

# Η αναγκαιότητα των γεωτεχνικών ερευνών στον πολεοδομικό σχεδιασμό: Η περίπτωση του Δήμου Σάμης

The necessity of geotechnical investigation in urban planning: The case study of Sami municipality

ΔΕΠΟΥΝΤΗΣ, Ν. Δρ. Γεωπεριβαλλοντολόγος Μηχανικός, Δ/ση Δημοσίων Έργων Π.Δ.Ε.  
ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Ν.Αν. Καθηγητής Τεχνικής Γεωλογίας Πανεπιστημίου Πατρών  
ΚΟΥΚΗΣ, Γ. Καθηγητής Τεχνικής Γεωλογίας Πανεπιστημίου Πατρών

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Οι γεωτεχνικές έρευνες είναι το πιο αξιόπιστο εργαλείο στην αποσαφήνιση των εδαφικών συνθηκών και πρέπει να χρησιμοποιούνται στον πολεοδομικό σχεδιασμό, ώστε να μπορούν να επιβάλλονται όροι και προϋποθέσεις δόμησης. Στο Δήμο Σάμης, λόγω της ύπαρξης προβληματικών εδαφών, ενεργών ρηγμάτων και της υψηλής σεισμικότητας της περιοχής, χρειάστηκε η εκπόνηση ενός γεωτεχνικού προγράμματος για την αξιολόγηση της καταλληλότητας για δόμηση των προς πολεοδόμηση περιοχών. Τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν στην κατηγοριοποίηση των περιοχών ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θεμελίωσης και στην επιβολή όρων και προϋποθέσεων δόμησης.

**ABSTRACT:** Geotechnical investigation is the most reliable tool for the elucidation of ground conditions and must be used in urban planning in order to impose terms and prerequisites in housing development. In the Sami municipality due to the existence of difficult ground conditions, active fault zones and high seismicity a geotechnical investigation was carried out in order to evaluate the suitability of the municipality areas for housing development. The investigation results were used in the classification of the municipality areas according to the existing ground conditions as well as in the imposition of terms and prerequisites in housing development.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ολοκληρωμένος πολεοδομικός σχεδιασμός απαιτεί την πολύ καλή γνώση των χαρακτηριστικών του χώρου και την εξασφάλιση καταλλήλων συνθηκών διαβίωσης. Στα πλαίσια αυτά απαιτούνται προτάσεις για την προστασία του δομημένου περιβάλλοντος από φυσικά καταστροφικά φαινόμενα και χρειάζεται ολοκληρωμένη γνώση των εδαφικών συνθηκών θεμελίωσης.

Στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλουν οι γεωτεχνικές έρευνες, οι οποίες εκπονούνται στις περιπτώσεις που επιβάλλεται από τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ, 2000), δηλ. όταν τα εδάφη προς θεμελίωση κατατάσσονται στην κατηγορία Χ σεισμικής επικινδυνότητας, γειτνιάζουν με ενεργά σεισμοτεκτονικά ρήγματα ή αναπτύσσονται σε επισφαλή πρανή, καθώς και στις περιπτώσεις θεμελίωσης κτιρίων ανάλογα με την σπουδαιότητα των κτιρίων και την σεισμικότητα της περιοχής (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Γεωτεχνικές έρευνες κατά ΕΑΚ  
Table 1. Geotechnical investigation EAK

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΠ. ΚΤΙΡΙΩΝ - ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΩΝ				
	A	B	Γ	Δ	Χ
Σ1	-	-	-	Γ1	Γ1
Σ2 Σεισμικότητα I	-	-	Γ1	Γ1	Γv
Σ2 Σεισμικότητα II-III	-	-	Γ1	Γv	Γv
Σ3 (*) Σεισμικότητα I	Γ1	Γ1	Γ1	Γv	Γv
Σ3 (*) Σεισμικότητα II-III	Γ1	Γv	Γv	Γv	Γv
Σ4 Σεισμικότητα I	Γ1	Γ1	Γ1	Γv	Γv
Σ4 Σεισμικότητα II-III	Γ1	Γv	Γv	Γv	Γv

Γ1: γεωτεχνική έρευνα με 1 τουλάχιστον δειγματοληπτική γεώτρηση

Γv: γεωτεχνική έρευνα με ικανό αριθμό δειγματοληπτικών γεωτρήσεων

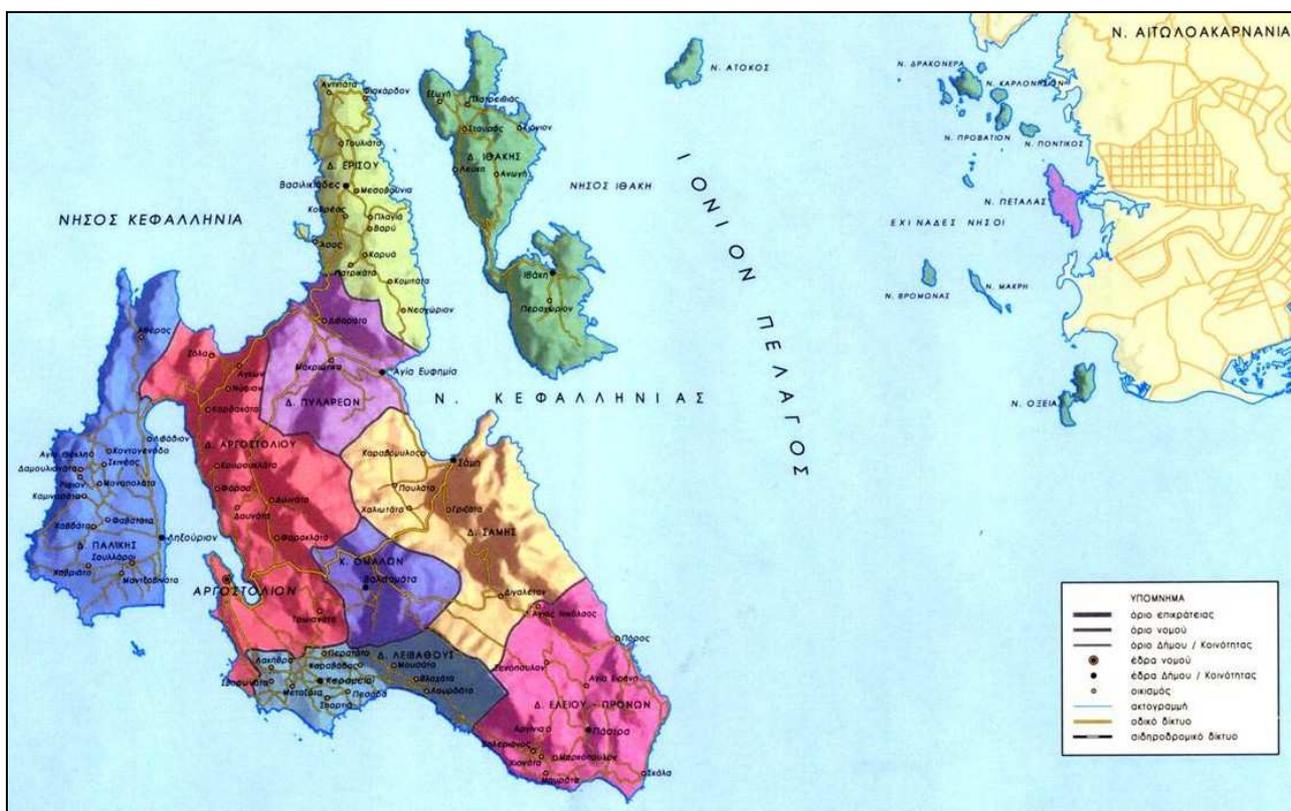
(\*): εκτίμηση φέρουσας ικανότητας σε μονώροφα κτίρια σπουδαιότητας Σ3 σε εδάφη Α ή Β

