

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ
ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΕΘΝΙΚΩΝ ΑΠΟΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ 2011

Μαρία Γ. Γάσπαρη

Εξεταστική Επιτροπή:
Δημήτρης Καβρουδάκης (επιβλέπων)
Μιχαήλ Βαϊτης
Νικόλαος Σουλακέλλης

Μυτιλήνη
2017

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου προς την Αναστασία Πανόρη (υποψήφια διδάκτωρ στο Πάντειο Πανεπιστήμιο Αθηνών) για την πολύτιμη βοήθεια της σε θέματα χωρικής μικροπροσομοίωσης και προς την δρ. Δήμητρα Καλαντώνη, για την παροχή των στοιχείων των βλαβέντων κτιρίων του σεισμού της Λευκάδας το 2003, χάρις των οποίων πραγματοποιήθηκε η τελευταία ενότητα της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται ένα σύνθετο και πολυδιάστατο θέμα, όπως αυτό της κοινωνικής τρωτότητας έναντι του σεισμικού κινδύνου στην πόλη της Λευκάδας. Η κοινωνική τρωτότητα είναι μια έννοια η οποία βοηθάει να προσδιοριστούν εκείνα τα χαρακτηριστικά, τα βιώματα και οι εμπειρίες μιας κοινωνίας τα οποία την καθιστούν ικανή να ανταποκριθεί και να ανακάμψει από μια φυσική καταστροφή (Cutter et al., 2003). Πρακτικά, η κοινωνική τρωτότητα αποκτά μια (συγκριτική) κλίμακα μέτρησης μέσα από τις διακυμάνσεις μεταβλητών όπως η ηλικία, το φύλο, το επίπεδο εκπαίδευσης, το επάγγελμα, η οικονομική κατάσταση και η ηλικία και η ποιότητα του κτιριακού αποθέματος.

Οι περισσότερες αναλύσεις δείχνουν ότι η οικονομική θέση του ατόμου και της κοινωνίας αποτελεί τον κρίσιμότερο παράγοντα που καθορίζει τα επίπεδα κοινωνικής τρωτότητας. Ωστόσο, οι μεταβλητές που περιγράφουν την οικονομική κατάσταση του ατόμου ή του νοικοκυριού απουσιάζουν από τα στοιχεία των εθνικών απογραφών. Για το λόγο αυτό η ανάλυση στράφηκε σε μεθόδους χωρικής μικροπροσομοίωσης. Το SimLefkas εκτιμάει το μέσο ισοδύναμο εισόδημα του νοικοκυριού (EHDI) και τον κίνδυνο φτώχειας (AROP) σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου για την πόλη της Λευκάδας. Πέρα όμως από την συμβολή της χωρικής μικροπροσομοίωσης στην εκτίμηση της κοινωνικής τρωτότητας, τα αποτελέσματα του μοντέλου (αναλυτικοί πίνακες με τα χαρακτηριστικά των ατόμων κάθε περιοχής) μπορούν να φανούν χρήσιμα σε όλες τις φάσεις του κύκλου διαχείρισης των καταστροφών.

Συνολικά, συγκεντρώθηκαν στοιχεία για 23 μεταβλητές που προέρχονται από την απογραφή πληθυσμού-κατοικιών και κτιρίων του 2011 και την έρευνα εισοδήματος και συνθηκών διαβίωσης (SILC) επίσης του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ. Με την βοήθεια της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών (PCA), ο αρχικός αριθμός των μεταβλητών μειώθηκε σε τέσσερις μόνο συνιστώσες οι οποίες εξηγούν το μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης των αρχικών δεδομένων (~90%). Ο δείκτης SoVI και οι συνιστώσες του δεν δείχνουν μόνο τη γεωγραφική διακύμανση της κοινωνικής τρωτότητας, αλλά και τη διακύμανση στις υποκείμενες αιτίες αυτής της τρωτότητας. Γνωρίζοντας τις υποκείμενες αιτίες και την τοποθεσία των κοινωνικά τρωτών ομάδων, οι εμπλεκόμενοι φορείς μπορούν αποτελεσματικά να στηρίξουν όλες τις προσπάθειες που στοχεύουν στον μετριασμό και την προετοιμασία για ένα πιθανό καταστροφικό γεγονός στο μέλλον.

Τέλος τα αποτελέσματα της χωρικής μικροπροσομοίωσης και ο δείκτης SoVI με τις συνιστώσες του συνδυάζονται με τις (άμεσες) οικονομικές απώλειες του σεισμού του 2003 που παρατηρήθηκαν στην παλιά πόλη της Λευκάδας. Σε αυτή την πρώτη προσέγγιση, δεν μπορούν να αντληθούν ασφαλή συμπεράσματα για την συσχέτιση του δείκτη SoVI με τις

οικονομικές απώλειες γιατί αφενός ο δείκτης αδυνατεί να 'αιχμαλωτίσει' όλες τις διαστάσεις της κοινωνικής τρωτότητας και αφετέρου τα στοιχεία οικονομικών απωλειών είναι σχετικά ελλιπή καθώς δεν περιλαμβάνουν τις έμμεσες απώλειες του σεισμού.

SUMMARY

The present study deals with a complex and multidimensional concept such as social vulnerability to earthquake peril in the capital town of Lefkas island (western Greece). Social vulnerability is a concept that assists to identify those characteristics and experiences of population that enable them to respond and recover from natural hazards (Cutter et al., 2003). Practically, it obtains a (comparative) measure through the variations of variables such as age, gender, education, occupation, economic status and oldness and quality of building stock.

Most of the research studies agree that economic status of the people or the community is the greater contributor to social vulnerability conditions. However, the variables that describe the economic status of people or households are not available at town block level in the national census data. For this reason the analysis was oriented towards spatial microsimulation methods. The SimLefkas model estimates the mean equivalised disposable income and at-risk of poverty ratio for each block of the Lefkas town. Except for its contribution to the estimation of social vulnerability, the model outcome (individual level results for each zone) can be very useful in all phases of the disaster cycle.

Data for 23 variables was collected from the national population-housing and building census and the survey of income and living conditions (SILC) both conducted in 2011. Through principal component analysis, the initial number of variables was reduced into four components that explain the largest part of the variance of the original data (~90%). The SoVI index and its components demonstrate the spatial variation of social vulnerability and the variation in the underlying causes of vulnerability as well. Being aware of where vulnerable population lives and what makes them vulnerable, stakeholders can efficiently support all the efforts of mitigation and preparedness for disastrous events.

Finally, the SoVI index (and its components) is compared with the economic (direct) loss of the 2003 Lefkas earthquake. At present, we are not able to draw save conclusions about the correlation between the SoVI index and economic losses of the 2003 earthquake as the SoVI index doesn't capture all the dimensions and complexities of social vulnerability and the indirect losses are not included in the economic losses.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ.....	5
2.1 Βασικές έννοιες και ορισμοί.....	5
2.2 Επιστημονικές προσεγγίσεις της τρωτότητας έναντι των φυσικών κινδύνων.....	6
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	8
4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ	11
5. ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	16
6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗΣ	17
6.1 Χωρικά δεδομένα.....	18
6.2 Μικροδεδομένα	19
6.3 Χωρική Μικροπροσομοίωση	23
6.4 Εφαρμογή του μοντέλου SimLefkas	24
6.5 Επικύρωση του μοντέλου	28
6.5.1 Εσωτερική επικύρωση	28
6.5.2 Εξωτερική επικύρωση.....	30
6.6 Αποτελέσματα του μοντέλου SimLefkas.....	32
7. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ	36
7.1 Η μέθοδος των κύριων συνιστωσών	36
7.2 Εφαρμογή της μεθόδου των κύριων συνιστωσών	38
7.2.1 Επιλογή δειγματικού πίνακα και καταλληλότητα δεδομένων	38
7.2.2 Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα των πρώτων συνιστωσών.....	42
7.2.3 Περιστροφή των κύριων αξόνων	45
7.2.4 Ερμηνεία των συνιστωσών (Ορίζοντας τις διαστάσεις της κοινωνικής τρωτότητας)	48
7.3 Ο δείκτης κοινωνικής τρωτότητας (SoVI).....	49
8. ΣΥΓΚΡΙΝΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ SoVI ΜΕ ΤΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΟΥ 2003	53
8.1 Χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος της παλιάς πόλης της Λευκάδας	53
8.2 Σεισμοτεκτονικό καθεστώς και ο σεισμός του Αυγούστου του 2003 στη Λευκάδα.....	57
8.3 Η κατανομή των βλαβών στην παλιά πόλη της Λευκάδας.....	59
8.4 Συσχέτιση δομικού με οικονομικό δείκτη βλάβης εξεταζόμενων κτιρίων	62
8.5 Συσχέτιση του δείκτη SoVI με τις οικονομικές απώλειες του σεισμού του 2003	65

9. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
10.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρόλο που έχουν συμπληρωθεί πάνω από 30 χρόνια συλλογικής έρευνας πάνω στην έννοια της τρωτότητας (vulnerability) έναντι των φυσικών καταστροφών, εξακολουθεί να σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικούς ανθρώπους. Γενικά, η τρωτότητα (ή ευαλότητα) έχει ορισθεί σαν ο βαθμός απώλειας ενός στοιχείου που εκτίθεται σε ένα φυσικό κίνδυνο και αποτελεί βασική έννοια στην ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού των κινδύνων σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο (Cutter, 1996). Οι πολλές εννοιολογικές διαφορές που υπάρχουν οφείλονται στις διαφορετικές επιστημολογικές προσεγγίσεις (κοινωνικές επιστήμες, φυσικές επιστήμες, επιστήμες των μηχανικών κα.) και τις ακόλουθες μεθοδολογικές πρακτικές που καταπιάνονται με το θέμα.

Στο πεδίο των φυσικών καταστροφών, η τρωτότητα θα μπορούσε να θεωρηθεί ένα διανόημα προκειμένου να αποδοθεί ανθρώπινη υπαιτιότητα στις δυνητικές επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων. Η τρωτότητα έχει διττή υπόσταση αφού μπορεί να αναφέρεται στην προδιάθεση των στοιχείων που εκτίθενται σε κίνδυνο (π.χ. άνθρωποι, κτίρια, υποδομές, γραμμές ζωής) να υποστούν απώλεια καθώς και στην κοινωνική απόκριση (social response) δηλαδή στην ανθεκτικότητα-αντοχή¹ (resistance) και στην προσαρμοστικότητα² (resilience) των ανθρώπων ή της κοινωνίας έναντι μιας φυσικής καταστροφής (Cutter, 1996, Clark et al., 1998). Συχνά η κοινωνική τρωτότητα σχετίζεται με την ικανότητα αντιμετώπισης (coping ability, capacity) η οποία περιλαμβάνει ένα συνδυασμό διαθέσιμων δυνάμεων και πόρων μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που σκοπό έχει να μειώσει το επίπεδο της διακινδύνευσης (risk) ή τις επιπτώσεις μιας φυσικής καταστροφής (με φυσικά, κοινωνικά, οικονομικά ή θεσμικά μέσα).

Δεδομένου ότι οι φυσικοί κίνδυνοι θα εξακολουθούν να συμβαίνουν, η ικανότητα να γίνουν καταστροφικοί ή απλώς 'διαχειρίσιμα' γεγονότα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους του κινδύνου, της τρωτότητας των στοιχείων και των δραστηριοτήτων που εκτίθενται στον κίνδυνο (π.χ. άνθρωποι, δομημένο περιβάλλον, βασικές υποδομές, εμπόριο, τουρισμός κλπ.), της λειτουργίας των κρίσιμων συστημάτων (π.χ. υγεία, παιδεία, άμυνα) και δικτύων (π.χ. ενέργεια, μεταφορές, ύδρευση-αποχέτευση κλπ.). Επομένως, η ανάγκη να οριστεί και να εκτιμηθεί η τρωτότητα είναι απολύτως επιτακτική για να κατανοήσουμε τους παράγοντες που μετατρέπουν τους κινδύνους σε καταστροφές.

Στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού πρόληψης και αντιμετώπισης φυσικών κινδύνων, η κοινωνία δεν αρκεί να λαμβάνει υπόψη της μόνο τη φυσική τρωτότητα αλλά

¹ Ανθεκτικότητα-αντοχή: ικανότητα μιας κοινωνίας να απορροφά τις επιπτώσεις μιας καταστροφής και να συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά.

² Προσαρμοστικότητα: ικανότητα μιας κοινωνίας να αντιδρά κατά κινδύνων με απώτερο σκοπό την επιβίωση.

οφείλει να συνυπολογίζει και την κοινωνική τρωτότητα. Η ανάγκη για μια λιγότερο τεχνοκρατική και περισσότερο ανθρωποκεντρική αντιμετώπιση του θέματος της τρωτότητας επιβάλλεται, καθώς η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και η γρήγορη ανάκαμψη από μια φυσική καταστροφή δεν εξαρτώνται πλέον μόνο από το μέγεθος του φυσικού κινδύνου και την ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος, αλλά συνδέεται με τις κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές δομές μιας κοινωνίας.

Εμπειρικά είναι πλέον γνωστό ότι ένας φυσικός κίνδυνος δεν πλήττει εξίσου όλο τον πληθυσμό μιας περιοχής ή δεν χτυπάει δημογραφικά ομοιογενείς πληθυσμούς. Οι Flanagan et al. (2011) αναφέρουν ότι, στον τυφώνα Κατρίνα που χτύπησε τη Νέα Ορλεάνη το 2005 παρατηρήθηκε ότι οι περιοχές που ήταν κοινωνικοοικονομικά τρωτές είχαν αργή ανάκαμψη ακόμα και χωρίς σοβαρές βλάβες ενώ οι περιοχές οι οποίες είχαν υποστεί σημαντικές βλάβες και είχαν κοινωνικά τρωτό πληθυσμό είχαν την πιο αργή ανάκαμψη. Αυτό είναι ένα από τα παραδείγματα που μας υπενθυμίζει την αναγκαιότητα για μια ολιστική αντιμετώπιση του θέματος της τρωτότητας.

Η παρούσα ανάλυση μελετάει την κοινωνική τρωτότητα έναντι του σεισμικού κινδύνου μέσα από τα στοιχεία των εθνικών απογραφών και της έρευνας εισοδήματος και συνθηκών διαβίωσης (SILC) του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ, χρησιμοποιώντας καθιερωμένες μεθοδολογίες στο χώρο της επιστήμης της Γεωγραφίας (ανάλυση κυρίων συνιστωσών και χωρική μικροπροσομοίωση). Το θέμα της κοινωνικής τρωτότητας εξετάζεται σε σχέση με τον σεισμικό κίνδυνο στην πόλη της Λευκάδας. Λόγω της ένταξης του νησιού στην υψηλότερη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (ζώνη III), η επιστημονική κοινότητα έχει ασχοληθεί ενδελεχώς και συστηματικά με την τρωτότητα του δομημένου περιβάλλοντος, ενώ πολύ λιγότερα είναι αυτά που γνωρίζουμε για τις κοινωνικές πλευρές της τρωτότητας και αν τελικά έχει παίξει κάποιο ρόλο στον σχετικά μικρό αριθμό θυμάτων και τραυματιών που έχουν σημειωθεί από τους σεισμούς του πρόσφατου παρελθόντος (Αύγουστος 2003, Νοέμβριος 2015) στην πόλη της Λευκάδας.

Επίσης, η διαθεσιμότητα των στοιχείων των βλαβέντων κτιρίων της παλιά πόλης από το σεισμό του 2003 έδωσε την δυνατότητα να διερευνηθεί αν οι οικονομικές απώλειες του σεισμού σχετίζονται με τα επίπεδα κοινωνικής τρωτότητας (στην συγκεκριμένη περιοχή της πόλης). Τέλος, οι οικονομικές απώλειες αντιπαραβάλλονται με τα αποτελέσματα της χωρικής μικροπροσομοίωσης για να εξεταστεί η χρησιμότητα τους στην χάραξη κοινωνικών πολιτικών σχετικά με την καταβολή οικονομικής ενίσχυσης στους πληγέντες καθώς και για την καλύτερη ετοιμότητα σε μελλοντικά γεγονότα.

2. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

2.1 Βασικές έννοιες και ορισμοί

Τρεις είναι οι βασικοί όροι που κυριαρχούν στην βιβλιογραφία των φυσικών καταστροφών: κίνδυνος (**Hazard**), τρωτότητα (**Vulnerability**) και διακινδύνευση (**Risk**). Παρόλο που σκοπός της εργασίας δεν είναι η ανασκόπηση αυτών των εννοιών, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί η χρήση αυτών των όρων. Με τον όρο κίνδυνος νοείται η πηγή πιθανής βλάβης (ISO, 2009) ή η πιθανότητα εμφάνισης μιας απειλής προερχόμενης από μια περιβαλλοντική διαδικασία (π.χ. πλημμύρα, σεισμός κα.) σε μια συγκεκριμένη περιοχή σύμφωνα με τους Coburn & Spence (2002). Ο Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών για την Μείωση των Φυσικών Κινδύνων (UNISDR, 2009) ορίζει την *διακινδύνευση* ως ένα συνδυασμό της πιθανότητας εκδήλωσης ενός κινδύνου και των αρνητικών συνεπειών του. Εναλλακτικά, ως διακινδύνευση ορίζονται οι αναμενόμενες απώλειες ενός στοιχείου (ή συνόλου στοιχείων) που εκτίθενται σε κίνδυνο σε μια δεδομένη χρονική περίοδο στο μέλλον ($R=H*V$) (Coburn and Spence, 2002).

Το επίπεδο τρωτότητας μιας περιοχής συντίθεται από κοινωνικά, φυσικά, οικονομικά και δομικά χαρακτηριστικά τα οποία την κάνουν περισσότερο επιδεκτική (ευπαθή) στις επιβλαβείς συνέπειες ενός κινδύνου και επηρεάζουν την ικανότητα ανάκαμψης της. Περιλαμβάνει τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες και διαδικασίες που είτε παρεμποδίζουν είτε ενισχύουν την ικανότητα της να ανταποκριθεί και να ανακάμψει από ένα φυσικό κίνδυνο, τους παράγοντες του δομημένου περιβάλλοντος οι οποίοι είτε ενισχύουν είτε αποδυναμώνουν τις επιπτώσεις των καταστροφών καθώς και τους περιγραφικούς δείκτες που σχετίζονται με την συχνότητα, το μέγεθος, την πολυμορφία και τις επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων (Borden et al., 2007).

Σύμφωνα με τον Wisner et al. (2003) (από Δελλαδέτσιμας, 2009) ως κοινωνική τρωτότητα ορίζεται 'τα χαρακτηριστικά ενός ατόμου ή μιας ομάδας και η κατάσταση τους, που επηρεάζουν την ικανότητα τους να αναμένουν, να αντιμετωπίζουν, να ανθίστανται και να αποκαθίστανται από την καταστροφική επίπτωση μιας φυσικής απειλής (ενός ακραίου φυσικού φαινομένου ή διεργασίας). Περιλαμβάνει ένα συνδυασμό παραγόντων που διαμορφώνουν το βαθμό στον οποίο η ζωή, η κινητή και ακίνητη περιουσία και άλλα αποθέματα τίθενται σε κίνδυνο από ένα συγκεκριμένο και προσδιορισμένο γεγονός (ή μια σειρά αλυσιδωτών γεγονότων) στη φύση και την κοινωνία'.

Η κοινωνική τρωτότητα είναι εν μέρει προϊόν κοινωνικών ανισοτήτων (social inequalities) δηλαδή, εκείνων των κοινωνικών παραγόντων που ευνοούν την άνιση πρόσβαση σε ευκαιρίες, πόρους και υπηρεσίες και ελέγχουν την ικανότητα των ατόμων να ανταποκριθούν στις διαταραχές, και εν μέρει προϊόν χωρικών ανισοτήτων (place inequalities) δηλαδή, των

χαρακτηριστικών μιας κοινωνίας και του δομημένου περιβάλλοντος όπως είναι το επίπεδο αστικοποίησης, ο ρυθμός ανάπτυξης και η οικονομική ευρωστία (Cutter et al., 2003).

Με βάση τους παραπάνω ορισμούς το ενδεχόμενο ενός κινδύνου παραμένει σταθερό σε μια περιοχή (ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε στον σεισμικό κίνδυνο) ενώ οι αλλαγές στην κοινωνική και δημογραφική δομή θα επηρεάζουν την τρωτότητα καθώς η ικανότητα του κοινωνικού συνόλου αλλά και του ατόμου να προετοιμαστεί, να ανταποκριθεί, να προσαρμοστεί και να ανακάμψει από ένα επικίνδυνο γεγονός μεταβάλλεται (ενισχύεται ή αποδυναμώνεται). Επομένως, η μείωση της διακινδύνευσης είναι θέμα μείωσης της τρωτότητας ή της ευαισθησίας τόσο των τεχνικών υποδομών όσο και του κοινωνικού ιστού και ενίσχυσης της ικανότητας τους να αντιμετωπίσουν με τις λιγότερες δυνατές απώλειες την εκδήλωση ενός τέτοιου φυσικού φαινομένου (Μαρκόπουλος, 2006).

Στην Ελλάδα υπάρχει πληθώρα συγγραμμάτων γύρω από την δομική τρωτότητα και τον σεισμικό κίνδυνο ενώ μικρή είναι η ερευνητική προσπάθεια με θέμα την κοινωνική τρωτότητα. Οι Karababa and Guthrie (2007) διερεύνησαν πως η σεισμική κουλτούρα έχει επηρεάζει την κοινωνική τρωτότητα του νησιού της Λευκάδας και πως μπορεί να επιτευχθεί μείωση της τρωτότητας (σε επίπεδο δημοτικής ενότητας) μέσα από την ανάπτυξη της (αντι)σεισμικής κουλτούρας και λαμβάνοντας υπόψη περισσότερο τις τοπικές ανάγκες και την τεχνογνωσία (know-how) και λιγότερο τις σύγχρονες κατασκευαστικές πρακτικές.

2.2 Επιστημονικές προσεγγίσεις της τρωτότητας έναντι των φυσικών κινδύνων

Η Cutter (1996) έχει διακρίνει τρεις θεματικές ενότητες στις μελέτες τρωτότητας στο χώρο των φυσικών καταστροφών. Η πρώτη ερευνητική περιοχή θεωρεί την τρωτότητα σαν μια προϋπάρχουσα κατάσταση και εξετάζει την πηγή (ή πιθανότητα έκθεσης) των βιοφυσικών ή τεχνολογικών κινδύνων (exposure/biophysical vulnerability). Μελέτες όπως των Ambraseys & Jackson (1981), Parathoma et al. (2003) και Guinau et al. (2005) εστιάζουν στις διαδικασίες που προκαλούν τις επισφαλείς συνθήκες, στον εντοπισμό και στην σκιαγράφηση περιοχών επιδεκτικών σε φυσικούς κινδύνους (π.χ. πλημμυρικά πεδία, σεισμογενείς ζώνες, παράκτιες περιοχές κ.α.), στην έκταση και στο βαθμό των υλικών και ανθρώπινων απωλειών εξαιτίας ενός πραγματικού ή υποθετικού καταστροφικού γεγονότος (σενάρια), με σκοπό την ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού και σχεδίων προστασίας.

Υποκατηγορία αυτών των μελετών αποτελούν οι μελέτες δομικής τρωτότητας (structural vulnerability) οι οποίες εξετάζουν την κατανομή των βλαβών στις διάφορες τυπολογίες κτιρίων και τις υποδομές ανάλογα με την σφοδρότητα του φαινομένου μέσα από εμπειρικά-στατιστικά και θεωρητικά - αναλυτικά μοντέλα. Επίσης, μπορεί να συμπεριλαμβάνουν

εκτιμήσεις των οικονομικών απωλειών των καταστροφών και αναλύσεις μέτρων μετριασμού (mitigation) της τρωτότητας του δομημένου περιβάλλοντος (Dolce et al., 2006, Karpos et al., 2006, Pomonis and Karababa, 2011, Pomonis et al., 2014, Pomonis and Gaspari, 2014).

Η δεύτερη ομάδα μελετών αντιλαμβάνεται την τρωτότητα ως ικανότητα απόκρισης (emergency response – coping capacity) συμπεριλαμβάνοντας την κοινωνική ανθεκτικότητα-αντοχή (resistance) και την προσαρμοστικότητα (resilience) στους κινδύνους (Cutter et al., 2003, Guillard-Concalves et al., 2014, Armas, 2016). Η φύση του επικίνδυνου γεγονότος ή της κατάστασης συνήθως είναι δεδομένα ή θεωρούνται σαν κοινωνικό κατασκεύασμα και όχι σαν μια βιοφυσική κατάσταση. Αυτή η οπτική τονίζει ότι η τρωτότητα (social vulnerability) είναι απόρροια των υποκείμενων κοινωνικών συνθηκών, οι οποίες έχουν τις ρίζες τους στις ιστορικές, πολιτιστικές, κοινωνικές και οικονομικές διαδικασίες και πλήττουν την ικανότητα που έχει μια ομάδα ή μια κοινωνία για να αντιμετωπίσει τις καταστροφές.

Μια τρίτη ερευνητική ομάδα αντιμετωπίζει την τρωτότητα σαν ένα συνδυασμό των δύο προηγούμενων κατηγοριών (βιοφυσική και κοινωνική τρωτότητα) και αφορά μια γεωγραφικά προσδιορισμένη περιοχή για αυτό και ονομάζεται τρωτότητα τόπου ή τρωτότητα περιοχής (place vulnerability) (Clarks et al., 1998, Boruff et al., 2005, Borden et al., 2007, Armas, 2012). Αυτή η περιοχή μπορεί να είναι ένας γεωγραφικός χώρος ο οποίος προσδιορίζει που βρίσκονται ο τρωτός πληθυσμός και οι τρωτές περιοχές ή ένας κοινωνικός χώρος που αναφέρει ποιος είναι περισσότερο τρωτός σε αυτές τις περιοχές (Liverman, 1990, από Cutter, 1996).

Η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί μια κοινωνιολογική προσέγγιση του θέματος της τρωτότητας έναντι του σεισμικού κινδύνου στην πόλη της Λευκάδας, ακολουθώντας την μεθοδολογία των Cutter et al. (2003).

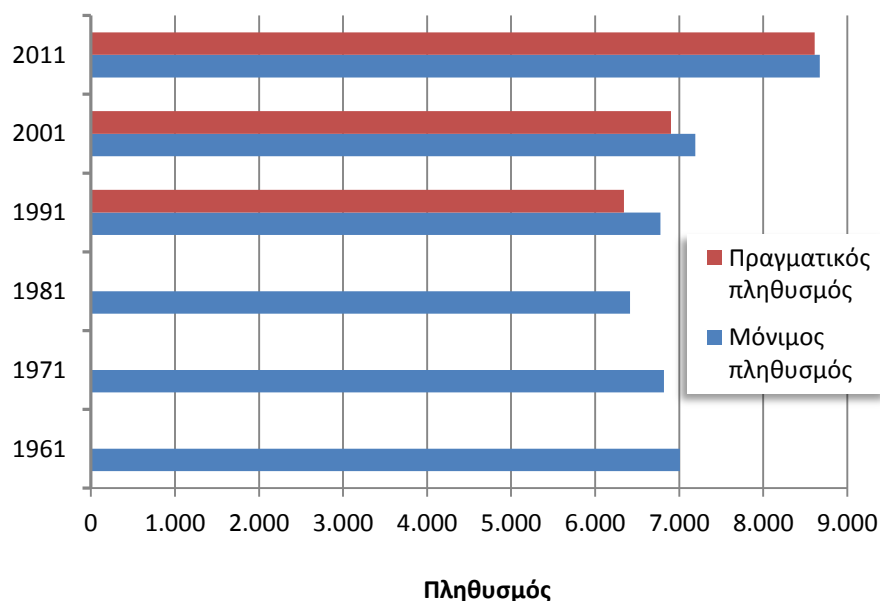
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η πόλη της Λευκάδας στο ομώνυμο νησί των Ιονίων νήσων. Η πόλη της Λευκάδας βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του νησιού και αποτελεί πρωτεύουσα του νομού και του δήμου Λευκάδας (Εικόνα 3.1). Το νησί από το 1986 συνδέεται με την ηπειρωτική Ελλάδα με μια πλωτή γέφυρα μήκους 50m που βρίσκεται πλησίον της πρωτεύουσας. Η δυνατότητα πρόσβασης στο νησί δια ξηράς και θαλάσσης έχει αυξήσει την τουριστική κίνηση του νησιού και εκτιμάται ότι ο πληθυσμός τετραπλασιάζεται την τουριστική περίοδο (Μάιος - Οκτώβριος). Οι απαιτήσεις της τουριστικής βιομηχανίας έχουν επιβάλλει την εξάπλωση των υποδομών και των γραμμών ζωής, αλλάζοντας το φυσικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο του νησιού και της πόλης της Λευκάδας.



Εικόνα 3.1. Η τοποθεσία της πόλη της Λευκάδας (στο κόκκινο πλαίσιο) στο ομώνυμο νησί των Ιονίων νήσων.

Η πόλη της Λευκάδας είναι πεδινή περιοχή με πολύ χαμηλό υψόμετρο (περίπου 2 με 8 μέτρα), χαρακτηριστικό της οποίας είναι η λιμνοθάλασσα που σχηματίζεται βόρεια της πόλης, μεταξύ του βορειοανατολικού άκρου του νησιού και στενής λωρίδας ξηράς (ζωστήρας), προς δυτικά και βόρεια και των ακτών της Ακαρνανίας προς ανατολικά. Η διακύμανση του (μόνιμου και πραγματικού) πληθυσμού την περίοδο από το 1961 μέχρι το 2011 φαίνεται στο Σχήμα 3.1. Το 2011 στην τελευταία απογραφή πληθυσμού παρατηρείται σημαντική αύξηση, με μόνιμο και πραγματικό πληθυσμό να φτάνουν περίπου τους 8.700 κατοίκους (38% του συνολικού πληθυσμού του νησιού). Η έκταση της πόλης είναι 3,62km² και αποτελείται από 256 οικοδομικά τετράγωνα (ΟΤ) με μέσο πληθυσμό 34 κατοίκους. Η κατανομή του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα της πόλης φαίνεται στην Εικόνα 3.2. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού (~60%) βρίσκεται μόλις στο 25% των οικοδομικών τετραγώνων στις νότιες περιοχές της πόλης.

