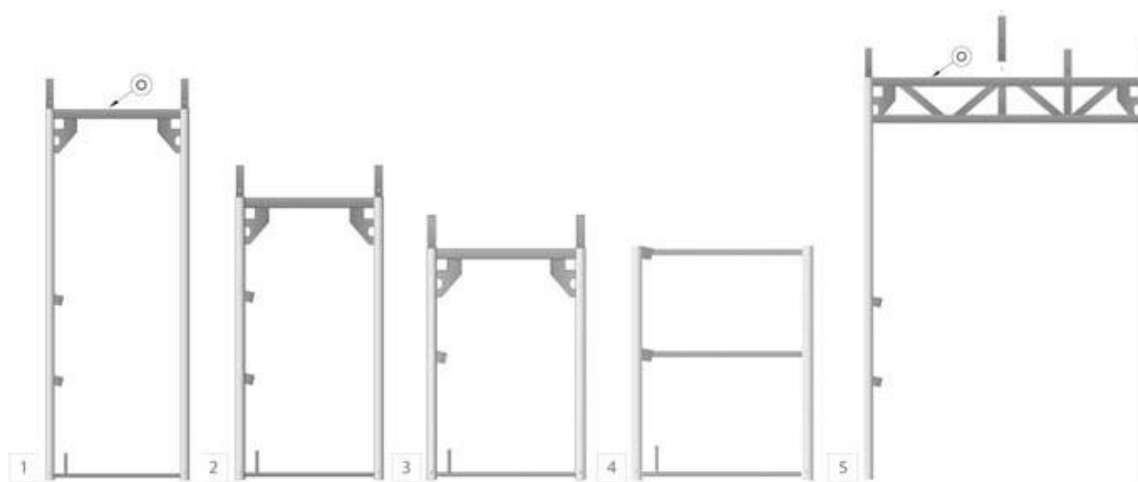
2.1 Ορισμός Ικριωμάτων

Τα ικριώματα (ή σκαλωσιές) αποτελούν προσωρινές μεταλλικές ή ξύλινες κατασκευές που χρησιμοποιούνται κυρίως σε τεχνικά έργα για την εξυπηρέτηση εργασιών σε ύψος. Τα υλικά από τα οποία απαρτίζονται είναι: 1.Πλαίσια, 2.Προστετευτικές πλάτες, 3.Μεταλλικά δάπεδα, 4.Βίδες βάσεως, 5.Σωλήνες, 6.Προστατευτικοί σωλήνες (αντηρίδες), 7.Κουπαστές, 8.Πλατφόρμες με σκάλες, 9.Σύνδεσμοι. Τα ικριώματα σχεδιάζονται ώστε να παρέχουν ασφαλή πρόσβαση και σταθερή επιφάνεια εργασίας σε δυσπρόσιτα σημεία των κτιρίων, σε τεχνίτες και εργάτες κατά τη διάρκεια οικοδομικών, ανακαινιστικών ή συντηρητικών επεμβάσεων σε κτίρια και άλλες κατασκευές. Τοποθετούνται κυρίως στο εξωτερικό, αλλά και στο εσωτερικό, σπανιότερα, των κτιρίων και η κατασκευή τους προορίζεται για συνεργεία τα οποία ασχολούνται με το σοβάτισμα, την τοποθέτηση μονώσεων, το βάψιμο, τις επιδιορθώσεις και την τοιχοποιία. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για συντηρήσεις και καθαρισμούς προσόψεων κτιρίων, τοποθέτηση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού σε ύψος, βιομηχανικές εγκαταστάσεις και ακόμα για κατασκευές μεγάλων έργων, όπως γέφυρες και σήραγγες. Η συναρμολόγηση των ικριωμάτων πρέπει να γίνεται βάσει των προβλεπόμενων τεχνικών προδιαγραφών, με γνώμονα την ασφάλεια, τη σταθερότητα και την αντοχή, καθώς οι εργασίες σε μεγάλο ύψος εμπεριέχουν αυξημένο κίνδυνο ατυχημάτων. Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα λάθη στην κατασκευή ικριωμάτων είναι μείζονος σημασίας και έχουν κοστήσει τη ζωή σε χιλιάδες εργάτες ανά τα χρόνια. Ακόμη όμως και σήμερα, δεν έχει δοθεί οριστική λύση στο πρόβλημα αυτό και τα ατυχήματα συνεχίζουν να συμβαίνουν, αφού οι απαρχαιωμένες εμπειρικές μέθοδοι κατασκευής και οι παραλήψεις υλικών από τους εργολάβους συνεπάγονται σε έλλειψη ασφάλειας και σταθερότητας και οδηγούν σε αναπόφευκτα λάθη.

2.2 Υλικά ικριωμάτων

2.2.1 Πλαίσια

Το πλαίσιο ενός ικριώματος είναι το βασικό κάθετο "κομμάτι" (σκελετός) που στηρίζει τη σκαλωσιά. Είναι σαν μια "πόρτα" από μεταλλικούς σωλήνες και αποτελείται από δύο κατακόρυφους στύλους (σωλήνες) και οριζόντιες μπάρες που τα ενώνουν. Μοιάζει με ένα ορθογώνιο ή τετράγωνο σχήμα και πάνω του "κουμπώνουν" όλα τα υπόλοιπα μέρη του ικριώματος – όπως τα μεταλλικά δάπεδα και οι προστατευτικές πλάτες. Τα πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους καθ' ύψος του ικριώματος, καθώς το ένα «κουμπώνει» πάνω στο άλλο.



Εικόνα 2.1: Πλαίσιο ικριώματος

2.2.2 Προστατευτικές πλάτες

Είναι τα οριζόντια μεταλλικά στοιχεία, με τη μορφή κάγκελων, που «κουμπώνουν» μεταξύ δύο πλαισίων συνδέοντάς τα και προσφέροντας στήριξη. Ο κύριος σκοπός τους είναι η εμπόδιση της πτώσης των εργατών από το ικρίωμα.



Εικόνα 2.2: Προστατευτική πλάτη ικριώματος

2.2.3 Μεταλλικά δάπεδα

Είναι τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται ως πάτωμα και πάνω στα οποία πατάει ο εργάτης κατά την εργασία του πάνω στο ικρίωμα. Τοποθετούνται μεταξύ των πλαισίων και «κουμπώνουν» με ασφάλεια στο πάνω μέρος τους. Μεταξύ δύο πλαισίων τοποθετούνται δύο μεταλλικά δάπεδα.



Εικόνα 2.3: Μεταλικό δάπεδο ικρίματος

2.2.4 Βίδες βάσεως

Είναι μεταλλικά εξαρτήματα που αποτελούνται από το σπείρωμα και το πέλμα. Στο σπείρωμα βιδώνεται ή ξεβιδώνεται το στηρίγμα, ώστε να ρυθμίζεται το ύψος της βίδας. Οι μικρές βίδες έχουν ύψος έως 0,7 μέτρα και οι μεγάλες έως 1 μέτρο. Το πέλμα είναι το κάτω μέρος της βίδας το οποίο πατάει στο έδαφος και μπορεί να είναι με ίσια πλάκα ή σπαστή πλάκα (σχήματος Y).



Εικόνα 2.4: Βίδα με κάτω πλάκα



Εικόνα 2.5: Βίδα με σπαστή πλάκα

2.2.5 Σωλήνες

Είναι μεταλλικά κυλινδρικά στοιχεία, συνήθως κατασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο, και έχουν διαστάσεις 1μ, 1,5μ, 2μ, 2,5μ και 3μ. Ενώνονται μεταξύ τους με ειδικούς συνδέσμους και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία σταθερών πλατφορμών εργασίας σε ύψη.



Εικόνα 2.6: Σωλήνες ικριώματος

2.2.6 Αντηρίδες

Είναι μεταλλικά κυλινδρικά στοιχεία όπως οι σωλήνες, με μια λάμα στην άκρη τους. Στην λάμα τοποθετείται βίδα, η οποία βιδώνεται γερά στον τοίχο του κτιρίου, ώστε το ικρίωμα να μένει σταθερό. Οι αντηρίδες τοποθετούνται ανά δύο επίπεδα και καθ' όλο το πλάτος του ικριώματος και συνδέονται με συνδέσμους πάνω στα πλαίσια.



Εικόνα 2.7: Αντηρίδες ικριώματος

2.2.7 Κουπαστές

Είναι οριζόντια στοιχεία που τοποθετούνται στο τελευταίο επίπεδο των ικριωμάτων κουμπώνουν πάνω από τα πλαίσια και συνδέονται μεταξύ τους με προστατευτικές πλάτες. Στην πραγματικότητα έχουν ακριβώς τον ίδιο ρόλο με τα πλαίσια, τα οποία αντικαθιστούν για λόγους εξοικονόμησης.



Εικόνα 2.8: Κουπαστές ικριώματος

2.2.8 Πλατφόρμες με σκάλες

Είναι εξειδικευμένα εξαρτήματα ικριωμάτων που συνδυάζουν ένα πατάρι εργασίας (πλατφόρμα) με ενσωματωμένη σκάλα, ώστε να παρέχουν ασφαλή και εύκολη πρόσβαση μεταξύ των επιπέδων ενός ικριώματος. Τοποθετούνται στη θέση των μεταλλικών δαπέδων και σε κάθε επίπεδο του ικριώματος χρειάζεται μια πλατφόρμα.



Εικόνα 2.9: Πλατφόρμες με σκάλες ικριώματος

2.2.9 Σύνδεσμοι

Είναι τα μεταλλικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για να συνδέουν μεταξύ τους τα επιμέρους στοιχεία του ικριώματος (σωλήνες, πλαίσια, αντηρίδες, κουπαστές κ.λπ.) και να εξασφαλίζουν σταθερότητα, αντοχή και ασφάλεια στη συνολική κατασκευή.



Εικόνα 2.10: Σύνδεσμος ικριώματος



Εικόνα 2.11: Σύνδεσμος ικριώματος

2.3 Νομοθεσία ικριωμάτων

Τα ικριώματα– σκαλωσιές διακρίνονται σε σταθερά ξύλινα ή μεταλλικά ικριώματα, κινητά μεταλλικά ή ξύλινα ικριώματα και αναρτημένα. Το είδος των ικριωμάτων, που θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με το είδος της εργασίας και το ύψος, προκύπτει από την ισχύουσα νομοθεσία. Είναι πολύ σημαντικό για την ασφάλεια του εργαζόμενου να τηρούνται κάποιες βασικές αρχές, όπως αυτές αναφέρονται στην ισχύουσα νομοθεσία (Π.Δ. 778/80, Π.Δ. 1073/81, Υ.Α. Δ22/4193/2019). Ειδικά, για ναυπηγικές εργασίες ισχύει το Π.Δ. 70/90. [1]

Τα σταθερά ικριώματα που είναι μεταλλικές ή ξύλινες κατασκευές χρησιμοποιούνται σε:

- εξωτερικές εργασίες ύψους >4 m
- εσωτερικές εργασίες ύψους >3,5 m
- οικοδομές άνω των 3 ορόφων ή με ύψος >10 m, στις οποίες απαγορεύονται τα εξωτερικά ξύλινα ικριώματα (μόνο μεταλλικά).

Τα κινητά ικριώματα (πύργοι) χρησιμοποιούνται σε:

- εργασία καθ' ύψος μέχρι 5m εξωτερικά και 12m εσωτερικά.

2.3.1 Έναρξη εργασιών – Επιθεώρηση

Πριν την έναρξη της εργασίας πάνω σε σταθερά ικριώματα πρέπει να προηγηθεί βεβαίωση καταλληλότητας εις διπλούν από τον επιβλέποντα μηχανικό και τον κατασκευαστή του έργου. Επίσης, βεβαίωση εξέτασης τύπου για τις μεταλλικές σκαλωσιές. Τα τμήματα/εξαρτήματα του πιστοποιημένου μεταλλικού ικριώματος πρέπει να φέρουν οπωσδήποτε τις ενδείξεις:

- το όνομα ή το σήμα του κατασκευαστή ή του θέτοντος σε κυκλοφορία τη σκαλωσιά
- τον τύπο ή τον αριθμό σειράς του ικριώματος και
- το έτος κατασκευής.

Πρέπει να γίνεται έλεγχος ποιότητας των στοιχείων. Απομάκρυνση φθαρμένων, χτυπημένων οξειδωμένων και άλλων με αλλοιώσεις επικίνδυνες για την αντοχή της σκαλωσιάς, καθώς και αυτών που ξεπερνούν τα 15 έτη από την χρονολογία κατασκευής τους.

Για κτήρια με πρόσοψη πάνω από 16 m ο επιβλέπων μηχανικός πρέπει να υπολογίζει τον τρόπο σύνδεσης των ικριωμάτων με το κτήριο.

Τα ικριώματα πρέπει να επιθεωρούνται:

- μία φορά την εβδομάδα,
- σε περίπτωση θεομηνίας, πριν την επανάληψη των εργασιών,
- μετά από κάθε μετατροπή, περίοδο αχρηστίας, κακοκαιρία ή σεισμικές δονήσεις ή μετά από οποιεσδήποτε περιστάσεις που μπορούν να επηρεάσουν την αντοχή ή τη σταθερότητά τους.