Οι γεωτεχνικές έρευνες θεωρούνται και είναι το πιο αξιόπιστο εργαλείο στην αποσαφήνιση των εδαφικών συνθηκών και επομένως, εκτός των περιπτώσεων που επιβάλλεται από τον ΕΑΚ, πρέπει να χρησιμοποιούνται και στον πολεοδομικό σχεδιασμό, ώστε να μπορούν οι πολίτες να γνωρίζουν εκ των προτέρων σε τι έδαφος πρόκειται να θεμελιώσουν και οι αρμόδιες Πολεοδομικές Υπηρεσίες να μπορούν να επιβάλλουν όρους και προϋποθέσεις ασφαλούς δόμησης.

Στο Δήμο Σάμης Ν. Κεφαλληνίας (Σχήμα 1), λόγω της ύπαρξης προβληματικών εδαφών, όπως χαλαρών αμμοίλυδων εδαφών, πρόσφατων επιχλωματώσεων και χαλαρών

εδαφών σε απότομα πρηνή, σε συνδυασμό με την σεισμικότητα της περιοχής και την ύπαρξη ρηγμάτων χρειάστηκε η εκπόνηση γεωτεχνικής έρευνας, για την αξιολόγηση της καταλληλότητας για δόμηση των προς πολεοδόμηση περιοχών.

Η έρευνα εκπονήθηκε από το Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας του Παν/μίου Πατρών για λογαριασμό του Δήμου Σάμης (Κούκης κ.α., 2005) και τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν στον πολεοδομικό σχεδιασμό του Δήμου, με τη κατηγοριοποίηση των προς πολεοδόμηση περιοχών ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θεμελίωσης τους και με την επιβολή όρων και προϋποθέσεων δόμησης.



Σχήμα 1. Ο Δήμος Σάμης Νήσου Κεφαλληνίας  
Figure 1. The Sami Municipality in Kefallonia Island

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στις προς πολεοδόμηση περιοχές του Δήμου Σάμης, εντός του ομώνυμου οικισμού, οι οποίες είχαν οριοθετηθεί με βάση προηγούμενη μελέτη με τίτλο «Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας περιοχής επέκτασης του σχεδίου πόλεως Σάμης Ν. Κεφαλληνίας» (Γεώργας, 2004).

Στα πλαίσια των ερευνητικών εργασιών έγινε προσδιορισμός ειδικών παραμέτρων θεμελίωσης προκειμένου να βελτιωθούν οι

εδαφικές συνθήκες και να αξιοποιηθούν περιοχές του Δήμου για οικιστική ανάπτυξη.

Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας εκτελέστηκαν οι παρακάτω εργασίες:

A) Ανόρυξη έξι δειγματοληπτικών γεωτρήσεων (Σχήμα 2) και εκτέλεση επιτόπου δοκιμών καθώς και εργαστηριακών δοκιμών ταξινόμησης και προσδιορισμού των φυσικομηχανικών παραμέτρων στα εδαφικά δείγματα των γεωτρήσεων.

B) Διάνοιξη, καταγραφή και αποτύπωση φρεατίων (Σχήμα 2) και εκσκαφών βάθους μέχρι 4 μέτρα και λήψη δειγμάτων εδάφους για

την εκτέλεση συμπληρωματικών εργαστηριακών δοκιμών.

Γ) Σύνταξη γεωτεχνικών τομών.

Δ) Σύνταξη χάρτη καταλληλότητας για δόμηση των προς πολεοδόμηση περιοχών (Σχήμα 2), βάσει των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας.

### 3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η εκτέλεση των ερευνητικών εργασιών έγινε μέσα σε σαφώς καθορισμένες περιοχές (Σχήμα 2) οι οποίες είχαν οριοθετηθεί με βάση προηγούμενη μελέτη με τίτλο «Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας περιοχής επέκτασης του σχεδίου πόλεως Σάμης Ν. Κεφαλληνίας» και οι οποίες ήταν οι εξής:

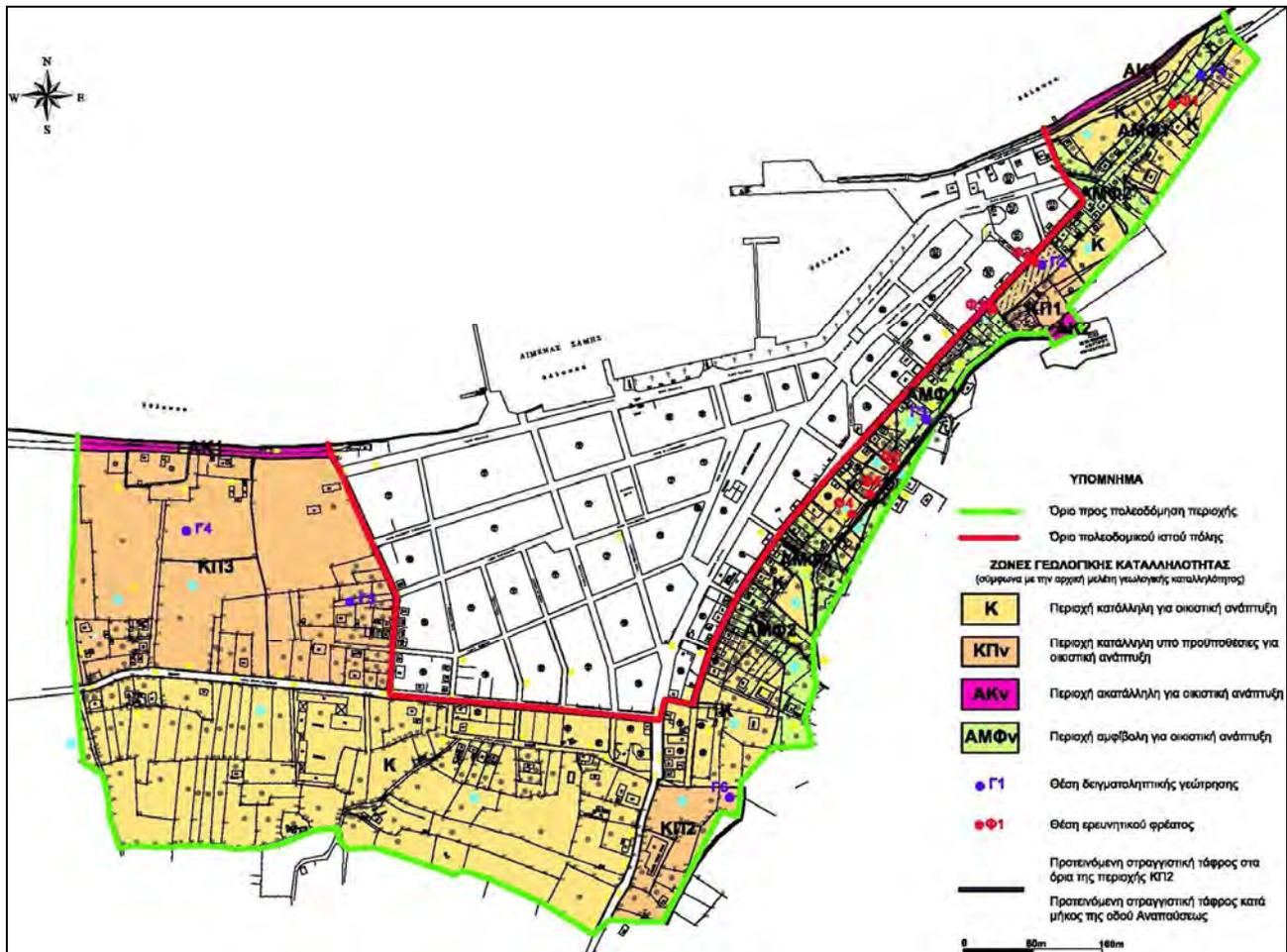
Περιοχή ΑΜΦ1 (Βορειοανατολικό τμήμα): Καλύπτει τη βορειοανατολική ζώνη μέχρι το

κοιμητήριο Σάμης και συνεχίζει προς ΒΑ/κά μετά το όριο του υφιστάμενου πολεοδομικού σχεδίου εκατέρωθεν της οδού Διχαλιών σε μια ζώνη εύρους 30μ. μέχρι τον Πυροσβεστικό Σταθμό.

Περιοχή ΚΠ1 (Βορειοδυτικά κοιμητηρίου): Καλύπτει τη ζώνη μεταξύ της οδού Διχαλιών και του κοιμητηρίου Σάμης. Στις περιοχές ΑΜΦ1 και ΚΠ1 έγινε η ανόρυξη τριών γεωτρήσεων (Γ1, Γ2 και Γ3)

Περιοχή ΚΠ2 (Νότιο τμήμα): Επεκτείνεται μετά τα νότια όρια του υφιστάμενου πολεοδομικού σχεδίου και περιβάλλει το Κέντρο Υγείας Σάμης. Στην περιοχή ΚΠ2 έγινε η ανόρυξη 1 γεώτρησης.

Περιοχή ΚΠ3 (Δυτικό τμήμα): Επεκτείνεται αμέσως μετά τα δυτικά όρια του υφιστάμενου πολεοδομικού σχεδίου και καλύπτει την παράκτια περιοχή. Στην περιοχή ΚΠ3 έγινε η ανόρυξη 2 γεωτρήσεων.



Σχήμα 2. Χάρτης καταλληλότητας για δόμηση των προς πολεοδόμηση περιοχών του Δήμου Σάμης  
Figure 2. Suitability map for housing development of the Sami Municipality areas

### 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 4.1 Περιοχή ΑΜΦ1

Η συγκεκριμένη περιοχή καλύπτει το Βορειοανατολικό τμήμα της επέκτασης του

σχεδίου πόλης και αφορά ζώνη πλάτους 40-50μ. και μήκους 600μ. ανάντη της οδού Διχαλίων, εκατέρωθεν πιθανού ενεργού ρήγματος δ/σης ΑΒΑ-ΔΒΔ.

Με βάση τα στοιχεία νεοτεκτονικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε από το Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών (Κουκουβέλας & Κοκκάλας, 2005), στα όρια του πολεοδομικού συγκροτήματος του Δήμου Σάμης, αποκλείστηκε η πιθανότητα ύπαρξης ενεργού κανονικού ρήγματος με διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΒΔ, με το μόνο ενεργό ρήγμα στην περιοχή άμεσου ενδιαφέροντος να αποδεικνύεται ότι είναι η Ιόνια επώθηση.

Με βάση τα στοιχεία της έρευνας αυτής τα πιθανά καταστροφικά φαινόμενα που συνδέονται με την ύπαρξη της Ιόνιας επώθησης είναι εκτεταμένες ολισθήσεις γαιών, ροές κορημάτων και αποκολλήσεις-πτώσεις ογκολίθων, μετά από σεισμικά γεγονότα.