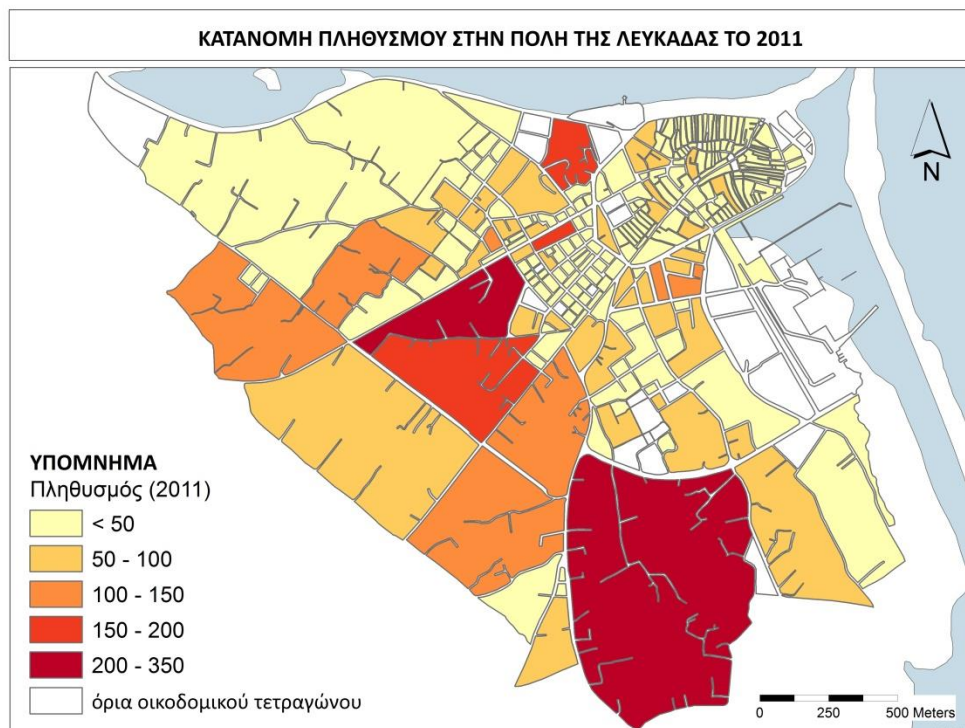


Σχήμα 3.1. Ο πραγματικός πληθυσμός από το 1961 και ο μόνιμος πληθυσμός από το 1991 μέχρι και την τελευταία απογραφή πληθυσμού το 2011 στην πόλη της Λευκάδας (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ).

Η πρωτεύουσα μεταφέρθηκε από το κάστρο της Αγίας Μαύρας στην σημερινή της θέση (στην είσοδο του νησιού, μεταξύ Λευκάδας και Ακαρνανίας) το 1685 από τους Ενετούς, γεγονός που αποτέλεσε μια από τις κυριότερες αιτίες της σημερινής της τρωτότητας σύμφωνα με τους Karababa and Guthrie (2007). Η γεωλογία σε αυτή την περιοχή του νησιού σήμανε ουσιαστικά την κατασκευή μιας πλωτής πρωτεύουσας γιατί η πόλη δομήθηκε επάνω σε σύγχρονες αλλουβιακές προσχώσεις, παράκτιους αμμώδεις σχηματισμούς και λιμνοθαλάσσιες ιλυώδεις αποθέσεις (ΙΤΣΑΚ, 2004). Μετά το σεισμό του 2003, μελέτες έδειξαν ότι η ρευστοποίηση του

εδάφους σε πολλές περιοχές της πόλης ήταν υπεύθυνη για καταστροφές στο οδικό δίκτυο ενώ απείλησε πολλές κατασκευές.

Η πόλη της Λευκάδας συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό του οικιστικού πλούτου του νησιού (~23% των κτιρίων). Αποτελείται από το ιστορικό κέντρο (κυρίως με παλαιότερα, παραδοσιακά κτίρια θεμελιωμένα σε μαλακά ή χαλαρά εδάφη), το οποίο περιβάλλεται από τις νεώτερες περιοχές Μπέη και Νεάπολης, κυρίως με κτίρια από ΟΣ θεμελιωμένα σε συνεκτικότερα εδάφη. Παρακάτω στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται αναλυτικά το κτιριακό απόθεμα και οι τυπολογίες κτιρίων που απαντώνται στην παλιά πόλη.



Εικόνα 3.2. Κατανομή πληθυσμού στην πόλη της Λευκάδας το 2011.

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ

Υπάρχει μια επικρατούσα άποψη στην κοινότητα των κοινωνικών επιστημών σχετικά με τις κύριους παράγοντες, που επηρεάζουν την κοινωνική τρωτότητα. Οι παράγοντες αυτοί διαμορφώνουν τις κοινωνικές ομάδες που ουσιαστικά θα επωμιστούν δυσανάλογο μερίδιο από τις επιπτώσεις μιας καταστροφής ενώ ακόμα και αν επιβιώσουν θα είναι δυσκολότερο να ανακάμψουν (Wisner, 1993, Clark et al., 1998). Οι παράγοντες που είναι γενικά αποδεκτοί σύμφωνα με τους Cutter et al. (2003) σχετίζονται με:

- την έλλειψη πόρων (συμπεριλαμβανομένου πληροφορίας, γνώσης και τεχνολογίας),
- την περιορισμένη πρόσβαση σε πολιτική εξουσία και σε εκπροσώπηση,
- το κοινωνικό κεφάλαιο (κοινωνικά δίκτυα και διασυνδέσεις),
- τα πιστεύω και τα έθιμα,
- το κτιριακό απόθεμα,
- τα άτομα με φυσικά περιορισμένες ικανότητες,
- τον τύπο και την πυκνότητα των υποδομών και των γραμμών ζωής

Οι διαφωνίες προκύπτουν στην επιλογή των μεταβλητών που θα εκπροσωπήσουν αυτές τις ευρείες έννοιες.

Πρακτικά, η επιλογή των μεταβλητών για την εκτίμηση της κοινωνικής τρωτότητας εξαρτάται από τα υπάρχοντα διαθέσιμα στοιχεία, την κλίμακα, την περιοχή και τον φυσικό κίνδυνο (-ους) που απειλεί την περιοχή ενδιαφέροντος. Τα στοιχεία συνήθως αντλούνται από τις απογραφές πληθυσμού-κατοικιών και κτιρίων, δειγματοληπτικές έρευνες που μπορεί να αποτυπώνουν συγκεκριμένα ποιοτικά ή ποσοτικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, γεωφυσικά δεδομένα που σχετίζονται με φυσικούς κινδύνους, καταγραφές των θέσεων κρίσιμων κτιρίων ή εγκαταστάσεων (π.χ. νοσοκομεία, σχολεία, γηροκομεία κ.α.) και ελεύθερων χώρων. Ουσιαστικά, τα στοιχεία μετατρέπουν την έννοια της τρωτότητας από αφηρημένη σε μετρίσιμη. Πιο συγκεκριμένα, θα λέγαμε ότι η τρωτότητα αποκτά κλίμακα μέτρησης μέσα από στοιχεία που σχετίζονται με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, την κοινωνικοοικονομική θέση, την εργασία ή την απασχόληση, την εμπορική/βιομηχανική ανάπτυξη, την παρουσία μεταναστών ή μειονοτήτων, τις υπηρεσίες υγείας, τα συστήματα κοινωνικής πρόνοιας, το είδος του κινδύνου, το δομημένο περιβάλλον κ.α.

Ειδική αναφορά αξίζει να γίνει στο είδος του φυσικού κινδύνου αφού είναι η έννοια που διαφοροποιεί σημαντικά τις μελέτες κοινωνικής τρωτότητας. Ο φυσικός κίνδυνος επηρεάζει την επιλογή μεταβλητών που σχετίζονται συνήθως με την απασχόληση και το δομημένο περιβάλλον. Υπάρχουν επαγγέλματα που σαφώς υποφέρουν περισσότερο όχι μόνο κατά την διάρκεια της κρίσης αλλά και μακροπρόθεσμα. Για παράδειγμα, απασχολούμενοι στον πρωτογενή τομέα (π.χ. γεωργοί, κτηνοτρόφοι κ.α.) θα επηρεαστούν δυσμενέστερα από φυσικούς κινδύνους όπως πλημμύρες, τυφώνες ή ξηρασία σε σχέση με απασχολούμενους του

τριτογενή τομέα. Αντίστοιχα παραδείγματα υπάρχουν στο δομημένο περιβάλλον όπου τα κτίρια από φέρουσα λιθοδομή ή οι κατασκευές πριν την θέσπιση των αντισεισμικών κανονισμών είναι πολύ περισσότερο τρωτές στον σεισμικό έναντι στον πλημμυρικό κίνδυνο όπου σε αυτή την περίπτωση οι κρίσιμες παράμετροι είναι το ύψος, η διάρκεια και η ταχύτητα της πλημμύρας σε σχέση με το ύψος και άλλα χαρακτηριστικά των κτιρίων.

Εμπειρικά και σύμφωνα με τα δεδομένα των ελληνικών απογραφών, για την πόλη της Λευκάδας η κοινωνική τρωτότητα έναντι στον σεισμικό κίνδυνο εκπροσωπείται από τέσσερις ευρύτερες έννοιες, οι οποίες προσδιορίζονται από τις μεταβλητές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Η πρώτη ομάδα παραγόντων που επηρεάζει την κοινωνική τρωτότητα είναι η *δημογραφική σύνθεση του πληθυσμού*. Πιο συγκεκριμένα, το φύλο καθορίζει πολλές φορές την συμπεριφορά του ατόμου. Η πλειοψηφία των γυναικών εμφανίζει μεγάλο βαθμό αδράνειας απέναντι στο αποτέλεσμα μιας καταστροφής. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι άντρες είναι πιο πρόθυμοι να αναλάβουν το ρίσκο και να εμπλακούν στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, ενώ γενικότερα αντιλαμβάνονται ως μικρότερο τον κίνδυνο σε σχέση με τις γυναίκες (Armas, 2012). Επίσης, ο γυναικείος πληθυσμός παρουσιάζει χαμηλότερο ρυθμό ανάκαμψης, εξαιτίας συνήθως του χαμηλότερου ατομικού εισοδήματος και των πολλαπλών οικογενειακών ευθυνών (Wisner and Luce, 1993, Cutter et al., 2003).

Επίσης, η ηλικία επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα σχετίζονται με το καταστροφικό γεγονός. Τα άτομα που ανήκουν στα άκρα του ηλικιακού φάσματος (κάτω των 5 ετών & άνω των 65 ετών) βρίσκονται μεταξύ των πιο τρωτών κοινωνικά ομάδων, καθώς δεν είναι ικανά να αντισταθούν ή να ανταποκριθούν στο κίνδυνο από μόνοι τους (Wisner and Luce, 1993, Clark et al, 1998). Τα παιδιά πολύ μικρής ηλικίας αδυνατούν να προστατεύσουν τον εαυτό τους και να διαφύγουν της καταστροφής λόγω έλλειψης γνώσεων και εμπειρίας με τέτοιες καταστάσεις (Flanagan et al., 2012). Επίσης, οι ηλικιωμένοι, οι οποίοι συχνά ζουν μόνοι τους, χρειάζονται επιπλέον βοήθεια λόγω πιθανών προβλημάτων υγείας. Τόσο οι ηλικιωμένοι όσο και τα παιδιά χρειάζονται την φροντίδα τρίτων (είτε ατομική κατ' οίκον βοήθεια είτε από παιδικό σταθμό ή κέντρο φροντίδας ηλικιωμένων), η οποία αν δεν είναι άμεσα διαθέσιμη, το φορτίο μεταφέρεται σε κάποιο μέλος της οικογένειας, ελαττώνοντας την συνολική ικανότητα προσαρμογής (Flanagan et al., 2012, Cutter et al., 2003).

Η *μόρφωση*, η οποία σχετίζεται πολλές φορές με την κοινωνικοοικονομική στάθμη, αποτελεί άλλη μια σημαντική μεταβλητή. Για τα άτομα με χαμηλό επίπεδο μόρφωσης, τα πρακτικά και γραφειοκρατικά εμπόδια που καλούνται να αντιμετωπίσουν είναι αρκετά δύσκολο να ξεπεραστούν (Flanagan et al., 2012). Επίσης, συχνά διαθέτουν μειωμένες προσλαμβάνουσες σε προγράμματα σχεδιασμού (π.χ. σχέδια εκκένωσης και συντονισμένης διαφυγής, προειδοποιητικά σήματα) και μειωμένη ικανότητα να εκμεταλλευτούν τα μέτρα και τις πληροφορίες κατά τη φάση της προετοιμασίας και της ανάκαμψης (Cutter et al., 2003).

Στην ίδια ομάδα ανήκει και η πληθυσμιακή πυκνότητα (είτε ανά νοικοκυριό είτε ανά ΟΤ) η οποία δηλώνει τρωτότητα έναντι στο συνωστισμό, όταν μεγάλος αριθμός ατόμων κατευθύνεται σε περιορισμένο χώρο με μικρό αριθμό εξόδων και οδών διαφυγής-πρόσβασης. Με άλλα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι, όσο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων αναζητά έξοδο διαφυγής (και ιδίως την ίδια), τόσο πιο δύσκολη είναι μια ασφαλής και ομαλή εκκένωση καθώς η υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα προκαλεί συμφόρηση (Armas et al., 2012, Flanagan et al., 2012, Armas, 2016).

Η δεύτερη ομάδα παραγόντων σχετίζεται με την *απασχόληση*. Οι μη απασχολούμενοι δεν έχουν τα οφέλη των απασχολούμενων (εισόδημα και ιατρική περίθαλψη σε περίπτωση τραυματισμού ή θανάτου) γεγονός που τους καθιστά πιο ευάλωτους (Brodie et al., 2006 από Flanagan et al., 2012). Στην πραγματικότητα, μεταξύ των συνεπειών μιας καταστροφής είναι η απώλεια θέσεων εργασίας, γεγονός που επιβραδύνει την ανάκαμψη ιδιαίτερα όταν τα ποσοστά μη απασχολούμενων είναι υψηλά πριν από μια καταστροφή (Cutter et al., 2003).

Μια άλλη ομάδα παραγόντων ανήκει στην *σύνθεση των νοικοκυριών*. Τα μονοπρόσωπα και μονογονεϊκά νοικοκυριά συχνά αντιμετωπίζουν περισσότερες δυσκολίες τόσο κατά την διάρκεια όσο και την περίοδο μετά την καταστροφή, λόγω του ότι όλες οι ευθύνες επωμίζονται από ένα άτομο. Επίσης, ένα νοικοκυριό με μεγάλο αριθμό εξαρτημένων μελών συνήθως έχει περιορισμένες οικονομικές δυνατότητες για να αναθέσει την φροντίδα τους σε τρίτους, με αποτέλεσμα τα μη εξαρτημένα μέλη να χρειάζεται να αντεπεξέλθουν τόσο στις επαγγελματικές ευθύνες όσο και στην φροντίδα των μελών της οικογένειας (Cutter et al., 2003). Αντιθέτως, όταν τα περισσότερα μέλη ενός νοικοκυριού είναι οικονομικά ενεργά, τότε υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα το κόστος της ανάκαμψης να μοιραστεί (Clark et al., 1998).

Η *κοινωνικοοικονομική θέση* του ατόμου αποτελεί αναμφίβολα μια από τις σημαντικότερες συνιστώσες. Οι οικονομικά ασθενέστερες κοινωνικές ομάδες είναι λιγότερο πιθανόν να έχουν το *εισόδημα* που χρειάζεται (π.χ. προϋπολογισμό για προσεισμική ενίσχυση ή επισκευή κτιρίου μετασεισμικά) για να προετοιμαστούν για μια ενδεχόμενη καταστροφή ή να ανακάμψουν μετά από αυτή (Clark et al., 1998). Παρόλο που η οικονομική αξία των περιουσιακών στοιχείων αυτών των νοικοκυριών μπορεί να είναι μικρή, η απώλεια και η αντικατάσταση τους είναι οικονομικά απρόσιτη για τα μέλη τους, ειδικά όταν δεν υπάρχει αρωγή και ασφάλιση κατά των φυσικών κινδύνων (κρατική ή και ιδιωτική). Τα νοικοκυριά με υψηλό εισόδημα μπορεί να υποφέρουν από υψηλότερες οικονομικές απώλειες σε απόλυτους αριθμούς αλλά είναι σε θέση να τις μετριάσουν λόγω αποταμιεύσεων, ασφάλισης, σταθερής εργασίας και πιθανών επιπλέον εισοδημάτων (Wisner et al., 2003, Cutter et al., 2003, Flanagan et al., 2012).

Ωστόσο, παρόλη την βαρύνουσα σημασία που έχει η κοινωνικοοικονομική θέση στην δημιουργία καταστάσεων τρωτότητας, παρουσιάζει την μεγαλύτερη δυσκολία να περιγραφεί μέσα από μεταβλητές άμεσα προερχόμενες από τις εθνικές απογραφές. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μεταβλητές που σχετίζονται με το εισόδημα και τις συνθήκες διαβίωσης των νοικοκυριών που εκτιμώνται μέσα από συγκεκριμένες μεθοδολογίες (βλέπε Κεφάλαιο 6).

Η τελευταία ομάδα παραγόντων αφορά το *δομημένο περιβάλλον*. Η χωρική κατανομή των κτιρίων, η οποία εκφράζει έμμεσα την πυκνότητα ανθρώπινων δραστηριοτήτων είναι ένα μέτρο της έκθεσης, όπου όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των κτιρίων τόσο μεγαλύτερες οι εν δυνάμει απώλειες. Περισσότερο σημαντική είναι η ποιότητα των κτιρίων (στενά συνδεδεμένη με το εισόδημα-πλούτο), με τα χαμηλής ποιότητας κτίρια να είναι πιο τρωτά έναντι του σεισμικού κινδύνου με αποτέλεσμα να εντοπίζονται σε αυτά μεγαλύτερες ανθρώπινες και οικονομικές απώλειες.

Στην παρούσα εργασία, η ποιότητα των κτιρίων εκτιμήθηκε με βάση την *ηλικία και τα υλικά κατασκευής* τους, τα οποία επηρεάζουν την σεισμική τους απόκριση (π.χ. τύπο και βαθμό βλάβης, πιθανότητα κατάρρευσης) και κατ' επέκταση την ασφάλεια των ενοίκων (Cutter et al., 2003). Για την πόλη της Λευκάδας, οι πλέον ευπαθείς τυπολογίες κτιρίων συμπεριλαμβάνουν τα παλαιά κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1919, τα κτίρια πριν τον πρώτο ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό του 1959, και τα κτίρια φέρουσας τοιχοποιίας από λιθοδομή (Karababa and Guthrie, 2007, Karababa & Pomonis, 2011).

Πίνακας 4.1. Περιγραφή μεταβλητών για την δημιουργία του δείκτη SoVI στην πόλη της Λευκάδας.

α/α	Έννοια	Όνομα (σύμβολο)	Περιγραφή Μεταβλητής	Μείωση (-) / Αύξηση (+) της τρωτότητας
1.	Φύλο, ηλικία, εκπαίδευση	TPop	Ποσοστό συνολικού πληθυσμού	+
2.		PopDes	Πληθυσμιακή πυκνότητα ανά Km ²	+
3.		PopLT5	Ποσοστό πληθυσμού κάτω των 5 ετών	+
4.		PopGT65	Ποσοστό πληθυσμού άνω των 65 ετών	+
5.		FPop	Ποσοστό γυναικείου πληθυσμού	+
6.		EduGT25	Ποσοστό πληθυσμού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ή χαμηλότερης άνω των 25 ετών	+
7.	Απασχόληση	EmpPop	Ποσοστό απασχολούμενου πληθυσμού	-
8.		FEmpPop	Ποσοστό γυναικείου απασχολούμενου πληθυσμού	-
9.		EActPop	Ποσοστό οικονομικά ενεργού πληθυσμού	-
10.		RetPop	Ποσοστό πληθυσμού που έχει συνταξιοδοτηθεί	+
11.	Δομή νοικοκυριών και κατοικίες	THhlds	Ποσοστό συνολικών νοικοκυριών	+
12.		Hhlds1M	Ποσοστό νοικοκυριών με ένα μέλος	+
13.		HhldsGT6M	Ποσοστό νοικοκυριών με έξι ή περισσότερα μέλη	+
14.		PopPerHhld	Πληθυσμιακή πυκνότητα ανά νοικοκυριό	+
15.		ResBldgs	Ποσοστό κτιρίων κατοικιών (με αποκλειστική χρήση ή κύρια χρήση κατοικία)	+
16.		EmpRes	Ποσοστό κενών κατοικιών	-
17.	Κοινωνικο-οικονομική θέση	EIDI	Μέσο ισοδύναμο εισόδημα σε Ευρώ (οικ. έτος 2010)	-
18.		AROP	Κατώφλι κινδύνου φτώχειας (%)	+
19.	Δομημένο περιβάλλον	Bldgs	Ποσοστό συνολικών κτιρίων	+
20.		BldsgPrior19	Ποσοστό κτιρίων που κατασκευάστηκε πριν το 1919	+
21.		BldgsPrior60	Ποσοστό κτιρίων που κατασκευάστηκε πριν το 1960	+
22.		BldgsURM	Ποσοστό κτιρίων από φέρουσα λιθοδομή	+
23.		BldgsGT3Res	Ποσοστό κτιρίων κατοικιών (με αποκλειστική χρήση ή κύρια χρήση κατοικία) που στεγάζει τρεις ή περισσότερες κανονικές κατοικίες	+

5. ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η παρούσα ανάλυση άντλησε δεδομένα από τις απογραφές πληθυσμού-κατοικιών και κτιρίων που διεξήχθησαν την περίοδο Φεβρουάριος – Μάιος του 2011 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). Επίσης τα αποτελέσματα από την δειγματοληπτική έρευνα εισοδήματος και συνθηκών διαβίωσης (SILC) του 2011, με περίοδο αναφοράς εισοδήματος το 2010, αποτέλεσαν βασική πηγή δεδομένων για την εκτίμηση της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης των νοικοκυριών (βλέπε παρακάτω). Οι υπόλοιπες μεταβλητές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1 είναι αμιγώς απόρροια των εθνικών απογραφών. Να σημειωθεί ότι τα στοιχεία των εθνικών απογραφών αναφέρονται στο μόνιμο πληθυσμό και όχι στον πραγματικό που σημαίνει ότι τα αποτελέσματα δεν λαμβάνουν υπόψη τους τις εποχιακές διακυμάνσεις και τις μετακινήσεις του πληθυσμού κατά την διάρκεια της ημέρας.

Επίσης, τα αναλυτικά στοιχεία με τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος και των βλαβέντων κτιρίων του σεισμού του 2003 της παλιάς πόλης της Λευκάδας παραχωρήθηκαν ευγενικά από την Δρ. Δήμητρα Καλαντώνη. Η δημιουργία βάσης (γεωχωρικών) δεδομένων με τα χαρακτηριστικά των κτιρίων πριν το σεισμό του 2003 καθώς και η ταυτοποίηση και χωρική αποτύπωση των χαρακτηριστικών των βλαβέντων κτιρίων μέσα από τα δελτία αυτοψιών και επιτόπιες έρευνες πεδίου, ήταν μέρος της έρευνας της Καλαντώνης (2016) στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής με αντικείμενο την ανάπτυξη μοντέλων εμπειρικής εκτίμησης του σεισμικού κινδύνου για την παλιά πόλη της Λευκάδας.

Ως χωρική μονάδα ανάλυσης επιλέχθηκε το οικοδομικό τετράγωνο αφενός γιατί είναι η μεγαλύτερη μονάδα ανάλυσης για την οποία τα στοιχεία είναι διαθέσιμα και αφετέρου μπορεί να παρατηρηθούν σημαντικές δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές διαφορές σε μια τέτοια κλίμακα μελέτης. Είναι αναγνωρισμένο ότι η τρωτότητα ποικίλει ακόμα και σε μικρότερη κλίμακα (π.χ. σε επίπεδο νοικοκυριού), ωστόσο, το οικοδομικό τετράγωνο είναι μια πρακτική χωρική μονάδα, δεδομένου ότι μπορεί να βοηθήσει τους τοπικούς φορείς στην λήψη αποφάσεων για την κατανομή των πόρων κατά την μετακαταστροφική περίοδο και γενικότερα στο σχεδιασμό πολιτικών για την δημόσια υγεία (Clark et al., 2003, Flanagan et al., 2011). Επίσης, η συγκεκριμένη επιλογή αποκλείει θεσμικές ή διοικητικές διαφορές που σίγουρα υπάρχουν, για παράδειγμα μεταξύ των δήμων, και επικεντρώνεται στις κοινωνικές διαφορές μόνο εντός της πόλης της Λευκάδας.

6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΦΤΩΧΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗΣ

Υπό κανονικές συνθήκες, η τρωτότητα σχετίζεται στενά με την κοινωνικοοικονομική θέση. Παρόλο που η τρωτότητα δεν μπορεί να 'διαγνωσθεί' άμεσα από την φτώχεια, οι δύο αυτοί παράγοντες συχνά σχετίζονται αρκετά. Η χαμηλή οικονομική θέση των ατόμων, νοικοκυριών, πόλεων και εθνών είναι ίσως ο κρισιμότερος παράγοντας που καθορίζει τα επίπεδα τρωτότητας αφού υπάρχει εμφανής αδυναμία για την διάθεση οικονομικών πόρων προς μείωση-αντιμετώπιση των παραγόντων που την επιτείνουν.

Σε επίπεδο ατόμου, οι Wisner et al. (2003) αναφέρουν ότι, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην τρωτότητα μεταξύ των πλουσίων και των φτωχών (κυρίως αλλά όχι αποκλειστικά στον αναπτυσσόμενο κόσμο). Πρώτον, οι πλούσιοι έχουν την οικονομική δυνατότητα να αποκτήσουν σωστά σχεδιασμένες και τεχνικά άρτιες κατασκευές ακόμα και αν ζουν σε επικίνδυνες περιοχές (π.χ. περιοχές υψηλού σεισμικού κινδύνου, απότομες πλαγιές επιρρεπείς σε κατολισθήσεις) γεγονός που ελαχιστοποιεί (αλλά δεν εξαλείφει) τις συνέπειες των καταστροφικών γεγονότων. Επιπλέον, οι κατοικίες και η περιουσία των πλουσίων είναι συνήθως ασφαλισμένα, ενώ συχνά έχουν πρόσβαση σε επιπλέον αποταμιεύσεις και συνεπώς μπορούν εύκολα να βρουν εναλλακτικό κατάλυμα και να επιστρέψουν στην εργασία τους σε περίπτωση βλαβών στην κατοικία τους. Αντιθέτως, οι χαμηλές εισοδηματικές τάξεις συχνά έχουν όλη τους την περιουσία συγκεντρωμένη σε μια κατοικία (χωρίς απαραίτητα να είναι δική τους), έχουν ελάχιστες ή ίσως και καθόλου αποταμιεύσεις και συνήθως δεν θεωρούνται φερέγγυοι προς δανεισμό που θα βοηθούσε στην γρηγορότερη επανάκαμψη.

Η έννοια της φτώχειας (ή του πλούτου) έχει αναδειχτεί ως η συνιστώσα με τη υψηλότερη συνεισφορά (διακύμανση) στην εκτίμηση του δείκτη SoVI στις περισσότερες έρευνες (Clark et al., 1998, Cutter et al., 2003, Boruff et al., 2005 Borden et al., 2007, Armas, 2012). Σε επίπεδο ατόμου ή νοικοκυριού υπάρχουν διάφορες μεταβλητές που εκπροσωπούν την έννοια της φτώχειας στις αναλύσεις τις κοινωνικής τρωτότητας (π.χ. μέσο ετήσιο κατά κεφαλή εισόδημα, μέση αξία κατοικίας, μέσο καταβληθέν ενοίκιο κατοικίας, ποσοστό νοικοκυριών που δεν καλύπτονται οι βασικές τους ανάγκες σε ενέργεια, θέρμανση κα.). Στην Ελλάδα οι περισσότερες από αυτές τις μεταβλητές δεν εμφανίζονται καθόλου στα ερωτηματολόγια των απογραφών είτε για λόγους εμπιστευτικότητας είτε για λόγους έλλειψης πόρων που απαιτούνται για τέτοιου είδους λεπτομερείς κοινωνικές έρευνες.

Το έλλειμμα αυτό έρχονται να καλύψουν οι μέθοδοι χωρικής μικροπροσομοίωσης. Τα μοντέλα χωρικής μικροπροσομοίωσης εκτιμούν δεδομένα (π.χ. μέσο ετήσιο εισόδημα νοικοκυριού) για τον πληθυσμό μια περιοχής από την οποία απουσιάζουν οι σχετικές, αναλυτικές έρευνες από όπου θα μπορούσαν να αντληθούν. Τα μοντέλα χωρικής μικροπροσομοίωσης διαφέρουν από

τα κλασσικά μοντέλα μικροπροσομοίωσης. Η χωρική πληροφορία που προστίθεται στα (μικρο)δεδομένα επιτρέπει να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις διαφόρων κοινωνικών και οικονομικών πολιτικών σε λεπτομερές επίπεδο (μικροεπίπεδο).

Στο σημείο αυτό, η παρούσα έρευνα επιχειρεί να φέρει μια μικροεπίπεδου ανάλυση του εισοδήματος στο πεδίο της πρόληψης και διαχείρισης των φυσικών καταστροφών που θα συμβάλλει αφενός στην εκτίμηση του δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (SoVI) και αφετέρου στη χάραξη και εφαρμογή πολιτικών για την κατανομή κρατικών πόρων με εισοδηματικά κριτήρια στους πληγέντες στη φάση της ανάκαμψης.

6.1 Χωρικά δεδομένα

Ένα μοντέλο στατικής χωρικής μικροπροσομοίωσης χρειάζεται δύο βασικές πηγές δεδομένων: τα συγκεντρωτικά στοιχεία (aggregate data) στο απαιτούμενο επίπεδο χωρικής ανάλυσης και τα μη-χωρικά μικροδεδομένα (non-spatial microdata). Η βασική ιδέα είναι να συνδυαστούν τα υπάρχοντα συγκεντρωτικά στοιχεία από τις εθνικές απογραφές, τα οποία έχουν υψηλό επίπεδο ακρίβειας και αξιοπιστίας, με μικροδεδομένα μεγάλης λεπτομέρειας (ή χωρικά μικροδεδομένα) δειγματοληπτικών ερευνών, και με την κατάλληλη προσαρμογή να προσομοιώσουν πληθυσμούς, των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι όσο το δυνατό πιο κοντά σε εκείνα του πραγματικού πληθυσμού της περιοχής ενδιαφέροντος (Lovelace et al., 2013a, Panori et al., 2016).

