

**ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

## **ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ**

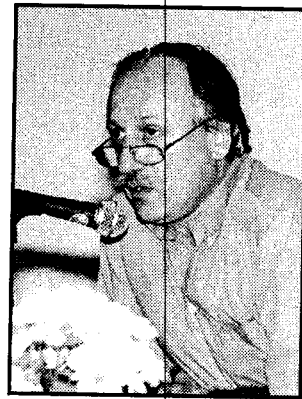


### **ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

<b>ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΛΙΝΟΣ</b>	<b>ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>
<b>ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ</b>	<b>ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>
<b>ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ</b>	<b>ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>
<b>ΚΩΝ/ΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ</b>	<b>ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>
<b>ΚΩΝ/ΝΟΣ ΚΑΛΜΠΟΓΚΙΝΗΣ</b>	<b>ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>

**ΛΑΡΙΣΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2000**

## Το σημείωμα του Προέδρου



### Αγαπητοί συνάδελφοι

Το 1987, ύστερα από πρωτοβουλία και αίτημα του ΤΕΕ - Τμήματος Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας, η Νομαρχία Λάρισας - Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών ανέθεσε σε ερευνητική ομάδα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με επικεφαλής τους καθηγητές κ. Πιτιλάκη και Σ. Τσότσο, τη σύνταξη της Μικροζωνικής μελέτης της Λάρισας.

Η οριστική μελέτη - που εκπονήθηκε σε δυο φάσεις - παραδόθηκε το 1995 οπότε έγινε και η παρουσίασή της στους μηχανικούς και το κοινό της Λάρισας.

Εκτοτε το ΤΕΕ έκρινε σκόπιμο, ότι θα έπρεπε να γίνει αξιοποίηση της μελέτης αυτής και εξαγωγή συμπερασμάτων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι προσιτή στους μηχανικούς και να αποτελεί ένα χρήσιμο βοήθημα γι' αυτούς, ιδιαίτερα σ' ότι αφορά τα θέματα εκτίμησης των σεισμικών δράσεων που ανιχνεύονται σε διάφορες περιοχές της πόλης και σχεδιασμού των κτιρίων ώστε να είναι ασφαλή από άποψη σεισμικής συμπεριφοράς.

Για το σκοπό αυτό συνέστησε Ομάδα Εργασίας από τους συναδέλφους Ευάγγελο Καλλίνο, Γιάννη Θανόπουλο, Θεόδωρο Λεόντιο, Κων/νο Αλεξόπουλο, και Κων/νο Καλμπογκίνη - Πολιτικούς Μηχανικούς, οι οποίοι τελικά οριστικοποίησαν την εκπόνηση αυτής της δύσκολης και υψηλού επιστημονικού επιπέδου εργασίας, που αυτή τη στιγμή έχετε στα χέρια σας.

Συγχαίρω ιδιαίτερα και θερμά τους συναδέλφους για την πολύ αξιόλογη αυτή εργασία που είμαι βέβαιος, θα αξιοποιηθεί ανάλογα απ' όλους σας.

Οφείλω να επισημάνω ότι το εγχειρίδιο αυτό δεν αντικαθιστά ή εναντιώνεται προς τον Αντισεισμικό Κανονισμό, αλλά κινείται μέσα στα όριά του, ιδιαίτερα σε ότι αφορά τον ΝΕΑΚ.

Ο μελετητής μηχανικός θα αξιολογήσει ο ίδιος τα εδαφολογικά δεδομένα που εμφανίζονται στις διάφορες ζώνες που χωρίζεται η πόλη, θα μελετήσει τις εδαφικές αποκρίσεις σε επιβαλλόμενη σεισμική διέγερση και θα εκτιμήσει εκείνος εάν απαιτείται περαιτέρω εδαφική έρευνα, ιδιαίτερα σε περιοχές υψηλού κινδύνου ρευστοποίησης, ανάλογα βέβαια και με τη σπουδαιότητα του έργου.

Με συναδελφικούς χαιρετισμούς  
Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ

ΠΕΤΡΟΣ ΗΛΙΑΔΗΣ

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

#### **2.1 Εδαφικοί Σχηματισμοί.**

#### **2.1 Γεωτεχνικές Τομές.**

#### **2.3 Γεωτεχνικός Χάρτης.**

### **3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ**

### **4. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ**

#### **4.1 Ζώνες εδαφικών επιταχύνσεων**

#### **4.2 Φάσματα σχεδιασμού**

#### **4.3 Αξιολόγηση προτεινόμενων φασμάτων**

### **5. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

### **6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διοικούσα επιτροπή του περιφερειακού τμήματος του ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας κινούμενη από την αυξημένη ευαισθησία σε θέματα υψηλού ενδιαφέροντος τόσο για τον τεχνικό κόσμο όσο και για το ευρύτερο κοινό της πόλης αποφάσισε να συστήσει ομάδα εργασίας η οποία θα ασχοληθεί με την υπό της ομάδας του Καθηγητού Πιτιλάκη εκπονηθείσα Μικροζωνική μελέτη της Λάρισας με σκοπό να προβεί στην αξιοποίηση αυτής καθιστώντας την προσιτή στο σύνολο των μηχανικών και κάθε ενδιαφερόμενου πολίτη της πόλης .

Η εκπόνηση μιας τέτοιας μελέτης, η οποία σε σχέση με το χρόνο σύνταξής της αποτελεί πρωτοποριακό γεγονός για τον Ελλαδικό χώρο, καταλήγει σε συμπεράσματα και προτάσεις για τον ορθολογικότερο τρόπο εκτίμησης των σεισμικών δράσεων σχεδιασμού των κτιρίων της Λάρισας.

Αυτό επιτυγχάνεται καθόσον μέσω της ανάλυσής της :

α. Πραγματοποιήθηκε η λεπτομερέστερη δυνατή γεωτεχνική χαρτογράφηση του υπεδάφους της πόλης της Λάρισας & προτείνεται ο γεωτεχνικός χάρτης της πόλης.

β. Μέσω της αξιοποίησης του συνόλου των γεωτεχνικών πληροφοριών περιγράφηκαν οι βασικοί εδαφικοί σχηματισμοί και εκτιμήθηκαν οι μέσες τιμές των γεωτεχνικών δεδομένων σχεδιασμού των θεμελιώσεων.

γ. Πραγματοποιήθηκε πλήρης μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας της πόλης της Λάρισας & προτείνεται ο γεωσεισμικός χάρτης δηλαδή ο χωρισμός της πόλης σε ζώνες ομοιόμορφης σεισμικής συμπεριφοράς.

δ. Έγιναν συστηματικές μελέτες εδαφικής - σεισμικής απόκρισης για όλες τις ζώνες, στις οποίες χωρίσθηκε η πόλη και για πέντε (5) σεισμούς σχεδιασμού.

ε. Προτάθηκαν χάρτες των αναμενόμενων μεγίστων εδαφικών επιταχύνσεων στην επιφάνεια του εδάφους, για διάφορους σεισμούς σχεδιασμού.

ζ. Προτάθηκαν φάσματα σχεδιασμού (ελαστικής απόκρισης - ψευδοεπιταχύνσεων) και συντελεστές φασματικής μεγέθυνσης, καθώς και καθορίσθηκε η χωρική οριοθέτησή τους.

η. Εκπονήθηκε ολοκληρωμένη μελέτη του κινδύνου ρευστοποίησης και προτάθηκαν συγκεκριμένοι χάρτες του δυναμικού ρευστοποίησης, καθώς και του κινδύνου ρευστοποίησης.

Επομένως δια της μελέτης αυτής οι μελετητές της πόλης και κάθε φορέας έχει στα χέρια του μια αξιόπιστη ανάλυση η οποία στηρίζεται στα πραγματικά συναντώμενα στην πόλη εδαφικά δεδομένα και στην πραγματική απόκρισή τους σε επιβαλλόμενη σεισμική διέγερση.

Υιοθετώντας τα αποτελέσματα της μικροζωνικής γίνεται ένα βήμα προς την εξασφάλιση μεγαλύτερης αντισεισμικής προστασίας και καλύτερης αντίληψης της σεισμικής συμπεριφοράς των κτισμάτων της πόλης.

Στο πλαίσιο του αντικειμένου της η ομάδα εργασίας θέλοντας να καταστήσει πιο προσιτά και δυνατά προς χρήση τα στοιχεία και αποτελέσματα της μελέτης προέβη στην αξιολόγηση, ανάλυση, σύνθεση και μεταφορά των στοιχείων της μελέτης σε πραγματικό χάρτη της πόλης.

Στα πλαίσια της εργασίας της προέβη σε μία περιληπτική αλλά ουσιαστική παρουσίαση των δεδομένων της μικροζωνικής μελέτης, χωρίς να υπεισέρχεται σε λεπτομέρειες, καθόσον ο ενδιαφερόμενος μπορεί να αντλήσει τα στοιχεία από τα πρωτότυπα κείμενα της μελέτης.

Με το σκεπτικό αυτό στο τεύχος αυτό γίνεται συνοπτική παρουσίαση των γεωτεχνικών δεδομένων, της σεισμικής επικινδυνότητας της πόλης της Λάρισας, της σεισμικής απόκρισης των εδαφικών σχηματισμών, παρουσιάζονται τα προτεινόμενα για κάθε περιοχή της πόλης φάσματα σχεδιασμού, αναλύεται το πρόβλημα της ρευστοποίησης των εδαφικών σχηματισμών της πόλης και τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της και οι προτάσεις της.

Παράλληλα στο παράρτημα Α επισυνάπτονται όλοι οι χάρτες της μικροζωνικής μελέτης με μεταφορά σε πραγματικό χάρτη της πόλης σε κλίμακα 1:8000 έτσι ώστε για τον μηχανικό της πράξης να είναι εύκολη η αξιοποίηση τους.

Με βάση το τεύχος αυτό της ομάδας εργασίας απλοποιείται η διαδικασία εφαρμογής των προτάσεων της μικροζωνικής μελέτης καθόσον οι πληροφορίες έστω και περιληπτικά καθίστανται προσιτές στον κάθε ενδιαφερόμενο, χωρίς να χρειάζεται να έχει τις ειδικές γνώσεις που απαιτούνται για την αποκωδικοποίηση των περιλαμβανομένων στην μελέτη στοιχείων.

Παράλληλα, με ταυτόχρονη αναζήτηση στην μελέτη δύναται κανείς να εμβαθύνει και εμπλουτίσει την γνώση, παίρνοντας υπ' όψιν όλη την λεπτομέρεια.

Οι χάρτες οι πίνακες και τα διάφορα διαγράμματα προσφέρουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κοινών οικοδομικών και λοιπών κατασκευών στην πόλη της Λάρισας.

**Θεωρούμε σκόπιμο να τονίσουμε από το σημείο αυτό με ιδιαίτερα emphaticό τρόπο, ότι η χρησιμοποίηση των στοιχείων και προτάσεων της παρούσης μικροζωνικής μελέτης, δεν υποκαθιστά σε καμία περίπτωση την ανάγκη εκπόνησης συγκεκριμένων κατά περίπτωση μελετών.**

**Οι τιμές οι οποίες προτείνονται είναι οι μέσες τιμές ενός δεδομένου στατιστικού δείγματος το οποίο σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρες και απολύτως αξιόπιστο.**

Για τον σκοπό αυτό η εκπόνηση κατά περίπτωση εδαφοτεχνικών μελετών κρίνεται επιβεβλημένη ιδίως σε έργα σημαντικής σπουδαιότητας.

Επίσης θα πρέπει να τονισθεί ότι η μεταφορά των προτεινομένων χαρτών σε χάρτη της πόλης υπό κλίμακα 1:8000 διέπεται ως προς την ακρίβεια από την ακρίβεια του αρχικού χάρτη και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κυρίως στα όρια διαχωρισμού των διαφόρων ζωνών.

Η ομάδα εργασίας θα ήθελε από την θέση αυτή να εκφράσει τις ευχαριστίες της προς τον Δήμο Λάρισας ο οποίος και μας διέθεσε τον σε ψηφιακή μορφή χάρτη της πόλης της Λάρισας, χωρίς την ύπαρξη του οποίου θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής στην μορφή που τελικά έχει.

Λάρισα Ιανουάριος 2000

Η Ομάδα Εργασίας.