Οι ροές αυτές έχουν προκαλέσει αποθέσεις πάχους μεγαλύτερου από 3μ στην περιοχή κοντά στο κοιμητήριο που βαθμιαία μειώνεται σε 0,4μ στα κατάντη κοντά στο Λιμεναρχείο.

Στις περιοχές ΑΜΦ1 και ΚΠ1 ανορύχθηκαν τρεις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις (Γ1, Γ2 και Γ3) και έγιναν παρατηρήσεις σε ορύγματα και εκσκαφές που είχαν διανοιχτεί από την Αρχαιολογική Υπηρεσία λόγω της εύρεσης μετά από ανασκαφές ρωμαϊκών κτιρίων.

Η οριζόντια και κατακόρυφη ανάπτυξη των γεωτεχνικών ενοτήτων που εντοπίστηκαν στην περιοχή αυτές δίνεται ενδεικτικά στην γεωτεχνική τομή του Σχήματος 3.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας προέκυψαν τα εξής:

Α) Τα τυχόν προβλήματα τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά την οικιστική ανάπτυξη στην περιοχή ΑΜΦ1 έχουν σχέση με τη φέρουσα ικανότητα των εδαφικών σχηματισμών και με την πιθανότητα ενεργοποίησης εδαφικών ασταθειών λόγω παρεμβάσεων στα κορήματα των πρानών. Τα προβλήματα αυτά γίνονται εντονότερα στην περίπτωση δυναμικών φορτίσεων (σεισμών) όπου αναμένονται φαινόμενα εδαφικής ενίσχυσης λόγω του είδους του εδάφους (Ενότητα Ι του σχήματος 3) και της σχετικά απότομης μορφολογίας του εδάφους κυρίως πάνω από τα όρια της επέκτασης του σχεδίου.

Β) Ως γενικός κανόνας για την ασφαλή θεμελίωση των κτιρίων θα πρέπει να είναι η άμεση μεταφορά των φορτίων των θεμελίων στην Ενότητα ΙΙ ή V του σχήματος 3. Σε κάθε περίπτωση, για τη επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών έδρασης, θα πρέπει να προηγηθεί

εκσκαφή για την πλήρη αφαίρεση του επιφανειακού χαλαρού εδαφικού στρώματος της Ενότητας Ι το οποίο διαθέτει πάχη από 0,50 μ. με ενδείξεις αύξησής του μέχρι και 3,5μ. στη ΝΔ/κή πλευρά της περιοχής.

Στην περίπτωση κτηρίων με μικρά φορτία που θεμελιώνονται με γενική κοιτόστρωση μπορεί να επιτρέπεται η θεμελίωση να γίνεται στην Ενότητα Ι.

Γ) Στην περίπτωση που οι κλίσεις των οικοπέδων είναι μικρότερες του 10% και κατά τη διαμόρφωση του οικοδομήσιμου χώρου δεν δημιουργούνται μόνιμα πρानή υψηλότερα των 2μ, απαιτείται ανάντη του οικοδομήσιμου χώρου (στη βάση του διαμορφωμένου πρανούς), η κατασκευή αποστραγγιστικής τάφρου μικρού βάθους για την απομάκρυνση των όμβριων και των υπεδαφικών νερών μακριά από το χώρο θεμελίωσης. Στην περίπτωση που οι κλίσεις των οικοπέδων είναι μεγαλύτερες του 10%, πρέπει να προηγηθεί της κατασκευής του κτηρίου η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης ύψους μέχρι 3μ ή εναλλακτικά η διαμόρφωση του πρανούς, μετά από αιτιολογημένη έκθεση μηχανικού.

Δ) Απαιτούνται συμπληρωματικά μέτρα αποστράγγισης παράλληλα με την οδό Αναπαύσεως, στην ανάντη πλευρά της οδού, με την κατασκευή στραγγιστήριας τάφρου βάθους μέχρι 3μ για τη διοχέτευση των νερών προς το νότιο ρέμα το οποίο πρόκειται να οριοθετηθεί-διευθετηθεί. Η θέση της προτεινόμενης τάφρου αποτυπώνεται ενδεικτικά στο Σχήμα 2.

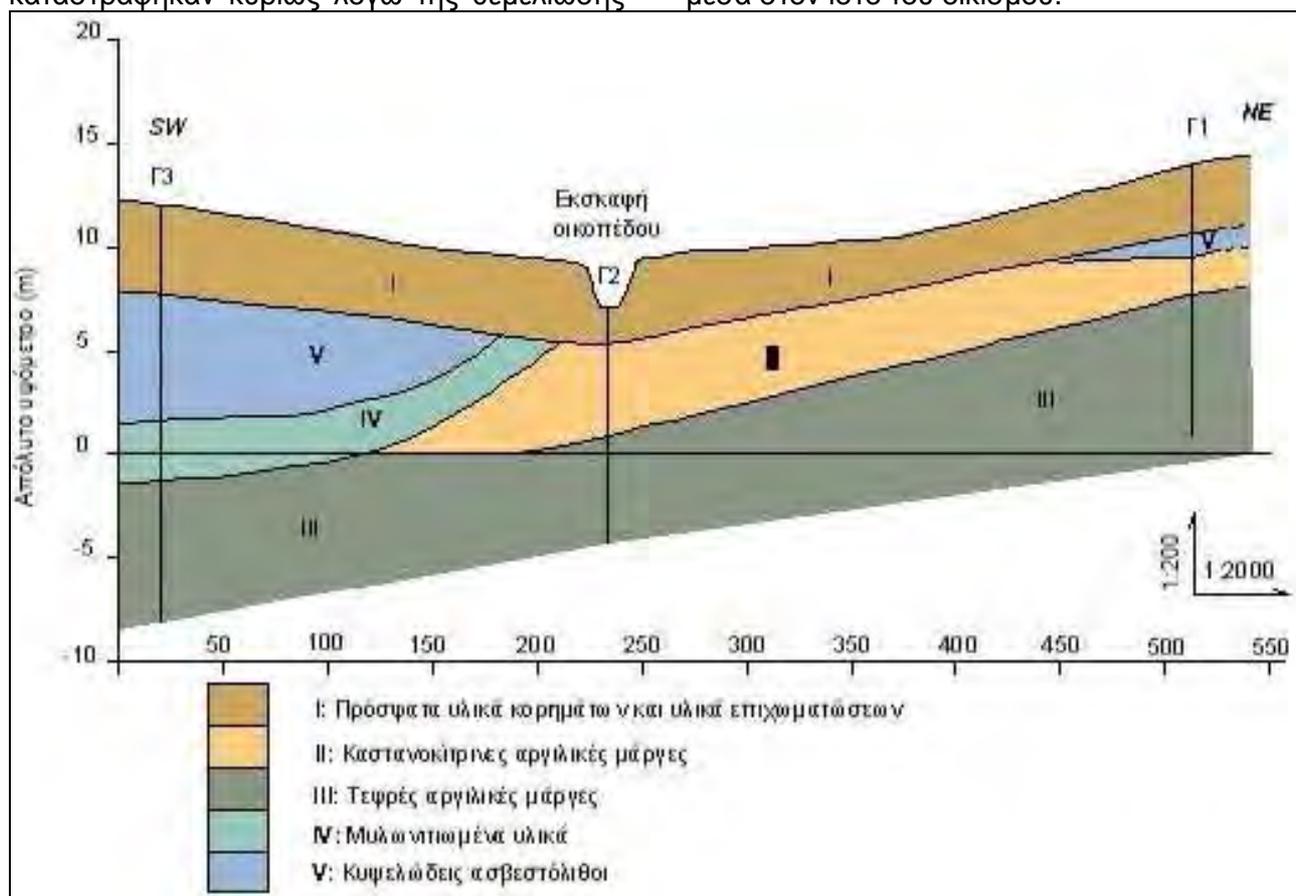
Ε) Οι περιοχές του σχήματος 2 που χαρακτηρίζονται ως ΑΜΦ2 μπορούν να αποχαρακτηριστούν μετά την οριοθέτηση-διευθέτηση των ρεμάτων (νότιο και βόρειο) και την κατασκευή της στραγγιστήριας τάφρου.

