



Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κτιριακά Μοντέλα Πληροφοριών  
για Εκτίμηση Ζημιών,  
Κόστους και Χρονικής Διάρκειας  
Μετασεισμικής Αποκατάστασης Κτιρίων  
από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Χαράλαμπος Γεωργίου

Διατριβή η οποία υποβλήθηκε  
προς απόκτηση διδακτορικού τίτλου  
σπουδών στο Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μάιος 2013

---

---

© Χαράλαμπος Γεωργίου

2013

## ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

**Υποψήφιος Διδάκτορας:** Χαράλαμπος Γεωργίου

**Τίτλος Διατριβής:** Κτιριακά Μοντέλα Πληροφοριών για Εκτίμηση Ζημιών, Κόστους και Χρονικής Διάρκειας Μετασεισμικής Αποκατάστασης Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος και εγκρίθηκε στις 17 Μαΐου 2013 από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

### **Επιτροπή Εξέτασης Διδακτορικής Διατριβής**

*Ερευνητικός Σύμβουλος*

Δρ. Χριστοδούλου Συμεών

.....  
Αναπληρωτής Καθηγητής και Πρόεδρος Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου.

*Μέλη*

Δρ. Βαμβάτσικος Δημήτριος

Δρ. Ρουσής Παναγιώτης

.....  
Λέκτορας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

.....  
Επίκουρος Καθηγητής στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δρ. Πανταζοπούλου Σταυρούλα

Δρ. Κάσινος Σταύρος

.....  
Καθηγήτρια στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Κύπρου.

.....  
Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Κατασκευών του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Χαράλαμπος Γεωργίου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται σε παγκόσμια κλίμακα, έντονο ενδιαφέρον για κατανόηση της συμπεριφοράς των κατασκευών όταν υποβληθούν σε σεισμική δόνηση. Η αβεβαιότητα η οποία καθιστά την πρόβλεψη μελλοντικών σεισμών αδύνατη, αποτελεί μια σημαντική δυσχέρεια στην ανάπτυξη προσομοιώσεων που θα περιγράφουν με ακρίβεια τις συνέπειες μιας μελλοντικής ισχυρής σεισμικής δόνησης στα κτίρια μιας περιοχής. Ως εκ τούτου, καταβάλλονται προσπάθειες, για να αναπτυχθούν προηγμένα μοντέλα προσομοίωσης για τον πιθανοτικό προσδιορισμό μετασεισμικών βλαβών. Σημαντική πτυχή στη διαδικασία εκτίμησης της επιτελεστικότητας των κατασκευών, αποτελεί η εκτίμηση των ζημιών, του κόστους και του χρόνου αποκατάστασης των κατασκευών σε σεισμό, στοιχεία απαραίτητα για την καλύτερη κατανόηση της σεισμικής συμπεριφοράς με τρόπο κατανοητό ακόμη και από μη μηχανικούς.

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής, αποτελεί η εξέλιξη της μεθοδολογίας για την αυτόματη και ολοκληρωμένη εκτίμηση σεισμικών βλαβών, κόστους και χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασης κτιρίων, μέσω της ανάπτυξης κτιριακών μοντέλων πληροφοριών. Παράλληλα, αναπτύσσεται λογισμικό, βασισμένο στη διασύνδεση του πλαισίου εκτίμησης σεισμικών βλαβών το οποίο έχει αναπτυχθεί από το Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center, με γλώσσα προγραμματισμού τέταρτης γενιάς, σχεσιακές βάσεις δεδομένων και εργαλεία διαχείρισης κατασκευαστικών έργων. Μέσω της διαδικασίας αυτής, παρέχεται πλήρης εκτίμηση της συμπεριφοράς τριών μονώροφων, δύο δώροφων και ενός τετραώροφου κτιρίου, από οπλισμένο σκυρόδεμα για συγκεκριμένα επίπεδα σεισμικής έντασης και για δεδομένα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις.

Η πολύπλοκη αυτή διαδικασία βασίζεται στην ανάπτυξη κτιριακών μοντέλων πληροφοριών, μέσω των οποίων παρέχεται τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου. Οι γεωμετρικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου, και συγκεκριμένα των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, συνδυάζονται με τα αποτελέσματα των δομικών αποκρίσεων κάθε κτιρίου όπως προκύπτουν από μια σειρά μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων για τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε είκοσι-δύο επίπεδα έντασης. Μέσω της εξαγωγής των αντιστοιχούντων πιθανοτικών κατανομών και της αναπαραγωγής των κατάλληλων καμπυλών τρωτότητας γίνεται προσομοίωση όλων των πιθανών σεναρίων βλαβών.

Αποτέλεσμα των αριθμητικών αυτών υπολογισμών, αποτελεί η τρισδιάστατη απεικόνιση των ζημιών που παθαίνουν τα δομικά στοιχεία κάθε κτιρίου όπως επίσης και ο υπολογισμός του κόστους αποκατάστασης ανά στοιχείο, ομάδα στοιχείων, όροφο και κτίριο σε διάφορα επίπεδα έντασης. Συνεκτιμώντας την επιστημική αβεβαιότητα στις χρησιμοποιούμενες τιμές, επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός όχι μόνο της κεντρικής τιμής αλλά και της διασποράς του ζητούμενου κόστους επισκευής.

Επιπρόσθετα, μέσω της σχεδίασης μιας αυτοματοποιημένης βάσης δεδομένων και της διασύνδεσής της με λογισμικό χρονοπρογραμματισμού, γίνεται κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου, αναλόγως της κατάστασης ζημιάς τους, σε πρωτόκολλα ταξινόμησης εργασιών με ανάθεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων επισκευής και συνεργείων αποκατάστασης καθορισμένης παραγωγικότητας. Ως αποτέλεσμα του χρονοπρογραμματισμού των εργασιών, εκτιμάται η χρονική διάρκεια αποκατάστασης και κατ'επέκταση το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης όλων των υπό μελέτη κτιρίων.

Εν τέλει, επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός κάθε τρισδιάστατου κτιριακού μοντέλου πληροφοριών, με δεδομένα για τις ζημιές των δομικών στοιχείων, το αναμενόμενο κόστος και τη χρονική διάρκεια αποκατάστασης μετά από ένα σεισμό. Συνεπώς, παρέχεται η δυνατότητα σε μηχανικούς και εργολάβους, να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία γίνεται εύκολα κατανοητή από μη μηχανικούς ιδιοκτήτες, πελάτες ή μετόχους. Στο σύνολό της, πρόκειται για μια πρακτική και χρήσιμη μέθοδο για Σεισμική Μηχανική βάσει Επιτελεστικότητας η οποία μπορεί εύκολα να αποτελέσει τη βάση νέων λογισμικών δομικής ανάλυσης.

Η επιστημονική πρωτοτυπία της παρούσας διατριβής συναντάται στην αξιοποίηση κτιριακών μοντέλων πληροφοριών, στην τρισδιάστατη απεικόνιση των ζημιών και στη διαδικασία υπολογισμού του κόστους και της χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίων. Η καινοτομία η οποία παρέχεται, εστιάζεται κυρίως στην αξιοποίηση της Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η ανάπτυξη ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης ενός τυπικού κτιρίου από Ο/Σ αναλόγως της έκτασης και των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων των ορόφων του. Μέσω της νέας αυτής πρακτικής η οποία προτείνεται, καθίσταται εφικτή η πλήρης και γρήγορη εκτίμηση του κινδύνου που ζητείται να αναλάβει ο ιδιοκτήτης ενός κτιρίου, σε δομικούς, οικονομικούς και χρονικούς όρους.

## ABSTRACT

In recent years, intense interest is observed worldwide for comprehending the behavior of structures under seismic excitation. The uncertainty that makes the forecast of future earthquakes impossible constitutes an important hindrance in the development of simulations which will precisely describe the consequences of a future powerful earthquake on the buildings in a specified area. Consequently, engineers have long strived for improvements, in order to develop advanced simulation models for probabilistic post-earthquake damage assessment. An important aspect in the building performance assessment process is the estimation of the losses and the calculation of post-earthquake rehabilitation cost and schedule. This information is essential for the better understanding of seismic behaviour even by non-engineers.

Subject of this thesis, is the development of a methodology for the integrated and automated seismic damage assessment, cost estimating, scheduling and three-dimensional visualizations for post-earthquake building rehabilitation. The methodology relies on the development of software based on the integration of tools currently available to the Architectural, Engineering and Construction industry such as a fourth-generation programming language, a relational database management system and construction management tools within the framework for seismic damage assessment developed by the Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center. This process provides automated generation of three-dimensional damage assessment visualizations, cost estimation and schedule-of-work sequences for reinforced concrete moment-frame buildings with one, two and four stories for specified levels of seismic intensity and given ground motion sets.

This complicated process is based on the development of building information models which provide three-dimensional digital representation of each building's physical characteristics. The geometric properties of each building's structural elements, namely the columns, beams, walls, doors and windows are combined with the structural response of each building, resulting from a series of non-linear dynamic analyses for thirty-nine given ground motion sets in twenty-two specified levels of seismic intensity. Through the combination of the extracted probabilistic distributions with the appropriate vulnerability curves, all possible damage scenarios are simulated.

These numerical calculations provide the ability for three-dimensional damage assessment visualizations for all the structural elements of each building, as well as, repair cost estimation per element, element group, story and building at different intensity levels. Considering the epistemic uncertainty in the unit prices, the complete repair cost distribution is determined rather than just its mean value.

Additionally, through the design of an automated relational database and its interface with scheduling software, the building assemblies are classified according to their damage state in work breakdown structures (WBS) and being assigned with specific repair activities of fixed productivity. As a result of the time scheduling, the rehabilitation time and hence loss-of-use cost is estimated.

Ultimately, the building information models are enhanced with data about the assemblies' damage state, the expected rehabilitation costs and scheduling of work in the aftermath of an earthquake. Hence, engineers and developers have the unique opportunity to create a holistic picture of any RC moment-frame building's seismic behavior, which is easily comprehensible by non-engineer owners, customers or shareholders. On the whole, it is a practical and useful method for Performance-Based Earthquake Engineering that can easily form the basis for new structural analysis software.

The scientific novelty of this thesis stands in the use of building information models, on three-dimensional damage assessment visualizations and on the rehabilitation cost estimation and time scheduling procedure. The provided innovation is mainly focused on the utilization of Incremental Dynamic Analysis (IDA) for the development of a general framework for assessing the rehabilitation cost and time of any typical RC moment-frame building depending on its stories' interstory drift ratio (IDR) and area. This proposed new practice offers a realistic and comprehensive assessment of the risk that the building owner will be asked to undertake in the aftermath of an earthquake.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αυτή η εργασία δεν θα ήταν ολοκληρωμένη, εάν παρέλειπα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους των οποίων η συμβολή υπήρξε καθοριστική για να καταστεί η έρευνα αυτών των τεσσάρων χρόνων δυνατή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Συμεών Χριστοδούλου, για την επιστημονική του στήριξη και καθοδήγηση σε όλα τα στάδια της έρευνας αυτής. Παρά το βαρυφορτωμένο του πρόγραμμα, πάντα ανταποκρινόταν σε ότι τον χρειαζόμουν και με στήριζε με μεγάλη προθυμία, έτοιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και τις εμπειρίες του. Είμαι ειλικρινά ευγνώμων για τις συμβουλές και την προθυμία του να μου παρέχει κάθε δυνατή βοήθεια και υποστήριξη. Ευελπιστώ στη συνέχιση αυτής μας της συνεργασίας.

Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη στον συνεπιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Δημήτρη Βαμβάτσικο, με τον οποίο ξεκίνησα το διδακτορικό μου όταν βρισκόταν στο Πανεπιστήμιο Κύπρου και μου έδωσε την ευκαιρία να εργαστούμε μαζί σε αυτό το ιδιαίτερο και ενδιαφέρον θέμα. Τον ευχαριστώ που μοιράστηκε τις γνώσεις του μαζί μου, για τη συνεχή βοήθεια και υποστήριξη την οποία μου παρείχε, ακόμη και από μακριά, και θέλω να πιστεύω ότι με τη δουλειά μου του έχω ανταποδώσει την εμπιστοσύνη την οποία έχει δείξει στο πρόσωπό μου. Ευελπιστώ στη συνέχιση αυτής μας της συνεργασίας.

Να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής εξέτασης της διατριβής μου, κ. Σταυρούλα Πανταζοπούλου, κ. Παναγιώτη Ρουσή, και κ. Σταύρο Κάσινο για την παραγωγική συζήτηση και τις πολύτιμες συστάσεις τους. Τα εύστοχα σχόλια και επισημάνσεις που μου παρείχαν μέσα από την πολύχρονη εμπειρία τους, βοήθησαν στο να γίνει η διατριβή αυτή ακόμη πιο ευκρινής και καλύτερη.

Ευχαριστώ όλη μου την οικογένεια και όλους όσους με στήριζαν αυτό το διάστημα των τεσσάρων χρόνων και όχι μόνο. Όποτε με χρειαστούν να ξέρουν ότι θα είμαι και εγώ εκεί...

Τέλος, να ευχαριστήσω τον Θεό, την Παναγία, τους Αγίους μου και τον Άγιο μου Χαράλαμπο για τη δύναμη που μου έδιναν και την υπομονή να συνεχίσω και να καταφέρω να ολοκληρώσω αυτή την έρευνα, παρά τις όποιες δυσκολίες.

Σας ευχαριστώ

Χαράλαμπος Γεωργίου

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>xv</b>
<b>ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Γενική Περιγραφή της Διατριβής.....	1
1.2. Σκοπός και Στόχοι της Διατριβής.....	2
1.3. Οργάνωση της Διατριβής .....	6
<b>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ</b> .....	<b>9</b>
2.1. Βασικές Έννοιες Πιθανοτήτων .....	9
2.1.1. Τυχαίες Μεταβλητές .....	9
2.1.2. Πιθανοτικές Κατανομές.....	10
2.2. Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας.....	14
2.2.1. Καθορισμός Ζημιών Μελών Κτιρίου.....	19
2.2.2. Κόστος Επισκευής Κτιρίου .....	21
2.2.3. Κόστος λόγω Εκκένωσης και Μη Χρήσης Κτιρίου .....	29
2.2.4. Συνολικό Κόστος Αποκατάστασης Κτιρίου.....	30
2.2.5. Κόστος Αντικατάστασης Κτιρίου .....	30
2.2.6. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου .....	31
2.2.7. Διάρκειες Δραστηριοτήτων Επισκευής Κτιρίου .....	32
2.2.8. Ιεράρχηση Εργασιών Επισκευής Κτιρίου.....	33
2.3. Αβεβαιότητα στη Σεισμική Μηχανική.....	35
2.3.1. Βασικές Αβέβαιες Μεταβλητές .....	36

<b>3. ΚΤΙΡΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....</b>	<b>42</b>
3.1. Μοντελοποίηση Κτιριακών Πληροφοριών .....	42
3.2. Γενική Περιγραφή Κτιρίων .....	43
3.2.1. Σύγκριση Κτιρίων με Τυπικό Κυπριακό Κτίριο .....	46
3.3. Σχεδιασμός Δομικού Φορέα Κτιρίων σε Σχεδιαστικό Πρόγραμμα CAD.....	46
3.3.1. Σχεδιασμός Κατόψεων Κτιρίων .....	47
3.4. Σχεδιασμός Τρισδιάστατων Μοντέλων Κτιρίων σε Σχεδιαστικό Πρόγραμμα CAD ....	48
3.4.1. Σχεδιασμός Υποστυλωμάτων και Δοκών.....	48
3.4.2. Σχεδιασμός Τοιχοπληρώσεων .....	50
3.4.3. Σχεδιασμός Πορτών και Παραθύρων.....	51
3.4.4. Τρισδιάστατη Απεικόνιση Κτιρίων .....	52
<b>4. ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΛΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....</b>	<b>57</b>
4.1. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Μελών Κτιρίου .....	57
4.1.1. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Υποστυλωμάτων και Δοκών .....	59
4.1.2. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Τοιχοπληρώσεων .....	63
4.1.3. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Πορτών .....	65
4.1.4. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Παραθύρων.....	67
4.2. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Μελών Κτιρίου .....	69
4.2.1. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Υποστυλωμάτων .....	71
4.2.2. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Δοκών .....	72
4.2.3. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Τοιχοπληρώσεων.....	73
4.2.4. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Πορτών .....	74
4.2.5. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Παραθύρων .....	76
<b>5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΖΗΜΙΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΜΕΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ .....</b>	<b>78</b>
5.1. Αξιοποίηση Αποτελεσμάτων Δυναμικής Ανάλυσης Στατικών Συστημάτων Κτιρίων ..	78
5.2. Προγράμματα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Μελών Κτιρίου.....	82
5.2.1. Κεντρικό Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Μελών.....	83
5.2.2. Πρόγραμμα Σχεδίασης Σεισμικού Φάσματος Σχεδιασμού κατά Ευρωκώδικα 8 .....	85
5.2.3. Πρόγραμμα Υπολογισμού Εκκεντρότητας Ορόφων .....	89
5.2.4. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Υποστυλωμάτων .....	92

5.2.5.	<i>Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Δοκών.....</i>	<i>100</i>
5.2.6.	<i>Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Τοιχοπληρώσεων.....</i>	<i>106</i>
5.2.7.	<i>Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Πορτών.....</i>	<i>113</i>
5.2.8.	<i>Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Παραθύρων.....</i>	<i>117</i>
5.3.	<b>Τρισδιάστατη Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίων.....</b>	<b>121</b>
5.3.1.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2061.....</i>	<i>124</i>
5.3.2.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2062.....</i>	<i>128</i>
5.3.3.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2063.....</i>	<i>129</i>
5.3.4.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1001.....</i>	<i>130</i>
5.3.5.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1002.....</i>	<i>133</i>
5.3.6.	<i>Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1010.....</i>	<i>135</i>
5.4.	<b>Κόστος Επισκευής Κτιρίων.....</b>	<b>139</b>
5.4.1.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2061.....</i>	<i>141</i>
5.4.2.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2062.....</i>	<i>146</i>
5.4.3.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2063.....</i>	<i>150</i>
5.4.4.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1001.....</i>	<i>154</i>
5.4.5.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1002.....</i>	<i>158</i>
5.4.6.	<i>Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1010.....</i>	<i>162</i>
<b>6.</b>	<b>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....</b>	<b>167</b>
6.1.	<b>Βασικές Έννοιες Χρονικού Προγραμματισμού Έργου.....</b>	<b>167</b>
6.2.	<b>Βάση Δεδομένων για Χρονικό Προγραμματισμό Εργασιών Επισκευής Κτιρίων.....</b>	<b>170</b>
6.2.1.	<i>Βασικά Στοιχεία Βάσης Δεδομένων.....</i>	<i>170</i>
6.2.2.	<i>Κωδικοποίηση Δραστηριοτήτων Επισκευής Κτιρίων.....</i>	<i>173</i>
6.2.3.	<i>Σχεδιασμός Πινάκων Βάσης Δεδομένων.....</i>	<i>175</i>
6.2.4.	<i>Σχεδιασμός Ερωτημάτων και Μακροεντολών Βάσης Δεδομένων.....</i>	<i>189</i>
6.3.	<b>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίων.....</b>	<b>194</b>
6.3.1.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2061.....</i>	<i>196</i>
6.3.2.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2062.....</i>	<i>198</i>
6.3.3.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2063.....</i>	<i>200</i>
6.3.4.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1001.....</i>	<i>202</i>
6.3.5.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1002.....</i>	<i>205</i>
6.3.6.	<i>Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1010.....</i>	<i>209</i>

<b>7. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΒΑΣΕΙ ΕΚΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	<b>214</b>
7.1. Πρόγραμμα Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης	214
7.2. Κόστος Επίσκευής Κτιρίου βάσει Έκτασης Ορόφων	223
7.3. Χρονική Διάρκεια Επίσκευής Κτιρίου βάσει Έκτασης Ορόφων	225
7.4. Απλοποιημένη Μέθοδος Εκτίμησης Κόστους και Χρονικής Διάρκειας Επίσκευής Κτιρίου από Ο/Σ	229
<b>8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>238</b>
8.1. Σύνοψη μεθοδολογίας	238
8.2. Σύνοψη αποτελεσμάτων	239
8.3. Συστάσεις για μελλοντική έρευνα	241
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>244</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>253</b>
Παράρτημα Α - Πίνακες Γεωμετρικών Ιδιοτήτων Δομικών Στοιχείων Κτιρίων	253
Παράρτημα Β - Πίνακες Επιπέδων Ζημιάς και Ενεργειών Αποκατάστασης Δομικών Στοιχείων Κτιρίων	281
Παράρτημα Γ - Πίνακες Βάσης Δεδομένων για Χρονοπρογραμματισμό	289
Παράρτημα Δ – Κατόψεις Κτιρίων σε AutoCAD	322
Παράρτημα Ε - Αρχεία και Προγράμματα Ανάλυσης σε CD	345

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

### **Κεφάλαιο 2.**

Πίνακας 2.1. Υπολογισμός κατανομής κόστους επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου βάσει προσομοίωσης Monte Carlo - LHS. ....	28
---	----

### **Κεφάλαιο 3.**

Πίνακας 3.1. Τεχνικές προδιαγραφές και γεωμετρικές ιδιότητες κτιρίων. ....	45
--	----

### **Κεφάλαιο 4.**

Πίνακας 4.1. Παράμετροι τρωτότητας υποστυλωμάτων και δοκών σε όρους πλαστικής στροφής. ....	61
Πίνακας 4.2. Παράμετροι τρωτότητας τοιχωμάτων σε όρους πλαστικής στροφής. ....	61
Πίνακας 4.3. Παράμετροι τρωτότητας τοιχοπληρώσεων σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης. ....	65
Πίνακας 4.4. Παράμετροι τρωτότητας πορτών σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης. ....	67
Πίνακας 4.5. Παράμετροι τρωτότητας παραθύρων σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης. ....	69
Πίνακας 4.6. Τιμές κόστους επισκευής τυπικού υποστυλώματος όγκου $0.375\text{m}^3$ (€). ....	71
Πίνακας 4.7. Τιμές κόστους επισκευής τυπικής δοκού όγκου $0.75\text{m}^3$ (€). ....	72
Πίνακας 4.8. Τιμές κόστους επισκευής ενός τετραγωνικού μέτρου εσωτερικής τοιχοποιίας (€). ....	74
Πίνακας 4.9. Τιμές κόστους επισκευής ενός τετραγωνικού μέτρου εξωτερικής τοιχοποιίας (€). ....	74
Πίνακας 4.10. Τιμές κόστους επισκευής ξύλινης πόρτας εσωτερικού χώρου (€). ....	75
Πίνακας 4.11. Τιμές κόστους επισκευής ξύλινης πόρτας κύριας εισόδου κατοικίας - διαμερίσματος (€). ....	75
Πίνακας 4.12. Τιμές κόστους επισκευής μεταλλικής πόρτας από αλουμίνιο (€). ....	75
Πίνακας 4.13. Τιμές κόστους επισκευής πόρτας κύριας εισόδου πολυκατοικίας από γυαλί (€). ....	75
Πίνακας 4.14. Τιμές κόστους επισκευής τυπικού παραθύρου εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου (€). ...	77
Πίνακας 4.15. Τιμές κόστους επισκευής τυπικού πορτοπαράθυρου διαστάσεων $2.10\text{m} \cdot 2\text{m}$ (€). ....	77

### **Κεφάλαιο 5.**

Πίνακας 5.1. Ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων. ....	80
Πίνακας 5.2. Ιδιοπερίοδοι και ψευδοφασματικές επιταχύνσεις σχεδιασμού κτιρίων για περιοχή Λευκωσίας. ....	88
Πίνακας 5.3. Κέντρα πλάκας, μάζας, δυσκαμψίας και εκκεντρότητα ορόφων κτιρίων. ....	92
Πίνακας 5.4. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . ....	96

Πίνακας 5.5. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	96
Πίνακας 5.6. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	96
Πίνακας 5.7. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	97
Πίνακας 5.8. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	98
Πίνακας 5.9. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	98
Πίνακας 5.10. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	100
Πίνακας 5.11. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	101
Πίνακας 5.12. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	102
Πίνακας 5.13. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	102
Πίνακας 5.14. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	103
Πίνακας 5.15. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	104
Πίνακας 5.16. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	107
Πίνακας 5.17. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	108
Πίνακας 5.18. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	109
Πίνακας 5.19. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	109
Πίνακας 5.20. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	110
Πίνακας 5.21. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	111



Πίνακας 5.22. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	114
Πίνακας 5.23. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	114
Πίνακας 5.24. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	115
Πίνακας 5.25. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	115
Πίνακας 5.26. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	115
Πίνακας 5.27. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	116
Πίνακας 5.28. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	118
Πίνακας 5.29. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	118
Πίνακας 5.30. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	118
Πίνακας 5.31. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	119
Πίνακας 5.32. Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	119
Πίνακας 5.33. Ανηγμένες Σχετικές Μετατοπίσεις, Ζημιές και Αναμενόμενα Κόσμη Επισκευής Παραθύρων Κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	120
Πίνακας 5.34. Ποσοστημόρια κόστους κατεδάφισης / ανέγερσης κτιρίου από Ο/Σ, ανά όροφο και εμβαδόν χώρου.....	140
Πίνακας 5.35. Ποσοστημόρια κόστους αντικατάστασης κτιρίων.....	141
Πίνακας 5.36. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2061 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	143
Πίνακας 5.37. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ . ....	145
Πίνακας 5.38. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2062 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	147
Πίνακας 5.39. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.....	149

Πίνακας 5.40. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2063 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	150
Πίνακας 5.41. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης .....	153
Πίνακας 5.42. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1001 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	154
Πίνακας 5.43. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης .....	157
Πίνακας 5.44. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1002 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	158
Πίνακας 5.45. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης .....	161
Πίνακας 5.46. Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1010 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	163
Πίνακας 5.47. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης .....	165

## **Κεφάλαιο 6.**

Πίνακας 6.1. Επεξήγηση κωδικών δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου.....	175
Πίνακας 6.2. Πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων και επιμέτρησης ποσοτήτων μελών κτιρίου “T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA”.....	176
Πίνακας 6.3. Πίνακας ταυτοτήτων δραστηριοτήτων “T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID”.....	177
Πίνακας 6.4. Πίνακας σχέσεων δραστηριοτήτων “T_ACTIVITY_RELATIONS”.....	178
Πίνακας 6.5. Πίνακας πόρων “T_RESOURCES”.....	181
Πίνακας 6.6. Πίνακας συνεργείων “T_CREWS”.....	181
Πίνακας 6.7. Πίνακας κατηγοριών εργασιών “T_CSI”.....	182
Πίνακας 6.8. Πίνακας συνεργείων δραστηριοτήτων “T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS”.....	183
Πίνακας 6.9. Πίνακας κατηγοριοποίησης στοιχείων κτιρίου “T_ELEMENT_WBS”.....	184
Πίνακας 6.10. Πίνακας κατηγοριοποίησης δραστηριοτήτων “T_ACTIVITY_WBS”.....	184
Πίνακας 6.11. Πίνακας πληροφοριών δραστηριοτήτων “T_MSPROJECT_ACTIVITY_DATA”.....	185
Πίνακας 6.12. Πίνακας κόστους πόρων “T_MSPROJECT_RESOURCE_COST_WORKHOURS”.....	186
Πίνακας 6.13. Ερώτημα “Q_MAPPING”.....	191
Πίνακας 6.14. Ερώτημα “Q_ACTIVITY_BOQ”.....	191
Πίνακας 6.15. Ερώτημα “Q_AREA”.....	192

Πίνακας 6.16. Ερώτημα “Q_SURFACE” .....	192
Πίνακας 6.17. Ερώτημα “Q_VOLUME” .....	193
Πίνακας 6.18. Ερώτημα “Q_UNION_AREA_SURFACE_VOLUME” .....	193
Πίνακας 6.19. Ερώτημα “Q_ACTIVITY_DURATIONS” .....	194
Πίνακας 6.20. Ερώτημα “Q_BUILDING_TIME_SCHEDULING” .....	194
Πίνακας 6.21. Μέση χρονική διάρκεια επισκευής κτιρίων σε εργατοημέρες ανά επίπεδο έντασης $S_a(T_1)$ . .....	195
Πίνακας 6.22. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	196
Πίνακας 6.23. Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	197
Πίνακας 6.24. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	198
Πίνακας 6.25. Κόστος πόρων επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	199
Πίνακας 6.26. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	200
Πίνακας 6.27. Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . .....	201
Πίνακας 6.28. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	202
Πίνακας 6.29. Κόστος Πόρων επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	203
Πίνακας 6.30. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	205
Πίνακας 6.31. Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	207
Πίνακας 6.32. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ . .....	209
Πίνακας 6.33. Κόστος πόρων επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ . .....	211

## **Κεφάλαιο 7.**

Πίνακας 7.1. Κατανομή κόστους επισκευής ορόφου ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης. ....	224
Πίνακας 7.2. Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής ορόφου έκτασης 100 τετραγωνικών μέτρων, συναρτήσει ΜΑΣΜ, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	228

Πίνακας 7.3. Κατανομή ΜΑΣΜ ορόφου κτιρίου ID2061 μέσω Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης και Ανάλυσης Στατικής Αντίστασης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ . ....	232
Πίνακας 7.4. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ .....	234
Πίνακας 7.5. Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ .....	235

## **Παράρτημα.**

### **Παράρτημα Α.**

Πίνακας Α.1. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 1 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID2061. ....	254
Πίνακας Α.2. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 2 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID2062. ....	256
Πίνακας Α.3. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 3 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID2063. ....	258
Πίνακας Α.4. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 4 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID1001. ....	261
Πίνακας Α.5. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 5 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID1002. ....	265
Πίνακας Α.6. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 6 <sup>ου</sup> Κτιρίου – ID1010. ....	270

### **Παράρτημα Β.**

Πίνακας Β.1. Επίπεδα Ζημιάς Δομικών Στοιχείων. ....	282
Πίνακας Β.2. Ενέργειες Αποκατάστασης Υποστυλωμάτων ανά Επίπεδο Ζημιάς. ....	283
Πίνακας Β.3. Ενέργειες Αποκατάστασης Δοκών ανά Επίπεδο Ζημιάς. ....	284
Πίνακας Β.4. Ενέργειες Αποκατάστασης Τοιχοπληρώσεων ανά Επίπεδο Ζημιάς. ....	285
Πίνακας Β.5. Ενέργειες Αποκατάστασης Πορτών ανά Επίπεδο Ζημιάς. ....	286
Πίνακας Β.6. Ενέργειες Αποκατάστασης Παραθύρων ανά Επίπεδο Ζημιάς. ....	287

### **Παράρτημα Γ.**

Πίνακας Γ.1. Πίνακας Ταυτοτήτων Δραστηριοτήτων “T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID”. ....	290
Πίνακας Γ.2. Πίνακας Σχέσεων Δραστηριοτήτων “T_ACTIVITY_RELATIONS”. ....	294
Πίνακας Γ.3. Πίνακας Πόρων “T_Resources”. ....	299
Πίνακας Γ.4. Πίνακας Συνεργείων “T_Crews”. ....	300
Πίνακας Γ.5. Πίνακας Κατηγοριών Εργασιών “ T_CSI ”. ....	302
Πίνακας Γ.6. Πίνακας Συνεργείων Δραστηριοτήτων “ T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS”. ....	303
Πίνακας Γ.7. Πίνακας Κατηγοριοποίησης Στοιχείων “T_ELEMENT_WBS”. ....	310
Πίνακας Γ.8. Πίνακας Κατηγοριοποίησης Δραστηριοτήτων “ T_ACTIVITY_WBS”. ....	314

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

### **Κεφάλαιο 1.**

Σχήμα 1.1. Διάγραμμα ροής εργασιών για εκτίμηση επιτελεστικότητας κτιρίων.....	5
--	---

### **Κεφάλαιο 2.**

Σχήμα 2.1. Στάδια μεθοδολογίας PBEE (προσαρμοσμένα από Porter et al. 2002). ....	16
Σχήμα 2.2. Διαδικασία υπολογισμού κόστους επισκευής δομικού στοιχείου π.χ. υποστυλώματος. ....	23

### **Κεφάλαιο 3.**

Σχήμα 3.1. Εσωτερικά και εξωτερικά υποστυλώματα και δοκοί.....	50
Σχήμα 3.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2061.....	53
Σχήμα 3.3. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2062.....	53
Σχήμα 3.4. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2063.....	54
Σχήμα 3.5. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1001.....	54
Σχήμα 3.6. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1002.....	55
Σχήμα 3.7. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1010.....	55
Σχήμα 3.8. Πανοραμική όψη “οικοδομικού τετραγώνου”. ....	56
Σχήμα 3.9. Πανοραμική όψη “οικοδομικού τετραγώνου ”. ....	56

### **Κεφάλαιο 4.**

Σχήμα 4.1. Καμπύλες τρωτότητας υποστυλωμάτων και δοκών.....	62
Σχήμα 4.2. Καμπύλες τρωτότητας τοιχωμάτων. ....	62
Σχήμα 4.3. Καμπύλες τρωτότητας τοιχοπληρώσεων. ....	65
Σχήμα 4.4. Καμπύλες τρωτότητας πορτών.....	67
Σχήμα 4.5. Καμπύλες τρωτότητας παραθύρων. ....	69
Σχήμα 4.6. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους υποστυλωμάτων. ....	72
Σχήμα 4.7. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δοκών. ....	73
Σχήμα 4.8. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους εσωτερικής τοιχοποιίας. ....	74
Σχήμα 4.9. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους εξωτερικής τοιχοποιίας. ....	74
Σχήμα 4.10. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους ξύλινης πόρτας εσωτερικού χώρου. ....	76

Σχήμα 4.11. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους ξύλινης πόρτας κύριας εισόδου κατοικίας. ....	76
Σχήμα 4.12. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους μεταλλικής πόρτας από αλουμίνιο. ....	76
Σχήμα 4.13. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους κύριας πόρτας εισόδου πολυκατοικίας από γυαλί. .....	76
Σχήμα 4.14. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους παραθύρων. ....	77
Σχήμα 4.15. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους πορτοπαραθύρων.....	77

## **Κεφάλαιο 5.**

Σχήμα 5.1. Χάρτης σεισμικών ζωνών Κύπρου (Πηγή: National Annex to CYS EN 1998-1:2005 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings). ....	86
Σχήμα 5.2. Ελαστικό φάσμα αποκρίσεων σεισμού κατά Ευρωκώδικα 8.....	88
Σχήμα 5.3. Σκαρίφημα υπολογισμού εκκεντρότητας ορόφου.....	92
Σχήμα 5.4. Απεικόνιση ζημιών δομικών στοιχείων κτιρίων σε όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ με κατάλληλους χρωματισμούς.....	122
Σχήμα 5.5. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.3g$ . ....	125
Σχήμα 5.6. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . ....	126
Σχήμα 5.7. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.9g$ . ....	126
Σχήμα 5.8. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=1.2g$ . ....	127
Σχήμα 5.9. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=1.8g$ . ....	127
Σχήμα 5.10. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=2.4g$ . ....	128
Σχήμα 5.11. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . ....	129
Σχήμα 5.12. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ . ....	130
Σχήμα 5.13. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	132
Σχήμα 5.14. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . ....	132
Σχήμα 5.15. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . .....	134
Σχήμα 5.16. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ . ....	134
Σχήμα 5.17. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ . .....	137

Σχήμα 5.18. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	138
Σχήμα 5.19. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 2 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	138
Σχήμα 5.20. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 3 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	139
Σχήμα 5.21. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης. ....	143
Σχήμα 5.22. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	143
Σχήμα 5.23. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	143
Σχήμα 5.24. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	143
Σχήμα 5.25. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	144
Σχήμα 5.26. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	144
Σχήμα 5.27. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης. ....	144
Σχήμα 5.28. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	144
Σχήμα 5.29. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	146
Σχήμα 5.30. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.....	146
Σχήμα 5.31. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης. ....	147
Σχήμα 5.32. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	147
Σχήμα 5.33. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	147
Σχήμα 5.34. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	147
Σχήμα 5.35. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	148

Σχήμα 5.36. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	148
Σχήμα 5.37. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης. ....	148
Σχήμα 5.38. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	148
Σχήμα 5.39. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	149
Σχήμα 5.40. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	149
Σχήμα 5.41. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης. ....	151
Σχήμα 5.42. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	151
Σχήμα 5.43. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	151
Σχήμα 5.44. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	151
Σχήμα 5.45. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	152
Σχήμα 5.46. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ .....	152
Σχήμα 5.47. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης. ....	152
Σχήμα 5.48. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	152
Σχήμα 5.49. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	153
Σχήμα 5.50. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	153
Σχήμα 5.51. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης. ....	155
Σχήμα 5.52. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	155
Σχήμα 5.53. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	155



Σχήμα 5.54. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	155
Σχήμα 5.55. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	156
Σχήμα 5.56. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	156
Σχήμα 5.57. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a=0.5g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	156
Σχήμα 5.58. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης $S_a=0.5g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	156
Σχήμα 5.59. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	157
Σχήμα 5.60. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	157
Σχήμα 5.61. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης. ....	159
Σχήμα 5.62. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	159
Σχήμα 5.63. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	159
Σχήμα 5.64. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	159
Σχήμα 5.65. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	160
Σχήμα 5.66. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ .....	160
Σχήμα 5.67. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης. ....	160
Σχήμα 5.68. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.5g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	160
Σχήμα 5.69. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	161
Σχήμα 5.70. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	161
Σχήμα 5.71. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης. ....	163

Σχήμα 5.72. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	163
Σχήμα 5.73. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	164
Σχήμα 5.74. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	164
Σχήμα 5.75. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	164
Σχήμα 5.76. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ .....	164
Σχήμα 5.77. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης. ....	165
Σχήμα 5.78. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης $S_a(T_1)=0.35g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.....	165
Σχήμα 5.79. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	166
Σχήμα 5.80. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	166

## **Κεφάλαιο 6.**

Σχήμα 6.1. Προαπαιτούμενες Δραστηριότητες .....	179
Σχήμα 6.2. Κατηγοριοποίηση δομικών στοιχείων αναλόγως ζημιάς .....	187
Σχήμα 6.3. Σχέσεις πινάκων στο MS Access. ....	188
Σχήμα 6.4. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης $S_a(T_1)$ . .....	197
Σχήμα 6.5. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης $S_a(T_1)$ . .....	199
Σχήμα 6.6. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης. ....	201
Σχήμα 6.7. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης . ....	205
Σχήμα 6.8. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης. ....	208
Σχήμα 6.9. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης. ....	213

## **Κεφάλαιο 7.**

Σχήμα 7.1. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	215
Σχήμα 7.2. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	215
Σχήμα 7.3. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.4. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.5. ΜΑΣΜ 1 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.6. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.7. ΜΑΣΜ 1 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.8. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	216
Σχήμα 7.9. ΜΑΣΜ 1 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	217
Σχήμα 7.10. ΜΑΣΜ 2 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	217
Σχήμα 7.11. ΜΑΣΜ 3 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. ....	217
Σχήμα 7.12. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των. ....	218
Σχήμα 7.13. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των. ....	218
Σχήμα 7.14. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των. ....	218
Σχήμα 7.15. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των. ....	218
Σχήμα 7.16. Κόστος επισκευής 1 <sup>ο</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των. ....	219

Σχήμα 7.17. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	219
Σχήμα 7.18. Κόστος επισκευής 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	219
Σχήμα 7.19. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	219
Σχήμα 7.20. Κόστος επισκευής 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	219
Σχήμα 7.21. Κόστος επισκευής 2 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	219
Σχήμα 7.22. Κόστος επισκευής 3 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.	220
Σχήμα 7.23. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.24. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.25. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.26. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.27. Κατανομή κόστους επισκευής 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.28. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	221
Σχήμα 7.29. Κατανομή κόστους επισκευής 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	222
Σχήμα 7.30. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	222
Σχήμα 7.31. Κατανομή κόστους επισκευής 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	222
Σχήμα 7.32. Κατανομή κόστους επισκευής 2 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	222
Σχήμα 7.33. Κατανομή κόστους επισκευής 3 <sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.	222

Σχήμα 7.34. Κατανομή διάμεσης τιμής κόστους επισκευής όλων των ορόφων ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης. .....	224
Σχήμα 7.35. Κατανομή κόστους επισκευής ορόφου ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης. ....	225
Σχήμα 7.36. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.37. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.38. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.39. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.40. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.41. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ.....	226
Σχήμα 7.42. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής όλων των ορόφων, ανά εμβαδόν 100 τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης...	227
Σχήμα 7.43. Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής ορόφου σε εργασιμότητες, ανά εμβαδόν 100 τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. ....	228
Σχήμα 7.44. Καμπύλη αντίστασης (pushover curve) κτιρίου ID2061 και τριγωνική προσέγγιση.....	230
Σχήμα 7.45. Κατανομή ΜΑΣΜ ορόφου κτιρίου ID2061 μέσω Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης και Ανάλυσης Στατικής Αντίστασης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ . ....	233
Σχήμα 7.46. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ .....	236
Σχήμα 7.47. Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης $S_a(T_1)$ .....	236

Χαράλαμπος Γεωργίου

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενική Περιγραφή της Διατριβής

Οι πρόσφατες εξελίξεις στη σεισμική μηχανική έχουν φέρει μια επανάσταση στον τρόπο κατανόησης της συμπεριφοράς των κτιρίων όταν υποβάλλονται σε σεισμικές διεγέρσεις. Η Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας (Cornell & Krawinkler 2000, Miranda & Aslani 2003, Aslani & Miranda 2005, Mitrani-Reiser 2007, Goulet et al 2007) έχει αρχίσει να καθιερώνεται και οι μελέτες σημαντικών έργων υποδομής πλέον απομακρύνονται από την κλασική σχεδίαση απλής ικανοποίησης του κανονισμού (ένα μέγεθος για όλες τις ανάγκες) και κατευθύνονται προς τη σχεδίαση με στόχο τον πελάτη και τις ανάγκες του. Ο ιδιοκτήτης κάθε κτιρίου δύναται πλέον να αποφασίζει για την επιθυμητή επιτελεστικότητα σε κάθε επίπεδο έντασης (και συνεπαγόμενης σπανιότητας) του σεισμού.

Εντούτοις, η τρέχουσα πρακτική περιορίζει τις πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ ιδιοκτητών και μηχανικών σε αριθμούς που ελάχιστα σημαίνουν για μη μηχανικούς, με αποτέλεσμα η επικοινωνία μεταξύ τους να παραμένει προβληματική. Οι ιδιοκτήτες σπανίως καταλαβαίνουν την ορολογία που χρησιμοποιείται από μηχανικούς και δεν μπορούν να αξιολογήσουν τις διαφορές μεταξύ των εναλλακτικών σχεδιάσεων και την πραγματική τους απόδοση σε σεισμό. Μπορεί να διαθέτουμε ισχυρές μεθόδους ανάλυσης καθώς και προγράμματα για την εφαρμογή αυτών σε ακριβείς προσομοιώσεις των κατασκευών, τα λεπτομερή αποτελέσματα που προκύπτουν όμως για κάθε στοιχείο (π.χ. πλαστικές στροφές των μελών ή μετατοπίσεις ορόφων) ελάχιστο νόημα έχουν για τους μη μηχανικούς ιδιοκτήτες.

Ως εκ τούτου, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη, όπως αναπτυχθούν οι κατάλληλες τεχνικές οι οποίες θα προσφέρουν τη δυνατότητα απόδοσης της συμπεριφοράς ενός κτιρίου σε σεισμό, σε πιο κατανοητούς όρους, όπως το κόστος μετασεισμικής αποκατάστασης, ο αριθμός των θυμάτων και ο χρόνος που θα μείνει το κτίριο εκτός λειτουργίας για επισκευές, οι οποίοι θα βελτιώσουν τις δυνατότητες επικοινωνίας μεταξύ μηχανικών και ιδιοκτητών. Σε συνδυασμό με την αξιοποίηση της τρισδιάστατης απεικόνισης κτιρίων, την ανάπτυξη λογισμικού, το σχεδιασμό βάσης δεδομένων και τη χρήση τεχνικών χρονοπρογραμματισμού, είναι εφικτή η δημιουργία κτιριακών μοντέλων πληροφοριών τα οποία θα αποτελούν το κύριο εργαλείο της επικοινωνίας

αυτής, παρέχοντας ρεαλιστικές εκτιμήσεις των επιπτώσεων που συνεπάγεται ένας σεισμός, σε δομικούς, οικονομικούς και χρονικούς όρους.

## 1.2. Σκοπός και Στόχοι της Διατριβής

Η Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας αποτελεί τη φυσική εξέλιξη της διαδικασίας σχεδιασμού των κατασκευών ώστε να συμπεριλαμβάνονται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις των ιδιοκτητών για αυξημένη απόδοση των κτιρίων τους. Σκοπός της μεθοδολογίας αυτής είναι η εκτίμηση της απόδοσης της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων σε όρους οι οποίοι είναι κατανοητοί και ενδιαφέρουν τους ιδιοκτήτες. Οι όροι αυτοί, οι οποίοι αποτελούν τις μεταβλητές απόφασης, είναι το κόστος και η χρονική διάρκεια αποκατάστασης του κτιρίου όπως επίσης και οι απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Η αξία της μεθοδολογίας αυτής, βρίσκεται στην ικανότητά της να πληροφορεί τους ιδιοκτήτες-μετόχους για την πραγματική σημασία των εναλλακτικών επιλογών σχεδιασμού, όπως η τοποθεσία ανέγερσης του κτιρίου, η διαστασιολόγηση των μελών του, η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των δομικών στοιχείων κ.λπ.

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να παρουσιαστεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την εκτίμηση των ζημιών, του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σεισμό. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ σημαντική, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κτιρίων τα οποία φιλοξενούν μεγάλο αριθμό ανθρώπων και εργασιών, αφού τυχόν ζημιές έχουν ως συνέπεια την απαραίτητη εκκένωση, επισκευή και μη χρήση τους, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, προκαλώντας μεγάλες απώλειες στον ιδιοκτήτη τους.

Σημαντικό παράγοντα στην εκτίμηση των ζημιών και στον υπολογισμό του κόστους επισκευής διαδραματίζουν οι επιστημικές αβεβαιότητες των οποίων η διαδικασία περιορισμού είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη, χρονοβόρα, ίσως και αδύνατη. Εκτός των άλλων, μικρές παρεκκλίσεις από τις αναμενόμενες διαφοροποιούν τα υπολογιζόμενα κόστη γι' αυτό απαιτείται μεγάλη προσοχή. Η πιθανοτική κατανομή του κόστους, συναρτήσει αυτών των παραμέτρων είναι σίγουρα πολύ χρήσιμη, αφού προσφέρει μια καλή εκτίμηση του αναμενόμενου κόστους.

Για την επίλυση αυτού του ζητήματος, αναπτύσσεται μεθοδολογία και λογισμικό το οποίο παρέχει πλήρη εκτίμηση της συμπεριφοράς τριών μονώροφων, δύο δώροφων και ενός



τετραώροφου κτιρίου, από οπλισμένο σκυρόδεμα για τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε είκοσι-δύο επίπεδα σεισμικής έντασης. Συγκεκριμένα αξιοποιούνται τα αποτελέσματα μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων, τα οποία συνδυάζονται με τις γεωμετρικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου και συγκεκριμένα των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, όπως εξάγονται από τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων, και μέσω πιθανοτικών κατανομών και της αναπαραγωγής των κατάλληλων καμπυλών τρωτότητας γίνεται εκτίμηση των πιθανοτήτων τα στοιχεία να υποστούν ζημιές που θα απαιτήσουν επισκευή ή αντικατάσταση. Η προκύπτουσα πιθανοτική κατανομή των ζημιών χρησιμοποιείται για την προσομοίωση πιθανών σεναρίων βλαβών και τον υπολογισμό του κόστους επισκευής ανά στοιχείο, ομάδα στοιχείων, όροφο και κτίριο στα διάφορα επίπεδα έντασης.

Παρά το γεγονός ότι οι αβεβαιότητες οι οποίες εισάγονται στη διαδικασία περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια των τελικών αποτελεσμάτων, ακόμα και απλές εκτιμήσεις αυτών των μεταβλητών δεν καταφέρνουν να μεταφέρουν ένα βασικό στοιχείο της σχεδίασης βάσει επιτελεστικότητας, την πραγματική λειτουργικότητα ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμικό γεγονός. Χωρίς την κατάλληλη δυνατότητα απεικόνισης επί ενός τρισδιάστατου μοντέλου, του τι πραγματικά θα συμβεί σε ένα κτίριο, τα δεδομένα τα οποία προκύπτουν από έρευνες εκτίμησης βλαβών σε δομικά και μη στοιχεία, παραμένουν απλοί αριθμοί.

Η διαθεσιμότητα των δεδομένων μιας ανάλυσης βάσει επιτελεστικότητας στο τρισδιάστατο χώρο βελτιώνει σημαντικά την κατανόησή τους, καθώς συνέπειες, όπως ο αποκλεισμός χώρων λόγω πτώσης χαλασμάτων στους διαδρόμους, δεν είναι εύκολο να αποκρυπτογραφηθούν από τα αποτελέσματα οποιουδήποτε προγράμματος δομικής ανάλυσης, πόσο μάλλον να εξηγηθούν στον πελάτη. Με την απεικόνιση των ζημιών που παθαίνουν τα δομικά στοιχεία με κατάλληλους χρωματισμούς σε τρισδιάστατες απεικονίσεις των κτιρίων, προσφέρεται το πλεονέκτημα σε σχεδιαστές και πελάτες να αναγνωρίσουν εκ των προτέρων τους απρόσιτους χώρους, να διερευνήσουν πιθανές διαδρομές πρόσβασης για τα συνεργεία και τα υλικά και ουσιαστικά να κατανοήσουν τη μετασεισμική ικανότητα της κατασκευής τους να λειτουργεί κατά το επιθυμητό επίπεδο.

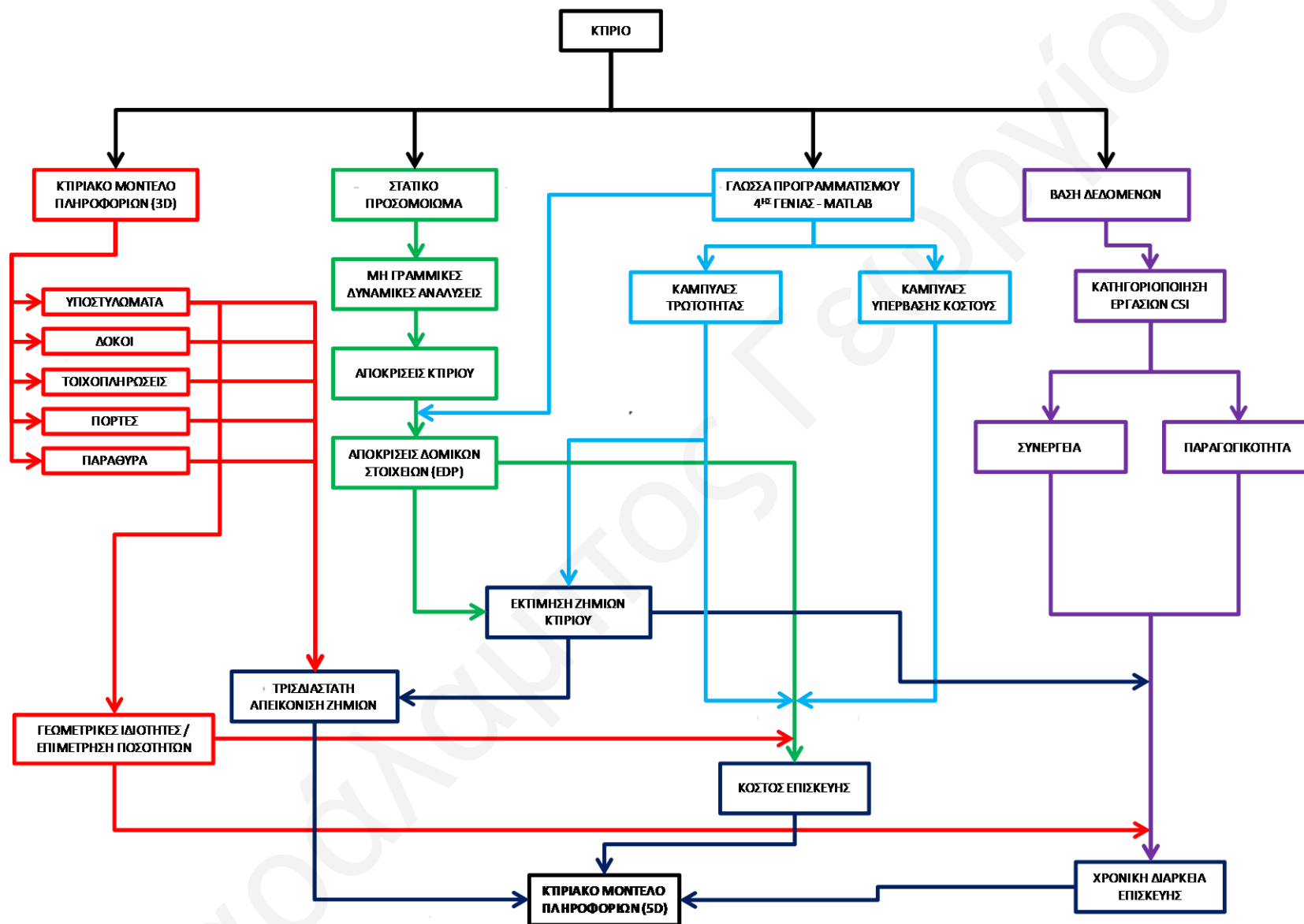
Επιπρόσθετα, μέσω της σχεδίασης μιας αυτοματοποιημένης βάσης δεδομένων και της διασύνδεσής της με λογισμικό διαχείρισης έργου, είναι εφικτός ο χρονοπρογραμματισμός των

εργασιών αποκατάστασης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της κατηγοριοποίησης των δομικών στοιχείων, αναλόγως των ζημιών που έχουν πάθει, σε πρωτόκολλα ταξινόμησης εργασιών με ανάθεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων επισκευής και συνεργειών αποκατάστασης καθορισμένης παραγωγικότητας. Ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας, γίνεται εκτίμηση της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης και κατ'επέκταση του κόστους λόγω εκκένωσης και μη χρήσης κάθε κτιρίου, ενώ παρέχεται μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατανομής του κόστους επισκευής ανά περίοδο και ανά κατηγορία πόρων.

Αξιοποιώντας όλες τις προαναφερθείσες τεχνικές, καθίσταται εφικτή η ανάπτυξη μιας απλοποιημένης μεθόδου εκτίμησης κόστους και χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέσω της δημιουργίας ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης των όρων αυτών συναρτήσει της έκτασης και των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων των ορόφων ενός κτιρίου από Ο/Σ. Η εφαρμογή αυτή προτείνεται για περιπτώσεις όπου απαιτείται η γρήγορη εκτίμηση του κόστους και του χρόνου αποκατάστασης ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, και αντί να επιλεγεί η αναλυτική διαδικασία υπολογισμού, επιλέγεται η απλοποιημένη μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται μείωση του υπολογιστικού κόστους και χρόνου σε σημαντικό βαθμό.

Αξιοποιώντας την τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων, την ανάπτυξη λογισμικού, το σχεδιασμό βάσης δεδομένων και τη χρήση τεχνικών χρονοπρογραμματισμού, είναι εφικτή η δημιουργία κτιριακών μοντέλων πληροφοριών τα οποία θα αποτελούν ουσιαστικά μια σύγχρονη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου σε πέντε διαστάσεις καλύπτοντας τη γεωμετρία κάθε κτιρίου στο τρισδιάστατο χώρο, με τη χρονική διάρκεια και το κόστος αποκατάστασης να αποτελούν τη τέταρτη και πέμπτη διάσταση, αντίστοιχα. Στο Σχήμα 1.1 παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό διάγραμμα ροής των εργασιών στα διάφορα προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούνται, το πώς συνδυάζονται και ανταλλάζουν πληροφορίες μεταξύ τους για την εκτίμηση επιτελεστικότητας κτιρίων.

Η βελτίωση της επιτελεστικότητας τυπικά συνεπάγεται την επένδυση μεγαλύτερου αρχικού κεφαλαίου για την κατασκευή, το οποίο αναμένεται να αποπληρωθεί μελλοντικά από τις μειωμένες βλάβες που θα έχει το κτίριο κατά τη διάρκεια ζωής του. Επομένως, για να διευκολυνθεί η διάθεση των απαραίτητων κεφαλαίων απαιτείται η ορθή επικοινωνία και κατανόηση των συνεπειών κάθε απόφασης που λαμβάνεται κατά το σχεδιασμό.



Σχήμα 1.1. Διάγραμμα ροής εργασιών για εκτίμηση επιτελεστικότητας κτιρίων.

Με τη δημιουργία και αξιοποίηση κτιριακών μοντέλων πληροφοριών, βελτιώνεται σημαντικά η διαχείριση μετασεισμικής αποκατάστασης ενός κτιρίου ανεξαρτήτως μεγέθους ή πολυπλοκότητας.

### 1.3. Οργάνωση της Διατριβής

Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται μεθοδολογία εκτίμησης ζημιών, κόστους και χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασης κτιρίων. Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόζεται σε έξι κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος. Τα κτίρια αυτά διατίθενται από τον Dr. Haselton (2007) με συγκεκριμένο δομικό φορέα στον οποίο προστίθενται τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα για ολοκληρωμένη εφαρμογή της μεθοδολογίας. Μέσω της ανάπτυξης εξειδικευμένου λογισμικού και της εφαρμογής πιθανοτικών κατανομών, αξιοποιούνται τα αποτελέσματα μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων, για εκτίμηση των ζημιών που έχουν πάθει τα δομικά στοιχεία των κτιρίων, απεικόνισή τους σε τρισδιάστατα μοντέλα και υπολογισμό του κόστους επισκευής. Επιπρόσθετα, με την ανάπτυξη βάσης δεδομένων και αξιοποίηση τεχνικών χρονοπρογραμματισμού επιτυγχάνεται εκτίμηση της χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασής τους. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται αναλυτικά στα Κεφάλαια 2 έως 8.

Στο Δεύτερο Κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιες βασικές έννοιες πιθανοτήτων (Benjamin & Cornell 1970, Menun 2002) οι οποίες είναι απαραίτητες για κατανόηση της μεθοδολογίας η οποία αναπτύσσεται, οι πιθανοτικές κατανομές οι οποίες αξιοποιούνται σε μελέτες εκτίμησης επιτελεστικότητας συνήθων κτιρίων όπως επίσης και οι σημαντικότερες αβέβαιες μεταβλητές (Porter et al. 2002) οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Γίνεται εκτενής αναφορά στη μεθοδολογία της Σεισμικής Μηχανικής Βάσει Επιτελεστικότητας η οποία χρησιμοποιείται στην εκτίμηση των ζημιών και παρουσιάζεται μέθοδος υπολογισμού του κόστους και της χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασης κτιρίων.

Στο Τρίτο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μοντελοποίηση κτιριακών πληροφοριών σε τρεις, τέσσερις και πέντε διαστάσεις και γίνεται μια γενική περιγραφή των έξι κτιρίων στα οποία θα εφαρμοστεί η μεθοδολογία αυτή με αναφορά στις τεχνικές προδιαγραφές βάσει των οποίων έχει γίνει ο σχεδιασμός και η μελέτη τους. Γίνεται αναφορά στα σχεδιαστικά προγράμματα AutoCAD

(AutoDesk 2010) και ArchiCAD (Graphisoft 2009), τα οποία αξιοποιούνται για την παρουσίαση δισδιάστατων και τρισδιάστατων απεικονίσεων των υπό μελέτη κτιρίων.

Στο Τέταρτο Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι παράμετροι τρωτότητας και κόστους επισκευής οι οποίες έχουν ληφθεί από επιστήμονες μελετητές και εργολάβους, ειδικούς σε θέματα επισκευών κτιρίων, βάσει των οποίων σχεδιάζονται οι καμπύλες τρωτότητας και οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς για όλα τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, και συγκεκριμένα για τα υποστυλώματα, τις δοκούς, τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα. Επιπρόσθετα, γίνεται εκτενής αναφορά στις ενέργειες αποκατάστασης των δομικών στοιχείων αναλόγως των επιπέδων ζημιάς στα οποία ενδέχεται να εισέλθουν σε ένα σεισμικό γεγονός.

Στο Πέμπτο Κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας εκτίμησης ζημιών και κόστους επισκευής, όπως έχει περιγραφεί στα προηγούμενα κεφάλαια, μέσω λογισμικού το οποίο έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού τέταρτης γενιάς και συγκεκριμένα στο Matlab (MathWorks 2009b). Παρέχεται πλήρης εκτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς των έξι υπό μελέτη κτιρίων για τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε είκοσι-δύο επίπεδα σεισμικής έντασης, δεδομένης και μη της κατάρρευσης. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τις αναλύσεις για σενάριο σεισμού το οποίο αντιστοιχεί στο αναμενόμενο επίπεδο σεισμικής έντασης για την περιοχή μελέτης, και τα οποία αφορούν τις πιθανές ζημιές και το κόστος επισκευής των δομικών στοιχείων, ανά στοιχείο, κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά. Επιπρόσθετα γίνεται απεικόνιση των αναμενόμενων ζημιών των μελών στα τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων τα οποία έχουν αναπτυχθεί στο ArchiCAD, για καλύτερη κατανόηση της μετασεισμικής κατάστασης κάθε κτιρίου.

Στο Έκτο Κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή της μεθοδολογίας εκτίμησης της χρονικής διάρκειας επισκευής, όπως έχει περιγραφεί στα προηγούμενα κεφάλαια, μέσω της διασύνδεσης σχεσιακών βάσεων δεδομένων στο MS Access (Microsoft 2007) με εργαλείο διαχείρισης κατασκευαστικών έργων και συγκεκριμένα του MS Project (Microsoft 2007). Γίνεται εκτενής αναφορά στα επιμέρους τμήματα της διαδικασίας σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων και συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι πίνακες, τα ερωτήματα και οι μακροεντολές μέσω των οποίων παρέχεται εκτίμηση της μέσης χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κάθε κτιρίου για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων με τις χρονικές διάρκειες των

δραστηριοτήτων επισκευής για τα υπό μελέτη κτίρια για το επίπεδο έντασης της περιοχής μελέτης και αντίστοιχα διαγράμματα με τις διάρκειες επισκευής ανά όροφο και συνολικά.

Στο Έβδομο Κεφάλαιο, γίνεται εφαρμογή της ανάλυσης δυναμικής αντίστασης για συσχέτιση των υπό μελέτη επιπέδων έντασης με τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις των ορόφων των υπό μελέτη κτιρίων. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται η κανονικοποίηση του κόστους και της χρονικής διάρκειας επισκευής των ορόφων των κτιρίων προς το εμβαδόν τους σε τετραγωνικά μέτρα συναρτήσει των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων (ΜΑΣΜ) των ορόφων. Μέσω της διαδικασίας αυτής, αναπτύσσεται ένα γενικό πλαίσιο άμεσης εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης ενός τυπικού κτιρίου από Ο/Σ συναρτήσει των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων (ΜΑΣΜ) και της έκτασης των ορόφων του και παρουσιάζεται ένα παράδειγμα απλοποιημένης μεθόδου εφαρμογής του πλαισίου αυτού για καλύτερη κατανόηση.

Στο Όγδοο Κεφάλαιο γίνεται σύνοψη της μεθοδολογίας και των κυριότερων συμπερασμάτων τα οποία προκύπτουν μέσα από τα αποτελέσματα και προτείνονται ιδέες για μελλοντική έρευνα η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί για να βελτιωθεί η παρούσα και να προχωρήσει σε πιο εξελιγμένο στάδιο. Στο τέλος παρουσιάζεται η βιβλιογραφία η οποία έχει χρησιμοποιηθεί στην έρευνα αυτή και τα Παραρτήματα με πίνακες γεωμετρικών ιδιοτήτων των δομικών στοιχείων όλων των υπό μελέτη κτιρίων, πίνακες με τα επίπεδα ζημιάς και τις αντίστοιχες ενέργειες αποκατάστασης των στοιχείων, πίνακες της βάσης δεδομένων για χρονοπρογραμματισμό και σχέδια στο AutoCAD με κατόψεις ορόφων των κτιρίων και την αρίθμηση των στοιχείων, όπως επίσης και ένα CD με όλα τα αρχεία και προγράμματα ανάλυσης τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργασία αυτή, για όποιον ενδιαφέρεται να πραγματοποιήσει παρόμοιες αναλύσεις.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

### 2.1. Βασικές Έννοιες Πιθανοτήτων

Η εκτίμηση των ζημιών, του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης των μελών μιας κατασκευής αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις μεταβλητές οι οποίες εισάγονται στη διαδικασία αυτή και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα εξαγόμενα αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, καθίσταται αναγκαία η κατανόηση βασικών εννοιών πιθανοτήτων και κατ' επέκταση του τρόπου με τον οποίο οι μεταβλητές αυτές συμβάλλουν στον προσδιορισμό των τελικών αποτελεσμάτων, προκειμένου να γίνει ποσοτικοποίηση μέσω συγκεκριμένων πιθανοτικών κατανομών, των αβέβαιων σεναρίων βλαβών, του κόστους και του χρόνου αποκατάστασης που συνεπάγεται ένας σεισμός.

#### 2.1.1. Τυχαίες Μεταβλητές

Έστω ότι σε κάθε σημείο ενός δειγματοχώρου αντιστοιχεί ένας αριθμός δημιουργώντας έτσι μια συνάρτηση ορισμένη στο δειγματοχώρο. Η συνάρτηση αυτή καλείται τυχαία μεταβλητή (random variable) ή στοχαστική συνάρτηση και συμβολίζεται με ένα κεφαλαίο γράμμα π.χ.  $X$  ή  $Y$ . Γενικά, τυχαία καλείται η μεταβλητή της οποίας η ακριβής τιμή είναι άγνωστη, αλλά η κατανομή γνωστή (Menun 2002).

Αυτές οι μεταβλητές μπορούν να είναι διακριτές (discrete) ή συνεχείς (continuous). Διακριτές καλούνται οι τυχαίες μεταβλητές οι οποίες μπορούν να λάβουν πεπερασμένο ή άπειρο αριθμήσιμο πλήθος τιμών, όπως για παράδειγμα ο αριθμός των σεισμών κατά τη διάρκεια ενός έτους, καθώς μπορεί να λάβει τιμές οι οποίες μπορούν να απεικονιστούν σε υποσύνολο των φυσικών αριθμών  $N$ , π.χ. 0, 1, 2 κ.λπ. Συνεχείς καλούνται οι τυχαίες μεταβλητές οι οποίες μπορούν να λάβουν άπειρο μη αριθμήσιμο πλήθος τιμών και αντιπροσωπεύονται με ένα ή περισσότερα διαστήματα στο σύνολο των πραγματικών αριθμών  $R$ , τα οποία η τυχαία μεταβλητή δύναται να λάβει, όπως για παράδειγμα η ένταση ενός σεισμού, καθώς μπορεί να λάβει οποιαδήποτε τιμή ακέραια και μη, μεταξύ του 0 και του μέγιστου δυνατού μεγέθους για το δεδομένο ρήγμα. Η συνήθης σύμβαση είναι τα κεφαλαία γράμματα να αντιπροσωπεύουν τις τυχαίες μεταβλητές, ενώ τα μικρά γράμματα να αντιπροσωπεύουν τις πιθανές τιμές τις οποίες μπορούν να λάβουν. Στην περίπτωση την οποία μια μεταβλητή λαμβάνει διάφορες διακριτές

τιμές, χρησιμοποιούνται δείκτες. Για παράδειγμα, η διακριτή τυχαία μεταβλητή  $X$  μπορεί να λάβει τιμές  $x_1, x_2, \dots, x_N$ .

Για καλύτερη κατανόηση, θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα, το αντικείμενο μελέτης αυτής της διατριβής, δηλαδή, η κατάσταση ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμό. Έστω ότι η κατάσταση αυτή μπορεί να διακριτοποιηθεί σε πέντε στάθμες (καταστάσεις ζημιάς) ή τιμές: καθόλου ζημιές, ελαφριές ζημιές, μέτριες ζημιές, σοβαρές ζημιές και πλήρης απώλεια (κατάρρευση).

Μέσω κατάλληλης απεικόνισης (mapping), κάθε κατάσταση ζημιάς μπορεί να αντιπροσωπευθεί με ένα μοναδικό αριθμό. Ορίζοντας ως τυχαία μεταβλητή  $X$ , την άγνωστη μετασεισμική κατάσταση του κτιρίου και θεωρώντας ότι με 0 αντιπροσωπεύεται η κατάσταση του κτιρίου όταν δεν έχει πάθει καθόλου ζημιές, 1 όταν έχει πάθει ελαφριές ζημιές, 2 όταν έχει πάθει μέτριες ζημιές, 3 όταν έχει πάθει σοβαρές ζημιές και 4 όταν έχει καταρρεύσει, τότε ως αποτέλεσμα αυτής της αντιστοίχισης, η μεταβλητή  $X$  θεωρείται διακριτή και μπορεί να λάβει τιμές 0, 1, 2, 3 ή 4. Σε αυτή την περίπτωση, η συνθήκη  $X < 4$  αντιπροσωπεύει την κατάσταση στην οποία το κτίριο δεν έχει καταρρεύσει, ενώ η συνθήκη  $X = 0$  αντιπροσωπεύει την κατάσταση στην οποία το κτίριο δεν έχει πάθει καθόλου ζημιές.

Ορίζοντας ως τυχαία μεταβλητή  $Y$ , ένα μέτρο απόκρισης της κατασκευής (π.χ. την ανηγμένη σχετική μετατόπιση ενός ορόφου) και επιχειρηθεί μέσω αυτού να διαπιστωθεί η άγνωστη μετασεισμική κατάσταση ζημιάς  $X$ , τότε το  $Y$  είναι μια συνεχής μεταβλητή η οποία κυμαίνεται στο διάστημα  $[0, +\infty)$ . Θέτοντας όρια στη συνεχή μεταβλητή  $Y$ , μπορεί να εκτιμηθεί η διακριτή μεταβλητή  $X$ . Για παράδειγμα, η περίπτωση στην οποία για ένα όροφο ισχύει  $Y \leq 2\%$ , μπορεί να αντιστοιχεί στη συνθήκη  $X \leq 1$ , δηλαδή την κατάσταση στην οποία ο συγκεκριμένος όροφος έχει πάθει καθόλου ή ελαφριές ζημιές.

### **2.1.2. Πιθανοτικές Κατανομές**

Οι πιθανοτικές κατανομές, χρησιμοποιούνται για την έκφραση των πιο πάνω πιθανοτήτων και την καλύτερη κατανόησή τους στις μαθηματικές αναλύσεις (π.χ. Benjamin & Cornell 1970).



## Κατανομές Διακριτών Μεταβλητών

Μια διακριτή τυχαία μεταβλητή, χαρακτηρίζεται από τη συνάρτηση μάζας πιθανότητας PMF (probability mass function). Έστω  $X$  μια διακριτή τυχαία μεταβλητή, με πιθανές τιμές  $x_1, x_2, \dots, x_N$ . Για οποιαδήποτε τιμή  $x$ , ισχύει η σχέση 2.1, όπου γενικώς με  $P(A)$  συμβολίζουμε την πιθανότητα του  $A$ .

$$p_x(x) = \begin{cases} P(X = x_i) & , x = x_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \\ 0 & , x \neq x_i \end{cases} \quad (2.1)$$

Η συνάρτηση μάζας πιθανότητας μιας τυχαίας μεταβλητής πρέπει να ακολουθεί τις συνθήκες οι οποίες περιγράφονται από τις σχέσεις 2.2 και 2.3.

$$0 \leq p_x(x) \leq 1 \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^N p_x(x_i) = 1 \quad (2.3)$$

Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής (ή συνάρτηση πιθανότητας) CDF (cumulative distribution function) μια τυχαίας μεταβλητής  $X$ , είναι η πιθανότητα μη υπέρβασης της τιμής  $x$  και εκφράζεται με τη σχέση 2.4. Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής CDF είναι μονότονη, αύξουσα και λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0,1]$ .

$$F_x(x) = P(X \leq x) = \sum_{x_k \leq x} p_x(x_k) \quad (2.4)$$

Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής CDF μια τυχαίας μεταβλητής πρέπει να ακολουθεί τις συνθήκες οι οποίες περιγράφονται από τις σχέσεις 2.5, 2.6 και 2.7.

$$F_x(-\infty) = 0 \quad (2.5)$$

$$F_x(+\infty) = 1 \quad (2.6)$$

$$P(a < X \leq b) = F_x(b) - F_x(a) \quad (2.7)$$

### Κατανομές Συνεχών Μεταβλητών

Αν η  $X$  είναι μια συνεχής τυχαία μεταβλητή, η πιθανότητα να πάρει η  $X$  μια ορισμένη τιμή είναι γενικά μηδέν. Συνεπώς δεν μπορεί να οριστεί μια συνάρτηση πιθανότητας με τον ίδιο τρόπο, όπως μια διακριτή μεταβλητή. Ο ορισμός της κατανομής πιθανότητας για μια συνεχή τυχαία μεταβλητή προϋποθέτει ότι η  $X$  βρίσκεται μεταξύ δύο διαφορετικών τιμών.

Οι συνεχείς τυχαίες μεταβλητές χαρακτηρίζονται από την συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF (probability density function), η οποία για τις πλέον συνήθεις κατανομές αντιπροσωπεύεται από μια συνεχή καμπύλη πάνω από το πεδίο ορισμού της. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF εκφράζεται με τη σχέση 2.8.

$$P(x_1 \leq X \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f_X(x) dx \leq 1, \quad f_X(x) \geq 0 \quad (2.8)$$

Δηλαδή, η πιθανότητα η τυχαία μεταβλητή να λάβει τιμές μεταξύ του  $x_1$  και του  $x_2$ , ισούται με το εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ του οριζόντιου άξονα, της καμπύλης και των κάθετων ευθειών στις τιμές  $x_1$  και  $x_2$ . Δεδομένης της σχέσης 2.9, προκύπτει η σχέση 2.10 για τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF.

$$P(-\infty \leq X \leq +\infty) = 1 \quad (2.9)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f_X(x) dx = 1 \quad (2.10)$$

Μια συνεχής τυχαία μεταβλητή, μπορεί να οριστεί με την αθροιστική συνάρτηση κατανομής CDF, όπως αυτή περιγράφεται από τη σχέση 2.11, η οποία δίνει την πιθανότητα μη υπέρβασης μιας τιμής  $x$ .

$$F_X(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f_X(u) du \quad (2.11)$$

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF και η αθροιστική συνάρτηση κατανομής CDF μιας συνεχούς τυχαίας μεταβλητής, συσχετίζονται αφού η κλίση της CDF, είναι η PDF, δηλαδή με παραγώγιση της CDF, προκύπτει η PDF όπως περιγράφεται από τη σχέση 2.12.

$$f_x(x) = \frac{d}{dx} F_x(x) \quad (2.12)$$

Επιπλέον, υπάρχει η συμπληρωματική αθροιστική συνάρτηση πιθανότητας CCDF (complemental cumulative distribution function), η οποία περιγράφεται από τη σχέση 2.13, και δίνει την πιθανότητα υπέρβασης μιας δεδομένης τιμής  $x$  από την τυχαία μεταβλητή  $X$ .

$$G(x) = P(X > x) = 1 - P(X \leq x) = 1 - CDF \quad (2.13)$$

### Κανονική Κατανομή

Η κανονική κατανομή καθορίζεται από τη συνάρτηση PDF, η οποία δίνεται από τη σχέση 2.14, όπου  $\mu_x$  και  $\sigma_x$ , η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της κατανομής, αντίστοιχα. Χρησιμοποιείται ο συμβολισμός  $X \sim N(\mu_x, \sigma_x)$ , για να δηλώνεται η κανονική τυχαία μεταβλητή  $X$  η οποία έχει μέση τιμή  $\mu_x$  και τυπική απόκλιση  $\sigma_x$ . Δεν υπάρχει αναλυτική σχέση για τη συνάρτηση CDF της κανονικής κατανομής (π.χ. Menun 2002).

$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right], \quad -\infty < x < +\infty \quad (2.14)$$

Μια ποσότητα η οποία εκφράζεται ως άθροισμα πολλών ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών, μπορεί να θεωρηθεί ότι εκφράζεται προσεγγιστικά από την κανονική κατανομή. Σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα (Central Limit Theorem) το άθροισμα πολλών ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών, καμία από τις οποίες δεν είναι σημαντικά επικρατέστερη έναντι των άλλων, τείνει προς την κανονική κατανομή καθώς ο αριθμός των τυχαίων μεταβλητών στο άθροισμα, ασχέτως των αρχικών τους κατανομών, αυξάνει χωρίς όριο. Επίσης, με βάση το ίδιο θεώρημα, το γινόμενο ενός μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών, καμία από τις οποίες δε δεσπόζει του γινομένου, θα τείνει προς μια λογαριθμοκανονική κατανομή.

### Λογαριθμοκανονική Κατανομή

Η λογαριθμοκανονική κατανομή (lognormal distribution) είναι η πιθανοτική κατανομή κάθε τυχαίας μεταβλητής της οποίας ο λογάριθμος ακολουθεί κανονική κατανομή. Εάν θεωρήσουμε ως  $X$  μια τυχαία μεταβλητή,  $X \sim N(\mu_x, \sigma_x)$ , τότε η τυχαία μεταβλητή  $Y = \exp(X)$  ακολουθεί

λογαριθμοκανονική κατανομή. Παρομοίως, εάν η  $Y$  ακολουθεί λογαριθμοκανονική κατανομή, ο δεκαδικός  $\log(Y)$  ή φυσικός λογάριθμος  $\ln(Y)$  αυτής, ακολουθεί κανονική κατανομή (π.χ. Menun 2002).

Η λογαριθμοκανονική κατανομή της μεταβλητής  $Y$  έχει τη αθροιστική συνάρτηση κατανομής CDF και τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF, οι οποίες δίνονται από τις σχέσεις 2.15 και 2.16, αντίστοιχα.

$$F_Y(y) = P(Y \leq y) = \Phi\left(\frac{\ln(y) - \mu_X}{\sigma_X}\right), \quad y \geq 0 \quad (2.15)$$

$$f_Y(y) = \frac{d}{dy} F_Y(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_X y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(y) - \mu_X}{\sigma_X}\right)^2\right], \quad y \geq 0 \quad (2.16)$$

Η μέση τιμή  $\mu_Y$ , η διάμεση τιμή  $\mu_{50}$  και η τυπική απόκλιση  $\sigma_Y$  της τυχαίας μεταβλητής  $Y$ , δίνονται από τις σχέσεις 2.17, 2.18 και 2.19, αντίστοιχα.

$$\mu_Y = \exp\left(\mu_X + \frac{\sigma_X^2}{2}\right) \quad (2.17)$$

$$\mu_{50\%} = \exp(\mu_X) \quad (2.18)$$

$$\sigma_Y = \exp\left(\mu_X + \frac{\sigma_X^2}{2}\right) \sqrt{\exp(\sigma_X^2) - 1} \quad (2.19)$$

## 2.2. Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας

Η Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας PBEE (Performance-Based Earthquake Engineering) αποτελεί τη φυσική εξέλιξη της διαδικασίας σχεδιασμού των κατασκευών ώστε να συμπεριλαμβάνονται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις των ιδιοκτητών για αυξημένη απόδοση των κτιρίων τους. Επιτρέπει το σχεδιασμό κατασκευών που μπορούν να αντέξουν σε λιγότερο ή περισσότερο συχνούς σεισμούς παρέχοντας την επιθυμητή επιτελεστικότητα, όπως για παράδειγμα, να παραμένουν πλήρως λειτουργικές για χαμηλής εντάσεως συνήθεις σεισμούς, να παρουσιάζουν χαμηλές βλάβες για λιγότερο συχνούς σεισμούς και να απαιτούν σοβαρές επισκευές ή και αντικατάσταση (αν κρίνεται οικονομικά πιο συμφέρουσα από την επισκευή) για ισχυρότερους σεισμούς, χωρίς όμως να καταρρέουν. Προσφάτως, έχουν παρουσιαστεί διάφοροι

κανονισμοί που αναγνωρίζουν αυτές τις ανάγκες, όπως για παράδειγμα οι SAC/FEMA-350/351 (SAC 2000), FEMA-356 (FEMA 2000) και ATC-40 (ATC 1996). Ιδιαίτερης σημασίας είναι η μεθοδολογία του Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center (Cornell & Krawinkler 2000) που παρέχει πλήρη εκτίμηση της κτιριακής συμπεριφοράς για κάθε επίπεδο σεισμικής έντασης και για οποιαδήποτε στάθμη επιτελεστικότητας μέσω της ολοκλήρωσης της σεισμικής επικινδυνότητας και των αποτελεσμάτων της δομικής ανάλυσης με δεδομένα βλαβών, κόστους και χρόνου επισκευής για να παραχθούν ρεαλιστικές εκτιμήσεις των επιπτώσεων που συνεπάγεται ένας σεισμός.

Η μεθοδολογία PBEE και η εφαρμογή της σε κτίρια κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα, χάλυβα κ.λπ., τα οποία είτε είναι ήδη κτισμένα είτε πρόκειται να κατασκευαστούν μελλοντικά, έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας πολλών μελετητών όπως των Goulet et al. (2007), Mitrani-Reiser (2007), Miranda & Aslani (2003) κ.α. Μια συμβατή αναλυτική προσέγγιση η οποία μπορεί να εφαρμοστεί στα πλαίσια της μεθοδολογίας PBEE, είναι η Τεχνική της Τρωτότητας Βάσει Δομών, ABV (Assembly-Based Vulnerability), μια μεθοδολογία η οποία αναπτύχθηκε από τον Porter (2000,2001) και επέκτεινε την τεχνική η οποία αναπτύχθηκε από τους Scholl (1980) και Kustu (1982,1986). Επιπλέον, στα πλαίσια της Σεισμικής Μηχανικής Βάσει Επιτελεστικότητας, η Τεχνική της Τρωτότητας Βάσει Δομών μπορεί να συνδυαστεί με τη χρήση εξελιγμένων τεχνικών ανάλυσης, όπως η Ανάλυση Δυναμικής Αντίστασης (Incremental Dynamic Analysis) η οποία αναπτύχθηκε από τους Vamvatsikos & Cornell (2002,2004), ώστε να επιτρέψει τον ακριβή υπολογισμό της μέσης συχνότητας υπέρβασης μεγεθών κόστους και χρόνου αποκατάστασης ενός κτιρίου.

Σκοπός της μεθοδολογίας PBEE είναι η εκτίμηση της απόδοσης της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων, σε όρους οι οποίοι είναι κατανοητοί και ενδιαφέρουν τους ιδιοκτήτες. Οι όροι αυτοί, οι οποίοι αποτελούν τις μεταβλητές απόφασης (decision variables DVs), είναι το κόστος και η χρονική διάρκεια αποκατάστασης ενός κτιρίου όπως επίσης και οι απώλειες ανθρώπινων ζωών. Η αξία της μεθοδολογίας αυτής, βρίσκεται στην ικανότητά της να πληροφορεί τους ιδιοκτήτες-μετόχους για την πραγματική σημασία των εναλλακτικών επιλογών σχεδιασμού, όπως η τοποθεσία ανέγερσης του κτιρίου, η διαστασιολόγηση των μελών του, η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των δομικών στοιχείων κ.λπ.

Η μεθοδολογία αυτή αποτελείται από τέσσερα ευδιάκριτα διαδοχικά αναλυτικά στάδια, την ανάλυση κινδύνου (hazard analysis), τη στατική και δυναμική ανάλυση του κτιρίου (structural analysis), την ανάλυση των ζημιών (damage analysis) και την ανάλυση των απωλειών (loss analysis). Η μεθοδολογία είναι πιθανοτική, δηλαδή σε κάθε στάδιο ανάλυσης περιλαμβάνονται συνδυασμένες αριθμητικές μέθοδοι όλων των πιθανών περιπτώσεων, προκειμένου να μεταφέρονται οι αβεβαιότητες από βήμα σε βήμα, έτσι ώστε στο τέλος να προκύπτει η συνολική πιθανοτική πρόβλεψη της επιτελεστικότητας του κτιρίου, η οποία μπορεί να εκφραστεί μέσω της σχέσης 2.20 (π.χ. Cornell & Krawinkler 2000, Porter et al. 2002).

$$\lambda[DV] = \int_{DM} \int_{EDP} \int_{IM} G[DV | DM] P[DM | EDP] P[EDP | IM] \left| \frac{d\lambda(IM)}{dIM} \right| dIM dEDP dDM \quad (2.20)$$

όπου,

DV: η μεταβλητή απόφασης (decision variable), παράμετρος βάσει της οποίας εκτιμάται η επιτελεστικότητα της κατασκευής, όπως το κόστος και η χρονική διάρκεια επισκευής.

DM: το μέτρο ζημιάς (damage measure), παράμετρος βάσει της οποίας καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς των μελών της κατασκευής π.χ. καθόλου, ελαφριές, μέτριες, σοβαρές ζημιές, πλήρης απώλεια (κατάρρευση).

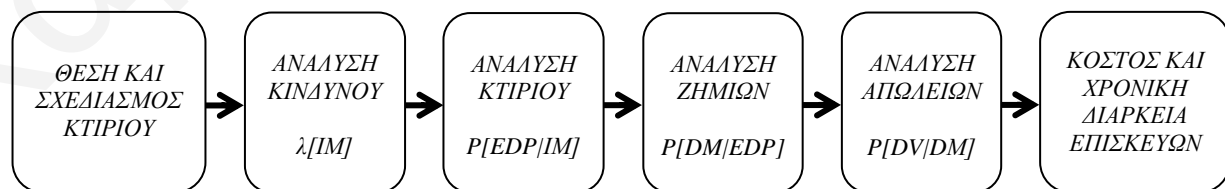
EDP: το μέτρο απόκρισης (engineering demand parameter) π.χ. η πλαστική στροφή ενός υποστυλώματος ή δοκού, η ανηγμένη σχετική μετακίνηση ενός ορόφου κ.λπ.

IM: το μέτρο έντασης (intensity measure), παράμετρος έκφρασης της επιρροής του σεισμού στην κατασκευή π.χ. η φασματική επιτάχυνση στην πρώτη ιδιομορφή.

$\lambda[\cdot]$ : η μέση ετήσια συχνότητα υπέρβασης MAF (mean annual frequency of exceedance) της ποσότητας μέσα στην παρένθεση.

$G[\cdot]$ : η συμπληρωματική αθροιστική συνάρτηση πιθανότητας CCDF της ποσότητας μέσα στην παρένθεση.

$P[\cdot]$ : η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF της ποσότητας μέσα στην παρένθεση.



**Σχήμα 2.1.** Στάδια μεθοδολογίας PBEE (προσαρμοσμένα από Porter et al. 2002).

Βάσει του Σχήματος 2.1, οι μεταβλητές απόφασης DVs (κόστος και χρονική διάρκεια επισκευών), ποσοτικοποιούνται ως συνάρτηση της θέσης και του σχεδιασμού του κτιρίου. Επιπλέον, τα στάδια της ανάλυσης μπορούν να διακριτοποιηθούν ανάλογα με την επαγγελματική ειδικότητα. Για παράδειγμα, η ανάλυση κινδύνου μπορεί να πραγματοποιηθεί από σεισμολόγους και γεωτεχνικούς μηχανικούς με περιορισμένη γνώση ζητημάτων δομοστατικής, ενώ η στατική και δυναμική ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί από δομοστατικούς μηχανικούς χωρίς εξειδικευμένη γνώση των βημάτων που προηγήθηκαν ή ακολουθούν.

Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την ανάλυση κινδύνου, στην οποία καθορίζεται η καμπύλη μέσης ετήσιας συχνότητας υπέρβασης της έντασης της εδαφικής κίνησης αναλόγως της τοποθεσίας του κτιρίου, λαμβανομένων υπόψη των τοπικών ρηγμάτων και των χαρακτηριστικών τους. Ως εδαφική ένταση IM, λαμβάνεται η φασματική επιτάχυνση στη θεμελιώδη ιδιομορφή-περίοδο του κτιρίου σε απόσβεση 5% (για κτίρια από οπλισμένα σκυρόδεμα), η οποία συμβολίζεται με  $S_a(T_1, 5\%)$ . Βάσει αυτής της τιμής, επιλέγεται ή παράγεται ένα σύνολο από επιταχυνσιογραφήματα (χρονοϊστορίες εδαφικής κίνησης) τα οποία κλιμακώνονται για να είναι συμβατά με το προσδιοριζόμενο επίπεδο κινδύνου για να επιτευχθεί η επιθυμητή ασφάλεια για τη συγκεκριμένη τοποθεσία.

Το δεύτερο βήμα περιλαμβάνει ένα σύνολο από μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις του κτιρίου για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφήματων και για μια σειρά από επίπεδα έντασης. Από κάθε ανάλυση προκύπτει ένα σύνολο δομικών αποκρίσεων οι οποίες αποτελούν τα μέτρα απόκρισης EDPs όπως οι πλαστικές στροφές των μελών, οι σχετικές ανηγμένες μετατοπίσεις των ορόφων, οι επιταχύνσεις των ορόφων κ.λπ., οι οποίες στη συνέχεια εισάγονται σε συναρτήσεις τρωτότητας οι οποίες εκφράζουν την υπό όρους πιθανότητα ένα στοιχείο (π.χ. υποστύλωμα, δοκός, τοιχοπλήρωση) να βρίσκεται ή να έχει υπερβεί κάποια από τις στάθμες επιτελεστικότητας. Η κατάσταση ζημιάς κάθε μέλους καθορίζεται από το μέγεθος της επισκευής η οποία απαιτείται προκειμένου να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Κάθε συνάρτηση τρωτότητας μπορεί να θεωρηθεί ισοδύναμη με μια πιθανοτική κατανομή της φέρουσας ικανότητας κάθε μέλους. Αν θεωρήσουμε την πιθανότητα ένα μέλος να υπερβεί την κατάσταση ζημιάς  $Y$  όταν εκτεθεί σε ένα μέτρο απόκρισης  $X$  με τιμή  $x$ , τότε αυτή η πιθανότητα είναι ίση με τη πιθανότητα η τυχαία ικανότητα του μέλους για τη δεδομένη κατάσταση βλάβης σε όρους του μέτρου  $X$ , να είναι μικρότερη του  $x$ .

Για κάθε μέλος, συγκρίνεται η απόκριση στην οποία εκτίθεται με τη φέρουσα ικανότητά του, προκειμένου να καθοριστεί η πιθανότητα το μέλος να έχει ξεπεράσει την οριακή του κατάσταση και να απαιτεί επισκευή ή αντικατάσταση. Πραγματοποιώντας αυτή τη διαδικασία σύγκρισης για κάθε μέλος, δημιουργείται μία πλήρης εικόνα της κατάστασης ζημιών όλου του κτιρίου και γίνεται γνωστό το μέγεθος των επισκευών που πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση.

Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος ζημιάς υπολογίζεται το κόστος επισκευής κάθε μέλους και προσδιορίζεται το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου. Επομένως, για κάθε ανάλυση η οποία πραγματοποιείται προκύπτει ένα ζεύγος τιμών ( $S_a, C_R$ ), όπου  $S_a$  η φασματική επιτάχυνση η οποία αντιστοιχεί στην πρώτη ιδιομορφή (μέτρο έντασης) και  $C_R$  (repair cost) το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου (μεταβλητή απόφασης). Το κόστος επισκευής  $C_R$  εκφράζεται συνήθως ως κλάσμα προς το κόστος αντικατάστασης του κτιρίου  $C_{RN}$ , (new replacement cost). Αυτή η αναλογία αναφέρεται ως συντελεστής ζημιών (damage factor),  $DF = C_R / C_{RN}$ .

Η πιο πάνω ανάλυση έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός διαγράμματος με τον κατακόρυφο άξονα να δείχνει τη φασματική επιτάχυνση  $S_a(T_1)$  και τον οριζόντιο άξονα να δείχνει το κόστος επισκευής του κτιρίου  $C_R$ , συχνά εκφρασμένο ως συντελεστή ζημιών  $DF$ . Στο διάγραμμα σχεδιάζονται τρεις καμπύλες, η διάμεση τιμή (50%) του συντελεστή ζημιών και δύο διακεκομμένες γραμμές οι οποίες αναπαριστούν την τυπική απόκλιση του συντελεστή αυτού, αντιστοιχώντας στο 16% και 84% της κατανομής. Με αυτόν τον τρόπο, θεωρώντας μια λογαριθμοκανονική ή μια κανονική κατανομή (κατά περίπτωση), οποιαδήποτε τιμή της φασματικής επιτάχυνσης  $S_a$ , αντιστοιχεί σε μια πιθανοτική κατανομή του συντελεστή ζημιών  $DF$ . Σημειώνεται ότι οι καμπύλες οι οποίες συνδέουν κάθε επίπεδο έντασης με το αναμενόμενο κόστος επισκευής του κτιρίου μπορούν να συνδυαστούν με καμπύλες σεισμικού κινδύνου για την εξαγωγή μέσων ετήσιων συχνότητων υπέρβασης κόστους.

Γνωρίζοντας τις απαιτούμενες επισκευές οι οποίες πρέπει να πραγματοποιηθούν, είναι εφικτό να γίνει ένας χρονοπρογραμματισμός των διαδικασιών επισκευής, μέσα από τον οποίο θα εκτιμάται η διάρκεια εκκένωσης και μη χρήσης του κτιρίου (loss-of-use duration) και το αντίστοιχο κόστος  $C_U$  (loss-of-use cost). Αυτή η διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί μέσω διασύνδεσης σχεσιακής βάσης δεδομένων με εξειδικευμένο λογισμικό χρονοπρογραμματισμού και κοστολόγησης πόρων (κόστος των εργατικών, των υλικών, των μηχανημάτων κ.λπ.) όπως το Primavera Project Planner



(Oracle 2007) ή το MS Office Project (Microsoft 2007). Αθροίζοντας το άμεσο κόστος επισκευής του κτιρίου και το κόστος λόγω μη χρήσης προκύπτει το συνολικό κόστος αποκατάστασης του κτιρίου.

Τελικός σκοπός των εργασιών εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κατασκευών σε σεισμό είναι να συγκριθεί το συνολικό κόστος αποκατάστασης με το κόστος αντικατάστασης του κτιρίου, προκειμένου να αποφασιστεί αν θα γίνει επισκευή του κτιρίου ή πλήρης κατεδάφιση και αντικατάστασή του.

### **2.2.1. Καθορισμός Ζημιών Μελών Κτιρίου**

Αφού επιλεγθεί το κτίριο για το οποίο θα εκτιμηθεί η επιτελεστικότητα σε σεισμό, προσομοιώνεται σε κατάλληλο λογισμικό, π.χ. OpenSEES (PEER Center 2009), όπου πραγματοποιούνται μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις υπό πολλαπλά ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων, τα οποία επιλέγονται και κλιμακώνονται αναλόγως του επιθυμητού μέτρου έντασης. Στην παρούσα έρευνα, αξιοποιούνται οι δομικές αποκρίσεις των στοιχείων – κόμβων έξι διαφορετικών κτιρίων, όπως οι μέγιστες ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις ορόφων, οι πλαστικές στροφές στα άκρα των υποστυλωμάτων και των δοκών κ.λπ., όπως έχουν προκύψει από την εφαρμογή 880 διαφορετικών σεναρίων σεισμού, με 39 δεδομένα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων τα οποία έχουν κλιμακωθεί σε 22 επίπεδα έντασης. Η διαδικασία αυτή έχει πραγματοποιηθεί από τον Dr. Curt B. Haselton (2006) και τα αποτελέσματα των αναλύσεων με τις δομικές αποκρίσεις των στοιχείων έχουν ληφθεί από την προσωπική του ιστοσελίδα στη διεύθυνση “[http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research\\_databases/sd\\_db.php](http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research_databases/sd_db.php)”. Οι αποκρίσεις αυτές αναφέρονται ως μέτρα απόκρισης EDP.

Οι μέγιστες αποκρίσεις EDP, οι οποίες προκύπτουν από τις αναλύσεις χρονοϊστορίας εισάγονται σε συναρτήσεις τρωτότητας προκειμένου να καθοριστεί το επίπεδο ζημιάς κάθε μέλους της κατασκευής και συγκεκριμένα να υπολογιστεί η πιθανότητα ένα δομικό στοιχείο να φτάσει ή να ξεπεράσει κάθε επίπεδο ζημιάς, δεδομένου ότι δεν έχει προκληθεί κατάρρευση (Non Collapse, NC) και δεδομένης σεισμικής έντασης IM. Σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται το μέτρο ζημιάς σε ένα μέλος να εξαρτάται μόνο από ένα μέτρο απόκρισης ενώ σε άλλες να εξαρτάται από περισσότερα. Επομένως για λόγους καλύτερης αξιολόγησης της κατάστασης ενός μέλους και του κόστους επισκευής του, το μέτρο ζημιάς DM διακριτοποιείται σε  $n$  στάθμες DS (damage states),

αναλόγως του μέλους. Οι στάθμες αυτές αποτελούν τις καταστάσεις ζημιάς ή επίπεδα ζημιάς ή στάθμες επιτελεστικότητας και χαρακτηρίζονται με ονόματα και κατάλληλα χρώματα π.χ. καθόλου ζημιές, ελαφριές ζημιές, μέτριες ζημιές, σοβαρές ζημιές και πλήρης απώλεια (π.χ. μία δοκός μπορεί να καταστραφεί εξωτερικά και ο οπλισμός να παραμείνει άθικτος ενώ σε μια άλλη μπορεί να καταστραφούν ολοκληρωτικά και το σκυρόδεμα και ο οπλισμός, με αποτέλεσμα η δοκός να μην μπορεί να φέρει πλέον φορτία).

Ορίζεται ως “n” ο αριθμός των πιθανών καταστάσεων ζημιάς ενός συγκεκριμένου μέλους, DS μια διακριτή τυχαία μεταβλητή που καθορίζει την κατάσταση ζημιάς,  $DS \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$ , (η κατάσταση  $DS_0$  σημαίνει ότι το μέλος παραμένει άθικτο στο σεισμό) και “ds” μια συγκεκριμένη τιμή την οποία λαμβάνει η τυχαία μεταβλητή για ένα συγκεκριμένο μέλος. Η κατάσταση ζημιάς DS του συγκεκριμένου μέλους εξαρτάται από το μέτρο απόκρισης EDP στο οποίο υπόκειται. Η μεταβλητή  $X_{ds}$  καθορίζεται ως η ικανότητα ενός μέλους να αντισταθεί σε μια συγκεκριμένη κατάσταση ζημιάς ds. Εάν το μέλος υπόκειται σε απόκριση  $EDP < X_{ds}$ , τότε δεν εισέρχεται σε κατάσταση ζημιάς ds. Αντίθετα, αν  $EDP \geq X_{ds}$ , τότε το μέλος φτάνει ή ξεπερνά την κατάσταση ζημιάς ds. Επειδή η ικανότητα  $X_{ds}$ , είναι μια συνεχής τυχαία μεταβλητή, έχει μια αθροιστική κατανομή πιθανότητας που συμβολίζεται με  $F_{X_{ds}}(EDP)$  και η οποία δίνει την πιθανότητα η αβέβαιη μεταβλητή  $X_{ds}$  να λαμβάνει τιμή μικρότερη ή ίση από μια συγκεκριμένη τιμή EDP.

Η αθροιστική κατανομή που υπολογίζεται στο επίπεδο της απόκρισης EDP δίνει την πιθανότητα ένα συγκεκριμένο μέλος να φτάσει ή να ξεπεράσει την κατάσταση ζημιάς ds, όπως φαίνεται στη σχέση 2.21.

$$P[DS \geq ds | EDP] = P[X_{ds} < EDP] = F_{X_{ds}}(EDP) \quad (2.21)$$

Μετά από ένα σεισμό, ένα μέλος είναι είτε άθικτο ( $DS_0$ ) είτε έχει εισέλθει σε μια από τις καταστάσεις ζημιάς  $DS_1, DS_2, \dots, DS_n$ . Ως απλοποιητική προσέγγιση, οι καταστάσεις ζημιάς θεωρούνται προοδευτικές (progressive), δηλαδή ένα μέλος υπό αυξανόμενο EDP περνά από την κατάσταση ζημιάς “ds” στην κατάσταση ζημιάς “ds+1” (Porter et al. 2001). Εάν ένα μέλος έχει “n+1” πιθανές καταστάσεις ζημιάς και κάθε κατάσταση ζημιάς, εκτός της μηδενικής, έχει μια σχετιζόμενη τυχαία ικανότητα  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , τότε η πιθανότητα ένα μέλος να βρίσκεται ή να έχει ξεπεράσει μια συγκεκριμένη κατάσταση ζημιάς, ξεκινάει από 1 και μειώνεται για κάθε ψηλότερη κατάσταση ζημιάς. Δεδομένου αυτού, η πιθανότητα ένα μέλος να βρίσκεται σε κατάσταση

ζημιάς “ds” ισούται με την πιθανότητα να βρίσκεται σε κατάσταση ζημιάς “ds” ή ψηλότερη, πλην της πιθανότητας να βρίσκεται σε κατάσταση ζημιάς “ds+1” ή ψηλότερη, όπως φαίνεται στη σχέση 2.22.

$$P[DS = ds | EDP] = \begin{cases} 1 - P[DS \geq 1 | EDP] & , \text{αν } ds = 0 \\ P[DS \geq ds | EDP] - P[DS \geq ds + 1 | EDP] & , \text{αν } 0 < ds < k \\ P[DS \geq ds | EDP] & , \text{αν } ds = k \end{cases} \quad (2.22)$$

### 2.2.2. Κόστος Επισκευής Κτιρίου

Σκοπός του επόμενου βήματος είναι ο υπολογισμός το συνολικού κόστους επισκευής για κάθε ανάλυση, βάσει των καταστάσεων ζημιάς όλων των μελών της κατασκευής. Οι αποκρίσεις των μελών οι οποίες προκύπτουν από τη δυναμική ανάλυση EDP, συνδυάζονται με τις καμπύλες τρωτότητας, για τον υπολογισμό της πιθανότητας ένα στοιχείο τύπου “i”, να φτάσει ή να ξεπεράσει το επίπεδο ζημιάς “j”, δεδομένου ότι δεν έχει προκληθεί κατάρρευση της κατασκευής (Non Collapse, NC) και δεδομένης σεισμικής έντασης IM, όπως φαίνεται στη σχέση 2.23.

$$G[DM_{ij} | NC, IM] = \int_{EDP_i} G[DM_{ij} | EDP_i] P[EDP_i | NC, IM] dEDP_i \quad (2.23)$$

Ο πρώτος παράγοντας,  $G[DM_{ij} | EDP_i]$ , είναι η πιθανότητα ένα στοιχείο τύπου “i”, δεδομένου του μέτρου απόκρισης του EDP, να φτάσει ή να ξεπεράσει το επίπεδο ζημιάς “j” (CCDF) και δίνεται από την καμπύλη τρωτότητας για EDP κατάλληλο για το στοιχείο τύπου “i”. Ο δεύτερος παράγοντας,  $P[EDP_i | NC, IM]$ , είναι η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας PDF για το κατάλληλο EDP, δεδομένου ότι δεν έχει προκληθεί κατάρρευση (Non Collapse, NC) και ενός δεδομένου μέτρου έντασης IM.

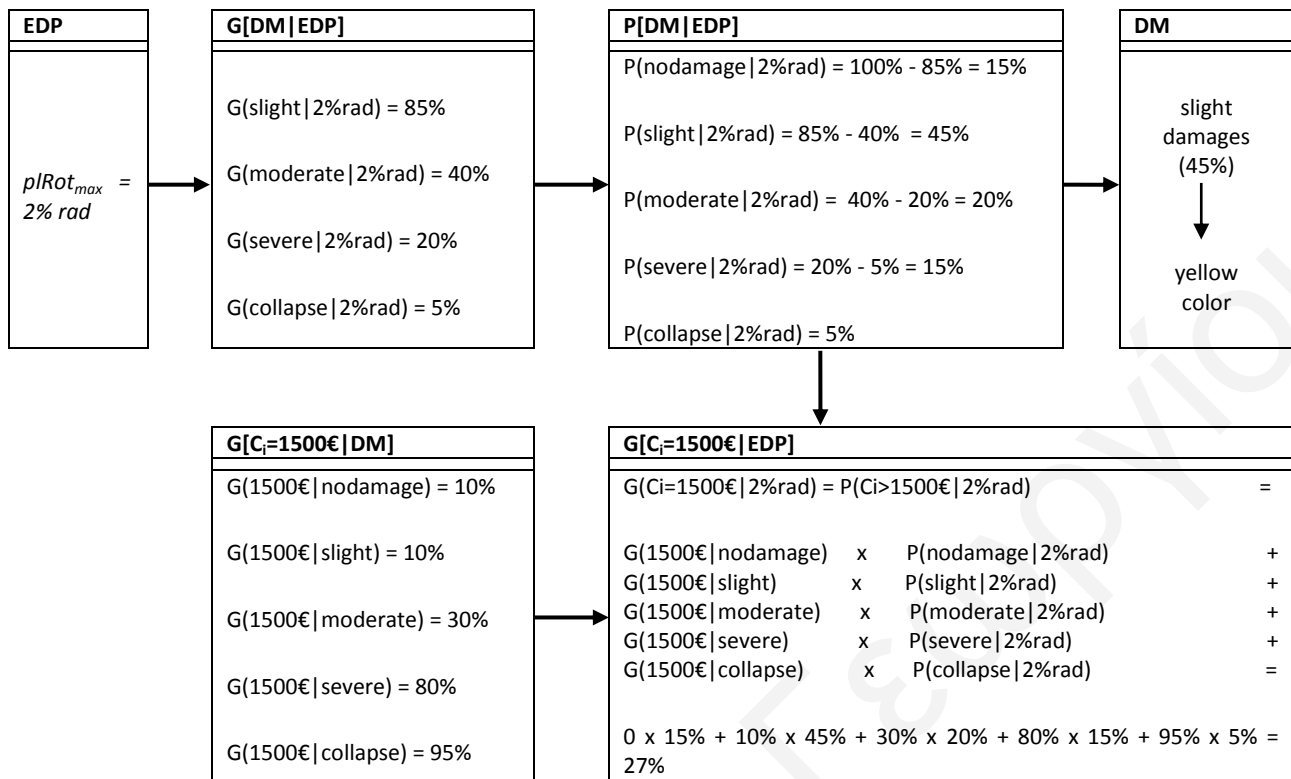
Για τον υπολογισμό του μερικού κόστους κάθε στοιχείου αλλά και του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι. Στην πρώτη μέθοδο, η οποία εφαρμόζεται στη μελέτη των Goulet et al. (2007) και Miranda & Aslani (2003), ο υπολογισμός του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου γίνεται μέσω μέσων τιμών και τυπικών αποκλίσεων, χρησιμοποιώντας βασικούς τύπους πιθανοτήτων. Το κόστος επισκευής  $C_i$  για κάθε στοιχείο τύπου “i”, και συγκεκριμένα η πιθανότητα υπέρβασης αυτού του κόστους (CCDF), για δεδομένη τιμή του EDP, υπολογίζεται βάσει της σχέσης 2.24.

$$G[C_i | EDP] = \sum_{all j} G[C_i | DM_{ij}] P[DM_{ij} | EDP] \quad (2.24)$$

Ο πρώτος παράγοντας,  $G[C_i | DM_{ij}]$ , αποτελεί την πιθανότητα υπέρβασης (CCDF) του κόστους  $C_i$  δεδομένου του επιπέδου ζημιάς  $DM_{ij}$  ενώ ο δεύτερος παράγοντας,  $P[DM_{ij} | EDP]$ , αποτελεί την πιθανότητα (PDF) το μέλος τύπου "i" να βρίσκεται στο επίπεδο ζημιάς "j", δεδομένου του EDP. Σημειώνεται ότι για την κατάσταση όπου δεν υπάρχουν ζημιές, ο όρος  $G(C_i/nodamage)$  είναι ίσος με 1 για κόστος  $C_i = 0$  και ίσος με 0 για κάθε κόστος  $C_i > 0$ .

Για καλύτερη κατανόηση θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα ένα δομικό στοιχείο π.χ. υποστύλωμα και θα παρουσιαστεί αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού του κόστους επισκευής του. Για τα υποστυλώματα θεωρούμε πέντε καταστάσεις ζημιάς: καθόλου (no damage), ελαφριές (slight), μέτριες (moderate), σοβαρές (severe) ζημιές και πλήρης απώλεια (collapse). Το μέτρο απόκρισης EDP βάσει του οποίου καθορίζεται η κατάσταση ζημιάς του, είναι η μέγιστη πλαστική στροφή (plastic rotation -  $plRot_{max}$ ) η οποία αναπτύσσεται στα άκρα του. Έστω ότι από τη δυναμική ανάλυση προκύπτει ότι έχει  $EDP = plRot_{max} = 2\% \text{ rad}$ . Από τις καμπύλες τρωτότητας προκύπτουν οι πιθανότητες το υποστύλωμα να έχει φτάσει ή και να ξεπεράσει κάθε μια από αυτές τις καταστάσεις ζημιάς  $G[DM|EDP]$ . Έστω ότι προκύπτουν οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.2. Αφαιρώντας τα διαδοχικά επίπεδα ζημιάς προκύπτουν οι πιθανότητες το υποστύλωμα να βρίσκεται σε κάθε μια από τις πέντε καταστάσεις ζημιάς  $P[DM|EDP]$  (σχέση 2.22). Το σύνολο των πέντε αυτών πιθανοτήτων είναι ίσο με τη μονάδα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η πιθανότερη κατάσταση ζημιάς είναι η στάθμη ελαφριών ζημιών με πιθανότητα 45% και στο υποστύλωμα ανατίθεται κίτρινο χρώμα, κάτι το οποίο θα εξηγηθεί στα επόμενα κεφάλαια.

Για να υπολογιστεί η κατανομή του κόστους  $C_i$  για το δεδομένο στοιχείο "i" που είναι το υποστύλωμα, θεωρούμε ένα διάνυσμα πιθανών τιμών επισκευής, π.χ. από 0€ έως 3000€, ανά διαστήματα του 1€. Για κάθε μια τιμή κόστους υπολογίζονται οι πιθανότητες υπέρβασης της τιμής αυτής, βάσει της σχέσης 2.24. Εάν για παράδειγμα οι πιθανότητες υπέρβασης των 1500€, δεδομένης κάθε μιας κατάστασης ζημιάς, όπως προκύπτουν από τις καμπύλες υπέρβασης κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς, είναι αυτές οι οποίες παρουσιάζονται στη στήλη  $G[C_i=1500|DM]$ , βάσει της σχέσης 2.24, προκύπτει ότι η πιθανότητα υπέρβασης των 1500€ είναι  $G(C_i=1500€|2\%rad) = 27\%$ .