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΜΑΛΛΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝ/ΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝ/ΝΟΣ ΚΑΛΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΛΟΣ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

## 2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 2.1 Εδαφικοί σχηματισμοί

Το υπέδαφος της Λάρισας έχει αρκετά σύνθετη μορφή, παρουσιάζοντας μεγάλη ετερογένεια και έντονες εναλλαγές των επιφανειακών ιδιαίτερα στρώσεων.

Σε ότι αφορά το είδος των εδαφικών σχηματισμών διακρίνουμε επτά (7) βασικές κατηγορίες εδαφών, κυρίως μιγμάτων. Με βάση την κατάταξη κατά UCS(Παγκόσμιο σύστημα κατάταξης εδαφών) στον Πίνακα 1, γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση και περιγραφή των εδαφών της Λάρισας. Τα σύμβολα A, B, Γ, Δ, E, Z, H χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό κάθε τύπου εδάφους.

<b>Πίνακας : 1 Εδαφικοί σχηματισμοί Λαρίσης</b>		
<b>Τύπος Εδάφους</b>	<b>Κατάταξη κατά UCS</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>A</b>	GC, GC-SC, SC	Αργιλώδεις άμμοι και αργιλώδες αμμοχάλικο χωρίς λεπτόκοκκο κλάσμα
<b>B</b>	CH, CH-CL, CL	Διάφοροι άργιλοι μέσης και κατά θέσεις υψηλής πλαστικότητας, με κυμαινόμενο ποσοστό ιλύος και με σημαντικές διαφορές στις μηχανικές ιδιότητες.
<b>Γ</b>	Marl	Μάργες κυρίως αργιλώδεις έως πολύ σφιφρές άργιλοι
<b>Δ</b>	SC-SW, SP-SM, SM-SC	Μίγματα άμμου με ιλύ και/ή άργιλο σε κυμαινόμενο ποσοστό
<b>E</b>	SM, SM-ML, ML	Ιλυώδη εδάφη, λεπτόκοκκοι ιλυώδεις άμμοι με μικρή έως ανύπαρκτη πλαστικότητα σε χαλαρή σύσταση
<b>Z</b>	SP, SP-SW, SW	Άμμοι μέτριας έως καλής κοκκομετρικής διαβάθμισης κύρια μεσόκοκκοι
<b>H</b>	Debris	Τεχνητές επιχωματώσεις (στο ιστορικό κέντρο της πόλης) εξαιρετικά ετερογενείς. Η σύνθεσή τους ποικίλει από άμμους, αργίλους, χαλίκια έως οικοδομικά υλικά και αρχιτεκτονικά μέλη παλαιών (ακόμη και αρχαίων) κατασκευών

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων εδαφών ποικίλουν από θέση σε θέση και ιδιαίτερα με το βάθος. Για το σκοπό αυτό στην Μικροζωνική Μελέτη έγινε συστηματική επεξεργασία των γεωτεχνικών πληροφοριών και η εκτίμηση των μέσων τιμών των παραμέτρων αντοχής για κάθε κατηγορία εδαφικού σχηματισμού.

Πρέπει όμως εδώ να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών & κατά συνέπεια της αντοχής των διαφόρων στρωμάτων παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη διασπορά & κάποιος που θα ήθελε να τα χρησιμοποιήσει για έλεγχο της φέρουσας ικανότητας της θεμελίωσης μιας κατασκευής (τάση εδάφους) θα έπρεπε να είναι αρκετά προσεκτικός.

Με όλες τις παραπάνω επιφυλάξεις η ομάδα εργασίας προσπάθησε να δώσει μία κατ' αρχήν ποιοτική περιγραφή του τύπου εδάφους από πλευράς μηχανικής αντοχής, στον σχετικό πίνακα 2 ώστε να δοθεί μία εικόνα της σημαντικής μεταβολής της παραμέτρου «τάση εδάφους» που παρατηρείται στις διάφορες περιοχές της πόλης.

Τύπος Εδάφους	Περιγραφή - Παρατηρήσεις
A	$\phi=30^\circ$ μέση Αποτελέσματα μόνον στην Περιοχή Γηροκομείου.
B	$C=0,30$ $\phi=20^\circ$ Σε περιοχές παρατηρείται : $C=1$ , $\phi < 12$ Μεγάλη ετερογένεια
Γ	Μέση συνοχή $\sim 1.0$
Δ	$C$ : από 0,16 έως 0,50 Αντίστοιχα : $\phi$ από $31^\circ$ έως $24^\circ$
E	Μεγάλη ετερογένεια $\phi$ από $10^\circ$ έως $30^\circ$ $C$ : γενικά μικρό
Z	$\phi \sim 40^\circ$ (περιοχή κέντρου)
H	Γενικά πολύ χαμηλή αντοχή

Θεωρήσαμε σκόπιμο να παραθέσουμε τους πίνακες 4.14 της μικροζωνικής μελέτης επί των οποίων φαίνονται οι μέσες τιμές των εδαφικών παραμέτρων της κάθε ζώνης.

Τα στοιχεία αυτά μόνον σε επίπεδο προκαταρκτικής μελέτης δύναται να τα χρησιμοποιήσει και σε καμία περίπτωση για την εκπόνηση μελέτης τεχνικού έργου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.14** Αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας γεωτεχνικών πληροφοριών ,μέσες τιμές, για κάθε ζώνη.  
Στους πίνακες παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των Εδαφικών τύπων ανά Ζώνη Εδαφικών Σχηματισμών.

#### ZONE 1

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	Γ	γd	P.4	P.20 0	Cc	QU	EU	C	F	Eo
A	48	32	17	15	2,7	-	74	36	-	-	-	-	-	
B	47	53	31	22	2	1.5	95	76	0.1 5	1.8 7	4.5 5	0.9 7	-	0.6 9
C	52	53	30	23	1,9 6	1,5 8	99	88	-	2.4 5	3.3	0.9 7	-	0.7 6



### ZONE 2

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
A	27	36	23	16	-	1,7	100	44	0,4 4	3,7 9	-	0,5 3	31	0,5 9
B	29	48	30	21	2,1	1,7	100	69	0,3	2,9 8	5,8 5	0,4 8	21, 8	0,6 4
D	38	35	18	21, 5	-	L67	94	33	-	L6 6	-	0,5 2	24	0,5 4

### ZONE 3

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
B	37	45	26	23	2	1,6	98	78	0,1 9	2,1 3	6,3 6	1,9 3	12	0,7 5
E	40	29	7	21	-	-	97	36	-	-	-	0,1 7	8,4	-

### ZONE 4

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
A	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	64	51	31	26	1,98	-	97	72,5	-0,3	0,9 7	3,5	0,1 8	26	0,7 4
D	53	-	-	14, 3	-	-	98	25	-	-	-	0,1 6	31	-
E	48	-	-	13, 8	-	-	97	23,5	-	-	-	-	-	-
Z	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### ZONE 5

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
B	51	49	31	29	1,9	1,6	98	76	0,1 7	1,8 3	6,4	0,7 1	14	0,6
D	55	42	24	22	1,9 5	1,6	100	86	0,0 9	2,1	-	0,2 9	24	0,6 5

Z	57	-	-	17	2	1,8	99	39	0,0 6	-	-	0,4 9	40	0,5 1
H	12	-	-	-	-	1,4 6	-	-	-	-	-	-	-	-

#### ZONE 6

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	$\Gamma$	$\gamma_d$	P.4	P.20 0	Cc	QU	EU	C	F	Eo
B	28	46	27	25	2	1,8	97, 5	84	0,1 4	2,6 9	11	24,3 4	5,8	0,7
D	33	28	12	24	2	-	96	49	0,0 9	2,2	2, 8	-	-	0,6 5
E	47	-	-	23	-	-	97	20	-	-	-	-	-	-
H	26	31	15	18	-	-	79	52	-	-	-	-	-	-

#### ZONE 7

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	$\gamma$	$\gamma_d$	P.4	P.20 0	Cc	QU	EU	C	F	Eo
B	44	37	18	27	1,9	-	99	79	0,2 3	0,6 1	7	0,28	19	0,7 9
E	51	-	-	24	2,0 9	-	95	25	0,1 3	0,3	15	0,65	14	0,6 1

#### ZONE 8

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	$\gamma$	$\gamma_d$	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	Eo
B	45	41	20	26	2	-	99	89	0,2 4	2,0 5	7,66	0,38	15	0,7
D	40	30	11	22	2	-	86	49	-	1,4 9	11,8	-	-	0,6 7
E	42	27	7	21	2,0 2	-	97	43	-	1,8	19,6	0,19	33	0,6 2

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.14 (συνέχεια)

ZONE 9

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	Γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
A	37	27	11	23	-	-	94	37	-	-	-	-	-	-
B	32	39	20	25	2	-	97	74	0,19	3,1	3,1	0,37	18	0,66
D	17	-	-	13	1,9	-	93	29	-	-	-	0,3	-	0,7
E	38	-	-	-	-	-	90	35	-	-	-	-	-	-

ZONE 10

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
A	29	44	25	29	2	-	100	87	-	2,18	5,64	-	-	0,68
D	17	-	-	13,2	1,9	-	92,5	29	-	-	-	0,27	-	0,65
E	39	-	-	24	1,57	-	100	29	-	-	-	0,27	-	-
H	12	30	17	25	-	-	92	56	-	-	-	-	-	-

ZONE 11

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
B	50	52	34	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	55	24	10	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ZONE 12

SOIL TYPES	SP T	WL	IP	W	Γ	γ <sub>d</sub>	P.4	P.200	Cc	QU	EU	C	F	E <sub>o</sub>
B	26	50	27	25	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-
E	35	19	4,5	18,5	-	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT Standard Penetration Test  
 WL, WP, IP Όρια Atterberg  
 W Φυσική Υγρασία  
 γ Ειδικό Βάρος  
 γ<sub>d</sub> Υγρό ειδικό βάρος  
 P.4 ,P.200 Περιγραφή κοκκομετρικής διαβάθμισης  
 Cc Συντελεστής συμπίεσιότητας

QU ,EU Αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης(=2Cu) και σχετική αξονική παραμόρφωση ( $\epsilon/\mu 2$ )  
 C ,F Συνοχή και γωνία τριβής  
 Eo Δείκτης κενών.

\* Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει υπενθύμιση ορισμένων βασικών αρχών υπολογισμού της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους στην θεμελίωση ενός κτιρίου :

Το μέγεθος της στην επαφή του σκυροδέματος με το έδαφος υπολογίζεται ως το 1/3 της τάσης θραύσης του εδάφους, η οποία με τη σειρά της είναι άμεση συνάρτηση των :

- μηχανικών χαρακτηριστικών των εδαφικών σχηματισμών σε βάθος τουλάχιστον ίσο με το πλάτος της κατασκευής (π.χ. πρόσοψη κτιρίου) δηλ.

- της γωνιάς εσωτερικής τριβής  $\phi'$
- της συνοχής  $c'$
- της στάθμης του νερού
- της γεωμετρίας του θεμελίου
- της ύπαρξης φόρτισης από διπλανά κτίρια

Επισημαίνεται πάντως η ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του θέματος με εκτέλεση κατάλληλης γεωτεχνικής έρευνας, ιδίως σε θέσεις όπου αναμένονται «ασθενείς» εδαφικοί σχηματισμοί, δεδομένου ότι χαμηλές αντοχές έχουν εντοπισθεί σε αρκετές περιπτώσεις των ζωνών Β, Ε & Η κυρίως.

## **2.2 Γεωτεχνικές τομές**

Η σύνθεση γεωτεχνικών τομών που να διασχίζουν την πόλη της Λάρισας είναι βασικής σημασίας για την κατασκευή του γεωτεχνικού χάρτη και τη γνώση της στρωματογραφίας σε ολόκληρο το πολεοδομικό συγκρότημα.

Στην μικροζωνική μελέτη δίδονται οι έξι (6) τομές που αποφασίσθηκε να πραγματοποιηθούν. Η επιλογή τους έγινε με πολλαπλά κριτήρια, κυρίως όμως με γνώμονα την πολεοδομία, την αρχική γνώση του υπεδάφους και το πλήθος - ποιότητα των γεωτρήσεων και λοιπών επιτόπου δοκιμών.