ΣΤ) Η περιοχή ΑΜΦ1 μετά την κατασκευή των έργων διευθέτησης των όμβριων (παρ. Δ και Ε) μπορεί να αποχαρακτηριστεί από «αμφίβολη για δόμηση» και να χαρακτηριστεί ως «κατάλληλη για δόμηση υπό προϋποθέσεις» (ΚΠ4), με τις προϋποθέσεις των παρ. (Β) και (Γ) να εφαρμοστούν στην εφαρμογή του σχεδίου πόλεως.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι από όλα τα φρεάτια που διανοίχθηκαν και τις εκσκαφές της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας παρατηρήθηκε ότι όλα τα παλαιά τείχη των ρωμαϊκών κτιρίων ήταν άθικτα παρά τους σεισμούς που έδρασαν στην περιοχή μετά τους ρωμαϊκούς χρόνους. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το μεγάλο πάχος της Ενότητας Ι όπου θεμελιώθηκε ο οικισμός της Σάμης του νεώτερου χρόνου

αποδεικνύει ότι όλα τα κτίρια που καταστράφηκαν με τον σεισμό του 1953, καταστράφηκαν κυρίως λόγω της θεμελίωσης

τους σε χαλαρά ασυμπύκνωτα υλικά και όχι λόγω της ύπαρξης κάποιου ενεργού ρήγματος μέσα στον ιστό του οικισμού.



Σχήμα 3. Γεωτεχνική τομή γεωτρήσεων Γ1-Γ2-Γ3 στις περιοχές ΑΜΦ1 και ΚΠ1  
 Figure 3. Geotechnical cross-section of boreholes B1-B2-B3 in the areas AMF1 and KP1

#### 4.2 Περιοχή ΚΠ1

Η συγκεκριμένη περιοχή βρίσκεται βορειοδυτικά του κοιμητηρίου Σάμης, μεταξύ της οδού Διχαλίων και του κοιμητηρίου. Παρουσιάζει εξαιρετικά απότομες κλίσεις της τάξης του 35% που σε συνδυασμό με το είδος των χαλαρών εδαφικών υλικών έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ερπυστικών κινήσεων καθιστώντας την συγκεκριμένη περιοχή δυσμενή για οικιστική ανάπτυξη.

Προς την κατεύθυνση αυτή εκτελέστηκε μία δειγματοληπτική γεώτρηση (Γ2), στο κάτω όριο της περιοχής πλησίον της ΑΜΦ1, λόγω της δύσκολης πρόσβασης και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές.

Η οριζόντια και κατακόρυφη ανάπτυξη των γεωτεχνικών ενοτήτων που εντοπίστηκαν στη γεώτρηση Γ2 δίνεται ενδεικτικά στην γεωτεχνική τομή του σχήματος 3. Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα της βασικής γεωτεχνικής έρευνας που εκτελέστηκε προέκυψαν τα εξής:

Α) Η περιοχή παρουσιάζει προβλήματα που έχουν σχέση, με τη φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης (χαλαρά κορήματα) το πάχος των οποίων φαίνεται ότι φτάνει ή υπερβαίνει τα 5μ. πλησίον του κοιμητηρίου, τις έντονες μορφολογικές κλίσεις (30%–35%) κατάντη του κοιμητηρίου και τους ερπυσμούς που ήδη παρατηρούνται σε περιορισμένη κλίμακα και αναμένεται να δραστηριοποιηθούν μετά την αποψίλωση της υπάρχουσας πυκνής βλάστησης στην περίπτωση δόμησης ολόκληρης της περιοχής.

Β) Οι εδαφικές συνθήκες (μικρότερο πάχος κορημάτων) βελτιώνονται προς τα κατάντη κοντά στην οδό Διχαλίων, ενώ και οι μορφολογικές κλίσεις είναι ηπιότερες στη ζώνη αυτή. Σε συνδυασμό με την ήδη υπάρχουσα οικιστική ανάπτυξη προτείνεται στη ζώνη αυτή να ισχύσουν οι ίδιες ακριβώς προϋποθέσεις δόμησης όπως στην περιοχή ΑΜΦ1 (βλ. παρ. Β και Γ).

Γ) Για την ανάντη περιοχή της ζώνης αυτής, όπου πρακτικά ελλείπει η δόμηση και υπάρχει

έντονη βλάστηση, οι επικρατούσες εδαφικές συνθήκες (έντονες μορφολογικές κλίσεις και πάχος κορημάτων που υπερβαίνει τα 3 μέτρα), προτείνεται η πλήρης απαγόρευση δόμησης.