Επίσης, πρέπει να συντάσσεται μελέτη από τον επιβλέποντα μηχανικό για:

- την εγκατάσταση ανυψωτικής μηχανής στα ικριώματα.
- την κατασκευή όλων των τύπων σταθερών ικριωμάτων, εκτός από αυτά που έχουν πλάτος δαπέδου 0,60 m και στηρίζουν τους εργαζόμενους και τα άμεσα χρησιμοποιούμενα υλικά.

2.3.2 Συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση ικριωμάτων

- Η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των ξύλινων ικριωμάτων γίνεται από εξειδικευμένο γι' αυτή την εργασία τεχνικό προσωπικό.
- Η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των μεταλλικών ικριωμάτων γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.
- Απαγορεύεται η μερική αποσυναρμολόγηση τμημάτων της σκαλωσιάς πριν ολοκληρωθούν οι εργασίες.
- Η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των ικριωμάτων να μην γίνεται σε ώρες αιχμής, να απομονώνεται ο γύρω χώρος και να συνεκτιμάται η απόσταση από τυχόν εναέριους ηλεκτρικούς αγωγούς στον τρόπο εργασίας και τα μέτρα ασφάλειας.
- Όταν ορισμένα μέρη ενός ικριώματος δεν είναι έτοιμα προς χρήση, ιδίως κατά τη φάση της συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης ή μετατροπών, τα μέρη αυτά πρέπει να σημαίνονται με προειδοποιητικά σήματα γενικού κινδύνου, σύμφωνα

με το ΠΔ 105/95, και να οριοθετούνται κατάλληλα από υλικά στοιχεία, τα οποία εμποδίζουν την πρόσβαση στη ζώνη κινδύνου.

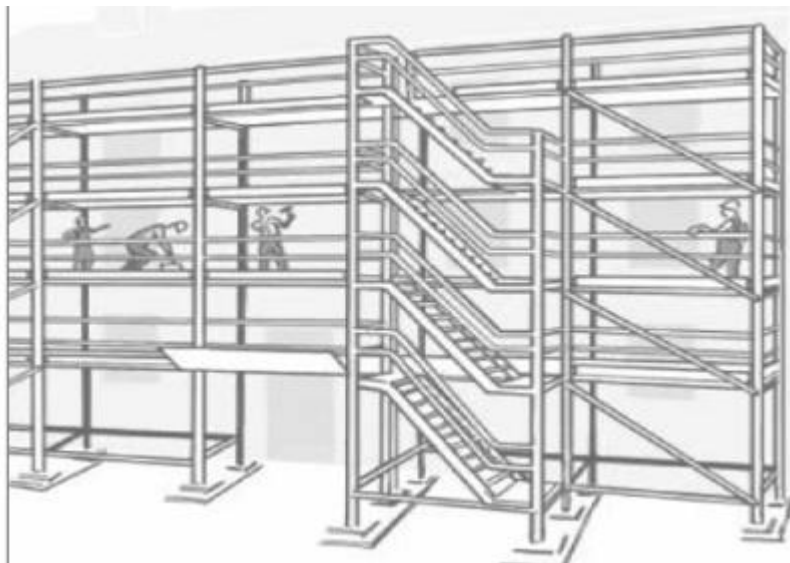
2.3.3 Στήριξη ικριωμάτων

- Απαγορεύεται η στήριξη των μεταλλικών ικριωμάτων σε εξωτερικούς τοίχους ή επισφαλή σημεία της οικοδομής.
- Τα ικριώματα τύπου πύργου πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο επί σταθερών, επίπεδων και ομαλών δαπέδων και πρέπει να ασφαλίζονται για τυχόν ανατροπή ή μετατόπιση.
- Η απόσταση μεταξύ των εσωτερικών ορθοστατών από το κτήριο, στα μεταλλικά ικριώματα, πρέπει να είναι έως 15 cm. Η απόσταση μεταξύ της επιφάνειας εργασίας και του δαπέδου του ικριώματος να μην υπερβαίνει τα 30 cm.
- Όταν η απόσταση των εσωτερικών ορθοστατών από το κτήριο είναι μεγαλύτερη από 15 cm ή το κενό μεταξύ επιφάνειας εργασίας και δαπέδου σκαλωσιάς είναι μεγαλύτερο από 30 cm τότε απαιτείται προστασία έναντι πτώσης και στην εσωτερική πλευρά του δαπέδου εργασίας.

2.3.4 Υλικά κατασκευής

- Οι ορθοστάτες και τα μαδέρια πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υγιές ξύλο και να είναι σε καλή κατάσταση. Τα άκρα των μαδεριών πρέπει να προστατεύονται πλευρικά με μεταλλική ταινία.

2.3.5 Προστασία έναντι πτώσης ανατροπής του ικριώματος



Εικόνα 2.12: Εικονικό ικριώμα

- Τα ικριώματα πρέπει να φέρουν κουπαστή σε ύψος ενός μέτρου από το δάπεδο εργασίας με ενδιάμεση ράβδο.
- Τα δάπεδα εργασίας δεν πρέπει να υπερφορτώνονται.
- Τα δάπεδα εργασίας πρέπει να φέρουν εσωτερικά και εξωτερικά θωράκιο (σοβατεπί) 15 cm. Επίσης, πρέπει να εξέχουν από το σημείο στήριξής τους, σε μήκος τουλάχιστον 4πλάσιο του πάχους τους.
- Απαγορεύεται η χρήση φορητής σκάλας ή άλλων πρόχειρων μέσων, πάνω στα δάπεδα.
- Απαγορεύεται να εργάζονται πάνω από 2 άτομα σε ένα δάπεδο, ανάμεσα σε 2 διαδοχικούς ορθοστάτες.
- Πρέπει να υπάρχει ειδική σκάλα για την ανάβαση και κατάβαση στη σκαλωσιά και αυτό να μην γίνεται ποτέ σκαρφαλώνοντας.
- Τα αναρτημένα ικριώματα πρέπει να είναι εφοδιασμένα στις 3 εξωτερικές πλευρές τους με στηθαίο και θωράκια.

2.3.6 Πλάτος δαπέδου εργασίας

- Το ελάχιστο συνολικό πλάτος του δαπέδου εργασίας πρέπει να είναι 60 cm.

- Προκειμένου για δάπεδα όπου θα εναποτεθούν υλικά, πέρα από τα άμεσα χρησιμοποιούμενα, απαιτείται πλάτος δαπέδου εργασίας 0,80 m.
- Για δάπεδα που εδράζουν άλλο δάπεδο εργασίας σε ψηλότερο επίπεδο απαιτείται πλάτος 1,10 m.
- Αντίστοιχα για εργασίες επένδυσης με πέτρα ή ορθομαρμάρωσης, απαιτείται πλάτος δαπέδου εργασίας 1,30 m.
- Τέλος, όταν το δάπεδο εργασίας χρησιμοποιείται και για στήριξη άλλου δαπέδου, αλλά και για τις ανωτέρω εργασίες απαιτείται πλάτος 1,50 m.

2.3.7 Ορθοστάτες

- Οι ορθοστάτες στα σταθερά ικριώματα εδράζονται καλά σε πέδιλα και εκτείνονται για τουλάχιστον 1 m πάνω από το τελευταίο δάπεδο εργασίας.
- Οι ορθοστάτες πρέπει να κλίνουν ελαφρά προς το μέρος της οικοδομής.

2.3.8 Βασικές αρχές εργασίας σε ικριώματα

Είναι πολύ σημαντικό για την ασφάλεια του εργαζόμενου κατά την εργασία να γνωρίζουμε κάποιες βασικές αρχές, που αφορούν στα ικριώματα. Έτσι πρέπει να τηρούνται, κατά το δυνατόν, τα παρακάτω:

- Η κατασκευή και η αποξήλωση των ικριωμάτων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και υπό την επίβλεψη του μηχανικού και με χρήση των απαιτούμενων ΜΑΠ. Απαγορεύεται η μερική αποσυναρμολόγηση του ικριώματος πριν την ολοκλήρωση της εργασίας.
- Το σταθερό ικρίωμα είναι ασφαλές, όταν εξασφαλίζεται από οριζόντιες μετακινήσεις.
- Η στήριξη των ικριωμάτων στο έδαφος πρέπει να γίνεται σε στέρεα, σταθερά δάπεδα (όχι ακατάλληλα πέδιλα, πέτρες κ.λπ.). Στα κινητά ικριώματα χρησιμοποιούνται τα ειδικά φρένα για τη σταθερότητά τους.
- Τα υλικά κατασκευής των ικριωμάτων πρέπει να είναι ανθεκτικά και καλοσυντηρημένα.
- Απαγορεύεται η διέλευση πεζών κάτω από τα ικριώματα. Σε περίπτωση που η διέλευση είναι απαραίτητη πρέπει να δημιουργείται προστατευόμενη διάβαση

από κάτω, με ελεύθερο ύψος μεγαλύτερο από 2,20 m, κάλυψη συνδέσμων, βαφή των σωληνωτών στοιχείων με εμφανές χρώμα, νυχτερινό φωτισμό, πλήρη οροφή του διαδρόμου προσπέλασης και σήμανση ασφάλειας και κατεύθυνσης.

Εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στα οικοδομικά έργα (αναμικτήρες, αναβατόρια, ηλεκτρογεννήτριες, αερόσφυρες κ.λπ.) πρέπει να τοποθετούνται σε τέτοιες θέσεις, ώστε να μην επηρεάζουν τη σταθερότητα των ικριωμάτων.

Η εγκατάσταση ανυψωτικής μηχανής σε ικρίωμα θα πρέπει:

- Να γίνει μόνο κατόπιν αδείας επιβλέποντος μηχανικού, ο οποίος ελέγχει το ικρίωμα.
- Να συνοδεύεται από στερεά δεμένους ορθοστάτες (ορθοστάτες στερεά προσδεμένοι σε ακλόνητα σημεία τουλάχιστον στο τμήμα όπου βρίσκεται η ανυψωτική μηχανή).
- Εάν η ανύψωση γίνεται ελεύθερα, χωρίς σιδηροτροχιές, να κατασκευάζεται σε όλο το ύψος του ικριώματος περίφραξη για την αποφυγή προσκρούσεων του φορτίου στα μέρη του ικριώματος.

Επιπλέον πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

- Σε κάθε δάπεδο εργασίας να υπάρχει κουπαστή σε ύψος 1m, παράλληλη σανίδα ή μεταλλική ράβδος μεταξύ δαπέδου και κουπαστής (ράβδοι μεσοδιαστήματος) και θωράκια (παραπέτα) πλάτους 15cm στις πλευρές του δαπέδου.
- Το δάπεδο να είναι ενιαίο μεταλλικό πλέγμα ή, αν είναι μαδέρια, αυτά να μην αφήνουν κενά μεταξύ τους. Για την πρόσβαση στο ικρίωμα οι εργαζόμενοι πρέπει να χρησιμοποιούν σκάλες μόνιμες ή φορητές και όχι να σκαρφαλώνουν σε αυτό.

2.3.9 Σταθερά ξύλινα και μεταλλικά ικρίωματα

Τα ξύλινα σταθερά ικρίωματα πρέπει να:

- είναι κατασκευασμένα από υγιές ξύλο μακρών ινών, απαλλαγμένο από φλοιό και ρωγμές ή αρμούς
- είναι καλά συντηρημένα, να μη βάφονται ή στοκάρονται
- αποθηκεύονται χωριστά από τα υπόλοιπα οικοδομικά υλικά
- συναρμολογούνται από ειδικευμένους τεχνίτες σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Για τα μεταλλικά σταθερά ικριώματα ισχύουν οι διατάξεις περί ασφάλειας των ξύλινων σταθερών ικριωμάτων και επιπλέον:

Απαγορεύεται η στήριξη των μεταλλικών ικριωμάτων σε εξωτερικούς τοίχους με τη χρήση τρυπόξυλων. Η σύνδεση του ικριώματος με την οικοδομή πρέπει να γίνεται με στοιχεία του ίδιου υλικού.

2.3.10 Κινητά μεταλλικά ή ξύλινα ικριώματα

Τα κινητά μεταλλικά ή ξύλινα ικριώματα (καβαλέτα ή πύργοι) πρέπει να:

- πληρούν τις προδιαγραφές ασφάλειας της κείμενης νομοθεσίας.
- χρησιμοποιούνται μόνο επί σταθερών, ανθεκτικών, επιπέδων και ομαλών δαπέδων.
- ασφαλίζονται έναντι ανατροπής ή τυχαίας μετακίνησης.
- φέρουν κλίμακα στερεά προσδεμένη για την άνοδο ή κάθοδο από το δάπεδο εργασίας.
- φέρουν τροχούς, οι οποίοι να συγκρατούνται με ασφάλεια στους ορθοστάτες.
- φέρουν μεταλλικό χειρολισθήρα σε ύψος 1m από το δάπεδο εργασίας και ράβδο μεσοδιαστήματος.
- συναρμολογούνται και να αποσυναρμολογούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- μετακινούνται μόνο όταν δεν βρίσκεται κανένα πρόσωπο πάνω στις εξέδρες.
- βρίσκονται πάντοτε σε επαρκή απόσταση από ηλεκτρικούς αγωγούς ή άλλες εγκαταστάσεις που ενδεχομένως ενέχουν κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.