Οι τομές είναι αρκετά αναλυτικές.

Στην μικροζωνική μελέτη καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια στην διασταύρωση των τομών, ώστε να μην παρουσιάζονται αντιφάσεις.

Σε κάθε τομή προβλήθηκαν μόνο οι γειτονικές γεωτρήσεις και μόνο όταν ήταν βεβαιωμένο ότι δεν υπήρχε αλλαγή του εδαφικού σχηματισμού.

Σε κάθε γεώτρηση δίδονται οι εξής βασικές πληροφορίες :

- στρωματογραφία - υλικά (UCS)
- φυσική υγρασία (%)
- αριθμός κτύπων N-SPT
- στάθμη υπογείου ορίζοντα

Για την εκτίμηση της στρωματογραφίας χρησιμοποιούνται και οι χαρακτηρισμοί A-H.

Με τη διαμόρφωση και τη μελέτη των γεωτεχνικών τομών έχουμε μία ικανοποιητική τρισδιάστατη εικόνα της στρωματογραφίας και την εναλλαγής των διαφόρων εδαφικών σχηματισμών. Αποδεικνύεται με τεκμηριωμένο τρόπο η αρχική, βασική διαπίστωση περί της σύνθετης και πολύπλοκης δομής του υπεδάφους της πόλης.

### **2.3 Γεωτεχνικός χάρτης**

Ο γεωτεχνικός χάρτης της πόλης της Λάρισας προέκυψε από τη σύνθεση όλων των προηγούμενων στοιχείων. Περιγράφεται στο χάρτη 4.32.

Οι παρατηρούμενες απλοποιήσεις σε σχέση με τις γεωτεχνικές τομές επεβλήθησαν εκ των πραγμάτων εξαιτίας της πολυπλοκότητας του υπεδάφους.

Οι βασικές πληροφορίες που περιέχονται στο χάρτη αυτό είναι οι εξής :

Οι βασικοί χρωματισμοί αναφέρονται στο επιφανειακό εδαφικό σχηματισμό του οποίου το πάχος δηλώνεται στο επάνω ημικύκλιο του κύκλου. Τα όρια των χρωμάτων προσδιορίζουν τα όρια της επιφανειακής εμφάνισης του συγκεκριμένου σχηματισμού.

Οι υποκείμενοι σχηματισμοί δίδονται στο κάτω ημικύκλιο και με τρόπο που περιγράφεται στο υπόμνημα. Το συνολικό τους πάχος ποικίλει από ζώνη σε ζώνη, όπως επίσης και το πάχος της κάθε επιμέρους κατηγορίας εδάφους.

Από ένα βάθος 5 έως 10 m και κάτω, εκτιμάται ότι σε όλη την πόλη εμφανίζεται ένας κατά κύριο λόγο αργιλικός σχηματισμός, σταδιακά αυξανόμενης αντοχής, ο οποίος διακόπτεται από ενστρώσεις αμμοχάλικων σε ορισμένες περιπτώσεις υδροφόρων και άμμων ποικίλης διαβάθμισης και σχετικής πυκνότητας.

### **Παρατηρήσεις επί του γεωτεχνικού χάρτη :**

Στο κέντρο της πόλης συναντώνται επιφανειακά διάφορες στρώσεις τεχνιτών επιχωματώσεων, σε βάθος που ποικίλει από 2,0 έως 10,0 m. Στη συνέχεια, εμφανίζονται επάλληλες στρώσεις αργίλου και αμμωδών εδαφών, χωρίς να υπερτερεί κάποιος από αυτούς σε πάχος, αριθμό και πρώτη εμφάνιση.

Στο νοτιοδυτικό μέρος της πόλης επικρατούν σκληροί αργιλικόι σχηματισμοί, οι οποίοι από ένα βάθος και κάτω παρουσιάζονται ως μάργες. Σε μία περιοχή κοντά στο γηροκομείο συναντώνται και στρώσεις μεσόκοκκης άμμου ικανού πάχους.

Σε μία ενδιαμέση ζώνη μεταξύ κέντρου και ΝΔ περιοχών, εξωτερικά της «Ηρώων Πολυτεχνείου» παρατηρούμε ότι επιφανειακά παρουσιάζονται αργιλικόι (δυτικά) ή αργιλοϊλυώδεις (ΝΑ) σχηματισμοί πάχους έως 8 m. Στη συνέχεια και μέχρι το βάθος των 40 m περίπου στο μεν δυτικό τμήμα επικρατούν αμμοϊλυώδεις σχηματισμοί με ενστρώσεις αργίλου, στο δε νότιο και ανατολικό τμήμα επικρατούν αργιλικόι σχηματισμοί με μικρές ενστρώσεις αμμοϊλυωδών εδαφών.

Στο βόρειο - ΒΑ τμήμα της πόλης, στην παραποτάμια περιοχή, επιφανειακά και μέχρι βάθους 8 m περίπου εμφανίζεται ο σχηματισμός της ιλύος - ιλυώδους άμμου έως και λεπτής άμμου (Ε ή D). Ο σχηματισμός αυτός βυθίζεται προς νότια - ΝΑ

εμφανίζοντας συνήθως δύο διακριτούς ορίζοντες στρώσεων. Η στρωματοποίηση αυτή φαίνεται καθαρά εάν συγκρίνει κανείς τις τομές Δ-Δ' και Β-Β' που είναι σχεδόν παράλληλες. Στην πρώτη που βρίσκεται βόρεια και αναλυτικότερα ο σχηματισμός των ιλυωδών άμμων συναντάται σχετικά επιφανειακά (4-7 και 10-15 m) ενώ στη δεύτερη τομή βρίσκεται σε βάθη 14-18 m και 23-27 m αντίστοιχα.

Στο ανατολικό μέρος της πόλης επιφανειακά εμφανίζονται κυρίως αργιλικοί σχηματισμοί. Το βάθος τους ποικίλει από 3 έως 12 m στην επιφάνεια και με ορισμένες διακοπές με στρώσεις αμμώδεις, μετρίου πάχους, συνεχίζονται σε μεγάλο βάθος έως τον «θέσει» βράχο.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι ο χάρτης της μικροζωνικής μελέτης δίνει μία αρκετά πλήρη εικόνα των εδαφικών σχηματισμών έτσι ώστε σε συνδυασμό με τις γεωτεχνικές τομές να καθίσταται ικανός ο μελετητής να προβεί σε μία προεκτίμηση του τύπου εδάφους σε κάθε περιοχή έτσι ώστε να αποφασισθεί εν συνεχεία η εκτέλεση η όχι λεπτομερούς γεωτεχνικής έρευνας.

### 3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Βασική παράμετρος κάθε περαιτέρω διερεύνησης είναι ο καθορισμός της σεισμικότητας και της σεισμικής επικινδυνότητας της πόλης της Λάρισας.

#### α. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Στα πλαίσια της μελέτης καθορίσθηκε η σεισμικότητα της περιοχής από το εργαστήριο του καθηγητού Παπαζάχου και τα προκύπτοντα δεδομένα για την πόλη της Λάρισας είναι :

Ότι κατά την διάρκεια ζωής μιας τυπικής κατασκευής δηλαδή περίπου 80 έτη υπάρχει **πιθανότητα 63% για σεισμό  $M_s > 6,50$  εντός ακτίνας 100 m** από την πόλη.

Ότι το πιθανότερο **μέγιστο μέγεθος είναι  $M_s = 7.00$  από αποστάσεις 50-100 Km.**

Τέλος η πιθανότητα γένεσης ενός σεισμού ισχυρού μέχρι το 2006 στις σεισμικές ζώνες οι οποίες επηρεάζουν την Λάρισα μέχρι το 2006 κυμαίνεται από 0,59 έως 0,87 (59% έως 87%).

Με βάση τα ανωτέρω φαίνεται καθαρά η δυνατότητα της γένεσης ενός ισχυρού σεισμού ο οποίος θα χτυπήσει την πόλη μας.

#### β. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Η μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας για την πόλη της Λάρισας κατέληξε στην πρόταση της **υιοθέτησης ως σεισμού σχεδιασμού ενός σεισμού μεγέθους  $M_s = 6.30$  από απόσταση  $R = 6$  Km με πιθανότητα μη υπέρβασης 10% για χρονικό διάστημα 80 ετών.**

Για το σεισμό αυτό οι υπολογισθείσες τιμές έντασης μεγίστης επιτάχυνσης και μεγίστης ταχύτητας είναι :

$$\underline{I_{max} = 8.1.}$$

$$\underline{a_{max} = 846.70 \text{ cm/sec}^2 \quad U_{max} = 38.47 \text{ cm/sec}}$$

## **4. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ**

### **4.1 ΖΩΝΕΣ ΙΣΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ**

Για κάθε μία γεωτεχνική ζώνη της πόλης έχουν υπολογισθεί οι εδαφικές επιταχύνσεις για κάθε ένα από τους εκλεγέντες ως σεισμούς σχεδιασμού της μικροζωνικής μελέτης.

Οι προκύψασες τιμές εμφανίζονται στον κατωτέρω πίνακα 5.1.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.1 ΖΩΝΕΣ ΙΣΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ**

<b>Amax (g)</b>								
<b>ΖΩΝΗ</b>	<b>ΙΡΡΙΝΑ 1980</b>	<b>ΕΙ- Centro 1940</b>	<b>ΚΑΛΑΜΑΤ Α 1986</b>	<b>ΑΛΜΥΡΟΣ 1980</b>	<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ Μ<sub>ς</sub>=6.3 R=10Km</b>	<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ Μ<sub>ς</sub>=7.0 R=80 Km</b>	<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΙΡΡΙΝΑ/ΕΙ CENTRO ΚΑΛΑΜΑΤΑ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>
<b>1<sup>Α</sup></b>	0.33	0.35	0.29	0.41	0.37	0.32	0.32	0.34
<b>1B</b>	0.46	0.46	0.40	0.65	0.55	0.43	0.44	0.49
<b>2</b>	0.50	0.51	0.42	0.47	0.49	0.47	0.48	0.48
<b>3A</b>	0.63	0.49	0.47	0.62	0.63	0.48	0.53	0.55
<b>3B</b>	0.71	0.50	0.54	0.76	0.74	0.52	0.58	0.63
<b>4A</b>	0.56	0.68	0.57	0.98	0.77	0.63	0.61	0.72
<b>4B</b>	0.57	0.54	0.47	0.82	0.70	0.51	0.58	0.60
<b>5A</b>	0.51	0.66	0.60	0.86	0.69	0.63	0.59	0.66
<b>5B</b>	0.41	0.40	0.34	0.53	0.47	0.37	0.38	0.42
<b>6</b>	0.47	0.48	0.42	0.58	0.53	0.45	0.46	0.49
<b>7</b>	0.59	0.67	0.62	0.83	0.71	0.65	0.62	0.67
<b>8</b>	0.42	0.42	0.38	0.64	0.53	0.40	0.41	0.47
<b>9A</b>	0.48	0.42	0.42	0.66	0.57	0.42	0.44	0.49



9B	0.47	0.43	0.36	0.60	0.54	0.40	0.42	0.46
10A	0.50	0.37	0.30	0.48	0.49	0.34	0.39	0.41
10B	0.51	0.31	0.32	0.46	0.49	0.32	0.38	0.40
11	0.62	0.47	0.44	0.72	0.67	0.46	0.51	0.56
12	0.68	0.62	0.44	0.88	0.78	0.53	0.58	0.65
M.T	0.52	0.49	0.43	0.66	0.59	0.46	0.48	0.53
S.D	0.10	0.11	0.10	0.16	0.12	0.10	0.09	0.11

Επίσης για κάθε μία των γεωτεχνικών ζωνών δύνεται η δεσπόζουσα περίοδος των εδαφικών αποθέσεων της ζώνης στον πίνακα 5.2

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2** Δεσπόζουσες περίοδοι εδαφικών αποθέσεων σε sec.

ΕΔΑΦΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ (sec)
1A	0.97
1B	0.93
2	0.78
3A	1.09
3B	1.14
4A	0.82
4B	0.99
5A	0.76
5B	1.15
6	1.04
7	0.96
8	1.16
9A	1.08
9B	1.09
10A	1.55
10B	1.51
11	0.99
12	1.03

Από τον ως άνω πίνακα προκύπτει ότι οι δεσπόζουσες περίοδοι των εδαφικών σχηματισμών της πόλης κυμαίνονται από 0.80 sec έως 1.50 sec με μέση τιμή 1.00 sec.

Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι θα έχουμε σημαντική ενίσχυση και μεγέθυνση της εδαφικής κίνησης από τον βράχο στην επιφάνεια σχεδόν σε όλη την περιοχή συχνοτήτων των συγχρόνων κτηρίων από σκυρόδεμα (T0.20 sec -1.00sec).

Στον πίνακα 4.15 εμφανίζονται οι μέσες τιμές της ταχύτητας των διατμητικών

κυμάτων σε κάθε ζώνη και κάθε κατηγορία εδάφους, λαμβάνοντας υπ όψιν το βάθος στο οποίο ευρίσκεται ο εδαφικός σχηματισμός.

Οι τιμές αυτές προέκυψαν τόσο από δοκιμές cross-hole όσο και από σχέσεις συσχέτισης τιμών N.PTS.

Με βάση τις τιμές διάδοσης των διατμητικών κυμάτων δύναται να γίνει κατάταξη του εδάφους και να προσδιορισθεί με αρκετή ακρίβεια ο τύπος του.

Πίνακας 4.15 Μέσες τιμές Vs(m/s) σε κάθε ζώνη και σε κάθε τύπο εδάφους.

ΖΩΝΗ	ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	START	END	N-spt	Vs(m/s)
1A	A	0	3	48	334.17
	B	3	25	47	340.38
	C	25	40	73	379.99
1B	B	0	6	47	340.38
	C	6	25	73	379.99
	A	25	30	47	340.38
2	A	0	6	27	311.88
	B	6	20	29	301.68
	D	20	30	38	278.51
3A	B	0	4	37	320.62
	E	4	9	40	280.23
	B	9	25	37	320.62
3B	E	0	8	40	280.23
	B	8	15	37	320.62
	E	15	19	40	280.23
	B	19	35	37	320.62
ΖΩΝΗ	ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	START	END	N-spt	Vs(m/s)
4A	A	0	6	50	335.81
	Z	6	7	84	357.38
	B	7	25	64	367.70
4B	E	0	6	48	286.43
	B	6	11	64	367.70
	D	11	16	53	289.86
5A	B	0	4	51	347.40
	D	4	8	55	291.15
	B	8	13	51	347.40
	Z	13	17	57	341.13
	B	17	25	51	347.40
5B	H	0	4	12	241.96
	B	4	7	51	347.40
	D	7	21	55	291.15
	B	21	24	51	347.40
	D	24	30	55	291.15
6A	H	0	2	26	293.55
	B	2	4	28	299.04
	Z	4	7	30	315.84
	B	7	13	28	299.04
	E	13	17	47	285.71
	B	17	28	28	299.04
	E	28	30	47	285.71
6B	B	0	8	28	299.04
	D	8	9	33	273.84
	B	9	13	28	299.04
	E	13	17	47	285.71
	B	17	22	28	299.04
7	B	0	4	30	304.25
	E	4	9	51	288.52
	B	9	16	50	345.69
8	D	0	4	40	280.23
	B	4	9	45	336.70
	E	9	11	42	281.88
	B	11	16	45	336.70

	E	16	30	42	281.88
9A	B	0	3	32	309.19
	E	3	9	38	278.51
	B	9	12	32	309.19
	E	12	13	38	278.51
	B	13	18	32	309.19
	A	18	21	37	323.89
	B	21	25	32	309.19
	D	25	28	25	264.87
	B	28	30	32	309.19
9B	B	0	12	32	309.19
	E	12	14	38	278.51
	B	14	16	32	309.19
10A	D	0	8	17	252.89
	B	8	17	29	301.68
	D	17	25	17	252.89
10B	H	0	3	12	241.96
	E	3	7	39	279.38
	B	7	16	29	301.68
	E	16	18	39	279.38
	B	18	23	29	301.68
	E	23	35	39	279.38
11	B	0	3	25	290.69
	D	3	8	55	291.15
	B	8	20	40	326.93
	D	20	25	55	291.15
	B	25	50	66	370.54
12A	B	0	10	26	293.55
	E	10	15	35	275.78
12B	B	0	4	26	293.55
	E	4	8	35	275.78
	B	8	15	26	293.55
12C	B	0	3	26	293.55
	E	3	11	33	275.78

Από την στατιστική επεξεργασία των στοιχείων του πίνακα 5.1 προκύπτει ότι η μέση αναμενόμενη επιτάχυνση για την πόλη της Λάρισας είναι 0,50 g με τυπική απόκλιση γύρω στο 0,10 g με την προϋπόθεση ότι ο προσπίπτων σεισμικός κραδασμός στο βραχώδες υπόβαθρο θα έχει μέγιστη επιτάχυνση ίση προς 0.20g-0.335g.

Η τιμή αυτή είναι η κορυφαία επιτάχυνση, ήτοι μία αιχμή στο επιταχυνσιογράφημα.

**Η αντίστοιχη επιτάχυνση σχεδιασμού λαμβάνεται ίση με το 0.66 της κορυφαίας τιμής επομένως η μέση ενεργής επιτάχυνσης σχεδιασμού για το σύνολο της Λάρισας αναμένεται ίση με  $0.60 * 0.50 \text{ g} = 0.33 \text{ g}$ .**

Πέρα από την μέση τιμή η οποία προκύπτει από την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της ανάλυσης στην μελέτη παρουσιάζονται οι χάρτες 5.34 , 5.35 και 5.36 τους οποίους δίδεται η κατανομή των κορυφαίων τιμών των επιταχύνσεων στην επιφάνεια του εδάφους και συγκεκριμένα :

Στο χάρτη (σχήμα) 5.34 δίδονται οι υπολογισθείσες μέσες ενεργές εδαφικές επιταχύνσεις για τους σεισμούς σχεδιασμού Αλμυρού και Ιρρίνα (με επιτάχυνση 0.335g στο βραχώδες υπόβαθρο).

Στο σχήμα 5.35 οι αντίστοιχες τιμές για τους σεισμούς μακρινού πεδίου (Καλαμάτα και El-Centro).

Στο σχήμα 5.36 δίδονται οι μέσες τιμές ενεργού επιτάχυνσης για όλους τους σεισμούς.

*Οι χάρτες 5.34, 5.35, 5.36 μαζί με τα αντίστοιχα φάσματα για κάθε ζώνη του χάρτη 5.40 καθορίζουν πλήρως τα στοιχεία για την εκπόνηση της αντισεισμικής μελέτης μιας οικοδομής καθώς μας δίνουν τόσο την ενεργό επιτάχυνση για κάθε ζώνη όσο και το αδιάστατο φάσμα σχεδιασμού.*

## **4.2 Φάσματα σχεδιασμού**

Μετά από ανάλυση και επεξεργασία η ομάδα σύνταξης της μικροζωνικής μελέτης κατέληξε στον χωρισμό της πόλης σε τρεις ευρύτερες ζώνες και στην πρόταση αντιστοίχου φάσματος σχεδιασμού για κάθε μία από τις ζώνες αυτές.

Οι ζώνες φαίνονται στο χάρτη 5.40 με τίτλο «Τελικός Χωρισμός σε ζώνες ίσου αδιάστατου φάσματος απόκρισης RSA/Amax”».

Οι ζώνες αυτές είναι οι ακόλουθες :

**ΖΩΝΗ I** με φάσμα εφαρμογής το του σχήματος 5.37 η οποία περιλαμβάνει τις γεωσεισμικές ζώνες A, E, F του σχήματος 5.21 της μελέτης ή τις αρχικές γεωτεχνικές ζώνες 1A, 1B, 7, 11, 12, 4A, 4B, 5A, 9A, 9B του σχήματος 4.32 της μελέτης στο οποίο φαίνονται οι απαντώμενες στην πόλη της Λάρισας γεωτεχνικές ζώνες.

**ΖΩΝΗ II** με φάσμα εφαρμογής το του σχήματος 5.38 η οποία περιλαμβάνει την γεωσεισμική ζώνη B του σχήματος 5.21 της μελέτης ή την γεωτεχνική ζώνη 2.

**ΖΩΝΗ III** με φάσμα εφαρμογής το του σχήματος 5.39 η οποία περιλαμβάνει τις γεωσεισμικές ζώνες C και D του σχήματος 5.37 ή τις αρχικές γεωτεχνικές ζώνες 3A, 3B, 5B, 6, 8, 10A και 10B.

Τα προτεινόμενα για κάθε ζώνη φάσματα είναι αδιάστατα φάσματα απόκρισης DSA/Amax και φαίνονται στα σχήματα 5.37 5.38 5.39 με χαρακτηρισμό Φάσμα I , Φάσμα II Φάσμα III , συμβολισμό που αντιστοιχεί στα σύμβολα του βασικού χάρτη 5.40 .

Για την εκτίμηση του τελικού φάσματος σχεδιασμού σε απόλυτες τιμές πρέπει να πολλαπλασιασθούν οι τιμές του φάσματος σχεδιασμού (I, II, III) με τις τιμές των εδαφικών επιταχύνσεων των χαρτών 5.34 ή 5.35 ή 5.36 ανάλογα με την περίπτωση.

Σε επίπεδο προμελέτης ή εφ’ όσον ο τύπος του οικοδομικού έργου δεν το απαγορεύει μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέση τιμή ενεργού επιτάχυνσης εδάφους η τιμή 0.33g για όλη την πόλη.

## **ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΦΑΣΜΑΤΩΝ** **ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ.**

Στα σχήματα 5.41, 5.42, 5.43 δίδονται ταυτόχρονα τα προτεινόμενα για κάθε ζώνη φάσματος σχεδιασμού και το φάσμα ΝΕΑΚ για έδαφος Β.