#### 4.3 Περιοχή ΚΠ2

Στη συγκεκριμένη περιοχή που περιβάλλει το οικόπεδο του Κέντρου Υγείας Σάμης, η έρευνα εστιάστηκε στα φαινόμενα εδαφικής αστάθειας λόγω της φύσης του υπεδάφους και της εποχιακά υψηλής στάθμης των υπεδάφικων νερών και τις κλίσεις της τάξης του 10%-20%.

Προς την κατεύθυνση αυτή εκτελέστηκε μία δειγματοληπτική γεώτρηση (Γ6) και πραγματοποιήθηκαν και οι απαραίτητες εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές.

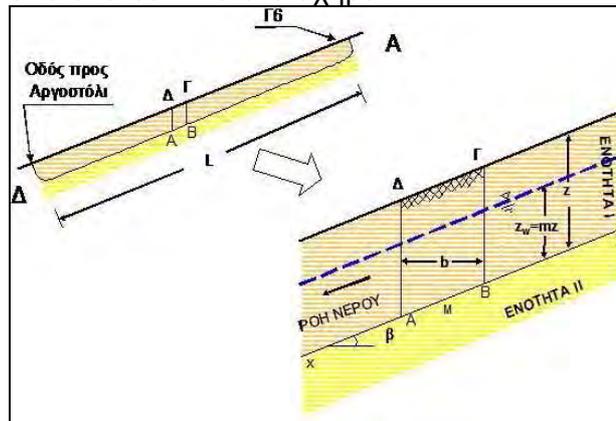
Στο Σχήμα 4 δίνεται ενδεικτική γεωτεχνική τομή χωρίς κλίμακας με διεύθυνση Α-Δ στο βόρειο άκρο της περιοχής ΚΠ2. Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα της βασικής γεωτεχνικής έρευνας που εκτελέστηκε προέκυψαν τα εξής:

Α) Τα τυχόν προβλήματα τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά την οικιστική ανάπτυξη της περιοχής (ΚΠ2) έχουν σχέση με την πιθανότητα ενεργοποίησης εδαφικών ασταθειών λόγω παρεμβάσεων στα ήπια πρανή στα πλαίσια διαμορφώσεων και εκσκαφών.

Β) Ως γενικός κανόνας για την ασφαλή θεμελίωση των κτιρίων είναι η άμεση μεταφορά των φορτίων των θεμελίων στην Ενότητα II που δομείται από καστανοκίτρινες αργιλικές μάργες με  $N_{SPT} > 30$ . Σε κάθε περίπτωση, για την επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών έδρασης, θα πρέπει να προηγηθεί εκσκαφή πλήρους αφαίρεσης του επιφανειακού χαλαρού εδαφικού στρώματος της Ενότητας I, που δομείται από πρόσφατα χαλαρά υλικά κορημάτων, το οποίο διαθέτει πάχη από 1,50μ με ενδείξεις αύξησής του μέχρι και 3μ. στη νότια πλευρά της περιοχής.

Γ) Κρίνεται αναγκαία η κατασκευή έργων αποστράγγισης της συγκεκριμένης περιοχής που θα έχουν σαν σκοπό τη διευθέτηση των υπόγειων νερών μακριά από την οικιστική ζώνη. Συγκεκριμένα, θα πρέπει τα έργα αποστράγγισης να κατασκευαστούν μετά από υδραυλικό σχεδιασμό σε κατάλληλη κλίμακα και να περιλαμβάνουν επιμήκη στραγγιστική τάφρο στα ανάντη όρια του σχεδίου επέκτασης, νότια της ΚΠ2, προκειμένου τα νερά να διοχετεύονται πλευρικά είτε προς το βόρειο ρέμα που πρόκειται να οριοθετηθεί, είτε προς τα υπάρχοντα ή προς κατασκευή δίκτυα συλλογής όμβριων. Η θέση της προτεινόμενης τάφρου αποτυπώνεται ενδεικτικά στο Σχήμα 2,

η οποία θα βελτιώσει τις γεωμηχανικές ιδιότητες των σχηματισμών θεμελίωσης με την ταπείνωση της στάθμης του υδροφόρου, που δίνεται ενδεικτικά στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Ενδεικτική γεωτεχνική τομή (ΚΠ2)  
Figure 4. Geotechnical cross-section (KP2)

#### 4.4 Περιοχή ΚΠ3

Στη συγκεκριμένη περιοχή που βρίσκεται στο δυτικό πεδινό τμήμα της προς πολεοδόμηση περιοχής, η έρευνα εστιάστηκε στον κίνδυνο ύπαρξης ρευστοποιήσεων λόγω του υψηλού υδροφόρου ορίζοντα και της αυξημένης σεισμικής επικινδυνότητας.

Προς την κατεύθυνση αυτή εκτελέστηκαν στην περιοχή δύο δειγματοληπτικές γεωτρήσεις (Γ4-Γ5) και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές.

Η οριζόντια και κατακόρυφη ανάπτυξη των γεωτεχνικών ενοτήτων που εντοπίστηκαν στην περιοχή έρευνας δίνεται ενδεικτικά στην γεωτεχνική τομή του Σχήματος 5. Σύμφωνα δε με τα αποτελέσματα της βασικής γεωτεχνικής έρευνας που εκτελέστηκε στην υπόψη περιοχή ΚΠ3 προέκυψαν τα εξής:

Α) Ο ανώτερος εδαφικός ορίζοντας (Ενότητα I) αποτελείται από πρόσφατα υλικά (αργιλώδη αμμοχάλικα και αμμώδεις αργίλους) χαλαρής-μέσης πυκνότητας, πάχους 1,50 έως 3,50μ. Στον οριζοντα αυτό υπόκεινται στρώσεις τεφρών μαλακών αργίλων, ιλύων, ιλυωδών άμμων και αμμοχαλικών μέχρι το βάθος των 13 έως 15 μέτρων περίπου (Ενότητα II). Οι στρώσεις αυτές παρουσιάζουν ανομοιόμορφη κατακόρυφη και οριζόντια εξάπλωση (πλευρικές μεταβάσεις), όπως φαίνεται και στο σχήμα 5. Μετά το βάθος των 13-15 μέτρων εμφανίζονται αμμώδεις άργιλοι (Ενότητα III).

