

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
(ΜΕΛΟΣ FIB - RILEM)

13^ο ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



Ρέθυμνο 25 - 27 Οκτωβρίου 1999

ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΚΥΠΡΟΥ (ΕΤΕΚ)

ΤΟΜΟΣ III

Σεισμοτεκτονικά – γεωτεχνικά δεδομένα και δεδομένα τρωτότητας κτιρίων ως παράμετροι διαμόρφωσης του αντισεισμικού σχεδιασμού στην πόλη του Ρεθύμνου

Καρύδης Παναγιώτης, Καθηγητής

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

Λέκκας Ευθύμιος, Επ. Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Λόζιος Στέλιος, Δρ. Γεωλογίας

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

Περίληψη

Η εκτίμηση και διαχείριση του σεισμικού κινδύνου αποτελεί ένα πολυθεματικό αντικείμενο, στο οποίο λαμβάνεται υπόψη ένα μεγάλο πλήθος παραμέτρων. Στην περίπτωση της πόλης του Ρεθύμνου εφαρμόστηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα, όπου, μεταξύ των άλλων, μελετήθηκαν: i) το γεωτεκτονικό καθεστώς, ii) η σεισμικότητα και σεισμική επικινδυνότητα, iii) τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών, iv) οι πολεοδομικές ιδιαιτερότητες, v) η τρωτότητα των κτιρίων κ.α. Από την επεξεργασία των στοιχείων διαπιστώθηκε μια υψηλή συσχέτιση και αντιστοίχιση μεταξύ των θεματικών αντικειμένων, ενώ πρόσθετα καταστρώθηκε ένα σχέδιο επιχειρησιακής ετοιμότητας και επισημάνθηκαν οι απαραίτητες επεμβάσεις για τη μείωση του σεισμικού κινδύνου.

Summary

The evaluation and management of seismic risk is a multidisciplinary process where a lot of parameters are taken into consideration. In the case of Rethymnon, a pilot project has been applied and the following were examined: i) local and regional geotectonic setting, ii) seismicity and seismic hazard, iii) engineering geological conditions, iv) urban plan and city structure, v) vulnerability of buildings etc. The study of the data revealed a close interrelation among various thematic units. Finally an operational emergency plan was compiled and the necessary interventions for seismic hazard reduction were suggested.

Εισαγωγή

Η πόλη του Ρεθύμνου, λόγω της ιδιαίτερης γεωτεκτονικής της θέσης πλησίον του ενεργού τμήματος του ελληνικού τόξου παρουσιάζει αυξημένη σεισμική επικινδυνότητα. Το στοιχείο αυτό, σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερες σεισμοτεκτονικές, γεωλογικές, γεωτεχνικές, πολεοδομικές και κτιριολογικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν την ευρύτερη περιοχή, αλλά και σε συνδυασμό με τα προβλήματα που δημιούργησε η υπέρμετρη και χωρίς σχεδιασμό διόγκωση των αστικών κέντρων τις τελευταίες δεκαετίες, κατέστησαν επιτακτική την ανάγκη, τόσο της εκτίμησης του ολικού σεισμικού κινδύνου, όσο και της σύνταξης ενός επιχειρησιακού σχεδίου, για τη διαχείριση μιας πιθανής καταστροφής σε επίπεδο πρόληψης, επέμβασης και αντιμετώπισης (Lekkas 1996).

Για το σκοπό αυτό εκπονήθηκε το πολυθεματικό ερευνητικό πρόγραμμα "Αντισεισμικός Σχεδιασμός και Οργάνωση του Δήμου Ρεθύμνης" που είχε ως στόχο τη διαχείριση του σεισμικού κινδύνου στην πόλη του Ρεθύμνου. Για τις ανάγκες του προγράμματος διερευνήθηκαν θεματικά και γνωστικά αντικείμενα πολλών επιστημονικών περιοχών, έτσι ώστε να υπάρξει μια σφαιρική και πολυκλαδική αντιμετώπιση του προβλήματος. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα μικρό, μόνο, τμήμα του έργου, το οποίο όμως είναι αντιπροσωπευτικό του τρόπου και της μεθοδολογίας με την οποία αντιμετωπίστηκε το όλο πρόβλημα.