Τα στοιχεία των απογραφών αποτελούν τον θεμέλιο λίθο, όσο αναφορά την αξιοπιστία και τη γεωγραφική κάλυψη. Ωστόσο, δεν μπορεί να παραβλεφθεί το γεγονός ότι, παρέχονται σε αθροιστική μορφή (π.χ. ανά οικοδομικό τετράγωνο, δήμο, νομό ή περιφέρεια) με αποτέλεσμα να αποκρύπτονται οι διακυμάνσεις σε επίπεδο μονάδας μέσα στην κάθε ζώνη (Lovelace et al., 2013a). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η χωρική μονάδα στην συγκεκριμένη ανάλυση είναι το οικοδομικό τετράγωνο (το υψηλότερο επίπεδο χωρικής λεπτομέρειας που μπορούν να έχουν τα στοιχεία που παρέχονται από την ΕΛΣΤΑΤ), και ως εκ τούτου η χωρική μονάδα ανάλυσης των στοιχείων που θα περιορίσουν το μοντέλο χωρικής μικροπροσομοίωσης δεν μπορεί να είναι διαφορετική.

Στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζονται οι εξεταζόμενες μεταβλητές από την απογραφή πληθυσμού-κατοικιών του 2011 και η επικρατέστερη κατηγορία κάθε μεταβλητής (από άποψη πληθυσμού) για την περιοχή μελέτης. Η πολυπληθέστερη κατηγορία κάθε μεταβλητής ακολουθεί την ονομασία όπως ακριβώς δόθηκε από την ΕΛΣΤΑΤ.

Πίνακας 6.1. Οι μεταβλητές της ΕΛΣΤΑΤ και οι επικρατέστερες κατηγορίες τους.

Μεταβλητή	Αριθμός κατηγοριών	Επικρατέστερη κατηγορία (ΕΛΣΤΑΤ)
Φύλο-Ηλικία	12	Γυναίκες >65
Οικογενειακή κατάσταση	8	Έγγαμος/η ή με σύμφωνο συμβίωσης
Εκπαίδευση	14	Πτυχίο Επαγγελματικών Σχολών, Πτυχίο Επαγγελματικού Λυκείου, Απολυτήριο Λυκείου (Γενικού, Εκκλησιαστικού κλπ.)
Ασχολία	9	Εργαζόμενος
Επάγγελμα	9	Απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών και πωλητές

6.2 Μικροδεδομένα

Τα δείγματα ανωνυμοποιημένων μικροδεδομένων (Sample of Anonymised Records, SARs) σε επίπεδο μονάδας (π.χ. άτομα, νοικοκυριά, εταιρίες) διαφόρων κοινωνικών ερευνών έχουν αποτελέσει τη βάση πάνω στην οποία έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα χωρικής μικροπροσομοίωσης. Μεταξύ αυτών είναι τα μικροδεδομένα της Έρευνας Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union - Statistics on Income and Living Conditions, EU-SILC), η οποία βασίζεται σε συγκεκριμένους ορισμούς και μεθοδολογίες με σκοπό να διασφαλιστεί η ομοιογένεια και η συγκρισιμότητα της έρευνας σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα στοιχεία που συγκεντρώνει η Στατιστική Υπηρεσία των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (EU-STAT) προέρχονται ξεχωριστά από έρευνες των μελών της. Σε εθνικό επίπεδο, η ΕΛΣΤΑΤ διεξάγει τη συγκεκριμένη έρευνα με τους ίδιους ορισμούς και μεθοδολογίες μια φορά το χρόνο από το 2003.

Κατά την έρευνα αυτή συλλέγεται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μεταβλητών με βασικό στόχο την έρευνα και τη μελέτη, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, των συνθηκών διαβίωσης των νοικοκυριών σε σχέση, κυρίως, με το εισόδημά τους. Τα μικροδεδομένα για την Ελλάδα που παραχωρήθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ αποτέλεσαν τη βασικότερη (και μοναδική) πηγή δεδομένων για την ανάπτυξη του μοντέλου χωρικής μικροπροσομοίωσης για την πόλη της Λευκάδας (SimLefkas). Ωστόσο παρόλο τον μεγάλο πλούτο μεταβλητών που καταγράφονται κάθε χρόνο, τα στοιχεία είναι διαθέσιμα σε περιορισμένο επίπεδο χωρικής ανάλυσης³.

Η έρευνα είναι δειγματοληπτική, με σχεδιασμό rotational integrated design, που επιλέχτηκε ως ο πλέον κατάλληλος για ενιαία συγχρονική και διαχρονική έρευνα (ΕΛΣΤΑ, 2012α). Η τελική

³ Η ελληνική επικράτεια έχει χωριστεί σε τέσσερις περιοχές οι οποίες περιλαμβάνουν τις εξής περιφέρειες: Περιοχή 1 (EL1): Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Μακεδονία, Θεσσαλία, Περιοχή 2 (EL2): Ήπειρος, Ιόνια Νησιά, Δυτική Ελλάδα, Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησος, Περιοχή 3 (EL3): Αττική, Περιοχή 4 (EL4): Βόρειο Αιγαίο, Νότιο Αιγαίο, Κρήτη.

δειγματοληπτική μονάδα είναι το νοικοκυριό. Οι μονάδες ανάλυσης είναι τα νοικοκυριά και τα μέλη τους. Το δείγμα για το έτος 2011 ανέρχεται σε 8.511 ιδιωτικά νοικοκυριά (κλάσμα δειγματοληψίας 0,20% του υπολογιζόμενου συνολικού αριθμού νοικοκυριών της χώρας) και σε 15.067 άτομα (83.9% είναι ηλικίας 16 ετών και άνω).

Η επιλογή των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν το μοντέλο χωρικής μικροπροσομοίωσης (constraint variables/small-area constraints) είναι πολύ σημαντική καθώς επιδρά στην διαδικασία κατασκευής του μοντέλου και κατ' επέκταση επηρεάζει τις διακυμάνσεις στην σύνθεση των πληθυσμών που παράγονται (Panori et al., 2016). Βασικός παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή των μεταβλητών είναι ο βαθμός συσχέτισης τους με τις μεταβλητές-στόχους (target variables), τα επιδιωκόμενα δηλαδή αποτελέσματα του μοντέλου στην συγκεκριμένη περίπτωση (Lovelace et al., 2013, Panori et al., 2016).

Πιο συγκεκριμένα, οι βασικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για να περιορίσουν το μοντέλο είναι: η ηλικία-φύλο, η οικογενειακή κατάσταση, η εκπαίδευση, η ασχολία και το επάγγελμα. Η συσχέτιση τους με την κατανομή του εισοδήματος και της φτώχειας στην Ελλάδα έχει πρόσφατα μελετηθεί από τους Panori et al. (2016) οι οποίοι επισημαίνουν ότι 'οι συγκεκριμένες μεταβλητές δημιουργούν μια αναλυτική εικόνα των δημογραφικών χαρακτηριστικών της χωρικής μονάδας και είναι ευρέως αποδεκτοί ως καλοί δείκτες της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης του ατόμου'.

Συγκεντρωτικά, στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζονται οι μεταβλητές που η μελέτη δανείστηκε από τη βάση δεδομένων της SILC, ο αριθμός των κατηγοριών τους καθώς και η επικρατέστερη υποκατηγορία κάθε μεταβλητής. Για να γίνει πλήρης αντιστοίχιση των κατηγοριών των μεταβλητών των δύο ερευνών (ΕΛΣΤΑΤ και SILC) χρειάστηκε κάποιες κατηγορίες να συγχωνευτούν τόσο στη μία όσο και στην άλλη περίπτωση. Οι πέντε μεταβλητές που συνδέουν τα στοιχεία μεταξύ τους (linking variables) και οι τελικές κατηγορίες τους παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 6.3. Τα στοιχεία περιέχουν τόσο συνεχείς μεταβλητές (π.χ. ηλικία) όσο και ονομαστικές (π.χ. φύλο, επάγγελμα κλπ.), εξαιτίας όμως του μοντέλου χωρικής μικροπροσομοίωσης (μέθοδος IPF, βλέπε παρακάτω) όλες οι μεταβλητές χρειάστηκε να μετατραπούν σε ονομαστικές.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου περιλαμβάνουν όλες εκείνες τις μεταβλητές που περιέχονται στα μη χωρικά μικροδεδομένα της δειγματοληπτικής έρευνας και δεν είναι διαθέσιμες στα συγκεντρωτικά στοιχεία (π.χ. εισόδημα νοικοκυριού, δείκτες αποστέρησης υλικών αγαθών κλπ.). Συχνά η μεταβλητή-στόχος παρουσιάζεται ως έμμεσος δείκτης ή υποκατάστατη μεταβλητή (proxy variable) των ιδιοτήτων που επισυνάπτονται σε αυτή. Στην παρούσα ανάλυση γνωρίζοντας το συνολικό διαθέσιμο εισόδημα του νοικοκυριού (Total Disposable Household Income) υπολογίζονται το ισοδύναμο διαθέσιμο ατομικό εισόδημα (Equivalentised

Individual Disposable Income, EIDI) και ο κίνδυνος φτώχειας (At-Risk of Poverty, AROP) σαν έμμεσοι δείκτες (παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι ορισμοί αυτών των δεικτών).

Πίνακας 6.2. Οι μεταβλητές της SILC και οι επικρατέστερες κατηγορίες τους.

Μεταβλητή	Αριθμός κατηγοριών	Επικρατέστερη κατηγορία (SILC)
Φύλο- Ηλικία	12	Γυναίκες>65
Οικογενειακή κατάσταση	5	Έγγαμος/η ή με σύμφωνο συμβίωσης
Εκπαίδευση	8	Ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Λύκειο)
Ασχολία	11	Συνταξιούχος σε κανονική ηλικία ή μη ή έχει διακόψει τις εργασίες της επιχείρησης
Επάγγελμα	9	Ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς

Πίνακας 6.3. Οι μεταβλητές-περιορισμοί και οι τελικές κατηγορίες τους που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο χωρικής μικροπροσομοίωσης (SimLefkas).

Κωδικός (SILC)	Μεταβλητή ⁴	Κατηγορίες
PB150 & PB140	Φύλο-Ηλικία (Gender-Age)	1. PB140_M1: Άντρες (16-25) 2. PB140_M2: Άντρες (26-35) 3. PB140_M3: Άντρες (36-45) 4. PB140_M4: Άντρες (46-55) 5. PB140_M5: Άντρες (56-65) 6. PB140_M6: Άντρες (66+) 7. PB140_F1: Γυναίκες (16-25) 8. PB140_F2: Γυναίκες (26-35) 9. PB140_F3: Γυναίκες (36-45) 10. PB140_F4: Γυναίκες (46-55) 11. PB140_F5: Γυναίκες (56-65) 12. PB140_F6: Γυναίκες (66+)
PB190	Οικογενειακή κατάσταση (Marital Status)	1. PB190_1: Άγαμος 2. PB190_2: Έγγαμος (-η) ή με σύμφωνο συμβίωσης 3. PB190_3: Σε διάσταση 4. PB190_4: Χήρος (-α) 5. PB190_5: Διαζευγμένος (-η)
PE040	Επίπεδο εκπαίδευσης (Education)	1. PE040_NA: Καμία βαθμίδα εκπαίδευσης 2. PE040_0: Προσχολική εκπαίδευση 3. PE040_1: Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Δημοτικό) 4. PE040_2: Δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Γυμνάσιο) 5. PE040_3: Ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Λύκειο) 6. PE040_4: Μετεδευτεροβάθμια μη τριτοβάθμια εκπαίδευση (IEK, κολέγια, κλπ.) 7. PE040_5: Πρώτο στάδιο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (AEI, ATEI, Μεταπτυχιακά) 8. PE040_6: Δεύτερο στάδιο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Διδακτορικά)
PL031	Κατάσταση απασχόλησης (Ασχολία) (Economic Status)	1. PL031_14: Μισθωτός με πλήρη-μερική απασχόληση, Αυτοαπασχολούμενος με πλήρη-μερική απασχόληση 2. PL031_5: Άνεργος 3. PL031_6: Μαθητής, φοιτητής, μετεκπαιδευόμενος, εργαζόμενος χωρίς αμοιβή για απόκτηση εμπειρίας 4. PL031_7: Συνταξιούχος σε κανονική ηλικία ή μη ή έχει διακόψει τις εργασίες της επιχείρησης 5. PL031_8911: Ακατάλληλος για εργασία ή έχει μόνιμη αναπηρία, Στρατιώτης, Άλλη περίπτωση μη οικονομικά ενεργού ατόμου 6. PL031_10: Νοικοκυρά ή και φροντίδα παιδιών-ηλικιωμένων

⁴ Όλες οι μεταβλητές αναφέρονται σε άτομα ηλικίας 16 ετών και άνω.

6.3 Χωρική Μικροπροσομοίωση

Η χωρική μικροπροσομοίωση έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί σαν ένας όρος για να περιγράψει ένα σύνολο τεχνικών που σκοπό έχουν να υπολογίσουν τα χαρακτηριστικά των ατόμων μιας γεωγραφικής ζώνης για την οποία μόνο συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία είναι διαθέσιμα (Lovelace & Ballas, 2013). Οι μέθοδοι που στηρίζουν τα μοντέλα χωρικής μικροπροσομοίωσης μπορούν γενικά να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: δυναμικές (dynamic) και στατικές (static). Οι δυναμικές μέθοδοι προβάλλουν μικροδεδομένα στο μέλλον. Οι στατικές μέθοδοι δημιουργούν μικροδεδομένα για ένα σημείο στο χρόνο και κατηγοριοποιούνται σε πιθανολογικές (probabilistic) και αιτιοκρατικές (deterministic).

Οι πιθανολογικές μέθοδοι (αλγόριθμοι συνθετικής ανακατασκευής (synthetic reconstruction) και συνδυαστικής βελτιστοποίησης (combinatorial optimization)) βασίζονται στην χρήση γεννητριών τυχαίων αριθμών (hill climbing approach, simulated annealing) και εφαρμόζονται με σκοπό να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός (επιλογή και αντιγραφή) ατόμων από ένα μεγάλο σύνολο μικροδεδομένων (π.χ. SARs), ο οποίος προσαρμόζεται καλύτερα με τους περιορισμούς, με αποτέλεσμα να αναπαράγει όσο γίνεται πιο πιστά τον πληθυσμό μιας περιοχής (Lovelace et al., 2013, Lovelace and Ballas, 2013, Panori et al., 2016). Οι μέθοδοι συνθετικής ανακατασκευής είναι προγενέστερες και βασίζονται σε συνθετικά μικροδεδομένα και όχι σε πραγματικά μικροδεδομένα όπως οι μέθοδοι της συνδυαστικής βελτιστοποίησης. Στα μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών συγκαταλέγονται οι αυξημένες υπολογιστικές απαιτήσεις των γεννητριών τυχαίων αριθμών και τα διαφορετικά αποτελέσματα που παράγονται σε κάθε εκτέλεση του μοντέλου.

Μια εναλλακτική προσέγγιση, η οποία δεν βασίζεται στη χρήση γεννητριών τυχαίων αριθμών και επομένως μπορεί και παράγει γρήγορα και σταθερά τα ίδια αποτέλεσμα σε κάθε εκτέλεση του μοντέλου, αποτελούν οι αιτιοκρατικές μέθοδοι αναστάθμισης (deterministic reweighting), που υποστηρίζονται από μέθοδο IPF (Iterative Proportional Fitting). Αυτή η προσέγγιση, όπως και της συνθετικής ανακατασκευής, χρησιμοποιεί τη μέθοδο IPF για να 'σταθμίσει' τα δεδομένα δηλαδή, άτομα με τη μεγαλύτερη εκπροσώπηση σε μια ζώνη λαμβάνουν μεγαλύτερο βάρος (Lovelace et al., 2013).

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου IPF περιλαμβάνονται η σύγκλιση προς μια μόνο λύση, η υπολογιστική ακρίβεια και η αξιοπιστία του μοντέλου. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μεθόδου μειονεκτούν ως προς τη μορφή των βαρών (μη ακέραια αποτελέσματα). Το πρόβλημα αυτό έρχεται να λύσει η 'ακεραιοποίηση' (integerization), η οποία μετατρέπει τα βάρη (2D πίνακες με πραγματικούς θετικούς αριθμούς) σε πίνακες με ακέραιους αριθμούς. Οι ακέραιοι αυτοί αριθμοί ουσιαστικά δηλώνουν εάν τα αντίστοιχα άτομα από την βάση μικροδεδομένων είναι παρόν (και πόσες φορές επαναλαμβάνονται) ή απόν.

Οι Lovelace & Ballas (2013) εξέτασαν μια σειρά μεθόδων ακεραιοποίησης και παρατήρησαν ότι η μέθοδος TRS (truncate, replicate, sample) υπερτερεί των άλλων μεθόδων και μπορεί και παράγει ακέραια σετ πληθυσμών που έχουν ακριβώς ίδιο μέγεθος με τον πραγματικό πληθυσμό της απογραφής, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο την υπερδειγματοληψία (oversampling). Η παρούσα ανάλυση ακολουθεί την προσέγγιση της αιτιοκρατικής αναστάθμισης των Lovelace et al. (2013) λόγω της μεθόδου IPF η οποία είναι απλή, γρήγορη και ακριβής ενώ για την ακεραιοποίηση των βαρών επιλέχθηκε η μέθοδος TRS⁵ όπως παρουσιάζεται από τους Lovelace & Ballas (2013).

6.4 Εφαρμογή του μοντέλου SimLefkas

Το μοντέλο SimLefkas χρειάζεται ως δεδομένα εισόδου (inputs) τόσο τα χωρικά δεδομένα όσο και τα μικροδεδομένα που περιγράφηκαν παραπάνω. Οι κοινές μεταβλητές των δύο βάσεων δεδομένων (Πίνακας 6.3) θα περιορίσουν το μοντέλο SimLefkas το οποίο με τη βοήθεια της μεθόδου IPF θα προσομοιώσει εικονικούς πληθυσμούς ώστε να ταιριάζουν με τους πραγματικούς.

Ο αλγόριθμος IPF διαδοχικά, χρησιμοποιώντας κάθε φορά μια διαφορετική μεταβλητή-περιορισμό, δημιουργεί πίνακες από βάρη (όπου οι γραμμές αντιστοιχούν στα άτομα και οι στήλες στις γεωγραφικές ζώνες-OT). Τα βάρη διαφέρουν ανάλογα με τις κατηγορίες που έχει κάθε περιορισμός (Πίνακας 6.3) ενώ η τιμή τους εξαρτάται από την συχνότητα εμφάνισης των δεδομένων της ζώνης στα μικροδεδομένα. Για την περιοχή μελέτης δημιουργήθηκαν συνολικά 7.936 (256x31) βάρη ή 256 διαφορετικές στήλες βαρών, μια για κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Οι πίνακες βαρών τροποποιούν την βάση μικροδεδομένων ώστε στη συνέχεια το άθροισμα κάθε στήλης (OT) της να προσομοιώνει τα πραγματικά χαρακτηριστικά της αντίστοιχης ζώνης και τις μεταβλητές στόχους που δεν έχουν καταγραφεί σε τοπικό επίπεδο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε ζώνη και μεταβλητή μέχρι να βελτιστοποιηθεί η προσαρμογή μεταξύ πραγματικών στοιχείων και προσομοιωμένων μικροδεδομένων.

Το SimLefkas δοκιμάστηκε τόσο σε ολόκληρο το δείγμα της SILC (12.641 άτομα) όσο και στο δείγμα της Περιοχής EL2 όπου ανήκει η πόλη της Λευκάδας (3.363 άτομα), για να εξεταστεί αν η επιλογή του δείγματος επηρεάζει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα του Σχήματος 6.2 α & β το μοντέλο επιτυγχάνει ελαφρώς καλύτερη προσαρμογή με ολόκληρο το δείγμα της SILC, για αυτό και η ανάλυση διατηρεί το πλήρες δείγμα.

⁵ Ο κώδικας των Lovelace & Ballas (2013) είναι γραμμένος στην R και είναι διαθέσιμος μαζί με συμπληρωματικό υλικό στον ακόλουθο σύνδεσμο <https://github.com/Robinlovelace/IPF-performance-testing>.

Οπτικά, το πώς συμπεριφέρεται ο αλγόριθμος IPF πριν και μετά από την παρέμβαση κάθε περιορισμού, φαίνεται στα διαγράμματα του Σχήματος 6.2. Αρχικά τα βάρη τίθενται ίσα με τη μονάδα (Σχήμα 6.1). Μετά την αναστάθμιση με ένα συγκεκριμένο περιορισμό, τα βάρη αναγκάζονται να πάρουν τέτοιες τιμές ώστε το άθροισμα των προσομοιωμένων μικροδεδομένων κάθε στήλης να ταιριάζει απόλυτα με τα συγκεντρωτικά στοιχεία σε κάθε ΟΤ. Για παράδειγμα, τα στοιχεία για την μεταβλητή εκπαίδευση βρίσκονται πάνω στην γραμμή ισότητας μόνο υπό τον περιορισμό της μεταβλητής εκπαίδευση (Σχήμα 6.2 α & β). Η αναστάθμιση από τον ένα περιορισμό στον επόμενο μεταβάλλει την προσαρμογή που επιβλήθηκε από τον προηγούμενο (βλέπε την αύξηση στην διασπορά της μεταβλητής οικογενειακή κατάσταση υπό τον περιορισμό των βαρών από την μεταβλητή εκπαίδευση). Σε κάθε περίπτωση όμως, η νέα προσαρμογή είναι καλύτερη από την προηγούμενη. Το SimLefkas μετά από 5 επαναλήψεις έχει επιτύχει ένα επαρκές επίπεδο σύγκλισης προς μια λύση.

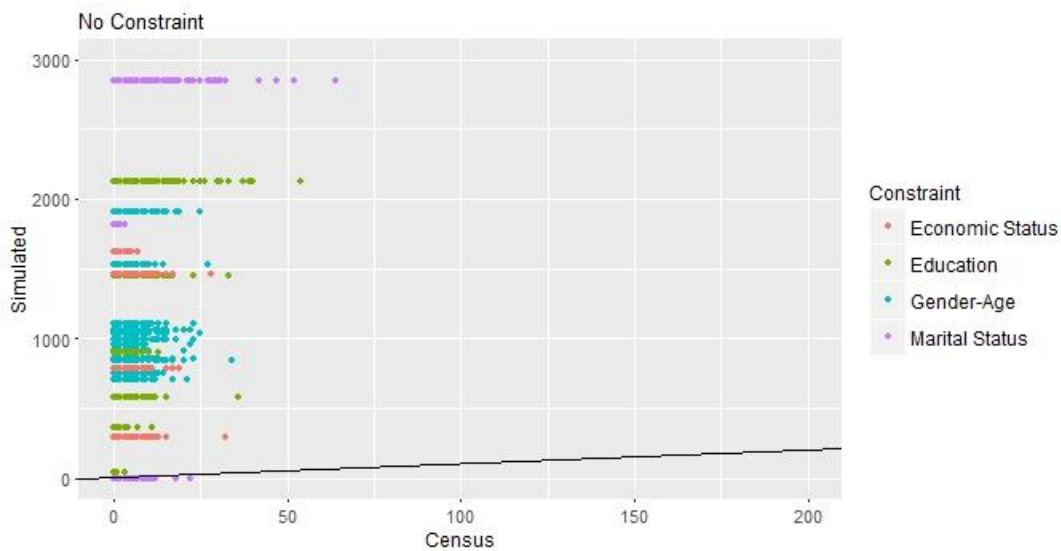
Τέλος, μετά την εφαρμογή της μεθόδου IPF, δοκιμάστηκε η ακεραιοποίηση των βαρών με την μέθοδο TRS. Τα αποτελέσματα της ακεραιοποίησης έχουν το πλεονέκτημα ότι φέρουν ακέραιους πληθυσμούς σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο αλλά χρειάζεται να εξεταστεί η συσχέτιση τους με τα πραγματικά στοιχεία, πριν γίνουν αποδεκτά. Υπάρχουν διάφορα στατιστικά μέτρα καλής προσαρμογής για να συγκριθεί η ακρίβεια ενός μοντέλου (βλέπε Lovelace et al., 2013, Lovelace and Ballas, 2013, Panori et al., 2016). Στην συγκεκριμένη ανάλυση έγινε εκτίμηση της ακρίβειας του μοντέλου με τα ακόλουθα μέτρα:

- ο Συντελεστής συσχέτισης (correlation coefficient, r). Ένα μέτρο που εκτιμά το βαθμό γραμμικής συσχέτισης.
- ο Συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination, R^2). Ένα μέτρο που ουσιαστικά δείχνει το ποσοστό της διακύμανσης που ερμηνεύουν τα στοιχεία. Δεδομένου ότι τα στοιχεία ακολουθούν το γραμμικό μοντέλο ($\phi=45^\circ$), όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι οι τιμές του συντελεστή προσδιορισμού τόσο καλύτερη προσαρμογή έχουν τα στοιχεία στην ευθεία.
- ο Συνολικό Απόλυτο Σφάλμα (Total Absolute Error, TAE). Η απόλυτη διαφορά μεταξύ προσομοιωμένων και πραγματικών τιμών.
- ο Ποσοστό των προσομοιωμένων τιμών οι οποίες υπερβαίνουν κατά 10% τις πραγματικές τιμές (Per10). Εντοπισμός ακραίων τιμών (outliers).

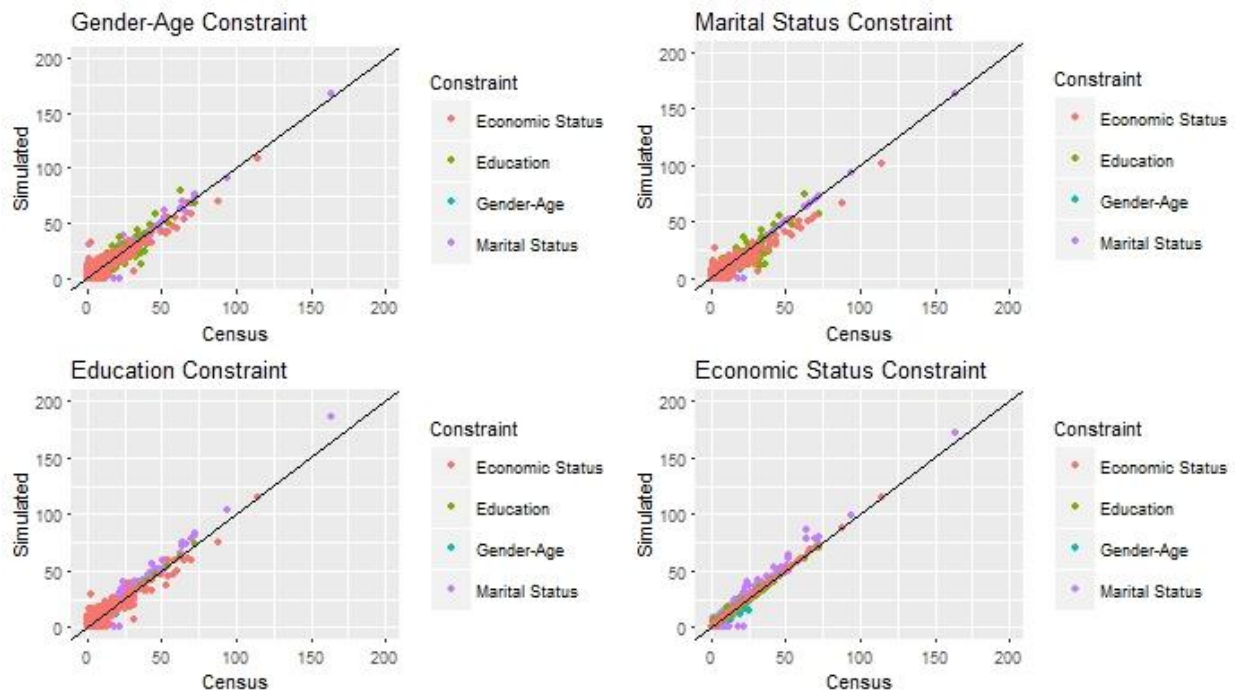
Η συσχέτιση των αποτελεσμάτων μετά την ακεραιοποίηση των βαρών με τα πραγματικά στοιχεία είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τα αρχικά αποτελέσματα της μεθόδου IPF, όπως δείχνουν όλα τα στατιστικά μέτρα στον Πίνακα 6.4. Επειδή η ακεραιοποίηση οδηγεί σε μεγαλύτερες αποκλίσεις από τα πραγματικά στοιχεία σε σχέση με την μέθοδο IPF, η ανάλυση συνεχίστηκε χωρίς την ακεραιοποίηση των βαρών.

Πίνακας 6.4. Στατιστικά μέτρα συσχέτισης των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο IPF και με τη μέθοδο TRS με τα πραγματικά στοιχεία.