Επίσης, το έδαφος πάνω στο οποίο μετακινείται το ικρίωμα να μην παρουσιάζει εμπόδια ή ανωμαλίες.

2.3.11 Αναρτημένα ικριώματα

Τα αναρτημένα ικριώματα πρέπει:

- να πληρούν τις προδιαγραφές ασφάλειας της κείμενης νομοθεσίας.
- να είναι αναρτημένα σε απόλυτα οριζόντια επίπεδο.

Επίσης πρέπει:

- τα σχοινιά αναρτήσεως να έχουν συντελεστή ασφάλειας 10.
- οι χειρισμοί λειτουργίας να ανατίθενται σε πεπειραμένο εργαζόμενο – χειριστή.

Κεφάλαιο 3 Περιγραφή και Απαιτήσεις Εφαρμογής

3.1 Περιγραφή Εφαρμογής

Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος για την αυτόματη ανάλυση και σχεδίαση ικριωμάτων περιλαμβάνει δύο βασικά στάδια, τα οποία αλληλοσυμπληρώνονται για την επίτευξη ακριβών και αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

3.1.1 Καταμέτρηση των διαστάσεων του κτιρίου και αναγνώριση εμποδίων

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την ακριβή καταγραφή των βασικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, όπως το ύψος και το πλάτος, καθώς και τον εντοπισμό τυχόν εμποδίων που μπορεί να επηρεάσουν την τοποθέτηση και τη σταθερότητα του ικριώματος. Αυτή η διαδικασία θα πραγματοποιείται μέσω της ανάλυσης μιας σειράς φωτογραφιών του κτιρίου, οι οποίες θα λαμβάνονται από διαφορετικές γωνίες για την καλύτερη αποτύπωση της δομής. Τα εμπόδια που πρέπει να ληφθούν υπόψη μπορεί να περιλαμβάνουν αλλαγές στο σχήμα του κτιρίου, όπως προεξέχοντα μπαλκόνια, «σπασίματα» και γωνίες που απαιτούν ειδικό χειρισμό κατά τον σχεδιασμό του ικριώματος. Η χρήση προηγμένων τεχνικών επεξεργασίας εικόνας (Computer Vision) [4] θα επιτρέπει στο σύστημα να αναγνωρίζει αυτά τα χαρακτηριστικά με ακρίβεια, προσφέροντας λεπτομερή δεδομένα που θα αποτελούν τη βάση για το επόμενο στάδιο.

Σχεδιασμός του ικριώματος και υπολογισμός των απαραίτητων υλικών: Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση των χαρακτηριστικών του κτιρίου, το επόμενο βήμα είναι ο αυτόματος σχεδιασμός του ικριώματος. Ο σχεδιασμός αυτός θα λαμβάνει υπόψη τις διαστάσεις και τα εμπόδια που έχουν εντοπιστεί, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το ικρίωμα θα είναι σταθερό, ασφαλές και πλήρως προσαρμοσμένο στις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου. Παράλληλα, το σύστημα θα προχωρά στην ακριβή καταμέτρηση των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή του ικριώματος. Η διαδικασία αυτή θα βασίζεται σε αλγορίθμους που θα είναι προγραμματισμένοι να ακολουθούν αυστηρά τις ισχύουσες νομοθεσίες και κανονισμούς που διέπουν την ασφάλεια και τη χρήση

ικριωμάτων. Με τον τρόπο αυτό θα διασφαλίζεται όχι μόνο η δομική ακεραιότητα του ικριώματος, αλλά και η συμμόρφωσή του με τα πρότυπα ασφαλείας.

3.1.2 Τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν

Για την επιτυχή υλοποίηση αυτού του έργου θα αξιοποιηθούν τεχνολογίες αιχμής, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και ειδικότερα το Machine Learning, καθώς και προηγμένες μέθοδοι ανάλυσης εικόνας μέσω Camera Vision [5]. Το Machine Learning θα επιτρέψει στο σύστημα να «εκπαιδευτεί» κατάλληλα, ώστε να αναγνωρίζει μοτίβα, να βελτιώνει την ακρίβεια των μετρήσεων και να προσαρμόζεται σε διαφορετικά αρχιτεκτονικά σενάρια. Με την πάροδο του χρόνου και την ανάλυση περισσότερων δεδομένων το σύστημα θα γίνεται όλο και πιο αποτελεσματικό στην εκτέλεση των εργασιών του.

Συνοψίζοντας, η χρήση αυτών των τεχνολογιών θα επιτρέψει τη δημιουργία ενός αυτοματοποιημένου εργαλείου που θα εξοικονομεί χρόνο, θα μειώνει τα περιθώρια σφαλμάτων και θα ενισχύει σημαντικά την ασφάλεια και την αποδοτικότητα των εργασιών που σχετίζονται με την εγκατάσταση ικριωμάτων.

3.2 Μαθηματικές Σχέσεις

Η κατασκευή ενός ικριώματος απαιτεί την ακριβή μέτρηση και το σωστό συνδυασμό των υλικών και των δομικών στοιχείων, προκειμένου να εξασφαλιστεί η σταθερότητα και η ασφάλεια. Υπάρχουν συγκεκριμένα μοτίβα και αλληλουχίες που καθορίζουν τη δομή του ικριώματος και τη διάταξή του, επιτρέποντας έτσι την ακριβή καταμέτρησή του. Το κύριο και πιο βασικό στοιχείο της δομής του ικριώματος είναι ο «πύργος», ο οποίος αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται ολόκληρο το σύστημα.

Ο πύργος αποτελείται από δύο βασικά πλαίσια που ενσωματώνουν δύο μεταλλικά δάπεδα και μια προστατευτική πλάτη. Αυτή η σύνθεση δημιουργεί έναν στέρεο και ασφαλή πυρήνα για το ικρίωμα. Όταν συνδυάζονται πολλοί πύργοι, δημιουργείται μια ολοκληρωμένη σκαλωσιά που μπορεί να καλύψει μεγάλες επιφάνειες και ύψη, επιτρέποντας στους εργάτες να έχουν ασφαλή πρόσβαση στα διάφορα σημεία του κτιρίου που επισκευάζουν ή κατασκευάζουν.

Για τον υπολογισμό του αριθμού των πύργων που απαιτούνται κατά πλάτος του κτιρίου, πρέπει να διαιρέσουμε το πλάτος του κτιρίου (d) με το μήκος της προστατευτικής πλάτης, το οποίο μπορεί να είναι 3μ, 2μ ή 1,5μ. Σκοπός είναι το υπόλοιπο της διαίρεσης ($d/\text{μήκος πλάτης}$) να μην ξεπερνά τα 0,3μ. Αυτό εξασφαλίζει ότι η σκαλωσιά είναι κατασκευασμένη με ακριβείς διαστάσεις, ώστε να μην υπάρχει υπερβολικό κενό και να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή σταθερότητα.

Αντίστοιχα, για τον υπολογισμό του αριθμού των πύργων που θα στηθούν κατά ύψος του κτιρίου λαμβάνεται το ύψος του κτιρίου (h) και αφαιρείται το ύψος που αντιστοιχεί στον εργάτη (1,6μ). Στη συνέχεια, το αποτέλεσμα διαιρείται με το ύψος του πλαισίου (το οποίο μπορεί να είναι 2μ ή 1μ). Η διαίρεση αυτή ($(h-1,6)/\text{ύψος πλαισίου}$) μας δίνει τον αριθμό των πύργων που απαιτούνται για να καλύψουν το ύψος του κτιρίου, εξασφαλίζοντας ότι οι εργάτες μπορούν να εργάζονται σε κάθε επίπεδο με ασφάλεια.

Το "δέσιμο" του ικρίωματος αναφέρεται στην στήριξη και την ενίσχυση του συστήματος μέσω αντηρίδων, οι οποίες τοποθετούνται ανά δύο επίπεδα του ικρίωματος. Οι αντηρίδες τοποθετούνται κατά μήκος όλων των πλαισίων του ικρίωματος και καλύπτουν το πλάτος κάθε επιπέδου. Ο αριθμός των αντηρίδων που απαιτούνται υπολογίζεται με βάση τον αριθμό των πλαισίων καθ' ύψος και κατά πλάτος του επιπέδου. Συγκεκριμένα, ο αριθμός των αντηρίδων ισούται με το μισό του αριθμού των πλαισίων κατά ύψος (διαιρούμενο με το 2) επί τον αριθμό των πλαισίων κατά πλάτος για ένα επίπεδο. Αυτός ο υπολογισμός διασφαλίζει ότι το ικρίωμα παραμένει σταθερό και ασφαλές καθ' όλη τη διάρκεια της χρήσης του.

Με αυτές τις διαδικασίες και υπολογισμούς διασφαλίζεται ότι το ικρίωμα θα είναι σταθερό και ικανό να υποστηρίξει τις ανάγκες των εργαζομένων, παρέχοντας παράλληλα την απαιτούμενη ασφάλεια για την ολοκλήρωση των εργασιών στο κτίριο.

Κεφάλαιο 4 Σχεδιασμός και Υλοποίηση Λύσης

4.1 Υπολογισμός Διαστάσεων Κτιρίου μέσω Φωτογραφιών

Για να υπολογίσουμε τις διαστάσεις κτιρίων από φωτογραφίες μέσω μηχανικής μάθησης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο που βασίζεται σε Convolutional Neural Networks (CNNs), το οποίο είναι κατάλληλο για εργασίες αναγνώρισης εικόνας και εξαγωγής χαρακτηριστικών από αυτές [6]. Η διαδικασία διαρθρώνεται σε διάφορα στάδια που περιλαμβάνουν τη συλλογή δεδομένων, την προεπεξεργασία, την εκπαίδευση του μοντέλου και την εξαγωγή των διαστάσεων του κτιρίου. Ας αναλύσουμε το πώς λειτουργεί αυτό το μοντέλο με βάση τα βήματα που θα ακολουθήσουμε.

4.1.1 Συλλογή και Προετοιμασία Δεδομένων

Η πρώτη και πιο σημαντική φάση είναι η συλλογή δεδομένων. Για τη συγκεκριμένη εργασία, χρειάζονται φωτογραφίες κτιρίων σε διαφορετικές συνθήκες, με διάφορες γωνίες λήψης και φωτισμό, μαζί με τις αντίστοιχες πραγματικές διαστάσεις τους (π.χ. ύψος, πλάτος, βάθος). Αυτά τα δεδομένα θα χρησιμεύσουν για την εκπαίδευση του μοντέλου.

Αφού συγκεντρωθούν οι εικόνες, αυτές θα υποβληθούν σε προεπεξεργασία, για να βελτιώσουμε τη ποιότητα των δεδομένων πριν την εκπαίδευση του μοντέλου.

Η προεπεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει:

Διόρθωση προοπτικής (Perspective correction) [7]: Αν οι εικόνες δεν είναι ευθυγραμμισμένες (π.χ. κτίρια που φαίνονται στραβά λόγω της γωνίας λήψης), μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνική διόρθωσης προοπτικής, για να γίνει το κτίριο επίπεδο και ευθυγραμμισμένο.

Κανονικοποίηση (Batch Normalization) [8]: Οι φωτογραφίες μπορεί να έχουν διαφορετικές συνθήκες φωτισμού ή ανάλυση, οπότε η κανονικοποίηση του φωτισμού και η αλλαγή του μεγέθους της εικόνας σε ένα κοινό μέγεθος θα είναι απαραίτητη.

4.1.2 Ανάλυση και Εξαγωγή Χαρακτηριστικών με CNN

Αντί να ανιχνεύσουμε χειροκίνητα τα χαρακτηριστικά της εικόνας, όπως τα άκρα ή οι γωνίες του κτιρίου, χρησιμοποιούμε Convolutional Neural Networks (CNNs), για να εξάγουμε χαρακτηριστικά από τις εικόνες. Αυτά τα δίκτυα είναι ιδανικά για αναγνώριση μοτίβων σε εικόνες και για την κατηγοριοποίηση αντικειμένων.

Τα CNNs αποτελούνται από στρώματα συνέλιξης (convolutional layers), τα οποία αναγνωρίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά στην εικόνα, όπως άκρα, γωνίες ή σχήματα [9]. Τα χαρακτηριστικά αυτά αποστέλλονται σε ανώτερα στρώματα για περαιτέρω επεξεργασία. Ο στόχος είναι το μοντέλο να μάθει να αναγνωρίζει και να κατανοεί την γεωμετρία του κτιρίου, τις διαστάσεις του, καθώς και τη θέση του στην εικόνα.