Σεισμικότητα και σεισμική επικινδυνότητα

Από την έρευνα του νεοτεκτονικού καθεστώτος της ευρύτερης περιοχής διαπιστώθηκε ότι από την περιοχή του Δήμου Ρεθύμνης δεν διέρχονται σημαντικές ενεργές τεκτονικές δομές ικανές είτε να δώσουν κάποιο σεισμό, είτε να δραστηριοποιηθούν από κάποιον άλλο. Ανάλογες δομές, όμως, που μπορούν κάτω από κάποιες προϋποθέσεις να επηρεάσουν το πολεοδομικό συγκρότημα, εντοπίζονται είτε μακριά μέσα στον υποθαλάσσιο χώρο, είτε σε ικανή απόσταση στο χώρο της ξηράς.

Από τη μελέτη της σεισμικότητας της περιοχής (Σταυρακάκης 1998), η οποία βασίστηκε σε ιστορικά και ενόργανα σεισμολογικά δεδομένα, ενδεικτικά αναφέρεται ότι: i) σε ιστορικούς χρόνους γύρω από την Κρήτη έχουν εκδηλωθεί ισχυροί σεισμοί που προξένησαν σημαντικές καταστροφές στο Ρέθυμνο, ii) επίκεντρα επιφανειακών σεισμών με μέγεθος $M_s > 6.0$, εντοπίζονται κυρίως στο νοτιοανατολικό θαλάσσιο χώρο της ευρύτερης περιοχής, iii) μεγάλοι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους εκδηλώνονται κυρίως στο βορειοδυτικό υποθαλάσσιο χώρο, iv) το μέγιστο μέγεθος επιφανειακού σεισμού που έχει παρατηρηθεί εντός κύκλου ακτίνας 100 km από την πόλη του Ρεθύμνου είναι 7.2, v) το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος επιφανειακού σεισμού, με πιθανότητα εμφάνισης 63%, για διαστήματα 1, 50 και 100 χρόνια είναι ίσο με 4.5, 6.8 και 7.2 αντίστοιχα και vi) το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος σεισμού ενδιάμεσου βάθους, με πιθανότητα εμφάνισης 63%, για διαστήματα 1, 50 και 100 χρόνια είναι ίσο με 4.1, 5.2 και 7.8 αντίστοιχα.

Πρόσθετα, εκτιμήθηκε η σεισμική επικινδυνότητα, μέσα από τη χρήση διαφορετικών μοντέλων σεισμικών πηγών και υπολογίσθηκαν οι στάθμες των αναμενόμενων εδαφικών σεισμικών επιταχύνσεων και ταχυτήτων. Οι τελικές τιμές σχεδιασμού που προέκυψαν είναι: i) μέγιστη σεισμική επιτάχυνση 280 και 310 cm/sec² και ii) μέγιστη σεισμική ταχύτητα 25 και 29 cm/sec, για περιόδους επανάληψης 475 και 949 χρόνια αντίστοιχα.

Γεωτεχνικές συνθήκες

Κύρια έμφαση δόθηκε στη διάκριση και τον προσδιορισμό των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη βιβλιογραφία (Zambetakis 1997) και στοιχεία από επί τόπου ή εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό όλων των παραμέτρων (κατά περίπτωση RQD, SPT, Φυσική Υγρασία, Αντοχή σε Ανεμπόδιση Θλίψη, Δείκτης Συμπιεστότητας, Πορώδες, Λόγος Κενών, Δείκτης Κενών, Βαθμός Κορεσμού, Στοιχεία Ασυνεχειών κλπ.). Με βάση τα ανωτέρω διακρίθηκαν οκτώ γεωτεχνικές ενότητες (Σχήμα 1) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1) *Παράκτιες άμμοι*: Εντοπίζονται αποκλειστικά στην παραλιακή ζώνη σε μια απόσταση έως 200 μέτρων από την ακτογραμμή. Συνίστανται από άμμους κροκάλες, χάλικες και λατύπες διαφόρων μεγεθών. Με βάση τις γεωτεχνικές παραμέτρους χαρακτηρίζονται από υψηλή πιθανότητα εκδήλωσης φαινομένων ρευστοποίησης και καθιζήσεων, σε περίπτωση σεισμικής δράσης.