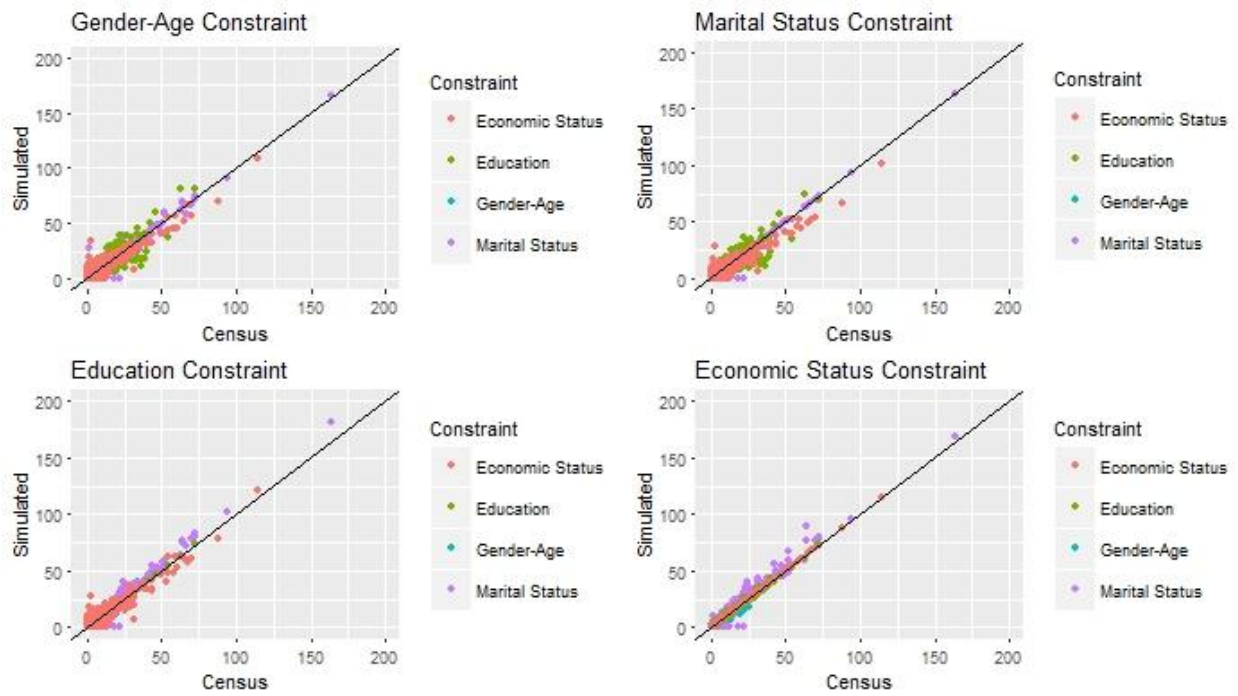
	Μεταβλητή	r	R ²	TAE	Per20
Μέθοδος IPF	Φύλο-Ηλικία	1,00	1,00	272,91	8,17
	Οικογενειακή κατάσταση	0,99	0,98	1.788,31	61,63
	Επίπεδο εκπαίδευσης	1,00	1,00	0,97	0,83
	Ασχολία	1,00	1,00	0	0
	Σύνολο	0,99	0,98	2.161,41	13,36
Μέθοδος TRS	Φύλο-Ηλικία	0,91	0,83	2.654,01	74,97
	Οικογενειακή κατάσταση	0,98	0,96	2.176,00	80,00
	Επίπεδο εκπαίδευσης	0,97	0,94	0,97	73,64
	Ασχολία	0,98	0,96	1.502,00	66,21
	Σύνολο	0,97	0,94	8.108,02	73,74



Σχήμα 6.1. Διάγραμμα διασποράς των στοιχείων πριν την εφαρμογή της μεθόδου IPF (με το πλήρες δείγμα της SILC).



(α)



(β)

Σχήμα 6.2. Οπτική αναπαράσταση της μεθόδου IPF (α) με το πλήρες δείγμα της SILC, (β) με το δείγμα από την περιοχή EL2.

6.5 Επικύρωση του μοντέλου

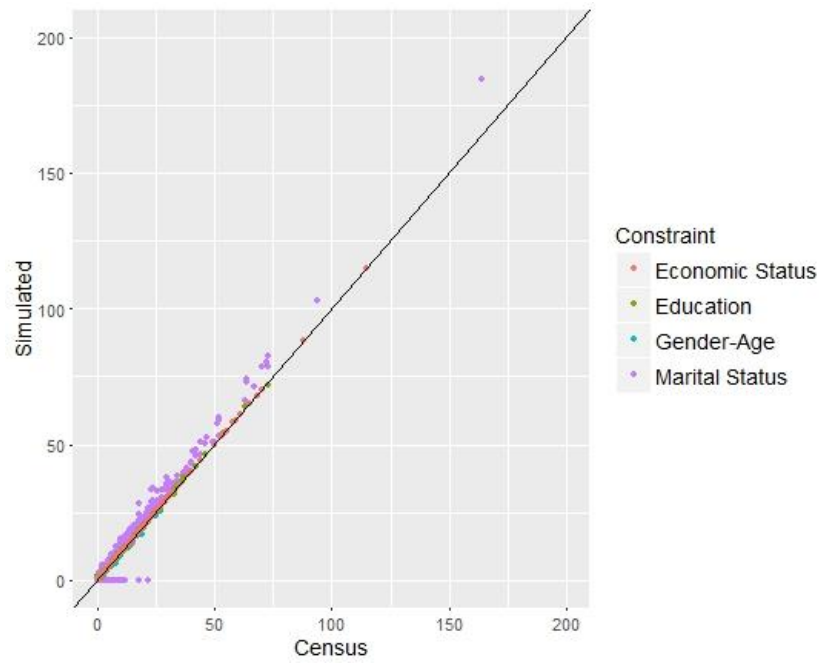
Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης ενός μοντέλου χωρικής μικροπροσομοίωσης η επικύρωση (validation) της αξιοπιστίας του μοντέλου είναι εξαιρετικά σημαντικό κομμάτι αφού τα αποτελέσματα μπορούν να διαμορφώσουν πολιτικές και να επηρεάσουν την λήψη αποφάσεων σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Στην ενότητα αυτή θα διερευνηθεί κατά πόσο το μοντέλο αποτελεί αντιπροσωπευτική αναπαράσταση της πραγματικότητας, δηλαδή θα συγκριθούν τα αποτελέσματα του μοντέλου με τα πραγματικά στοιχεία της κάθε περιοχής. Η επικύρωση μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική.

6.5.1 Εσωτερική επικύρωση

Η εσωτερική επικύρωση είναι μια απλή διαδικασία όπου εκτιμάται ο βαθμός προσαρμογής μεταξύ προσομοιωμένων και πραγματικών πληθυσμών για κάθε περιορισμό. Μια περιγραφική αναπαράσταση της καλής προσαρμογής του μοντέλου δίδουν τα διαγράμματα διασποράς (scatter plots). Στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζεται το τελικό γράφημα των πραγματικών πληθυσμών έναντι των προσομοιωμένων μικροδεδομένων μετά από τις πέντε επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα φαίνεται να προσεγγίζουν ικανοποιητικά την γραμμή ισότητας ($\phi=45^\circ$), δείχνοντας την σχετικά καλή προσαρμογή του μοντέλου. Η μόνη μεταβλητή που δεν προσομοιώνεται σε ικανοποιητικό βαθμό είναι η μεταβλητή της οικογενειακής κατάστασης (marital status) και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, από την έρευνα της SILC απουσιάζουν δύο εκ των πέντε κατηγοριών της συγκεκριμένης μεταβλητής (άτομα σε χηρεία και διαζευγμένοι) ενώ στην περιοχή μελέτης εμφανίζονται συνολικά 892 (12.5%) άτομα σε αυτές τις κατηγορίες.

Στον Πίνακα 6.5 φαίνονται οι τιμές των διαφόρων μέτρων για κάθε μια μεταβλητή περιορισμό. Τα διάφορα στατιστικά μέτρα επιβεβαιώνουν το παραπάνω συμπέρασμα ότι η πλειοψηφία των προσομοιωμένων μεταβλητών προσεγγίζει ικανοποιητικά τα πραγματικά δεδομένα. Οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης και προσδιορισμού (r & R^2) είναι πολύ κοντά στη μονάδα ενώ το συνολικό απόλυτο σφάλμα (TAE) ανά μεταβλητή και κατηγορία αυτής είναι σχετικά μέτριο (σε επίπεδο OT ακόμα μικρότερο). Η μεταβλητή οικογενειακή κατάσταση είναι η μόνη που δεν παρουσιάζει καλή προσαρμογή αφού περίπου 63% των προσομοιωμένων τιμών απέχει πάνω από 10% των πραγματικών τιμών σε συνολικό επίπεδο (Perc10).

Η φύση της μεθόδου IPF είναι τέτοια που οδηγεί τα προσομοιωμένα μικροδεδομένα να συγκλίνουν στην γραμμή ισότητας όσο το δυνατό περισσότερο. Συνεπώς, η εσωτερική επικύρωση δεν είναι πλήρως ανεξάρτητη από το μοντέλο. Για το λόγο αυτό εξετάζεται παρακάτω η εξωτερική επικύρωση.



Σχήμα 6.3. Γραφική αναπαράσταση προσομοιωμένων έναντι πραγματικών στοιχείων (μετά από πέντε επαναλήψεις).

Πίνακας 6.5. Διάφορα στατιστικά μέτρα για την επικύρωση του μοντέλου SimLefkas.

Μεταβλητή περιορισμός	Μέτρο επικύρωσης				
	r	R ²	ΤΑΕ	Perc10	
Φύλο-Ηλικία	PB140_M1	1	1	20.68	15.18
	PB140_M2	1	1	15.32	9.73
	PB140_M3	1	1	13.11	6.61
	PB140_M4	1	1	8.16	5.06
	PB140_M5	1	1	10.19	3.5
	PB140_M6	1	1	38.16	17.51
	PB1v40_F1	1	1	35.47	40.47
	PB140_F2	1	1	21.78	27.24
	PB140_F3	1	1	21.77	17.9
	PB140_F4	1	1	19.02	18.68
	PB140_F5	1	1	11.03	3.89
	PB140_F6	1	0.99	58.22	21.79
	Σύνολο	1	1	272.91	15.63
	Οικογενειακή κατάσταση	PB190_1	0.99	0.99	345.19
PB190_2		1	0.99	544.4	58.75
PB190_3		0.99	0.98	6.73	57.2
PB190_4		-	-	-	-
PB190_5		-	-	-	-
Σύνολο		1	0.99	896.31	63.16
Επίπεδο Εκπαίδευσης	PE040_NA	1	1	4.26	5.45
	PE040_0	1	1	9.75	8.17
	PE040_1	1	1	32.98	1.56
	PE040_2	1	1	10.2	2.33
	PE040_3	1	1	25.46	1.95
	PE040_4	1	1	5.27	1.56
	PE040_5	1	1	12.17	1.56
	PE040_6	1	1	0.1	2.33
	Σύνολο	1	1	100.19	3.11
	Ασχολία	PL031_14	1	1	0
PL031_5		1	1	0	0
PL031_6		1	1	0	0
PL031_7		1	1	0	0
PL031_8911		1	1	0	0
PL031_10		1	1	0	0
Σύνολο		1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	0.99	0.98	1269.42	19.42	

6.5.2 Εξωτερική επικύρωση

Στην εξωτερική επικύρωση χρησιμοποιούνται εξωτερικές μεταβλητές ή σετ δεδομένων για να γίνει σύγκριση (επαλήθευση) των αποτελεσμάτων. Οι εξωτερικές πηγές δεδομένων μπορεί να είναι πραγματικά χωρικά μικροδεδομένα, εξωτερικά σετ δεδομένων, βασικά δεδομένα από

συγκεκριμένες περιοχές ή συγκεντρωτικά δεδομένα από μεγαλύτερες γεωγραφίες (Lovelace et al., 2013, Rapogi et al., 2016). Στην συγκεκριμένη ανάλυση η μόνη δυνατότητα που υπήρχε, ήταν να συγκριθούν τα αποτελέσματα του μοντέλου για μια συγκεκριμένη μεταβλητή-στόχο με ένα αξιόπιστο (εξωτερικό) σετ δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ για την πόλη της Λευκάδας.

Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή της απασχόλησης (σαν μεταβλητή στόχος) η οποία υπάρχει τόσο στην έρευνα της SILC όσο και στην απογραφή πληθυσμού της ΕΛΣΤΑΤ και ακολουθεί και στις δύο έρευνες τη Διεθνή Τυποποιημένη Ταξινόμηση της Απασχόλησης του 2008 (ISCO-08). Το μοντέλο SimLefkas τρέχει ομοίως υπό τους αρχικούς τέσσερις περιορισμούς και δίνει ως αποτέλεσμα την κατανομή του πληθυσμού στις 7 κατηγορίες απασχόλησης. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.6, όπου στην τελευταία στήλη φαίνεται η διαφορά μεταξύ πραγματικών και προσομοιωμένων στοιχείων. Με εξαίρεση τις κατηγορίες 4 και 5, οι αποκλίσεις των υπόλοιπων κατηγοριών βρίσκονται σε σχετικά αποδεκτά όρια.

Πίνακας 6.6. Ποσοστιαία κατανομή προσομοιωμένου έναντι πραγματικού πληθυσμού στις διάφορες κατηγορίες απασχόλησης.

A/A	Κατηγοριοποίηση (ISCO-08)	Απογραφή (2011) (%)	SimLefkas (%)	Διαφορά (%)
1.	Ανώτερα διευθυντικά και διοικητικά στελέχη (PL051_1), Επαγγελματίες (PL051_2)	27.56	21.20	6.36
2.	Τεχνικοί και ασκούντες συναφή επαγγέλματα (PL051_3)	8.26	6.05	2.21
3.	Υπάλληλοι γραφείου (PL051_4)	7.47	10.21	-2.74
4.	Απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών και πωλητές (PL051_5)	25.28	13.79	11.49
5.	Ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς (PL051_6)	2.03	26.45	-24.42
6.	Ειδικευμένοι τεχνίτες και ασκούντες συναφή επαγγέλματα (PL051_7)	15.67	10.51	5.16
7.	Χειριστές βιομηχανικών εγκαταστάσεων, μηχανημάτων και εξοπλισμού και συναρμολογητές (μονταδόροι) (PL051_8), Ανειδίκευτοι εργάτες, χειρώνακτες και μικροεπαγγελματίες (PL051_9)	13.73	11.8	1.93

Μια σύντομη ανασκόπηση στις απογραφές πληθυσμού-κατοικιών του 1991 και 2001 δείχνει ότι η κατηγορία 5 (ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς) εμφάνιζε πάντα πολύ χαμηλά ποσοστά στην πόλη της Λευκάδας (5.4% και 4.4% αντίστοιχα) σε σχέση με το σύνολο του νησιού (34.0% 1991, 18.6% 2001, 8.2% 2011). Αντιθέτως, οι απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών (κατηγορία 4) είχαν πάντα αισθητή παρουσία στην πόλη της Λευκάδας με

ποσοστό 13.2% το 1991 και 15.3% το 2001 (έναντι 9.0% 1991, 13.7% 2001, 23.7% 2011 στο σύνολο).

Η ακρίβεια που έχουν τα στοιχεία των εθνικών απογραφών σε χαμηλό επίπεδο χωρικής ανάλυσης (ΟΤ) είναι σχεδόν ασύγκριτη ή άδικο να συγκρίνεται με τα αποτελέσματα του μοντέλου ακόμα και σε συνολικό επίπεδο (σίγουρα πολύ περισσότερο σε επίπεδο ΟΤ) όταν τα στοιχεία της SILC προέρχονται από μια άκρως πιο ευρύτερη περιοχή από την περιοχή μελέτης. Εναλλακτικά, θα λέγαμε ότι είναι αναμενόμενο το μοντέλο να αδυνατεί να αποτυπώσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας τόσο μικρής ημιαστικής περιοχής όπως είναι η πόλη της Λευκάδας με μικροδεδομένα που προέρχονται από δείγμα όλης της χώρας (με το μεγαλύτερο του μέρος να βρίσκεται στα μεγάλα αστικά κέντρα).

Τα αποτελέσματα της εσωτερικής επικύρωσης είναι σίγουρα μια πρώτη καλή ένδειξη της αξιοπιστίας του μοντέλου. Ωστόσο, η εξωτερική επικύρωση η οποία είναι αναμφίβολα μια πιο αντικειμενική και αυτόνομη διαδικασία, οδηγεί σε σοβαρές επιφυλάξεις. Χωρίς να αγνοούνται οι αμφιβολίες που γεννούνται για την αξιοπιστία του μοντέλου, η μελέτη αποδέχεται τα αποτελέσματα για πρακτικούς λόγους και επιδιώκει την επιπλέον επικύρωση του μοντέλου με τα μικροδεδομένα της SILC του 2016, τα οποία θα είναι διαθέσιμα ανά περιφέρεια.

6.6 Αποτελέσματα του μοντέλου SimLefkas

Η εφαρμογή της χωρικής μικροπροσομοίωσης είχε σαν στόχο να δώσει μια ποσοτική διάσταση στις έννοιες φτώχεια και κατανομή εισοδήματος, για να εισαχθούν στην συνέχεια στο μοντέλο εκτίμησης του δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (SoVI), δεδομένου ότι αποτελούν βασικές παράμετροι των καταστάσεων τρωτότητας. Υπάρχουν διάφοροι δείκτες που θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύσουν τις έννοιες αυτές τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Στην παρούσα ανάλυση επιλέχθηκαν δείκτες που σχετίζονται με το διαθέσιμο εισόδημα και τον κίνδυνο φτώχειας.

Το συνολικό διαθέσιμο εισόδημα του νοικοκυριού⁶ λογίζεται σαν 'ισοδύναμο εισόδημα' (υποκατάστατη μεταβλητή), λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση των διαφορών ως προς το μέγεθος των νοικοκυριών και τη σύνθεση. Το ισοδύναμο διαθέσιμο ατομικό εισόδημα (Equivalent Individual Disposable Income, EIDI) υπολογίζεται διαιρώντας το συνολικό διαθέσιμο εισόδημα του νοικοκυριού με ένα συντελεστή ισοδυναμίας. Ο συντελεστής ισοδυναμίας υπολογίζεται σύμφωνα με την τροποποιημένη κλίμακα του ΟΟΣΑ⁷, ο οποίος δίνει

⁶ Το συνολικό διαθέσιμο (καθαρό) εισόδημα ενός νοικοκυριού υπολογίζεται προσθέτοντας το εισόδημα όλων των μελών του, μαζί με το εισόδημα που λαμβάνεται σε επίπεδο νοικοκυριού μετά την αφαίρεση των φόρων και των εισφορών για κοινωνική ασφάλιση.

⁷ Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

συντελεστή 1 για το πρώτο άτομο ηλικίας 14 ετών και άνω, το συντελεστή 0.5 σε άλλα άτομα ηλικίας 14 ετών και άνω και τον συντελεστή 0.3 για άτομα ηλικίας 0-13 ετών.

Επισημαίνεται ότι, στην κατανομή κατά άτομο θεωρείται, με βάση τον παραπάνω ορισμό, ότι το κάθε άτομο μέλος του νοικοκυριού κατέχει το ίδιο εισόδημα που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο διαθέσιμο εισόδημα. Αυτό σημαίνει ότι το κάθε μέλος του νοικοκυριού απολαμβάνει το ίδιο επίπεδο διαβίωσης. Συνεπώς στην κατά άτομο κατανομή, το εισόδημα που αποδίδεται σε κάθε άτομο, δεν αντιπροσωπεύει χρηματική απολαβή αλλά ένα δείκτη επιπέδου διαβίωσης (ΕΛΣΤΑΤ, 2012α).

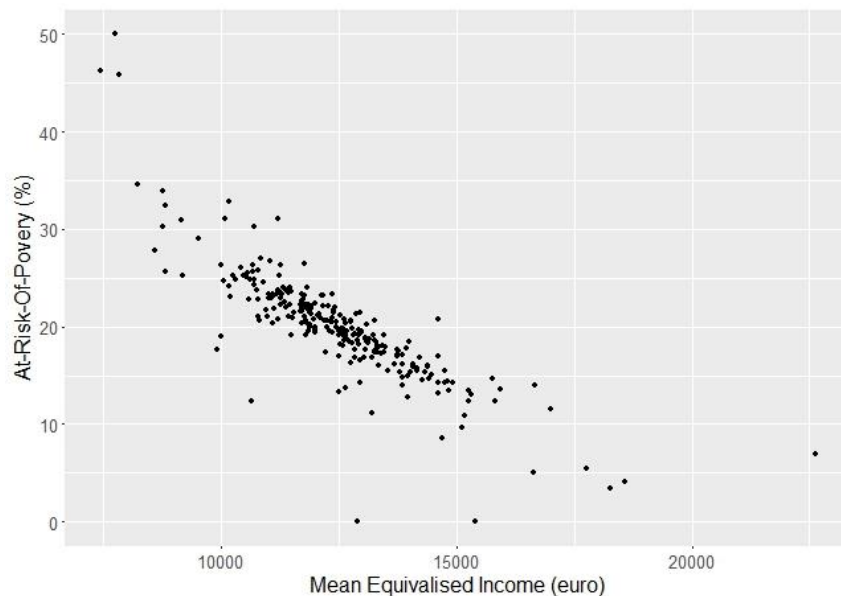
Ένας δεύτερος δείκτης εισοδηματικής φτώχειας που έχει καθιερωθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι ο κίνδυνος φτώχειας (At-Risk-Of-Poverty, AROP). Ως κίνδυνος φτώχειας ορίζεται το ποσοστό των ατόμων που ζουν σε νοικοκυριά, των οποίων το συνολικό ισοδύναμο ατομικό εισόδημα είναι χαμηλότερο του κατωφλιού της φτώχειας, δηλαδή του 60% του εθνικού διάμεσου ισοδύναμου διαθέσιμου εισοδήματος. Σύμφωνα με έρευνα της ΕΛΣΤΑΤ για το 2011 ως κατώφλι φτώχειας (ή γραμμή φτώχειας) για την Ελλάδα τέθηκε το όριο των 6.591 ευρώ (ΕΛΣΤΑΤ, 2012β).

Τα πρώτα αποτελέσματα του SimLefkas για την κατανομή του μέσου ισοδύναμου εισοδήματος στην πόλη της Λευκάδας παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.1. Το μέσο ισοδύναμο εισόδημα ανά οικοδομικό τετράγωνο για την πόλη της Λευκάδας υπολογίστηκε περίπου στα 12.500 ευρώ ενώ οι πλειοψηφία του πληθυσμού (~56%) ανήκει στην τρίτη εισοδηματική τάξη. Η περιοχή της παλιάς πόλης, με την οποία καταπιάνεται η παρούσα μελέτη, χαρακτηρίζεται από όλες τις εισοδηματικές κατηγορίες με επικρατέστερη τη μεσαία (12.000-14.000 ευρώ).

Αντιστοίχως υπολογίστηκε το ποσοστό του κινδύνου φτώχειας, το οποίο αντικατοπτρίζει τις εισοδηματικές ανισότητες στο οικοδομικό τετράγωνο χρησιμοποιώντας κοινό σημείο αναφοράς το κατώφλι που τέθηκε σε εθνικό επίπεδο (για το 2011). Συνολικά το 2011, ο πληθυσμός που βρίσκεται σε κίνδυνο φτώχειας ανέρχεται περίπου στο 20% του πληθυσμού της πόλης της Λευκάδας. Τόσο χωρικά (Εικόνα 6.2) όσο και στο διάγραμμα του Σχήματος 6.4 φαίνεται ότι οι οικονομικά ασθενέστερες περιοχές-κατηγορίες παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο φτώχειας (AROP).

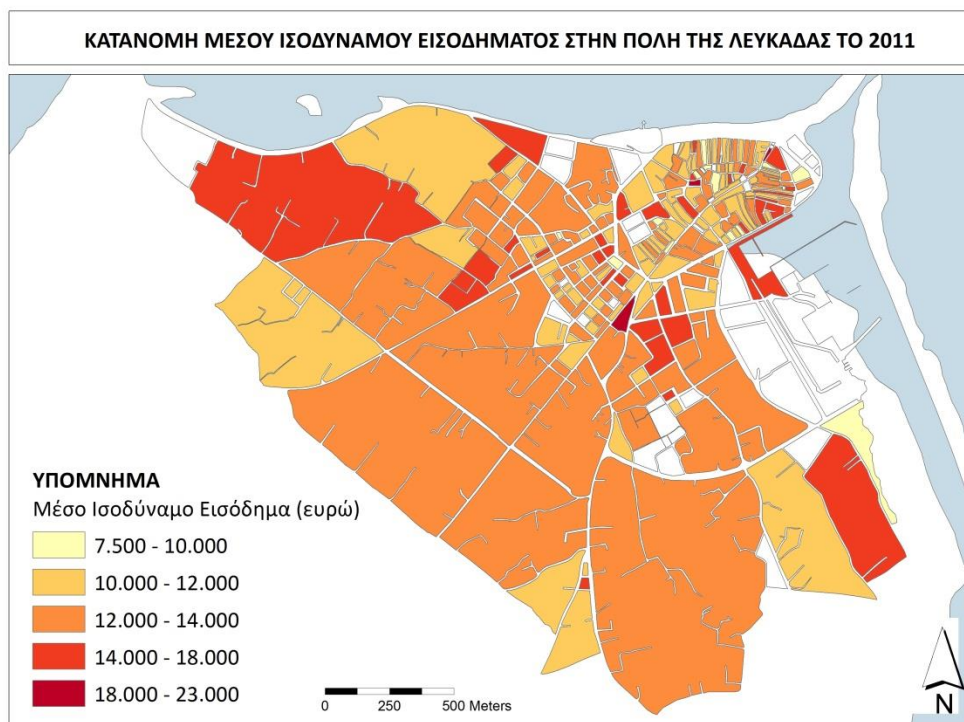
Εν κατακλείδι, η χωρική μικροπροσομοίωση και το SimLefkas μπορούν να εκτιμήσουν δείκτες εισοδηματικής φτώχειας (π.χ. κατανομή του μέσου ισοδύναμου εισοδήματος, κίνδυνος φτώχειας) στην μικρότερη δυνατή χωρική μονάδα ανάλυσης (ΟΤ) όπου είναι εφικτό να παραχθούν τα στοιχεία των εθνικών απογραφών, διατηρώντας όμως κάποιες επιφυλάξεις σχετικά με την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Εκτός του γεγονότος ότι, τα μικροδεδομένα προέρχονται από το δείγμα όλης της χώρας, το οποίο σίγουρα δημιουργεί ενδοιασμούς όπως

έδειξε η εξωτερική επικύρωση, σημαντικό ρόλο έπαιξαν η κλίμακα ανάλυσης καθώς και η ίδια η περιοχή, η οποία έχει χαρακτηριστικά περισσότερο αγροτικής-ημιαστικής παρά αστικής περιοχής. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες επισκιάζουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, κάτι που δεν θα συνέβαινε σε τέτοιο βαθμό, εάν για παράδειγμα επιχειρούσαμε την ίδια ανάλυση σε κάποιο δήμο της Αττικής ή σε επίπεδο δήμου για όλο το νομό Λευκάδας. Εμπειρικά γνωρίζουμε ότι στην περιοχή μελέτης ο πιο ευκατάστατος πληθυσμός είναι διάσπαρτος μέσα στην πόλη, δηλαδή δεν μπορούμε να διακρίνουμε περιοχές με υψηλό ή χαμηλό εισόδημα, όπως μπορεί να συμβαίνει μεταξύ δήμων. Επομένως, τα αποτελέσματα του SimLefkas πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με επιφύλαξη σε αυτή την πρώτη προσέγγιση που παρουσιάζεται εδώ.

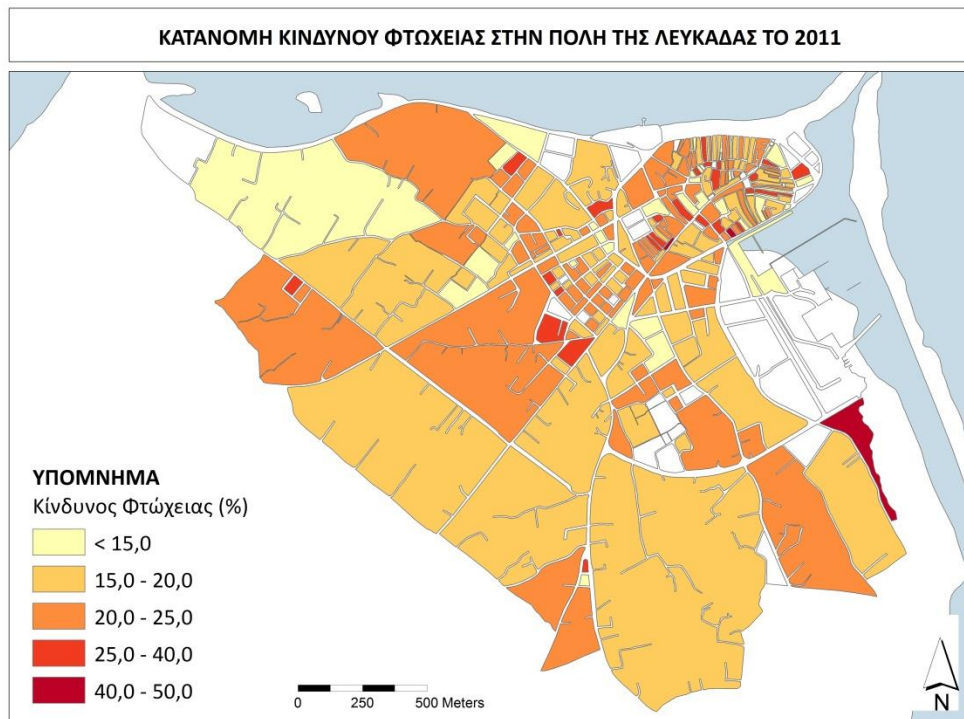


Σχήμα 6.4. Ο κίνδυνος φτώχειας (AROP) σε σχέση με το μέσο ισοδύναμο εισόδημα (EIDI) για την πόλη της Λευκάδας.

Μετεξελικτικά, η σημαντικότερη ίσως συνεισφορά της χωρικής μικροπροσομοίωσης στο χώρο των φυσικών καταστροφών θα είναι οι αναλυτικές λίστες με τα χαρακτηριστικά των ατόμων ανά ζώνη (ΟΤ). Η γνώση αυτή προσφέρει πολλές δυνατότητες στο σχεδιασμό μέτρων πρόληψης έναντι των φυσικών κινδύνων, αφού δίνει τη δυνατότητα να προσδιοριστούν (ποσοτικά και χωρικά) ευάλωτες κοινωνικά ομάδες λαμβάνοντας υπόψη περισσότερα κριτήρια (π.χ. γυναίκες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης άνω των 25 ετών με χαμηλό ετήσιο εισόδημα ή άνεργες, αριθμός νοικοκυριών με πάνω από τέσσερα μέλη στο κατώφλι του κινδύνου φτώχειας κα.) και ανάλογα να εφαρμοστούν εξατομικευμένες πολιτικές που θα αυξήσουν την προσαρμοστικότητα αυτών των ομάδων και θα επιταχύνουν την ανάκαμψη όλης της περιοχής.



Εικόνα 6.1. Κατανομή μέσου ισοδύναμου εισοδήματος (σε ευρώ) στην πόλη της Λευκάδας το 2011.



Εικόνα 6.2. Κατανομή κινδύνου φτώχειας (AROP) στην πόλη της Λευκάδας το 2011.

7. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Η εκτίμηση της κοινωνικής τρωτότητας μέσα από την χρήση δεικτών βασίζεται σε μεθόδους πολυμεταβλητής - πολυκριτηριακής στατιστικής ανάλυσης όπως η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (analytic hierarchy process), η παραγοντική ανάλυση (factor analysis) ή η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες (principal component analysis, PCA) (Clarks et al., 1998, Cutter et al., 2003, Karababa and Guthrie, 2007, Borden et al., 2007, Armas, 2012, Guillard-Concalves et al., 2015, Armas et al., 2016). Οι δύο τελευταίες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για να μειώσουν τον αριθμό των μεταβλητών, ώστε να προσδιοριστούν εκείνες οι εννοιολογικές διαστάσεις (ή αλλιώς οι κρυμμένοι παράγοντες (latent factors)), οι οποίοι εξηγούν ένα υψηλό ποσοστό της διακύμανσης των μεταβλητών στα δεδομένα και να δημιουργηθεί μια κλίμακα μέτρησης για την κοινωνική τρωτότητα των διαφόρων περιοχών.

Συγκεκριμένα, η παρούσα μελέτη βασίζεται στην μεθοδολογία των Cutter et al. (2003) για την δημιουργία του δείκτη κοινωνικής τρωτότητας (Social Vulnerability Index, SoVI) με τη μέθοδο των κύριων συνιστωσών. Οι Cutter et al. (2003) δημιούργησαν το δείκτη SoVI για τις 3.150 κομητείες των Ηνωμένων Πολιτειών αλλά η εφαρμογή και η ισχύς του μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα εθνικά πλαίσια εάν ο δείκτης ανακατασκευαστεί με αντίστοιχες ή παρόμοιες μεταβλητές και αναπροσαρμοστεί στο κοινωνικό πλαίσιο της εκάστοτε χώρας (περιοχής μελέτης) όπως έκαναν οι Borden et al. (2007), Guillard-Concalves et al. (2015), Armas et al. (2016) για 132 αστικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών, την πόλη της Λισαβόνας και του Βουκουρεστίου αντίστοιχα.

7.1 Η μέθοδος των κύριων συνιστωσών

Η κύρια ιδέα της μεθόδου των κύριων συνιστωσών είναι να δημιουργήσει γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών έτσι ώστε οι γραμμικοί συνδυασμοί να είναι ασυσχέτιστοι μεταξύ τους, αλλά να περιέχουν όσο γίνεται μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης των αρχικών μεταβλητών (Καρλής, 2005). Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι πως από ένα σύνολο συσχετισμένων μεταβλητών καταλήγουμε σε ένα σύνολο ασυσχέτιστων μεταβλητών (κύριες συνιστώσες, PCs). Επίσης, αν οι κύριες συνιστώσες που θα προκύψουν μπορούν να ερμηνεύσουν ένα μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης, τότε αυτό σημαίνει πως αντί να έχουμε p μεταβλητές, όπως είχαμε αρχικά, έχουμε λιγότερες, με κόστος ότι χάνουμε κάποιο ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας.

Η μέθοδος έχει ως βάση, κατά την διαδικασία υπολογισμού της, είτε τον πίνακα διακυμάνσεων (Σ) είτε τον πίνακα συσχετίσεων (P) που είναι στην ουσία ο πίνακας διακυμάνσεων των τυποποιημένων δεδομένων ($(X_i - \bar{X})/s$). Αν θεωρήσουμε ένα σύνολο p μεταβλητών ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$) η δειγμάτων, που έχει πίνακα διακύμανσης Σ με ιδιοτιμές $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq$

$\lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. Οι κύριες συνιστώσες ($Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p$) προκύπτουν από τον γραμμικό συνδυασμό των p αρχικών μεταβλητών, δηλαδή

$$\begin{aligned} Y_1 &= a'_1 X = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1p}X_p \\ Y_2 &= a'_2 X = \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2p}X_p \\ &\dots \\ Y_p &= a'_p X = \alpha_{p1}X_1 + \alpha_{p2}X_2 + \dots + \alpha_{pp}X_p \end{aligned} \quad [1]$$

Υπό μορφή πίνακα γράφεται $Y=AX$ όπου Y, X είναι διανύσματα $p \times 1$ και A είναι πίνακας $p \times p$ με στοιχεία

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pp} \end{bmatrix} = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_p] \text{ όπου}$$

a_j είναι το διάνυσμα στήλη με στοιχεία $a'_j = [a_{j1} \ a_{j2} \ \dots \ a_{jp}]$, $j=1, \dots, p$ ($\sum_{i=1}^p a_{ji}^2 = a'_j a_j = 1$).

Επομένως, το πρόβλημα εύρεσης των κύριων συνιστωσών είναι πρόβλημα εύρεσης των στοιχείων του πίνακα A , με τον περιορισμό ότι οι κύριες συνιστώσες πρέπει να είναι σε φθίνουσα σειρά ως προς την διακύμανση τους.

Αν δούμε την πρώτη συνιστώσα $Y_1=a'_1 X$, είναι σαφές πως $\text{Var}(Y_1)=a'_1 \Sigma a_1$. Επομένως, για να βρεθεί το α_1 , θα πρέπει να μεγιστοποιηθεί η συνάρτηση $\text{Var}(Y_1)$ με τον περιορισμό

$$a'_1 a_1 = 1$$

(αφού τα ιδιοδιανύσματα είναι κανονικοποιημένα), δηλαδή να μεγιστοποιηθεί η συνάρτηση

$$L(\alpha_1) = a'_1 \Sigma a_1 - \lambda(a'_1 a_1 - 1) \text{ (}\lambda\text{: πολλαπλασιαστής Lagrange)}$$

ή

$$\frac{\partial L(\alpha_1)}{\partial a_1} = 2(\Sigma - \lambda I)\alpha_1 = 0 \text{ (με παραγωγήση διανυσμάτων)}$$

$$\Sigma \alpha_1 = \lambda \alpha_1$$

η οποία είναι η εξίσωση των ιδιοδιανυσμάτων του πίνακα Σ όπου λ είναι η ιδιοτιμή. Δηλαδή κάθε ζεύγος ιδιοτιμής – ιδιοδιανύσματος είναι λύση της εξίσωσης, και άρα έχουμε p δυνατές λύσεις και για πρώτη συνιστώσα διαλέγουμε το ζεύγος ιδιοτιμής - ιδιοδιανύσματος που αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη ιδιοτιμή.

Η δεύτερη κύρια συνιστώσα είναι γραμμικός συνδυασμός $Y_2=a'_2 X$ που μεγιστοποιεί την $\text{Var}(Y_2)$ με την προϋπόθεση ότι $a'_2 a_2 = 1$ και τον περιορισμό ότι είναι ασυσχέτιστη με την

προηγούμενη της, δηλαδή $\text{Cov}(Y_1, Y_2)=0$. Αντιστοίχως, η i κύρια συνιστώσα είναι γραμμικός συνδυασμός $Y_i=a_i'X$ που μεγιστοποιεί την $\text{Var}(Y_i)$ με την προϋπόθεση ότι $a_i'a_i = 1$ και $\text{Cov}(Y_i, Y_k)=0$ για κάθε $k < i$.

Συνεπώς, για δύο οποιαδήποτε ιδιοδιανύσματα α_i, α_k με $a_i'a_k = 0$ ($i \neq k$) έχουμε

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = a_i'\Sigma a_k = a_i'\lambda_k a_k = \lambda_k a_i'a_k = 0$$

Οπότε, οι κύριες συνιστώσες είναι ασυσχέτιστες και έχουν διακυμάνσεις ίσες με τις ιδιοτιμές του Σ .

7.2 Εφαρμογή της μεθόδου των κύριων συνιστωσών

7.2.1 Επιλογή δειγματικού πίνακα και καταλληλότητα δεδομένων

Πριν ξεκινήσει η ανάλυση των δεδομένων, μπορεί κανείς να δει κάποια περιγραφικά στοιχεία για αυτά. Στον Πίνακα 7.1 φαίνονται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των 23 εξεταζόμενων μεταβλητών για τις 256 παρατηρήσεις (οικοδομικά τετράγωνα). Το ενδιαφέρον στοιχείο που προκύπτει από τον πίνακα αυτόν δεν είναι τόσο οι μέσες τιμές αλλά το γεγονός ότι οι διακυμάνσεις διαφέρουν αρκετά.

Πριν την εφαρμογή της PCA προηγείται η επιλογή δειγματικού πίνακα, αν θα χρησιμοποιηθεί δηλαδή ο πίνακας διακύμανσης ή ο πίνακας συσχετίσεων. Συνήθως αποφεύγεται ο πίνακας διακύμανσης, όταν υπάρχουν μεταβλητές με πολύ μεγαλύτερη διακύμανση από ότι οι υπόλοιπες (φαινόμενο που παρατηρείται όταν οι μεταβλητές είναι εκφρασμένες σε διαφορετικές μονάδες μέτρησης). Πράγματι, στην παρούσα ανάλυση κάποιες από τις εξεταζόμενες μεταβλητές είναι εκφρασμένες ως ποσοστό επί του συνόλου του πληθυσμού ή των κτιρίων της περιοχής μελέτης και κάποιες άλλες είναι εκφρασμένες σε ευρώ, με αποτέλεσμα όπως είδαμε στον Πίνακα 7.1, οι διακυμάνσεις να διαφέρουν αρκετά. Επομένως, η ανάλυση προχωράει με τον πίνακα συσχετίσεων.

Πίνακας 7.1. Περιγραφικά στατιστικά για τις εξεταζόμενες μεταβλητές.

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	Analysis N
TPop	,0038896	,00424672	256
PopDes	,0132195	,01074349	256
PopLT5	,0002540	,00039754	256
PopGT65	,0006720	,00069618	256
FPop	,0019871	,00212395	256
EduGT25	,0009012	,00100564	256
EmpPop	,0014660	,00175520	256
FEmpPop	,0006274	,00077056	256
EActPop	,0013469	,00161725	256
RetPop	,0006430	,00065837	256
THhlds	,0039063	,00403518	256
Hhlds1M	,0011823	,00129114	256
HhldsGT6M	,0000542	,00015418	256
PopPerHhld	2,4020762	,65658274	256
ResBldgs	,0033091	,00307544	256
EmpRes	,0015542	,00167984	256
EHDI	12433,88	1820,397	256
AROP	20,09	5,853	256
Bldgs	,0039025	,00391849	256
BldsgPrior19	,0000543	,00024437	256
BldgsPrior60	,0013900	,00179713	256
BldgsURM	,0001162	,00034760	256
BldgsGT3Res	,0008825	,00108702	256

Από τον Πίνακα 7.2 μπορεί κανείς να δει το στατιστικό Kaiser-Meyer-Olkin το οποίο είναι αρκετά υψηλό (0.853) και αυτό αποδεικνύει ότι οι συσχετίσεις ανάμεσα στα δεδομένα είναι αρκετά ισχυρές. Επίσης, ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett απορρίπτει τη μηδενική υπόθεση ότι ο πίνακας συσχέτισης είναι ο μοναδιαίος (τιμή της ελεγχουσυνάρτησης 7.893,117, βαθμοί ελευθερίας 276).

Πίνακας 7.2. Το στατιστικό Kaiser-Meyer-Olkin και ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,853
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	7893,117
	df	276
	Sig.	,000

Τα στοιχεία δείχνουν ότι τα δεδομένα είναι κατάλληλα για παραγοντική ανάλυση, πρέπει όμως να εξεταστεί αν όλες οι μεταβλητές είναι κατάλληλες για το μοντέλο, αν υπάρχουν δηλαδή στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών. Αν δεν υπάρχουν συσχετίσεις, είναι άσκοπο να συνεχίσουμε (αφού ο σκοπός της ανάλυσης είναι να οδηγηθούμε σε ασυσχέτιστες μεταβλητές). Μεταβλητές που εμφανίζονται ασυσχέτιστες με τις υπόλοιπες θα πρέπει να εξαιρεθούν από την ανάλυση γιατί θα ταυτιστούν με κάποιες συνιστώσες.

Στον Πίνακα 7.3 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις ανά δύο μεταβλητές (Correlation Matrix) μαζί με την ορίζουσα του πίνακα (Determinant). Παρατηρούνται σε πολλές περιπτώσεις αρκετά καλές συσχετίσεις (>0.8). Για παράδειγμα, μεταβλητές όπως άτομα ηλικίας άνω των 65 (PopGT65), ο συνολικός πληθυσμός (TPop), ο πληθυσμός πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ή χαμηλότερης άνω των 25 ετών (EduGT25) και ο πληθυσμός που έχει συνταξιοδοτηθεί (RetPop) συσχετίζονται πολύ ισχυρά μεταξύ τους. Αντιθέτως, οι μεταβλητές PopDes, EmpPop, EmpRes, PopPerHhd, BldgsPrior19 και BldgsURM έχουν πολύ χαμηλές συσχετίσεις τόσο μεταξύ τους όσο και με τις υπόλοιπες μεταβλητές για αυτό και παραλείπονται. Έτσι η ανάλυση συνεχίζεται με τις υπόλοιπες 16 μεταβλητές.

Πίνακας 7.3. Πίνακας συσχετίσεων για τις εξεταζόμενες μεταβλητές.

Correlation Matrix^a

	TPop	PopDes	PopLT5	PopGT65	FPop	EduGT25	EmpPop	FEmpPop	EActPop	RetPop	THhlds	Hhlds1M	HhldsGT6M	PopPerHhld	ResBldgs	EmpRes	EHDI	AROP	Bldgs	BldgsPrior19	BldgsPrior60	BldgsURM	BldgsGT3Res	
Correlation	TPop	1,000	-.009	,864	,746	,992	,844	,126	,945	,982	,802	,358	,255	,254	,176	,758	,057	,046	,002	,726	-.063	,034	,228	,876
	PopDes	-.009	1,000	-.028	,063	,005	,035	,020	-.027	-.032	,063	-.110	-.131	-.013	,103	-.058	-.141	-.115	,087	-.133	,007	,155	-.123	-.053
	PopLT5	,864	-.028	1,000	,513	,854	,637	,169	,809	,847	,563	,340	,257	,284	,220	,604	,079	,037	,009	,585	-.112	-.065	,200	,766
	PopGT65	,746	,063	,513	1,000	,750	,901	,019	,607	,678	,949	,256	,183	,065	,020	,747	,009	-.072	,047	,713	,065	,342	,251	,568
	FPop	,992	,005	,854	,750	1,000	,838	,106	,944	,970	,802	,368	,264	,257	,168	,753	,051	,043	,005	,718	-.057	,046	,219	,869
	EduGT25	,844	,035	,637	,901	,838	1,000	,059	,707	,792	,919	,266	,181	,151	,089	,748	,049	-.156	,152	,724	,011	,229	,281	,662
	EmpPop	,126	,020	,169	,019	,106	,059	1,000	,110	,138	,066	,096	,083	,142	,026	,079	,107	,103	-.057	,082	-.037	-.116	,030	,141
	FEmpPop	,945	-.027	,809	,607	,944	,707	,110	1,000	,968	,661	,368	,274	,269	,143	,645	,029	,138	-.083	,607	-.080	-.075	,155	,870
	EActPop	,982	-.032	,847	,678	,970	,792	,138	,968	1,000	,727	,356	,252	,261	,161	,707	,043	,081	-.025	,676	-.074	-.030	,215	,884
	RetPop	,802	,063	,563	,949	,802	,919	,066	,661	,727	1,000	,270	,198	,119	,038	,788	,004	-.041	,029	,748	,048	,313	,283	,627
	THhlds	,358	-.110	,340	,256	,368	,266	,096	,368	,356	,270	1,000	,909	,603	,081	,291	,180	,028	-.042	,255	-.062	-.090	-.009	,384
	Hhlds1M	,255	-.131	,257	,183	,264	,181	,083	,274	,252	,198	,909	1,000	,495	,007	,204	,181	,030	-.062	,166	-.084	-.114	-.058	,311
	HhldsGT6M	,254	-.013	,284	,065	,257	,151	,142	,269	,261	,119	,603	,495	1,000	,159	,155	,097	-.024	,039	,121	-.078	-.160	-.044	,223
	PopPerHhld	,176	,103	,220	,020	,168	,089	,026	,143	,161	,038	,081	,007	,159	1,000	,044	,184	,024	,056	,070	,050	-.067	,032	,066
	ResBldgs	,758	-.058	,604	,747	,753	,748	,079	,645	,707	,788	,291	,204	,155	,044	1,000	,052	-.016	,025	,968	,129	,480	,444	,614
	EmpRes	,057	-.141	,079	,009	,051	,049	,107	,029	,043	,004	,180	,181	,097	,184	,052	1,000	,001	,018	,060	-.035	-.076	-.032	,031
	EHDI	,046	-.115	,037	-.072	,043	-.156	,103	,138	,081	-.041	,028	,030	-.024	,024	-.016	,001	1,000	-.838	-.002	-.012	-.135	,040	,115
	AROP	,002	,087	,009	,047	,005	,152	-.057	-.083	-.025	,029	-.042	-.062	,039	,056	,025	,018	-.838	1,000	,020	-.011	,080	-.019	-.067
	Bldgs	,726	-.133	,585	,713	,718	,724	,082	,607	,676	,748	,255	,166	,121	,070	,968	,060	-.002	,020	1,000	,151	,428	,504	,571
	BldgsPrior19	-.063	,007	-.112	,065	-.057	,011	-.037	-.080	-.074	,048	-.062	-.084	-.078	,050	,129	-.035	-.012	-.011	,151	1,000	,334	,461	-.130
	BldgsPrior60	,034	,155	-.065	,342	,046	,229	-.116	-.075	-.030	,313	-.090	-.114	-.160	-.067	,480	-.076	-.135	,080	,428	,334	1,000	,325	-.153
	BldgsURM	,228	-.123	,200	,251	,219	,281	,030	,155	,215	,283	-.009	-.058	-.044	,032	,444	-.032	,040	-.019	,504	,461	,325	1,000	,109
	BldgsGT3Res	,876	-.053	,766	,568	,869	,662	,141	,870	,884	,627	,384	,311	,223	,066	,614	,031	,115	-.067	,571	-.130	-.153	,109	1,000

a. Determinant = 4,96E-014

7.2.2 Ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα των πρώτων συνιστωσών

Η ανάλυση με τη χρήση του πίνακα συσχετίσεων⁸ δίνει τις ιδιοτιμές (initial eigenvalues) και τα ποσοστά διακύμανσης (μεμονωμένα και αθροιστικά) των κύριων συνιστωσών, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.4. Παρατηρείται ότι η πρώτη κύρια συνιστώσα εξηγεί το 55,9% της διακύμανσης, οι δύο πρώτες το 69,8% και οι τέσσερις πρώτες μαζί το 89,3%. Από την τέταρτη κύρια συνιστώσα και μετά εξηγείται όλο και μικρότερο ποσοστό της διακύμανσης, που σημαίνει ότι οι υπόλοιπες κύριες συνιστώσες δεν παρέχουν σημαντική επιπλέον πληροφορία.

Πίνακας 7.4. Οι ιδιοτιμές και τα ποσοστά διακύμανσης που εξηγούνται ανάλογα με την επιλογή του αριθμού συνιστωσών.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	8,960	55,997	55,997	8,960	55,997	55,997
2	2,214	13,837	69,835	2,214	13,837	69,835
3	1,697	10,608	80,443	1,697	10,608	80,443
4	1,419	8,872	89,315	1,419	8,872	89,315
5	,605	3,783	93,097			
6	,303	1,891	94,988			
7	,226	1,414	96,403			
8	,161	1,008	97,411			
9	,140	,877	98,288			
10	,083	,522	98,810			
11	,075	,471	99,281			
12	,048	,300	99,581			
13	,025	,154	99,735			
14	,021	,128	99,864			
15	,018	,115	99,979			
16	,003	,021	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

⁸ Επειδή η ανάλυση κυρίων συνιστωσών βασίστηκε στον πίνακα συσχετίσεων, οι μεταβλητές έχουν τυποποιηθεί, το οποίο σημαίνει ότι κάθε μεταβλητή έχει διακύμανση ίση με τη μονάδα και μέση τιμή μηδέν ('z-scores' με Mean=0 και StD=1). Για το λόγο αυτό η συνολική διακύμανση είναι ίση με τον αριθμό των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση.

Για την επιλογή του βέλτιστου αριθμού συνιστωσών υπάρχουν διάφορα κριτήρια. Στην συγκεκριμένη ανάλυση εξετάστηκαν τα παρακάτω:

- Ποσοστό συνολικής διακύμανσης που εξηγούν οι συνιστώσες. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό τίθεται κάποιο ελάχιστο όριο (π.χ. 80%) και επιλέγονται τόσες συνιστώσες, ώστε αθροιστικά να εξηγούν μεγαλύτερο ποσοστό από το στόχο που τέθηκε. Πέρα του ότι είναι υποκειμενικό κριτήριο, αν ο στόχος είναι υψηλός, ενδέχεται να χρειαστούν πολλές κύριες συνιστώσες οπότε τα οφέλη περιορίζονται σημαντικά. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, αν επιλεγεί σαν όριο το 80%, αυτό σημαίνει ότι επιλέγονται οι πρώτες τέσσερις συνιστώσες (Πίνακας 7.4).
- Κριτήριο του Kaiser. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο επιλέγονται τόσες ιδιοτιμές όσες είναι μεγαλύτερες από τη μέση τιμή των ιδιοτιμών. Επειδή δουλεύουμε με πίνακα συσχετίσεων ($\bar{\lambda}=1$), θα πρέπει να πάρουμε τόσες συνιστώσες όσες και οι ιδιοτιμές μεγαλύτερες της μονάδας, δηλαδή στην περίπτωση μας τις πρώτες τέσσερις συνιστώσες ($\lambda_1=8,960$, $\lambda_2=2,214$, $\lambda_3=1,697$, $\lambda_4=1,419$).
- Ποσοστό της διακύμανσης των αρχικών μεταβλητών που ερμηνεύεται. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό τίθεται ένα ελάχιστο αποδεκτό όριο διακύμανσης για κάθε μεταβλητή και στη συνέχεια επιλέγονται τόσες συνιστώσες, ούτως ώστε να καλύπτεται για κάθε μεταβλητή ποσοστό τουλάχιστον ίσο με το όριο που τέθηκε. Αν τεθεί σαν κατώτατο όριο το 75% τότε οδηγούμαστε στην επιλογή των τεσσάρων συνιστωσών. Στον Πίνακα 7.5 φαίνονται οι εταιρικότητες (communalities) των μεταβλητών .
- Διάγραμμα 'αγκώνα' (scree plot). Το διάγραμμα scree plot έχει στον άξονα των x τη σειρά και στον άξονα των y την τιμή κάθε ιδιοτιμής. Το κριτήριο προτείνει τόσες συνιστώσες μέχρι να αρχίζει να αλλάζει η κλίση δηλαδή η γραμμή να αρχίσει να γίνεται παρράλληλη στον άξονα των x. Όπως φαίνεται από την Εικόνα 7.1 μετά την τέταρτη συνιστώσα η κλίση της καμπύλης αρχίζει να αλλάζει αισθητά.

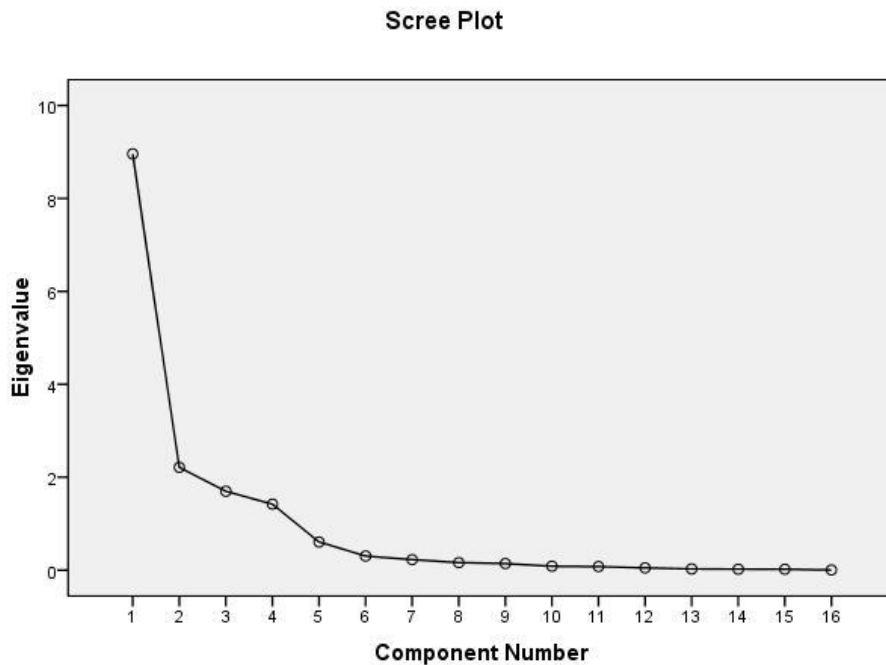
Όλα τα παραπάνω κριτήρια ικανοποιούνται με την επιλογή των τεσσάρων πρώτων συνιστωσών για αυτό και επιλέγονται.

Πίνακας 7.5. Οι εταιρικοτήτες των μεταβλητών από την επιλογή των τεσσάρων πρώτων συνιστωσών.

Communalities

	Initial	Extraction
TPop	1,000	,986
PopLT5	1,000	,778
PopGT65	1,000	,813
FPop	1,000	,975
EduGT25	1,000	,864
FEmpPop	1,000	,919
EActPop	1,000	,964
RetPop	1,000	,856
THhlds	1,000	,954
Hhlds1M	1,000	,959
ResBldgs	1,000	,888
EHDI	1,000	,921
AROP	1,000	,914
Bldgs	1,000	,825
BldgsPrior60	1,000	,817
BldgsGT3Res	1,000	,856

Extraction Method: Principal Component Analysis.



Σχήμα 7.1. Οι ιδιοτιμές κατά φθίνουσα σειρά (scree plot).

Ο πίνακας επιβαρύνσεων (component matrix) των πρώτων κύριων συνιστωσών βοηθάει να αναδεικτούν εκείνες οι μεταβλητές που συμβάλλουν περισσότερο στη διαμόρφωση της κάθε κύριας συνιστώσας. Στον Πίνακα 7.6 παρατηρείται ότι οι περισσότερες μεταβλητές παρουσιάζουν ισχυρή θετική συσχέτιση με την πρώτη κύρια συνιστώσα με αποτέλεσμα να μην μπορεί να δοθεί κάποια ερμηνεία σε όλες τις διαστάσεις, για αυτό το λόγο χρειάζεται περιστροφή των αξόνων. Παρακάτω πραγματοποιείται η περιστροφή των αξόνων και η ερμηνεία των πρώτων κύριων συνιστωσών μετά την περιστροφή.

Πίνακας 7.6. Οι επιβαρύνσεις των τεσσάρων πρώτων συνιστωσών.

Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
TPop	,974	-,078	-,015	-,175
FPop	,971	-,075	-,008	-,162
EActPop	,944	-,151	-,013	-,224
FEmpPop	,899	-,242	-,019	-,229
EduGT25	,892	,261	,010	-,016
RetPop	,875	,247	-,104	,139
BldgsGT3Res	,853	-,273	,041	-,227
ResBldgs	,851	,268	-,149	,263
PopGT65	,832	,290	-,094	,167
PopLT5	,823	-,179	,063	-,253
Bldgs	,817	,266	-,170	,240
EHDI	,020	-,668	-,657	,206
BldgsPrior60	,156	,643	-,280	,549
AROP	,007	,635	,650	-,299
Hhlds1M	,331	-,456	,596	,535
THhlds	,428	-,433	,577	,501

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 4 components extracted.

7.2.3 Περιστροφή των κύριων αξόνων

Η περιστροφή δεν είναι παρά ο πολλαπλασιασμός του πίνακα των συντελεστών (ή επιβαρύνσεων) με έναν ορθογώνιο πίνακα, ο οποίος τελικά τροποποιεί τους συντελεστές συσχέτισης. Η επιλογή μεθόδου περιστροφής γίνεται βάση κριτηρίων βελτιστοποίησης, όπως για παράδειγμα, κάθε συνιστώσα να έχει όσο γίνεται λιγότερες μεταβλητές με μεγάλους

συντελεστές (περιστροφή Varimax) (Καρλής, 2005). Την περιστροφή Varimax επέλεξαν οι Borden et al. (2007) οι οποίοι ισχυρίζονται ότι, οδηγεί τις μεταβλητές να συσχετιστούν ('φορτιστούν') σε μεγάλο βαθμό με όσο γίνεται λιγότερες συνιστώσες, παρέχοντας μεγαλύτερο διαχωρισμό και ερμηνευτικότητα μεταξύ των διαστάσεων. Επίσης, Cutter et al. (2003) και οι Guillard-Concalves et al. (2015) χρησιμοποίησαν την ίδια περιστροφή γιατί κάθε μια από τις αρχικές μεταβλητές τείνει να συσχετίζεται με μια συνιστώσα (ή κάθε συνιστώσα εκπροσωπεί μόνο ένα μικρό αριθμό μεταβλητών), το οποίο τελικά επιτρέπει μεγαλύτερη ανεξαρτησία μεταξύ των συνιστωσών.

Μετά την περιστροφή το συνολικό ποσοστό της αρχικής διακύμανσης παραμένει το ίδιο (~90%) αλλά η ερμηνευτική ικανότητα των συνιστωσών αλλάζει (Πίνακας 7.7). Πλέον η πρώτη συνιστώσα ερμηνεύει το 47,1% έναντι του 55,9%, η δεύτερη συνιστώσα ερμηνεύει το 17,8% έναντι του 13,8%, η τρίτη το 77,5% έναντι του 80,4% και η τέταρτη συνιστώσα το 11,8% έναντι του 8,9%. Οι νέοι συντελεστές συσχέτισης για κάθε συνιστώσα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.8. Για να δωθεί κάποια ερμηνεία στις ανεξάρτητες συνιστώσες, χρειάζεται να ξεχωρίσουν μόνο οι σημαντικές μεταβλητές (με επιβάρυνση > 0.5 ή <-0.5) από κάθε συνιστώσα.

Πίνακας 7.7. Οι ιδιοτιμές και τα ποσοστά διακύμανσης πριν και μετά την περιστροφή Varimax.

