

**Πολυτεχνείο Κρήτης  
Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης**



**Διπλωματική Εργασία του Σταύρου Κώτση**

**Ανάπτυξη μοντέλων αυτοματοποιημένης εκτίμησης αξιών ακινήτων μέσω  
τεχνικών μηχανικής μάθησης**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Μιχάλης Δούμπος**

**2021**

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ανάπτυξη μοντέλων αυτοματοποιημένης εκτίμησης αξιών ακινήτων μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης» εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών για την απόκτηση του Διπλώματος Μηχανικού από τη Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης

Το θέμα της διπλωματικής μου εργασίας προέκυψε μετά από συνεννόηση με τον επιβλέποντα καθηγητή κ Μιχάλη Δούμπο. Η ανάγκη για ακριβέστερες εκτιμήσεις των αξιών των ακινήτων καθώς και εργαλείων που τις αξιοποιούν καθίσταται όλο και πιο σημαντική για τους εκτιμητές, τα κράτη, τις τράπεζες κ.ο.κ. Η πρόοδος της υπολογιστικής ισχύος, τα διαθέσιμα δεδομένα και η σταδιακή ψηφιοποίηση της αγοράς των ακινήτων δημιουργούν τις συνθήκες για την ανάπτυξη των κατάλληλων μοντέλων αυτοματοποιημένης εκτίμησης αξιών. Ειδικότερα, η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εστίασε στην Αθηναϊκή αγορά και σε οικιστικά ακίνητα που πωλήθηκαν τα έτη 2017, 2018 και 2019.

Σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας αυτής, βασικό και ουσιαστικό ρόλο έπαιξε η υποστήριξη του υπεύθυνου καθηγητή κ. Μιχάλη Δούμπου που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα θέμα που από κοινού επιλέξαμε. Καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας τα σχόλια, οι παρατηρήσεις και οι γνώσεις που μου μετέφερε ήταν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	6
Abstract.....	7

### Κεφάλαιο 1

#### Ανάπτυξη μοντέλων αυτοματοποιημένης εκτίμησης αξιών ακινήτων μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης

1.1	Βασικές έννοιες.....	8
1.1.1	Ιδιοκτησία, περιουσία και ακίνητο .....	8
1.1.2	Είδη αξίας.....	8
1.1.3	Η εκτίμηση της αξίας των ακινήτων .....	9
1.2	Η πορεία της αγοράς ακινήτων στην Ελλάδα και διεθνώς .....	12

### Κεφάλαιο 2

#### Αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης: Κύριες μεθοδολογίες

2.1	Ιστορική αναδρομή .....	17
2.2	Αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης.....	17
2.3	Η μαζική αποτίμηση.....	19
2.4	Παραδοσιακές μέθοδοι .....	21
2.4.1	Συγκριτική μέθοδος.....	21
2.4.2	Εισοδηματική μέθοδος ή μέθοδος κεφαλαιοποίησης της προσόδου .....	23
2.4.3	Μέθοδος κερδών .....	24
2.4.4	Μέθοδος κόστους ή μέθοδος κόστους αντικατάστασης .....	25
2.4.5	Μέθοδος πολλαπλής παλινδρόμησης.....	26
2.5	Σύνθετες Μέθοδοι .....	27
2.5.1	Νευρωνικά Δίκτυα .....	27
2.5.2	Μέθοδος ηδονικής αποτίμησης .....	28
2.5.3	Ασαφής λογική .....	29
2.5.4	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών .....	29

### Κεφάλαιο 3

#### Οι χρησιμοποιηθείσες μέθοδοι στη βιβλιογραφία

3.1	Γενικά .....	31
3.1.1	Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (ηδονική τιμολόγηση) .....	31
3.1.2	Νευρωνικά Δίκτυα .....	33
3.1.3	Σύγκριση μεθόδων .....	34

### Κεφάλαιο 4

#### Η παρούσα έρευνα

4.1	Βασικά στοιχεία .....	35
4.2	Μεθοδολογία.....	36

### Κεφάλαιο 5

#### Ανάλυση δεδομένων-Περιγραφή της αγοράς

5.1	Περιγραφή της αγοράς .....	38
5.2	Κατανομή και χαρακτηριστικά των κατοικιών ανά Δήμο .....	39

### Κεφάλαιο 6

#### Εφαρμογή με Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση και Νευρωνικά Δίκτυα

6.1	Μεταβλητές και περιγραφικά στατιστικά .....	47
6.2	Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	49
6.3	Νευρωνικά Δίκτυα .....	50
6.4	Σύγκριση μεθόδων .....	52

### Κεφάλαιο 7

#### Συμπεράσματα- Διαπιστώσεις

7.1	Συμπεράσματα- Διαπιστώσεις.....	55
	Βιβλιογραφία.....	58

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1	Μεταβολή του δείκτη τιμών κατοικιών στις αστικές περιοχές και στην Αθήνα, 1997-2019*.....	12
Πίνακας 3.1.	Τεχνικές AVM σε διάφορες χώρες για φορολογικούς σκοπούς.....	32
Πίνακας 5.1	Μέσοι όροι βασικών μεταβλητών ομαδοποιημένοι με βάση το δήμο που βρίσκονται τα ακίνητα .....	41
Πίνακας 6.1	Βασικά στατιστικά στοιχεία των μεταβλητών του δείγματος .....	48
Πίνακας 6.2	Πίνακας συσχέτισης μεταβλητών .....	48
Πίνακας 6.3	Επίδραση παραγόντων στις τιμές πώλησης των κατοικιών .....	50
Πίνακας 6.4	Απόδοση δοκιμών διαφόρων υλοποιήσεων νευρωνικών δικτύων.....	51
Πίνακας 6.5	Απόδοση μοντέλων στα κριτήρια σύγκρισης .....	53

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1	Ιδιωτική οικοδομική δραστηριότητα 2007-2019 (αριθμός αδειών) .....	13
Σχήμα 1.2	Δείκτης τιμών κατοικιών της Αθήνας 1997-2019* .....	14
Σχήμα 1.3	Ετήσια μεταβολή δείκτη τιμών κατοικιών στην Αθήνα και του ΑΕΠ της Ελλάδας, 1997-2019* .....	15
Σχήμα 5.1	Κατανομή των πωλήσεων κατοικιών στις οκτώ ευρύτερες περιοχές της Αθήνας για τα δεδομένα του εξεταζόμενου δείγματος .....	40
Σχήμα 5.2	Η συνολική χωρική απεικόνιση των δεδομένων .....	45
Σχήμα 5.3	Η χωρική απεικόνιση των δεδομένων με την τιμή πώλησης στον άξονα ύψους.....	46
Σχήμα 6.1	6.1(α) Σφάλμα MAPE(PMAE) ανάλογα με τις εποχές .....	52
	6.1(β) Σφάλματα MAE και RMSE ανάλογα με τις εποχές.....	52

## Περίληψη

**Εισαγωγή:** Η αγορά ακινήτων είναι ένας συνεχώς αναπτυσσόμενος επενδυτικός κλάδος που τα τελευταία χρόνια έχει γίνει αρκετά ανταγωνιστικός. Στον τομέα αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντική η ακριβής και γρήγορη εκτίμηση της τιμής των ακινήτων. Η αξιοποίηση της αφθονίας των διαθέσιμων δεδομένων, αποτέλεσμα της μετάβασης των συναλλαγών ακινήτων σε ηλεκτρονικές πλατφόρμες, σε συνδυασμό με τις σύγχρονες τεχνικές μηχανικής μάθησης, παρέχουν τη δυνατότητα για ικανοποιητικές εκτιμήσεις της αξίας των ακινήτων, ενώ ελαχιστοποιούν την ανάγκη της λεπτομερούς ανάλυσης του κάθε ακινήτου, όπως γινόταν έως τώρα, και συνεπώς αποτελούν ένα αξιόλογο υποστηρικτικό εργαλείο για τους εκτιμητές ακινήτων.

**Σκοπός:** Η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις τιμές πώλησης των κατοικιών σε επιλεγμένους Δήμους του Νομού Αττικής στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας.

**Υλικό – Μεθοδολογία:** Η διερεύνηση των υπό μελέτη παραγόντων γίνεται με βάση δεδομένα που αφορούν τις τιμές πώλησης των κατοικιών σε επιλεγμένους Δήμους του Νομού Αττικής στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των κατοικιών αυτών. Στο δείγμα της έρευνας περιλαμβάνονται 3.368 κατοικίες συνολικά, ενώ οι σχετικές συναλλαγές έλαβαν χώρα κατά την περίοδο 2017-2019. Τα δεδομένα για την αξία των ακινήτων προέρχονται από το Μητρώο Αξιών Μεταβιβάσεων Ακινήτων του Υπουργείου Οικονομικών, ενώ επιπρόσθετες πληροφορίες που αφορούν στα χαρακτηριστικά των πωληθέντων κατοικιών προέρχονται από εταιρία που δραστηριοποιείται ενεργά τον τομέα των ακινήτων στην Ελλάδα και διεθνώς.