2) *Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις*: Εντοπίζονται αποκλειστικά στις ανατολικές απολήξεις του πολεοδομικού συγκροτήματος και αναπτύσσονται εκατέρωθεν του χειμάρρου Πλατανιά. Συνίστανται από ημισυνεκτικά αργιλοαμμώδη ή αργιλομαργαϊκά εδάφη που περιέχουν κροκάλες, χάλικες και λατύπες διαφόρων μεγεθών και σε αναλογία που ποικίλλει κατά περίπτωση. Μπορούν να εκσκαφθούν με σκαπάνη και λοιπά μηχανικά, μη εκρηκτικά μέσα. Συνιστούν ένα σχηματισμό με μειωμένες γεωτεχνικές παραμέτρους, που μεταβάλλονται έντονα από θέση σε θέση και αρνητική εν γένει συμπεριφορά στη σεισμική διέγερση.

3) *Αλλουβιακές αποθέσεις*: Εμφανίζονται από την παλαιά εθνική οδό, που διασχίζει την πόλη και βορειότερα μέχρι την παραλιακή ζώνη και αποτελούν το έδαφος θεμελίωσης για ένα σημαντικό τμήμα της πόλης (Παλαιά Πόλη και βόρεια τμήματα των συνοικιών Μασταμπά, Καλλιθέας και Περιβόλια). Συνίστανται από αργιλοαμμώδες υλικό ανάμεικτο με ασύνδετες κροκάλες, χάλικες και λατύπες. Κατά θέσεις επικρατούν άλλοτε τα αμμώδη και άλλοτε τα αργιλικά συστατικά. Φιλοξενούν αβαθείς υδροφόρους ορίζοντες περιορισμένης έκτασης. Το κύριο γεωτεχνικό πρόβλημα είναι ότι αποτελούν πολύ χαλαρά και εύκολα συμπιεστά εδάφη των οποίων οι φυσικομηχανικές ιδιότητες μεταβάλλονται απότομα τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση. Η συμπεριφορά τους είναι προβληματική κάτω από σεισμική φόρτιση

4) *Πλειοκαινικές θαλάσσιες αποθέσεις*: Εντοπίζονται σε μια ζώνη από την παλαιά εθνική οδό και νοτιότερα. Συνίστανται από αργιλομαργαϊκά εδάφη χωρίς σαφή στρώση, τα οποία κατά θέσεις είναι αμμώδη ή περιέχουν μικρό ποσοστό χαλίκων και κροκαλών. Παρουσιάζουν αυξημένη συνοχή και συνεκτικότητα. Χαρακτηρίζονται ως εδάφη που δεν ευνοούν σημαντικές καθιζήσεις υπό φορτία συνήθων κατασκευών. Έχουν χαμηλή διαπερατότητα, σε ορισμένες όμως περιπτώσεις φιλοξενούν μικρής έκτασης υδροφόρους ορίζοντες.

5) *Αργιλοαμμώδεις και μαργαϊκοί ορίζοντες*: Καταλαμβάνουν μια μικρή ζώνη πλάτους 100-150 m και συνίσταται από εδαφικά υλικά αργιλοαμμώδους ή αργιλομαργαϊκής σύστασης σε ποικίλες αναλογίες. Χαρακτηρίζουν εδάφη μέτριας συνοχής των οποίων οι φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες εξαρτώνται από την αναλογία των συστατικών τους κατά θέση. Εκσκάπτονται εύκολα με τη χρήση μη εκρηκτικών τεχνικών.