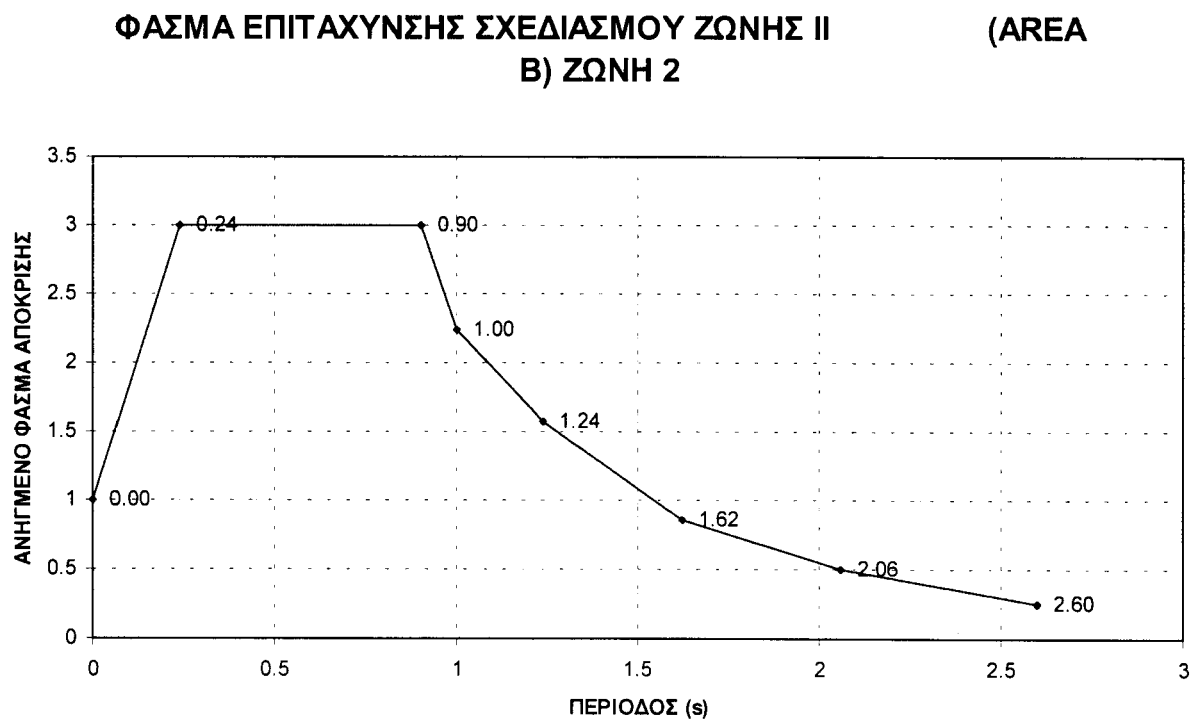
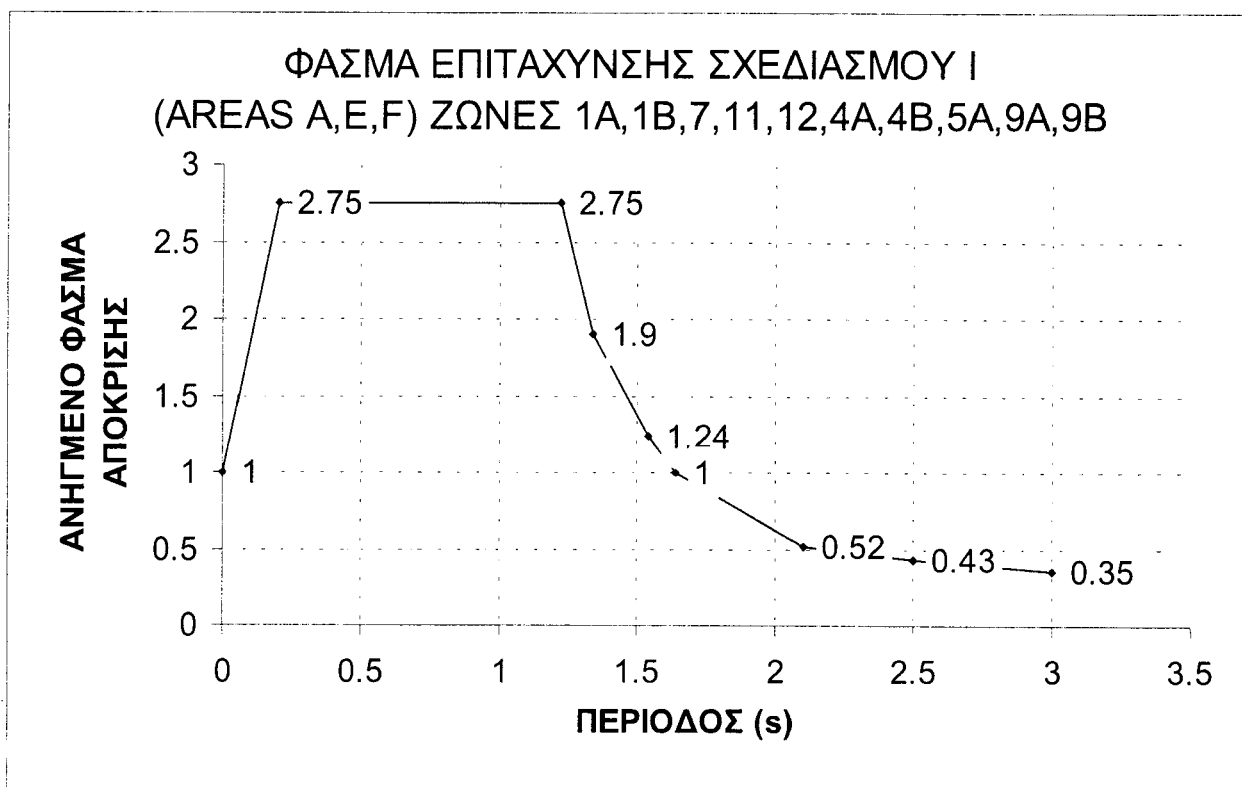
Από την συγκριτική μελέτη είναι προφανές ότι για περιόδους  $T > 0,80 \text{ sec}$  το φάσμα του ΝΕΑΚ δεν καλύπτει.

Επίσης στις περιοχές περιόδου  $T_a = 0,30 - 0,70 \text{ sec}$  οι φασματικές τιμές των προτεινόμενων φασμάτων είναι αυξημένες κατά 10% περίπου (από 2,50 ο οριζόντιος κλάδος γίνεται 2,75) και αυτό κρίθηκε επιβεβλημένο λόγω των υψηλών φασματικών τιμών μετά τα 0,70 sec όπου αναμένεται να μεταπέσουν οι ιδιοπερίοδοι των κτιρίων μετά τις πρώτες ρειγματώσεις.

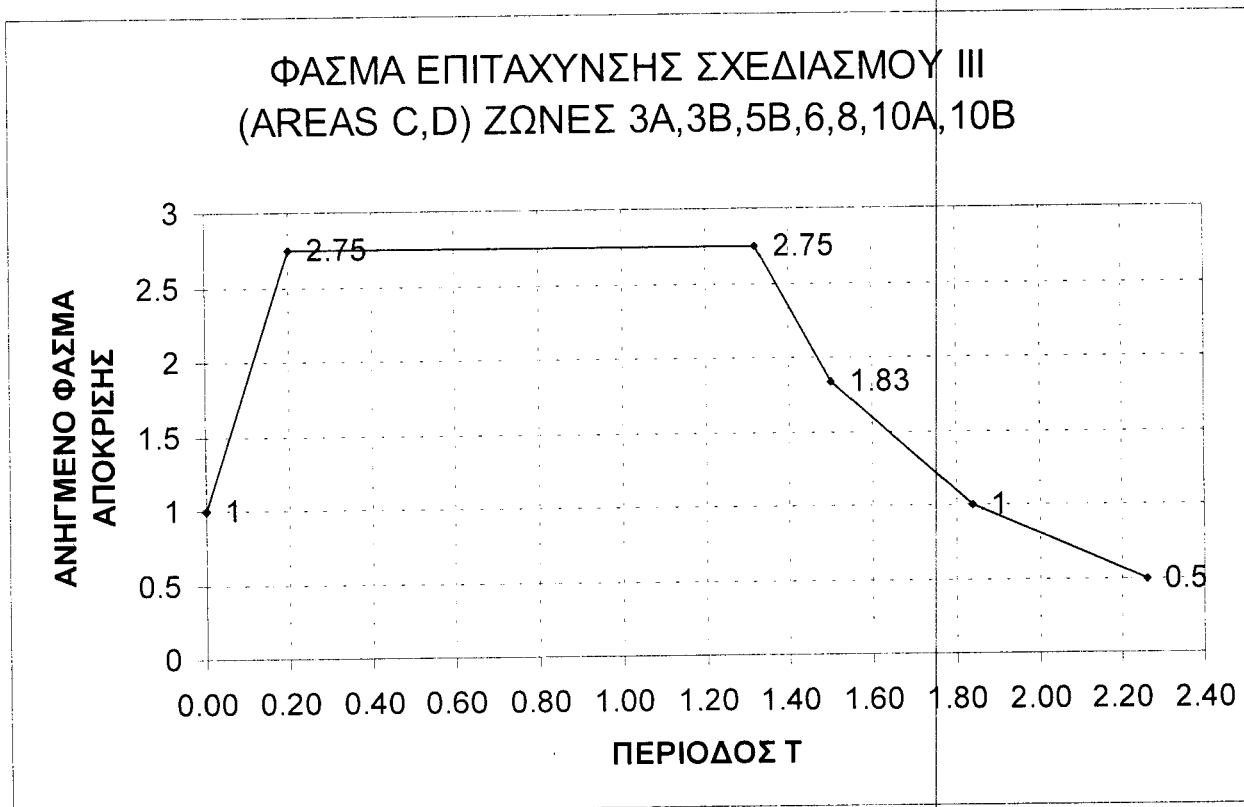
**Σαν γενικό συμπέρασμα λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι οι βάσει ΝΕΑΚ προκύπτουσες σεισμικές δράσεις σχεδιασμού δεν καλύπτουν την πόλη βάσει των στοιχείων προέκυψαν από τις αναλύσεις της μικροζωνικής μελέτης, καθόσον τόσο τα προτεινόμενα φάσματα επιταχύνσεων σχεδιασμού περιβάλουν το ΦΑΣΜΑ του ΝΕΑΚ όσο και η μέγιστη σεισμική οριζόντια επιτάχυνση του εδάφους είναι κατά 38% μεγαλύτερης της από τον ΝΕΑΚ προτεινόμενης.**

Κατωτέρω ακολουθούν τα υπό της ομάδας της μικροζωνικής μελέτης προτεινόμενα φάσματα σχεδιασμού για κάθε μία από τις τρεις ζώνες.

## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**



## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ





## **5. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Η συστηματική ανάλυση του κινδύνου ρευστοποίησης στην περιοχή της πόλης της Λάρισας, απέδειξε ότι πράγματι ο κίνδυνος είναι υπαρκτός, στην περίπτωση ενός ισχυρού σεισμού ανάλογης έντασης με τους σεισμούς που χρησιμοποιήθηκαν ως «σεισμοί σχεδιασμού» στην παρούσα μελέτη.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία υπενθύμιση του μηχανισμού της «ρευστοποίησης» των χαλαρών αμμωδών ή ιλυωδών εδαφών στην διάρκεια ενός σεισμικού συμβάντος :

Το χαλαρό αμμώδες έδαφος υπό την επήρεια της επαναλαμβανόμενης φόρτισης του σεισμού τείνει να συμπυκνωθεί, δηλαδή να ελαττώσει τον όγκο των κενών μεταξύ των κόκκων της άμμου. Εάν το έδαφος βρίσκεται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα και τα κενά είναι γεμάτα με το νερό (κορεσμένο) τότε η συμπύκνωση δεν είναι δυνατόν να συμβεί λόγω του ασυμπίεστου του ύδατος πόρων. Αντί λοιπόν της ελάττωσης του όγκου κενών του εδάφους, αναπτύσσεται αύξηση της πίεσης του ύδατος που καταλαμβάνει τα κενά μεταξύ των κόκκων (πίεση πόρων).

Σε ορισμένες περιπτώσεις ισχυρού συμβάντος είναι δυνατόν η πίεση πόρων να υπερβεί την πίεση που αναπτύσσεται μεταξύ των κόκκων του υλικού & τότε οι κόκκοι χάνουν την μεταξύ τους επαφή & πρακτικά «κλυμπούν» στο ρευστό που τους περιβάλλει, με αποτέλεσμα τον μηδενισμό της διατμητικής αντοχής του εδάφους (& της φέρουσας ικανότητας)

Οι εδαφικές στρώσεις χαλαρής ιλυώδους άμμου που είναι δυνατόν να ρευστοποιηθούν, συναντώνται στην κεντρική παραποτάμια ζώνη και ΒΑ μεταξύ της εθνικής οδού προς Θεσσαλονίκη και της κοίτης του Πηνειού. Το βάθος των στρώσεων αυτών που είναι επιδεικτικά ρευστοποίησης κατά κανόνα δεν ξεπερνά τα 15,0 m. Το πάχος τους ποικίλει εξαιρετικά από θέση σε θέση, γενικά όμως κυμαίνεται από 3,0 έως 6,0 m σε μία ή δύο στρώσεις.

Ο χάρτης του σχήματος 6.7 συνθέτει τα αποτελέσματα της μελέτης.

Σύμφωνα με το χάρτη αυτό, η περιοχή των εν δυνάμει ρευστοποιήσιμων εδαφών και γενικά η πόλη της Λάρισας, χωρίζεται σε 4 περιοχές, από άποψη κινδύνου ρευστοποίησης :

**A : Εδάφη μη ρευστοποιήσιμα.**

**B : Περιοχή πολύ μικρού κινδύνου ρευστοποίησης και μόνο σε περίπτωση ενός πολύ μεγάλου σεισμικού συμβάντος.**

**Γ : Περιοχή με μέση πιθανότητα ρευστοποίησης. Για σεισμούς μικρότερους από  $M=6.0$  και για επικεντρικές αποστάσεις  $R>15$  Km ο κίνδυνος γίνεται πρακτικά αμελητέος.**

**Δ : Περιοχές υψηλού κινδύνου ρευστοποίησης.**

Στις περιοχές της κατηγορίας Δ επιβάλλεται ο συστηματικός έλεγχος του κινδύνου ρευστοποίησης σε κάθε νέα κατασκευή ή τεχνικό έργο. Εάν αποδειχθεί ότι ο κίνδυνος είναι υπαρκτός., θα πρέπει να ληφθούν όλα τα κατάλληλα τεχνικά μέτρα αντιμετώπισης.