4.1.3 Ανάπτυξη του Μοντέλου Μηχανικής Μάθησης

Το μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ένα CNN που εκπαιδεύεται να εξάγει τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και να κάνει προβλέψεις για τις διαστάσεις του. Ο τρόπος λειτουργίας του μπορεί να εξηγηθεί ως εξής:

4.1.4 Εκπαίδευση του Μοντέλου

Η εκπαίδευση του CNN γίνεται με την εφαρμογή ενός συνόλου εκπαίδευσης που περιλαμβάνει εικόνες κτιρίων και τις αντίστοιχες πραγματικές διαστάσεις τους. Στο CNN θα προσδιορίσουμε το ποσοστό της εικόνας που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες διαστάσεις κτιρίου και, μέσω της διαδικασίας backpropagation, θα αναπροσαρμόσουμε τα βάρη του μοντέλου, ώστε να ελαχιστοποιήσουμε το λάθος στις προβλέψεις.

Η εκπαίδευση μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλά επίπεδα CNN για την αναγνώριση διαφορετικών τύπων χαρακτηριστικών, όπως η αναγνώριση των περιγραμμάτων του κτιρίου, οι γωνίες, και τα σχήματα. Αυτό το μοντέλο θα μάθει την αλληλεξάρτηση μεταξύ αυτών των χαρακτηριστικών και των πραγματικών διαστάσεων.

4.1.5 Χρήση Τεχνικών Ανάλυσης Προοπτικής

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της προοπτικής στις φωτογραφίες, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τεχνικές γεωμετρικής ανάλυσης, όπως η επιστροφή στην προοπτική

(perspective rectification) ή η χρήση των κανονικοποιημένων συντεταγμένων (Normalized Coordinates), για να υπολογιστούν οι πραγματικές διαστάσεις από τις εικόνες [10],[11]. Επιπλέον, η μετάδοση της αναλογίας κλίμακας (scale ratio) από γνωστά αντικείμενα στην εικόνα, όπως ένα ανθρώπινο σώμα ή ένα όχημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κατανοηθεί το μέγεθος του κτιρίου και να γίνουν οι κατάλληλοι υπολογισμοί των διαστάσεων [12].

4.1.6 Υπολογισμός Διαστάσεων

Μετά την εκπαίδευση του μοντέλου, το CNN μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες που εξήχθησαν από την εικόνα για να υπολογίσει τις διαστάσεις του κτιρίου. Ειδικότερα, μπορεί να εκτιμήσει την αναλογία των pixels με τις πραγματικές μονάδες μέτρησης (π.χ. μέτρα ή πόδια).

Για παράδειγμα, αν το μοντέλο αναγνωρίσει το ύψος ενός παραθύρου ή μιας πόρτας στην εικόνα και γνωρίζει τη σχέση κλίμακας με άλλα γνωστά αντικείμενα, μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτή την αναλογία για να υπολογίσει το ύψος ή το πλάτος του κτιρίου.

4.1.7 Εξακρίβωση και Αξιολόγηση

Αφού το μοντέλο κάνει τις προβλέψεις του, αξιολογούμε την απόδοσή του μέσω μετρικών, όπως το mean squared error (MSE) ή το mean absolute error (MAE), που μετρούν την απόκλιση μεταξύ των προβλεπόμενων και πραγματικών διαστάσεων [13],[14]. Η αξιολόγηση γίνεται με τη χρήση ενός συνόλου δεδομένων αξιολόγησης που περιλαμβάνει φωτογραφίες με γνωστές διαστάσεις, ώστε να ελεγχθεί η ακρίβεια των υπολογισμών.

Η απόδοση του μοντέλου μπορεί να βελτιωθεί συνεχώς με την προσαρμογή του αρχικού dataset, την εφαρμογή τεχνικών ταχύτερης σύγκλισης στην εκπαίδευση (όπως η χρήση βελτιστοποιητών Adam ή RMSprop) και τη χρήση περισσότερων δεδομένων εκπαίδευσης [15],[16],[17].

4.2 Σχεδιασμός Ικριωμάτων και Υπολογισμός Υλικών

Αφού καταγράψουμε τις διαστάσεις του κτιρίου, το πρόγραμμα θα προχωρήσει στον σχεδιασμό του ικριώματος και τον υπολογισμό των υλικών του. Για να το πραγματοποιήσουμε αυτό, θα χρησιμοποιήσουμε Συγκλινόμενα Νευρωνικά Δίκτυα (CNNs) για την εκπαίδευση ενός συστήματος που σχεδιάζει εικονικά ικριώματα βάσει των διαστάσεων ενός κτιρίου [18]. Η ιδέα είναι να χρησιμοποιήσουμε εικόνες του ικριώματος και του κτιρίου για να «εκπαιδεύσουμε» το μοντέλο να αναγνωρίζει και να προτείνει την καλύτερη διάταξη και τα υλικά του ικριώματος, βασισμένο στις διαστάσεις του κτιρίου.

4.2.1 Κατανόηση του Προβλήματος

Ο στόχος είναι να αναπτύξουμε ένα σύστημα που θα μπορεί να σχεδιάσει το κατάλληλο ικριώμα για ένα κτίριο με βάση τις διαστάσεις του. Το σύστημα θα πρέπει να χρησιμοποιεί εικόνες ή άλλα δεδομένα του κτιρίου, για να προτείνει μια διάταξη ικριώματος και να υπολογίζει τα απαιτούμενα υλικά (π.χ. αριθμό πλαισίων, σωλήνων, προστατευτικών κ.λπ.).

4.2.2 Συλλογή Δεδομένων

Η πρώτη απαίτηση για την εκπαίδευση ενός CNN είναι η συλλογή κατάλληλων δεδομένων:

- **Εικόνες Κτιρίων:** Αυτές οι εικόνες μπορεί να περιλαμβάνουν φωτογραφίες κτιρίων, αρχιτεκτονικά σχέδια ή άλλες αναπαραστάσεις του κτιρίου. Οι εικόνες πρέπει να περιλαμβάνουν τις διαστάσεις του κτιρίου και να παρέχουν σαφή εικόνα της μορφής του.
- **Εικόνες Ικριώματος:** Για κάθε κτίριο θα πρέπει να έχουμε εικόνες του ικριώματος που σχεδιάζεται γύρω του. Αυτές οι εικόνες πρέπει να δείχνουν την ακριβή διάταξη των υλικών (πλαίσια, σωλήνες, δάπεδα κ.λπ.) που απαιτούνται για το συγκεκριμένο κτίριο.
- **Διαστάσεις και Ετικέτες (labels) [19]:** Κάθε εικόνα του κτιρίου θα πρέπει να συνοδεύεται από ετικέτες που περιγράφουν τη διάταξη του ικριώματος (π.χ. «5 πλαίσια, 3 σωλήνες»). Αυτές οι ετικέτες θα είναι η έξοδος του μοντέλου.

4.2.3 Προετοιμασία Δεδομένων

Για να εκπαιδευτεί το μοντέλο, τα δεδομένα πρέπει να προετοιμαστούν κατάλληλα:

- Καθαρισμός Εικόνας [20]: Οι εικόνες πρέπει να είναι καθαρές από ανεπιθύμητα στοιχεία, ώστε το μοντέλο να μάθει σωστά τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και του ικριώματος.
- Κανονικοποίηση: Οι τιμές των pixel στις εικόνες πρέπει να κανονικοποιηθούν σε ένα κοινό εύρος τιμών (π.χ. 0 έως 1), για να βελτιωθεί η εκπαίδευση του μοντέλου.
- Αξιολόγηση Ετικετών: Οι ετικέτες (τα στοιχεία του ικριώματος που απαιτούνται για το κτίριο) θα πρέπει να είναι σαφείς και ακριβείς. Αυτές οι ετικέτες αντιστοιχούν στην έξοδο του μοντέλου, για παράδειγμα πόσα πλαίσια ή σωλήνες απαιτούνται για το κτίριο.

4.2.4 Αρχιτεκτονική του Μοντέλου CNN

Η επόμενη φάση περιλαμβάνει την κατασκευή του CNN μοντέλου. Το CNN είναι ιδανικό για την ανάλυση εικόνας λόγω της ικανότητάς του να ανιχνεύει τοπικά χαρακτηριστικά στις εικόνες, όπως γωνίες, ακμές και σχήματα. Το μοντέλο θα έχει τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

- Στρώματα Σύγκλισης (Convolutional Layers) [21]: Αυτά τα στρώματα αναλύουν τα χαρακτηριστικά της εικόνας του κτιρίου, όπως την υφή, τα σχήματα και τις γραμμές που είναι χαρακτηριστικά για την αρχιτεκτονική του.
- Max Pooling [22]: Ακολουθείται από στρώματα pooling που μειώνουν τις διαστάσεις της εικόνας και κρατούν μόνο τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά.
- Στρώματα Πλήρους Σύνδεσης (Fully Connected Layers) [23]: Αυτά τα στρώματα χρησιμοποιούν τα χαρακτηριστικά που ανιχνεύτηκαν για να μάθουν τη σχέση μεταξύ της εικόνας του κτιρίου και της διάταξης του ικριώματος.
- Τελική Έξοδος: Η έξοδος του μοντέλου θα είναι οι απαιτούμενες ποσότητες και τύποι υλικών (π.χ. αριθμός πλαισίων, αριθμός σωλήνων).

4.2.5 Εκπαίδευση του Μοντέλου

Αφού έχουμε κατασκευάσει το μοντέλο, το επόμενο βήμα είναι η εκπαίδευσή του με τα δεδομένα που έχουμε συλλέξει:

- Δεδομένα Εκπαίδευσης και Επικύρωσης (Training and Validation data) [24]: Χρησιμοποιούμε το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων (εκπαίδευση) για να εκπαιδεύσουμε το μοντέλο και ένα μικρότερο ποσοστό (επικύρωσης) για να ελέγξουμε την απόδοσή του κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης.
- Αξιολόγηση του Μοντέλου (Model Evaluation) [25]: Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, το μοντέλο θα βελτιώνεται για να παράγει ακριβέστερες προβλέψεις για την ποσότητα των υλικών που απαιτούνται.

4.2.6 Αξιολόγηση και Εφαρμογή του Μοντέλου

Αφού εκπαιδευτεί το μοντέλο, η επόμενη φάση είναι η αξιολόγησή του με δεδομένα που δεν έχει δει ποτέ πριν (δεδομένα δοκιμής):

- Αξιολόγηση Απόδοσης (Performance Evaluation) [26]: Ελέγχουμε πόσο καλά το μοντέλο προβλέπει τα απαιτούμενα υλικά για το ικρίωμα, συγκρίνοντας τις προβλέψεις του με τις πραγματικές ανάγκες του ικριώματος.
- Εφαρμογή του Μοντέλου (Model Deployment) [27]: Αν το μοντέλο έχει εκπαιδευτεί σωστά, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να προτείνουμε το ικρίωμα για νέο κτίριο, παρέχοντας απλώς τις διαστάσεις του κτιρίου.

4.2.7 Βελτίωση του Μοντέλου

Αν και το μοντέλο έχει εκπαιδευτεί και αξιολογηθεί, μπορεί να υπάρξουν περιθώρια βελτίωσης:

- Data Augmentation [28]: Για να αυξηθεί η ποικιλία των δεδομένων, χρησιμοποιούμε τεχνικές augmentation (όπως περιστροφή, κλίμακα, αναστροφή) για να δημιουργήσουμε επιπλέον παραδείγματα εκπαίδευσης από τις υπάρχουσες εικόνες.
- Χρήση Προεκπαιδευμένων Μοντέλων (Pretrained Models) [29]: Αν οι διαθέσιμες εικόνες είναι περιορισμένες, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προεκπαιδευμένα

μοντέλα CNN (π.χ. ResNet [30] , VGG [31]) και να τα προσαρμόσουμε στο δικό μας πρόβλημα, χρησιμοποιώντας λιγότερα δεδομένα.

Κεφάλαιο 5 Περιβάλλον Χρήσης της Εφαρμογής

5.1 Τοφοδοσία με φωτογραφίες του κτιρίου

Ο χρήστης ξεκινά την διαδικασία ανεβάζοντας φωτογραφίες του κτιρίου από διαφορετικές γωνίες, ώστε να διασφαλιστεί η καλύτερη δυνατή ανάλυση της δομής.

Επιλογή Τμήματος Κτιρίου: Ο χρήστης επιλέγει το ακριβές τμήμα του κτιρίου στο οποίο θα τοποθετηθεί το ικρίωμα. Δεν είναι απαραίτητο να καλύπτεται ολόκληρη η περιοχή. Επιτρέπονται αποκλίσεις:

- 0,30 μ από τις άκρες του κτιρίου κατά πλάτος.
- 1,50 μ από την κορυφή του κτιρίου κατά ύψος.

Αυτές οι αποκλίσεις θεωρούνται αποδεκτές, καθώς ο εργάτης, λόγω του ύψους του και του ανοίγματος των χεριών του, μπορεί να προσεγγίσει εύκολα αυτές τις περιοχές.