6) *Μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι*: Νεογενείς σχηματισμοί που αποτελούν το σχηματισμό θεμελίωσης του νότιου τμήματος της πόλης. Η σύστασή τους σε αργιλικά και ασβεστιτικά συστατικά μεταβάλλεται έντονα, τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφη έννοια. Όπου επικρατούν τα αργιλικά συστατικά ομοιάζουν με εδαφικούς σχηματισμούς (κεντρικό και ανατολικό τμήμα της πόλης), ενώ όπου επικρατούν τα ασβεστιτικά με βραχώδεις (δυτικό τμήμα). Χαρακτηρίζονται ως αδιαπέρατοι σχηματισμοί, με εξαίρεση τους μαργαϊκούς ασβεστολίθους οι οποίοι παρουσιάζουν μικρές καρστικές υδροφορίες ή υδροφορίες ασυνεχειών. Χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη καρστικών ή άλλων κοιλοτήτων που είναι επικίνδυνες ακόμα και κάτω από την φόρτιση απλών κατασκευών.

7) *Μανδύας αποσάθρωσης μαργών*: Πολύ χαλαρά αργιλομαργαϊκής σύστασης εδαφικά υλικά, τα οποία προέρχονται από την αποσάθρωση και διάβρωση της προηγούμενης ενότητας, με πάχος ως 4 μέτρα. Χαρακτηρίζονται από πολύ αρνητικές γεωτεχνικές παραμέτρους.

8) *Ασβεστόλιθοι και δολομίτες*: Πρόκειται για σχηματισμούς του αλπικού υποβάθρου που εντοπίζονται στις νότιες απολήξεις της συνοικίας του Μασταμπά και στην παραλιακή ζώνη της Φορτέζας. Χαρακτηρίζονται ως βραχώδεις σχηματισμοί και συνιστούν άριστο υπόβαθρο για θεμελιώσεις. Κατά θέσεις εμφανίζουν καρστικοποίηση ή διασχίζονται από πολλές ασυνέχειες που κατακερματίζουν τη βραχώδη μάζα.

Στο γεωτεχνικό χάρτη (Σχήμα 1), με σκίαση χαρακτηρίζονται οι εδαφικοί σχηματισμοί, στους οποίους και εντοπίζονται και τα περισσότερα γεωτεχνικά προβλήματα και η συμπεριφορά τους αναμένεται προβληματική σε περίπτωση σεισμικής φόρτισης, ενώ με χωρίς σκίαση χαρακτηρίζονται οι συνεκτικοί και βραχώδεις σχηματισμοί που συνιστούν το υπόβαθρο. Παράλληλα, το πάχος των χαλαρών εδαφικών σχηματισμών και το βάθος του βραχώδους υποβάθρου είναι κρίσιμης σημασίας για τη διαμόρφωση των σεισμικών κυμάτων. Για το λόγο αυτό, με βάση όλα τα διαθέσιμα στοιχεία από γεωτρήσεις και εκσκαφές, κατασκευάστηκε ο χάρτης των ισοβαθών του υποβάθρου (Σχήμα 2).

Τρωτότητα κτιρίων

Για τις ανάγκες της έρευνας η πόλη του Ρεθύμνου χωρίστηκε σε τρεις πολεοδομικές ζώνες Α, Β και Γ (Σχήμα 3), κάθε μία από τις οποίες έχει αναπτυχθεί σύμφωνα με τα πολεοδομικά σχέδια του 1930, 1948 και 1965-1986 αντίστοιχα. Ελέγχθηκαν περίπου 350 κτίρια, τα οποία κατανέμονται περίπου ισόποσα στους διαφόρους τύπους των κτιρίων και ζώνες της πόλης. Πιο συγκεκριμένα:

Η Ζώνη Α περιλαμβάνει την Παλιά Πόλη, χαρακτηρίζεται από συνεχές σύστημα δόμησης και αποτελείται από λιθόκτιστες κατασκευές με πάρα πολλές επεμβάσεις δια μέσου των αιώνων που δημιουργούν και το μεγαλύτερο πρόβλημα από πλευράς σεισμικής ασφάλειας. Επιπρόσθετους κινδύνους ενέχουν οι πολύ στενοί οδοί (πρόβλημα που δυσχεραίνεται ακόμα περισσότερο από τα δίκτυα ΔΕΗ και ΟΤΕ κτλ.) και τα εγκαταλειμμένα κτίρια. Προτείνονται διάφορες επεμβάσεις όπως: i) άρση επικινδυνοτήτων, ii) οριζόντιες αντιστηρίξεις του ενός κτιρίου με το απέναντι του στον ίδιο δρόμο, iii) ειδική προστασία του σιδηροπλισμού όπου ο χάλυβας έχει διαβρωθεί, iv) αύξηση της ακαμψίας των κτιρίων και της αντοχής των τοιχοποιιών κατά την διεύθυνση των όψεων με κατασκευή τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή και με τσιμεντενέσεις ή μανδύες, κατά προτίμηση στο εσωτερικό των κτιρίων όπου έχουν καθαιρεθεί σημαντικά τμήματα τοιχοποιιών, v) γενική περίδεση ολόκληρου του οικοδομικού τετραγώνου στο ύψος του ισογείου και του πρώτου ορόφου, vi) μείωση της αυξημένης τρωτότητας των μικτών κατασκευών που αποτελούνται από προσθήκες ορόφων από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω σε παλαιά μονώροφα ή διώροφα λιθόκτιστα κτίσματα με αποκατάσταση της συνέχειας του φέροντα οργανισμού μέχρι θεμελίων χωρίς να συμμετέχει η τοιχοποιία και εν γένει ανεξαρτητοποίηση του σκελετού από την τοιχοποιία, vii) επισκευή των εγκαταλειμμένων κτιρίων που εγκυμονούν κινδύνους και viii) κατάργηση στύλων Δ.Ε.Η., Ο.Τ.Ε., σκαλοπατιών κλπ., που βρίσκονται πάνω στο οδόστρωμα και μειώνουν το λειτουργικό τους πλάτος, έλεγχος ύψους μπαλκονιών, σύστημα πυρασφάλειας κλπ.

Η Ζώνη Β περιβάλλει την Παλιά Πόλη, χαρακτηρίζεται και αυτή από συνεχές σύστημα δόμησης και αποτελείται από μικτά κτίρια που αντιπροσωπεύουν ως επί το πλείστον προσθήκες με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω σε υπάρχοντα παλαιότερα λιθόδημητα κτίρια, συνήθως διώροφα. Οι επεμβάσεις αυτές, σε συνδυασμό με το ότι το σύστημα από πανταχόθεν ελεύθερο αρχικά μετατράπηκε σε συνεχές είχε ως αποτέλεσμα να βρίσκονται σε επαφή τα παλιά κτίρια από τοιχοποιία με κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, αποτελούν και τους σημαντικότερους παράγοντες επικινδυνότητας. Από τις προτεινόμενες επεμβάσεις οι κυριότερες είναι: i) για τα κτίρια με το μεικτό σύστημα δόμησης εξασφάλιση της ευστάθειας του κτιρίου, από πλευράς στατικών φορτίων, ii) τα κοντά υποστυλώματα, κατά βάση δεν θα έχουν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς των κτιρίων, iii) καλή αποστράγγιση και προστασία των κτιρίων από τα όμβρια νερά τα οποία είναι δυνατόν να εισρέουν στην θεμελίωση του κτιρίου, iv) εξασφάλιση ικανού πλάτους "αντισεισμικού αρμού" ή σημαντικής ακαμψίας για τα καινούρια κτίρια από