**Ανάλυση δεδομένων:** Επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε σειρά ερευνητικών εργαλείων κατάλληλων για τη διαχείριση και την αξιοποίηση αντίστοιχων δεδομένων, με κριτήρια το θεωρητικό πλαίσιο, τα χαρακτηριστικά και το σκοπό της έρευνας καθώς και τις ερευνητικές υποθέσεις και τα στατιστικά μέτρα που μετρούν ικανοποιητικά τις υπό μελέτη μεταβλητές. Για την στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel. Για την εκτίμηση της τιμής των ακινήτων του δείγματος, χρησιμοποιήθηκαν δύο μοντέλα εκτίμησης, η μέθοδος της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης και τα Νευρωνικά Δίκτυα, ενώ έγιναν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Για το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία αποτελεί βασικό εργαλείο της επιστήμης ανάλυσης δεδομένων. Στη μέθοδο των νευρωνικών δικτύων χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Python.

**Συμβολή:** Η παρούσα εργασία συμβάλλει σημαντικά στην προαγωγή της επιστημονικής γνώσης εντοπίζοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των κατοικιών. Η χρήση δύο εναλλακτικών μεθόδων, δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων και διασφάλισης ασφαλέστερων συμπερασμάτων και καλύτερων εκτιμήσεων. Λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα της έρευνας, οι εμπλεκόμενοι φορείς που δραστηριοποιούνται στην αγορά ακινήτων έχουν τη δυνατότητα να προχωρήσουν σε ταχύτερες και καλύτερες εκτιμήσεις των ακινήτων οι οποίες θα απεικονίζουν αντιπροσωπευτικότερα τις συνθήκες της επιμέρους αγοράς.

**Λέξεις κλειδιά:** Τιμές πώλησης κατοικιών, Μοντέλα Εκτίμησης, Χαρακτηριστικά Ακινήτων, Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση, Νευρωνικά Δίκτυα.

## Abstract

**Introduction:** The real estate market is a continuously developing investment field that the last couple of years has been extremely competitive. In this field, having fast and accurate valuations plays an important role. Using the abundance of available data, a result of the transition of real estate to online platforms, combined with modern machine learning techniques provide the opportunity for satisfactory assessments of the value of real estate, while minimizing the need for detailed analysis of each property, as has been done so far, and therefore constitute a valuable support tool for real estate appraisers.

**Goal:** Investigating various factors that affect the selling prices of residential properties in selected Municipalities of the Prefecture of Attica, in greater Athens area.

**Material-Methodology:** The investigation of the under-study factors is done using a database that includes the selling prices of residential properties in selected Municipalities of the Prefecture of Attica, in the greater Athens area and the corresponding characteristics of these properties. In the research dataset, a total of 3368 properties is included, while the relevant transactions took place during the period 2017-2019. The data for the value of the properties come from the Registry of Values of the Real Estate Transactions developed by the Ministry of Finance, while additional information regarding the characteristics of the properties sold come from a prestigious company that is active in the real estate sector in Greece and abroad.

**Data analysis:** A series of research tools has been chosen and used, suitable for managing and utilizing the relevant data, under the criteria of the theoretical framework, the characteristics and the purpose of this research and additionally the research hypotheses and the statistical measures that properly describe the variables under study. The Microsoft Excel was used for the statistical processing and analysis of the data. For the assessment of the dataset properties' value, two different valuation models were used, one based in Multiple Linear Regression and the other in Neural Networks, while all the necessary checks were made to ensure the reliability of the results. The R programming language, a basic tool in data science, was used to develop the linear regression model. On the other hand, Python programming language was used for the development of the neural networks model.

**Contribution:** The present work contributes significantly to the promotion of scientific knowledge by identifying the factors that affect housing prices. The use of two alternative methods enables comparing the results and reaching safer conclusions and better estimates. Taking into account the findings of the research, the stakeholders active in the real estate market have the opportunity to proceed with faster and better real estate appraisals that will reflect more representatively the conditions of the specific market.

**Keywords:** Residential Properties selling prices, Valuation Models, Property Characteristics, Multiple Linear Regression, Neural Networks

## Κεφάλαιο 1

### Ανάπτυξη μοντέλων αυτοματοποιημένης εκτίμησης αξιών ακινήτων μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης

#### 1.1 Βασικές έννοιες

##### 1.1.1 Ιδιοκτησία, περιουσία και ακίνητο

Η ιδιοκτησία είναι ανθρώπινος θεσμός, που υποδηλώνει την κυριαρχία του ανθρώπου πάνω σε ένα αγαθό και εκφράζει την ορισμένη σχέση του προς ένα μέρος του κόσμου της ύλης. Η ανάγκη για την ιδιοκτησία είναι συνυφασμένη με την ανθρώπινη φύση και επομένως η προσπάθεια για την απόκτησή της είναι φυσικό επακόλουθο. Η γενική έννοια της περιουσίας, συστατικό της οποίας είναι η ιδιοκτησία, είναι το σύνολο των δεκτικών χρηματικής αποτίμησης εννόμων σχέσεων (δικαιώματα και υποχρεώσεις) και πραγματικών καταστάσεων ενός προσώπου. Περιουσία, με τη στενή έννοια, είναι το σύνολο των χρηματικών αποτιμήσεων των δικαιωμάτων ενός προσώπου. Ειδικότερα, ακίνητη περιουσία είναι η οικονομική ενότητα, στην οποία περιλαμβάνονται όλα τα ακίνητα ενός προσώπου (Ζεντέλης, 2015).

Ως ακίνητο νοείται το τμήμα του χώρου, που τεκμηριώνει αυτοτελές ή εξ αδιαιρέτου ιδιοκτησιακό δικαίωμα. Έτσι το ακίνητο είναι ένα περιουσιακό στοιχείο, που απεικονίζει το συμβατικό δικαίωμα της ιδιοκτησίας. Κατά το νομικό ορισμό (Αστικός Κώδικας, άρθρα 948, 953, 956) ως ακίνητο ορίζεται το έδαφος ή η αυθύπαρκτη γη με τα συστατικά του μέρη και τα παραρτήματά του, όπου:

- το έδαφος ή η αυθύπαρκτη γη δεν είναι ενιαίο ακίνητο, αλλά εμπεριέχει τόσα τμήματα όσα και τα αυθύπαρκτα τμήματα γεωτεμαχίων, στα οποία έχει διαιρεθεί.
- τα συστατικά μέρη του ακινήτου είναι κυρίως αυτά, που συνδέονται ή συνεχονται με το έδαφος (Ζεντέλης, 2015).

##### 1.1.2 Είδη αξίας

Η αξία ενός ακινήτου έχει πολλές μορφές αναλόγως με το σκοπό του υπολογισμού της. Σύμφωνα με τον οδηγό των Διεθνών Προδιαγραφών Εκτίμησης (International Valuation Standards) οι μορφές αυτές παρουσιάζονται παρακάτω (International Valuation Standards Council, 2020):

- Η *αγοραία αξία* είναι το εκτιμώμενο ποσό για το οποίο ένα περιουσιακό στοιχείο ή μία οικονομική υποχρέωση μπορεί να πωληθεί κατά την ημερομηνία αποτίμησης μεταξύ ενός πρόθυμου αγοραστή και ενός πρόθυμου πωλητή. Αφορά σε μια συναλλαγή διάρκειας κατά την οποία έχει προϋπάρξει σωστό μάρκετινγκ και όπου τα μέρη έχουν ενεργήσει με γνώση, σύνεση και όχι κάτω από συνθήκες καταναγκασμού.
- Το *αγοραίο μίσθωμα* είναι το εκτιμώμενο ποσό για το οποίο ένα περιουσιακό στοιχείο ή μία οικονομική υποχρέωση μπορεί να μισθωθεί, κατά την ημερομηνία αποτίμησης, μεταξύ ενός πρόθυμου εκμισθωτή και ενός πρόθυμου μισθωτή υπό τους κατάλληλους όρους. Αφορά σε μια



συναλλαγή διάρκειας κατά την οποία έχει προϋπάρξει σωστό μάρκετινγκ και όπου τα μέρη έχουν ενεργήσει με γνώση, σύνεση και όχι κάτω από συνθήκες καταναγκασμού.

- Η *δίκαιη - επίσημη αξία* είναι η εκτιμώμενη τιμή για τη μεταβίβαση ενός περιουσιακού στοιχείου ή οικονομικής υποχρέωσης μεταξύ αναγνωρίσιμων, γνωστών και πρόθυμων μερών και αντικατοπτρίζει τα αντίστοιχα συμφέροντα των μερών αυτών.
- Η *επενδυτική αξία* είναι η αξία ενός περιουσιακού στοιχείου για έναν συγκεκριμένο ιδιοκτήτη ή μελλοντικό ιδιοκτήτη και αφορά συγκεκριμένες επενδύσεις ή επιχειρησιακούς στόχους. Πιο συγκεκριμένα η αξία αυτή αντικατοπτρίζει τα οφέλη που απορρέουν από μια ιδιοκτησία απλά και μόνο από την κατοχή του περιουσιακού στοιχείου και, συνεπώς, δεν απαιτείται κάποια συναλλαγή.
- Η *αξία συνέργειας* είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού δύο ή περισσότερων περιουσιακών στοιχείων όπου η συνδυασμένη τιμή είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα των ξεχωριστών αξιών.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην αγοραία αξία των ακινήτων και συγκεκριμένα στην στην αγοραία αξία των κατοικιών.