5.2 Επιλογή Υλικών και Παραμέτρων Ικριώματος

Μετά την ανάλυση των φωτογραφιών, ο χρήστης καλείται να επιλέξει τα υλικά που είναι διαθέσιμα, ώστε το σύστημα να σχεδιάσει ένα κατάλληλο ικρίωμα.

Τύπος Ικριώματος:

- a. Σταθερό Απλό
- b. Σταθερό με Διάδρομο Πεζών

Διαθέσιμα Υλικά:

Ο χρήστης επιλέγει την ποσότητα των υλικών που μπορεί να διαθέσει:

- **Πλαίσια:**
 1. Πλαίσιο 2,00μ x 0,73μ

2. Πλαίσιο Αρχής 1,00μ x 0,73μ
3. Πλαίσιο Τερματικό 1,00μ x 0,73μ
4. Πλαίσιο Διαδρόμου 2,20μ x 1,50μ
- **Μεταλλικά Δάπεδα:**
 5. 0,32μ x 3,00μ
 6. 0,32μ x 2,00μ
 7. 0,32μ x 1,57-1,50μ
- **Προστατευτική Πλάτη Ασφαλείας:**
 8. 0,43μ x 3,07-3,00μ
 9. 0,43μ x 2,07-2,00μ
 10. 0,43μ x 1,57-1,50μ
- **Μονός Σωλήνας Προστασίας:**
 11. 3,00μ
 12. 2,50μ
 13. 2,00μ
 14. 1,50μ
- **Βίδες:**
 15. Βίδα με Κάτω Πλάκα 0,70μ
 16. Βίδα με Κάτω Πλάκα 1,00μ
 17. Σπαστή Βίδα με Κάτω Πλάκα 0,70μ
 18. Σπαστή Βίδα με Κάτω Πλάκα 1,00μ
- **Πλατφόρμες και Σκάλες:**
 19. Πλατφόρμα με Σκάλα 3,00μ
 20. Πλατφόρμα με Σκάλα 2,00μ
 21. Σκάλα Πλατφόρμας
- **Σωλήνες Στήριξης:**
 22. 2,00μ
 23. 1,50μ
 24. 1,00μ
- **Σύνδεσμοι (διάφορες διαστάσεις)**

5.3 Καθορισμός Ορόφων Κτιρίου

Ο χρήστης δηλώνει τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου. Θεωρούμε ότι κάθε όροφος έχει:

- Ύψος 3,20 μέτρα.

Αυτό το στοιχείο βοηθά το σύστημα να υπολογίσει το συνολικό ύψος του ικριώματος που απαιτείται.

Υπάρχουν περιπτώσεις που δεν μπορώ να φωτογραφίσω καθ' ύψος ολόκληρο το κτίριο. Για τον λόγο αυτό καλείται ο χρήστης να εισάγει μια νέα πληροφορία, η οποία είναι ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου. Γνωρίζοντας ότι κάθε όροφος έχει σάνταρ ύψος 3,20 μέτρα, μπορώ να υπολογίσω με τον τρόπο αυτό το ύψος του κτιρίου. Όλες αυτές οι πληροφορίες δίνουν βοήθεια και παρέχουν μια αρχική βάση, ώστε το πρόγραμμα να κατανοήσει τον τύπο του ζητούμενου ικριώματος, καθώς και κάποια χαρακτηριστικά του κτιρίου που θα ήταν δύσκολο να επεξεργαστεί από μόνο του.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.



Εικόνα 5.1: Πρόσοψη κτιρίου

Κεφάλαιο 6 Διαχωρισμός περιπτώσεων

Για την διευκόλυνση του προγράμματος ο χρήστης καλείται να δώσει κάποιες επιπλέον πληροφορίες, βοηθητικές για την επιλογή της δομής του ικρίωματος. Έτσι, μπορούμε να διαχωρίσουμε τρεις επιλογές, ανάμεσα στις οποίες ο χρήστης θα πρέπει ο ίδιος να επιλέξει την κατάλληλη που αναλογεί στην περίπτωση του. Οι περιπτώσεις είναι.

1. Απλό ικρίωμα.
2. Ικρίωμα σε πεζόδρομο.
3. Ικρίωμα με γωνία.

6.1 Απλό ικρίωμα

Όταν το κτίριο έχει απλό και ομοιόμορφο σχήμα, χωρίς ιδιαίτερες προεξοχές, μπαλκόνια ή άλλες γεωμετρικές εναλλαγές, η διαδικασία σχεδιασμού του ικρίωματος είναι πιο απλή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το ικρίωμα τοποθετείται αποκλειστικά σε μία μόνο πλευρά του κτιρίου και όχι περιμετρικά. Αυτό συμβαίνει, για παράδειγμα, όταν καλύπτουμε τη «φάτσα» ενός κτιρίου ή το πλαϊνό του μέρος που δεν διαθέτει μπαλκόνια ή άλλες προεξοχές.

Η διαδικασία ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Ανάλυση των διαστάσεων του κτιρίου.

Το πρόγραμμα ξεκινάει την επεξεργασία των εικόνων και αναλύει το κτίριο τόσο κατά το πλάτος όσο και κατά το ύψος, προκειμένου να υπολογίσει τις διαστάσεις του.

- Σχεδιασμός του ικρίωματος με βάση τα διαθέσιμα υλικά.

Ο σχεδιασμός ξεκινάει από το έδαφος και προχωράει προς τα πάνω, εξασφαλίζοντας ότι η κατασκευή είναι σταθερή και επαρκής για την κάλυψη της επιφάνειας εργασίας.

- Καθορισμός σημείων στερέωσης.

Αναλύοντας το πλάτος του κτιρίου, το πρόγραμμα επιλέγει τα σημεία όπου θα τοποθετηθούν οι βίδες στήριξης, πάνω στις οποίες θα στηριχθεί το ικρίωμα. Η σωστή τοποθέτησή τους είναι κρίσιμη για τη σταθερότητα της κατασκευής.

- Δημιουργία του πρώτου επιπέδου του ικρίωματος

Αφού καθοριστούν τα σημεία στήριξης, ξεκινά η συναρμολόγηση του πρώτου επιπέδου. Το ικρίωμα κατασκευάζεται κατά πλάτος του κτιρίου, με τους επιμέρους πύργους να αποτελούνται από τα εξής στοιχεία:

- ο Δύο πλαίσια.
- ο Μία πλάτη.
- ο Δύο μεταλλικά επίπεδα.

Σε έναν από τους πύργους, αντί για δύο μεταλλικά επίπεδα, τοποθετείται μία πλατφόρμα με σκάλα, για να εξασφαλιστεί η πρόσβαση στα ανώτερα επίπεδα.

- Ολοκλήρωση της κατασκευής καθ' ύψος.

Η ίδια δομή του πρώτου επιπέδου επαναλαμβάνεται σε όλα τα ανώτερα επίπεδα του ικριώματος, διατηρώντας την ίδια αρχιτεκτονική και κατασκευαστική λογική.

- Διαμόρφωση του τελευταίου επιπέδου.

Το τελευταίο επίπεδο της κατασκευής διαφέρει ελαφρώς, καθώς δεν περιλαμβάνει επιπλέον πλατφόρμες εργασίας, αλλά αποτελείται κυρίως από κουπαστές και πλάτες για την ασφάλεια των εργαζομένων.



Εικόνα 6.1: Πρόσοψη εικονικού κτιρίου με οριοθέτηση ύψους και πλάτους του

6.2 Ικρίωμα πεζοδρόμου

Σε αυτή την περίπτωση η κατασκευή του ικριώματος παραμένει σε γενικές γραμμές ίδια με την αρχική, με μια βασική τροποποίηση που αφορά το πρώτο επίπεδο. Η αλλαγή αυτή επιβάλλεται, όταν το ικρίωμα τοποθετείται σε περιοχές όπου υπάρχει ανάγκη να

διατηρηθεί η ελεύθερη διέλευση των πεζών κάτω από αυτό, όπως σε πεζοδρόμια, εμπορικούς δρόμους ή εισόδους κτιρίων.

6.2.1 Τροποποίηση του πρώτου επιπέδου του ικρίωματος.

Για να διευκολυνθεί η κίνηση των πεζών, το πρώτο επίπεδο του ικρίωματος δεν κατασκευάζεται με τα συνήθη πλαίσια, αλλά αντί αυτών χρησιμοποιούνται πλαίσια πεζοδρόμου, τα οποία έχουν μεγαλύτερο πλάτος από τα τυπικά πλαίσια.

Τα πλαίσια αυτά εξασφαλίζουν δύο βασικά πλεονεκτήματα:

1. Αύξηση του ελεύθερου χώρου: Το μεγαλύτερο πλάτος επιτρέπει στους πεζούς να διέρχονται άνετα κάτω από το ικρίωμα, χωρίς να εμποδίζεται η κυκλοφορία τους.
2. Σταθερότητα και ασφάλεια: Παρόλο που τα πλαίσια είναι μεγαλύτερα, η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να διατηρείται η σταθερότητα του ικρίωματος. Οι ενώσεις και τα σημεία στήριξης προσαρμόζονται, ώστε να αντέχουν το επιπλέον φορτίο και τις απαιτήσεις της κατασκευής.

6.2.2 Κατασκευή του δεύτερου επιπέδου.

Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου επιπέδου με τα ειδικά πλαίσια πεζοδρόμου, προχωρά η ανέγερση του δεύτερου επιπέδου του ικρίωματος.

- Το δεύτερο επίπεδο αποτελείται από κανονικά πλαίσια, όπως στην αρχική κατασκευή.
- Αυτά τα πλαίσια στηρίζονται απευθείας πάνω στα πλαίσια πεζοδρόμου με τη χρήση βιδών και συνδέσμων που εξασφαλίζουν τη σταθερότητα της κατασκευής.
- Η συνολική δομή διατηρεί την ανθεκτικότητά της, καθώς το φορτίο κατανέμεται σωστά στα ενισχυμένα σημεία του πρώτου επιπέδου.

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μια κατασκευή που επιτρέπει τόσο την ομαλή διέλευση των πεζών όσο και την ασφαλή εργασία στα ανώτερα επίπεδα του ικρίωματος.

6.3 Ικρίωμα με γωνία

Σε αυτή την περίπτωση το ικρίωμα δεν περιορίζεται σε μία μόνο πλευρά του κτιρίου, αλλά εκτείνεται περιμετρικά, καλύπτοντας τουλάχιστον δύο ή και περισσότερες πλευρές του. Αυτό δημιουργεί πρακτικές και κατασκευαστικές προκλήσεις, καθώς απαιτείται τα

διαφορετικά τμήματα του ικριώματος να είναι απόλυτα συντονισμένα μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν μια ενιαία, σταθερή και ασφαλή σκαλωσιά.

6.3.1 Απαραίτητες προσαρμογές για τη σύνδεση των πλευρών.

Καθώς το ικριώμα καλύπτει περισσότερες από μία πλευρές, σχηματίζονται δύο ή περισσότερα ξεχωριστά τμήματα που θα πρέπει να έχουν:

1. Το ίδιο ύψος: Όλα τα επίπεδα των ικριωμάτων πρέπει να είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένα, ώστε να αποφεύγονται υψομετρικές διαφορές που θα μπορούσαν να δυσκολέψουν τη μετακίνηση των εργατών.
2. Άμεση σύνδεση και επικοινωνία: Η μετάβαση από τη μία πλευρά του ικριώματος στην άλλη πρέπει να γίνεται ομαλά και με ασφάλεια, χωρίς να απαιτείται η αποσύνδεση και επανασύνδεση της σκαλωσιάς.

6.3.2 Ιδιαίτερη μέριμνα για τις γωνίες του κτιρίου.

Ένα κρίσιμο σημείο της κατασκευής είναι η γωνία του κτιρίου, όπου συναντώνται δύο διαφορετικά τμήματα του ικριώματος. Για να εξασφαλιστεί η σωστή σύνδεση και η ασφαλής μετακίνηση των εργατών, το ικριώμα δεν πρέπει να σταματά ακριβώς στη γωνία, αλλά να επεκτείνεται κατά 1,5 - 2 μ προς κάθε πλευρά.

Με αυτόν τον τρόπο:

- Δημιουργείται ένα επιπλέον τμήμα ικριώματος στη γωνία, το οποίο λειτουργεί ως γέφυρα ανάμεσα στις δύο πλευρές.
- Δίνεται η δυνατότητα στους εργάτες να μετακινούνται ελεύθερα μεταξύ των πλευρών, χωρίς να χρειάζεται να κατέβουν και να ανέβουν ξανά από διαφορετικά σημεία.
- Αυξάνεται η συνολική σταθερότητα της κατασκευής, καθώς η γωνιακή σύνδεση ενισχύει τη συνοχή του ικριώματος και μειώνει την πιθανότητα μετακινήσεων ή ταλαντώσεων.

6.3.3 Υπολογισμός επιπλέον υλικών.

Εφόσον το ικριώμα καλύπτει περισσότερες από μία πλευρές και χρειάζεται επιπλέον υποδομή στη γωνία, το πρόγραμμα θα πρέπει να υπολογίζει αυτόματα τα επιπλέον υλικά που απαιτούνται. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Πρόσθετα πλαίσια, πλάτες, βίδες και μεταλλικά δάπεδα για τη δημιουργία της γωνιακής σύνδεσης.