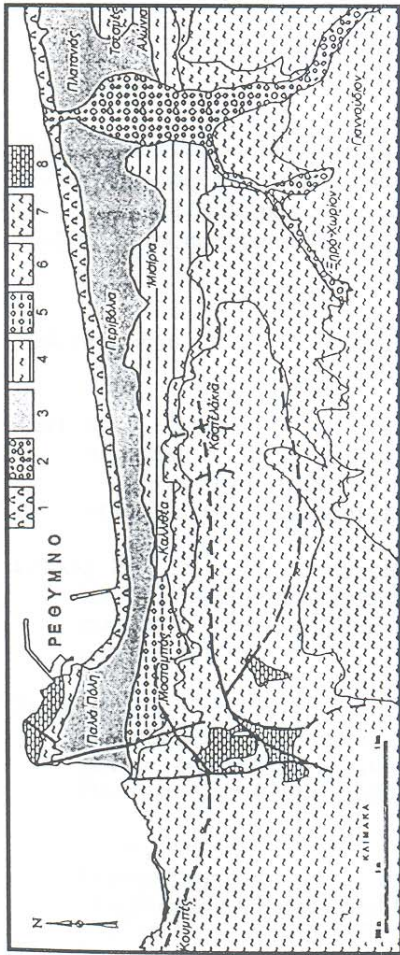
οπλισμένο σκυρόδεμα που χτίζονται δίπλα σε παλαιότερα κτίρια από φέρουσα λιθοδομή ή από μεικτό σύστημα, ν) στα κτίρια με το μεικτό σύστημα η ενίσχυση να γίνεται έτσι ώστε να φέρουν τα όμορα φορτία μισής τουλάχιστον γειτονικής οικοδομής, νι) επισκευή των ρωγμών από διαφορικές καθιζήσεις των θεμελίων και λήψη μέτρων για να σταματήσει η περαιτέρω εξέλιξή τους και νii) μείωση της τρωτότητας που οφείλεται στην προσθήκη ορόφων από οπτοπλινθοδομή ως φέρουσας κατασκευής με αύξηση της τριβής μεταξύ της τελευταίας στάθμης του κτιρίου που έχει φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και της προσθήκης από οπτοπλινθοδομή, αύξηση των ορθών τάσεων στην τοιχοποιία και δημιουργία πλευρικής περιίδεσης της τοιχοποιίας.

Η Ζώνη Γ αντιπροσωπεύει το νεότερο τμήμα της πόλης και περιλαμβάνει δύο κατηγορίες κτιρίων με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η πρώτη χαρακτηρίζει τα κτίρια που κατασκευάστηκαν με τον πρώτο αντισεισμικό κανονισμό (περίοδος 1959-1984) και η δεύτερη αυτά που κατασκευάστηκαν με τη θέσπιση των νέων κανονισμών (περίοδος μετά το 1984). Προβλήματα δημιουργούνται από τις μεγάλες κλίσεις του εδάφους αλλά και από την επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών στον σιδηροπλισμό και το σκυρόδεμα. Οι επεμβάσεις που κρίνονται απαραίτητες είναι: i) άρση του προβλήματος που δημιουργείται λόγω της έντονης κλίσης του εδάφους είτε με πλήρη διαχωρισμό εδάφους-κτιρίου και αποκατάσταση της εξυπηρέτησης του κτιρίου με καταλλήλως διαμορφούμενα στοιχεία, είτε με σημαντική αύξηση της ακαμψίας προς την κατάντη πλευρά του κτιρίου και ii) άρση του προβλήματος της διάβρωσης του σιδηροπλισμού και της ασβεστοποίησης του σκυροδέματος στις υπάρχουσες κατασκευές με διάφορα μέτρα όπως καθαίρεση σαθρών και καθαρισμός επιφανειών, καθαίρεση τμημάτων σκυροδέματος και πίσω από τους σιδηροπλισμούς, επάλειψη με λεπτόρρευστη εποξειδική ρητίνη και επίπαση με μεσόκοκκη χαλαζιακή άμμο, τοποθέτηση κονιάματος με πίεση με μη συρρικνούμενη κονία, εμποτισμό της επιφάνειας με ειδικό υγρό αναστολής της διάβρωσης, συγκόλληση νέων οπλισμών και τοποθέτηση νέων συνδετήρων, εγκατάσταση συστήματος καθοδικής προστασίας κλπ.