**Σχήμα 2.2.** Διαδικασία υπολογισμού κόστους επισκευής δομικού στοιχείου π.χ. υποστρώματος.

Αφού επαναληφθεί η πιο πάνω διαδικασία για όλες τις πιθανές τιμές κόστους προκύπτει η κατανομή του κόστους του υποστρώματος και το αντίστοιχο διάγραμμα πιθανοτήτων υπέρβασης κάθε τιμής κόστους (CCDF). Αφαιρώντας κάθε πιθανότητα από τη μονάδα, προκύπτει το διάγραμμα πιθανοτήτων μη υπέρβασης κάθε τιμής κόστους CDF, και παραγωγίζοντας αριθμητικά τις τιμές αυτές για κάθε τιμή κόστους προκύπτει το διάγραμμα PDF. Παρά το γεγονός ότι λόγω των μικρών διαστημάτων του 1€ η μορφή του διαγράμματος είναι διακριτή, θεωρούμε ότι το διάγραμμα PDF αναπαριστά ουσιαστικά μια συνεχή καμπύλη με ευθείες μεταξύ των διακριτών σημείων, η οποία μοιάζει πολύ στην καμπύλη της κανονικής κατανομής. Η αναμενόμενη μέση τιμή του κόστους επισκευής ενός στοιχείου “k” του κτιρίου συμβολίζεται με  $E[C_k]$  και υπολογίζεται ως το άθροισμα των γινομένων κάθε πιθανής τιμής κόστους επισκευής επί την πιθανότητα υπέρβασης αυτής της τιμής και δίνεται από τη σχέση 2.25, όπου ο δείκτης “x” αντιπροσωπεύει το πλήθος των διακριτών τιμών κόστους και “c<sub>x</sub>” κάθε διακριτή τιμή κόστους. Η διασπορά (variance)  $Var[C_k]$ , η τυπική απόκλιση (standard deviation)  $Std[C_k]$  και ο συντελεστής διασποράς (coefficient of variation)  $v[C_k]$  του κόστους αυτού δίνονται από τις σχέσεις 2.26, 2.27 και 2.28, αντίστοιχα (π.χ. Benjamin & Cornell 1970).

$$E[C_k] = \sum_{all\ x} G(c_x | EDP_k) \cdot c_x \quad (2.25)$$

$$Var[C_k] = E[C_k^2] - (E[C_k])^2 = \sum_{all\ x} G(c_x | EDP_k) \cdot c_x^2 - (E[C_k])^2 \quad (2.26)$$

$$Std[C_k] = \sqrt{Var[C_k]} \quad (2.27)$$

$$v[C_k] = Std[C_k] / E[C_k] \quad (2.28)$$

Δεδομένου ότι δεν υπάρχει κατάρρευση NC (Non Collapse), το συνολικό κόστος επισκευής κάθε ομάδας μελών (π.χ. όλων των υποστυλωμάτων) και κατ' επέκταση του κτιρίου  $C_R$  (repair cost), δίνεται από τη σχέση 2.29 ενώ θεωρώντας επιπλέον ότι η κατανομή του κόστους  $C_k$  κάθε στοιχείου είναι ανεξάρτητη των υπολοίπων (Goulet et al. 2007), η διασπορά, η τυπική απόκλιση και ο συντελεστής διασποράς του συνολικού κόστους, δίνονται από τις σχέσεις 2.30, 2.31 και 2.32, αντίστοιχα. Στην περίπτωση κατάρρευσης C (Collapse), το κόστος επισκευής του κτιρίου λαμβάνεται ίσο με το κόστος αντικατάστασης  $C_{RN}$  (New Replacement Cost) όπως φαίνεται στη σχέση 2.33. Στην περίπτωση στην οποία η ανάλυση σε κάθε επίπεδο έντασης περιλαμβάνει πλήθος ζεύγους επιταχυνσιογραφημάτων, με κάποια από αυτά να προκαλούν κατάρρευση και κάποια όχι, το κόστος επισκευής του κτιρίου προκύπτει από τη σχέση 2.34, όπου  $P(NC)$  και  $P(C)$ , η πιθανότητα μη κατάρρευσης και η πιθανότητα κατάρρευσης, αντίστοιχα. Η πιθανότητα κατάρρευσης  $P(C)$  σε κάθε επίπεδο έντασης IM προκύπτει από το λόγο του πλήθους του ζεύγους επιταχυνσιογραφημάτων που προκαλούν κατάρρευση προς το συνολικό αριθμό του ζεύγους επιταχυνσιογραφημάτων σε κάθε επίπεδο έντασης. Με αντίστοιχο τρόπο, υπολογίζεται η πιθανότητα μη κατάρρευσης  $P(NC)$ . Ως εκ τούτου, σε κάθε επίπεδο έντασης, το άθροισμα των πιθανοτήτων κατάρρευσης και μη κατάρρευσης ισούται με τη μονάδα, όπως φαίνεται στη σχέση 2.35.

$$E[C_R | NC] = \sum_{all\ k} E[C_k] \quad (2.29)$$

$$Var[C_R | NC] = \sum_{all\ k} Var[C_k] \quad (2.30)$$

$$Std[C_R | NC] = \sqrt{Var[C_R | NC]} \quad (2.31)$$

$$v[C_R | NC] = Std[C_R | NC] / E[C_R | NC] \quad (2.32)$$

$$E[C_R | C] = C_{RN} \quad (2.33)$$

$$E[C_R] = E[C_R | NC] \cdot P(NC) + E[C_R | C] \cdot P(C) \quad (2.34)$$

$$P(C) + P(NC) = 1 \quad (2.35)$$

Με τη δεύτερη μέθοδο γίνεται υπολογισμός της κατανομής του κόστους επισκευής του κτιρίου με προσομοίωση Monte Carlo για  $N$  πιθανά σενάρια ζημιών. Η τεχνική προσομοίωσης Monte Carlo βασίζεται στη θεωρία των μεγάλων αριθμών, σύμφωνα με την οποία η συμπεριφορά ενός στατιστικού δείγματος τείνει να σταθεροποιηθεί καθώς το μέγεθος του δείγματος τείνει προς το άπειρο. Οπότε, αντί να επιλυθεί με αριθμητικές ή αναλυτικές μεθόδους ένα πιθανοτικό πρόβλημα, η λύση του προσεγγίζεται με την πιθανοτική κατανομή των αποτελεσμάτων μιας στατιστικής επεξεργασίας. Η ακρίβεια της προσέγγισης εξαρτάται φυσικά και από το μέγεθος του δείγματος, αλλά κυρίως από την κατανομή του στον δειγματοχώρο του προβλήματος.

Αυτή η μέθοδος είναι πληρέστερη από την πρώτη μέθοδο καθώς δεν καταλήγει σε μια τελική μέση τιμή και διασπορά για το κόστος επισκευής αλλά προσφέρει ολόκληρη την κατανομή του κόστους. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, λαμβάνεται αριθμός  $N$  πιθανών σεναρίων ζημιάς σύμφωνα με την κατανομή του εκάστοτε κόστους επισκευής  $C_k$ . Αυτή η λήψη των τυχαίων δειγμάτων γίνεται με τη μέθοδο αντιστροφής της CDF κάθε  $C_k$  (Benjamin & Cornell 1970). Η μέθοδος αντιστροφής λειτουργεί βάσει ενός θεμελιώδους θεωρήματος το οποίο συνδέει την ομοιόμορφη κατανομή με άλλες συνεχείς κατανομές. Συγκεκριμένα, εάν η  $F$  είναι συνεχής κατανομή η οποία δύναται να αντιστραφεί ( $F^{-1}$ ), και  $u$  είναι ένας τυχαίος αριθμός από ομοιόμορφη κατανομή τότε η  $F^{-1}(u)$  έχει κατανομή  $F$ . Για το λόγο αυτό, το μοναδιαίο κόστος λαμβάνεται ως αντίστροφη αθροιστική κατανομή του  $C_k$  υπολογισμένη στο  $u$ .

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, λαμβάνεται ένας αριθμός  $N$  πιθανών σεναρίων ζημιάς (π.χ.  $N=1000$ ), και το κόστος επισκευής  $C_k$  για κάθε στοιχείο υπολογίζεται λαμβάνοντας για κάθε μια τιμή από 1 έως  $N$ , μια ενδεικτική τυχαία τιμή  $u$  από την ομοιόμορφη κατανομή  $(0,1)$  και εφαρμόζοντας την μέθοδο αντιστροφής. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί γιατί η καμπύλη CDF όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς οι οποίοι παρουσιάστηκαν προηγουμένως, αποτελεί μια συνάρτηση από το κόστος  $C_i$  στο διάστημα  $[0,1]$  το οποίο περιλαμβάνει ουσιαστικά τις αντίστοιχες πιθανότητες. Αυτή η συνάρτηση η οποία είναι 1-1 και επί, δύναται να αντιστραφεί. Επομένως εάν υπάρχει η δυνατότητα να λαμβάνονται τυχαίες τιμές στο διάστημα  $[0,1]$ , κάτι το

οποίο προσφέρεται μέσω των κατάλληλων εντολών στο Matlab (MathWorks 2009b), μέσω της αντιστροφής της CDF ( $F_{C_k}^{-1}$ ), λαμβάνονται τυχαίες τιμές με την κατανομή της CDF, δηλαδή της κατανομής τους κόστους επισκευής του κάθε στοιχείου.

Η δεύτερη μέθοδος υπολογισμού του κόστους επισκευής, η οποία εφαρμόζεται στη παρούσα διατριβή, παρουσιάζεται συνοπτικά στον Πίνακα 2.1, για  $K$  πλήθος στοιχείων (elements) και  $N$  πλήθος σεναρίων (trials) και αντιπροσωπεύει την ανάλυση η οποία πραγματοποιείται για  $R$  ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων (record sets) σε κάθε ένα από τα  $L$  συνολικά επίπεδα έντασης (intensity levels). Βάσει της μεθόδου αυτής, για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων σε κάθε επίπεδο έντασης, δεδομένου του EDP που λαμβάνει κάθε στοιχείο  $k$  του κτιρίου, προκύπτει ένα διάνυσμα με  $N$  τιμές πιθανού κόστους επισκευής  $C_k$  του στοιχείου αυτού, όπως φαίνεται σε κάθε στήλη του πίνακα. Υπολογίζοντας τη μέση τιμή  $E[C_k]$  και τη διασπορά  $Var[C_k]$  του διανύσματος κόστους επισκευής κάθε στοιχείου, λαμβάνονται τα ίδια αποτελέσματα όπως και στην πρώτη μέθοδο (σχέσεις 2.28 έως 2.31). Η ουσιαστική διαφορά της μεθόδου αυτής έγκειται στο ότι για κάθε σενάριο από 1 έως  $N$ , αθροίζονται τα επιμέρους κόστη  $C_k$  των στοιχείων και υπολογίζεται το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου, όπως φαίνεται σε κάθε γραμμή του πίνακα. Με τον τρόπο αυτό, δεν καταλήγουμε σε μια τιμή όπως στην πρώτη μέθοδο, αλλά διαθέτουμε πλέον,  $N$  τιμές πιθανού συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου. Υπολογίζοντας τη μέση τιμή και τη διασπορά αυτών των  $N$  τιμών, προκύπτει το αναμενόμενο συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου  $E[C_R]$ , η διασπορά  $Var[C_R]$ , η τυπική απόκλιση  $Std[C_R]$ , και ο συντελεστής διασποράς  $v[C_R]$  του κόστους αυτού.

Δεδομένου ότι η ανάλυση πραγματοποιείται για  $R$  ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων για μια σειρά από  $L$  επίπεδα έντασης, ο πίνακας αυτός αποκτά την ολοκληρωμένη μορφή η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1, και η ανάλυση όπως έχει περιγραφεί, επαναλαμβάνεται  $R$  φορές σε κάθε επίπεδο έντασης. Σε αυτή την περίπτωση, σε κάθε επίπεδο έντασης, το αναμενόμενο κόστος επισκευής κάθε στοιχείου προκύπτει από τη μέση τιμή ενός διανύσματος το οποίο περιέχει  $R \times N$  πιθανές τιμές κόστους με  $N$  να είναι οι τιμές οι οποίες προκύπτουν από κάθε EDP που προκαλεί το κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων ξεχωριστά. Αντίστοιχα, το αναμενόμενο κόστος επισκευής του κτιρίου προκύπτει από τη μέση τιμή του διανύσματος το οποίο περιέχει  $R \times N$  πιθανές τιμές κόστους οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τα αθροίσματα των επιμέρους τιμών κόστους των στοιχείων σε κάθε σενάριο βλάβης.



Στην περίπτωση που ένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου, τότε δεν γίνεται προσομοίωση  $N$  σεναρίων βλαβών για κάθε στοιχείο του κτιρίου ξεχωριστά, αλλά η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου αντικαθίσταται από  $N$  πιθανές τιμές όπως προκύπτουν από την κατανομή του κόστους αντικατάστασής του. Εκτενής αναφορά για το κόστος αντικατάστασης ενός κτιρίου γίνεται σε επόμενο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα, επιλέγοντας η ανάλυση να πραγματοποιηθεί για συγκεκριμένα στοιχεία, προσφέρεται η δυνατότητα για υπολογισμό του αναμενόμενου κόστους επισκευής ανά όροφο και ανά κατηγορία ομοειδών στοιχείων.

Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου MC είναι ότι αποτελεί μία απλή και αξιόπιστη πιθανοτική μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε είδους πρόβλημα. Από την άλλη πλευρά, το κύριο μειονέκτημά της είναι το υπερβολικό υπολογιστικό κόστος της αφού απαιτούνται πολλές χιλιάδες MC προσομοιώσεις. Το κόστος αυτό μειώνεται σε σημαντικό βαθμό με τη χρησιμοποίηση διαφόρων υπολογιστικών τεχνικών μείωσης του στατιστικού δείγματος της μεθόδου MC. Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας MC χρησιμοποιείται η τεχνική δειγματοληψίας Λατινικού Υπερκύβου LHS (Latin Hypercube Sampling).

Η μέθοδος LHS αποτελεί μια μορφή στρωματοποιημένης δειγματοληψίας βάσει της οποίας η πιθανοτική κατανομή διαιρείται σε  $N$  διαστήματα ίσων πιθανοτήτων στο διάστημα  $[0,1]$ , όπου  $N$  ο αριθμός των σεναρίων ζημιών. Από κάθε διάστημα επιλέγεται μια τιμή, η οποία ισαπέχει από την προηγούμενη και την επόμενη έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή του δείγματος. Επιπλέον, κάθε ένα από αυτά τα  $N$  διαστήματα συμπεριλαμβάνεται στη δειγματοληψία μόνο μια φορά. Οι πιο πάνω συνθήκες εξασφαλίζονται μέσω των κατάλληλων εντολών στο Matlab όπου λαμβάνεται, για παράδειγμα, ένα διάνυσμα με  $N=250$  ισοπίθανα σημεία γραμμικώς ισαπέχοντα στο διάστημα  $[0.5/N, 1-0.5/N]$ . Η μέθοδος LHS έχει το πλεονέκτημα ότι παράγει ένα σύνολο από δείγματα που αντανakλούν ακριβέστερα το σχήμα της κατανομής από ότι πετυχαίνει η τυχαία δειγματοληψία Monte Carlo, με αποτέλεσμα η μέση τιμή ενός συνόλου αποτελεσμάτων της προσομοίωσης να προσεγγίζει πιο γρήγορα τη πραγματική μέση τιμή της κατανομής, μειώνοντας το υπολογιστικό κόστος.

**Πίνακας 2.1.** Υπολογισμός κατανομής κόστους επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου βάσει προσομοίωσης Monte Carlo - LHS.

		<i>Record Set</i>	<i>Trial</i>	<i>Element k=1</i>	<i>Element k=2</i>	<i>Element k=3</i>	...	<i>Element k=K</i>	<i>Total Repair Cost</i>
<b>Cost Analysis for Each Intensity Level L</b>	<b>Record Set</b> <i>r=1</i>	n=1	$C_{k=1,n=1,r=1}$	$C_{k=2,n=1,r=1}$	$C_{k=3,n=1,r=1}$	...	$C_{k=K,n=1,r=1}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=1,r=1}]$	
		n=2	$C_{k=1,n=2,r=1}$	$C_{k=2,n=2,r=1}$	$C_{k=3,n=2,r=1}$	...	$C_{k=K,n=2,r=1}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=2,r=1}]$	
		...	...	...	...	...	...	...	
		n=N	$C_{k=1,n=N,r=1}$	$C_{k=2,n=N,r=1}$	$C_{k=3,n=N,r=1}$	...	$C_{k=K,n=N,r=1}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=N,r=1}]$	
			$E[C_{k=1,r=1}]$	$E[C_{k=2,r=1}]$	$E[C_{k=3,r=1}]$	...	$E[C_{k=K,r=1}]$	$E[TC_{r=1}] = E\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=1}]\}$	
			$Var[C_{k=1,r=1}]$	$Var[C_{k=2,r=1}]$	$Var[C_{k=3,r=1}]$	...	$Var[C_{k=K,r=1}]$	$Var[TC_{r=1}] = Var\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=1}]\}$	
	<b>Record Set</b> <i>r=2</i>	n=1	$C_{k=1,n=1,r=2}$	$C_{k=2,n=1,r=2}$	$C_{k=3,n=1,r=2}$	...	$C_{k=K,n=1,r=2}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=1,r=2}]$	
		n=2	$C_{k=1,n=2,r=2}$	$C_{k=2,n=2,r=2}$	$C_{k=3,n=2,r=2}$	...	$C_{k=K,n=2,r=2}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=2,r=2}]$	
		...	...	...	...	...	...	...	
		n=N	$C_{k=1,n=N,r=2}$	$C_{k=2,n=N,r=2}$	$C_{k=3,n=N,r=2}$	...	$C_{k=K,n=N,r=2}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=N,r=2}]$	
			$E[C_{k=1,r=2}]$	$E[C_{k=2,r=2}]$	$E[C_{k=3,r=2}]$	...	$E[C_{k=K,r=2}]$	$E[TC_{r=2}] = E\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=2}]\}$	
			$Var[C_{k=1,r=2}]$	$Var[C_{k=2,r=2}]$	$Var[C_{k=3,r=2}]$	...	$Var[C_{k=K,r=2}]$	$Var[TC_{r=2}] = Var\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=2}]\}$	
<b>Record Set</b> <i>r=R</i>	n=1	$C_{k=1,n=1,r=R}$	$C_{k=2,n=1,r=R}$	$C_{k=3,n=1,r=R}$	...	$C_{k=K,n=1,r=R}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=1,r=R}]$		
	n=2	$C_{k=1,n=2,r=R}$	$C_{k=2,n=2,r=R}$	$C_{k=3,n=2,r=R}$	...	$C_{k=K,n=2,r=R}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=2,r=R}]$		
	...	...	...	...	...	...	...		
	n=N	$C_{k=1,n=N,r=R}$	$C_{k=2,n=N,r=R}$	$C_{k=3,n=N,r=R}$	...	$C_{k=K,n=N,r=R}$	$\sum_{all\_k} [C_{k,n=N,r=R}]$		
		$E[C_{k=1,r=R}]$	$E[C_{k=2,r=R}]$	$E[C_{k=3,r=R}]$	...	$E[C_{k=K,r=R}]$	$E[TC_{r=R}] = E\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=R}]\}$		
		$Var[C_{k=1,r=R}]$	$Var[C_{k=2,r=R}]$	$Var[C_{k=3,r=R}]$	...	$Var[C_{k=K,r=R}]$	$Var[TC_{r=R}] = Var\{\sum_{all\_k} [C_{k,r=R}]\}$		
		$E[C_{k=1,L}]$	$E[C_{k=2,L}]$	$E[C_{k=3,L}]$	...	$E[C_{k=K,L}]$	$E[TC_L] = E\{\sum_{all\_k} [C_k]\}$		
		$Var[C_{k=1,L}]$	$Var[C_{k=2,L}]$	$Var[C_{k=3,L}]$	...	$Var[C_{k=K,L}]$	$Var[TC_L] = Var\{\sum_{all\_k} [C_k]\}$		

Σύμφωνα με τον Iman (1999), για συναρτήσεις περίπου γραμμικές, εάν επιλεγθεί η προσομοίωση με τη μέθοδο Monte Carlo για τον υπολογισμό της κατανομής του κόστους επισκευής και ληφθούν  $N$  πιθανά σενάρια ζημιάς, το αποτέλεσμα προκύπτει ίδιο, με μικρή απόκλιση, εάν η προσομοίωση πραγματοποιηθεί με τη τεχνική δειγματοληψίας LHS για  $X = \sqrt[3]{N}$  σενάρια.

### 2.2.3. Κόστος λόγω Εκκένωσης και Μη Χρήσης Κτιρίου

Ένα μεγάλο κόστος απωλειών λόγω σεισμών, εκτός από το κόστος επισκευής των μελών, είναι το κόστος το οποίο προκύπτει λόγω εκκένωσης του κτιρίου και μη χρήσης του (loss-of-use), ιδιαίτερα στην περίπτωση κατά την οποία το κτίριο λειτουργεί ως χώρος άσκησης οικονομικών δραστηριοτήτων. Ένα απλό παράδειγμα για να κατανοηθεί η σημαντικότητα αυτού του ζητήματος, είναι εάν κάποιος φανταστεί, ένα μεγάλο συγκρότημα γραφείων, μια μεγάλη υπεραγορά ή ένα πολυκινηματογράφο, να παραμείνουν κλειστά έστω και για μια εβδομάδα, οπότε δεν είναι μόνο το κόστος των απωλειών, των επισκευών και της χρονικής διάρκειας που θα είναι κενά, αλλά είναι και το χαμένο κέρδος από τη μη διεκπεραίωση των εργασιών τους και τη μη προσέλκυση πελατών.

Σε αυτή την περίπτωση, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί ο χρόνος επισκευής των επιμέρους λειτουργικών τμημάτων του κτιρίου, για να εκτιμηθεί η απώλεια κερδών για το διάστημα το οποίο το κτίριο θα παραμείνει εκκενωμένο για επιδιορθώσεις. Το κόστος λόγω μη χρήσης του κτιρίου για επισκευές και μόνο, αποτελεί άμεση συνάρτηση της διάρκειας μη χρήσης του κτιρίου λόγω επισκευών, όπως φαίνεται στη σχέση 2.36,

$$C_U = T \cdot U_m \quad (2.36)$$

όπου,

$C_u$ : το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης του κτιρίου.

$T$ : η χρονική διάρκεια επισκευής του κτιρίου, όπως προκύπτει από το χρονοπρογραμματισμό σε λογισμικό, μετρημένη σε εργάσιμες μέρες (workdays), συν σαββατοκύριακα όπου αυτό απαιτείται συν το χρόνο που έχει μεσολαβήσει από τη μέρα του σεισμού μέχρι τη μέρα την οποία ξεκινούν οι επισκευές.

$U_m$ : ο μέσος όρος των ημερήσιων εσόδων από τη λειτουργία του κτιρίου.

Συνυπολογίζοντας στην πιο πάνω σχέση, πέραν από τις απώλειες κερδών λόγω μη δυνατότητας αξιοποίησης του κτιρίου για εργασία, το κόστος μεταφοράς εξοπλισμού που δεν έχει πάθει ζημιές για εκκένωση του χώρου, το κόστος για την ενδεχόμενη ενοικίαση κάποιου άλλου χώρου για να συνεχιστούν οι εργασίες της επιχείρησης που στεγαζόταν στο κτίριο που έχει πάθει ζημιές και το κόστος στην περίπτωση μη αξιοποίησης του κτιρίου για επιπλέον περίοδο μετά το πέρας των επισκευών προκύπτει το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης του κτιρίου  $C_U$ .

#### **2.2.4. Συνολικό Κόστος Αποκατάστασης Κτιρίου**

Το συνολικό κόστος αποκατάστασης του κτιρίου συμβολίζεται με  $C$  και αποτελείται από το κόστος επισκευής των στοιχείων του κτιρίου (άμεσο κόστος)  $C_R$  και το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης  $C_U$ , όπως φαίνεται στη σχέση 2.37. Άλλα έμμεσα κόστη όπως κόστη λόγω επιπρόσθετων μετατροπών στο κτίριο προκειμένου να ικανοποιεί κριτήρια πρόσφατων κανονισμών και να είναι πιο ασφαλές, κόστη λόγω αύξησης της αγοραστικής αξίας των υλικών σε περιπτώσεις μεγάλων καταστροφών από σεισμό κ.λπ. δε λαμβάνονται υπόψιν.

$$C = C_R + C_U \quad (2.37)$$

#### **2.2.5. Κόστος Αντικατάστασης Κτιρίου**

Τελικός σκοπός των εργασιών εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κτιρίων σε σεισμό είναι η σύγκριση του κόστους αυτού με το κόστος πλήρους κατεδάφισης του κτιρίου και επανακατασκευής του, προκειμένου να εκτιμηθεί ποια λύση είναι η πιο οικονομική. Σύμφωνα με τους Goulet et al. (2007), οι υπολογιζόμενες αναμενόμενες απώλειες για διάφορα είδη κτιρίων, κυμαίνονται από 0.6 έως 1.1% του κόστους αντικατάστασης, όπου οι μικρότερες απώλειες αφορούν κτίρια τα οποία έχουν σχεδιαστεί με κριτήρια τα οποία υπερβαίνουν τις απαιτήσεις του κώδικα και οι μεγαλύτερες απώλειες αφορούν κτίρια τα οποία έχουν σχεδιαστεί με τις ελάχιστες απαιτήσεις του κώδικα.

Το κόστος αντικατάστασης του κατεστραμμένου από το σεισμό κτιρίου  $C_{RN}$  (new replacement cost) προκύπτει ως το άθροισμα του κόστους κατεδάφισης του κτιρίου αυτού  $C_D$  (demolition cost) και του κόστους ανέγερσης νέου κτιρίου  $C_{BN}$  (new building cost), όπως φαίνεται στη σχέση 2.38, το οποίο είναι μεν πανομοιότυπο σε αρχιτεκτονική με το κατεστραμμένο κτίριο αλλά

σχεδιασμένο με τις σύγχρονες απαιτήσεις του κώδικα. Η κατανομή του κόστους αντικατάστασης ενός κτιρίου υπολογίζεται έχοντας ως δεδομένα το κόστος κατεδάφισης ενός τυπικού κτιρίου ανά όροφο, όπως επίσης και το κόστος ανέγερσης κλειστών, καλυμμένων και ακάλυπτων χώρων ανά εμβαδόν κτιρίου σε τετραγωνικά μέτρα.

$$C_{RN} = C_D + C_{BN} \quad (2.38)$$

Γνωρίζοντας τη διάμεση (50%) τιμή και την τυπική απόκλιση του κόστους αυτού υπό τη μορφή ποσοστημορίων και συγκεκριμένα του κάτω και του άνω ορίου κόστους τα οποία αντιστοιχούν στο 16% και 84% της κατανομής αντίστοιχα και πολλαπλασιάζοντάς τα με τα επιμέρους εμβαδά χώρων του κάθε κτιρίου, προκύπτει όλη η κατανομή του κόστους αντικατάστασης. Η κατανομή αυτή, αντικαθιστά στους υπολογισμούς την κατανομή του κόστους επισκευής ενός κτιρίου, στην περίπτωση που κάποιο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση.

### **2.2.6. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου**

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο, για να εκτιμηθεί το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης του κτιρίου, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η χρονική διάρκεια επισκευής των λειτουργικών τμημάτων του κτιρίου. Η χρονική διάρκεια επισκευής ενός κτιρίου μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας στερεότυπα χρονοδιαγράμματα. Ένα χρονοδιάγραμμα μπορεί να αναπαρασταθεί με το διάγραμμα Gantt, στο οποίο οι απαραίτητες δραστηριότητες για την επισκευή του κτιρίου, αναπαρίστανται ως οριζόντιες ράβδοι των οποίων το μήκος υποδηλώνει τη διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Η σειρά με την οποία ορίζονται και είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν οι δραστηριότητες αυτές, δηλώνεται με κάθετες και οριζόντιες ευθείες οι οποίες ενώνουν τις ράβδους αυτές.

Για την εκτίμηση της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου πρέπει να καθοριστούν οι απαραίτητες δραστηριότητες επισκευής των μελών του κτιρίου, ανά κατηγορία μελών και κατάσταση ζημιάς στην οποία αυτά έχουν περιέλθει, η σειρά με την οποία θα πραγματοποιηθούν και η διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, προκύπτουν οι κρίσιμες δραστηριότητες, δηλαδή, αυτές των οποίων η καθυστέρησή τους θα προκαλέσει καθυστέρηση στην διάρκεια ολοκλήρωσης της επισκευής του κτιρίου όπως επίσης και η χρονική διάρκεια την οποία μπορεί να καθυστερήσει η ολοκλήρωση κάποιας δραστηριότητας η οποία δεν

χαρακτηρίζεται κρίσιμη και ως εκ τούτου δεν καθυστερεί την συνολική διάρκεια ολοκλήρωσης επισκευής του κτιρίου.

Αυτή η διαδικασία χρονοπρογραμματισμού μπορεί να επιτευχθεί μέσω εξειδικευμένων λογισμικών όπως το Primavera Project Planner (Oracle 2007) ή το Microsoft Office Project (Microsoft 2007), τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα για πιο εξειδικευμένες αναλύσεις με τον υπολογισμό του κόστους των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε δραστηριότητα όπως για παράδειγμα το κόστος των εργατικών, των υλικών, των μηχανημάτων κ.λπ., προσφέροντας στο τέλος, πέρα από μία τελική εκτίμηση της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου, και μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κατανομή του κόστους επισκευής ανά περίοδο και ανά κατηγορία πόρων.

### **2.2.7. Διάρκειες Δραστηριοτήτων Επισκευής Κτιρίου**

Κάθε κατηγορία ομοειδών δομικών στοιχείων στην ίδια κατάσταση ζημιάς απαιτεί μια συγκεκριμένη σειρά ενεργειών προκειμένου να επανέλθει, μέσα από διάφορα στάδια, από αυτή την κατάσταση ζημιάς στην αρχική της κατάσταση, πριν το σεισμό. Οι ενέργειες αυτές καθορίζονται βάσει της μηχανικής πείρας, και παρά το γεγονός ότι η μια διαδέχεται την άλλη, είναι εν μέρει ανεξάρτητες μεταξύ τους, δεδομένου ότι ενδέχεται να εκτελούνται από διαφορετικά συνεργεία και κατ'επέκταση να απαιτούν διαφορετικούς πόρους.

Κάθε δραστηριότητα (task) στο χρονοδιάγραμμα αντιπροσωπεύει κάθε μια από αυτές τις ενέργειες οι οποίες ανήκουν σε ένα ευρύτερο σύνολο ενεργειών οι οποίες απαιτούνται για την επισκευή όλων των ομοειδών στοιχείων, τα οποία βρίσκονται στην ίδια κατάσταση ζημιάς και στον ίδιο όροφο, όπως για παράδειγμα η καθαίρεση σκυροδέματος, η καθαίρεση οπλισμού, η σκυροδέτηση κ.λπ. όλων των υποστυλωμάτων με σοβαρές ζημιές στο ισόγειο ενός κτιρίου. Εκτενής αναφορά στις δραστηριότητες οι οποίες ανατίθενται σε κάθε κατηγορία στοιχείων σε κάθε κατάσταση ζημιάς γίνεται στο τέταρτο κεφάλαιο. Η χρονική διάρκεια μιας δραστηριότητας "i", η οποία εκτελείται από ένα σταθερό συνεργείο "c", με σκοπό να επαναφέρει μια ομάδα ομοειδών στοιχείων τύπου "j", με την ίδια κατάσταση ζημιάς "ds", στον ίδιο όροφο "m", από ένα στάδιο επισκευής στο αμέσως επόμενο, συμβολίζεται με T και δίνεται από τη σχέση 2.39,

$$T_{i,c,j,ds,m} = \frac{Q_{j,ds,m} \cdot t_c}{n_{c,j,ds,m} \cdot P_{c,j,ds,m}} \quad (2.39)$$

όπου

$T_{i,c,j,ds,m}$ : η χρονική διάρκεια της δραστηριότητας “i”, εκφρασμένη σε εργατοώρες (workhours) του συνεργείου “c”, που απαιτούνται για την επισκευή όλων των μελών τύπου “j” με την ίδια κατάσταση ζημιάς “ds”, που βρίσκονται στον όροφο “m”.

$Q_{j,ds,m}$ : η συνολική ποσότητα σε όρους όγκου (volume) ή κάθετης επιφάνειας (surface) ή οριζόντιας επιφάνειας (area) όλων των μελών τύπου “j” τα οποία βρίσκονται σε κατάσταση ζημιάς “ds” και βρίσκονται στον όροφο “m”. Η ποσότητα αυτή διαφέρει από δραστηριότητα σε δραστηριότητα καθώς για παράδειγμα, στην περίπτωση που η δραστηριότητα αφορά σκυροδέτηση των υποστυλωμάτων ενός ορόφου, αθροίζεται ο όγκος τους, εάν η δραστηριότητα αφορά το επίχρισμά τους, αθροίζεται η κάθετη επιφάνειά τους, ενώ εάν αφορά το γενικό καθαρισμό του κτιρίου λαμβάνεται η οριζόντια επιφάνεια του χώρου.

$t_c$ : το σύνολο των ωρών που εργάζεται ένα συνεργείο “c” σε μια ημέρα. Υιοθετείται δωρο εργασίας ανά εργάσιμη ημέρα.

$n_{c,j,ds,m}$ : ο αριθμός των διαθέσιμων συνεργείων “c” που απαιτούνται για την επισκευή των μελών τύπου “j” με την ίδια κατάσταση ζημιάς “ds”, που βρίσκονται στον όροφο “m”.

$P_{c,j,ds,m}$ : η παραγωγικότητα ανά ημέρα του συνεργείου “c, για την επισκευή των μελών τύπου “j” με την ίδια κατάσταση ζημιάς “ds”, που βρίσκονται στον όροφο “m”.

### 2.2.8. *Ιεράρχηση Εργασιών Επισκευής Κτιρίου*

Είναι καθολικά αποδεκτό ότι μετά από ένα σεισμό, η κατάσταση στο εσωτερικό ενός κτιρίου είναι αδύνατο να προβλεφθεί και να μοντελοποιηθεί με ακρίβεια, όπως για παράδειγμα, εάν υπάρχουν ή όχι προσβάσιμοι χώροι για εκτέλεση εργασιών επισκευής ή εάν εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ασφάλεια προς τους εργαζομένους για απρόσκοπτη είσοδό τους σε όλους τους χώρους. Παράμετροι όπως η διαμόρφωση του χώρου, οι ανάγκες του ιδιοκτήτη και οι περιορισμοί λόγω συμβολαίου με τον εργολάβο, η διαθεσιμότητα των συνεργείων του εργολάβου και η καθυστέρηση λόγω μη επάρκειας υλικών στο εργοτάξιο, αγνοούνται. Για να εξασφαλιστεί μια ορθολογιστική και ρεαλιστική προσέγγιση της σειράς με την οποία πραγματοποιούνται οι δραστηριότητες επισκευής, όπως εφαρμόζεται στην οικοδομική βιομηχανία σε παρόμοιες επισκευές, η οποία ταυτόχρονα να απλοποιεί την αυτοματοποίηση της

διαδικασίας του χρονοπρογραμματισμού, υιοθετούνται οι ακόλουθες βασικές αρχές ιεράρχησης των εργασιών αποκατάστασης:

- Όλοι οι χώροι εντός και εκτός (περιφερειακά) του κτιρίου είναι προσβάσιμοι και ασφαλείς προς τους εργαζομένους για εκτέλεση εργασιών.
- Γίνεται αρχικά υποστύλωση όλων των ορόφων του κτιρίου, ξεκινώντας από το ισόγειο, μετά στον πρώτο όροφο και διαδοχικά ακολουθούν οι υπόλοιποι όροφοι.
- Πρώτα ολοκληρώνονται, στον ίδιο όροφο, οι εργασίες στα φέροντα δομικά στοιχεία του κτιρίου (υποστυλώματα, δοκοί) και μετά οι εργασίες στα μη φέροντα δομικά στοιχεία του κτιρίου (τοιχοπληρώσεις, πόρτες, παράθυρα), καθώς προτεραιότητα αποτελεί η εξασφάλιση της μη κατάρρευσης του κτιρίου και η ασφάλεια των εργαζομένων σε αυτό.
- Πρώτα γίνονται, στον ίδιο όροφο, οι εργασίες στα υποστυλώματα και τις δοκούς που έχουν πάθει σοβαρές ζημιές ή έχουν καταρρεύσει και μετά οι εργασίες στα υποστυλώματα και τις δοκούς που έχουν πάθει ελαφριές ή μέτριες ζημιές.
- Οι εργασίες που αφορούν επισκευές σε φέροντα δομικά στοιχεία του κτιρίου (υποστυλώματα, δοκοί) δεν μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα στους ορόφους, αλλά προτεραιότητα δίνεται στο ισόγειο, μετά στον πρώτο όροφο κ.ο.κ., σε αντίθεση με τις εργασίες που αφορούν επισκευές στα μη φέροντα δομικά στοιχεία του κτιρίου (τοιχοπληρώσεις, πόρτες, παράθυρα) οι οποίες μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα σε διαφορετικούς ορόφους.
- Πρώτα γίνονται οι καθαιρέσεις των πορτών και των παραθύρων με τα πλαίσια τους, ακολούθως επισκευάζονται οι τοιχοπληρώσεις και στη συνέχεια γίνεται η επανατοποθέτηση των πορτών και των παραθύρων.
- Εργασίες στα δομικά στοιχεία που δεν έχουν πάθει ζημιές πραγματοποιούνται για λόγους ομοιομορφίας. Συγκεκριμένα όλα τα υποστυλώματα, οι δοκοί και οι τοιχοπληρώσεις, έστω και χωρίς ζημιές, βάζονται ενώ για τις πόρτες και τα παράθυρα δεν γίνεται κάποια ενέργεια.
- Το βάψιμο των δομικών στοιχείων δεν γίνεται μεμονωμένα σε κάθε στοιχείο άλλα καθολικά σε κάθε όροφο, αφού ολοκληρωθούν όλες οι εργασίες επισκευής σε αυτόν.



### 2.3. Αβεβαιότητα στη Σεισμική Μηχανική

Η αβεβαιότητα (uncertainty) αποτελεί ένα καθοριστικό παράγοντα στη σεισμική μηχανική και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τις σεισμικές αναλύσεις. Σύμφωνα με τους Porter et al. (2002), εάν κάποιος θέλει να εξασφαλίσει ένα κατώτατο επίπεδο επιτελεσματικότητας (performance) της κατασκευής με συγκεκριμένη εμπιστοσύνη (confidence), τότε η μεγαλύτερη αβεβαιότητα στις σεισμικές απαιτήσεις ή την ικανότητα του συστήματος, αυξάνει το επίπεδο της ικανότητας για την οποία πρέπει να σχεδιαστεί. Εάν κάποιος μπορεί να μειώσει την αβεβαιότητα, μπορεί γενικά να μειώσει το κόστος.

Εντούτοις υπάρχουν πολλές πηγές αβεβαιότητας στη σεισμική μηχανική των κατασκευών, οι οποίες διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις φυσικές αβεβαιότητες (natural/aleatory randomness) δηλαδή αυτές που οφείλονται στην τυχαυματική φύση και τις οποίες δεν μπορούμε να μειώσουμε ως μελετητές. Τέτοιες αβεβαιότητες είναι το επίπεδο έντασης της εδαφικής κίνησης δηλαδή ουσιαστικά το σεισμικό φορτίο, πληροφορίες για τη χρήση του κτιρίου προκειμένου να καθοριστούν με ακρίβεια τα κατακόρυφα φορτία τα οποία καταπονούν την κατασκευή όπως επίσης και οι ιδιότητες των υλικών και οι διαστάσεις των μελών για ένα υπό σχεδίαση κτίριο. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις επιστημικές αβεβαιότητες (epistemic uncertainty) δηλαδή αυτές που οφείλονται στην ελλιπή μας γνώση και οι οποίες μέσω πειραματικών διαδικασιών μπορούν να μειωθούν. Τέτοιες αβεβαιότητες είναι οι ιδιότητες του εδάφους, το κόστος κατασκευής και επιδιόρθωσης των δομικών στοιχείων, οι αβεβαιότητες της μεθόδου ανάλυσης όπως επίσης οι ιδιότητες των υλικών και οι διαστάσεις των μελών για ένα υφιστάμενο κτίριο. Το ανθρώπινο σφάλμα, αν και αποτελεί ένα δυνητικά τεράστιο παράγοντα αβεβαιότητας, δε λαμβάνεται υπόψη.

Κάποιος μπορεί να αξιολογήσει και να μειώσει ενδεχομένως τις αβεβαιότητες σε κάθε μία από τις μεταβλητές που εμπίπτουν στην κατηγορία των επιστημικών αβεβαιοτήτων, αλλά το ερώτημα το οποίο τίθεται, είναι ποιες από αυτές είναι οι πιο σημαντικές και αξίζουν την περισσότερη προσοχή. Με το όρο σημαντικές μεταβλητές, ορίζονται αυτές των οποίων η αβεβαιότητα συμβάλλει εντονότερα στη συνολική αβεβαιότητα της αντισεισμικής απόδοσης του κτιρίου. Σύμφωνα με τους Porter et al. (2002), υπάρχουν δύο οφέλη από τη γνώση της σχετικής συμβολής κάθε μεταβλητής στη συνολική αβεβαιότητα της αντισεισμικής απόδοσης. Πρώτον, οι

μεταβλητές που δεν συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην ολική αβεβαιότητα μπορούν να ληφθούν υπόψη με την καλύτερα εκτιμημένη τιμή τους (best-estimate value), παρά να τύχουν χειρισμού ως αβέβαιες, και να απλοποιηθεί με αυτό τον τρόπο το πρόβλημα ανάλυσης. Δεύτερον, οι μεταβλητές που συμβάλλουν έντονα στην ολική αβεβαιότητα απόδοσης μπορούν να ληφθούν υπόψη με περισσότερες από μία πιθανές τιμές και συγκεκριμένα, προσομοιώνοντας τις με μια μέση / διάμεση τιμή η οποία αποτελεί την καλύτερα εκτιμημένη τιμή και με μια διασπορά, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο ένα ευρύτερο φάσμα τιμών τις οποίες δύναται αυτές οι μεταβλητές να λάβουν. Μειώνοντας την ολική αβεβαιότητα, μειώνεται η διασπορά και αυξάνεται παράλληλα η ακρίβεια των τελικών αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, μειώνοντας τις επιστημικές αβεβαιότητες τις οποίες περιλαμβάνει ο σχεδιασμός και η ανάλυση ενός κτιρίου υπό σεισμικά φορτία, για τον υπολογισμό του κόστους της μετασεισμικής του αποκατάστασης, μειώνεται η διασπορά γύρω από την αναμενόμενη τιμή του κόστους αυτού, δηλαδή πόσο πιο πάνω ή πιο κάτω μπορεί να κυμανθεί η τιμή, και έτσι είναι πιο ακριβή τα τελικά αποτελέσματα. Εντούτοις, η διασπορά αυτή δεν μπορεί να μειωθεί περαιτέρω από αυτό που επιτρέπει η φυσική διασπορά των δεδομένων.

### **2.3.1. Βασικές Αβέβαιες Μεταβλητές**

Οι βασικές αβέβαιες μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τις εξαγόμενες παραμέτρους για την εκτίμηση της επιτελεστικότητας μιας κατασκευής, και οι οποίες είναι οι ζημιές των μελών ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμό, το κόστος και η χρονική διάρκεια επισκευής του είναι:

- Η ένταση και η μορφή της εδαφικής κίνησης.
- Η ικανότητα των δομικών στοιχείων να αντιστέκονται στις ζημιές.
- Το κόστος, τα έξοδα και το κέρδος του εργολάβου.

Άλλες παράμετροι οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις μελλοντικές δαπάνες επισκευής είναι η μάζα και η απόσβεση της κατασκευής, το είδος προσομοιώματος το οποίο χρησιμοποιείται, η αστοχία του εδάφους, η μέθοδος επισκευής που υιοθετείται για την αποκατάσταση δεδομένου τύπου ζημιάς, η επιλογή του να γίνουν οι επισκευές αυτές από ένα συνεργείο ή περισσότερα, οι αλλαγές στους κανονισμούς με αποτέλεσμα να απαιτείται περαιτέρω ενίσχυση του κτιρίου, σε σχέση με τις απαιτήσεις του κανονισμού βάσει των οποίων

σχεδιάστηκε πριν το σεισμό, τυχόν ενισχύσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο κτίριο και δεν φαίνονται στα σχέδια κ.λπ. (Porter et al. 2002).

### *Αβεβαιότητα στην ένταση και τη μορφή της εδαφικής κίνησης*

Ο σεισμός αποτελεί ένα απρόβλεπτο φυσικό γεγονός, του οποίου δεν είναι εκ των προτέρων γνωστή η θέση, ο χρόνος, το είδος, το μέγεθος, η απόσταση, η κατευθυντικότητα, το συχνοτικό περιεχόμενο, η διάρκεια κ.λπ. Παρά το γεγονός ότι αυτές οι παράμετροι δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας διατριβής, συνήθως επιλέγεται να εκφράζεται η σεισμική απειλή με ένα σύνολο επιταχυνσιογραφημάτων κλιμακωμένων σε κατάλληλα επίπεδα έντασης και συγκεκριμένα στο επίπεδο σεισμού/σχεδιασμού που αναμένεται για την εκάστοτε υπό μελέτη περιοχή και κτίριο.

Για την περιγραφή της εδαφικής σεισμικής κίνησης επιλέγεται ένα μέτρο έντασης IM (intensity measure). Αυτό το μέτρο μπορεί να είναι η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση PGA, ή μπορεί να επιλεγεί μία εκ των φασματικών αποκρίσεων (spectral response), όπως για παράδειγμα, η φασματική επιτάχυνση  $S_a$  ή η αντίστοιχη ψευδοφασματική  $PS_a$  (όροι που λόγω της ελάχιστης διαφοράς των τιμών τους θα χρησιμοποιούνται εναλλάξιμα και χωρίς διάκριση), η ταχύτητα  $S_v$  ( $PS_v$ ) ή η μετατόπιση  $S_d$ . Αυτές οι φασματικές αποκρίσεις, για μικρές αποσβέσεις, συνδέονται μεταξύ τους μέσω της ιδιοσυχνότητας  $\omega$ , όπως φαίνεται στη σχέση 2.40. Από την άλλη πλευρά, η χρήση ανελαστικών φασματικών αποκρίσεων, προσφέρει το πλεονέκτημα καλύτερης αντιμετώπισης των κατασκευών, οι οποίες ξεπερνούν την ελαστική τους απόκριση, μέσω της παραμέτρου της απαίτησης σε πλαστιμότητα.

$$S_a \approx \omega \cdot S_v \approx \omega^2 \cdot S_d \quad (2.40)$$

Το μέτρο έντασης IM αποτελεί τη βασική μεταβλητή επικοινωνίας μεταξύ σεισμολόγων και πολιτικών μηχανικών. Συγκεκριμένα, οι σεισμολόγοι μελετούν μια περιοχή συλλέγοντας όλες τις πληροφορίες για προηγούμενους σεισμούς (μέγεθος, απόσταση από ρήγμα, είδος κ.λπ.), θεωρώντας όλα τα δυνατά σενάρια σεισμού σε κάθε ρήγμα που επηρεάζει τα κτίρια σε μια περιοχή. Τα σενάρια αυτά ολοκληρώνονται με μια σχέση εξασθένησης π.χ. Boore et al (1993), προκειμένου να υπολογιστεί για κάθε μια από τις στάθμες επιτελεστικότητας, η μέση ετήσια συχνότητα υπέρβασης MAF (Mean Annual Frequency of Exceedance) του αντίστοιχου επιπέδου

σεισμικής έντασης (Kramer 1996). Ουσιαστικά δηλαδή εκτιμάται η πιθανότητα εμφάνισης μελλοντικού σεισμού με δεδομένο επίπεδο μέτρου έντασης. Οι συνήθεις στάθμες επιτελεστικότητας είναι οι ακόλουθες:

- Άμεση Κατάληψη (Immediate Occupancy): πιθανότητα εμφάνισης 50% στα 50 χρόνια (1 περιστατικό στα 72 χρόνια κατά μέσο όρο).
- Ασφάλεια Ζωής (Life Safety): πιθανότητα εμφάνισης 10% στα 50 χρόνια (1 περιστατικό στα 475 χρόνια κατά μέσο όρο).
- Πρόληψη Κατάρρευσης (Collapse Prevention): πιθανότητα εμφάνισης 2% στα 50 χρόνια (1 περιστατικό στα 2475 χρόνια κατά μέσο όρο).

Οι τιμές αυτές απεικονίζονται σε καμπύλη, η οποία ονομάζεται καμπύλη σεισμικής επικινδυνότητας (seismic hazard curve). Αναλόγως της περιοχής μελέτης και της πρώτης ιδιοπεριόδου του κτιρίου επιλέγεται η κατάλληλη καμπύλη επικινδυνότητας και αναλόγως της επιδιωκόμενης απόδοσης του κτιρίου σε σεισμό, επιλέγεται η τιμή της φασματικής επιτάχυνσης  $S_a(T_1)$ . Βάσει της τιμής αυτής, επιλέγονται τα κατάλληλα επιταχυνσιογραφήματα και κλιμακώνονται στο επιθυμητό μέτρο έντασης.

Σύμφωνα με τους Lucio & Cornell (2007), το επιλεγόμενο μέτρο έντασης πρέπει να είναι ταυτόχρονα αποδοτικό αλλά και επαρκές. Αποδοτικό γιατί πρέπει να συσχετίζεται άμεσα με τις ζημιές οι οποίες προκύπτουν ώστε η χρήση διαφορετικών επιταχυνσιογραφημάτων να παράγει σχετικά μικρή διασπορά τελικών αποτελεσμάτων, αλλά και επαρκές έτσι ώστε οι ζημιές αυτές, βάσει του μέτρου έντασης, να μην σχετίζονται σε σημαντικό βαθμό με άλλες παραμέτρους τις εδαφικής κίνησης, όπως το μέγεθος του σεισμού και η απόσταση από το ρήγμα.

Στο τέλος, επιλέγεται ένα μέτρο έντασης για το οποίο υπάρχουν οι περισσότερες πληροφορίες και αποδειξίει ότι προβλέπει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το μέγεθος ζημιών σε διάφορες κατασκευές. Επομένως από την στιγμή που το κύριο ενδιαφέρον αυτής της μελέτης είναι η κατανομή του κόστους και της χρονικής διάρκειας επισκευής αναλόγως της κατανομής της έντασης της σεισμικής κίνησης, είναι απαραίτητη η χρήση ενός μέτρου έντασης για το οποίο είναι διαθέσιμη η πιθανότητα εμφάνισης σεισμού με επίπεδο το οποίο εκφράζεται μέσω αυτού του μέτρου έντασης. Προς το παρόν, όπως έχει προαναφερθεί, οι πληροφορίες για την

πιθανότητα επικινδυνότητας σεισμού, εκφράζονται σε μονάδες ελαστικής φασματικής επιτάχυνσης  $S_a$  για τη θεμελιώδη περίοδο της κατασκευής  $T_1$  και απόσβεση 5%,  $S_a(T_1, 5\%)$ .

Στην παρούσα έρευνα, αξιοποιούνται τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει από αναλύσεις με πολλαπλά ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων τα οποία έχουν κλιμακωθεί σε διάφορα επίπεδα έντασης. Ως εκ τούτου, καλύπτεται πολύ μεγάλο φάσμα πιθανών σεναρίων σεισμού προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και αξιοπιστία ότι η μεθοδολογία η οποία εφαρμόζεται προβλέπει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις πιθανές ζημιές οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν μετά από ένα σεισμικό γεγονός στα υπό μελέτη κτίρια.

#### *Αβεβαιότητα στη φέρουσα ικανότητα των μελών της κατασκευής*

Η θραυστότητα (fragility) ή τρωτότητα (vulnerability) ενός μέλους αποτελεί μια δεσμευμένη κατανομή πιθανότητας και ορίζεται ως η πιθανότητα το μέλος να ξεπεράσει ένα ανεπιθύμητο επίπεδο βλάβης για κάποια δεδομένη τιμή μέτρου απόκρισης (demand parameter), όπως για παράδειγμα η ρηγμάτωση ή η κατάρρευση μιας τοιχοπλήρωσης (επίπεδο βλάβης) όταν ξεπεραστεί μία τιμή της σχετικής μετατόπισης των ορόφων (μέτρο απόκρισης), μεταξύ των οποίων βρίσκεται η τοιχοπλήρωση. Τελευταίως, ερευνητές όπως για παράδειγμα οι Goulet et al. (2007), διακρίνουν τη θραυστότητα από την τρωτότητα, με την πρώτη να αφορά δέσμευση στο μέτρο απόκρισης και τη δεύτερη, δέσμευση στο μέτρο έντασης, κάτι το οποίο δεν υιοθετείται στην παρούσα διατριβή.

Η τρωτότητα των μελών για τις διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας, μοντελοποιείται ως πιθανοτική κατανομή της οποίας η τυχαία μεταβλητή είναι η αντοχή του μέλους για τη δεδομένη στάθμη σε όρους του μέτρου απόκρισης. Όσο μεγαλύτερη είναι η διασπορά στη πιθανοτική κατανομή, τόσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα στο οριακό μέτρο απόκρισης το οποίο οδηγεί στη συγκεκριμένο επίπεδο βλάβης. Για την περιγραφή της τρωτότητας των μελών, χρησιμοποιείται συνήθως η λογαριθμοκανονική κατανομή (π.χ. Naeim et al. 2006, Goulet et al. 2007). Βάσει αυτής της λογικής, προκύπτουν οι καμπύλες τρωτότητας, για τις οποίες γίνεται εκτενής αναφορά στο τέταρτο κεφάλαιο.

Σημαντικός παράγοντας αβεβαιότητας ο οποίος δεν λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα εργασία είναι η συσχέτιση (correlation) μεταξύ των αντοχών των στοιχείων του κτιρίου αφού ίδια

στοιχεία π.χ. υποστυλώματα στον ίδιο όροφο, πιθανόν να έχουν ανάλογες και ισχυρά συσχετισμένες αντοχές αφού έχουν κατασκευαστεί από το ίδιο συνεργείο με τα ίδια υλικά (Baker 2008).

#### *Αβεβαιότητα στο κόστος του εργολάβου*

Ο όρος κόστος του εργολάβου, σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνει το κόστος επισκευής των μελών προκειμένου να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση, τα έξοδα και το κέρδος του εργολάβου (contractor overhead and profit).

Τα μέλη τα οποία έχουν πάθει ζημιές ή έχουν καταστραφεί ολοκληρωτικά, ταξινομούνται σε κατηγορίες, βάσει ενός ταξινομικού συστήματος (π.χ. Uniformat System ASTM 1996). Οι εργασίες οι οποίες θα πρέπει να διενεργηθούν για την επισκευή των μελών, εκτιμώνται βάσει των ποσοτήτων σε κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες. Το κόστος για κάθε κατηγορία υπολογίζεται βάσει των εργατοωρών ανά μέλος κατασκευής. Το σύνολο αυτών των κοστών συνθέτει το άμεσο κόστος, στο οποίο εν συνεχεία προστίθεται το έμμεσο κόστος το οποίο δεν εξαρτάται από αυτήν την κατηγοριοποίηση, και αποτελείται από τα έξοδα (π.χ. εξασφάλιση αδειών, διαχείριση) και το κέρδος του εργολάβου. Τα έξοδα και το κέρδος του εργολάβου μαζί, τείνουν να είναι γύρω στο 15% με 20% του άμεσου κόστους, με μεγαλύτερου μεγέθους εργασίες να τείνουν να έχουν μικρότερο ποσοστό εξόδων και κέρδους.

Αυτή η μείωση του κόστους για μεγαλύτερου μεγέθους εργασίες, καλείται “οικονομία κλίμακας” και ουσιαστικά αποτελεί την μικρότερη προσφορά του εργολάβου για την επισκευή ενός μεγαλύτερου αριθμού μελών (εκτεταμένες επεμβάσεις) σε σχέση με την προσφορά για την επισκευή μικρότερου αριθμού μελών εάν αυτά θεωρηθούν μεμονωμένες μονάδες. Με άλλα λόγια, οι τιμές ανά μονάδα για 1-2 υποστυλώματα ή δοκούς, είναι προφανώς πολύ μεγαλύτερες, σε σχέση με τις τιμές για το σύνολο 10-20 υποστυλωμάτων ή δοκών. Αν και σημαντικό στοιχείο, το οποίο επηρεάζει το τελικό κόστος επισκευής ενός κτιρίου, δεν λαμβάνεται υπόψιν στην παρούσα εργασία, με την προοπτική ότι θα αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Το κόστος επισκευής των μελών χαρακτηρίζεται από κάποιο βαθμό αβεβαιότητας λόγω του εύρους του κόστους των υλικών, της αβεβαιότητας στην παραγωγικότητα των εργατών κ.λπ., αβεβαιότητες για τη διαχείριση των οποίων δημιουργούνται οι κατάλληλες πιθανοτικές

κατανομές για τις οποίες γίνεται εκτενής αναφορά στο τέταρτο κεφάλαιο. Η εταιρεία RS Means Corp (1997), η οποία διενεργεί εκτεταμένες έρευνες στο κόστος κατασκευών στις Η.Π.Α, προτείνει ένα συντελεστή διασποράς της τάξης του 20% για το συνολικό κόστος επισκευής ενός κτιρίου.

Χαράλαμπος Γεωργίου

### 3. ΚΤΙΡΙΑΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

#### 3.1. Μοντελοποίηση Κτιριακών Πληροφοριών

Η Μοντελοποίηση Κτιριακών Πληροφοριών BIM (Building Information Modeling) αποτελεί μια καινοτόμο ενοποιημένη διαδικασία σχεδίασης, μελέτης, κατασκευής και διαχείρισης κτιρίων. Η τεχνολογία αυτή έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια, παρέχοντας υψηλής ποιότητας πληροφορίες και βοηθώντας να μειωθούν σημαντικά οι ατέλειες και τα ρίσκα σε όλα τα στάδια υλοποίησης ενός κατασκευαστικού έργου (Collier and Fischer 1996, Fischer 2000, Griffis and Sturts 2000, Christodoulou 2001, Akinci et al. 2002, Koo and Fischer 2000, Kamat and Martinez 2001, Vamvatsikos et al. 2008, Christodoulou et al. 2010).

Ένα κτιριακό μοντέλο πληροφοριών (building information model) αποτελεί ουσιαστικά μια σύγχρονη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου σε τρισδιάστατο (3D) περιβάλλον, το οποίο παρέχει μια συνολική και ακριβή εικόνα των τεχνικών προδιαγραφών του έργου σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς, εργολάβους και ιδιοκτήτες, και αποτελεί μια αξιόπιστη βάση για τη λήψη έγκαιρων και γρήγορων αποφάσεων, βοηθώντας στην αύξηση της ποιότητας και της παραγωγικότητας κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία του έργου.

Ο παραδοσιακός σχεδιασμός κτιρίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απλή σχεδίαση σε δύο διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές κ.λπ.). Η μοντελοποίηση κτιριακών πληροφοριών βασίζεται σε ένα “έξυπνο” κτιριακό μοντέλο πληροφοριών με τη σχεδίαση να επεκτείνεται στις τρεις χωρικές διαστάσεις (πλάτος X, ύψος Y και βάθος Z), και ακόμη πιο πέρα από αυτές, με το χρόνο να θεωρείται η τέταρτη και το κόστος η πέμπτη διάσταση.

Η κατασκευή ενός τετραδιάστατου (4D) μοντέλου, απεικονίζει πέρα από τη 3D γεωμετρία ενός κτιρίου, τη συνολική χρονική διάρκεια της κατασκευής / επισκευής του, όπως επίσης και την εξέλιξη των κατασκευαστικών / επισκευαστικών δραστηριοτήτων με την πάροδο του χρόνου. Στην περίπτωση του πενταδιάστατου (5D) μοντέλου, προστίθεται στο 4D μοντέλο, η “έξυπνη” σύνδεση των επιμέρους δομικών στοιχείων ενός κτιρίου με το κόστος κατασκευής / επισκευής τους. Με τον τρόπο αυτό, ένα κτιριακό μοντέλο πληροφοριών καλύπτει ένα ευρύτερο φάσμα πληροφοριών από ότι μόνο γεωμετρία, βελτιώνοντας σημαντικά τη διαχείριση ενός



κατασκευαστικού έργου ανεξαρτήτως μεγέθους ή πολυπλοκότητας στην κατασκευή / επισκευή του.

### 3.2. Γενική Περιγραφή Κτιρίων

Για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής, θα τύχουν ανάλυσης έξι κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, τρία μονώροφα, δύο διώροφα και ένα τετραώροφο, για τα οποία θα γίνει εκτίμηση ζημιών, κόστους και χρονικής διάρκειας αποκατάστασης για διάφορα σενάρια σεισμού. Τα κτίρια αυτά έχουν σχεδιαστεί από τον Dr. C. Haselton (2006) αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς προκειμένου να μελετηθούν ως προς τη σεισμική συμπεριφορά τους. Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των κτιρίων, έχουν ληφθεί από την προσωπική ιστοσελίδα του Dr. Haselton, “[http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research\\_databases/sd\\_db.php](http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research_databases/sd_db.php)”.

Ο δομικός φορέας όλων των κτιρίων συνιστά ουσιαστικά ένα συμμετρικό φορέα και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις με τέσσερα ισαπέχοντα μεταξύ τους πλαίσια (frames), τριών ανοιγμάτων (bays) το καθένα, κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα κτίρια είναι φτιαγμένα για εύκαμπτα και ελαφριά χωρίσματα με σχετικά μεγάλες δυνατότητες παραμόρφωσης. Η μελέτη και ο σχεδιασμός τους έχουν γίνει σύμφωνα με τις πρόνοιες του International Building Code (ICC 2003), του ASCE 7-02 (ASCE 2002) και του ACI 318 (ACI 2002) για έντονα σεισμογενή περιοχή. Σύμφωνα με τον Haselton, η μέση θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος (δοκιμή κυλίνδρου) λαμβάνεται ίση με 34.5MPa (5ksi) και η μέση εφελκυστική αντοχή (τάση διαρροής) του χάλυβα ίση με 415MPa (60ksi).

Τα κτίρια αυτά δεν διαθέτουν ολοκληρωμένο δομικό φορέα, παρά μόνο τα φέροντα στοιχεία δηλαδή υποστυλώματα και δοκούς. Για το λόγο αυτό, προστίθενται τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα, προκειμένου να υπάρχει η δυνατότητα για την όσο το δυνατόν καλύτερη προσομοίωση των κτιρίων σε πραγματικό περιβάλλον και για να είναι ολοκληρωμένες οι αναλύσεις όσο αφορά τις ζημιές που παθαίνουν τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Οι βασικές τεχνικές προδιαγραφές και γεωμετρικές ιδιότητες των υπό μελέτη κτιρίων παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.1.

Τα κτίρια ID2061, ID2062 και ID2063 διαθέτουν ένα όροφο στο ισόγειο, ύψους 4.572m, συνολικού εμβαδού 353.3m<sup>2</sup> με υποστυλώματα διαστάσεων 50.8cm/50.8cm και δοκούς

διαστάσεων 50.8cm/50.8cm. Η μοναδική διαφορά των κτιρίων αυτών, πέρα από τη διαρρύθμιση των χώρων με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα τα οποία έχουν προστεθεί, είναι στον τρόπο θεμελίωσής τους. Το κτίριο ID2061 διαθέτει ημιπακτώσεις (semi-fixed), το ID2062 αρθρώσεις (pinned) και το ID2063 πακτώσεις (fixed).

Τα κτίρια ID1001 και ID1002 διαθέτουν ισόγειο ύψους 4.572m και πρώτο όροφο ύψους 3.962m, με κάθε όροφο να έχει συνολικό εμβαδόν 355.2m<sup>2</sup>. Τα υποστυλώματα των ορόφων και των δύο κτιρίων έχουν διαστάσεις 55.9cm/55.9cm και οι δοκοί διαστάσεις 45.7cm/55.9cm. Όπως και στην περίπτωση των μονώροφων κτιρίων, η μοναδική διαφορά τους, πέρα από τη διαρρύθμιση των χώρων με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα, είναι ότι το κτίριο ID1001 διαθέτει ημιπακτώσεις στα θεμέλια ενώ το κτίριο ID1002 πακτώσεις.

Το κτίριο ID1010 διαθέτει τέσσερις ορόφους, με κάθε όροφο να έχει συνολικό εμβαδόν 353.3m<sup>2</sup>. Το ισόγειο έχει ύψος 4.572m και οι υπόλοιποι όροφοι ύψος 3.962m, έκαστος. Τα υποστυλώματα όλων των ορόφων έχουν διαστάσεις 55.9cm/55.9cm, οι δοκοί του ισογείου και του πρώτου ορόφου έχουν διαστάσεις 76.2cm/76.2cm, ενώ οι δοκοί του δεύτερου και τρίτου ορόφου έχουν διαστάσεις 61.2cm/76.2cm. Η θεμελίωση του κτιρίου είναι ημιπάκτωση.

Για τον καλύτερο και πιο ρεαλιστικό σχεδιασμό των κτιρίων σε τρισδιάστατο περιβάλλον, δίνεται σε όλα τα κτίρια μορφή κατοικίας, η οποία αποτελεί ένα από τους πιο συνηθισμένους τύπους κτιρίων που κατασκευάζονται στην Κύπρο και διεθνώς. Παρά το γεγονός ότι τα κτίρια με τον ίδιο αριθμό ορόφων διαθέτουν τον ίδιο δομικό φορέα, γίνεται διαφοροποίηση στη διαρρύθμιση των εξωτερικών και εσωτερικών χώρων με τη τοποθέτηση των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων να διαφέρει από κτίριο σε κτίριο. Κάθε κτίριο – κατοικία διαθέτει σαλόνι, τραπεζαρία, κουζίνα, υπνοδωμάτια, χώρους υγιεινής, χώρο γυμναστηρίου, χώρο ψυχαγωγίας, βεράντες και σταθμευμένο χώρο στάθμευσης, με όλους τους χώρους να είναι πλήρως εξοπλισμένοι. Κοινή παραδοχή, η οποία υιοθετείται σε όλα τα κτίρια είναι ότι οι πλάκες όλων των ορόφων έχουν πάχος 20cm, η εξωτερική τοιχοπλήρωση έχει πάχος 25cm και η εσωτερική 10cm. Τα κτίρια αυτά μοντελοποιούνται σε ένα γενικότερο τρισδιάστατο μοντέλο, με σκοπό στο τέλος να δημιουργηθεί ένα οικοδομικό τετράγωνο με κατοικίες διαφορετικού αριθμού ορόφων αλλά παρόμοιου δομικού φορέα, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια, για να φανεί η δυνατότητα αξιοποίησης της μελέτης αυτής, για την εκτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων μιας ευρύτερης περιοχής και να μην περιοριστεί αποκλειστικά σε ένα κτίριο.

**Πίνακας 3.1.** Τεχνικές προδιαγραφές και γεωμετρικές ιδιότητες κτιρίων.

ταυτότητα κτιρίου	ID2061	ID2062	ID2063	ID1001	ID1002	ID1010
αριθμός ορόφων	1	1	1	2	2	4
τύπος θεμελίωσης (στο σχεδιασμό)	ημιπάκτωση	άρθρωση	πάκτωση	ημιπάκτωση	πάκτωση	ημιπάκτωση
ιδιοπερίοδος στην πρώτη ιδιομορφή $T_1$ (sec)	0.42	0.42	0.42	0.63	0.63	0.86
αριθμός ανοιγμάτων	3	3	3	3	3	3
μήκος ανοίγματος (m)	6.096	6.096	6.096	6.096	6.096	9.144
συνολικό μήκος πλαισίου (m)	18.288	18.288	18.288	18.288	18.288	27.432
μήκος υποστυλωμάτων h (m)	0.508	0.508	0.508	0.559	0.559	0.762
πλάτος υποστυλωμάτων b (m)	0.508	0.508	0.508	0.559	0.559	0.762
ύψος δοκών h (m)	0.508	0.508	0.508	0.457	0.457	0.762/0.610*
πλάτος δοκών b (m)	0.508	0.508	0.508	0.559	0.559	0.762
ύψος ισογείου (m)	4.572	4.572	4.572	4.572	4.572	4.572
ύψος 1ου ορόφου (m)	-	-	-	3.962	3.962	3.962
ύψος 2ου ορόφου (m)	-	-	-	-	-	3.962
ύψος 3ου ορόφου (m)	-	-	-	-	-	3.962
συνολικό εμβαδόν ορόφου	353.3	353.3	353.3	355.2	355.2	796.0
εμβαδόν κλειστών χώρων ισογείου (m <sup>2</sup> )	267.6	265.8	298.3	189.8	241.6	425.7
εμβαδόν κλειστών χώρων 1ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	279.2	273.7	662.6
εμβαδόν κλειστών χώρων 2ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	662.6
εμβαδόν κλειστών χώρων 3ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	662.6
εμβαδόν καλυμμένων χώρων ισογείου (m <sup>2</sup> )	85.7	87.5	55.0	165.4	113.6	370.3
εμβαδόν καλυμμένων χώρων 1ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	76.0	81.5	133.4
εμβαδόν καλυμμένων χώρων 2ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	133.4
εμβαδόν καλυμμένων χώρων 3ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	133.4
εμβαδόν ακάλυπτων χώρων ισογείου (m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
εμβαδόν ακάλυπτων χώρων 1ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	0	0	0
εμβαδόν ακάλυπτων χώρων 2ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	0
εμβαδόν ακάλυπτων χώρων 3ου ορόφου (m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	-	0

\* το ύψος των δοκών του ισογείου και του πρώτου ορόφου του 4ώροφου κτιρίου ID1010 είναι 0.762m, ενώ του δεύτερου και τρίτου ορόφου είναι 0.610m.

### 3.2.1. Σύγκριση Κτιρίων με Τυπικό Κυπριακό Κτίριο

Τα υπό μελέτη κτίρια παρουσιάζουν διαφορές σε σύγκριση με ένα τυπικό κυπριακό κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα, με τις σημαντικότερες να είναι οι ακόλουθες:

- η μελέτη και ο σχεδιασμός των υπό μελέτη κτιρίων έχουν γίνει βάσει των προνοιών του International Building Code (ICC 2003), του ASCE 7-02 (ASCE 2002) και του ACI 318 (ACI 2002) ενώ η μελέτη και ο σχεδιασμός των κυπριακών κτιρίων από Ο/Σ, τις προηγούμενες χρονιές, γίνονταν βάσει των προνοιών του Κυπριακού Κώδικα για Οπλισμένο Σκυρόδεμα και του Κυπριακού Αντισεισμικού Κώδικα (ΣΠΜΑΚ 1991), ενώ πλέον η νομοθεσία έχει εναρμονιστεί με τους Ευρωκώδικες.
- η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος των κτιρίων  $T_1$ , όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.1, είναι πολύ υψηλή λόγω εύκαμπτων χωρισμάτων, κάτι το οποίο δεν συνάδει με τις διατάξεις των κανονισμών που εφαρμόζονται στην Κύπρο. Βάσει των Ευρωκωδίκων, η αναμενόμενη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος ενός κτιρίου είναι περίπου  $T_1=0.05 \cdot h^{3/4}$ , το οποίο για ένα κυπριακό κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα με ύψος ίσο με αυτό των μονώροφων υπό μελέτη κτιρίων, δηλαδή  $h=4.57m$ , προκύπτει ίση με 0.16sec.
- το πλάτος των δοκών είναι αρκετά μεγάλο, με τις δοκούς των πλείστων κτιρίων να έχουν ορθογωνική διατομή, επιβαρύνοντας με αυτό τον τρόπο τα υποστυλώματα, κάτι το οποίο δεν συναντάται στα κυπριακά κτίρια, όπου οι δοκοί είναι ορθογωνικές με πλάτος περίπου 25-30cm.
- το ύψος των ορόφων των υπό μελέτη κτιρίων φτάνει μέχρι και τα 4.6m, κάτι το οποίο δεν συνηθίζεται στην Κύπρο, όπου το σύνηθες ύψος ενός ορόφου είναι γύρω στα 3m.

### 3.3. Σχεδιασμός Δομικού Φορέα Κτιρίων σε Σχεδιαστικό Πρόγραμμα CAD

Για το σχεδιασμό του δομικού φορέα των κτιρίων σε δύο διαστάσεις (2D), χρησιμοποιείται το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD (AutoDesk 2010). Όπως έχει προαναφερθεί, τα κτίρια διαθέτουν μόνο υποστυλώματα και δοκούς, και για το λόγο αυτό προστίθενται τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα, για πιο ρεαλιστική εικόνα αλλά και ολοκληρωμένη προσέγγιση στη μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων.

### **3.3.1. Σχεδιασμός Κατόψεων Κτιρίων**

Στα Σχέδια του Παραρτήματος Δ, παρουσιάζονται οι κατόψεις του δομικού φορέα όλων των υπό μελέτη κτιρίων με οριζόντιες τομές σε κάθε επίπεδο ορόφου, στις οποίες παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική διαρρύθμιση των χώρων όπως επίσης και η αρίθμηση των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση στο ArchiCAD.

Συγκεκριμένα, στα Σχέδια A1 έως A11 παρουσιάζονται οι αρχιτεκτονικές κατόψεις όλων των ορόφων των κτιρίων, ενώ στα Σχέδια T1 έως T11, τα οποία αποτελούνται από δύο τμήματα, παρουσιάζεται στο αριστερό τμήμα η αρίθμηση των δομικών φέροντων στοιχείων δηλαδή των υποστυλωμάτων και των δοκών κάθε ορόφου του κτιρίου, ενώ στο δεξιό τμήμα η αρίθμηση των μη φέροντων δομικών στοιχείων δηλαδή των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων.

Η αρίθμηση των στοιχείων γίνεται με μια ταυτότητα η οποία αποτελείται από δύο γράμματα και τέσσερα ψηφία-αριθμούς. Τα δύο γράμματα αντιπροσωπεύουν την κατηγορία στην οποία εμπίπτει κάθε στοιχείο του κτιρίου και συγκεκριμένα με “CL” χαρακτηρίζονται τα υποστυλώματα, με “BM” οι δοκοί, με “WL” οι τοιχοπληρώσεις, με “DR” οι πόρτες και με “WN” τα παράθυρα. Η λογική του τετραψήφιου κωδικού η οποία ακολουθείται για τα υποστυλώματα και τις δοκούς, είναι ότι το πρώτο ψηφίο (1 έως 6) δείχνει σε ποιο κτίριο ανήκει το στοιχείο, το δεύτερο ψηφίο (0 έως 3) δείχνει σε ποιον όροφο βρίσκεται (0 για ισόγειο, 1 για πρώτο όροφο, 2 για δεύτερο όροφο και 3 για τρίτο όροφο), ενώ ο συνδυασμός του τρίτου και τέταρτου ψηφίου δείχνει τον αύξοντα αριθμό του στοιχείου και δηλώνει τη χωροταξική θέση του στον όροφο. Ως εκ τούτου, προκύπτει ότι ομοειδή στοιχεία τα οποία βρίσκονται στο ίδιο κτίριο έχουν το ίδιο πρώτο ψηφίο, στον ίδιο όροφο έχουν το ίδιο δεύτερο ψηφίο και αυτά τα οποία, ανεξαρτήτως ορόφου, σε κάτοψη συμπίπτουν έχουν τα ίδια δύο τελευταία ψηφία. Ο τετραψήφιος κωδικός των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων ακολουθεί την ίδια λογική όσο αφορά τα πρώτα δύο ψηφία, ενώ τα δύο τελευταία δεν ακολουθούν κάποιο κανόνα. Η αρίθμηση αυτή καθιστά τα δομικά στοιχεία μοναδικά στο χώρο και χρησιμοποιείται από το λογισμικό το οποίο αναπτύσσεται στο Matlab (MathWorks 2009b), προκειμένου να καθοριστεί η ζημιά του κάθε μέλους, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο.

### **3.4. Σχεδιασμός Τρισδιάστατων Μοντέλων Κτιρίων σε Σχεδιαστικό Πρόγραμμα CAD**

Οι κατόψεις κάθε κτιρίου οι οποίες έχουν σχεδιαστεί στο AutoCAD, εισάγονται στο σχεδιαστικό πρόγραμμα ArchiCAD (Graphisoft 2009) προκειμένου να σχεδιαστεί το τρισδιάστατο (3D) μοντέλο κάθε κτιρίου. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο προγραμμάτων, είναι ότι στο δεύτερο, τα δομικά στοιχεία δεν είναι απλές γραμμές ενωμένες μεταξύ τους, αλλά είναι αντικείμενα με ιδιότητες, όπως είναι οι διαστάσεις (ύψος, μήκος, πλάτος, πάχος), ο όγκος, η επιφάνεια κ.λπ. Επίσης, υπάρχει μια μεγάλη βιβλιοθήκη με έτοιμα τρισδιάστατα αντικείμενα, όπως πόρτες, παράθυρα, είδη εσωτερικού και εξωτερικού χώρου κ.λπ. τα οποία μπορούν να εισαχθούν στο τρισδιάστατο μοντέλο, προσφέροντας μια ακριβή και ταυτόχρονα λεπτομερή απεικόνιση του κτιρίου για το οποίο θα γίνει η ανάλυση.

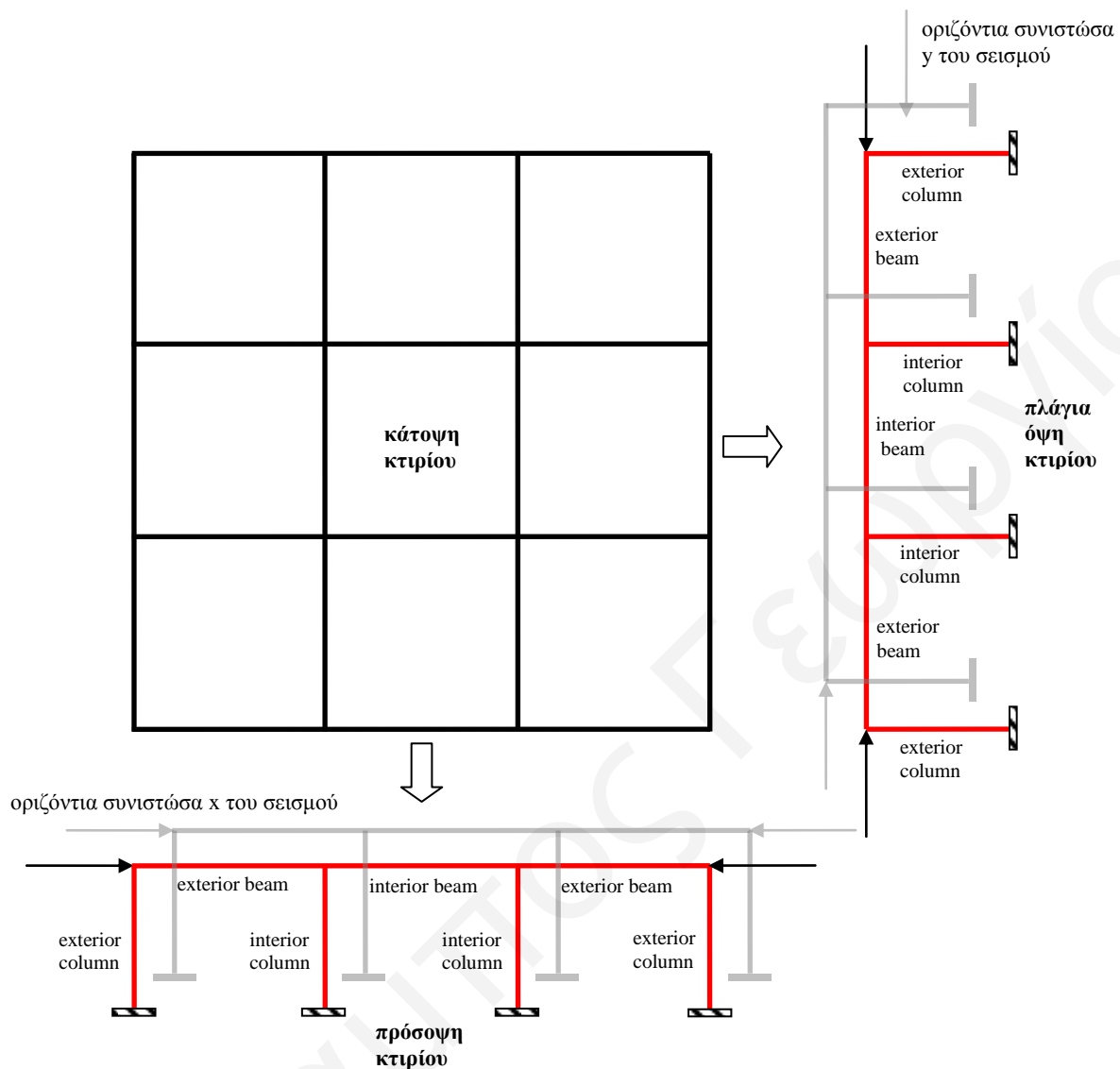
Επιπλέον, κάθε αντικείμενο έχει τη δική του ταυτότητα, κάτι που το καθιστά μοναδικό στο χώρο. Με αυτόν τον τρόπο, είναι εφικτό, αφού σχεδιαστεί το κτιριακό μοντέλο, να γίνει αναπαραγωγή πινάκων με τις γεωμετρικές ιδιότητες των αντικειμένων, ανά όροφο, ή ανά κατηγορία στοιχείων. Αυτή η διαδικασία προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, καθώς μπορούν να δημιουργηθούν αρχεία με πληροφορίες για τα διάφορα δομικά στοιχεία, τα οποία θα εισαχθούν στο Matlab και αφού συνδυαστούν με τα αποτελέσματα των δομικών αποκρίσεων όπως έχουν εξαχθεί από τις αναλύσεις του Haselton σε OpenSEES, να γίνει εκτίμηση των ζημιών που έχουν πάθει αναλόγως της θέσης τους στο χώρο και υπολογισμός του κόστους επισκευής τους αναλόγως του μεγέθους τους.

#### **3.4.1. Σχεδιασμός Υποστυλωμάτων και Δοκών**

Τα υποστυλώματα σχεδιάζονται ως στοιχεία όγκου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Σε αυτά τα στοιχεία δίνεται ταυτότητα με αρχικά CL (C o L umn) και ακολουθεί ο μοναδικός τετραψήφιος αριθμός που χαρακτηρίζει το κάθε υποστύλωμα, όπως έχει προαναφερθεί. Για παράδειγμα, ένα υποστύλωμα στο ισόγειο του τέταρτου κτιρίου (ID1001) έχει ταυτότητα CL-4015, ενώ το υποστύλωμα που συμπίπτει με αυτό στην κάτοψη αλλά βρίσκεται στο πρώτο όροφο του ίδιου κτιρίου, έχει ταυτότητα CL-4115. Η αναπαραγωγή πινάκων για τα υποστυλώματα περιλαμβάνει την ταυτότητα "ID", το ύψος "Height", το εμβαδόν "Area", την περίμετρο "Perimeter", την επιφάνεια "Surface" και τον όγκο "Volume" των υποστυλωμάτων. Σε αυτό τον πίνακα προστίθεται μια επιπλέον στήλη, η οποία αφορά τον τύπο "Type" κάθε υποστυλώματος δηλαδή

εάν χαρακτηρίζεται στατικά ως υποστυλώμα ή τοίχωμα. Στα υποστυλώματα καθορίζεται τύπος “C” ενώ στα τοιχώματα τύπος “W”. Επίσης, προστίθενται δύο επιπλέον στήλες, οι “ExtInt\_x” και “ExtInt\_y”, οι οποίες αφορούν τη θέση κάθε υποστυλώματος στις δύο διευθύνσεις των συνιστωσών x και y κάθε σεισμού, αντίστοιχα. Ένα υποστυλώμα χαρακτηρίζεται εξωτερικό “exterior” στην περίπτωση που στη διεύθυνση της x ή y συνιστώσας του σεισμού βρίσκεται στα εξωτερικά υποστυλώματα του πλαισίου που δέχεται τη σεισμική δύναμη. Αντίστοιχα, εσωτερικό “interior” χαρακτηρίζεται ένα υποστυλώμα στην περίπτωση που στη διεύθυνση της x ή y συνιστώσας του σεισμού βρίσκεται στα εσωτερικά υποστυλώματα του πλαισίου που δέχεται τη σεισμική δύναμη. Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται για καλύτερη κατανόηση ο τρόπος ορισμού ενός υποστυλώματος ως εξωτερικού ή εσωτερικού. Οι πίνακες με τις γεωμετρικές ιδιότητες των υποστυλωμάτων όλων των κτιρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και η αρίθμηση με τις ταυτότητές τους στο Παράρτημα Δ.

Οι δοκοί, όπως και τα υποστυλώματα, σχεδιάζονται ως στοιχεία όγκου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παρά το γεγονός ότι λειτουργούν ως πλακοδοκοί, με σχήμα “T” ή “Γ”, σχεδιάζονται εποπτικά ως δοκοί με ορθογωνική διατομή. Σε αυτά τα στοιχεία δίνεται ταυτότητα με αρχικά BM (B ea M) και ακολουθεί ο μοναδικός τετραψήφιος αριθμός που χαρακτηρίζει την κάθε δοκό, όπως έχει προαναφερθεί. Για παράδειγμα, μια δοκός στο ισόγειο του πέμπτου κτιρίου (ID1002) έχει ταυτότητα BM-5017, ενώ η δοκός που συμπίπτει με αυτήν στην κάτοψη αλλά βρίσκεται στον πρώτο όροφο του ίδιου κτιρίου, έχει ταυτότητα BM-5117. Η αναπαραγωγή πινάκων για τις δοκούς περιλαμβάνει την ταυτότητα “ID”, το ύψος “Height”, το πλάτος “Width”, το μήκος “Length”, την κάτω επιφάνεια “Bottom Surface”, την πλευρική επιφάνεια “Edge Surface Left” και τον όγκο “Volume” των δοκών. Σε αυτόν τον πίνακα, όπως και στην περίπτωση των υποστυλωμάτων, προστίθενται δύο επιπλέον στήλες, οι “ExtInt\_x” και “ExtInt\_y”, οι οποίες αφορούν τη θέση κάθε δοκού στις 2 διευθύνσεις των συνιστωσών x και y κάθε σεισμού, αντίστοιχα. Μια δοκός χαρακτηρίζεται εξωτερική “exterior” ή εσωτερική “interior”, αναλόγως της θέσης της στο πλαίσιο το οποίο δέχεται το σεισμικό φορτίο σε κάθε διεύθυνση, με την ίδια λογική όπως χαρακτηρίζονται τα υποστυλώματα και παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1. Οι πίνακες με τις γεωμετρικές ιδιότητες των δοκών όλων των κτιρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και η αρίθμηση με τις ταυτότητές τους στο Παράρτημα Δ.



Σχήμα 3.1. Εσωτερικά και εξωτερικά υποστυλώματα και δοκοί.

### 3.4.2. Σχεδιασμός Τοιχοπληρώσεων

Οι τοιχοπληρώσεις, προσομοιώνονται ως στοιχεία όγκου τούβλων. Στην περίπτωση που ένας τοίχος έχει ένα κάθετο σε αυτόν τοίχο για τον διαχωρισμό ενός χώρου, τότε ο πρώτος τοίχος δεν διαχωρίζεται σε δύο τμήματα αλλά θεωρείται ενιαίος σε όλο του το μήκος. Σε αυτά τα στοιχεία δίνεται ταυτότητα με αρχικά WL (W al L) και ακολουθεί ο μοναδικός τετραψήφιος αριθμός που χαρακτηρίζει τον κάθε τοίχο, όπως έχει προαναφερθεί. Για παράδειγμα, ένας τοίχος στο πρώτο όροφο του πρώτου κτιρίου (ID2061) έχει ταυτότητα WL-1105. Λόγω διαφορετικής διάταξης των χώρων σε κάθε όροφο, τα δύο τελευταία ψηφία δεν αντιπροσωπεύουν ταύτιση τοίχων στην κάτοψη, όπως στην περίπτωση των υποστυλωμάτων και των δοκών.



Για κάθε τοίχο, καθορίζεται η θέση του κέντρου βάρους του στο χώρο (x,y,z διάσταση) σε σχέση με ένα σταθερό κόμβο σε κάθε όροφο του κτιρίου. Επίσης υπολογίζεται η αριστερόστροφη γωνία την οποία σχηματίζει η μεγάλη του διάσταση (διαμήκης άξονας) στην οριζόντια διεύθυνση σε σχέση με τον καθολικό θετικό άξονα x. Η γωνία αυτή, η οποία λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και +180 μοίρες, καθορίζει τη διεύθυνση του τοίχου στο χώρο.

Η αναπαραγωγή πινάκων για τις τοιχοπληρώσεις περιλαμβάνει την ταυτότητα “ID”, το ύψος “Height”, το μήκος “Length”, το πάχος “Thickness”, και την επιφάνεια “Surface” των τοιχοπληρώσεων. Σε αυτόν τον πίνακα προστίθενται τρεις επιπλέον στήλες, με τα δεδομένα τα οποία έχουν υπολογιστεί και αφορούν τις συντεταγμένες του κέντρου βάρους κάθε τοίχου σε κάτοψη, στη x και στη y διεύθυνση, “x\_cm\_wall” και “y\_cm\_wall” αντίστοιχα, όπως επίσης και την αριστερόστροφη γωνιά, “angle\_x\_wall” την οποία σχηματίζει ο διαμήκης άξονας του τοίχου με τη x διεύθυνση. Οι πίνακες με τις γεωμετρικές ιδιότητες των τοιχοπληρώσεων όλων των κτιρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και η αρίθμηση με τις ταυτότητές τους στο Παράρτημα Δ.

### **3.4.3. Σχεδιασμός Πορτών και Παραθύρων**

Οι πόρτες εισάγονται στο τρισδιάστατο μοντέλο από τη βιβλιοθήκη του ArchiCAD, καθώς υπάρχουν πολλά είδη πορτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ξύλινες ή μεταλλικές πόρτες από αλουμίνιο για τους εσωτερικούς χώρους και ξύλινες ή γυάλινες πόρτες για τις κεντρικές κύριες εισόδους των κτιρίων. Σε αυτά τα στοιχεία δίνεται ταυτότητα με αρχικά DR (D οο R) και ακολουθεί ο μοναδικός τετραψήφιος αριθμός που χαρακτηρίζει την κάθε πόρτα (π.χ. μια πόρτα στο ισόγειο του πρώτου κτιρίου έχει ταυτότητα DR-1005).

Η αναπαραγωγή πινάκων για τις πόρτες περιλαμβάνει την ταυτότητα “ID”, το ύψος “Height” και το πλάτος “Width” των πορτών. Σε αυτόν τον πίνακα προστίθενται δύο επιπλέον στήλες. Στην πρώτη στήλη προστίθεται η ταυτότητα του τοίχου στον οποίο βρίσκεται ενσωματωμένη η κάθε πόρτα “AttachedToWall”, και στη δεύτερη στήλη καθορίζεται ο τύπος “Type” κάθε πόρτας. Στις ξύλινες πόρτες εσωτερικού χώρου (π.χ. πόρτες υπνοδωματίων) καθορίζεται τύπος “WD”, στις μεταλλικές πόρτες από αλουμίνιο (π.χ. πόρτες κουζίνας) τύπος “SD”, στις ξύλινες πόρτες εισόδου τύπος “AD”, ενώ στην κεντρική πόρτα εισόδου (από γυαλί) της πολυκατοικίας τύπος

“BD”. Οι πίνακες με τις γεωμετρικές ιδιότητες των πορτών όλων των κτιρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και η αρίθμηση με τις ταυτότητές τους στο Παράρτημα Δ.

Τα παράθυρα, όπως και οι πόρτες, εισάγονται στο τρισδιάστατο μοντέλο από τη βιβλιοθήκη του ArchiCAD, καθώς υπάρχει πλήθος παραθύρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Σε όλους τους χώρους χρησιμοποιούνται παράθυρα με πλαίσιο από αλουμίνιο όπως επίσης και πορτοπαράθυρα για τους εξωτερικούς χώρους των βεραντών. Οι διαστάσεις τους ποικίλουν, αναλόγως του χώρου όπου είναι τοποθετημένα. Σε αυτά τα στοιχεία δίνεται ταυτότητα με αρχικά WN (W in N dow) και ακολουθεί ο μοναδικός τετραψήφιος αριθμός που χαρακτηρίζει το κάθε παράθυρο (π.χ. ένα παράθυρο στο πρώτο όροφο του τρίτου κτιρίου έχει ταυτότητα WN-3105).

Η αναπαραγωγή πινάκων για τα παράθυρα γίνεται ανά όροφο και περιλαμβάνει την ταυτότητα “ID”, το ύψος “Height”, το πλάτος “Width” και το εμβαδόν “Area” των παραθύρων. Σε αυτόν τον πίνακα προστίθενται δύο επιπλέον στήλες. Στην πρώτη στήλη προστίθεται η ταυτότητα του τοίχου στον οποίο βρίσκεται ενσωματωμένο το κάθε παράθυρο “AttachedToWall”, και στη δεύτερη στήλη καθορίζεται ο τύπος “Type” κάθε παράθυρου. Στα απλά παράθυρα καθορίζεται ο τύπος “W”, ενώ στα πορτοπαράθυρα (floor-level window) ο τύπος “DW”. Οι πίνακες με τις γεωμετρικές ιδιότητες των παραθύρων όλων των κτιρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και η αρίθμηση με τις ταυτότητές τους στο Παράρτημα Δ.

#### ***3.4.4. Τρισδιάστατη Απεικόνιση Κτιρίων***

Στα Σχήματα 3.2 έως 3.7, παρουσιάζονται τρισδιάστατες απεικονίσεις των έξι υπό μελέτη κτιρίων τα οποία θα αναλυθούν, όπως αυτά έχουν σχεδιαστεί σε ArchiCAD. Όλα τα κτίρια έχουν τοποθετηθεί σε ένα “οικοδομικό τετράγωνο” όπως φαίνεται στα Σχήματα 3.8 και 3.9, μιας και η μεθοδολογία η οποία αναπτύσσεται στη παρούσα διατριβή μπορεί να αξιοποιηθεί για την εκτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς, είτε μεμονωμένα για ένα κτίριο, είτε για μια πλειάδα κτιρίων μιας ευρύτερης περιοχής. Οι κατόψεις των κτιρίων όπως έχουν σχεδιαστεί σε AutoCAD παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ.



Σχήμα 3.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2061.



Σχήμα 3.3. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2062.



*Σχήμα 3.4. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID2063.*



*Σχήμα 3.5. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1001.*



Σχήμα 3.6. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1002.



Σχήμα 3.7. Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου ID1010.



*Σχήμα 3.8. Πανοραμική όψη “οικοδομικού τετραγώνου”.*



*Σχήμα 3.9. Πανοραμική όψη “οικοδομικού τετραγώνου”.*

## 4. ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΛΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 4.1. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Μελών Κτιρίου

Για την εκτίμηση των ζημιών που παθαίνουν τα μέλη ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμικό γεγονός και για τον υπολογισμό του κόστους επισκευής τους, δημιουργούνται πιθανοτικές κατανομές χρησιμοποιώντας πειραματικά δεδομένα προηγούμενων μελετητών και απόψεις ειδικών. Στην παγκόσμια βιβλιογραφία, για την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας του κόστους επισκευής και της τρωτότητας αναλόγως του επιπέδου ζημιάς στο οποίο βρίσκεται κάθε δομικό στοιχείο της κατασκευής, χρησιμοποιούνται κατά κανόνα λογαριθμοκανονικές κατανομές (π.χ. Naeim et al. 2006, Goulet et al 2007). Οι καμπύλες οι οποίες προκύπτουν καλούνται καμπύλες σεισμικής τρωτότητας και κατέχουν σημαντική θέση στη σεισμική μηχανική και συγκεκριμένα στη διαδικασία προσομοίωσης του σεισμικού κινδύνου αφού συμβάλλουν στην εκτίμηση του βαθμού βλάβης μιας κατασκευής βάσει μιας δεδομένης σεισμικής διέγερσης ορισμένης έντασης.

Οι καμπύλες τρωτότητας καθορίζονται χρησιμοποιώντας τη διάμεση τιμή  $x_m$  της λογαριθμοκανονικής κατανομής (median value of lognormal distribution X) και την τυπική απόκλιση  $\beta$  των λογαρίθμων της κατανομής (standard deviation of the logs of distribution X), βάσει των οποίων ταξινομείται η ζημιά που έχει πάθει κάθε μέλος. Αυτές οι παράμετροι προσδιορίζονται για κάθε επίπεδο βλάβης ως προς το μέτρο απόκρισης EDP με το οποίο περιγράφεται η βλάβη αυτή, και αντιπροσωπεύουν κάθε ομάδα ομοειδών μελών του κτιρίου.

Οι καμπύλες τρωτότητας αποτελούν την πιθανοτική έκφραση της αντοχής κάθε δομικού στοιχείου και αντιστοιχίζουν την απόκρισή του με διάφορα επίπεδα βλάβης, παράγοντας την πιθανότητα να φτάσει ή να υπερβεί κάθε επίπεδο ζημιάς. Έτσι, κάθε μέλος του κτιρίου, πέραν των φυσικών (υλικό) και γεωμετρικών (διαστάσεις) ιδιοτήτων του, διαθέτει επιπλέον πληροφορίες για τη ζημιά που έχει πάθει και το αναμενόμενο κόστος για την επισκευή του. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η μετέπειτα απεικόνιση των ζημιών, με κατάλληλο χρωματισμό των μελών, στο τρισδιάστατο μοντέλο κάθε κτιρίου βάσει της μετασεισμικής τους κατάστασης, κάθε στάθμη επιτελεστικότητας χαρακτηρίζεται από ένα χρώμα.

Για τη συλλογή των δεδομένων που αφορούν την τρωτότητα των μελών ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα και συγκεκριμένα των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων,

των πορτών και των παραθύρων, ετοιμάστηκε ένα ερωτηματολόγιο από τον Χ. Γεωργίου (2009) το οποίο αποστάληκε σε επιστήμονες και ερευνητές ειδικούς σε θέματα επισκευών κτιρίων. Μέσα από το ερωτηματολόγιο αυτό ζητήθηκε να δοθούν μια μέση/διάμεση τιμή και μια τυπική απόκλιση των μέτρων αποκρίσεων EDP βάσει των οποίων καθορίζεται η τρωτότητα των μελών.

Σύμφωνα με τους Panagiotakos and Fardis (2001), οι διάμεσες τιμές για τις πλαστικές στροφές που ορίζουν τις καμπύλες τρωτότητας για υποστυλώματα και δοκούς, εξαρτώνται από παραμέτρους όπως η όπλιση, η αξονική δύναμη, η διάτμηση κ.λπ. Δυστυχώς δεν υπάρχουν ακριβή νούμερα για τα επιμέρους επίπεδα ζημιάς, παρά μόνο για διαρροή και αστοχία. Κανονισμοί όπως ο ATC-58 (ATC 2012) διαθέτουν καλύτερα δεδομένα, αλλά αυτά αφορούν ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις και όχι πλαστικές στροφές που θεωρούνται το καλύτερο και πιο ενδεικτικό μέτρο ζημιάς. Εντούτοις, σε γενικές γραμμές, η προσπάθεια για να επιτευχθεί μια τέλεια λύση απαιτεί μια ιδιαίτερα περίπλοκη διαδικασία, η λεπτομέρεια της οποίας μπορεί να είναι χρήσιμη για ένα κτίριο, όχι όμως οπωσδήποτε για μια πλειάδα κτιρίων που αντιμετωπίζονται ταυτόχρονα ως σύνολο. Κύριος σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η παρουσίαση της μεθοδολογίας και της διαδικασίας υπολογισμού του κόστους και του χρόνου αποκατάστασης κτιρίων, οπότε υιοθετείται μια πιο απλή προσέγγιση όσο αφορά τις καμπύλες τρωτότητας. Ως εκ τούτου, οι τιμές οι οποίες λαμβάνονται θεωρούνται ενδεικτικές αλλά επαρκώς ρεαλιστικές για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Λεπτομερής επεξεργασία πειραματικών δοκιμών θα δώσει στο μέλλον καλύτερες τιμές, ιδιαίτερα σε ότι αφορά τη διασπορά (Porter et al. 2007).

Οι ενέργειες αποκατάστασης οι οποίες προτείνονται σε κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων για κάθε επίπεδο ζημιάς έχουν καθοριστεί έχοντας ως βάση το εγχειρίδιο "Κατευθυντήριες Προδιαγραφές και Οδηγίες για Επισκευές Κτιρίων με Βλάβες από Σεισμό" το οποίο συντάχθηκε από την Επιτροπή υλοποίησης της Δράσης "Μέθοδοι Επισκευής για Κτίρια Βλαβέντα από Φυσικές Καταστροφές. Υπάρχουσα Κατάσταση – Προτάσεις", καθώς επίσης και μετά από προσωπική επικοινωνία με εργολάβους κατασκευαστικών έργων και έργων αντισεισμικής προστασίας και αναβάθμισης.



#### **4.1.1. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Υποστυλωμάτων και Δοκών**

Οι καμπύλες τρωτότητας για τα υποστυλώματα και τις δοκούς, καθορίζονται για τη μέγιστη εκ των δύο πλαστικών στροφών (Plastic Rotation) οι οποίες αναπτύσσονται στα άκρα τους. Οι στάθμες επιτελεστικότητας-επίπεδα ζημιάς με τις αντίστοιχες ενέργειες αποκατάστασης, για τα υποστυλώματα και τις δοκούς ορίζονται ως:

➤ ελαφριά ζημιά (slight damage)

Τα μέλη έχουν υποστεί ελαφριές ζημιές, όπως για παράδειγμα, κάποιες τριχοειδείς ρωγμές οι οποίες εντούτοις δεν επηρεάζουν την αντοχή τους. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με πράσινο χρώμα και οι ενέργειες οι οποίες απαιτούνται για την επαναφορά των μελών στην αρχική τους κατάσταση είναι:

1. Υποστύλωση ορόφου.
2. Καθαίρεση επιχρίσματος υποστυλωμάτων/δοκών γύρω από ρωγμές.
3. Συγκόλληση των ρωγμών υποστυλωμάτων/δοκών με εποξειδική ρητίνη.
4. Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων/δοκών.
5. Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου.
6. Βάψιμο υποστυλωμάτων/δοκών ορόφου.

➤ μέτρια ζημιά (moderate damage)

Τα μέλη έχουν πάθει μέτριες ζημιές, όπως για παράδειγμα, ρωγμές της τάξης των 1-2mm και τοπικές αστοχίες της επικάλυψης με τοπική μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος. Ο χάλυβας διαρρέει και ενδέχεται τοπικά να εξαντλείται η παραμόρφωση του σκυροδέματος σε θλίψη. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κίτρινο χρώμα και οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Υποστύλωση ορόφου.
2. Καθαίρεση αποδιοργανωμένου σκυροδέματος και αποκάλυψη οπλισμού υποστυλωμάτων/δοκών.
3. Συγκόλληση νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων σε υποστυλώματα/δοκούς.

4. Τοποθέτηση δομικού πλέγματος σε υποστυλώματα/δοκούς.
5. Διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος υποστυλωμάτων/δοκών.
6. Πρώτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
7. Δεύτερο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
8. Τρίτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
9. Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων/δοκών.
10. Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου.
11. Βάψιμο υποστυλωμάτων/δοκών ορόφου.

➤ σοβαρή ζημιά (severe damage)

Τα μέλη έχουν πάθει εκτεταμένες ζημιές, όπως για παράδειγμα, ρωγμές της τάξης των 3-5mm, απώλεια επικάλυψης οπλισμών και λυγισμός χωρίς θραύση ράβδων οπλισμού, κάτι που καθιστά την επισκευή των στοιχείων αντιοικονομική με αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η αντικατάστασή τους. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κόκκινο χρώμα και οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Υποστύλωση ορόφου.
2. Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος υποστυλωμάτων/δοκών.
3. Καθαίρεση κατεστραμμένου οπλισμού υποστυλωμάτων/δοκών.
4. Προσθήκη νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων σε υποστυλώματα/δοκούς.
5. Τοποθέτηση ξυλότυπου υποστυλωμάτων/δοκών.
6. Διάστρωση έγχυτου / εκτοξευόμενου σκυροδέματος υποστυλωμάτων/δοκών.
7. Αφαίρεση ξυλότυπου υποστυλωμάτων/δοκών.
8. Πρώτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
9. Δεύτερο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
10. Τρίτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων/δοκών.
11. Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων/δοκών.
12. Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου.
13. Βάψιμο υποστυλωμάτων/δοκών ορόφου.

➤ πλήρης απώλεια (collapse)

Τα μέλη παρουσιάζουν εκτεταμένες ρωγμές εύρους  $>5\text{mm}$  και ενδεχόμενη θραύση οπλισμών στις ρωγμές. Υπάρχει εκτεταμένη απώλεια επικάλυψης, πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και λυγισμός των ράβδων οπλισμού. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με μαύρο χρώμα και η μόνη λύση για την επισκευή των στοιχείων τα οποία ουσιαστικά έχουν καταστραφεί ολοκληρωτικά, είναι η πλήρης αντικατάστασή τους. Οι ενέργειες αποκατάστασης των στοιχείων που έχουν καταρρεύσει είναι οι ίδιες όπως και στην περίπτωση των σοβαρών ζημιών.

Οι ενέργειες αποκατάστασης των υποστυλωμάτων και των δοκών στα διάφορα επίπεδα ζημιάς, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους Πίνακες Β.2 και Β.3, αντίστοιχα. Στον Πίνακα 4.1 συνοψίζονται οι παράμετροι της κατανομής, βάσει των οποίων καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς για τα υποστυλώματα και τις δοκούς. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τις τέσσερις στάθμες επιτελεστικότητας, οι καμπύλες τρωτότητας των υποστυλωμάτων και των δοκών οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.1. Στο πάνω σχήμα παρουσιάζεται η πιθανότητα ένα στοιχείο να φτάσει ή να έχει ξεπεράσει ένα επίπεδο ζημιάς (CCDF), ενώ στο κάτω σχήμα, παρουσιάζεται η πιθανότητα το στοιχείο να βρίσκεται σε κάθε επίπεδο ζημιάς (PDF).

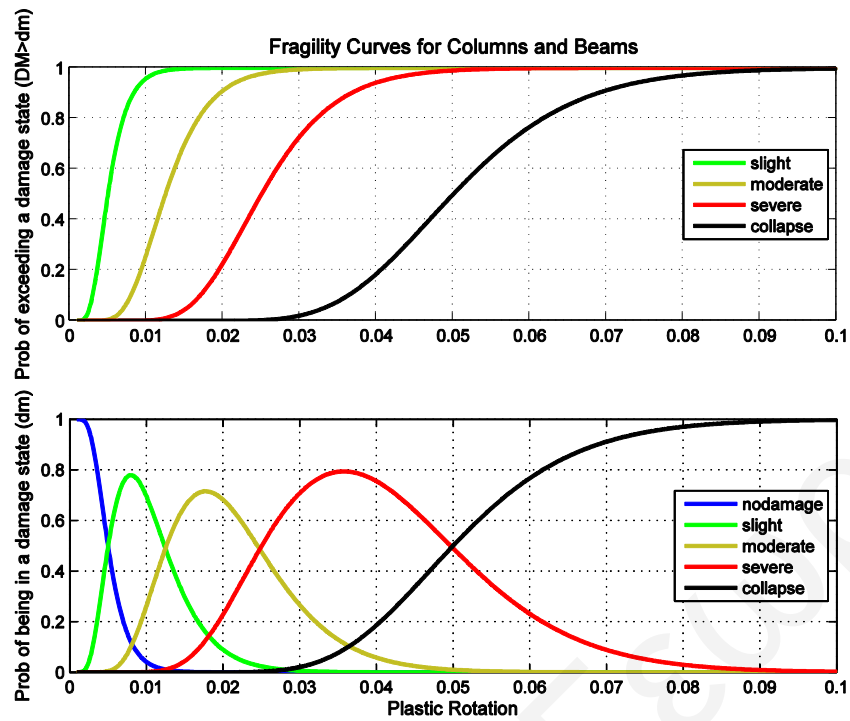
Παρά το γεγονός ότι τα κτίρια τα οποία εξετάζονται δεν διαθέτουν τοιχώματα (sheer walls), για λόγους μελλοντικής αξιοποίησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2 οι παράμετροι της κατανομής βάσει των οποίων καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς για τα τοιχώματα. Λόγω του ότι παθαίνουν πιο εύκολα ζημιές, οι τιμές αυτές λαμβάνονται στο 50% των τιμών που λαμβάνονται για τα συνήθη υποστυλώματα. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται οι καμπύλες τρωτότητας των τοιχωμάτων οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.2.

**Πίνακας 4.1.** Παράμετροι τρωτότητας υποστυλωμάτων και δοκών σε όρους πλαστικής στροφής.

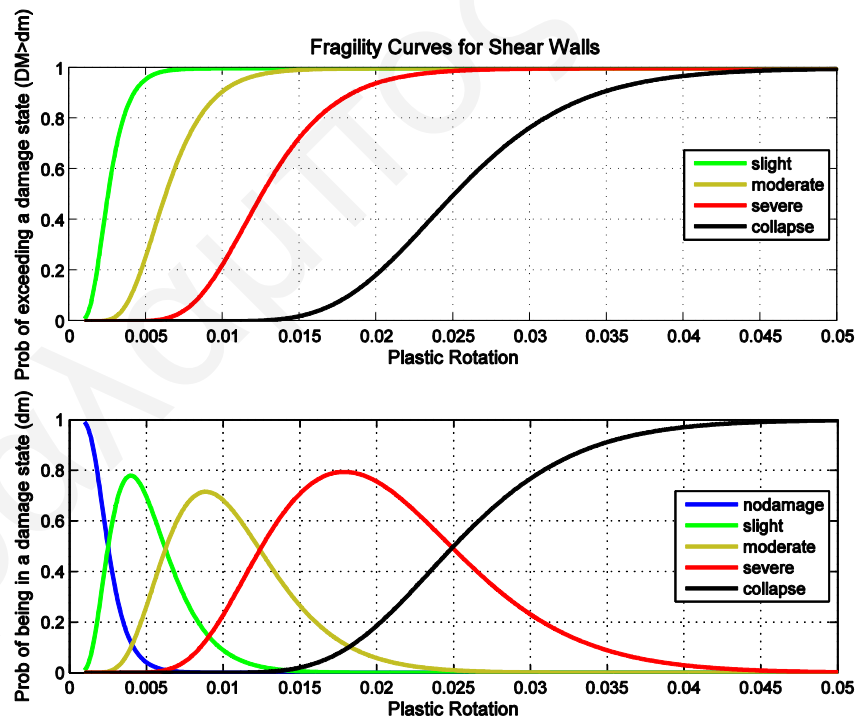
	<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	<b>Μέτρια Ζημιά</b>	<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	<b>Πλήρης Απώλεια</b>
<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	0.5% rad	1.25% rad	2.5% rad	5.0% rad
<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>	0.40	0.35	0.30	0.25

**Πίνακας 4.2.** Παράμετροι τρωτότητας τοιχωμάτων σε όρους πλαστικής στροφής.

	<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	<b>Μέτρια Ζημιά</b>	<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	<b>Πλήρης Απώλεια</b>
<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	0.25% rad	0.625% rad	1.25% rad	2.5% rad
<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>	0.40	0.35	0.30	0.25



Σχήμα 4.1. Καμπύλες τρωτότητας υποστυλωμάτων και δοκών.



Σχήμα 4.2. Καμπύλες τρωτότητας τοιχωμάτων.

#### **4.1.2. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Τοιχοπληρώσεων**

Οι καμπύλες τρωτότητας για τις τοιχοπληρώσεις (μη φέρουσες), καθορίζονται για την ανηγμένη σχετική μετατόπισή τους WDR (Wall Drift Ratio) η οποία λαμβάνεται ίση με την μέγιστη ανηγμένη σχετική μετατόπιση του ορόφου IDR (Interstory Drift Ratio) στον οποίο βρίσκονται και σε σχέση με τη θέση και τη διεύθυνσή τους εντός του ορόφου αυτού. Οι στάθμες επιτελεστικότητας-επίπεδα ζημιάς για τις τοιχοπληρώσεις ορίζονται ως:

➤ ελαφριά ζημιά (slight damage)

Οι τοιχοπληρώσεις έχουν υποστεί ελαφριές ζημιές, όπως για παράδειγμα, ελαφριά ρηγμάτωση των επιχρισμάτων. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με πράσινο χρώμα και οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων γύρω από ρωγμές.
2. Τοποθέτηση νέου επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων.
3. Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων.
4. Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου.

➤ μέτρια ζημιά (moderate damage)

Στις τοιχοπληρώσεις παρουσιάζονται ρωγμές και αποκόλληση επιχρισμάτων, κάτι που τις καθιστά επισκευάσιμες. Η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κίτρινο χρώμα και οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων γύρω από ρωγμές και πλύσιμο ρωγμών με νερό υπό πίεση.
2. Τσιμεντένεση ή τοποθέτηση τσιμεντοκονιάματος στις ρωγμές τοιχοπληρώσεων.
3. Τοποθέτηση νέου επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων.
4. Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων.
5. Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου.

➤ σοβαρή ζημιά (severe damage)

Οι τοιχοπληρώσεις έχουν πάθει εκτεταμένες ζημιές, όπως για παράδειγμα, μερική αποκόλληση του τοίχου από την οροφή (ή το κάτω μέρος της δοκού) χωρίς κατάρρευση, εκτεταμένες αποκολλήσεις και πτώση επιχρισμάτων. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κόκκινο χρώμα και προτείνεται η πλήρης αντικατάσταση του κατεστραμμένου τμήματος του τοίχου, καθώς η επισκευή του κρίνεται αντιοικονομική. Συγκεκριμένα, οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση κατεστραμμένου τμήματος τοιχοπληρώσεων.
2. Κατασκευή τοιχοπληρώσεων.
3. Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων.
4. Υδραυλικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων.
5. Τοποθέτηση κοτετσosύρματος, ινών υάλου ή άνθρακα υψηλής αντοχής στις τοιχοπληρώσεις.
6. Πρώτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων.
7. Δεύτερο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων.
8. Τρίτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων.
9. Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων.
10. Ολοκλήρωση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων.
11. Ολοκλήρωση υδραυλικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων.
12. Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου.

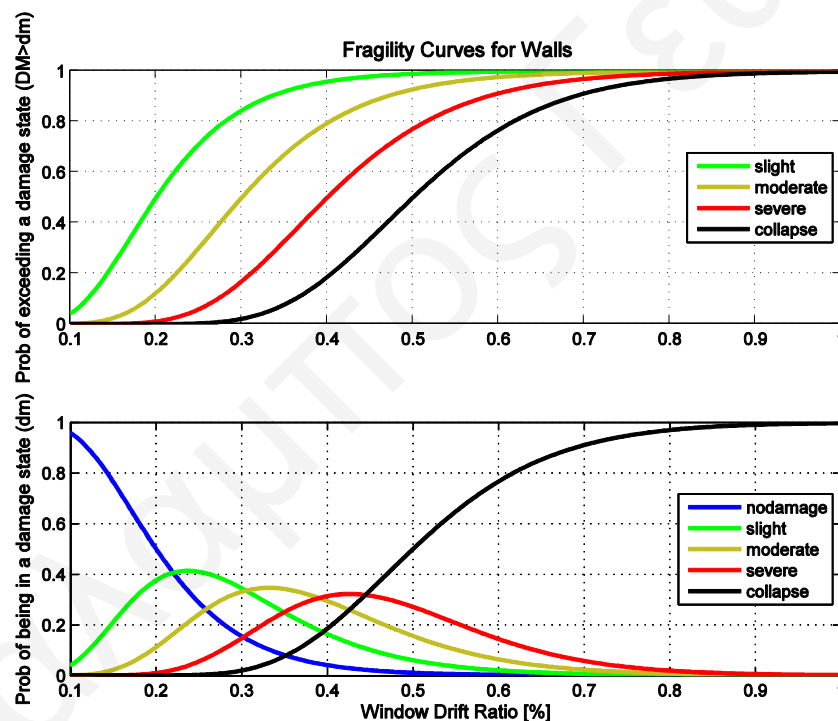
➤ πλήρης απώλεια (collapse)

Οι τοιχοπληρώσεις παρουσιάζουν βαριές βλάβες, ολική αποκόλληση από την οροφή (ή το κάτω μέρος της δοκού) και πτώση. Επίσης υπάρχει συνολική απώλεια επιχρισμάτων και τούβλων. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με μαύρο χρώμα και η ολοκληρωτική καταστροφή καθιστά την αντικατάσταση της τοιχοπλήρωσης απαραίτητη. Οι ενέργειες αποκατάστασης των τοιχοπληρώσεων που έχουν καταρρεύσει είναι οι ίδιες όπως και στην περίπτωση των τοιχοπληρώσεων με σοβαρές ζημιές.