- Ειδικούς συνδέσμους για την ενίσχυση των σημείων επαφής των δύο τμημάτων.
- Πρόσθετες δοκούς και ενισχυτικά στηρίγματα, για να διατηρηθεί η σταθερότητα της σκαλωσιάς.

Η κατασκευή ενός περιμετρικού ικριώματος απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη σύνδεση των διαφορετικών πλευρών, ώστε να σχηματίζεται μια ενιαία και ασφαλής σκαλωσιά. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη γωνία του κτιρίου, η οποία πρέπει να διαθέτει επαρκή επιπλέον χώρο για τη διέλευση των εργατών. Το πρόγραμμα θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του όλες αυτές τις παραμέτρους και να υπολογίζει τα πρόσθετα υλικά που απαιτούνται για τη σωστή ολοκλήρωση της κατασκευής.



Εικόνα 6.2: Οριοθέτηση ύψους και πλάτους σε διαφορετικές όψεις εικονικού κτιρίου

Κεφάλαιο 7 Υλοποίηση της εφαρμογής

Κατανοώντας τις μεγάλες δυσκολίες που θα είχε η υλοποίηση της εφαρμογής μας με νευρωνικά δίκτυα, επιλέγουμε να δημιουργήσουμε ένα User Interface βασισμένο σε JavaScript. Έτσι θα αναπτύξουμε ένα σύστημα που επιτρέπει την ανάλυση μιας εικόνας, την επιλογή σημείων αναφοράς, τον υπολογισμό πραγματικών διαστάσεων και τον σχεδιασμό ικριωμάτων. Το σύστημα βασίζεται σε μια λογική αλληλουχία από modules, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους και μοιράζονται δεδομένα μέσω της ροής κατάστασης (state flow) ενός React περιβάλλοντος. Τα βασικά στάδια της διαδικασίας είναι: η φόρτωση της εικόνας (ImageUploader), η επιλογή σημείου αναφοράς (ReferencePointSelector), η χειροκίνητη επιλογή κτιρίου (ManualBuildingSelector), η απεικόνιση διαστάσεων (DimensionsDisplay) και ο σχεδιασμός του ικριώματος (ScaffoldingDisplay). Κάθε στάδιο υλοποιείται με συγκεκριμένες τεχνικές, βασισμένες στη γεωμετρία, στα συστήματα συντεταγμένων, στη μετατροπή κλίμακας και στη χρήση γραφικών εργαλείων όπως το Canvas API και το SVG.

7.1 Στάδιο 1: Μεταφόρτωση των εικόνων

Η ροή ξεκινά με το ImageUploader, το οποίο είναι το σημείο εισόδου του συστήματος. Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποιούνται βασικά εργαλεία του Web όπως το HTML File API και οι Blob URLs. Ο χρήστης επιλέγει το αρχείο εικόνας μέσα από ένα πεδίο τύπου `<input type="file" accept="image/*">`. Αφού το αρχείο επιλεγεί, γίνεται έλεγχος εγκυρότητας για να διαπιστωθεί ότι πρόκειται πράγματι για εικόνα. Κατόπιν, δημιουργείται ένα προσωρινό URL με τη χρήση της συνάρτησης `URL.createObjectURL(file)`, το οποίο επιτρέπει την προεπισκόπηση της εικόνας χωρίς να χρειάζεται αποθήκευση σε κάποιον διακομιστή. Το αντικείμενο του αρχείου (File object) αποθηκεύεται στο state του React component, ώστε να είναι διαθέσιμο για τα επόμενα στάδια. Η προεπισκόπηση της εικόνας εμφανίζεται άμεσα στον χρήστη, επιτρέποντάς του να προχωρήσει στην επόμενη ενέργεια.

7.1.1 Στιγμιότυπο Εφαρμογής

Ο χρήστης καλείται να ανεβάσει 1 φωτογραφία του κτιρίου στην οποία θα αποτυπώνεται καθαρά η πρόσοψη του κτιρίου.

Υπολογισμός Διαστάσεων Κτιρίου

Ανεβάστε φωτογραφία κτιρίου και επιλέξτε σημείο αναφοράς για υπολογισμό διαστάσεων

Ανέβασμα Φωτογραφίας Κτιρίου



Σύρετε εδώ την εικόνα ή κάντε κλικ για επιλογή

Υποστηρίζονται μόνο αρχεία εικόνας

Σχήμα 7.1: Στιγμιότυπο οθόνης 1: Μεταφόρτωση των εικόνων

7.2 Στάδιο 2: Απόσταση επιλεγμένων σημείων

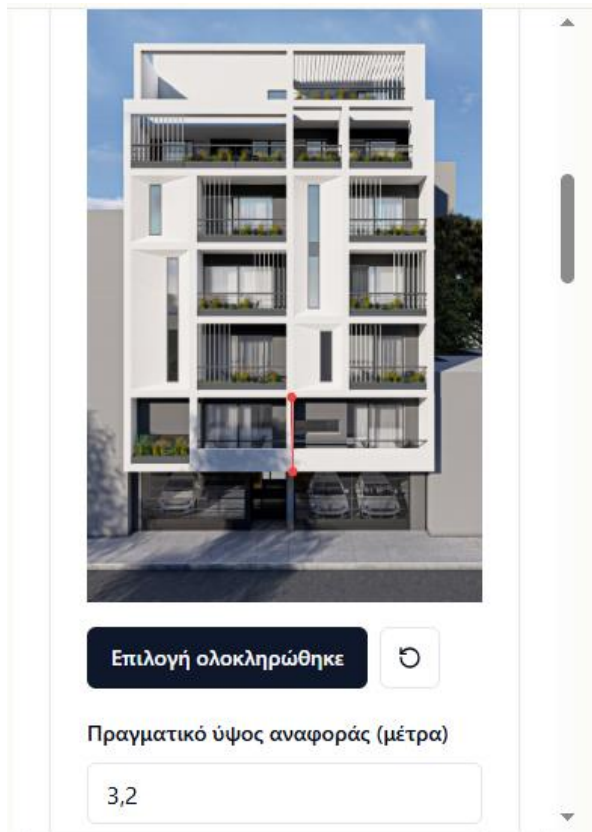
Από το σημείο αυτό, το σύστημα μεταβαίνει στο στάδιο της Επιλογής Σημείου Αναφοράς (ReferencePointSelector), το οποίο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέρη της διαδικασίας. Ο σκοπός αυτού του σταδίου είναι να υπολογιστεί η αναλογία μεταξύ pixels και πραγματικών μέτρων (pixel-to-meter ratio), έτσι ώστε οποιαδήποτε μελλοντική μέτρηση στην εικόνα να μπορεί να μετατραπεί σε πραγματικές διαστάσεις. Ο μηχανισμός λειτουργεί με βάση την επιλογή δύο σημείων πάνω στην εικόνα. Το πρώτο click του χρήστη αποθηκεύει το αρχικό σημείο (startPoint), ενώ το δεύτερο click αποθηκεύει το τελικό σημείο (endPoint). Αυτή η διαδικασία απαιτεί την ακριβή μετατροπή των συντεταγμένων της οθόνης σε συντεταγμένες εικόνας.

7.2.1 Εργαλεία που χρησιμοποιούνται

Για να γίνει αυτή η μετατροπή, χρησιμοποιείται το Canvas Coordinate System σε συνδυασμό με υπολογισμούς γεωμετρικής κλίμακας. Με τη βοήθεια της μεθόδου `getBoundingClientRect()`, λαμβάνονται οι διαστάσεις του ορθογωνίου της εικόνας στην οθόνη, δηλαδή τα pixels που καταλαμβάνει στο περιβάλλον προβολής. Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι συντελεστές κλίμακας για τους άξονες x και y, οι οποίοι είναι $scaleX = image.naturalWidth / image.displayWidth$ και $scaleY = image.naturalHeight / image.displayHeight$. Έτσι, για κάθε σημείο που επιλέγει ο χρήστης με το ποντίκι, η θέση του μετατρέπεται από οθονικές συντεταγμένες σε πραγματικές συντεταγμένες μέσα στην εικόνα, μέσω των πράξεων $(event.clientX - rect.left) * scaleX$ και $(event.clientY - rect.top) * scaleY$. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι τα δεδομένα είναι ανεξάρτητα από το zoom ή το μέγεθος του container. Αφού ληφθούν τα δύο σημεία, το σύστημα εφαρμόζει τον τύπο της Ευκλείδειας απόστασης, δηλαδή $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$. Αυτός ο υπολογισμός δίνει την απόσταση σε pixels μεταξύ των δύο επιλεγμένων σημείων. Ο χρήστης εισάγει στη συνέχεια την πραγματική απόσταση σε μέτρα (π.χ. το πραγματικό ύψος ενός κτιρίου ή ενός παραθύρου). Με βάση αυτά τα δεδομένα, υπολογίζεται η αναλογία $pixelToMeterRatio = realHeight / distanceInPixels$. Αυτή η αναλογία αποτελεί κρίσιμη πληροφορία που θα χρησιμοποιηθεί σε όλα τα επόμενα στάδια. Για την οπτική αναπαράσταση, χρησιμοποιείται το Canvas API ώστε να σχεδιαστεί μια γραμμή που συνδέει τα δύο σημεία, λαμβάνοντας υπόψη το scaling της εικόνας. Με αυτόν τον τρόπο, το `ReferencePointSelector` δημιουργεί το θεμέλιο για κάθε μελλοντικό υπολογισμό διαστάσεων.

7.2.2 Στιγμιότυπο Εφαρμογής

Ο χρήστης επιλέγει πάνω στην εικόνα της πρόσοψης μια περιοχή γνωστών διαστάσεων και στην συνέχεια δίνει τις πραγματικές της διαστάσεις.



Σχήμα 7.2: Στιγμιότυπο οθόνης 2: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου (πρόσοψη).

7.3 Στάδιο 3: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου για την εγκατάσταση ικριώματος

Το επόμενο βασικό στάδιο είναι η Χειροκίνητη Επιλογή Κτιρίου (ManualBuildingSelector). Σε αυτό το μέρος του συστήματος, ο χρήστης επιλέγει τα τέσσερα σημεία που αντιστοιχούν στις γωνίες ενός κτιρίου. Το στάδιο αυτό βασίζεται σε τεχνικές πολυγωνικής αναγνώρισης (polygon detection) και υπολογισμού bounding box, δηλαδή του ελάχιστου

ορθογωνίου που περικλείει το σχήμα. Ο χρήστης πραγματοποιεί τέσσερα clicks στην εικόνα, τα οποία αντιστοιχούν στις κορυφές του κτιρίου. Οι συντεταγμένες αποθηκεύονται σε έναν πίνακα `corners = [topLeft, topRight, bottomRight, bottomLeft]`. Από αυτά τα δεδομένα υπολογίζονται οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές για τους άξονες x και y , ώστε να βρεθούν τα όρια του κτιρίου: $\min X$, $\max X$, $\min Y$, και $\max Y$. Έπειτα, οι διαστάσεις του κτιρίου σε pixels προκύπτουν από τις διαφορές $\text{widthPixels} = \max X - \min X$ και $\text{heightPixels} = \max Y - \min Y$. Στο σημείο αυτό, ενεργοποιείται η αναλογία pixel-to-meter που υπολογίστηκε στο προηγούμενο στάδιο, επιτρέποντας τη μετατροπή των διαστάσεων από pixels σε μέτρα: $\text{widthMeters} = \text{widthPixels} * \text{pixelToMeterRatio}$ και $\text{heightMeters} = \text{heightPixels} * \text{pixelToMeterRatio}$. Έτσι, το σύστημα είναι πλέον σε θέση να αποδώσει πραγματικές διαστάσεις με βάση τη γεωμετρία της εικόνας. Για την απεικόνιση, χρησιμοποιείται ξανά το Canvas API. Κάθε γωνία του κτιρίου σχεδιάζεται ως μικρός κύκλος, με τις συντεταγμένες πολλαπλασιασμένες με τους συντελεστές κλίμακας scaleX και scaleY , ώστε να αποδοθεί σωστά στη θέση της. Αυτό το στάδιο ολοκληρώνει τον γεωμετρικό προσδιορισμό του αντικειμένου ενδιαφέροντος και παρέχει τα δεδομένα για το τελικό στάδιο.

7.3.1 Στιγμιότυπο Εφαρμογής

Ο χρήστης κλείται να επιλέξει την περιοχή του κτιρίου στην οποία θα εγκατασταθεί η σκαλωσιά. Στην παρακάτω περίπτωση η επιλεγμένη περιοχή βρίσκεται εντός του πράσινου πλαισίου.