### **1.1.3 Η εκτίμηση της αξίας των ακινήτων**

Διαχρονικά η αγορά των ακινήτων αποτελεί ένα σταθερό σημείο αναφοράς των οικονομιών όλων των χωρών, καθώς η απόκτηση περιουσιακών στοιχείων αποτελεί ένδειξη πλούτου και ισχύος. Η αγορά αυτή είναι ενεργή στο σύνολο των χωρών, αλλά εμφανίζεται με ιδιαίτερη δραστηριότητα στην Ελλάδα, καθώς η απόκτηση περιουσιακών στοιχείων θεωρείται ότι ενισχύει την ασφάλεια των ιδιοκτητών και των οικογενειών τους και αποτελεί ασφαλή επένδυση, ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσης. Η αβεβαιότητα που επικρατεί στις περιόδους οικονομικής αστάθειας, ύφεσης, νομισματικών κρίσεων ή πληθωρισμού καθιστά προτιμότερη την κατοχή πραγματικών αξιών, όπως τα ακίνητα, παρά χρημάτων, καθώς αυτά είναι σταθερής αξίας και δεν επηρεάζονται από τις μεταβολές άλλων οικονομικών μεγεθών.

Η εκτίμηση της αξίας των ακινήτων διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία της αντίστοιχης αγοράς. Η εκτίμηση της αξίας αφορά στη διαδικασία αποτίμησης της αξίας ενός ακινήτου ή γενικότερα ενός περιουσιακού στοιχείου μια δεδομένη χρονική στιγμή, με καθορισμένο σκοπό και με τη χρήση συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Η εκτίμηση γίνεται με βάση τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά ακινήτων και τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση και τη μεταβολή των αξιών των ακινήτων, τα χαρακτηριστικά και τη σχετική πληροφόρηση που αφορούν το προς εκτίμηση ακίνητο και τη χρήση αξιόπιστων μεθόδων εκτίμησης σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα.

Οι συνθήκες που επικρατούν στη αγορά ακινήτων κατά κύριο λόγο προσδιορίζονται από τη σχέση μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, η οποία διαμορφώνει και την αντίστοιχη τιμή τους. Αναμενόμενο είναι ότι η αυξημένη προσφορά και η μειωμένη ζήτηση συμβάλλουν σε μειώσεις της αξίας, ενώ αντίστροφα η μειωμένη προσφορά και η αυξημένη ζήτηση σε αυξήσεις. Η διαμόρφωση της προσφοράς συναρτάται με τις τιμές των πρώτων υλών, τα επιτόκια, το κόστος γης, τις εναλλακτικές δυνατότητες των πωλητών, κ.ά., ενώ της ζήτησης από τις προτιμήσεις και το εισόδημα των αγοραστών, τις εναλλακτικές επενδυτικές ευκαιρίες, τις προσδοκίες για κέρδος, την αύξηση του πληθυσμού, τη διαφήμιση κ.ά.

Ειδικότερα, οι παράγοντες που επηρεάζουν την αξία ενός ακινήτου συναρτώνται τόσο με τη χρησιμότητα του ακινήτου και το βαθμό κάλυψης των αναγκών του υποψήφιου αγοραστή όσο και με τη δυνατότητά του να προσφέρει σε αυτόν μία πρόσοδο. Πλήθος χαρακτηριστικών του ακινήτου συντελούν στη διαμόρφωση της αξίας του. Τα σημαντικότερα εξ αυτών αναφέρονται στο μέγεθος του ακινήτου, την ηλικία, τη θέση, τον όροφο, τη θέα, τη φωτεινότητα, την ποιότητα κατασκευής και την ύπαρξη σύγχρονων παροχών (χώροι στάθμευσης, είδος θέρμανσης κ.ά.), τις επιτρεπόμενες χρήσεις του ακινήτου και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου. Επιπλέον, σειρά άλλων οικονομικών, κοινωνικών, πολιτικών ή χωροταξικών παραγόντων που επικρατούν στη συγκεκριμένη αγορά ή ευρύτερα στην οικονομία επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τις τιμές των ακινήτων. Συγκεκριμένα αυτοί αφορούν το κατασκευαστικό κόστος, τη διαθεσιμότητα ή την αξία της γης, τους όρους δόμησης, τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, τις προοπτικές επέκτασης μιας πόλης, το εισόδημα των νοικοκυριών, τις δυνατότητες χρηματοδότησης και τα επιτόκια που προσφέρονται από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, την ανάπτυξη της συγκεκριμένης ή της ευρύτερης περιοχής, τη γενικότερη οικονομική κατάσταση της χώρας, την εξέλιξη του πληθωρισμού, τη φορολόγηση των ακινήτων, την κατανομή του πληθυσμού, τη σύνθεση των νοικοκυριών.

Από τεχνικής άποψης, η αξία ενός ακινήτου ορίζεται ως η παρούσα αξία των μελλοντικών προσόδων που θα προκύψουν από την ιδιοκτησία του ακινήτου. Σε αντίθεση με πολλά καταναλωτικά αγαθά που χρησιμοποιούνται γρήγορα, τα οφέλη της πραγματικής ιδιοκτησίας πραγματοποιούνται γενικά σε μεγάλο χρονικό διάστημα. Επομένως, μια εκτίμηση της αξίας ενός ακινήτου πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις οικονομικές και κοινωνικές τάσεις, τους κρατικούς περιορισμούς ή κανονισμούς και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που διαμορφώνονται στην πορεία του χρόνου, που μπορεί να επηρεάσουν τα τέσσερα στοιχεία που καθορίζουν την αξία του, και να προβαίνει στις ανάλογες έγκαιρες επανεκτιμήσεις και αναπροσαρμογές όταν διαφοροποιούνται οι επικρατούσες συνθήκες. Τα στοιχεία που συμβάλλουν στην αξία του ακινήτου είναι:

- *Η ζήτηση*, δηλαδή η επιθυμία ή η ανάγκη ιδιοκτησίας που υποστηρίζεται από τα οικονομικά μέσα για την ικανοποίηση της επιθυμίας.
- *Η ποιότητα*, η ικανότητα ικανοποίησης των επιθυμιών των μελλοντικών ιδιοκτητών.
- *Η σπανιότητα*, η πεπερασμένη προσφορά ανταγωνιστικών ακινήτων.
- *Η μεταβιβασιμότητα*, η ευκολία με την οποία μπορούν να μεταβιβάζονται τα δικαιώματα ιδιοκτησίας.

Θεωρητικά και τα τέσσερα στοιχεία που καθορίζουν την αξία ενός ακινήτου θα μπορούσαν να ποσοτικοποιηθούν, ωστόσο στη πράξη η διαδικασία αυτή δεν είναι πάντοτε εύκολη, λόγω ανεπαρκούς συγκέντρωσης των απαιτούμενων στοιχείων και έλλειψης της αντίστοιχης πληροφόρησης. Επομένως, ο εκτιμητής καλείται να προσεγγίσει τα μεγέθη με τον πιο αντικειμενικό τρόπο, ώστε να λάβει και τα ανάλογα αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα που αποτυπώνουν τις πραγματικές συνθήκες της αγοράς τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Είναι γνωστό ότι οι λόγοι που απαιτούν τη σύνταξη μιας μελέτης εκτίμησης της αξίας ενός ακινήτου ποικίλλουν. Γενικά, μια μελέτη εκτίμησης συντάσσεται κυρίως για επενδυτικούς, δικαστικούς

ή ασφαλιστικούς σκοπούς (Μπαρκίτζογλου, 2012). Ειδικότερα, οι συνήθεις χρήσεις των εκτιμήσεων είναι οι ακόλουθες:

- Λήψη αποφάσεων για αγορά/ πώληση/ ανακαίνιση ενός ακινήτου, οικοπέδου.
- Υπολογισμός αξίας χαρτοφυλακίου ακινήτων.
- Εισφορές σε γη.
- Προσκυρώσεις εκτάσεων (σε πράξεις εφαρμογής).
- Απαλλοτριώσεις ακινήτων – οικοπέδων.
- Συμβάσεις χρηματοδοτικής μίσθωσης.
- Ασφαλίσεις χρηματοπιστωτικών οργανισμών (χορήγηση δανείων).
- Λογιστική αποτύπωση οικονομικής κατάστασης.