Β) Η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται σε βάθη που κυμαίνονται από 1 έως 2 μέτρα σε όλη την περιοχή ΚΠ3.

Γ) Αμμώδη στρώματα σημαντικού πάχους πρακτικά ελλείπουν στην παράκτια ζώνη, ενώ αντιθέτως συναντώνται στην νοτιότερη πιο απομακρυσμένη από την παραλία περιοχή. Με βάση τους ελέγχους που έγιναν, δεν φαίνεται να υπάρχει κίνδυνος ρευστοποίησης των αμμωδών στρώσεων της εδαφικής Ενότητας ΙΙΓ (SM). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αμμώδη στρώματα της Ενότητας ΙΙΓ είναι μέσης πυκνότητας εναπόθεσης και επιπλέον παρουσιάζουν σημαντικό λεπτομερές κλάσμα ιλύος και αργίλου και τοπικά χαλίκων.

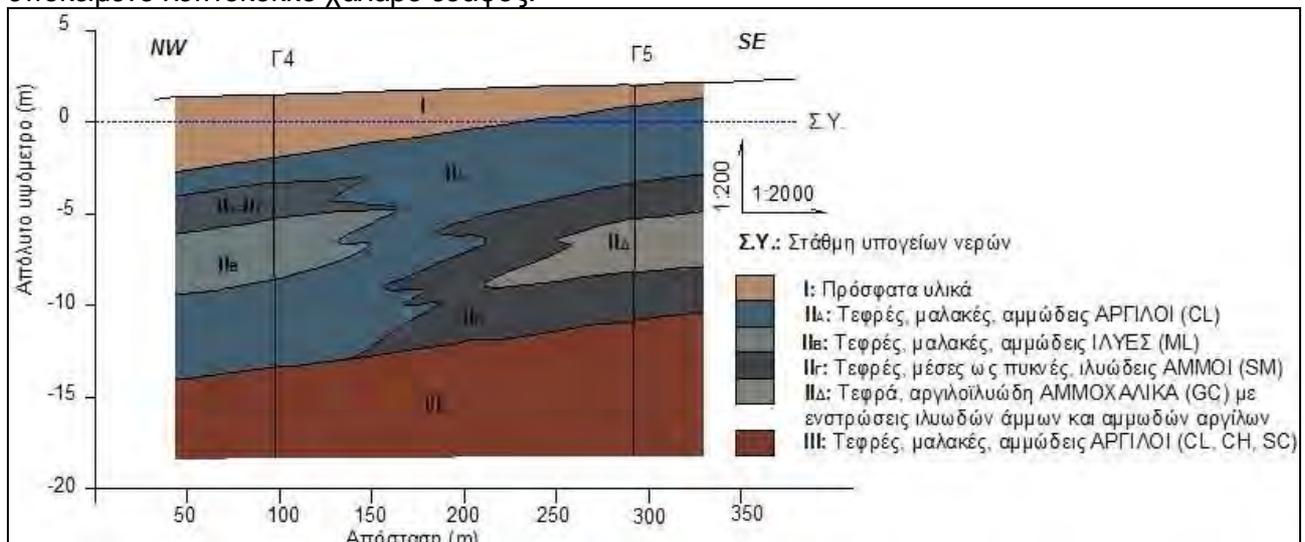
Δ) Οι επιτρεπόμενες τάσεις θεμελίωσης για έδραση στο αργιλικό κυρίως υπέδαφος (Ενότητα ΙΙΑ) βρέθηκαν αρκετά χαμηλές, ενώ οι εκτιμώμενες καθιζήσεις βρέθηκαν να είναι περιορισμένου μεγέθους, στο βαθμό βέβαια που αυτές αντιστοιχούν στις τάσεις έδρασης που χρησιμοποιήθηκαν.

Ε) Δεδομένων των υπεδαφικών συνθηκών, ο ασφαλέστερος τρόπος θεμελίωσης των προς δόμηση κτηρίων, είναι με την εφαρμογή της γενικής κοιτόστρωσης, με ελάχιστο βάθος θεμελίωσης να μην είναι μικρότερο από 1,50μ. Η έδραση της κοιτόστρωσης πρέπει να γίνεται επί εξυγιαντικής στρώσης πάχους τουλάχιστον 0,30–0,40μ και μεταξύ κοιτόστρωσης και εξυγιαντικής στρώσης χρήσιμο είναι να παρεμβάλλεται γεωύφασμα. Η παρουσία του μαλακού αργιλικού στρώματος (Ενότητα ΙΙΑ) πάνω στο οποίο κυρίως θα γίνει η έδραση της θεμελίωσης απαιτεί τη λήψη πρόσθετων εξυγιαντικών μέτρων για να αποφευχθεί η ανάμιξη της εξυγιαντικής στρώσης με το υποκείμενο λεπτόκοκκο χαλαρό έδαφος.

ΣΤ) Τα χαρακτηριστικά της υπόγειας υδροφορίας (υψηλή στάθμη υδροφόρου) σε συνδυασμό με τις χαλαρές ανώτερες εδαφικές στρώσεις, είναι πιθανό κατά την εκσκαφή για θεμελίωση των κτηρίων να προκαλέσουν φαινόμενα αστάθειας στα πρανή της εκσκαφής. Ως εκ τούτου, απαιτείται η λήψη μέτρων ασφαλείας/πρόληψης των φαινομένων αυτών με προσωρινές αντιστηρίξεις των πρανών εκσκαφής με βάση τον Κτιριοδομικό Κανονισμό (1989).

Ζ) Προκειμένου να επιτευχθεί η ταπείνωση της στάθμης της υπόγειας υδροφορίας, κατά το στάδιο της κατασκευής των κτιρίων και μόνο, προτείνεται η τοποθέτηση κατάλληλων αντλητικών συστημάτων βαθύτερα του δαπέδου θεμελίωσης, σε φρεάτια κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό, με την προϋπόθεση να μην αντλούνται ταυτόχρονα λεπτόκοκκα υλικά του υποκείμενου της θεμελίωσης σχηματισμού. Για την εξασφάλιση αποδεκτών συνθηκών εργασίας και αποστράγγισης των νερών προς τα σημεία άντλησης (φρεάτια), κρίνεται σκόπιμη η τοποθέτηση μικρού πάχους αμμοχαλικώδους στρώσης 0,30μ. Με το πέρας της θεμελίωσης, η άντληση θα διακόπτεται, ώστε να μην επηρεάζεται μελλοντικά η υφιστάμενη δυναμικότητα της υπόγειας υδροφορίας.