Στις περιοχές που εντάσσονται στην κατηγορία Γ, ο συστηματικός έλεγχος του κινδύνου ρευστοποίησης επιβάλλεται μόνο για τα σημαντικά έργα, για τα δημόσια κτίρια, για τα κτίρια σπουδαιότητας II, σύμφωνα με τις διατάξεις του ΝΕΑΚ και για όλα τα τεχνικά έργα που επηρεάζονται από το συγκεκριμένο κίνδυνο (θεμελιώσεις γεφυρών, υπόγειοι αγωγοί, κλπ).

Στις περιοχές που εντάσσονται στις κατηγορίες Α και Β δεν απαιτείται έλεγχος του κινδύνου ρευστοποίησης, στις νέες κατασκευές.

Ειδικά όμως στην περιοχή Β, που βρίσκεται προς το δρόμο της Κοζάνης, θα πρέπει να επισημανθεί ότι εξαιτίας της έλλειψης πολλών γεωτεχνικών πληροφοριών, η παραπάνω σύσταση θα πρέπει να επανεξετάζεται κατά περίπτωση, και προφανώς εκατέρωθεν της κοίτης του Πηνειού και σε απόσταση τουλάχιστον 100m, δεν ισχύει. Η στενή αυτή περιοχή εντάσσεται αυτοδίκαια στη ζώνη Γ, μέχρι νεώτερες έρευνες να αποδείξουν το αντίθετο.

Σημειώνεται ότι ο έλεγχος της δυνατότητας ρευστοποίησης του εδάφους αποτελεί μέρος μιας συνηθισμένης γεωτεχνικής έρευνας στην θέση που ενδιαφέρει (εκτέλεση γεωτρήσεων & εργαστηριακών δοκιμών).

## **ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Τα κύρια πορίσματα της μελέτης, οδηγούν στα εξής σημαντικά συμπεράσματα :

- Παρουσιάζεται για πρώτη φορά η γεωτεχνική χαρτογράφηση της ευρύτερης περιοχής του πολεοδομικού συγκροτήματος της Λάρισας. Με τρόπο σαφή καθορίζονται οι γεωτεχνικές ενότητες και δίδονται αντιπροσωπευτικά μηχανικά χαρακτηριστικά για κάθε τύπο εδάφους, σύμφωνα πάντα με τον αριθμό των διαθέσιμων γεωτρήσεων (έως το 1995). Ο προτεινόμενος γεωτεχνικός χάρτης, παρά την σχετική ασάφεια που αντικειμενικά υπάρχει στον καθορισμό των ορίων των εδαφικών σχηματισμών (χρειάζονται και άλλες γεωτρήσεις) δίνει στον μηχανικό μία καλή εικόνα του υλικού θεμελίωσης και του επιτρέπει να αποφασίσει κατ' αρχήν εάν θα χρειασθούν παραπάνω έρευνες για τον ασφαλή υπολογισμό των θεμελιώσεων, σε ορισμένες περιοχές (κέντρο, παραποτάμια, κλπ).

- Η δυναμική ανάλυση της συμπεριφοράς του υπεδάφους της πόλης σε σεισμό καταδεικνύει τον ενισχυτικό ρόλο των εδαφικών στρωμάτων τόσο στην τιμή της μέγιστης αναπτυσσόμενης επιτάχυνσης, όσον και στα φάσματα σχεδιασμού.

Συγκεκριμένα αποδεικνύεται ότι τα πάσης φύσεως σεισμικά φορτία σχεδιασμού, έχουν - σε αρκετές περιοχές της πόλης - υψηλότερες τιμές από αυτές που προτείνει ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK), ιδιαίτερα σε ότι αφορά στην καταπόνηση των υψηλότερων κτιρίων (7 ~ 10 ορόφων) για τα οποία η μελέτη έδειξε «συντονισμό» των ιδιοπεριόδων της σεισμικής δράσης και του κτιρίου.

- Σε αρκετές περιοχές της πόλης παρουσιάζεται υψηλός κίνδυνος ρευστοποίησης, στην περίπτωση ενός ισχυρού σεισμικού συμβάντος

- Η εκπονηθείσα μικροζωνική μελέτη είναι μία υψηλού επιπέδου ερευνητική εργασία που χρησιμοποίησε τα αποτελέσματα ερευνών, γεωτρήσεων, επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών, αναλύσεων και υπολογισμών της εδαφικής απόκρισης σε σεισμό & οδήγησε στα βασικά συμπεράσματα που αναφέρθηκαν. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η υπόψη μελέτη χρειάζεται και την συνεχή επιβεβαίωση και βελτίωση με την αξιοποίησι νέων δεδομένων και στοιχείων τα οποία δεν μπορούν παρά να προέλθουν κυρίως από τον εμπλουτισμό της με νέα γεωτεχνικά δεδομένα των μελετών εφαρμογής που θα εκτελεσθούν κατά περίπτωση.

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Η ομάδα εργασίας συνεκτιμώντας τις υποδείξεις της μικροζωνικής μελέτης, αξιολογώντας την άμεση ανάγκη για αύξηση της ασφάλειας των κατασκευών στην πόλη δεδομένου μάλιστα και της υψηλής πιθανότητας καταγραφής ενός σημαντικού σεισμικού συμβάντος στο άμεσο μέλλον, προτείνει :

(1) Την υιοθέτηση των προτεινομένων από την παρούσα μελέτη φασμάτων και επιταχύνσεων καθόσον δεν υπολείπονται των υπό του NEAK προτεινομένων αλλά περιβάλλουν αυτά και ως εκ τούτου δύνανται να χρησιμοποιηθούν.

(2) Να διερευνηθούν περαιτέρω οι περιοχές της πόλης στις οποίες παρουσιάζεται κίνδυνος εμφάνισης ρευστοποίησης των εδαφικών σχηματισμών

τους έτσι ώστε να εξαχθούν ασφαλή και ακριβή συμπεράσματα στηριζόμενα σε πρόσφατα αξιόπιστα στοιχεία.

Σε εφαρμογή της παραγράφου 2.2.2.5 του ΝΕΑΚ & συγκεκριμένα του άρθρου [2] αυτής όπου αναφέρεται «Δόμηση μονίμων έργων σε εδάφη κατηγορίας Χ μπορεί να γίνει μόνον ύστερα από λεπτομερείς έρευνες και μελέτες και εφόσον ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα» να θεσπισθεί η ανάγκη εκτέλεσης γεωτεχνικής έρευνας στις αντίστοιχες περιοχές της πόλης όπου εμφανίζεται υψηλός κίνδυνος ρευστοποίησης και εκεί όπου έχουμε πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα) για δόμηση κτηρίων σπουδαιότητας Σ3 και άνω καθώς και σε κτήρια σπουδαιότητας Σ2 όγκου μεγαλύτερου των 4000.00 m<sup>3</sup> όπως στο παράρτημα Ζ.6 του ΕΑΚ 2000 ορίζεται.

Προς υποβοήθηση αναφέρουμε ότι ο πίνακας 2.5 του Ν.Ε.Α.Κ. εντάσσει στην κατηγορία Χ : «Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοίλιωδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν» καθώς και «πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα)» περιγραφές που απαντώνται σε εδαφικούς σχηματισμούς της πόλης.

Εφ' όσον δεν εκτελεσθεί εδαφοτεχνική μελέτη θεωρούμε ότι η αξιολόγηση και αξιοποίηση των εδαφοτεχνικών στοιχείων της μικροζωνικής μελέτης θα αποβεί προς όφελος του έργου.

(3) Την προμήθεια, εγκατάσταση και εξασφάλιση ομαλής λειτουργίας, τριών (3) ψηφιακών επιταχυνσιογράφων, σε μονώροφα κτίρια, ή σε βάσεις από σκυρόδεμα στις ζώνες 1, 3 και 5 (κέντρο πόλης).

Το υπόψη σύστημα επιταχυνσιογράφων θα επιτρέψει την παρακολούθηση της σεισμικής απόκρισης των εδαφικών σχηματισμών της πόλης, ώστε με πραγματικά πλέον δεδομένα να διαπιστωθεί η συμπεριφορά των που υπολογίζεται στην μικροζωνική.

(4) Σύσταση ειδικής επιτροπής, η οποία θα συλλέγει όλες τις νέες γεωτεχνικές πληροφορίες που θα προέρχονται από τις επιμέρους μελέτες υπεδάφους και θα συμπληρώνει τους χάρτες της μελέτης σε ότι αφορά τα όρια ζωνών, κλπ. Ιδιαίτερα πρόσθετα στοιχεία αναμένεται να προκύψουν από την εκτέλεση των μελετών της παραγράφου 2.

(5) Εκπόνηση γεωτρήσεων και ερευνών στα τμήματα της πόλης που δεν καλύπτονται από την παρούσα μελέτη έτσι ώστε να αναθεωρηθεί και να καλύπτει και τις περιοχές αυτές.

(6) Εκπόνηση μελέτης σεισμικής τρωτότητας για το πολεοδομικό συγκρότημα της Λάρισας. Η μελέτη αυτή θα στηριχθεί σε πορίσματα της Μικροζωνικής Μελέτης.

(7) Σύσταση ειδικής διεπιστημονικής επιτροπής, η οποία θα εξετάσει διάφορα πολεοδομικά, συγκοινωνιακά και άλλα θέματα, που ανακύπτουν ύστερα από τη Μικροζωνική μελέτη και σχετίζονται με τα σχέδια έκτακτης ανάγκης. Η επιτροπή αυτή θα πρέπει να υποβάλλει τις απαραίτητες προτάσεις στις αρμόδιες Υπηρεσίες και τους Φορείς, για τη λήψη των αναγκαίων μέτρων.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

### ΧΑΡΤΕΣ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σχέδιο 4.1	Χάρτης Λάρισας, Θέσεις γεωτρήσεων Θέσεις Εδαφικών Τομών
Χάρτης 4.32	Γεωτεχνικός χάρτης Λάρισας – Απαντώμενοι Γεωτεχνικοί Σχηματισμοί.
Χάρτης 4.26	Γεωτεχνική Τομή Α-Α'
Χάρτης 4.27	Γεωτεχνική Τομή Β-Β'
Χάρτης 4.28	Γεωτεχνική Τομή C-C'
Χάρτης 4.29	Γεωτεχνική Τομή D-D'
Χάρτης 4.30	Γεωτεχνική Τομή Ε-Ε'
Χάρτης 4.31	Γεωτεχνική Τομή Η-Η'
Χάρτης 4.34	Γεωσεισμικές Ζώνες Πόλης Λάρισας.
Χάρτης 5.34	Μέγιστες Ενεργές Επιταχύνσεις Σχεδιασμού Στην Επιφάνεια Του Εδάφους Για Σεισμούς Κοντινού Πεδίου $A_{max}=0.335 g$
Χάρτης 5.21	Γεωσεισμικές Ζώνες (Βασικός χωρισμός σε ζώνες σεισμικής συμπεριφοράς.)
Χάρτης 5.35	Μέγιστες Ενεργές Επιταχύνσεις Σχεδιασμού στην Επιφάνεια του Εδάφους (Σεισμοί κοντινού Πεδίου $A_{max}=0.20g$ )
Χάρτης 5.36	Μέγιστες Ενεργές Επιταχύνσεις Σχεδιασμού στην Επιφάνεια του Εδάφους (Σεισμοί Κοντινού & Μακρινού Πεδίου.)
Χάρτης 5.40	Ζώνες Ισου Αδιάστατου Φάσματος Απόκρισης (PSA/ $A_{max}$ )
Χάρτης 6.6	Περιοχές Μέσου & Υψηλού Κινδύνου Ρευστοποίησης (Περιοχές με χαλαρές & υλιώδεις άμμους).
Χάρτης 6.7	Εκτίμηση Κινδύνου Ρευστοποίησης – Κατάταξη Περιοχων Πόλης Ανάλογα με τον Κίνδυνο Ρευστοποίησης.