Component	Total Variance Explained								
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	8,960	55,997	55,997	8,960	55,997	55,997	7,546	47,164	47,164
2	2,214	13,837	69,835	2,214	13,837	69,835	2,845	17,784	64,948
3	1,697	10,608	80,443	1,697	10,608	80,443	2,011	12,571	77,519
4	1,419	8,872	89,315	1,419	8,872	89,315	1,887	11,796	89,315
5	,605	3,783	93,097						
6	,303	1,891	94,988						
7	,226	1,414	96,403						
8	,161	1,008	97,411						
9	,140	,877	98,288						
10	,083	,522	98,810						
11	,075	,471	99,281						
12	,048	,300	99,581						
13	,025	,154	99,735						
14	,021	,128	99,864						
15	,018	,115	99,979						
16	,003	,021	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Πίνακας 7.8. Οι νέοι συντελεστές συσχέτισης των τεσσάρων πρώτων συνιστωσών μετά την περιστροφή Varimax.

Rotated Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
EActPop	-,965	-,133	-,120	-,039
TPop	,961	,220	,123	-,007
FPop	,951	,227	,133	-,004
FEmpPop	-,941	-,059	-,143	-,100
BldgsGT3Res	,903	,005	,187	-,078
PopLT5	,871	,028	,138	,005
EduGT25	,767	,488	,071	,182
RetPop	,693	,604	,093	,047
PopGT65	,637	,628	,089	,073
BldgsPrior60	-,179	,879	-,095	,056
ResBldgs	,619	,699	,125	-,008
Bldgs	,599	,676	,091	-,017
Hhlds1M	,141	,004	,969	-,025
THhlds	,239	,040	,946	-,014
AROP	,010	,009	-,039	,955
EHDI	,058	-,075	-,002	-,955

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Αν για κάθε οικοδομικό τετράγωνο έχουμε ένα διάνυσμα-γραμμή με τις z-τιμές των 16 τυποποιημένων χαρακτηριστικών (EActPop, TPop, FPop, ..., AROP, EHDI) της κοινωνικής τρωτότητας, τότε τα σκορ των πρώτων συνιστωσών υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$Com_1 = -0.965EActPop + 0.961TPop + 0.951FPop - 0.941FEmpPop + 0.903BldgsGT3Res + 0.871PopLT5 + 0.767EduGT25 + 0.693RetPop + 0.637PopGt65$$

$$Com_2 = 0.879BldgsPrior60 + 0.699ResBldgs + 0.676Bldgs$$

$$Com_3 = 0.969Hhlds1M + 0.946THhlds$$

$$Com_4 = 0.955AROP - 0.955EHDI$$

Οι συνιστώσες στην συνέχεια μπορούν να πάρουν κάποιο όνομα ανάλογα με τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές και πρόσημο (+/-) ανάλογα με το αν επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την κοινωνική τρωτότητα.

7.2.4 Ερμηνεία των συνιστωσών (Ορίζοντας τις διαστάσεις της κοινωνικής τρωτότητας)

Η μέθοδος των κύριων συνιστωσών δημιούργησε τέσσερις συνιστώσες οι οποίες εξηγούν σχεδόν το 90% της συνολικής διακύμανσης. Οι συνιστώσες αυτές σχηματίζουν τον δείκτη SoVI και διαφοροποιούν τα 256 οικοδομικά τετράγωνα της πόλης ως προς το επίπεδο της κοινωνικής τους τρωτότητας.

Η πρώτη συνιστώσα (Com_1) έχει πολλές όψεις και δύσκολα συνοψίζεται σε έναν μόνο όρο ή έννοια. Ουσιαστικά, η κοινωνική τρωτότητα μέσα από την πρώτη συνιστώσα εκφράζεται τη *συνισταμένη των δημογραφικών χαρακτηριστικών (φύλο, ηλικία, εκπαίδευση και απασχόληση)*. Οι μεταβλητές PopLT5 (παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών), FPop (γυναικείος πληθυσμός), RetPop (συνταξιούχοι) και PopGT65 (άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών) αποτελούν τις κοινωνικές ομάδες που επηρεάζονται περισσότερο από μια καταστροφή και δείχνουν ότι η πρώτη συνιστώσα σχετίζεται με την ηλικία και το φύλο. Επίσης, οι μεταβλητές FEmpPop (γυναικείος απασχολούμενος πληθυσμός) και EActPop (οικονομικά ενεργός πληθυσμός) δείχνουν φανερά την συσχέτιση τους με την απασχόληση ενώ η μεταβλητή EduGt25 (πληθυσμός πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ή χαμηλότερης άνω των 25 ετών) εκπροσωπεί το επίπεδο εκπαίδευσης.

Επομένως, τα οικοδομικά τετράγωνα όπου κατοικούνται κυρίως από γυναίκες που βρίσκονται άτομα στα άκρα του ηλικιακού φάσματος, με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο είναι πιο τρωτά από εκείνα των οποίων ο πληθυσμός δεν συγκεντρώνει αυτά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά. Σε κάθε περίπτωση τα ποσοστά απασχόλησης μειώνουν την κοινωνική τρωτότητα (για αυτό οι αρνητικά φορτισμένες μεταβλητές FEmpPop και EActPop παραμένουν ως έχουν) αλλά συνολικά η συγκεκριμένη συνιστώσα συνεισφέρει στην αύξηση της τρωτότητας για αυτό της αποδίδεται θετικό πρόσημο.

Η δεύτερη συνιστώσα (Com_2) ονομάστηκε *‘ποσότητα και ποιότητα δομημένου περιβάλλοντος’* για το λόγο ότι σχετίζεται σημαντικά με μεταβλητές όπως η BldgsPrior60 (κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1960), η ResBldgs (κτίρια κατοικίες) και η Bldgs (σύνολο κτιρίων). Ουσιαστικά, αυτή η συνιστώσα υποδεικνύει τα οικοδομικά τετράγωνα όπου αναμένονται σημαντικές δομικές - οικονομικές απώλειες από ένα σεισμό και κατ’ επέκταση τα άτομα που καλούνται να τις αντιμετωπίσουν. Η συνιστώσα αυτή έχει την τάση να αυξάνει την τρωτότητα για αυτό πήρε θετικό πρόσημο.

Οι μεταβλητές HHlds1M (μονοπρόσωπα νοικοκυριά) και THhlds (σύνολο νοικοκυριών) συνδυάζονται για να παράγουν την κοινωνική τρωτότητα της τρίτης συνιστώσας (Com_3). Λόγω των μεταβλητών που την χαρακτηρίζουν πήρε το όνομα *‘σύνθεση νοικοκυριών’* και έχει θετική συνεισφορά στην δημιουργία του δείκτη SoVI (αύξηση της τρωτότητας). Η συγκεκριμένη

συνιστώσα χαρακτηρίζει περισσότερο τρωτές τις περιοχές όπου υπάρχει μεγαλύτερο πλήθος νοικοκυριών αποτελούμενα από ένα μέλος.

Η τελευταία συνιστώσα (Com_4) φορτίζεται αρνητικά από την μεταβλητή του εισοδήματος (EHDI) και θετικά από την μεταβλητή του κινδύνου φτώχειας (AROP) για αυτό και πήρε το όνομα 'πλούτος'. Οι μεταβλητές EHDI και AROP έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση (βλέπε παραπάνω Σχήμα 6.4) που σημαίνει ότι και οι δύο συμβάλλουν στην μείωση της κοινωνικής τρωτότητας (Com_4). Έχοντας υπόψη ότι η κοινωνική τρωτότητα τείνει να μειώνεται με την αύξηση του πλούτου αλλά φορτισμένη ήδη αρνητικά η μεταβλητή EHDI, η συνιστώσα αυτή παίρνει θετικό πρόσημο. Να σημειωθεί ότι, η οικονομική θέση σίγουρα βοηθάει μια κοινωνία να ανακάμψει και να απορροφήσει γρήγορα τις απώλειες μιας καταστροφής αλλά μπορεί να σημαίνει επίσης ότι περισσότερα υλικά αγαθά βρίσκονται σε κίνδυνο. Γενικότερα όμως είναι ευρέως αποδεκτό ότι, η έλλειψη πλούτου δηλώνει έλλειψη πόρων για ανάκαμψη και αποκατάσταση, δημιουργώντας μια κοινωνία λιγότερο ανθεκτική στις επιπτώσεις των καταστροφών (Cutter et al., 2003).

7.3 Ο δείκτης κοινωνικής τρωτότητας (SoVI)

Ο συνολικός δείκτης SoVI (ανά οικοδομικό τετράγωνο) υπολογίζεται αθροίζοντας τις τιμές (σκορς⁹) κάθε συνιστώσας σύμφωνα με τα πρόσημα που τους αποδόθηκαν και υποθέτοντας ότι η συνεισφορά τους είναι ίση (μοναδιαία βάρη) απέναντι στον συνολικό δείκτη SoVI ($SoVI = Comp_1 + Comp_2 + Comp_3 + Comp_4$). Μοναδιαία βάρη στις συνιστώσες θεώρησαν επίσης οι Cutter et al. (2003), Borden et al. (2007) και Guillard-Concalves et al. (2015). Οι Borden et al. (2007), μάλιστα, έκαναν αναλύσεις ευαισθησίας για να ελέγξουν τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα διάφορα βάρη στα συνολικά αποτελέσματα και συμπέραναν ότι, οι σταθμισμένοι δείκτες που απορρέουν συσχετίζονται αρκετά καλά με τον αρχικό ισοσταθμισμένο δείκτη για αυτό και επέλεξαν να μην θέσουν βάρη στους υπολογισμούς τους. Τέλος, η επιλογή αυτή επικυρώθηκε και από τον Emrich το 2005 (από Borden et al., 2007), ο οποίος στηριζόμενος στη γνώμη των ειδικών επιβεβαίωσε ότι, ο δείκτης τρωτότητας που απορρέει από τα βάρη των ειδικών δεν ήταν σημαντικά διαφορετικός από τον ισοσταθμισμένο δείκτη.

Ο τελικός δείκτης SoVI είναι ένα σχετικό μέτρο της συνολικής κοινωνικής τρωτότητας σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο δείκτης SoVI κατατάσσει τις περιοχές με βάση μια συγκριτική κλίμακα τρωτότητας. Όλες οι συνιστώσες έχουν τέτοια κλίμακα ώστε οι θετικές τιμές (σκορς) να δείχνουν τα υψηλά επίπεδα κοινωνικής τρωτότητας

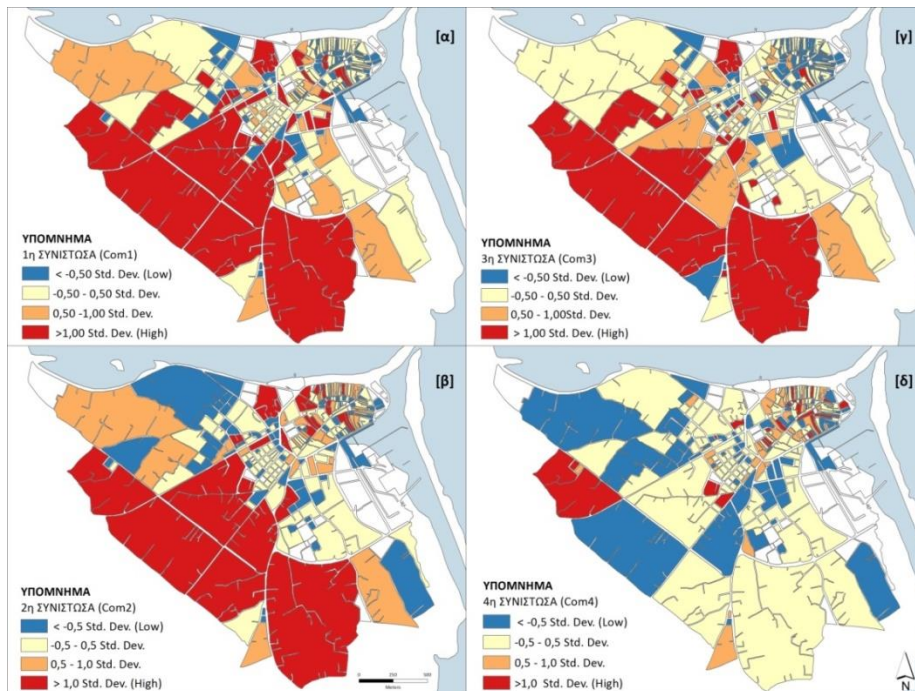
⁹ Τα σκορ κάθε συνιστώσας ανά οικοδομικό τετράγωνο υπολογίζονται αντικαθιστώντας στον τύπο της κύριας συνιστώσας τις τυποποιημένες τιμές κάθε μεταβλητής.

και οι αρνητικές τιμές τα χαμηλά επίπεδα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πενταβάθμιους χωροπληθείς χάρτες στις Εικόνες 7.1 και 7.2, με τις κλάσεις να ορίζονται σε σχέση με την τυπική απόκλιση (± 1 StD από την μέση τιμή του δείκτη). Να σημειωθεί ότι οι χάρτες δείχνουν πως η συνολική τρωτότητα και οι συνιστώσες της διαφέρουν (ή κατανέμονται) στο χώρο, δηλαδή προσδιορίζουν τις περισσότερο ή λιγότερο τρωτές περιοχές σε σχέση με άλλες και δεν υφίσταται ένα απόλυτο μέτρο για μια περιοχή.

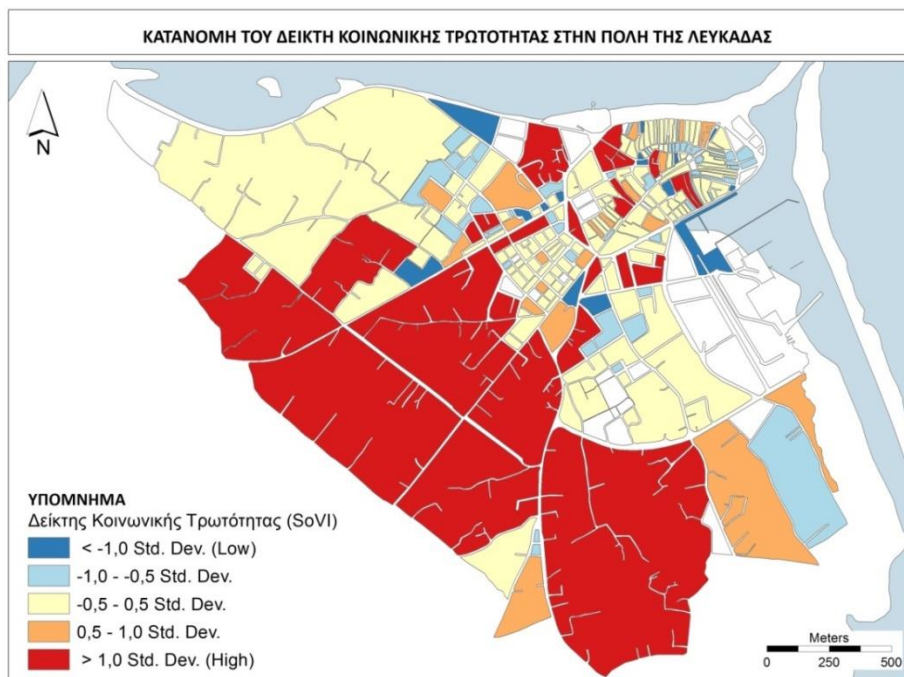
Η επιλογή να οπτικοποιηθούν τα αποτελέσματα τόσο ανά συνιστώσα (Εικόνα 7.1) όσο και συνολικά (Εικόνα 7.2) απορρέει από την παρατήρηση ότι, ο συνολικός δείκτης τρωτότητας μπορεί να αποκρύπτει υψηλές τιμές που μπορεί να παρουσιάζει μια συνιστώσα όταν τα σκορ της αθροιστούν με τα χαμηλά σκορ άλλων συνιστωσών. Για τους τελικούς χρήστες αυτό βέβαια, δεν είναι πάντα επιθυμητό καθώς οι μεγάλες τιμές σε μια συνιστώσα μπορεί να καταδεικνύουν που είναι περισσότερο απαραίτητο να διοχετευτούν συγκεκριμένοι πόροι (Clark et al., 1998).

Ο δείκτης κυμαίνεται από -15.9 (κατώτατο όριο) μέχρι 78.3 (ανώτατο όριο) με StD=9.7 για όλα τα οικοδομικά τετράγωνα. Η πλειοψηφία των οικοδομικών τετραγώνων παρουσιάζει μέτρια επίπεδα κοινωνικής τρωτότητας. Τα οικοδομικά τετράγωνα με σκορ μεγαλύτερο +1 StD χαρακτηρίστηκαν τα πιο τρωτά και βρίσκονται στο νότιο τμήμα της πόλης καθώς και μέσα στην παλιά πόλη (Εικόνα 7.2). Η παρουσία της πρώτης συνιστώσας είναι σχεδόν καταλυτική στις νότιες περιοχές της πόλης όπου συνυπάρχουν υψηλά ποσοστά γυναικείου πληθυσμού (FPop) με άτομα μεγάλης ηλικίας (PopGt65, RetPop) σε κτίρια με τρεις ή περισσότερες κανονικές κατοικίες (BldgsGT3Res) (Εικόνα 7.1α). Οι περιοχές αυτές αποτελούν την τελευταία επέκταση της πόλης όπου συγκεντρώνεται μεγάλο μέρος του πληθυσμού και των κατοικιών για αυτό και η υψηλή τρωτότητα προέρχεται κυρίως από τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού (Com₁).

Αντιθέτως, τα πιο τρωτά οικοδομικά τετράγωνα στο κέντρο (περιοχή Νεάπολη) και στην παλιά πόλη οφείλουν τον χαρακτηρισμό τους στην ποσότητα και την ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος (Com₂) και στην οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών (Com₄). Πράγματι, πολλά κτίρια κατοικίες αλλά και μικτής χρήσης είναι κατασκευασμένα πριν το 1960, προκαλώντας αύξηση της τρωτότητας αυτών των περιοχών πολύ περισσότερο σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του ίδιου του πληθυσμού που διαμένει σε αυτές.



Εικόνα 7.1. Οι συνιστώσες της κοινωνικής τρωτότητας στην πόλη της Λευκάδας. α) 1^η Συνιστώσα: Δημογραφικά Χαρακτηριστικά, β) 2^η Συνιστώσα: Ποσότητα και Ποιότητα Δομημένου Περιβάλλοντος, γ) 3^η Συνιστώσα: Σύνθεση Νοικοκυριών, δ) 4^η Συνιστώσα: Πλούτος.



Εικόνα 7.2. Η συνολική κοινωνική τρωτότητα στην πόλη της Λευκάδας βασισμένη στον δείκτη SoVI.

Οι ελάχιστα ή λιγότερο τρωτές περιοχές της πόλης (<-0.5 StD) βρίσκονται κυρίως στο κέντρο της πόλης και κατά μήκος της προκουαίας (περιοχές Μπέη, Νεάπολη και Βαρδάνια). Τα χαμηλά επίπεδα τρωτότητας οφείλονται αφενός στην πρώτη συνιστώσα και συγκεκριμένα στα μικρά ποσοστά πληθυσμού (TRop) και συνεπώς στον μειωμένο αριθμό νοικοκυριών (Com₃) και αφετέρου στην ήπια ανάπτυξη του δομημένου περιβάλλοντος (Com₂). Επίσης στις περιοχές αυτές φαίνεται να κατοικεί πιο ευκατάστατος πληθυσμός (Com₄) (Εικόνα 7.1δ).

Η εκτίμηση του δείκτη SoVI όπως παρουσιάζεται εδώ, πρέπει να σημειωθεί ότι έχει κάποιους περιορισμούς ενώ η χρήση του ενέχει κάποιες προϋποθέσεις. Τα στοιχεία των εθνικών απογραφών και της έρευνας της SILC αναφέρονται στο 2011. Ως εκ τούτου ο δείκτης SoVI αφορά το 2011 ενώ παραθέτοντας στοιχεία παλαιότερων απογραφών θα μπορούσαμε να δούμε διαχρονικά την εξέλιξη του (αλλαγές στα scores) καθώς και τις αλλαγές στις υποκείμενες διαστάσεις του από μια περίοδο σε μια άλλη. Επίσης, τα στοιχεία των απογραφών δείχνουν που ζει ο μόνιμος πληθυσμός και όχι απαραιτήτως που εργάζεται, που σημαίνει ότι η κατανομή του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα αλλάζει ανάλογα με την χρονική περίοδο της ημέρας.

Μια ακόμα κρίσιμη παράμετρος, ιδιαίτερα για την περιοχή μελέτης, είναι οι εποχιακές διακυμάνσεις στην σύνθεση του πληθυσμού λόγω τουρισμού ή μη μόνιμων κατοίκων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στα οικοδομικά τετράγωνα που περιέχονται ξενοδοχεία ή χώροι φιλοξενίας να αποτυπώνεται μερικώς μια κατάσταση του πληθυσμού. Επίσης, στα οικοδομικά τετράγωνα που υπάρχουν κρίσιμες εγκαταστάσεις όπως νοσοκομεία, γηροκομεία ή χώροι διαμονής ατόμων με αναπηρία, τα οποία πέρα του ότι δεν έχουν σταθερή πληρότητα, είναι αβέβαιο αν τελικά ο πληθυσμός κατοικεί μόνιμα στις ίδιες περιοχές (OT).

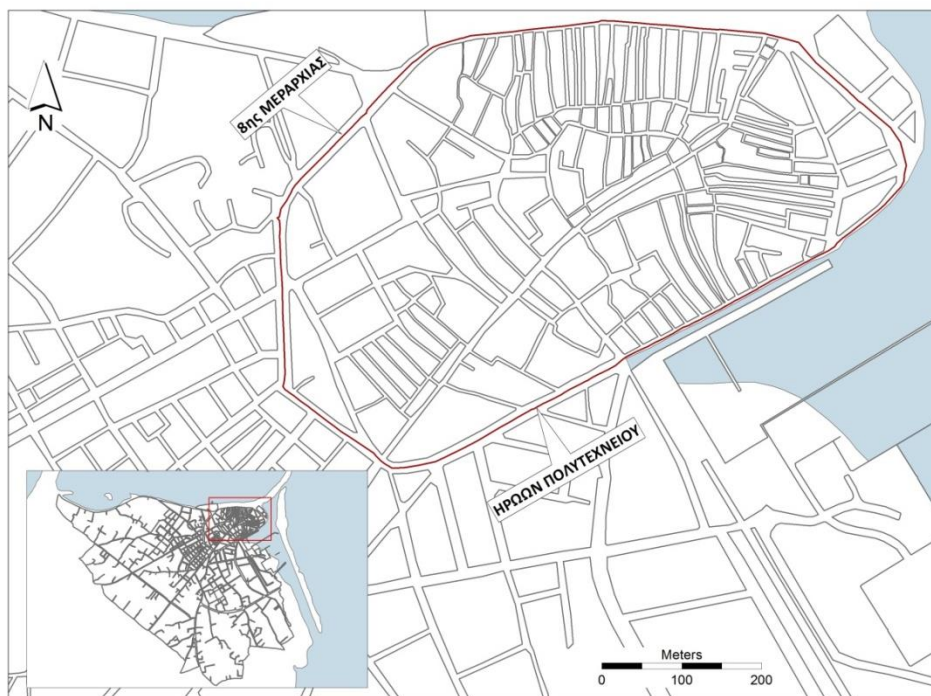
Οι παραπάνω αδυναμίες οδηγούν αναπόφευκτα σε κάποιες προϋποθέσεις για τη χρήση του δείκτη. Πρώτον, ο δείκτης SoVI αφορά τον κοινωνικά τρωτό μόνιμο πληθυσμό του 2011 και όχι τον πραγματικό πληθυσμό, που σημαίνει ότι δεν λαμβάνει υπόψη του τις εποχιακές διακυμάνσεις. Επίσης, ο δείκτης SoVI ισχύει στο σενάριο όπου ο μόνιμος πληθυσμός βρίσκεται στις οικίες του εργάσιμη ημέρα μετά τις δύο το μεσημέρι ή το Σαββατοκύριακο ενώ ο πληθυσμός στις κρίσιμες εγκαταστάσεις θεωρείται ότι είναι ενσωματωμένος στον μόνιμο πληθυσμό κάθε οικοδομικού τετραγώνου.

8. ΣΥΓΚΡΙΝΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ SoVI ΜΕ ΤΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΟΥ 2003

Στην τελευταία ενότητα εξετάζεται αν ο συνολικός δείκτης SoVI ή κάποια από τις συνιστώσες του συνδέεται με τις οικονομικές απώλειες του σεισμού του 2003 στην παλιά πόλη της Λευκάδας και αν ενδεχομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα μέτρο πρόβλεψης των αναμενόμενων απωλειών. Για το σκοπό αυτό, αναλύονται τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος της παλιάς πόλης, γίνεται περιγραφή των δομικών βλαβών και αποτίμηση των οικονομικών απωλειών των κτιρίων που πλήγηκαν από το σεισμό του 2003 στην συγκεκριμένη περιοχή.

8.1 Χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος της παλιάς πόλης της Λευκάδας

Η ιστορία του νησιού και η σεισμικότητά του συνετέλεσαν στην ανάπτυξη και εξέλιξη των πρακτικών δόμησης των κτιρίων της πόλης, η οποία έχει πληγεί περισσότερο από το υπόλοιπο νησί. Η περιγραφή και η ανάλυση κτιρίων που ακολουθεί περιορίζεται στην παλιά πόλη, η οποία οριοθετείται στα δυτικά και βορειοδυτικά, από την οδό 8ης Μεραρχίας και νότια, από την οδό Ηρώων Πολυτεχνείου (πρώην Δημ. Γολέμη) (Εικόνα 8.1).



Εικόνα 8.1. Η τοποθεσία της παλιάς πόλης στην πόλη της Λευκάδας.

Ένα μέρος της έρευνας των Kalantoni et al. (2013) και Καλαντώνη (2016) καταπιάνεται με τη λεπτομερή καταγραφή και τη χωρική αποτύπωση του κτιριακού αποθέματος της παλιάς πόλης της Λευκάδας. Με οδηγό την απογραφή κτιρίων του 2001 της ΕΛΣΤΑΤ και τους ψηφιακούς τοπογραφικούς χάρτες που προέκυψαν στα πλαίσια του ερευνητικού Έργου ΕΠΑΝΤΥΚ¹⁰ (2009), η Καλαντώνη (2016) αρχικά αναλύει το κτιριακό απόθεμα της παλιάς πόλης (σε επίπεδο ΟΤ) ως ήταν πριν το σεισμό του 2003. Επειδή στα διαθέσιμα δεδομένα δεν υπήρχε δυνατότητα σύνδεσης της θέσης του κτιρίου με τα στοιχεία της απογραφής κτιρίων έγινε ταυτοποίηση της θέσης τους μέσα από ανάλυση αεροφωτογραφιών του Εθνικού Κτηματολογίου και επιτόπιες έρευνες πεδίου που πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο του 2012.

Στην έρευνα πεδίου, οι Kalantoni et al. (2013) κατέγραψαν όλα τα κτίρια της παλιάς πόλης και στη συνέχεια διόρθωσαν, συμπλήρωσαν και επικύρωσαν τα στοιχεία της απογραφής του 2001. Το αποτέλεσμα αυτής της καταγραφής είναι η δημιουργία μιας ψηφιακής πλατφόρμας ΓΣΠ, όπου για κάθε κτίριο περιέχονται πληροφορίες που σχετίζονται με το είδος του φέροντα οργανισμού, την περίοδο κατασκευής, τον αριθμό ορόφων, την ύπαρξη ή μη πιλοτής, τη χρήση του κτιρίου και το τύπο στέγης. Συνολικά συγκεντρώθηκαν στοιχεία για 1.446 κτίρια (περίπου 75% του κτιριακού αποθέματος της πόλης) τα οποία κατανέμονται σε 139 οικοδομικά τετράγωνα. Η χρήση των κτιρίων είναι κυρίως κατοικία μαζί με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο (94%) ενώ μόλις ένα 6% έχει άλλες χρήσεις (ξενοδοχεία, σχολεία, εκκλησίες, ιατρικά κέντρα κα.).

Βασικό χαρακτηριστικό της παλιάς πόλης είναι το ιδιαίτερα πεπαλαιωμένο κτιριακό απόθεμα (το 54% του συνολικού αριθμού των κτιρίων είναι κατασκευασμένο πριν του 1960). Τα νεώτερα κτίρια τα οποία φέρουν σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα, ανάλογα με την περίοδο κατασκευής και τον αντισεισμικό κανονισμό είναι 13.1% προ του 1960, το 80.2% είναι κτίρια της περιόδου 1960-1994, και περίπου το 6.7% είναι κτίρια κατασκευασμένα από το 1995 και μετά. Αναφορικά με το ύψος των κτιρίων, πρόκειται για χαμηλώροφα κτίρια (1-4 όροφοι) όπως επιβάλλουν οι ισχύοντες όροι δόμησης για περιοχές με πληθυσμό κάτω των 20.000 κατοίκων. Αναλυτικότερα, η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει 251 (17.4%) μονώροφες κατασκευές, 929 (64.2%) διώροφες κατασκευές, 222 (15.4%) τριώροφες και 22 (1.5%) τετραώροφες κατασκευές.

Τα κτίρια της παλιάς πόλης μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ευρείες κατηγορίες ανάλογα με το σύστημα ανάληψης των φορτίων (Karababa & Romonis, 2010, Καλαντώνη, 2016). Οι εν λόγω κατηγορίες είναι:

- Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα (35.8%) με έναν έως τέσσερις ορόφους. Στην πλειονότητα τους (75.9%) είναι κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες

¹⁰ Εθνικό Πρόγραμμα Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υφιστάμενων Κτιρίων (ΕΠΑΝΤΥΚ)

πλήρωσης από διάτρητα τούβλα. Οι στέγες σε κάποια κτίρια είναι κατασκευασμένες από ξύλινο σκελετό καλυμμένο από κεραμίδια, αλλά συνήθως είναι πλάκες από σκυρόδεμα. Τα περισσότερα έχουν κατασκευαστεί την χρονική περίοδο 1961-1995, ενώ υπάρχουν και κτίρια που κατασκευάστηκαν μετά το σεισμό του 2003 (Εικόνα 8.2α). Επίσης στην ίδια κατηγορία ανήκουν τα κτίρια με ισόγειο ή και πρώτο όροφο κατασκευασμένα από σκυρόδεμα και επάνω όροφο (ή όροφοι) από ξυλόπηκτη τοιχοποιία (24.1%) (Εικόνα 8.2β). Η ξηλόπηκτη τοιχοποιία έχει τα χαρακτηριστικά του παραδοσιακού τρόπου δόμησης, αποτελείται δηλαδή από ξύλινο σκελετό και τα κενά ανάμεσα στα ξύλα γεμίζουν με συμπαγή τούβλα και κονίαμα ή λιθοδομή.