Στον Πίνακα Β.4 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι ενέργειες αποκατάστασης στα διάφορα επίπεδα ζημιάς για τις τοιχοπληρώσεις. Στον Πίνακα 4.3 συνοψίζονται οι παράμετροι της κατανομής σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης, βάσει των οποίων καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς των τοιχοπληρώσεων. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τις τέσσερις στάθμες επιτελεστικότητας, οι καμπύλες τρωτότητας των τοιχοπληρώσεων οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.3.

**Πίνακας 4.3.** Παράμετροι τρωτότητας τοιχοπληρώσεων σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης.

	<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	<b>Μέτρια Ζημιά</b>	<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	<b>Πλήρης Απώλεια</b>
<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>	0.40	0.35	0.30	0.25



Σχήμα 4.3. Καμπύλες τρωτότητας τοιχοπληρώσεων.

#### 4.1.3. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Πορτών

Οι καμπύλες τρωτότητας για τις πόρτες, καθορίζονται για την ανηγμένη σχετική μετατόπισή τους DDR (Door Drift Ratio) η οποία λαμβάνεται ίση με την ανηγμένη σχετική μετατόπιση των

τοιχοπληρώσεων στις οποίες βρίσκονται ενσωματωμένες. Οι στάθμες επιτελεστικότητας-επίπεδα ζημιάς για τις πόρτες ορίζονται ως:

➤ μέτρια ζημιά (moderate damage - bend frame)

Το πλαίσιο της πόρτας (παραστατός) έχει λυγίσει με αποτέλεσμα να καθίσταται πλέον μη λειτουργική αφού δεν μπορεί να ανοιγοκλείσει. Η πόρτα δεν έχει πάθει καμιά ζημιά. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κίτρινο χρώμα και είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του πλαισίου. Συγκεκριμένα, οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση πορτών.
2. Καθαίρεση κατεστραμμένων παραστατών πορτών.
3. Τοποθέτηση νέων παραστατών πορτών και στεγάνωση αρμών.
4. Αποκατάστασης τοιχοπληρώσεων γύρω από παραστατούς πορτών.
5. Επανατοποθέτηση, αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας πορτών.

➤ πλήρης απώλεια (collapse - cracked)

Η πόρτα έχει καταστραφεί πλήρως και είναι απαραίτητη η αντικατάστασή της. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με μαύρο χρώμα και οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

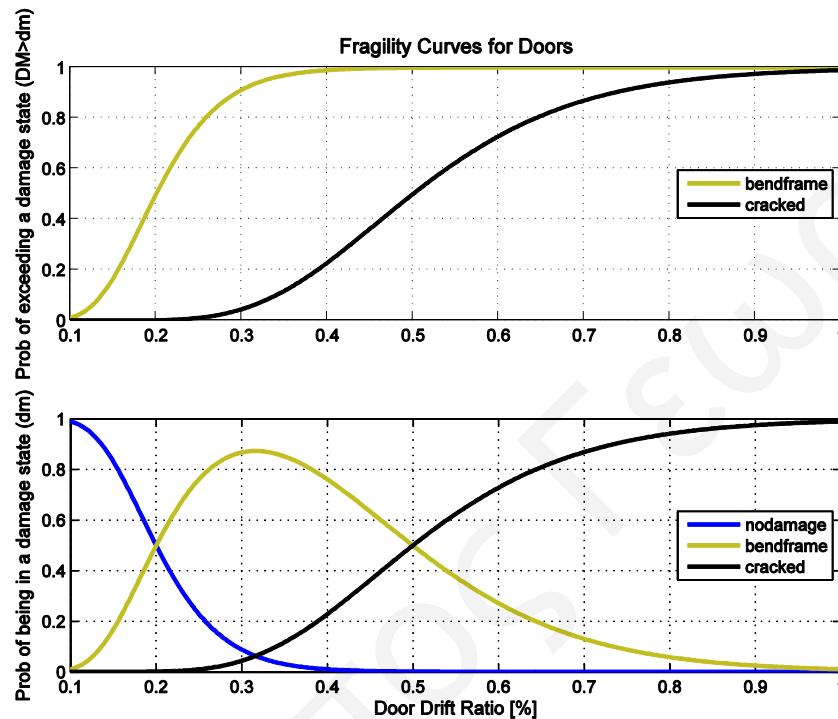
1. Καθαίρεση κατεστραμμένων πορτών.
2. Καθαίρεση κατεστραμμένων παραστατών πορτών.
3. Τοποθέτηση νέων παραστατών πορτών και στεγάνωση αρμών.
4. Αποκατάστασης τοιχοπληρώσεων γύρω από παραστατούς πορτών.
5. Επανατοποθέτηση, αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας πορτών.

Στον Πίνακα Β.5 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι ενέργειες αποκατάστασης στα διάφορα επίπεδα ζημιάς για τις πόρτες. Στον Πίνακα 4.4 συνοψίζονται οι παράμετροι της κατανομής σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης, βάσει των οποίων καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς για τις πόρτες. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τις στάθμες επιτελεστικότητας οι καμπύλες τρωτότητας των πορτών όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.4.



**Πίνακας 4.4.** Παράμετροι τρωτότητας πορτών σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης.

	<b>Μέτρια Ζημιά</b>	<b>Πλήρης Απώλεια</b>
<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	0.2%	0.5%
<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>	0.30	0.30



Σχήμα 4.4. Καμπύλες τρωτότητας πορτών.

#### 4.1.4. Παράμετροι Τρωτότητας και Ενέργειες Αποκατάστασης Παραθύρων

Οι καμπύλες τρωτότητας για τα παράθυρα, καθορίζονται για την ανηγμένη σχετική μετατόπισή τους WinDR (Window Drift Ratio) η οποία λαμβάνεται ίση με την ανηγμένη σχετική μετατόπιση των τοιχοπληρώσεων στις οποίες βρίσκονται ενσωματωμένα. Οι στάθμες επιτελεστικότητας-επίπεδα ζημιάς για τα παράθυρα ορίζονται ως:

- μέτρια ζημιά (moderate damage - bend frame)

Το πλαίσιο του παράθυρου που είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο έχει λυγίσει με αποτέλεσμα το παράθυρο να μην είναι πλέον λειτουργικό αφού δεν μπορεί να ανοιγοκλείσει. Το γυαλί δεν έχει πάθει καμιά ζημιά. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με κίτρινο χρώμα και είναι

απαραίτητη η αντικατάσταση ή η επισκευή του αλουμινένιου πλαισίου. Συγκεκριμένα, οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση παραθύρων.
  2. Καθαίρεση κατεστραμμένων πλαισίων παραθύρων.
  3. Καθαίρεση κατεστραμμένων ψευτοκασών παραθύρων.
  4. Τοποθέτηση νέων ψευτοκασών παραθύρων και στεγάνωση αρμών.
  5. Τοποθέτηση νέων πλαισίων παραθύρων.
  6. Αποκατάσταση τοιχοπληρώσεων γύρω από ψευτόκασες παραθύρων.
  7. Επανατοποθέτηση, αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας παραθύρων.
- πλήρης απώλεια (collapse - cracked)

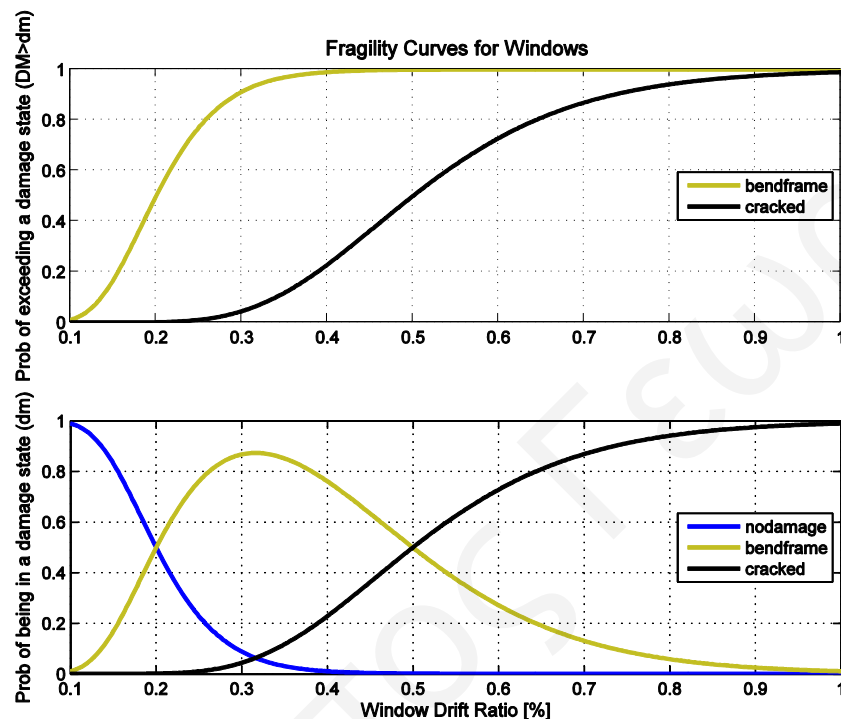
Το παράθυρο έχει καταστραφεί πλήρως και το γυαλί έχει σπάσει. Αυτή η στάθμη αντιπροσωπεύεται με μαύρο χρώμα και είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του παραθύρου. Συγκεκριμένα, οι απαιτούμενες ενέργειες αποκατάστασης είναι:

1. Καθαίρεση κατεστραμμένων παραθύρων.
2. Καθαίρεση κατεστραμμένων πλαισίων παραθύρων.
3. Καθαίρεση κατεστραμμένων ψευτοκασών παραθύρων.
4. Τοποθέτηση νέων ψευτοκασών παραθύρων και στεγάνωση αρμών.
5. Τοποθέτηση νέων πλαισίων παραθύρων.
6. Αποκατάσταση τοιχοπληρώσεων γύρω από ψευτόκασες παραθύρων.
7. Επανατοποθέτηση, αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας παραθύρων.

Στον Πίνακα Β.6 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι ενέργειες αποκατάστασης στα διάφορα επίπεδα ζημιάς για τα παράθυρα. Στον Πίνακα 4.5 συνοψίζονται οι παράμετροι της κατανομής σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης, βάσει των οποίων καθορίζονται τα επίπεδα ζημιάς των παραθύρων. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τις στάθμες επιτελεστικότητας οι καμπύλες τρωτότητας των παραθύρων όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.5.

**Πίνακας 4.5.** Παράμετροι τρωτότητας παραθύρων σε όρους ανηγμένης σχετικής μετατόπισης.

	<b>Μέτρια Ζημιά</b>	<b>Πλήρης Απώλεια</b>
<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	0.2%	0.5%
<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>	0.30	0.30



Σχήμα 4.5. Καμπύλες τρωτότητας παραθύρων.

#### 4.2. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Μελών Κτιρίου

Το κόστος επισκευής για κάθε μέλος και γενικά για κάθε κατηγορία μελών, ανάλογα με τις διαστάσεις τους και τα υλικά κατασκευής τους, χρησιμοποιείται για την κατασκευή των καμπύλων κόστους οι οποίες συνδυάζονται με τις καμπύλες τρωτότητας προκειμένου να υπολογιστεί το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου. Στην προκειμένη περίπτωση, το κόστος επισκευής για κάθε επίπεδο ζημιάς, μπορεί να διαχωριστεί σε κόστος καθαίρεσης (removing), αγοράς υλικών (buying) και εγκατάστασης-ενσωμάτωσης (installation). Αυτές οι τιμές κόστους χαρακτηρίζονται από μια μέση τιμή και μια τυπική απόκλιση, και κατά κανόνα θεωρείται ότι ακολουθούν λογαριθμοκανονική κατανομή (π.χ. Goulet et al. 2007).

Το κόστος καθαίρεσης περιλαμβάνει την αφαίρεση των υλικών τα οποία έχουν πάθει ζημιές και πλέον δεν μπορούν να αποδώσουν όπως απέδιδαν πριν το σεισμό. Το κόστος αυτό αφορά κυρίως

το εργατικό δυναμικό και τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την αφαίρεση των υλικών. Το κόστος αγοράς υλικών περιλαμβάνει το κόστος των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για να αντικατασταθούν αυτά που έχουν πάθει ζημιές λόγω του σεισμού. Το κόστος αυτό μπορεί να προκύψει από μια έρευνα αγοράς σε εταιρείες οι οποίες προμηθεύουν αυτά τα υλικά. Το κόστος αυτό δεν αφορά εργατικό δυναμικό και μηχανήματα, αλλά περιλαμβάνει τη μεταφορά των υλικών στο χώρο όπου θα γίνουν οι επισκευές. Το κόστος εγκατάστασης-ενσωμάτωσης περιλαμβάνει την ενσωμάτωση των υλικών που έχουν αγοραστεί, στη θέση αυτών που έχουν πάθει ζημιές και έχουν αφαιρεθεί. Όπως και το κόστος καθαίρεσης, έτσι και το κόστος ενσωμάτωσης αφορά το εργατικό δυναμικό και τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την ενσωμάτωση. Αυτό το κόστος περιλαμβάνει και τις διαδικασίες που πρέπει να γίνουν έτσι ώστε το ενσωματωμένο υλικό να βρίσκεται σε πλήρη αρμονία με το χώρο όπως για παράδειγμα το τελικό βάνιμο των τοίχων.

Για τη συλλογή των δεδομένων που αφορούν το κόστος επισκευής των μελών ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα και συγκεκριμένα των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, ετοιμάστηκε ένα ερωτηματολόγιο από τον Χ. Γεωργίου (2009), το οποίο αποστάληκε σε μελετητές μηχανικούς και εργοληπτικές εταιρείες οι οποίες ειδικεύονται σε επισκευές κτιρίων. Μέσα από αυτό το ερωτηματολόγιο, για σκοπούς απλοποίησης των δεδομένων, ζητήθηκε να δοθούν τιμές συνολικού κόστους επισκευής για κάθε μέλος σε κάθε κατάσταση ζημιάς και να μην διαχωριστούν σε τρία τμήματα όπως έχει προαναφερθεί. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε μια χαμηλή, μια κεντρική και μια υψηλή τιμή για το κόστος επισκευής των δομικών στοιχείων για ένα τυπικό κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα και συγκεκριμένα για μια κατοικία - πολυκατοικία. Η χαμηλή και η υψηλή τιμή δεν αποτελούν τα χείριστα άκρα, αλλά μια εκτίμηση για το που αναμένεται να κυμανθούν οι τιμές του κόστους επισκευής για το κάθε στοιχείο, σε κάθε κατάσταση ζημιάς στην οποία ενδέχεται να βρίσκεται μετά από κάποιο πραγματικό σεισμό, αντιστοιχώντας περίπου στο 16% και 84% της κατανομής. Σημειώνεται ότι, οι τιμές αυτές θεωρούνται ενδεικτικές της κυπριακής αγοράς. Βάσει του προγράμματος το οποίο έχει σχεδιαστεί, προσφέρεται η δυνατότητα στο χρήστη για εισαγωγή διαφορετικών τιμών επισκευής, αναλόγως της αγοράς της χώρας ή της περιοχής στην οποία βρίσκονται τα κτίρια τα οποία θα μελετηθούν μελλοντικά.

Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων έτυχαν αξιολόγησης και προέκυψαν οι τελικές τιμές κόστους, οι οποίες αξιοποιούνται στην παρούσα διατριβή για την εκτίμηση του κόστους επισκευής κάθε κατηγορίας μελών. Συγκεκριμένα, από τις τρεις τιμές οι οποίες χαρακτηρίζουν κάθε κατάσταση ζημιάς, λαμβάνεται η διάμεση τιμή της λογαριθμοκανονικής κατανομής,  $x_m$ , ως ίση με τη κεντρική τιμή  $x_{50}$ , όπως φαίνεται στη σχέση 4.1, και η τυπική απόκλιση των λογαρίθμων της κατανομής,  $\beta$ , ως το μισό της διαφοράς μεταξύ του λογαρίθμου της υψηλής τιμής  $x_{84}$  και του λογαρίθμου της χαμηλής τιμής  $x_{16}$ , όπως φαίνεται στη σχέση 4.2 (π.χ. Benjamin & Cornell 1970).

$$x_m = x_{50} \quad (4.1)$$

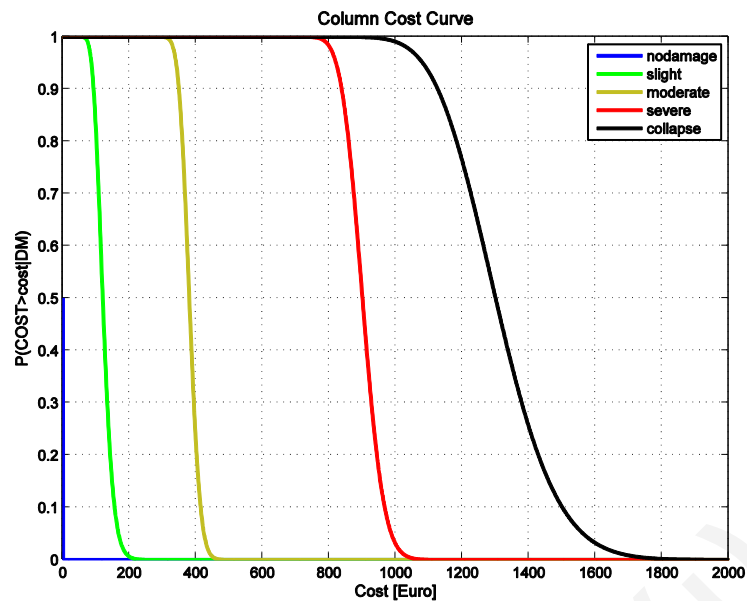
$$\beta = \frac{\ln(x_{84}) - \ln(x_{16})}{2} \quad (4.2)$$

#### 4.2.1. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Υποστυλωμάτων

Οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6 λαμβάνονται για ένα τυπικό υποστύλωμα ύψους 3m και διαστάσεων 25cm/50cm με συνήθη οπλισμό. Οι τιμές για τα υπόλοιπα υποστυλώματα και τοιχώματα, λαμβάνονται ως οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6, επί τον όγκο του εκάστοτε υποστυλώματος/τοιχώματος διά τον όγκο για τον οποίο δίνονται οι τιμές αυτές και ο οποίος είναι ίσος με  $3m \cdot 0.25m \cdot 0.50m = 0.375m^3$ . Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τα υποστυλώματα, οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους (CCDF) δεδομένης κατάστασης ζημιάς, οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.6.

**Πίνακας 4.6.** Τιμές κόστους επισκευής τυπικού υποστυλώματος όγκου  $0.375m^3$  (€).

	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	100	120	150	120	0.203
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	350	380	400	380	0.067
<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	850	900	950	900	0.056
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	1200	1300	1500	1300	0.112



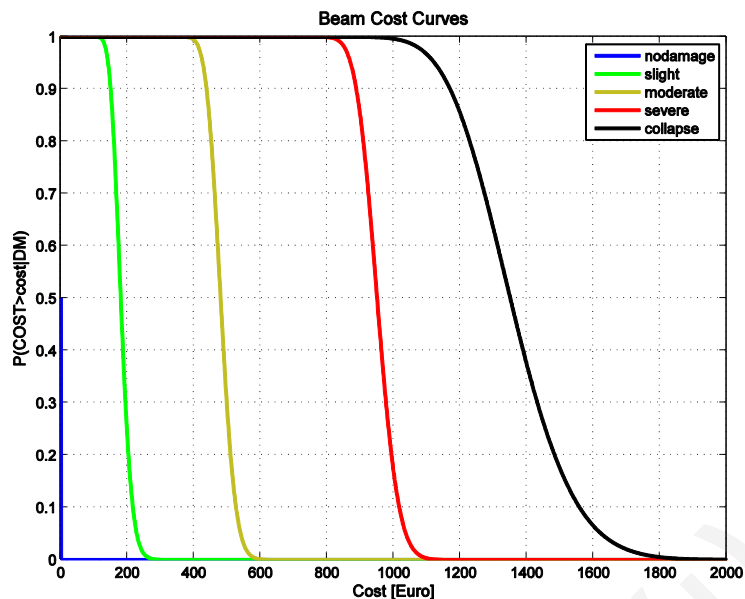
Σχήμα 4.6. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους υποστυλωμάτων.

#### 4.2.2. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Δοκών

Οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7, λαμβάνονται για μια τυπική δοκό μήκους 5m και διαστάσεις 25cm/60cm με συνήθη οπλισμό. Οι τιμές για τις υπόλοιπες δοκούς, λαμβάνονται ως οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7, επί τον όγκο της εκάστοτε δοκού διά τον όγκο για τον οποίο δίνονται οι τιμές αυτές και ο οποίος είναι ίσος με  $5m \cdot 0.25m \cdot 0.60m = 0.75m^3$ . Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται για τις δοκούς, οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς, οι οποίες παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.7.

Πίνακας 4.7. Τιμές κόστους επισκευής τυπικής δοκού όγκου  $0.75m^3$  (€).

	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	150	180	200	180	0.144
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	450	480	520	480	0.072
<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	900	950	1000	950	0.053
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	1200	1350	1500	1350	0.112



Σχήμα 4.7. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δοκών.

#### 4.2.3. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Τοιχοπληρώσεων

Οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.8 και 4.9, λαμβάνονται για ένα τετραγωνικό μέτρο εσωτερικής τοιχοποιίας πάχους 10cm (μία σειρά τούβλων) και ένα τετραγωνικό μέτρο εξωτερικής τοιχοποιίας πάχους 25cm (δύο σειρές τούβλων πάχους 10cm έκαστη + 5cm διάκενο), αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι οι τοιχοπληρώσεις δεν είναι φέρουσες. Οι τιμές για τις τοιχοπληρώσεις του κτιρίου λαμβάνονται ως οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.8 και 4.9, επί την επιφάνεια κάθε τοιχοπλήρωσης, αναλόγως εάν αυτή είναι εσωτερική ή εξωτερική.

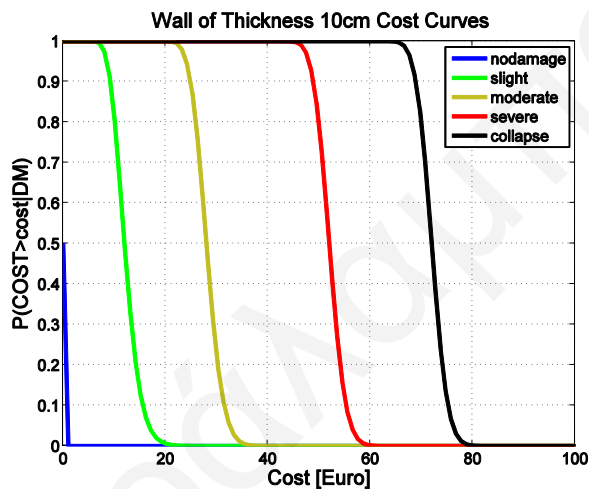
Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς, για τις εσωτερικές και εξωτερικές τοιχοπληρώσεις όπως παρουσιάζονται στα Σχήματα 4.8 και 4.9, αντίστοιχα.

**Πίνακας 4.8.** Τιμές κόστους επισκευής ενός τετραγωνικού μέτρου εσωτερικής τοιχοποιίας (€).

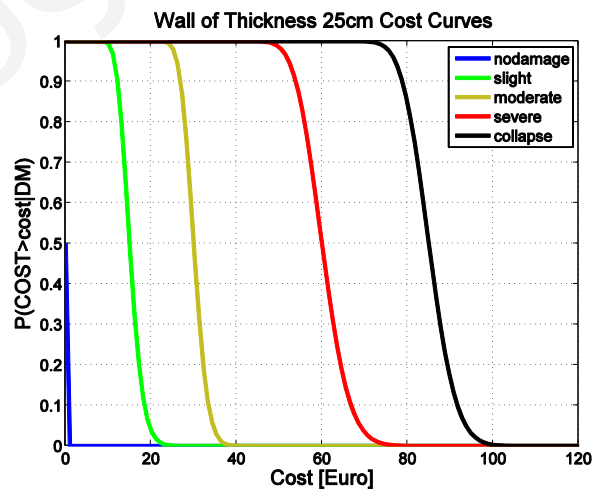
	<b>χαμηλή</b> τιμή $x_{16}$	<b>κεντρική</b> τιμή $x_{50}$	<b>υψηλή</b> Τιμή $x_{84}$	<b>διάμεση</b> τιμή $x_m$	<b>τυπική</b> απόκλιση $\beta$
<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	10	12	15	12	0.203
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	25	28	30	28	0.091
<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	50	52	55	52	0.048
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	70	72	75	72	0.034

**Πίνακας 4.9.** Τιμές κόστους επισκευής ενός τετραγωνικού μέτρου εξωτερικής τοιχοποιίας (€).

	<b>χαμηλή</b> τιμή $x_{16}$	<b>κεντρική</b> τιμή $x_{50}$	<b>υψηλή</b> Τιμή $x_{84}$	<b>διάμεση</b> τιμή $x_m$	<b>τυπική</b> απόκλιση $\beta$
<b>Ελαφριά Ζημιά</b>	13	15	18	15	0.163
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	27	30	32	30	0.085
<b>Σοβαρή Ζημιά</b>	55	60	65	60	0.084
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	80	85	90	85	0.059



**Σχήμα 4.8.** Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους εσωτερικής τοιχοποιίας.



**Σχήμα 4.9.** Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους εξωτερικής τοιχοποιίας.

#### 4.2.4. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Πορτών

Οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.10, 4.11, 4.12 και 4.13, λαμβάνονται για μια τυπική ξύλινη πόρτα εσωτερικού χώρου (π.χ. υπνοδωματίου), μια ξύλινη πόρτα κύριας εισόδου κατοικίας – διαμερίσματος, μια μεταλλική πόρτα από αλουμίνιο (π.χ. αποθήκης) και μια κύρια



πόρτα εισόδου από γυαλί (π.χ. πολυκατοικίας), αντίστοιχα. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς για τους διάφορους τύπους πορτών, οι οποίες παρουσιάζονται στα Σχήματα 4.10 έως 4.13.

**Πίνακας 4.10.** Τιμές κόστους επισκευής ξύλινης πόρτας εσωτερικού χώρου (€).

	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	50	65	100	65	0.347
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	150	175	250	175	0.255

**Πίνακας 4.11.** Τιμές κόστους επισκευής ξύλινης πόρτας κύριας εισόδου κατοικίας - διαμερίσματος (€).

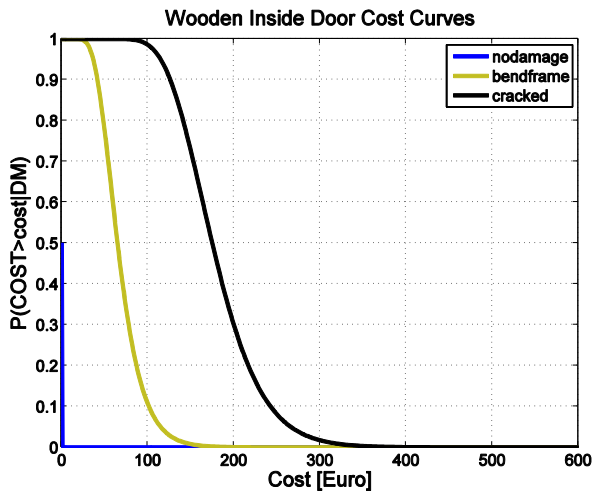
	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	70	100	150	100	0.381
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	350	600	1000	600	0.525

**Πίνακας 4.12.** Τιμές κόστους επισκευής μεταλλικής πόρτας από αλουμίνιο (€).

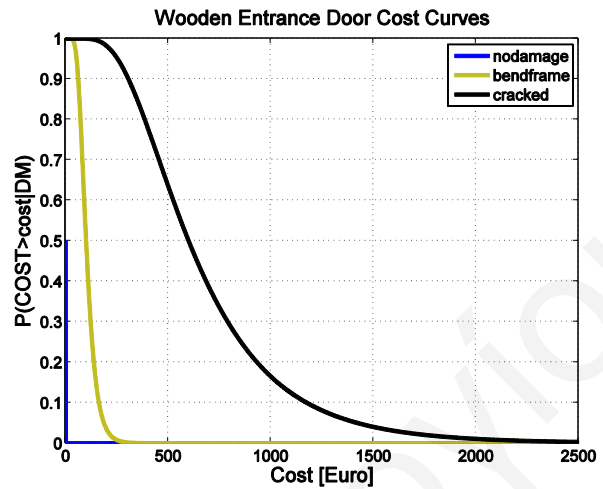
	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	60	80	120	80	0.347
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	250	300	400	300	0.235

**Πίνακας 4.13.** Τιμές κόστους επισκευής πόρτας κύριας εισόδου πολυκατοικίας από γυαλί (€).

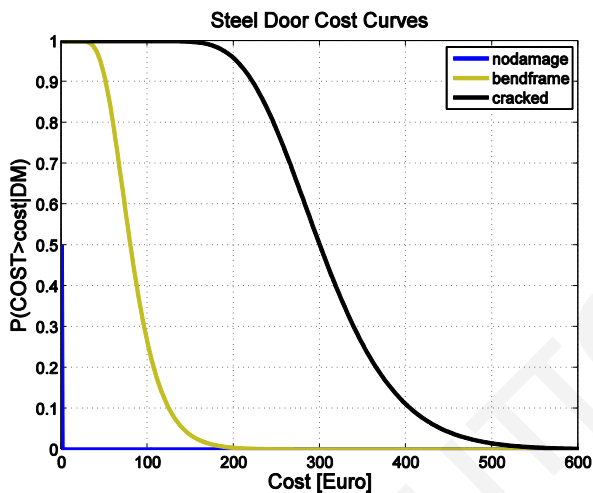
	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	150	200	250	200	0.255
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	600	800	1200	800	0.347



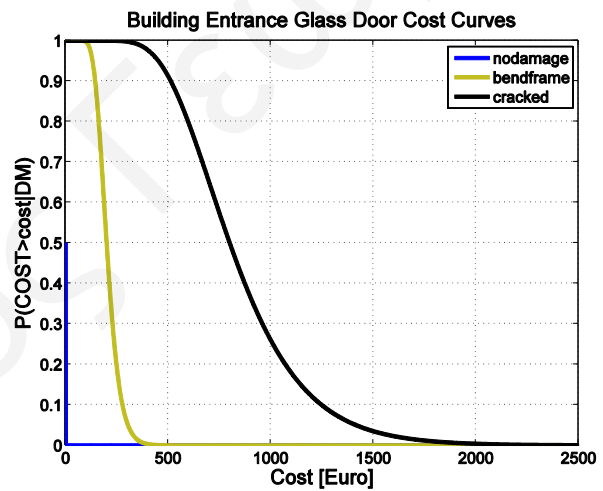
Σχήμα 4.10. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους ξύλινης πόρτας εσωτερικού χώρου.



Σχήμα 4.11. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους ξύλινης πόρτας κύριας εισόδου κατοικίας.



Σχήμα 4.12. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους μεταλλικής πόρτας από αλουμίνιο.



Σχήμα 4.13. Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους κύριας πόρτας εισόδου πολυκατοικίας από γυαλί.

#### 4.2.5. Παράμετροι Κόστους Επισκευής Παραθύρων

Οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.14 και 4.15, λαμβάνονται για ένα τυπικό παράθυρο εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου και ένα τυπικό πορτοπαράθυρο (floor-level window) ύψους 2.10m και ανοίγματος 2m, αντίστοιχα, τα οποία είναι κατασκευασμένα από γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο. Οι τιμές για τα παράθυρα του κτιρίου, λαμβάνονται ως οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στους πίνακες αυτούς, επί την επιφάνεια του εκάστοτε παραθύρου διά την επιφάνεια για την οποία δίνονται οι τιμές αυτές, αναλόγως εάν αυτό είναι παράθυρο ή πορτοπαράθυρο. Βάσει των τιμών αυτών δημιουργούνται οι καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης

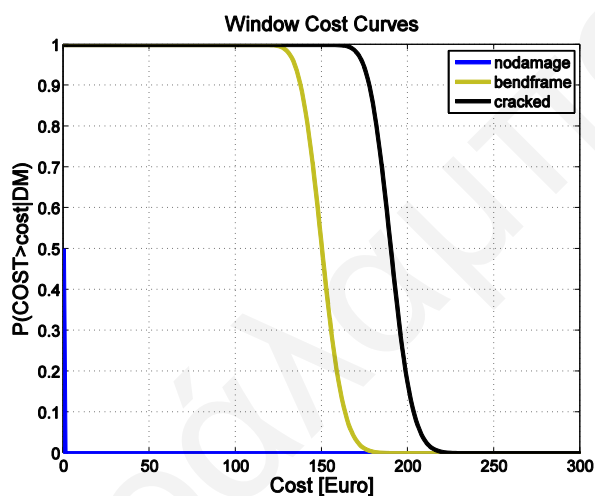
κόστους δεδομένης κατάστασης ζημιάς για τα παράθυρα και τα πορτοπαράθυρα, οι οποίες παρουσιάζονται στα Σχήματα 4.14 και 4.15, αντίστοιχα.

**Πίνακας 4.14.** Τιμές κόστους επισκευής τυπικού παραθύρου εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου (€).

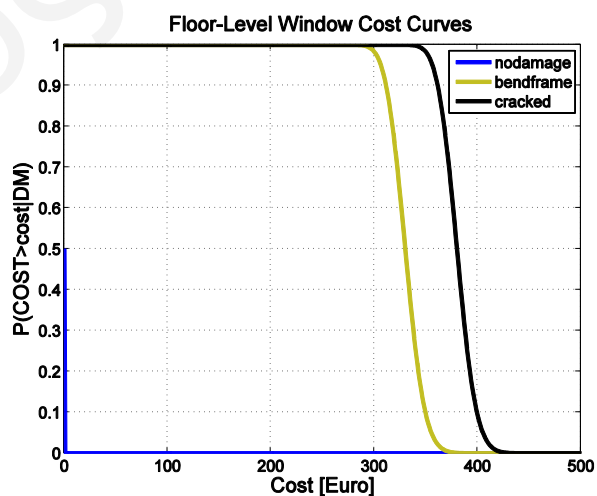
	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	140	150	160	150	0.067
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	180	190	200	190	0.053

**Πίνακας 4.15.** Τιμές κόστους επισκευής τυπικού πορτοπαράθυρου διαστάσεων 2.10m · 2m (€).

	<b>χαμηλή τιμή <math>x_{16}</math></b>	<b>κεντρική τιμή <math>x_{50}</math></b>	<b>υψηλή Τιμή <math>x_{84}</math></b>	<b>διάμεση τιμή <math>x_m</math></b>	<b>τυπική απόκλιση <math>\beta</math></b>
<b>Μέτρια Ζημιά</b>	320	330	350	330	0.045
<b>Πλήρης Απώλεια</b>	370	380	400	380	0.039



**Σχήμα 4.14.** Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους παραθύρων.



**Σχήμα 4.15.** Καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους πορτοπαράθύρων.

## 5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΖΗΜΙΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΜΕΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Όπως έχει προαναφερθεί, αντικείμενο της παρούσας διατριβής, αποτελεί η μελέτη τριών μονώροφων, δύο διώροφων και ενός τετραώροφου κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί από τον Dr. C. Haselton. Για κάθε ένα από αυτά τα κτίρια, έχει πραγματοποιηθεί μια σειρά μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων με τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε είκοσι-δύο επίπεδα έντασης και τα αποτελέσματα με τις αποκρίσεις των μελών κάθε κτιρίου διατίθενται σε πίνακες σε ηλεκτρονική μορφή στην ιστοσελίδα "[http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research\\_databases/sd\\_db.php](http://myweb.csuchico.edu/~chaselton/research/research_databases/sd_db.php)".

### 5.1. Αξιοποίηση Αποτελεσμάτων Δυναμικής Ανάλυσης Στατικών Συστημάτων Κτιρίων

Κάθε κτίριο έχει προσομοιωθεί από τον Dr. Haselton, σε OpenSEES (Peer Center 2009) για στατική και δυναμική ανάλυση, και μέσω των κατάλληλων καταγραφών (recorders) έχουν επιλεγεί για εξαγωγή, τα απαραίτητα, για τη μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων, δεδομένα με τις αποκρίσεις του κάθε κτιρίου, των ορόφων και των μελών του.

Οι καταγραφείς είναι "αντικείμενα" (objects) τα οποία παρακολουθούν και ελέγχουν (monitoring), τους κόμβους και τα στοιχεία ενός φορέα κατά τη διάρκεια της ανάλυσης, ανάλογα με τις παραμέτρους που καθορίζονται από το χρήστη (Mazzoni et al. 2007). Τα δεδομένα τα οποία προκύπτουν, καταγράφονται και εξάγονται σε αρχεία προκειμένου ο χρήστης να αξιοποιήσει τα εξαγόμενα αποτελέσματα για το σκοπό που τα χρειάζεται.

Οι πιο διαδεδομένοι καταγραφείς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο OpenSEES είναι:

- καταγραφέας κόμβων (node recorder): Αυτός ο τύπος καταγραφέα αφορά τους κόμβους και εξάγει αποτελέσματα για τις μετατοπίσεις (displacements), ταχύτητες (velocities) και επιταχύνσεις (accelerations), τόσο μεταφορικές (translational) όσο και περιστροφικές (rotational).
- καταγραφέας ανηγμένης σχετικής μετατόπισης (drift recorder): Αυτός ο τύπος καταγραφέα καταγράφει την ανηγμένη σχετική μετατόπιση μεταξύ δύο κόμβων σε διαφορετικούς ορόφους, ως το λόγο της σχετικής μετατόπισης μεταξύ των δύο κόμβων προς τη μεταξύ τους αρχική απόσταση.

- καταγραφέας μελών (element recorder): Αυτός ο τύπος καταγραφέα αφορά τα δομικά στοιχεία του φορέα και εξάγει αποτελέσματα για τις αποκρίσεις τους όπως είναι οι παραμορφώσεις (deformation) και οι πλαστικές στροφές (plastic rotation) στα άκρα τους καθώς και για τις δυνάμεις (global and local force) που αναπτύσσονται σε αυτά.

Όλες οι αναλύσεις έχουν πραγματοποιηθεί από τον Dr. Haselton και οι πίνακες με τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει από κάθε ανάλυση, έχουν συνοψιστεί σε ένα πίνακα ανά κτίριο. Κάθε στήλη στο πίνακα περιέχει πληροφορίες είτε για το κάθε επιταχυνσιογράφημα είτε για τις αποκρίσεις του κτιρίου, των ορόφων και των μελών που αυτό προκαλεί. Συγκεκριμένα οι στήλες σε κάθε πίνακα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το επίπεδο έντασης  $S_a$  της κάθε σεισμικής κίνησης σε μονάδες g. Όπως έχει προαναφερθεί, κάθε κτίριο έχει υποβληθεί σε αναλύσεις σε είκοσι δύο διαφορετικά επίπεδα έντασης. Αυτά είναι: 0.05g, 0.10g, 0.15g, 0.20g, 0.25g, 0.30g, 0.35g, 0.40g, 0.50g, 0.55g, 0.60g, 0.70g, 0.80g, 0.90g, 1.00g, 1.20g, 1.40g, 1.60g, 1.80g, 2.00g, 2.40g και 2.80g.
- Η κωδική ονομασία κάθε επιταχυνσιογραφήματος. Τα επιταχυνσιογραφήματα εμφανίζονται σε ζεύγη, με το πρώτο να αντιπροσωπεύει την οριζόντια συνιστώσα x και το δεύτερο την οριζόντια συνιστώσα y. Σε κάθε ένα από τα πιο πάνω επίπεδα έντασης πραγματοποιούνται τριάντα-εννέα αναλύσεις, όσες και τα ζεύγη των επιταχυνσιογραφημάτων τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1. Τα είκοσι-δύο ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων, τα οποία συμβολίζονται με αστερίσκο, είναι αυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί για τις κανονιστικές οδηγίες FEMA P695 (ATC 2009).
- Η μέγιστη ανηγμένη μετατόπιση της οροφής του κτιρίου RDR (Roof Drift Ratio). Αυτό το μέτρο απόκρισης μπορεί να αξιοποιηθεί στην περίπτωση της ανάλυσης της σεισμικής συμπεριφοράς του κτιρίου βάσει της καμπύλης αντίστασης (Pushover Analysis) (Krawinkler and Seneviratna 1998).
- Η μέγιστη επιτάχυνση εδάφους PGA (Peak Ground Acceleration) σε μονάδες g.
- Η μέγιστη σχετική επιτάχυνση κάθε ορόφου PFA (Peak Floor Acceleration) σε μονάδες g.

**Πίνακας 5.1. Ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων.**

EQ Index	EQ ID	PEER-NGA Rec. Num.	Event Information				Site Information					Record Information	
			Mag.	Year	Event	Fault Type	Station Name	Vs_30 (m/s)	Campbell Distance (km)	Joyner-Boore Distance (km)	Lowest Useable Freq. (Hz)	Horizontal Acceleration Time History Files	
1*	12011	953	6.7	1994	Northridge	Blind thrust	Beverly Hills - 14145 Mulhol Canyon	356	17.2	9.4	0.25	NORTHR/MUL009.at2	NORTHR/MUL279.at2
2*	12012	960	6.7	1994	Northridge	Blind thrust	Country - W Lost Cany	309	12.4	11.4	0.13	NORTHR/LOS000.at2	NORTHR/LOS270.at2
3	12013	1003	6.7	1994	Northridge	Blind thrust	LA - Saturn St	309	27.0	21.2	0.13	NORTHR/STN020.at2	NORTHR/STN110.at2
4	12014	1077	6.7	1994	Northridge	Blind thrust	Santa Monica City Hall	336	27.0	17.3	0.14	NORTHR/STM090.at2	NORTHR/STM360.at2
5	12015	952	6.7	1994	Northridge	Blind thrust	Beverly Hills - 12520 Mulhol	546	18.4	12.4	0.16	NORTHR/MU2035.at2	NORTHR/MU2125.at2
6*	12041	1602	7.1	1999	Duzce. Turkey	Strikeslip	Bolu	326	12.4	12.0	0.06	DUZCE/BOL000.at2	DUZCE/BOL090.at2
7*	12052	1787	7.1	1999	Hector Mine	Strikeslip	Hector	685	12.0	10.4	0.04	HECTOR/HEC000.at2	HECTOR/HEC090.at2
8*	12061	169	6.5	1979	Imperial Valley	Strikeslip	Delta	275	22.5	22.0	0.06	IMPVALL/H-DLT262.at2	IMPVALL/H-DLT352.at2
9*	12062	174	6.5	1979	Imperial Valley	Strikeslip	El Centro Array #11	196	13.5	12.5	0.25	IMPVALL/H-E11140.at2	IMPVALL/H-E11230.at2
10	12063	162	6.5	1979	Imperial Valley	Strikeslip	Calexico Fire Station	231	11.6	10.5	0.25	IMPVALL/H-CXO225.at2	IMPVALL/H-CXO315.at2
11	12064	189	6.5	1979	Imperial Valley	Strikeslip	SAHOP Casa Flores	339	10.8	9.6	0.25	IMPVALL/H-SHP000.at2	IMPVALL/H-SHP270.at2
12*	12071	1111	6.9	1995	Kobe. Japan	Strikeslip	Nishi-Akashi	609	25.2	7.1	0.13	KOBE/NIS000.at2	KOBE/NIS090.at2
13*	12072	1116	6.9	1995	Kobe. Japan	Strikeslip	Shin-Osaka	256	28.5	19.1	0.13	KOBE/SHI000.at2	KOBE/SHI090.at2
14	12073	1107	6.9	1995	Kobe. Japan	Strikeslip	Kakogawa	312	3.2	22.5	0.13	KOBE/KAK000.at2	KOBE/KAK090.at2
15	12074	1106	6.9	1995	Kobe. Japan	Strikeslip	KJMA	312	95.8	0.9	0.06	KOBE/KJM000.at2	KOBE/KJM090.at2
16*	12081	1158	7.5	1999	Kocaeli. Turkey	Strikeslip	Duzce	276	15.4	13.6	0.24	KOCAELI/DZC180.at2	KOCAELI/DZC270.at2
17*	12082	1148	7.5	1999	Kocaeli. Turkey	Strikeslip	Arcelik	523	13.5	10.6	0.09	KOCAELI/ARC000.at2	KOCAELI/ARC090.at2
18*	12091	900	7.3	1992	Landers	Strikeslip	Yermo Fire Station	354	23.8	23.6	0.07	LANDERS/YER270.at2	LANDERS/YER360.at2
19*	12092	848	7.3	1992	Landers	Strikeslip	Coolwater	271	20.0	19.7	0.13	LANDERS/CLW-LN.at2	LANDERS/CLW-TR.at2
20	12093	864	7.3	1992	Landers	Strikeslip	Joshua Tree	379	11.4	11.0	0.07	LANDERS/JOS000.at2	LANDERS/JOS090.at2
21*	12101	752	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Capitola	289	35.5	8.7	0.13	LOMAP/CAP000.at2	LOMAP/CAP090.at2
22*	12102	767	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Gilroy Array #3	350	12.8	12.2	0.13	LOMAP/G03000.at2	LOMAP/G03090.at2

EQ Index	EQ ID	PEER-NGA Rec. Num.	Event Information				Site Information				Record Information		
			Mag.	Year	Event	Fault Type	Station Name	Vs_30 (m/s)	Campbell Distance (km)	Joyner-Boore Distance (km)	Lowest Useable Freq. (Hz)	Horizontal Acceleration Time History Files	
23	12103	783	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Oakland - Outer Harbor Wharf	249	74.3	74.2	0.13	LOMAP/CH12000.at2	LOMAP/CH10270.at2
24	12104	776	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Hollister - South & Pine	371	27.9	27.7	0.13	LOMAP/HSP000.at2	LOMAP/HSP090.at2
25	12105	777	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Hollister City Hall	199	27.6	27.4	0.13	LOMAP/HCH090.at2	LOMAP/HCH180.at2
26	12106	778	6.9	1989	Loma Prieta	Strikeslip	Hollister Diff. Array	216	24.8	24.5	0.13	LOMAP/HDA165.at2	LOMAP/HDA255.at2
27*	12111	1633	7.4	1990	Manjil. Iran	Strikeslip	Abbar	724	13.0	12.6	0.13	MANJIL/ABBAR--L.at2	MANJIL/ABBAR--T.at2
28*	12121	721	6.5	1987	Superstition Hills	Strikeslip	El Centro Imp. Co. Cent	192	18.5	18.2	0.13	SUPERST/B-ICC000.at2	SUPERST/B-ICC090.at2
29*	12122	725	6.5	1987	Superstition Hills	Strikeslip	Poe Road (temp)	208	11.7	11.2	0.25	SUPERST/B-POE270.at2	SUPERST/B-POE360.at2
30	12123	728	6.5	1987	Superstition Hills	Strikeslip	Westmorland Fire Sta	194	13.5	13.0	0.13	SUPERST/B-WSM090.at2	SUPERST/B-WSM180.at2
31*	12132	829	7.0	1992	Cape Mendocino	Thrust	Rio Dell Overpass - FF	312	14.3	7.9	0.07	CAPEMEND/RIO270.at2	CAPEMEND/RIO360.at2
32*	12141	1244	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	CHY101	259	15.5	10.0	0.05	CHICHI/CHY101-E.at2	CHICHI/CHY101-N.at2
33*	12142	1485	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	TCU045	705	26.8	26.0	0.05	CHICHI/TCU045-E.at2	CHICHI/TCU045-N.at2
34	12143	1524	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	TCU095	447	45.3	45.2	0.05	CHICHI/TCU095-E.at2	CHICHI/TCU095-N.at2
35	12144	1506	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	TCU070	401	24.4	19.0	0.04	CHICHI/TCU070-E.at2	CHICHI/TCU070-N.at2
36	12145	1595	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	WGK	259	15.4	10.0	0.09	CHICHI/WGK-E.at2	CHICHI/WGK-N.at2
37	12146	1182	7.6	1999	Chi-Chi. Taiwan	Thrust	CHY006	438	13.2	9.8	0.04	CHICHI/CHY006-N.at2	CHICHI/CHY006-W.at2
38*	12151	68	6.6	1971	San Fernando	Thrust	LA - Hollywood Stor FF	316	25.9	22.8	0.25	SFERN/PEL090.at2	SFERN/PEL180.at2
39*	12171	125	6.5	1976	Friuli. Italy	Thrust (part blind)	Tolmezzo	425	15.8	15.0	0.13	FRIULI/A-TMZ000.at2	FRIULI/A-TMZ270.at2

- Η μέγιστη ανηγμένη σχετική μετατόπιση κάθε ορόφου του κτιρίου IDR (Interstory Drift Ratio). Αυτό το μέτρο απόκρισης αξιοποιείται από το Matlab, προκειμένου να καθοριστούν τα μέτρα ζημιάς των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων. Για τις τοιχοπληρώσεις, ως μέτρο ζημιάς καθορίζεται η ανηγμένη παραμόρφωσή τους σε σχέση με τον όροφο στον οποίο βρίσκονται. Για τις πόρτες και τα παράθυρα, ως μέτρο ζημιάς καθορίζεται η ανηγμένη παραμόρφωσή τους, ανάλογα με το σε ποιον τοίχο είναι ενσωματωμένα.
- Οι μέγιστες πλαστικές αρθρώσεις (Plastic Rotation) οι οποίες αναπτύσσονται στα άκρα των υποστυλωμάτων και των δοκών και οι οποίες χρησιμοποιούνται ως μέτρο ζημιάς για να καθοριστεί σε ποια κατάσταση ζημιάς εισέρχονται τα στοιχεία αυτά.
- Ο συντελεστής κατάρρευσης. Ο συντελεστής λαμβάνεται ίσος με 1 στην περίπτωση κατάρρευσης του κτιρίου και ίσος με 0 στην περίπτωση μη κατάρρευσης.

## 5.2. Προγράμματα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Μελών Κτιρίου

Για την ανάλυση των ζημιών και τον υπολογισμό του κόστους επισκευής των μελών των έξι κτιρίων που έχουν επιλεγεί για μελέτη, έχουν δημιουργηθεί κατάλληλα προγράμματα σε γλώσσα προγραμματισμού τέταρτης γενιάς και συγκεκριμένα στο Matlab R2009b (MathWorks 2009b). Σε κάθε κύκλο ανάλυσης ενός κτιρίου, εισάγονται σε αυτά τα προγράμματα τα αποτελέσματα όπως έχουν προκύψει από τις αναλύσεις του Haselton σε OpenSEES, ο πίνακας με τις δομικές αποκρίσεις των μελών του κτιρίου, ο πίνακας με τις γεωμετρικές ιδιότητες των μελών όπως έχει εξαχθεί από το τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου, καθώς και οι παράμετροι των πιθανοτικών κατανομών για την τρωτότητα και το κόστος επισκευής των μελών αυτών.

Για κάθε τύπο στοιχείων (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα) δημιουργείται ξεχωριστό πρόγραμμα ανάλυσης. Προκειμένου όλη η διαδικασία να είναι αυτοματοποιημένη, όλα αυτά τα προγράμματα ανάλυσης αποτελούν συναρτήσεις (functions) ενός κεντρικού προγράμματος ανάλυσης. Από αυτό το κεντρικό πρόγραμμα αποστέλλονται δεδομένα στις συναρτήσεις και αφού πραγματοποιηθεί η ανάλυση κάθε τύπου στοιχείων σε κάθε συνάρτηση ξεχωριστά, επιστρέφονται τα τελικά αποτελέσματα στο κεντρικό για περαιτέρω επεξεργασία.



Ως αποτέλεσμα των αναλύσεων αυτών, εξάγονται αρχεία με αναλυτική περιγραφή των πιθανών ζημιών και του αναμενόμενου κόστους για κάθε μέλος του κτιρίου, όπως επίσης πίνακες και γραφήματα με το αναμενόμενο κόστος επισκευής ανά ομάδα μελών, ανά όροφο και για το κτίριο συνολικά.

### **5.2.1. Κεντρικό Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Μελών**

Για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων τα οποία προκύπτουν από τις επιμέρους αναλύσεις και για το διαχωρισμό των αποτελεσμάτων τα οποία αφορούν κάθε κτίριο, δημιουργούνται κάποιες βασικές αρχαιοθήκες (folders). Η κύρια αρχαιοθήκη ονομάζεται “chaselton\_data” και σε αυτή δημιουργούνται άλλες έξι αρχαιοθήκες, μία για κάθε κτίριο που θα αναλυθεί. Οι αρχαιοθήκες αυτές λαμβάνουν το όνομά τους από τις ταυτότητες των κτιρίων, π.χ. “chaselton\_ID2061”, “chaselton\_ID2062” κ.λπ., και κάθε μια από αυτές περιλαμβάνει το αρχείο με τις αποκρίσεις των μελών του αντίστοιχου κτιρίου, όπως διατίθεται από το Haselton, και εκεί αποθηκεύονται τα αρχεία μορφής “.txt” τα οποία εξάγονται από το ArchiCAD με δεδομένα που αφορούν τα μέλη της κατασκευής για τα οποία θα γίνει η ανάλυση ζημιών, όπως η ταυτότητά τους, οι γεωμετρικές ιδιότητές τους, η θέση τους στο κτίριο κ.λπ. Επιπρόσθετα, σε αυτές τις αρχαιοθήκες, αποθηκεύονται τα αρχεία μορφής “.txt” τα οποία δημιουργούνται από το πρόγραμμα που έχει σχεδιαστεί στο Matlab, με πληροφορίες για τις ζημιές που παθαίνουν τα μέλη κάθε κτιρίου και το κόστος επισκευής τους όπως επίσης σχετικοί πίνακες και γραφήματα με την κατανομή του κόστους ανά ομάδα μελών, όροφο και κτίριο. Αυτά τα αποτελέσματα παράγονται για κάθε επίπεδο έντασης και αποθηκεύονται στις αντίστοιχες αρχαιοθήκες οι οποίες φέρουν το όνομά τους π.χ. “scf\_0.05”, “scf\_0.10” κ.ο.κ. Εκτός των βασικών αρχαιοθηκών, καθορίζεται και μια έβδομη αρχαιοθήκη η οποία ονομάζεται “data\_analysis” και περιλαμβάνει όλα τα προγράμματα τύπου “mfiles” τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και τον υπολογισμό του κόστους επισκευής. Για τα προγράμματα αυτά γίνεται εκτενής αναφορά στη συνέχεια.

Το κεντρικό πρόγραμμα της διαδικασίας ανάλυσης ζημιών και υπολογισμού κόστους επισκευής ονομάζεται “run\_analysis.m” (Παράρτημα Ε) και σε αυτό καθορίζονται σε πρώτο στάδιο οι πιο πάνω αρχαιοθήκες και στη συνέχεια τα 39 ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων και τα 22 επίπεδα έντασης για τα οποία έχουν πραγματοποιηθεί οι δυναμικές αναλύσεις. Στο σημείο αυτό, ζητείται από τον χρήστη να επιλέξει το κτίριο το οποίο θα αναλυθεί, εισάγοντας την ταυτότητά του, και

του δίνεται η δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ της μεθόδου Monte Carlo με τυχαία ή με στρωματοποιημένη δειγματοληψία LHS, δηλαδή ποια από τις δύο μεθόδους θα χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί η κατανομή του κόστους επισκευής των δομικών στοιχείων και του κτιρίου. Ενδεικτικά, για τη μέθοδο τυχαίας δειγματοληψίας επιλέγονται 5000 σενάρια ζημιάς ενώ για τη στρωματοποιημένη (LHS) 250 σενάρια.

Στη συνέχεια καθορίζεται για κάθε κτίριο ο αριθμός των ορόφων για τους οποίους θα γίνει η ανάλυση ζημιών και ο υπολογισμός του κόστους επισκευής και γίνεται καταγραφή των εμβαδών των κλειστών, καλυμμένων και ακάλυπτων χώρων των κτιρίων ανά όροφο (Πίνακας 3.1). Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η εισαγωγή δεδομένων καθώς η υπόλοιπη διαδικασία είναι πλήρως αυτοματοποιημένη.

Αναλόγως της επιλογής του χρήστη για το ποιο κτίριο θα αναλυθεί, αξιοποιούνται τα αντίστοιχα εμβαδά των χώρων, και μέσω της συνάρτησης "replace\_cost.m" υπολογίζεται αυτόματα η κατανομή του κόστους αντικατάστασης του κτιρίου. Η κατανομή αυτή χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση των τιμών επισκευής του κτιρίου στην περίπτωση που ένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση. Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας κατάρρευσης του κτιρίου σε κάθε επίπεδο έντασης. Έχοντας ως δεδομένο ποια και κυρίως πόσα επιταχυνσιογραφήματα προκαλούν κατάρρευση, προκύπτει ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου σε κάθε επίπεδο έντασης.

Μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία, η ανάλυση του κτιρίου πραγματοποιείται τόσες φορές όσες ο αριθμός των επιπέδων έντασης επί τον αριθμό του ζεύγους επιταχυνσιογραφημάτων δηλαδή  $22 \times 39 = 858$  φορές. Σε κάθε κύκλο επανάληψης αναλύσεων το πρόγραμμα διαβάζει από την τελευταία στήλη του πίνακα με τις δομικές αποκρίσεις του κτιρίου, εάν το ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση ή όχι. Εάν δεν προκαλείται κατάρρευση, αποστέλλονται δεδομένα από το κεντρικό πρόγραμμα στις συναρτήσεις "column.m", "beam.m", "wall.m", "door.m" και "window.m", τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και τον υπολογισμό του κόστους επισκευής των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα. Από τη συνάρτηση κάθε ομάδας μελών, επιστρέφεται στο κεντρικό πρόγραμμα, η κατανομή του κόστους επισκευής ή αλλιώς το αναμενόμενο κόστος επισκευής και η τυπική απόκλιση του κόστους αυτού. Η κατανομή αυτή διαθέτει τόσες τιμές όσα και τα σενάρια που έχουν επιλεγεί να προσομοιωθούν βάσει της

μεθόδου Monte Carlo (π.χ. 5000 ή 250). Σε περίπτωση κατάρρευσης, αναπαράγεται μέσω της συνάρτησης “replace\_cost”, η κατανομή του κόστους αντικατάστασης του κτιρίου. Για κάθε επίπεδο έντασης, υπολογίζεται, βάσει της μεθόδου που έχει αναπτυχθεί στο υποκεφάλαιο 2. και παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 2., το αναμενόμενο κόστος επισκευής ανά στοιχείο, ανά ομάδα στοιχείων, ανά όροφο και για το κτίριο συνολικά. Ως αποτέλεσμα των αναλύσεων αυτών, προκύπτουν πίνακες με τα αναμενόμενα κόστη επισκευής του κτιρίου και σχεδιάζεται η καμπύλη του αναμενόμενου συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου για όλα τα επίπεδα σεισμικής έντασης, μαζί με δύο επιπρόσθετες καμπύλες οι οποίες αναπαριστούν την τυπική απόκλιση του κόστους αυτού.

### 5.2.2. Πρόγραμμα Σχεδίασης Σεισμικού Φάσματος Σχεδιασμού κατά Ευρωκώδικα 8

Το πρόγραμμα “eurocode\_spectrum.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνο για το σχεδιασμό του φάσματος του Ευρωκώδικα για τη περιοχή μελέτης και τον υπολογισμό της ψευδοεπιτάχυνσης σχεδιασμού για την πρώτη ιδιομορφή του κτιρίου. Παρά το γεγονός ότι τα υπό μελέτη κτίρια είναι φτιαγμένα για εύκαμπτα και ελαφριά χωρίσματα με σχετικά μεγάλες δυνατότητες παραμόρφωσης και επομένως δεν είναι συμβατά με τις τρέχουσες πρακτικές που συναντώνται στην Κύπρο, για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής, γίνεται η υπόθεση ότι όλα τα κτίρια τα οποία θα εξεταστούν βρίσκονται στην περιοχή της Λευκωσίας. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίο να υπολογιστεί το μέτρο έντασης της σεισμικής φόρτισης σχεδιασμού, δηλαδή της φασματικής επιτάχυνσης  $S_a(T_1)$ , σύμφωνα με τις τρέχουσες διατάξεις. Ο σχεδιασμός του φάσματος του σεισμού και ο υπολογισμός της φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού, για την περιοχή της Λευκωσίας, γίνεται βάσει των προνοιών του Εθνικού Προσαρτήματος του Ευρωκώδικα 8 για την Κύπρο (CYS 2007). Για τις οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού, το ελαστικό φάσμα απόκρισης καθορίζεται από τις σχέσεις 5.1 έως 5.4.

$$0 \leq T < T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} (n \cdot 2.5 - 1) \right] \quad (5.1)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot n \cdot 2.5 \quad (5.2)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot n \cdot 2.5 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \quad (5.3)$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot n \cdot 2.5 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad (5.4)$$

Σύμφωνα με το Χάρτη Σεισμικών Ζωνών της Κύπρου (CYS 2007), ο οποίος παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.1, η περιοχή της Λευκωσίας, στην οποία βρίσκονται τα υπό μελέτη κτίρια, εμπίπτει στη Σεισμική Ζώνη 2. Βάσει των παραμέτρων του φάσματος οι οποίες υπολογίζονται μέσω των εξισώσεων 5.5 έως 5.12 και οι οποίες εισάγονται στις σχέσεις 5.1 έως 5.4, προκύπτει το φάσμα σχεδιασμού το οποίο παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.2.



**Σχήμα 5.1.** Χάρτης σεισμικών ζωνών Κύπρου (Πηγή: National Annex to CYS EN 1998-1:2005 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings).

- Συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης του εδάφους

$$a_{gR} = 0.20 \quad (5.5)$$

- Συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου

$$\gamma_1 = 1 \text{ (συνήθη κτίρια)} \quad (5.6)$$

- Μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot g = 1 \cdot 0.20 \cdot g = 0.20g \quad (5.7)$$

- Συντελεστής απόσβεσης

$$\xi = 5\% \text{ (κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα)} \quad (5.8)$$

- Διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης

$$n = \sqrt{10/(5 + \xi)} = \sqrt{10/(5 + 5)} = 1 \geq 0.55 \quad (5.9)$$

- Εντόνως αποσαθρωμένο βραχώδες έδαφος ή έδαφος το οποίο από μηχανική άποψη μπορεί να εξομοιωθεί με κοκκώδες

*Κατηγορία εδάφους B*

- Συντελεστής εδάφους

$$S = 1.2 \quad (5.10)$$

- Χρονικά όρια του οριζόντιου σταθερού τμήματος του φάσματος επιταχύνσεων

$$T_B = 0.15 \text{ sec} \quad T_C = 0.50 \text{ sec} \quad (5.11)$$

- Τιμή καθορισμού της αρχής του σταθερού εύρους αποκρίσεων μετατοπίσεων του φάσματος

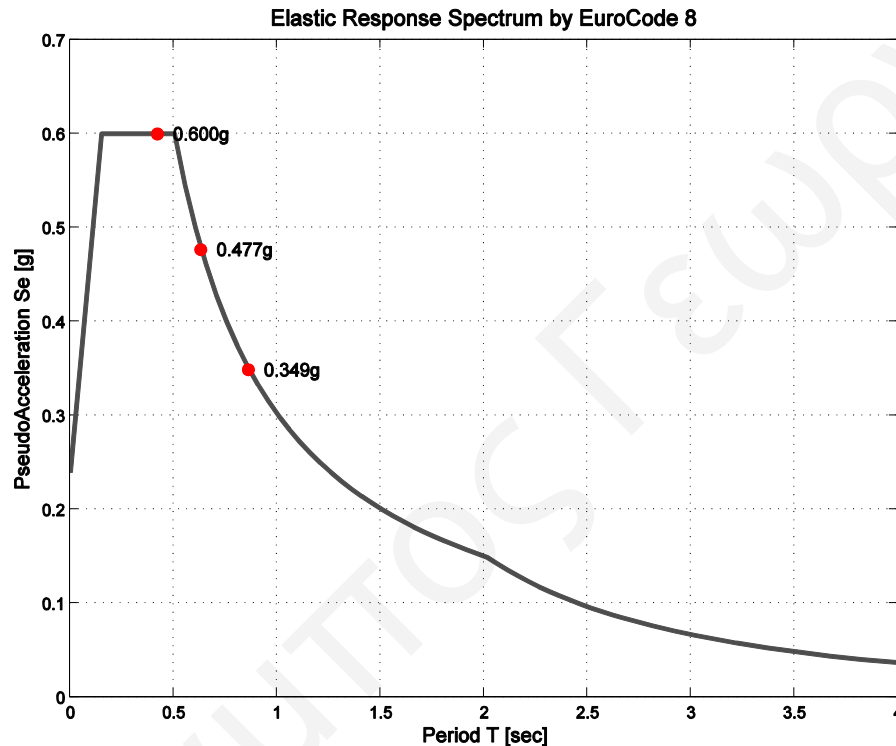
$$T_D = 2.0 \text{ sec} \quad (5.12)$$

Στο πρόγραμμα “eurocode\_spectrum.m” εισάγονται οι παράμετροι του φάσματος του Ευρωκώδικα και σχεδιάζεται το φάσμα σχεδιασμού για την περιοχή Λευκωσίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2. Γνωρίζοντας την πρώτη ιδιοπερίοδο κάθε κτιρίου και χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή μεταξύ των προ-υπολογισθέντων τιμών φάσματος του Ευρωκώδικα, υπολογίζεται η ψευδοφασματική επιτάχυνση σχεδιασμού  $S_a(T_1)$  που αντιστοιχεί στην πρώτη ιδιομορφή για κάθε κτίριο, τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα αυτό.

Στον Πίνακα 5.2. συνοψίζονται τα αποτελέσματα όπως προκύπτουν μέσα από την ανάλυση, για όλα τα κτίρια. Για τα τρία μονώροφα κτίρια ID2061, ID2062 και ID2063, η πρώτη ιδιοπερίοδος είναι ίση με 0.42sec, για τα δύο δώροφα κτίρια ID1001 και ID1002 η πρώτη ιδιοπερίοδος είναι ίση με 0.63sec και για το τετραώροφο κτίριο ID1010, η πρώτη ιδιοπερίοδος είναι ίση με 0.86sec. Επομένως, προκύπτει ότι η φασματική ψευδοεπιτάχυνση των μονώροφων κτιρίων είναι ίση με 0.60g, των δύο δώροφων κτιρίων είναι ίση με 0.48g και του τετραώροφου κτιρίου είναι ίση με 0.35g.

Ο λόγος για τον οποίο, κτίρια με τον ίδιο αριθμό ορόφων αλλά με διαφορετικό τύπο θεμελίωσης έχουν την ίδια θεμελιώδη ιδιοπερίοδο και κατ'επέκταση φασματική ψευδοεπιτάχυνση, οφείλεται στο ότι ο τύπος θεμελίωσης έχει υιοθετηθεί από τον Haselton μόνο κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του κτιρίων. Η προσομοίωση των στατικών και των δυναμικών μοντέλων έχει γίνει με την πραγματική (μέση) εκτιμώμενη δυσκαμψία θεμελίου.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα για την εκτίμηση ζημιών και τον υπολογισμό του κόστους επισκευής των κτιρίων, θα παρουσιαστούν για το επίπεδο έντασης το οποίο αντιστοιχεί στην ψευδοφασματική επιτάχυνση σχεδιασμού κάθε κτιρίου. Συγκεκριμένα, για τα μονώροφα κτίρια ID2061, ID2062 και ID2063 θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για το επίπεδο έντασης  $S_a=0.6g$ , για τα διώροφα κτίρια ID1001 και ID1002 για το επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$  και για το τετραώροφο κτίριο ID1010 για το επίπεδο έντασης  $S_a=0.35g$ .



Σχήμα 5.2. Ελαστικό φάσμα αποκρίσεων σεισμού κατά Ευρωκώδικα 8.

Πίνακας 5.2. Ιδιοπερίοδοι και ψευδοφασματικές επιταχύνσεις σχεδιασμού κτιρίων για περιοχή Λευκωσίας.

Κτίριο	Ιδιοπερίοδος $T_1$	Ψευδοφασματική επιτάχυνση σχεδιασμού $S_a(T_1)$
ID2061	0.42 sec	0.60 g
ID2062	0.42 sec	0.60 g
ID2063	0.42 sec	0.60 g
ID1001	0.63 sec	0.48 g
ID1002	0.63 sec	0.48 g
ID1010	0.86 sec	0.35 g

### 5.2.3. Πρόγραμμα Υπολογισμού Εκκεντρότητας Ορόφων

Σημαντικό παράγοντα στην επίδραση που έχει ένας σεισμός στα υπό μελέτη κτίρια, αλλά και γενικότερα στα κτίρια μιας περιοχής, αποτελεί η εκκεντρότητα των ορόφων τους. Το σεισμικό φορτίο θεωρείται ότι ασκείται διαμέσου του κέντρου μάζας (center of mass – weight) κάθε ορόφου ενός κτιρίου. Ο κάθε όροφος τότε μετατοπίζεται προς διάφορες διευθύνσεις, καθώς περιστρέφεται γύρω από το κέντρο δυσκαμψίας του (center of stiffness). Εκκεντρότητα ενός ορόφου σε κάθε διεύθυνση του σεισμού  $x$  και  $y$ , ορίζεται ως η αντίστοιχη απόλυτη απόσταση μεταξύ των συντεταγμένων του κέντρου μάζας και του κέντρου δυσκαμψίας του.

Τα κτίρια, βάσει του σχεδιασμού τους από τον Haselton, διαθέτουν απόλυτα συμμετρικό δομικό φορέα και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις, κάτι το οποίο συνεπάγεται μηδενική εκκεντρότητα στην προσομοίωση των στατικών συστημάτων για στατική και δυναμική ανάλυση. Εντούτοις, με την προσθήκη τοιχοπληρώσεων, και κατά δεύτερο λόγο, πορτών και παραθύρων, η εκκεντρότητα αυτή παύει να έχει μηδενική τιμή. Για το λόγο αυτό έχει δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα υπολογισμού της εκκεντρότητας των ορόφων των υπό μελέτη κτιρίων, στο οποίο εισάγονται τα ακόλουθα δεδομένα και παραδοχές:

- Όλες οι πλάκες των ορόφων του κτιρίου έχουν πάχος 20.3cm (8in), σύμφωνα με τον Haselton.
- Το μόνιμο φορτίο (dead load) των πλακών, το οποίο προκύπτει από το άθροισμα του ιδιοβάρους των πλακών συν το βάρος των μόνιμων στρώσεων (μάρμαρα, ρύσεις κ.λπ.), λαμβάνεται ίσο με  $8.38 \text{ kN/m}^2$  (175psf) και το κινητό φορτίο (live load) λαμβάνεται ίσο με  $2.39 \text{ kN/m}^2$  (50psf), σύμφωνα με τον Haselton.
- Το φορτίο εξωτερικής τοιχοποιίας (δύο σειρές τούβλων πάχους 10cm έκαστη + 5cm διάκενο) λαμβάνεται ίσο με  $4.2 \text{ kN/m}^2$  και το φορτίο εσωτερικής τοιχοποιίας (μια σειρά τούβλων πάχους 10cm) ίσο με  $2.1 \text{ kN/m}^2$ .
- Το μέτρο ελαστικότητας του Young για το οπλισμένο σκυρόδεμα λαμβάνεται ίσο με 26GPa, ενώ για τις τοιχοποιίες ίσο με  $0.5/0.0015 \text{ MPa} = 0.33 \text{ GPa}$ .

### Υπολογισμός κέντρου μάζας - βάρους (*center of mass*) ορόφου

Λόγω συμμετρικότητας του δομικού φορέα όλων των κτιρίων στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις  $x$  και  $y$ , το βάρος των υποστυλωμάτων, των δοκών και της πλάκας συγκεντρώνεται στο κέντρο της πλάκας, το οποίο έχει συντεταγμένες  $(x_{CPslab}, y_{CPslab})$ . Εν αντιθέσει, οι τοιχοπληρώσεις είναι αυτές οι οποίες προκαλούν μετατόπιση του κέντρου μάζας του ορόφου. Με δεδομένα, το ειδικό βάρος του σκυροδέματος, τα φορτία εσωτερικής και εξωτερικής τοιχοποιίας και τις διαστάσεις των μελών όπως προκύπτουν από το τρισδιάστατο μοντέλο κάθε κτιρίου, υπολογίζεται το βάρος  $W$  κάθε στοιχείου. Επιπλέον, γνωρίζοντας τις αποστάσεις  $X$  και  $Y$ , του κέντρου μάζας κάθε στοιχείου από το κέντρο της πλάκας, στις αντίστοιχες διευθύνσεις, υπολογίζονται οι συντεταγμένες του κέντρου μάζας κάθε ορόφου  $(x_{mass}, y_{mass})$ , βάσει των εξισώσεων 5.13 και 5.14.

$$x_{mass} = \frac{\sum (W \cdot X)}{\sum (W)} \quad (m) \quad (5.13)$$

$$y_{mass} = \frac{\sum (W \cdot Y)}{\sum (W)} \quad (m) \quad (5.14)$$

### Υπολογισμός κέντρου δυσκαμψίας (*center of stiffness*) ορόφου

Λόγω της διαφραγματικής λειτουργίας των πλακών, πλάκες και δοκοί μετακινούνται ενιαία σε σεισμό και δεν συνεισφέρουν στη δυσκαμψία των ορόφων. Βάσει των εξισώσεων 5.15 και 5.16, υπολογίζεται η ροπή αδράνειας των υποστυλωμάτων και των τοιχοπληρώσεων, ενώ αξιοποιώντας τις σχέσεις 5.17 και 5.18, υπολογίζεται η δυσκαμψία των στοιχείων στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις  $x$  και  $y$ , αντίστοιχα. Γνωρίζοντας, τις αποστάσεις  $X$  και  $Y$ , του κέντρου μάζας κάθε στοιχείου από το κέντρο της πλάκας, στις αντίστοιχες διευθύνσεις, υπολογίζονται οι συντεταγμένες του κέντρου δυσκαμψίας κάθε ορόφου  $(x_{stiffness}, y_{stiffness})$ , βάσει των εξισώσεων 5.19 και 5.20.

$$I_x = b \cdot h^3 / 12 \quad (m^4) \quad (5.15)$$

$$I_y = b^3 \cdot h / 12 \quad (m^4) \quad (5.16)$$



$$K_x = 12 \cdot E \cdot I_y / H^3 \quad (N/m) \quad (5.17)$$

$$K_y = 12 \cdot E \cdot I_x / H^3 \quad (N/m) \quad (5.18)$$

$$x_{stiffness} = \sum(K_y \cdot X) / \sum(K_y) \quad (m) \quad (5.19)$$

$$y_{stiffness} = \sum(K_x \cdot Y) / \sum(K_x) \quad (m) \quad (5.20)$$

#### Υπολογισμός εκκεντρότητας (eccentricity) ορόφου

Αφού υπολογιστούν οι συντεταγμένες του κέντρου μάζας και του κέντρου δυσκαμψίας κάθε ορόφου, χρησιμοποιώντας τις σχέσεις 5.21 και 5.22, υπολογίζεται η εκκεντρότητα κάθε ορόφου στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις x και y, αντίστοιχα, ενώ αξιοποιώντας τις σχέσεις 5.23 και 5.24, υπολογίζονται αντίστοιχα τα ποσοστά εκκεντρότητας.

$$e_x = |x_{mass} - x_{stiffness}| \quad (5.21)$$

$$e_y = |y_{mass} - y_{stiffness}| \quad (5.22)$$

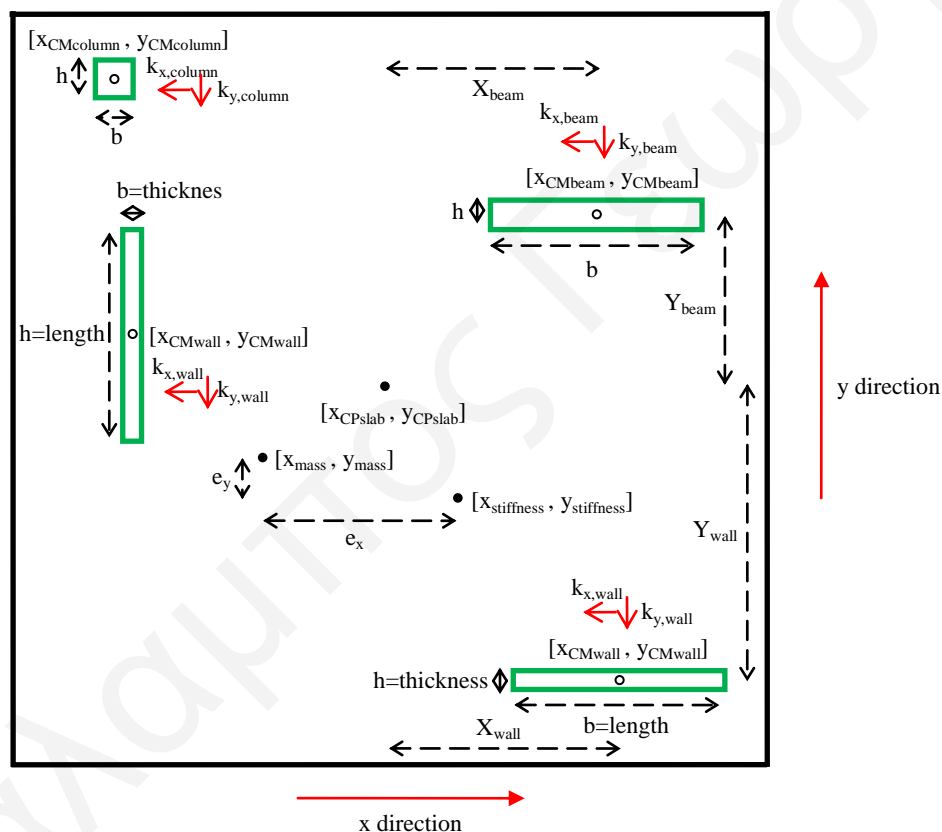
$$\rho_x = e_x / (2 \cdot x_{cp}) \quad (5.23)$$

$$\rho_y = e_y / (2 \cdot y_{cp}) \quad (5.24)$$

Στο Σχήμα 5.3 παρουσιάζεται για καλύτερη κατανόηση, ο τρόπος χρήσης των μεταβλητών στις πιο πάνω σχέσεις, ενώ στον Πίνακα 5.3 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών για όλους τους ορόφους όλων των υπό μελέτη κτιρίων. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.3, τα ποσοστά εκκεντρότητας σε ορισμένες περιπτώσεις δεν είναι αμελητέα, αλλά φτάνουν μέχρι και το 26%. Εντούτοις, επειδή ο δομικός φορέας των κτιρίων είναι συμμετρικός και στις δύο διευθύνσεις, η εκκεντρότητα ουσιαστικά εκφράζει την επιρροή των τοιχοπληρώσεων και μόνο. Ως εκ τούτου, επηρεάζει τα κτίρια μόνο στην αρχή της σεισμικής διέγερσης, αφού μετά από κάποιο σημείο, οι τοιχοπληρώσεις παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και δεν συνεισφέρουν στη δυσκαμψία του κτιρίου. Επομένως, βάσει των κανονισμών οι οποίοι αγνοούν την επιρροή των τοιχοπληρώσεων, τα κτίρια μπορούν να θεωρηθούν κανονικά.

**Πίνακας 5.3.** Κέντρα πλάκας, μάζας, δυσκαμψιάς και εκκεντρότητα ορόφων κτιρίων.

ID	όροφος	$x_{CP}$ (m)	$y_{CP}$ (m)	$x_{CM}$ (m)	$y_{CM}$ (m)	$x_{CS}$ (m)	$y_{CS}$ (m)	$e_x$ (m)	$e_y$ (m)	$\rho_x$ (%)	$\rho_y$ (%)
ID2061	ισόγειο	9.40	9.40	9.16	9.95	8.82	13.41	0.34	3.46	1.8%	18.4%
ID2062	ισόγειο	9.40	9.40	9.37	9.64	10.49	14.39	1.12	4.74	6.0%	25.2%
ID2063	ισόγειο	9.40	9.40	9.65	9.64	13.33	10.70	3.69	1.06	19.6%	5.6%
ID1001	ισόγειο	9.42	9.42	8.67	9.52	8.73	14.49	0.05	4.97	0.3%	26.4%
ID1001	1 <sup>ος</sup> όροφος	9.42	9.42	9.04	9.34	9.49	10.90	0.46	1.56	2.4%	8.3%
ID1002	ισόγειο	9.42	9.42	9.62	9.47	13.75	8.93	4.12	0.54	21.9%	2.9%
ID1002	1 <sup>ος</sup> όροφος	9.42	9.42	9.18	9.38	10.34	10.25	1.17	0.87	6.2%	4.6%
ID1010	ισόγειο	14.11	14.11	13.25	14.13	13.80	17.92	0.55	3.79	1.9%	13.4%
ID1010	1 <sup>ος</sup> όροφος	14.11	14.11	14.10	14.38	15.81	21.33	1.71	6.94	6.1%	24.6%
ID1010	2 <sup>ος</sup> όροφος	14.11	14.11	14.10	14.41	15.91	21.71	1.81	7.30	6.4%	25.9%
ID1010	3 <sup>ος</sup> όροφος	14.11	14.11	14.10	14.41	15.91	21.71	1.81	7.30	6.4%	25.9%



**Σχήμα 5.3.** Σκαρίφημα υπολογισμού εκκεντρότητας ορόφου.

#### 5.2.4. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Υποστυλωμάτων

Τα προγράμματα ανάλυσης “column.m” και “column2.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και την εκτίμηση του κόστους επισκευής των υποστυλωμάτων ενός κτιρίου. Στο πρόγραμμα “column.m” εισάγονται τα δεδομένα από το αρχείο με τις δομικές αποκρίσεις των μελών, όπως προκύπτουν από τις μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις κάθε

κτιρίου και διατίθενται από τον Haselton, καθώς επίσης και το αρχείο με τις γεωμετρικές ιδιότητες των υποστυλωμάτων το οποίο εξάγεται από το τρισδιάστατο μοντέλο κάθε κτιρίου στο ArchiCAD.

Ως αποτέλεσμα της μη γραμμικής δυναμικής ανάλυσης κάθε κτιρίου σε κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, κάθε υποστύλωμα χαρακτηρίζεται από δύο τιμές μέγιστων πλαστικών στροφών, μία για κάθε συνιστώσα του σεισμού. Για λόγους απλοποίησης της διαδικασίας υπολογισμού, για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων υπολογίζεται η μέγιστη πλαστική στροφή (Plastic Rotation) εκ των δύο που προκαλούνται, προκειμένου κάθε υποστύλωμα να χαρακτηρίζεται από ένα μέτρο απόκρισης EDP βάσει του οποίου θα καθοριστεί το μέγεθος της ζημιάς που έχει πάθει.

Αξιοποιώντας τις καμπύλες τρωτότητας για τα τέσσερα επίπεδα ζημιάς DM (ελαφριές ζημιές, μέτριες ζημιές, σοβαρές ζημιές και πλήρης απώλεια), όπως έχουν καθοριστεί στο υποκεφάλαιο 4.1.1, καθορίζεται η ζημιά που έχει πάθει το κάθε υποστύλωμα. Συγκεκριμένα, για κάθε υποστύλωμα, δεδομένου του μέτρου απόκρισής του EDP, υπολογίζονται αριθμητικά οι τέσσερις πιθανότητες  $G(DM|EDP)$  να έχει φτάσει ή να έχει ξεπεράσει κάθε ένα από αυτά τα τέσσερα επίπεδα ζημιάς. Αφαιρώντας τα διαδοχικά επίπεδα ζημιάς, προκύπτουν οι πέντε πιθανότητες  $P(DM|EDP)$  για κάθε υποστύλωμα να βρίσκεται σε κάθε επίπεδο ξεχωριστά (περιλαμβάνεται και η κατάσταση καθόλου ζημιών). Για έλεγχο, αθροίζοντας τις πέντε αυτές πιθανότητες (PDF) για κάθε υποστύλωμα, προκύπτει αποτέλεσμα ίσο με τη μονάδα. Υπολογίζεται η μέγιστη εκ των πέντε πιθανοτήτων, και βάσει αυτής καθορίζεται η ζημιά που παθαίνει το κάθε υποστύλωμα (damage) και ανατίθεται σε αυτό το χρώμα ζημιάς του (color).

Στη συνέχεια, λαμβάνεται ένα διάνυσμα πιθανών τιμών κόστους επισκευής  $C_i$  (π.χ. από 0€ έως 10000€ ανά διαστήματα του 1€), και αξιοποιώντας τις καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης κόστους για τις πέντε καταστάσεις ζημιάς DM, όπως έχουν καθοριστεί στο υποκεφάλαιο 4.2.1, υπολογίζονται οι πιθανότητες υπέρβασης κάθε τιμής μονάδας κόστους, δεδομένης κάθε κατάστασης ζημιάς  $G(C_i|DM)$ . Βάσει των σχέσεων 2.23 έως 2.26 και της διαδικασίας η οποία έχει παρουσιαστεί στο Σχήμα 2.2, υπολογίζονται οι πιθανότητες υπέρβασης κάθε τιμής μονάδας κόστους, δεδομένου του μέτρου απόκρισης κάθε υποστυλώματος  $G(C_i|EDP)$ . Μέσω αυτής της διαδικασίας προκύπτει ολόκληρη η κατανομή του κόστους επισκευής κάθε υποστυλώματος.

Σε αυτό το σημείο εφαρμόζεται η μέθοδος στρωματοποιημένης δειγματοληψίας Λατινικού Υπερκύβου LHS με προσομοίωση  $N=250$  σεναρίων κόστους. Εκτενής αναφορά στη μέθοδο αυτή έχει γίνει στο δεύτερο κεφάλαιο. Βάσει της μεθόδου αυτής, για κάθε ένα από τα  $N$  σενάρια, επιλέγεται ένας αριθμός σε ισαπέχοντα διαστήματα από την ομοιόμορφη κατανομή  $[0,1]$ , ο οποίος ουσιαστικά αντιστοιχεί στην πιθανότητα υπέρβασης κάθε τιμής κόστους επισκευής, και μέσω γραμμικής παρεμβολής υπολογίζεται η τιμή του κόστους, η οποία δεν ξεπερνιέται με τη συγκεκριμένη πιθανότητα. Επομένως, για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων σε κάθε επίπεδο έντασης, δεδομένου του EDP που λαμβάνει κάθε υποστύλωμα του κτιρίου, προκύπτει ένα διάνυσμα με  $N$  πιθανές τιμές κόστους επισκευής του. Το διάνυσμα αυτό αντιπροσωπεύει με μεγάλη ακρίβεια την πραγματική κατανομή του κόστους επισκευής κάθε υποστυλώματος όπως έχει προκύψει μέσω των πράξεων που έχουν προαναφερθεί.

Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε υποστύλωμα του κτιρίου και στο τέλος προκύπτει ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τιμές κόστους όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε κάθε σενάριο  $N$  και κάθε στήλη σε κάθε υποστύλωμα, όπως έχει παρουσιαστεί στον Πίνακα 2.1 για ένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Υπολογίζοντας τη μέση τιμή και τη διασπορά αυτών των  $N$  τιμών σε κάθε στήλη, προκύπτει το αναμενόμενο κόστος επισκευής κάθε υποστυλώματος  $E[C_k]$ , η διασπορά  $Var[C_k]$ , η τυπική απόκλιση  $Std[C_k]$ , και ο συντελεστής διασποράς  $v[C_k]$  του κόστους αυτού. Αθροίζοντας για κάθε σενάριο  $N$ , τις στήλες του πίνακα που αντιστοιχούν στα υποστυλώματα είτε κάθε ορόφου είτε του κτιρίου συνολικά, προκύπτει η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής των υποστυλωμάτων ανά όροφο ή κτίριο και με αντίστοιχο τρόπο υπολογίζεται το αναμενόμενο συνολικό κόστος επισκευής και η διασπορά του κόστους αυτού.

Η πιο πάνω διαδικασία πραγματοποιείται στο αρχείο "column.m" και αφορά το σύνολο των υποστυλωμάτων ενός κτιρίου. Εντούτοις, τα τελικά αποτελέσματα προκύπτουν από τις αποκρίσεις οι οποίες προκαλούνται από ένα μόνο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Δεδομένου ότι η ανάλυση πραγματοποιείται για  $R>1$  ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων για μια σειρά από επίπεδα έντασης, δημιουργείται το πρόγραμμα "column2.m", το οποίο μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία, διαβάζει τη μέγιστη πλαστική στροφή και την κατανομή με  $N$  τιμές κόστους επισκευής κάθε υποστυλώματος, όπως εξάγονται από το πρόγραμμα "column.m". Δεδομένου ότι δεν προκαλείται κατάρρευση του κτιρίου από κάποιο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων σε ένα επίπεδο έντασης, η ανάλυση επαναλαμβάνεται  $R$  φορές και η

μέγιστη πλαστική στροφή κάθε υποστυλώματος λαμβάνεται ως η μέση τιμή των μέγιστων πλαστικών στροφών που προκαλούνται από κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Εάν κάποιο από τα  $R$  ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση, τότε ως μέγιστη πλαστική στροφή υποστυλώματος λαμβάνεται η μέση τιμή των μέγιστων πλαστικών στροφών οι οποίες προκαλούνται από τα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων που δεν προκαλούν κατάρρευση.

Η διαδικασία εκτίμησης ζημιών παραμένει η ίδια όπως έχει προαναφερθεί, ενώ όσο αφορά την κατανομή του κόστους επισκευής, δημιουργείται ένας πίνακας στα πρότυπα του Πίνακα 2.1. Σε αυτή την περίπτωση, σε κάθε επίπεδο έντασης, το αναμενόμενο κόστος επισκευής κάθε υποστυλώματος, προκύπτει από τη μέση τιμή ενός διανύσματος το οποίο περιέχει  $R \times N$  πιθανές τιμές κόστους με  $N$  να είναι οι τιμές οι οποίες προκύπτουν από κάθε EDP που προκαλεί το κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων ξεχωριστά. Αντίστοιχα, η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής των υποστυλωμάτων ενός κτιρίου σε κάθε επίπεδο έντασης αποτελείται από  $R \times N$  πιθανές τιμές κόστους οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τα αθροίσματα των επιμέρους κοστών των υποστυλωμάτων σε κάθε σενάριο βλάβης. Υπολογίζοντας τη μέση τιμή του διανύσματος αυτού, προκύπτει το αναμενόμενο κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση που κάποιο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου, οι  $N$  τιμές κόστους επισκευής αγνοούνται.

Τα αποτελέσματα με τις πλαστικές στροφές, τις ζημιές και τα αναμενόμενα κόστη επισκευής των υποστυλωμάτων, για το επίπεδο έντασης που αντιστοιχεί στην περιοχή της Λευκωσίας, παρουσιάζονται ανά κτίριο στους Πίνακες 5.4 έως 5.9, όπου με  $P(\cdot)$  συμβολίζεται η πιθανότητα κάθε υποστυλώματος να βρίσκεται σε κάθε κατάσταση ζημιάς. Για επίπεδο έντασης  $S_a=0.6g$ , τα υποστυλώματα των μονώροφων κτιρίων ID2061 (Πίνακας 5.4), ID2062 (Πίνακας 5.5) και ID2063 (Πίνακας 5.6) δεν έχουν πάθει ζημιές. Για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ , τα μισά υποστυλώματα του ισογείου του διώροφου κτιρίου ID1001 (Πίνακας 5.7) έχουν πάθει ελαφριές ζημιές με τα άλλα μισά να μην έχουν πάθει τίποτα, ενώ όλα τα υποστυλώματα του πρώτου ορόφου δεν έχουν πάθει καθόλου ζημιές. Όσο αφορά τα υποστυλώματα του κτιρίου ID1002 (Πίνακας 5.8), για το ίδιο επίπεδο έντασης, όλα στο ισόγειο έχουν πάθει ελαφριές ζημιές, εν αντιθέσει με τον πρώτο όροφο όπου κανένα υποστυλώμα δεν έχει πάθει ζημιές. Για επίπεδο έντασης  $S_a=0.35g$ , όλα τα υποστυλώματα του τετραώροφου κτιρίου ID1010 (Πίνακας 5.9) δεν έχουν πάθει ζημιές, ανεξαρτήτως ορόφου.

**Πίνακας 5.4.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Column ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL1001	0.49	61.6	34.3	3.8	0.3	0.0	nodamage	white	185.4
CL1002	0.47	63.4	32.9	3.6	0.1	0.0	nodamage	white	173.4
CL1003	0.47	63.4	32.9	3.6	0.1	0.0	nodamage	white	173.4
CL1004	0.49	61.6	34.3	3.8	0.3	0.0	nodamage	white	185.4
CL1005	0.47	64.3	32.1	3.3	0.3	0.0	nodamage	white	171.1
CL1006	0.45	66.1	30.6	3.1	0.1	0.0	nodamage	white	159.0
CL1007	0.45	66.1	30.6	3.1	0.1	0.0	nodamage	white	159.0
CL1008	0.47	64.3	32.1	3.3	0.3	0.0	nodamage	white	171.1
CL1009	0.47	64.3	32.1	3.3	0.3	0.0	nodamage	white	171.1
CL1010	0.45	66.1	30.6	3.1	0.1	0.0	nodamage	white	159.0
CL1011	0.45	66.1	30.6	3.1	0.1	0.0	nodamage	white	159.0
CL1012	0.47	64.3	32.1	3.3	0.3	0.0	nodamage	white	171.1
CL1013	0.49	61.6	34.3	3.8	0.3	0.0	nodamage	white	185.4
CL1014	0.47	63.4	32.9	3.6	0.1	0.0	nodamage	white	173.4
CL1015	0.47	63.4	32.9	3.6	0.1	0.0	nodamage	white	173.4
CL1016	0.49	61.6	34.3	3.8	0.3	0.0	nodamage	white	185.4

**Πίνακας 5.5.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Column ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL2001	0.23	90.0	9.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	39.2
CL2002	0.33	81.7	17.9	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	73.8
CL2003	0.33	81.7	17.9	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	73.8
CL2004	0.23	90.0	9.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	39.2
CL2005	0.33	79.2	20.5	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	82.7
CL2006	0.38	72.8	26.5	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	109.4
CL2007	0.38	72.8	26.5	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	109.4
CL2008	0.33	79.2	20.5	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	82.7
CL2009	0.33	79.2	20.5	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	82.7
CL2010	0.38	72.8	26.5	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	109.4
CL2011	0.38	72.8	26.5	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	109.4
CL2012	0.33	79.2	20.5	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	82.7
CL2013	0.23	90.0	9.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	39.2
CL2014	0.33	81.7	17.9	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	73.8
CL2015	0.33	81.7	17.9	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	73.8
CL2016	0.23	90.0	9.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	39.2

**Πίνακας 5.6.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Column ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL3001	0.48	62.6	33.6	3.6	0.2	0.0	nodamage	white	179.5
CL3002	0.46	64.1	32.3	3.4	0.1	0.0	nodamage	white	169.3
CL3003	0.46	64.1	32.3	3.4	0.1	0.0	nodamage	white	169.3
CL3004	0.48	62.6	33.6	3.6	0.2	0.0	nodamage	white	179.5
CL3005	0.46	64.8	31.8	3.2	0.2	0.0	nodamage	white	167.2

Column ID	$p$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL3006	0.45	66.4	30.5	3.0	0.1	0.0	nodamage	white	156.8
CL3007	0.45	66.4	30.5	3.0	0.1	0.0	nodamage	white	156.8
CL3008	0.46	64.8	31.8	3.2	0.2	0.0	nodamage	white	167.2
CL3009	0.46	64.8	31.8	3.2	0.2	0.0	nodamage	white	167.2
CL3010	0.45	66.4	30.5	3.0	0.1	0.0	nodamage	white	156.8
CL3011	0.45	66.4	30.5	3.0	0.1	0.0	nodamage	white	156.8
CL3012	0.46	64.8	31.8	3.2	0.2	0.0	nodamage	white	167.2
CL3013	0.48	62.6	33.6	3.6	0.2	0.0	nodamage	white	179.5
CL3014	0.46	64.1	32.3	3.4	0.1	0.0	nodamage	white	169.3
CL3015	0.46	64.1	32.3	3.4	0.1	0.0	nodamage	white	169.3
CL3016	0.48	62.6	33.6	3.6	0.2	0.0	nodamage	white	179.5

**Πίνακας 5.7.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

Column ID	$p$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL4001	0.65	35.4	56.9	7.5	0.2	0.0	slight	green	382.0
CL4002	0.58	46.2	47.4	6.2	0.1	0.0	slight	green	315.0
CL4003	0.58	46.2	47.4	6.2	0.1	0.0	slight	green	315.0
CL4004	0.65	35.4	56.9	7.5	0.2	0.0	slight	green	382.0
CL4005	0.53	53.0	42.2	4.6	0.2	0.0	nodamage	white	269.0
CL4006	0.39	74.5	22.2	3.2	0.0	0.0	nodamage	white	151.8
CL4007	0.39	74.5	22.2	3.2	0.0	0.0	nodamage	white	151.8
CL4008	0.53	53.0	42.2	4.6	0.2	0.0	nodamage	white	269.0
CL4009	0.53	53.0	42.2	4.6	0.2	0.0	nodamage	white	269.0
CL4010	0.39	74.5	22.2	3.2	0.0	0.0	nodamage	white	151.8
CL4011	0.39	74.5	22.2	3.2	0.0	0.0	nodamage	white	151.8
CL4012	0.53	53.0	42.2	4.6	0.2	0.0	nodamage	white	269.0
CL4013	0.65	35.4	56.9	7.5	0.2	0.0	slight	green	382.0
CL4014	0.58	46.2	47.4	6.2	0.1	0.0	slight	green	315.0
CL4015	0.58	46.2	47.4	6.2	0.1	0.0	slight	green	315.0
CL4016	0.65	35.4	56.9	7.5	0.2	0.0	slight	green	382.0
CL4101	0.18	93.6	6.1	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	27.9
CL4102	0.12	97.1	2.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	12.8
CL4103	0.12	97.1	2.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	12.8
CL4104	0.18	93.6	6.1	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	27.9
CL4105	0.12	95.5	4.4	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	19.2
CL4106	0.05	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	4.0
CL4107	0.05	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	4.0
CL4108	0.12	95.5	4.4	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	19.2
CL4109	0.12	95.5	4.4	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	19.2
CL4110	0.05	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	4.0
CL4111	0.05	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	4.0
CL4112	0.12	95.5	4.4	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	19.2
CL4113	0.18	93.6	6.1	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	27.9
CL4114	0.12	97.1	2.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	12.8
CL4115	0.12	97.1	2.8	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	12.8
CL4116	0.18	93.6	6.1	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	27.9

**Πίνακας 5.8.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

Column ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL5001	0.73	27.7	61.0	10.7	0.5	0.0	slight	green	458.6
CL5002	0.69	32.3	57.6	9.8	0.4	0.0	slight	green	422.7
CL5003	0.69	32.3	57.6	9.8	0.4	0.0	slight	green	422.7
CL5004	0.73	27.7	61.0	10.7	0.5	0.0	slight	green	458.6
CL5005	0.66	37.2	54.2	8.2	0.5	0.0	slight	green	387.4
CL5006	0.60	45.5	47.1	7.1	0.3	0.0	slight	green	333.0
CL5007	0.60	45.5	47.1	7.1	0.3	0.0	slight	green	333.0
CL5008	0.66	37.2	54.2	8.2	0.5	0.0	slight	green	387.4
CL5009	0.66	37.2	54.2	8.2	0.5	0.0	slight	green	387.4
CL5010	0.60	45.5	47.1	7.1	0.3	0.0	slight	green	333.0
CL5011	0.60	45.5	47.1	7.1	0.3	0.0	slight	green	333.0
CL5012	0.66	37.2	54.2	8.2	0.5	0.0	slight	green	387.4
CL5013	0.73	27.7	61.0	10.7	0.5	0.0	slight	green	458.6
CL5014	0.69	32.3	57.6	9.8	0.4	0.0	slight	green	422.7
CL5015	0.69	32.3	57.6	9.8	0.4	0.0	slight	green	422.7
CL5016	0.73	27.7	61.0	10.7	0.5	0.0	slight	green	458.6
CL5101	0.16	94.4	5.5	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	23.2
CL5102	0.13	96.0	4.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	16.7
CL5103	0.13	96.0	4.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	16.7
CL5104	0.16	94.4	5.5	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	23.2
CL5105	0.13	96.2	3.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	15.6
CL5106	0.08	97.8	2.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	9.1
CL5107	0.08	97.8	2.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	9.1
CL5108	0.13	96.2	3.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	15.6
CL5109	0.13	96.2	3.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	15.6
CL5110	0.08	97.8	2.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	9.1
CL5111	0.08	97.8	2.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	9.1
CL5112	0.13	96.2	3.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	15.6
CL5113	0.16	94.4	5.5	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	23.2
CL5114	0.13	96.0	4.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	16.7
CL5115	0.13	96.0	4.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	16.7
CL5116	0.16	94.4	5.5	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	23.2

**Πίνακας 5.9.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

Column ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
CL6001	0.22	92.6	6.7	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	75.1
CL6002	0.17	94.2	5.7	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	52.2
CL6003	0.17	94.2	5.7	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	52.2
CL6004	0.22	92.6	6.7	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	75.1
CL6005	0.17	95.0	4.3	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	54.4
CL6006	0.11	96.6	3.3	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	31.5
CL6007	0.11	96.6	3.3	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	31.5
CL6008	0.17	95.0	4.3	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	54.4
CL6009	0.17	95.0	4.3	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	54.4
CL6010	0.11	96.6	3.3	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	31.5
CL6011	0.11	96.6	3.3	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	31.5
CL6012	0.17	95.0	4.3	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	54.4
CL6013	0.22	92.6	6.7	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	75.1



<i>Column</i>	<i>pRotation</i>	<i>P(Nodamage)</i>	<i>P(Slight)</i>	<i>P(Moderate)</i>	<i>P(Severe)</i>	<i>P(Collapse)</i>	<i>Damage</i>	<i>Color</i>	<i>Expected</i>
<i>ID</i>	<i>[%rad]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>			<i>Cost [€]</i>
CL6014	0.17	94.2	5.7	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	52.2
CL6015	0.17	94.2	5.7	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	52.2
CL6016	0.22	92.6	6.7	0.6	0.0	0.0	nodamage	white	75.1
CL6101	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6102	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6103	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6104	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6105	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6106	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6107	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6108	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6109	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6110	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6111	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6112	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6113	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6114	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6115	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6116	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6201	0.04	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6202	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6203	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6204	0.04	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6205	0.03	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6206	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6207	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6208	0.03	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6209	0.03	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6210	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6211	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6212	0.03	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6213	0.04	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6214	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6215	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
CL6216	0.04	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.4
CL6301	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6302	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6303	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6304	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6305	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6306	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6307	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6308	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6309	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6310	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6311	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6312	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6313	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9
CL6314	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6315	0.04	99.2	0.8	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.3
CL6316	0.04	99.1	0.9	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	6.9

### 5.2.5. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Δοκών

Τα προγράμματα ανάλυσης “beam.m” και “beam2.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και την εκτίμηση του κόστους επισκευής των δοκών ενός κτιρίου. Η ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στα δύο αυτά προγράμματα είναι ακριβώς η ίδια με την ανάλυση η οποία έχει προαναφερθεί αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 5.2.4 για τα προγράμματα ανάλυσης των υποστυλωμάτων “column.m” και “column2.m”. Συνοπτικά, το πρόγραμμα “beam.m”, διαβάζει τις μέγιστες πλαστικές στροφές όπως επίσης και τις γεωμετρικές ιδιότητες των δοκών και εξάγει την κατανομή του κόστους επισκευής κάθε δοκού ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Το πρόγραμμα “beam2.m”, μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, διαβάζει τα δεδομένα τα οποία εξάγονται από το “beam.m” και συνοψίζοντας σε ένα γενικό πίνακα τις κατανομές του κόστους επισκευής όλων των δοκών, υπολογίζει την κατανομή του κόστους επισκευής των δοκών ανά όροφο και κτίριο, σε κάθε επίπεδο έντασης.

Τα αποτελέσματα με τις πλαστικές στροφές, τις ζημιές και τα αναμενόμενα κόστη επισκευής των δοκών, για το επίπεδο έντασης που αντιστοιχεί στην περιοχή της Λευκωσίας, παρουσιάζονται ανά κτίριο στους Πίνακες 5.10 έως 5.15, όπου με  $P(\cdot)$  συμβολίζεται η πιθανότητα κάθε δοκού να βρίσκεται σε κάθε κατάσταση ζημιάς. Για επίπεδο έντασης  $S_a=0.6g$ , οι δοκοί των κτιρίων ID2061 (Πίνακας 5.10), ID2062 (Πίνακας 5.11) και ID2063 (Πίνακας 5.12) δεν έχουν πάθει ζημιές. Για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ , το 1/3 των δοκών του ισογείου του κτιρίου ID1001 (Πίνακας 5.13) και του ισογείου του κτιρίου ID1002 (Πίνακας 5.14), έχουν πάθει ελαφριές ζημιές με τις υπόλοιπες να μην έχουν πάθει τίποτα, ενώ όλες οι δοκοί του πρώτου ορόφου και στα δύο κτίρια δεν έχουν πάθει καθόλου ζημιές. Όσο αφορά το κτίριο ID1010 (Πίνακας 5.15), για επίπεδο έντασης  $S_a=0.35g$ , όλες οι δοκοί και στους τέσσερεις ορόφους δεν έχουν πάθει ζημιές.

**Πίνακας 5.10.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Beam ID	$p$ (Rotation) [%rad]	$P$ (Nodamage) [%]	$P$ (Slight) [%]	$P$ (Moderate) [%]	$P$ (Severe) [%]	$P$ (Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM1001	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1002	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1003	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1004	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1005	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1006	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM1007	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1008	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1009	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1010	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1011	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1012	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1013	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1014	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1015	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1016	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1017	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1018	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1019	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1020	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1021	0.25	86.1	13.0	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	106.6
BM1022	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7
BM1023	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM1024	0.24	89.7	8.4	1.8	0.1	0.0	nodamage	white	95.7

**Πίνακας 5.11.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM2001	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2002	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2003	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2004	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2005	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2006	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2007	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2008	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2009	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2010	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2011	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2012	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2013	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2014	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2015	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2016	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2017	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2018	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2019	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2020	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2021	0.2	89.9	9.8	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	73.2
BM2022	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2
BM2023	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM2024	0.19	91.5	8.2	0.3	0.0	0.0	nodamage	white	62.2

**Πίνακας 5.12.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής δοκών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM3001	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3002	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3003	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3004	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3005	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3006	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3007	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3008	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3009	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3010	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3011	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3012	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3013	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3014	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3015	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3016	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3017	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3018	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3019	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3020	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3021	0.25	86.3	12.9	0.8	0.0	0.0	nodamage	white	104.7
BM3022	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9
BM3023	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM3024	0.24	89.7	8.5	1.7	0.1	0.0	nodamage	white	95.9

**Πίνακας 5.13.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής δοκών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM4001	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4002	0.21	91.8	6.9	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	71.2
BM4003	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4004	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4005	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4006	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4007	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4008	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4009	0.21	91.8	6.9	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	71.2
BM4010	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4011	0.26	87.0	12.1	0.9	0.0	0.0	nodamage	white	99.3
BM4012	0.26	87.0	12.1	0.9	0.0	0.0	nodamage	white	99.3
BM4013	0.26	87.0	12.1	0.9	0.0	0.0	nodamage	white	99.3
BM4014	0.26	87.0	12.1	0.9	0.0	0.0	nodamage	white	99.3
BM4015	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4016	0.21	91.8	6.9	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	71.2
BM4017	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4018	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4019	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4020	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1
BM4021	0.57	42.8	53.0	4.1	0.1	0.0	slight	green	441.1

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM4022	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4023	0.21	91.8	6.9	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	71.2
BM4024	0.51	53.1	43.4	3.5	0.1	0.0	nodamage	white	364.3
BM4101	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4102	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4103	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4104	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4105	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4106	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4107	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4108	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4109	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4110	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4111	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4112	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4113	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4114	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4115	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4116	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4117	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4118	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4119	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4120	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4121	0.05	98.6	1.4	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	10.0
BM4122	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2
BM4123	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM4124	0.06	98.8	1.2	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	8.2

**Πίνακας 5.14.** Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM5001	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5002	0.14	95.1	4.7	0.2	0.0	0.0	nodamage	white	36.5
BM5003	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5004	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5005	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5006	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5007	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5008	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5009	0.14	95.1	4.7	0.2	0.0	0.0	nodamage	white	36.5
BM5010	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5011	0.2	91.8	7.8	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	60.8
BM5012	0.2	91.8	7.8	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	60.8
BM5013	0.2	91.8	7.8	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	60.8
BM5014	0.2	91.8	7.8	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	60.8
BM5015	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5016	0.14	95.1	4.7	0.2	0.0	0.0	nodamage	white	36.5
BM5017	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5018	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5019	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5020	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5021	0.55	47.8	48.4	3.8	0.0	0.0	slight	green	400.9
BM5022	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM5023	0.14	95.1	4.7	0.2	0.0	0.0	nodamage	white	36.5
BM5024	0.48	59.0	38.4	2.6	0.0	0.0	nodamage	white	310.8
BM5101	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5102	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5103	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5104	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5105	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5107	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5106	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5108	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5109	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5110	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5111	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5112	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5113	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5114	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5115	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5116	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5117	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5118	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5119	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5120	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5121	0.04	99.5	0.5	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	3.2
BM5122	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3
BM5123	0.02	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM5124	0.04	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.3

Πίνακας 5.15. Πλαστικές στροφές, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής δοκών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

Beam ID	$\rho$ Rotation [%rad]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM6001	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6002	0.22	90.9	7.7	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	265.9
BM6003	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6004	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6005	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6006	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6007	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6008	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6009	0.22	90.9	7.7	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	265.9
BM6010	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6011	0.19	92.9	7.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	169.6
BM6012	0.19	92.9	7.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	169.6
BM6013	0.19	92.9	7.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	169.6
BM6014	0.19	92.9	7.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	169.6
BM6015	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6016	0.22	90.9	7.7	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	265.9
BM6017	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6018	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6019	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6020	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6021	0.48	55.9	42.3	1.8	0.0	0.0	nodamage	white	1110.8
BM6022	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6023	0.22	90.9	7.7	1.3	0.0	0.0	nodamage	white	265.9

<i>Beam</i>	<i>pRotation</i>	<i>P(Nodamage)</i>	<i>P(Slight)</i>	<i>P(Moderate)</i>	<i>P(Severe)</i>	<i>P(Collapse)</i>	<i>Damage</i>	<i>Color</i>	<i>Expected</i>
<i>ID</i>	<i>[%rad]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>			<i>Cost [€]</i>
BM6024	0.52	51.8	44.3	3.8	0.1	0.0	nodamage	white	1293.1
BM6101	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6102	0.17	93.1	6.5	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	175.7
BM6103	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6104	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6105	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6106	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6107	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6108	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6109	0.17	93.1	6.5	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	175.7
BM6110	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6111	0.13	98.3	1.7	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	40.7
BM6112	0.13	98.3	1.7	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	40.7
BM6113	0.13	98.3	1.7	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	40.7
BM6114	0.13	98.3	1.7	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	40.7
BM6115	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6116	0.17	93.1	6.5	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	175.7
BM6117	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6118	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6119	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6120	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6121	0.28	85.9	14.0	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	335.8
BM6122	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6123	0.17	93.1	6.5	0.4	0.0	0.0	nodamage	white	175.7
BM6124	0.33	80.4	18.5	1.1	0.0	0.0	nodamage	white	506.4
BM6201	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6202	0.09	97.6	2.3	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	45.8
BM6203	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6204	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6205	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6206	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6207	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6208	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6209	0.09	97.6	2.3	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	45.8
BM6210	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6211	0.07	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.6
BM6212	0.07	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.6
BM6213	0.07	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.6
BM6214	0.07	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.6
BM6215	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6216	0.09	97.6	2.3	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	45.8
BM6217	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6218	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6219	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6220	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6221	0.10	99.4	0.6	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	11.5
BM6222	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6223	0.09	97.6	2.3	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	45.8
BM6224	0.14	95.6	4.2	0.1	0.0	0.0	nodamage	white	86.4
BM6301	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6302	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6303	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6304	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6305	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6306	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6307	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6308	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5

Beam ID	$P(Rotation)$ [%rad]	$P(Nodamage)$ [%]	$P(Slight)$ [%]	$P(Moderate)$ [%]	$P(Severe)$ [%]	$P(Collapse)$ [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
BM6309	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6310	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6311	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6312	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6313	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6314	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6315	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6316	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6317	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6318	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6319	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6320	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6321	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6322	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5
BM6323	0.03	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	0.0
BM6324	0.04	99.9	0.1	0.0	0.0	0.0	nodamage	white	1.5

### 5.2.6. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Τοιχοπληρώσεων

Τα προγράμματα ανάλυσης “wall.m” και “wall2.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και την εκτίμηση του κόστους επισκευής των τοιχοπληρώσεων ενός κτιρίου. Η ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στα δύο αυτά προγράμματα βασίζεται στις ίδιες αρχές με την ανάλυση η οποία έχει προαναφερθεί αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 5.2.4 για τα προγράμματα ανάλυσης των υποστυλωμάτων “column.m” και “column2.m”.

Βασική διαφορά, αποτελεί ο τρόπος υπολογισμού του μέτρου απόκρισης EDP βάσει του οποίου θα καθοριστεί το μέγεθος της ζημιάς κάθε τοιχοπλήρωσης. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα ανάλυσης “wall.m” διαβάζει τις μέγιστες ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις (ΜΑΣΜ) των ορόφων  $IDR_x$  και  $IDR_y$ , τις οποίες προκαλεί η κάθε συνιστώσα του σεισμού στην αντίστοιχη διεύθυνση, από το αρχείο με τις δομικές αποκρίσεις των μελών κάθε κτιρίου.