Η γνώση της αξίας των ακινήτων σε μια δεδομένη στιγμή εξυπηρετεί ένα πλήθος αναγκών των δραστηριοποιούμενων στην αγορά ακινήτων. Ειδικότερα, όσον αφορά τους φορείς του δημόσιου τομέα η ορθή αποτίμηση της αξίας των ακινήτων που κατέχουν εξυπηρετεί την καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση της περιουσίας τους, ενώ έχουν τη δυνατότητα να ασκήσουν μια δικαιότερη φορολογική πολιτική στους ιδιώτες που είναι ιδιοκτήτες ακινήτων. Τα φυσικά πρόσωπα που συμμετέχουν σε αγοραπωλησίες, επίσης, ενδιαφέρονται να γνωρίζουν την πραγματική αξία ενός ακινήτου καθώς αυτό διευκολύνει τον υπολογισμό της απόδοσης από την τοποθέτηση των κεφαλαίων τους, τη δανειοδότηση ή την εγγραφή υποθήκης. Βεβαίως είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στην πώληση ακινήτων δεν είναι υποχρεωτική η ύπαρξη εκτιμητή, αν τα συμβαλλόμενα μέρη συμφωνήσουν σε ένα κοινά αποδεκτό ποσό. Επιπλέον, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που είναι υπεύθυνα για τη δανειοδότηση επιχειρήσεων και φυσικών προσώπων υποχρεούνται να γνωρίζουν την πραγματική αξία των εμπράγματων εξασφαλίσεων που τους προσφέρονται έναντι του δανείου.

Με την πάροδο του χρόνου, για την κάλυψη της ανάγκης οργανωμένων μεθοδολογικά εκτιμήσεων της αξίας των ακινήτων, συγκροτήθηκαν καταρχήν σε χώρες με οργανωμένες αγορές ακινήτων και βαθμιαία σε πολλές χώρες, εξειδικευμένα ινστιτούτα και σύλλογοι εκτιμητών. Ένα από τα πιο γνωστά ρυθμιστικά όργανα είναι το Royal Institute of Chartered Surveyors (RICS). Το RICS είναι ένας επαγγελματικός φορέας με έδρα το Λονδίνο που προάγει και διαμορφώνει τα υψηλότερα διεθνή πρότυπα στην αποτίμηση, διαχείριση και ανάπτυξη γης, ακινήτων, κατασκευών και υποδομών. Στην Ελλάδα, οι εκτιμητές έχουν ιδρύσει τον Σύλλογο Εκτιμητών Ελλάδος (Σ.ΕΚ.Ε). Σύμφωνα με το καταστατικό του Συλλόγου, ο σκοπός του είναι να αποτελεί συλλογικό φορέα αντιπροσώπευσης των επαγγελματιών εκτιμητών και μέσω αυτού τα μέλη εκπροσωπούνται στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Εκτιμητών (TEGoVA). Επιπλέον, είναι ο εντεταλμένος χορηγός της ευρωπαϊκής επαγγελματικής αναγνώρισης (Recognised European Valuer) στην Ελλάδα.

## 1.2 Η πορεία της αγοράς ακινήτων στην Ελλάδα και διεθνώς

Η αγορά ακινήτων στην Ελλάδα παρουσιάζει από το 1990 έως και το 2008 μία αλματώδη πορεία ανάπτυξης. Σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδος, τιμές των κατοικιών στις αστικές περιοχές παρουσίασαν συνεχή αύξηση μέχρι το 2008, η οποία κυμάνθηκε από 1,5% το 2008 έως 14,4% το 2001 (Πίνακας 1.1). Αντίστοιχες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στις τιμές των κατοικιών στην Αθήνα, οι οποίες κυμάνθηκαν από 0,3% το 2004 έως 17,6% το 2001. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της περιόδου 2009-2017, ως συνέπεια της οικονομικής κρίσης, η ελληνική αγορά κατοικίας σημείωσε σημαντική επιβράδυνση και οι μειώσεις στις τιμές των κατοικιών τόσο στις αστικές περιοχές όσο και στην Αθήνα κινήθηκαν σε διψήφια μεγέθη. Ειδικότερα, οι μειώσεις των τιμών των κατοικιών άγγιξαν το 11,8% στις αστικές περιοχές το 2012, ενώ οι αντίστοιχες μειώσεις στην Αθήνα το 12,3% το 2013.

Πίνακας 1.1  
Μεταβολή του δείκτη τιμών κατοικιών στις αστικές περιοχές και στην Αθήνα, 1997-2019\*

Έτος	Μεταβολή δείκτη τιμών κατοικιών	
	Αστικές περιοχές	Αθήνα
1997	9,7	12,5
1998	14,4	15,5
1999	8,9	12,2
2000	10,6	15,1
2001	<b>14,4</b>	<b>17,6</b>
2002	13,9	16,2
2003	5,4	4,0
2004	2,3	0,3
2005	10,9	8,6
2006	13,0	11,7
2007	6,2	6,2
2008	1,5	0,9
2009	-4,3	-4,6
2010	-4,4	-3,2
2011	-5,5	-6,4
2012	<b>-11,8</b>	-11,8
2013	-10,9	<b>-12,3</b>
2014	-8,0	-9,4
2015	-5,1	-5,3
2016	-2,4	-1,8
2017	-1,1	-1,0
2018	1,8	2,8
2019*	7,4	10,5

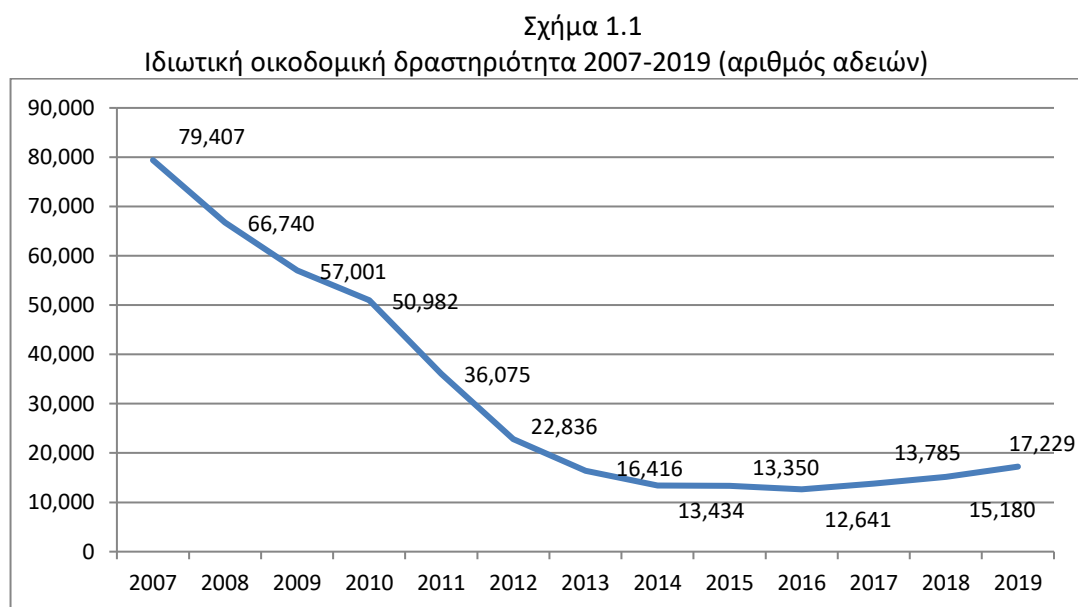
Σημείωση: 2019\*= Προσωρινά στοιχεία.

Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδος.

Αντίστοιχα, από το 2008, ο αριθμός αγοραπωλησιών μειώθηκε κατά 72%, ενώ οι τιμές κατοικιών μειώθηκαν κατά 41%, με την εντονότερη μείωση να παρατηρείται στα αστικά κέντρα. Μεταξύ 2008 και 2015 χάθηκαν €18 δισ. (ή 8,2% του ΑΕΠ) επενδύσεων σε κατασκευές, επιβαρύνοντας ακόμα περισσότερο την ελληνική οικονομία. Τέλος, η φορολογία στην ακίνητη περιουσία αυξήθηκε 6 φορές σε σχέση με το 2010, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 2% του διαθέσιμου κατά κεφαλήν εισοδήματος

(PriceWaterhouseCoopers, 2016). Ωστόσο, παρά τις αρνητικές εξελίξεις στην αγορά κατοικιών σημειώνεται ότι η μείωση ακόμα και κατά τη διάρκεια της κρίσης αποτέλεσε ευκαιρία για μερίδα επενδυτών.

Κατά την περίοδο 2007-2017 η ιδιωτική οικοδομική δραστηριότητα, παρουσίασε μια συνεχή μεγάλη μείωση στον αριθμό των αδειών που εκδόθηκαν (Σχήμα 1.1), η οποία αντιστοιχεί και σε μεγάλη μείωση των επιφανειών και του όγκου. Ειδικότερα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.1 ο αριθμός των αδειών μειώθηκε από 79.407 το 2007 σε 13.785 το 2017. Η μείωση αυτή αντιστοιχεί σε μείωση των επιφανειών από 20.582.961 τ.μ σε 2.776.236 τ.μ. το 2017 και του όγκου από 77.850.009 κ.μ σε 12.180.858 κ.μ., αντίστοιχα. Ανάκαμψη της ιδιωτικής οικοδομικής δραστηριότητας άρχισε να εμφανίζεται από το 2018 και μετά με αύξηση του αριθμού των αδειών και των επιφανειών, και του όγκου από το 2017.