Σχήμα 7.3: Στιγμιότυπο οθόνης 3: Οριοθέτηση επιφάνειας κτιρίου (πλάγια όψη)

7.4 Στάδιο 4: Εικονικός σχεδιασμός ικριώματος

Το τρίτο και πιο σύνθετο στάδιο είναι ο Σχεδιασμός Ικριώματος (ScaffoldingDisplay). Σε αυτό το στάδιο, γίνεται ο υπολογισμός και η απεικόνιση της μεταλλικής κατασκευής γύρω από το κτίριο. Οι βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι η δυναμική δημιουργία πλέγματος (SVG grid generation), ο αρθρωτός σχεδιασμός (modular design) και η εκτίμηση υλικών (material calculation). Η κατασκευή των ικριωμάτων βασίζεται στην αρχή ότι κάθε μονάδα ικριώματος έχει σταθερές διαστάσεις 3x2 μέτρα. Το σύστημα υπολογίζει πόσες οριζόντιες και κάθετες ράβδοι απαιτούνται ώστε να καλύψουν τις διαστάσεις του κτιρίου. Για παράδειγμα, $\text{horizontalBars} = \text{Math.ceil}(\text{buildingHeight} / \text{moduleHeight}) + 1$ και $\text{verticalBars} = \text{Math.ceil}(\text{buildingWidth} / \text{moduleWidth}) + 1$. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε νέα μονάδα προστίθεται ως υποσύστημα ενός πλέγματος.

7.4.1 Υπολογισμός πύργων

Στη συνέχεια, γίνεται ο υπολογισμός των συνολικών οριζόντιων και κάθετων ράβδων, των πλατφορμών (planks) και των διαγώνιων ενισχύσεων (diagonal braces). Για κάθε όροφο, υπολογίζεται ο αριθμός των πλατφορμών που απαιτούνται με βάση το πλάτος του κτιρίου, ενώ οι διαγώνιες ενισχύσεις υπολογίζονται ανά μονάδα πλέγματος. Έτσι, προκύπτουν μεγέθη όπως `totalPlanks`, `totalBars` και `totalDiagonals`, τα οποία δίνουν μια πλήρη εικόνα του απαιτούμενου υλικού. Η απεικόνιση του πλέγματος γίνεται με τη χρήση SVG στοιχείων, όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μια οριζόντια ή κάθετη ράβδο. Η δημιουργία των γραμμών γίνεται προγραμματικά με επαναληπτικές δομές, όπως `Array.from({ length: horizontalBars }).map((_, i) => <line ... />)`, ώστε να σχηματίζεται ένα πλήρες grid pattern. Το SVG επιτρέπει επίσης την εύκολη αλλαγή κλίμακας, τη διατήρηση καθαρών γραμμών ανεξαρτήτως ανάλυσης και την απρόσκοπτη ενσωμάτωση με το React.

7.4.2 Extra Modules

Πέρα από τα τρία αυτά στάδια, υπάρχουν και δύο επιπλέον modules: το `DimensionsDisplay` και το `Data Flow Management`, τα οποία λειτουργούν επικουρικά. Το `DimensionsDisplay` προβάλλει στον χρήστη τις υπολογισμένες διαστάσεις του κτιρίου σε μέτρα, προσφέροντας μια άμεση επαλήθευση της ακρίβειας των δεδομένων. Η επικοινωνία μεταξύ όλων των modules γίνεται μέσω ενός καλά δομημένου React state flow. Ο `ImageUploader` παράγει το αρχείο της εικόνας, το `ReferencePointSelector`

προσθέτει τις πληροφορίες του σημείου αναφοράς, το `ManualBuildingSelector` παράγει τις διαστάσεις, και τέλος το `ScaffoldingDisplay` χρησιμοποιεί αυτά τα δεδομένα για να δημιουργήσει το οπτικό αποτέλεσμα. Αυτή η ροή δεδομένων είναι απόλυτα συνεκτική και επιτρέπει στο σύστημα να παραμένει επεκτάσιμο, σταθερό και εύκολο στη συντήρηση.

7.4.3 Βασικά εργαλεία

Σε επίπεδο τεχνολογίας, τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι το React, το HTML5 Canvas API, το SVG, και τα εγγενή JavaScript APIs όπως το File API, το Math API και το DOM API (`getBoundingClientRect`). Το React επιτρέπει τη διαχείριση της κατάστασης και την επικοινωνία μεταξύ των components με τη χρήση των hooks `useState` και `useEffect`. Το Canvas API παρέχει τις εντολές σχεδίασης κύκλων, γραμμών και σχημάτων μέσω των μεθόδων `ctx.beginPath()`, `ctx.arc()`, `ctx.lineTo()`, `ctx.stroke()` και `ctx.fill()`. Αντίστοιχα, το SVG χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δυναμικών πλεγμάτων που προσαρμόζονται στα γεωμετρικά δεδομένα. Οι μαθηματικοί υπολογισμοί βασίζονται στην τυπική βιβλιοθήκη της JavaScript (`Math.sqrt`, `Math.pow`, `Math.ceil`), εξασφαλίζοντας ακρίβεια και ευκολία συντήρησης του κώδικα.

7.4.4 Συνολική λειτουργία

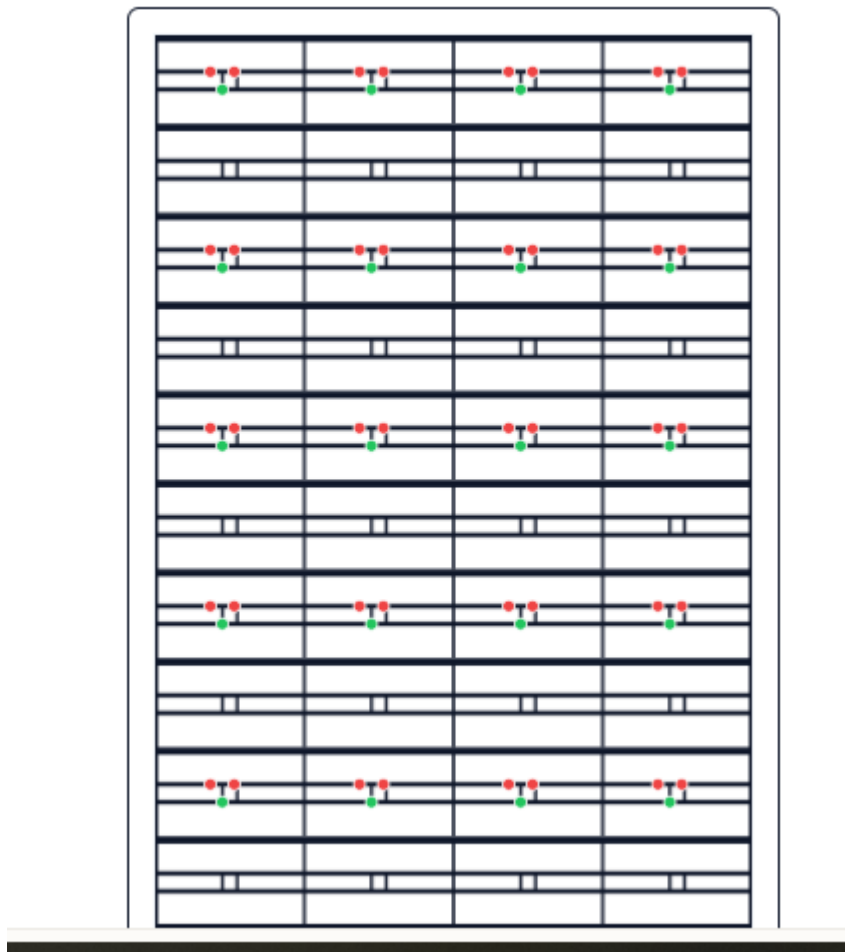
Η συνολική λειτουργία του συστήματος βασίζεται σε τρεις θεμελιώδεις αρχές: γεωμετρία, μετασχηματισμό συντεταγμένων, και απεικόνιση μέσω Canvas/SVG. Καμία διαδικασία δεν χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση ή τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Όλα στηρίζονται στη μαθηματική ανάλυση και στη σωστή αντιστοίχιση pixels με πραγματικά μεγέθη. Ο μετασχηματισμός συντεταγμένων επιτρέπει την αποφυγή σφαλμάτων λόγω παραμόρφωσης εικόνας, ενώ η διατήρηση του λόγου αναλογίας (*aspect ratio preservation*) διασφαλίζει ότι το αποτέλεσμα είναι γεωμετρικά ακριβές. Ο σχεδιασμός του ικριώματος είναι πλήρως παραμετρικός, επιτρέποντας την εύκολη προσαρμογή σε διαφορετικά μεγέθη κτιρίων ή διαφορετικά πρότυπα μονάδων (*modules*).

7.4.5 Στιγμιότυπο Εφαρμογής

Στο στιγμιότυπο παρακάτω παρατηρούμε ότι ο κάθε πύργος του ικριώματος αποτελείται από τα 2 πλαίσια (δεξιά και αριστερά), 1 προστατευτική πλάτη που τα ενώνει (στη μέση) και τα 2 μεταλλικά δάπεδα που καλύπτουν τον πύργο από πάνω (παχιές μαύρες γραμμές).

Με κόκκινο σημάδι απεικονίζονται τα σημεία που τοποθετούνται οι σύνδεσμοι, ενώ με πράσινο οι σωλήνες στήριξης.

● Σύνδεσμοι ● Αντιρρίδες



Εικόνα 7.4: Στιγμιότυπο οθόνης 4: Εικονικός σχεδιασμός του ικριώματος

7.5 Στάδιο 5: Υπολογισμός απαραίτητων υλικών

Γίνεται λεπτομερής ανάλυση των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του ικριώματος, με βάση τις μαθηματικές σχέσεις του προηγούμενου σταδίου. Στη συνέχεια, παρέχεται στον χρήστη μια λίστα με όλα τα απαραίτητα υλικά και την ακριβή ποσότητά τους.

Διάταξη Πύργων

4 × 10

40 συνολικά

Διαστάσεις Πύργου

Πλάτος: 3 μ

Ύψος: 2 μ

Λίστα Υλικών

Σύνδεσμοι (κόκκινες βούλες): 40 τεμάχια

Αντιρρίδες (πράσινες βούλες): 20 τεμάχια

Πλαίσια 2 μέτρα: 50 τεμάχια

Πλάτη 3 μέτρα: 40 τεμάχια

Μεταλλικά δάπεδα 3 μέτρα: 80 τεμάχια

Βίδες: 10 τεμάχια

Τεχνικές Προδιαγραφές

Συνολικό πλάτος κτιρίου: 13.51 μ

Συνολικό ύψος κτιρίου: 20.18 μ

Απόσταση μεταξύ πύργων (πλάτος): 3 μ

Απόσταση μεταξύ πύργων (ύψος): 2 μ

Συνολική κάλυψη (πλάτος): 12.00 μ

Συνολική κάλυψη (ύψος): 20.00 μ

Σχήμα 7.5: Στιγμιότυπο οθόνης 5: Υπολογισμός απαραίτητων υλικών

7.5.1 Σύνοψη

Συνοψίζοντας, το σύστημα συνδυάζει μεθοδικά απλές αλλά ισχυρές τεχνολογίες για να επιτύχει έναν πλήρη κύκλο από την επιλογή μιας εικόνας μέχρι τη γεωμετρική μοντελοποίηση μιας κατασκευής. Ο ImageUploader προσφέρει τη διεπαφή εισαγωγής, ο ReferencePointSelector δημιουργεί το θεμέλιο αναλογίας pixels προς μέτρα, ο ManualBuildingSelector επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση του κτιρίου, και ο ScaffoldingDisplay υλοποιεί τον οπτικό και ποσοτικό σχεδιασμό της υποδομής. Η αλληλεπίδραση όλων αυτών των modules μέσα από την αρχιτεκτονική του React και τη χρήση του Canvas/SVG καθιστά το έργο ευέλικτο, επεκτάσιμο και μαθηματικά αξιόπιστο. Πρόκειται για μια εφαρμογή που αξιοποιεί στο έπακρο τις δυνατότητες του προγράμματος περιήγησης, χωρίς εξωτερικές βιβλιοθήκες επεξεργασίας εικόνας, αλλά με έμφαση στην ακριβή γεωμετρία, στις μαθηματικές αναλογίες και στην οπτική ακρίβεια.

Κεφάλαιο 8 Αποτελέσματα

8.1.1 Αποφυγή μετακινήσεων και φυσικής παρουσίας του εργολάβου.

Η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών για τη μέτρηση και τον υπολογισμό των διαστάσεων του κτιρίου μειώνει την ανάγκη επιτόπιας παρουσίας του εργολάβου. Έτσι, περιορίζονται οι άσκοπες μετακινήσεις και τα έξοδα μεταφοράς προσωπικού και εξοπλισμού.

Η ταχύτερη πρόοδος των εργασιών επιτυγχάνεται μέσω των αυτοματοποιημένων μετρήσεων, οι οποίες αποφεύγουν καθυστερήσεις. Παράλληλα, βελτιώνονται οι συνθήκες εργασίας, καθώς η μείωση των μετακινήσεων δίνει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες να διαχειρίζονται καλύτερα τον χρόνο και την ενέργειά τους. Επιπλέον, το συνολικό κόστος μειώνεται, καθώς περιορίζονται οι ανάγκες για φυσική επιθεώρηση και πρόσθετες δαπάνες.