Λόγω συμμετρικότητας των κτιρίων στις δύο διευθύνσεις του σεισμού, και με την παραδοχή απουσίας τοιχοπληρώσεων στις αναλύσεις του Haselton, η στροφή η οποία προκαλείται λόγω εκκεντρότητας είναι μηδενική και η μέγιστη ανηγμένη σχετική μετατόπιση κάθε τοιχοπλήρωσης WDR (Wall Drift Ratio) υπολογίζεται βάσει της σχέσης 5.25, όπου “angle\_x” η αριστερόστροφη γωνία την οποία σχηματίζει ο διαμήκης άξονας κάθε τοίχου (in-plane) με τον καθολικό οριζόντιο άξονα x.

$$WDR = IDR_x \cdot \cos(\text{angle\_x}) + IDR_y \cdot \sin(\text{angle\_x}) \quad (5.25)$$



Οι δύο ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις,  $IDR_x$  και  $IDR_y$ , όπως διατίθενται από τον Haselton είναι μεν οι μέγιστες εν χρόνω, αλλά σε ξεχωριστές διευθύνσεις, με αποτέλεσμα να μην συμβαίνουν την ίδια χρονική στιγμή και λογικά να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ίδια σχέση. Εντούτοις, επειδή οι τοιχοπληρώσεις ακολουθούν τις δύο οριζόντιες διευθύνσεις, σχηματίζοντας είτε γωνία  $0^\circ$  είτε  $90^\circ$  με τον άξονα  $x$  ( $angle_x$ ), σε κάθε περίπτωση ο ένας όρος της σχέσης μηδενίζεται. Ως εκ τούτου, η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Αξιοποιώντας τις ΜΑΣΜ των τοιχοπληρώσεων, μέσω της διαδικασίας η οποία αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.4, το πρόγραμμα “wall.m” υπολογίζει την κατανομή του κόστους επισκευής κάθε τοιχοπλήρωσης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Το πρόγραμμα “wall2.m” μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, διαβάζει τα δεδομένα τα οποία εξάγονται από το “wall.m” και συνοψίζοντας σε ένα γενικό πίνακα τις κατανομές του κόστους επισκευής όλων των τοιχοπληρώσεων, υπολογίζει την κατανομή του κόστους επισκευής τους ανά όροφο και κτίριο, σε κάθε επίπεδο έντασης.

Τα αποτελέσματα με τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, τις ζημιές και τα αναμενόμενα κόστη επισκευής των τοιχοπληρώσεων, για το επίπεδο έντασης που αντιστοιχεί στην περιοχή της Λευκωσίας, παρουσιάζονται ανά κτίριο στους Πίνακες 5.16 έως 5.21, όπου με  $P(\cdot)$  συμβολίζεται η πιθανότητα κάθε τοιχοπλήρωσης να βρίσκεται σε κάθε κατάσταση ζημιάς. Παρατηρείται πλήρης απώλεια όλων των τοιχοπληρώσεων των μονώροφων και διώροφων κτιρίων, κάτι το οποίο καθιστά την πλήρη αντικατάστασή τους απαραίτητη. Πλήρης απώλεια παρατηρείται και στις τοιχοπληρώσεις του ισόγειου, του πρώτου και του δεύτερου ορόφου του κτιρίου ID1010, ενώ στον τρίτο όροφο οι τοιχοπληρώσεις παθαίνουν ελαφριές ζημιές.

**Πίνακας 5.16.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL1001	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1627.2
WL1002	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1000.0
WL1003	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	713.7
WL1004	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	426.1
WL1005	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1218.8
WL1006	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1000.0
WL1007	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1401.1
WL1008	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1407.8

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL1009	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1376.5
WL1010	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1004.6
WL1011	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1337.3
WL1012	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	511.2
WL1013	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	797.6
WL1014	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	2903.1
WL1015	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	701.5
WL1016	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1386.3
WL1017	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	313.2
WL1018	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1647.1
WL1019	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	313.2
WL1020	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1168.2
WL1021	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	1168.2
WL1022	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	509.2
WL1023	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	718.0
WL1024	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	519.8
WL1025	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	497.4
WL1026	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	245.9
WL1027	0.63	0.7	3.7	9.1	15.7	70.7	collapse	black	574.9
WL1028	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1386.3

**Πίνακας 5.17.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL2001	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1047.7
WL2002	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1047.7
WL2003	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1696.6
WL2004	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	431.5
WL2005	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	986.5
WL2006	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	2658.2
WL2007	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1189.8
WL2008	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1394.1
WL2009	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	994.9
WL2010	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	846.2
WL2011	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	760.8
WL2012	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1272.4
WL2013	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1360.2
WL2014	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1062.7
WL2015	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	1062.7
WL2016	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1446.9
WL2017	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1446.9
WL2018	0.61	0.8	3.9	9.4	16.0	69.9	collapse	black	344.1
WL2019	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1272.4
WL2020	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1272.4
WL2021	0.60	1.0	4.4	9.9	16.4	68.4	collapse	black	1156.9

**Πίνακας 5.18.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL3001	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1609.9
WL3002	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	338.9
WL3003	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	326.5
WL3004	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1122.9
WL3005	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	350.4
WL3006	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	544.5
WL3007	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	573.1
WL3008	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	190.7
WL3009	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	655.9
WL3010	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1410.1
WL3011	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	924.6
WL3012	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1174.5
WL3013	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1271.3
WL3014	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1144.9
WL3015	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	341.9
WL3016	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1376.2
WL3017	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1299.9
WL3018	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	2372.2
WL3019	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1010.6
WL3020	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1218.5
WL3021	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1656.0
WL3022	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1142.0
WL3023	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	1555.0
WL3024	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	1656.0
WL3025	0.63	0.7	3.7	9.2	15.7	70.7	collapse	black	909.3
WL3026	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	2916.9
WL3027	0.62	1.0	4.4	9.9	16.4	68.3	collapse	black	982.6

**Πίνακας 5.19.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL4001	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	559.9
WL4002	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	1758.4
WL4003	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1489.4
WL4004	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1564.4
WL4005	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1481.1
WL4006	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1272.9
WL4007	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	1568.1
WL4008	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1418.7
WL4009	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	1877.0
WL4010	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	680.5
WL4011	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	938.9
WL4012	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	1754.9
WL4013	0.91	0.1	0.4	1.3	2.7	95.5	collapse	black	1337.6
WL4014	0.84	0.1	0.7	2.0	3.9	93.2	collapse	black	1577.7
WL4101	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1078.8
WL4102	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1147.4
WL4103	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1399.8
WL4104	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1191.1

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL4105	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1191.1
WL4106	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1060.1
WL4107	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1075.3
WL4108	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1237.6
WL4109	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	905.0
WL4110	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	905.0
WL4111	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1076.4
WL4112	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	2568.3
WL4113	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1405.0
WL4114	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1054.8
WL4115	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1484.5
WL4116	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1192.5
WL4117	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1075.3
WL4118	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1284.7
WL4119	0.60	0.8	4.0	9.6	17.1	68.6	collapse	black	1399.8
WL4120	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1097.5
WL4121	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	1115.9
WL4122	0.62	0.5	2.8	7.6	14.7	74.4	collapse	black	694.5

**Πίνακας 5.20.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL5001	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	2901.5
WL5002	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1004.5
WL5003	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1019.3
WL5004	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	3348.9
WL5005	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1785.4
WL5006	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	776.7
WL5007	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1785.4
WL5008	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1292.5
WL5009	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1257.2
WL5010	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1257.2
WL5011	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1273.9
WL5012	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1257.2
WL5013	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1874.0
WL5014	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	720.0
WL5015	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	703.7
WL5016	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1898.9
WL5017	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	632.2
WL5018	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1874.0
WL5019	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1711.4
WL5020	0.93	0.1	0.4	1.2	2.6	95.7	collapse	black	1711.4
WL5021	0.86	0.1	0.8	2.1	4.2	92.9	collapse	black	1689.0
WL5101	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1222.7
WL5102	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1171.5
WL5103	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1387.1
WL5104	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1279.9
WL5105	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1279.9
WL5106	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1120.3
WL5107	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1120.3
WL5108	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	768.4
WL5109	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	779.0
WL5110	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1280.5

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL5111	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	2133.2
WL5112	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1218.9
WL5113	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	916.0
WL5114	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1976.3
WL5115	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1303.4
WL5116	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1789.3
WL5117	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	802.0
WL5118	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	528.9
WL5119	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1325.1
WL5120	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1325.1
WL5121	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1387.1
WL5122	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	1017.9
WL5123	0.58	0.7	3.9	10.2	18.9	66.3	collapse	black	1226.3
WL5124	0.55	1.1	5.4	12.6	20.9	60.0	collapse	black	898.4

**Πίνακας 5.21.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.35g$ .

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL6001	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	0.0
WL6002	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	813.3
WL6003	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2527.2
WL6004	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	1772.0
WL6005	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2169.9
WL6006	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2461.0
WL6007	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	1975.3
WL6008	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	1218.8
WL6009	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2794.7
WL6010	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2090.9
WL6011	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2075.7
WL6012	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2554.9
WL6013	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2554.9
WL6014	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2461.0
WL6015	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2299.3
WL6016	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2060.1
WL6017	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2126.4
WL6018	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2752.4
WL6019	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2752.4
WL6020	0.66	0.4	2.3	6.0	11.2	80.1	collapse	black	2188.5
WL6021	0.70	0.3	1.8	5.0	10.1	82.9	collapse	black	2504.4
WL6101	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1519.0
WL6102	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1798.7
WL6103	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	810.5
WL6104	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1316.0
WL6105	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	898.9
WL6106	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	642.5
WL6107	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	660.3
WL6108	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	704.3
WL6109	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1093.0
WL6110	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1707.0
WL6111	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1924.3
WL6112	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1339.0
WL6113	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1738.0
WL6114	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1738.0

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL6115	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	5272.1
WL6116	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	2088.1
WL6117	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	0.0
WL6118	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1761.7
WL6119	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	825.8
WL6120	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	580.4
WL6121	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1355.0
WL6122	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	872.7
WL6123	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1519.0
WL6124	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1798.7
WL6125	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	660.3
WL6126	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	704.3
WL6127	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1093.0
WL6128	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1934.6
WL6129	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1707.0
WL6130	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1339.0
WL6131	0.70	0.4	2.0	5.4	10.6	81.7	collapse	black	1738.0
WL6132	0.65	0.6	2.9	7.0	12.3	77.1	collapse	black	1846.4
WL6201	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1372.1
WL6202	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1609.8
WL6203	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	749.7
WL6204	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1118.0
WL6205	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	766.3
WL6206	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	550.9
WL6207	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	595.3
WL6208	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	602.4
WL6209	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	938.6
WL6210	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1457.9
WL6211	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1656.3
WL6212	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1145.2
WL6213	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1571.0
WL6214	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1571.0
WL6215	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	4474.1
WL6216	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1870.3
WL6217	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	0.0
WL6218	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1574.9
WL6219	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	703.7
WL6220	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	497.4
WL6221	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1151.2
WL6222	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	746.4
WL6223	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1372.1
WL6224	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1609.8
WL6225	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	595.3
WL6226	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	602.4
WL6227	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	938.6
WL6228	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1665.2
WL6229	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1457.9
WL6230	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1145.2
WL6231	0.55	1.3	6.3	14.0	21.6	56.8	collapse	black	1571.0
WL6232	0.51	1.7	7.3	15.6	23.3	52.1	collapse	black	1650.2
WL6301	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	579.7
WL6302	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	680.1
WL6303	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	335.4
WL6304	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	472.4
WL6305	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	342.8
WL6306	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	251.0
WL6307	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	271.2

Wall ID	Wall Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Slight) [%]	P(Moderate) [%]	P(Severe) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WL6308	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	259.8
WL6309	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	427.6
WL6310	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	628.8
WL6311	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	754.5
WL6312	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	494.0
WL6313	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	702.8
WL6314	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	702.8
WL6315	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	1890.3
WL6316	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	836.8
WL6317	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	0.0
WL6318	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	665.4
WL6319	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	314.8
WL6320	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	226.6
WL6321	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	486.4
WL6322	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	333.9
WL6323	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	579.7
WL6324	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	680.1
WL6325	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	271.2
WL6326	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	259.8
WL6327	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	427.6
WL6328	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	758.6
WL6329	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	628.8
WL6330	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	494.0
WL6331	0.32	17.0	31.0	28.0	15.2	8.7	slight	green	702.8
WL6332	0.30	18.0	32.4	29.4	15.4	4.8	slight	green	697.2

### 5.2.7. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Πορτών

Τα προγράμματα ανάλυσης “door.m” και “door2.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και την εκτίμηση του κόστους επισκευής των πορτών ενός κτιρίου. Η ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στα δύο αυτά προγράμματα βασίζεται στις ίδιες αρχές με την ανάλυση η οποία έχει προαναφερθεί αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 5.2.4 για τα προγράμματα ανάλυσης των υποστυλωμάτων “column.m” και “column2.m”.

Βασική διαφορά σε αυτή την περίπτωση, είναι ότι το πρόγραμμα ανάλυσης “door.m” διαβάζει τις ταυτότητες των τοίχων στους οποίους βρίσκονται ενσωματωμένες οι πόρτες, και αναθέτει σε κάθε πόρτα την ανηγμένη σχετική μετακίνηση του τοίχου στον οποίο ανήκει DDR (Door Drift Ratio). Επιπρόσθετα, στην περίπτωση των πορτών, τα επίπεδα ζημιάς είναι τρία (καθόλου ζημιές, μέτριες ζημιές και πλήρης απώλεια) εν αντιθέσει με τα πέντε επίπεδα ζημιάς που ισχύουν για τα υποστυλώματα, τις δοκούς και τις τοιχοπληρώσεις.

Αξιοποιώντας τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις των πορτών, μέσω της διαδικασίας η οποία αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.4, υπολογίζεται η κατανομή του κόστους επισκευής κάθε

πόρτας ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Το πρόγραμμα “door2.m” μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, διαβάζει τα δεδομένα τα οποία εξάγονται από το “door.m” και συνοψίζοντας σε ένα γενικό πίνακα τις κατανομές του κόστους επισκευής όλων των πορτών, υπολογίζει την κατανομή του κόστους επισκευής τους ανά όροφο και κτίριο, σε κάθε επίπεδο έντασης.

Τα αποτελέσματα με τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, τις ζημιές και τα αναμενόμενα κόστη επισκευής των πορτών, για το επίπεδο έντασης που αντιστοιχεί στην περιοχή της Λευκωσίας, παρουσιάζονται ανά κτίριο στους Πίνακες 5.22 έως 5.27, όπου με  $P(\cdot)$  συμβολίζεται η πιθανότητα κάθε πόρτας να βρίσκεται σε κάθε κατάσταση ζημιάς. Παρατηρείται πλήρης απώλεια όλων των πορτών των μονώροφων και διώροφων κτιρίων, κάτι το οποίο καθιστά την πλήρη αντικατάστασή τους απαραίτητη. Πλήρης απώλεια παρατηρείται και στις πόρτες των τριών πρώτων ορόφων του κτιρίου ID1010, ενώ στον τρίτο όροφο οι πόρτες έχουν πάθει μέτριες ζημιές και δεν είναι πλέον λειτουργικές αφού δεν μπορούν να ανοιγοκλείσουν. Σε αυτή την περίπτωση κρίνεται απαραίτητη ή αντικατάσταση ή η επισκευή των πλαισίων προκειμένου να καταστούν και πάλι λειτουργικές. Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί, οι πόρτες οι οποίες βρίσκονται ενσωματωμένες σε τοιχοπληρώσεις οι οποίες έχουν καταρρεύσει, έχουν πάθει πλήρη απώλεια, ενώ οι πόρτες σε τοιχοπληρώσεις με ελαφριές ζημιές, έχουν πάθει μόνο μέτριες ζημιές.

**Πίνακας 5.22.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	$P(\text{Nodamage})$ [%]	$P(\text{Moderate})$ [%]	$P(\text{Collapse})$ [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR1001	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1002	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1003	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1004	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1005	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1006	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0
DR1007	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	146.0
DR1008	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.0

**Πίνακας 5.23.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	$P(\text{Nodamage})$ [%]	$P(\text{Moderate})$ [%]	$P(\text{Collapse})$ [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR2001	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR2002	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR2003	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1



Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR2004	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR2005	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR2006	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1

**Πίνακας 5.24.** Ανηγγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR3001	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3002	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3003	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3004	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3005	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	146.0
DR3006	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3007	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	143.1
DR3008	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	146.0

**Πίνακας 5.25.** Ανηγγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR4001	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4002	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4003	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4101	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4102	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4103	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	170.4
DR4104	0.60	0.2	33.4	66.4	cracked	black	143.0
DR4105	0.60	0.2	33.4	66.4	cracked	black	143.0
DR4106	0.62	0.1	28.4	71.5	cracked	black	148.8
DR4107	0.62	0.1	28.4	71.5	cracked	black	148.8

**Πίνακας 5.26.** Ανηγγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής πορτών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR5001	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	170.0
DR5002	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5003	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5004	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5005	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5101	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	170.0
DR5102	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5103	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5104	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5105	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	173.7
DR5106	0.55	0.2	41.0	58.8	cracked	black	134.5

Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR5107	0.55	0.2	41.0	58.8	cracked	black	134.5

**Πίνακας 5.27.** Ανηγγόμενες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής πορτών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

Door ID	Door Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
DR6001	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	718.8
DR6002	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	257.2
DR6003	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	257.2
DR6004	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	158.0
DR6005	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	158.0
DR6006	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	158.0
DR6007	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	155.1
DR6008	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	155.1
DR6009	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	155.1
DR6010	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	158.0
DR6011	0.66	0.1	22.7	77.2	cracked	black	155.1
DR6101	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	540.1
DR6102	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	152.2
DR6103	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6104	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6105	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6106	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6107	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	540.1
DR6108	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	152.2
DR6109	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6110	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6111	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6112	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	157.0
DR6201	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	407.1
DR6202	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	126.5
DR6203	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6204	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6205	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6206	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6207	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	407.1
DR6208	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	126.5
DR6209	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6210	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6211	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6212	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	131.7
DR6301	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	134.8
DR6302	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	68.3
DR6303	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6304	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6305	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6306	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6307	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	134.8
DR6308	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	68.3
DR6309	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6310	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6311	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9
DR6312	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	72.9

### 5.2.8. Πρόγραμμα Ανάλυσης Ζημιών και Κόστους Επισκευής Παραθύρων

Τα προγράμματα ανάλυσης “window.m” και “window2.m” (Παράρτημα Ε), είναι υπεύθυνα για την ανάλυση των ζημιών και την εκτίμηση του κόστους επισκευής των παραθύρων ενός κτιρίου. Η ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στα δύο αυτά προγράμματα είναι η ίδια με την ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στα προγράμματα ανάλυσης των πορτών “door.m” και “door2.m”. Όπως και στην περίπτωση των πορτών, το πρόγραμμα ανάλυσης “window.m” διαβάζει τις ταυτότητες των τοίχων στους οποίους βρίσκονται ενσωματωμένα τα παράθυρα, και αναθέτει σε κάθε παράθυρο την ανηγμένη σχετική μετακίνηση του τοίχου στον οποίο ανήκει WinDR (Window Drift Ratio).

Αξιοποιώντας τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις των παραθύρων, μέσω της διαδικασίας η οποία αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.4, υπολογίζεται η κατανομή του κόστους επισκευής κάθε παραθύρου ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Το πρόγραμμα “window2.m” μέσα από μια επαναληπτική διαδικασία για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, διαβάζει τα δεδομένα τα οποία εξάγονται από το “window.m” και συνοψίζοντας σε ένα γενικό πίνακα τις κατανομές του κόστους επισκευής όλων των παραθύρων, υπολογίζει την κατανομή του κόστους επισκευής τους ανά όροφο και κτίριο, σε κάθε επίπεδο έντασης.

Τα αποτελέσματα με τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, τις ζημιές και τα αναμενόμενα κόστη επισκευής των παραθύρων, για το επίπεδο έντασης που αντιστοιχεί στην περιοχή της Λευκωσίας, παρουσιάζονται ανά κτίριο στους Πίνακες 5.28 έως 5.33, όπου με  $P(\cdot)$  συμβολίζεται η πιθανότητα κάθε παραθύρου να βρίσκεται σε κάθε κατάσταση ζημιάς. Παρατηρείται πλήρης απώλεια όλων των παραθύρων των μονώροφων και διώροφων κτιρίων, κάτι το οποίο καθιστά την πλήρη αντικατάστασή τους απαραίτητη. Πλήρης απώλεια παρατηρείται και στα παράθυρα των τριών πρώτων ορόφων του κτιρίου ID1010, ενώ στον τρίτο όροφο τα παράθυρα έχουν πάθει μέτριες ζημιές και δεν είναι πλέον λειτουργικά αφού δεν μπορούν να ανοιγοκλείσουν. Σε αυτή την περίπτωση κρίνεται απαραίτητη ή αντικατάσταση ή η επισκευή των πλαισίων προκειμένου να καταστούν και πάλι λειτουργικά. Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί, όπως και στην περίπτωση των πορτών, τα παράθυρα τα οποία βρίσκονται ενσωματωμένα σε τοιχοπληρώσεις οι οποίες έχουν καταρρεύσει, έχουν πάθει πλήρη απώλεια, ενώ τα παράθυρα σε τοιχοπληρώσεις με ελαφριές ζημιές, έχουν πάθει μόνο μέτριες ζημιές.

**Πίνακας 5.28.** Ανηγγόμενες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Window ID	Window Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WN1001	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	1064.0
WN1002	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	661.2
WN1003	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	620.6
WN1004	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	539.5
WN1005	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	616.4
WN1006	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	158.5
WN1007	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	494.9
WN1008	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	775.8
WN1009	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	775.8
WN1010	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	1209.3
WN1011	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	647.9
WN1012	0.63	0.1	30.8	69.1	cracked	black	661.2

**Πίνακας 5.29.** Ανηγγόμενες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Window ID	Window Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WN2001	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	920.2
WN2002	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	656.5
WN2003	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	619.4
WN2004	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	539.5
WN2005	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	539.5
WN2006	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	720.1
WN2007	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	450.0
WN2008	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	774.2
WN2009	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	1225.4
WN2010	0.61	0.1	31.7	68.2	cracked	black	707.8
WN2011	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	540.0
WN2012	0.60	0.2	33.3	66.5	cracked	black	540.0

**Πίνακας 5.30.** Ανηγγόμενες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόσθη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .

Window ID	Window Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WN3001	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	1063.9
WN3002	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	698.2
WN3003	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	1294.6
WN3004	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	770.6
WN3005	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	183.6
WN3006	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	356.7
WN3007	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	449.1
WN3008	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	574.1
WN3009	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	106.4
WN3010	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	969.2
WN3011	0.62	0.2	33.3	66.5	cracked	black	670.6
WN3001	0.63	0.1	30.9	69.0	cracked	black	1063.9

**Πίνακας 5.31.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Window ID	Window Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WN4001	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	935.9
WN4002	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	748.7
WN4003	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	917.2
WN4004	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	267.9
WN4005	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	640.4
WN4006	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	651.9
WN4007	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	499.8
WN4101	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	982.7
WN4102	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	655.1
WN4103	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	655.1
WN4104	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	651.3
WN4105	0.84	0.0	9.1	90.9	cracked	black	426.9
WN4106	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	282.5
WN4107	0.91	0.0	6.3	93.7	cracked	black	280.8
WN4108	0.62	0.1	28.4	71.5	cracked	black	401.3
WN4109	0.62	0.1	28.4	71.5	cracked	black	802.5
WN4110	0.62	0.1	28.4	71.5	cracked	black	802.5
WN4111	0.60	0.2	33.4	66.4	cracked	black	396.5

**Πίνακας 5.32.** Ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις, ζημιές και αναμενόμενα κόστη επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

Window ID	Window Drift Ratio [%]	P(Nodamage) [%]	P(Moderate) [%]	P(Collapse) [%]	Damage	Color	Expected Cost [€]
WN5001	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	749.1
WN5002	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	917.6
WN5003	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	638.9
WN5004	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	251.0
WN5005	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	418.3
WN5006	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	421.3
WN5007	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	638.9
WN5008	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	638.9
WN5009	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	652.8
WN5010	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	638.9
WN5011	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	421.3
WN5012	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	766.7
WN5101	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	280.9
WN5102	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	280.9
WN5103	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	418.3
WN5104	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	278.9
WN5105	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	418.3
WN5106	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	544.0
WN5107	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	532.4
WN5108	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	418.3
WN5109	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	280.9
WN5110	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	278.9
WN5111	0.93	0.0	6.1	93.9	cracked	black	280.9
WN5112	0.86	0.0	9.5	90.5	cracked	black	557.8
WN5113	0.58	0.1	35.6	64.3	cracked	black	526.4

**Πίνακας 5.33.** *Ανηγμένες Σχετικές Μετατοπίσεις, Ζημιές και Αναμενόμενα Κόστη Επισκευής Παραθύρων Κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .*

<b>Window ID</b>	<b>Window Drift Ratio [%]</b>	<b>P(Nodamage) [%]</b>	<b>P(Moderate) [%]</b>	<b>P(Collapse) [%]</b>	<b>Damage</b>	<b>Color</b>	<b>Expected Cost [€]</b>
WN6001	0.70	0.0	20.2	79.8	cracked	black	5803.3
WN6101	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	4868.9
WN6102	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	181.3
WN6103	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	573.7
WN6104	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	591.2
WN6105	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	538.5
WN6106	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	673.2
WN6107	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	143.6
WN6108	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	403.9
WN6109	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6110	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6111	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6112	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6113	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6114	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	407.8
WN6115	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	403.9
WN6116	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	143.6
WN6117	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	673.2
WN6118	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	538.5
WN6119	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	591.2
WN6120	0.65	0.1	25.3	74.6	cracked	black	573.7
WN6121	0.70	0.0	21.1	78.9	cracked	black	181.3
WN6201	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	4839.7
WN6202	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	172.1
WN6203	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	479.2
WN6204	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	498.4
WN6205	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	510.3
WN6206	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	637.9
WN6207	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	136.1
WN6208	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	382.7
WN6209	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6210	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6211	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6212	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6213	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6214	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	387.2
WN6215	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	382.7
WN6216	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	136.1
WN6217	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	637.9
WN6218	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	510.3
WN6219	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	498.4
WN6220	0.51	0.4	47.8	51.7	cracked	black	479.2
WN6221	0.55	0.3	43.4	56.4	cracked	black	172.1
WN6301	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	3853.4
WN6302	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	137.0
WN6303	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	263.8
WN6304	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	280.9
WN6305	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	403.1
WN6306	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	503.9
WN6307	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	107.5
WN6308	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	302.3
WN6309	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3
WN6310	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3

<i>Window</i>	<i>Window Drift</i>	<i>P(Nodamage)</i>	<i>P(Moderate)</i>	<i>P(Collapse)</i>	<i>Damage</i>	<i>Color</i>	<i>Expected</i>
<i>ID</i>	<i>Ratio [%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>	<i>[%]</i>			<i>Cost [€]</i>
WN6311	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3
WN6312	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3
WN6313	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3
WN6314	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	308.3
WN6315	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	302.3
WN6316	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	107.5
WN6317	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	503.9
WN6318	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	403.1
WN6319	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	280.9
WN6320	0.30	12.5	80.4	7.1	bendframe	yellow	263.8
WN6321	0.32	11.7	77.5	10.8	bendframe	yellow	137.0

### 5.3. Τρισδιάστατη Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίων

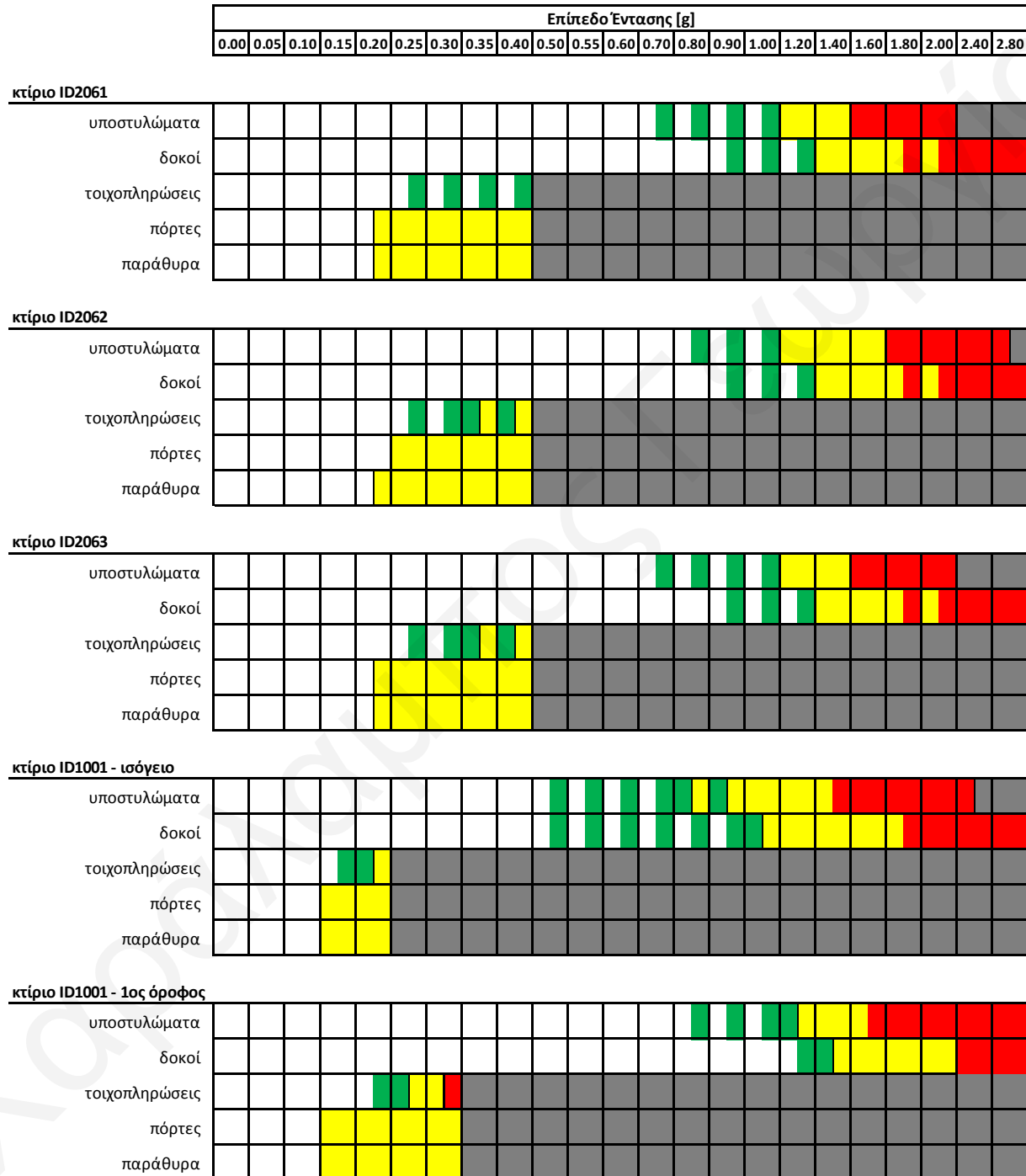
Η τρισδιάστατη (3Δ) απεικόνιση των ζημιών προσφέρει τη δυνατότητα για κατανόηση της πραγματικής λειτουργικότητας ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμικό γεγονός ακόμη και από πελάτες μη μηχανικούς (ιδιοκτήτες, μέτοχοι, ένοικοι κ.λπ.). Η τρισδιάστατη απεικόνιση των ζημιών πραγματοποιείται βάσει των χρωμάτων ζημιάς του κάθε δομικού στοιχείου, στα τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων τα οποία έχουν σχεδιαστεί στο ArchiCAD και έχουν παρουσιαστεί στο υποκεφάλαιο 3.4.4.

Όπως έχει προαναφερθεί στο υποκεφάλαιο 4.1, κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε μια κατάσταση ζημιάς. Άσπρο χρώμα ανατίθεται στα μέλη τα οποία δεν έχουν πάθει ζημιές, πράσινο στα μέλη με ελαφριές ζημιές, κίτρινο στα μέλη με μέτριες ζημιές, κόκκινο στα μέλη με σοβαρές ζημιές και μαύρο στα μέλη τα οποία παρουσιάζουν πλήρη απώλεια. Στις τοιχοπληρώσεις οι οποίες έχουν καταρρεύσει ανατίθεται γκριζο χρώμα, για να ξεχωρίζουν από τις πόρτες και τα παράθυρα.

Στο Σχήμα 5.4, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι ζημιές των δομικών στοιχείων όλων των κτιρίων, ανά κατηγορία στοιχείων και όροφο, με κατάλληλους χρωματισμούς, σε όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ . Παρατηρείται ότι στα μονώροφα κτίρια (ID2061, ID2062 και ID2063), τα υποστυλώματα παθαίνουν μεγαλύτερου μεγέθους ζημιές από τις δοκούς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για τα μονώροφα δεν απαιτείται, βάσει του κανονισμού, να γίνει ικανοτικός σχεδιασμός των κόμβων, κάτι το οποίο θα εξασφάλιζε επαρκή πλαστιμότητα και θα απέτρεπε την εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα πριν από τις δοκούς.

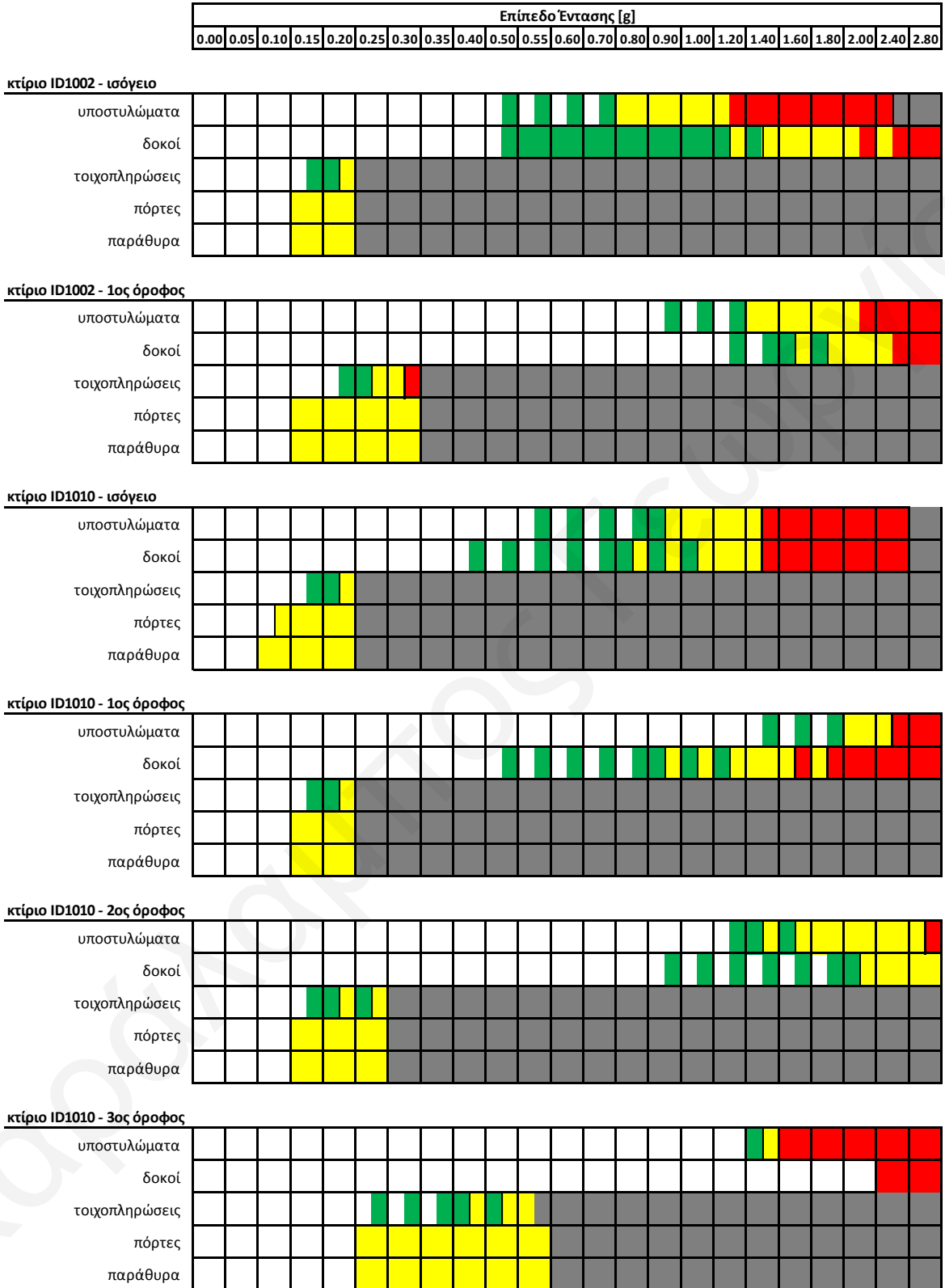
Αντιθέτως, στο τετραώροφο κτίριο (ID1010), ο ικανοτικός σχεδιασμός των κόμβων στους τρεις πρώτους ορόφους, έχει ως αποτέλεσμα οι πλαστικές στροφές να προκαλούν μεγαλύτερες ζημιές

στις δοκούς, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν επηρεάζουν σε ψηλότερα επίπεδα έντασης τα υποστυλώματα, τα οποία δεν προστατεύονται πλήρως από τον ικανοτικό σχεδιασμό. Εξαιρέση αποτελεί ο τελευταίος όροφος, όπου, βάσει του κανονισμού, δεν απαιτείται ικανοτικός σχεδιασμός των κόμβων και τα υποστυλώματα παθαίνουν μεγαλύτερες ζημιές από τις δοκούς.



**Σχήμα 5.4.** Απεικόνιση ζημιών δομικών στοιχείων κτιρίων σε όλα τα επίπεδα έντασης  $S_d(T_1)$  με κατάλληλους χρωματισμούς.





Σχήμα 5.4. Απεικόνιση ζημιών δομικών στοιχείων κτιρίων σε όλα τα επίπεδα έντασης  $S_d(T_1)$  με κατάλληλους χρωματισμούς (συνέχεια).

### **5.3.1. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2061**

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.6g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.7g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, από 1.2g έως και 1.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, από 1.6g έως και 2.0g σοβαρές ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 2.4g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.8g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.9g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, από 1.4g έως και 1.6g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 1.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.25g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.15g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.2g έως και 0.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

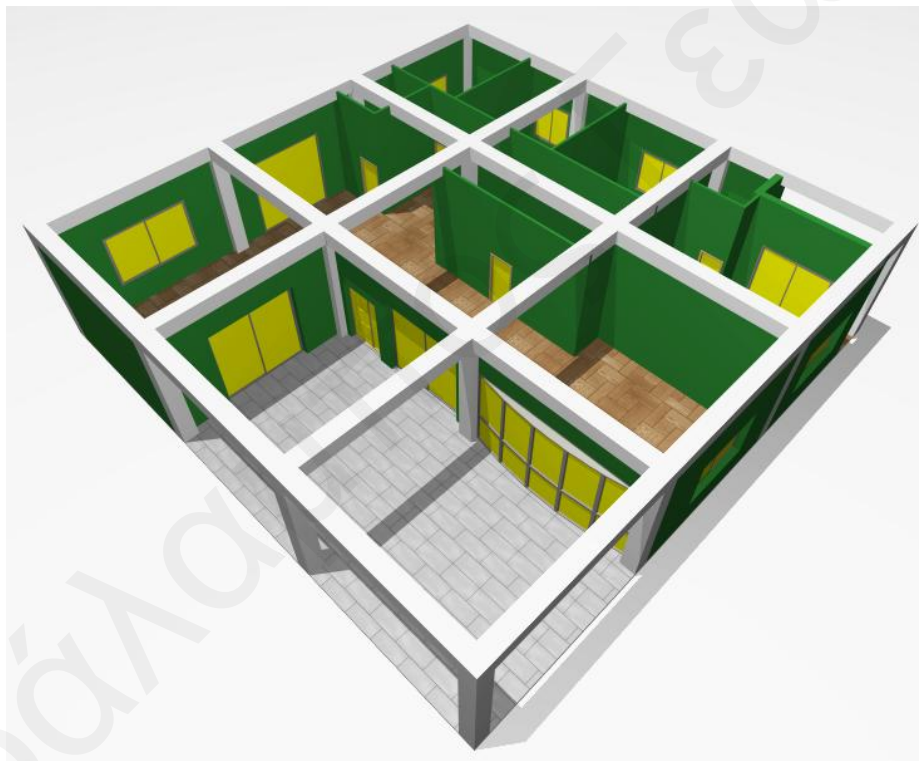
Για σκοπούς κατανόησης των δυνατοτήτων που προσφέρονται μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης ζημιών των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου και της ανάγκης αξιοποίησης αυτής της τεχνολογίας στη Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας, παρουσιάζονται στα Σχήματα 5.5 έως 5.10, οι ζημιές των στοιχείων του κτιρίου ID2061 για επίπεδα ζημιάς 0.3g, 0.6g, 0.9g, 1.2g, 1.8g και 2.4g, αντίστοιχα. Μέσω αυτής της διαδικασίας, είναι εφικτό να συγκριθούν οι ζημιές που παθαίνει το κτίριο σε διάφορα επίπεδα ζημιάς.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.5, για επίπεδο έντασης 0.3g, δηλαδή στο 50% της έντασης που αντιστοιχεί στο επίπεδο της περιοχής Λευκωσίας, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές (άσπρο χρώμα), οι τοιχοπληρώσεις παθαίνουν ελαφριές ζημιές (πράσινο χρώμα) ενώ οι πόρτες και τα παράθυρα μέτριες ζημιές (κίτρινο χρώμα). Σε επίπεδο έντασης 0.6g (Σχήμα 5.6), τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές (άσπρο χρώμα), ενώ οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα).

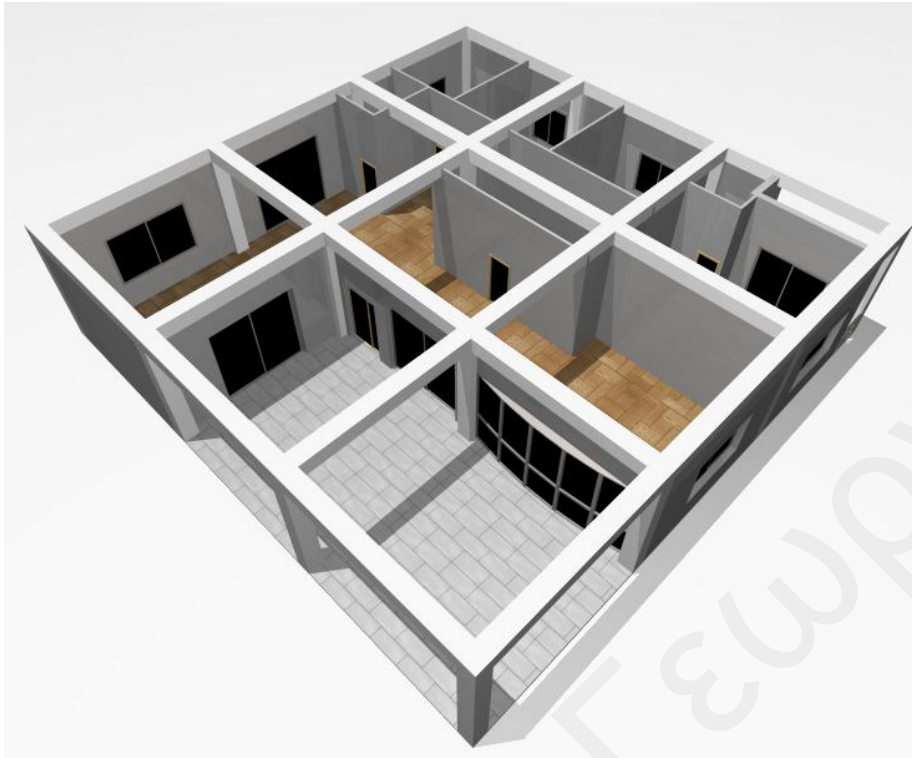
Σε επίπεδο έντασης 0.9g (Σχήμα 5.7), τα υποστυλώματα παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές (πράσινο χρώμα), κάποιες δοκοί δεν παθαίνουν ζημιές ενώ κάποιες άλλες παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα). Σε

επίπεδο έντασης 1.2g (Σχήμα 5.8), τα υποστυλώματα παρουσιάζουν μέτριες ζημιές (κίτρινο χρώμα), κάποιες δοκοί δεν παθαίνουν ζημιές ενώ κάποιες άλλες παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα).

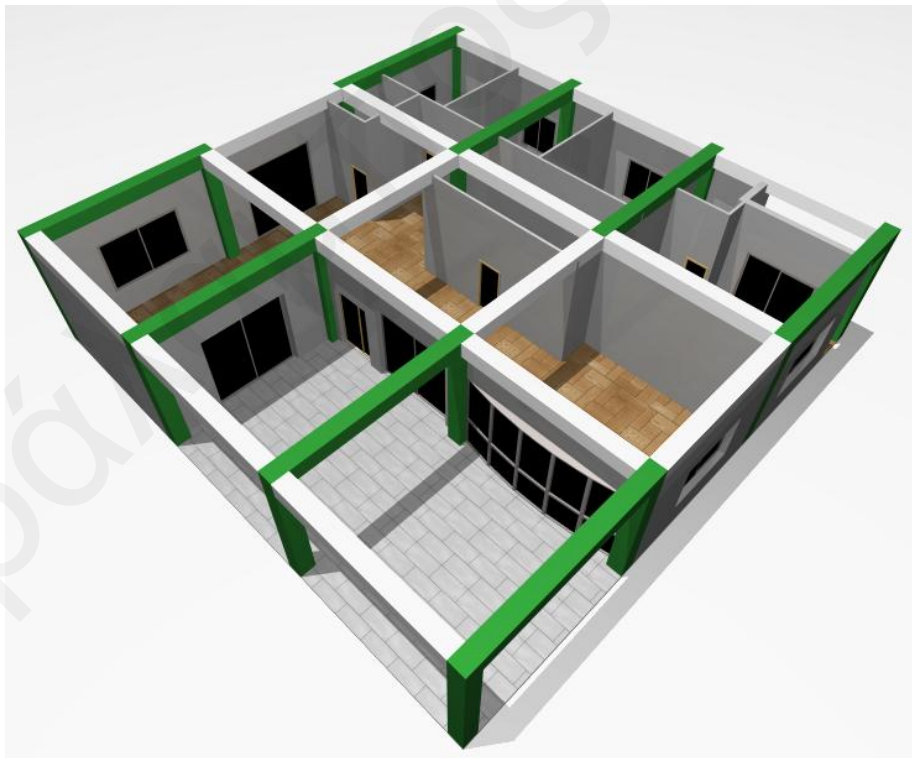
Σε επίπεδο έντασης 1.8g (Σχήμα 5.9), τα υποστυλώματα παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές (κόκκινο χρώμα), κάποιες δοκοί δεν παθαίνουν ζημιές, κάποιες άλλες παρουσιάζουν μέτριες ζημιές και άλλες σοβαρές ζημιές. Οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα). Σε επίπεδο έντασης 2.4g (Σχήμα 5.10), τα υποστυλώματα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα), κάποιες δοκοί δεν παθαίνουν ζημιές ενώ κάποιες άλλες παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια (μαύρο χρώμα).



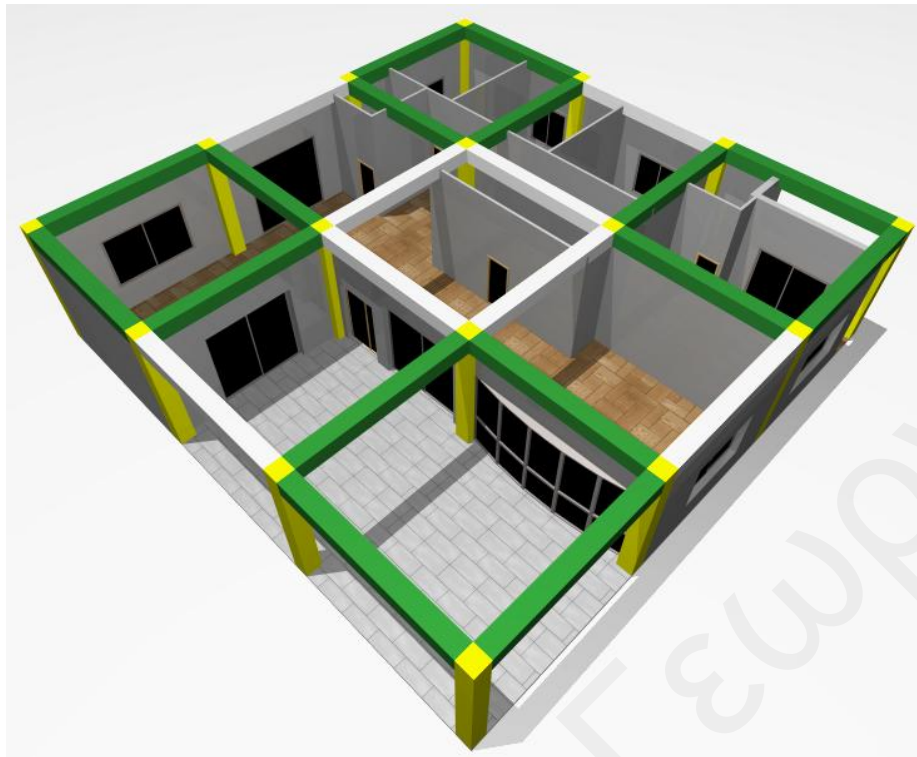
**Σχήμα 5.5.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.3g$ .



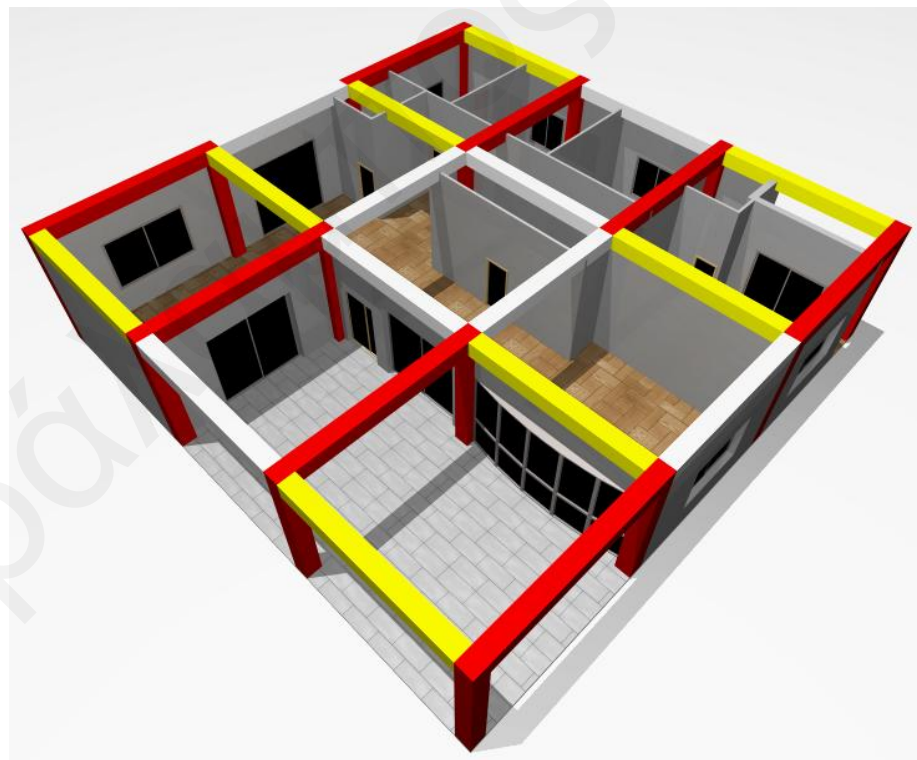
*Σχήμα 5.6. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .*



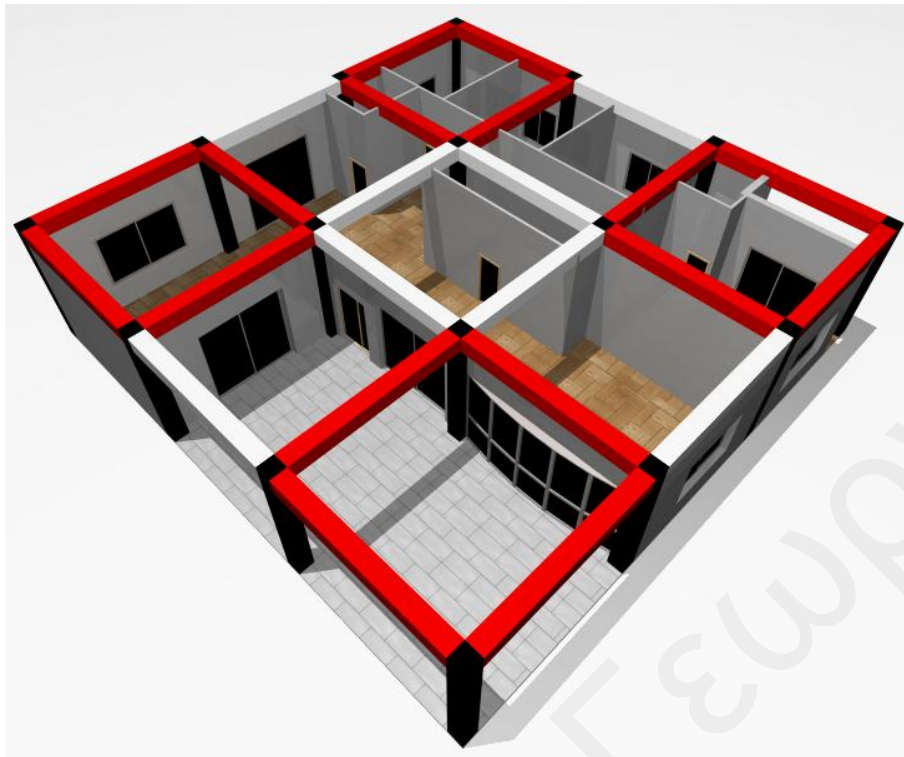
*Σχήμα 5.7. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.9g$ .*



Σχήμα 5.8. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=1.2g$ .



Σχήμα 5.9. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=1.8g$ .



*Σχήμα 5.10. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=2.4g$ .*

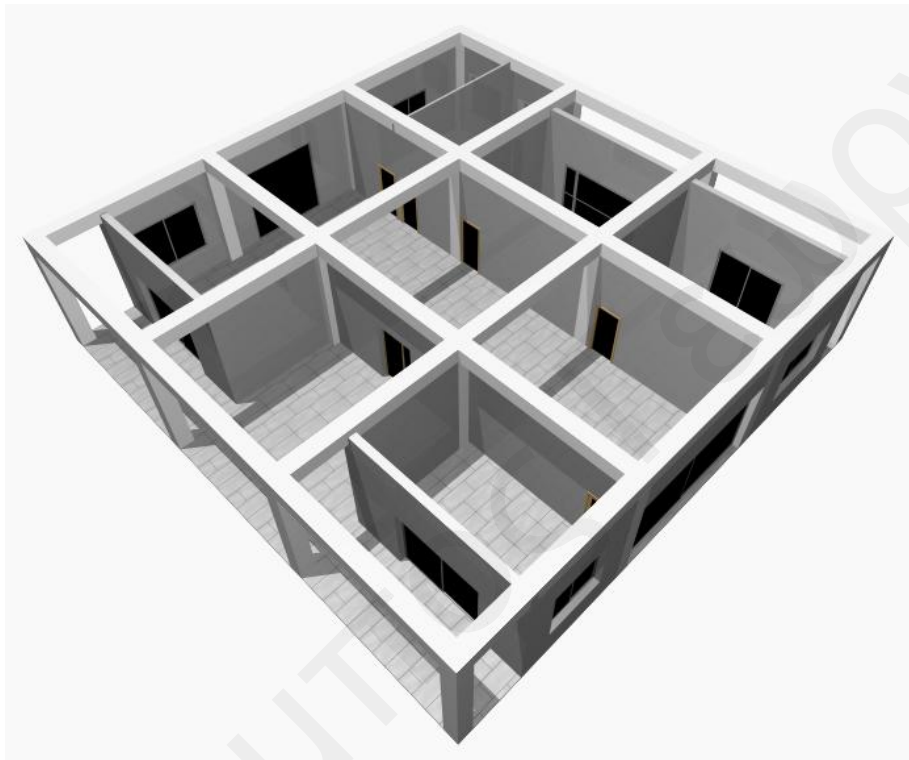
### **5.3.2. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2062**

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.7g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, από 1.2g έως και 1.6g παθαίνουν μέτριες ζημιές, από 1.8g έως και 2.4g σοβαρές ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 2.8g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.8g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.9g έως και 1.2g παθαίνουν ελαφριές ζημιές, από 1.4g έως και 1.6g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 1.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.25g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.35g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.25g έως και 0.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Τα παράθυρα για

επίπεδο έντασης έως και 0.15g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.2g έως και 0.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Στο Σχήμα 5.11, απεικονίζονται οι ζημιές των δομικών στοιχείων του κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.6g$ . Τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια.



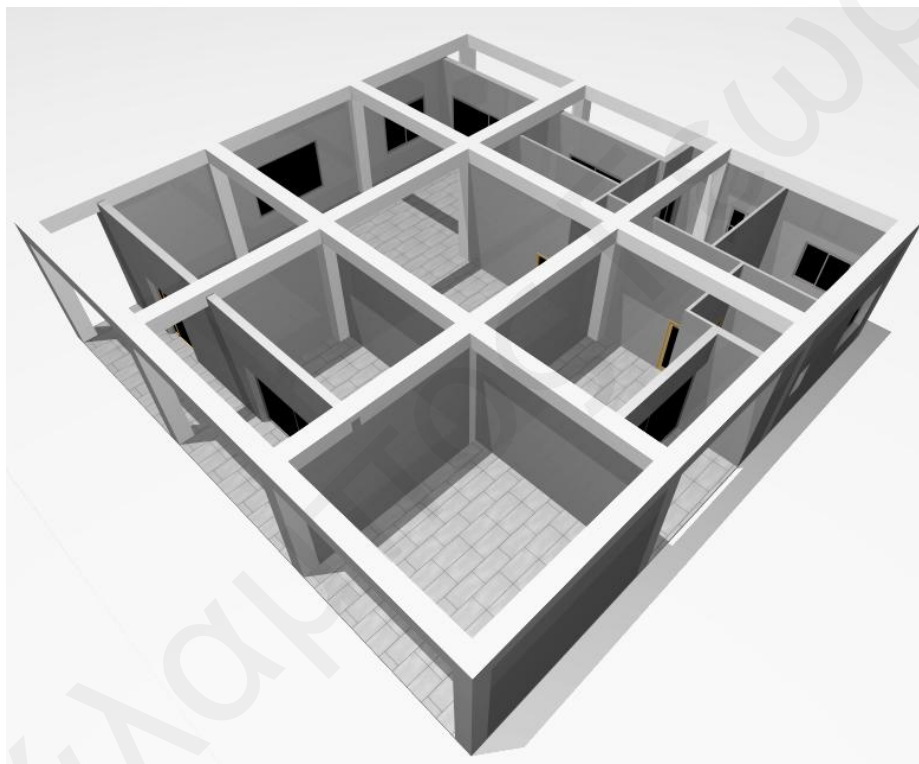
*Σχήμα 5.11. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .*

### **5.3.3. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID2063**

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.6g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.7g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, από 1.2g έως και 1.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, από 1.6g έως και 2.0g σοβαρές ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 2.4g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.8g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης από 0.9g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Από 1.4g έως και 1.6g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 1.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.25g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.35g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.15g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.2g έως και 0.4g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.5g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Στο Σχήμα 5.12, απεικονίζονται οι ζημιές των δομικών στοιχείων του κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.6g$ . Τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια.



**Σχήμα 5.12.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

#### **5.3.4. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1001**

##### *Ισόγειο*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.4g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.5g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 0.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, στο 1.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές ενώ στο



επίπεδο 2.4g ξεκινούν να καταρρέουν. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.4g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.5g έως και 0.9g παθαίνουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 1.0g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, ενώ στο 1.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

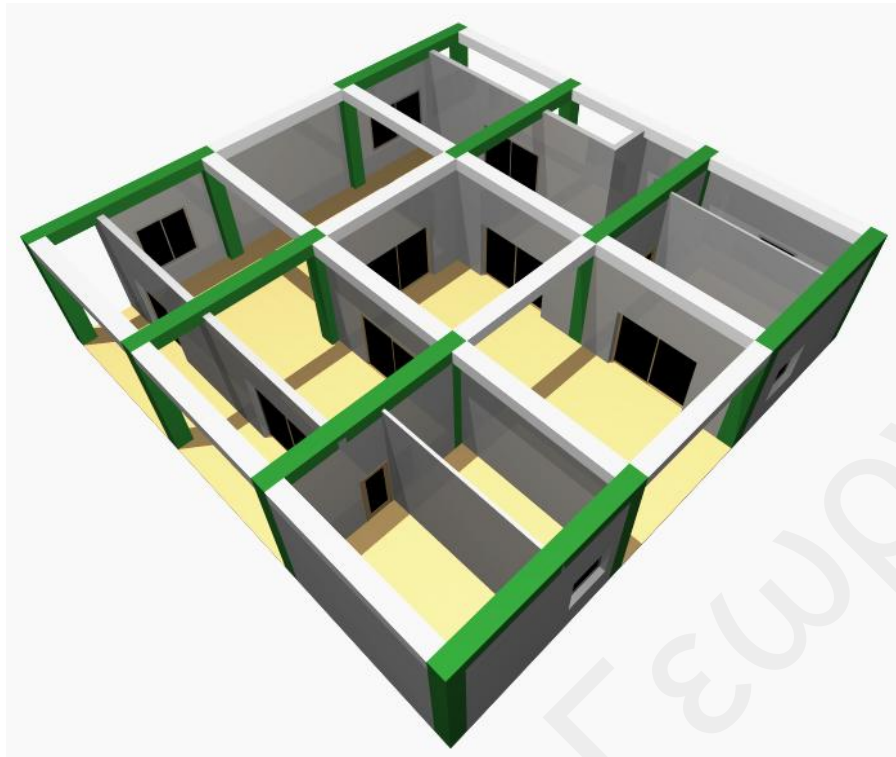
Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.15g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.2g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.2g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

### *Πρώτος Όροφος*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.7g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 1.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές και στο 1.6g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 1.0g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 1.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 1.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, ενώ στο 2.4g σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.15g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.25g μέτριες ζημιές, σε επίπεδο 0.3g σοβαρές ζημιές ενώ για επίπεδο πέραν του 0.35g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.3g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.35g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Στα Σχήματα 5.13 και 5.14, απεικονίζονται οι ζημιές των δομικών στοιχείων του ισόγειου και του πρώτου ορόφου, αντίστοιχα, του κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ . Παρατηρείται ότι στο ισόγειο τα υποστυλώματα παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, κάποιες δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές και κάποιες άλλες παθαίνουν ελαφριές ζημιές, ενώ οι τοιχοπληρώσεις, οι



*Σχήμα 5.13. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .*



*Σχήμα 5.14. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .*

πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια. Στον πρώτο όροφο, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια.

### **5.3.5. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1002**

#### *Ισόγειο*

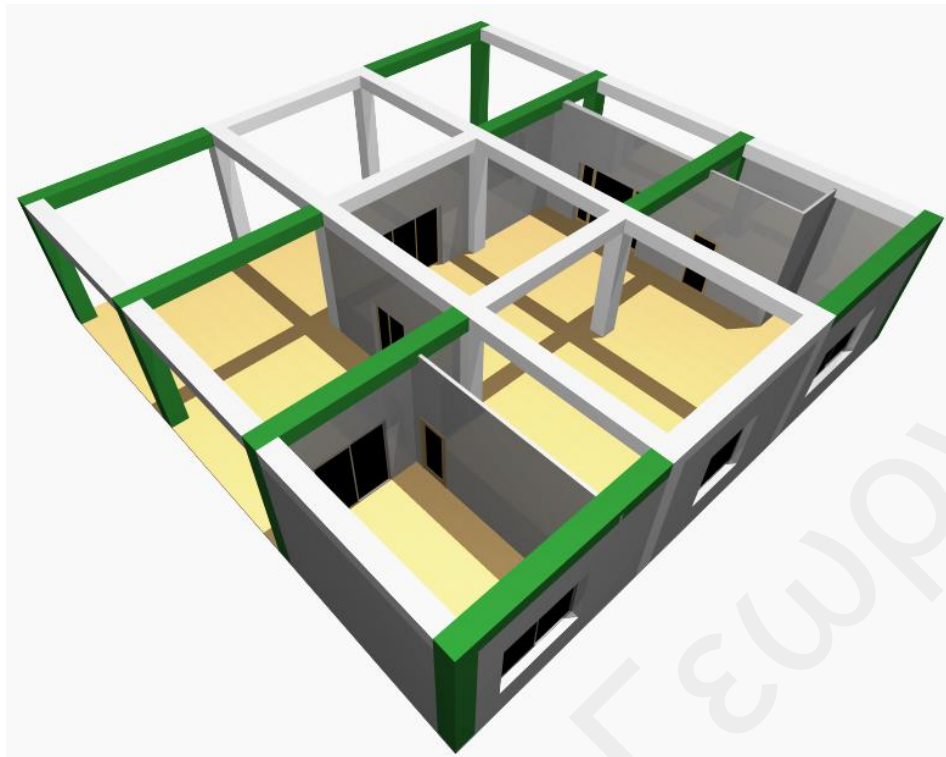
Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.4g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.5g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 0.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, στο 1.2g σοβαρές ζημιές ενώ στο επίπεδο 2.4g ξεκινούν να καταρρέουν. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.4g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.5g έως και 1.0g παθαίνουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 1.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, ενώ στο 2.0g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.15g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.2g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.2g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

#### *Πρώτος Όροφος*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.8g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.9g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Για επίπεδο 1.4g έως 1.8g παρουσιάζουν μέτριες ζημιές και στο 2.0g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 1.0g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 1.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 1.6g μέτριες ζημιές, ενώ στο 2.4g σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.15g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.25g μέτριες ζημιές, σε



*Σχήμα 5.15. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .*



*Σχήμα 5.16. Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .*

επίπεδο 0.3g σοβαρές ζημιές ενώ για επίπεδο πέραν του 0.35g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.3g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.35g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Στα Σχήματα 5.15 και 5.16, απεικονίζονται οι ζημιές των δομικών στοιχείων του ισόγειου και του πρώτου ορόφου, αντίστοιχα, του κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ . Παρατηρείται ότι στο ισόγειο κάποια υποστυλώματα και κάποιες δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές και κάποια άλλα παθαίνουν ελαφριές ζημιές, ενώ οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια. Στον πρώτο όροφο, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια.

### **5.3.6. Απεικόνιση Ζημιών Κτιρίου ID1010**

#### *Ισόγειο*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 0.5g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.55g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.9g μέτριες ζημιές, σε επίπεδο 1.4g σοβαρές ζημιές ενώ στο επίπεδο 2.8g παρουσιάζουν πλήρη απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.35g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 0.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, στο 1.4g σοβαρές ζημιές, ενώ στο επίπεδο 2.8g παρουσιάζουν πλήρη απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.15g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.2g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.05g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.1g έως και 0.2g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

#### *Πρώτος Όροφος*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 1.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 1.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 2.0g παρουσιάζουν

μέτριες ζημιές και στο 2.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.4g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης 0.5g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 0.9g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, ενώ στο 1.6g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.15g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.2g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.2g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.25g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

#### *Δεύτερος Όροφος*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 1.0g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 1.2g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 1.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές και στο 2.8g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 0.8g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.9g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές. Στο επίπεδο 2.0g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα δεν παρατηρούνται σοβαρές ζημιές ούτε πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.15g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.2g μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.3g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.1g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.15g έως και 0.25g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.3g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

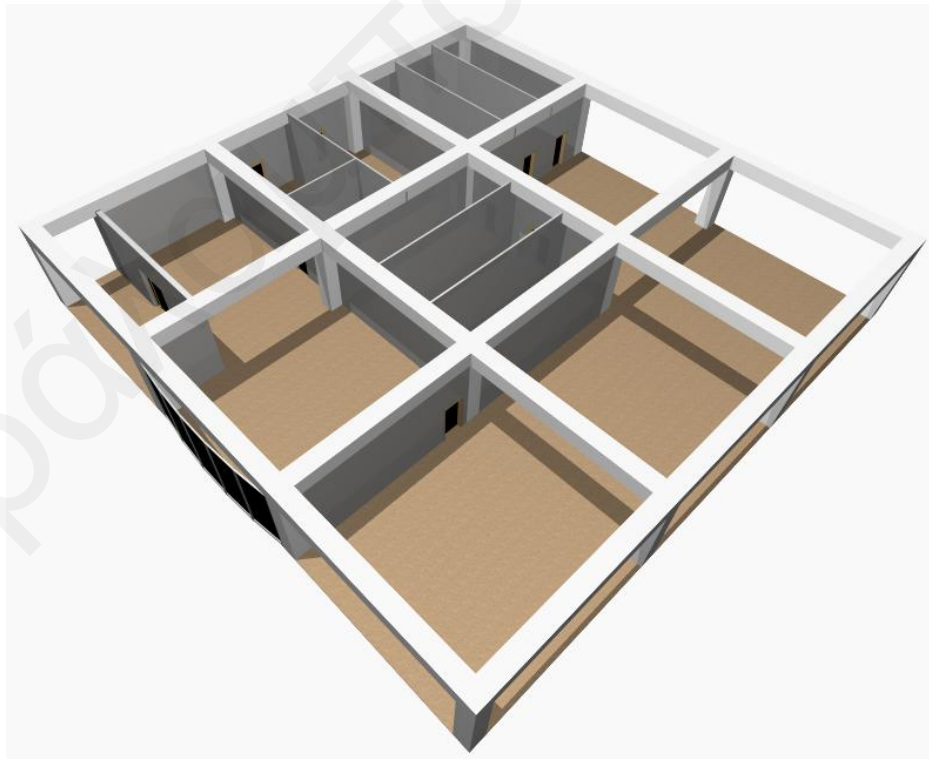
#### *Τρίτος Όροφος*

Τα υποστυλώματα για επίπεδο έντασης έως και 1.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο 1.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές και στο 1.6g ξεκινούν να παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης δεν παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι δοκοί για επίπεδο έντασης έως και 2.0g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Στο επίπεδο 2.4g ξεκινούν να

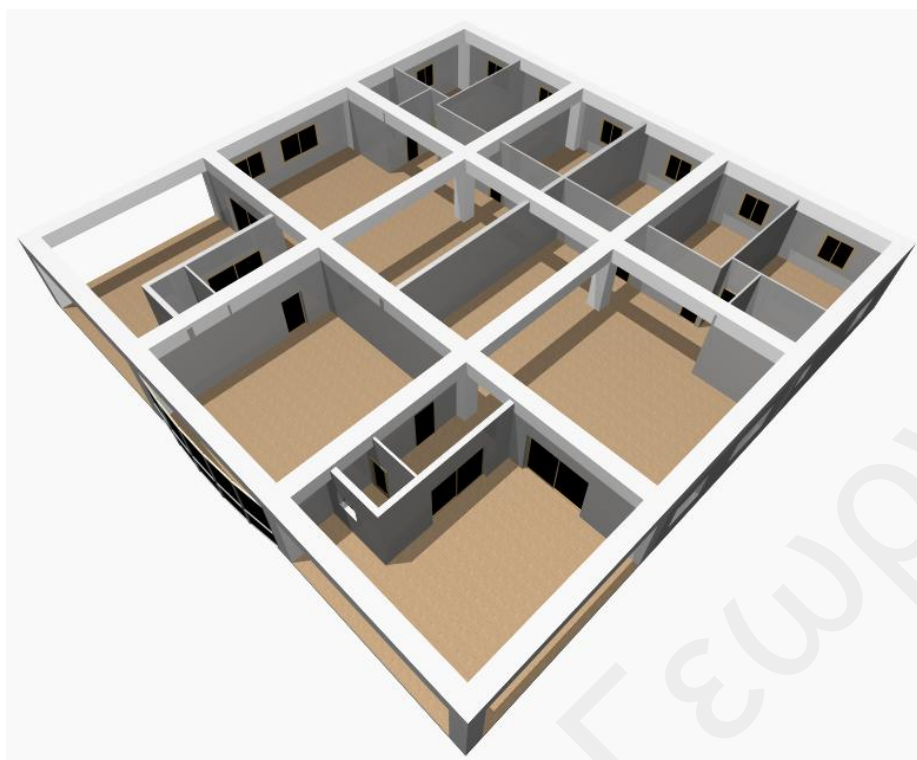
παρουσιάζουν σοβαρές ζημιές. Για τα υπό μελέτη επίπεδα δεν παρατηρούνται σοβαρές ζημιές ούτε πλήρης απώλεια.

Οι τοιχοπληρώσεις για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Σε επίπεδο έντασης 0.25g ξεκινούν να παρουσιάζουν ελαφριές ζημιές, σε επίπεδο 0.4g ξεκινούν να παρουσιάζουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.55g παρατηρείται πλήρης απώλεια. Οι πόρτες και τα παράθυρα για επίπεδο έντασης έως και 0.2g δεν παρουσιάζουν ζημιές. Για επίπεδο έντασης από 0.25g έως και 0.5g παθαίνουν μέτριες ζημιές, ενώ για επίπεδο πέραν του 0.55g παρατηρείται πλήρης απώλεια.

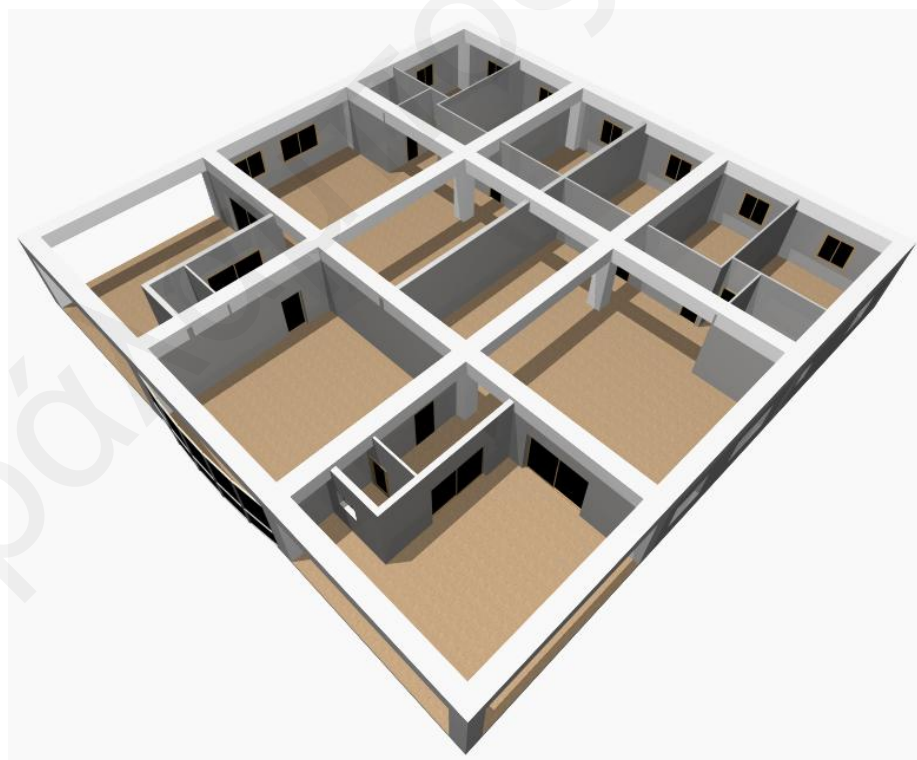
Στα Σχήματα 5.17, 5.18, 5.19 και 5.20, απεικονίζονται οι ζημιές των δομικών στοιχείων του ισογείου, του πρώτου, δεύτερου και τρίτου ορόφου, αντίστοιχα, του κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.35g$ . Παρατηρείται ότι στους πρώτους τρεις ορόφους, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές, ενώ οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια. Στον τρίτο όροφο, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές, οι τοιχοπληρώσεις παθαίνουν ελαφριές ζημιές, ενώ οι πόρτες και τα παράθυρα παρουσιάζουν μέτριες ζημιές.



**Σχήμα 5.17.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών ισογείου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

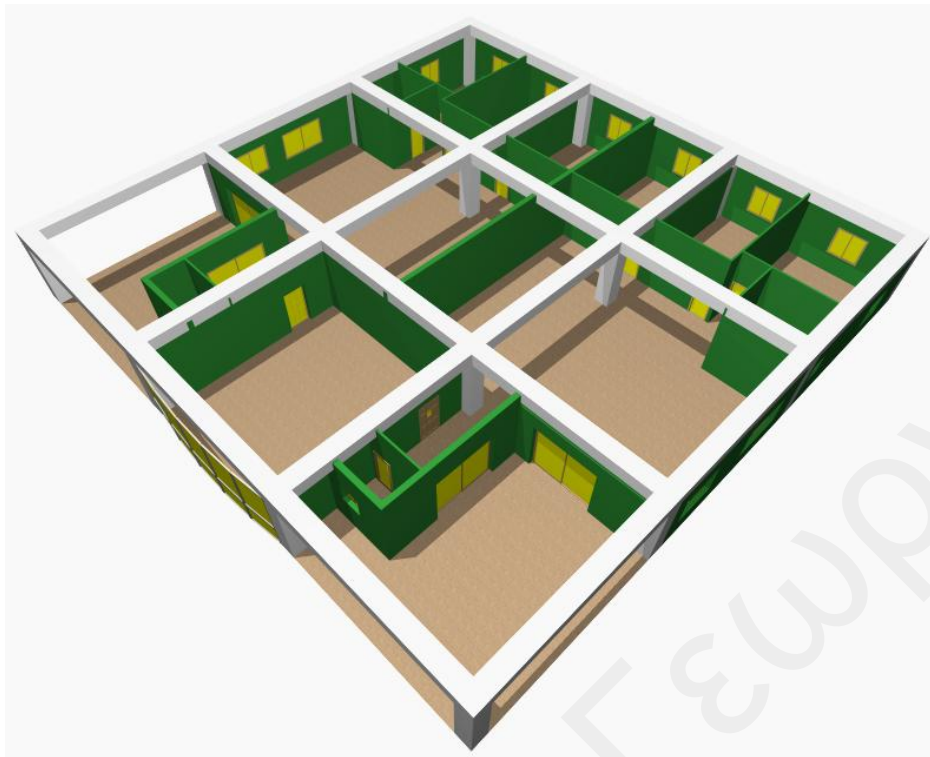


**Σχήμα 5.18.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



**Σχήμα 5.19.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 2<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .





**Σχήμα 5.20.** Τρισδιάστατη απεικόνιση ζημιών 3<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

#### 5.4. Κόστος Επισκευής Κτιρίων

Αφού υπολογιστούν τα επιμέρους αναμενόμενα κόστη επισκευής των δομικών στοιχείων στις πέντε κατηγορίες στοιχείων, υπολογίζεται βάσει της τεχνικής δειγματοληψίας LHS, η κατανομή και το αναμενόμενο συνολικό κόστος επισκευής κάθε κατηγορίας στοιχείων αλλά και του κάθε κτιρίου συνολικά, όπως έχει περιγραφεί στο υποκεφάλαιο 2.2.2. Το αναμενόμενο κόστος επισκευής του κτιρίου προκύπτει από τη μέση τιμή του διανύσματος το οποίο περιέχει  $R \times N$  πιθανές τιμές κόστους οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά τα αθροίσματα των επιμέρους κοστών των δομικών στοιχείων σε κάθε σενάριο βλάβης. Στην περίπτωση που κάποιο από τα  $R$  ζεύγη επι/των προκαλεί κατάρρευση, τότε οι  $N$  πιθανές τιμές κόστους επισκευής προκύπτουν από την κατανομή του κόστους αντικατάστασης του κτιρίου.

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, σημαντικό παράγοντα στον υπολογισμό του κόστους επισκευής ενός κτιρίου, διαδραματίζει η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου σε κάθε επίπεδο έντασης. Η πιθανότητα κατάρρευσης ορίζεται ως ο λόγος του πλήθους των ζευγών επιταχυνσιογραφημάτων που προκαλούν κατάρρευση σε κάθε επίπεδο έντασης προς το συνολικό αριθμό ζευγών

επιταχυνσιογραφημάτων, ο οποίος στην παρούσα εργασία είναι ίσος με τριάντα-εννέα. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαίος ο υπολογισμός δύο κατανομών συνολικού κόστους επισκευής κάθε κτιρίου, μία μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης και μία περιλαμβανομένου.

Η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων κάθε κτιρίου υπολογίζεται παραλείποντας τις περιπτώσεις κατάρρευσης του κτιρίου. Η κατανομή σε κάθε περίπτωση παρουσιάζεται με ραβδόγραμμα (bar chart) ως ο αριθμός των περιπτώσεων των μελών που έχουν το δεδομένο κόστος, στο σύνολο των  $N \times R$  δειγμάτων, δεδομένης της μη κατάρρευσης, όπου  $N$  το πλήθος των σεναρίων βλαβών (250 στην προκειμένη περίπτωση) και  $R$  το πλήθος των επιταχυνσιογραφημάτων που δεν προκαλούν κατάρρευση στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης.

Στον Πίνακα 5.34, παρουσιάζεται η αναμενόμενη διάμεση (50%) τιμή του κόστους κατεδάφισης (demolition) ενός κτιρίου ανά όροφο σε ευρώ, όπως επίσης και η τυπική απόκλιση του κόστους αυτού υπό τη μορφή ποσοστημορίων και συγκεκριμένα του κάτω και του άνω ορίου κόστους τα οποία αντιστοιχούν στο 16% και 84% της κατανομής αντίστοιχα. Δηλαδή παρουσιάζονται οι τιμές κόστους οι οποίες με πιθανότητα 50%, 16% και 84% στο πλήθος των  $N$  πιθανών τιμών κόστους κατεδάφισης του κτιρίου ανά όροφο, δεν ξεπερνούν τις τιμές αυτές. Επίσης, με την ίδια μορφή, παρουσιάζονται οι τιμές ανέγερσης ενός κτιρίου ανά τετραγωνικό μέτρο με τις σύγχρονες απαιτήσεις του κώδικα, σε ευρώ. Οι τιμές αυτές διακρίνονται σε κόστος ανέγερσης για κλειστό (closed area), καλυμμένο (covered area) και ακάλυπτο (uncovered area) χώρο.

**Πίνακας 5.34.** Ποσοστημόρια κόστους κατεδάφισης / ανέγερσης κτιρίου από Ο/Σ, ανά όροφο και εμβαδόν χώρου.

	<b>Κάτω όριο κόστους 16%</b>	<b>Διάμεση τιμή κόστους 50%</b>	<b>Άνω όριο Κόστους 84%</b>
<b>κόστος κατεδάφισης ανά όροφο</b>	€1125	€1250	€1375
<b>κόστος ανέγερσης κλειστού χώρου ανά <math>m^2</math></b>	€825	€925	€1200
<b>κόστος ανέγερσης καλυμμένου χώρου ανά <math>m^2</math></b>	€600	€700	€800
<b>κόστος ανέγερσης ακάλυπτου χώρου ανά <math>m^2</math></b>	€425	€500	€575

Οι τιμές αυτές αξιοποιούνται από το πρόγραμμα “replace\_cost” που έχει δημιουργηθεί στο Matlab και σε συνδυασμό με τα επιμέρους εμβαδά των χώρων κάθε κτιρίου όπως έχουν παρουσιαστεί στο Πίνακα 3.1, προκύπτουν οι τιμές οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.35. Για τον υπολογισμό της κατανομής επισκευής του κτιρίου δεδομένης της κατάρρευσης, στην

περίπτωση που κάποιο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων σε κάποιο επίπεδο έντασης προκαλεί κατάρρευση, οι Ν πιθανές τιμές επισκευής αντικαθίστανται από την κατανομή του κόστους αντικατάστασης του κτιρίου, όπως προκύπτει από αξιοποίηση των ποσοστημορίων του Πίνακα 5.35.

**Πίνακας 5.35. Ποσοστημόρια κόστους αντικατάστασης κτιρίων.**

	<b>Κάτω όριο κόστους 16%</b>	<b>Διάμεση τιμή κόστους 50%</b>	<b>Άνω όριο Κόστους 84%</b>
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID2061</b>	€273315	€308770	€391055
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID2062</b>	€272910	€308365	€390335
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID2063</b>	€280220	€315680	€403340
<b>κόστος αντικατάστασης ισογείου κτιρίου ID1001</b>	€256950	€292595	€361455
<b>κόστος αντικατάστασης 1ου ορόφου κτιρίου ID1001</b>	€277065	€312710	€397215
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID1001 (σύνολο)</b>	€534015	€605305	€758670
<b>κόστος αντικατάστασης ισογείου κτιρίου ID1002</b>	€268600	€304250	€382180
<b>κόστος αντικατάστασης 1ου ορόφου κτιρίου ID1002</b>	€275830	€311470	€395010
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID1002 (σύνολο)</b>	€544430	€615720	€777190
<b>κόστος αντικατάστασης ισογείου κτιρίου ID1010</b>	€574510	€654230	€808460
<b>κόστος αντικατάστασης 1ου ορόφου κτιρίου ID1010</b>	€627810	€707540	€903210
<b>κόστος αντικατάστασης 2ου ορόφου κτιρίου ID1010</b>	€627810	€707540	€903210
<b>κόστος αντικατάστασης 3ου ορόφου κτιρίου ID1010</b>	€627810	€707540	€903210
<b>κόστος αντικατάστασης κτιρίου ID1010 (σύνολο)</b>	€2457940	€2776850	€3518090

#### **5.4.1. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2061**

Στο Σχήμα 5.21 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID2061 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.6g, παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID2061. Ως εκ τούτου η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου είναι μηδενική. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.36 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά, για επίπεδο έντασης 0.6g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων, δοκών, τοιχοπληρώσεων, πορτών και παραθύρων του κτιρίου ID2061, ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €2755 με συντελεστή διασποράς 122% (Σχήμα 5.22). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1618 με συντελεστή διασποράς 160% (Σχήμα 5.23). Παρατηρείται ότι τα κόστη αυτά δεν είναι μηδενικά, παρά το γεγονός ότι τα στοιχεία δεν παθαίνουν ζημιές. Αυτό οφείλεται στο ότι, όπως έχει παρατηρηθεί από τα επιμέρους κόστη επισκευής των υποστυλωμάτων και των δοκών του κτιρίου ID2061 στους Πίνακες 5.4 και 5.10 αντίστοιχα, τα στοιχεία αυτά διαθέτουν μη μηδενική πλαστική στρόφη, η οποία αναλόγως των παραμέτρων καμπυλών τρωτότητας, προκαλεί τις αντίστοιχες ζημιές με συγκεκριμένες πιθανότητες και κατ'έκταση τα αντίστοιχα κόστη. Στην περίπτωση αυτή, η κατάσταση καθόλου ζημιών επικρατεί ως αυτή με τη μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης.

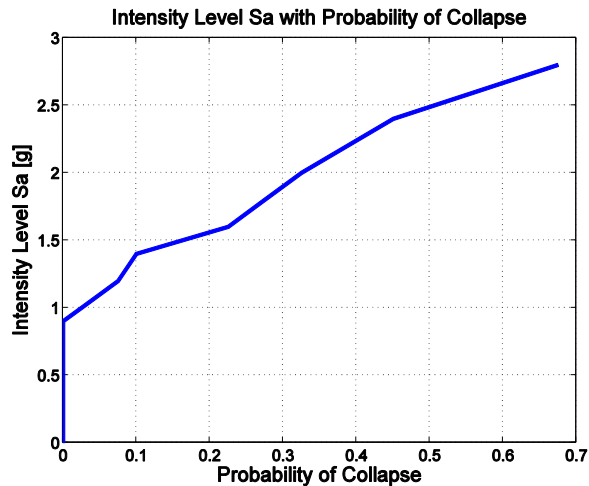
Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €27874 με συντελεστή διασποράς 9%. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.24, η κατανομή του κόστους επισκευής των τοιχοπληρώσεων μπορεί να προσεγγιστεί επαρκώς ικανοποιητικά με κανονική κατανομή. Το συνολικό κόστος επισκευής των πορτών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1147 με συντελεστή διασποράς 21%, ενώ το συνολικό κόστος επισκευής των παραθύρων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €8225 με συντελεστή διασποράς 9%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.25 και 5.26, η κατανομή του κόστους των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

Παρατηρείται ότι, στοιχεία τα οποία καταστρέφονται ολοκληρωτικά και κατ'έκταση έχουν υψηλό κόστος επισκευής, όπως οι τοιχοπληρώσεις, οι πόρτες και τα παράθυρα, έχουν πολύ μικρή διασπορά στο κόστος, σε αντίθεση με τα υποστυλώματα και τις δοκούς που λόγω απουσίας ζημιών, έχουν μικρό κόστος επισκευής και μεγαλύτερη διασπορά.

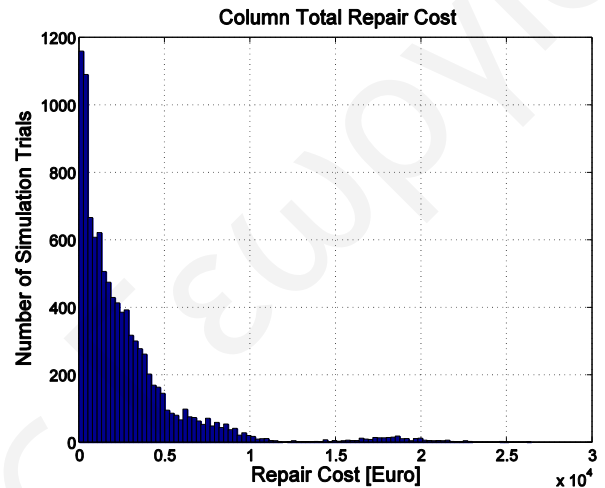
Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €41620 με συντελεστή διασποράς 16%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.27 και 5.28, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση.

**Πίνακας 5.36.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2061 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

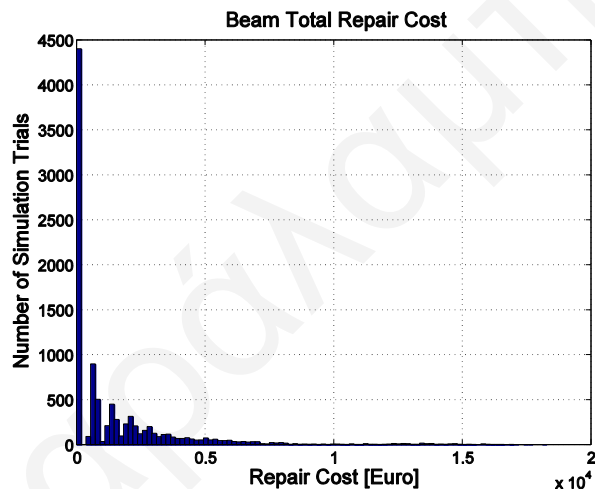
	<b>Υποστυλώματα</b>	<b>Δοκοί</b>	<b>Τοιχοπληρώσεις</b>	<b>Πόρτες</b>	<b>Παράθυρα</b>	<b>Ολικό</b>
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€2755.71	€1618.62	€27874.19	€1147.29	€8225.08	<b>€41620.90</b>
Συντ. Διασποράς	1.22	1.60	0.09	0.21	0.09	<b>0.16</b>



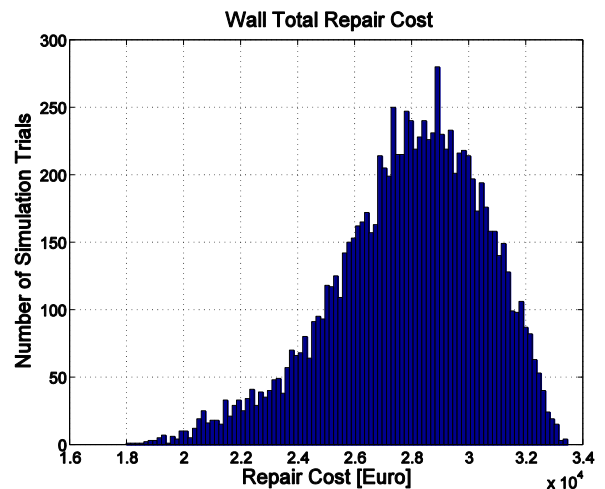
**Σχήμα 5.21.** Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης.



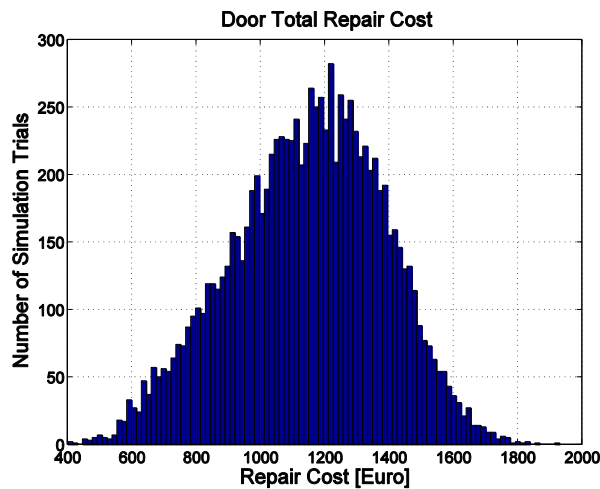
**Σχήμα 5.22.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



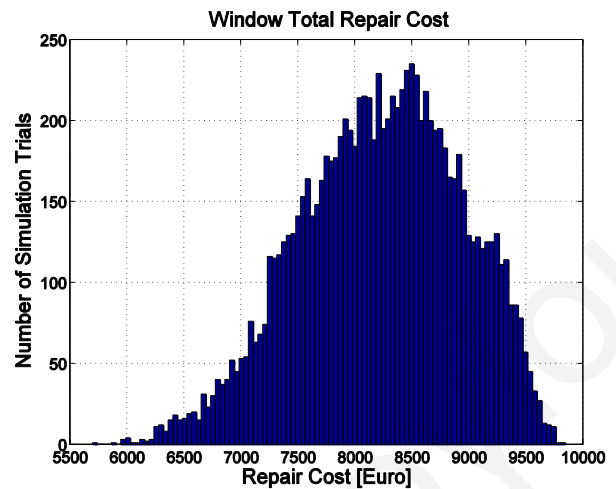
**Σχήμα 5.23.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



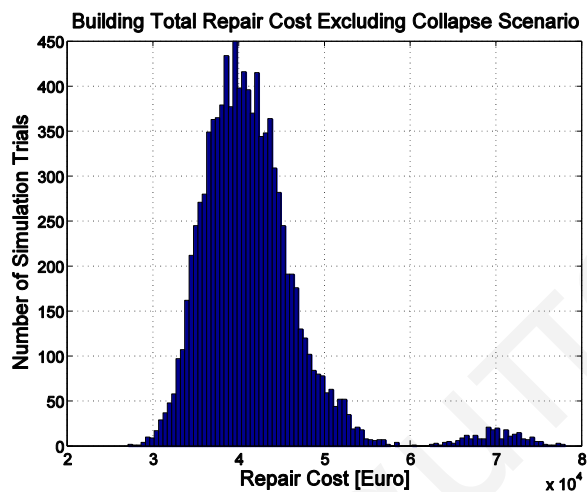
**Σχήμα 5.24.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



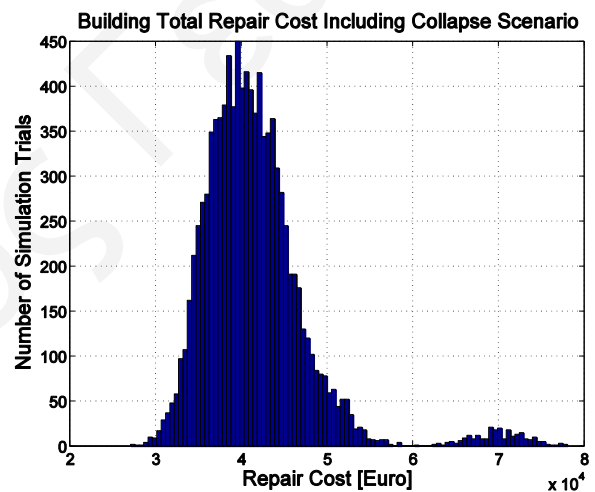
Σχήμα 5.25. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.26. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.27. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.



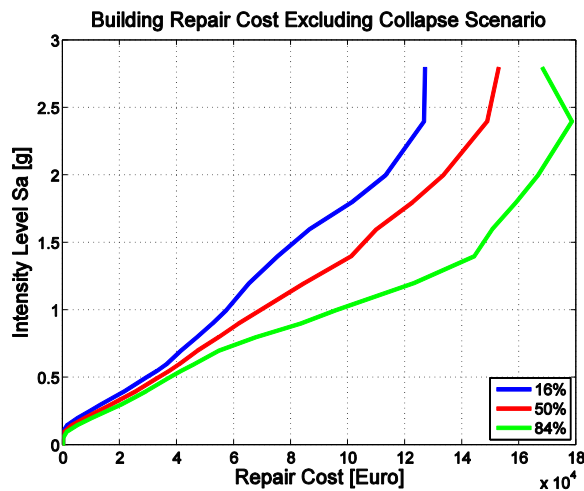
Σχήμα 5.28. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

Στον Πίνακα 5.37 παρουσιάζεται η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID2061 για όλα τα επίπεδα έντασης, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, και στα Σχήματα 5.29 και 5.30, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται η διάμεση (50%) τιμή του συνολικού κόστους επισκευής όπως επίσης και η τυπική απόκλιση του κόστους αυτού υπό τη μορφή του κάτω και του άνω ορίου κόστους τα οποία αντιστοιχούν στο 16% και 84% της κατανομής, αντίστοιχα. Δηλαδή, παρουσιάζονται οι τιμές κόστους κάτω από τις οποίες βρίσκεται το 16%, 50% και 84% από το πλήθος των  $R \times N$  δειγμάτων κόστους επισκευής του κτιρίου. Παρατηρείται ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν

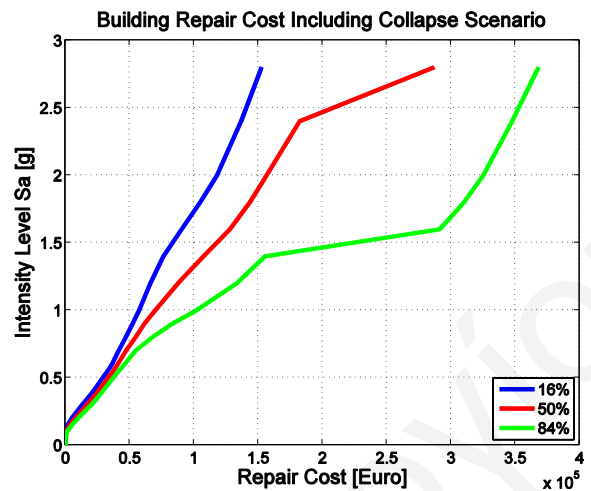
ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης (Πίνακας 5.35), παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς τα υποστρώματα παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο. Εντούτοις, το επίπεδο έντασης στο οποίο πρέπει κάποιος να σκεφτεί σοβαρά το ενδεχόμενο αντικατάστασης, είναι τετραπλάσιο από το επίπεδο έντασης της περιοχής Λευκωσίας και ουσιαστικά για τα τοπικά δεδομένα δεν προκαλεί ανησυχία.

**Πίνακας 5.37.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο
	κόστους	κόστους	κόστους	κόστους	κόστους	κόστους
	16% [€]	50% [€]	84% [€]	16% [€]	50% [€]	84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	446.24	1322.76	0.00	446.24	1322.76
0.15	1566.25	3209.34	5152.49	1566.25	3209.34	5152.49
0.20	4998.21	7499.76	9960.24	4998.21	7499.76	9960.24
0.25	9107.38	12035.76	15104.86	9107.38	12035.76	15104.86
0.30	13110.49	16585.12	20229.45	13110.49	16585.12	20229.45
0.35	17444.20	21128.44	24820.26	17444.20	21128.44	24820.26
0.40	21574.41	25531.78	29092.62	21574.41	25531.78	29092.62
0.50	29070.31	33317.95	37165.64	29070.31	33317.95	37165.64
0.55	32912.50	37180.18	41390.29	32912.50	37180.18	41390.29
0.60	36283.94	40690.97	45979.70	36283.94	40690.97	45979.70
0.70	41294.41	47065.02	54577.81	41294.41	47065.02	54577.81
0.80	46973.08	54586.27	67741.85	46973.08	54586.27	67741.85
0.90	52324.01	61486.51	83212.94	52324.01	61486.51	83212.94
1.00	57243.32	69146.01	95619.87	57382.46	69755.64	101899.85
1.20	65202.94	84585.21	122943.21	66157.53	87573.46	133432.43
1.40	75224.15	101024.55	144193.56	76308.36	107432.06	155412.99
1.60	86472.41	109905.41	150508.18	90345.19	127941.61	291162.17
1.80	101218.87	122550.45	158914.24	104761.07	143455.80	310047.82
2.00	113092.89	133356.34	166599.75	117911.15	156440.53	325074.35
2.40	126528.97	148797.43	178481.10	136706.54	182238.53	347517.57
2.80	126913.29	152837.48	168065.51	152488.67	286794.49	367961.90



Σχήμα 5.29. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



Σχήμα 5.30. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

#### 5.4.2. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2062

Στο Σχήμα 5.31 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID2062 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.6g, παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID2062. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.38 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για επίπεδο έντασης 0.6g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου, ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά. Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1220 με συντελεστή διασποράς 120% (Σχήμα 5.32). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1083 με συντελεστή διασποράς 152% (Σχήμα 5.33).

Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €24751 με συντελεστή διασποράς 10%. Το συνολικό κόστος επισκευής των πορτών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €858 με συντελεστή διασποράς 25%, ενώ το συνολικό κόστος επισκευής των παραθύρων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €8232 με συντελεστή διασποράς 9%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.34, 5.35 και 5.36, η κατανομή του κόστους επισκευής των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

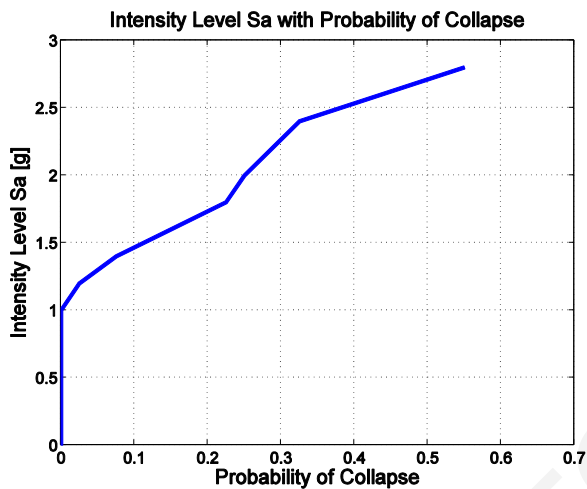
Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €36146 με συντελεστή διασποράς 10%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα



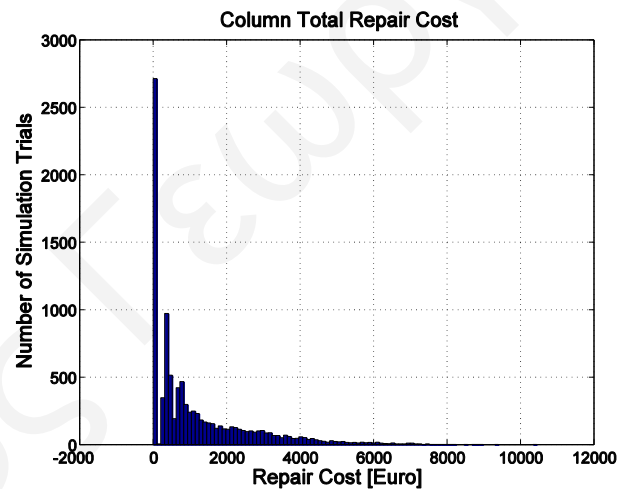
Σχήματα 5.37 και 5.38, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση.

**Πίνακας 5.38.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2062 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

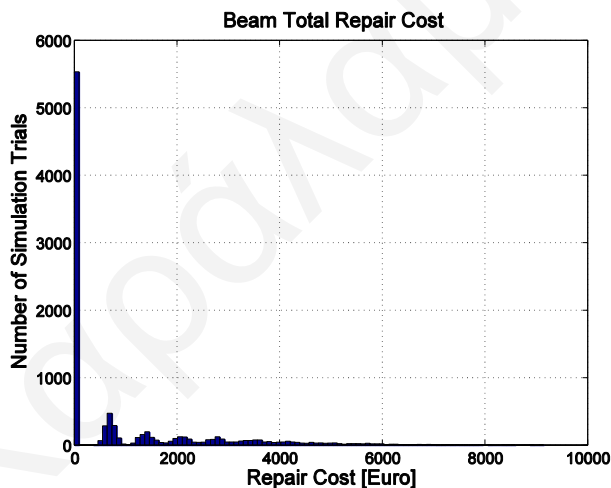
	Υποστυλώματα	Δοκοί	Τοιχοπληρώσεις	Πόρτες	Παράθυρα	Ολικό
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€1220.08	€1083.32	€24751.72	€858.46	€8232.63	<b>€36146.20</b>
Συντ. Διασποράς	1.20	1.52	0.10	0.25	0.09	<b>0.10</b>



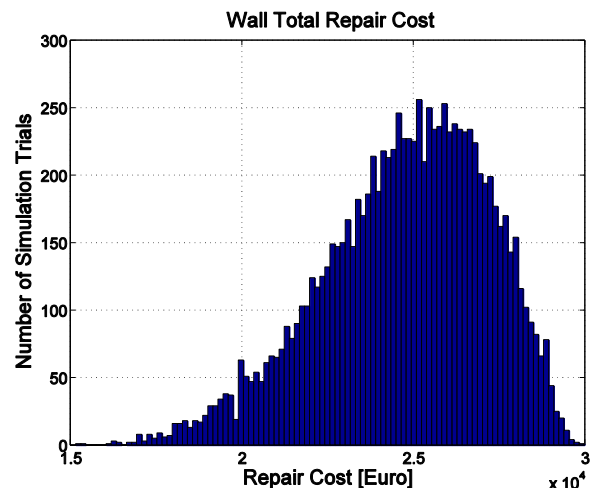
**Σχήμα 5.31.** Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης.



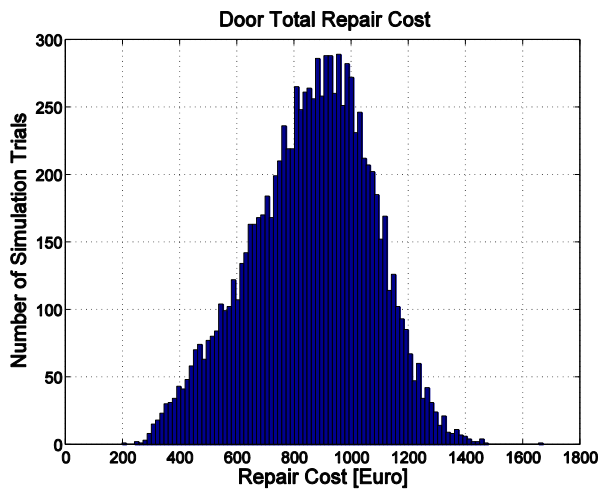
**Σχήμα 5.32.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



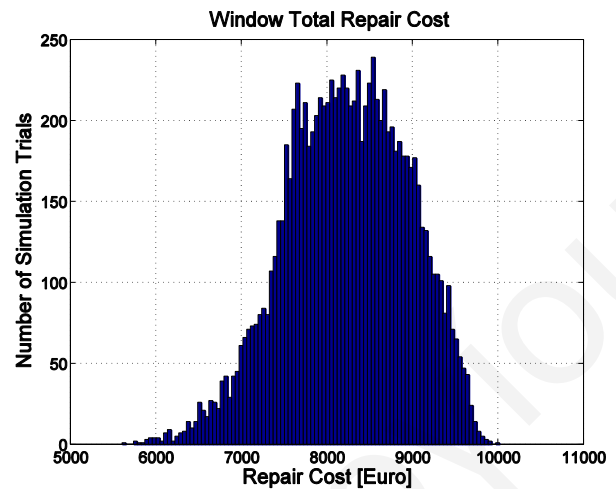
**Σχήμα 5.33.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



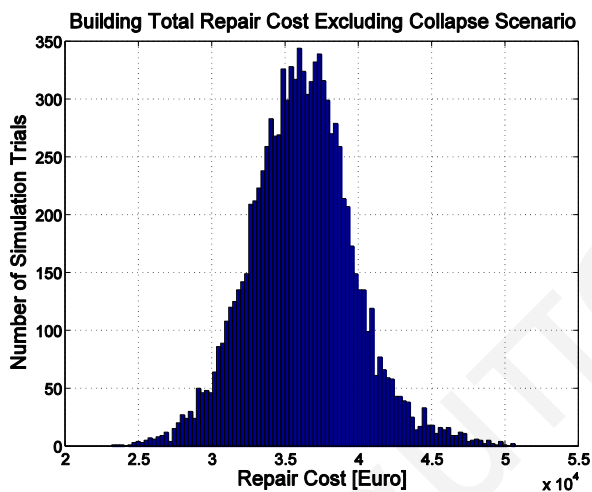
**Σχήμα 5.34.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



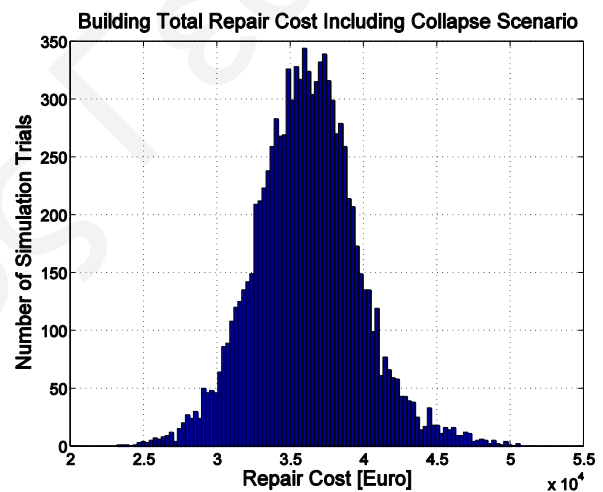
Σχήμα 5.35. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.36. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.37. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

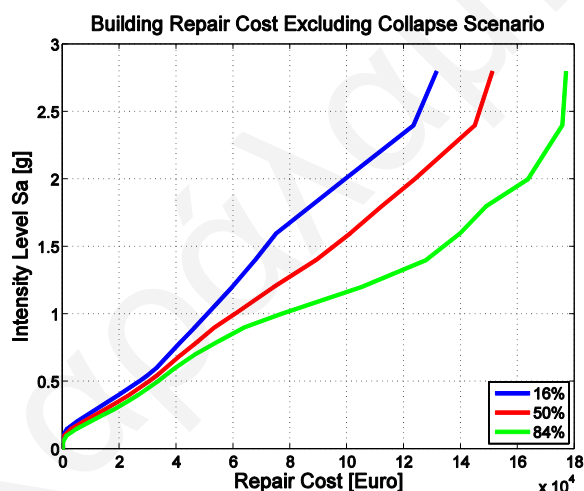


Σχήμα 5.38. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

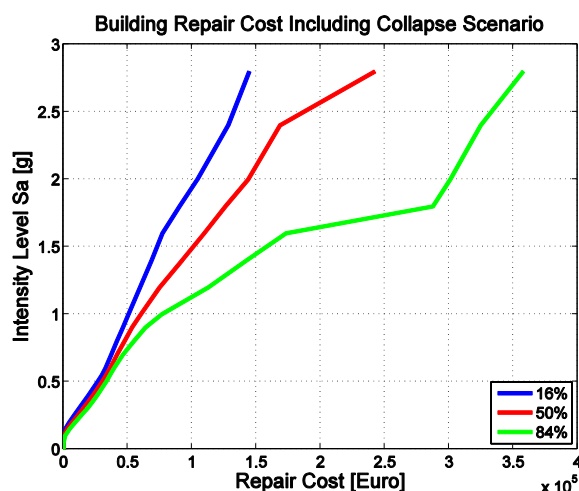
Στον Πίνακα 5.39 παρουσιάζονται τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% της κατανομής του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID2062, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης, και στα Σχήματα 5.39 και 5.40, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Παρατηρείται ότι, όπως και για το κτίριο ID2061, σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης οφείλει κάποιος να εξετάσει το ενδεχόμενο της πλήρους κατεδάφισης και ανακατασκευής του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

**Πίνακας 5.39.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2062, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο
	κόστους 16% [€]	κόστους 50% [€]	κόστους 84% [€]	κόστους 16% [€]	κόστους 50% [€]	κόστους 84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	404.53	1222.97	0.00	404.53	1222.97
0.15	1425.20	2934.72	4794.79	1425.20	2934.72	4794.79
0.20	4575.98	6903.99	9141.23	4575.98	6903.99	9141.23
0.25	8292.92	11074.98	13776.86	8292.92	11074.98	13776.86
0.30	11998.14	15231.35	18441.59	11998.14	15231.35	18441.59
0.35	15803.35	19334.73	22532.02	15803.35	19334.73	22532.02
0.40	19495.51	23150.76	26314.14	19495.51	23150.76	26314.14
0.50	26628.62	30093.74	33251.04	26628.62	30093.74	33251.04
0.55	29960.54	33271.42	36231.35	29960.54	33271.42	36231.35
0.60	32780.14	36113.95	39327.73	32780.14	36113.95	39327.73
0.70	37215.80	41582.26	46251.61	37215.80	41582.26	46251.61
0.80	41666.88	47565.25	54780.01	41666.88	47565.25	54780.01
0.90	46290.48	53217.13	63564.93	46290.48	53217.13	63564.93
1.00	50648.78	60261.84	76476.16	50648.78	60261.84	76476.16
1.20	59484.10	74046.56	104859.29	59713.37	74883.01	112900.88
1.40	67509.71	88858.98	127595.80	68697.58	92386.66	142689.50
1.60	75030.30	101055.38	139660.79	77014.41	109592.79	173255.53
1.80	86986.85	112082.55	148772.44	90217.59	126028.52	287372.54
2.00	98999.39	123662.01	163541.19	104167.60	143705.10	300955.69
2.40	123261.27	144846.80	175623.11	128145.19	168498.07	324628.25
2.80	131421.30	151085.89	176880.55	144502.76	242353.46	357759.34



**Σχήμα 5.39.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



**Σχήμα 5.40.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

### 5.4.3. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID2063

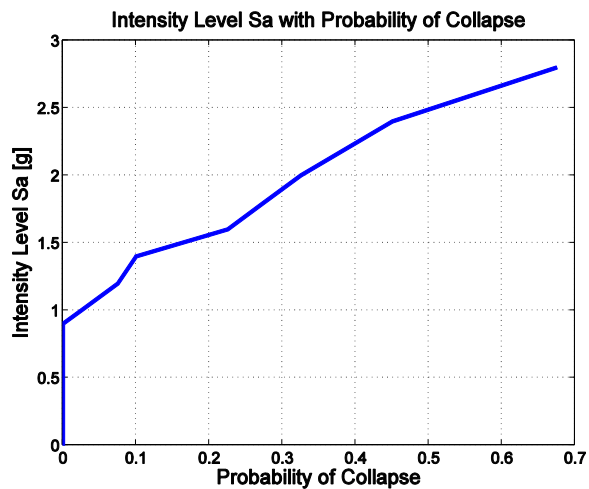
Στο Σχήμα 5.41 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID2063 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.6g παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID2063. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.40 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για επίπεδο έντασης 0.6g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου, ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά. Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €2691 με συντελεστή διασποράς 123% (Σχήμα 5.42). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1604 με συντελεστή διασποράς 159% (Σχήμα 5.43).

Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €30075 με συντελεστή διασποράς 9%, των πορτών γύρω στα €1150 με συντελεστή διασποράς 19% και των παραθύρων γύρω στα €7137 με συντελεστή διασποράς 7%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.44, 5.45 και 5.46, η κατανομή του κόστους των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

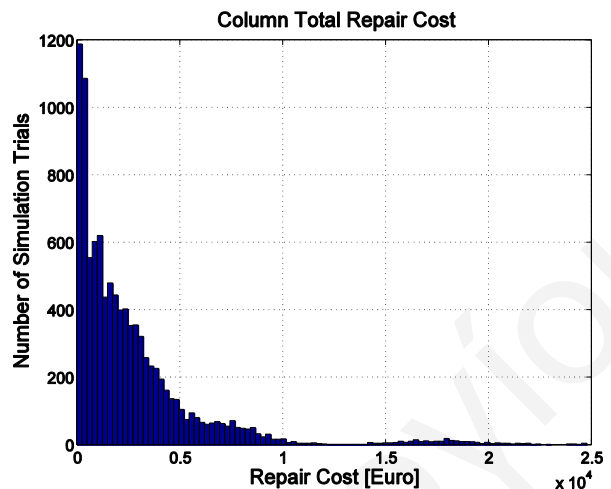
Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €42658 με συντελεστή διασποράς 15%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.47 και 5.48, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση.

**Πίνακας 5.40.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID2063 ανά κατηγορία στοιχείων και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

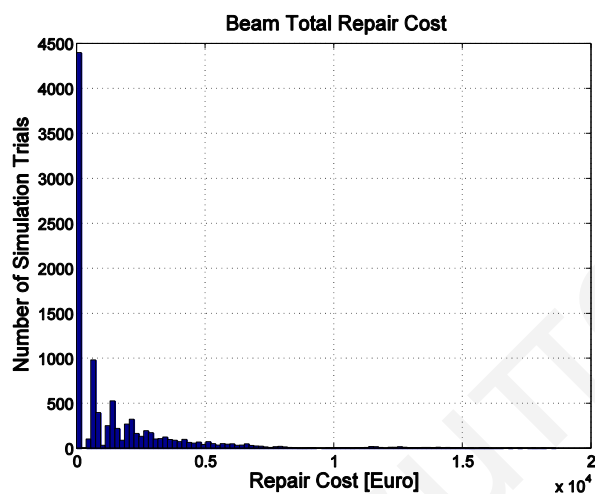
	<b>Υποστυλώματα</b>	<b>Δοκοί</b>	<b>Τοιχοπληρώσεις</b>	<b>Πόρτες</b>	<b>Παράθυρα</b>	<b>Ολικό</b>
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€2691.38	€1604.73	€30075.44	€1150.34	€7137.04	<b>€42658.92</b>
Συντ. Διασποράς	1.23	1.59	0.09	0.19	0.07	<b>0.15</b>



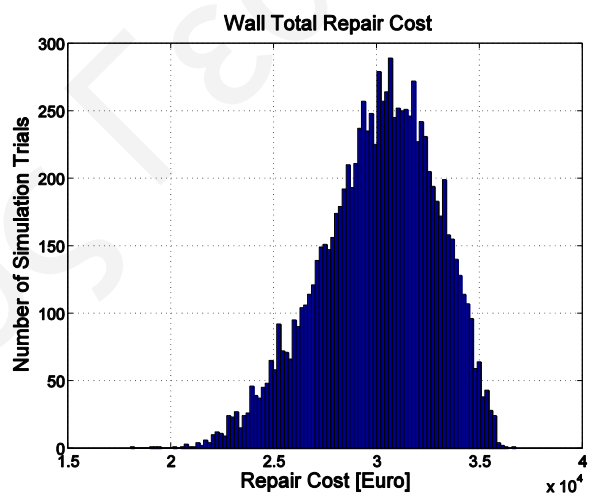
Σχήμα 5.41. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης.



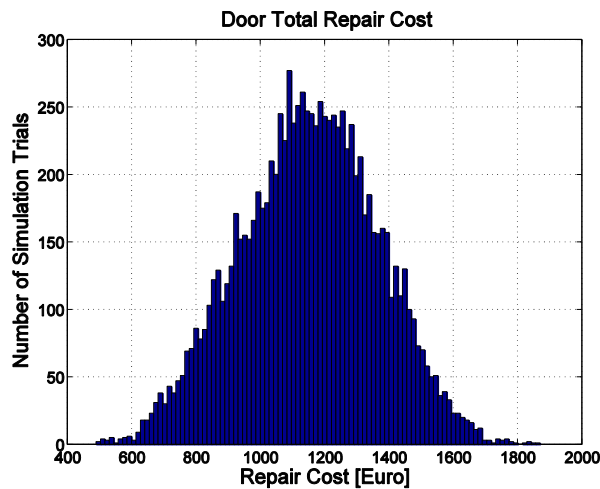
Σχήμα 5.42. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



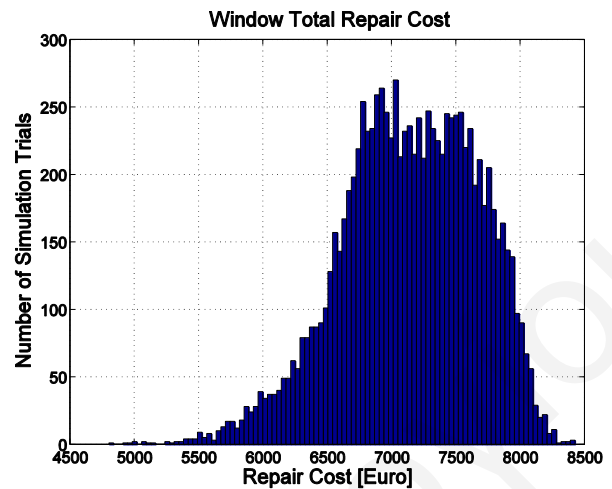
Σχήμα 5.43. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



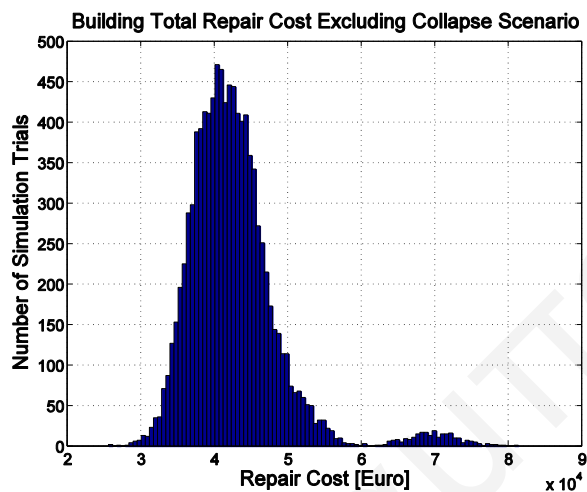
Σχήμα 5.44. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .



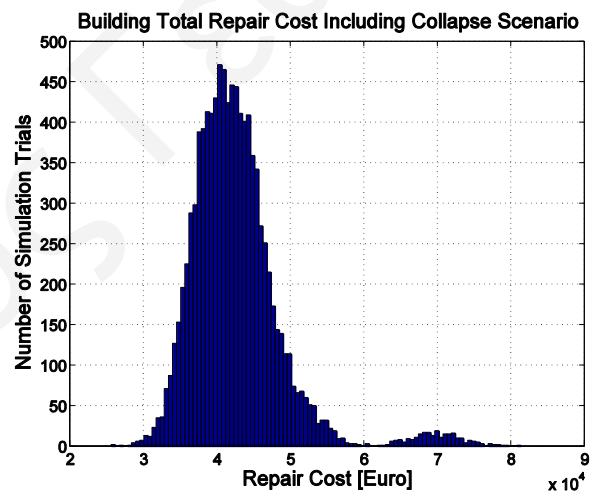
Σχήμα 5.45. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.46. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ .



Σχήμα 5.47. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

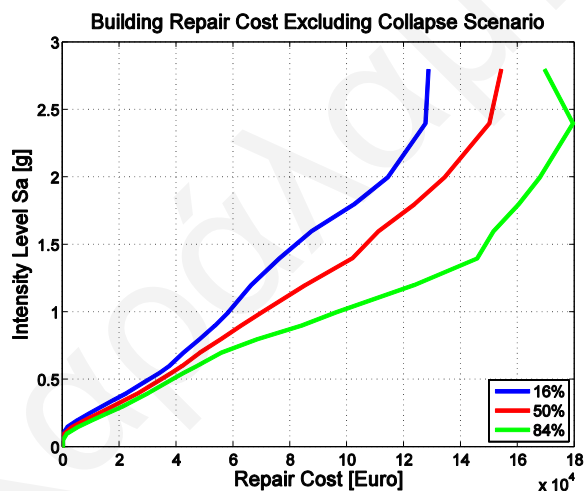


Σχήμα 5.48. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.6g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

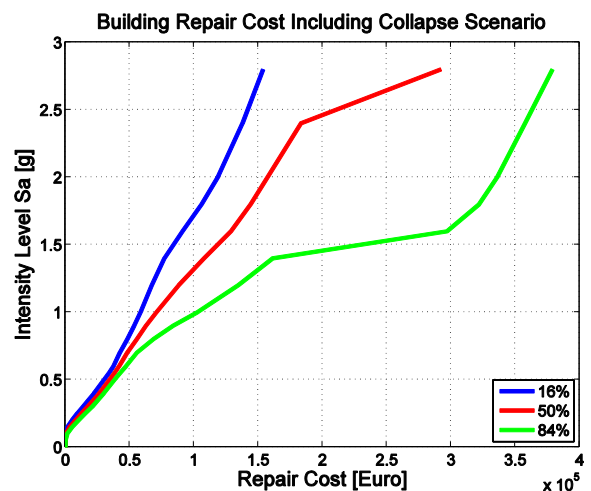
Στον Πίνακα 5.41 παρουσιάζονται τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% της κατανομής του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID2063, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης, και στα Σχήματα 5.49 και 5.50, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Παρατηρείται ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

**Πίνακας 5.41.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2063, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	456.56	1383.10	0.00	456.56	1383.10
0.15	1589.24	3265.38	5340.23	1589.24	3265.38	5340.23
0.20	5109.62	7695.88	10274.10	5109.62	7695.88	10274.10
0.25	9261.69	12448.02	15531.05	9261.69	12448.02	15531.05
0.30	13502.77	17175.08	20805.99	13502.77	17175.08	20805.99
0.35	17957.26	21910.86	25398.92	17957.26	21910.86	25398.92
0.40	22311.52	26432.11	29868.56	22311.52	26432.11	29868.56
0.50	30082.45	34354.16	38254.29	30082.45	34354.16	38254.29
0.55	33993.50	38189.68	42400.60	33993.50	38189.68	42400.60
0.60	37353.06	41804.12	47006.14	37353.06	41804.12	47006.14
0.70	42341.08	48115.01	55612.97	42341.08	48115.01	55612.97
0.80	48137.67	55603.48	68468.42	48137.67	55603.48	68468.42
0.90	53467.86	62607.29	83844.93	53467.86	62607.29	83844.93
1.00	58156.75	70037.31	96112.21	58371.25	70754.94	102505.78
1.20	66195.67	85216.17	123404.85	67208.73	88099.89	134467.35
1.40	76136.53	101742.86	145694.47	77045.88	107989.13	161379.88
1.60	87475.32	110918.78	151428.54	91061.75	128795.43	296912.10
1.80	102389.30	123619.48	160244.57	105889.30	144123.49	321814.71
2.00	114222.20	134260.35	167750.44	118533.39	157106.48	335779.04
2.40	127511.36	150009.35	179394.23	137730.92	183293.39	357566.79
2.80	128549.43	154133.44	169400.29	153683.54	292079.49	378930.99



**Σχήμα 5.49.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



**Σχήμα 5.50.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

#### 5.4.4. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1001

Στο Σχήμα 5.51 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID1001 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.5g παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID1001. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.42 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για επίπεδο έντασης 0.6g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων, δοκών, τοιχοπληρώσεων, πορτών και παραθύρων, ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά. Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €4726 με συντελεστή διασποράς 97% (Σχήμα 5.52). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €7270 με συντελεστή διασποράς 50% (Σχήμα 5.53).

Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €45920 με συντελεστή διασποράς 6%. Το συνολικό κόστος επισκευής των πορτών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1541 με συντελεστή διασποράς 14%, ενώ το συνολικό κόστος επισκευής των παραθύρων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €10731 με συντελεστή διασποράς 4%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.54, 5.55 και 5.56, η κατανομή του κόστους των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

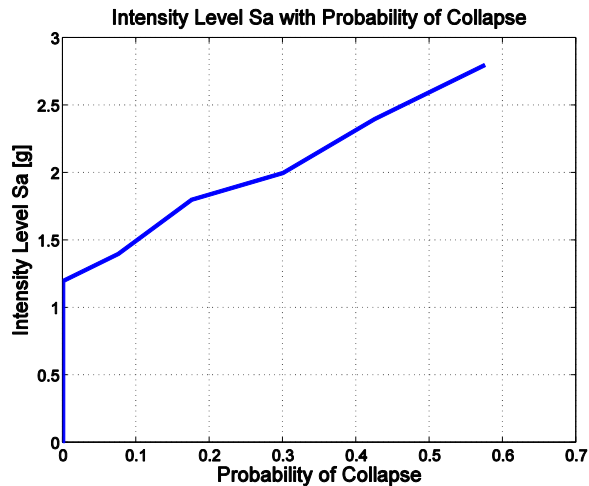
Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €70189 με συντελεστή διασποράς 12%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.57 και 5.58, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση.

**Πίνακας 5.42.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1001 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

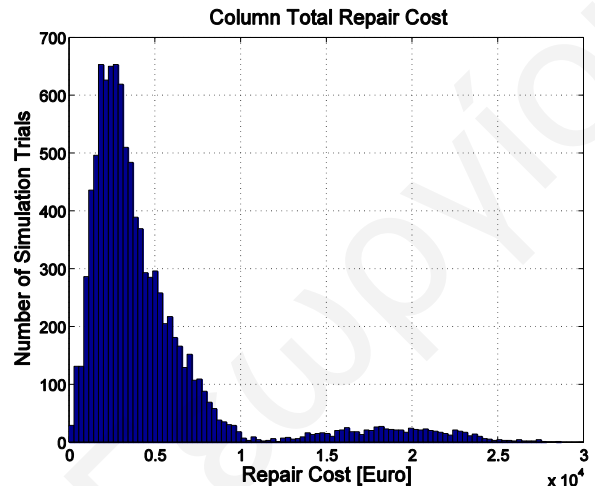
	<b>Υποστυλώματα</b>	<b>Δοκοί</b>	<b>Τοιχοπληρώσεις</b>	<b>Πόρτες</b>	<b>Παράθυρα</b>	<b>Ολικό</b>
<b>Ισόγειο</b>						
Μέση Τιμή	€4470.99	€7125.08	€19279.52	€511.14	€4661.79	<b>€36048.52</b>
Συντ. Διασποράς	0.87	0.45	0.05	0.20	0.05	<b>0.18</b>
<b>1ος όροφος</b>						
Μέση Τιμή	€255.21	€145.45	€26640.58	€1029.92	€6069.55	<b>€34140.71</b>
Συντ. Διασποράς	3.26	4.40	0.08	0.18	0.05	<b>0.08</b>



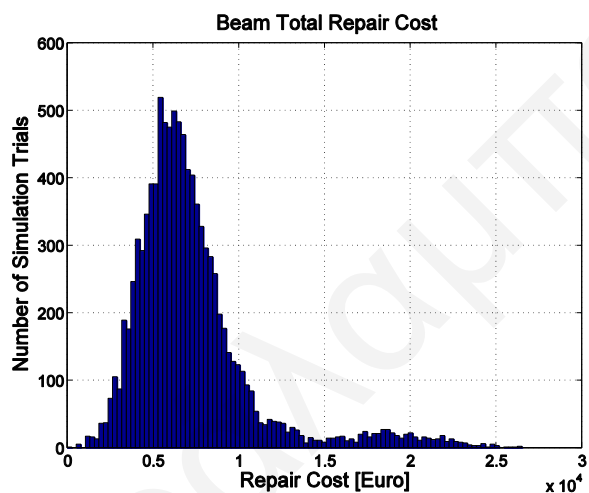
	Υποστυλώματα	Δοκοί	Τοιχοπληρώσεις	Πόρτες	Παράθυρα	Ολικό
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€4726.21	€7270.53	€45920.09	€1541.06	€10731.34	<b>€70189.24</b>
Συντ. Διασποράς	0.97	0.50	0.06	0.14	0.04	<b>0.12</b>



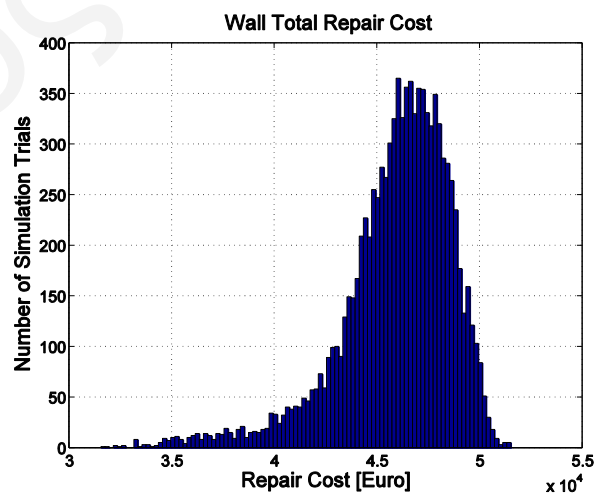
Σχήμα 5.51. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης.



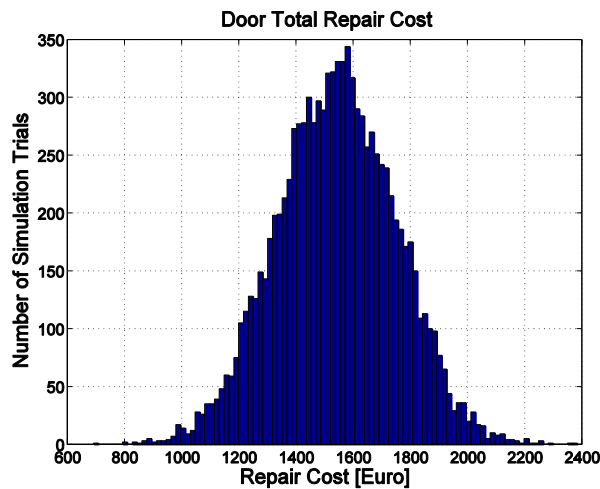
Σχήμα 5.52. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



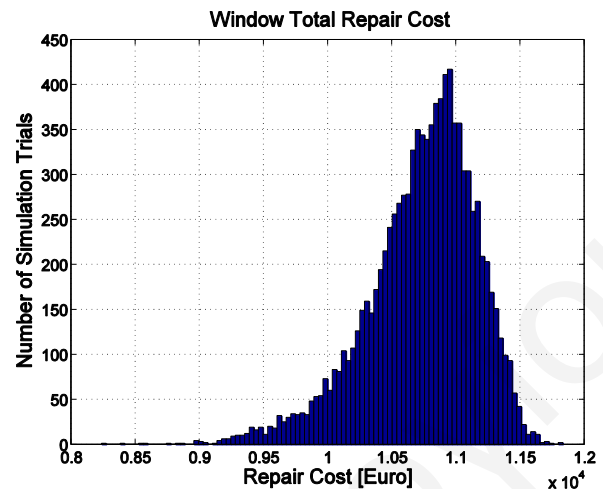
Σχήμα 5.53. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



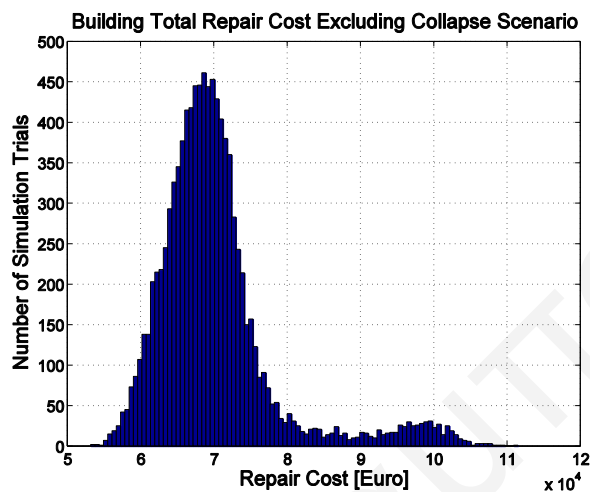
Σχήμα 5.54. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



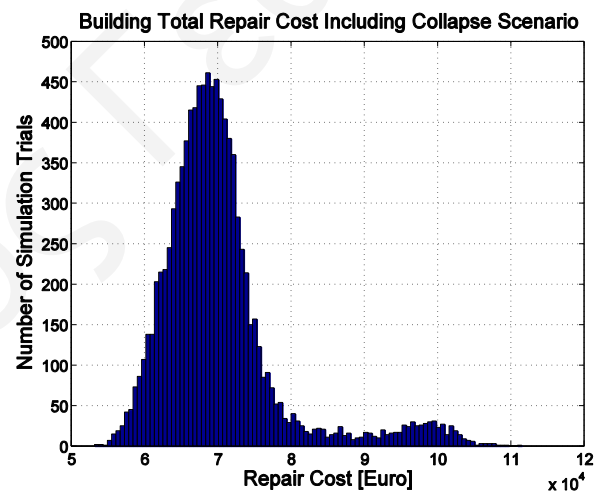
Σχήμα 5.55. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



Σχήμα 5.56. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



Σχήμα 5.57. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

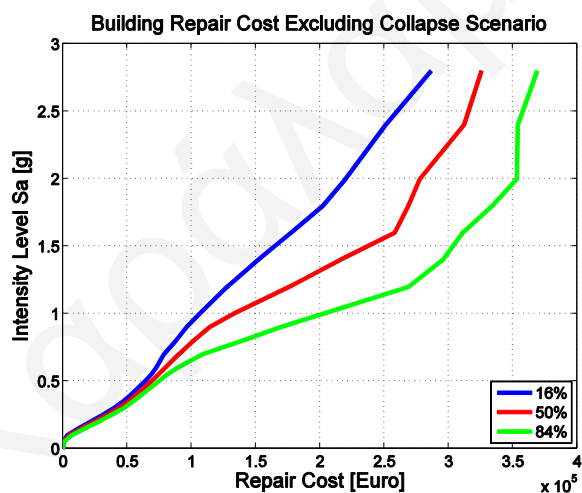


Σχήμα 5.58. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

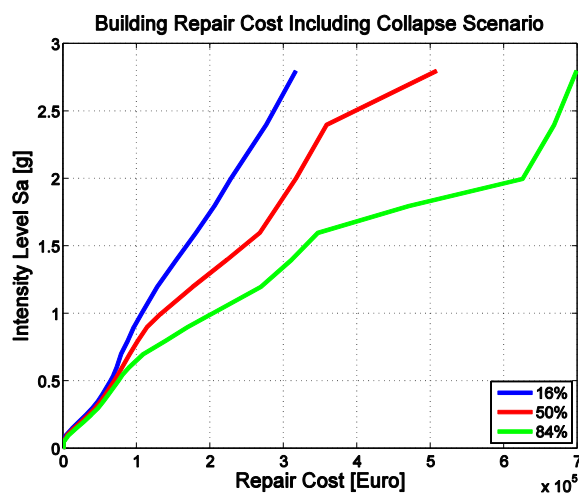
Στον Πίνακα 5.43 παρουσιάζονται τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% της κατανομής του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID1001, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης, και στα Σχήματα 5.59 και 5.60, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Παρατηρείται ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

**Πίνακας 5.43.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1001, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	471.18	0.00	0.00	471.18
0.10	3278.00	4861.98	6786.34	3278.00	4861.98	6786.34
0.15	11860.92	14240.69	17071.43	11860.92	14240.69	17071.43
0.20	21202.67	24269.47	27571.71	21202.67	24269.47	27571.71
0.25	30586.20	34044.10	37694.00	30586.20	34044.10	37694.00
0.30	39379.68	43070.64	47069.55	39379.68	43070.64	47069.55
0.35	46667.41	50475.30	54393.92	46667.41	50475.30	54393.92
0.40	52834.83	56857.18	61196.83	52834.83	56857.18	61196.83
0.50	63740.73	68807.03	74499.12	63740.73	68807.03	74499.12
0.55	68545.91	74216.67	80665.11	68545.91	74216.67	80665.11
0.60	72314.76	79580.12	88912.89	72314.76	79580.12	88912.89
0.70	78372.94	90090.74	108462.89	78372.94	90090.74	108462.89
0.80	87672.40	101427.29	139317.70	87672.40	101427.29	139317.70
0.90	95938.24	113812.91	168925.31	95938.24	113812.91	168925.31
1.00	106117.83	132432.47	201952.18	106117.83	132432.47	201952.18
1.20	127678.36	175875.08	268890.78	127678.36	175875.08	268890.78
1.40	151610.66	215605.40	295547.37	153581.11	222512.22	310643.75
1.60	177279.63	257885.63	310861.41	180611.15	267392.52	346549.22
1.80	201958.94	268567.75	333808.82	205485.87	291811.15	470643.81
2.00	219772.76	277597.61	353059.46	227584.48	316155.73	624946.59
2.40	250953.87	311907.11	353816.32	275894.26	358110.94	668075.41
2.80	286193.69	325501.31	368851.34	316198.35	507754.76	698442.51



**Σχήμα 5.59.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



**Σχήμα 5.60.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

#### 5.4.5. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1002

Στο Σχήμα 5.61 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID1002 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.5g παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID1002. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.44 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για επίπεδο έντασης 0.5g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων, δοκών, τοιχοπληρώσεων, πορτών και παραθύρων, ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά. Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €6664 με συντελεστή διασποράς 80% (Σχήμα 5.62). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €6110 με συντελεστή διασποράς 51% (Σχήμα 5.63).

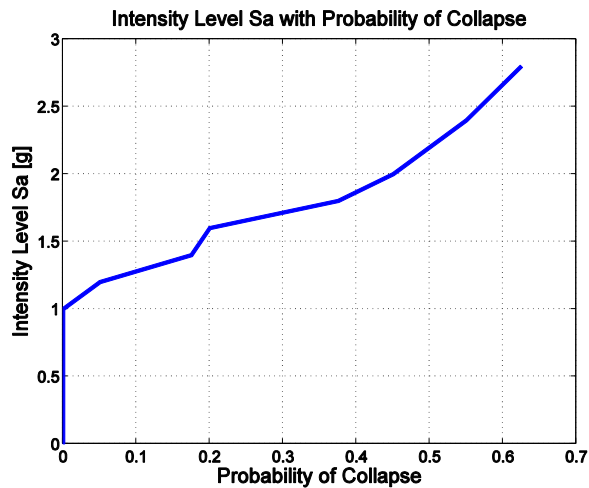
Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €61031 με συντελεστή διασποράς 6%. Το συνολικό κόστος επισκευής των πορτών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €1824 με συντελεστή διασποράς 12%, ενώ το συνολικό κόστος επισκευής των παραθύρων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €11779 με συντελεστή διασποράς 5%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.64, 5.65 και 5.66, η κατανομή του κόστους των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €87411 με συντελεστή διασποράς 11%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.67 και 5.68, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση.

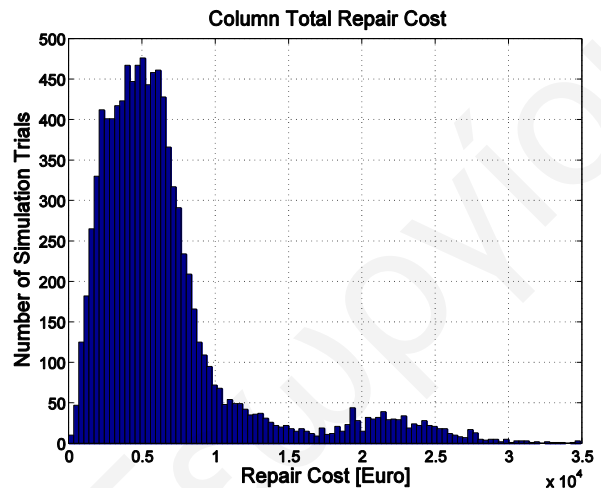
**Πίνακας 5.44.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1002 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

	<b>Υποστυλώματα</b>	<b>Δοκοί</b>	<b>Τοιχοπληρώσεις</b>	<b>Πόρτες</b>	<b>Παράθυρα</b>	<b>Ολικό</b>
<b>Ισόγειο</b>						
Μέση Τιμή	€6406.75	€6082.78	€31774.29	€864.89	€7153.84	<b>€52282.55</b>
Συντ. Διασποράς	0.76	0.50	0.05	0.15	0.06	<b>0.14</b>
<b>1ος όροφος</b>						
Μέση Τιμή	€257.87	€27.87	€29257.60	€960.10	€4625.49	<b>€35128.92</b>
Συντ. Διασποράς	3.06	7.25	0.10	0.20	0.08	<b>0.10</b>

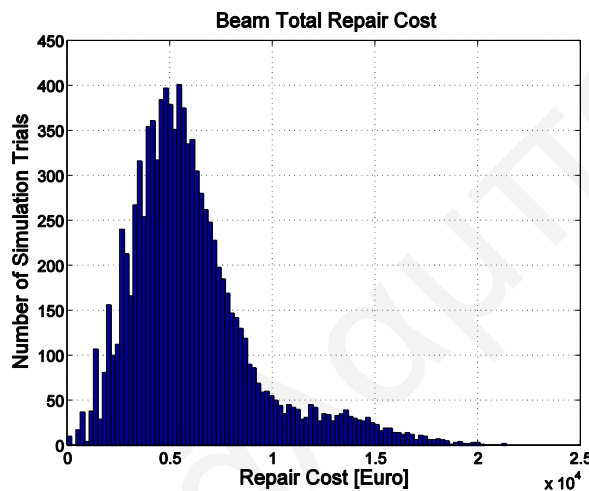
	Υποστυλώματα	Δοκοί	Τοιχοπληρώσεις	Πόρτες	Παράθυρα	Ολικό
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€6664.62	€6110.65	€61031.89	€1824.99	€11779.33	€87411.48
Συντ. Διασποράς	0.80	0.51	0.06	0.12	0.05	0.11



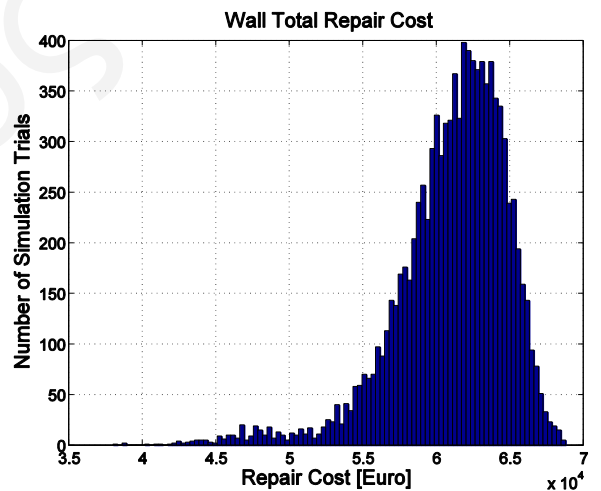
Σχήμα 5.61. Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης.



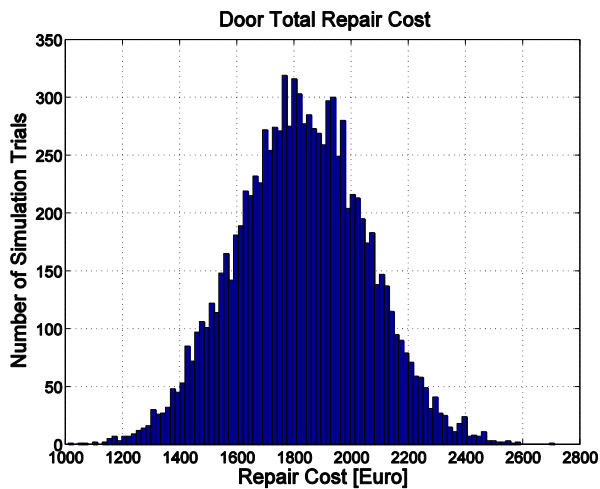
Σχήμα 5.62. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλομάτων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



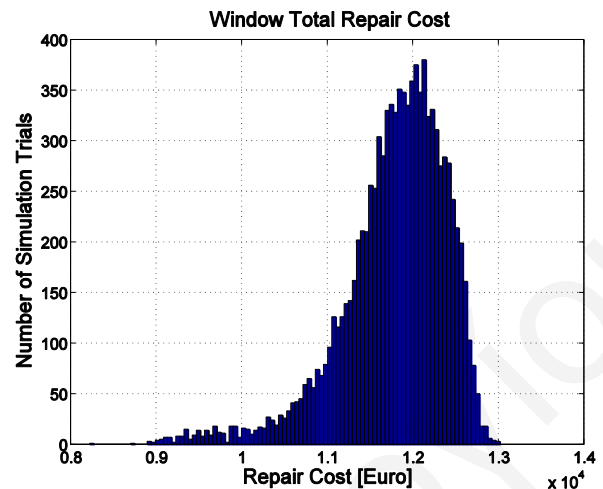
Σχήμα 5.63. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



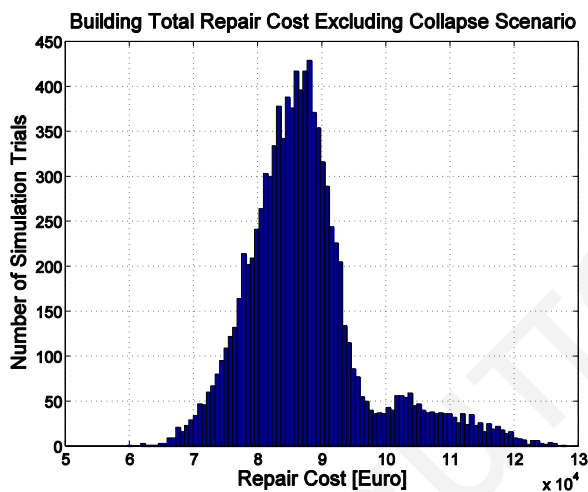
Σχήμα 5.64. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .



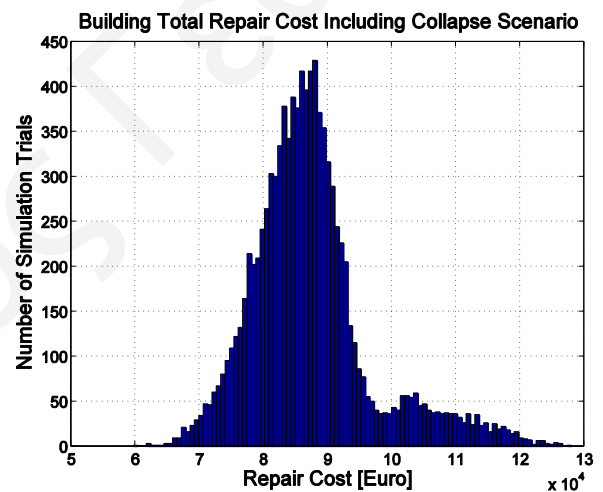
Σχήμα 5.65. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .



Σχήμα 5.66. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .



Σχήμα 5.67. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

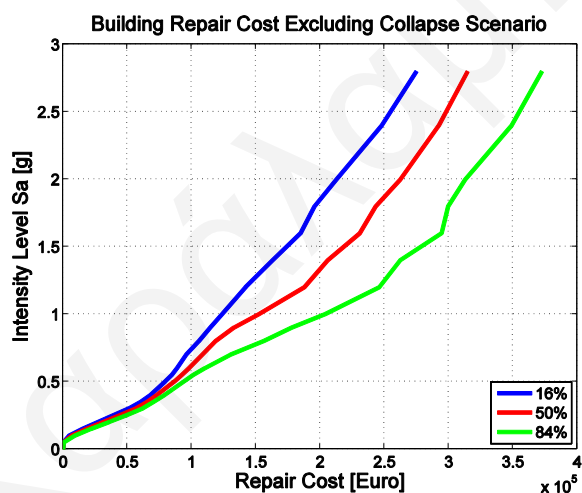


Σχήμα 5.68. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

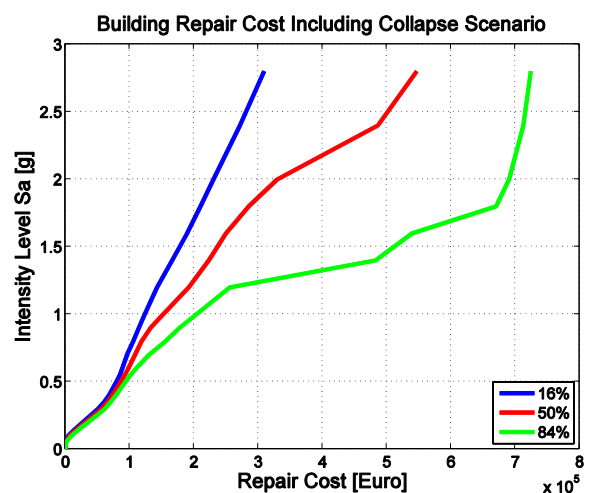
Στον Πίνακα 5.45 παρουσιάζονται τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% της κατανομής του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID1002, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης, και στα Σχήματα 5.69 και 5.70, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Παρατηρείται ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

**Πίνακας 5.45.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1002, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	194.52	662.78	0.00	194.52	662.78
0.10	4480.99	6438.26	9005.47	4480.99	6438.26	9005.47
0.15	15089.30	18203.64	21683.95	15089.30	18203.64	21683.95
0.20	26879.74	30906.30	35404.48	26879.74	30906.30	35404.48
0.25	38862.81	44012.89	49180.97	38862.81	44012.89	49180.97
0.30	50582.95	56273.10	61491.96	50582.95	56273.10	61491.96
0.35	60352.22	65457.73	70416.07	60352.22	65457.73	70416.07
0.40	67693.81	72842.13	78747.94	67693.81	72842.13	78747.94
0.50	79250.70	86296.74	93753.21	79250.70	86296.74	93753.21
0.55	84543.32	92227.76	101063.86	84543.32	92227.76	101063.86
0.60	88596.47	98010.47	110277.08	88596.47	98010.47	110277.08
0.70	95845.15	108331.11	130228.54	95845.15	108331.11	130228.54
0.80	105594.47	118565.57	155956.60	105594.47	118565.57	155956.60
0.90	114352.25	132738.98	177757.68	114352.25	132738.98	177757.68
1.00	123480.00	152104.92	203704.99	123480.00	152104.92	203704.99
1.20	141878.54	187573.22	245927.95	142640.09	192138.99	255775.11
1.40	162981.11	205772.24	262329.12	165979.35	223164.22	482938.57
1.60	184830.65	230849.71	294469.77	189355.74	249792.46	539716.88
1.80	195617.97	243156.73	299475.36	210140.53	285098.49	670007.15
2.00	212677.37	262423.34	312827.19	230463.83	329622.27	690257.53
2.40	247918.70	292362.48	348922.10	271668.78	486156.33	712510.05
2.80	274863.86	314710.36	372447.77	309218.51	546562.32	723836.61



**Σχήμα 5.69.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



**Σχήμα 5.70.** Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

#### **5.4.6. Κόστος Επισκευής Κτιρίου ID1010**

Στο Σχήμα 5.71 παρουσιάζεται η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου ID1010 σε κάθε επίπεδο έντασης. Για επίπεδο έντασης 0.35g, παρατηρείται ότι κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση του κτιρίου ID1010. Όπως έχει προαναφερθεί, τα υποστυλώματα και οι δοκοί δεν παρουσιάζουν ζημιές εν αντιθέσει με τις τοιχοπληρώσεις, τις πόρτες και τα παράθυρα που παρουσιάζουν πλήρη απώλεια και απαιτούν άμεση αντικατάσταση. Στον Πίνακα 5.46 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για επίπεδο έντασης 0.35g, το αναμενόμενο κόστος επισκευής των δομικών στοιχείων του κτιρίου, ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά. Όπως προκύπτει από την ανάλυση, το συνολικό κόστος επισκευής των υποστυλωμάτων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €969 με συντελεστή διασποράς 312% (Σχήμα 5.72). Το συνολικό κόστος επισκευής των δοκών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €29555 με συντελεστή διασποράς 56% (Σχήμα 5.73), με την κατανομή του κόστους να προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

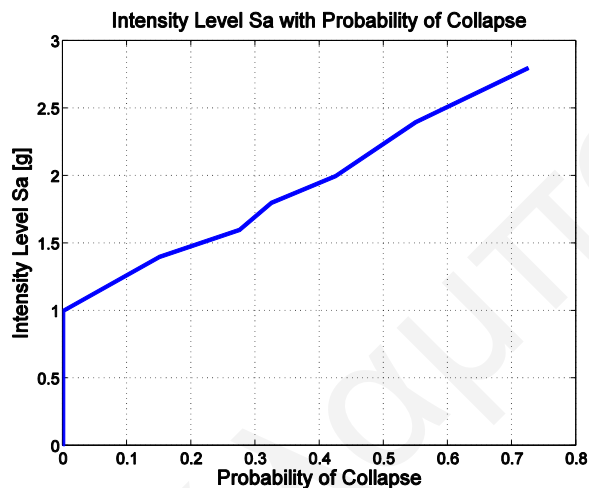
Το συνολικό κόστος επισκευής των τοιχοπληρώσεων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €145625 με συντελεστή διασποράς 8%. Το συνολικό κόστος επισκευής των πορτών του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €8236 με συντελεστή διασποράς 14%, ενώ το συνολικό κόστος επισκευής των παραθύρων του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €41826 με συντελεστή διασποράς 6%. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.74, 5.75 και 5.76, η κατανομή του κόστους των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, αντίστοιχα, προσεγγίζεται αρκετά καλά με κανονική κατανομή.

Το συνολικό κόστος επισκευής του κτιρίου ανέρχεται γύρω στα €226213 με συντελεστή διασποράς 10%, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.77 και 5.78, αντίστοιχα, αφού στο συγκεκριμένο επίπεδο έντασης, κανένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων δεν προκαλεί κατάρρευση. Παρατηρείται επίσης ότι το κόστος επισκευής μειώνεται στους υπερκείμενους ορόφους, με το κόστος επισκευής του τέταρτου ορόφου να πέφτει στο 38% του κόστους επισκευής του ισόγειου.

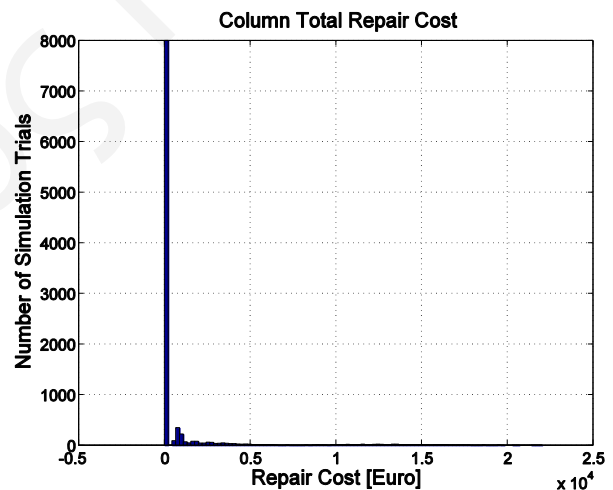


**Πίνακας 5.46.** Κόστος επισκευής δομικών στοιχείων κτιρίου ID1010 ανά κατηγορία στοιχείων, όροφο και συνολικά για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

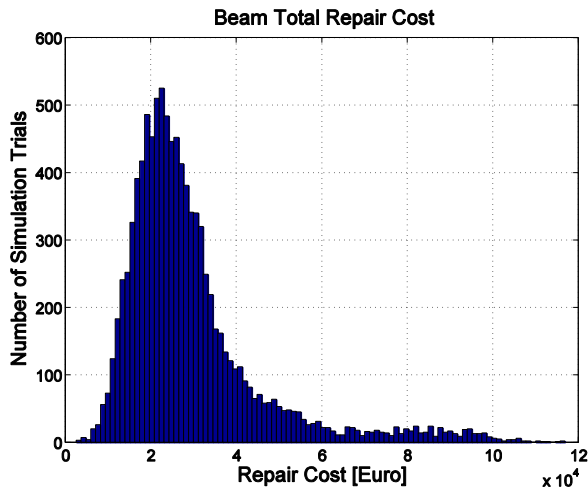
	<b>Υποστυλώματα</b>	<b>Δοκοί</b>	<b>Τοιχοπληρώσεις</b>	<b>Πόρτες</b>	<b>Παράθυρα</b>	<b>Ολικό</b>
<b>Ισόγειο</b>						
Μέση Τιμή	€852.71	€20972.70	€44153.13	€2485.74	€5803.25	€74267.53
Συντ. Διασποράς	3.44	0.45	0.07	0.18	0.12	0.15
<b>1ος όροφος</b>						
Μέση Τιμή	€0.00	€7602.52	€44985.92	€2640.34	€13526.47	€68755.25
Συντ. Διασποράς	0.00	1.04	0.08	0.24	0.06	0.10
<b>2ος όροφος</b>						
Μέση Τιμή	€11.43	€968.00	€39329.86	€2120.74	€12796.67	€55226.69
Συντ. Διασποράς	10.45	3.46	0.12	0.30	0.07	0.13
<b>3ος όροφος</b>						
Μέση Τιμή	€105.53	€11.96	€17156.97	€989.53	€9700.43	€27964.42
Συντ. Διασποράς	6.50	13.70	0.38	0.39	0.20	0.29
<b>Ολικό</b>						
Μέση Τιμή	€969.68	€29555.18	€145625.87	€8236.35	€41826.81	€226213.89
Συντ. Διασποράς	3.12	0.56	0.08	0.14	0.06	0.10



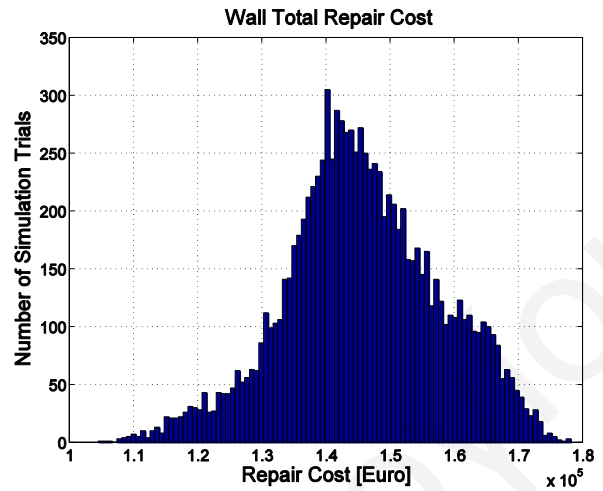
**Σχήμα 5.71.** Διάγραμμα πιθανότητας κατάρρευσης κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης.



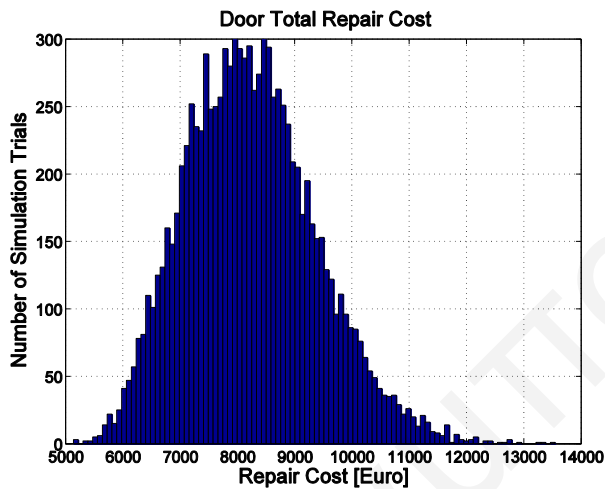
**Σχήμα 5.72.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής υποστυλωμάτων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



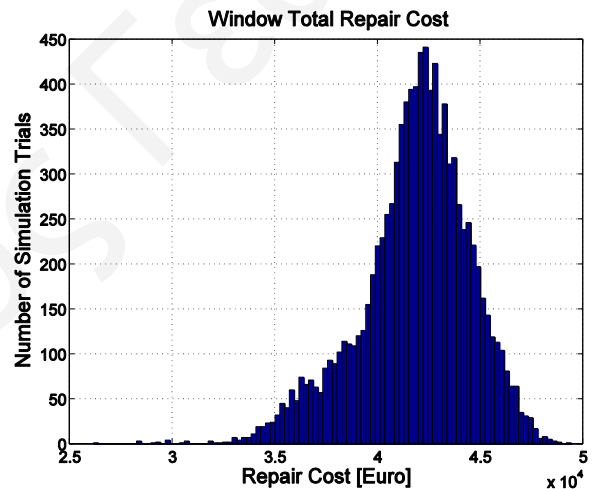
Σχήμα 5.73. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής δοκών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



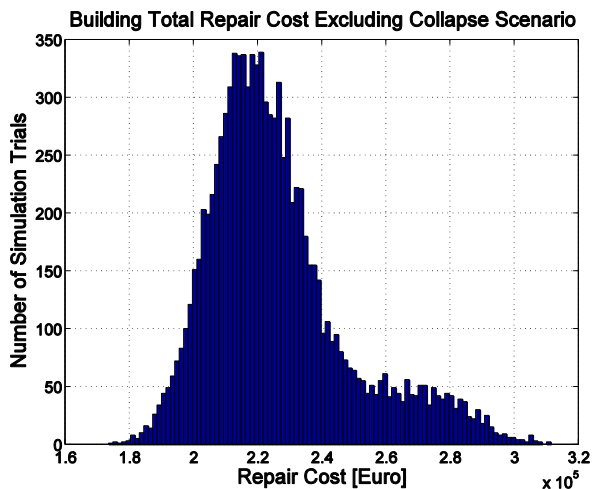
Σχήμα 5.74. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής τοιχοπληρώσεων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



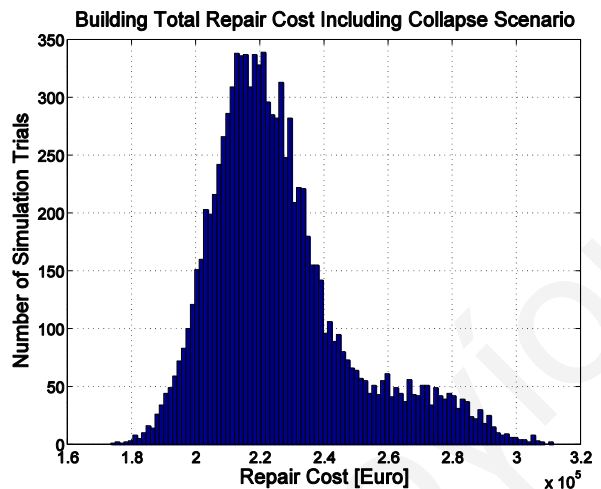
Σχήμα 5.75. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής πορτών κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



Σχήμα 5.76. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής παραθύρων κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .



Σχήμα 5.77. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ , μη περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.



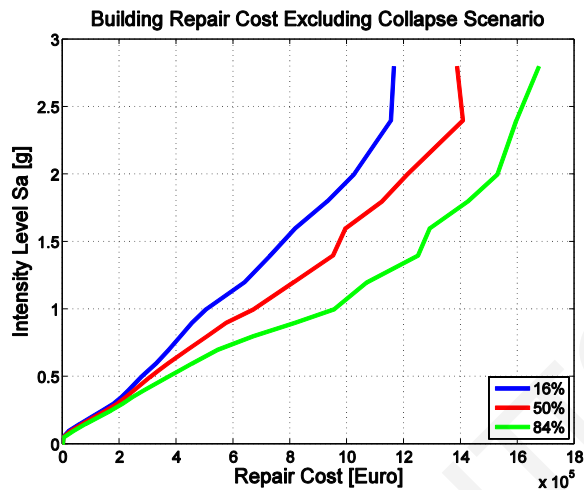
Σχήμα 5.78. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ , περιλαμβανομένου σεναρίου κατάρρευσης.

Στον Πίνακα 5.47 παρουσιάζονται τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% της κατανομής του συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID1010, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης, και στα Σχήματα 5.79 και 5.80, τα αντίστοιχα διαγράμματα. Παρατηρείται ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

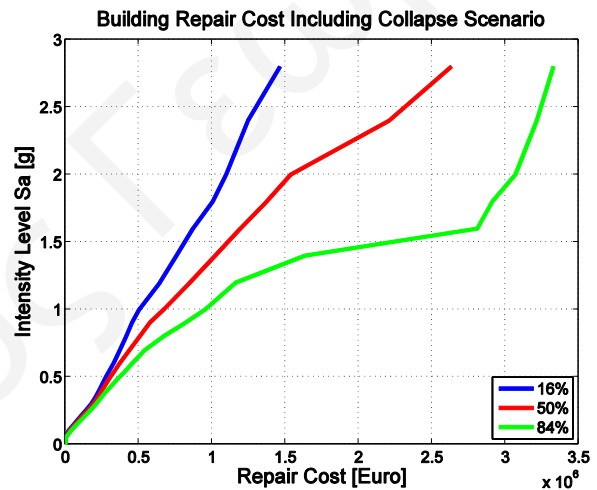
Πίνακας 5.47. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID1010, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης.

Επίπεδο Έντασης	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο Κόστους	Διάμεση τιμή Κόστους	Άνω όριο Κόστους	Κάτω όριο Κόστους	Διάμεση τιμή Κόστους	Άνω όριο Κόστους
$S_a [g]$	16% [€]	50% [€]	84% [€]	16% [€]	50% [€]	84% [€]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	431.92	1226.66	3194.76	431.92	1226.66	3194.76
0.10	21027.26	28057.23	37609.62	21027.26	28057.23	37609.62
0.15	59100.97	68000.76	79414.22	59100.97	68000.76	79414.22
0.20	98456.99	109209.29	123966.09	98456.99	109209.29	123966.09
0.25	138976.83	151440.98	168779.63	138976.83	151440.98	168779.63
0.30	176976.46	190449.91	209584.03	176976.46	190449.91	209584.03
0.35	206746.14	221769.83	245659.83	206746.14	221769.83	245659.83
0.40	230930.95	249962.01	284533.05	230930.95	249962.01	284533.05
0.50	275914.83	307200.19	370047.28	275914.83	307200.19	370047.28
0.55	301912.63	337715.02	412926.82	301912.63	337715.02	412926.82
0.60	327960.48	369353.09	455481.14	327960.48	369353.09	455481.14

Επίπεδο Έντασης	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο
$S_a$ [g]	16% [€]	50% [€]	84% [€]	16% [€]	50% [€]	84% [€]
0.70	371966.64	436776.67	542958.33	371966.64	436776.67	542958.33
0.80	413900.51	506658.75	668762.26	413900.51	506658.75	668762.26
0.90	453577.30	573854.27	816818.17	453577.30	573854.27	816818.17
1.00	503126.25	670234.25	953651.24	503126.25	670234.25	953651.24
1.20	638401.64	811055.45	1069351.13	643980.48	849134.41	1162696.52
1.40	729234.16	950270.96	1248592.87	757879.30	1022151.97	1636090.63
1.60	816591.07	993223.66	1289447.52	869446.79	1192401.48	2809222.61
1.80	928817.47	1122018.61	1423945.19	1004832.57	1372995.64	2911573.92
2.00	1023262.85	1210978.78	1528164.83	1096572.05	1536677.99	3069674.34
2.40	1153579.02	1406429.54	1594244.17	1245391.91	2208209.40	3213533.28
2.80	1163879.90	1385760.31	1673667.23	1463894.69	2632310.61	3328863.04



Σχήμα 5.79. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.



Σχήμα 5.80. Κατανομή κόστους επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης, περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

## 6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί στο δεύτερο κεφάλαιο, σημαντικό ρόλο για την εκτίμηση της επιτελεστικότητας ενός κτιρίου σε σεισμό, αποτελεί ο υπολογισμός της χρονικής διάρκειας των επισκευών που απαιτούνται για την πλήρη αποκατάσταση του κτιρίου και την επαναφορά του στην κατάσταση που είχε πριν από το σεισμό. Επιπλέον, η χρονική διάρκεια αποκατάστασης αξιοποιείται για τον υπολογισμό του κόστους λόγω εκκένωσης και μη χρήσης του κτιρίου. Η διαδικασία του χρονοπρογραμματισμού είναι αυτοματοποιημένη κάτι που επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού βάσης δεδομένων και της διασύνδεσής της με εξειδικευμένο λογισμικό το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα για πιο εξειδικευμένες αναλύσεις με τον υπολογισμό του κόστους των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε δραστηριότητα, προσφέροντας στο τέλος, πέρα από μία τελική εκτίμηση της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου, και μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κατανομή του κόστους επισκευής ανά περίοδο και ανά κατηγορία πόρων.

### 6.1. Βασικές Έννοιες Χρονικού Προγραμματισμού Έργου

Για την καλύτερη κατανόηση κάποιων όρων οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι βασικότερες έννοιες στο χρονικό προγραμματισμό έργων.

#### *Διάρκεια δραστηριότητας $d$ (Duration)*

Η διάρκεια μιας δραστηριότητας καθορίζεται ως το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα. Υπολογίζεται βάσει της θεωρίας η οποία έχει αναπτυχθεί στο υποκεφάλαιο 2.2.6 και συγκεκριμένα της σχέσης 2.40.

#### *Προαπαιτούμενες δραστηριότητες $pred$ (Predecessors)*

Προαπαιτούμενες καλούνται οι δραστηριότητες οι οποίες πρέπει να ολοκληρωθούν προκειμένου να ξεκινήσει η σχετιζόμενη με αυτές δραστηριότητα.

#### *Επακόλουθες δραστηριότητες $suc$ (Successors)*

Επακόλουθες καλούνται οι δραστηριότητες, οι οποίες προκειμένου να ξεκινήσουν πρέπει να ολοκληρωθεί η σχετιζόμενη με αυτές δραστηριότητα.

### *Νωρίτερος χρόνος έναρξης δραστηριότητας ES (Early Start)*

Ο νωρίτερος χρόνος έναρξης μιας δραστηριότητας εξαρτάται άμεσα από το χρόνο συμπλήρωσης όλων των δραστηριοτήτων που προηγούνται της συγκεκριμένης δραστηριότητας. και συγκεκριμένα είναι ίσος με το μεγαλύτερο νωρίτερο χρόνο συμπλήρωσης των προαπαιτούμενων σχετιζόμενων δραστηριοτήτων, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.1.

$$ES_i = \max(EF_{j,PRED}) \quad (6.1)$$

### *Νωρίτερος χρόνος συμπλήρωσης δραστηριότητας EF (Early Finish)*

Ο νωρίτερος χρόνος συμπλήρωσης μιας δραστηριότητας ισούται με το χρόνο έναρξης της συγκεκριμένης δραστηριότητας συν την εναπομένουσα διάρκειά της, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.2.

$$EF_i = ES_i + d_i \quad (6.2)$$

### *Βραδύτερος χρόνος έναρξης δραστηριότητας LS (Late Start)*

Ο βραδύτερος χρόνος έναρξης μιας δραστηριότητας ισούται με το βραδύτερο χρόνο συμπλήρωσης της συγκεκριμένης δραστηριότητας πλην την εναπομένουσα διάρκειά της, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.3.

$$LS_i = LF_i - d_i \quad (6.3)$$

### *Βραδύτερος χρόνος συμπλήρωσης δραστηριότητας LF (Late Finish)*

Ο βραδύτερος χρόνος συμπλήρωσης μιας δραστηριότητας εξαρτάται άμεσα από το χρόνο έναρξης όλων των δραστηριοτήτων που ακολουθούν τη συγκεκριμένη δραστηριότητα και συγκεκριμένα είναι ίσος με το μικρότερο βραδύτερο χρόνος έναρξης των επακόλουθων σχετιζόμενων δραστηριοτήτων, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.4.

$$LF_i = \min(LS_{j,SUC}) \quad (6.4)$$

*Συνολικό χρονικό περιθώριο καθυστέρησης ολοκλήρωσης δραστηριότητας TF (Total Float)*

Το χρονικό περιθώριο το οποίο δύναται να καθυστερήσει η συμπλήρωση μιας δραστηριότητας χωρίς να επηρεάζεται το χρονικό όριο συμπλήρωσης του έργου καθορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του βραδύτερου και του νωρίτερου χρόνου συμπλήρωσης της δραστηριότητας, ή αντιστοίχως, του βραδύτερου και του νωρίτερου χρόνου έναρξης της δραστηριότητας, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.5.

$$TF_i = LF_i - EF_i = LS_i - ES_i \quad (6.5)$$

*Χρονικό περιθώριο καθυστέρησης ολοκλήρωσης δραστηριότητας FF (Free Float)*

Το χρονικό περιθώριο το οποίο δύναται να καθυστερήσει η συμπλήρωση μιας δραστηριότητας χωρίς να επηρεάζονται οι επακόλουθές της, καθορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του νωρίτερου χρόνου συμπλήρωσης της συγκεκριμένης δραστηριότητας και του μικρότερου νωρίτερου χρόνου έναρξης των επακόλουθων, σχετιζόμενων με αυτή, δραστηριοτήτων, όπως φαίνεται και στη σχέση 6.6.

$$FF_i = \min(ES_{j,suc}) - EF_i \quad (6.6)$$

*Κρίσιμες Δραστηριότητες (Critical Activities)*

Κρίσιμες καλούνται οι δραστηριότητες, των οποίων η ολοκλήρωση δεν μπορεί να καθυστερήσει, γιατί καθυστέρηση τους εξυπακούει καθυστέρηση της ολοκλήρωσης του όλου έργου. Εξ ορισμού, κρίσιμες είναι οι δραστηριότητες οι οποίες έχουν μηδενικό συνολικό χρονικό περιθώριο καθυστέρησης ολοκλήρωσης,  $TF = 0$ .

*Κρίσιμο Μονοπάτι (Critical Path)*

Κρίσιμο μονοπάτι καλείται η αλυσίδα η οποία αποτελείται αποκλειστικά από διαδοχικές κρίσιμες δραστηριότητες και ταυτόχρονα έχει τη μεγαλύτερη συνολική χρονική διάρκεια. Η χρονική διάρκεια του κρίσιμου μονοπατιού αποτελεί ταυτόχρονα και τη χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου.

## *Ημερολόγιο Εργασιών (Calendar)*

Το ημερολόγιο εργασιών αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό του ωραρίου εργασιών. Μέσω αυτού καθορίζεται εάν η εργασία θα είναι πενταήμερη ή εάν θα γίνονται εργασίες και κατά τη διάρκεια των σαββατοκυριακών, όπως επίσης και οι αργίες (nonwork/holidays). Υπάρχει η δυνατότητα για καθορισμό περισσότερων του ενός ημερολογίων στο ίδιο χρονοδιάγραμμα, αφού κάποιες δραστηριότητες μπορεί να πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των σαβ/κών έστω και αν υιοθετείται πενταήμερη εργασία ανά εβδομάδα.

### **6.2. Βάση Δεδομένων για Χρονικό Προγραμματισμό Εργασιών Επισκευής Κτιρίων**

Για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων τα οποία προκύπτουν από την ανάλυση σε Matlab αναφορικά με την εκτίμηση των ζημιών των μελών του κτιρίου, όπως επίσης και της επιμέτρησης ποσοτήτων βάσει των γεωμετρικών ιδιοτήτων των μελών αυτών όπως προκύπτουν από το τρισδιάστατο μοντέλου κάθε κτιρίου στο ArchiCAD, δημιουργούνται οι κατάλληλες βάσεις δεδομένων. Μια βάση δεδομένων προσφέρει τη δυνατότητα για συλλογή και συνένωση όλων των δεδομένων τα οποία έχουν προκύψει από τις αναλύσεις που έχουν προηγηθεί, αποθήκευση και οργάνωσή τους με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η εύκολη διαχείριση και επεξεργασία τους προκειμένου να προσφέρεται η δυνατότητα στο χρήστη για γρήγορη άντληση, ανανέωση και εξαγωγή δεδομένων και πληροφοριών.

Ο σωστός σχεδιασμός μιας βάσης δεδομένων, τη καθιστά ισχυρή και ευέλικτη, επιτρέποντας στο χρήστη να ταξινομήσει τα δεδομένα που εισάγει στο σύστημα με τον τρόπο που επιθυμεί, να τα επεξεργαστεί, να τα φιλτράρει και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα κριτήρια να ανακτήσει σε ελάχιστο χρόνο τις πληροφορίες που χρειάζεται, με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. Το πρόγραμμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων το οποίο χρησιμοποιείται για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής είναι η Microsoft Office Access 2007 (Microsoft 2007), η οποία είναι εύχρηστη, απλή και λειτουργική διαθέτοντας παράλληλα ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανάπτυξης εφαρμογών με σκοπό την αυτοματοποίηση των εργασιών.

#### **6.2.1. Βασικά Στοιχεία Βάσης Δεδομένων**

Τα βασικά στοιχεία για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων σε MS Access είναι :



### ➤ Πίνακες (Tables)

Οι πίνακες είναι το σπουδαιότερο αντικείμενο σε μια βάση δεδομένων, γιατί σε αυτούς αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα τα οποία διαχειρίζονται όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα της MS Access όπως οι φόρμες, οι εκθέσεις, τα ερωτήματα, οι μακροεντολές και οι λειτουργικές μονάδες. Κάθε πίνακας αποτελεί μια συλλογή δεδομένων που περιγράφουν ομοιοδή αντικείμενα, δηλαδή αντικείμενα που σχετίζονται με ένα μόνο θέμα, και αποτελείται από σειρές και στήλες. Κάθε στήλη ενός πίνακα αντιστοιχεί σε ένα πεδίο (field), περιέχοντας διαφορετικά είδη πληροφοριών για το ίδιο όμως θέμα και κάθε σειρά αντιστοιχεί σε μια εγγραφή (record) περιγράφοντας τις ιδιότητες μιας περίπτωσης του θέματος. Επειδή οι εγγραφές σε ένα πίνακα πρέπει να διαφέρουν τουλάχιστον ως προς ένα πεδίο για να είναι μοναδικές, η MS Access προσφέρει τη δυνατότητα για τον καθορισμό σε κάθε πίνακα ενός ή περισσοτέρων πρωτεύοντων στοιχείων (primary key) με τα οποία αποφεύγονται αυτόματα οι διπλοεγγραφές.

Προκειμένου μια βάση δεδομένων να είναι αποτελεσματική, πρέπει να περιέχει περισσότερους από ένα πίνακες και τα δεδομένα σε διαφορετικούς πίνακες να συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις που απορρέουν από τα κοινά τους πεδία. Αυτές οι λογικές συνδέσεις ανάμεσα στους πίνακες καλούνται σχέσεις (relationships) και μια σχέση μπορεί να είναι μονοσήμαντη στην περίπτωση που μια εγγραφή ενός πίνακα αντιστοιχεί σε παραπάνω από μια εγγραφή ενός άλλου πίνακα (ένα προς πολλά) ή αμφιμονοσήμαντη στην περίπτωση που μια εγγραφή ενός πίνακα αντιστοιχεί άμεσα σε μια εγγραφή ενός άλλου πίνακα (ένα προς ένα).

### ➤ Φόρμες (Forms)

Οι φόρμες αποτελούν ένα πιο εύχρηστο και φιλικό προς το χρήστη, γραφικό περιβάλλον για την καταχώρηση και την επεξεργασία των δεδομένων. Μια φόρμα είναι ουσιαστικά ένα παράθυρο στο οποίο ο χρήστης καλείται να εισαγάγει πληροφορίες στη βάση δεδομένων. Σε κάθε φόρμα εμφανίζονται συγκεντρωμένα τα στοιχεία που αφορούν κάθε εγγραφή ξεχωριστά και με την καταχώρηση των δεδομένων από το χρήστη, αυτόματα αποθηκεύονται στα κατάλληλα πεδία σε ένα ή περισσότερους πίνακες με τους οποίους η συγκεκριμένη φόρμα είναι άμεσα συνδεδεμένη.

Οι φόρμες χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να αποτρέπεται ο χρήστης να έρθει σε άμεση επαφή με τους πίνακες γιατί ενδέχεται να περιέχουν πολλά πεδία και εγγραφές, με αποτέλεσμα να

πανικοβληθεί από το μεγάλο όγκο δεδομένων. Για το λόγο αυτό οι φόρμες περιέχουν μόνο τα απολύτως απαραίτητα στοιχεία τα οποία θα πρέπει να καταχωρήσει ο χρήστης.

#### ➤ Ερωτήματα (Queries)

Αξιοποιώντας τα ερωτήματα, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη, θέτοντας τα κατάλληλα κριτήρια, να εντοπίσει, να φιλτράρει, να ταξινομήσει και να παρουσιάσει τα δεδομένα που επιθυμεί από μια βάση δεδομένων. Μπορούν να δημιουργηθούν ερωτήματα τα οποία ταξινομούν τις εγγραφές ενός πίνακα, δημιουργούν ένα νέο πίνακα από εγγραφές ενός άλλου πίνακα ή από συνδυασμό πεδίων διαφορετικών αλλά σχετιζόμενων μεταξύ τους πινάκων, προσθέτουν σε ένα πίνακα ένα νέο υπολογιζόμενο πεδίο το οποίο προκύπτει με πράξεις επί άλλων πεδίων, προσαρτούν στο τέλος ενός υπάρχοντα πίνακα εγγραφές ενός άλλου πίνακα και διαγράφουν μόνιμα εγγραφές από ένα πίνακα.

Το πιο ισχυρό χαρακτηριστικό ενός ερωτήματος είναι η ικανότητά του να συλλέγει μόνο εκείνες τις εγγραφές που ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια. Αυτό προσφέρει τη δυνατότητα για τη δημιουργία παραμετροποιημένων ερωτημάτων, μέσω των οποίων μπορούν να ζητηθούν τιμές όπως το άθροισμα, η μέση τιμή, η διασπορά, η μικρότερη και μεγαλύτερη τιμή κ.λπ. από ένα πεδίο τιμών σε ένα πίνακα.

#### ➤ Εκθέσεις (Reports)

Οι εκθέσεις αποτελούν ένα αποτελεσματικό τρόπο για την παρουσίαση και την εκτύπωση επιλεγμένων πληροφοριών από τους πίνακες και τα ερωτήματα μιας βάσης δεδομένων. Στις εκθέσεις, τα δεδομένα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε διάφορα επίπεδα, να καθοριστεί η διάταξή τους και να μορφοποιηθούν κατάλληλα, εισάγοντας εικόνες, τίτλους κ.λπ., κάνοντας το έγγραφο πιο ευπαρουσίαστο, με ποιότητα επαγγελματικού επιπέδου.

#### ➤ Σελίδες προσπέλασης δεδομένων

Οι σελίδες προσπέλασης (ή πρόσβασης) δεδομένων είναι ιστοσελίδες ειδικού τύπου οι οποίες επιτρέπουν την εξέταση και επεξεργασία δεδομένων μέσω ενός ενδοδικτύου ή του διαδικτύου (internet). Οι σελίδες αυτές αποθηκεύονται σε ξεχωριστά αρχεία και όχι μέσα στην ίδια βάση δεδομένων, είναι όμως άμεσα συνδεδεμένες με αυτήν. Η εργασία σε μια σελίδα προσπέλασης

δεδομένων μοιάζει πολύ με την άμεση εργασία σε ένα πίνακα ή σε μια φόρμα στην MS Access και δίνει τη δυνατότητα για εκτέλεση ερωτημάτων και την καταχώρηση δεδομένων σε φόρμες.

➤ **Μακροεντολές (Macro Commands)**

Οι μακροεντολές είναι ομάδες ενεργειών οι οποίες ακολουθούν μια συγκεκριμένη σειρά και επιτρέπουν την αυτοματοποίηση κάποιων διαδικασιών, προσφέροντας κάποια λειτουργία όπως το άνοιγμα μιας φόρμας ή η εκτέλεση ενός ερωτήματος. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με φόρμες και εκτελώντας μια μακροεντολή, εκτελούνται οι εντολές και οι ενέργειες που αυτή περιέχει, με τη σειρά που έχουν καταχωρηθεί από το χρήστη. Οι μακροεντολές είναι πολύτιμες για τη δημιουργία μιας αυτοματοποιημένης βάσης δεδομένων αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται απερίσκεπτα γιατί μπορεί να διαγράψουν δεδομένα από τη βάση δεδομένων. Για το λόγο αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό τους.

➤ **Λειτουργικές μονάδες (Modules)**

Οι λειτουργικές μονάδες είναι στοιχεία της βάσης δεδομένων στα οποία αποθηκεύεται ο κώδικας των προγραμμάτων που δημιουργούνται σε γλώσσα Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) και είναι ισχυρότερες από τις μακροεντολές. Η VBA είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου η οποία έχει αναπτυχθεί από την Microsoft με σκοπό τη δημιουργία εφαρμογών για Windows και διαθέτουν ένα σύνολο εντολών που χρησιμοποιείται ευρέως από τα προγράμματα του Microsoft Office και κατ'επέκταση από την Microsoft Access. Το πλεονέκτημα της VBA σε σχέση με τις μακροεντολές είναι ότι περιέχει πολύ μεγαλύτερο αριθμό εντολών με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολύ σύνθετες εργασίες όπως είναι το άνοιγμα ενός φύλλου εργασίας (worksheet) του MS Excel και η ανάκτηση δεδομένων από αυτό, τη στιγμή που οι μακροεντολές έχουν τη δυνατότητα να αυτοματοποιήσουν πολύ μικρότερο αριθμό ενεργειών.

### ***6.2.2. Κωδικοποίηση Δραστηριοτήτων Επισκευής Κτιρίων***

Για να καταστεί δυνατός ο σωστός σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, πρέπει να υπάρχει η σωστή κωδικοποίηση των δραστηριοτήτων επισκευής για κάθε κατηγορία στοιχείων και κάθε κατάσταση ζημιάς. Με τη διακριτοποίηση των δραστηριοτήτων επισκευής, προσφέρεται η ευελιξία έτσι ώστε σε κάθε ομάδα ομοειδών στοιχείων με την ίδια κατάσταση ζημιάς, να

ανατίθενται οι ίδιες δραστηριότητες, κάτι που απλοποιεί την αυτοματοποίηση της όλης διαδικασίας του χρονοπρογραμματισμού. Όπως έχει προαναφερθεί στο τέταρτο κεφάλαιο, τα υποστυλώματα, οι δοκοί και οι τοιχοπληρώσεις χαρακτηρίζονται από 5 καταστάσεις ζημιάς (καθόλου ζημιές, ελαφριές ζημιές, μέτριες ζημιές, σοβαρές ζημιές και πλήρης απώλεια) ενώ οι πόρτες και τα παράθυρα από τρεις καταστάσεις ζημιάς (καθόλου ζημιές, μέτριες ζημιές και πλήρης απώλεια). Οι δραστηριότητες επισκευής για κάθε κατηγορία στοιχείων έχουν παρουσιαστεί αναλυτικά στο τέταρτο κεφάλαιο και συγκεντρωτικά στον Πίνακα Β.2. Δίπλα από τις δραστηριότητες παρουσιάζονται οι κωδικοί τους, η επεξήγηση των οποίων γίνεται στον Πίνακα 6.1.

Ανεξαρτήτως των δραστηριοτήτων που αφορούν κάθε κατηγορία στοιχείων ξεχωριστά, καθορίζονται κάποιες δραστηριότητες οι οποίες είτε αφορούν το κτίριο, είτε κάθε όροφο του κτιρίου, ως ενιαίες μονάδες και όχι ως σύνολα ανεξάρτητων μεταξύ τους στοιχείων. Ως αποτέλεσμα αυτού καθορίζονται επιπλέον, οι ακόλουθες δραστηριότητες:

- Build001 - Τοποθέτηση σκαλωσιών περιμετρικά του κτιρίου.
- Build002 - Αφαίρεση σκαλωσιών περιμετρικά του κτιρίου.
- StoryX01 - Υποστύλωση ορόφου X.
- StoryX02 - Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου X.
- StoryX03 - Βάψιμο υποστυλωμάτων, δοκών και τοιχοπληρώσεων ορόφου X.
- StoryX04 - Καθαρισμός χώρου ορόφου X.
- StoryX05 - Γενικός εξοπλισμός ορόφου X.

Σημειώνεται ότι οι πίνακες στην παρούσα διατριβή παρουσιάζουν τις δραστηριότητες επισκευής οι οποίες απαιτούνται για την αποκατάσταση ενός διώροφου κτιρίου, δηλαδή κτιρίου το οποίο διαθέτει ισόγειο και πρώτο όροφο. Στην περίπτωση που η ανάλυση θα πραγματοποιηθεί για μονώροφο κτίριο, λαμβάνονται υπόψιν στην ανάλυση μόνο οι δραστηριότητες στις οποίες ο τριψήφιος κωδικός στην ταυτότητα τους, ξεκινά με ψηφίο 0 δηλ. 0xx. Αντιστοίχως, η ανάλυση για το τετραώροφο κτίριο, περιλαμβάνει τις ίδιες δραστηριότητες με ένα μονώροφο, αλλά οι δραστηριότητες για τους επιπλέον ορόφους έχουν τριψήφιο κωδικό στις ταυτότητες τους, το πρώτο ψηφίο του οποίου αντιστοιχεί στον όροφο όπου θα εκτελεστούν π.χ. εργασίες στον πρώτο όροφο, κωδικό 1xx, στον δεύτερο όροφο, κωδικό 2xx και στον τρίτο όροφο, κωδικό 3xx.

**Πίνακας 6.1.** Επεξήγηση κωδικών δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου.

<b>Ζημιά / Χρώμα</b>	<b>Δομικό Στοιχείο</b>	<b>Παράδειγμα Κωδικού</b>
G - πράσινο - ελαφριές ζημιές	col - υποστύλωμα	Gcol - υποστύλωμα με ελαφριές ζημιές
		Bcol - υποστύλωμα με πλήρη απώλεια
Y - κίτρινο - μέτριες ζημιές	beam - δοκός	Ycol - υποστύλωμα με μέτριες ζημιές
		Rcol - υποστύλωμα με σοβαρές ζημιές
R - κόκκινο - σοβαρές ζημιές	wall - τοιχοπλήρωση	Bcol - υποστύλωμα με πλήρη απώλεια
		Gbeam - δοκός με ελαφριές ζημιές
B - μαύρο - πλήρης απώλεια	door - πόρτα	Ybeam - δοκός με μέτριες ζημιές
		Rbeam - δοκός με σοβαρές ζημιές
	wind - παράθυρο	Bbeam - δοκός με πλήρη απώλεια
		Gwall - τοιχοπλήρωση με ελαφριές ζημιές
		Ywall - τοιχοπλήρωση με μέτριες ζημιές
		Rwall - τοιχοπλήρωση με σοβαρές ζημιές
		Bwall - τοιχοπλήρωση με πλήρη απώλεια
		Ydoor - πόρτα με μέτριες ζημιές
		Bdoor - πόρτα με πλήρη απώλεια
		Ywind - παράθυρο με μέτριες ζημιές
		Bwind - παράθυρο με πλήρη απώλεια

### 6.2.3. Σχεδιασμός Πινάκων Βάσης Δεδομένων

Για την επεξεργασία των δεδομένων σχετικά με τις ζημιές που έχουν πάθει τα μέλη κάθε κτιρίου όπως προκύπτουν από την ανάλυση του Matlab και της επιμέτρησης ποσοτήτων όπως προκύπτει από το τρισδιάστατο μοντέλου κάθε κτιρίου στο ArchiCAD, δημιουργείται μια βάση δεδομένων σε Microsoft Access. Αυτή η βάση δεδομένων σε συνδυασμό με το πρόγραμμα χρονοπρογραμματισμού MS Project, θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας που απαιτείται για να πραγματοποιηθούν οι ενέργειες αποκατάστασης κάθε κτιρίου μετά από κάθε σενάριο σεισμού. Σε πρώτο στάδιο, δημιουργούνται οι κατάλληλοι πίνακες οι οποίοι είτε είναι ήδη αποθηκευμένοι στα αρχεία τα οποία εξάγονται από το Matlab και το ArchiCAD, είτε δημιουργούνται στην Access με νέα δεδομένα και στη συνέχεια αφού συνδυαστούν με τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα (π.χ. πόροι κ.λπ.). Επίσης δημιουργούνται πίνακες στους οποίους εισάγονται ως δεδομένα, τα αποτελέσματα με τον χρονοπρογραμματισμό επισκευών κάθε κτιρίου στο MS Project. Συγκεκριμένα, δημιουργούνται οι ακόλουθοι πίνακες:

➤ Πίνακας Γεωμετρικών Ιδιοτήτων και Επιμέτρησης Ποσοτήτων Μελών Κτιρίου

Ο Πίνακας Γεωμετρικών Ιδιοτήτων και Επιμέτρησης Ποσοτήτων Μελών Κτιρίου “T\_ARCHICAD\_ELEMENT\_DATA” εισάγεται στο MS Access, από το τρισδιάστατο (3D) μοντέλο του κτιρίου που έχει δημιουργηθεί στο ArchiCAD και περιέχει τις γεωμετρικές ιδιότητες με την επιμέτρηση μελών για όλα τα υπό μελέτη δομικά στοιχεία του κτιρίου (υποστυλώματα, δοκούς, τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα). Στον πίνακα αυτό καθορίζονται πεδία (fields) στα οποία εισάγονται όλα τα στοιχεία με την ταυτότητα τους “element\_ID”, τον τύπο “element\_type”, τον όροφο στον οποίο βρίσκονται “floor\_story” και τις γεωμετρικές ιδιότητες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιμέτρηση των επιμέρους ποσοτήτων κάθε ομάδας στοιχείων σε κάθε κατάσταση ζημιάς, καθώς βάσει αυτών θα εκτιμηθεί η χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας επισκευής του κτιρίου. Αυτές οι ιδιότητες είναι η οριζόντια επιφάνεια “area”, η κάθετη επιφάνεια “surface”, ο όγκος “volume”, το ύψος “height”, το πλάτος “width”, η περίμετρος “perimeter”, το μήκος “length”, η κάτω επιφάνεια “bottom surface”, η πλευρική επιφάνεια “edge surface” και το πάχος “thickness”.

Ως πρωτεύον στοιχείο (primary key), τίθεται η ταυτότητα του κάθε στοιχείου, κάτι που τα καθιστά μοναδικά στο χώρο αλλά και στη βάση δεδομένων. Για κάθε ομάδα στοιχείων αναπαράγονται οι γεωμετρικές ιδιότητες οι οποίες είναι σημειωμένες με “x” στον Πίνακα 6.2. Σημειώνεται ότι το πεδίο “surface” στην περίπτωση των πλακών αξιοποιείται στην περίπτωση που απαιτείται να υπολογιστεί η εξωτερική επιφάνεια των ορόφων του κτιρίου όπως για παράδειγμα στις δραστηριότητες τοποθέτησης και καθαίρεσης των κριωμάτων (σκαλωσιών). Η στήλη “Data\_Type” δηλώνει το είδος του στοιχείου που εισάγεται σε κάθε πεδίο και συγκεκριμένα εάν στο πεδίο εισάγεται κείμενο (text), αριθμός (number), ημερομηνία (date/time), τιμή κόστους (currency) κ.λπ. Οι πίνακες γεωμετρικών ιδιοτήτων των δομικών στοιχείων για τα έξι υπό μελέτη κτίρια παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

**Πίνακας 6.2.** Πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων και επιμέτρησης ποσοτήτων μελών κτιρίου “T\_ARCHICAD\_ELEMENT\_DATA”.

Primary key	Field Name	Data Type	Column	Beam	Wall	Door	Window	Slab
☒	ELEMENT_ID	Text	x	x	x	x	x	x
	ELEMENT_TYPE	Text	x	x	x	x	x	x
	FLOOR_STORY	Text	x	x	x	x	x	x

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>	<i>Column</i>	<i>Beam</i>	<i>Wall</i>	<i>Door</i>	<i>Window</i>	<i>Slab</i>
	AREA	Number						x
	SURFACE	Number	x	x	x	x	x	x
	VOLUME	Number	x	x				
	HEIGHT	Number	x	x	x	x	x	
	WIDTH	Number		x		x	x	
	PERIMETER	Number	x	x				
	LENGTH	Number		x	x			
	BOTTOM_SURFACE	Number		x				
	EDGE_SURFACE	Number		x				
	THICKNESS	Number			x			x

➤ Πίνακας Ταυτοτήτων Δραστηριοτήτων

Ο Πίνακας Ταυτοτήτων Δραστηριοτήτων “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_ID” (Πίνακας Γ.1) δημιουργείται στο MS Access και περιέχει ουσιαστικά την αύξουσα αρίθμηση των δραστηριοτήτων, προκειμένου αυτές να αναγνωρίζονται ως μοναδικές από το MS Project. Συγκεκριμένα για κάθε δραστηριότητα, πέρα από την ταυτότητα “activity\_id” και το όνομα “activity\_name”, καθορίζεται ο μοναδικός αριθμός “activity\_number”, πεδίο το οποίο τίθεται και ως το πρωτεύον στοιχείο (Πίνακας 6.3).

**Πίνακας 6.3.** Πίνακας ταυτοτήτων δραστηριοτήτων “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_ID”.

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>
☒	ACTIVITY_NUMBER	Number
	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text

➤ Πίνακας Σχέσεων Δραστηριοτήτων

Ο Πίνακας Σχέσεων Δραστηριοτήτων “T\_ACTIVITY\_RELATIONS” (Πίνακας Γ.2) δημιουργείται στο MS Access και περιέχει πληροφορίες για τη σειρά με την οποία θα διεξαχθούν οι δραστηριότητες για την επισκευή του κτιρίου. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τις προαπαιτούμενες δραστηριότητες κάθε δραστηριότητας με την ταυτότητα “predecessor\_activity\_id” και το όνομά τους “predecessor\_activity\_name”, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών δραστηριοτήτων “lag”, εάν και όποτε καταστεί αυτό

αναγκαίο να γίνει, όπως επίσης και τη σχέση “relation” που συνδέει δύο δραστηριότητες μεταξύ τους δηλ. εάν ξεκινούν και οι δύο μαζί (Start to Start, SS), εάν η μία πρέπει να ξεκινήσει για να ολοκληρωθεί η άλλη (Start to Finish, SF), εάν η μία πρέπει να ολοκληρωθεί για να μπορεί να ξεκινήσει η επόμενη (Finish to Start, FS) ή εάν πρέπει να ολοκληρωθούν και οι δύο ταυτόχρονα (Finish to Finish, FF). Ως πρωτεύον στοιχείο, τίθεται ο συνδυασμός ταυτότητας δραστηριότητας “activity\_id” με την ταυτότητα της προαπαιτούμενης της δραστηριότητας “predecessor\_activity\_id” (Πίνακας 6.4). Για καλύτερη κατανόηση ο πίνακας αυτός παρουσιάζεται διαγραμματικά στο Σχήμα 6.1.

Σημειώνεται ότι τα χρονικά διαστήματα που έχουν προκαθοριστεί για την καθυστέρηση της έναρξης κάποιων δραστηριοτήτων, αφού ολοκληρωθούν οι προαπαιτούμενες τους (lag), π.χ. η αφαίρεση των καλουπιών αφού γίνει έγχυση σκυροδέματος σε υποστυλώματα και δοκούς, είναι καθαρά ενδεικτικά και δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη, ανά πάσα στιγμή να τα διαφοροποιήσει ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα όπως για παράδειγμα τις τεχνικές προδιαγραφές των υλικών που χρησιμοποιούνται, τους εκάστοτε περιορισμούς που τίθενται από εργολάβους ή/και ιδιοκτήτες κ.λπ.

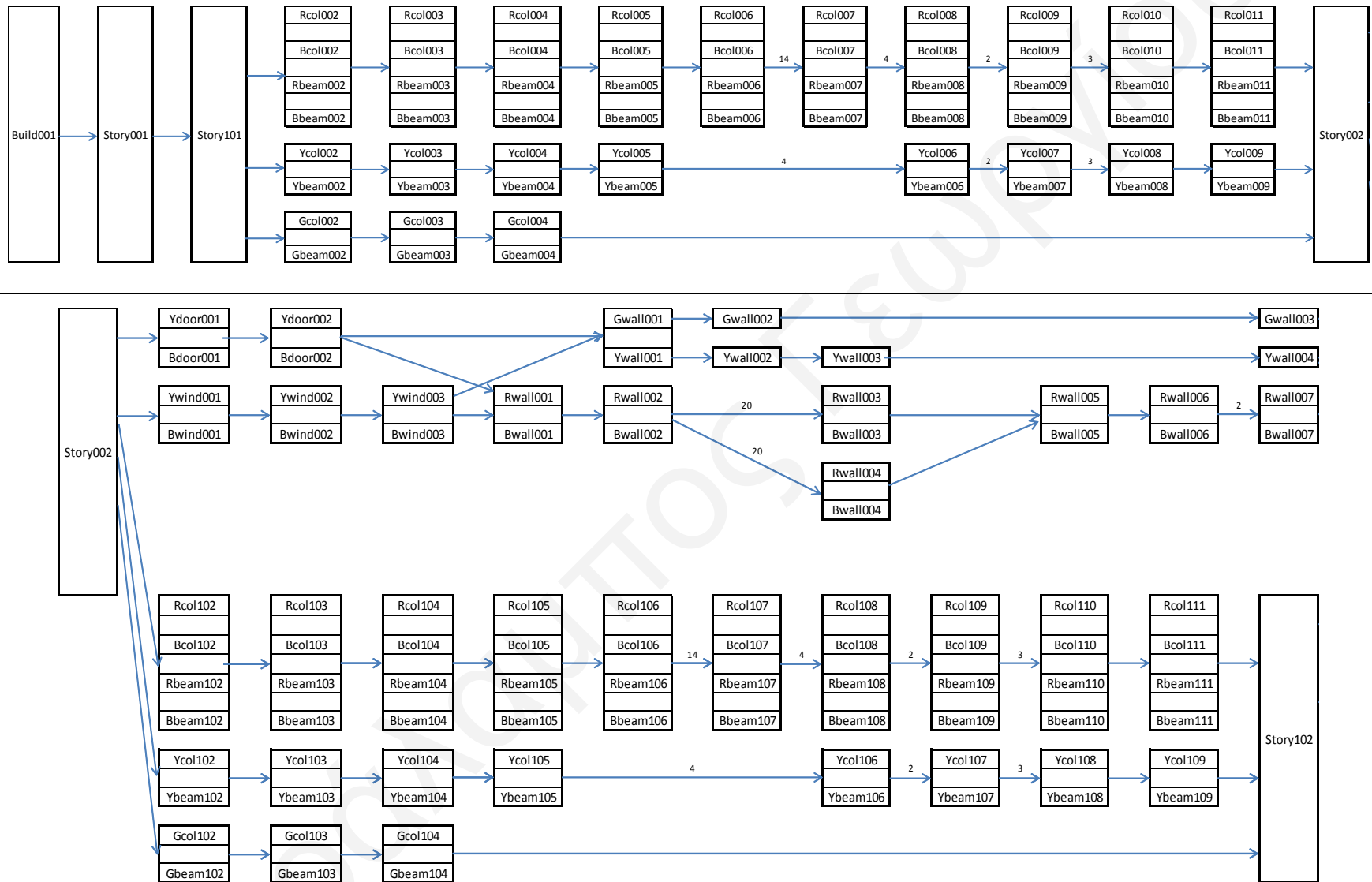
**Πίνακας 6.4.** Πίνακας σχέσεων δραστηριοτήτων “T\_ACTIVITY\_RELATIONS”.

<b>Primary key</b>	<b>Field Name</b>	<b>Data Type</b>
F	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text
F	PREDECESSOR_ACTIVITY_ID	Text
	PREDECESSOR_ACTIVITY_NAME	Text
	RELATION	Text
	LAG	Number

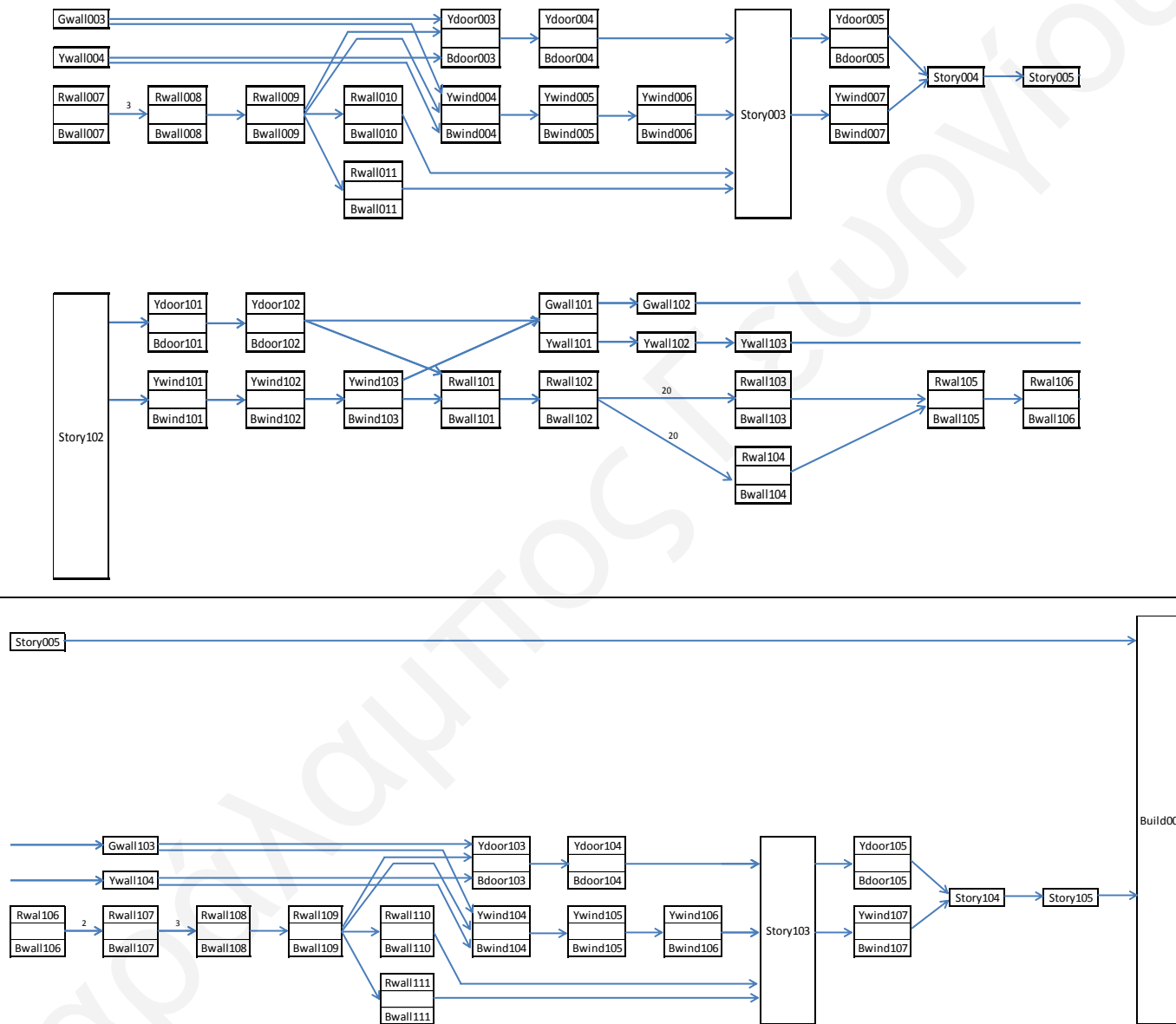
➤ Πίνακας Πόρων

Ο Πίνακας Πόρων “T\_RESOURCES” (Πίνακας Γ.3.) δημιουργείται στο MS Access, και περιέχει πληροφορίες σχετικά με τους πόρους (resources) που θα χρησιμοποιηθούν για την επισκευή του κτιρίου. Κάθε πόρος χαρακτηρίζεται από μια μοναδική ταυτότητα “resource\_id” και όνομα “resource\_name” και στον πίνακα καθορίζεται το είδος κάθε πόρου “resource\_type” δηλ. αν αφορά εργατικά (labor) ή μηχανήματα (equipment), το κόστος κάθε πόρου





Σχήμα 6.1. Προαπαιτούμενες Δραστηριότητες.



Σχήμα 6.1. Προαπαιτούμενες Δραστηριότητες (συνέχεια).

“resource\_cost” και αν αυτό είναι ωριαίο, μηνιαίο κ.λπ. “unit\_of\_measure”. Το πεδίο το οποίο τίθεται ως το πρωτεύον στοιχείο είναι η ταυτότητα κάθε πόρου (Πίνακας 6.5).

**Πίνακας 6.5.** Πίνακας πόρων “T\_RESOURCES”.

<b>Primary key</b>	<b>Field Name</b>	<b>Data Type</b>
F	RESOURCE_ID	Text
	RESOURCE_NAME	Text
	FULL_RESOURCE_NAME	Text
	RESOURCE_TYPE	Text
	RESOURCE_COST	Currency
	UNIT_OF_MEASURE	Text

➤ Πίνακας Συνεργείων

Ο Πίνακας Συνεργείων “T\_CREWS” (Πίνακας Γ.4) δημιουργείται στο MS Access, και περιέχει πληροφορίες σχετικά με τα συνεργεία (crews) και τους πόρους (resources) που περιλαμβάνει κάθε συνεργείο. Κάθε συνεργείο χαρακτηρίζεται από μια μοναδική ταυτότητα “crew\_id” και όνομα “crew\_name” και στον πίνακα καθορίζονται οι πόροι (“resource\_id” και “resource\_name”) και ο αριθμός των πόρων “resource\_quantity” που περιλαμβάνει κάθε συνεργείο. Τα πεδία τα οποία τίθενται ως πρωτεύοντα στοιχεία είναι η ταυτότητα κάθε συνεργείου και η ταυτότητα κάθε πόρου (Πίνακας 6.6) .

**Πίνακας 6.6.** Πίνακας συνεργείων “T\_CREWS”.

<b>Primary key</b>	<b>Field Name</b>	<b>Data Type</b>
F	CREW_ID	Text
	CREW_NAME	Text
F	RESOURCE_ID	Text
	RESOURCE_NAME	Text
	RESOURCE_QUANTITY	Text

➤ Πίνακας Κατηγοριών Εργασιών

Ο Πίνακας Κατηγοριών Εργασιών “T\_CSI” (Πίνακας Γ.5) δημιουργείται στο MS Access, και περιέχει τις κύριες κατηγορίες εργασιών (Construction Structure Item, CSI) οι οποίες εκτελούνται από τα επιμέρους συνεργεία π.χ. τοποθέτηση/καθαίρεση ξυλότυπου,

τοποθέτηση/καθαίρεση οπλισμού σιδεροσύνδεσης, διάστρωση σκυροδέματος, εγκατάσταση/καθαίρεση πορτών και παραθύρων κ.λπ. Στον πίνακα αυτό, κάθε κατηγορία εργασιών χαρακτηρίζεται από μια μοναδική ταυτότητα “csi\_id” και όνομα “csi\_name” και καθορίζεται το συνεργείο το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκτέλεσή τους (“crew\_id” και “crew\_name”) με την αντίστοιχη παραγωγικότητα “productivity” στις σωστές μονάδες μέτρησης “workunits”. Ανάλογα με την γεωμετρική ιδιότητα / επιμέτρηση ποσοτήτων των δομικών στοιχείων που περιλαμβάνει η κάθε κατηγορία εργασιών και βάσει της οποίας, σε συνδυασμό με την παραγωγικότητα των συνεργείων, θα υπολογιστεί η διάρκεια επισκευής τους, λαμβάνεται η κατάλληλη ποσότητα “quantity\_to\_use”. Για παράδειγμα, για το γενικό καθαρισμό του χώρου / εργοταξίου λαμβάνεται η οριζόντια επιφάνεια (area), για την εγκατάσταση/καθαίρεση των πορτών και των παραθύρων λαμβάνεται η κάθετη επιφάνεια (surface) και για τη σκυροδέτηση υποστρωμάτων και δοκών λαμβάνεται ο όγκος (volume). Η στήλη με τον συντελεστή κλιμάκωση “scale\_factor” χρησιμεύει στην περίπτωση δραστηριοτήτων οι οποίες περιλαμβάνουν στοιχεία των οποίων η ποσότητα δεν μπορεί να καθοριστεί στο τρισδιάστατο μοντέλο. Συγκεκριμένα, λόγω του ότι στο μοντέλο δεν μπορεί να προσομοιωθεί ο οπλισμός που τοποθετείται στο σκυρόδεμα, για τον υπολογισμό του οπλισμού, πολλαπλασιάζεται ο όγκος του σκυροδέματος με αυτό τον συντελεστή κλιμάκωσης, προκειμένου να μετατραπεί σε μονάδες βάρους, στις μονάδες μέτρησης του οποίου βασίζεται η παραγωγικότητα του συνεργείου που είναι υπεύθυνο για την τοποθέτηση / καθαίρεση του. Ως πρωτεύον στοιχείο τίθεται το πεδίο με την ταυτότητα κάθε κατηγορίας εργασιών (Πίνακας 6.7).

**Πίνακας 6.7.** Πίνακας κατηγοριών εργασιών “T\_CSI”.

<b>Primary key</b>	<b>Field Name</b>	<b>Data Type</b>
☒	CSI_ID	Text
	CSI_NAME	Text
	CREW_ID	Text
	CREW_NAME	Text
	QUANTITY_TO_USE	Text
	SCALE_FACTOR	Number
	PRODUCTIVITY	Number
	WORKUNITS	Text

➤ Πίνακας Συνεργείων Δραστηριοτήτων

Ο Πίνακας Συνεργείων Δραστηριοτήτων “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_CREWS” (Πίνακας Γ.6) δημιουργείται στο Matlab, και συσχετίζει κάθε δραστηριότητα (“activity\_id” και “activity\_name”) με την κατηγορία εργασιών (“csi\_id” και “csi\_name”) στην οποία εμπίπτει και το συνεργείο με τους πόρους το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκτέλεσή της (“crew\_id”, “crew\_name” και “crew\_resources”). Σε μια δραστηριότητα μπορούν να ανατεθούν περισσότερα από ένα “ομοειδή” συνεργεία στο πεδίο με το αριθμό συνεργείων “crew\_quantity”. Ως πρωτεύον στοιχείο, τίθεται η ταυτότητα κάθε δραστηριότητας (Πίνακας 6.8).

**Πίνακας 6.8.** Πίνακας συνεργείων δραστηριοτήτων “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_CREWS”.

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>
☒	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text
	CSI_ID	Text
	CSI_NAME	Text
	CREW_ID	Text
	CREW_NAME	Text
	CREW_QUANTITY	Number
	CREW_RESOURCES	Text
	WORKUNITS	Text

➤ Πίνακας Κατηγοριοποίησης Στοιχείων Κτιρίου

Ο Πίνακας Κατηγοριοποίησης Στοιχείων Κτιρίου “T\_ELEMENT\_WBS” δημιουργείται στο MS Access και περιέχει ουσιαστικά την κατηγοριοποίηση “wbs\_category” των δομικών στοιχείων του κτιρίου (“element\_id” και “element\_name”), ανάλογα με τον όροφο στον οποίο βρίσκονται “floor\_story”, το είδος τους “type”, τη ζημιά που έχουν πάθει “damage” και το χρώμα ζημιάς τους “color”. Το πεδίο το οποίο τίθεται ως το πρωτεύον στοιχείο είναι η ταυτότητα κάθε στοιχείου (Πίνακας 6.9). Τα χαρακτηριστικά αυτά εξάγονται για κάθε δομικό στοιχείο από την ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στο Matlab. Βάσει της κατηγοριοποίησης η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.2 και πραγματοποιείται στο πρόγραμμα “element\_wbs”, ανατίθεται σε κάθε δομικό στοιχείο ο τριψήφιος κωδικός ζημιάς του. Στον Πίνακα Γ.7 παρουσιάζεται

ενδεικτικά η κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων του κτιρίου ID1001, για επίπεδο έντασης  $S_a=0.5g$ .

**Πίνακας 6.9.** Πίνακας κατηγοριοποίησης στοιχείων κτιρίου "T\_ELEMENT\_WBS".

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>
F	ELEMENT_ID	Text
	ELEMENT_TYPE	Text
	FLOOR_STORY	Text
	DAMAGE	Text
	COLOR	Text
	WBS_CATEGORY	Text

➤ Πίνακας Κατηγοριοποίησης Δραστηριοτήτων

Ο Πίνακας Κατηγοριοποίησης Δραστηριοτήτων "T\_ACTIVITY\_WBS" (Πίνακας Γ.8). δημιουργείται στο MS Access και περιέχει ουσιαστικά την κατηγοριοποίηση ("wbs\_category" και "wbs\_code") των δραστηριοτήτων ("activity\_id" και "activity\_name"), ανάλογα με τον τύπο "type" των δομικών στοιχείων που περιλαμβάνουν, τον όροφο στον οποίο βρίσκονται "floor\_story", τη ζημιά που έχουν πάθει "damage" και το χρώμα ζημιάς τους "color". Το πεδίο το οποίο τίθεται ως το πρωτεύον στοιχείο είναι ο κωδικός "wbs\_code" (Πίνακας 6.10).

**Πίνακας 6.10.** Πίνακας κατηγοριοποίησης δραστηριοτήτων "T\_ACTIVITY\_WBS".

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>
F	FLOOR_STORY	Text
	ELEMENT_TYPE	Text
	DAMAGE	Text
	COLOR	Text
	WBS_CATEGORY	Text
	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text
	WBS_CODE	Text

➤ Πίνακας Πληροφοριών Δραστηριοτήτων

Ο Πίνακας Πληροφοριών Δραστηριοτήτων “ T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_DATA ” εισάγεται στο MS Access από το MS Project, μέσω μακροεντολών, για τις οποίες γίνεται εκτενής αναφορά στη συνέχεια, και περιέχει πληροφορίες για όλες τις δραστηριότητες οι οποίες θα πραγματοποιηθούν για την επισκευή του κτιρίου. Κάθε δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από μια μοναδική ταυτότητα “activity\_id” και όνομα “activity\_name” και στον πίνακα αυτό καθορίζονται η συνολική “original\_duration” και εναπομένουσα “remaining\_duration” διάρκεια κάθε δραστηριότητας, η νωρίτερη ημερομηνία έναρξης “early\_start” και λήξης “early\_finish” κάθε δραστηριότητας, η αργότερη ημερομηνία έναρξης “late\_start” και λήξης “late\_finish” κάθε δραστηριότητας, το χρονικό περιθώριο μου μπορεί να καθυστερήσει μια δραστηριότητα χωρίς να επηρεάζει τη συνολική διάρκεια του έργου “total\_float” και το χρονικό περιθώριο μου μπορεί να καθυστερήσει μια δραστηριότητα χωρίς να επηρεάζει τις επακόλουθες σχετιζόμενες με αυτή δραστηριότητες “free\_float”. Ως πρωτεύον στοιχείο, τίθεται η ταυτότητα κάθε δραστηριότητας. (Πίνακας 6.11). Τα πεδία στον πίνακα συμπληρώνονται αφού πραγματοποιηθεί ο χρονοπρογραμματισμός των επισκευών του κτιρίου στο MS Project, παρουσιάζοντας τις ημερομηνίες έναρξης και λήξης των εργασιών επισκευής και δηλώνοντας ουσιαστικά τη χρονική διάρκεια αποκατάστασης του κτιρίου.

**Πίνακας 6.11.** Πίνακας πληροφοριών δραστηριοτήτων “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_DATA”.

<i>Primary key</i>	<i>Field Name</i>	<i>Data Type</i>
☒	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text
	ORIGINAL_DURATION	Text
	REMAINING_DURATION	Text
	EARLY_START	Date / Time
	EARLY_FINISH	Date / Time
	LATE_START	Date / Time
	LATE_FINISH	Date / Time
	TOTAL_FLOAT	Text
	FREE_FLOAT	Text

➤ Πίνακας Κόστους Πόρων

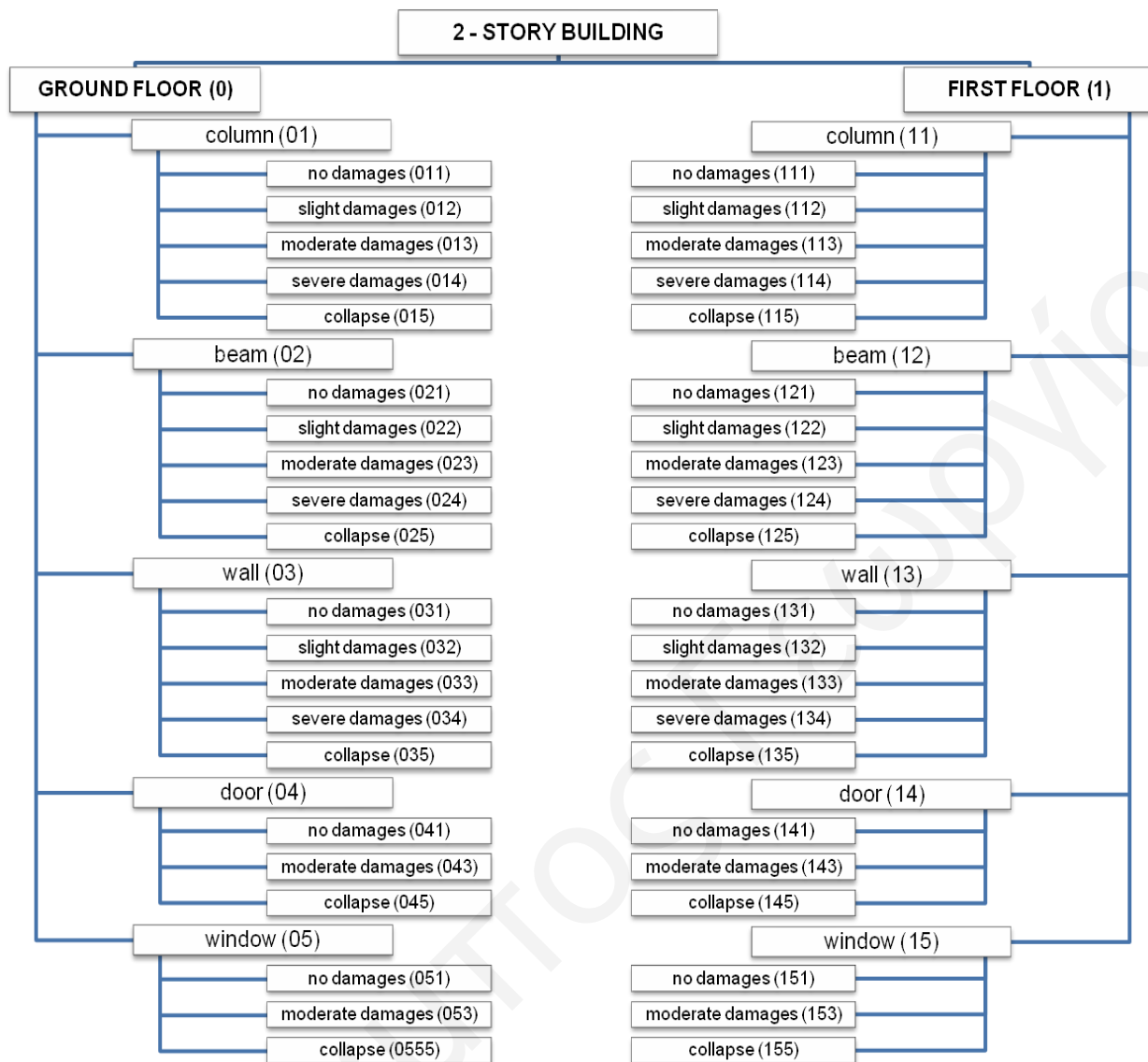
Ο Πίνακας Κόστους Πόρων "T\_MSPROJECT\_RESOURCE\_COST\_WORKHOURS" εισάγεται στο MS Access από το MS Project, και παρουσιάζει τους πόρους "resources", το συνολικό κόστος πόρων "total\_resource\_cost" και τις συνολικές εργατοώρες των πόρων "total\_resource\_work\_hours" κάθε δραστηριότητας ("activity\_id" και "activity\_name"). Ως πρωτεύον στοιχείο, τίθεται η ταυτότητα κάθε δραστηριότητας (Πίνακας 6.12). Τα πεδία αυτά συμπληρώνονται αφού ολοκληρωθεί ο χρονοπρογραμματισμός στο MS Project και παρουσιάζουν ουσιαστικά την κατανομή των πόρων και του κόστους ανά δραστηριότητα.