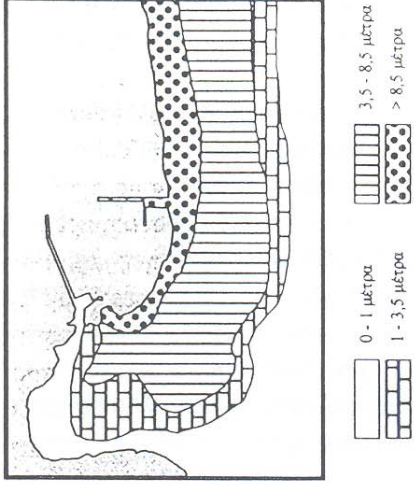
Βασικές κατευθύνσεις επιχειρησιακής οργάνωσης

Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις ανωτέρω παραμέτρους, αλλά και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που διερευνήθηκαν για τις ανάγκες του προγράμματος, και τα οποία επηρεάζουν άμεσα την επικινδυνότητα της πόλης του Ρεθύμνου, διαπιστώνεται ότι απαιτείται η εκπόνηση ενός καλά δομημένου σχεδίου επιχειρησιακής ετοιμότητας για την αντιμετώπιση του σεισμικού κινδύνου σε επίπεδο πρόληψης, επέμβασης και αποκατάστασης.

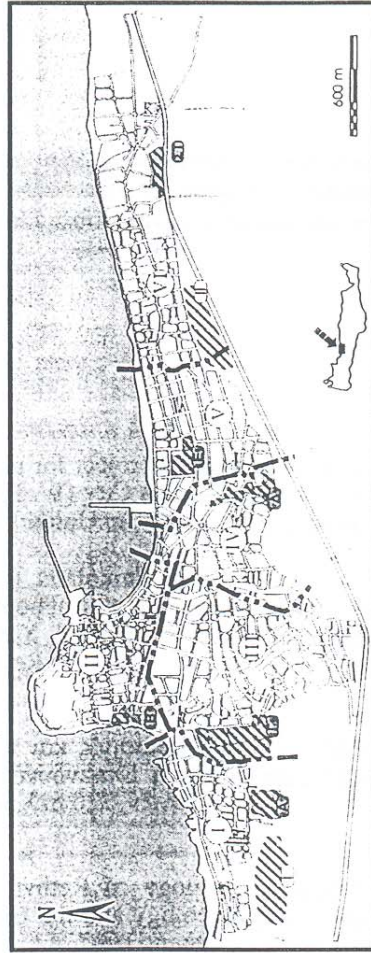
Το πρώτο και βασικό συμπέρασμα που εξάγεται από την ανάλυση και συσχέτιση των ανωτέρω δεδομένων (Σχήματα 1 & 3), είναι ότι οι πολεοδομικές ενότητες που παρουσιάζουν αυξημένη τρωτότητα κτιρίων (Ζώνη Α και το μεγαλύτερο μέρος της Ζώνης Β) χαρακτηρίζονται επίσης και από αυξημένη επικινδυνότητα των σχηματισμών θεμελίωσης σε περίπτωση σεισμικής φόρτισης. Ταυτόχρονα οι συγκεκριμένες πολεοδομικές



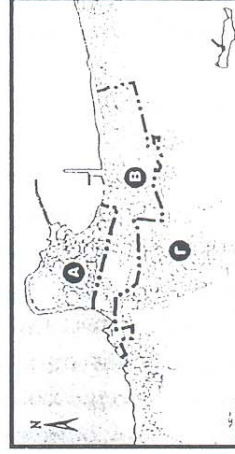
Σχήμα 1 Οι γεωτεχνικές ενότητες στην ευρύτερη περιοχή του Ρεθύμνου. Η αρίθμηση στο υπόμνημα αντιστοιχεί στην αρίθμηση του κειμένου.