- Κτίρια με φέρουσα λιθοδομή (8.6%) (Εικόνα 8.2γ). Στα κτίρια αυτά ανήκουν κυρίως μονώροφα παλαιά κτίρια κατοικίες. Η τοιχοποιία είναι κατασκευασμένη από λιθοδομή με ύψος περίπου 3 m και πάχος από 60 cm έως 1 m. Η εξωτερική παρειά αποτελείται από μεγάλες πελεκητές πέτρες, συνήθως ασβεστολιθικές, ενώ για την εσωτερική παρειά χρησιμοποιούνται απελέκτες πέτρες. Το κενό μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής παρειάς γεμίζεται με σπασμένα κεραμίδια, μικρές πέτρες, κομμάτια από τούβλα και κονίαμα (Παπαδάτου Γιαννοπούλου, 1999 από Καλαντώνη, 2016). Τα πατώματα και οι στέγες είναι από ξύλο ενώ οι τελευταίες επικαλύπτονται από κεραμίδια. Τα κτίρια από λιθοδομή είναι μικρού μεγέθους, με κανονικό σχήμα και η πλειοψηφία έχει κατασκευαστεί πριν το 1960.
- Κτίρια με σύνθετο τρόπο δόμησης από λιθοδομή με ξυλόπηκτη τοιχοποιία (45.5%) (Εικόνα 8.2 δ & ε). Πρόκειται για ένα μοναδικό τρόπο δόμησης (στην τοπική διάλεκτο αποκαλείται 'ποντέλο') που εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα. Τα περισσότερα κτίρια της κατηγορίας (79.9%) έχουν κατασκευαστεί πριν το 1960 και χρησιμοποιούνται κυρίως σαν κατοικίες. Στο ισόγειο η φέρουσα τοιχοποιία είναι λιθοδομή. Ο ξύλινος σκελετός των υπερκείμενων ορόφων στηρίζεται στους τοίχους μέσω ξύλινων στρωτήρων, οι οποίοι κτίζονται μέσα στον τοίχο και περιτρέχουν το περίγραμμα των λίθων (Καλαντώνη, 2016). Τα πατώματα και οι στέγες είναι ξύλινα.
- Κτίρια με Ξύλινο Φέροντα Σκελετό (10.0%) (Εικόνα 8.2ζ). Πρόκειται για κτίρια με ξύλινο δομικό σύστημα ανάληψης των φορτίων, με ή χωρίς τοιχοπήρωση από πλίνθους. Εξωτερικά οι τοίχοι καλύπτονται από φύλλα λαμαρίνας, ώστε να προφυλάσσονται τα ξύλα από την υγρασία. Οι σκεπές αποτελούνται από ξύλινο σκελετό με κεραμίδια ή άλλα φύλλα επικάλυψης. Κτίρια αυτού του τύπου υπάρχουν μέχρι τριώροφα και στην πλειοψηφία τους (69.9%) είναι κτισμένα πριν το 1960.

Η χωρική κατανομή των παραπάνω τυπολογιών στην παλιά πόλη της Λευκάδας φαίνεται στην Εικόνα 8.1, με τα κτίρια από ξύλινο φέροντα σκελετό να είναι συγκεντρωμένα κυρίως στα βόρεια και βορειοδυτικά οικοδομικά τετράγωνα της παλιάς πόλης ενώ τα κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα στις ανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(ζ)

Εικόνα 8.2. α) Κτίριο από ΟΣ κτισμένο πριν το 1960, β) Κτίριο από ΟΣ με όροφο από ξυλόπηκτη τοιχοποιία, γ) Πέτρινο κτίριο, δ & ε) Κτίρια με σύνθετο τρόπο δόμησης από λιθοδομή με ξυλόπηκτη τοιχοποιία, ζ) Ξύλινο κτίριο (Πηγή: Καλαντώνη, 2016).

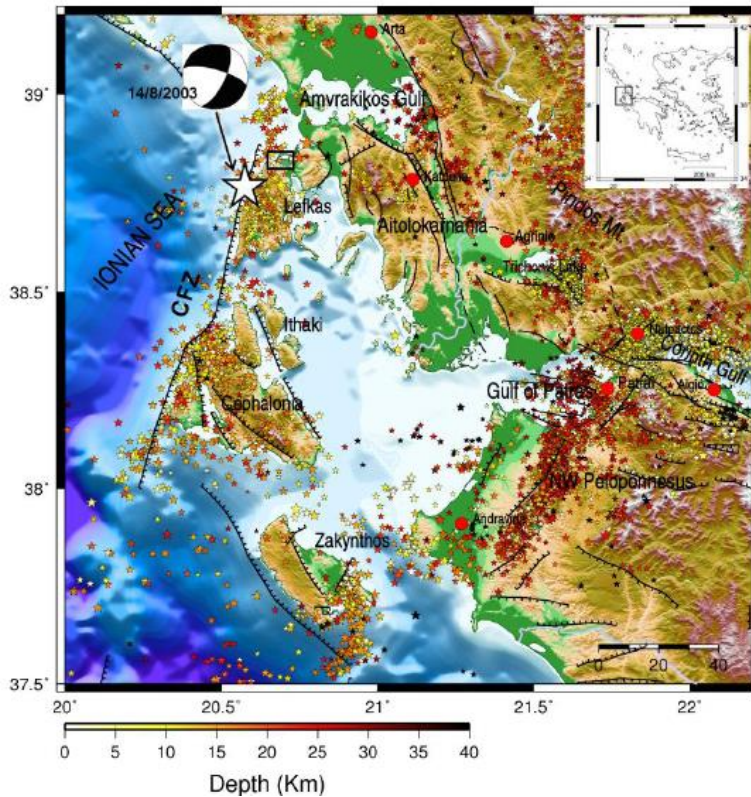
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΠΑΛΙΑ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ



Εικόνα 8.1. Χωρική κατανομή του κτιριακού αποθέματος με βάση το είδος του φέροντα οργανισμού στην παλιά πόλη της Λευκάδας το 2003.

8.2 Σεισμοτεκτονικό καθεστώς και ο σεισμός του Αυγούστου του 2003 στη Λευκάδα

Το νησί της Λευκάδας βρίσκεται σε μια από τις πιο σεισμικά ενεργές περιοχές της Μεσογείου (Makropoulos & Burton, 1984, από Paradimitriou et al., 2006). Από τεκτονικής άποψης βρίσκεται στο βορειοδυτικό μέρος του Ελληνικού Τόξου, όπου παρουσιάζεται σύγκλιση μεταξύ της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής πλάκας. Σημαντικότερο από όλα τα ρήγματα της περιοχής είναι το ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης (Cephalonia Transform Fault Zone, CTFZ) που ξεκινά νότια της Κεφαλονιάς και φτάνει έως τη βόρεια Λευκάδα (Εικόνα 8.3) (Parazachos & Kiratzi, 1995 από Καλαντώνη, 2016). Συνδέει δυο τεκτονικές επαφές πλακών, την καταβύθιση του ωκεάνιου φλοιού και την σύγκρουση των δύο ηπειρωτικών και έγκειται από δύο τμήματα. Το βόρειο τμήμα του ρήγματος αυτού ονομάστηκε κλάδος της Λευκάδας και το νότιο κλάδος της Κεφαλονιάς. Η κατανομή των επικέντρων των σεισμών στη Λευκάδα αποδεικνύει ότι το βόρειο τμήμα του ρήγματος (LS) είναι υπεύθυνο για την υψηλή σεισμικότητα της περιοχής.



Εικόνα 8.3. Χάρτης με τα κύρια τεκτονικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης, μαζί με τα επίκεντρα των σεισμών με $M_s \geq 3.0$. Το λευκό αστέρι και η μπάλα απεικονίζουν το επίκεντρο και το μηχανισμό γένεσης αντίστοιχα του σεισμού στις 14/08/2003. Το μαύρο πλαίσιο περιβάλλει την περιοχή μελέτης (Πηγή: Kassaras et al., 2014).

Κατά μέσο όρο στην περιοχή της Λευκάδας εκδηλώνονται 4 με 5 σεισμοί μεγέθους άνω του 6.2 ανά αιώνα, δηλαδή ένας ισχυρός σεισμός κάθε 20 με 25 χρόνια (Gazetas et al., 2004 από Καλαντώνη, 2016). Οι μεγαλύτεροι μεγέθους σεισμοί που προκάλεσαν μεγάλες καταστροφές και ανθρώπινες απώλειες είναι: 1704 $M6.3$, 1769 $M6.7$, 1783 $M6.7$, 1869 $M6.4$, 1914 $M6.3$, 1948 $M6.4$. Τα μακροσεισμικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι παραπάνω σεισμοί προκάλεσαν βλάβες εντάσεως X-XI (MMI) στις πλειόσειστες περιοχές ενώ οι σεισμοί του 1869 και 1948 ήταν από τους πιο καταστροφικούς για την πόλη της Λευκάδας (Παπαζάχος & Παπαζάχου, 2003). Εκτός από τις βλάβες προερχόμενες από το φαινόμενο του σεισμού, σοβαρές ζημιές επίσης προκλήθηκαν από συνοδά φαινόμενα (κατολισθήσεις, ρευστοποιήσεις κα.).

Στις 14 Αυγούστου του 2003 (τοπική ώρα 08:15) ισχυρή σεισμική κίνηση μεγέθους $M_w=6.3$ έλαβε χώρα στις βορειοδυτικές ακτές της Λευκάδας, περίπου 13 Km από την παλιά πόλη (Εικόνα 8.3) (Paradimitriou et al., 2006). Η δόνηση έγινε ιδιαίτερα αισθητή κατά μήκος του Ελληνικού τόξου καθώς και στις γειτονικές περιοχές της Δυτικής Ελλάδας. Τραυματίστηκαν περίπου 50 άνθρωποι αλλά δεν υπήρξαν νεκροί (Margaris et al., 2003 από Καλαντώνη, 2016).

Χαρακτηριστικό των καταγραφών του κυρίου σεισμού ήταν η μεγάλη (για την περιοχή) διάρκεια της ισχυρής κίνησης (~14sec με >0.1g). Η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση PGA=0.42g καταγράφηκε στην πόλη της Λευκάδας (θέση νοσοκομείο), υπερβαίνοντας κατά πολύ τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού του 2000 (0.36g) (ΙΤΣΑΚ, 2004, Pomonis et al., 2014).

8.3 Η κατανομή των βλαβών στην παλιά πόλη της Λευκάδας

Ο σεισμός προκάλεσε βλάβες κυρίως στο νησί της Λευκάδας ενώ βλάβες αναφέρθηκαν επίσης, στους Νομούς Θεσπρωτίας και Αιτωλοακαρνανίας καθώς και στο νησί της Κεφαλονιάς. Γενικά οι βλάβες στο νησί ήταν σχετικά περιορισμένες. Τα ποσοστά των βλαβέντων κτιρίων ποικίλουν από 7% έως 35% ανά δημοτική ενότητα στο νησί της Λευκάδας (Pomonis et al., 2014). Σύμφωνα με τους Karababa & Pomonis (2011), σοβαρές βλάβες σημειώθηκαν μόνο στην πόλη της Λευκάδας και πιο συγκεκριμένα στην παλιά πόλη, κυρίως εξαιτίας των τοπικών εδαφικών συνθηκών. Η ένταση του κυρίως σεισμού στην πλειόσειστη περιοχή (ιστορικό κέντρο) εκτιμάται VIII-IX (EMS-98) (Pomonis et al., 2014).

Η Καλαντώνη (2016) συγκέντρωσε τα δελτία αυτοψιών των κτιρίων του δευτεροβάθμιου ελέγχου του σεισμού του 2003 (που υποβλήθηκαν στο Τμήμα Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ) Λευκάδας) με σκοπό την αποτίμηση των βλαβών και της σεισμικής τρωτότητας των κτιρίων της παλιάς πόλης. Με βάση τις πληροφορίες που περιείχαν τα δελτία αυτοψιών (διεύθυνση κτιρίου, βαθμός ελέγχου, χαρακτηρισμός βλάβης¹¹, περιγραφή βλάβης, περίοδος κατασκευής, τύπος δομικού συστήματος, αριθμός ορόφων κα.) δημιουργήθηκε ένας κατάλογος με τα χαρακτηριστικά των βλαβέντων κτιρίων του σεισμού του 2003. Όσα κτίρια δεν είχαν δελτία αυτοψίας θεωρήθηκαν ως αβλαβή (χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι δεν είχαν υποστεί ζημιά). Ακολούθησε δεύτερη έρευνα πεδίου τον Οκτώβριο του 2014 όπου

¹¹ Σύμφωνα με οδηγίες του ΟΑΣΠ (1997), οι επιτροπές του πρωτοβάθμιου και του δευτεροβάθμιου ελέγχου, κατατάσσουν τα κτίρια σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την καταλληλότητα των κτιρίων για χρήση κατά τη μετασεισμική περίοδο:

α. *Πράσινο*, κτίριο που δεν έχει βλάβες ή κτίριο που η αντισεισμική του ικανότητα δεν έχει μειωθεί. Ενδεικτικά μπορεί να εμφανίζει τριχοειδείς μη διαγώνιες ρωγμές σε οριζόντια στοιχεία του φέροντος οργανισμού από ΟΣ ή ελαφρές ρωγμές στις τοιχοποιίες πλήρωσης.

β. *Πράσινο-Κίτρινο*, κτίριο με μικρές ή μεσαίες βλάβες στην φέρουσα λιθοδομή του ισογείου ή στις λιθοδομές πλήρωσης των επάνω ορόφων. Ο χαρακτηρισμός αυτός δεν υπάρχει επίσημα στις οδηγίες του ΟΑΣΠ αλλά δημιουργήθηκε και εφαρμόστηκε μόνο στον σεισμό 2003.

γ. *Κίτρινο*, κτίριο που η αντισεισμική του ικανότητα έχει μειωθεί. Στο κτίριο αυτό παρατηρούνται ελαφρές ή σοβαρές βλάβες στον φέροντα οργανισμό και βλάβες στις τοιχοποιίες πλήρωσης. Προσωρινά ακατάλληλο για χρήση.

δ. *Κόκκινο*, κτίριο που έχει υποστεί πολύ σοβαρές βλάβες (φέροντα στοιχεία ή και κόμβοι έχουν μεγάλες βλάβες και παραμορφώσεις) και υπάρχει πιθανότητα μερικής ή ολικής κατάρρευσης. Ακατάλληλο ή επικίνδυνο για χρήση.

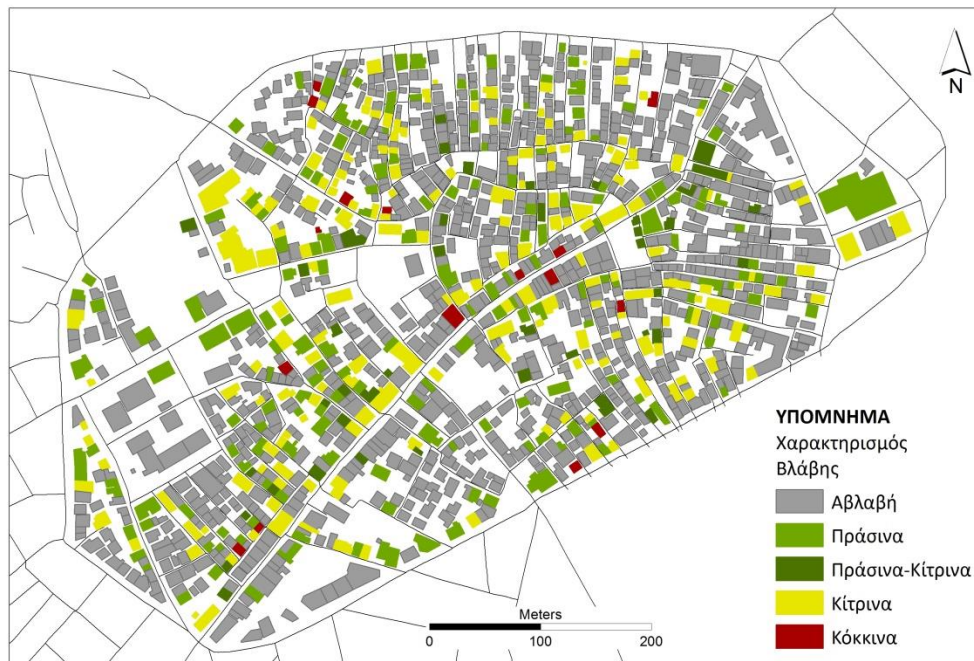
εντοπίστηκαν τα (πρώην) βλαβέντα κτίρια μέσα στην παλιά πόλη. Η τελική βάση δεδομένων περιέχει πληροφορίες τόσο για τα χαρακτηριστικά των κτιρίων (από την 1^η φάση) όσο και των βλαβών που παρουσίασαν και αποτυπώνει την κατάσταση τους μετά το σεισμό του 2003.

Συνολικά το 33% των κτιρίων της παλιάς πόλης εμφάνισε κάποιο βαθμό βλάβης (43% πράσινα, 9% πράσινα-κίτρινα, 45% κίτρινα, 3% κόκκινα) (Εικόνα 8.4). Τα κτίρια με σύνθετο τρόπο δόμησης ήταν τα περισσότερα μεταξύ των βλαβέντων κτιρίων (52%) ενώ ακολούθησαν τα κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (18%), ξύλο (11%), λιθοδομή (11%) και οπλισμένο σκυρόδεμα και ξυλόπηκτη τοιχοποιία (8%). Η χωρική και η ποσοτική κατανομή των βλαβέντων κτιρίων σε σχέση με το είδος του φέροντα οργανισμού και το βαθμό βλάβης απεικονίζεται στην Εικόνα 8.5 και στο Σχήμα 8.2 αντίστοιχα. Τα περισσότερα βλαβέντα κτίρια βρίσκονται κατά μήκος του εμπορικού δρόμου Ι. Μεγάλα και είναι κυρίως πέτρινα ή με σύνθετο τρόπο δόμησης.

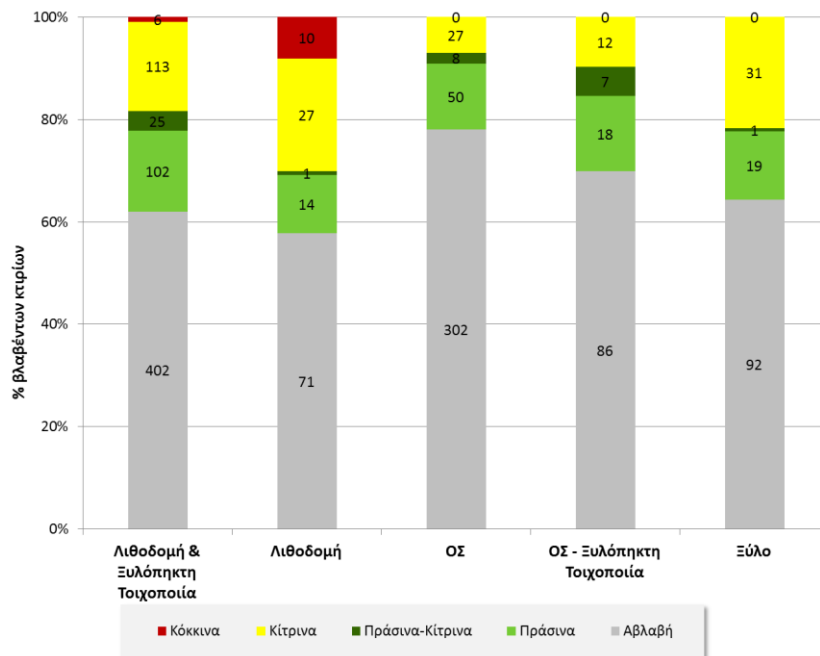
Το 38% των κτιρίων με σύνθετο τρόπο δόμησης από λιθοδομή με ξυλόπηκτη τοιχοποιία υπέστη βλάβες ενώ το 46% των βλαβέντων κτιρίων αυτής της κατηγορίας χαρακτηρίστηκαν ως 'κίτρινα'. Οι συνηθέστερες βλάβες εντοπίστηκαν στην τοιχοποιία του ισογείου ενώ συχνά αναφέρθηκαν ρωγμές στο υλικό πλήρωσης του ξύλινου σκελετού των επάνω ορόφων. Παρόλα αυτά, η συμπεριφορά αυτών των κτιρίων θεωρήθηκε ικανοποιητική. Τα πέτρινα κτίρια υπέστησαν τις μεγαλύτερες απώλειες, συγκριτικά με τον αριθμό τους στην εξεταζόμενη περιοχή (42% βλαβέντα με 30% κίτρινα ή κόκκινα), οι οποίες σχετίζονται κυρίως με ρωγμές ή/και μερική κατάρρευση της τοιχοποιίας σε κάποιες περιπτώσεις.

Περίπου ένα στα τρία κτίρια με ξύλινο φέρον οργανισμό (36%) εμφάνισε ρωγμές στους τοίχους πλήρωσης ή/και αποκόλληση δοκαριών από την τοιχοποιία. Τέλος, τα κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα συμπεριφέρθηκαν καλύτερα από τα παραδοσιακά (Σχήμα 8.1). Το 22% των κτιρίων ΟΣ εμφάνισαν βλάβες (13% πράσινα και 9% πράσινα-κίτρινα ή κίτρινα). Τα βλαβέντα κτίρια από ΟΣ υπέστησαν κυρίως διαγώνιες ρωγμές στους τοίχους πλήρωσης, ρωγμές σε κολώνες και δοκάρια, αποκόλληση τοίχων και οξείδωση οπλισμού στη βάση κολώνων του ισογείου.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΛΑΒΕΝΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΛΙΑ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ ΣΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ 2003



Εικόνα 8.4. Κατανομή κτιρίων με βάση τον βαθμό βλάβης στην παλιά πόλη της Λευκάδας από το σεισμό του 2003.



Σχήμα 8.1. Κατανομή βλαβέντων κτιρίων ανάλογα με το είδος του φέροντα οργανισμού και το βαθμό βλάβης από το σεισμό του 2003.



Εικόνα 8.5. Κατανομή βλαβέντων κτιρίων με βάση το είδος του φέροντα οργανισμού και το βαθμό βλάβης στην παλιά πόλη της Λευκάδας από το σεισμό του 2003.

8.4 Συσχέτιση δομικού με οικονομικό δείκτη βλάβης εξεταζόμενων κτιρίων

Για τον υπολογισμό των οικονομικών απωλειών, έγινε συσχέτιση του δομικού δείκτη βλάβης (βαθμός βλάβης) με τον αντίστοιχο οικονομικό. Ο οικονομικός δείκτης βλάβης (Central Damage Factor) ορίζεται μέσα από το λόγο του κόστους των επεμβάσεων για επισκευή-ενίσχυση προς το κόστος ανακατασκευής του κτιρίου (Karros et al., 1998, Romonis et al., 2014). Οι Romonis & Gaspari, 2014 ανέλυσαν τα οικονομικά στοιχεία των βλαβέντων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα από τους σεισμούς του Αιγίου (1995) και της Αθήνας (1999) κατέληξαν στους οικονομικούς δείκτες βλάβης του Πίνακα 8.1. Για τις υπόλοιπες κατηγορίες κτιρίων επιλέχτηκαν οι εμπειρικά προτεινόμενοι δείκτες βλάβης των Dolce et al. (2006) (Πίνακας 8.2) επειδή τα ελληνικά στοιχεία κόστους αποκατάστασης που είναι διαθέσιμα είναι πολύ περιορισμένα για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Να σημειωθεί ότι οι κεντρικοί δείκτες βλάβης των Dolce et al. (2006) αναφέρονται στην πενταβάθμια κλίμακα βλαβών της Ευρωπαϊκής Μακροσεισμικής Κλίμακας Έντασης (EMS-98), κλίμακα με την

οποία έχουν εναλλακτικά χαρακτηριστεί τα βλαβέντα κτίρια της περιοχής μελέτης από την Καλαντώνη (2016).

Οι εκτιμήσεις των οικονομικών απωλειών (σε ευρώ) που ακολουθούν αναφέρονται μόνο στο κόστος αποκατάστασης και επισκευής των πληγέντων κτιρίων (συνολικό άμεσο κόστος). Το πραγματικό κόστος των συνεπειών του σεισμού προκύπτει αν στο άμεσο κόστος προστεθεί το έμμεσο κόστος (π.χ. βλάβες στις εγκαταστάσεις, διακοπή της οικονομικής δραστηριότητας, κλπ.).

Πίνακας 8.1. Κεντρικοί δείκτες βλάβης κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα (από Romonis et al. 2014).

Επίπεδο βλάβης (ΟΑΣΠ)	Κεντρικός Δείκτης Βλάβης (CDF)
D1	5,0%
D1-D2	10,0%
D2	15,0%
D3	80,0%
D4	100,0%

Πίνακας 8.2. Κεντρικοί δείκτες βλάβης κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία (από Dolce et al., 2006).

Επίπεδο βλάβης (EMS-98)	Κεντρικός Δείκτης Βλάβης (CDF)
D1	3,5%
D2	14,5%
D3	30,5%
D4	80,0%
D5	95,0%

Η εκτίμηση των οικονομικών απωλειών του σεισμού του 2003 προϋποθέτει τον προσδιορισμό της αξίας ανακατασκευής της μονάδας επιφάνειας των κτιρίων. Μετά από επικοινωνία με πολιτικούς μηχανικούς του τμήματος αποκατάστασης σεισμοπλήκτων (ΤΑΣ) της Λευκάδας, η αξία ανακατασκευής του κτιρίου προσδιορίστηκε περίπου στα 1.200 ευρώ/m² για την παλιά πόλη για το 2003. Αν ληφθεί υπόψη η αξία ανακατασκευής, η συνολική δομημένη επιφάνεια

του κτιριακού αποθέματος¹² (253.322 m²) και η συσχέτιση του δομικού δείκτη βλάβης με τον αντίστοιχο οικονομικό για κάθε κτίριο, το άμεσο κόστος του σεισμού εκτιμάται σε 16,2 εκατ. ευρώ.

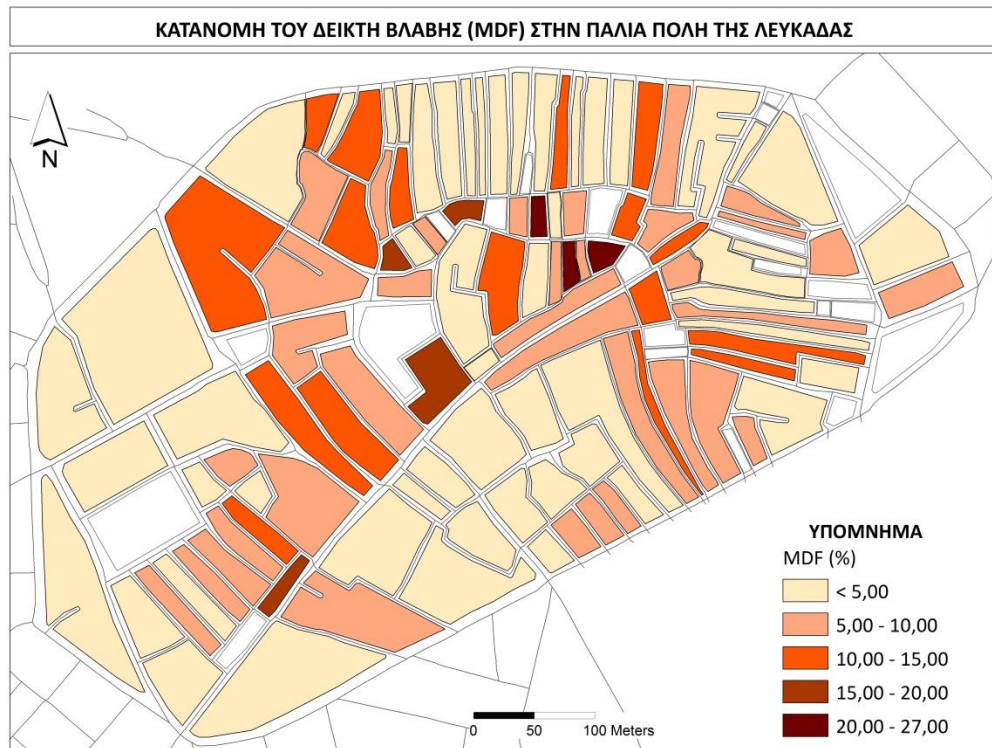
Επίσης, όπως μας ενημέρωσαν πολιτικοί μηχανικοί του ΤΑΣ, από τις 1.329 άδειες που εγκρίθηκαν για επισκευή σε όλο το νησί (οι περισσότερες ήταν στην πόλη της Λευκάδας), το κόστος επισκευής των βλαβέντων κτιρίων ανήλθε στα 5,8 εκατ. ευρώ και περιελάμβανε μόνο κτίρια που χαρακτηρίστηκαν ως 'πράσινα' και 'κίτρινα'. Το ποσό αυτό αντιπροσωπεύει το ελάχιστο κόστος ζημιών καθώς στην πραγματικότητα οι ιδιοκτήτες πάντα χρειάζεται να συμπληρώσουν με ένα σημαντικό ποσό (δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερο) για να επισκευάσουν πλήρως την κατοικία τους (Ρομονίς, 2002). Επομένως, οι συνολικές απώλειες είναι πολύ μεγαλύτερες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι, συχνά οι ιδιοκτήτες των 'πράσινων' κτιρίων δεν καλούν τους μηχανικούς για να μελετήσουν-επιβλέψουν και εν τέλει να κοστολογήσουν την επισκευή του κτιρίου τους, καθώς επίσης ότι δεν συμπεριλαμβάνονται τα 'κόκκινα' κτίρια (1,6 εκ. ευρώ) στο κόστος των 5,8 εκ. ευρώ, θεωρείται ότι το εκτιμώμενο κόστος των 16,2 εκατ. ευρώ είναι αποδεκτό.