Όσον αφορά τα παραπάνω μέτρα, επισημαίνεται ότι η παρούσα γεωτεχνική έρευνα δίνει γενικές οδηγίες για τον τρόπο θεμελίωσης στην περιοχή ΚΠ3 οι οποίες θα πρέπει να εξειδικεύονται για κάθε θέση εφαρμόζοντας τον ΕΑΚ με όπως ισχύει σήμερα, δηλαδή γεωτεχνική έρευνα στη θέση θεμελίωσης σύμφωνα με τον Πίνακα 1.



Σχήμα 5. Γεωτεχνική τομή γεωτρήσεων Γ4-Γ5 στην περιοχή ΚΠ3

Figure 5. Geotechnical cross-section of boreholes B4-B5 in the area KP3

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι γεωτεχνικές έρευνες, εκτός των περιπτώσεων που εκπονούνται με βάση τον ισχύοντα Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (2000), θεωρούνται και είναι το πιο αξιόπιστο εργαλείο στην αποσαφήνιση των συνθηκών θεμελίωσης και πρέπει να χρησιμοποιούνται ευρέως στον πολεοδομικό σχεδιασμό, ώστε να μπορούν να επιβάλλονται όροι και προϋποθέσεις δόμησης κατά την εφαρμογή του σχεδίου πόλης. Σε αυτό το επίπεδο σχεδιασμού οι γεωτεχνικές έρευνες συμβάλλουν στην ανάδειξη των γενικών γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή, χωρίς όμως να υποκαθιστούν τις γεωτεχνικές έρευνες που πρέπει να γίνονται ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε έργου, δεδομένου ότι οι γεωτεχνικές συνθήκες είναι ετερογενείς και μπορεί να διαφέρουν από θέση σε θέση

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής γεωτεχνικής έρευνας στον Πολεοδομικό Σχεδιασμό είναι η περίπτωση της επέκτασης του σχεδίου πόλης του οικισμού Σάμης του Δήμου Σάμης, η οποία εκπονήθηκε από το Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών για λογαριασμό του Δήμου Σάμης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, που περιλάμβανε ανόρυξη έξι δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, εκτέλεση επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, διάνοιξη και αποτύπωση φρεατίων και σύνταξη γεωτεχνικών τομών, οδήγησαν στην σύνταξη ενός τελικού χάρτη καταλληλότητας για δόμηση των προς πολεοδόμηση περιοχών, με τη κατηγοριοποίηση των περιοχών να γίνεται ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θεμελίωσης και με την επιβολή όρων και προϋποθέσεων δόμησης, ανά περιοχή.

Οι περιοχές αυτές είχαν οριοθετηθεί με βάση προηγούμενη μελέτη και επαναπροσδιορίστηκε η καταλληλότητα τους για δόμηση με βάση τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας ως κατάλληλες για δόμηση υπό προϋποθέσεις (ΚΠ) με αριθμό 1 έως και 4 ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής.

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της έρευνας αυτής ήταν η διαπίστωση ότι όλα τα παλαιά τείχη των ρωμαϊκών κτιρίων που βρέθηκαν μετά από ανασκαφές, παρέμειναν άθικτα παρά τους σεισμούς που έδρασαν στην περιοχή μετά τους ρωμαϊκούς χρόνους. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το μεγάλο πάχος των

χαλαρών πλευρικών κορημάτων που είχε θεμελιωθεί σημαντικό τμήμα του οικισμού της Σάμης κατά τους νεώτερους χρόνους, αποδεικνύει ότι όλα τα κτίρια που καταστράφηκαν με τον σεισμό του 1953, καταστράφηκαν κυρίως λόγω της θεμελίωσης σε χαλαρά ασυμπύκνωτα υλικά και όχι λόγω της ύπαρξης κάποιου ενεργού ρήγματος μέσα στον ιστό του οικισμού.

Ανακεφαλαιώνοντας θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά η αναθεώρηση του ισχύοντος Νομοθετικού Πλαισίου για την οικιστική ανάπτυξη, ώστε να καταστούν υποχρεωτικές οι γεωτεχνικές έρευνες σε επίπεδο πολεοδομικού σχεδιασμού, με ανάλογη τροποποίηση του Νέου Οικιστικού Νόμου (1997).

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεώργας, Δ. (2004). “Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας περιοχής επέκτασης του σχεδίου πόλεως Δήμου Σάμης Ν. Κεφαλληνίας”, Μελέτη Δήμου Σάμης, 2004.
- ΕΑΚ (2000). “Έγκριση Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού”. Υ.Α. Δ17α/141/3/ΦΝ275, ΦΕΚ 2184/Β/20-12-1999.
- ΕΑΚ (2000). “Τροποποίηση και συμπλήρωση της απόφασης έγκρισης του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού”. Υ.Α. Δ17α/67/1/ΦΝ 275/03, ΦΕΚ 781/Β/18-06-2003.
- Κούκης, Γ., Σαμπατακάκης, Ν., κ.α. (2005). “Γεωτεχνική Έρευνα περιοχής επέκτασης Σχεδίου Πόλεως Δήμου Σάμης Ν. Κεφαλληνίας”. Ερευνητικό Πρόγραμμα Πανεπιστημίου Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και Γεωφυσικής, Ιούλιος 2005.
- Κουκουβέλας, Ι. & Κοκκάλας, Σ. (2005). “Νεοτεκτονική Μελέτη και εκτίμηση της ενεργότητας της ρηξιγενούς ζώνης της Σάμης Ν. Κεφαλληνίας”. Ερευνητικό Πρόγραμμα Πανεπιστημίου Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και Γεωφυσικής, Ιούλιος 2005.
- Κτιριοδομικός Κανονισμός (1989). “Έγκριση Κτιριοδομικού Κανονισμού”. Υ.Α. 3046/304/30-01-1989, ΦΕΚ 59/Δ/1989.
- Νέος Οικιστικός Νόμος (1997). “Ο Νέος Οικιστικός Νόμος: Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις”, Ν. 2508/1997, ΦΕΚ 124/Α/1997.