Σχήμα 2 Χάρτης ισοβαθών του βραχώδους υποβάθρου.



Σχήμα 4 Αντιπροσωπευτικό σχέδιο επιχειρησιακής οργάνωσης με την οριοθέτηση των τομέων και τον εντοπισμό κατάλληλων χώρων καταυλισμού.



Σχήμα 3 Οι πολεοδομικές ζώνες της πόλης του Ρεθύμνου, που αντιστοιχούν και στις ζώνες τρωτότητας.

ενότητες καλύπτουν το μεγαλύτερο ποσοστό των κρίσιμων λειτουργιών και δραστηριοτήτων της πόλης (εμπόριο, τουρισμός, αναψυχή, πολιτισμός, Υπηρεσίες, κλπ.).

Καθίσταται λοιπόν φανερό ότι η συγκέντρωση όλων αυτών των επιβαρυντικών παραγόντων στο κεντρικό τμήμα της πόλης, περιπλέκει την εφαρμογή των απαιτούμενων μέτρων και καθιστά επιτακτική την ανάγκη της εκπόνησης ενός επιχειρησιακού σχεδίου που να βασίζεται σε ένα κυλιόμενο σχεδιασμό με συνεχή και διαχρονική προσαρμογή στα νέα δεδομένα (Lekkas et al 1996). Ένα τέτοιο σχέδιο αναπτύχθηκε και οργανώθηκε με βάση ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών, στο οποίο περιλαμβάνεται ένα πλήθος στοιχείων όπως: i) η οργάνωση του ανθρώπινου δυναμικού αλλά και του εξοπλισμού, ii) η εκπαίδευση και ο συντονισμός μέσα από ασκήσεις ετοιμότητας επί χάρτου αλλά και σε πραγματικές συνθήκες, iii) οι διαδικασίες που αφορούν στον σχεδιασμό εκκένωσης, στην οργάνωση και τις προδιαγραφές των χώρων και λειτουργιών καταφυγής, καταυλισμού και παροχής βοήθειας αλλά και την μετεγκατάσταση κρίσιμων υπηρεσιών, κοινωνικών ομάδων και ατόμων με ειδικές ανάγκες (Σχήμα 4) κλπ.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στο Δήμο Ρεθύμνης για τη χρηματοδότηση του ερευνητικού έργου, στο Ν. Νίνο Αντιδήμαρχο για το συνεχές ενδιαφέρον του, καθώς επίσης και στους Α. Χατζιδάκη Πολ. Μηχανικό, Β. Σιμιντζή Γεωλόγο, Δ. Ζαμπετάκη Γεωλόγο και Γ. Σταυρακάκη Σεισμολόγο, για την υποστήριξη και βοήθεια τους σε τμήματα του έργου.

Βιβλιογραφία

Lekkas, E. (1996)

A multidisciplinary project for urban and emergency planning in seismic regions – The case of Pyrgos City (W. Peloponnese, Greece). Research Project - University of Athens, European Union Dir. XI, E.P.P.O., 240 p., Athens 1996.

Lekkas, E., Lozios, S., Papanikolaou, D. & Vasilopoulou S. (1996)

Use of Geographical Information Systems (GIS) in earthquake emergency planning at Rhodes City, Greece. XXV General Assembly of the European Seismological Commission, 373-378, Reykjavic 1996.

Σταυρακάκης, Γ. (1998)

Αντισεισμικός Σχεδιασμός και Οργάνωση Δήμου Ρεθύμνης. 3^{ος} Τόμος, Σεισμικότητα & Σεισμική Επικινδυνότητα. Εφαρμοσμένο Ερευνητικό Πρόγραμμα – Πανεπιστήμιο Αθηνών, 320 σελ., Αθήνα-Ρέθυμνο 1998.

Zambetakis, D. (1997)

Engineering geology of Rethymnon, Crete, Greece. International Symposium "Engineering Geology and the Environment" of I.A.E.G., Balkema Publ., Vol. 2, p. 1551-1558, Athens 1997.