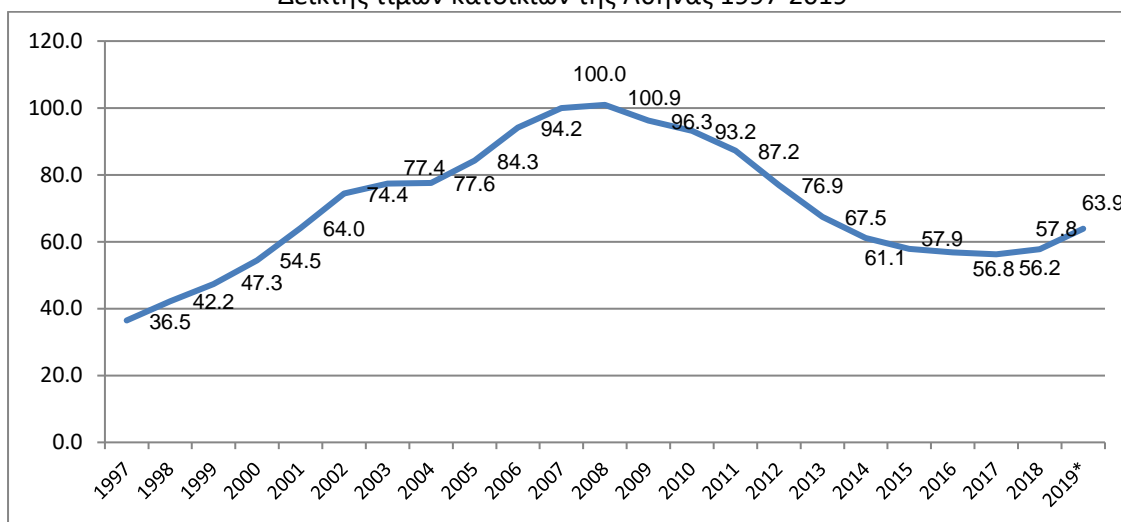
Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή.

Αντίστοιχα, κατά τα δύο τελευταία χρόνια φαίνεται ότι η αρνητική εξέλιξη στην αγορά κατοικιών να έχει αρχίσει να αντιστρέφεται. Οι τιμές των κατοικιών στις αστικές περιοχές εμφάνισαν το 2018, για πρώτη χρονιά κατά την τελευταία δεκαετία, μικρή αύξηση που ανήλθε στο 1,8%, ενώ τον επόμενο χρόνο η αντίστοιχη αύξηση διαμορφώθηκε σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα (7,4% το 2019). Αξιοσημείωτο είναι ότι, σύμφωνα με την Τράπεζα της Ελλάδος και με βάση τα τριμηνιαία στοιχεία οι τιμές των κατοικιών στις αστικές περιοχές αυξήθηκαν κατά 9,3% το τρίτο τρίμηνο του 2019, αύξηση πολύ υψηλότερη από την αντίστοιχη του προηγούμενου έτους, η οποία ήταν μόλις στο 2,3%.

Ειδικότερα, οι τιμές των τιμών των κατοικιών στην Αθήνα παρουσίασαν μικρή, αλλά υψηλότερη του συνόλου των αστικών περιοχών αύξηση το 2018, η οποία ανήλθε στο 2,8%, ενώ αρκετά σημαντική ήταν η μεταβολή το 2019, η οποία ξεπέρασε το 10% (10,5%). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.2, στο οποίο παρουσιάζεται η εξέλιξη του δείκτη τιμών των κατοικιών στην Αθήνα κατά την περίοδο 1997-2019, η αγορά των κατοικιών στην Αθήνα βρίσκεται σε ανοδική πορεία και στο τέλος του 2019 φαίνεται να επιστρέφει στα επίπεδα του 2001. Η προαναφερθείσα ανοδική πορεία των τιμών των κατοικιών κατά το

διάστημα αυτό έλαβε χώρα μετά από πολυετή κατάρρευση των τιμών και επιβεβαιώθηκε, πέραν της εξέλιξης των τιμών και από την εξέλιξη άλλων οικονομικών μεγεθών. Η ζήτηση κατοικιών φαίνεται να αυξήθηκε και οι μεταβιβάσεις κατοικιών στην Αθήνα αυξήθηκαν με διψήφια ποσοστά τα τελευταία τέσσερα χρόνια. Επιπλέον, οι άδειες κατασκευής κατοικιών αυξήθηκαν κατά 24,5% και ο αριθμός τους διαμορφώθηκε στις 11.744 άδειες κατά τους πρώτους εννέα μήνες του 2019. Σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής οι ετήσιες άδειες κατασκευής κατοικιών σημείωσαν αυξήσεις της τάξης του 9,0% το 2017 και του 10,1% το 2018, ωστόσο ο αριθμός τους συνολικά παραμένει πολύ κάτω από τις 70.000 έως 80.000 άδειες που εκδίδονταν ετησίως από το 2004 έως το 2007. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα των συναλλαγών των ακινήτων που μελετώνται στην παρούσα εργασία αφορούν στη χρονική περίοδο 2017-2019 και συνεπώς η εξέλιξη των μεγεθών τόσο για την περίοδο αυτή όσο και για τα προηγούμενα χρόνια έχει ιδιαίτερη σημασία στην κατανόηση του τρόπου διαμόρφωσης της τιμής των ακινήτων.

Σχήμα 1.2  
Δείκτης τιμών κατοικιών της Αθήνας 1997-2019\*

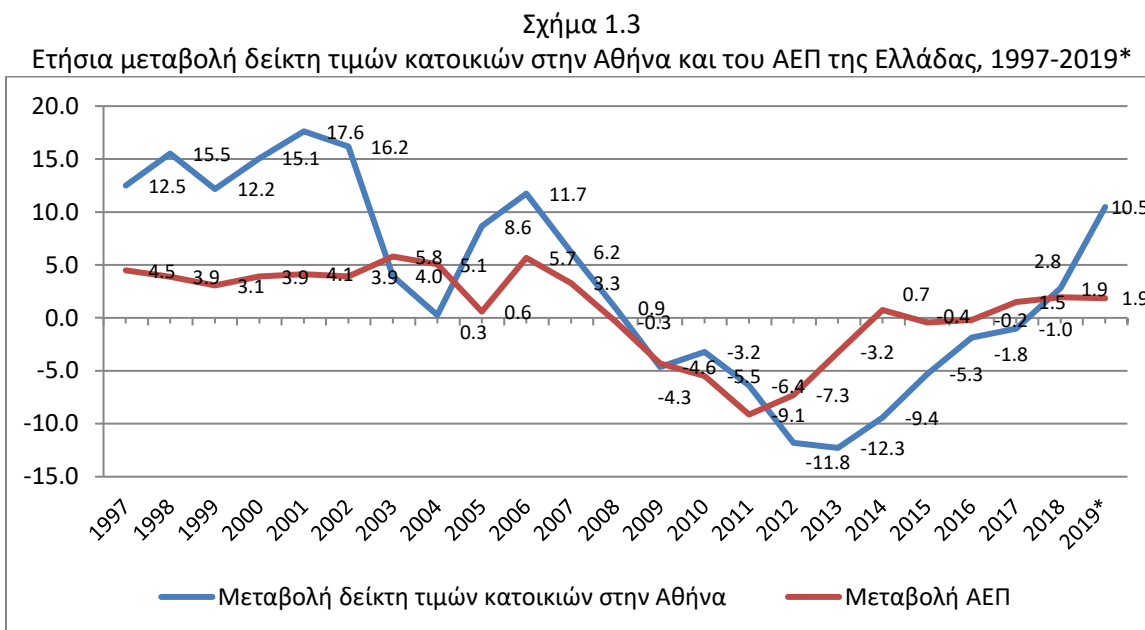


Σημείωση: 2019\*= Προσωρινά στοιχεία.

Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδας.

Οι εξελίξεις στην αγορά ακινήτων γενικότερα και των κατοικιών ειδικότερα συνδέονται με τις αντίστοιχες εξελίξεις στην πορεία της οικονομικής ανάπτυξης κάθε χώρας υποδεικνύοντας τη σημαντική θέση της αγοράς ακινήτων στην ανάπτυξη μιας χώρας. Έτσι και στην Ελλάδα, η μεταβολή των τιμών των ακινήτων ακολούθησε παρόμοια εξέλιξη με την πορεία του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ) της χώρας. Ειδικότερα, σύμφωνα με τα στοιχεία του Σχήματος 1.3, όπου παρουσιάζεται η μεταβολή των τιμών των κατοικιών στην Αθήνα και η αντίστοιχη μεταβολή του ΑΕΠ κατά την περίοδο 1997-2019, κατά τη διάρκεια σχεδόν όλης της περιόδου συμπίπτουν θετικές εξελίξεις στην πορεία του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος και των τιμών των κατοικιών και αντίστοιχα αρνητικές εξελίξεις. Εξάιρεση αποτελούν το 2008 οπότε έχει ξεκινήσει να παρουσιάζεται μικρή μείωση στο ΑΕΠ (-0,3%), ενώ ακόμα οι τιμές των κατοικιών εξακολουθούν να παρουσιάζουν μικρή αύξηση (0,9%) και το 2017 οπότε ενώ έχει ξεκινήσει η αύξηση στο ΑΕΠ (1,5%) οι τιμές των κατοικιών εξακολουθούν να παρουσιάζουν μικρή μείωση (-1,0%). Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια της περιόδου ανόδου των τιμών των κατοικιών οι αυξήσεις αυτές είναι κατά κανόνα υψηλότερες των αντίστοιχων αυξήσεων του ΑΕΠ (με εξαίρεση το 2003 και το 2004), ενώ

κατά την περίοδο μειώσεων των τιμών κατοικιών οι μειώσεις είναι μεγαλύτερες των αντίστοιχων μειώσεων του ΑΕΠ. Μετά την ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας και τις θετικές εξελίξεις στο ΑΕΠ της χώρας κατά την τελευταία διετία οι τιμές των κατοικιών παρουσιάζουν μεγαλύτερες αυξήσεις από τις αντίστοιχες αυξήσεις του ΑΕΠ και ειδικότερα το 2019 η αύξηση των τιμών των κατοικιών ξεπέρασε το 10,0%.