# ΛΑΡΙΣΑ



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- A A' Cross section
- Bore-hole
- C.P.T
- ▲ Cross Hole
- ▲ Seismic Survey

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΣΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

ΣΧΕΔΙΟ 4.1

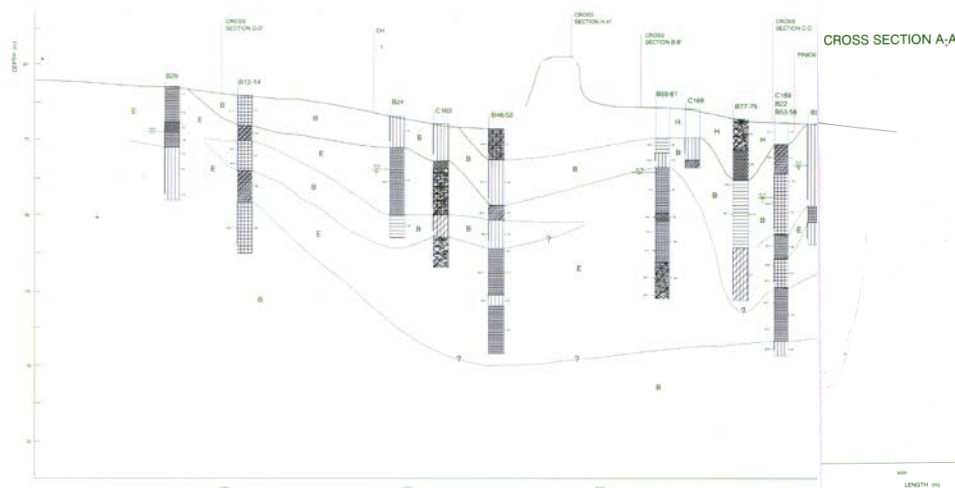
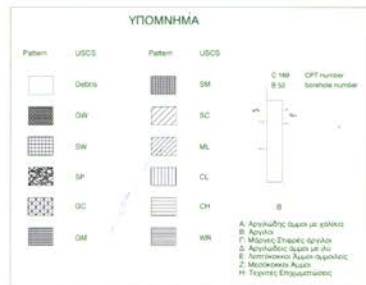
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:8000

ΧΑΡΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999







ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

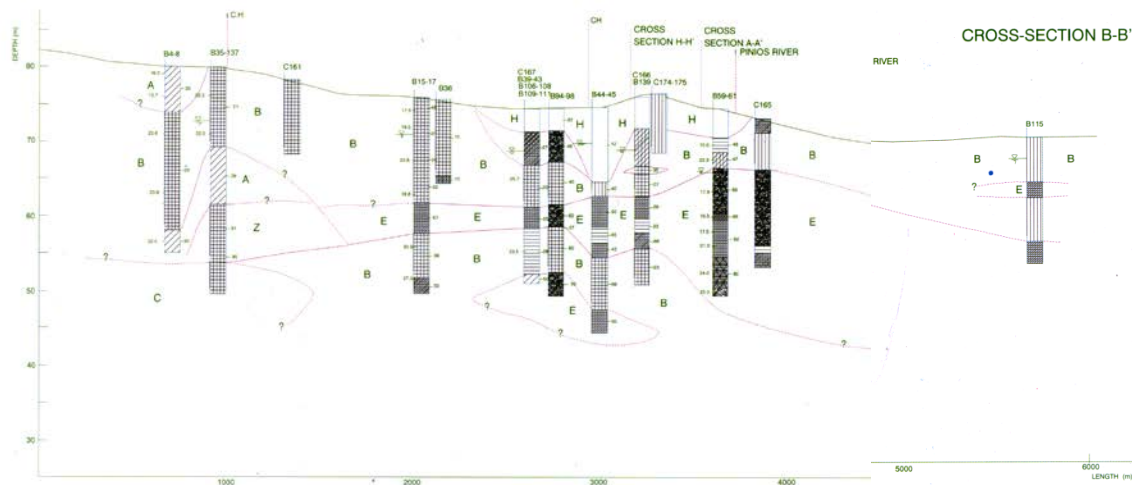
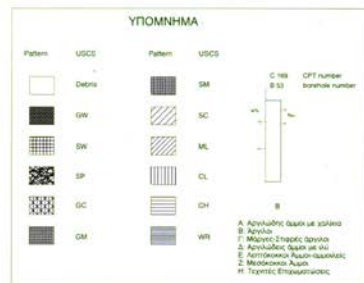
ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΜΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΙΟΓΚΛΗΝΗΣ

ΣΧΕΔΙΟ 4.26 ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ 1:8000  
ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣ 1:200

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ Α-Α'

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999





ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

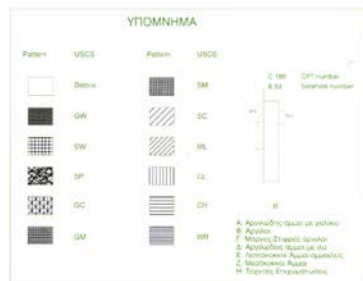
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΥΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

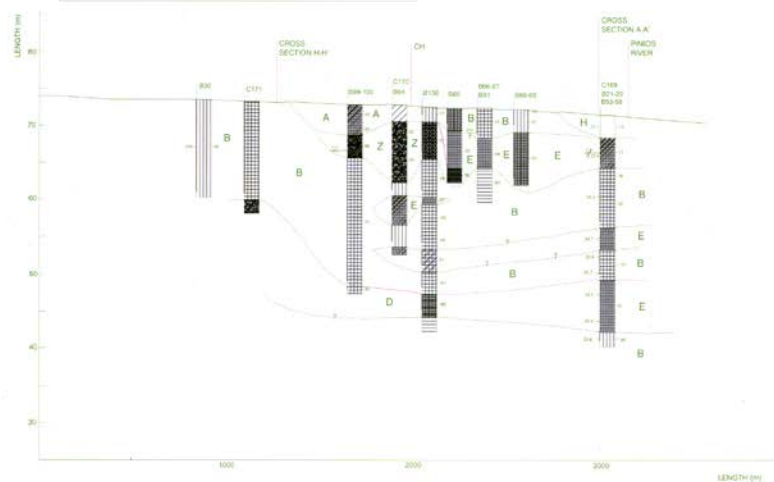
ΣΧΕΔΙΟ 4.27 ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ 1:8000  
ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ 1:200

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ B-B'

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



CROSS SECTION C-C'



ΙΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
Α ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΓΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑΣ

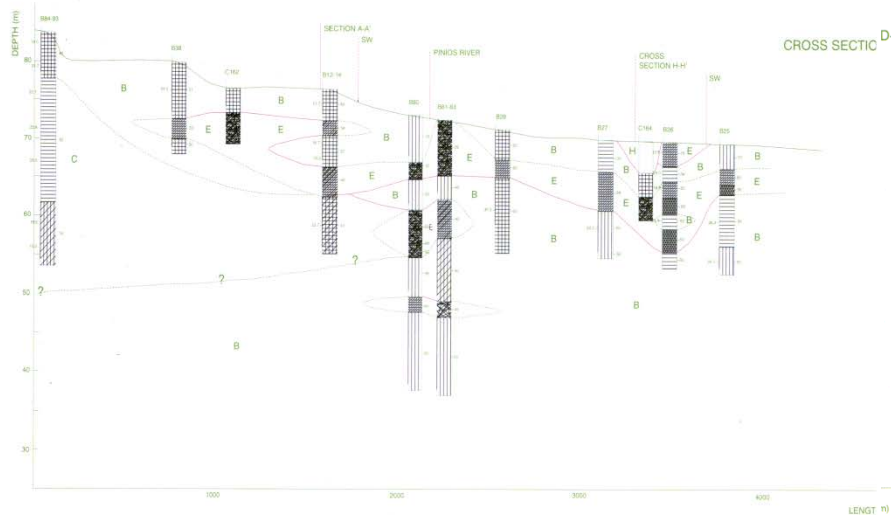
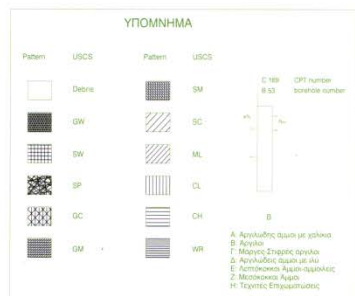
ΣΕ ΚΑΛΙΝΟΣ  
ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΣΕ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΠΙΝΟΣ ΜΕΣΟΠΟΥΛΟΣ  
ΠΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΥΚΙΝΗΣ

4.28

ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ 1:8000  
ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣ 1:200

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ C-C'

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΣΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

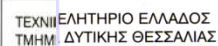
ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΛΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

ΣΧΕΔΙΟ 4.29 ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ 1:8000  
ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣ 1:200

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ D-D'

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999

CROSS-SECTION E-E'

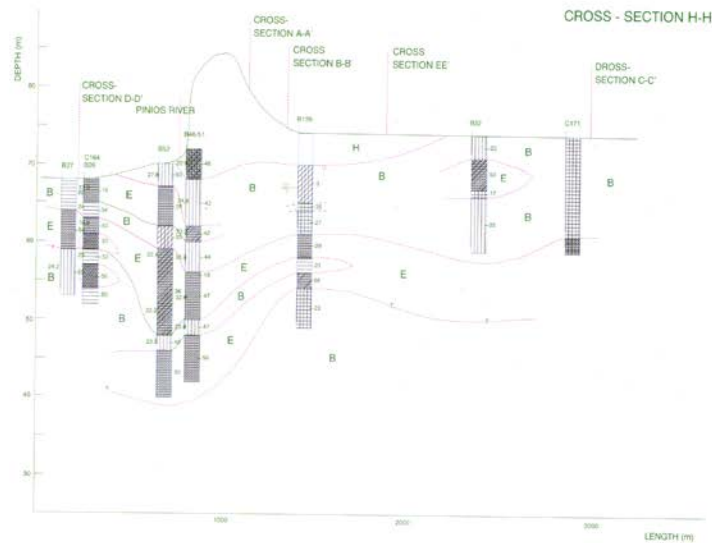
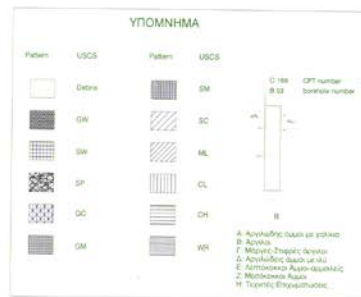


ΟΜΑΔΑ  
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΩΝ  
ΙΩΑΝΝΗΝΕΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΣΧΕΔΙΟ	ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ 1:8000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣ 1:200
--------	--

NIKH TOMH E-E'

Α ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΙΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΓΡΑΣΙΑΣ  
ΚΑΛΙΝΟΣ  
ΥΠΟΠΟΥΛΟΣ  
ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΙΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΙΟΣ ΚΑΛΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

1 ΚΛΙΜΑΚΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ 1:8000  
ΚΛΙΜΑΚΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΣ 1:200

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ Η-Η'