**Πίνακας 6.12.** Πίνακας κόστους πόρων "T\_MSPROJECT\_RESOURCE\_COST\_WORKHOURS".

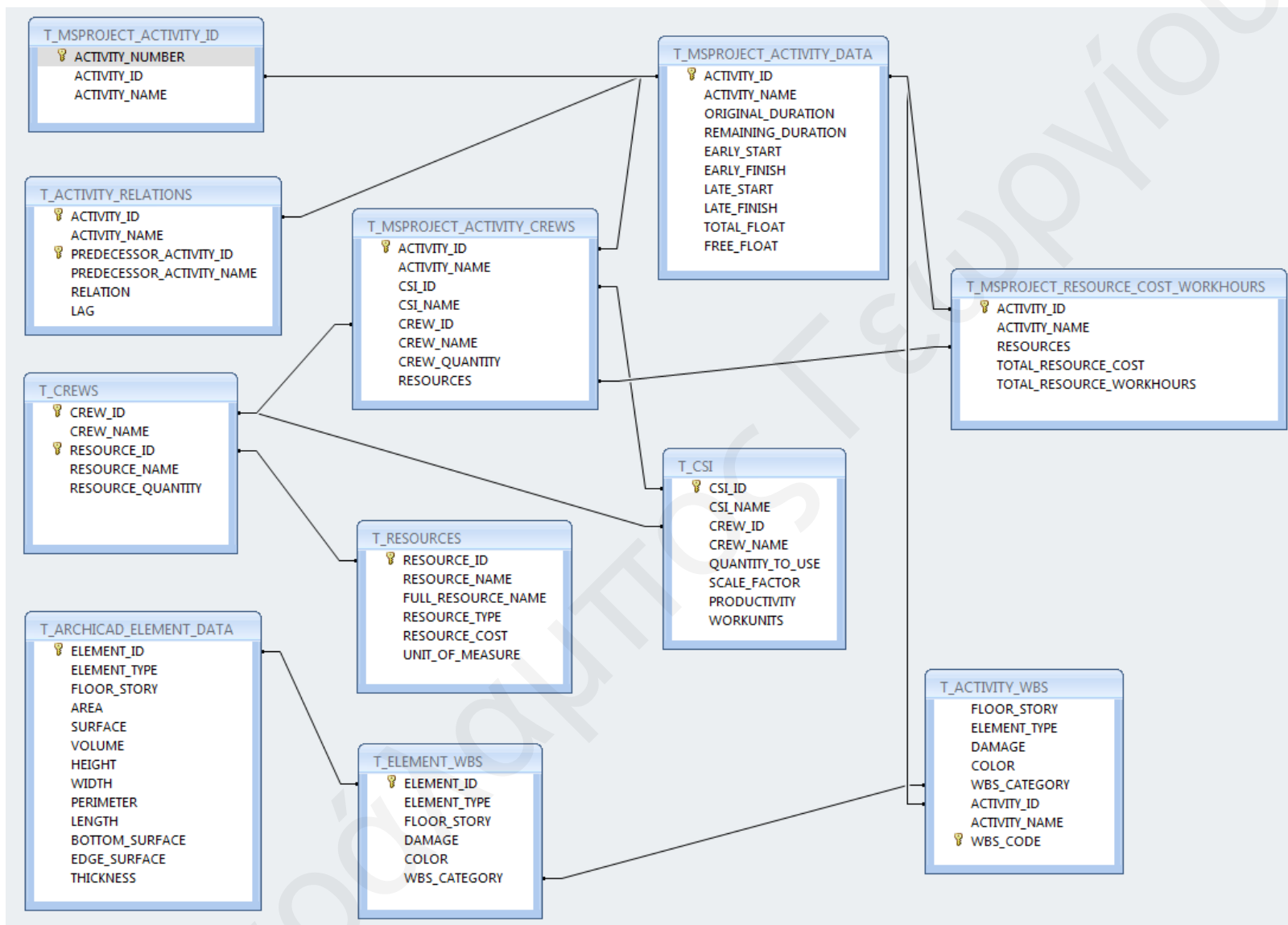
<b>Primary key</b>	<b>Field Name</b>	<b>Data Type</b>
F	ACTIVITY_ID	Text
	ACTIVITY_NAME	Text
	RESOURCES	Text
	TOTAL_RESOURCE_COST	Currency
	TOTAL_RESOURCE_WORK_HOURS	Text

Στο Σχήμα 6.3, παρουσιάζονται οι σχέσεις (relationships) μεταξύ των πινάκων όπως συνδέονται στο MS Access.





Σχήμα 6.2. Κατηγοριοποίηση δομικών στοιχείων αναλόγως ζημιάς.



Σχήμα 6.3. Σχέσεις πινάκων στο MS Access.

#### 6.2.4. Σχεδιασμός Ερωτημάτων και Μακροεντολών Βάσης Δεδομένων

Για τον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας επισκευής ξεχωριστά αλλά και της επισκευής του κτιρίου στο σύνολό της, σχεδιάζονται τα κατάλληλα ερωτήματα (queries) τα οποία εκτελούνται μέσω συγκεκριμένων μακροεντολών (macro commands).

Μέσω της εντολής “M\_IMPORT\_ARCHICAD\_ELEMENT\_DATA”, εισάγεται στο MS Access ο πίνακας με τις γεωμετρικές ιδιότητες και την επιμέτρηση ποσοτήτων των δομικών στοιχείων, όπως αυτός εξάγεται από το τρισδιάστατο μοντέλο κάθε κτιρίου στο ArchiCAD. Ο πίνακας αυτός εισάγεται αυτόματα στα πεδία του Πίνακα “T\_ARCHICAD\_ELEMENT\_DATA”, για τον οποίο έγινε εκτενής αναφορά στο υποκεφάλαιο 6.2.1.

Βάσει του ερωτήματος “Q\_MAPPING” (Πίνακας 6.13), κάθε δομικό στοιχείο του κτιρίου (element) συνδέεται με όλες τις δραστηριότητες (activities) οι οποίες θα πραγματοποιηθούν για την επισκευή του. Αυτό γίνεται μέσω του κοινού πεδίου “WBS\_CATEGORY” των πινάκων “T\_ELEMENT\_WBS” και “T\_ACTIVITY\_WBS”. Επιπλέον βάσει των κοινών πεδίων των Πινάκων “T\_ACTIVITY\_WBS”, “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_CREWS” και “T\_CSI”, το κάθε στοιχείο μέσω των δραστηριοτήτων που είναι υπεύθυνες για την επισκευή του, αντιστοιχίζεται με τις κατηγορίες εργασιών (CSI\_ID), τη ποσότητα (quantity to use) και το συντελεστή κλιμάκωσης (scale\_factor) που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της διάρκειας επισκευής του.

Στη συνέχεια, βάσει του ερωτήματος “Q\_ACTIVITY\_BOQ” (Πίνακας 6.14), σε κάθε δραστηριότητα ανατίθεται το συνεργείο που είναι υπεύθυνο για την εκτέλεσή της και συναθροίζονται οι ποσότητες οριζόντιας επιφάνειας “area”, κάθετης επιφάνειας “surface” και όγκου “volume” των στοιχείων που περιλαμβάνει, ανάλογα με τον όροφο (floor-story), το είδος (type) και τη ζημιά (damage) που έχουν πάθει.

Αξιοποιώντας τα ερωτήματα “Q\_AREA” (Πίνακας 6.15), “Q\_SURFACE” (Πίνακας 6.16) και “Q\_VOLUME” (Πίνακας 6.17), οι δραστηριότητες διαχωρίζονται σε τρεις πίνακες με κριτήριο τη ποσότητα (οριζόντια επιφάνεια, κάθετη επιφάνεια ή όγκος) η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την επιμέτρηση των στοιχείων, για την επισκευή των οποίων είναι υπεύθυνες. Η διάρκεια κάθε δραστηριότητας υπολογίζεται βάσει της σχέσης 2.40, ως το γινόμενο της συνολικής ποσότητας των δομικών στοιχείων σε όρους οριζόντιας επιφάνειας “area”, κάθετης επιφάνειας “surface” και

όγκου “volume”, επί το συντελεστή κλιμάκωσης (scale factor) διά του γινομένου της παραγωγικότητας του συνεργείου επί τον αριθμό των συνεργείων. Ακολούθως, οι τρεις αυτοί πίνακες ενοποιούνται σε ένα κοινό πίνακα μέσω του ερωτήματος “Q\_UNION\_AREA\_SURFACE\_VOLUME” (Πίνακας 6.18).

Μέσω του ερωτήματος “Q\_ACTIVITY\_DURATIONS” (Πίνακας 6.19), απομονώνονται σε ένα πίνακα οι δραστηριότητες με το όνομα, την ταυτότητα και τη διάρκειά τους και μέσω της εντολής “M\_EXPORT\_ACTIVITY\_DURATIONS” εξάγεται ο πίνακας αυτός σε μορφή φύλλου εργασίας excel προκειμένου να εισαχθεί στο MS Project για το χρονοπρογραμματισμό των επισκευών.

Αφού πραγματοποιηθεί ο χρονοπρογραμματισμός στο MS Project και υπολογιστούν οι νωρίτερες και αργότερες ημερομηνίες έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων όπως επίσης και το χρονικό περιθώριο που μπορούν να καθυστερήσουν χωρίς να προκαλέσουν καθυστέρηση του έργου, εξάγεται ο σχετικός πίνακας σε μορφή φύλλου εργασίας excel. Μέσω της μακροεντολής “M\_IMPORT\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_DATA”, εισάγεται αυτόματα ο πίνακας με τις ημερομηνίες αυτές, στα πεδία του Πίνακα “T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_DATA”, για τον οποίο έγινε εκτενής αναφορά στο υποκεφάλαιο 6.2.3.

**Πίνακας 6.13.** Ερώτημα “Q\_MAPPING”.

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ELEMENT_ID	SELECT T_ELEMENT_WBS.ELEMENT_ID, T_ELEMENT_WBS.ELEMENT_TYPE,
ELEMENT_TYPE	T_ELEMENT_WBS.WBS_CATEGORY, T_ACTIVITY_WBS.ACTIVITY_ID,
WBS_CATEGORY	T_ACTIVITY_WBS.ACTIVITY_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CSI_ID,
ACTIVITY_ID	T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CSI_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_ID,
ACTIVITY_NAME	T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_QUANTITY,
CSI_ID	T_CSI.QUANTITY_TO_USE, T_CSI.SCALE_FACTOR
CSI_NAME	FROM (T_ACTIVITY_WBS INNER JOIN T_ELEMENT_WBS ON
CREW_ID	T_ACTIVITY_WBS.WBS_CATEGORY=T_ELEMENT_WBS.WBS_CATEGORY) INNER JOIN (T_CSI INNER
CREW_NAME	JOIN T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS ON T_CSI.CSI_ID=T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CSI_ID) ON
QUANTITY_TO_USE	T_ACTIVITY_WBS.ACTIVITY_ID=T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.ACTIVITY_ID
SCALE_FACTOR	GROUP BY T_ELEMENT_WBS.ELEMENT_ID, T_ELEMENT_WBS.ELEMENT_TYPE,
	T_ELEMENT_WBS.WBS_CATEGORY, T_ACTIVITY_WBS.ACTIVITY_ID,
	T_ACTIVITY_WBS.ACTIVITY_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CSI_ID,
	T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CSI_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_ID,
	T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_NAME, T_MSPROJECT_ACTIVITY_CREWS.CREW_QUANTITY,
	T_CSI.QUANTITY_TO_USE, T_CSI.SCALE_FACTOR;

**Πίνακας 6.14.** Ερώτημα “Q\_ACTIVITY\_BOQ”.

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ACTIVITY_ID	SELECT Q_MAPPING.ACTIVITY_ID, Q_MAPPING.ACTIVITY_NAME, T_CSI.CREW_ID,
ACTIVITY_NAME	T_CSI.CREW_NAME, Q_MAPPING.CREW_QUANTITY, T_CSI.QUANTITY_TO_USE,
CREW_ID	T_CSI.SCALE_FACTOR, T_CSI.PRODUCTIVITY, T_CSI.WORKUNITS,
CREW_NAME	Sum(T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA.AREA) AS SumOfAREA,
CREW_QUANTITY	Sum(T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA.SURFACE) AS SumOfSURFACE,
QUANTITY_TO_USE	Sum(T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA.VOLUME) AS SumOfVOLUME
SCALE_FACTOR	FROM T_CSI INNER JOIN (T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA INNER JOIN Q_MAPPING ON
PRODUCTIVITY	T_ARCHICAD_ELEMENT_DATA.ELEMENT_ID=Q_MAPPING.ELEMENT_ID) ON
WORKUNITS	T_CSI.CSI_ID=Q_MAPPING.CSI_ID
SumOfAREA	GROUP BY Q_MAPPING.ACTIVITY_ID, Q_MAPPING.ACTIVITY_NAME, T_CSI.CREW_ID,
SumOfSURFACE	T_CSI.CREW_NAME, Q_MAPPING.CREW_QUANTITY, T_CSI.QUANTITY_TO_USE,
SumOfVOLUME	T_CSI.SCALE_FACTOR, T_CSI.PRODUCTIVITY, T_CSI.WORKUNITS;

**Πίνακας 6.15. Ερώτημα "Q\_AREA".**

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ACTIVITY_ID	SELECT Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
ACTIVITY_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY,
CREW_ID	Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE, Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR,
CREW_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY, Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS, Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfAREA,
CREW_QUANTITY	[SCALE_FACTOR]*[SumOfAREA]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]) AS ORIGINAL_DURATION,
QUANTITY_TO_USE	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfAREA]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1 AS
SCALE_FACTOR	ORIGINAL_DURATION2
PRODUCTIVITY	FROM Q_ACTIVITY_BOQ
WORKUNITS	GROUP BY Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
SumOfAREA	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY,
ORIGINAL_DURATION	Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE, Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR,
ORIGINAL_DURATION2	Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY, Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS, Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfAREA,
	[SCALE_FACTOR]*[SumOfAREA]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]),
	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfAREA]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1
	HAVING (((Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE)="AREA"));

**Πίνακας 6.16. Ερώτημα "Q\_SURFACE".**

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ACTIVITY_ID	SELECT Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
ACTIVITY_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY,
CREW_ID	Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE, Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR,
CREW_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY, Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS,
CREW_QUANTITY	Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfSURFACE,
QUANTITY_TO_USE	[SCALE_FACTOR]*[SumOfSURFACE]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]) AS
SCALE_FACTOR	ORIGINAL_DURATION,
PRODUCTIVITY	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfSURFACE]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1 AS
WORKUNITS	ORIGINAL_DURATION2 FROM Q_ACTIVITY_BOQ
SumOfSURFACE	GROUP BY Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
ORIGINAL_DURATION	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY,
ORIGINAL_DURATION2	Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE, Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR,
	Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY, Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS,
	Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfSURFACE,
	[SCALE_FACTOR]*[SumOfSURFACE]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]),
	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfSURFACE]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1
	HAVING (((Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE)="SURFACE"));

**Πίνακας 6.17.** Ερώτημα “Q\_VOLUME”.

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ACTIVITY_ID	SELECT Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
ACTIVITY_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME,
CREW_ID	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY, Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE,
CREW_NAME	Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR, Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY,
CREW_QUANTITY	Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS, Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfVOLUME,
QUANTITY_TO_USE	[SCALE_FACTOR]*[SumOfVOLUME]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]) AS
SCALE_FACTOR	ORIGINAL_DURATION,
PRODUCTIVITY	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfVOLUME]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1 AS
WORKUNITS	ORIGINAL_DURATION2
SumOfVOLUME	FROM Q_ACTIVITY_BOQ
ORIGINAL_DURATION	GROUP BY Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.ACTIVITY_NAME,
ORIGINAL_DURATION2	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_ID, Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_NAME,
	Q_ACTIVITY_BOQ.CREW_QUANTITY, Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE,
	Q_ACTIVITY_BOQ.SCALE_FACTOR, Q_ACTIVITY_BOQ.PRODUCTIVITY,
	Q_ACTIVITY_BOQ.WORKUNITS, Q_ACTIVITY_BOQ.SumOfVOLUME,
	[SCALE_FACTOR]*[SumOfVOLUME]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]),
	Int([SCALE_FACTOR]*[SumOfVOLUME]/([CREW_QUANTITY]*[PRODUCTIVITY]))+1
	HAVING (((Q_ACTIVITY_BOQ.QUANTITY_TO_USE)="VOLUME"));

**Πίνακας 6.18.** Ερώτημα “Q\_UNION\_AREA\_SURFACE\_VOLUME”.

<b>Field Name</b>	<b>SQL code</b>
ACTIVITY_ID	SELECT
ACTIVITY_NAME	ACTIVITY_ID,ACTIVITY_NAME,CREW_ID,CREW_NAME,QUANTITY_TO_USE,SCALE_FACTOR,PRO
CREW_ID	DUCTIVITY,WORKUNITS,ORIGINAL_DURATION
CREW_NAME	FROM Q_AREA
QUANTITY_TO_USE	UNION SELECT
SCALE_FACTOR	ACTIVITY_ID,ACTIVITY_NAME,CREW_ID,CREW_NAME,QUANTITY_TO_USE,SCALE_FACTOR,PRO
PRODUCTIVITY	DUCTIVITY,WORKUNITS,ORIGINAL_DURATION
WORKUNITS	FROM Q_SURFACE
ORIGINAL_DURATION	UNION SELECT
	ACTIVITY_ID,ACTIVITY_NAME,CREW_ID,CREW_NAME,QUANTITY_TO_USE,SCALE_FACTOR,PRO
	DUCTIVITY,WORKUNITS,ORIGINAL_DURATION
	FROM Q_VOLUME;

**Πίνακας 6.19.** Ερώτημα "Q\_ACTIVITY\_DURATIONS".

Field Name	SQL code
ACTIVITY_NUMBER	SELECT T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID.ACTIVITY_NUMBER,
ACTIVITY_ID	Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ACTIVITY_ID,
ACTIVITY_NAME	Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ACTIVITY_NAME,
ORIGINAL_DURATION	Max(Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ORIGINAL_DURATION) AS ORIGINAL_DURATION
	FROM T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID INNER JOIN Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS ON
	T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID.ACTIVITY_ID = Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ACTIVITY_ID
	GROUP BY T_MSPROJECT_ACTIVITY_ID.ACTIVITY_NUMBER,
	Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ACTIVITY_ID,
	Q_UNION_ACTIVITY_DURATIONS.ACTIVITY_NAME;

**Πίνακας 6.20.** Ερώτημα "Q\_BUILDING\_TIME\_SCHEDULING".

Field Name	SQL code
START_DATE	SELECT Min(T_MSPROJECT_ACTIVITY_DATA.EARLY_START) AS START_DATE,
FINISH_DATE	Max(T_MSPROJECT_ACTIVITY_DATA.EARLY_FINISH) AS FINISH_DATE,
REPAIR_DURATION	Int(1+Max([EARLY_FINISH])-Min([EARLY_START])) AS REPAIR_DURATION
	FROM T_MSPROJECT_ACTIVITY_DATA;

### 6.3. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίων

Αφού υπολογιστούν οι χρονικές διάρκειες των δραστηριοτήτων επισκευής βάσει της εξίσωσης 2.40, εξάγονται από τη βάση δεδομένων και εισάγονται στο MS Project για χρονοπρογραμματισμό. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρονοπρογραμματισμός σε κάθε επίπεδο έντασης δεν πραγματοποιείται για κάθε σενάριο βλάβης, δηλαδή για τις ζημιές που προκαλεί κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων ξεχωριστά, αλλά για τις αναμενόμενες ζημιές των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου όπως προκύπτουν από το μέσο όρο των μέτρων απόκρισης EDP σε κάθε επίπεδο. Επομένως, με αυτό τον τρόπο, δεν λαμβάνεται ολόκληρη η κατανομή της χρονικής διάρκειας σε κάθε επίπεδο έντασης αλλά μόνο η μέση τιμή. Στον Πίνακα 6.21 παρουσιάζονται οι μέσες χρονικές διάρκειες επισκευής όλων των κτιρίων, ανά όροφο και συνολικά για όλα τα επίπεδα έντασης. Παρατηρείται ότι για τα κτίρια με περισσότερους από ένα ορόφους, η συνολική διάρκεια επισκευής τους δεν προκύπτει ως το άθροισμα των χρονικών διαρκειών επισκευής των επιμέρους ορόφων και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι εφικτό να πραγματοποιούνται



**Πίνακας 6.21.** Μέση χρονική διάρκεια επισκευής κτιρίων σε εργατοημέρες ανά επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)$ .

Επίπεδο Έντασης $S_a [g]$	ID2061 Ισόγειο Σύνολο	ID2062 Ισόγειο Σύνολο	ID2063 Ισόγειο Σύνολο	ID1001 Ισόγειο	ID1001 1ος Όροφος	ID1001 Σύνολο	ID1002 Ισόγειο	ID1002 1ος Όροφος	ID1002 Σύνολο	ID1010 Ισόγειο	ID1010 1ος Όροφος	ID1010 2ος Όροφος	ID1010 3ος Όροφος	ID1010 Σύνολο
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9
0.15	0.0	0.0	0.0	24.2	2.3	24.2	31.2	2.0	31.2	47.9	48.0	48.4	0.0	63.7
0.20	2.0	2.5	1.7	25.8	27.8	32.6	33.8	29.3	38.0	52.0	52.2	50.1	0.0	67.5
0.25	32.5	30.9	32.3	69.9	30.4	74.0	88.9	32.3	93.0	121.4	121.6	51.8	47.5	141.3
0.30	32.5	30.9	32.3	69.9	62.0	74.0	88.9	64.8	93.0	121.4	121.6	123.2	47.5	142.8
0.35	32.5	33.4	35.2	69.9	82.8	87.6	88.9	89.4	94.2	121.4	121.6	123.2	47.5	142.8
0.40	32.5	33.4	35.2	69.9	82.8	87.1	88.9	89.4	94.2	135.4	121.6	123.2	51.7	156.8
0.50	89.3	84.1	91.8	75.1	82.8	92.7	95.7	89.4	101.0	135.4	133.9	123.2	51.7	169.2
0.55	89.3	84.1	91.8	76.0	82.8	93.7	95.7	89.4	101.0	138.5	133.9	123.2	95.8	172.2
0.60	89.3	84.1	91.8	76.7	82.8	94.4	95.7	89.4	101.0	138.5	135.5	123.2	123.1	173.7
0.70	95.8	84.1	98.3	76.7	82.8	94.4	95.7	89.4	101.0	138.5	137.0	123.2	123.1	175.3
0.80	95.8	89.9	98.3	86.7	86.2	107.8	114.2	89.4	119.5	161.6	137.0	123.2	123.1	198.4
0.90	95.8	90.6	98.3	95.2	86.9	117.1	118.5	94.2	128.6	196.6	160.2	134.7	123.1	268.1
1.00	95.8	90.6	98.3	99.5	87.6	122.0	118.5	94.9	129.3	196.6	171.9	136.0	123.1	281.1
1.20	116.5	111.3	119.1	105.6	101.9	142.4	129.1	101.1	133.8	208.3	195.2	137.3	123.1	317.5
1.40	118.3	113.1	120.8	108.6	109.3	152.8	139.8	115.8	171.6	229.1	206.8	150.6	156.6	352.6
1.60	136.9	113.1	139.5	120.8	119.1	174.8	139.8	115.8	171.6	249.8	225.4	150.6	186.7	424.0
1.80	136.9	131.8	139.5	120.8	129.6	185.4	139.8	115.8	171.6	249.8	243.9	162.7	186.7	484.8
2.00	136.9	131.8	139.5	129.2	129.6	193.8	139.8	125.6	181.4	249.8	276.6	179.2	186.7	517.5
2.40	139.3	134.1	141.8	129.2	131.2	195.4	142.7	136.2	194.8	249.8	293.2	195.8	186.7	534.1
2.80	139.3	134.1	141.8	129.2	131.2	195.4	148.1	137.8	201.9	249.8	293.2	195.8	186.7	534.1

ταυτόχρονα εργασίες επισκευής σε διαφορετικούς ορόφους, όπως έχει προαναφερθεί στο υποκεφάλαιο 2.2.8.

### 6.3.1. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2061

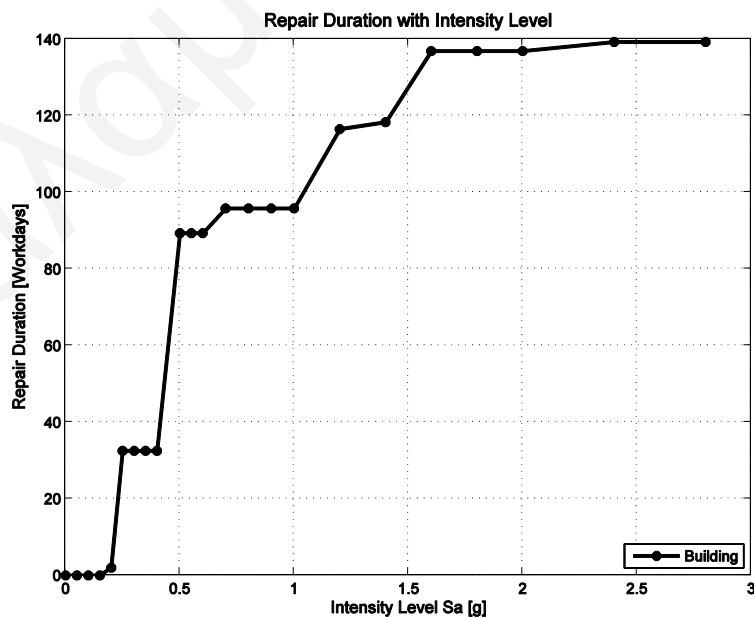
Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης 0.6g προκύπτει ίση με 89.3 εργατομέρες, με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.22. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.23 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.4 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 6.22.** Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	2.64	2.64	0.00	2.64	0.00	2.64	0.00	0.00
2	Build002	2.15	2.15	87.12	89.27	87.12	89.27	0.00	0.00
3	Story001	0.00	0.00	2.64	2.64	2.64	2.64	0.00	0.00
4	Story002	0.00	0.00	2.64	2.64	2.64	2.64	0.00	0.00
5	Story003	11.19	11.19	71.29	82.48	71.29	82.48	0.00	0.00
6	Story004	1.96	1.96	83.08	85.04	83.08	85.04	0.00	0.00
7	Story005	2.08	2.08	85.04	87.12	85.04	87.12	0.00	0.00
88	Bwall001	4.48	4.48	4.44	8.92	4.44	8.92	0.00	0.00
89	Bwall002	8.96	8.96	8.92	17.88	8.92	17.88	0.00	0.00
90	Bwall003	5.30	5.30	37.88	43.17	37.88	43.17	0.00	0.00
91	Bwall004	4.71	4.71	37.88	42.59	38.47	43.17	0.59	0.59
92	Bwall005	2.82	2.82	43.17	46.00	43.17	46.00	0.00	0.00
93	Bwall006	2.82	2.82	46.00	48.82	46.00	48.82	0.00	0.00
94	Bwall007	6.05	6.05	50.82	56.87	50.82	56.87	0.00	0.00
95	Bwall008	4.71	4.71	59.87	64.58	59.87	64.58	0.00	0.00
96	Bwall009	1.41	1.41	64.58	65.99	64.58	65.99	0.00	0.00
97	Bwall010	5.30	5.30	65.99	71.29	65.99	71.29	0.00	0.00
98	Bwall011	4.71	4.71	65.99	70.70	66.58	71.29	0.59	0.59
104	Bdoor001	0.23	0.23	2.64	2.88	3.98	4.21	1.34	0.00
105	Bdoor002	0.23	0.23	2.88	3.11	4.21	4.44	1.34	1.34
106	Bdoor003	0.23	0.23	65.99	66.23	70.83	71.06	4.83	0.00
107	Bdoor004	0.23	0.23	66.23	66.46	71.06	71.29	4.83	4.83
108	Bdoor005	0.23	0.23	82.48	82.71	82.85	83.08	0.37	0.37
116	Bwind001	0.60	0.60	2.64	3.24	2.64	3.24	0.00	0.00
117	Bwind002	0.60	0.60	3.24	3.84	3.24	3.84	0.00	0.00
118	Bwind003	0.60	0.60	3.84	4.44	3.84	4.44	0.00	0.00
119	Bwind004	0.60	0.60	65.99	66.59	69.49	70.09	3.50	0.00
120	Bwind005	0.60	0.60	66.59	67.19	70.09	70.69	3.50	0.00
121	Bwind006	0.60	0.60	67.19	67.79	70.69	71.29	3.50	3.50
122	Bwind007	0.60	0.60	82.48	83.08	82.48	83.08	0.00	0.00

**Πίνακας 6.23.** Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2061 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,851.20 €	147.83 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,322.00 €	120.4 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	4,117.92 €	358.08 hrs
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	980.00 €	62.72 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	665.60 €	66.57 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,838.40 €	250.88 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	9,676.80 €	501.77 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,204.80 €	169.6 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,884.00 €	150.72 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	3,045.60 €	157.92 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,128.00 €	90.23 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,420.00 €	193.6 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,884.00 €	150.72 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	564.00 €	45.12 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,204.80 €	169.6 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,884.00 €	150.72 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	202.40 €	9.2 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	202.40 €	9.2 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	202.40 €	9.2 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	248.40 €	12.88 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	202.40 €	9.2 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	648.00 €	33.6 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	672.00 €	33.6 hrs



**Σχήμα 6.4.** Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061 ανά επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)$ .

### 6.3.2. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2062

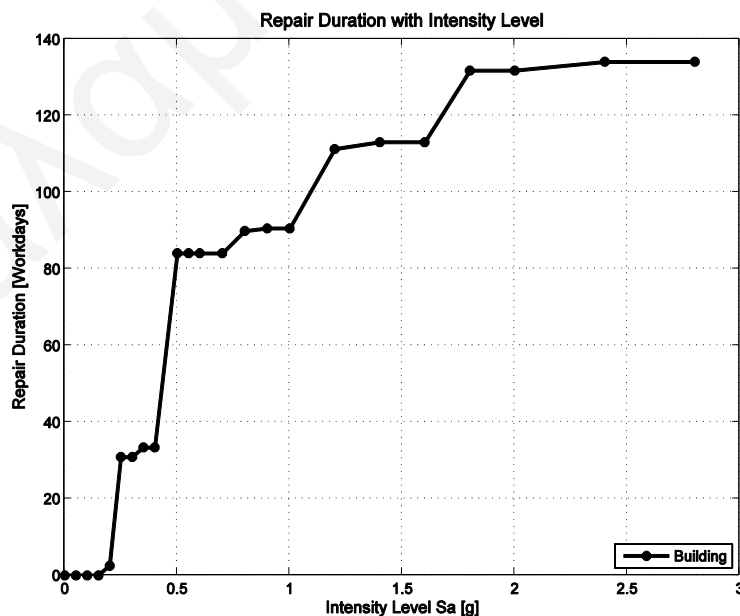
Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης 0.6g προκύπτει ίση με 84.1 εργατοημέρες, με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.24. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.25 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.5 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 6.24.** Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_I)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	2.64	2.64	0.00	2.64	0.00	2.64	0.00	0.00
2	Build002	2.15	2.15	81.94	84.09	81.94	84.09	0.00	0.00
5	Story003	10.60	10.60	66.64	77.23	66.64	77.23	0.00	0.00
6	Story004	1.96	1.96	77.90	79.87	77.90	79.87	0.00	0.00
7	Story005	2.08	2.08	79.87	81.94	79.87	81.94	0.00	0.00
88	Bwall001	4.18	4.18	4.65	8.84	4.65	8.84	0.00	0.00
89	Bwall002	8.37	8.37	8.84	17.20	8.84	17.20	0.00	0.00
90	Bwall003	4.55	4.55	37.20	41.76	37.20	41.76	0.00	0.00
91	Bwall004	4.05	4.05	37.20	41.25	37.71	41.76	0.51	0.51
92	Bwall005	2.43	2.43	41.76	44.19	41.76	44.19	0.00	0.00
93	Bwall006	2.43	2.43	44.19	46.62	44.19	46.62	0.00	0.00
94	Bwall007	5.20	5.20	48.62	53.82	48.62	53.82	0.00	0.00
95	Bwall008	4.05	4.05	56.82	60.87	56.82	60.87	0.00	0.00
96	Bwall009	1.21	1.21	60.87	62.08	60.87	62.08	0.00	0.00
97	Bwall010	4.55	4.55	62.08	66.64	62.08	66.64	0.00	0.00
98	Bwall011	4.05	4.05	62.08	66.13	62.59	66.64	0.51	0.51
104	Bdoor001	0.19	0.19	2.64	2.83	4.27	4.46	1.63	0.00
105	Bdoor002	0.19	0.19	2.83	3.02	4.46	4.65	1.63	1.63
106	Bdoor003	0.19	0.19	62.08	62.27	66.26	66.45	4.18	0.00
107	Bdoor004	0.19	0.19	62.27	62.46	66.45	66.64	4.18	4.18
108	Bdoor005	0.19	0.19	77.23	77.42	77.71	77.90	0.48	0.48
116	Bwind001	0.67	0.67	2.64	3.31	2.64	3.31	0.00	0.00
117	Bwind002	0.67	0.67	3.31	3.98	3.31	3.98	0.00	0.00
118	Bwind003	0.67	0.67	3.98	4.65	3.98	4.65	0.00	0.00
119	Bwind004	0.67	0.67	62.08	62.75	64.63	65.30	2.55	0.00
120	Bwind005	0.67	0.67	62.75	63.42	65.30	65.97	2.55	0.00
121	Bwind006	0.67	0.67	63.42	64.09	65.97	66.64	2.55	2.55
122	Bwind007	0.67	0.67	77.23	77.90	77.23	77.90	0.00	0.00

**Πίνακας 6.25.** Κόστος πόρων επισκευής κτιρίου ID2062 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,851.20 €	147.83 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,322.00 €	120.4 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	3,900.80 €	339.2 hrs
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	980.00 €	62.72 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	665.60 €	66.57 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,514.40 €	234.08 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	9,039.60 €	468.72 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	1,892.80 €	145.6 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,620.00 €	129.6 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,624.40 €	136.08 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	972.00 €	77.77 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,080.00 €	166.4 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,620.00 €	129.6 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	484.00 €	38.72 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	1,892.80 €	145.6 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,620.00 €	129.6 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	205.20 €	10.63 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	723.60 €	37.52 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	750.40 €	37.52 hrs

**Σχήμα 6.5.** Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2062 ανά επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)$ .

### 6.3.3. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID2063

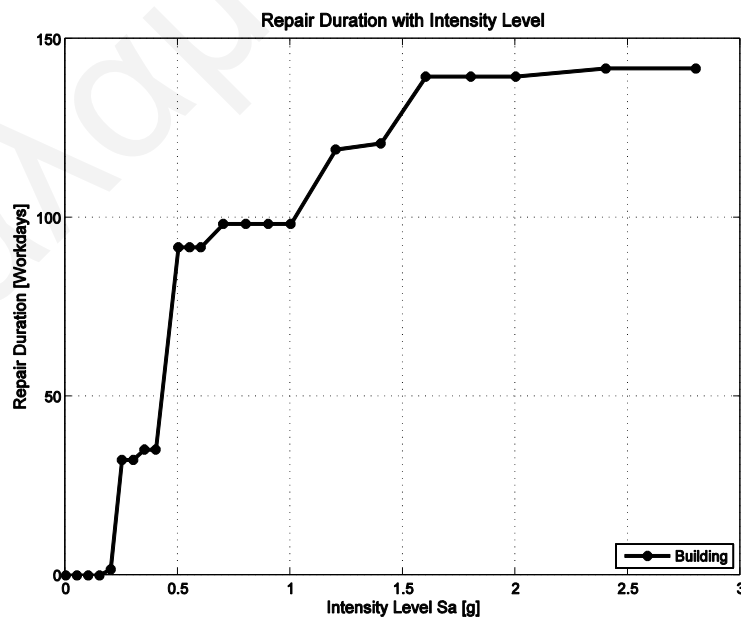
Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης 0.6g προκύπτει ίση με 91.8 εργατοημέρες, με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.26. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.27 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.6 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 6.26.** Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_I)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	2.64	2.64	0.00	2.64	0.00	2.64	0.00	0.00
2	Build002	2.15	2.15	89.66	91.81	89.66	91.81	0.00	0.00
5	Story003	11.41	11.41	73.75	85.16	73.75	85.16	0.00	0.00
6	Story004	1.96	1.96	85.62	87.58	85.62	87.58	0.00	0.00
7	Story005	2.08	2.08	87.58	89.66	87.58	89.66	0.00	0.00
88	Bwall001	4.97	4.97	4.02	8.99	4.02	8.99	0.00	0.00
89	Bwall002	9.93	9.93	8.99	18.92	8.99	18.92	0.00	0.00
90	Bwall003	5.56	5.56	38.92	44.48	38.92	44.48	0.00	0.00
91	Bwall004	4.94	4.94	38.92	43.86	39.54	44.48	0.62	0.62
92	Bwall005	2.97	2.97	44.48	47.45	44.48	47.45	0.00	0.00
93	Bwall006	2.97	2.97	47.45	50.41	47.45	50.41	0.00	0.00
94	Bwall007	6.35	6.35	52.41	58.76	52.41	58.76	0.00	0.00
95	Bwall008	4.94	4.94	61.76	66.71	61.76	66.71	0.00	0.00
96	Bwall009	1.48	1.48	66.71	68.19	66.71	68.19	0.00	0.00
97	Bwall010	5.56	5.56	68.19	73.75	68.19	73.75	0.00	0.00
98	Bwall011	4.94	4.94	68.19	73.13	68.81	73.75	0.62	0.62
104	Bdoor001	0.25	0.25	2.64	2.90	3.51	3.77	0.87	0.00
105	Bdoor002	0.25	0.25	2.90	3.15	3.77	4.02	0.87	0.87
106	Bdoor003	0.25	0.25	68.19	68.44	73.24	73.50	5.05	0.00
107	Bdoor004	0.25	0.25	68.44	68.70	73.50	73.75	5.05	5.05
108	Bdoor005	0.25	0.25	85.16	85.41	85.36	85.62	0.21	0.21
116	Bwind001	0.46	0.46	2.64	3.10	2.64	3.10	0.00	0.00
117	Bwind002	0.46	0.46	3.10	3.56	3.10	3.56	0.00	0.00
118	Bwind003	0.46	0.46	3.56	4.02	3.56	4.02	0.00	0.00
119	Bwind004	0.46	0.46	68.19	68.65	72.37	72.83	4.18	0.00
120	Bwind005	0.46	0.46	68.65	69.11	72.83	73.29	4.18	0.00
121	Bwind006	0.46	0.46	69.11	69.57	73.29	73.75	4.18	4.18
122	Bwind007	0.46	0.46	85.16	85.62	85.16	85.62	0.00	0.00

**Πίνακας 6.27.** Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID2063 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.6g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,851.20 €	147.83 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,322.00 €	120.4 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	4,198.88 €	365.12 hrs
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	980.00 €	62.72 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	665.60 €	66.57 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	5,367.60 €	278.32 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	10,724.40 €	556.08 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,312.96 €	177.92 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,976.00 €	158.08 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	3,207.60 €	166.32 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,188.00 €	95.03 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,540.00 €	203.2 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,976.00 €	158.08 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	592.00 €	47.37 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,312.96 €	177.92 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,976.00 €	158.08 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	220.00 €	10 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	220.00 €	10 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	220.00 €	10 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	270.00 €	14 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	220.00 €	10 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	496.80 €	25.77 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	515.20 €	25.77 hrs



**Σχήμα 6.6.** Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2063 ανά επίπεδο έντασης.

### 6.3.4. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1001

Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης 0.5g προκύπτει ίση με 75.1 εργατομέρες για το ισόγειο, 84.1 για τον πρώτο όροφο και 92.7 για το κτίριο συνολικά με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.28. Παρατηρείται ότι η συνολική διάρκεια επισκευής του κτιρίου είναι λίγο μεγαλύτερη από τη διάρκεια επισκευής των επιμέρους ορόφων. Αυτό οφείλεται στο ότι οι δραστηριότητες που αφορούν το δομικό φορέα του κτιρίου και δεν μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα στους ορόφους γεγονός που θα προκαλούσε μεγαλύτερη διάρκεια επισκευών,, έχουν μηδενική διάρκεια λόγω απουσίας υποστυλωμάτων και δοκών με ζημιές. Οι δραστηριότητες με μη μηδενική διάρκεια αφορούν την επισκευή των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, οι εργασίες στα οποία μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα στους ορόφους, δεδομένου ότι υπάρχουν διαθέσιμα συνεργεία. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.29 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.7 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID1001, ανά όροφο και συνολικά, για κάθε επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 6.28.** Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_i)=0.5g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	4.95	4.95	0.00	4.95	0.14	5.08	0.14	0.00
2	Build002	4.02	4.02	88.72	92.75	88.72	92.75	0.00	0.00
3	Story001	2.37	2.37	4.95	7.32	5.08	7.45	0.14	0.00
4	Story002	1.18	1.18	8.95	10.14	9.09	10.27	0.14	0.00
5	Story003	9.43	9.43	61.40	70.83	74.93	84.36	13.53	0.00
6	Story004	1.97	1.97	71.14	73.11	84.66	86.64	13.53	0.00
7	Story005	2.09	2.09	73.11	75.20	86.64	88.72	13.53	13.53
8	Gcol002	0.82	0.82	7.32	8.13	7.45	8.27	0.14	0.00
9	Gcol003	0.55	0.55	8.13	8.68	8.27	8.82	0.14	0.00
10	Gcol004	0.27	0.27	8.68	8.95	8.82	9.09	0.14	0.00
39	Gbeam002	0.65	0.65	7.32	7.96	7.62	8.27	0.31	0.17
40	Gbeam003	0.43	0.43	8.13	8.57	8.38	8.82	0.25	0.11
41	Gbeam004	0.22	0.22	8.68	8.90	8.87	9.09	0.19	0.06
88	Bwall001	3.09	3.09	11.04	14.12	24.56	27.65	13.53	0.00
89	Bwall002	6.17	6.17	14.12	20.30	27.65	33.82	13.53	0.00
90	Bwall003	3.00	3.00	40.30	43.30	53.82	56.82	13.53	0.00
91	Bwall004	2.67	2.67	40.30	42.96	54.16	56.82	13.86	0.33
92	Bwall005	1.60	1.60	43.30	44.90	56.82	58.43	13.53	0.00
93	Bwall006	1.60	1.60	44.90	46.50	58.43	60.03	13.53	0.00
94	Bwall007	3.43	3.43	48.50	51.93	62.03	65.46	13.53	0.00
95	Bwall008	2.67	2.67	54.93	57.60	68.46	71.12	13.53	0.00



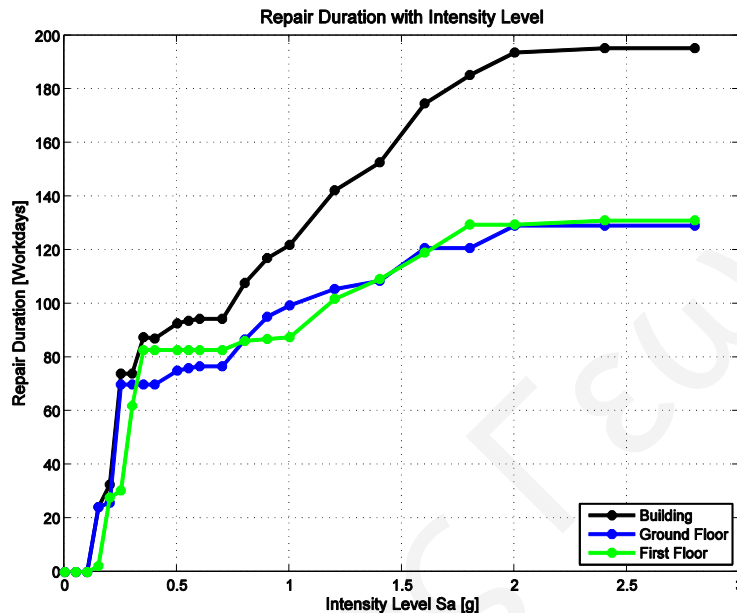
ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
96	Bwall009	0.80	0.80	57.60	58.40	71.12	71.93	13.53	0.00
97	Bwall010	3.00	3.00	58.40	61.40	71.93	74.93	13.53	0.00
98	Bwall011	2.67	2.67	58.40	61.07	72.26	74.93	13.86	0.33
104	Bdoor001	0.11	0.11	10.14	10.24	24.35	24.46	14.21	0.00
105	Bdoor002	0.11	0.11	10.24	10.35	24.46	24.56	14.21	0.69
106	Bdoor003	0.11	0.11	58.40	58.51	74.71	74.82	16.31	0.00
107	Bdoor004	0.11	0.11	58.51	58.61	74.82	74.93	16.31	2.79
108	Bdoor005	0.11	0.11	70.83	70.94	84.55	84.66	13.72	0.19
116	Bwind001	0.30	0.30	10.14	10.44	23.66	23.96	13.53	0.00
117	Bwind002	0.30	0.30	10.44	10.74	23.96	24.26	13.53	0.00
118	Bwind003	0.30	0.30	10.74	11.04	24.26	24.56	13.53	0.00
119	Bwind004	0.30	0.30	58.40	58.70	74.02	74.33	15.63	0.00
120	Bwind005	0.30	0.30	58.70	59.00	74.33	74.63	15.63	0.00
121	Bwind006	0.30	0.30	59.00	59.30	74.63	74.93	15.63	2.10
122	Bwind007	0.30	0.30	70.83	71.14	84.36	84.66	13.53	0.00
125	Story103	10.28	10.28	74.99	85.27	75.13	85.40	0.14	0.00
126	Story104	1.52	1.52	85.59	87.11	85.59	87.11	0.00	0.00
127	Story105	1.61	1.61	87.11	88.72	87.11	88.72	0.00	0.00
208	Bwall101	4.19	4.19	11.11	15.30	11.25	15.43	0.14	0.00
209	Bwall102	8.38	8.38	15.30	23.67	15.43	23.81	0.14	0.00
210	Bwall103	4.91	4.91	43.67	48.58	43.81	48.72	0.14	0.00
211	Bwall104	4.36	4.36	43.67	48.03	44.36	48.72	0.68	0.55
212	Bwall105	2.62	2.62	48.58	51.20	48.72	51.33	0.14	0.00
213	Bwall106	2.62	2.62	51.20	53.81	51.33	53.95	0.14	0.00
214	Bwall107	5.61	5.61	55.81	61.42	55.95	61.55	0.14	0.00
215	Bwall108	4.36	4.36	64.42	68.78	64.55	68.91	0.14	0.00
216	Bwall109	1.31	1.31	68.78	70.09	68.91	70.22	0.14	0.00
217	Bwall110	4.91	4.91	70.09	74.99	70.22	75.13	0.14	0.00
218	Bwall111	4.36	4.36	70.09	74.45	70.77	75.13	0.68	0.55
224	Bdoor101	0.19	0.19	10.14	10.32	10.87	11.06	0.73	0.00
225	Bdoor102	0.19	0.19	10.32	10.51	11.06	11.25	0.73	0.60
226	Bdoor103	0.19	0.19	70.09	70.27	74.75	74.94	4.66	0.00
227	Bdoor104	0.19	0.19	70.27	70.46	74.94	75.13	4.66	4.53
228	Bdoor105	0.19	0.19	85.27	85.46	85.40	85.59	0.14	0.14
236	Bwind101	0.33	0.33	10.14	10.46	10.27	10.60	0.14	0.00
237	Bwind102	0.33	0.33	10.46	10.79	10.60	10.92	0.14	0.00
238	Bwind103	0.33	0.33	10.79	11.11	10.92	11.25	0.14	0.00
239	Bwind104	0.33	0.33	70.09	70.41	74.15	74.48	4.07	0.00
240	Bwind105	0.33	0.33	70.41	70.74	74.48	74.80	4.07	0.00
241	Bwind106	0.33	0.33	70.74	71.06	74.80	75.13	4.07	3.93
242	Bwind107	0.33	0.33	85.27	85.59	92.42	92.75	7.15	7.15

Πίνακας 6.29. Κόστος Πόρων επισκευής κτιρίου ID1001 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	5,335.20 €	276.63 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,330.80 €	224.57 hrs
3	Story001	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	2,085.60 €	94.8 hrs
4	Story002	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	1,038.40 €	47.2 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	3,470.24 €	301.77 hrs

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>RESOURCES</b>	<b>TOTAL RESOURCE COST</b>	<b>TOTAL RESOURCE WORKHOURS</b>
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	985.00 €	63.03 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	668.80 €	66.88 hrs
8	Gcol002	Ktistis[2];Ergatis[2]	328.00 €	26.23 hrs
9	Gcol003	Ktistis[2];Ergatis[2]	220.00 €	17.6 hrs
10	Gcol004	Ktistis[2];Ergatis[2]	108.00 €	8.63 hrs
39	Gbeam002	Ktistis[2];Ergatis[2]	260.00 €	20.8 hrs
40	Gbeam003	Ktistis[2];Ergatis[2]	172.00 €	13.77 hrs
41	Gbeam004	Ktistis[2];Ergatis[2]	88.00 €	7.03 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	3,337.20 €	173.03 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	6,663.60 €	345.52 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	1,248.00 €	96 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,068.00 €	85.43 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	1,728.00 €	89.6 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	640.00 €	51.2 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,372.00 €	109.77 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,068.00 €	85.43 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	320.00 €	25.6 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	1,248.00 €	96 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,068.00 €	85.43 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	96.80 €	4.4 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	96.80 €	4.4 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	96.80 €	4.4 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	118.80 €	6.17 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	96.80 €	4.4 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	324.00 €	16.8 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	336.00 €	16.8 hrs
125	Story103	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	3,779.36 €	328.63 hrs
126	Story104	Ergatis[3];Fortigo	760.00 €	48.63 hrs
127	Story105	Ergatis[4]	515.20 €	51.52 hrs
208	Bwall101	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,525.20 €	234.63 hrs
209	Bwall102	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	9,050.40 €	469.28 hrs
210	Bwall103	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,042.56 €	157.12 hrs
211	Bwall104	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,744.00 €	139.52 hrs
212	Bwall105	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,829.60 €	146.72 hrs
213	Bwall106	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,048.00 €	83.83 hrs
214	Bwall107	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,244.00 €	179.52 hrs
215	Bwall108	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,744.00 €	139.52 hrs
216	Bwall109	Ktistis[2];Ergatis[2]	524.00 €	41.92 hrs
217	Bwall110	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,042.56 €	157.12 hrs
218	Bwall111	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,744.00 €	139.52 hrs
224	Bdoor101	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
225	Bdoor102	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
226	Bdoor103	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
227	Bdoor104	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	205.20 €	10.63 hrs
228	Bdoor105	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
236	Bwind101	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs
237	Bwind102	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
238	Bwind103	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs
239	Bwind104	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs
240	Bwind105	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs
241	Bwind106	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	356.40 €	18.48 hrs
242	Bwind107	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	369.60 €	18.48 hrs



Σχήμα 6.7. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1001 ανά επίπεδο έντασης .

### 6.3.5. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1002

Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης 0.5g προκύπτει ίση με 95.7 εργατοημέρες για το ισόγειο, 89.4 για τον πρώτο όροφο και 101 για το κτίριο συνολικά με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.30. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.31 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.8 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID1002, ανά όροφο και συνολικά, για κάθε επίπεδο έντασης.

Πίνακας 6.30. Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_d(T_1)=0.5g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	4.94	4.94	0.00	4.94	0.10	5.04	0.10	0.00
2	Build002	4.02	4.02	96.98	100.99	96.98	100.99	0.00	0.00

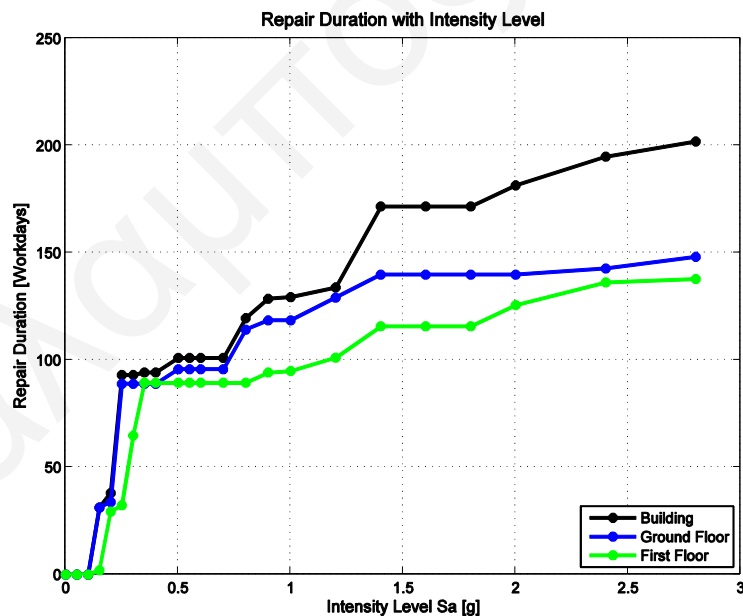
<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>ORIGINAL DURATION</b>	<b>REMAINING DURATION</b>	<b>EARLY START</b>	<b>EARLY FINISH</b>	<b>LATE START</b>	<b>LATE FINISH</b>	<b>TOTAL FLOAT</b>	<b>FREE FLOAT</b>
3	Story001	2.37	2.37	4.94	7.31	5.04	7.41	0.10	0.00
4	Story002	1.18	1.18	10.58	11.76	10.68	11.86	0.10	0.00
5	Story003	10.99	10.99	80.24	91.22	81.40	92.38	1.16	0.00
6	Story004	1.97	1.97	91.75	93.73	92.91	94.89	1.16	0.00
7	Story005	2.09	2.09	93.73	95.82	94.89	96.98	1.16	1.16
8	Gcol002	1.64	1.64	7.31	8.95	7.41	9.04	0.10	0.00
9	Gcol003	1.09	1.09	8.95	10.04	9.04	10.13	0.10	0.00
10	Gcol004	0.55	0.55	10.04	10.58	10.13	10.68	0.10	0.00
39	Gbeam002	0.64	0.64	7.31	7.95	8.41	9.04	1.09	1.00
40	Gbeam003	0.42	0.42	8.95	9.37	9.71	10.13	0.76	0.67
41	Gbeam004	0.21	0.21	10.04	10.25	10.47	10.68	0.43	0.33
88	Bwall001	5.09	5.09	13.35	18.44	14.51	19.61	1.16	0.00
89	Bwall002	10.18	10.18	18.44	28.63	19.61	29.79	1.16	0.00
90	Bwall003	4.96	4.96	48.63	53.59	49.79	54.75	1.16	0.00
91	Bwall004	4.41	4.41	48.63	53.04	50.34	54.75	1.71	0.55
92	Bwall005	2.64	2.64	53.59	56.23	54.75	57.39	1.16	0.00
93	Bwall006	2.64	2.64	56.23	58.88	57.39	60.04	1.16	0.00
94	Bwall007	5.67	5.67	60.88	66.55	62.04	67.71	1.16	0.00
95	Bwall008	4.41	4.41	69.55	73.95	70.71	75.11	1.16	0.00
96	Bwall009	1.32	1.32	73.95	75.28	75.11	76.44	1.16	0.00
97	Bwall010	4.96	4.96	75.28	80.24	76.44	81.40	1.16	0.00
98	Bwall011	4.41	4.41	75.28	79.69	76.99	81.40	1.71	0.55
104	Bdoor001	0.18	0.18	11.76	11.94	14.15	14.33	2.39	0.00
105	Bdoor002	0.18	0.18	11.94	12.12	14.33	14.51	2.39	1.23
106	Bdoor003	0.18	0.18	75.28	75.46	81.04	81.22	5.76	0.00
107	Bdoor004	0.18	0.18	75.46	75.64	81.22	81.40	5.76	4.60
108	Bdoor005	0.18	0.18	91.22	91.40	92.73	92.91	1.51	0.35
116	Bwind001	0.53	0.53	11.76	12.29	12.93	13.45	1.16	0.00
117	Bwind002	0.53	0.53	12.29	12.82	13.45	13.98	1.16	0.00
118	Bwind003	0.53	0.53	12.82	13.35	13.98	14.51	1.16	0.00
119	Bwind004	0.53	0.53	75.28	75.81	79.81	80.34	4.53	0.00
120	Bwind005	0.53	0.53	75.81	76.34	80.34	80.87	4.53	0.00
121	Bwind006	0.53	0.53	76.34	76.86	80.87	81.40	4.53	3.37
122	Bwind007	0.53	0.53	91.22	91.75	92.38	92.91	1.16	0.00
125	Story103	10.79	10.79	82.82	93.60	82.91	93.70	0.10	0.00
126	Story104	1.50	1.50	93.89	95.39	93.89	95.39	0.00	0.00
127	Story105	1.59	1.59	95.39	96.98	95.39	96.98	0.00	0.00
208	Bwall101	5.12	5.12	12.62	17.74	12.72	17.83	0.10	0.00
209	Bwall102	10.23	10.23	17.74	27.97	17.83	28.06	0.10	0.00
210	Bwall103	5.56	5.56	47.97	53.53	48.06	53.63	0.10	0.00
211	Bwall104	4.95	4.95	47.97	52.91	48.68	53.63	0.71	0.62
212	Bwall105	2.97	2.97	53.53	56.50	53.63	56.60	0.10	0.00
213	Bwall106	2.97	2.97	56.50	59.47	56.60	59.56	0.10	0.00
214	Bwall107	6.36	6.36	61.47	67.82	61.56	67.92	0.10	0.00
215	Bwall108	4.95	4.95	70.82	75.77	70.92	75.87	0.10	0.00
216	Bwall109	1.48	1.48	75.77	77.25	75.87	77.35	0.10	0.00
217	Bwall110	5.56	5.56	77.25	82.82	77.35	82.91	0.10	0.00
218	Bwall111	4.95	4.95	77.25	82.20	77.97	82.91	0.71	0.62
224	Bdoor101	0.19	0.19	11.76	11.95	12.34	12.53	0.57	0.00
225	Bdoor102	0.19	0.19	11.95	12.14	12.53	12.72	0.57	0.48
226	Bdoor103	0.19	0.19	77.25	77.44	82.54	82.72	5.28	0.00
227	Bdoor104	0.19	0.19	77.44	77.63	82.72	82.91	5.28	5.19

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
228	Bdoor105	0.19	0.19	93.60	93.79	93.70	93.89	0.10	0.10
236	Bwind101	0.29	0.29	11.76	12.05	11.86	12.15	0.10	0.00
237	Bwind102	0.29	0.29	12.05	12.34	12.15	12.43	0.10	0.00
238	Bwind103	0.29	0.29	12.34	12.62	12.43	12.72	0.10	0.00
239	Bwind104	0.29	0.29	77.25	77.54	82.06	82.34	4.80	0.00
240	Bwind105	0.29	0.29	77.54	77.82	82.34	82.63	4.80	0.00
241	Bwind106	0.29	0.29	77.82	78.11	82.63	82.91	4.80	4.71
242	Bwind107	0.29	0.29	93.60	93.89	100.71	100.99	7.10	7.10

Πίνακας 6.31. Κόστος πόρων δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1002 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.5g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	5,335.20 €	276.63 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,341.60 €	225.12 hrs
3	Story001	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	2,085.60 €	94.8 hrs
4	Story002	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	1,038.40 €	47.2 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	4,044.32 €	351.68 hrs
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	985.00 €	63.03 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	668.80 €	66.88 hrs
8	Gcol002	Ktistis[2];Ergatis[2]	656.00 €	52.48 hrs
9	Gcol003	Ktistis[2];Ergatis[2]	436.00 €	34.88 hrs
10	Gcol004	Ktistis[2];Ergatis[2]	220.00 €	17.6 hrs
39	Gbeam002	Ktistis[2];Ergatis[2]	256.00 €	20.48 hrs
40	Gbeam003	Ktistis[2];Ergatis[2]	168.00 €	13.43 hrs
41	Gbeam004	Ktistis[2];Ergatis[2]	84.00 €	6.72 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	5,497.20 €	285.03 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	10,994.40 €	570.08 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,063.36 €	158.72 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,764.00 €	141.12 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	2,851.20 €	147.83 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,056.00 €	84.48 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,268.00 €	181.43 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,764.00 €	141.12 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	528.00 €	42.23 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,063.36 €	158.72 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,764.00 €	141.12 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	158.40 €	7.2 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	158.40 €	7.2 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	158.40 €	7.2 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	194.40 €	10.08 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	158.40 €	7.2 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	572.40 €	29.68 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	593.60 €	29.68 hrs
125	Story103	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	3,970.72 €	345.28 hrs
126	Story104	Ergatis[3];Fortigo	750.00 €	48 hrs

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
127	Story105	Ergatis[4]	508.80 €	50.88 hrs
208	Bwall101	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	5,529.60 €	286.72 hrs
209	Bwall102	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	11,048.40 €	572.88 hrs
210	Bwall103	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,312.96 €	177.92 hrs
211	Bwall104	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,980.00 €	158.4 hrs
212	Bwall105	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	3,207.60 €	166.32 hrs
213	Bwall106	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,188.00 €	95.03 hrs
214	Bwall107	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,544.00 €	203.52 hrs
215	Bwall108	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,980.00 €	158.4 hrs
216	Bwall109	Ktistis[2];Ergatis[2]	592.00 €	47.37 hrs
217	Bwall110	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	2,312.96 €	177.92 hrs
218	Bwall111	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	1,980.00 €	158.4 hrs
224	Bdoor101	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
225	Bdoor102	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
226	Bdoor103	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
227	Bdoor104	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	205.20 €	10.63 hrs
228	Bdoor105	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	167.20 €	7.6 hrs
236	Bwind101	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs
237	Bwind102	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs
238	Bwind103	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs
239	Bwind104	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs
240	Bwind105	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs
241	Bwind106	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	313.20 €	16.23 hrs
242	Bwind107	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	324.80 €	16.23 hrs



Σχήμα 6.8. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1002 ανά επίπεδο έντασης.

### 6.3.6. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου ID1010

Η μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης 0.35g προκύπτει ίση με 121.4 εργατοημέρες για το ισόγειο, 121.6 για τον πρώτο όροφο, 123.2 για τον δεύτερο όροφο, 47.5 για τον τρίτο όροφο και 142.8 για το κτίριο συνολικά με τις επιμέρους διάρκειες δραστηριοτήτων να παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.32. Σημειώνεται ότι δραστηριότητες με μηδενική διάρκεια δεν παρουσιάζονται. Στον Πίνακα 6.33 παρουσιάζονται οι επιμέρους πόροι των δραστηριοτήτων επισκευής του κτιρίου. Στο Σχήμα 6.9 παρουσιάζεται διαγραμματικά η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου ID1010, ανά όροφο και συνολικά, για κάθε επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 6.32.** Μέση χρονική διάρκεια δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_I)=0.35g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
1	Build001	14.29	14.29	0.00	14.29	0.00	14.29	0.00	0.00
2	Build002	11.61	11.61	131.22	142.82	131.22	142.82	0.00	0.00
5	Story003	18.15	18.15	100.89	119.05	103.62	121.77	2.72	0.00
6	Story004	4.42	4.42	119.39	123.81	122.11	126.53	2.72	0.00
7	Story005	4.68	4.68	123.81	128.49	126.53	131.22	2.72	2.72
88	Bwall001	6.39	6.39	15.09	21.48	17.81	24.20	2.72	0.00
89	Bwall002	12.79	12.79	21.48	34.27	24.20	36.99	2.72	0.00
90	Bwall003	7.76	7.76	54.27	62.03	56.99	64.75	2.72	0.00
91	Bwall004	6.90	6.90	54.27	61.16	57.85	64.75	3.58	0.86
92	Bwall005	4.14	4.14	62.03	66.16	64.75	68.89	2.72	0.00
93	Bwall006	4.14	4.14	66.16	70.30	68.89	73.02	2.72	0.00
94	Bwall007	8.87	8.87	72.30	81.17	75.02	83.89	2.72	0.00
95	Bwall008	6.90	6.90	84.17	91.07	86.89	93.79	2.72	0.00
96	Bwall009	2.07	2.07	91.07	93.13	93.79	95.86	2.72	0.00
97	Bwall010	7.76	7.76	93.13	100.89	95.86	103.62	2.72	0.00
98	Bwall011	6.90	6.90	93.13	100.03	96.72	103.62	3.58	0.86
104	Bdoor001	0.34	0.34	14.29	14.63	17.12	17.46	2.83	0.00
105	Bdoor002	0.34	0.34	14.63	14.98	17.46	17.81	2.83	0.11
106	Bdoor003	0.34	0.34	93.13	93.48	102.93	103.27	9.79	0.00
107	Bdoor004	0.34	0.34	93.48	93.82	103.27	103.62	9.79	7.07
108	Bdoor005	0.34	0.34	119.05	119.39	121.77	122.11	2.72	0.00
116	Bwind001	0.27	0.27	14.29	14.55	17.01	17.28	2.72	0.00
117	Bwind002	0.27	0.27	14.55	14.82	17.28	17.54	2.72	0.00
118	Bwind003	0.27	0.27	14.82	15.09	17.54	17.81	2.72	0.00
119	Bwind004	0.27	0.27	93.13	93.40	102.82	103.08	9.68	0.00
120	Bwind005	0.27	0.27	93.40	93.67	103.08	103.35	9.68	0.00
121	Bwind006	0.27	0.27	93.67	93.93	103.35	103.62	9.68	6.96
122	Bwind007	0.27	0.27	119.05	119.31	121.85	122.11	2.80	0.08
125	Story103	17.21	17.21	104.99	122.20	106.53	123.74	1.54	0.00
126	Story104	3.47	3.47	122.54	126.01	124.08	127.55	1.54	0.00
127	Story105	3.67	3.67	126.01	129.68	127.55	131.22	1.54	1.54

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
208	Bwall101	7.17	7.17	16.59	23.75	18.12	25.29	1.54	0.00
209	Bwall102	14.33	14.33	23.75	38.08	25.29	39.62	1.54	0.00
210	Bwall103	7.81	7.81	58.08	65.89	59.62	67.43	1.54	0.00
211	Bwall104	6.94	6.94	58.08	65.03	60.49	67.43	2.40	0.87
212	Bwall105	4.17	4.17	65.89	70.06	67.43	71.60	1.54	0.00
213	Bwall106	4.17	4.17	70.06	74.23	71.60	75.76	1.54	0.00
214	Bwall107	8.93	8.93	76.23	85.15	77.76	86.69	1.54	0.00
215	Bwall108	6.94	6.94	88.15	95.10	89.69	96.63	1.54	0.00
216	Bwall109	2.08	2.08	95.10	97.18	96.63	98.72	1.54	0.00
217	Bwall110	7.81	7.81	97.18	104.99	98.72	106.53	1.54	0.00
218	Bwall111	6.94	6.94	97.18	104.12	99.59	106.53	2.40	0.87
224	Bdoor101	0.34	0.34	14.29	14.63	17.44	17.78	3.16	0.00
225	Bdoor102	0.34	0.34	14.63	14.96	17.78	18.12	3.16	1.62
226	Bdoor103	0.34	0.34	97.18	97.52	105.85	106.19	8.67	0.00
227	Bdoor104	0.34	0.34	97.52	97.86	106.19	106.53	8.67	7.13
228	Bdoor105	0.34	0.34	122.20	122.54	123.74	124.08	1.54	0.00
236	Bwind101	0.77	0.77	14.29	15.05	15.82	16.59	1.54	0.00
237	Bwind102	0.77	0.77	15.05	15.82	16.59	17.36	1.54	0.00
238	Bwind103	0.77	0.77	15.82	16.59	17.36	18.12	1.54	0.00
239	Bwind104	0.77	0.77	97.18	97.95	104.23	105.00	7.05	0.00
240	Bwind105	0.77	0.77	97.95	98.71	105.00	105.76	7.05	0.00
241	Bwind106	0.77	0.77	98.71	99.48	105.76	106.53	7.05	5.51
242	Bwind107	0.77	0.77	122.20	122.97	142.06	142.82	19.85	19.85
245	Story203	16.75	16.75	106.56	123.30	106.56	123.30	0.00	0.00
246	Story204	3.47	3.47	124.08	127.55	124.08	127.55	0.00	0.00
247	Story205	3.67	3.67	127.55	131.22	127.55	131.22	0.00	0.00
328	Bwall201	7.36	7.36	16.62	23.98	16.62	23.98	0.00	0.00
329	Bwall202	14.72	14.72	23.98	38.70	23.98	38.70	0.00	0.00
330	Bwall203	7.99	7.99	58.70	66.69	58.70	66.69	0.00	0.00
331	Bwall204	7.10	7.10	58.70	65.80	59.59	66.69	0.89	0.89
332	Bwall205	4.26	4.26	66.69	70.95	66.69	70.95	0.00	0.00
333	Bwall206	4.26	4.26	70.95	75.21	70.95	75.21	0.00	0.00
334	Bwall207	9.13	9.13	77.21	86.34	77.21	86.34	0.00	0.00
335	Bwall208	7.10	7.10	89.34	96.44	89.34	96.44	0.00	0.00
336	Bwall209	2.13	2.13	96.44	98.57	96.44	98.57	0.00	0.00
337	Bwall210	7.99	7.99	98.57	106.56	98.57	106.56	0.00	0.00
338	Bwall211	7.10	7.10	98.57	105.67	99.46	106.56	0.89	0.89
344	Bdoor201	0.34	0.34	14.29	14.63	15.94	16.28	1.65	0.00
345	Bdoor202	0.34	0.34	14.63	14.96	16.28	16.62	1.65	1.65
346	Bdoor203	0.34	0.34	98.57	98.91	105.88	106.22	7.31	0.00
347	Bdoor204	0.34	0.34	98.91	99.25	106.22	106.56	7.31	7.31
348	Bdoor205	0.34	0.34	123.30	123.64	123.74	124.08	0.44	0.44
356	Bwind201	0.78	0.78	14.29	15.06	14.29	15.06	0.00	0.00
357	Bwind202	0.78	0.78	15.06	15.84	15.06	15.84	0.00	0.00
358	Bwind203	0.78	0.78	15.84	16.62	15.84	16.62	0.00	0.00
359	Bwind204	0.78	0.78	98.57	99.35	104.23	105.00	5.66	0.00
360	Bwind205	0.78	0.78	99.35	100.12	105.00	105.78	5.66	0.00
361	Bwind206	0.78	0.78	100.12	100.90	105.78	106.56	5.66	5.66
362	Bwind207	0.78	0.78	123.30	124.08	123.30	124.08	0.00	0.00
365	Story303	16.73	16.73	57.57	74.29	110.25	126.97	52.68	0.00
366	Story304	3.47	3.47	75.07	78.54	127.75	131.22	52.68	0.00
430	Gwall301	6.39	6.39	39.62	46.01	92.30	98.69	52.68	0.00



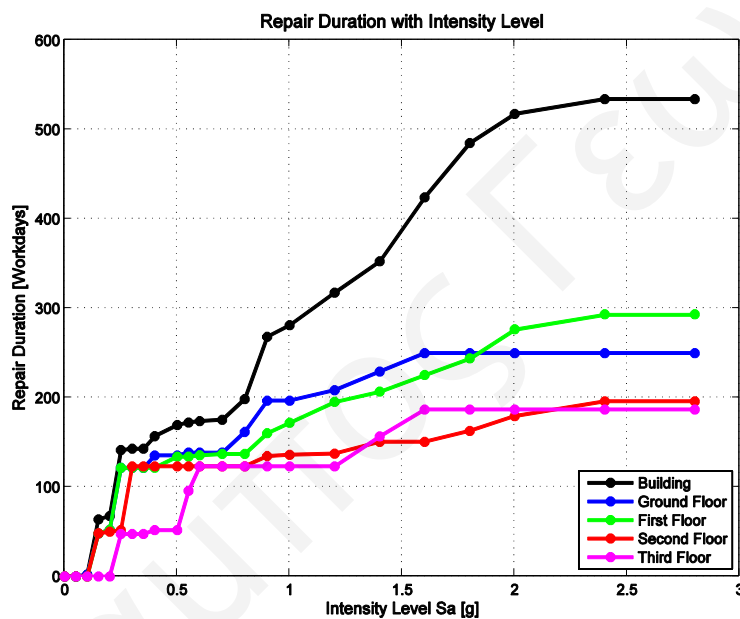
ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	ORIGINAL DURATION	REMAINING DURATION	EARLY START	EARLY FINISH	LATE START	LATE FINISH	TOTAL FLOAT	FREE FLOAT
431	Gwall302	7.10	7.10	46.01	53.11	98.69	105.79	52.68	0.00
432	Gwall303	2.13	2.13	53.11	55.24	105.79	107.92	52.68	0.00
459	Ydoor301	0.34	0.34	37.29	37.63	91.62	91.96	54.33	0.00
460	Ydoor302	0.34	0.34	37.63	37.96	91.96	92.30	54.33	1.65
461	Ydoor303	0.34	0.34	55.24	55.58	109.57	109.91	54.33	0.00
462	Ydoor304	0.34	0.34	55.58	55.92	109.91	110.25	54.33	1.65
463	Ydoor305	0.34	0.34	74.29	74.63	127.41	127.75	53.12	0.44
469	Ywind301	0.78	0.78	37.29	38.06	89.97	90.74	52.68	0.00
470	Ywind302	0.78	0.78	38.06	38.84	90.74	91.52	52.68	0.00
471	Ywind303	0.78	0.78	38.84	39.62	91.52	92.30	52.68	0.00
472	Ywind304	0.78	0.78	55.24	56.01	107.92	108.69	52.68	0.00
473	Ywind305	0.78	0.78	56.01	56.79	108.69	109.47	52.68	0.00
474	Ywind306	0.78	0.78	56.79	57.57	109.47	110.25	52.68	0.00
475	Ywind307	0.78	0.78	74.29	75.07	126.97	127.75	52.68	0.00

Πίνακας 6.33. Κόστος πόρων επισκευής κτιρίου ID1010 για επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)=0.35g$ .

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
1	Build001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	15,433.20 €	800.23 hrs
2	Build002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	12,538.80 €	650.17 hrs
5	Story003	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	6,679.20 €	580.8 hrs
6	Story004	Ergatis[3];Fortigo	2,210.00 €	141.43 hrs
7	Story005	Ergatis[4]	1,497.60 €	149.77 hrs
88	Bwall001	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	6,901.20 €	357.83 hrs
89	Bwall002	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	13,813.20 €	716.23 hrs
90	Bwall003	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,228.16 €	248.32 hrs
91	Bwall004	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,760.00 €	220.8 hrs
92	Bwall005	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,471.20 €	231.83 hrs
93	Bwall006	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,656.00 €	132.48 hrs
94	Bwall007	Ktistis[2];Ergatis[2]	3,548.00 €	283.83 hrs
95	Bwall008	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,760.00 €	220.8 hrs
96	Bwall009	Ktistis[2];Ergatis[2]	828.00 €	66.23 hrs
97	Bwall010	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,228.16 €	248.32 hrs
98	Bwall011	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,760.00 €	220.8 hrs
104	Bdoor001	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
105	Bdoor002	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
106	Bdoor003	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
107	Bdoor004	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	367.20 €	19.03 hrs
108	Bdoor005	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
116	Bwind001	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
117	Bwind002	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
118	Bwind003	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
119	Bwind004	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
120	Bwind005	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
121	Bwind006	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	291.60 €	15.12 hrs
122	Bwind007	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	302.40 €	15.12 hrs
125	Story103	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	6,333.28 €	550.72 hrs
126	Story104	Ergatis[3];Fortigo	1,735.00 €	111.03 hrs
127	Story105	Ergatis[4]	1,174.40 €	117.43 hrs
208	Bwall101	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	7,743.60 €	401.52 hrs
209	Bwall102	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	15,476.40 €	802.48 hrs

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>RESOURCES</b>	<b>TOTAL RESOURCE COST</b>	<b>TOTAL RESOURCE WORKHOURS</b>
210	Bwall103	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,248.96 €	249.92 hrs
211	Bwall104	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,776.00 €	222.08 hrs
212	Bwall105	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,503.60 €	233.52 hrs
213	Bwall106	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,668.00 €	133.43 hrs
214	Bwall107	Ktistis[2];Ergatis[2]	3,572.00 €	285.77 hrs
215	Bwall108	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,776.00 €	222.08 hrs
216	Bwall109	Ktistis[2];Ergatis[2]	832.00 €	66.57 hrs
217	Bwall110	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,248.96 €	249.92 hrs
218	Bwall111	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,776.00 €	222.08 hrs
224	Bdoor101	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
225	Bdoor102	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
226	Bdoor103	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
227	Bdoor104	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	367.20 €	19.03 hrs
228	Bdoor105	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
236	Bwind101	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
237	Bwind102	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
238	Bwind103	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
239	Bwind104	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
240	Bwind105	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
241	Bwind106	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	831.60 €	43.12 hrs
242	Bwind107	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	862.40 €	43.12 hrs
245	Story203	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	6,164.00 €	536 hrs
246	Story204	Ergatis[3];Fortigo	1,735.00 €	111.03 hrs
247	Story205	Ergatis[4]	1,174.40 €	117.43 hrs
328	Bwall201	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	7,948.80 €	412.17 hrs
329	Bwall202	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	15,897.60 €	824.32 hrs
330	Bwall203	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,323.84 €	255.68 hrs
331	Bwall204	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,840.00 €	227.2 hrs
332	Bwall205	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	4,600.80 €	238.57 hrs
333	Bwall206	Ktistis[2];Ergatis[2]	1,704.00 €	136.32 hrs
334	Bwall207	Ktistis[2];Ergatis[2]	3,652.00 €	292.17 hrs
335	Bwall208	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,840.00 €	227.2 hrs
336	Bwall209	Ktistis[2];Ergatis[2]	852.00 €	68.17 hrs
337	Bwall210	Hlektrologos[2];Ergatis[2]	3,323.84 €	255.68 hrs
338	Bwall211	Ydraulikos[2];Ergatis[2]	2,840.00 €	227.2 hrs
344	Bdoor201	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
345	Bdoor202	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
346	Bdoor203	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
347	Bdoor204	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	367.20 €	19.03 hrs
348	Bdoor205	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
356	Bwind201	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
357	Bwind202	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
358	Bwind203	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
359	Bwind204	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
360	Bwind205	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
361	Bwind206	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	842.40 €	43.68 hrs
362	Bwind207	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
365	Story303	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]	6,156.64 €	535.37 hrs
366	Story304	Ergatis[3];Fortigo	1,735.00 €	111.03 hrs
430	Gwall301	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,556.00 €	204.48 hrs
431	Gwall302	Ktistis[2];Ergatis[2]	2,840.00 €	227.2 hrs
432	Gwall303	Ktistis[2];Ergatis[2]	852.00 €	68.17 hrs

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	RESOURCES	TOTAL RESOURCE COST	TOTAL RESOURCE WORKHOURS
459	Ydoor301	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
460	Ydoor302	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
461	Ydoor303	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
462	Ydoor304	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	367.20 €	19.03 hrs
463	Ydoor305	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift	299.20 €	13.6 hrs
469	Ywind301	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
470	Ywind302	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
471	Ywind303	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
472	Ywind304	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
473	Ywind305	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs
474	Ywind306	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift	842.40 €	43.68 hrs
475	Ywind307	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift	873.60 €	43.68 hrs



Σχήμα 6.9. Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID1010 ανά επίπεδο έντασης.

## 7. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΒΑΣΕΙ ΕΚΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ο υπολογισμός του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμό, είναι αναμφίβολα μεγάλης σημασίας για τους ιδιοκτήτες, μετόχους, ενοίκους κ.λπ., ιδιαίτερα όταν αυτό φιλοξενεί μεγάλο αριθμό εργασιών, διακοπή των οποίων προκαλεί σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις. Εντούτοις, θεωρώντας δεδομένο ότι ένα σεισμικό γεγονός επηρεάζει ευρύτερα μια περιοχή και όχι ένα κτίριο μεμονωμένα, ανεκτίμητη αξία έχει η γενικότερη εκτίμηση των ζημιών που προκαλούνται στα κτίρια μιας περιοχής.

Ως εκ τούτου, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία ενός γενικότερου πλαισίου εκτίμησης του κινδύνου σε οικονομικούς και χρονικούς όρους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συγκέντρωση των αποτελεσμάτων τα οποία έχουν προκύψει από τη ξεχωριστή ανάλυση των κτιρίων, σε ενιαίους πίνακες και διαγράμματα, προκειμένου να υπολογιστούν οι διάμεσες τιμές κόστους και χρονικής διάρκειας αποκατάστασης συναρτήσει της έκτασης των ορόφων ενός κτιρίου. Αξιοποίηση αυτού του πλαισίου, παρέχει τη δυνατότητα για άμεση εκτίμηση του κινδύνου που καλούνται να αναλάβουν οι αρμόδιοι φορείς σε μια ευρύτερη περιοχή μετά από ένα σεισμό.

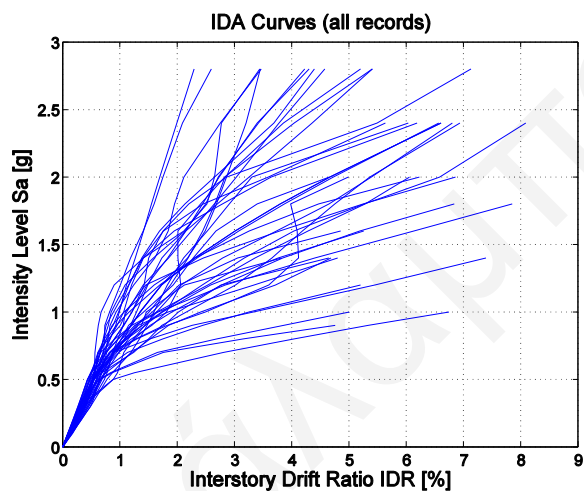
### 7.1. Πρόγραμμα Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης

Σημαντικό βήμα στην υλοποίηση της διαδικασίας αυτής, αποτελεί ο σχεδιασμός του προγράμματος ανάλυσης δυναμικής αντίστασης IDA (Incremental Dynamic Analysis) "idr\_cost\_analysis.m", το οποίο οδηγεί ουσιαστικά στο σχεδιασμό καμπυλών δυναμικής αντίστασης (δυναμική υπερωθητική μέθοδος) και στον υπολογισμό του κόστους και της χρονικής διάρκειας επισκευής ενός κτιρίου βάσει των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετακινήσεων των ορόφων του.

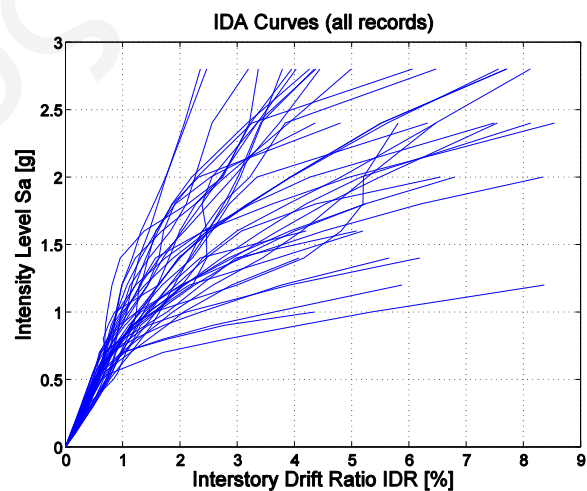
Δεδομένου ότι κάθε κτίριο έχει υποβληθεί σε μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις για 39 ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε 22 διαφορετικά επίπεδα έντασης, δίνεται για κάθε μια από αυτές τις αναλύσεις, δεδομένου ότι το κτίριο δεν καταρρέει, η μέγιστη ανηγμένη μετατόπιση κάθε ορόφου στις δύο οριζόντιες συνιστώσες,  $IDR_x$  και  $IDR_y$ . Για σκοπούς απλοποίησης της ανάλυσης, λαμβάνεται η μέγιστη ανηγμένη σχετική μετατόπιση (ΜΑΣΜ) εκ των δύο που προκύπτουν σε κάθε όροφο για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Με τις τιμές ΜΑΣΜ, δημιουργείται για ένα F-ώροφο κτίριο, όπου F=1, 2 ή 4 όροφοι στη παρούσα διατριβή, ένας τρισδιάστατος πίνακας

διαστάσεων  $L \times F \times R$ , όπου  $L$  τα 23 επίπεδα έντασης,  $F$  ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου και  $R$  τα 39 ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε κάθε επίπεδο έντασης. Σημειώνεται ότι τα επίπεδα έντασης  $L$  λαμβάνονται 23 αντί 22 γιατί προστίθεται και η περίπτωση μη ύπαρξης σεισμικής δόνησης για σκοπούς ορθής αποτύπωσης των διαγραμμάτων κόστους (μη σεισμική διέγερση προκαλεί μηδενικό κόστος και χρονική διάρκεια επισκευής). Στις περιπτώσεις όπου ένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων προκαλεί κατάρρευση, δεν λαμβάνεται τιμή για τη μέγιστη ανηγμένη μετατόπιση του ορόφου.

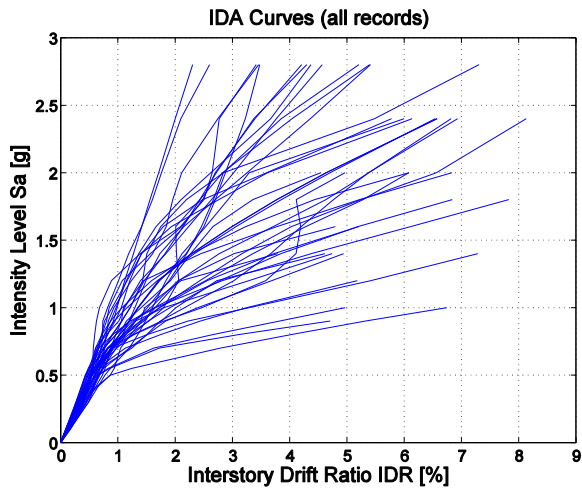
Ο πίνακας αυτός δίνει τη δυνατότητα για τη δημιουργία διαγραμμάτων τα οποία αναπαριστούν όλες τις ανηγμένες σχετικές μετατοπίσεις που λαμβάνει κάθε όροφος σε κάθε επίπεδο έντασης. Κάθε διάγραμμα αντιπροσωπεύει ένα όροφο κάθε κτιρίου και περιλαμβάνει 39 καμπύλες δυναμικής αντίστασης, όσες δηλαδή και το πλήθος του ζεύγους επιταχυνσιογραφημάτων. Ο κατακόρυφος άξονας στα διαγράμματα αυτά αναπαριστά το επίπεδο έντασης  $S_a$  (g) και ο οριζόντιος άξονας τις τιμές ανηγμένης σχετικής μετατόπισης του ορόφου IDR (%). Οι καμπύλες αυτές παρουσιάζονται στα Σχήματα 7.1 έως 7.11 για όλους του ορόφους των υπό μελέτη κτιρίων.



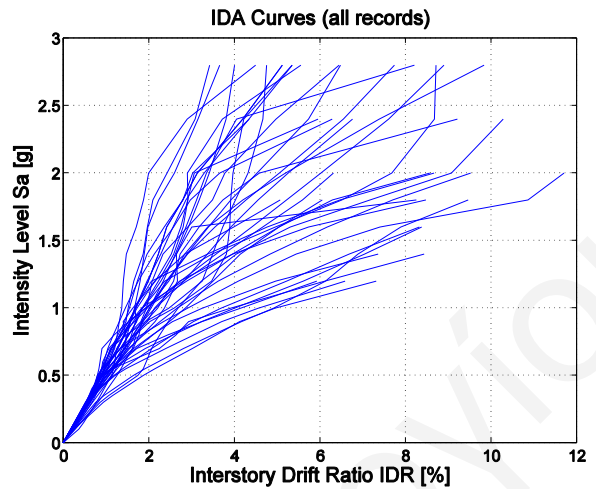
**Σχήμα 7.1.** ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



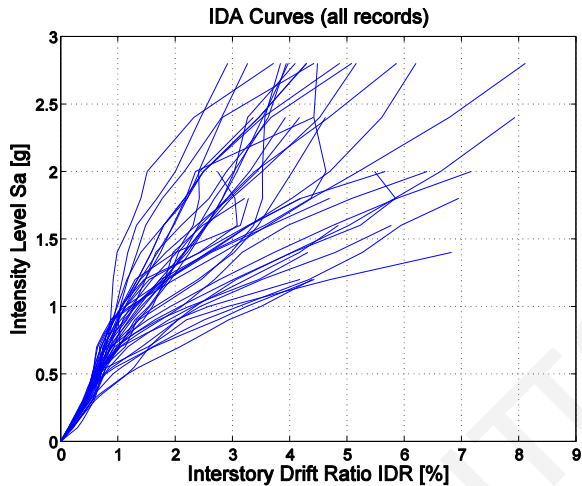
**Σχήμα 7.2.** ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσσει επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



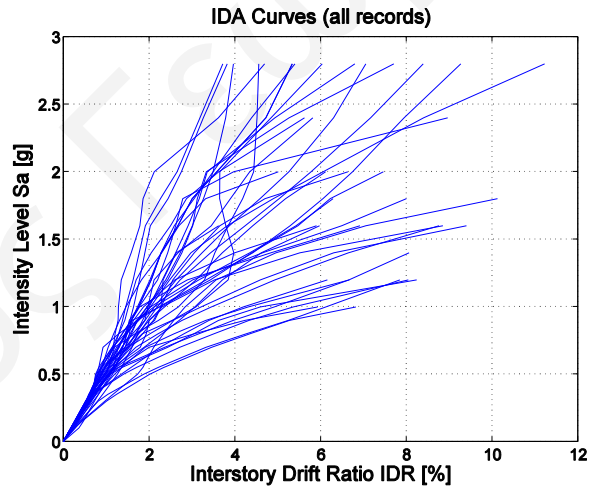
Σχήμα 7.3. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



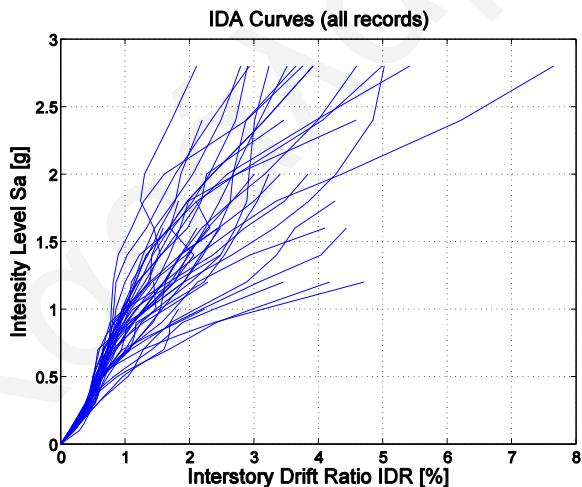
Σχήμα 7.4. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



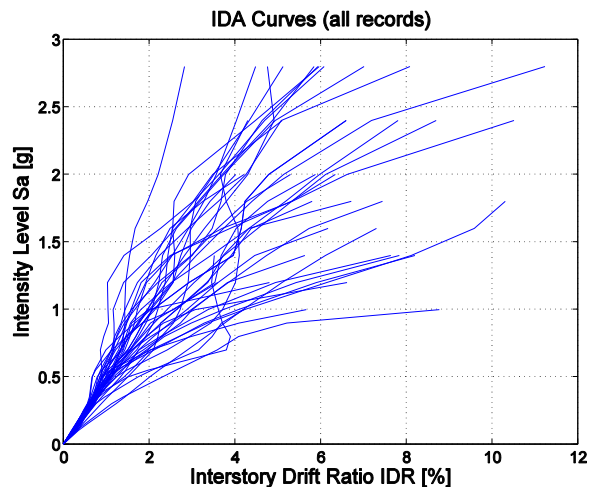
Σχήμα 7.5. ΜΑΣΜ 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



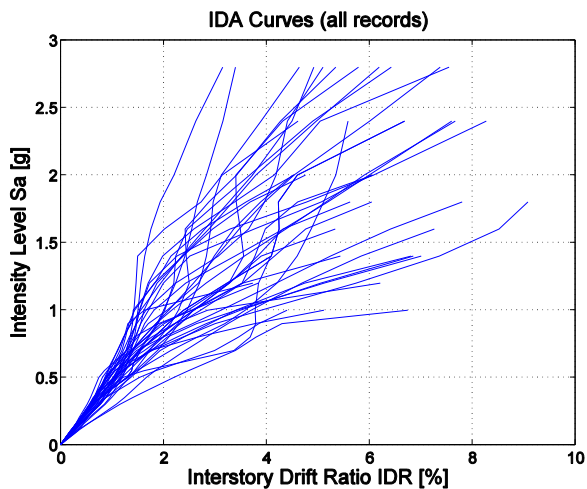
Σχήμα 7.6. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



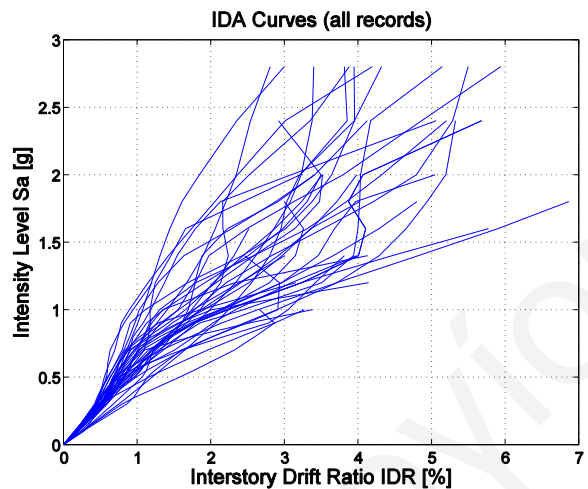
Σχήμα 7.7. ΜΑΣΜ 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



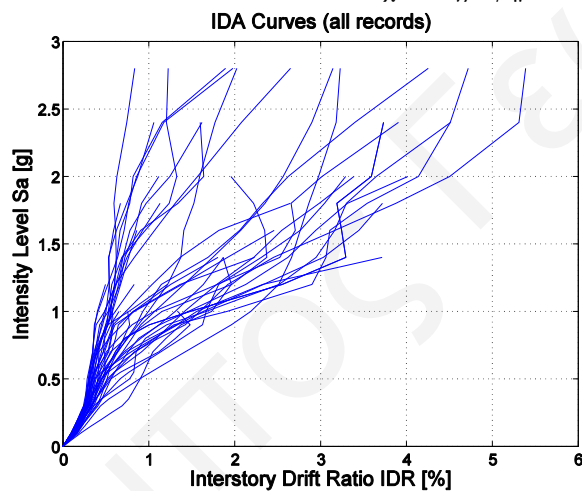
Σχήμα 7.8. ΜΑΣΜ ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



Σχήμα 7.9. ΜΑΣΜ 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.



Σχήμα 7.10. ΜΑΣΜ 2<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.

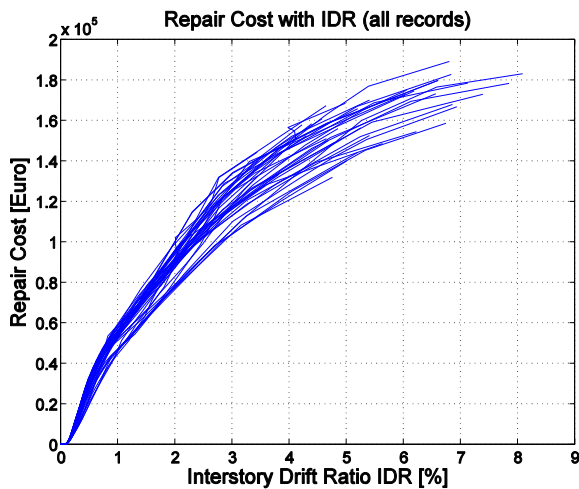


Σχήμα 7.11. ΜΑΣΜ 3<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι επιπέδου έντασης ανά ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων.

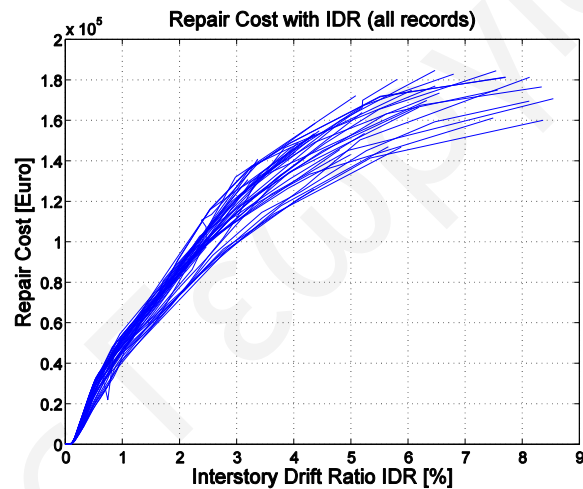
Όπως έχει παρουσιαστεί στο υποκεφάλαιο 5.2, από την ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στο πρόγραμμα “run\_analysis.m”, για κάθε επίπεδο έντασης, προκύπτει ένας πίνακας για κάθε όροφο, διαστάσεων  $L \times (R \times N)$ , όπου  $N$  οι τιμές κόστους επισκευής κάθε ορόφου του κτιρίου όπως προκύπτουν από κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων  $R$ . Εάν για κάποιο ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων, το κτίριο καταρρέει, τότε οι  $N$  αυτές τιμές προκύπτουν από την κατανομή του κόστους αντικατάστασης για το συγκεκριμένο όροφο, όπως έχει προαναφερθεί.

Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν δύο ξεχωριστοί πίνακες οι οποίοι βρίσκονται σε αντιστοιχία, αφού οι γραμμές τους αντιπροσωπεύουν τα ίδια επίπεδα έντασης. Είναι εφικτό επομένως, σε κάθε επίπεδο έντασης, κάθε τιμή μέγιστης ανηγμένης σχετικής μετατόπισης ενός ορόφου IDR,

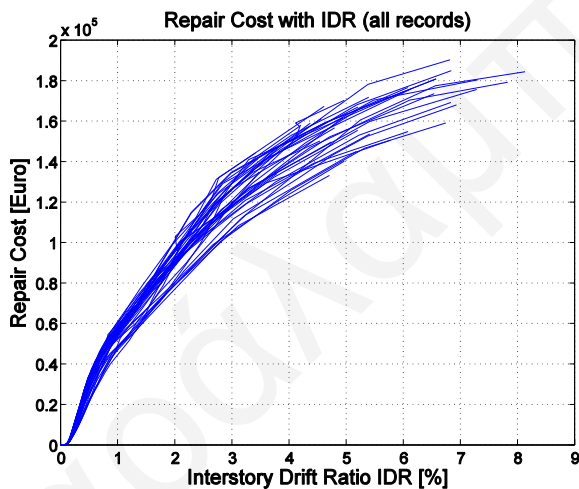
να αντιστοιχεί σε μια κατανομή του κόστους επισκευής με RxN τιμές. Υπολογίζοντας τη διάμεση τιμή της κατανομής του κόστους σε κάθε επίπεδο έντασης, για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων ξεχωριστά, δημιουργούνται ανά όροφο, διαγράμματα τα οποία συνδέουν τη ΜΑΣΜ που ενδέχεται να λάβει ο συγκεκριμένος όροφος, με την αναμενόμενη διάμεση τιμή του κόστους επισκευής του, για κάθε ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων. Τα διαγράμματα αυτά παρουσιάζονται στα Σχήματα 7.12 έως 7.22.



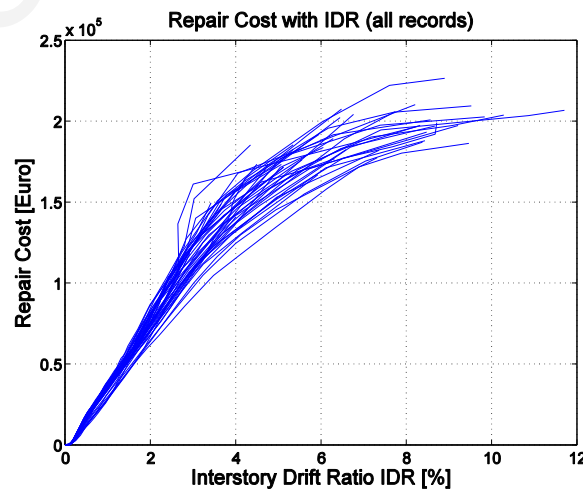
Σχήμα 7.12. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



Σχήμα 7.13. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.

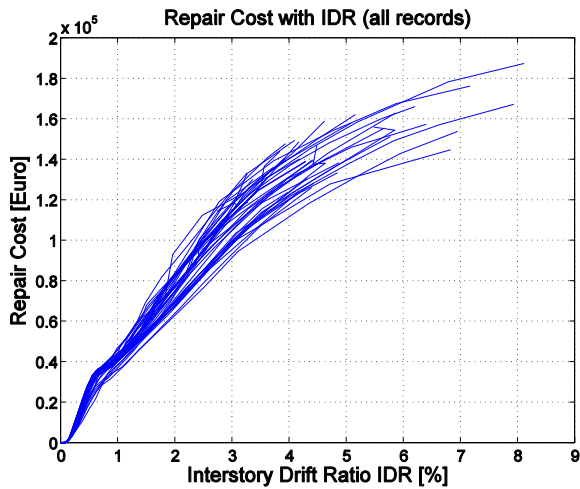


Σχήμα 7.14. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.

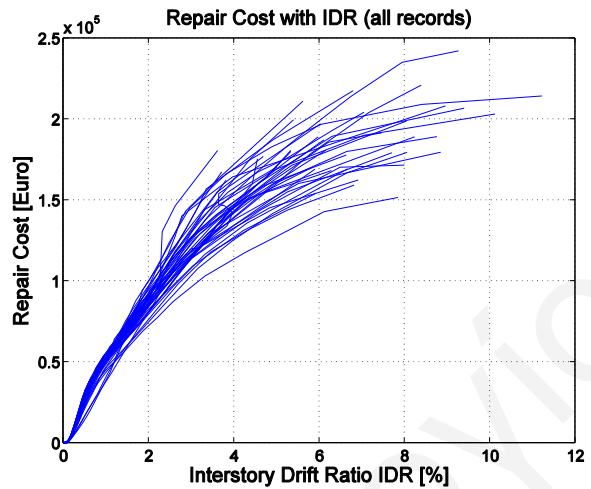


Σχήμα 7.15. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.

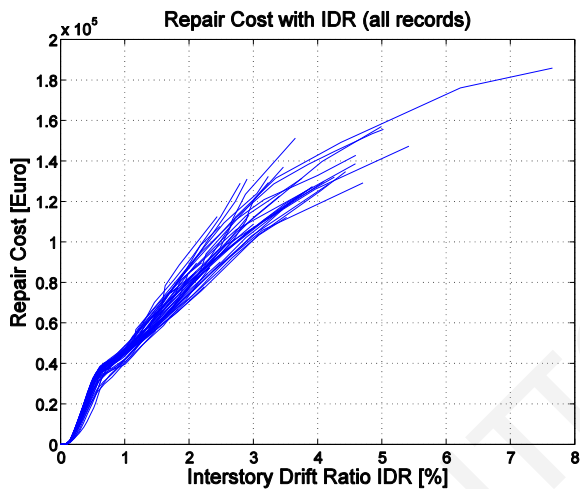




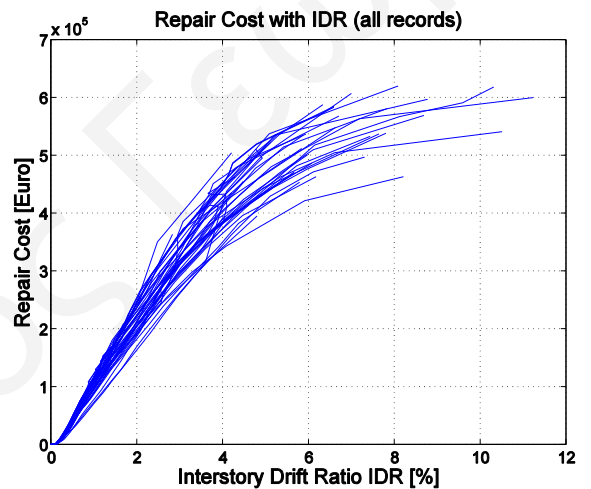
Σχήμα 7.16. Κόστος επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



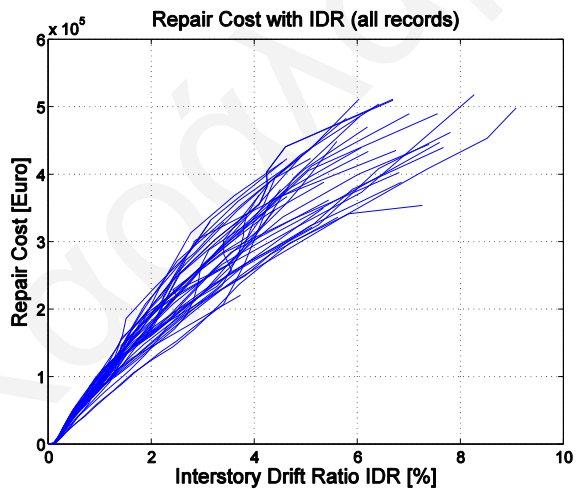
Σχήμα 7.17. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



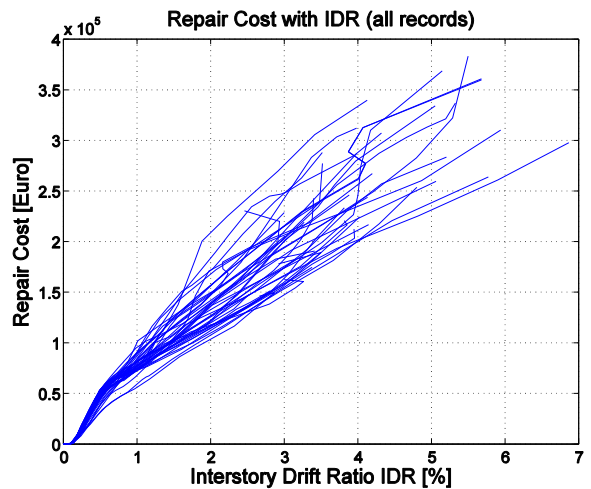
Σχήμα 7.18. Κόστος επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



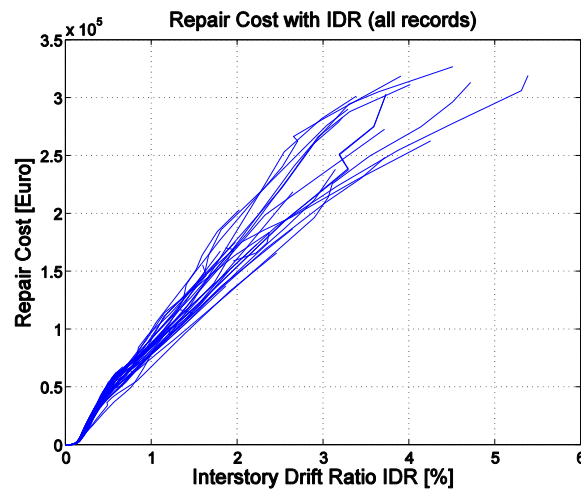
Σχήμα 7.19. Κόστος επισκευής ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



Σχήμα 7.20. Κόστος επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.



Σχήμα 7.21. Κόστος επισκευής 2<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.

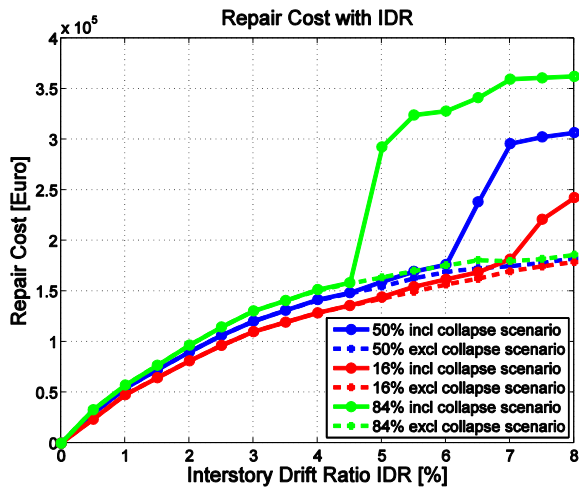


Σχήμα 7.22. Κόστος επισκευής 3<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου ανά ζεύγος επιτ/των.

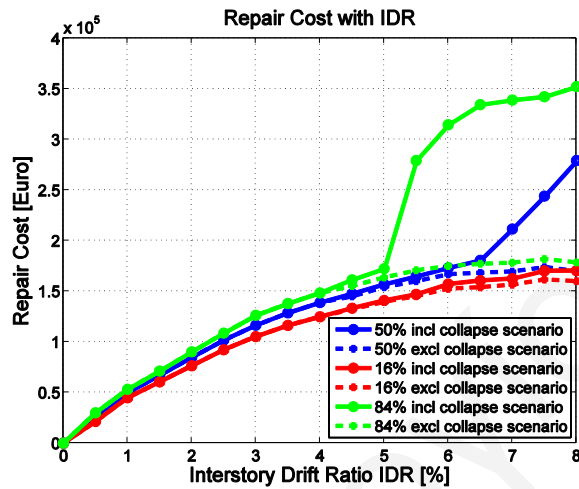
Εντούτοις, για το λόγο ότι οι τιμές ΜΑΣΜ διαφέρουν από όροφο σε όροφο, δημιουργείται ένα διάνυσμα με ισαπέχουσες τιμές ΜΑΣΜ προκειμένου αυτό να αποτελέσει κοινό μέτρο σύγκρισης για το κόστος επισκευής δύο διαφορετικών ορόφων που λαμβάνουν την ίδια ΜΑΣΜ. Το διάνυσμα αυτό έχει τιμές από 0% έως 8% ανά διαστήματα 0.5%, και οι αντίστοιχες τιμές κόστους επισκευής προκύπτουν από γραμμική παρεμβολή από τις ήδη γνωστές τιμές κόστους στους πίνακες που έχουν προαναφερθεί.

Έχοντας πλέον κοινή βάση μέτρου σύγκρισης, το νέο διάνυσμα τιμών ΜΑΣΜ, η κατανομή του κόστους επισκευής κάθε ορόφου συνοψίζεται στα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84%. Εάν στους πιο πάνω υπολογισμούς, αγνοηθούν οι περιπτώσεις κατάρρευσης κάθε κτιρίου, τα διαγράμματα αυτά γίνονται με την παραδοχή ότι το κτίριο δεν καταρρέει (excluding collapse scenario). Στην αντίθετη περίπτωση, εάν οι υπολογισμοί λαμβάνουν υπόψιν τις περιπτώσεις κατάρρευσης κάθε κτιρίου, με τη δειγματοληψία να συμπεριλαμβάνει τις τιμές κόστους αντικατάστασης του κτιρίου, τα διαγράμματα περιλαμβάνουν τη πιθανότητα κατάρρευσης (including collapse scenario).

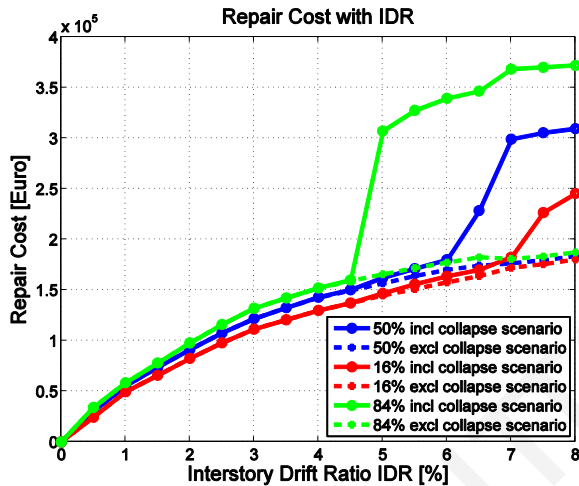
Ως αποτέλεσμα της ανάλυσης αυτής, προκύπτουν τα διαγράμματα κατανομής κόστους επισκευής ορόφου συναρτήσει των τιμών ΜΑΣΜ, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης, όπως παρουσιάζονται στα Σχήματα 7.23 έως 7.33.