Σημείωση: 2019\* = Προσωρινά στοιχεία.

Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδας, Παγκόσμια Τράπεζα.

Αντίστοιχη με την ελληνική ήταν η εξέλιξη της διεθνούς αγοράς κατοικιών, η οποία, με εξαίρεση την τριετία του 2010-2013, ήταν ανοδική. Επίσης, σχεδόν σε όλες τις χώρες του ΟΟΣΑ από το 2015 έως σήμερα οι τιμές ακινήτων αυξήθηκαν πιο γρήγορα από το διαθέσιμο εισόδημα (IMF, 2020).

Βεβαίως, η αγορά των ακινήτων παρουσιάζει μεγάλες διαφορές από χώρα σε χώρα. Οι διαφορές αυτές συναρτώνται με το ποσοστό ιδιοκτησίας κατοικίας, τη μέση ηλικία των ακινήτων, τα διαθέσιμα ακίνητα, την αύξηση του πληθυσμού, εξωγενείς παράγοντες κ.ά. Επίσης, οι εξελίξεις στην αγορά αυτή εξαρτώνται από την πορεία βασικών οικονομικών μεγεθών κάθε χώρας (ΑΕΠ, πληθωρισμός κ.ά.) και αντίστροφα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι εξελίξεις στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, όπου η αγορά ακινήτων, μέσω δανεισμού υψηλού ρίσκου, αποτέλεσε μία από τις βασικές αιτίες της οικονομικής κρίσης του 2008. Η κατάσταση αυτή προκλήθηκε από μια μεγάλη πτώση των τιμών των κατοικιών, μετά την κατάρρευση της φούσκας ακινήτων, που οδήγησε σε καθυστερήσεις πληρωμών στεγαστικών δανείων, κατασχέσεις και υποτίμηση χρεογράφων που σχετίζονται με τη στέγαση (Mian & Sufi, 2014). Είναι εμφανές, συνεπώς, η συσχέτιση της εξέλιξης βασικών οικονομικών μεγεθών μιας χώρας με την πορεία της αγοράς των ακινήτων.

Κατά τη διάρκεια του 2020, η πορεία της αγοράς των ακινήτων επηρεάστηκε και από την πανδημία του κορονοϊού. Αν και η πορεία των τιμών ακινήτων συνέχισε να είναι ανοδική, η αύξηση ήταν πολύ μικρότερη. Απροσδιόριστες είναι οι αναμενόμενες εξελίξεις μετά το τέλος της υγειονομικής κρίσης, καθώς η πιθανή οικονομική κρίση και οι αλλαγές που θα επιφέρει η εργασία εξ αποστάσεως στον τόπο

όπου οι άνθρωποι κατοικούν, αναμένεται να οδηγήσει και σε μεταβολές στην αγορά ακινήτων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, στην αγορά ακινήτων της Νάπολης της Ιταλίας, χώρας στην οποία το πρώτο κύμα του κορονοϊού ήταν ισχυρό, από το τέλος του ιταλικού κλεισίματος της οικονομικής δραστηριότητας (lockdown) έχει σημειωθεί μείωση στις ζητούμενες τιμές κατοικίας της τάξης του 4,4% σύμφωνα με τα δεδομένα ακινήτων που προέρχονται από το "Idealista", έναν από τους σημαντικότερους ιστότοπους της Ιταλίας για διαφημίσεις ακινήτων (Del Giudice et al., 2020). Επιπλέον, σχετικά με την πανδημία και την πορεία της αγοράς των ακινήτων στην Κίνα, ενώ τα επίσημα δεδομένα δεν είναι ακόμη διαθέσιμα για τον Ιανουάριο ή τον Φεβρουάριο του 2020, ανεπίσημα στοιχεία που ανέφερε ο Brown (2020) στο Marketwatch δείχνουν ότι οι κινεζικές τιμές των κατοικιών παρέμειναν σταθερές από τον Δεκέμβριο έως τον Ιανουάριο (+0,27%) αν και ο όγκος των συναλλαγών μειώθηκε κατά 90% από το κανονικό. Αυτό το γεγονός απεικονίζει ένα ιδιαίτερα δυνατό μοτίβο «περίμενε να δεις» παρόμοιο με αυτό που συνέβη κατά τη διάρκεια της επιδημίας του SARS.

Συνοψίζοντας, ο βέλτιστος προσδιορισμός κάποιας εκ των μορφών της αξίας ενός ακινήτου σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Καρανικόλας, 2010), δηλαδή η εκτίμηση της αξίας ενός ακινήτου, φαίνεται να διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία της αγοράς ακινήτων. Αυτό συμβαίνει διότι ο προσδιορισμός των τιμών των ακινήτων είναι σημαντικός τόσο για τους πωλητές όσο και για τους αγοραστές, επηρεάζεται από σειρά παραγόντων που διαμορφώνονται στην πορεία του χρόνου και χρησιμοποιείται από φορείς ή ιδιώτες για την εξυπηρέτηση πολλαπλών σκοπών. Το θέμα αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και στην ελληνική αγορά ακινήτων, καθώς αυτή παίζει σημαντικό ρόλο στην ελληνική οικονομία, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση βασικών οικονομικών μεγεθών και παράλληλα εξαρτώμενη από την πορεία τους.



## Κεφάλαιο 2

### Αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης: Κύριες μεθοδολογίες

#### 2.1 Ιστορική αναδρομή

Μέχρι πρόσφατα, η εκτίμηση της αξίας των ακινήτων γινόταν με τη συνδρομή εκπαιδευμένων εκτιμητών, οι οποίοι χρησιμοποιώντας διάφορες πηγές πληροφοριών, όπως μεσιτικά γραφεία, κατασκευαστές, μηχανικούς, αγγελίες, συμβολαιογράφους κ.ά., κατέληγαν σε μία εκτίμηση της αγοραίας αξίας ενός ακινήτου. Ουσιαστικά επρόκειτο για εμπειρικές μεθόδους αποτίμησης, όπου ο εκτιμητής αξιοποιώντας ένα πλήθος πληροφοριών που αφορούν το ακίνητο, ποιοτικών και ποσοτικών, κατέληγε σε μία εκτίμηση.

Οι διάφορες προσεγγιστικές, εμπειρικές κυρίως, διαδικασίες που παραδοσιακά χρησιμοποιήθηκαν παρουσίαζαν διάφορες δυσκολίες. Οι εκτιμήσεις βασίζονταν, συνήθως, στην απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου χρησιμοποιώντας στοιχεία από συναλλαγές που πραγματοποιήθηκαν την ίδια περίοδο σε γειτονικές περιοχές. Ωστόσο, οι συναλλαγές παρόμοιων ιδιοκτησιών δεν είναι ποτέ πραγματικά συγκρίσιμες ούτε στο χρόνο ούτε αντικατοπτρίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κτιρίου. Επίσης, οι εκτιμητές συχνά επηρεάζονται από προηγούμενες αποτιμήσεις ή από την προηγούμενη τιμή συναλλαγής ενός ακινήτου. Το αποτέλεσμα είναι, οι εκτιμήσεις συνήθως να καθυστερούν να προσαρμοστούν στην αγορά και εν τέλει να είναι ομαλές προσεγγίσεις των αγοραίων τιμών, με τιμές που είναι τεχνητά χαμηλές και τεχνητά ψηλές στις περιόδους που η αγορά κινείται πτωτικά και ανοδικά αντίστοιχα (Cannon & Cole, 2011). Βαθμιαία, λοιπόν, για την αντιμετώπιση των κενών και τη βελτίωση της ακρίβειας των εκτιμήσεων, αναπτύχθηκαν μεθοδολογικά ολοκληρωμένες προσεγγίσεις με στόχο τον πιο αξιόπιστο προσδιορισμό της αξίας των ακινήτων.

#### 2.2 Αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης

Η εκτίμηση της αξίας ενός ακινήτου αποτελεί μια διαρκή ανάγκη της λειτουργίας της αγοράς των ακινήτων. Τα τελευταία χρόνια, λοιπόν, καθώς ο παραδοσιακός τρόπος υπολογισμού της παρουσιάζει αρκετές δυσχέρειες και η εξέλιξη της επιστήμης προσφέρει νέα σύγχρονα εργαλεία, η εκτίμηση της αξίας των ακινήτων γίνεται με τη χρήση αξιόπιστων επιστημονικών μεθόδων, οι οποίες παρουσιάζουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και παρέχουν καλύτερες/ακριβέστερες αποτιμήσεις. Στην κατεύθυνση αυτή αξιοποιούνται τα Αυτοματοποιημένα Μοντέλα Αποτίμησης (Automated Valuation Models- AVMs).