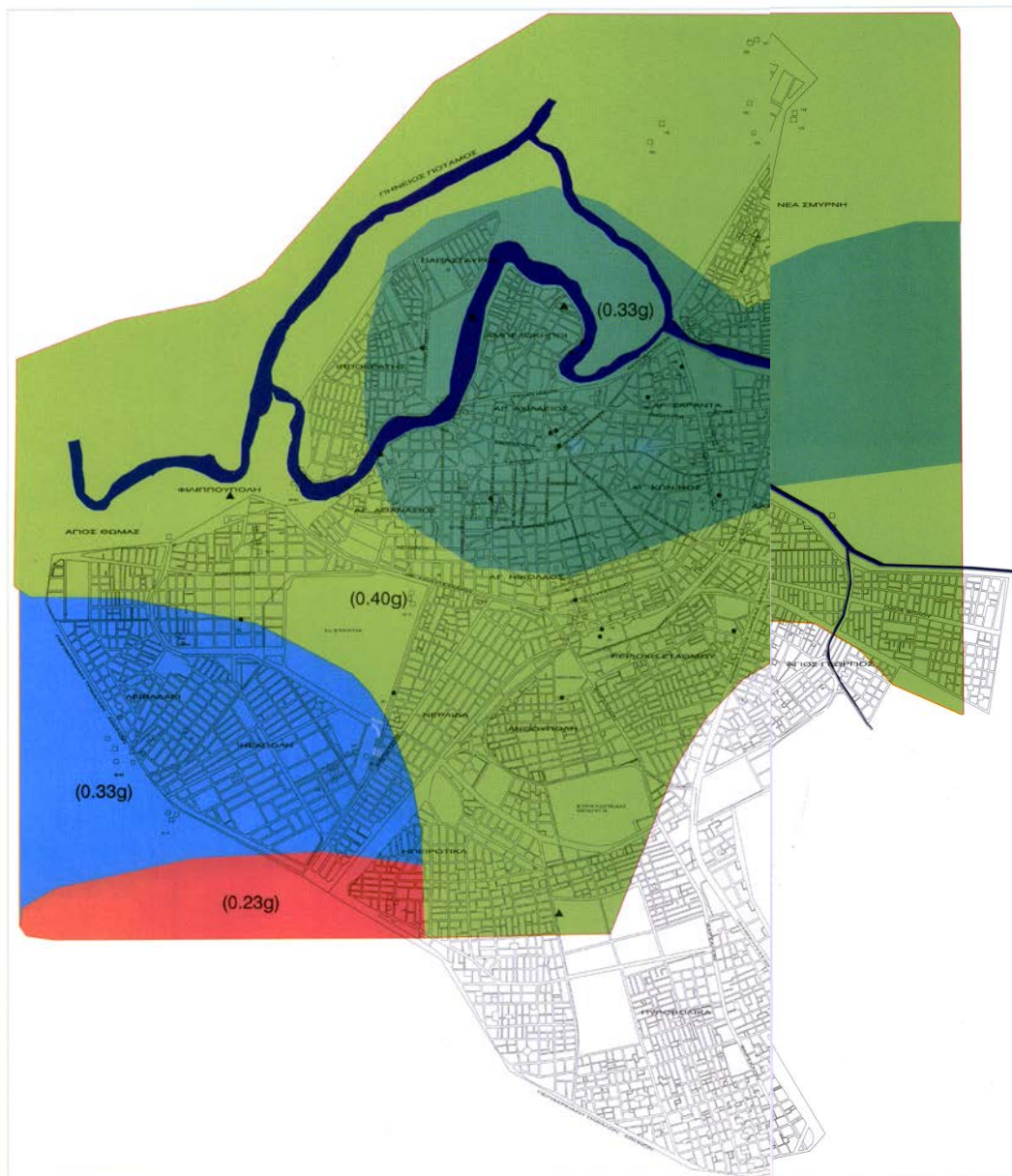
ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΜΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999





ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΣΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΛΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΩΔΩΡΟΣ ΚΕΚΟΤΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΓΚΙΝΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 5.34 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:8000

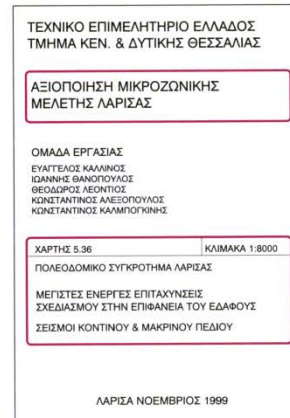
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ  
ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΟΙΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ  $A_{max}=0.335g$

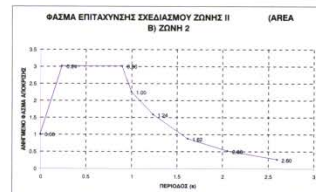
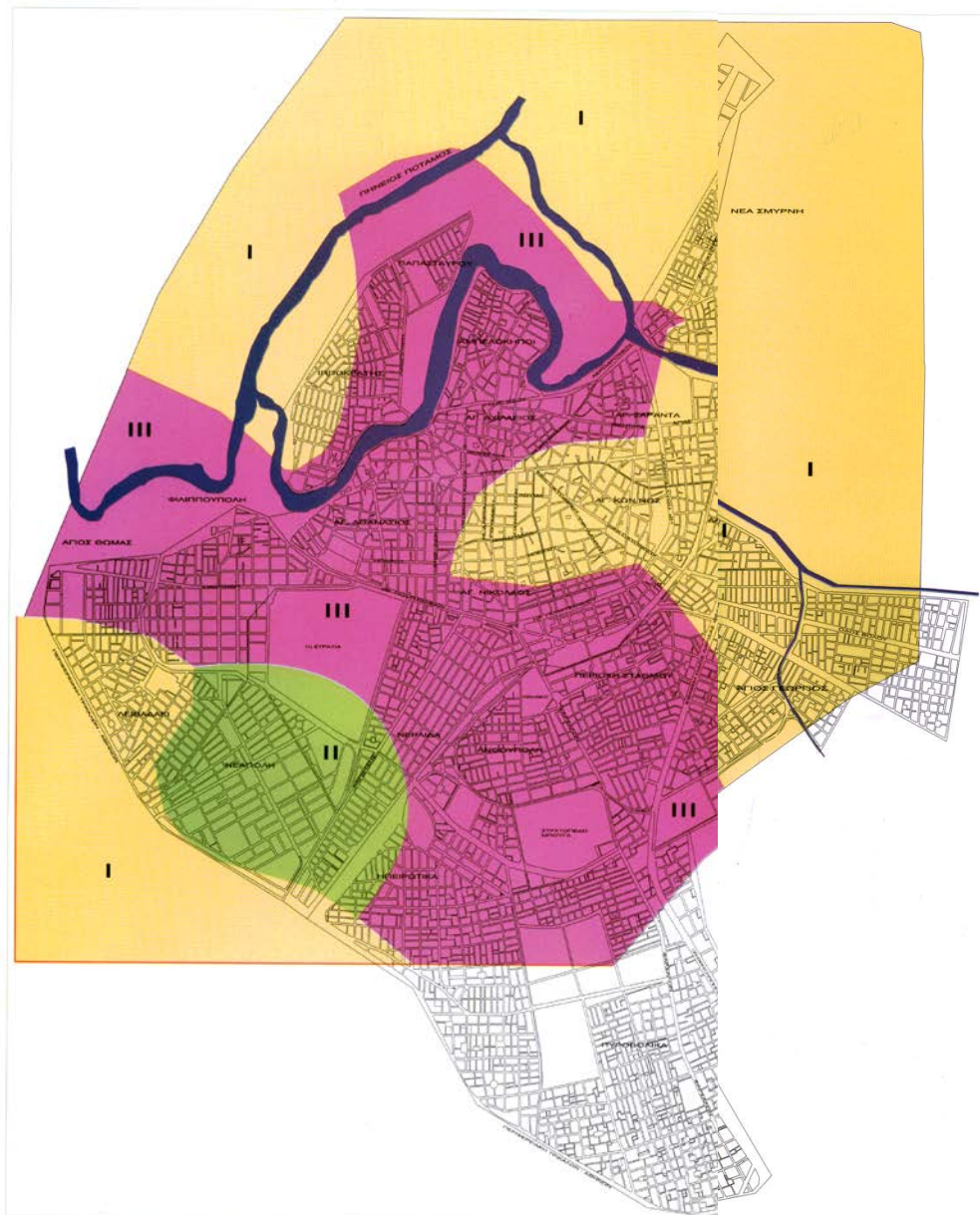
ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999







ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

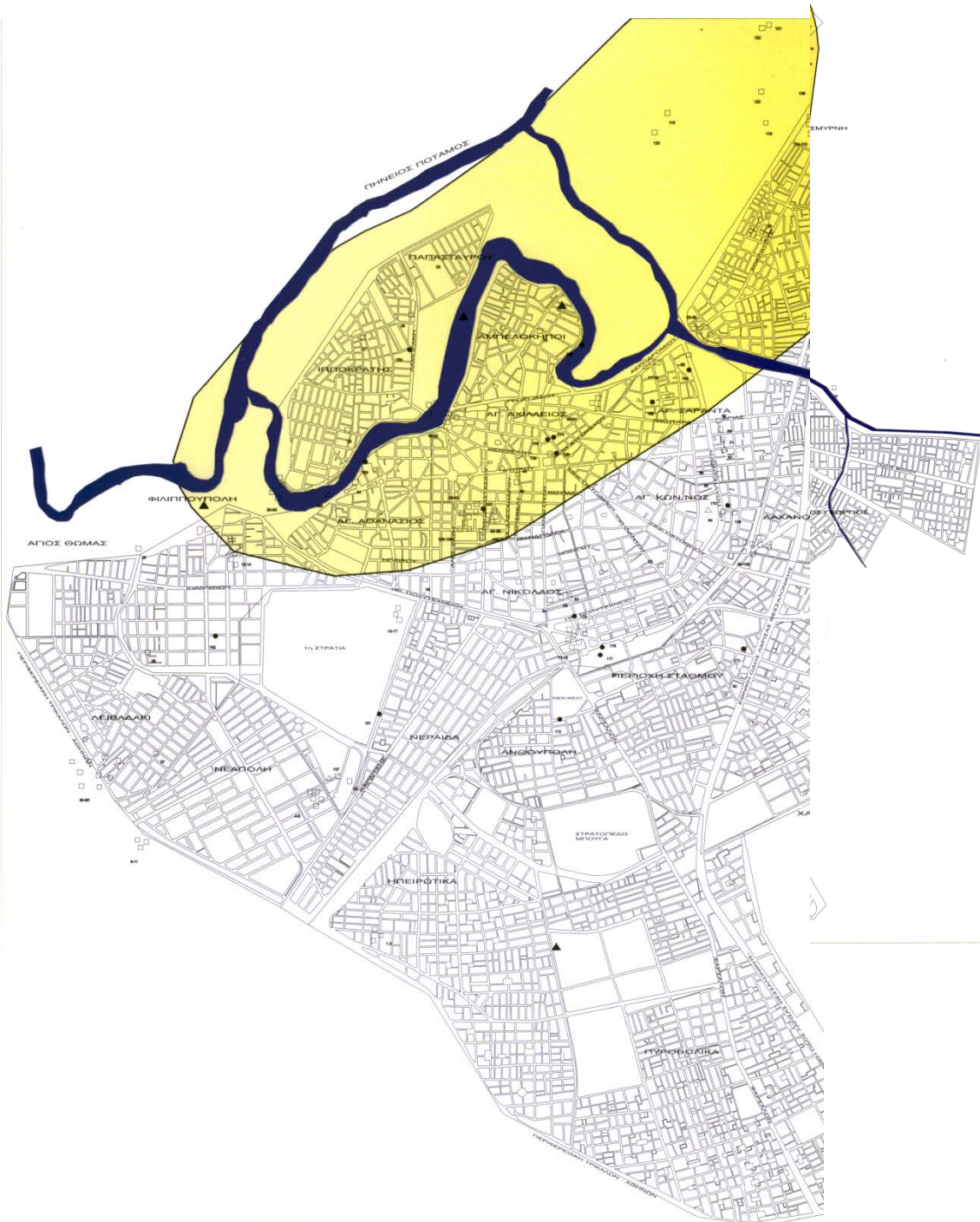
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΜΙΝΟΣ  
ΓΙΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΩΔΩΡΟΣ ΙΕΡΟΝΙΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΓΚΟΝΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 5.40 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:8000  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ  
ΖΩΝΕΣ ΙΣΟΥ ΑΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΦΑΜΑΤΟΣ  
ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (PSA/A<sub>max</sub>)

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999





ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΗΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΚΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 6.6 ΚΙΛΜΑΚΑ 1:8000  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ  
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΣΟΥ & ΥΨΗΛΟΥ  
ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ  
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΧΑΛΑΡΕΣ & ΥΛΙΔΕΙΣ ΑΜΜΟΥΣ

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999



- Α ΕΛΑΦΗ ΜΗ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΜΑ
- Β ΧΑΜΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ
- Γ ΥΨΗΛΟΣ ΕΩΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΕΝ. & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗΣ  
ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΑΛΑΜΙΝΟΣ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΑΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΕΟΝΤΙΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΝΔΡΟΥΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΜΠΟΚΙΝΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 6.7 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:8000  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ  
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ  
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΟΛΗΣ  
ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΚΙΝΔΥΝΟ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΛΑΡΙΣΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999