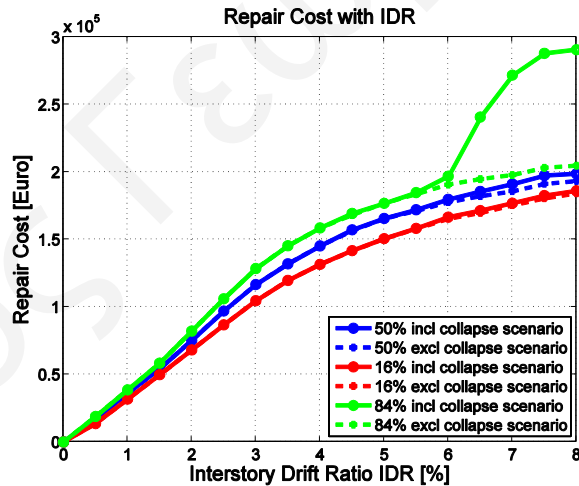
Σχήμα 7.23. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



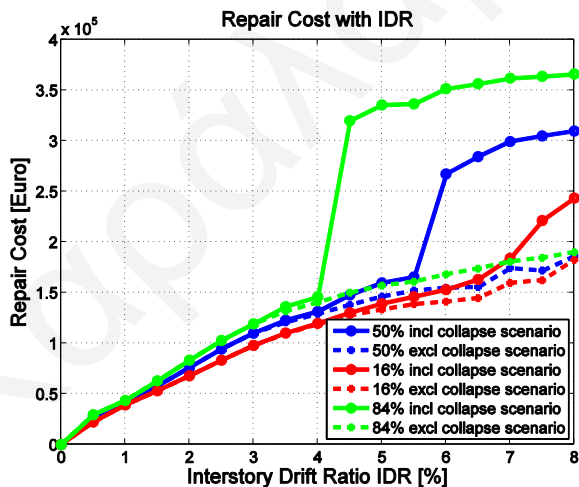
Σχήμα 7.24. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



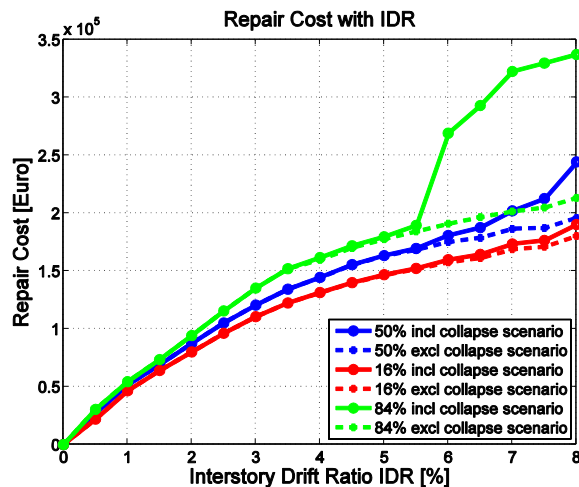
Σχήμα 7.25. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



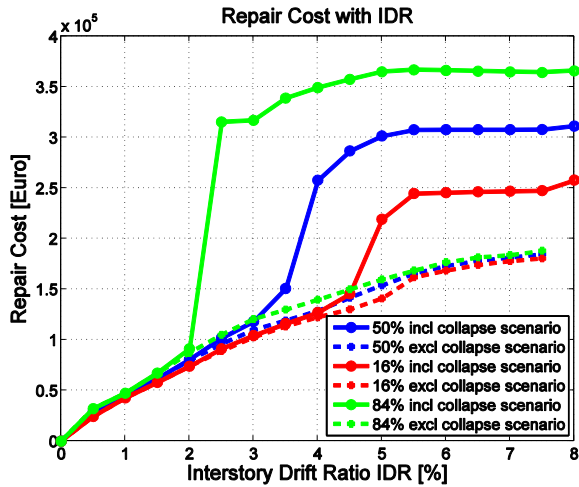
Σχήμα 7.26. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



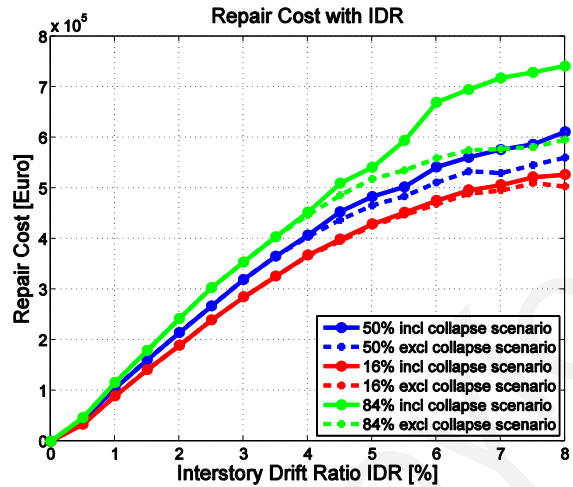
Σχήμα 7.27. Κατανομή κόστους επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



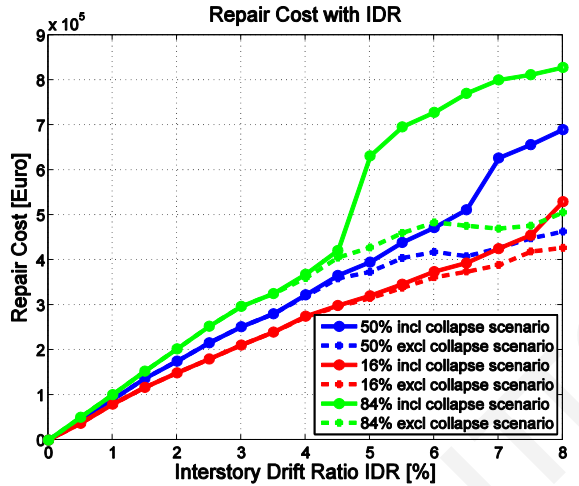
Σχήμα 7.28. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



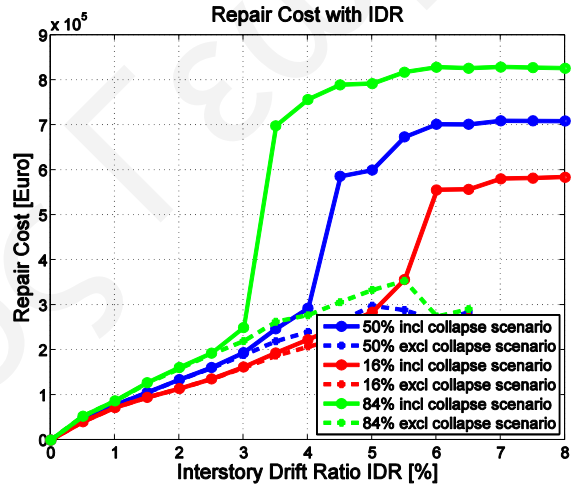
Σχήμα 7.29. Κατανομή κόστους επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



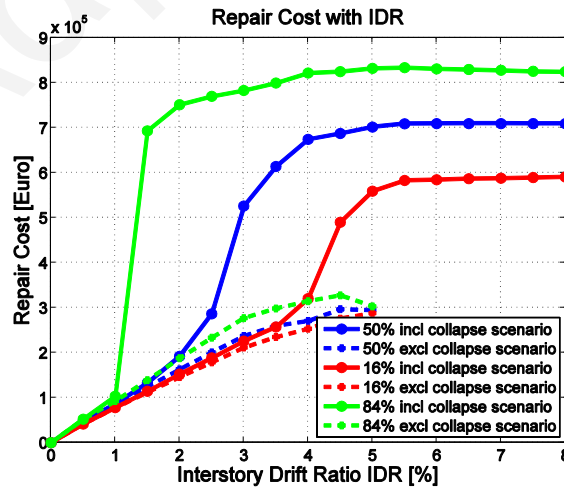
Σχήμα 7.30. Κατανομή κόστους επισκευής ισογείου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



Σχήμα 7.31. Κατανομή κόστους επισκευής 1<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



Σχήμα 7.32. Κατανομή κόστους επισκευής 2<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.



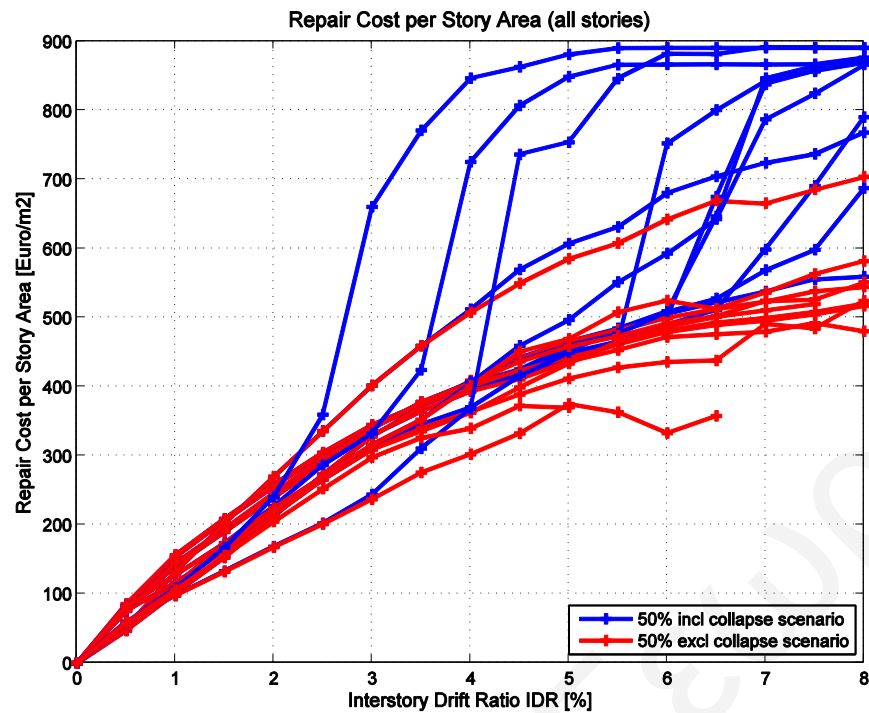
Σχήμα 7.33. Κατανομή κόστους επισκευής 3<sup>ου</sup> ορόφου κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.

## 7.2. Κόστος Επισκευής Κτιρίου βάσει Έκτασης Ορόφων

Αξιοποιώντας την Ανάλυση Δυναμικής Αντίστασης, καθίσταται εφικτή η δημιουργία ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης του κόστους αποκατάστασης ενός τυπικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα αναλόγως της έκτασης και των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων (ΜΑΣΜ) των ορόφων του, προσφέροντας μια πλήρη, αλλά και ταυτόχρονα γρήγορη, εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου που ζητείται να αναλάβει ο ιδιοκτήτης ενός κτιρίου μετά από ένα σεισμό.

Έχοντας ως δεδομένη την κατανομή του κόστους επισκευής κάθε ορόφου από τους έντεκα συνολικά που διαθέτουν τα έξι υπό μελέτη κτίρια, συναρτήσει των ΜΑΣΜ, δημιουργείται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τις κατανομές κόστους όλων των ορόφων διαιρεμένες με τις αντίστοιχες εκτάσεις τους σε τετραγωνικά μέτρα. Με τον όρο έκταση ορόφου εννοείται το συνολικό εμβαδόν το οποίο αποτελεί άθροισμα των επιμέρους εμβαδών κλειστών, καλυμμένων και ακάλυπτων χώρων όπως έχουν παρουσιαστεί στον Πίνακα 3.1. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για δύο περιπτώσεις, μία περιλαμβανομένου και μία μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. Στο Σχήμα 7.34 παρουσιάζεται το διάγραμμα με τη διάμεση τιμή (50%) της κατανομής του κόστους επισκευής όλων των ορόφων των κτιρίων, ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ. Υπολογίζοντας τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% για κάθε δυνατή ανηγμένη σχετική μετατόπιση ορόφου, προκύπτουν τα αποτελέσματα κόστους που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1 και στο Σχήμα 7.35. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.35, ένα μονώροφο κτίριο έκτασης 100m<sup>2</sup> με ΜΑΣΜ 4%, απαιτεί γύρω στα €40000 για την επισκευή του.

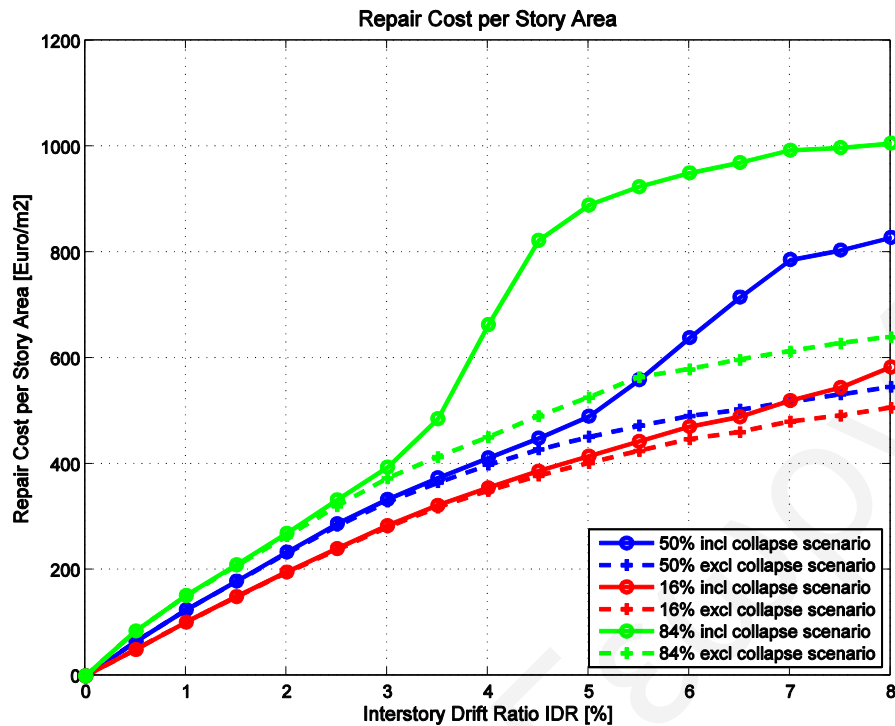
Σημειώνεται ότι τα διαγράμματα κόστους τα οποία προκύπτουν, για το λόγο ότι βασίζονται σε κτίρια τα οποία έχουν σχεδιαστεί βάσει του κανονισμού IBC (ICC 2003), ο οποίος δεν είναι συμβατός με τους Ευρωκώδικες, μπορούν να αξιοποιηθούν για τη γρήγορη εκτίμηση του κόστους επισκευής κτιρίων, σχεδιασμένα βάσει του ίδιου κανονισμού. Εντούτοις, η μεθοδολογία η οποία έχει αναπτυχθεί για τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιούνται τα επιμέρους αποτελέσματα κόστους ξεχωριστών κτιρίων για την ανάπτυξη ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης κόστους επισκευής των κτιρίων μιας ευρύτερης περιοχής, βάσει των ΜΑΣΜ και της έκτασης των ορόφων τους, παραμένει ίδια, με την προϋπόθεση ότι τόσο τα κτίρια που αποτελούν τη βάση υπολογισμού των διαγραμμάτων όσο και τα κτίρια στα οποία μπορεί να εφαρμοστεί το γενικό πλαίσιο εκτίμησης, είναι σχεδιασμένα βάσει των ίδιων κανονισμών.



**Σχήμα 7.34.** Κατανομή διάμεσης τιμής κόστους επισκευής όλων των ορόφων ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσεσι ΜΑΣΜ ορόφου, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.

**Πίνακας 7.1.** Κατανομή κόστους επισκευής ορόφου ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσεσι ΜΑΣΜ, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.

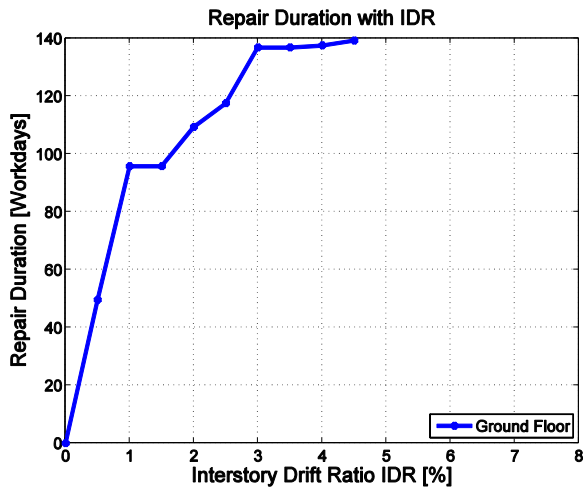
Ανηγγεμένη Σχετική Μετατόπιση Ορόφου [%]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης			Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]	Κάτω όριο κόστους 16% [€]	Διάμεση τιμή κόστους 50% [€]	Άνω όριο κόστους 84% [€]
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	49.79	65.07	84.95	49.81	65.13	85.07
1.0	101.45	124.81	151.07	101.63	125.32	151.97
1.5	149.12	178.07	207.31	149.67	179.38	209.87
2.0	195.19	231.94	263.82	196.40	234.14	269.44
2.5	238.16	284.11	320.69	240.57	287.63	332.84
3.0	280.87	329.35	373.15	283.97	333.63	394.44
3.5	318.21	365.79	413.37	322.41	374.33	486.09
4.0	349.49	399.33	450.82	355.70	412.05	666.38
4.5	378.25	428.38	490.81	387.19	449.49	823.26
5.0	402.42	452.05	526.08	415.14	490.88	889.27
5.5	425.00	473.23	564.54	443.39	559.92	924.83
6.0	447.36	491.57	579.27	471.49	638.84	951.03
6.5	460.69	503.56	597.19	489.69	715.71	970.64
7.0	480.60	518.20	612.94	520.31	786.99	993.74
7.5	491.97	532.24	628.07	544.99	804.11	998.82
8.0	506.52	546.47	639.91	583.44	828.44	1007.52



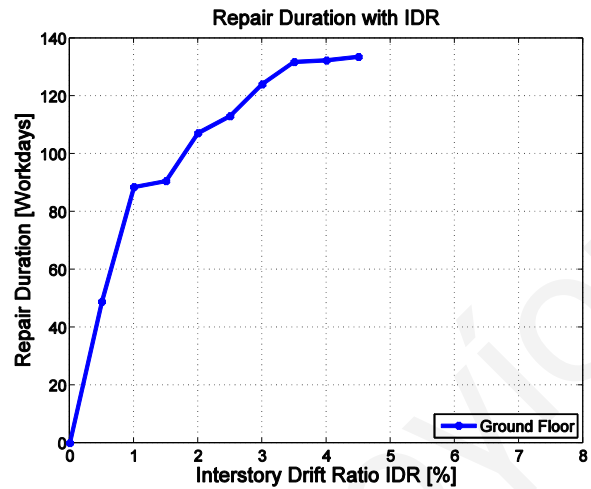
*Σχήμα 7.35. Κατανομή κόστους επισκευής ορόφου ανά εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ, περιλαμβανομένου και μη του σεναρίου κατάρρευσης.*

### 7.3. Χρονική Διάρκεια Επισκευής Κτιρίου βάσει Έκτασης Ορόφων

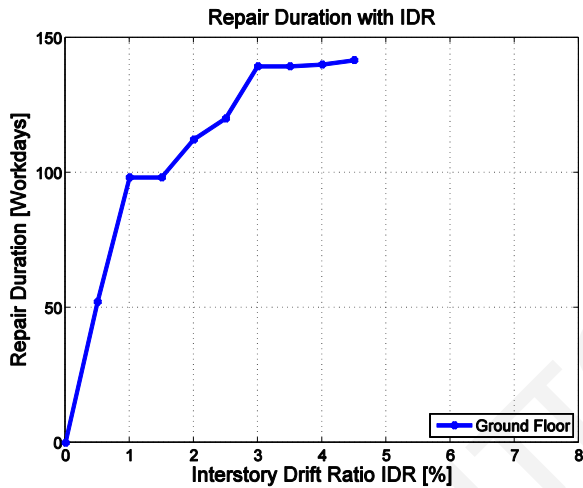
Με παρόμοιο τρόπο, καθίσταται εφικτή η δημιουργία ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης της χρονικής διάρκειας επισκευής ενός τυπικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα αναλόγως της έκτασης και των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων (ΜΑΣΜ) των ορόφων του. Μοναδική διαφορά είναι ότι αξιοποιείται η μέση/διάμεση τιμή της χρονικής διάρκειας επισκευής κάθε ορόφου και όχι όλη η κατανομή. Οι χρονικές διάρκειες παρουσιάζονται συναρτήσει έκτασης 100 τετραγωνικών μέτρων για χρηστικούς λόγους. Στα Σχήματα 7.36 έως 7.41 παρουσιάζεται η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής των ορόφων των έξι υπό μελέτη κτιρίων συναρτήσει των ΜΑΣΜ τους.



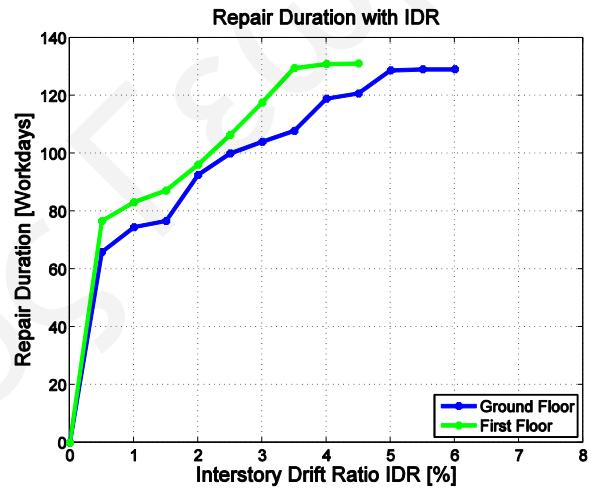
Σχήμα 7.36. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2061 συναρτήσει ΜΑΣΜ.



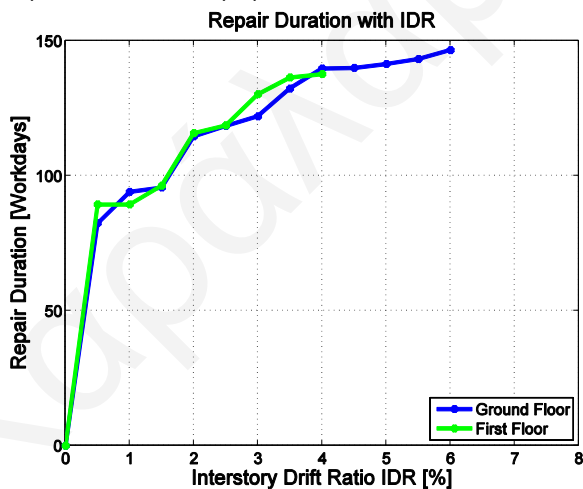
Σχήμα 7.37. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2062 συναρτήσει ΜΑΣΜ.



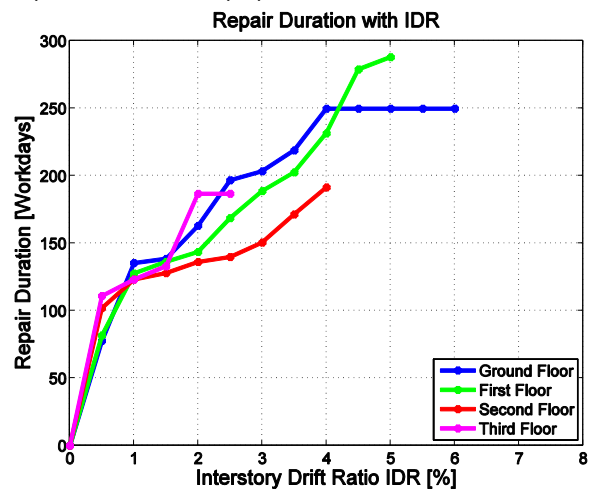
Σχήμα 7.38. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID2063 συναρτήσει ΜΑΣΜ.



Σχήμα 7.39. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1001 συναρτήσει ΜΑΣΜ.



Σχήμα 7.40. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1002 συναρτήσει ΜΑΣΜ.

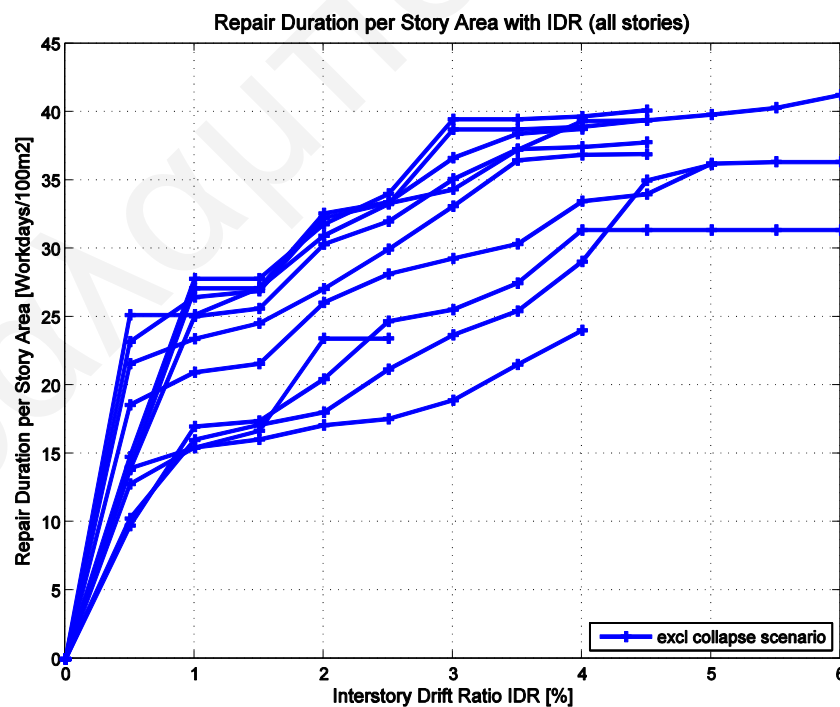


Σχήμα 7.41. Κατανομή διάρκειας επισκευής ορόφων κτιρίου ID1010 συναρτήσει ΜΑΣΜ.



Στο Σχήμα 7.42 συγκεντρώνονται οι μέσες/διάμεσες χρονικές διάρκειες επισκευής όλων των ορόφων των κτιρίων, συναρτήσει ΜΑΣΜ, κανονικοποιημένες προς εμβαδόν ορόφου 100 τετραγωνικά μέτρα. Υπολογίζοντας τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84% για κάθε δυνατή ανηγμένη σχετική μετατόπιση ορόφου, προκύπτουν τα αποτελέσματα χρονικής διάρκειας επισκευής ορόφου έκτασης 100 τετραγωνικών μέτρων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.2 και στο Σχήμα 7.43. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.43, ένα μονώροφο κτίριο έκτασης 100m<sup>2</sup> με ΜΑΣΜ 4%, απαιτεί γύρω στα 37 εργατοημέρες κατά μέσο όρο για την επισκευή του.

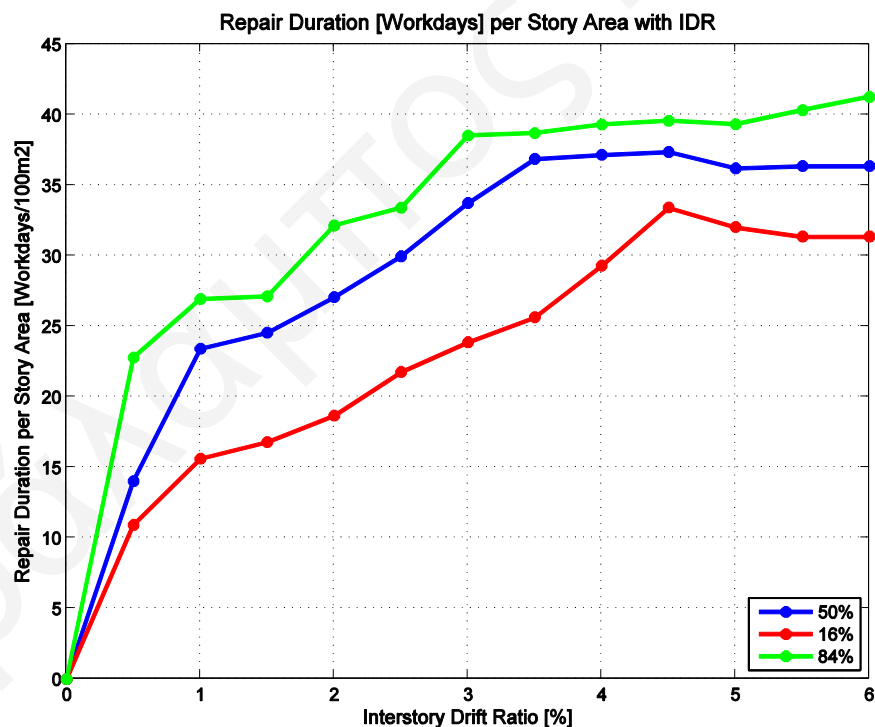
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.43, για ΜΑΣΜ πέραν του 4.5%, η χρονική διάρκεια επισκευής μειώνεται αντί να αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στο ότι κάποια κτίρια τα οποία προσφέρουν με μεγαλύτερες διάρκειες επισκευής, καταρρέουν, παύοντας να συνεισφέρουν στον υπολογισμό της διάμεσης διάρκειας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.42. Επομένως θεωρείται ότι αποτελέσματα πέραν του 4.5% δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα, αλλά παρουσιάζονται χάριν ολοκληρωμένης παρουσίασης της μεθοδολογίας. Σημειώνεται ότι τα συγκεκριμένα διαγράμματα εκτίμησης χρονικής διάρκειας επισκευής, όπως και τα διαγράμματα κόστους επισκευής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη γρήγορη εκτίμηση της χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίων, τα οποία είναι σχεδιασμένα βάσει του ίδιου κανονισμού, όπως και τα υπό μελέτη κτίρια.



**Σχήμα 7.42.** Κατανομή μέσης χρονικής διάρκειας επισκευής όλων των ορόφων, ανά εμβαδόν 100 τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ ορόφου, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης

**Πίνακας 7.2.** Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής ορόφου έκτασης 100 τετραγωνικών μέτρων, συναρτήσει ΜΑΣΜ, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

Ανηγμένη Σχετική Μετατόπιση Ορόφου [%]	Μη Περιλαμβανομένου Σεναρίου Κατάρρευσης		
	Κάτω όριο χρονικής διάρκειας 16% [εργατοημέρες]	Διάμεση τιμή χρονικής διάρκειας 50% [εργατοημέρες]	Άνω όριο χρονικής διάρκειας 84% [εργατοημέρες]
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	10.93	14.04	22.8
1.0	15.62	23.42	26.95
1.5	16.80	24.56	27.13
2.0	18.68	27.08	32.15
2.5	21.78	29.97	33.41
3.0	23.88	33.75	38.54
3.5	25.65	36.88	38.72
4.0	29.31	37.18	39.32
4.5	33.43	37.37	39.58
5.0	32.05	36.21	39.33
5.5	31.38	36.37	40.33
6.0	31.38	36.37	41.28



**Σχήμα 7.43.** Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής ορόφου σε εργατοημέρες, ανά εμβαδόν 100 τετραγωνικά μέτρα, συναρτήσει ΜΑΣΜ, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης.

#### 7.4. Απλοποιημένη Μέθοδος Εκτίμησης Κόστους και Χρονικής Διάρκειας Επισκευής Κτιρίου από Ο/Σ

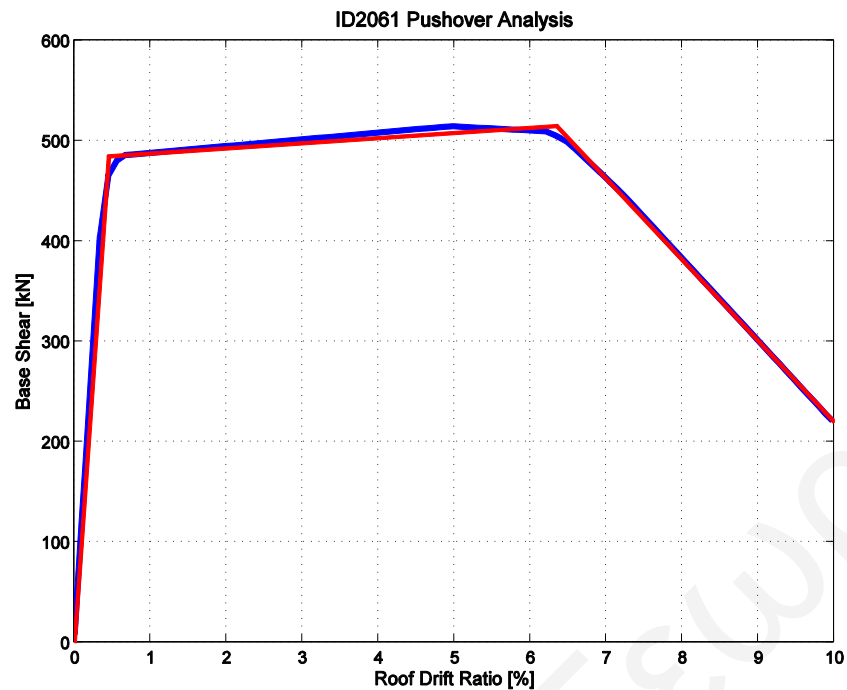
Για καλύτερη κατανόηση του τρόπου αξιοποίησης του γενικού πλαισίου εκτίμησης κόστους και χρονικής διάρκειας αποκατάστασης οποιουδήποτε τυπικού κτιρίου από σπλισμένο σκυρόδεμα, συναρτήσει της έκτασης και των ΜΑΣΜ των ορόφων του, παρουσιάζεται μια απλοποιημένη μέθοδος εφαρμογής σε κτίριο το οποίο είναι σχεδιασμένο βάσει των ίδιων κανονισμών όπως τα υπό μελέτη κτίρια. Για σκοπούς σύγκρισης των αποτελεσμάτων όπως προκύπτουν από την εφαρμογή της απλοποιημένης μεθόδου (με τα διαγράμματα εκτίμησης κόστους και χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου συναρτήσει ΜΑΣΜ και έκτασης ορόφου) και των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τη ξεχωριστή ανάλυση κάθε κτιρίου (με τα διαγράμματα κατανομής κόστους και χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου σε κάθε επίπεδο έντασης), η εφαρμογή πραγματοποιείται σε κτίριο το οποίο έχει ήδη αναλυθεί στη παρούσα διατριβή και είναι το μονώροφο κτίριο ID2061.

Σε πρώτο στάδιο, υπολογίζεται η καμπύλη αντίστασης (pushover curve), μέσω της ανάλυσης στατικής αντίστασης (ΑΣΑ), του κτιρίου ID2061. Στο παράδειγμα αυτό, η καμπύλη αντίστασης διατίθεται από τον Haselton και παρουσιάζεται με μπλε χρώμα στο Σχήμα 7.44. Η τριγωνική προσέγγιση της καμπύλης αντίστασης παρουσιάζεται στο ίδιο σχήμα με κόκκινο χρώμα. Σημειώνεται ότι η ανηγμένη σχετική μετατόπιση ορόφου (IDR (Interstory Drift Ratio)) και η ανηγμένη σχετική μετατόπιση οροφής RDR (Roof Interstory Drift), στην περίπτωση του κτιρίου ID2061, συμπίπτουν, λόγω του διαθέτει μόνο ένα όροφο.

Έχοντας ως δεδομένη τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο (fundamental period) του κτιρίου  $T_1$  (Πίνακας 5.2), υπολογίζεται η ιδιοπερίοδος στην ελαστική περιοχή  $T_i$ , βάσει της σχέσης 7.1, ενώ από το φάσμα του σεισμού για την περιοχή μελέτης (Σχήμα 5.2), προκύπτει η χαρακτηριστική περίοδος του φάσματος σχεδιασμού (characteristic period of the response spectrum)  $T_s$ , όπως φαίνεται στη σχέση 7.2.

$$T_i = T_1 = 0.42 \text{ sec} \quad (7.1)$$

$$T_s = 0.6 \text{ sec} \quad (7.2)$$



Σχήμα 7.44. Καμπύλη αντίστασης (pushover curve) κτιρίου ID2061 και τριγραμμική προσέγγιση.

Από την καμπύλη αντίστασης υπολογίζονται η μέγιστη τέμνουσα βάσης  $V_{\max}$  (maximum base shear), η τέμνουσα διαρροής  $V_y$  (yield strength), η δυσκαμψία στην ελαστική περιοχή  $k_i$  (elastic lateral stiffness), η ισοδύναμη δυσκαμψία  $k_e$  (effective lateral stiffness) και η ισοδύναμη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος  $T_e$  (effective fundamental period), όπως φαίνεται στις σχέσεις 7.3 έως 7.7, αντίστοιχα.

$$V_{\max} = 515 \text{ kN} \quad (7.3)$$

$$V_y = 485 \text{ kN} \quad (7.4)$$

$$k_i = \frac{405 \text{ kN}}{0.33\% \cdot 4.57 \text{ m}} = 26855 \text{ kN/m} \quad (7.5)$$

$$k_e = \frac{485 \text{ kN}}{0.45\% \cdot 4.57 \text{ m}} = 23584 \text{ kN/m} \quad (7.6)$$

$$T_e = T_i \cdot \sqrt{\frac{k_i}{k_e}} = 0.42 \cdot \sqrt{\frac{26855}{23584}} = 0.448 \text{ sec} \quad (7.7)$$

Ακολούθως, υπολογίζεται το σεισμικό φορτίο  $W$  (effective seismic weight), βάσει της σχέσης 7.8, συναρτήσει του συνολικού μόνιμου φορτίου  $G$  και του κινητού φορτίου  $Q$ , όπως έχουν παρουσιαστεί στο υποκεφάλαιο 5.2.3, και της έκτασης του ορόφου του κτιρίου  $A$  (Πίνακας 3.1).

Στη σχέση 7.9 παρουσιάζεται ο συντελεστής επιρροής μάζας στην πρώτη ιδιομορφή  $C_m$  (effective mass factor).

$$W = \frac{(G + 0.3 \cdot Q) \cdot A}{g} = \frac{(8.38 \text{ kN/m}^2 + 0.3 \cdot 2.39 \text{ kN/m}^2) \cdot 353.3 \text{ m}^2}{g} = 3214 \text{ kN/g} \quad (7.8)$$

$$C_m = 0.98 \quad (7.9)$$

Στη συνέχεια εφαρμόζεται η μέθοδος συντελεστών (coefficient method) βάσει Ευρωκώδικα 8, η οποία αποτελεί ουσιαστικά εφαρμογή της μεθόδου N2, για υπολογισμό των στοχευόμενων μετατοπίσεων (target displacements). Σε όρους αντίστοιχους με το FEMA 356, ο συντελεστής  $C_0$  (για μονώροφο κτίριο), ο συντελεστής  $C_2$ , και ο συντελεστής  $C_3$ , λαμβάνονται ίσοι με τη μονάδα όπως φαίνεται στις σχέσεις 7.10 έως 7.12, αντίστοιχα.

$$C_0 = 1.0 \quad (7.10)$$

$$C_2 = 1.0 \quad (7.11)$$

$$C_3 = 1.0 \quad (7.12)$$

Δεδομένου ότι ισχύει η συνθήκη η οποία φαίνεται στη σχέση 7.13, υπολογίζεται ο λόγος της απαίτησης σε ελαστική δύναμη προς τον υπολογιζόμενο συντελεστή δύναμης διαρροής,  $q_u$  (ratio of elastic strength demand to calculated yield strength coefficient), βάσει της σχέσης 7.14, και ο συντελεστής  $C_1$ , βάσει της σχέσης 7.15.

$$T_e = 0.448 \text{ sec} < T_c = T_s = 0.6 \text{ sec} \quad (7.13)$$

$$q_u = R = \frac{S_a}{V_y/W} \cdot C_m = \frac{0.2g}{485 \text{ kN} / 3214 \text{ kN/g}} \cdot 0.98 = 1.3 > 1 \quad (7.14)$$

$$C_1 = \frac{1 + (q_u - 1) T_c / T_e}{q_u} = \frac{1 + (1.3 - 1) \cdot 0.6 / 0.448}{1.3} = 1.08 \quad (7.15)$$

Στη συνέχεια, για όλα τα υπό μελέτη επίπεδα έντασης  $S_a$ , από 0.05g έως 2.8g, υπολογίζονται οι στοχευόμενες μετατοπίσεις  $\delta_{\text{target}}$ , βάσει της σχέσης 7.16, και κατ'επέκταση οι ανηγμένες

σχετικές μετατοπίσεις ορόφου IDR, βάσει της σχέσης 7.17, όπου  $h$  το ύψος του ορόφου (Πίνακας 3.1). Αυτοί οι υπολογισμοί γίνονται με την προϋπόθεση ότι οι τιμές αυτές εμπίπτουν στην περιοχή θετικής δυσκαμψίας (ή κλίσης) της προσέγγισης της καμπύλης αντίστασης. Στο παράδειγμα υπολογισμού της στοχευόμενης μετατόπισης, λαμβάνεται ενδεικτικά επίπεδο έντασης  $S_a = 0.2g$ .

$$\delta_{\text{target}} = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot S_a \cdot \frac{T_e^2}{4\pi^2} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.08 \cdot 0.2g \cdot \frac{(0.448 \text{ sec})^2}{4\pi^2} \cdot 9.81 \text{ m/sec}^2 = 0.011 \text{ m} \quad (7.16)$$

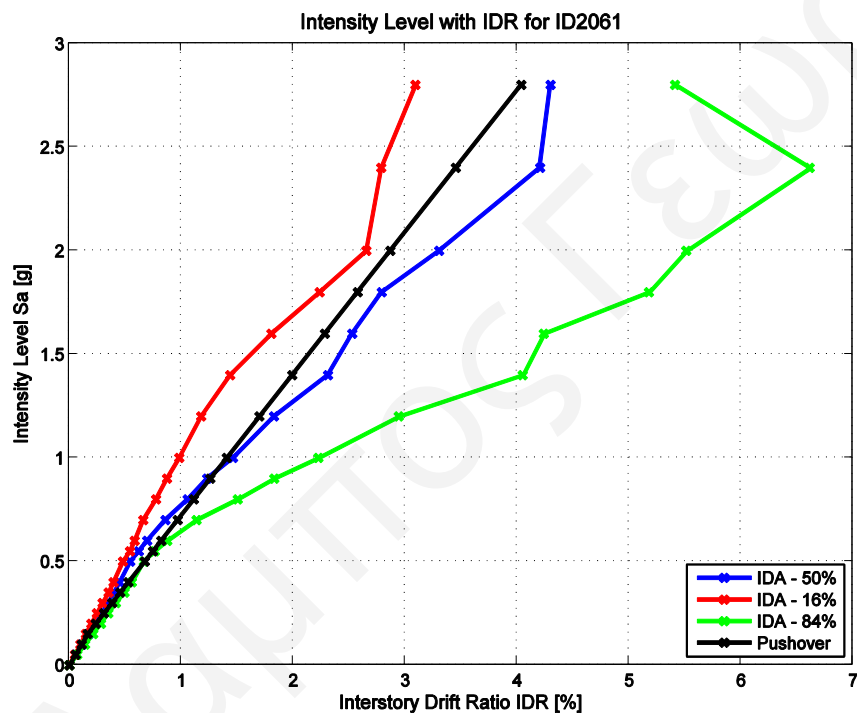
$$IDR = RDR = \frac{\delta_{\text{target}}}{h} = \frac{0.011 \text{ m}}{4.57 \text{ m}} = 0.235\% \quad (7.17)$$

Στο Σχήμα 7.1, έχει παρουσιαστεί η κατανομή της ΜΑΣΜ του κτιρίου ID2061 για όλα τα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ , βάσει της ανάλυσης δυναμικής αντίστασης (ΑΔΑ). Υπολογίζοντας τα ποσοστημόρια 16%, 50% και 84%, προκύπτουν τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.3 και στο Σχήμα 7.45. Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζεται η κατανομή της μέσης/διάμεσης τιμής ΜΑΣΜ του κτιρίου, όπως έχει προκύψει από την ανάλυση στατικής αντίστασης η οποία έχει περιγραφεί πιο πάνω. Παρατηρείται ότι η κατανομή όπως έχει προκύψει από την ΑΣΑ, εμπίπτει εντός των ορίων τα οποία ορίζονται από την τυπική απόκλιση της κατανομής ΜΑΣΜ ορόφου όπως έχει προκύψει από την ΑΔΑ.

**Πίνακας 7.3.** Κατανομή ΜΑΣΜ ορόφου κτιρίου ID2061 μέσω Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης και Ανάλυσης Στατικής Αντίστασης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

Επίπεδο Έντασης $S_a [g]$	Ανάλυση Δυναμικής Αντίστασης			Ανάλυση Στατικής Αντίστασης
	Κάτω όριο ΜΑΣΜ 16% [%]	Διάμεση τιμή ΜΑΣΜ 50% [%]	Άνω όριο ΜΑΣΜ 84% [%]	ΜΑΣΜ 50% [%]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.06	0.07	0.05
0.10	0.10	0.12	0.14	0.11
0.15	0.15	0.17	0.21	0.16
0.20	0.20	0.23	0.28	0.24
0.25	0.25	0.29	0.35	0.31
0.30	0.30	0.35	0.41	0.38
0.35	0.35	0.40	0.49	0.45
0.40	0.39	0.45	0.56	0.53
0.50	0.48	0.54	0.66	0.67
0.55	0.54	0.62	0.76	0.75
0.60	0.58	0.70	0.87	0.82
0.70	0.66	0.86	1.14	0.97

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Ανάλυση Δυναμικής Αντίστασης			Ανάλυση Στατικής Αντίστασης
	Κάτω όριο ΜΑΣΜ	Διάμεση τιμή ΜΑΣΜ	Άνω όριο ΜΑΣΜ	ΜΑΣΜ
	16% [%]	50% [%]	84% [%]	50% [%]
0.80	0.77	1.06	1.50	1.11
0.90	0.87	1.23	1.83	1.26
1.00	0.98	1.46	2.22	1.41
1.20	1.18	1.83	2.94	1.70
1.40	1.44	2.31	4.05	1.99
1.60	1.81	2.53	4.24	2.28
1.80	2.24	2.79	5.18	2.57
2.00	2.65	3.30	5.51	2.87
2.40	2.79	4.20	6.61	3.45
2.80	3.09	4.30	5.41	4.04



Σχήμα 7.45. Κατανομή ΜΑΣΜ ορόφου κτιρίου ID2061 μέσω Ανάλυσης Δυναμικής Αντίστασης και Ανάλυσης Στατικής Αντίστασης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

Έχοντας ως δεδομένη τη ΜΑΣΜ του ορόφου του κτιρίου ID2061 σε κάθε επίπεδο έντασης  $S_a(T_1)$ , ως αποτέλεσμα της ανάλυσης η οποία έχει προηγηθεί, και αξιοποιώντας την απλοποιημένη μέθοδο εκτίμησης του κόστους επισκευής, όπως έχει παρουσιαστεί στον Πίνακα 7.1, μέσω γραμμικής παρεμβολής, υπολογίζεται το αναμενόμενο κόστος επισκευής του κτιρίου, συναρτήσει της ΜΑΣΜ και της έκτασης του ορόφου του, υπό τη μορφή ποσοστημορίων 16%, 50% και 84%, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. Τα αποτελέσματα σε κάθε επίπεδο έντασης συγκρίνονται με τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει από την αναλυτική

μέθοδο υπολογισμού του κόστους επισκευής του κτιρίου όπως έχει παρουσιαστεί στον Πίνακα 5.37 (υποκεφάλαιο 5.4.1).

Στον Πίνακα 7.4 και στο Σχήμα 7.46, παρουσιάζεται η σύγκριση των τιμών και συγκεκριμένα η κατανομή συνολικού κόστους επισκευής του κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ . Παρατηρείται ότι η κατανομή της διάμεσης τιμής κόστους με απλοποιημένη μέθοδο εμπίπτει εντός της τυπικής απόκλισης της κατανομής που είχε υπολογιστεί αναλυτικά και πλησιάζει περισσότερο προς το κάτω όριο κόστους (16%). Επίσης παρατηρείται ότι η κατανομή η οποία έχει προκύψει με την απλοποιημένη μέθοδο έχει μικρότερη τυπική απόκλιση από την αναλυτική μέθοδο και αυτό οφείλεται στο ότι αγνοείται η διασπορά των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων του ορόφου σε κάθε επίπεδο έντασης.

**Πίνακας 7.4.** Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Αναλυτική Μέθοδος			Απλοποιημένη Μέθοδος		
	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο	Κάτω όριο	Διάμεση τιμή	Άνω όριο
	κόστους 16% [€]	κόστους 50% [€]	κόστους 84% [€]	κόστους 16% [€]	κόστους 50% [€]	κόστους 84% [€]
0.00	0	0	0	0	0	0
0.05	0	0	0	1921	2511	3278
0.10	0	446	1323	3843	5022	6556
0.15	1566	3209	5152	5764	7533	9834
0.20	4998	7500	9960	8284	10826	14134
0.25	9107	12036	15105	10856	14188	18522
0.30	13110	16585	20229	13428	17549	22911
0.35	17444	21128	24820	16000	20911	27299
0.40	21574	25532	29093	18609	24167	31316
0.50	29070	33318	37166	23947	30339	38148
0.55	32913	37180	41390	26615	33425	41563
0.60	36284	40691	45980	29284	36511	44979
0.70	41294	47065	54578	34621	42684	51810
0.80	46973	54586	67742	39641	48339	57854
0.90	52324	61487	83213	44566	53842	63665
1.00	57243	69146	95620	49491	59345	69476
1.20	65203	84585	122943	59118	70435	81134
1.40	75224	101025	144194	68638	81567	92811
1.60	86472	109905	150508	77538	92359	104560
1.80	101219	122550	158914	86404	102772	116078
2.00	113093	133356	166600	95229	112120	126918
2.40	126529	148797	178481	111164	128004	144687
2.80	126913	152837	168066	124229	141845	160324

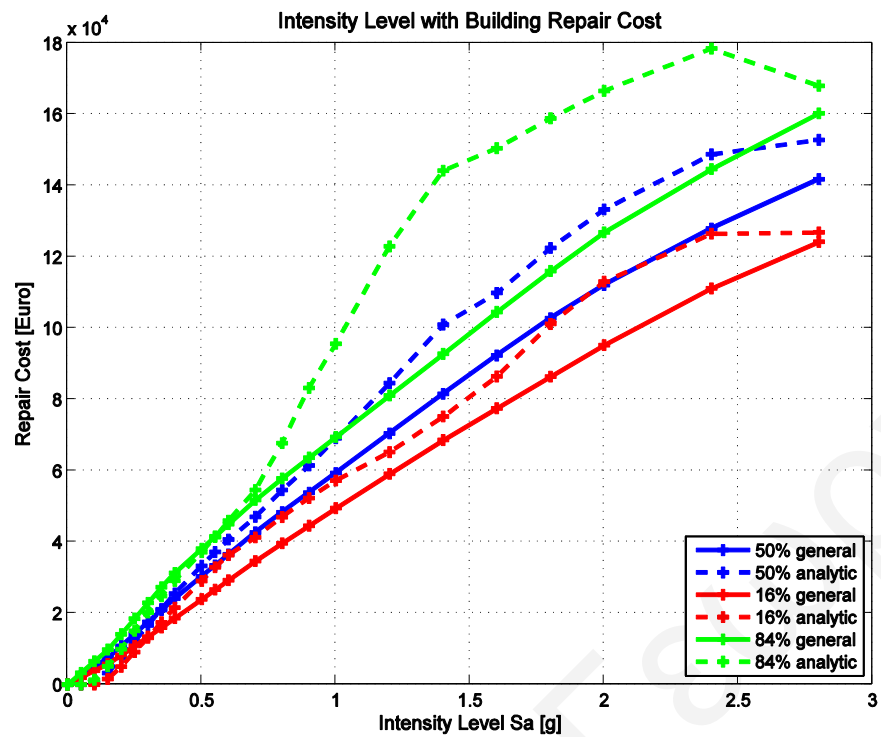


**Πίνακας 7.5.** Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

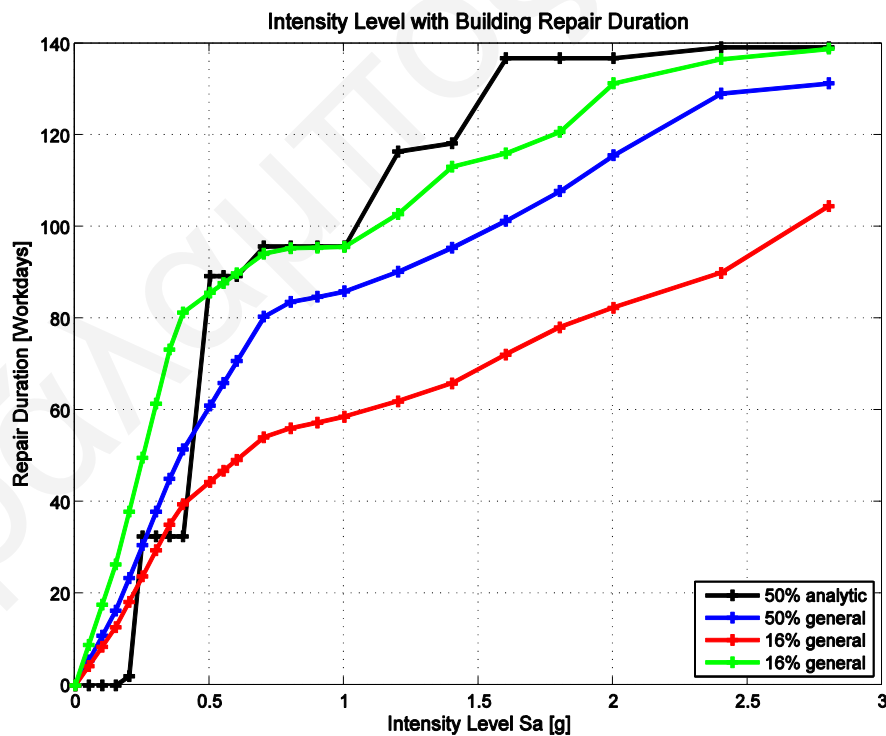
Επίπεδο Έντασης $S_a$ [g]	Αναλυτική Μέθοδος		Απλοποιημένη Μέθοδος	
	Διάμεση τιμή χρονικής διάρκειας 50% [εργατοημέρες]	Κάτω όριο χρονικής διάρκειας 16% [εργατοημέρες]	Διάμεση τιμή χρονικής διάρκειας 50% [εργατοημέρες]	Άνω όριο χρονικής διάρκειας 84% [εργατοημέρες]
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.05	0.0	4.2	5.4	8.8
0.10	0.0	8.4	10.8	17.6
0.15	0.0	12.7	16.3	26.4
0.20	2.0	18.2	23.4	37.9
0.25	32.5	23.8	30.6	49.7
0.30	32.5	29.5	37.9	61.5
0.35	32.5	35.1	45.1	73.3
0.40	32.5	39.5	51.5	81.4
0.50	89.3	44.4	61.1	85.7
0.55	89.3	46.8	66.0	87.8
0.60	89.3	49.2	70.8	89.9
0.70	95.8	54.1	80.5	94.2
0.80	95.8	56.1	83.7	95.4
0.90	95.8	57.3	84.8	95.5
1.00	95.8	58.6	86.0	95.7
1.20	116.5	62.0	90.3	102.9
1.40	118.3	65.9	95.5	113.2
1.60	136.9	72.2	101.4	116.1
1.80	136.9	78.1	107.9	120.8
2.00	136.9	82.4	115.7	131.4
2.40	139.3	90.0	129.2	136.7
2.80	139.3	104.6	131.4	139.0

Με αντίστοιχο τρόπο, αξιοποιώντας την απλοποιημένη μέθοδο εκτίμησης της χρονικής διάρκειας επισκευής, όπως έχει παρουσιαστεί στον Πίνακα 7.2, μέσω γραμμικής παρεμβολής, υπολογίζεται η αναμενόμενη χρονική διάρκεια επισκευής του κτιρίου ID2061, συναρτήσει της ΜΑΣΜ και της έκτασης του ορόφου του, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης. Τα αποτελέσματα σε κάθε επίπεδο έντασης συγκρίνονται με τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει από την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου όπως έχουν παρουσιαστεί στον Πίνακα 6.21 (υποκεφάλαιο 6.3).

Στον Πίνακα 7.5 και στο Σχήμα 7.47, παρουσιάζεται η σύγκριση των τιμών και συγκεκριμένα η κατανομή της χρονικής διάρκειας επισκευής του κτιρίου, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ . Παρατηρείται ότι η κατανομή της χρονικής διάρκειας με απλοποιημένη μέθοδο καλύπτει την αναμενόμενη μέση χρονική διάρκεια επισκευής του κτιρίου η οποία είχε υπολογιστεί αναλυτικά



Σχήμα 7.46. Κατανομή συνολικού κόστους επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .



Σχήμα 7.47. Κατανομή χρονικής διάρκειας επισκευής κτιρίου ID2061, με αναλυτική και απλοποιημένη μέθοδο, μη περιλαμβανομένου του σεναρίου κατάρρευσης, για όλα τα επίπεδα έντασης  $S_a(T_1)$ .

και συγκεκριμένα για επίπεδο έντασης  $S_a$  μεγαλύτερο του 0.5g προσεγγίζεται σε μεγάλο βαθμό με το άνω όριο (84%) της τυπικής απόκλισης της χρονικής διάρκειας επισκευής.

Σε γενικές γραμμές, παρατηρείται ότι η απλοποιημένη μέθοδος δεν είναι κατάλληλη σε αυτό το στάδιο για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη διασπορά του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης. Εντούτοις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσεγγιστεί η διάμεση/μέση τιμή σε κάθε επίπεδο έντασης, δεδομένου ότι δεν εμπίπτει στον φθίνοντα κλάδο της καμπύλης αντίστασης, με ένα σφάλμα της τάξης του 10%-20% για το κόστος και 15%-30% για τη χρονική διάρκεια επισκευής. Αυτό το σφάλμα ουσιαστικά αντιστοιχεί περίπου σε μια τυπική απόκλιση του κόστους ή της χρονικής διάρκειας και μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτό για τα δεδομένα μιας απλοποιημένης μεθόδου.

Το πρόβλημα ωστόσο δεν εστιάζεται τόσο στην ακρίβεια της μεθόδου ΑΣΑ, όσο στη μεγάλη διασπορά που υπάρχει στο κόστος και τη χρονική διάρκεια επισκευής από κτίριο σε κτίριο. Αυτό προκύπτει από το Σχήμα 7.45 όπου φαίνεται ότι η ΑΣΑ προσεγγίζει ικανοποιητικά την ΑΔΑ. Η ανακρίβεια προέρχεται επειδή υποχρεωτικά η ΑΣΑ χρησιμοποιεί μέσες τιμές, οι οποίες δεν μπορούν να προσεγγίσουν τέλεια την πραγματική κατανομή κόστους ή χρονικής διάρκειας για ένα συγκεκριμένο κτίριο, όπως προκύπτει από τη χρήση της ΑΔΑ. Δεδομένου όμως των μεγάλων αβεβαιοτήτων που υπάρχουν, το αποτέλεσμα κρίνεται ικανοποιητικό. Προφανώς, για ψηλότερα κτίρια όπου η ΑΣΑ αρχίζει και χάνει σε ακρίβεια, αναμένεται ότι η απλοποιημένη μέθοδος θα επηρεαστεί αντίστοιχα.

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 8.1. Σύνοψη μεθοδολογίας

Στην παρούσα εργασία, έχει παρουσιαστεί η μεθοδολογία της Σεισμικής Μηχανικής Βάσει Επιτελεστικότητας, η οποία αποτελεί τη φυσική εξέλιξη της διαδικασίας σχεδιασμού των κατασκευών ώστε να συμπεριλαμβάνονται οι ιδιαίτερες απαιτήσεις των ιδιοκτητών για αυξημένη απόδοση των κτιρίων τους. Η μεθοδολογία αυτή παρέχει πλήρη εκτίμηση της κτιριακής συμπεριφοράς για κάθε επίπεδο σεισμικής έντασης και για οποιαδήποτε στάθμη επιτελεστικότητας μέσω της ολοκλήρωσης της σεισμικής επικινδυνότητας και των αποτελεσμάτων της δομικής ανάλυσης με δεδομένα βλαβών, κόστους και χρόνου για να παραχθούν ρεαλιστικές εκτιμήσεις των επιπτώσεων που συνεπάγεται ένας σεισμός.

Σε αυτή τη διατριβή, έχει αναπτυχθεί λογισμικό για την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε έξι κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα για την αυτόματη και ολοκληρωμένη εκτίμηση σεισμικών βλαβών και τον υπολογισμό του κόστους και της χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασής τους. Μέσω της διαδικασίας αυτής, αξιοποιούνται οι δομικές αποκρίσεις των κτιρίων όπως προκύπτουν από μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις για τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφήμάτων σε είκοσι δύο επίπεδα σεισμικής έντασης, και αφού συνδυαστούν με τις γεωμετρικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων όπως προκύπτουν από τα τρισδιάστατα μοντέλα, παράγονται ρεαλιστικές εκτιμήσεις των βλαβών που προκαλούνται στα μέλη των κτιρίων, και συγκεκριμένα σε υποστυλώματα, δοκούς, τοιχοπληρώσεις, πόρτες και παράθυρα.

Με την αξιοποίηση πολλαπλών ζευγών επιταχυνσιογραφήμάτων κλιμακωμένων σε διάφορα επίπεδα έντασης, έχει καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα πιθανών σεναρίων σεισμού και με αυτό τον τρόπο υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και αξιοπιστία ότι η μεθοδολογία η οποία εφαρμόζεται προβλέπει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις πιθανές ζημιές οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν μετά από ένα σεισμικό γεγονός σε ένα κτίριο.

Συνεκτιμώντας την επιστημική αβεβαιότητα στην τρωτότητα και τη φυσική αβεβαιότητα στο κόστος επισκευής των μελών έχει επιτευχθεί ο προσδιορισμός όχι μόνο της κεντρικής τιμής αλλά και της διασποράς των ζητούμενων, προσφέροντας μια πλήρη εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου που ζητείται να αναλάβει ο ιδιοκτήτης κάθε κτιρίου. Επιπρόσθετα, η απεικόνιση των δεδομένων βλάβης επί του τρισδιάστατου μοντέλου κάθε κτιρίου προσφέρει τη δυνατότητα σε

μηχανικούς και κατασκευαστές να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου η οποία γίνεται εύκολα κατανοητή από μη μηχανικούς πελάτες.

Μέσω της σχεδίασης μιας αυτοματοποιημένης βάσης δεδομένων γίνεται κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου, αναλόγως της κατάστασης ζημιάς τους, σε πρωτόκολλα ταξινόμησης εργασιών με ανάθεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων επισκευής και συνεργείων αποκατάστασης καθορισμένης παραγωγικότητας, ενώ με τη διασύνδεσή της με λογισμικό διαχείρισης έργου, καθίσταται εφικτός ο χρονοπρογραμματισμός των εργασιών επισκευής, και κατ'επέκταση η εκτίμηση της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης και το κόστος λόγω εκκένωσης και μη χρήσης των κτιρίων.

Αξιοποιώντας την Ανάλυση Δυναμικής Αντίστασης, επιτυγχάνεται και καθίσταται εφικτή η ανάπτυξη ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης ενός τυπικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, σχεδιασμένου βάσει του ίδιου κανονισμού όπως τα υπό μελέτη κτίρια, αναλόγως της έκτασης και των μέγιστων ανηγμένων σχετικών μετατοπίσεων των ορόφων του. Με την εφαρμογή της απλοποιημένης μεθόδου η οποία προτείνεται, προσφέρεται η δυνατότητα για άμεση εκτίμηση του κινδύνου που ζητείται να αναλάβει ο ιδιοκτήτης ενός κτιρίου, σε οικονομικούς και χρονικούς όρους.

Συνολικά, μέσω της μεθοδολογίας αυτής επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός κάθε τρισδιάστατου κτιριακού μοντέλου πληροφοριών, με δεδομένα για τις ζημιές των δομικών στοιχείων, το αναμενόμενο κόστος και τη χρονική διάρκεια αποκατάστασης μετά από ένα σεισμό. Συνεπώς, παρέχεται η δυνατότητα σε μηχανικούς και εργολάβους, να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία γίνεται εύκολα κατανοητή από μη μηχανικούς ιδιοκτήτες, πελάτες ή μετόχους.

## **8.2. Σύνοψη αποτελεσμάτων**

Μέσω του λογισμικού που έχει δημιουργηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού τέταρτης γενιάς (Matlab), έχουν αξιοποιηθεί οι δομικές αποκρίσεις κάθε κτιρίου όπως έχουν προκύψει από μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις σε τριάντα-εννέα ζεύγη επιταχυνσιογραφημάτων σε είκοσι-δύο επίπεδα έντασης. Οι αποκρίσεις των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου, και συγκεκριμένα των υποστυλωμάτων, των δοκών, των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων,

εισήχθησαν σε συναρτήσεις τρωτότητας και συγκρίθηκε η απόκριση στην οποία έχουν εκτεθεί, με τη φέρουσα ικανότητά τους, προκειμένου να καθοριστεί η πιθανότητα κάθε μέλος να έχει ξεπεράσει την οριακή του κατάσταση και να απαιτεί επισκευή ή αντικατάσταση. Πραγματοποιώντας αυτή τη διαδικασία σύγκρισης για κάθε μέλος κάθε κτιρίου, δημιουργήθηκε μία πλήρης εικόνα της κατάστασης ζημιών όλων των υπό μελέτη κτιρίων. Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος ζημιάς για κάθε μέλος, υπολογίστηκε το κόστος επισκευής τους και προσδιορίστηκε η κατανομή του συνολικού κόστους επισκευής των κτιρίων για όλα τα επίπεδα έντασης, δεδομένης και μη της κατάρρευσης.

Βάσει των προνοιών του Ευρωκώδικα 8, έχει σχεδιαστεί το φάσμα σχεδιασμού του σεισμού για την περιοχή μελέτης που είναι η Λευκωσία και έχει καθοριστεί η φασματική επιτάχυνση στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο κάθε κτιρίου σε απόσβεση 5%,  $S_a(T_1, 5\%)$ . Η τιμή αυτή της έντασης της εδαφικής κίνησης αποτέλεσε το μέτρο έντασης IM, βάσει του οποίου έχουν παρουσιαστεί τα αναλυτικά αποτελέσματα με τις ζημιές των δομικών στοιχείων, του κόστους και της χρονικής διάρκειας επισκευής κάθε κτιρίου. Σε αυτό το επίπεδο έντασης, σε όλα τα υπό μελέτη κτίρια έχει παρουσιαστεί πλήρης απώλεια των τοιχοπληρώσεων, των πορτών και των παραθύρων, εν αντιθέσει με τα υποστυλώματα και τις δοκούς, στοιχεία τα οποία παρουσιάζουν καθόλου έως ελαφριές ζημιές.

Η απεικόνιση των ζημιών των μελών στα τρισδιάστατα μοντέλα των κτιρίων προσφέρει τη δυνατότητα σε σχεδιαστές και πελάτες να αναγνωρίσουν εκ των προτέρων τους απρόσιτους χώρους, να διερευνήσουν πιθανές διαδρομές πρόσβασης για τα συνεργεία και τα υλικά και γενικά να διαπιστώσουν τη πραγματική μετασεισμική κατάσταση των κτιρίων. Η απόδοση ενός κτιρίου σε σεισμό, μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης των ζημιών, αναμφίβολα αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, το οποίο γίνεται κατανοητό ακόμη και από μη μηχανικούς.

Από τις αναλύσεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί για όλα τα επίπεδα έντασης, και με δεδομένες τις τιμές κόστους επισκευής και αντικατάστασης οι οποίες έχουν υιοθετηθεί, προκύπτει το συμπέρασμα ότι σε κανένα επίπεδο έντασης το κόστος επισκευής του κτιρίου δεν ξεπερνά το κόστος αντικατάστασης, παρά το γεγονός ότι στα υψηλά επίπεδα έντασης θεωρείται εύλογο να αναλογιστεί κάποιος την πλήρη κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου, καθώς το κόστος επισκευής δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο.

Μέσω της σχεδίασης μιας αυτοματοποιημένης βάσης δεδομένων και της διασύνδεσής της με λογισμικό χρονοπρογραμματισμού, έγινε κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων κάθε κτιρίου, αναλόγως της κατάστασης ζημιάς τους, σε πρωτόκολλα ταξινόμησης εργασιών με ανάθεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων επισκευής και συνεργείων αποκατάστασης καθορισμένης παραγωγικότητας. Ως αποτέλεσμα του χρονοπρογραμματισμού των εργασιών, εκτιμήθηκε η χρονική διάρκεια αποκατάστασης όλων των υπό μελέτη κτιρίων.

Επιπρόσθετα, κατέστη δυνατή η δημιουργία ενός γενικού πλαισίου εκτίμησης του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης ενός τυπικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα αναλόγως του εμβαδού των ορόφων του και των μέγιστων σχετικών μετατοπίσεων τις οποίες αυτοί λαμβάνουν σε ένα σεισμό. Εντούτοις λόγω της μεγάλης διασποράς που υπάρχει στο κόστος και τη χρονική διάρκεια επισκευής από κτίριο σε κτίριο, η απλοποιημένη μέθοδος δεν είναι κατάλληλη σε αυτό το στάδιο για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη διασπορά του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσεγγιστεί η διάμεση/μέση τιμή σε κάθε επίπεδο έντασης, με ένα αποδεκτό σφάλμα.

Εν τέλει, επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός κάθε τρισδιάστατου κτιριακού μοντέλου πληροφοριών, με δεδομένα για τις ζημιές των δομικών στοιχείων, το αναμενόμενο κόστος και τη χρονική διάρκεια αποκατάστασης μετά από ένα σεισμό. Συνεπώς, παρέχεται η δυνατότητα σε μηχανικούς και εργολάβους, να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία γίνεται εύκολα κατανοητή από μη μηχανικούς ιδιοκτήτες, πελάτες ή μετόχους. Στο σύνολό της, πρόκειται για μια πρακτική και χρήσιμη μέθοδο για Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας η οποία μπορεί εύκολα να αποτελέσει τη βάση νέων λογισμικών δομικής ανάλυσης.

### **8.3. Συστάσεις για μελλοντική έρευνα**

Η Σεισμική Μηχανική Βάσει Επιτελεστικότητας αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία, η οποία παγκοσμίως παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και έχει σκοπό τον υπολογισμό του κόστους και της χρονικής διάρκειας μετασεισμικής αποκατάστασης κατασκευών όπως επίσης και την εκτίμηση των απωλειών ανθρώπινων ζώων. Αν και στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έχει δοθεί έμφαση στις δύο πρώτες πτυχές, οι οποίες περιλαμβάνουν την εκτίμηση των ζημιών, τη τρισδιάστατη απεικόνισή τους και την εκτίμηση του κόστους και της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης

κτιρίων σε σεισμό, μελλοντική επιδίωξη, είναι η επέκταση αυτής της έρευνας με την εκτίμηση των αναμενόμενων απωλειών ανθρώπινων ζώων σε περίπτωση σεισμού. Η σημαντικότητα αυτού του ζητήματος είναι αναμφισβήτητη, αρκεί να αναλογιστεί κάποιος τις χιλιάδες των ανθρώπων οι οποίοι έχουν σκοτωθεί κατά τη διάρκεια μεγάλων σεισμών. όπως στο σεισμό Kobe (1995) στην Ιαπωνία, το σεισμό Northridge (1994), Loma Prieta (1989) και San Fernando (1971) στις Η.Π.Α., αλλά και τον πρόσφατο σεισμό στην πόλη L'Aquila (2009) στην Ιταλία.

Επιπρόσθετα, για την βελτίωση της μεθοδολογίας η οποία έχει αναπτυχθεί στη παρούσα διατριβή και την όσο το δυνατό καλύτερη και πιο αξιόπιστη εξαγωγή αποτελεσμάτων κόστους επισκευής, συστήνεται όπως ληφθούν υπόψη φαινόμενα οικονομίας κλίμακας, δηλαδή η μείωση του κόστους επισκευών για μεγαλύτερου μεγέθους εργασίες, όπως επίσης και η εισαγωγή της συσχέτισης (correlation) μεταξύ των αντοχών των στοιχείων κάθε κτιρίου (Baker 2008) αφού ίδια στοιχεία π.χ. ίδια υποστυλώματα στον ίδιο όροφο πιθανόν να έχουν ανάλογες και ισχυρά συσχετισμένες αντοχές αφού έχουν κατασκευαστεί από το ίδιο συνεργείο με τα ίδια υλικά. Επιπλέον, αξιοποιώντας τις απόλυτες επιταχύνσεις των πλακών ορόφων των κτιρίων, μπορεί να καταστεί εφικτή η μελέτη της τρωτότητας των περιεχομένων κάθε κτιρίου. Με τις παραπάνω προσθήκες θα εκτιμηθεί με περισσότερη ακρίβεια η μετασεισμική απόδοση του κτιρίου και το κόστος αποκατάστασής του.

Με την προσθήκη της χρονικής διάστασης για τετραδιάστατη (4D) απεικόνιση (π.χ. μέσω λογισμικού NavisWorks (AutoDesk 2013), μπορεί να καταστεί δυνατή η προσομοίωση και προσεκτική μελέτη των εργασιών αποκατάστασης μέσω της ολοκλήρωσης της τρισδιάστατης γεωμετρίας με το χρονικό προγραμματισμό προκειμένου να αποφεύγονται σφάλματα π.χ. λόγω χωρικών περιορισμών (Griffis & Sturts 2000). Το πρόγραμμα το οποίο θα αναπτυχθεί θα επιτρέπει την απεικόνιση όλων των αποτελεσμάτων σε εικονικό περιβάλλον (virtual reality) παρέχοντας καλύτερη και πληρέστερη επικοινωνία μεταξύ μελετητών, κατασκευαστών και πελατών.

Το τελικό αποτέλεσμα της διατριβής αυτής, με τις πιο πάνω προσθήκες, είναι ικανό να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για τον τεχνικό κόσμο καθώς θα επιτρέπει την αυτοματοποίηση των αναλύσεων κόστους και του προγραμματισμού εργασιών αποκατάστασης για μια ολοκληρωμένη απεικόνιση της μετασεισμικής κατάστασης του κτιρίου σε τρισδιάστατο/τετραδιάστατο περιβάλλον. Αυτό το εργαλείο θα δύναται να χρησιμοποιηθεί κατά



το σχεδιασμό κτιρίων και ταυτόχρονα θα συνιστά ένα όργανο για ταχεία μετασεισμική ενέργεια καθώς θα προσφέρει μια άμεση εικόνα των πιθανότερων βλαβών και προβλημάτων που ενδέχεται να αντιμετωπίσει όποιος εισέρχεται σε ένα κτίριο μετά από κάποιο σεισμικό γεγονός (Kamat & El-Tawil 2007).

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akinci, B., Fischer, M., Levitt, R., and Carlson, R., (2002). Formalization and Automation of Time-Space Conflict Analysis, *Journal of Computing in Civil Engineering* 16(2): 124-134.

American Concrete Institute (ACI), (2002), Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, *ACI 318-02 / ACI 318R-02*, Farmington Hills, MA.

American Society of Civil Engineers (ASCE), (2002), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, *ASCE 7-02*, Reston, VA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), (1996), E1557-96 *Standard Classification for Building Elements and Related Sitework - UNIFORMAT II*, 1997 Annual Book of ASTM Standards, Section 4, Construction, Volume 04.11 Building Constructions, West Conshohocken, PA, 630-639.

Applied Technology Council (ATC), (1996), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, *Report No. ATC-40*, Redwood City, CA.

Applied Technology Council (ATC), (2009), Quantification of Building Seismic Performance Factors, *Report No. ATC-63*, Redwood City, CA.

Applied Technology Council (ATC), (2012), Seismic Performance Assessment of Buildings – Volume 1 - Methodology, *Report No. ATC-58*, Redwood City, CA.

Aslani, H., and Miranda, E., (2005), Probabilistic Earthquake Loss Estimation and Loss Disaggregation in Buildings, *Report No. 157*, John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford, CA.

AutoDesk, (2010), *AutoCAD*, <http://www.autodesk.com/>.

AutoDesk, (2013), *Navisworks*, <http://www.autodesk.com/>.

Baker, J., (2008), Introducing Correlation Among Fragility Functions for Multiple Components, *Proceedings of the 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China.

Berry, M., Parrish, M., and Eberhard, M., (2004), PEER Structural Performance Database User's Manual, Pacific Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA, 38 pp.

Benjamin, J.R., and Cornell, C.A., (1970), *Probability, Statistics, and Decisions for Civil Engineers*, McGraw-Hill, NY.

Boore, D.M., Joyner, W.B., and Fumal, T.E., (1993), Estimation of Response Spectra and Peak Accelerations from Western North America Earthquakes: An Interim Report, *Open-File-Report 93-509*, U.S. Geological Survey, Reston, VA.

Christodoulou, S., (2001), FIAPP in the Building Construction Industry, *Proceedings of the ASCE Conference on Computing in Civil Engineering, Specialty Conference on Fully Integrated and Automated Project Processes (FIAPP)*, Virginia.

Christodoulou, S., Vamvatsikos, D., and Georgiou C., (2010), A BIM-Based Framework for Forecasting and Visualizing Seismic Damage, Cost and Time to Repair, *Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Conference on Product and Process Modeling*, Cork, Ireland.

Collier, E., and Fischer, M., (1996), Visual-Based Scheduling: 4D Modeling on the San Mateo County Health Center, *Proceedings of the ASCE 3<sup>rd</sup> Congress on Computing in Civil Engineering*, Anaheim, CA, 800-805.

Cornell, C.A., and Krawinkler, H., (2000), Progress and Challenges in Seismic Performance Assessment, *PEER Center News*, 3(2): 1-2.

CYS, (2008), National Annex to CYS EN 1998-1:2005 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, Nicosia, Cyprus.

Επιτροπή Υλοποίησης της Δράσης “Μέθοδοι Επισκευής για Κτίρια Βλαβέντα από Φυσικές Καταστροφές. Υπάρχουσα Κατάσταση - Προτάσεις”, *Κατευθυντήριες Προδιαγραφές και Οδηγίες για Επισκευές Κτιρίων με Βλάβες από Σεισμό*, <http://www.domiki.gr/seismoι/periexomena.htm>.

FEMA, (2000), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, *Report No. FEMA-356*, Federal Emergency Management Agency, Washington. D.C.

Jalayer, F., and Cornell, C.A., (2002), A Technical Framework for Probability-Based Demand and Capacity Factor (DCFD) Seismic Formats, *Report No. RMS-43*, RMS Program, Stanford University, Stanford, CA.

Fischer, M., (2000), Benefits of Four-Dimensional (4D) Models for Facility Owners and AEC Service Providers, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Construction Congress*, Orlando, Florida, USA, ASCE, 20-22.

Γεωργίου, Χ., (2009), *Εκτίμηση Ζημιών και Υπολογισμός Κόστους Αποκατάστασης Κατασκευών σε Σεισμό*, Μεταπτυχιακή Διατριβή Μάστερ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Goulet, C.A., Haselton, C.B., Mitrani-Reiser, J., Beck, J.L., Deierlein, G.G., Porter, K.A., and Stewart, J.P., (2007), Evaluation of the Seismic Performance of a Code-Conforming Reinforced-Concrete Frame Building- from Seismic Hazard to Collapse Safety and Economic Losses, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 36: 1973-1997.

Graphisoft, (2009), *ArchiCAD*, <http://www.graphisoft.com/>.

Griffis, F.H, and Sturts, C.S., (2000), Three-Dimensional Computer Models and the Fully Integrated and Automated Project Process for the Management of Construction – A Report on Best Practices, *Research Report 152*, Construction Industry Institute, Austin, TX.

Haselton, C.B., (2006), *Assessing Seismic Collapse Safety of Modern Reinforced Concrete Moment Frame Buildings*, Ph.D. Dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, Stanford University.

Haselton, C.B., Liel, A.B., Deierlein, G.G., Dean, B.S., and Chou, J.H., (2011), Seismic Collapse Safety of Reinforced Concrete Buildings: I. Assessment of Ductile Moment Frames, *ASCE Journal of Structural Engineering*, 137: 481-491.

Haselton, C.B., and Deierlein, G.G., (2007), Assessing Seismic Collapse Safety of Modern Reinforced Concrete Frame Buildings, *PEER Report 2007/08*, Pacific Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA.

Haselton, C.B., and Deierlein, G.G., (2007), Assessing Seismic Collapse Safety of Modern Reinforced Concrete Frame Buildings, *Blume Earthquake Engineering Research Center Technical Report No. 156*, Stanford University, 313 pp.

Haselton, C.B., Liel, A.B., Taylor Lange, S., and Deierlein, G.G., (2008), Beam-Column Element Model Calibrated for Predicting Flexural Response Leading to Global Collapse of RC Frame Buildings, *PEER Report 2007/03*, Pacific Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA.

Iman, R.L., (1999), Latin Hypercube Sampling, *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Update Volume 3, Wiley, NY, 408-411.

International Code Council, (2003), *2003 International Building Code*, Falls Church, VA.

Kamat, V.R., and El-Tawil, S., (2007), Evaluation of Augmented Reality for Rapid Assessment of Earthquake-Induced Building Damage, *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 21(5): 303-310.

Kamat, V.R., and Martinez, J.C., (2001), Visualizing Simulated Construction Operations in 3D. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15(4): 329-337.

Koo, B., and Fischer, M., (2000), Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(4): 251-260.

Kramer, S.L., (1996), *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice Hall, New York.

Krawinkler, H., and Seneviratna, G.D.P.K., (1998), Pros and Cons of a Pushover Analysis of Seismic Performance Evaluation, *Engineering Structures*, 20(4-6): 452-464.

Kustu, O., Miller, D.D., and Brokken, S.T., (1982), Development of Damage Functions for High-rise Building Components, *JAB-10145-2*, URS/John A. Blume and Associates, San Francisco, CA.

Kustu, O., (1986), Earthquake damage prediction for buildings using component test data, *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, August 34-28, Charleston, South Carolina, 2: 1493-1504.

Luco, N., and Cornell, C.A., (2007), Structure-Specific Scalar Intensity Measures for Near-Source and Ordinary Earthquake Ground Motions, *Earthquake Spectra*, 23: 357-392.

Mander, J.B., Priestley, M.J.N., and Park, R., Fellow, ASCE, (1988), Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *ASCE Journal of Structural Engineering*, 114(8): 1804-1825.

MathWorks, (2009b), *MATLAB The Language of Technical Computing*, <http://www.mathworks.com/>

Mazzoni, S., McKenna, F., Scott, M.H., and Fenves, G.L., (2007), The OpenSEES Command Language Manual, *Pacific Earthquake Engineering Research Centre*, University of California, Berkeley.

Menun, C., (2002), *CEE203 Class Notes: Probability Models in Civil Engineering*, Stanford University, Stanford, CA.

Microsoft Corporation, (2007), *Microsoft Office Access*, <http://office.microsoft.com/access/>.

Microsoft Corporation, (2007), *Microsoft Office Project*, <http://office.microsoft.com/project/>.

Miranda, E., and Aslani, H., (2003), Probabilistic Response Assessment for Building-Specific Loss Estimation, *Report No. PEER 2003/03*, Pacific Earthquake Engineering Research Center, Richmond, CA.

Mitrani-Reiser, J., (2007), An Ounce of Prevention: Probabilistic Loss Estimation for Performance-Based Earthquake Engineering, *PhD Thesis*, Pasadena, CA.

Naeim, F., Lee, H., Hagie, S., Bhatia, H., Alimoradi, A., Miranda, E., (2006), Three-Dimensional Analysis, Real-Time Visualization, and Automated Post-Earthquake Damage Assessment of Buildings, *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 15: 105-138.

Liel, A.B., Haselton, C.B., and Deierlein, G.G., (2009), Seismic Collapse Safety of Reinforced Concrete Buildings: II. Comparative Assessment of Non-Ductile and Ductile Moment Frames, *ASCE Journal of Structural Engineering*.

Liel, A.B., Haselton, C.B., Deierlein, G.G., and Baker, J.W., (2009), Incorporating Modeling Uncertainties in the Assessment of Seismic Collapse Risk of Buildings, *Structural Safety*, 31(2): 197-211.

Oracle, (2007), *Primavera P3 Project Planner*, <http://www.oracle.com/applications/primavera/primavera-p3-project-planner.html>.

Panagiotakos, T., and Fardis, M., (2001), Deformation of Reinforced Concrete Members at Yielding and Ultimate, *ACI Structural Journal*, 135-148.

PEER Center, (2009), Open System for Earthquake Engineering Simulation (OpenSEES), *Pacific Earthquake Engineering Research Center*, University of California, Berkeley, <http://opensees.berkeley.edu/>.

PEER, (2007), PEER NGA Database, *Pacific Earthquake Engineering Research Center*, University of California, Berkeley, <http://www.peer.berkeley.edu/nga>.

Porter, K.A., (2000), Assembly-Based Vulnerability of Buildings and Its Use in Seismic Performance Evaluation and Risk-Management Decision-Making, *PhD Thesis*, Stanford University, Stanford, CA.

Porter, K.A., and Kiremidjian, A.S., (2001), Assembly-Based Vulnerability and Its Uses in Seismic Performance Evaluation and Risk-Management Decision-Making, *Report No. 309*, John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford, CA.

Porter, K.A., Kiremidjian, A.S., and LeGrue, J.S., (2001a), Assembly-Based Vulnerability of Buildings and Its Use in Performance Evaluation, *Earthquake Spectra*, 17(2): 291-312.

Porter, K.A., Beck, J.L., and Shaikhutdinov, R.V., (2002), Sensitivity of Building Loss Estimates to Major Uncertain Variables, *Earthquake Spectra*, 18(4): 719-743.

Porter, K., Kennedy, R., and Bachman, R., (2007), Creating Fragility Functions for Performance-Based Earthquake Engineering, *Earthquake Spectra*, 23(2): 471-489.

Ramirez, C. M., and Miranda, E., (2009), Building-Specific Loss Estimation Methods & Tools for Simplified Performance-Based Earthquake Engineering, *Report No. 171*, John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford, CA.

RS Means Co., (1997a), *Building Construction Cost Data*, (1998), Kingston, MA.

RS Means Co., (1997b), *Assemblies Cost Data*, 23<sup>rd</sup> Edition (1998), Kingston, MA.

SAC, (2000), Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings, *Report No. FEMA-350*, SAC Joint Venture, Federal Emergency Management Agency, Washington. D.C.

SAC, (2000a), Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings. *FEMA-350*. Federal Emergency Management Agency, Washington. D.C.

SAC, (2000b), Seismic Evaluation and Upgrade Criteria for Existing Welded Steel Moment-Frame Buildings, *FEMA-35L*, Federal Emergency Management Agency, Washington. D.C.

Scholl, R.E., (1980), Seismic Damage Assessment for High-rise Buildings, *Open File Report 81-031*, U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA.

Σύνδεσμος Πολιτικών Μηχανικών και Αρχιτεκτόνων Κύπρου (ΣΠΜΑΚ), (1991), *Σεισμικός Κώδικας για Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα στην Κύπρο*, Λευκωσία, Κύπρος.

Vamvatsikos, D., Christodoulou, S., and Georgiou C., (2008), Visualizing Damage, Cost and Repair Scheduling for Post-Earthquake Building Rehabilitation, *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> PanHellenic Conference on Earthquake Engineering and Engineering Seismology*, Athens, Greece.

Vamvatsikos, D., and Cornell, C.A., (2002), Incremental Dynamic Analysis, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31: 491-514.



Vamvatsikos, D., and Cornell, C.A., (2004), Applied Incremental Dynamic Analysis, *Earthquake Spectra*, 20(2): 523-553.

Zeris, C., Vamvatsikos, D., Giannitsas, P., and Alexandropoulos, K., (2007), Impact of FE Modeling in the Seismic Performance Prediction of Existing RC buildings, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31: 491-514.

Χαράλαμπος Γεωργίου

**Παράρτημα Α - Πίνακες Γεωμετρικών Ιδιοτήτων Δομικών Στοιχείων Κτιρίων**

**Πίνακας Α.1. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 1<sup>ο</sup> Κτιρίου – ID2061.**

<i>ELEMENT</i> <i>ID</i>	<i>ELEMENT</i> <i>TYPE</i>	<i>FLOOR</i> <i>STORY</i>	<i>AREA</i> <i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE</i> <i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME</i> <i>(m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT</i> <i>(m)</i>	<i>WIDTH</i> <i>(m)</i>	<i>PERIMETER</i> <i>(m)</i>	<i>LENGTH</i> <i>(m)</i>	<i>BOTTOM</i> <i>SURFACE</i> <i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE</i> <i>SURFACE</i> <i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS</i> <i>(m)</i>
CL1001	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1002	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1003	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1004	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1005	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1006	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1007	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1008	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1009	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1010	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1011	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1012	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1013	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1014	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1015	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL1016	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
BM1001	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1002	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1003	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1004	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1005	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1006	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1007	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1008	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1009	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1010	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1011	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1012	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1013	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1014	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1015	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1016	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1017	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM1018	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1019	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1020	Beam	Ground Floor		8.291	1.442	0.508	0.508		5.588	2.737	2.777	
BM1021	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM1022	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1023	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM1024	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
WL1001	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.588			0.250
WL1002	Wall	Ground Floor		13.710		4.064			5.588			0.250
WL1003	Wall	Ground Floor		9.960		4.064			5.588			0.250
WL1004	Wall	Ground Floor		5.946		4.064			5.588			0.250
WL1005	Wall	Ground Floor		16.710		4.064			5.588			0.250
WL1006	Wall	Ground Floor		13.710		4.064			5.588			0.250
WL1007	Wall	Ground Floor		19.210		4.064			5.588			0.250
WL1008	Wall	Ground Floor		19.647		4.064			5.588			0.250
WL1009	Wall	Ground Floor		19.210		4.064			5.588			0.250
WL1010	Wall	Ground Floor		13.774		4.064			4.341			0.250
WL1011	Wall	Ground Floor		18.335		4.064			5.588			0.250
WL1012	Wall	Ground Floor		7.135		4.064			1.852			0.250
WL1013	Wall	Ground Floor		11.132		4.372			4.119			0.250
WL1014	Wall	Ground Floor		47.558		4.372			12.350			0.100
WL1015	Wall	Ground Floor		11.295		4.372			2.634			0.100
WL1016	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.588			0.100
WL1017	Wall	Ground Floor		5.043		4.064			1.191			0.100
WL1018	Wall	Ground Floor		26.983		4.372			6.504			0.100
WL1019	Wall	Ground Floor		5.043		4.064			1.241			0.100
WL1020	Wall	Ground Floor		18.810		4.372			4.285			0.100
WL1021	Wall	Ground Floor		18.810		4.372			4.285			0.100
WL1022	Wall	Ground Floor		8.342		4.372			2.385			0.100
WL1023	Wall	Ground Floor		11.562		4.064			3.310			0.100
WL1024	Wall	Ground Floor		7.127		4.372			1.630			0.250
WL1025	Wall	Ground Floor		8.148		4.372			2.328			0.100
WL1026	Wall	Ground Floor		3.960		4.372			0.856			0.100
WL1027	Wall	Ground Floor		9.257		4.064			2.228			0.100
WL1028	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.638			0.100
DR1001	Door	Ground Floor		3.750		2.500	1.500					
DR1002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1004	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1005	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1006	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1007	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR1008	Door	Ground Floor		1.680		2.100	0.800					

ELEMENT ID	ELEMENT TYPE	FLOOR STORY	AREA (m <sup>2</sup> )	SURFACE (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	HEIGHT (m)	WIDTH (m)	PERIMETER (m)	LENGTH (m)	BOTTOM SURFACE (m <sup>2</sup> )	EDGE SURFACE (m <sup>2</sup> )	THICKNESS (m)
WN1001	Window	Ground Floor		6.000		2.000	3.000					
WN1002	Window	Ground Floor		9.000		3.000	3.000					
WN1003	Window	Ground Floor		3.500		1.750	2.000					
WN1004	Window	Ground Floor		3.063		1.750	1.750					
WN1005	Window	Ground Floor		3.500		1.750	2.000					
WN1006	Window	Ground Floor		0.900		1.000	0.900					
WN1007	Window	Ground Floor		6.875		2.750	2.500					
WN1008	Window	Ground Floor		4.375		1.750	2.500					
WN1009	Window	Ground Floor		4.375		1.750	2.500					
WN1010	Window	Ground Floor		16.800		3.000	5.600					
WN1011	Window	Ground Floor		9.000		3.000	3.000					
WN1012	Window	Ground Floor		9.000		3.000	3.000					
SL1000	Slab	Ground Floor	353.3									0.200

Πίνακας Α.2. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 2<sup>ου</sup> Κτιρίου – ID2062.

ELEMENT ID	ELEMENT TYPE	FLOOR STORY	AREA (m <sup>2</sup> )	SURFACE (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	HEIGHT (m)	WIDTH (m)	PERIMETER (m)	LENGTH (m)	BOTTOM SURFACE (m <sup>2</sup> )	EDGE SURFACE (m <sup>2</sup> )	THICKNESS (m)
CL2001	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2002	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2003	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2004	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2005	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2006	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2007	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2008	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2009	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2010	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2011	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2012	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2013	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2014	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2015	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL2016	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
BM2001	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2002	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM2003	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2004	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM2005	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2006	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2007	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM2008	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2009	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2010	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2011	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2012	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2013	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2014	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2015	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM2016	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2017	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2018	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2019	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2020	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM2021	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM2022	Beam	Ground Floor		8.404	1.442	0.508	0.508		5.588	2.788	2.808	
BM2023	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM2024	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
WL2001	Wall	Ground Floor		16.952		4.064			4.171			0.100
WL2002	Wall	Ground Floor		16.952		4.064			4.174			0.100
WL2003	Wall	Ground Floor		27.450		4.372			6.254			0.100
WL2004	Wall	Ground Floor		5.946		4.064			5.588			0.250
WL2005	Wall	Ground Floor		13.593		4.064			4.296			0.250
WL2006	Wall	Ground Floor		37.053		4.372			12.167			0.250
WL2007	Wall	Ground Floor		16.585		4.064			5.588			0.250
WL2008	Wall	Ground Floor		19.210		4.064			5.588			0.250
WL2009	Wall	Ground Floor		13.710		4.064			5.588			0.250
WL2010	Wall	Ground Floor		11.660		4.064			3.728			0.250
WL2011	Wall	Ground Floor		10.484		4.064			3.728			0.250
WL2012	Wall	Ground Floor		20.820		4.064			5.588			0.100
WL2013	Wall	Ground Floor		18.960		4.064			5.588			0.250
WL2014	Wall	Ground Floor		14.644		4.064			3.728			0.250
WL2015	Wall	Ground Floor		14.644		4.064			3.728			0.250
WL2016	Wall	Ground Floor		20.168		4.372			6.096			0.250
WL2017	Wall	Ground Floor		20.168		4.372			6.096			0.250

ELEMENT ID	ELEMENT TYPE	FLOOR STORY	AREA (m <sup>2</sup> )	SURFACE (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	HEIGHT (m)	WIDTH (m)	PERIMETER (m)	LENGTH (m)	BOTTOM SURFACE (m <sup>2</sup> )	EDGE SURFACE (m <sup>2</sup> )	THICKNESS (m)
WL2018	Wall	Ground Floor		4.741		4.064			1.292			0.200
WL2019	Wall	Ground Floor		20.820		4.064			5.588			0.100
WL2020	Wall	Ground Floor		20.820		4.064			5.588			0.100
WL2021	Wall	Ground Floor		18.930		4.064			5.588			0.100
DR2001	Door	Ground Floor		3.750		2.500	1.500					
DR2002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR2003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR2004	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR2005	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR2006	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
WN2001	Window	Ground Floor		5.200		2.000	2.600					
WN2002	Window	Ground Floor		9.000		3.000	3.000					
WN2003	Window	Ground Floor		3.500		1.750	2.000					
WN2004	Window	Ground Floor		3.063		1.750	1.750					
WN2005	Window	Ground Floor		3.063		1.750	1.750					
WN2006	Window	Ground Floor		10.000		2.500	4.000					
WN2007	Window	Ground Floor		6.250		2.500	2.500					
WN2008	Window	Ground Floor		4.375		1.750	2.500					
WN2009	Window	Ground Floor		16.800		3.000	5.600					
WN2010	Window	Ground Floor		4.000		2.000	2.000					
WN2011	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN2012	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
SL2000	Slab	Ground Floor	353.3									0.200

Πίνακας Α.3. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 3<sup>ου</sup> Κτιρίου – ID2063.

ELEMENT ID	ELEMENT TYPE	FLOOR STORY	AREA (m <sup>2</sup> )	SURFACE (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	HEIGHT (m)	WIDTH (m)	PERIMETER (m)	LENGTH (m)	BOTTOM SURFACE (m <sup>2</sup> )	EDGE SURFACE (m <sup>2</sup> )	THICKNESS (m)
CL3001	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3002	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3003	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3004	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3005	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3006	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3007	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3008	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				



<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL3009	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3010	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3011	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3012	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3013	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3014	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3015	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
CL3016	Column	Ground Floor		9.290	1.180	4.572		2.032				
BM3001	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3002	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3003	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3004	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM3005	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM3006	Beam	Ground Floor		8.236	1.442	0.508	0.508		5.588	2.712	2.762	
BM3007	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3008	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3009	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3010	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3011	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3012	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3013	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3014	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3015	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3016	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3017	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3018	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3019	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3020	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3021	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3022	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3023	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
BM3024	Beam	Ground Floor		8.517	1.442	0.508	0.508		5.588	2.839	2.839	
WL3001	Wall	Ground Floor		26.364		4.064			7.517			0.100
WL3002	Wall	Ground Floor		4.728		4.064			1.038			0.250
WL3003	Wall	Ground Floor		4.478		4.064			1.592			0.250
WL3004	Wall	Ground Floor		18.085		4.064			4.450			0.100
WL3005	Wall	Ground Floor		4.805		4.064			1.057			0.250
WL3006	Wall	Ground Floor		7.596		4.064			1.869			0.250
WL3007	Wall	Ground Floor		9.230		4.064			2.786			0.100

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL3008	Wall	Ground Floor		3.123		4.064			0.819			0.100
WL3009	Wall	Ground Floor		10.742		4.064			3.108			0.100
WL3010	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.638			0.100
WL3011	Wall	Ground Floor		14.891		4.064			4.129			0.100
WL3012	Wall	Ground Floor		19.234		4.064			4.733			0.100
WL3013	Wall	Ground Floor		20.820		4.064			5.638			0.100
WL3014	Wall	Ground Floor		18.439		4.064			4.587			0.100
WL3015	Wall	Ground Floor		4.688		4.064			4.531			0.250
WL3016	Wall	Ground Floor		18.872		4.064			5.588			0.250
WL3017	Wall	Ground Floor		18.135		4.064			5.588			0.250
WL3018	Wall	Ground Floor		33.096		4.064			11.154			0.250
WL3019	Wall	Ground Floor		13.859		4.064			4.254			0.250
WL3020	Wall	Ground Floor		16.710		4.064			5.588			0.250
WL3021	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.588			0.250
WL3022	Wall	Ground Floor		15.660		4.064			3.728			0.250
WL3023	Wall	Ground Floor		21.694		4.064			5.588			0.250
WL3024	Wall	Ground Floor		22.710		4.064			5.588			0.250
WL3025	Wall	Ground Floor		14.644		4.064			3.603			0.100
WL3026	Wall	Ground Floor		40.695		4.372			12.325			0.250
WL3027	Wall	Ground Floor		16.092		4.064			4.375			0.100
DR3001	Door	Ground Floor		4.500		2.500	1.800					
DR3002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3004	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3005	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3006	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3007	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR3008	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
WN3001	Window	Ground Floor		6.000		2.000	3.000					
WN3002	Window	Ground Floor		3.938		1.750	2.250					
WN3003	Window	Ground Floor		7.350		1.750	4.200					
WN3004	Window	Ground Floor		4.375		1.750	2.500					
WN3005	Window	Ground Floor		2.500		2.500	1.000					
WN3006	Window	Ground Floor		2.025		1.500	1.350					
WN3007	Window	Ground Floor		2.550		1.500	1.700					
WN3008	Window	Ground Floor		3.238		1.750	1.850					
WN3009	Window	Ground Floor		0.600		1.000	0.600					
WN3010	Window	Ground Floor		13.200		3.000	4.400					
WN3011	Window	Ground Floor		9.313		2.500	3.725					

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
SL3000	Slab	Ground Floor	353.3									0.200

**Πίνακας Α.4.** Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 4<sup>ο</sup> Κτιρίου – ID1001.

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL4001	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4002	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4003	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4004	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4005	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4006	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4007	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4008	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4009	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4010	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4011	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4012	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4013	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4014	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4015	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4016	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL4101	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4102	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4103	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4104	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4105	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4106	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4107	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4108	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4109	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4110	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4111	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4112	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4113	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				
CL4114	Column	First Floor	8.856	1.237	3.962			2.235				

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL4115	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL4116	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
BM4001	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4002	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4003	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4004	Beam	Ground Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4005	Beam	Ground Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4006	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4007	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4008	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4009	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4010	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4011	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4012	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4013	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4014	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4015	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4016	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4017	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4018	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4019	Beam	Ground Floor		8.125	1.414	0.457	0.559		5.537	3.063	2.531	
BM4020	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM4021	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4022	Beam	Ground Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4023	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4024	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4101	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4102	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4103	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4104	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4105	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4106	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4107	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4108	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4109	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4110	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4111	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4112	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4113	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM4114	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4115	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4116	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4117	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4118	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4119	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4120	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4121	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4122	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM4123	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM4124	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
WL4001	Wall	Ground Floor		6.724		4.115			1.759			0.250
WL4002	Wall	Ground Floor		21.346		4.115			5.537			0.250
WL4003	Wall	Ground Floor		17.886		4.115			5.537			0.250
WL4004	Wall	Ground Floor		18.786		4.115			5.537			0.250
WL4005	Wall	Ground Floor		17.786		4.115			5.537			0.250
WL4006	Wall	Ground Floor		15.286		4.115			5.537			0.250
WL4007	Wall	Ground Floor		19.036		4.115			5.662			0.250
WL4008	Wall	Ground Floor		17.036		4.115			5.662			0.250
WL4009	Wall	Ground Floor		22.786		4.115			5.537			0.250
WL4010	Wall	Ground Floor		9.651		4.372			2.143			0.100
WL4011	Wall	Ground Floor		13.454		4.372			3.459			0.100
WL4012	Wall	Ground Floor		25.147		4.372			6.155			0.100
WL4013	Wall	Ground Floor		16.062		4.115			3.778			0.250
WL4014	Wall	Ground Floor		19.152		4.372			6.096			0.250
WL4101	Wall	First Floor		14.408		3.505			5.537			0.250
WL4102	Wall	First Floor		15.908		3.505			5.537			0.250
WL4103	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.537			0.250
WL4104	Wall	First Floor		15.908		3.505			5.537			0.250
WL4105	Wall	First Floor		15.908		3.505			5.537			0.250
WL4106	Wall	First Floor		14.158		3.505			5.537			0.250
WL4107	Wall	First Floor		14.908		3.505			5.537			0.250
WL4108	Wall	First Floor		17.158		3.505			5.537			0.250
WL4109	Wall	First Floor		14.729		3.762			3.898			0.100
WL4110	Wall	First Floor		14.729		3.762			3.898			0.100
WL4111	Wall	First Floor		17.518		3.505			5.537			0.100
WL4112	Wall	First Floor		40.319		3.762			12.401			0.100
WL4113	Wall	First Floor		22.057		3.762			5.846			0.100
WL4114	Wall	First Floor		17.167		3.505			5.537			0.100

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL4115	Wall	First Floor		24.159		3.762			6.355			0.100
WL4116	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.537			0.100
WL4117	Wall	First Floor		14.908		3.505			5.537			0.250
WL4118	Wall	First Floor		17.158		3.505			5.537			0.250
WL4119	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.537			0.250
WL4120	Wall	First Floor		14.658		3.505			5.537			0.250
WL4121	Wall	First Floor		17.518		3.505			5.537			0.100
WL4122	Wall	First Floor		10.902		3.505			3.600			0.100
DR4001	Door	Ground Floor		3.750		2.500	1.500					
DR4002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4101	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4102	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4103	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4104	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4105	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4106	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR4107	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
WN4001	Window	Ground Floor		5.000		2.000	2.500					
WN4002	Window	Ground Floor		4.000		2.000	2.000					
WN4003	Window	Ground Floor		4.900		1.750	2.800					
WN4004	Window	Ground Floor		1.440		1.200	1.200					
WN4005	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN4006	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN4007	Window	Ground Floor		5.750		2.500	2.300					
WN4101	Window	First Floor		5.250		1.750	3.000					
WN4102	Window	First Floor		3.500		1.750	2.000					
WN4103	Window	First Floor		3.500		1.750	2.000					
WN4104	Window	First Floor		3.500		1.750	2.000					
WN4105	Window	First Floor		5.000		2.500	2.000					
WN4106	Window	First Floor		3.250		2.500	1.300					
WN4107	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN4108	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN4109	Window	First Floor		4.500		1.500	3.000					
WN4110	Window	First Floor		4.500		1.500	3.000					
WN4111	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
SL4000	Slab	Ground Floor	355.2									0.200
SL4101	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4102	Slab	First Floor	30.66									0.200

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
SL4103	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4104	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4105	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4106	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4107	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4108	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL4109	Slab	First Floor	30.66									0.200

*Πίνακας Α.5. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 5<sup>ου</sup> Κτιρίου – ID1002.*

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL5001	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5002	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5003	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5004	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5005	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5006	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5007	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5008	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5009	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5010	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5011	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5012	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5013	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5014	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5015	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5016	Column	Ground Floor		10.219	1.428	4.572		2.235				
CL5101	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5102	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5103	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5104	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5105	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5106	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5107	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5108	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL5109	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5110	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5111	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5112	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5113	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5114	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5115	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
CL5116	Column	First Floor		8.856	1.237	3.962		2.235				
BM5001	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5002	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5003	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5004	Beam	Ground Floor		7.887	1.414	0.457	0.559		5.537	2.955	2.466	
BM5005	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5006	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5007	Beam	Ground Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5008	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5009	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5010	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5011	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5012	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5013	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5014	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5015	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5016	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5017	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5018	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5019	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5020	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5021	Beam	Ground Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5022	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5023	Beam	Ground Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5024	Beam	Ground Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5101	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5102	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5103	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5104	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5105	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5107	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5106	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	



<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM5108	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5109	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5110	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5111	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5112	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5113	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5114	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5115	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5116	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5117	Beam	First Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
BM5118	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5119	Beam	First Floor		8.048	1.414	0.457	0.559		5.537	3.038	2.505	
BM5120	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5121	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5122	Beam	First Floor		8.156	1.414	0.457	0.559		5.537	3.094	2.531	
BM5123	Beam	First Floor		7.940	1.414	0.457	0.559		5.537	2.982	2.479	
BM5124	Beam	First Floor		7.886	1.414	0.457	0.559		5.537	2.954	2.466	
WL5001	Wall	Ground Floor		35.278		4.372			9.785			0.250
WL5002	Wall	Ground Floor		12.053		4.115			3.995			0.250
WL5003	Wall	Ground Floor		12.231		4.115			3.819			0.250
WL5004	Wall	Ground Floor		40.718		4.372			12.501			0.250
WL5005	Wall	Ground Floor		25.623		4.372			5.846			0.100
WL5006	Wall	Ground Floor		11.008		4.115			3.694			0.100
WL5007	Wall	Ground Floor		25.623		4.372			5.846			0.100
WL5008	Wall	Ground Floor		18.317		4.064			5.537			0.100
WL5009	Wall	Ground Floor		15.286		4.115			5.537			0.250
WL5010	Wall	Ground Floor		15.286		4.115			5.662			0.250
WL5011	Wall	Ground Floor		15.286		4.115			5.787			0.250
WL5012	Wall	Ground Floor		15.286		4.115			5.662			0.250
WL5013	Wall	Ground Floor		22.786		4.115			5.537			0.250
WL5014	Wall	Ground Floor		8.640		4.372			1.976			0.250
WL5015	Wall	Ground Floor		8.556		4.115			2.282			0.250
WL5016	Wall	Ground Floor		22.786		4.115			5.537			0.250
WL5017	Wall	Ground Floor		7.586		4.115			1.718			0.250
WL5018	Wall	Ground Floor		22.786		4.115			5.537			0.250
WL5019	Wall	Ground Floor		20.536		4.115			5.537			0.250
WL5020	Wall	Ground Floor		20.536		4.115			5.537			0.250
WL5021	Wall	Ground Floor		20.536		4.115			5.537			0.250
WL5101	Wall	First Floor		17.908		3.505			5.537			0.250

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL5102	Wall	First Floor		17.158		3.505			5.537			0.250
WL5103	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.537			0.250
WL5104	Wall	First Floor		17.908		3.505			5.537			0.250
WL5105	Wall	First Floor		17.908		3.505			5.537			0.250
WL5106	Wall	First Floor		16.408		3.505			5.537			0.250
WL5107	Wall	First Floor		16.408		3.505			5.537			0.250
WL5108	Wall	First Floor		12.612		3.762			3.335			0.100
WL5109	Wall	First Floor		12.786		3.505			3.648			0.100
WL5110	Wall	First Floor		21.017		3.762			6.155			0.100
WL5111	Wall	First Floor		36.589		3.762			10.807			0.100
WL5112	Wall	First Floor		20.006		3.762			5.770			0.100
WL5113	Wall	First Floor		15.711		3.762			4.109			0.100
WL5114	Wall	First Floor		33.898		3.762			10.098			0.100
WL5115	Wall	First Floor		21.393		3.762			6.155			0.100
WL5116	Wall	First Floor		25.035		3.762			6.405			0.250
WL5117	Wall	First Floor		11.747		3.505			3.868			0.250
WL5118	Wall	First Floor		7.747		3.505			3.868			0.250
WL5119	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.662			0.250
WL5120	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.662			0.250
WL5121	Wall	First Floor		19.408		3.505			5.787			0.250
WL5122	Wall	First Floor		14.908		3.505			5.537			0.250
WL5123	Wall	First Floor		17.158		3.505			5.537			0.250
WL5124	Wall	First Floor		13.158		3.505			5.537			0.250
DR5001	Door	Ground Floor		5.000		2.500	2.000					
DR5002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5004	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5005	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5101	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5102	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5103	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5104	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5105	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5106	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR5107	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
WN5001	Window	Ground Floor		4.000		2.000	2.000					
WN5002	Window	Ground Floor		4.900		1.750	2.800					
WN5003	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN5004	Window	Ground Floor		1.350		1.500	0.900					

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WN5005	Window	Ground Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5006	Window	Ground Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5007	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN5008	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN5009	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN5010	Window	Ground Floor		7.500		2.500	3.000					
WN5011	Window	Ground Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5012	Window	Ground Floor		9.000		3.000	3.000					
WN5101	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5102	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5103	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5104	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5105	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5106	Window	First Floor		6.250		2.500	2.500					
WN5107	Window	First Floor		6.250		2.500	2.500					
WN5108	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN5109	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5110	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5111	Window	First Floor		1.500		1.500	1.000					
WN5112	Window	First Floor		3.000		1.500	2.000					
WN5113	Window	First Floor		3.000		1.500	2.000					
SL5000	Slab	Ground Floor	355.2									0.200
SL5101	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5102	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5103	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5104	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5105	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5106	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5107	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5108	Slab	First Floor	30.66									0.200
SL5109	Slab	First Floor	30.66									0.200

**Πίνακας Α.6. Γεωμετρικές Ιδιότητες Δομικών Στοιχείων 6<sup>ου</sup> Κτιρίου – ID1010.**

<i>ELEMENT</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>FLOOR</i>	<i>AREA</i>	<i>SURFACE</i>	<i>VOLUME</i>	<i>HEIGHT</i>	<i>WIDTH</i>	<i>PERIMETER</i>	<i>LENGTH</i>	<i>BOTTOM</i>	<i>EDGE</i>	<i>THICKNESS</i>
<i>ID</i>	<i>TYPE</i>	<i>STORY</i>	<i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>(m<sup>3</sup>)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>SURFACE</i>	<i>SURFACE</i>	<i>(m)</i>
										<i>(m<sup>2</sup>)</i>	<i>(m<sup>2</sup>)</i>	
CL6001	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6002	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6003	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6004	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6005	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6006	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6007	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6008	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6009	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6010	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6011	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6012	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6013	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6014	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6015	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6016	Column	Ground Floor	0.581	13.935	2.655	4.572		3.048				
CL6101	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6102	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6103	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6104	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6105	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6106	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6107	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6108	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6109	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6110	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6111	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6112	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6113	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6114	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6115	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6116	Column	First Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6201	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6202	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6203	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6204	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6205	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
CL6206	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6207	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6208	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6209	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6210	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6211	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6212	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6213	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6214	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6215	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6216	Column	Second Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6301	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6302	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6303	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6304	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6305	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6306	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6307	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6308	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6309	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6310	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6311	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6312	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6313	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6314	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6315	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
CL6316	Column	Third Floor	0.581	12.076	2.301	3.962		3.048				
BM6001	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6002	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6003	Beam	Ground Floor		19.161	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.387	6.387	
BM6004	Beam	Ground Floor		18.857	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.201	6.328	
BM6005	Beam	Ground Floor		18.526	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	5.742	6.392	
BM6006	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6007	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6008	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6009	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6010	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6011	Beam	Ground Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6012	Beam	Ground Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM6013	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6014	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6015	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6016	Beam	Ground Floor		18.797	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.239	6.279	
BM6017	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6018	Beam	Ground Floor		18.797	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.239	6.279	
BM6019	Beam	Ground Floor		16.750	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	4.192	6.279	
BM6020	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6021	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6022	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6023	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6024	Beam	Ground Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6101	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6102	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6103	Beam	First Floor		19.161	4.867	0.762	0.762	3.048	8.382	6.387	6.387	
BM6104	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6105	Beam	First Floor		18.515	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.125	6.195	
BM6106	Beam	First Floor		18.515	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.125	6.195	
BM6107	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6108	Beam	First Floor		19.113	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.329	6.392	
BM6109	Beam	First Floor		18.703	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.201	6.251	
BM6110	Beam	First Floor		19.113	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.329	6.392	
BM6111	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6112	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6113	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6114	Beam	First Floor		19.176	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.392	6.392	
BM6115	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6116	Beam	First Floor		18.703	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.201	6.251	
BM6117	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6118	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6119	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6120	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6121	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6122	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6123	Beam	First Floor		18.703	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.201	6.251	
BM6124	Beam	First Floor		18.985	4.870	0.762	0.762	3.048	8.388	6.315	6.335	
BM6201	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6202	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6203	Beam	Second Floor		16.613	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.387	5.113	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM6204	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6205	Beam	Second Floor		16.071	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.125	4.973	
BM6206	Beam	Second Floor		16.071	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.125	4.973	
BM6207	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6208	Beam	Second Floor		16.563	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.329	5.117	
BM6209	Beam	Second Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6210	Beam	Second Floor		16.563	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.329	5.117	
BM6211	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6212	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6213	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6214	Beam	Second Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6215	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6216	Beam	Second Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6217	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6218	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6219	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6220	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6221	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6222	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6223	Beam	Second Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6224	Beam	Second Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6301	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6302	Beam	Third Floor		14.529	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	4.295	5.117	
BM6303	Beam	Third Floor		16.613	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.387	5.113	
BM6304	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6305	Beam	Third Floor		16.071	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.125	4.973	
BM6306	Beam	Third Floor		16.071	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.125	4.973	
BM6307	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6308	Beam	Third Floor		16.563	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.329	5.117	
BM6309	Beam	Third Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6310	Beam	Third Floor		16.563	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.329	5.117	
BM6311	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6312	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6313	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6314	Beam	Third Floor		16.626	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.392	5.117	
BM6315	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6316	Beam	Third Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6317	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6318	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
BM6319	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6320	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6321	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6322	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
BM6323	Beam	Third Floor		16.229	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.201	5.014	
BM6324	Beam	Third Floor		16.467	3.899	0.610	0.762	2.744	8.388	6.315	5.076	
WL6001	Wall	Ground Floor		0.000		3.810			8.394			0.250
WL6002	Wall	Ground Floor		10.561		4.064			2.474			0.250
WL6003	Wall	Ground Floor		32.249		4.064			9.150			0.250
WL6004	Wall	Ground Floor		23.010		3.810			5.914			0.250
WL6005	Wall	Ground Floor		28.178		3.810			8.388			0.250
WL6006	Wall	Ground Floor		31.958		3.810			8.388			0.250
WL6007	Wall	Ground Floor		29.687		3.810			8.388			0.100
WL6008	Wall	Ground Floor		18.629		4.372			4.261			0.100
WL6009	Wall	Ground Floor		42.002		4.372			9.562			0.100
WL6010	Wall	Ground Floor		31.958		3.810			8.438			0.100
WL6011	Wall	Ground Floor		31.196		3.810			8.438			0.100
WL6012	Wall	Ground Floor		39.051		4.372			8.900			0.100
WL6013	Wall	Ground Floor		39.051		4.372			8.900			0.100
WL6014	Wall	Ground Floor		31.958		3.810			8.388			0.250
WL6015	Wall	Ground Floor		29.858		3.810			8.388			0.250
WL6016	Wall	Ground Floor		26.288		3.810			8.513			0.250
WL6017	Wall	Ground Floor		31.958		3.810			8.388			0.100
WL6018	Wall	Ground Floor		41.367		4.372			9.412			0.100
WL6019	Wall	Ground Floor		41.367		4.372			9.412			0.100
WL6020	Wall	Ground Floor		28.419		4.064			8.513			0.250
WL6021	Wall	Ground Floor		31.958		3.810			8.388			0.250
WL6101	Wall	First Floor		20.092		3.200			8.388			0.250
WL6102	Wall	First Floor		23.792		3.200			8.388			0.250
WL6103	Wall	First Floor		10.419		3.200			5.600			0.250
WL6104	Wall	First Floor		17.407		3.762			6.846			0.250
WL6105	Wall	First Floor		11.556		3.762			3.175			0.250
WL6106	Wall	First Floor		9.726		3.762			3.050			0.100
WL6107	Wall	First Floor		9.995		3.200			3.073			0.100
WL6108	Wall	First Floor		10.958		3.762			3.365			0.100
WL6109	Wall	First Floor		16.544		3.762			4.963			0.100
WL6110	Wall	First Floor		26.560		3.762			7.073			0.100
WL6111	Wall	First Floor		29.128		3.762			8.698			0.100
WL6112	Wall	First Floor		20.834		3.200			6.511			0.100



<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL6113	Wall	First Floor		22.342		3.200			8.388			0.250
WL6114	Wall	First Floor		22.342		3.200			8.388			0.250
WL6115	Wall	First Floor		69.735		3.762			18.562			0.250
WL6116	Wall	First Floor		26.842		3.200			8.638			0.250
WL6117	Wall	First Floor		0.000		3.200			8.394			0.250
WL6118	Wall	First Floor		23.302		3.200			8.513			0.250
WL6119	Wall	First Floor		10.616		3.762			3.175			0.250
WL6120	Wall	First Floor		8.785		3.762			3.050			0.100
WL6121	Wall	First Floor		17.923		3.762			6.846			0.250
WL6122	Wall	First Floor		11.219		3.200			5.850			0.250
WL6123	Wall	First Floor		20.092		3.200			8.388			0.250
WL6124	Wall	First Floor		23.792		3.200			8.388			0.250
WL6125	Wall	First Floor		9.995		3.200			3.073			0.100
WL6126	Wall	First Floor		10.958		3.762			3.365			0.100
WL6127	Wall	First Floor		16.544		3.762			4.963			0.100
WL6128	Wall	First Floor		29.284		3.762			8.739			0.100
WL6129	Wall	First Floor		26.560		3.762			7.073			0.100
WL6130	Wall	First Floor		20.834		3.200			6.511			0.100
WL6131	Wall	First Floor		22.342		3.200			8.388			0.250
WL6132	Wall	First Floor		24.422		3.200			8.513			0.250
WL6201	Wall	Second Floor		21.363		3.352			8.388			0.250
WL6202	Wall	Second Floor		25.063		3.352			8.388			0.250
WL6203	Wall	Second Floor		11.268		3.352			5.600			0.250
WL6204	Wall	Second Floor		17.407		3.762			6.846			0.250
WL6205	Wall	Second Floor		11.518		3.762			3.175			0.250
WL6206	Wall	Second Floor		9.688		3.762			3.050			0.100
WL6207	Wall	Second Floor		10.469		3.352			3.073			0.100
WL6208	Wall	Second Floor		10.958		3.762			3.365			0.100
WL6209	Wall	Second Floor		16.506		3.762			4.963			0.100
WL6210	Wall	Second Floor		26.522		3.762			7.073			0.100
WL6211	Wall	Second Floor		29.128		3.762			8.698			0.100
WL6212	Wall	Second Floor		20.834		3.200			6.511			0.100
WL6213	Wall	Second Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6214	Wall	Second Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6215	Wall	Second Floor		69.659		3.762			18.562			0.250
WL6216	Wall	Second Floor		28.113		3.352			8.638			0.250
WL6217	Wall	Second Floor		0.000		3.352			8.394			0.250
WL6218	Wall	Second Floor		24.520		3.352			8.513			0.250
WL6219	Wall	Second Floor		10.578		3.762			3.175			0.250

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL6220	Wall	Second Floor		8.747		3.762			3.050			0.100
WL6221	Wall	Second Floor		17.923		3.762			6.846			0.250
WL6222	Wall	Second Floor		11.219		3.200			5.850			0.250
WL6223	Wall	Second Floor		21.363		3.352			8.388			0.250
WL6224	Wall	Second Floor		25.063		3.352			8.388			0.250
WL6225	Wall	Second Floor		10.469		3.352			3.073			0.100
WL6226	Wall	Second Floor		10.958		3.762			3.365			0.100
WL6227	Wall	Second Floor		16.506		3.762			4.963			0.100
WL6228	Wall	Second Floor		29.284		3.762			8.739			0.100
WL6229	Wall	Second Floor		26.522		3.762			7.073			0.100
WL6230	Wall	Second Floor		20.834		3.200			6.511			0.100
WL6231	Wall	Second Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6232	Wall	Second Floor		25.693		3.352			8.513			0.250
WL6301	Wall	Third Floor		21.363		3.352			8.388			0.250
WL6302	Wall	Third Floor		25.063		3.352			8.388			0.250
WL6303	Wall	Third Floor		11.268		3.352			5.600			0.250
WL6304	Wall	Third Floor		17.407		3.762			6.846			0.250
WL6305	Wall	Third Floor		11.518		3.762			3.175			0.250
WL6306	Wall	Third Floor		9.688		3.762			3.050			0.100
WL6307	Wall	Third Floor		10.469		3.352			3.073			0.100
WL6308	Wall	Third Floor		10.958		3.762			3.365			0.100
WL6309	Wall	Third Floor		16.506		3.762			4.963			0.100
WL6310	Wall	Third Floor		26.522		3.762			7.073			0.100
WL6311	Wall	Third Floor		29.128		3.762			8.698			0.100
WL6312	Wall	Third Floor		20.834		3.200			6.511			0.100
WL6313	Wall	Third Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6314	Wall	Third Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6315	Wall	Third Floor		69.659		3.762			18.562			0.250
WL6316	Wall	Third Floor		28.113		3.352			8.638			0.250
WL6317	Wall	Third Floor		0.000		3.352			8.394			0.250
WL6318	Wall	Third Floor		24.520		3.352			8.513			0.250
WL6319	Wall	Third Floor		10.578		3.762			3.175			0.250
WL6320	Wall	Third Floor		8.747		3.762			3.050			0.100
WL6321	Wall	Third Floor		17.923		3.762			6.846			0.250
WL6322	Wall	Third Floor		11.219		3.200			5.850			0.250
WL6323	Wall	Third Floor		21.363		3.352			8.388			0.250
WL6324	Wall	Third Floor		25.063		3.352			8.388			0.250
WL6325	Wall	Third Floor		10.469		3.352			3.073			0.100
WL6326	Wall	Third Floor		10.958		3.762			3.365			0.100

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WL6327	Wall	Third Floor		16.506		3.762			4.963			0.100
WL6328	Wall	Third Floor		29.284		3.762			8.739			0.100
WL6329	Wall	Third Floor		26.522		3.762			7.073			0.100
WL6330	Wall	Third Floor		20.834		3.200			6.511			0.100
WL6331	Wall	Third Floor		23.613		3.352			8.388			0.250
WL6332	Wall	Third Floor		25.693		3.352			8.513			0.250
DR6001	Door	Ground Floor		5.000		2.500	2.000					
DR6002	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6003	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6004	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6005	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6006	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6007	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6008	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6009	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6010	Door	Ground Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6011	Door	Ground Floor		2.100		2.100	1.000					
DR6101	Door	First Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6102	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6103	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6104	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6105	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6106	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6107	Door	First Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6108	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6109	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6110	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6111	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6112	Door	First Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6201	Door	Second Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6202	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6203	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6204	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6205	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6206	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6207	Door	Second Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6208	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6209	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6210	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
DR6211	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6212	Door	Second Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6301	Door	Third Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6302	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6303	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6304	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6305	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6306	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6307	Door	Third Floor		2.420		2.200	1.100					
DR6308	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6309	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6310	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6311	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
DR6312	Door	Third Floor		1.890		2.100	0.900					
WN6001	Window	Ground Floor		31.947		3.810	8.385					
WN6101	Window	First Floor		26.861		3.200	8.394					
WN6102	Window	First Floor		1.000		1.000	1.000					
WN6103	Window	First Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6104	Window	First Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6105	Window	First Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6106	Window	First Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6107	Window	First Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6108	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6109	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6110	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6111	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6112	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6113	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6114	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6115	Window	First Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6116	Window	First Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6117	Window	First Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6118	Window	First Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6119	Window	First Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6120	Window	First Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6121	Window	First Floor		1.000		1.000	1.000					
WN6201	Window	Second Floor		28.120		3.350	8.394					
WN6202	Window	Second Floor		1.000		1.000	1.000					
WN6203	Window	Second Floor		7.500		2.500	3.000					

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
WN6204	Window	Second Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6205	Window	Second Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6206	Window	Second Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6207	Window	Second Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6208	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6209	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6210	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6211	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6212	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6213	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6214	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6215	Window	Second Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6216	Window	Second Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6217	Window	Second Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6218	Window	Second Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6219	Window	Second Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6220	Window	Second Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6221	Window	Second Floor		1.000		1.000	1.000					
WN6301	Window	Third Floor		28.120		3.350	8.394					
WN6302	Window	Third Floor		1.000		1.000	1.000					
WN6303	Window	Third Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6304	Window	Third Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6305	Window	Third Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6306	Window	Third Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6307	Window	Third Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6308	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6309	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6310	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6311	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6312	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6313	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6314	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6315	Window	Third Floor		2.250		1.500	1.500					
WN6316	Window	Third Floor		0.800		1.000	0.800					
WN6317	Window	Third Floor		3.750		1.500	2.500					
WN6318	Window	Third Floor		3.000		1.500	2.000					
WN6319	Window	Third Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6320	Window	Third Floor		7.500		2.500	3.000					
WN6321	Window	Third Floor		1.000		1.000	1.000					

<i>ELEMENT ID</i>	<i>ELEMENT TYPE</i>	<i>FLOOR STORY</i>	<i>AREA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>VOLUME (m<sup>3</sup>)</i>	<i>HEIGHT (m)</i>	<i>WIDTH (m)</i>	<i>PERIMETER (m)</i>	<i>LENGTH (m)</i>	<i>BOTTOM SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>EDGE SURFACE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>THICKNESS (m)</i>
SL6000	Slab	Ground Floor	795.9									0.200
SL6101	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6102	Slab	First Floor	61.15									0.200
SL6103	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6104	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6105	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6106	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6107	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6108	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6109	Slab	First Floor	70.36									0.200
SL6201	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6202	Slab	Second Floor	61.15									0.200
SL6203	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6204	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6205	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6206	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6207	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6208	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6209	Slab	Second Floor	70.36									0.200
SL6301	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6302	Slab	Third Floor	61.15									0.200
SL6303	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6304	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6305	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6306	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6307	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6308	Slab	Third Floor	70.36									0.200
SL6309	Slab	Third Floor	70.36									0.200

**Παράρτημα Β - Πίνακες Επιπέδων Ζημιάς και Ενεργειών Αποκατάστασης Δομικών  
Στοιχείων Κτιρίων**

**Πίνακας Β.1. Επίπεδα Ζημιάς Δομικών Στοιχείων.**

Δομικό Στοιχείο	Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά άσπρο χρώμα	ελαφριά ζημιά πράσινο χρώμα	μέτρια ζημιά κίτρινο χρώμα	σοβαρή ζημιά κόκκινο χρώμα	πλήρης απώλεια μαύρο χρώμα
Υποστύλωμα		Τριχοειδείς ρωγμές οι οποίες δεν επηρεάζουν την αντοχή του στοιχείου.	Ρωγμές της τάξης των 1-2mm. και τοπικές αστοχίες της επικάλυψης με τοπική μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος. Διαρροή του χάλυβα και ενδεχόμενη τοπική εξάντληση της παραμόρφωσης του σκυροδέματος σε θλίψη.	Ρωγμές της τάξης των 3-5mm, απώλεια επικάλυψης οπλισμών και λυγισμός χωρίς θραύση ράβδων οπλισμού.	Εκτεταμένες ρωγμές εύρους >5mm και ενδεχόμενη θραύση οπλισμών στις ρωγμές. Εκτεταμένη απώλεια επικάλυψης, πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και λυγισμός των ράβδων οπλισμού.
Δοκός		Τριχοειδείς ρωγμές οι οποίες δεν επηρεάζουν την αντοχή του στοιχείου.	Ρωγμές της τάξης των 1-2mm. και τοπικές αστοχίες της επικάλυψης με τοπική μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος. Διαρροή του χάλυβα και ενδεχόμενη τοπική εξάντληση της παραμόρφωσης του σκυροδέματος σε θλίψη.	Ρωγμές της τάξης των 3-5mm, απώλεια επικάλυψης οπλισμών και λυγισμός χωρίς θραύση ράβδων οπλισμού.	Εκτεταμένες ρωγμές εύρους >5mm και ενδεχόμενη θραύση οπλισμών στις ρωγμές. Εκτεταμένη απώλεια επικάλυψης, πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και λυγισμός των ράβδων οπλισμού.
Τοιχοπλήρωση		Ελαφριά ρηγμάτωση των επιχρισμάτων.	Ρωγμές και αποκόλληση επιχρισμάτων.	Μερική αποκόλληση του τοίχου από την οροφή (ή το κάτω μέρος της δοκού) χωρίς κατάρρευση, εκτεταμένες αποκολλήσεις και πτώση επιχρισμάτων.	Βαριές βλάβες. ολική αποκόλληση από την οροφή (ή το κάτω μέρος της δοκού) και πτώση. Εκτεταμένη απώλεια επιχρισμάτων και τούβλων.
Πόρτα			Το πλαίσιο της πόρτας (παραστατός) έχει λυγίσει με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον λειτουργική αφού δεν μπορεί να ανοιγοκλείσει. Η πόρτα δεν έχει πάθει καμιά ζημιά.		Η πόρτα έχει καταστραφεί πλήρως.