Ο όρος Αυτοματοποιημένο Μοντέλο Αποτίμησης έχει εισαχθεί στη βιβλιογραφία από τα τελευταία χρόνια του 20ού αιώνα. Οι ακαδημαϊκοί και οι επαγγελματίες χρησιμοποιούν τον όρο αυτό για να υπογραμμίσουν τον υψηλό βαθμό αυτοματισμού της διαδικασίας, ακόμη και αν στα μοντέλα δεν απουσιάζει συνήθως η ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Τα AVMs εμφανίστηκαν αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, όπου η πρώτη εφαρμογή έγινε το 1981. Μετά από αυτό άρχισαν να αναπτύσσονται και στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη δεκαετία του 1990 (Worzala, Lenk & Silva, 1995).

Τα AVMs ορίστηκαν, το 2008, από την αντίστοιχη ομάδα εργασίας του RICS που ασχολείται με τα πρότυπα των μοντέλων αποτίμησης ως:

«Τα αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες μαθηματικές τεχνικές για να παρέχουν μία εκτίμηση της αξίας μίας συγκεκριμένης ιδιοκτησίας σε μία καθορισμένη ημερομηνία, συνοδευόμενη από ένα βαθμό εμπιστοσύνης στην ακρίβεια του αποτελέσματος και χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση μετά την έναρξη».

Στα μοντέλα αυτά, συνήθως χρησιμοποιούνται για την παροχή εκτιμήσεων κεφαλαίου ή της αξίας του μισθώματος κατοικιών. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν σε άλλους τομείς της αγοράς (όπως στην εμπορική ιδιοκτησία ή τη γη). Στη βιβλιογραφία τα αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης συνδέονται άμεσα με τον όρο της μαζικής εκτίμησης (*mass appraisal*), ωστόσο χρησιμοποιούνται τόσο σε μαζικές όσο και μεμονωμένες αποτιμήσεις ακινήτων.

Τα AVMs έχουν αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε πολλές εργασίες. Η πληθώρα δεδομένων που έχει συλλεχθεί τα τελευταία χρόνια καθώς και οι εξελιγμένοι αλγόριθμοι πρόβλεψης, δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την επαγγελματική, αλλά και την ερευνητική ανάπτυξη του τομέα της εκτίμησης της αξίας των ακινήτων. Οι ερευνητές προσεγγίζουν με διαφορετικό τρόπο το θέμα αυτό. Πιο συγκεκριμένα, οι υπάρχουσες αναλύσεις συχνά διαφοροποιούνται ως προς τον αλγόριθμο πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκε, το είδος των ακινήτων που εξετάζονται (π.χ., οικιστικά ή εμπορικά), την τοποθεσία που βρίσκονται τα δεδομένα και γενικότερα το σκοπό της έρευνας.

Τα υψηλής ποιότητας δεδομένα είναι ουσιώδους σημασίας για την επίτευξη εκτιμήσεων AVM υψηλής ακρίβειας. Σημειώνεται ότι, δύο βασικές παρατηρήσεις που γίνονται συχνά σχετικά με την επιτυχία πρόβλεψης ενός AVM είναι ότι αυτή είναι περισσότερο θέμα δεδομένων και λιγότερο θέμα μεθόδου. Επιπλέον, εξαρτάται από το αν τα διαθέσιμα καταγεγραμμένα δεδομένα που περιγράφουν το ακίνητο διαφέρουν αρκετά από την πραγματική κατάστασή του ακινήτου και επομένως αποτυγχάνουν να απεικονίσουν επιτυχώς την εικόνα.

Σχετικά με την ποιότητα διαθέσιμων στοιχείων, η προετοιμασία των δεδομένων θα πρέπει να περιλαμβάνει διεξοδικό έλεγχο τους. Η έκταση και ο βαθμός πολυπλοκότητας της διαδικασίας ελέγχου εξαρτάται από το είδος, την προέλευση και τη λεπτομέρεια των δεδομένων. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στατιστική επικύρωση και ρουτίνες καθαρισμού παράλληλα με δειγματοληπτικό έλεγχο, ώστε να ελέγχεται και να βελτιώνεται η ποιότητα των δεδομένων. Σχετικά με την αξιοπιστία και την πληρότητα των δεδομένων γενικότερα σημειώνεται ότι, εάν λείπουν σημαντικά δεδομένα για την εκτίμηση, δηλαδή εάν λείπει κάποιο χαρακτηριστικό του ακινήτου ή η στατιστική διαδικασία έχει δείξει ότι τα δεδομένα είναι ασυνεπή ή αναξιόπιστα, δεν πρέπει να παρέχεται αποτίμηση ή, εναλλακτικά, να προσφέρεται αποτίμηση με μειωμένη αναμενόμενη ακρίβεια (Matysiak, 2018).

### 2.3 Η μαζική αποτίμηση ακινήτων

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αποτίμηση της αξίας των ακινήτων εξελίχθηκε από τις απλές εμπειρικές εκτιμήσεις, στα αυτοματοποιημένα μοντέλα αποτίμησης με τις εφαρμογές τους να έχουν επεκταθεί και σε μαζικές εκτιμήσεις (mass appraisals). Οι μαζικές εκτιμήσεις αναφέρονται στη συστηματική εκτίμηση πλήθους ακινήτων και όχι στην εκτίμηση μεμονωμένων περιουσιακών στοιχείων. Στη μεμονωμένη αποτίμηση εκτιμάται η αξία ενός αντικειμένου ανάλογα με τα επιμέρους εξειδικευμένα χαρακτηριστικά του. Η μαζική εκτίμηση, όμως, είναι η συστηματική εκτίμηση ομάδων ιδιοτήτων, σε μια δεδομένη ημερομηνία, χρησιμοποιώντας τυποποιημένες διαδικασίες και στατιστικές δοκιμές. Αυτή η μέθοδος αποτίμησης εφαρμόζεται σε ιδιοκτησίες με πολλές ομοιότητες. Ένα γνωστό παράδειγμα εφαρμογής της είναι η εκτίμηση των αντικειμενικών αξιών των ακινήτων, αλλά οι εφαρμογές δεν περιορίζονται μόνο στον τομέα αυτό (Gloudemans, 1999).

Η μαζική αξιολόγηση απαιτεί την ανάπτυξη ενός μοντέλου αποτίμησης ικανού να αναπαράγει τις δυνάμεις προσφοράς και ζήτησης σε μια μεγάλη περιοχή. Καθώς οι μη αυτοματοποιημένες εμπειρικές μέθοδοι των εκτιμητών, αν και είναι αποτελεσματικές, εμπεριέχουν στοιχεία υποκειμενισμού, ενώ οι μεμονωμένες εκτιμήσεις είναι χρονοβόρες και κοστίζουν η επιλογή αυτοματοποιημένων μοντέλων προτιμάται. Οι περισσότερες χώρες ανέπτυξαν συστήματα μαζικών εκτιμήσεων βασιζόμενα στο κτηματολόγιο, ενώ η χρήση τους γίνεται κυρίως από το δημόσιο τομέα για τον προσδιορισμό της φορολογητέας αξίας ακίνητης περιουσίας και για της αξία των απαλλοτριώσεων.

Ο όρος «μαζικές εκτιμήσεις» (mass appraisal ή mass valuation), κατά το International Association of Assessing Officers (IAAO) αναφέρεται στη συστηματική εκτίμηση ενός πλήθους ακινήτων, σε συγκεκριμένη ημερομηνία με βάση προτυποποιημένες διαδικασίες /ενέργειες καθώς και στατιστική επαλήθευση. Η διαδικασία της μαζικής εκτίμησης, δημιουργεί ένα μοντέλο που δύναται να προσομοιώσει το νόμο της προσφοράς-ζήτησης, σε μια ευρύτερη περιοχή και αναφέρεται σε ομάδες και όχι σε μεμονωμένα ακίνητα. Ο έλεγχος της ακρίβειας, της ποιότητας και της συνεκτικότητας των εκτιμήσεων αυτών επιτυγχάνεται με στατιστικές μεθόδους (International Association of Assessing Officers, 2014).

Κατά τον Λαμπρόπουλο (2013), δημιουργώντας μοντέλα μαζικών εκτιμήσεων προσομοιώνεται η συμπεριφορά της αγοράς ακινήτων βάσει ενός συγκεκριμένου μαθηματικού μοντέλου, που βασίζεται στις μικροοικονομικές αρχές και μπορεί να προσαρμόζεται περισσότερο σε σύνολα διαφορετικών ακινήτων παρά σε μεμονωμένα ακίνητα. Το μοντέλο ελέγχεται υπολογίζοντας τις αποκλίσεις μεταξύ των εκτιμημένων τιμών και των αγοραίων. Τροχοπέδη στην αιτιολόγησή του μοντέλου αποτελεί η δυσκολία ελέγχου μίας μεμονωμένης εκτίμησης.