Συνήθως οι οικονομικές απώλειες σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου εκφράζονται μέσα από τον μέσο δείκτη βλάβης (MDF_b), ως ποσοστό της αξίας του κτιριακού δυναμικού του, κατά αναλογία της συνολικής επιφάνειας των κτιρίων του (Ρομονίς & Gaspari, 2014). Στην συγκεκριμένη περίπτωση εκτιμήθηκε από το άθροισμα των γινομένων της δομημένης επιφάνειας κάθε κτιρίου στο οικοδομικό τετράγωνο (A_i) με τον κεντρικό δείκτη βλάβης (CDF_i), αναγόμενο στη συνολική δομημένη επιφάνεια των κτιρίων στο οικοδομικό τετράγωνο (A_b) (σχέση [1]).

$$MDF_b = \frac{\sum A_i CDF_i}{A_b} \quad [1]$$

Στην Εικόνα 8.6 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή του μέσου δείκτη βλάβης (MDF) δηλαδή, οι πραγματικές οικονομικές απώλειες των κτιρίων που εμφάνισαν βλάβες σε ποσοστά εγκατεστημένης αξίας (σε ευρώ) ανά οικοδομικό τετράγωνο. Οι απώλειες φαίνεται να ξεπερνούν το 15% της εγκατεστημένης αξίας μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις στο κέντρο της παλιάς πόλης.

¹² Η δομημένη επιφάνεια του κτιρίου υπολογίζεται μέσα από τον γινόμενο της επιφάνειας του αποτυπώματος του κτιρίου με τον αριθμό ορόφων.



Εικόνα 8.6. Κατανομή οικονομικών απωλειών (ως ποσοστό εγκατεστημένης αξίας) ανά οικοδομικό τετράγωνο στην παλιά πόλη της Λευκάδας από το σεισμό του 2003.

8.5 Συσχέτιση του δείκτη SoVI με τις οικονομικές απώλειες του σεισμού του 2003

Η αρχική ιδέα είναι να εξεταστεί πρακτικά αν οι οικονομικές απώλειες του σεισμού του 2003 στην παλιά πόλη της Λευκάδας έχουν κοινωνικές προεκτάσεις. Δεδομένου ότι ο δείκτης SoVI αναφέρεται στο 2011 και τα χαρακτηριστικά του κτιριακού αποθέματος δεν έχουν αλλάξει την περίοδο 2003 με 2014 όπως παρατήρησε η Καλαντώνη (2016) στις έρευνες πεδίου (με εξαίρεση κάποια 'κόκκινα' κτίρια που κρίθηκαν κατεδαφιστέα και έχουν αντικατασταθεί), θεωρούμε ότι αν ο ίδιος σεισμός συνέβαινε το 2011 (αντί το 2003) θα είχε τις ίδιες επιπτώσεις στο κτιριακό απόθεμα. Στο σημείο αυτό δηλαδή, διερευνάται αν υπάρχει συσχέτιση του δείκτη SoVI και των δομικών βλαβών (σε οικονομικούς όρους), με την υπόθεση ότι ο συγκεκριμένος σεισμός έλαβε χώρα το 2011 και είχε τις ίδιες επιπτώσεις στο δομημένο περιβάλλον με εκείνες του σεισμού του 2003.

Να σημειωθεί ότι η συσχέτιση αυτή όπως παρουσιάζεται εδώ θα μπορούσε να είναι απλώς μια ένδειξη, καθώς μια πιο άμεση συσχέτιση θα έπρεπε να περιλαμβάνει κυρίως τις υπόλοιπες απώλειες των καταστροφών (ανθρώπινες απώλειες, βαριά ή ελαφριά τραυματίες, απώλεια

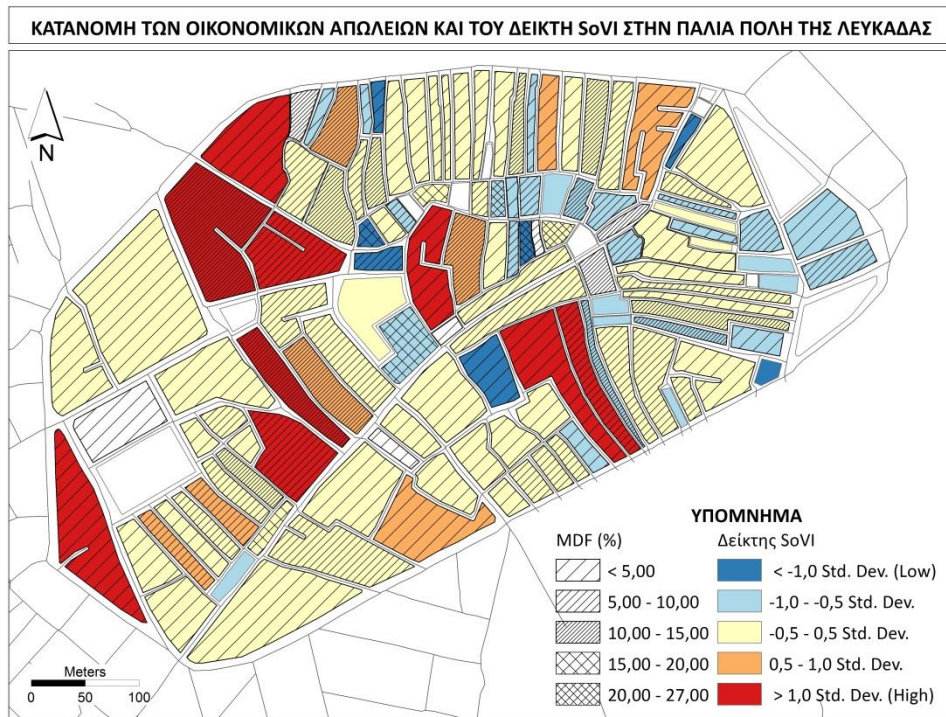
θέσεων εργασίας, διακοπή ή υπολειτουργία οικονομικών δραστηριοτήτων, μετακίνηση και διαμονή πληθυσμού σε καταλύματα μακριά από το χώρο της καταστροφής κα.), ο οποίες συσχετίζονται σαφώς περισσότερο με τον δείκτη SoVI.

Επίσης, το επίπεδο της κοινωνικής τρωτότητας ή η προσαρμοστικότητα του πληθυσμού έναντι μιας καταστροφής αντικατοπτρίζεται στο ρυθμό ανάκαμψης δηλαδή, στο χρόνο που χρειάζεται ο πληθυσμός για να επιστρέψει στην ζωή που είχε πριν την καταστροφή. Τόσο οι έμμεσες απώλειες όσο και ο χρόνος επιστροφής στην κανονική ζωή δύσκολα και σπάνια εκτιμώνται (και κυρίως στην κλίμακα ανάλυσης που εξετάζεται εδώ).

Η συσχέτιση μεταξύ του δείκτη SoVI με τις οικονομικές απώλειες (σε απόλυτους αριθμούς) αποδείχτηκε χαμηλή προς μέτρια μέσα από τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης ($r=0.45$). Η μεγαλύτερη συσχέτιση ήταν μεταξύ της δεύτερης συνιστώσας (Ποσότητα και Ποιότητα Δομημένου Περιβάλλοντος) και των οικονομικών απωλειών, όπως ήταν αναμενόμενο ($r=0.49$). Σίγουρα οι συσχετίσεις θα ήταν καλύτερες αν οι μεταβλητές για την ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος περιελάμβαναν πιο συγκεκριμένες τυπολογίες κτιρίων (π.χ. κτίρια από φέρουσα λιθοδομή) και δεν περιοριζόταν μόνο στην μεταβλητή `BldgsPrior60` (κτίρια προ 1960), η οποία είναι πολύ γενική. Επομένως, η δεύτερη συνιστώσα θα μπορούσε να αποτελέσει ένα δείκτη των αναμενόμενων δομικών απωλειών, αν οριζόταν μέσα από πιο τρωτές τυπολογίες που απαντώνται στην περιοχή.

Η χωρική κατανομή του δείκτη SoVI και των οικονομικών απωλειών (MDF) απεικονίζεται στην Εικόνα 8.7. Παρατηρείται ότι, τα κοινωνικά πιο τρωτά οικοδομικά τετράγωνα ($SoVI > +1StD$) εμφανίζουν οικονομικές απώλειες που δεν ξεπερνούν το 15% της εγκατεστημένης αξίας του τετραγώνου. Αντιθέτως, οι μεγαλύτερες οικονομικές απώλειες ($MDF > 15\%$) εντοπίστηκαν σε οικοδομικά τετράγωνα που διαμένει ο κοινωνικά λιγότερο τρωτός πληθυσμός ($SoVI < -0.5StD$). Φαίνεται σαν ένας άνεμος κοινωνικής δικαιοσύνης να πνέει πάνω από την παλιά πόλη.

Τέλος, έγινε προσπάθεια να συγκριθεί η 4^η συνιστώσα (Πλούτος) ή οι δείκτες EHDl και AROP με τις οικονομικές απώλειες του σεισμού. Άμεσα δεν μπορούμε να αντλήσουμε κάποια συμπεράσματα γιατί οι οικονομικές απώλειες αφορούν κτίρια και όχι νοικοκυριά. Από την απογραφή της Καλαντώνης (2016) είναι γνωστό ότι, τα κτίρια της παλιάς πόλης έχουν μικτή χρήση (κατοικίες και εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο) με τους ιδιοκτήτες των επιχειρήσεων να μην είναι απαραίτητο να διαμένουν στο ίδιο οικοδομικό τετράγωνο. Επομένως χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση για να εκτιμηθεί το κόστος (αν είναι εφικτό το πραγματικό κόστος μέσα από τις άδειες επισκευής) ανά νοικοκυριό ή επιχείρηση σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο.



Εικόνα 8.7. Η χωρική κατανομή του δείκτη SoVI και των άμεσων οικονομικών απωλειών (ως ποσοστό της εγκατεστημένης αξίας των κτιρίων του ΟΤ) του σεισμού του 2003 στην παλιά πόλη της Λευκάδας.

9. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τρωτότητα είναι μια έννοια πολυδιάστατη, μια συνεχώς εξελισσόμενη κατάσταση. Η κοινωνική τρωτότητα είναι μια έννοια η οποία βοηθάει να προσδιοριστούν εκείνα τα χαρακτηριστικά, τα βιώματα και οι εμπειρίες μιας κοινωνίας (και των ατόμων της) τα οποία την καθιστούν ικανή να ανταποκριθεί και να ανακάμψει από μια φυσική καταστροφή (Cutter et al., 2003). Εκ φύσεως είναι δύσκολο να αποτυπωθεί και να εκτιμηθεί ποσοτικά, για αυτό και συχνά αποφεύγεται στις μελέτες διακινδύνευσης και αποτίμησης των επιπτώσεων μιας καταστροφής. Η κοινωνική τρωτότητα είναι μια δυναμική διαδικασία, αλλά για πρακτικούς λόγους (για να γίνει μετρήσιμη) θεωρείται στατικό φαινόμενο.

Η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση δεικτών στις αναλύσεις της κοινωνικής τρωτότητας μπορεί να βοηθήσει στην μείωση της διακινδύνευσης αφού μειώνοντας την τρωτότητα υπονοείται ότι θα έχουμε λιγότερα θύματα και τραυματισμούς ενώ αναμένεται να μειωθούν οι οικονομικές απώλειες που σχετίζονται με την παροχή των κοινωνικών υπηρεσιών και την δημόσια υγεία. Ο δείκτης SoVI δείχνει ουσιαστικά ένα τρόπο για να βελτιωθεί η έκθεση (exposure), που σημαίνει ότι λιγότεροι άνθρωποι θα χρειάζεται να ανταποκριθούν (respond), να αντισταθούν (resistance) και να ανακάμψουν (recover) μετά από μια φυσική καταστροφή.

Η βιβλιογραφία που είναι αφιερωμένη στους παράγοντες που επηρεάζουν την κοινωνική τρωτότητα αναφέρει ότι, η επιλογή των μεταβλητών διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και από κλίμακα σε κλίμακα εξαιτίας των διαφορετικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων και των περιορισμών στον σχεδιασμό της κάθε απογραφής. Η παρούσα μελέτη συγκέντρωσε στοιχεία που αφορούν τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού, των νοικοκυριών και των κτιρίων και περιγράφονται μέσα από 23 μεταβλητές στα 256 οικοδομικά τετράγωνα της πόλης της Λευκάδας. Ομολογουμένως, θα μπορούσαν να προστεθούν και άλλες μεταβλητές αλλά λόγω έλλειψης πόρων, η ανάλυση περιορίστηκε στις συγκεκριμένες. Απαραίτητη ήταν η συμβολή της χωρικής μικροπροσομοίωσης στο να προσδιοριστεί η οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών (EHDI, AROP) σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου καθώς είναι διαθέσιμη μόνο σε εθνικό επίπεδο.

Η χωρική μικροπροσομοίωση μπορεί να δράσει αυτόνομα και ποικιλοτρόπως στο χώρο της πρόληψης και διαχείρισης των φυσικών καταστροφών. Πέρα από την συνδρομή της στην εκτίμηση του δείκτη SoVI, η μεγαλύτερη ίσως προσφορά της είναι οι αναλυτικές λίστες με τα χαρακτηριστικά των ατόμων κάθε περιοχής. Η χωρική διάσταση που παίρνουν τα μικροδεδομένα βοηθάει να εντοπιστούν ποσοτικά και χωρικά εκείνες οι κοινωνικές ομάδες που αναμένεται να πληγούν περισσότερο από μια φυσική καταστροφή και για τις οποίες δεν υπάρχουν ή δεν διατίθενται στοιχεία από τις εθνικές στατιστικές υπηρεσίες (π.χ. μονογονεϊκά

νοικοκυριά με τρία ή περισσότερα εξαρτημένα μέλη στα όρια της φτώχειας, άτομα με χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης και ετήσιο ατομικό εισόδημα χαμηλότερο των 6.000 ευρώ κα.). Οι λεπτομερείς πίνακες με τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού ή των νοικοκυριών μιας περιοχής αναμφίβολα μπορούν να φανούν πολλαπλώς χρήσιμοι. Ο Juntunen (2005) αναφέρει ότι τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού είναι ένας σημαντικός δείκτης για τα πάντα, από την συμμόρφωση με τα σχέδια εκκένωσης κατά την διάρκεια της κρίσης μέχρι την επιτυχή και μακροπρόθεσμη ανάκαμψη από αυτήν.

Ο προσδιορισμός των κοινωνικά πιο ευάλωτων ομάδων συνοδευόμενος με στοιχεία (άμεσων) οικονομικών απωλειών των καταστροφών μπορεί να βοηθήσει μελλοντικά στην χάραξη πολιτικών σχετικά με την καταβολή των επιδομάτων (ενοικίου ή φιλοξενίας) ή οικονομικής ενίσχυσης για επισκευή των βλαβέντων κτιρίων στους πληγέντες με εισοδηματικά κριτήρια. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, χρειάζεται να γίνει περαιτέρω ανάλυση των (πραγματικών) οικονομικών απωλειών ανά νοικοκυριό ή επιχείρηση για να μπορούν να συγκριθούν με την κατανομή του εισοδήματος (EHDI και AROP) σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Ωστόσο, παρόλο που η χωρική μικροπροσομοίωση επιτρέπει στον παράγοντα 'πλούτο' να διεισδύσει στο χώρο της κοινωνικής τρωτότητας για περιοχές που δεν υπάρχουν ή δεν διατίθενται τέτοιου είδους στοιχεία, σε γενικές γραμμές, θα μπορούσαμε να πούμε ότι αντιμετωπίζει την κοινωνική τρωτότητα μέσα από 'check lists' ενώ σίγουρα είναι κάτι περισσότερο.

Η κοινωνική τρωτότητα εμπεριέχεται στα βιώματα, τις εμπειρίες, τις αντιλήψεις των κατοίκων του νησιού για το σεισμικό κίνδυνο που δυστυχώς δεν καταγράφονται εδώ αλλά αξίζει να διερευνηθούν μέσα από ερωτηματολόγια. Η κοινωνική τρωτότητα ενυπάρχει στην σεισμική κουλτούρα των κατοίκων της περιοχής, στις πρακτικές δόμησης και στην εξέλιξη του αστικού ιστού της πόλης αλλά και σε μακροπαράγοντες που έχουν να κάνουν με το κοινωνικοπολιτικό πλαίσιο και την οικονομική κρίση που βιώνει η Ελλάδα τα τελευταία 8 χρόνια. Η συγκεκριμένη προσέγγιση αντιμετωπίζει την κοινωνική τρωτότητα περισσότερο μέσα από χειροπιαστά στοιχεία και δυστυχώς, υστερεί σε ότι αφορά την βαθύτερη αίσθηση, τον τρόπο ζωής και τις τοπικές συνθήκες της περιοχής (ποιοτική ανάλυση).

Ειδική αναφορά αξίζει να γίνει στην αντισεισμική κουλτούρα και στην επιρροή που έχει στην κοινωνική τρωτότητα του νησιού, η οποία φανερώνεται έμπρακτα στις παραδοσιακές κατασκευαστικές πρακτικές και άυλα στις στάσεις και τις συμπεριφορές των κατοίκων του νησιού (Karababa & Guthrie, 2007). Λόγω της υψηλής σεισμικότητας της περιοχή και της μικρής περιόδου επανάληψης των σεισμών, η σεισμική μνήμη έχει καταφέρει να διασωθεί και να μεταφερθεί από γενιά σε γενιά, διαμορφώνοντας ενός είδους 'αντισεισμικής κουλτούρας'. Οι κάτοικοι έχουν αναπτύξει ένα είδος εξοικείωσης με τον σεισμό, γεγονός που τους προικίζει με μια σχεδόν αν όχι έμφυτη, σίγουρα αυξημένη ικανότητα αντιμετώπισης (coping capacity)

της καταστροφής. Η προσαρμοστικότητα (resilience) των κατοίκων του νησιού αντικατοπτρίζεται στον σχετικά μικρό αριθμό θυμάτων που άφησαν οι σεισμοί του πρόσφατου παρελθόντος. Η συνιστώσα αυτή είναι σαφώς από εκείνες που έρχονται να μειώσουν τα επίπεδα τρωτότητας και απουσιάζει από την παρούσα μελέτη.

Κατά τον σχεδιασμό εκτάκτων αναγκών το κράτος ή η κοινωνία οφείλει να προσδιορίζει τις κοινωνικά πιο τρωτές ομάδες γιατί χρειάζονται πολύ περισσότερη βοήθεια κατά την διάρκεια και μετά την καταστροφή. Ένας αντικειμενικός και επιστημονικά εμπειριστατωμένος τρόπος για να γίνει αυτό είναι μέσα από τον δείκτη SoVI και τις συνιστώσες του. Η υποκείμενη κοινωνική κατάσταση η οποία κάνει τρωτή μια περιοχή, μπορεί να διαμορφώσει συγκεκριμένη στρατηγική για το μετριασμό των επιπτώσεων. Με άλλα λόγια, ο τύπος και ο βαθμός παρέμβασης μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες κάθε περιοχής εξοικονομώντας χρόνο, προσωπικό και πόρους (Clark et al., 1998). Για παράδειγμα στην περιοχή μελέτης, φαίνεται ότι τα οικοδομικά τετράγωνα της παλιάς πόλης έχουν ανάγκη περισσότερο από πολιτικές που θα μειώσουν τις εισοδηματικές ανισότητες, ενώ οι περιοχές εκτός της παλιάς πόλης από περισσότερες ευκαιρίες για εκπαίδευση και εργασία.

Ο συνδυασμός του δείκτη SoVI με τα στοιχεία των οικονομικών απωλειών των βλαβέντων κτιρίων του σεισμού του 2003 στην παλιά πόλη της Λευκάδας επέτρεψε να εξεταστεί αν υπάρχουν κοινωνικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιδείνωση των οικονομικών απωλειών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο δείκτης SoVI όπως είναι ορισμένος μέσα από τις συνιστώσες του και υπό τον περιορισμό των συγκεκριμένων μεταβλητών, δεν σχετίζεται άμεσα με τις οικονομικές απώλειες. Η μέτρια συσχέτιση είναι μια ένδειξη της αδυναμίας αφενός του δείκτη SoVI να 'αιχμαλωτίσει' όλες τις διαστάσεις της κοινωνικής τρωτότητας και αφετέρου των οικονομικών απωλειών οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνουν τις έμμεσες απώλειες της καταστροφής, με τις οποίες σαφώς και συσχετίζονται περισσότερο.

Σίγουρα η δεύτερη συνιστώσα (ποσότητα και ποιότητα δομημένου περιβάλλοντος) μπορεί να αποτελέσει εργαλείο πρόβλεψης των δομικών βλαβών στα κτίρια και τις υποδομές αν ληφθούν υπόψη οι πιο τρωτές τυπολογίες κτιρίων για την πόλη της Λευκάδας (οι οποίες δεν εμφανίζονται αμιγώς στην απογραφή κτιρίων του 2011 της ΕΛΣΤΑΤ). Ωστόσο, ο δείκτης SoVI έχει πολλές όψεις (π.χ. ποιότητα παροχών υγείας, μη μόνιμοι κάτοικοι, γραμμές ζωής, μετανάστες κα.) που δεν ξεδιπλώθηκαν σε αυτήν την πρώτη προσέγγιση. Η παρουσία τους αναμένεται να αλλάξει την κατανομή του δείκτη SoVI, να προσφέρει νέες διαστάσεις - προοπτικές που κατ' επέκταση θα αλλάξουν τις προτεραιότητες σε κάθε περιοχή. Επίσης, επικύρωση του δείκτη SoVI μπορεί αν επιτευχθεί αντιπαραβάλλοντας τον με την κατανομή θυμάτων ή τραυματιών στα οικοδομικά τετράγωνα της πόλης από πρόσφατούς σεισμούς.

Τέλος, ενδιαφέρον θα είχε να διερευνηθεί η συνολική τρωτότητα της περιοχής, συμπεριλαμβάνοντας την βιοφυσική τρωτότητα ή παραθέτοντας χάρτες σεισμικής επιδεκτικότητας (seismic susceptibility maps) για να σκιαγραφηθούν περιοχές υψηλής επικινδυνότητας (όπως έκαναν οι Borden et al. (2007), Armas (2012) και Guillard-Concalves et al. (2014). Στην συγκεκριμένη κλίμακα ανάλυσης η βιοφυσική τρωτότητα απορρέει μέσα από μικροζωνικές αναλύσεις όσον αφορά τις εκτιμήσεις για τα αναμενόμενα επίπεδα εδαφικής κίνησης (π.χ. PGA, SPA, SPD). Προσθέτοντας την βιοφυσική τρωτότητα, η τρωτότητα αντιμετωπίζεται πλέον, όχι μόνο σαν ένα κοινωνικό ή βιοφυσικό φαινόμενο αλλά σαν μια σύνθετη αλληλεπίδραση αυτών των δύο.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Δελλαδέτσιμας, Π. Α., 2009. Οι ασφαλείς πόλεις, Αθήνα, εκδόσεις Εξάντας

ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2011. Euro-SDMX δομή μεταδεδομένων (ESMS). Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών (EU-SILK) 2011.

ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2012α. Δελτίο Τύπου. Έρευνα Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών 2012: Κίνδυνος Φτώχειας

ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2012β. Συνθήκες Διαβίωσης στην Ελλάδα

Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας & Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ). Ο σεισμός της Λευκάδας (M=6.2), 14 Αυγούστου 2003. Ισχυρή Εδαφική Δόνηση. Συνέπειες του σεισμού στο Δομημένο και Φυσικό Περιβάλλον. ΤΕΕ, Αθήνα, 2004

Καλαντώνη, Δ., 2016. Ανάπτυξη μοντέλων εμπειρικής εκτίμησης σεισμικού κινδύνου της πόλης της Λευκάδας, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ, Αθήνα

Καρλής, Δ., 2005. Πολυμεταβλητή Στατιστική ανάλυση, Αθήνα, εκδόσεις Σταμούλης

Μακρόπουλος, Κ., 2006. Φυσικές καταστροφές: Σεισμοί και Μέτρα Προστασίας. 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 25-27 Οκτωβρίου 2006

Παπαδάτου-Γιαννοπούλου, Σ., 1999. Λευκάδα Ερευνώντας, Αχαϊκές Εκδόσεις, Πάτρα

Παπαζάχος Β. & Παπαζάχου Κ., 2003. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2003

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Ambraseys, N.N., and Jackson, L.A., 1980. Earthquake hazard and vulnerability in the northeastern Mediterranean: the Corinth earthquake sequence of February-March 1981, Disasters, 4:5, pp.355-368

Armas, I., and Gavris, A., 2016. Census-based social vulnerability assessment for Bucharest, Procedia Environmental Sciences, 32, pp. 138-146

Armas, I., 2012. Multi-criteria vulnerability analysis to earthquake hazard of Bucharest, Romania, Natural Hazards, 63, pp. 1129-1156

Boruff, B.,J., Emrich, C., Cutter, S.,L., 2005. Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties, Journal of Coastal Research, 21:5, pp.932-942

Borden, K.,A., Schmidlein, M.C., Emrish, S.,T., Piegorsch, W.,W., Cutter, S.,K., 2007. Vulnerability of U.S. Cities to Environmental Hazards, *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 4:2

Clark, G., E., Moser, S.,C., Patrick, S., J., Dow, K., Meyer, W.,B., Emani S., Jin, W., Kasperson, J.X., Kasperson, R.E. and Schwarz, H.E., 1998. Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case revere, MA., USA. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*,3, pp.59–82

Coburn, A. & Spence, R., 2002, *Earthquake Protection*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex

Cutter, S.,L., 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 40:4, pp. 529-539

Cutter, S.,L., Boruff, B.,J. and Shirley, W.,L., 2003. Social Vulnerability to Environmental Hazards, *Social Science Quarterly*, 84:2, pp.242-261

Dolce, M., Kappos, A., Masia, A., Penelis, G., Vona, M., 2006. Vulnerability assessment and earthquake damage scenarios of the building stock of Potenza (Southern Italy) using Italian and Greek methodologies, *Engineering Structures*, 28, pp. 357–371

Emrich, C.T., 2005. Social Vulnerability in US Metropolitan Areas: Improvements in Hazard Vulnerability Assessment. Unpublished dissertation, Department of Geography, University of South Carolina

Flanagan, B., E., Gregory, E.,W., Hallisey, E.,J., Heitgerd, J.,L., Lewis, B., 2011. A Social Vulnerability Index for Disaster Management, *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 8:1

Gazetas, G., 2004. Geotechnical aspects of the Ms 6.4 Lefkada Island, Greece, 2003 earthquake: preliminary assessment, Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, 13-17 April 2004, New York, paper no. 13

Guillard-Concalves, C., Cutter, S.,L., Emrich, C.,T., and Zezere, J.,L., 2014. Application of Social Vulnerability Index (SoVI) and delineation of natural risk zones in Greater Lisbon, Portugal. *Journal of Risk Research*

Guinau, M., Pallas, R., Vilaplana, J.,M., 2005. A feasible methodology for landslide susceptibility assessment in developing countries: A case-study of NW Nicaragua after Hurricane Mitch, *Engineering Geology*, 80, pp316-327

ISO (International Organization for Standardization), 2009. Risk management — Vocabulary

Kalantoni, D., Pomonis, A., Kassaras, I., Kouskouna, K., Pavlou, K., Vassilopoulou, S., Karababa, F., Makropoulos, K., 2013. Vulnerability assessment in Lefkada old town (W. Greece) with the use of EMS-98; comparison with the 14-8-2003, Mw=6.2, earthquake effects. First results,

Vienna Congress on Recent Advances in Earthquake Engineering and Structural Dynamics (VEESD 2013), Vienna, Austria, vol. 1

Kappos, A., Panagopoulos, G., Panagiotopoulos, Ch., Penelis G., 2006. A hybrid method for the vulnerability assessment of R/C and URM buildings, *Bull Earthquake Engineering*, 4, pp. 391–413

Karababa, F., and Pomonis, A., 2011. Damage data analysis and vulnerability estimation following the August 14, 2003 Lefkada Island, Greece, Earthquake, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 9:4, pp.1015-1046

Karababa, F., and Guthrie, P., 2007. Vulnerability reduction through local seismic culture, *IEEE Technology and Society Magazine*, pp. 30-41

Panori, A., Ballas, D., Psycharis, Y., 2016. SimAthens: A spatial microsimulation approach to the estimation and analysis of small area income distributions and poverty rates in the city of Athens, Greece, *Computers, Environment and Urban Systems*

Liverman, D., 1986. The vulnerability of urban areas to technological risks: An overview of US and European experience. *Cities*, 3:2, pp.142-147

Lovelace, R. and Ballas, D., 2013. 'Truncate, replicate, sample': A method for creating integer weights for spatial microsimulation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 41, pp.1-11

Lovelace, R., Ballas, D., Watson, M., 2013. A spatial microsimulation approach for the analysis of commuter patterns: from individual to regional levels, *Journal of Transport Geography*

Makropoulos, K.,C., and Burton, P.,W., 1984. Greek tectonics and seismicity. *Tectonophysics* 106, pp.275–304

Papadimitriou, P., Kaviris, G., Makropoulos, K., 2006. The $M_w=6.3$ 2003 Lefkada earthquake (Greece) and induced stress transfer changes, *Tectonophysics*, 423, pp. 73–82

Papathoma, M., and Dominey-Howes, D., 2003. Tsunami Vulnerability assessment and its implications for coastal hazard analysis and disaster management planning, Gulf of Corinth, Greece. *Natural Hazards and Earth System Science*, 3, pp.733-747

Pomonis, A., 2002. The mount Parnitha (Athens) Earthquake of September 7, 1999. A disaster management perspective. *Natural Hazards*, 27, pp.171-199

Pomonis, A., Gaspari, M., Karababa, F.S., 2014. Seismic vulnerability assessment for buildings in Greece based on observed damage data set, *Bolletino di Geofisica Teorica e Applicata*, 55:2, pp. 501-534

Pomonis, A. and Gaspari, M., 2014. Earthquake loss estimation and benefit-cost analysis of mitigation measures for buildings in Greece: case study of Pylos town. *Bolletino di Geofisica Teorica e Applicata*, 55:2, pp. 535-560

Juntunen, L., 2005. Addressing Social Vulnerability to Hazards. *Disaster Safety Review*, 4:2, pp.3-10

UNISDR (The United Nations Office for Disaster Risk reduction), 2009. Terminology

Wisner, B., and Luce H.R., 1993. Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life, *GeoJournal* 30:2, pp.127-140

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., 2003. *At Risk: Natural Hazards People's Vulnerability and Disasters*, London: Routledge

Ηλεκτρονικές Πηγές

<http://www.statistics.gr/el/2011-census-pop-hous>

<http://www.statistics.gr/el/living-conditions-in-greece>

<https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-r>

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en>