Δομικό Στοιχείο	Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά άσπρο χρώμα	ελαφριά ζημιά πράσινο χρώμα	μέτρια ζημιά κίτρινο χρώμα	σοβαρή ζημιά κόκκινο χρώμα	πλήρης απώλεια μαύρο χρώμα
Παράθυρο			Το πλαίσιο του παράθυρου που είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο έχει λυγίσει με αποτέλεσμα το παράθυρο να μην είναι πλέον λειτουργικό αφού δεν μπορεί να ανοιγοκλείσει. Το γυαλί δεν έχει πάθει καμιά ζημιά.		Το παράθυρο έχει καταστραφεί πλήρως και το γυαλί έχει σπάσει.

**Πίνακας Β.2.** Ενέργειες Αποκατάστασης Υποστυλωμάτων ανά Επίπεδο Ζημιάς.

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
Υποστώμα	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01
	Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Καθαίρεση επιχρίσματος υποστυλωμάτων γύρω από ρωγμές Gcol_02	Καθαίρεση αποδιοργανωμένου σκυροδέματος και αποκάλυψη οπλισμού υποστυλωμάτων Ycol_02	Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος υποστυλωμάτων Rcol_02	Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος υποστυλωμάτων Bcol_02
	Βάψιμο υποστυλωμάτων ορόφου Story_03	Συγκόλληση των ρωγμών υποστυλωμάτων με εποξειδική ρητίνη Gcol_03	Συγκόλληση νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στα υποστυλώματα Ycol_03	Καθαίρεση κατεστραμμένου οπλισμού υποστυλωμάτων Rcol_03	Καθαίρεση κατεστραμμένου οπλισμού υποστυλωμάτων Bcol_03
		Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων Gcol_04	Τοποθέτηση δομικού πλέγματος στα υποστυλώματα Ycol_04	Προσθήκη νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στα υποστυλώματα Rcol_04	Προσθήκη νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στα υποστυλώματα Bcol_04
		Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος υποστυλωμάτων Ycol_05	Τοποθέτηση ξυλότυπου υποστυλωμάτων Rcol_05	Τοποθέτηση ξυλότυπου υποστυλωμάτων Bcol_05
		Βάψιμο υποστυλωμάτων ορόφου Story_03	Πρώτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Ycol_06	Διάστρωση έγχυτου σκυροδέματος υποστυλωμάτων Rcol_06	Διάστρωση έγχυτου σκυροδέματος υποστυλωμάτων Bcol_06

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
			Δεύτερο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Ycol_07	Αφαίρεση ξυλότυπου υποστυλωμάτων Rcol_07	Αφαίρεση ξυλότυπου υποστυλωμάτων Bcol_07
			Τρίτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Ycol_08	Πρώτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Rcol_08	Πρώτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Bcol_08
			Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων Ycol_09	Δεύτερο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Rcol_09	Δεύτερο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Bcol_09
			Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Τρίτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Rcol_10	Τρίτο χέρι σοβάτισμα υποστυλωμάτων Bcol_10
			Βάψιμο υποστυλωμάτων ορόφου Story_03	Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων Rcol_11	Εξομάλυνση επιφάνειας υποστυλωμάτων Bcol_11
				Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02
				Βάψιμο υποστυλωμάτων ορόφου Story_03	Βάψιμο υποστυλωμάτων ορόφου Story_03

**Πίνακας Β.3.** Ενέργειες Αποκατάστασης Δοκών ανά Επίπεδο Ζημιάς.

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01	Υποστύλωση ορόφου Story_01
	Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Καθαίρεση επιχρίσματος γύρω από ρωγμές δοκών Gbeam_02	Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος και αποκάλυψη οπλισμού δοκών Ybeam_02	Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος δοκών Rbeam_02	Καθαίρεση του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος Bbeam_02
Δοκός	Βάψιμο δοκών ορόφου Story_03	Συγκόλληση των ρωγμών δοκών με εποξειδική ρητίνη και επικόλληση λεπτών χαλύβδινων ελασμάτων Gbeam_03	Συγκόλληση νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στις δοκούς Ybeam_03	Καθαίρεση κατεστραμμένου οπλισμού δοκών Rbeam_03	Καθαίρεση κατεστραμμένου οπλισμού δοκών Bbeam_03
		Εξομάλυνση επιφάνειας δοκών Gbeam_04	Τοποθέτηση δομικού πλέγματος στις δοκούς Ybeam_04	Προσθήκη νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στις δοκούς Rbeam_04	Προσθήκη νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων στις δοκούς Bbeam_04

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
	Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02		Διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος δοκών Ybeam_05	Τοποθέτηση ξυλότυπου δοκών Rbeam_05	Τοποθέτηση ξυλότυπου δοκών Bbeam_05
	Βάψιμο δοκών ορόφου Story_03		Πρώτο χέρι σοβάτισμα δοκών Ybeam_06	Διάστρωση έγχυτου σκυροδέματος δοκών Rbeam_06	Διάστρωση έγχυτου σκυροδέματος δοκών Bbeam_06
			Δεύτερο χέρι σοβάτισμα δοκών Ybeam_07	Αφαίρεση ξυλότυπου δοκών Rbeam_07	Αφαίρεση ξυλότυπου δοκών Bbeam_07
			Τρίτο χέρι σοβάτισμα δοκών Ybeam_08	Πρώτο χέρι σοβάτισμα δοκών Rbeam_08	Πρώτο χέρι σοβάτισμα δοκών Bbeam_08
			Εξομάλυνση επιφάνειας δοκών Ybeam_09	Δεύτερο χέρι σοβάτισμα δοκών Rbeam_09	Δεύτερο χέρι σοβάτισμα δοκών Bbeam_09
			Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Τρίτο χέρι σοβάτισμα δοκών Rbeam_10	Τρίτο χέρι σοβάτισμα δοκών Bbeam_10
			Βάψιμο δοκών ορόφου Story_03	Εξομάλυνση επιφάνειας δοκών Rbeam_11	Εξομάλυνση επιφάνειας δοκών Bbeam_11
				Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02	Αφαίρεση υποστύλωσης ορόφου Story_02
				Βάψιμο δοκών ορόφου Story_03	Βάψιμο δοκών ορόφου Story_03

**Πίνακας Β.4.** Ενέργειες Αποκατάστασης Τοιχοπληρώσεων ανά Επίπεδο Ζημιάς.

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
		Καθαίρεση επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων γύρω από ρωγμές Gwall_01	Καθαίρεση επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων γύρω από ρωγμές και πλύσιμο ρωγμών με νερό υπό πίεση Ywall_01	Καθαίρεση κατεστραμμένου τμήματος τοιχοπληρώσεων Rwall_01	Καθαίρεση τοιχοπληρώσεων Bwall_01
Τοιχοπλήρωση		Τοποθέτηση νέου επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων Gwall_02	Τσιμεντένεση ή τοποθέτηση τσιμεντοκονιάματος στις ρωγμές τοιχοπληρώσεων Ywall_02	Κατασκευή τοιχοπληρώσεων Rwall_02	Κατασκευή τοιχοπληρώσεων Bwall_02
		Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων Gwall_03	Τοποθέτηση νέου επιχρίσματος τοιχοπληρώσεων Ywall_03	Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων Rwall_03	Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων Bwall_03

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
		Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου Story_03	Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων Ywall_04	Υδραυλικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων Rwall_04	Υδραυλικές εγκαταστάσεις τοιχοπληρώσεων Bwall_04
			Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου Story_03	Τοποθέτηση κοτετσosύρματος. ινών υάλου ή άνθρακα υψηλής αντοχής στις τοιχοπληρώσεις Rwall_05	Τοποθέτηση κοτετσosύρματος. ινών υάλου ή άνθρακα υψηλής αντοχής στις τοιχοπληρώσεις Bwall_05
				Πρώτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Rwall_06	Πρώτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Bwall_06
				Δεύτερο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Rwall_07	Δεύτερο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Bwall_07
				Τρίτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Rwall_08	Τρίτο χέρι σοβάτισμα τοιχοπληρώσεων Bwall_08
				Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων Rwall_09	Εξομάλυνση επιφάνειας τοιχοπληρώσεων Bwall_09
				Ολοκλήρωση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων Rwall_10	Ολοκλήρωση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων Rwall_10
				Ολοκλήρωση υδραυλικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων Rwall_11	Ολοκλήρωση υδραυλικών εγκαταστάσεων τοιχοπληρώσεων Rwall_11
				Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου Story_03	Βάψιμο τοιχοπληρώσεων ορόφου Story_03

**Πίνακας Β.5.** Ενέργειες Αποκατάστασης Πορτών ανά Επίπεδο Ζημιάς.

Δομικό Στοιχείο	Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς				
	καθόλου ζημιά	ελαφριά ζημιά	μέτρια ζημιά	σοβαρή ζημιά	πλήρης απώλεια
Πόρτα			Καθαίρεση πορτών Ydoor_01		Καθαίρεση κατεστραμμένων πορτών Bdoor_01
			Καθαίρεση κατεστραμμένων παραστατών πορτών Ydoor_02		Καθαίρεση κατεστραμμένων παραστατών πορτών Bdoor_02

<i>Δομικό Στοιχείο</i>	<i>Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς</i>				
	<i>καθόλου ζημιά</i>	<i>ελαφριά ζημιά</i>	<i>μέτρια ζημιά</i>	<i>σοβαρή ζημιά</i>	<i>πλήρης απώλεια</i>
			Τοποθέτηση νέων παραστατών πορτών και στεγάνωση αρμών Ydoor_03 Αποκατάστασης τοιχοπληρώσεων γύρω από παραστατούς πορτών Ydoor_04 Επανατοποθέτηση. αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας πορτών Ydoor_05		Τοποθέτηση νέων παραστατών πορτών και στεγάνωση αρμών Bdoor_03 Αποκατάστασης τοιχοπληρώσεων γύρω από παραστατούς πορτών Bdoor_04 Επανατοποθέτηση. αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας πορτών Bdoor_05

**Πίνακας Β.6.** *Ενέργειες Αποκατάστασης Παραθύρων ανά Επίπεδο Ζημιάς.*

<i>Δομικό Στοιχείο</i>	<i>Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς</i>				
	<i>καθόλου ζημιά</i>	<i>ελαφριά ζημιά</i>	<i>μέτρια ζημιά</i>	<i>σοβαρή ζημιά</i>	<i>πλήρης απώλεια</i>
Παράθυρο			Καθαίρεση παραθύρων Ywind_01		Καθαίρεση κατεστραμμένων παραθύρων Bwind_01
			Καθαίρεση κατεστραμμένων πλασιών παραθύρων Ywind_02		Καθαίρεση κατεστραμμένων πλασιών παραθύρων Bwind_02
			Καθαίρεση κατεστραμμένων ψευτοκασών παραθύρων Ywind_03		Καθαίρεση κατεστραμμένων ψευτοκασών παραθύρων Bwind_03
			Τοποθέτηση νέων ψευτοκασών παραθύρων και στεγάνωση αρμών Ywind_04		Τοποθέτηση νέων ψευτοκασών παραθύρων και στεγάνωση αρμών Bwind_04
			Τοποθέτηση νέων πλασιών παραθύρων Ywind_05		Τοποθέτηση νέων πλασιών παραθύρων Bwind_05

<i>Δομικό Στοιχείο</i>	<i>Ενέργειες Αποκατάστασης σε Επίπεδα Ζημιάς</i>				
	<i>καθόλου ζημιά</i>	<i>ελαφριά ζημιά</i>	<i>μέτρια ζημιά</i>	<i>σοβαρή ζημιά</i>	<i>πλήρης απώλεια</i>
			Αποκατάσταση τοιχοπληρώσεων γύρω από ψευτόκασες παραθύρων Ywind_06		Αποκατάσταση τοιχοπληρώσεων γύρω από ψευτόκασες παραθύρων Bwind_06
			Επανατοποθέτηση. αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας παραθύρων Ywind_07		Επανατοποθέτηση. αλφάδιασμα και έλεγχος λειτουργικότητας παραθύρων Bwind_07

**Παράρτημα Γ - Πίνακες Βάσης Δεδομένων για Χρονοπρογραμματισμό**

**Πίνακας Γ.1. Πίνακας Ταυτοτήτων Δραστηριοτήτων "T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_ID".**

<b>ACTIVITY NUMBER</b>	<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>
1	Build001	Topothesisi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou
2	Build002	Afairesi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou
3	Story001	Ypostilwsi Isogeiou
4	Story002	Afairesi Ypostilwsi Isogeiou
5	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixoplirwsewn Isogeiou
6	Story004	Katharismos Xwrou Isogeiou
7	Story005	Genikos Eksoplismos Isogeiou
8	Gcol002	Kathairesi Epixrismatos Ypostylwmatwn Isogeiou Gyrw apo Rwgmes
9	Gcol003	Syggkollisi tw n Rwgmw n Ypostylwmatwn Isogeiou me Epokseidiki Ritini
10	Gcol004	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou
11	Ycol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apokalypsi Oplismou Ypostylwmatwn Isogeiou
12	Ycol003	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata Isogeiou
13	Ycol004	Topothesisi Domikou Plegmatos sta Ypostylwmata Isogeiou
14	Ycol005	Diastrawsi Ektoksewvomenou Skyrodematos Ypostylwmatwn Isogeiou
15	Ycol006	Prwto Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
16	Ycol007	Deutero Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
17	Ycol008	Trito Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
18	Ycol009	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou
19	Rcol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostylwmatwn Isogeiou
20	Rcol003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn Isogeiou
21	Rcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata Isogeiou
22	Rcol005	Topothesisi Ksylotypou Ypostylwmatwn Isogeiou
23	Rcol006	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn Isogeiou
24	Rcol007	Afairesi Ksylotypou Ypostylwmatwn Isogeiou
25	Rcol008	Prwto Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
26	Rcol009	Deutero Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
27	Rcol010	Trito Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
28	Rcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou
29	Bcol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostylwmatwn Isogeiou
30	Bcol003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn Isogeiou
31	Bcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata Isogeiou
32	Bcol005	Topothesisi Ksylotypou Ypostylwmatwn Isogeiou
33	Bcol006	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn Isogeiou
34	Bcol007	Afairesi Ksylotypou Ypostylwmatwn Isogeiou
35	Bcol008	Prwto Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
36	Bcol009	Deutero Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
37	Bcol010	Trito Xeri Sovatism a Ypostylwmatwn Isogeiou
38	Bcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou
39	Gbeam002	Kathairesi Epixrismatos Dokwn Isogeiou Gyrw apo Rwgmes
40	Gbeam003	Syggkollisi tw n Rwgmw n Dokwn Isogeiou me Epokseidiki Ritini kai Epikollisi Leptwn Xalyvdinwn Elasm atwn
41	Gbeam004	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou
42	Ybeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apokalypsi Oplismou Dokwn Isogeiou
43	Ybeam003	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous Isogeiou
44	Ybeam004	Topothesisi Domikou Plegmatos stis Dokous Isogeiou
45	Ybeam005	Diastrawsi Ektoksewvomenou Skyrodematos Dokwn Isogeiou
46	Ybeam006	Prwto Xeri Sovatism a Dokwn Isogeiou
47	Ybeam007	Deutero Xeri Sovatism a Dokwn Isogeiou
48	Ybeam008	Trito Xeri Sovatism a Dokwn Isogeiou
49	Ybeam009	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou
50	Rbeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn Isogeiou
51	Rbeam003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn Isogeiou
52	Rbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous Isogeiou



<b>ACTIVITY NUMBER</b>	<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>
53	Rbeam005	Topothesisi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou
54	Rbeam006	Diastrwsi Egxytu Skyrodematos Dokwn Isogeiou
55	Rbeam007	Afairesi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou
56	Rbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
57	Rbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
58	Rbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
59	Rbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou
60	Bbeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn Isogeiou
61	Bbeam003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn Isogeiou
62	Bbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous Isogeiou
63	Bbeam005	Topothesisi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou
64	Bbeam006	Diastrwsi Egxytu Skyrodematos Dokwn Isogeiou
65	Bbeam007	Afairesi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou
66	Bbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
67	Bbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
68	Bbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou
69	Bbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou
70	Gwall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou Gyrw apo Rwgmes
71	Gwall002	Topothesisi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou
72	Gwall003	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou
73	Ywall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou Gyrw apo Rwgmes kai Plysimo Rwgmnw me Nero Ypo Piesi
74	Ywall002	Tsimenenesi h Topothesisi Tsimentokoniamatou stis Rwgmes Toixopliwsewn Isogeiou
75	Ywall003	Topothesisi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou
76	Ywall004	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou
77	Rwall001	Kathairesi Katestrammenou Tmimatou Toixopliwsewn Isogeiou
78	Rwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou
79	Rwall003	Ilektrologikes Egkatasestis Toixopliwsewn Isogeiou
80	Rwall004	Ydravlikes Egkatasestis Toixopliwsewn Isogeiou
81	Rwall005	Topothesisi Kotetsosyrmatou. Inwn Yalou h Anthraka Ypsilis Antoxis stis Toixopliwseis Isogeiou
82	Rwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
83	Rwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
84	Rwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
85	Rwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou
86	Rwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatasestwn Toixopliwsewn Isogeiou
87	Rwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatasestwn Toixopliwsewn Isogeiou
88	Bwall001	Kathairesi Toixopliwsewn Isogeiou
89	Bwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou
90	Bwall003	Ilektrologikes Egkatasestis Toixopliwsewn Isogeiou
91	Bwall004	Ydravlikes Egkatasestis Toixopliwsewn Isogeiou
92	Bwall005	Topothesisi Kotetsosyrmatou. Inwn Yalou h Anthraka Ypsilis Antoxis stis Toixopliwseis Isogeiou
93	Bwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
94	Bwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
95	Bwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou
96	Bwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou
97	Bwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatasestwn Toixopliwsewn Isogeiou
98	Bwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatasestwn Toixopliwsewn Isogeiou
99	Ydoor001	Kathairesi Portwn Isogeiou
100	Ydoor002	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn Isogeiou
101	Ydoor003	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn Isogeiou kai Steganwsi Armwn
102	Ydoor004	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous Portwn Isogeiou
103	Ydoor005	Epanatopothesisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Portwn Isogeiou
104	Bdoor001	Kathairesi Katestramenwn Portwn Isogeiou
105	Bdoor002	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn Isogeiou
106	Bdoor003	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn Isogeiou kai Steganwsi Armwn

<b>ACTIVITY NUMBER</b>	<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>
107	Bdoor004	Apokatastasi Toixoplirwsewn Gyrw apo Parastatous Portwn Isogeiou
108	Bdoor005	Epanatopothetisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Portwn Isogeiou
109	Ywind001	Kathairesi Parathywrwn Isogeiou
110	Ywind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parathywrwn Isogeiou
111	Ywind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Parathywrwn Isogeiou
112	Ywind004	Topothetisi Newn Pseutokaswn Parathywrwn Isogeiou kai Steganwsi Armwn
113	Ywind005	Topothetisi Newn Plaisiwn Parathywrwn Isogeiou
114	Ywind006	Apokatastasi Toixoplirwsewn Gyrw apo Pseutokases Parathywrwn Isogeiou
115	Ywind007	Epanatopothetisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Parathywrwn Isogeiou
116	Bwind001	Kathairesi Katestrammenwn Parathywrwn Isogeiou
117	Bwind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parathywrwn Isogeiou
118	Bwind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Parathywrwn Isogeiou
119	Bwind004	Topothetisi Newn Pseutokaswn Parathywrwn Isogeiou kai Steganwsi Armwn
120	Bwind005	Topothetisi Newn Plaisiwn Parathywrwn Isogeiou
121	Bwind006	Apokatastasi Toixoplirwsewn Gyrw apo Pseutokases Parathywrwn Isogeiou
122	Bwind007	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Parathywrwn Isogeiou
123	Story101	Ypostilwsi 1ou Orofou
124	Story102	Afairesi Ypostilwsi 1ou Orofou
125	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixoplirwsewn 1ou Orofou
126	Story104	Katharismos Xwrou 1ou Orofou
127	Story105	Genikos Eksoplismos 1ou Orofou
128	Gcol102	Kathairesi Epixrismatos Ypostylwmatwn 1ou Orofou Gyrw apo Rwgmes
129	Gcol103	Syggkollisi tw'n Rwgmw'n Ypostylwmatwn 1ou Orofou me Epokseidiki Ritini
130	Gcol104	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou
131	Ycol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apokalypsi Oplismou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
132	Ycol103	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata 1ou Orofou
133	Ycol104	Topothetisi Domikou Plegmatos sta Ypostylwmata 1ou Orofou
134	Ycol105	Diastwsi Ektoksevomenou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou Orofou
135	Ycol106	Prwto Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
136	Ycol107	Deutero Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
137	Ycol108	Trito Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
138	Ycol109	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou
139	Rcol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou Orofou
140	Rcol103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
141	Rcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata 1ou Orofou
142	Rcol105	Topothetisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
143	Rcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou Orofou
144	Rcol107	Afairesi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
145	Rcol108	Prwto Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
146	Rcol109	Deutero Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
147	Rcol110	Trito Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
148	Rcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou
149	Bcol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou Orofou
150	Bcol103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
151	Bcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn sta Ypostylwmata 1ou Orofou
152	Bcol105	Topothetisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
153	Bcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou Orofou
154	Bcol107	Afairesi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Orofou
155	Bcol108	Prwto Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
156	Bcol109	Deutero Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
157	Bcol110	Trito Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou
158	Bcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou
159	Gbeam102	Kathairesi Epixrismatos Dokwn 1ou Orofou Gyrw apo Rwgmes
160	Gbeam103	Syggkollisi tw'n Rwgmw'n Dokwn 1ou Orofou me Epokseidiki Ritini kai Epikollisi Leptwn Xalyvdinwn Elasmaw'n

<b>ACTIVITY NUMBER</b>	<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>
161	Gbeam104	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou
162	Ybeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apokalypsi Oplismou Dokwn 1ou Orofou
163	Ybeam103	Syggollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous 1ou Orofou
164	Ybeam104	Topothetisi Domikou Plegmatos stis Dokous 1ou Orofou
165	Ybeam105	Diastrawsi Ektoksevomenou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou
166	Ybeam106	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
167	Ybeam107	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
168	Ybeam108	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
169	Ybeam109	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou
170	Rbeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou
171	Rbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn 1ou Orofou
172	Rbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous 1ou Orofou
173	Rbeam105	Topothetisi Ksylotypou Dokwn 1ou Orofou
174	Rbeam106	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou
175	Rbeam107	Afaresi Ksylotypou Dokwn 1ou Orofou
176	Rbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
177	Rbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
178	Rbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
179	Rbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou
180	Bbeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou
181	Bbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn 1ou Orofou
182	Bbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syndetirwn stis Dokous 1ou Orofou
183	Bbeam105	Topothetisi Ksylotypou Dokwn 1ou Orofou
184	Bbeam106	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou
185	Bbeam107	Afaresi Ksylotypou Dokwn 1ou Orofou
186	Bbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
187	Bbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
188	Bbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou
189	Bbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou
190	Gwall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofou Gyrw apo Rwgmes
191	Gwall102	Topothetisi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofou
192	Gwall103	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou
193	Ywall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofou Gyrw apo Rwgmes kai Plysimo Rwgmwv me Nero Ypo Piesi
194	Ywall102	Tsimentenesi h Topothetisi Tsimentokoniamatos stis Rwgmes Toixopliwsewn 1ou Orofou
195	Ywall103	Topothetisi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofou
196	Ywall104	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou
197	Rwall101	Kathairesi Katestrammenou Tmimatos Toixopliwsewn 1ou Orofou
198	Rwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou
199	Rwall103	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsewn 1ou Orofou
200	Rwall104	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn 1ou Orofou
201	Rwall105	Topothetisi Kotetsosyrmatos. Inwn Yalou h Anthraka Ypsilis Antoxis stis Toixopliwseis 1ou Orofou
202	Rwall106	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou
203	Rwall107	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou
204	Rwall108	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou
205	Rwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou
206	Rwall110	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatastewn Toixopliwsewn 1ou Orofou
207	Rwall111	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatastewn Toixopliwsewn 1ou Orofou
208	Bwall101	Kathairesi Toixopliwsewn 1ou Orofou
209	Bwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou
210	Bwall103	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsewn 1ou Orofou
211	Bwall104	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn 1ou Orofou
212	Bwall105	Topothetisi Kotetsosyrmatos. Inwn Yalou h Anthraka Ypsilis Antoxis stis Toixopliwseis 1ou Orofou
213	Bwall106	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou
214	Bwall107	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou

<b>ACTIVITY NUMBER</b>	<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>
215	Bwall108	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou
216	Bwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou
217	Bwall110	Olokliwsi Ilektrologikwn Egkatakstewn Toixopliwsewn 1ou Orofou
218	Bwall111	Olokliwsi Ydravlikwn Egkatakstewn Toixopliwsewn 1ou Orofou
219	Ydoor101	Kathairesi Portwn 1ou Orofou
220	Ydoor102	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn 1ou Orofou
221	Ydoor103	Topothesis Newn Parastatwn Portwn 1ou Orofou kai Steganwsi Armwn
222	Ydoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous Portwn 1ou Orofou
223	Ydoor105	Epanatopothetisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Portwn 1ou Orofou
224	Bdoor101	Kathairesi Katestramenwn Portwn 1ou Orofou
225	Bdoor102	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn 1ou Orofou
226	Bdoor103	Topothesis Newn Parastatwn Portwn 1ou Orofou kai Steganwsi Armwn
227	Bdoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous Portwn 1ou Orofou
228	Bdoor105	Epanatopothetisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Portwn 1ou Orofou
229	Ywind101	Kathairesi Parathywsw 1ou Orofou
230	Ywind102	Kathairesi Katestramenwn Plaisiwn Parathywsw 1ou Orofou
231	Ywind103	Kathairesi Katastramenwn Pseutokaswn Parathywsw 1ou Orofou
232	Ywind104	Topothesis Newn Pseutokaswn Parathywsw 1ou Orofou kai Steganwsi Armwn
233	Ywind105	Topothesis Newn Plaisiwn Parathywsw 1ou Orofou
234	Ywind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases Parathywsw 1ou Orofou
235	Ywind107	Epanatopothetisi. Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Parathywsw 1ou Orofou
236	Bwind101	Kathairesi Katestramenwn Parathywsw 1ou Orofou
237	Bwind102	Kathairesi Katestramenwn Plaisiwn Parathywsw 1ou Orofou
238	Bwind103	Kathairesi Katastramenwn Pseutokaswn Parathywsw 1ou Orofou
239	Bwind104	Topothesis Newn Pseutokaswn Parathywsw 1ou Orofou kai Steganwsi Armwn
240	Bwind105	Topothesis Newn Plaisiwn Parathywsw 1ou Orofou
241	Bwind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases Parathywsw 1ou Orofou
242	Bwind107	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitourgikotitas Parathywsw 1ou Orofou

**Πίνακας Γ.2. Πίνακας Σχέσεων Δραστηριοτήτων "T\_ACTIVITY\_RELATIONS".**

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Build001	Topothesis Skalwsiwn Perimetrika tou Kt	
Build002	Afairesi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiri	7FS;127FS;247FS;367FS
Story001	Ypostilwsi Isogeiou	1FS
Story002	Afairesi Ypostilwsiw Isogeiou	28FS;38FS;59FS;69FS;18FS;49FS;10FS;41FS
Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliw	102FS;107FS;114FS;121FS;86FS;97FS;87FS;98FS
Story004	Katharismos Xwrou Isogeiou	103FS;108FS;115FS;122FS
Story005	Genikos Eksoplismos Isogeiou	6FS
Gcol002	Kathairesi Epixrismatos Ypostylwmatwn Is	363FS;39SS
Gcol003	Sygkollisi tww Rwgmwsw Ypostylwmatwn Isog	8FS;39FS;40SS
Gcol004	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Iso	9FS;40FS;41SS
Ycol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS;42SS
Ycol003	Sygkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Klei	11FS;42FS;43SS
Ycol004	Topothesis Domikou Plegmatos sta Yposty	12FS;43FS;44SS
Ycol005	Diastwsi Ektoksewvomenou Skyrodematos Yp	13FS;44FS;45SS
Ycol006	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	14FS+4 days;45FS+4 days;46SS
Ycol007	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Iso	15FS+2 days;46FS+2 days;47SS
Ycol008	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	16FS+3 days;47FS+3 days;48SS
Ycol009	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Iso	17FS;48FS;49SS
Rcol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS;50SS;29SS;60SS
Rcol003	Kathairesi Katestramenou Oplismou Ypost	19FS;50FS;29FS;60FS;51SS;30SS;61SS
Rcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	20FS;51FS;30FS;61FS;52SS;31SS;62SS
Rcol005	Topothesis Ksylotypou Ypostylwmatwn Iso	21FS;52FS;31FS;62FS;53SS;32SS;63SS

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Rcol006	Diastrwni Egxytou Skyrodematos Ypostylwm	22FS;53FS;32FS;63FS;54SS;33SS;64SS
Rcol007	Afaireisi Ksylotyptou Ypostylwmatwn Isogei	23FS+14 days;54FS+14 days;33FS+14 days;64FS+14 days;55SS;34SS;65SS
Rcol008	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	24FS+4 days;55FS+4 days;34FS+4 days;65FS+4 days;56SS;35SS;66SS
Rcol009	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Iso	25FS+2 days;56FS+2 days;35FS+2 days;66FS+2 days;57SS;36SS;67SS
Rcol010	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	26FS+3 days;57FS+3 days;36FS+3 days;67FS+3 days;58SS;37SS;68SS
Rcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Iso	27FS;58FS;37FS;68FS;59SS;38SS;69SS
Bcol002	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS;50SS;60SS
Bcol003	Kathaireisi Katestrammenou Oplismou Ypost	19FS;50FS;29FS;60FS;51SS;61SS
Bcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	20FS;51FS;30FS;61FS;52SS;62SS
Bcol005	Topothetisi Ksylotyptou Ypostylwmatwn Iso	21FS;52FS;31FS;62FS;53SS;63SS
Bcol006	Diastrwni Egxytou Skyrodematos Ypostylwm	22FS;53FS;32FS;63FS;54SS;64SS
Bcol007	Afaireisi Ksylotyptou Ypostylwmatwn Isogei	23FS+14 days;54FS+14 days;33FS+14 days;64FS+14 days;55SS;65SS
Bcol008	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	24FS+4 days;55FS+4 days;34FS+4 days;65FS+4 days;56SS;66SS
Bcol009	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Iso	25FS+2 days;56FS+2 days;35FS+2 days;66FS+2 days;57SS;67SS
Bcol010	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isoge	26FS+3 days;57FS+3 days;36FS+3 days;67FS+3 days;58SS;68SS
Bcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Iso	27FS;58FS;37FS;68FS;59SS;69SS
Gbeam002	Kathaireisi Epixrismatos Dokwn Isogeiou G	363FS
Gbeam003	Syggkollisi tw'n Rwg'mwn Dokwn Isogeiou me	8FS;39FS
Gbeam004	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	9FS;40FS
Ybeam002	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS
Ybeam003	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Klei	11FS;42FS
Ybeam004	Topothetisi Domikou Plegmatos stis Dokou	12FS;43FS
Ybeam005	Diastrwni Ektoksewmenou Skyrodematos Do	13FS;44FS
Ybeam006	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	14FS+4 days;45FS+4 days
Ybeam007	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	15FS+2 days;46FS+2 days
Ybeam008	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	16FS+3 days;47FS+3 days
Ybeam009	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	17FS;48FS
Rbeam002	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS;60SS
Rbeam003	Kathaireisi Katestrammenou Oplismou Dokwn	19FS;50FS;29FS;60FS;61SS
Rbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	20FS;51FS;30FS;61FS;62SS
Rbeam005	Topothetisi Ksylotyptou Dokwn Isogeiou	21FS;52FS;31FS;62FS;63SS
Rbeam006	Diastrwni Egxytou Skyrodematos Dokwn Iso	22FS;53FS;32FS;63FS;64SS
Rbeam007	Afaireisi Ksylotyptou Dokwn Isogeiou	23FS+14 days;54FS+14 days;33FS+14 days;64FS+14 days;65SS
Rbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	24FS+4 days;55FS+4 days;34FS+4 days;65FS+4 days;66SS
Rbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	25FS+2 days;56FS+2 days;35FS+2 days;66FS+2 days;67SS
Rbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	26FS+3 days;57FS+3 days;36FS+3 days;67FS+3 days;68SS
Rbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	27FS;58FS;37FS;68FS;69SS
Bbeam002	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	363FS
Bbeam003	Kathaireisi Katestrammenou Oplismou Dokwn	19FS;50FS;29FS;60FS
Bbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	20FS;51FS;30FS;61FS
Bbeam005	Topothetisi Ksylotyptou Dokwn Isogeiou	21FS;52FS;31FS;62FS
Bbeam006	Diastrwni Egxytou Skyrodematos Dokwn Iso	22FS;53FS;32FS;63FS
Bbeam007	Afaireisi Ksylotyptou Dokwn Isogeiou	23FS+14 days;54FS+14 days;33FS+14 days;64FS+14 days
Bbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	24FS+4 days;55FS+4 days;34FS+4 days;65FS+4 days
Bbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	25FS+2 days;56FS+2 days;35FS+2 days;66FS+2

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Bbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	days 26FS+3 days;57FS+3 days;36FS+3 days;67FS+3 days
Bbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	27FS;58FS;37FS;68FS
Gwall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn I	111FS;118FS;73SS
Gwall002	Topothesisi Neou Epixrismatos Toixopliw	70FS;73FS
Gwall003	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Is	71FS
Ywall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn I	111FS;118FS
Ywall002	Tsimentenesi h Topothesisi Tsimentokonia	70FS;73FS
Ywall003	Topothesisi Neou Epixrismatos Toixopliw	74FS
Ywall004	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Is	75FS
Rwall001	Kathairesi Katestrammenou Tmimatatos Toixo	100FS;105FS;111FS;118FS;88SS
Rwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou	77FS;88FS;89SS
Rwall003	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsew	78FS+20 days;89FS+20 days;90SS
Rwall004	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn	78FS+20 days;89FS+20 days;91SS
Rwall005	Topothesisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou	79FS;90FS;80FS;91FS;92SS
Rwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isog	81FS;92FS;93SS
Rwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Is	82FS+2 days;93FS+2 days;94SS
Rwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isog	83FS+3 days;94FS+3 days;95SS
Rwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Is	84FS;95FS;96SS
Rwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatastewn To	85FS;96FS;97SS
Rwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatastewn Toixo	85FS;96FS;98SS
Bwall001	Kathairesi Toixopliwsewn Isogeiou	100FS;105FS;111FS;118FS
Bwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou	77FS;88FS
Bwall003	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsew	78FS+20 days;89FS+20 days
Bwall004	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn	78FS+20 days;89FS+20 days
Bwall005	Topothesisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou	79FS;90FS;80FS;91FS
Bwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isog	81FS;92FS
Bwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Is	82FS+2 days;93FS+2 days
Bwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isog	83FS+3 days;94FS+3 days
Bwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Is	84FS;95FS
Bwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatastewn To	85FS;96FS
Bwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatastewn Toixo	85FS;96FS
Ydoor001	Kathairesi Portwn Isogeiou	4FS;104SS
Ydoor002	Kathairesi Katestrammenwn Parastatwn Port	99FS;104FS;105SS
Ydoor003	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn Isoge	72FS;76FS;85FS;96FS;106SS
Ydoor004	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Par	101FS;106FS;107SS
Ydoor005	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	5FS;108SS
Bdoor001	Kathairesi Katestrammenwn Portwn Isogeio	4FS
Bdoor002	Kathairesi Katestrammenwn Parastatwn Port	99FS;104FS
Bdoor003	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn Isoge	72FS;76FS;85FS;96FS
Bdoor004	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Par	101FS;106FS
Bdoor005	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	5FS
Ywind001	Kathairesi Parathyrown Isogeiou	4FS;116SS
Ywind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parat	109FS;116FS;117SS
Ywind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Pa	110FS;117FS;118SS
Ywind004	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathyrown	72FS;76FS;85FS;96FS;119SS
Ywind005	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathyrown Iso	112FS;119FS;120SS
Ywind006	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pse	113FS;120FS;121SS
Ywind007	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	5FS;122SS
Bwind001	Kathairesi Katestrammenwn Parathyrown Iso	4FS
Bwind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parat	109FS;116FS
Bwind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Pa	110FS;117FS
Bwind004	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathyrown	72FS;76FS;85FS;96FS
Bwind005	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathyrown Iso	112FS;119FS
Bwind006	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pse	113FS;120FS
Bwind007	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	5FS

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Story101	Ypostilwsi 1ou Orofou	3FS
Story102	Afaireisi Ypostilwsi 1ou Orofou	148FS;158FS;179FS;189FS;138FS;169FS;130FS;161FS
Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliw	222FS;227FS;234FS;241FS;206FS;217FS;207FS;218FS
Story104	Katharismos Xwrou 1ou Orofou	223FS;228FS;335FS;342FS
Story105	Genikos Eksoplismos 1ou Orofou	126FS
Gcol102	Kathaireisi Epixrismatos Ypostylwmatwn 1o	4FS;159SS
Gcol103	Sygkollisi tw n Rwg mwn Ypostylwmatwn 1ou	128FS;159FS;160SS
Gcol104	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou	129FS;160FS;161SS
Ycol102	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS;162SS
Ycol103	Sygkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Klei	131FS;162FS;163SS
Ycol104	Topothesisi Domikou Plegmatos sta Yposty	132FS;163FS;164SS
Ycol105	Diastwsi Ektoksewmenou Skyrodematos Yp	133FS;164FS;165SS
Ycol106	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	134FS+4 days;165FS+4 days;166SS
Ycol107	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou	135FS+2 days;166FS+2 days;167SS
Ycol108	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	136FS+3 days;167FS+3 days;168SS
Ycol109	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou	137FS;168FS;169SS
Rcol102	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS;170SS;149SS;180SS
Rcol103	Kathaireisi Katestrammenou Oplismou Ypost	139FS;170FS;149FS;180FS;171SS;150SS;181SS
Rcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	140FS;171FS;150FS;181FS;172SS;151SS;182SS
Rcol105	Topothesisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou	141FS;172FS;151FS;182FS;173SS;152SS;183SS
Rcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylw	142FS;173FS;152FS;183FS;174SS;153SS;184SS
Rcol107	Afaireisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Or	143FS+14 days;174FS+14 days;153FS;184FS;175SS;154SS;185SS
Rcol108	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	144FS+4 days;175FS+4 days;154FS;185FS;176SS;155SS;186SS
Rcol109	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou	145FS+2 days;176FS+2 days;155FS;186FS;177SS;156SS;187SS
Rcol110	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	146FS+3 days;177FS+3 days;156FS;187FS;178SS;157SS;188SS
Rcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou	147FS;178FS;157FS;188FS;179SS;158SS;189SS
Bcol102	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS;170SS;180SS
Bcol103	Kathaireisi Katestrammenou Oplismou Ypost	139FS;170FS;149FS;180FS;171SS;181SS
Bcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	140FS;171FS;150FS;181FS;172SS;182SS
Bcol105	Topothesisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou	141FS;172FS;151FS;182FS;173SS;183SS
Bcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylw	142FS;173FS;152FS;183FS;174SS;184SS
Bcol107	Afaireisi Ksylotypou Ypostylwmatwn 1ou Or	143FS+14 days;174FS+14 days;153FS;184FS;175SS;185SS
Bcol108	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	144FS+4 days;175FS+4 days;154FS;185FS;176SS;186SS
Bcol109	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou	145FS+2 days;176FS+2 days;155FS;186FS;177SS;187SS
Bcol110	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou O	146FS+3 days;177FS+3 days;156FS;187FS;178SS;188SS
Bcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou	147FS;178FS;157FS;188FS;179SS;189SS
Gbeam102	Kathaireisi Epixrismatos Dokwn 1ou Orofou	4FS
Gbeam103	Sygkollisi tw n Rwg mwn Dokwn 1ou Orofou m	128FS;159FS
Gbeam104	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	129FS;160FS
Ybeam102	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS
Ybeam103	Sygkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Klei	131FS;162FS
Ybeam104	Topothesisi Domikou Plegmatos stis Dokou	132FS;163FS
Ybeam105	Diastwsi Ektoksewmenou Skyrodematos Do	133FS;164FS
Ybeam106	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	134FS+4 days;165FS+4 days
Ybeam107	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	135FS+2 days;166FS+2 days
Ybeam108	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	136FS+3 days;167FS+3 days
Ybeam109	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	137FS;168FS
Rbeam102	Kathaireisi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS;180SS

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Rbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn	139FS;170FS;149FS;180FS;181SS
Rbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	140FS;171FS;150FS;181FS;182SS
Rbeam105	Topothetisi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	141FS;172FS;151FS;182FS;183SS
Rbeam106	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Dokwn 1ou	142FS;173FS;152FS;183FS;184SS
Rbeam107	Afairesi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	143FS+14 days;174FS+14 days;153FS+14 days;184FS+14 days;185SS
Rbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	144FS+4 days;175FS+4 days;154FS+4 days;185FS+4 days;186SS
Rbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	145FS+2 days;176FS+2 days;155FS+2 days;186FS+2 days;187SS
Rbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	146FS+3 days;177FS+3 days;156FS+3 days;187FS+3 days;188SS
Rbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	147FS;178FS;157FS;188FS;189SS
Bbeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos	4FS
Bbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn	139FS;170FS;149FS;180FS
Bbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleis	140FS;171FS;150FS;181FS
Bbeam105	Topothetisi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	141FS;172FS;151FS;182FS
Bbeam106	Diastrawsi Egxytou Skyrodematos Dokwn 1ou	142FS;173FS;152FS;183FS
Bbeam107	Afairesi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	143FS+14 days;174FS+14 days;153FS+14 days;184FS+14 days
Bbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	144FS+4 days;175FS+4 days;154FS+4 days;185FS+4 days
Bbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	145FS+2 days;176FS+2 days;155FS+2 days;186FS+2 days
Bbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	146FS+3 days;177FS+3 days;156FS+3 days;187FS+3 days
Bbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	147FS;178FS;157FS;188FS
Gwall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1	231FS;238FS;193SS
Gwall102	Topothetisi Neou Epixrismatos Toixopliw	190FS;193FS
Gwall103	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1o	191FS
Ywall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1	231FS;238FS
Ywall102	Tsimentenesi h Topothetisi Tsimentokonia	190FS;193FS
Ywall103	Topothetisi Neou Epixrismatos Toixopliw	194FS
Ywall104	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1o	195FS
Rwall101	Kathairesi Katestrammenou Tmimatou Toixo	220FS;225FS;231FS;238FS;208SS
Rwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou	197FS;208FS;209SS
Rwall103	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsew	198FS+20 days;209FS+20 days;210SS
Rwall104	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn	198FS+20 days;209FS+20 days;211SS
Rwall105	Topothetisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou	199FS;210FS;200FS;211FS;212SS
Rwall106	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou	201FS;212FS;213SS
Rwall107	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1o	202FS+2 days;213FS+2 days;214SS
Rwall108	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou	203FS+3 days;214FS+3 days;215SS
Rwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1o	204FS;215FS;216SS
Rwall110	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatastewn To	205FS;216FS;217SS
Rwall111	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatastewn Toixop	205FS;216FS;218SS
Bwall101	Kathairesi Toixopliwsewn 1ou Orofou	220FS;225FS;231FS;238FS
Bwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou	197FS;208FS
Bwall103	Ilektrologikes Egkatasteis Toixopliwsew	198FS+20 days;209FS+20 days
Bwall104	Ydravlikes Egkatastaseis Toixopliwsewn	198FS+20 days;209FS+20 days
Bwall105	Topothetisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou	199FS;210FS;200FS;211FS
Bwall106	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou	201FS;212FS
Bwall107	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1o	202FS+2 days;213FS+2 days
Bwall108	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou	203FS+3 days;214FS+3 days
Bwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1o	204FS;215FS
Bwall110	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatastewn To	205FS;216FS
Bwall111	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatastewn Toixop	205FS;216FS
Ydoor101	Kathairesi Portwn 1ou Orofou	124FS;224SS
Ydoor102	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Port	219FS;224FS;225SS



<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>PREDECESSORS</b>
Ydoor103	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn 1ou O	192FS;196FS;205FS;216FS;226SS
Ydoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Par	221FS;226FS;227SS
Ydoor105	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	125FS;228SS
Bdoor101	Kathairesi Katestrammenwn Portwn 1ou Oro	124FS
Bdoor102	Kathairesi Katestrammenwn Parastatwn Port	219FS;224FS
Bdoor103	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn 1ou O	192FS;196FS;205FS;216FS
Bdoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Par	221FS;226FS
Bdoor105	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	125FS
Ywind101	Kathairesi Parathyryn 1ou Orofou	124FS;236SS
Ywind102	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parat	229FS;236FS;237SS
Ywind103	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Pa	230FS;237FS;238SS
Ywind104	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathyryn	192FS;196FS;205FS;216FS;239SS
Ywind105	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathyryn 1ou	232FS;239FS;240SS
Ywind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pse	233FS;240FS;241SS
Ywind107	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	125FS;242SS
Bwind101	Kathairesi Katestrammenwn Parathyryn 1ou	124FS
Bwind102	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parat	229FS;236FS
Bwind103	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Pa	230FS;237FS
Bwind104	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathyryn	192FS;196FS;205FS;216FS
Bwind105	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathyryn 1ou	232FS;239FS
Bwind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pse	233FS;240FS
Bwind107	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos	125FS

Πίνακας Γ.3. Πίνακας Πόρων “T\_Resources”.

<b>RESOURCE ID</b>	<b>RESOURCE NAME</b>	<b>FULL RESOURCE NAME</b>	<b>RESOURCE TYPE</b>	<b>RESOURCE COST</b>	<b>UNIT OF MEASURE</b>
EQ_001	Ekskafas	Digger (Ekskafas)	Equipment	35.0	HOUR
EQ_002	Excavator	Excavator	Equipment	55.0	HOUR
EQ_003	Fortigo	Truck (Fortigo)	Equipment	32.5	HOUR
EQ_004	D6	D6	Equipment	35.0	HOUR
EQ_005	Odostrwtiras	Roller (Odostrwtiras)	Equipment	42.5	HOUR
EQ_006	Bowser	Bowser	Equipment	27.5	HOUR
EQ_007	Grader	Grader	Equipment	40.0	HOUR
EQ_008	Finisher	Finisher	Equipment	37.5	HOUR
EQ_009	Wheel Loader	Wheel Loader	Equipment	47.5	HOUR
EQ_010	Lorry with Platform	Lorry with Platform	Equipment	32.5	HOUR
EQ_011	Fuel Tanker	Fuel Tanker	Equipment	32.5	HOUR
EQ_012	Compressor	Compressor	Equipment	12.5	HOUR
EQ_013	Hand Roller	Hand Roller	Equipment	10.0	HOUR
EQ_014	Skid Steer Loader	Skid Steer Loader	Equipment	12.5	HOUR
EQ_015	Asphalt Cutter	Asphalt Cutter	Equipment	10.0	HOUR
EQ_016	Generator	Generator	Equipment	10.0	HOUR
EQ_017	Concrete Pump Truck	Concrete Pump Truck	Equipment	52.5	HOUR
EQ_018	Fork Lift	Fork Lift	Equipment	60.0	HOUR
EQ_019	Vehicle A	Vehicle A	Equipment	175.0	WEEK
LA_001	Project Manager	Project Manager	Labor	3500.0	MONTH
LA_002	Site Engineer	Site Engineer	Labor	2350.0	MONTH
LA_003	General Foreman	General Foreman	Labor	2900.0	MONTH
LA_004	Topografos	Land Surveyor (Topografos)	Labor	2350.0	MONTH
LA_005	Lab Engineer	Lab Engineer	Labor	1800.0	MONTH
LA_006	Sideras	Steel Fixer (Sideras)	Labor	13.0	HOUR
LA_007	Hlektrologos	Electrician (Hlektrologos)	Labor	16.0	HOUR
LA_008	Ktistis	Mason (Ktistis)	Labor	15.0	HOUR
LA_009	Mpogiatzis	Painter (Mpogiatzis)	Labor	13.0	HOUR

<b>RESOURCE ID</b>	<b>RESOURCE NAME</b>	<b>FULL RESOURCE NAME</b>	<b>RESOURCE TYPE</b>	<b>RESOURCE COST</b>	<b>UNIT OF MEASURE</b>
LA_010	Ergatis	Worker (Ergatis)	Labor	10.0	HOUR
LA_011	Kaloupsis	Carpenter Shuttering (Kaloupsis)	Labor	13.0	HOUR
LA_012	Pelekanos	Carpenter (Pelekanos)	Labor	15.0	HOUR
LA_013	Ydraulikos	Plumber (Ydraulikos)	Labor	15.0	HOUR
LA_014	Metallikos	Iron Worker (Metallikos)	Labor	15.0	HOUR
LA_015	Alouminitzis	Glazier (Alouminitzis)	Labor	15.0	HOUR
LA_016	Technikos	Drywall Mechanic (Technikos)	Labor	15.0	HOUR
	Gypsosanidwn	Gypsosanidwn)			
LA_017	Syggkollitis Metallikwn Kataskevwn	Welder (Syggkollitis Metallikwn Kataskevwn)	Labor	15.0	HOUR

**Πίνακας Γ.4. Πίνακας Συνεργείων "T\_Crews".**

<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>RESOURCE ID</b>	<b>RESOURCE NAME</b>	<b>RESOURCE QUANTITY</b>
SYN_001	Synergeio Katharismou Ergotaksiou	LA_010	Ergatis	3
SYN_001	Synergeio Katharismou Ergotaksiou	EQ_003	Fortigo	1
SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	EQ_003	Fortigo	1
SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	EQ_001	Ekskafeas	1
SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	EQ_005	Odostrwtiras	1
SYN_003	Synergeio Topografikwn Ergasiwn	LA_004	Topografos	1
SYN_003	Synergeio Topografikwn Ergasiwn	LA_010	Ergatis	1
SYN_004	Synergeio Skalwsiwn	LA_008	Ktistis	3
SYN_004	Synergeio Skalwsiwn	LA_010	Ergatis	3
SYN_004	Synergeio Skalwsiwn	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_005	Synergeio Ypostylwsewn	LA_008	Ktistis	2
SYN_005	Synergeio Ypostylwsewn	LA_010	Ergatis	2
SYN_005	Synergeio Ypostylwsewn	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_006	Synergeio Ksilotypou	LA_011	Kaloupsis	2
SYN_006	Synergeio Ksilotypou	LA_010	Ergatis	2
SYN_006	Synergeio Ksilotypou	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_007	Synergeio Oplismou	LA_006	Sideras	3
SYN_007	Synergeio Oplismou	LA_010	Ergatis	3
SYN_007	Synergeio Oplismou	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_008	Synergeio Skyrodetisis	LA_008	Ktistis	2
SYN_008	Synergeio Skyrodetisis	LA_010	Ergatis	2
SYN_008	Synergeio Skyrodetisis	EQ_017	Concrete Pump Truck	1
SYN_009	Synergeio Metallikwn Kataskevwn	LA_014	Metallikos	2
SYN_009	Synergeio Metallikwn Kataskevwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_009	Synergeio Metallikwn Kataskevwn	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_010	Synergeio Monwsewn Orofis	LA_008	Ktistis	2
SYN_010	Synergeio Monwsewn Orofis	LA_010	Ergatis	2
SYN_011	Synergeio Toixopoiias	LA_008	Ktistis	3
SYN_011	Synergeio Toixopoiias	LA_010	Ergatis	3
SYN_011	Synergeio Toixopoiias	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	LA_008	Ktistis	2
SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_013	Synergeio Gia Gypsosanides	LA_008	Ktistis	3
SYN_013	Synergeio Gia Gypsosanides	LA_010	Ergatis	3
SYN_013	Synergeio Gia Gypsosanides	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_014	Synergeio Hlektrologikwn Ergasiwn	LA_007	Hlektrologos	2
SYN_014	Synergeio Hlektrologikwn Ergasiwn	LA_010	Ergatis	2

<i>CREW</i>	<i>CREW</i>	<i>RESOURCE</i>	<i>RESOURCE</i>	<i>RESOURCE</i>
<i>ID</i>	<i>NAME</i>	<i>ID</i>	<i>NAME</i>	<i>QUANTITY</i>
SYN_015	Synergeio Ydravlikwn Ergasiwn	LA_013	Ydraulikos	2
SYN_015	Synergeio Ydravlikwn Ergasiwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_016	Synergeio Ksylourgikwn Ergasiwn	LA_012	Pelekanos	2
SYN_016	Synergeio Ksylourgikwn Ergasiwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_017	Synergeio Mpogiatismatos	LA_009	Mpogiatzis	2
SYN_017	Synergeio Mpogiatismatos	LA_010	Ergatis	2
SYN_018	Synergeio Ependysewn	LA_008	Ktistis	2
SYN_018	Synergeio Ependysewn	LA_010	Ergatis	2
SYN_019	Synergeio Alouminiwn	LA_015	Alouminitzis	2
SYN_019	Synergeio Alouminiwn	LA_008	Ktistis	2
SYN_019	Synergeio Alouminiwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_019	Synergeio Alouminiwn	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_020	Synergeio Portwn	LA_012	Pelekanos	2
SYN_020	Synergeio Portwn	LA_010	Ergatis	2
SYN_020	Synergeio Portwn	EQ_018	Fork Lift	1
SYN_021	Synergeio Genikou Eksoplismou Xwrou	LA_010	Ergatis	4
SYN_022	Synergeio Katharismou Xwrou	LA_010	Ergatis	3
SYN_022	Synergeio Katharismou Xwrou	EQ_003	Fortigo	1

**Πίνακας Γ.5. Πίνακας Κατηγοριών Εργασιών “ T\_CSI ”.**

<b>CSI</b>	<b>CSI</b>	<b>CREW</b>	<b>CREW</b>	<b>QUANTITY</b>	<b>SCALE</b>	<b>PRODUCTIVITY</b>	<b>WORKUNITS</b>
<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>TO USE</b>	<b>FACTOR</b>		
CSI_001	Genikos Katharismos Ergotaksiou Apo Mpaza	SYN_001	Synergeio Katharismou Ergotaksiou	AREA	1,00	200	m2/d
CSI_002	Ekskafi	SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	AREA	1,00	90	m3/d
CSI_003	Epixwmatwsi	SYN_002	Synergeio Xwmatourgikwn Ergasiwn	AREA	1,00	90	m3/d
CSI_004	Topografikes Ergasies	SYN_003	Synergeio Topografikwn Ergasiwn	AREA	1,00	450	m2/d
CSI_005	Topothesisi Skalwsiwn	SYN_004	Synergeio Skalwsiwn	SURFACE	1,00	130	m2/d
CSI_006	Kathairesi Skalwsiwn	SYN_004	Synergeio Skalwsiwn	SURFACE	1,00	160	m2/d
CSI_007	Topothesisi Ypostylwsewn	SYN_005	Synergeio Ypostylwsewn	AREA	1,00	150	m2/d
CSI_008	Kathairesi Ypostylwsewn	SYN_005	Synergeio Ypostylwsewn	AREA	1,00	300	m2/d
CSI_009	Topothesisi Ksilotypou	SYN_006	Synergeio Ksilotypou	SURFACE	1,00	45	m2/d
CSI_010	Kathairesi Ksilotypou	SYN_006	Synergeio Ksilotypou	SURFACE	1,00	70	m2/d
CSI_011	Topothesisi Oplismou	SYN_007	Synergeio Oplismou	VOLUME	0,13	0,8	tn/d
CSI_012	Kathairesi Oplismou	SYN_007	Synergeio Oplismou	VOLUME	0,13	1	tn/d
CSI_013	Kathairesi SkyrodeMATOS	SYN_008	Synergeio SkyrodeTISIS	VOLUME	1,00	4	m3/d
CSI_014	Topothesisi Domikou PlegMATOS	SYN_008	Synergeio SkyrodeTISIS	SURFACE	1,00	100	m2/d
CSI_015	DiastrwsI Egxytou SkyrodeMATOS	SYN_008	Synergeio SkyrodeTISIS	VOLUME	1,00	90	m3/d
CSI_016	DiastrwsI EktokseVomenou SkyrodeMATOS (Gunite)	SYN_008	Synergeio SkyrodeTISIS	VOLUME	1,00	110	m3/d
CSI_017	Topothesisi Metallikwn Diatomwn	SYN_009	Synergeio Metallikwn Kataskevwn	AREA	1,00	20	m2/d
CSI_018	Topothesisi YgromonwsiS	SYN_010	Synergeio Monwsewn Orofis	AREA	1,00	100	m2/d
CSI_019	DiastrwsI Elafrompeton	SYN_010	Synergeio Monwsewn Orofis	AREA	1,00	85	m2/d
CSI_020	Topothesisi KotetsosyrMATOS	SYN_011	Synergeio Toixopoiias	SURFACE	1,00	150	m2/d
CSI_021	Kataskevi Monis Toixopoiias	SYN_011	Synergeio Toixopoiias	AREA	1,00	70	m2/d
CSI_022	Kathairesi Monis Toixopoiias	SYN_011	Synergeio Toixopoiias	AREA	1,00	140	m2/d
CSI_023	Kataskevi Diplis Toixopoiias	SYN_011	Synergeio Toixopoiias	SURFACE	1,00	20	m2/d
CSI_024	Kathairesi Diplis Toixopoiias	SYN_011	Synergeio Toixopoiias	SURFACE	1,00	20	m2/d
CSI_025	Prwto Xeri Sovatisma	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	150	m2/d
CSI_026	Deutero Xeri Sovatisma	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	70	m2/d
CSI_027	Trito Xeri Sovatisma	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	90	m2/d
CSI_028	Eksomalynsi Epifaneiwn	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	300	m2/d
CSI_029	Kathairesi Epixrismatwn	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	100	m2/d
CSI_030	Syggkollisi RwgmwN / Tsimenteneseis	SYN_012	Synergeio Epixrismatwn	SURFACE	1,00	150	m2/d
CSI_031	Topothesisi Gypsosanidwn	SYN_013	Synergeio Gia Gypsosanides	SURFACE	1,00	50	m2/d
CSI_032	Kathairesi Gypsosanidwn	SYN_013	Synergeio Gia Gypsosanides	SURFACE	1,00	50	m2/d
CSI_033	Egkatastasi Hlektologikwn	SYN_014	Synergeio Hlektrologikwn Ergasiwn	SURFACE	1,00	80	m2/d
CSI_034	Kathairesi Hlektologikwn	SYN_014	Synergeio Hlektrologikwn Ergasiwn	SURFACE	1,00	70	m2/d
CSI_035	Egkatastasi Ydravlikou Eksoplismou	SYN_015	Synergeio Ydravlikwn Ergasiwn	SURFACE	1,00	90	m2/d
CSI_036	Kathairesi Ydravlikou Eksoplismou	SYN_015	Synergeio Ydravlikwn Ergasiwn	SURFACE	1,00	80	m2/d
CSI_037	Egkatastasi Ermariwn	SYN_016	Synergeio Ksylourgikwn Ergasiwn	SURFACE	1,00	25	m2/d
CSI_038	Geniko Mpogiatisma Xwrou	SYN_017	Synergeio Mpogiatismatos	SURFACE	1,00	100	m2/d
CSI_039	Egkatastasi Pagkwn Kouzinas	SYN_018	Synergeio Ependysewn	SURFACE	1,00	15	m2/d
CSI_040	Kathairesi ParathyrwN me to Plaisio kai ti Kasa tous	SYN_019	Synergeio Aloumiwn	SURFACE	1,00	120	m2/d

<b>CSI</b>	<b>CSI</b>	<b>CREW</b>	<b>CREW</b>	<b>QUANTITY</b>	<b>SCALE</b>	<b>PRODUCTIVITY</b>	<b>WORKUNITS</b>
<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>TO USE</b>	<b>FACTOR</b>		
CSI_041	Egkatastasi Parathyrwn me to Plaisio kai ti Kasa tous	SYN_019	Synergeio Alouminiwn	SURFACE	1,00	120	m2/d
CSI_042	Kathairesi Portwn me ton Parastato tous	SYN_020	Synergeio Portwn	SURFACE	1,00	70	m2/d
CSI_043	Egkatastasi Portwn me ton Parastato tous	SYN_020	Synergeio Portwn	SURFACE	1,00	70	m2/d
CSI_044	Metafora Epiplwn	SYN_021	Synergeio Genikou Eksoplismou Xwrou	AREA	1,00	170	m2/d
CSI_045	Genikos Katharismos Xwrou	SYN_022	Synergeio Katharismou Xwrou	AREA	1,00	180	m2/d

**Πίνακας Γ.6. Πίνακας Συνεργείων Δραστηριοτήτων “ T\_MSPROJECT\_ACTIVITY\_CREWS”.**

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothesis Skalwsiw	CSI_005	Topothesis Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Build002	Afaresi Skalwsiwn P	CSI_006	Kathairesi Skal	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Story001	Ypostilwsi Isogeiou	CSI_007	Topothesis Ypo	SYN_005	Synergeio Ypos	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Story002	Afaresi Ypostilwsi	CSI_008	Kathairesi Ypos	SYN_005	Synergeio Ypos	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Story003	Vapsimo Ypostylwmat	CSI_038	Geniko Mpogiati	SYN_017	Synergeio Mpogi	1	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]
Story004	Katharismos Xwrou Is	CSI_045	Genikos Kathari	SYN_022	Synergeio Katha	1	Ergatis[3];Fortigo[1]
Story005	Genikos Eksoplismos	CSI_044	Metafora Epiplw	SYN_021	Synergeio Genik	1	Ergatis[4]
Gcol002	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gcol003	Syggkollisi tw n Rwgmw	CSI_030	Tsimenteneseis	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gcol004	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ycol003	Syggkollisi Neou Opli	CSI_011	Topothesis Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ycol004	Topothesis Domikou	CSI_014	Topothesis Dom	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ycol005	Diastwsi Ektoksevom	CSI_016	Diastwsi Ekto	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ycol006	Prwto Xeri Sovatisma	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol007	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol008	Trito Xeri Sovatisma	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol009	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rcol003	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rcol004	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothesis Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rcol005	Topothesis Ksylvoty	CSI_009	Topothesis Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rcol006	Diastwsi Egxytu Sk	CSI_015	Diastwsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rcol007	Afaresi Ksylvoty	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rcol008	Prwto Xeri Sovatisma	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol009	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol010	Trito Xeri Sovatisma	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol011	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothetisi Skalwsiw	CSI_005	Topothetisi Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bcol002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bcol003	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bcol004	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bcol005	Topothetisi Ksylyotyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bcol006	Diastwsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastwsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bcol007	Afairesi Ksylyotypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bcol008	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol009	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol010	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol011	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam002	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam003	Syggkollisi twm Rwgwm	CSI_030	Tsimenteneseis	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam004	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ybeam003	Syggkollisi Neou Opli	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ybeam004	Topothetisi Domikou	CSI_014	Topothetisi Dom	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ybeam005	Diastwsi Ektoksevom	CSI_016	Diastwsi Ekto	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ybeam006	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam007	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam008	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam009	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rbeam003	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rbeam004	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rbeam005	Topothetisi Ksylyotyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rbeam006	Diastwsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastwsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rbeam007	Afairesi Ksylyotypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rbeam008	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam009	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam010	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam011	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam002	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bbeam003	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam004	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam005	Topothetisi Ksylyotyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bbeam006	Diastwsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastwsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bbeam007	Afairesi Ksylyotypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bbeam008	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam009	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothetisi Skalwsiw	CSI_005	Topothetisi Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam010	Trito Xeri Sovatismas	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam011	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall001	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall002	Topothetisi Neou Epi	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall003	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall001	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall002	Tsimentenesi h Topot	CSI_030	Syggkollisi Rwgms	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall003	Topothetisi Neou Epi	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall004	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall001	Kathairesi Katestram	CSI_022	Kathairesi Moni	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall002	Kataskevi Toixoplirw	CSI_021	Kataskevi Monis	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall003	Ilektroligikes Egkat	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Rwall004	Ydravlikos Egkatasta	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Rwall005	Topothetisi Kotetsos	CSI_020	Topothetisi Kot	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall006	Prwto Xeri Sovatismas	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall007	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall008	Trito Xeri Sovatismas	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall009	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall010	Olokliwsi Ilektrolo	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Rwall011	Olokliwsi Ydravlikw	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Bwall001	Kathairesi Toixoplir	CSI_022	Kathairesi Moni	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall002	Kataskevi Toixoplirw	CSI_021	Kataskevi Monis	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall003	Ilektroligikes Egkat	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Bwall004	Ydravlikos Egkatasta	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Bwall005	Topothetisi Kotetsos	CSI_020	Topothetisi Kot	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall006	Prwto Xeri Sovatismas	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall007	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall008	Trito Xeri Sovatismas	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall009	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall010	Olokliwsi Ilektrolo	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Bwall011	Olokliwsi Ydravlikw	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Ydoor001	Kathairesi Portwn Is	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor002	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor003	Topothetisi Newn Par	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor004	Apokatastasi Toixopl	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ydoor005	Epanatopothetisi, Al	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor001	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor002	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor003	Topothetisi Newn Par	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]

ACTIVITY ID	ACTIVITY NAME	CSI ID	CSI NAME	CREW ID	CREW NAME	CREW QUANTITY	RESOURCES
Build001	Topothesis Skalwsiw	CSI_005	Topothesis Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bdoor004	Apokatastasi Toixopl	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bdoor005	Epanatopothetisi, Al	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind001	Kathairesi Parathyrw	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind002	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind003	Kathairesi Katastram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind004	Topothesis Newn Pse	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind005	Topothesis Newn Pla	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind006	Apokatastasi Toixopl	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ywind007	Epanatopothetisi, Al	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind001	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind002	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind003	Kathairesi Katastram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind004	Topothesis Newn Pse	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind005	Topothesis Newn Pla	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind006	Apokatastasi Toixopl	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwind007	Epanatopothetisi, Al	CSI_041	Egkatastasi Par	SYN_019	Synergeio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Story101	Ypostilwsi 1ou Orofo	CSI_007	Topothesis Ypo	SYN_005	Synergeio Ypos	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Story102	Afaresi Ypostilwsi	CSI_008	Kathairesi Ypos	SYN_005	Synergeio Ypos	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Story103	Vapsimo Ypostylwmat	CSI_038	Geniko Mpogiati	SYN_017	Synergeio Mpogi	1	Mpogiatzis[2];Ergatis[2]
Story104	Katharismos Xwrou 1o	CSI_045	Genikos Kathari	SYN_022	Synergeio Katha	1	Ergatis[3];Fortigo[1]
Story105	Genikos Eksoplismos	CSI_044	Metafora Epiplw	SYN_021	Synergeio Genik	1	Ergatis[4]
Gcol102	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gcol103	Syggkollisi twN Rwgmw	CSI_030	Tsimenteneseis	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gcol104	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi S kyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ycol103	Syggkollisi Neou Opli	CSI_011	Topothesis Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ycol104	Topothesis Domikou	CSI_014	Topothesis Dom	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ycol105	Diastrawsi Ektoksevom	CSI_016	Diastrawsi Ekto	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ycol106	Prwto Xeri Sovatisma	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol107	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol108	Trito Xeri Sovatisma	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ycol109	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi S kyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rcol103	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rcol104	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothesis Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rcol105	Topothesis Ksylvotyp	CSI_009	Topothesis Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rcol106	Diastrawsi Egxytu Sk	CSI_015	Diastrawsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rcol107	Afaresi Ksylvotypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rcol108	Prwto Xeri Sovatisma	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]



<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothetisi Skalwsiw	CSI_005	Topothetisi Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rcol109	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol110	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rcol111	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bcol103	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bcol104	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bcol105	Topothetisi Ksylytyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bcol106	Diastrawsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastrawsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bcol107	Afaresi Ksylytypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bcol108	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol109	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol110	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bcol111	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam102	Kathairesi Epixisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam103	Syggkollisi twn Rwgmw	CSI_030	Tsimenteneseis	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gbeam104	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ybeam103	Syggkollisi Neou Opli	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ybeam104	Topothetisi Domikou	CSI_014	Topothetisi Dom	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ybeam105	Diastrawsi Ektoksevom	CSI_016	Diastrawsi Ekto	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Ybeam106	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam107	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam108	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ybeam109	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rbeam103	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rbeam104	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rbeam105	Topothetisi Ksylytyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rbeam106	Diastrawsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastrawsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Rbeam107	Afaresi Ksylytypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Rbeam108	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam109	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam110	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rbeam111	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam102	Kathairesi Apodiorga	CSI_013	Kathairesi Skyr	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]
Bbeam103	Kathairesi Katestram	CSI_012	Kathairesi Opli	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam104	Prosthiki Neou Oplis	CSI_011	Topothetisi Opl	SYN_007	Synergeio Oplis	1	Sideras[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam105	Topothetisi Ksylytyp	CSI_009	Topothetisi Ksi	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bbeam106	Diastrawsi Egxytou Sk	CSI_015	Diastrawsi Egxyt	SYN_008	Synergeio Skyro	1	Ktistis[2];Ergatis[2];Concrete Pump Truck[1]

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothesis Skalwsiw	CSI_005	Topothesis Ska	SYN_004	Synergeio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bbeam107	Afaresi Kslyotypou	CSI_010	Kathairesi Ks	SYN_006	Synergeio Ksilo	1	Kaloupsis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bbeam108	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam109	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam110	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bbeam111	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall101	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall102	Topothesis Neou Epi	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Gwall103	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall101	Kathairesi Epixrisma	CSI_029	Kathairesi Epix	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall102	Tsimentenesi h Topot	CSI_030	Syggkollisi Rwg	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall103	Topothesis Neou Epi	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Ywall104	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall101	Kathairesi Katestram	CSI_022	Kathairesi Moni	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall102	Kataskevi Toixoplirw	CSI_021	Kataskevi Monis	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall103	Ilektrologikes Egkat	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Rwall104	Ydravlikes Egkatasta	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Rwall105	Topothesis Kotetsos	CSI_020	Topothesis Kot	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Rwall106	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall107	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall108	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall109	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Rwall110	Olokliwsi Ilektrolo	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Rwall111	Olokliwsi Ydravlikw	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Bwall101	Kathairesi Toixoplir	CSI_022	Kathairesi Moni	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall102	Kataskevi Toixoplirw	CSI_021	Kataskevi Monis	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall103	Ilektrologikes Egkat	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Bwall104	Ydravlikes Egkatasta	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Bwall105	Topothesis Kotetsos	CSI_020	Topothesis Kot	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwall106	Prwto Xeri Sovatism	CSI_025	Prwto Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall107	Deutero Xeri Sovatis	CSI_026	Deutero Xeri So	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall108	Trito Xeri Sovatism	CSI_027	Trito Xeri Sova	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall109	Eksomalynsi Epifanei	CSI_028	Eksomalynsi Epi	SYN_012	Synergeio Epix	1	Ktistis[2];Ergatis[2]
Bwall110	Olokliwsi Ilektrolo	CSI_033	Egkatastasi Hle	SYN_014	Synergeio Hlekt	1	Hlektrologos[2];Ergatis[2]
Bwall111	Olokliwsi Ydravlikw	CSI_035	Egkatastasi Ydr	SYN_015	Synergeio Ydrav	1	Ydraulikos[2];Ergatis[2]
Ydoor101	Kathairesi Portwn 1o	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor102	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor103	Topothesis Newn Par	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ydoor104	Apokatastasi Toixopl	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_011	Synergeio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ydoor105	Epanatopthesis, Al	CSI_043	Egkatastasi Por	SYN_020	Synergeio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]

<b>ACTIVITY ID</b>	<b>ACTIVITY NAME</b>	<b>CSI ID</b>	<b>CSI NAME</b>	<b>CREW ID</b>	<b>CREW NAME</b>	<b>CREW QUANTITY</b>	<b>RESOURCES</b>
Build001	Topothesis Skalwsiw	CSI_005	Topothesis Ska	SYN_004	Synergieio Skalw	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bdoor101	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergieio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor102	Kathairesi Katestram	CSI_042	Kathairesi Port	SYN_020	Synergieio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor103	Topothesis Newn Par	CSI_043	Egkatakastasi Por	SYN_020	Synergieio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bdoor104	Apokatakastasi Toixopl	CSI_043	Egkatakastasi Por	SYN_011	Synergieio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bdoor105	Epanatopothetisi, Al	CSI_043	Egkatakastasi Por	SYN_020	Synergieio Portw	1	Pelekanos[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind101	Kathairesi Parathyrw	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind102	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind103	Kathairesi Katastram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind104	Topothesis Newn Pse	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind105	Topothesis Newn Pla	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Ywind106	Apokatakastasi Toixopl	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_011	Synergieio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Ywind107	Epanatopothetisi, Al	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind101	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind102	Kathairesi Katestram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind103	Kathairesi Katastram	CSI_040	Kathairesi Para	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind104	Topothesis Newn Pse	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind105	Topothesis Newn Pla	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]
Bwind106	Apokatakastasi Toixopl	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_011	Synergieio Toixo	1	Ktistis[3];Ergatis[3];Fork Lift[1]
Bwind107	Epanatopothetisi, Al	CSI_041	Egkatakastasi Par	SYN_019	Synergieio Aloum	1	Alouminitzis[2];Ktistis[2];Ergatis[2];Fork Lift[1]

**Πίνακας Γ.7. Πίνακας Κατηγοριοποίησης Στοιχείων "T\_ELEMENT\_WBS".**

<b>ELEMENT ID</b>	<b>ELEMENT TYPE</b>	<b>FLOOR STORY</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS CATEGORY</b>
CL4001	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4002	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4003	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4004	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4005	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4006	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4007	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4008	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4009	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4010	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4011	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4012	Column	Ground_Floor	nodamage	white	011
CL4013	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4014	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4015	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4016	Column	Ground_Floor	slight	green	012
CL4101	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4102	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4103	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4104	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4105	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4106	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4107	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4108	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4109	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4110	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4111	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4112	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4113	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4114	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4115	Column	First_Floor	nodamage	white	111
CL4116	Column	First_Floor	nodamage	white	111
BM4001	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4002	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4003	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4004	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4005	Beam	Ground_Floor	slight	green	022

<i>ELEMENT</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>FLOOR</i>	<i>DAMAGE</i>	<i>COLOR</i>	<i>WBS</i>
<i>ID</i>	<i>TYPE</i>	<i>STORY</i>			<i>CATEGORY</i>
BM4006	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4007	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4008	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4009	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4010	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4011	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4012	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4013	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4014	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4015	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4016	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4017	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4018	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4019	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4020	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4021	Beam	Ground_Floor	slight	green	022
BM4022	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4023	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4024	Beam	Ground_Floor	nodamage	white	021
BM4101	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4102	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4103	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4104	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4105	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4106	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4107	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4108	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4109	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4110	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4111	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4112	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4113	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4114	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4115	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4116	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4117	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4118	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4119	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4120	Beam	First_Floor	nodamage	white	121

<i>ELEMENT</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>FLOOR</i>	<i>DAMAGE</i>	<i>COLOR</i>	<i>WBS</i>
<i>ID</i>	<i>TYPE</i>	<i>STORY</i>			<i>CATEGORY</i>
BM4121	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4122	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4123	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
BM4124	Beam	First_Floor	nodamage	white	121
WL4001	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4002	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4003	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4004	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4005	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4006	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4007	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4008	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4009	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4010	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4011	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4012	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4013	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4014	Wall	Ground_Floor	collapse	black	035
WL4101	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4102	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4103	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4104	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4105	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4106	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4107	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4108	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4109	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4110	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4111	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4112	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4113	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4114	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4115	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4116	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4117	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4118	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4119	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4120	Wall	First_Floor	collapse	black	135
WL4121	Wall	First_Floor	collapse	black	135

<i>ELEMENT</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>FLOOR</i>	<i>DAMAGE</i>	<i>COLOR</i>	<i>WBS</i>
<i>ID</i>	<i>TYPE</i>	<i>STORY</i>			<i>CATEGORY</i>
WL4122	Wall	First_Floor	collapse	black	135
DR4001	Door	Ground_Floor	cracked	black	045
DR4002	Door	Ground_Floor	cracked	black	045
DR4003	Door	Ground_Floor	cracked	black	045
DR4101	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4102	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4103	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4104	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4105	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4106	Door	First_Floor	cracked	black	145
DR4107	Door	First_Floor	cracked	black	145
WN4001	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4002	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4003	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4004	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4005	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4006	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4007	Window	Ground_Floor	cracked	black	055
WN4101	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4102	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4103	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4104	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4105	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4106	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4107	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4108	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4109	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4110	Window	First_Floor	cracked	black	155
WN4111	Window	First_Floor	cracked	black	155
SL4000	Slab	Ground_Floor	nodamage	white	061
SL4001	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4002	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4003	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4004	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4005	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4006	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4007	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4008	Slab	First_Floor	nodamage	white	161
SL4009	Slab	First_Floor	nodamage	white	161

**Πίνακας Γ.8. Πίνακας Κατηγοριοποίησης Δραστηριοτήτων “ T\_ACTIVITY\_WBS”.**

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
Ground Floor	Column	nodamage	white	011	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_011.01
Ground Floor	Column	slight	green	012	Gcol002	Kathairesi Epixismatos Ypostylwmatwn Isogeiou G	WBS_012.01
Ground Floor	Column	slight	green	012	Gcol003	Sygkollisi twn Rwgmwon Ypostylwmatwn Isogeiou me	WBS_012.02
Ground Floor	Column	slight	green	012	Gcol004	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_012.03
Ground Floor	Column	slight	green	012	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_012.04
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_013.09
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apo	WBS_013.01
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol003	Sygkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syn	WBS_013.02
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol004	Topothetisi Domikou Plegmatos sta Ypostylwmeta I	WBS_013.03
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol005	Diastwsi Ektoksewmenou Skyrodematos Ypostylwma	WBS_013.04
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol006	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_013.05
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol007	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_013.06
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol008	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_013.07
Ground Floor	Column	moderate	yellow	013	Ycol009	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_013.08
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostyl	WBS_014.01
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn	WBS_014.02
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_014.03
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol005	Topothetisi Ksylvotypou Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.04
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol006	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn Iso	WBS_014.05
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol007	Afaresi Ksylvotypou Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.06
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol008	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.07
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol009	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.08
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol010	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.09
Ground Floor	Column	severe	red	014	Rcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_014.10
Ground Floor	Column	severe	red	014	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_014.11
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostyl	WBS_015.01
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn	WBS_015.02
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_015.03
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol005	Topothetisi Ksylvotypou Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.04
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol006	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn Iso	WBS_015.05
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol007	Afaresi Ksylvotypou Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.06
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol008	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.07
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol009	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.08
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol010	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.09
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Bcol011	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn Isogeiou	WBS_015.10
Ground Floor	Column	collapse	black	015	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_015.11
Ground Floor	Beam	nodamage	white	021	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_021.01



<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
Ground Floor	Beam	slight	green	022	Gbeam002	Kathairesi Epixrismatos Dokwn Isogeiou Gyrw apo	WBS_022.01
Ground Floor	Beam	slight	green	022	Gbeam003	Syggkollisi twn Rwgmwv Dokwn Isogeiou me Epokseid	WBS_022.02
Ground Floor	Beam	slight	green	022	Gbeam004	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	WBS_022.03
Ground Floor	Beam	slight	green	022	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_022.04
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_023.09
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apo	WBS_023.01
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam003	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syn	WBS_023.02
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam004	Topothesis Domikou Plegmatos stis Dokous Isopei	WBS_023.03
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam005	Diastwsi Ektoksewmenou Skyrodematos Dokwn Isog	WBS_023.04
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam006	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_023.05
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam007	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_023.06
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam008	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_023.07
Ground Floor	Beam	moderate	yellow	023	Ybeam009	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	WBS_023.08
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn I	WBS_024.01
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn Isopei	WBS_024.02
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_024.03
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam005	Topothesis Ksylvotypou Dokwn Isogeiou	WBS_024.04
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam006	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Dokwn Isogeiou	WBS_024.05
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam007	Afaresi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou	WBS_024.06
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_024.07
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_024.08
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_024.09
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Rbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	WBS_024.10
Ground Floor	Beam	severe	red	024	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_024.11
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam002	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn I	WBS_025.01
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam003	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn Isopei	WBS_025.02
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam004	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_025.03
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam005	Topothesis Ksylvotypou Dokwn Isogeiou	WBS_025.04
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam006	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Dokwn Isogeiou	WBS_025.05
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam007	Afaresi Ksylvotypou Dokwn Isogeiou	WBS_025.06
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam008	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_025.07
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam009	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_025.08
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam010	Trito Xeri Sovatisma Dokwn Isogeiou	WBS_025.09
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Bbeam011	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn Isogeiou	WBS_025.10
Ground Floor	Beam	collapse	black	025	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_025.11
Ground Floor	Wall	nodamage	white	031	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_031.01
Ground Floor	Wall	slight	green	032	Gwall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_032.01
Ground Floor	Wall	slight	green	032	Gwall002	Topothesis Neou Epixrismatos Toixopliwsewn Iso	WBS_032.02
Ground Floor	Wall	slight	green	032	Gwall003	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_032.03

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>			<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
Ground Floor	Wall	slight	green	032	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_032.04
Ground Floor	Wall	moderate	yellow	033	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_033.05
Ground Floor	Wall	moderate	yellow	033	Ywall001	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_033.01
Ground Floor	Wall	moderate	yellow	033	Ywall002	Tsimentenesi h Topothetisi Tsimentokoniamatos st	WBS_033.02
Ground Floor	Wall	moderate	yellow	033	Ywall003	Topothetisi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn Iso	WBS_033.03
Ground Floor	Wall	moderate	yellow	033	Ywall004	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_033.04
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall001	Kathairesi Katestrammenou Tmimatos Toixopliwsew	WBS_034.01
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.02
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall003	Ilektrologikes Egkatassteis Toixopliwsewn Isogei	WBS_034.03
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall004	Ydravlikes Egkatasstaseis Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.04
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall005	Topothetisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou h Anthra	WBS_034.05
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.06
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.07
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.08
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_034.09
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatasstewn Toixopliw	WBS_034.10
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Rwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatasstewn Toixopliwsewn	WBS_034.11
Ground Floor	Wall	severe	red	034	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_034.12
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall001	Kathairesi Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.01
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall002	Kataskevi Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.02
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall005	Topothetisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou h Anthra	WBS_035.05
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall006	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.06
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall007	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.07
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall008	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.08
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall009	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.09
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall010	Oloklirwsi Ilektrologikwn Egkatasstewn Toixopliw	WBS_035.10
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall011	Oloklirwsi Ydravlikwn Egkatasstewn Toixopliwsewn	WBS_035.11
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_035.12
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall003	Ilektrologikes Egkatassteis Toixopliwsewn Isogei	WBS_035.03
Ground Floor	Wall	collapse	black	035	Bwall004	Ydravlikes Egkatasstaseis Toixopliwsewn Isogeiou	WBS_035.04
Ground Floor	Door	moderate	yellow	043	Ydoor001	Kathairesi Portwn Isogeiou	WBS_043.01
Ground Floor	Door	moderate	yellow	043	Ydoor002	Kathairesi Katestrammenwn Parastatwn Portwn Isoge	WBS_043.02
Ground Floor	Door	moderate	yellow	043	Ydoor003	Topothetisi Newn Parastatwn Portwn Isogeiou kai	WBS_043.03
Ground Floor	Door	moderate	yellow	043	Ydoor004	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous	WBS_043.04
Ground Floor	Door	moderate	yellow	043	Ydoor005	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_043.05
Ground Floor	Door	collapse	black	045	Bdoor001	Kathairesi Katestrammenwn Portwn Isogeiou	WBS_045.01
Ground Floor	Door	collapse	black	045	Bdoor002	Kathairesi Katestrammenwn Parastatwn Portwn Isoge	WBS_045.02
Ground Floor	Door	collapse	black	045	Bdoor003	Topothetisi Newn Parastatwn Portwn Isogeiou kai	WBS_045.03
Ground Floor	Door	collapse	black	045	Bdoor004	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous	WBS_045.04

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
Ground Floor	Door	collapse	black	045	Bdoor005	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_045.05
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind001	Kathairesi Parathyrwn Isogeiou	WBS_053.01
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parathyrwn Is	WBS_053.02
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Parathyrwn	WBS_053.03
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind004	Topothetisi Newn Pseutokaswn Parathyrwn Isogeiou	WBS_053.04
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind005	Topothetisi Newn Plaisiwn Parathyrwn Isogeiou	WBS_053.05
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind006	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases	WBS_053.06
Ground Floor	Window	moderate	yellow	053	Ywind007	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_053.07
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind001	Kathairesi Katestrammenwn Parathyrwn Isogeiou	WBS_055.01
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind002	Kathairesi Katestrammenwn Plaisiwn Parathyrwn Is	WBS_055.02
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind003	Kathairesi Katastrammenwn Pseutokaswn Parathyrwn	WBS_055.03
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind004	Topothetisi Newn Pseutokaswn Parathyrwn Isogeiou	WBS_055.04
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind005	Topothetisi Newn Plaisiwn Parathyrwn Isogeiou	WBS_055.05
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind006	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases	WBS_055.06
Ground Floor	Window	collapse	black	055	Bwind007	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_055.07
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Build001	Topothetisi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou	WBS_061.01
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Build002	Afaresi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou	WBS_061.02
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Story001	Ypostilwsi Isogeiou	WBS_061.03
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Story002	Afaresi Ypostilwsi Isogeiou	WBS_061.04
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Story003	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn Iso	WBS_061.05
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Story004	Katharismos Xwrou Isogeiou	WBS_061.06
Ground Floor	Slab	nodamage	white	061	Story005	Genikos Eksoplismos Isogeiou	WBS_061.07
First Floor	Column	nodamage	white	111	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_111.01
First Floor	Column	slight	green	112	Gcol102	Kathairesi Epixrismatos Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_112.01
First Floor	Column	slight	green	112	Gcol103	Syggkollisi tw'n Rwgmw'n Ypostylwmatwn 1ou Orofou m	WBS_112.02
First Floor	Column	slight	green	112	Gcol104	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_112.03
First Floor	Column	slight	green	112	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_112.04
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_113.09
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apo	WBS_113.01
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol103	Syggkollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syn	WBS_113.02
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol104	Topothetisi Domikou Plegmatos sta Ypostylwmeta 1	WBS_113.03
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol105	Diastrawsi Ektoksewmenou Skyrodematos Ypostylwma	WBS_113.04
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol106	Prwto Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_113.05
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol107	Deutero Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_113.06
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol108	Trito Xeri Sovatismas Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_113.07
First Floor	Column	moderate	yellow	113	Ycol109	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_113.08
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostyl	WBS_114.01
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn	WBS_114.02
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_114.03

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol105	Topothesisi Ksylvotyrou Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.04
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou	WBS_114.05
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol107	Afaresi Ksylvotyrou Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.06
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol108	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.07
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol109	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.08
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol110	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.09
First Floor	Column	severe	red	114	Rcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_114.10
First Floor	Column	severe	red	114	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_114.11
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Ypostyl	WBS_115.01
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Ypostylwmatwn	WBS_115.02
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_115.03
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol105	Topothesisi Ksylvotyrou Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.04
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Ypostylwmatwn 1ou	WBS_115.05
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol107	Afaresi Ksylvotyrou Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.06
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol108	Prwto Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.07
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol109	Deutero Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.08
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol110	Trito Xeri Sovatisma Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.09
First Floor	Column	collapse	black	115	Bcol111	Eksomalynsi Epifaneias Ypostylwmatwn 1ou Orofou	WBS_115.10
First Floor	Column	collapse	black	115	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_115.11
First Floor	Beam	nodamage	white	121	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_121.01
First Floor	Beam	slight	green	122	Gbeam102	Kathairesi Epixrismatos Dokwn 1ou Orofou Gyrw ap	WBS_122.01
First Floor	Beam	slight	green	122	Gbeam103	Syggollisi twn Rwgmn Dokwn 1ou Orofou me Epokse	WBS_122.02
First Floor	Beam	slight	green	122	Gbeam104	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	WBS_122.03
First Floor	Beam	slight	green	122	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_122.04
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_123.09
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos kai Apo	WBS_123.01
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam103	Syggollisi Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Syn	WBS_123.02
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam104	Topothesisi Domikou Plegmatos stis Dokous 1ou Or	WBS_123.03
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam105	Diastwsi Ektoksewmenou Skyrodematos Dokwn 1ou	WBS_123.04
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam106	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_123.05
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam107	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_123.06
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam108	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_123.07
First Floor	Beam	moderate	yellow	123	Ybeam109	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	WBS_123.08
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn 1	WBS_124.01
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn 1ou Oro	WBS_124.02
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_124.03
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam105	Topothesisi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.04
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam106	Diastwsi Egxytou Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.05
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam107	Afaresi Ksylvotyrou Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.06

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.07
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.08
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.09
First Floor	Beam	severe	red	124	Rbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	WBS_124.10
First Floor	Beam	severe	red	124	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_124.11
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam102	Kathairesi Apodiorganwmenou Skyrodematos Dokwn 1	WBS_125.01
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam103	Kathairesi Katestrammenou Oplismou Dokwn 1ou Oro	WBS_125.02
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam104	Prosthiki Neou Oplismou kai Pyknwn Kleistwn Synd	WBS_125.03
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam105	Topothesi Ksylvotipou Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.04
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam106	Diastwsi Egxytu Skyrodematos Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.05
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam107	Afaresi Ksylvotipou Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.06
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam108	Prwto Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.07
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam109	Deutero Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.08
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam110	Trito Xeri Sovatisma Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.09
First Floor	Beam	collapse	black	125	Bbeam111	Eksomalynsi Epifaneias Dokwn 1ou Orofou	WBS_125.10
First Floor	Beam	collapse	black	125	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_125.11
First Floor	Wall	nodamage	white	131	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_131.01
First Floor	Wall	slight	green	132	Gwall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofo	WBS_132.01
First Floor	Wall	slight	green	132	Gwall102	Topothesi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou	WBS_132.02
First Floor	Wall	slight	green	132	Gwall103	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_132.03
First Floor	Wall	slight	green	132	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_132.04
First Floor	Wall	moderate	yellow	133	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_133.05
First Floor	Wall	moderate	yellow	133	Ywall101	Kathairesi Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou Orofo	WBS_133.01
First Floor	Wall	moderate	yellow	133	Ywall102	Tsimentenisi h Topothesi Tsimentokoniamatos st	WBS_133.02
First Floor	Wall	moderate	yellow	133	Ywall103	Topothesi Neou Epixrismatos Toixopliwsewn 1ou	WBS_133.03
First Floor	Wall	moderate	yellow	133	Ywall104	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_133.04
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall101	Kathairesi Katestrammenou Tmimatos Toixopliwsew	WBS_134.01
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_134.02
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall103	Ilektrologikes Egkatasesti Toixopliwsewn 1ou Or	WBS_134.03
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall104	Ydravlikes Egkatasesti Toixopliwsewn 1ou Orof	WBS_134.04
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall105	Topothesi Kotetosyrmatos, Inwn Yalou h Anthra	WBS_134.05
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall106	Prwto Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_134.06
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall107	Deutero Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_134.07
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall108	Trito Xeri Sovatisma Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_134.08
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_134.09
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall110	Olokliwsi Ilektrologikwn Egkatasewn Toixopliw	WBS_134.10
First Floor	Wall	severe	red	134	Rwall111	Olokliwsi Ydravlikwn Egkatasewn Toixopliwsewn	WBS_134.11
First Floor	Wall	severe	red	134	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_134.12
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall101	Kathairesi Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.01

<b>FLOOR</b>	<b>ELEMENT</b>	<b>DAMAGE</b>	<b>COLOR</b>	<b>WBS</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>ACTIVITY</b>	<b>WBS</b>
<b>STORY</b>	<b>TYPE</b>			<b>CATEGORY</b>	<b>ID</b>	<b>NAME</b>	<b>CODE</b>
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall102	Kataskevi Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.02
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall105	Topothesisi Kotetsosyrmatos, Inwn Yalou h Anthra	WBS_135.05
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall106	Prwto Xeri Sovatismas Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.06
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall107	Deutero Xeri Sovatismas Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.07
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall108	Trito Xeri Sovatismas Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.08
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall109	Eksomalynsi Epifaneias Toixopliwsewn 1ou Orofou	WBS_135.09
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall110	Olokliwsi Ilektrologikwn Egkatasewn Toixopliw	WBS_135.10
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall111	Olokliwsi Ydravlikwn Egkatasewn Toixopliwsewn	WBS_135.11
First Floor	Wall	collapse	black	135	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixopliwsewn 1ou	WBS_135.12
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall103	Ilektrologikes Egkatasewis Toixopliwsewn 1ou Or	WBS_135.03
First Floor	Wall	collapse	black	135	Bwall104	Ydravlikes Egkatasewis Toixopliwsewn 1ou Orof	WBS_135.04
First Floor	Door	moderate	yellow	143	Ydoor101	Kathairesi Portwn 1ou Orofou	WBS_143.01
First Floor	Door	moderate	yellow	143	Ydoor102	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn 1ou O	WBS_143.02
First Floor	Door	moderate	yellow	143	Ydoor103	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn 1ou Orofou ka	WBS_143.03
First Floor	Door	moderate	yellow	143	Ydoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous	WBS_143.04
First Floor	Door	moderate	yellow	143	Ydoor105	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_143.05
First Floor	Door	collapse	black	145	Bdoor101	Kathairesi Katestramenwn Portwn 1ou Orofou	WBS_145.01
First Floor	Door	collapse	black	145	Bdoor102	Kathairesi Katestramenwn Parastatwn Portwn 1ou O	WBS_145.02
First Floor	Door	collapse	black	145	Bdoor103	Topothesisi Newn Parastatwn Portwn 1ou Orofou ka	WBS_145.03
First Floor	Door	collapse	black	145	Bdoor104	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Parastatous	WBS_145.04
First Floor	Door	collapse	black	145	Bdoor105	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_145.05
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind101	Kathairesi Parathywvn 1ou Orofou	WBS_153.01
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind102	Kathairesi Katestramenwn Plaisiwn Parathywvn 1o	WBS_153.02
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind103	Kathairesi Katastramenwn Pseutokaswn Parathywvn	WBS_153.03
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind104	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathywvn 1ou Orof	WBS_153.04
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind105	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathywvn 1ou Orofou	WBS_153.05
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases	WBS_153.06
First Floor	Window	moderate	yellow	153	Ywind107	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_153.07
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind101	Kathairesi Katestramenwn Parathywvn 1ou Orofou	WBS_155.01
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind102	Kathairesi Katestramenwn Plaisiwn Parathywvn 1o	WBS_155.02
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind103	Kathairesi Katastramenwn Pseutokaswn Parathywvn	WBS_155.03
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind104	Topothesisi Newn Pseutokaswn Parathywvn 1ou Orof	WBS_155.04
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind105	Topothesisi Newn Plaisiwn Parathywvn 1ou Orofou	WBS_155.05
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind106	Apokatastasi Toixopliwsewn Gyrw apo Pseutokases	WBS_155.06
First Floor	Window	collapse	black	155	Bwind107	Epanatopothetisi, Alfadiasma kai Elegxos Leitour	WBS_155.07
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Build001	Topothesisi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou	WBS_161.01
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Build002	Afaresi Skalwsiwn Perimetrika tou Ktiriou	WBS_161.02
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Story101	Ypostilwsi 1ou Orofou	WBS_161.03
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Story102	Afaresi Ypostilwsiwn 1ou Orofou	WBS_161.04

<i>FLOOR</i>	<i>ELEMENT</i>	<i>DAMAGE</i>	<i>COLOR</i>	<i>WBS</i>	<i>ACTIVITY</i>	<i>ACTIVITY</i>	<i>WBS</i>
<i>STORY</i>	<i>TYPE</i>			<i>CATEGORY</i>	<i>ID</i>	<i>NAME</i>	<i>CODE</i>
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Story103	Vapsimo Ypostylwmatwn Dokwn & Toixoplrwsewn 1ou	WBS_161.05
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Story104	Katharismos Xwrou 1ou Orofou	WBS_161.06
First Floor	Slab	nodamage	white	161	Story105	Genikos Eksoplismos 1ou Orofou	WBS_161.07

## **Παράρτημα Δ – Κατόψεις Κτιρίων σε AutoCAD**



## Παράρτημα Ε - Αρχεία και Προγράμματα Ανάλυσης σε CD

### Προγράμματα ανάλυσης Matlab

<b>Όνομα αρχείου</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Διεύθυνση D:\Matlab\</b>
run_analysis	κεντρικό αρχείο ανάλυσης ζημιών και κόστους κτιρίων	\data_analysis\run_analysis.m
eurocode_spectrum	σχεδίαση φάσματος Ευρωκώδικα	\data_analysis\eurocode_spectrum.m
replace_cost	κόστος αντικατάστασης	\data_analysis\replace_cost.m
idr_cost_analysis	ανάλυση δυναμικής αντίστασης	\data_analysis\idr_cost_analysis.m
column / column2	ανάλυση υποστυλωμάτων	\data_analysis\column.m / \data_analysis\column2.m
beam / beam2	ανάλυση δοκών	\data_analysis\beam.m / \data_analysis\beam2.m
wall / wall2	ανάλυση τοιχοπληρώσεων	\data_analysis\wall.m / \data_analysis\wall2.m
door / door2	ανάλυση παραθύρων	\data_analysis\door.m / \data_analysis\door2.m
window / window2	ανάλυση πορτών	\data_analysis>window.m / \data_analysis>window2.m

### Αρχείο AutoCAD

<b>Όνομα αρχείου</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Διεύθυνση D:\AutoCAD\</b>
frames	κατόψεις ορόφων κτιρίων	frames.dwg

### Αρχείο ArchiCAD

<b>Όνομα αρχείου</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Διεύθυνση D:\ArchiCAD\</b>
frames	τριδιάστατες απεικονίσεις κτιρίων	frames.pln

### Αρχείο MS Access

<b>Όνομα αρχείου</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Διεύθυνση D:\MSAccess\</b>
time_scheduling	βάση δεδομένων για υπολογισμό χρονικής διάρκειας επισκευής	time_scheduling.accdb

### Αρχείο MS Project

<b>Όνομα αρχείου</b>	<b>Περιεχόμενο</b>	<b>Διεύθυνση D:\MSProject\</b>
time_scheduling	χρονοπρογραμματισμός δραστηριοτήτων επισκευής κτιρίων	time_scheduling.mpp