8.1.2 Βελτιστοποίηση κατασκευής του ικριώματος και εξοικονόμηση χρόνου.

Ο προκαθορισμός των διαστάσεων και των τεχνικών απαιτήσεων του ικριώματος συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη οργάνωση των εργασιών. Η σαφής γνώση των προδιαγραφών εξασφαλίζει καλύτερο προγραμματισμό και λιγότερες αβεβαιότητες κατά την εκτέλεση του έργου.

Η λεπτομερής σχεδίαση εξασφαλίζει την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων, επιτρέποντας την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών χωρίς απρόοπτα. Παράλληλα, αυξάνεται η παραγωγικότητα, καθώς η σωστή οργάνωση μειώνει τον χαμένο χρόνο και δίνει τη δυνατότητα για ολοκλήρωση περισσότερων έργων σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

8.1.3 Ενίσχυση της ασφάλειας και αποφυγή ατυχημάτων.

Η εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών και προληπτικών ελέγχων συμβάλλει στη δημιουργία ασφαλέστερων συνθηκών εργασίας. Ο σωστός σχεδιασμός του ικριώματος και η αξιολόγηση των κινδύνων μειώνουν τις πιθανότητες ατυχημάτων.

Η μείωση του επαγγελματικού κινδύνου προσφέρει μεγαλύτερη σιγουριά στους εργάτες, βελτιώνοντας την απόδοσή τους. Παράλληλα, ο εργολάβος διασφαλίζει ότι το έργο εκτελείται σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας, αποφεύγοντας πιθανά νομικά και οικονομικά προβλήματα.

8.1.4 Οικονομία υλικών και αύξηση αποδοτικότητας.

Ο ορθός σχεδιασμός και η ακριβής εκτίμηση των αναγκών του έργου επιτρέπουν την αποφυγή περιττών δαπανών σε πρώτες ύλες. Τα διαθέσιμα υλικά αξιοποιούνται στο μέγιστο, χωρίς σπατάλη.

Η αποδοτική χρήση των πόρων εξασφαλίζει ότι τα υλικά χρησιμοποιούνται με ακρίβεια, περιορίζοντας τις περιττές αγορές. Ταυτόχρονα, η εξοικονόμηση χρόνου και υλικών δίνει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες να αναλάβουν περισσότερα έργα, ενισχύοντας την αποδοτικότητά τους.

Κεφάλαιο 9 Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη μιας καινοτόμου εφαρμογής για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ικριωμάτων, η οποία απαντά σε κρίσιμα ζητήματα του κατασκευαστικού κλάδου, όπως η ασφάλεια, η αποδοτικότητα και ο χρόνος εκτέλεσης των έργων. Μέσω της εφαρμογής επιτυγχάνεται η ακριβής καταμέτρηση των διαστάσεων ενός κτιρίου, ο εντοπισμός εμποδίων και ο αυτόματος σχεδιασμός του ικριώματος, μειώνοντας έτσι τα περιθώρια λάθους και εξοικονομώντας πολύτιμους πόρους. Η εισαγωγή προηγμένων τεχνολογιών, προσφέρει την δυνατότητα ανάπτυξης ενός ευφυούς συστήματος, το οποίο προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε έργου και ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα ασφαλείας. Αυτό διασφαλίζει την πρόληψη ατυχημάτων και εγγυάται την ασφάλεια του εργασιακού περιβάλλοντος. Η φιλικότητα προς τον χρήστη αποτέλεσε επίσης έναν κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας, επιτρέποντας σε εργολάβους και τεχνικούς να την αξιοποιήσουν χωρίς ειδικές τεχνολογικές γνώσεις. Συνολικά, η ανάπτυξη του αυτοματοποιημένου συστήματος σχεδιασμού ικριωμάτων συνιστά μία σημαντική καινοτομία, η οποία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τον τρόπο εκτέλεσης των έργων στα εργοτάξια, διασφαλίζοντας τη βέλτιστη χρήση πόρων και την προστασία των εργαζομένων.

9.1 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας φέρνει σημαντικές βελτιώσεις στον τομέα της κατασκευής ικριωμάτων. Η δυνατότητα ακριβούς καταμέτρησης μαζί με την αυτόματη δημιουργία του σχεδίου και τον υπολογισμό των απαιτούμενων υλικών, προσφέρουν λύσεις σε υπάρχοντα προβλήματα του κλάδου. Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών ενισχύει την ασφάλεια στα εργοτάξια και την αποδοτικότητα, μειώνοντας τα ανθρώπινα λάθη και εξοικονομώντας πόρους. Η θετική συνεισφορά αυτής της διπλωματικής είναι εμφανής στην αύξηση της ασφάλειας και της αποδοτικότητας στην κατασκευή ικριωμάτων. Ωστόσο, η εφαρμογή ενδέχεται να αντιμετωπίσει προκλήσεις στην ενσωμάτωσή της σε διαφορετικά κατασκευαστικά περιβάλλοντα, απαιτώντας περαιτέρω εξειδίκευση και υποστήριξη.

9.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Για το μέλλον, η εφαρμογή αυτή μπορεί να επεκταθεί με την πλήρη ενσωμάτωση των νευρωνικών δικτύων (CNNs), ώστε να αυτοματοποιούνται πλήρως όλες οι διαδικασίες και το μοντέλο μας να μπορεί να ανταπεξέλθει σε πολλά και διαφορετικά περιβάλλοντα. Μια άλλη κατεύθυνση για μελλοντικές επεκτάσεις θα μπορούσε να είναι η βελτίωση της ακρίβειας του σχεδιασμού μέσω της ενσωμάτωσης πιο εξελιγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, οι οποίοι θα προσαρμόζονται δυναμικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του έργου. Η εφαρμογή μπορεί επίσης να επεκταθεί και σε άλλες κατασκευαστικές ανάγκες, όπως η παρακολούθηση και διαχείριση των υλικών ή η βελτίωση των μεθόδων διαχείρισης του χρόνου στα εργοτάξια. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην αποτελεσματική και ασφαλή ολοκλήρωση έργων μεγάλης κλίμακας.

Βιβλιογραφία

- [1] ΕΛΙΝΥΑΕ. Μέτρα Ασφαλείας για Ικρίωματα. Διαθέσιμο: <https://www.elinyae.gr/el/yliko/ikriwmata-metra-asfaleias>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Απριλίου 2025.
- [2] Προεδρικό Διάταγμα 1073/1981. Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εργασία εις εργοτάξια οικοδομών και πάσης φύσεως έργων. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Τεύχος Α', 260/1981. Διαθέσιμο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-ergasia/proedriko-diatagma-1073-1981.html>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Απριλίου 2025.
- [3] Α. Χουντουμάδης. Αρχική Σελίδα. Διαθέσιμο: <https://hountoumadis.gr>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12 Απριλίου 2025.
- [4] IBM. Computer Vision. Διαθέσιμο: <https://www.ibm.com/think/topics/computer-vision>. Ημερομηνία πρόσβασης: 13 Απριλίου 2025.
- [5] MIT Sloan School of Management. Machine Learning Explained. Διαθέσιμο: <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/machine-learning-explained>. Ημερομηνία πρόσβασης: 13 Απριλίου 2025.
- [6] TechTarget. Convolutional Neural Network (CNN). Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/convolutional-neural-network>. Ημερομηνία πρόσβασης: 14 Απριλίου 2025.
- [7] Life After Photoshop. Perspective Correction Explained. Διαθέσιμο: <https://www.lifeafterphotoshop.com/perspective-correction-explained/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 14 Απριλίου 2025.

[8] Baeldung. Batch Normalization in CNN. Διαθέσιμο: <https://www.baeldung.com/cs/batch-normalization-cnn>. Ημερομηνία πρόσβασης: 15 Απριλίου 2025.

[9] ScienceDirect. Convolutional Layer. Διαθέσιμο: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/convolutional-layer>. Ημερομηνία πρόσβασης: 18 Απριλίου 2025.

[10] Lensfun Project. Perspective Correction. Διαθέσιμο: <https://lensfun.github.io/manual/v0.3.95/perspective-correction.html>. Ημερομηνία πρόσβασης: 18 Απριλίου 2025.

[11] J. Mower. Normalizing Coordinates Manual. University at Albany. Διαθέσιμο: <https://www.albany.edu/faculty/jmower/geog/gog530Python/src/NormalizingCoordinatesManual.html>. Ημερομηνία πρόσβασης: 18 Απριλίου 2025.

[12] QuestionPro. Ratio Scale. Διαθέσιμο: <https://www.questionpro.com/blog/ratio-scale/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 18 Απριλίου 2025.

[13] Encyclopædia Britannica. Mean Squared Error. Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/science/mean-squared-error>. Ημερομηνία πρόσβασης: 18 Απριλίου 2025.

[14] Deepchecks. Mean Absolute Error. Διαθέσιμο: <https://www.deepchecks.com/glossary/mean-absolute-error/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Απριλίου 2025.

[15] IBM. Datasets. Διαθέσιμο: <https://www.ibm.com/think/topics/dataset>. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Απριλίου 2025.

[16] EITCA Academy. Designing a Neural Network in TensorFlow. Διαθέσιμο: <https://el.eitca.org/artificial-intelligence/eitc-ai-tff-tensorflow-fundamentals/text->

classification-with-tensorflow/designing-a-neural-network/examination-review-designing-a-neural-network/what-optimizer-and-loss-function-are-used-in-the-provided-example-of-text-classification-with-tensorflow/. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Απριλίου 2025.

[17] P. Kashyap. Understanding RMSprop: A Simple Guide to One of Deep Learning's Powerful Optimizers. Medium, 2020. Διαθέσιμο: <https://medium.com/@piyushkashyap045/understanding-rmsprop-a-simple-guide-to-one-of-deep-learning-s-powerful-optimizers-403baeed9922>. Ημερομηνία πρόσβασης: 22 Απριλίου 2025.

[18] Unite.AI. What Are Convolutional Neural Networks? Διαθέσιμο: <https://www.unite.ai/el/what-are-convolutional-neural-networks/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 22 Απριλίου 2025.

[19] Y. Li, et al. Convolutional Neural Networks for Image Classification. IEEE Access, vol. 7, pp. 123456-123467, 2019. Διαθέσιμο: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8637482>. Ημερομηνία πρόσβασης: 22 Απριλίου 2025.

[20] X. Zhang, et al. A Novel CNN Approach for Image Recognition. Complex & Intelligent Systems, vol. 7, no. 2, pp. 345-356, 2021. Διαθέσιμο: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40747-021-00428-4>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24 Απριλίου 2025.

[21] Databricks. Convolutional Layer. Διαθέσιμο: <https://www.databricks.com/glossary/convolutional-layer>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24 Απριλίου 2025.

[22] D.K. Danushi. Max Pooling Explained. Medium, 2021. Διαθέσιμο: <https://medium.com/@danushidk507/max-pooling-ef545993b6e4>. Ημερομηνία πρόσβασης: 24 Απριλίου 2025.

[23] BuiltIn. Fully Connected Layer. Διαθέσιμο: <https://builtin.com/machine-learning/fully-connected-layer>. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μαΐου 2025.

[24] V. Jain. Understanding Train, Test, and Validation Data in Machine Learning. Medium, 2020. Διαθέσιμο: <https://medium.com/@jainvidip/understanding-train-test-and-validation-data-in-machine-learning-f8276165619c>. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μαΐου 2025.

[25] The Carpentries. Evaluate and Predict CNN. Διαθέσιμο: <https://carpentries-incubator.github.io/intro-image-classification-cnn/05-evaluate-predict-cnn.html>. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μαΐου 2025.

[26] L. Chen, et al. CNN-Based Model for Detection. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 30, no. 5, pp. 1234-1245, 2019. Διαθέσιμο: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8852422>. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μαΐου 2025.

[27] Turing.com. Training and Deployment of CNN Models. Διαθέσιμο: <https://www.turing.com/kb/training-testing-deployment-of-classification-model-using-convolutional-neural-networks-and-machine-learning-classifiers>. Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Μαΐου 2025.

[28] DataCamp. Guide to Data Augmentation. Διαθέσιμο: <https://www.datacamp.com/tutorial/complete-guide-data-augmentation>. Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Μαΐου 2025.

[29] D. Masood. Pre-Trained CNN Architectures: Designs, Performance Analysis, and Comparison. Medium, 2021. Διαθέσιμο: <https://medium.com/@daniyalmasoodai/pre-train-cnn-architectures-designs-performance-analysis-and-comparison-802228a5ce92>. Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Μαΐου 2025.

[30] H. Harshit. CNN with ResNet Architecture. Kaggle, 2021. Διαθέσιμο: <https://www.kaggle.com/code/harshit264/cnn-with-resnet-architecture>. Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Μαΐου 2025.

[31] Viso.ai. VGG – Very Deep Convolutional Networks. Διαθέσιμο: <https://viso.ai/deep-learning/vgg-very-deep-convolutional-networks/>. Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Μαΐου 2025.