Βέβαια η απομόνωση και η εκτίμηση όλων των παραγόντων επιλογής και αγοράς ενός ακινήτου είναι από δυσχερές έως αδύνατη. Παρόλα αυτά μπορούν τουλάχιστον να απομονωθούν μερικοί και να ελεγχθούν επιλεκτικά προσδιοριζόμενοι σε συσχετισμό με τις αγοραίες αξίες των ακινήτων. Η κάποια φαινομενική αυθαίρεσία του προσδιορισμού αυτού δεν αναιρεί τη δυνατότητά του να επιτυγχάνει την πρόβλεψη της αξίας των υπό εκτίμηση ακινήτων με την απαιτούμενη στατιστική ακρίβεια. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα συστήματα μαζικής εκτίμησης προσδιορίζονται από τον τρόπο συγκέντρωσης δεδομένων ανάπτυξης αποτιμητικού μοντέλου, από τη μετατροπή τους σε επεξεργάσιμη

μορφή και από το τρόπο συντήρησης του αρχείου, ενώ το λειτουργικό του κόστος διαμορφώνεται από τις αποφάσεις του σχεδιαστή του συστήματος.

Ως προς την ιστορική εξέλιξη συστημάτων μαζικών εκτιμήσεων, απ' όσο γνωρίζουμε, η πρώτη καταγραφή διενεργήθηκε στην πόλη St. Paul της Minnesota το 1896, όπου, λόγω της οικονομικής ύφεσης, παρατηρήθηκαν μεγάλες και ανομοιόμορφες αλλαγές στην αξία και στις χρήσεις γης και κτισμάτων με αποτέλεσμα, εκτός των άλλων, να μείνουν κενά και πολλά υπερτιμημένα επαγγελματικά ακίνητα, γεγονός που επέβαλε την επανεκτίμηση της αξίας περίπου 100.000 ακινήτων (Λαμπρόπουλος, 2013).

Στη χώρα μας η σύνθεση ενός συστήματος μαζικών εκτιμήσεων αντιμετωπίζει δυσκολίες, καθώς στην ελληνική αγορά δεν συγκεντρώνονται επίσημα και οργανωμένα τα στοιχεία των τιμών πώλησης. Η έρευνα συγκριτικών δεδομένων πραγματοποιείται συχνά με την αξιοποίηση των ζητούμενων τιμών των ακινήτων που προέρχονται από αγγελίες ή/και προωθούνται από μεσίτες, η κύρια προσέγγιση των εμπορικών αξιών στηρίζεται στις εκτιμήσεις τραπεζών, ενώ η τελική αξία διαμορφώνεται από την αγοραία αξία με την προσθήκη όλων των επιπρόσθετων επιβαρύνσεων μεταβίβασης των ακινήτων. Τα πολεοδομικά δεδομένα κατανέμονται σε κατά τόπους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, χωρίς να προβλέπεται συγκέντρωση των αντίστοιχων στοιχείων συνολικά, όμως προσφάτως ξεκίνησε η πιλοτική λειτουργία της ηλεκτρονικής Πολεοδομίας με σημαντικά, ωστόσο, ακόμα ελλείμματα και σφάλματα. Αξίζει να σημειωθεί πως το Εθνικό Κτηματολόγιο βρίσκεται σε εξέλιξη.

Με την εκτεταμένη χρήση και την πρόοδο των τεχνολογικών μέσων έγινε ταχεία προώθηση της ενίσχυσης των αυτοματοποιημένων συστημάτων μαζικών εκτιμήσεων, όπως είναι το Automated Mass Valuation (AMV), το Computer Assisted Valuation (CAV) και το Computer Assisted Mass Appraisals (CAMA). Συγκεκριμένα, το Computer Assisted Mass Appraisal System, αποτελεί ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μαζικών εκτιμήσεων, το οποίο διαχειρίζεται τις πληροφορίες που σχετίζονται με τα ακίνητα, την εκτίμησή τους, την ενημέρωση των ιδιοκτητών και τη διασφάλιση μιας ισότιμης κατανομής φορολογικών βαρών. Επιπλέον, θεωρείται αναγκαία η τροφοδότησή του από τα υπάρχοντα στοιχεία της αγοράς αλλά και η χρήση του με σκοπό να προσδιορίζεται η αξία των ακινήτων (Ζεντέλης, 2015).

Εν συνεχεία, κατά τον Ζεντέλη (2015) υφίστανται τέσσερα κυρίαρχα επίπεδα λειτουργίας ενός συστήματος CAMA: η διαχείριση της πληροφορίας, η εκτίμηση της αξίας, η ανάλυση και η διοίκηση των εκτιμήσεων. Ένα ενδεδειγμένο σύστημα CAMA επιτελεί τις συγκεκριμένες λειτουργίες αποτελεσματικά και εύχρηστα. Η διαχείριση της πληροφορίας θεμελιώνεται στον βαθμό αξιοπιστίας της, καθώς περιλαμβάνει το ιδιοκτησιακό καθεστώς, τα φορολογικά δεδομένα, τη χρήση γης όπως και τα στοιχεία εισοδήματος. Η εκτίμηση της αξίας αφορά την ικανότητα ενημέρωσης του κόστους, την ευελιξία, τον προσδιορισμό των μέτρων σύγκρισης, ενώ η ανάλυση των αξιών γίνεται προκειμένου να εξασφαλιστεί η συμφωνία των αποτελεσμάτων με συγκεκριμένα πρότυπα. Τέλος, η διοίκηση των εκτιμήσεων περιέχει ορισμένες λειτουργίες, οι οποίες συνδέονται με γενικές διοικητικές εργασίες. Σε ένα σύστημα CAMA η ακρίβεια πρόβλεψης αποτιμάται από τα μέτρα ποιοτικού ελέγχου και τα στατιστικά εργαλεία.

Η σύνθεση ενός συστήματος CAMA οργανώνεται σε τρία κύρια βήματα, αποσκοπώντας το μοντέλο να προσεγγίσει την πραγματική αξία σε μεγάλο αριθμό περιπτώσεων με την ικανότητα εφαρμογής σε ιδιοκτησίες, οι οποίες δεν έχουν πωληθεί. Ειδικότερα:

1. Συγκέντρωση δεδομένων, τα οποία σχετίζονται με πωληθέντα ή μη ακίνητα και περιλαμβάνουν γνωρίσματα δικά τους, της τοποθεσίας τους και άλλων συντελεστών που επηρεάζουν την αξία τους.
2. Κατασκευή του συστήματος CAMA με τη χρήση ποικίλων τεχνικών, ώστε να επέλθει η ανάπτυξη ενός εκτιμητικού μοντέλου, το οποίο λειτουργεί ως ένα πιστό αντίγραφο των δυνάμεων της αγοράς, ενώ παράλληλα ενδείκνυται ο διαρκής έλεγχος των αποτελεσμάτων με στόχο πιο αξιόπιστες προβλέψεις.
3. Εφαρμογή του μοντέλου σε όλα τα ακίνητα παρόμοιου τύπου, κατοχυρώνοντας τον αντίστοιχο χειρισμό τους ως προς τον υπολογισμό της αξίας επί της οποίας θα φορολογηθούν.

Οι μέθοδοι μαζικής εκτίμησης ποικίλλουν και περιγράφονται από μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό πολυπλοκότητας, ανάλογα με τη μέθοδο. Ωστόσο, βασικός στόχος παραμένει η επίτευξη αποδεκτών επιπέδων προβλεπτικής ικανότητας και ακρίβειας. Οι μέθοδοι μαζικής αποτίμησης κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες τις παραδοσιακές μεθόδους αποτίμησης και τις σύνθετες μεθόδους αποτίμησης. Η κατάταξη στις απλές μεθόδους γίνεται στην περίπτωση που γίνεται κάποια σύγκριση με άλλα ακίνητα ώστε να υπολογιστεί η αγοραία αξία ή στην περίπτωση που η αποτίμηση αξίας γίνεται με τη χρήση μοντέλων παλινδρόμησης βασιζόμενα σε ένα εύρος παρατηρήσεων (key characteristics). Η κατάταξη στις σύνθετες μεθόδους γίνεται όταν επιχειρείται ανάλυση της αγοράς μέσω της μίμησης της διαδικασίας σκέψης των παικτών της, σε μια προσπάθεια εύρεσης ενός σημείου συναλλαγής. Αυτές οι μέθοδοι είναι πιο μαθηματικά απαιτητικές και για αυτό ονομάζονται σύνθετες (Pagourtzi et al., 2003).

Οι βασικότερες μέθοδοι εκτίμησης της αξίας ενός ακινήτου είναι η συγκριτική, η εισοδηματική μέθοδος ή μέθοδος κεφαλαιοποίησης του προσόδου (investment method), η μέθοδος κερδών, η μέθοδος κόστους ή μέθοδος κόστους αντικατάστασης, η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, των νευρωνικών δικτύων, η ηδονική μέθοδος και η μέθοδος της ασαφούς λογικής.

## **2.4 Παραδοσιακές μέθοδοι**

### **2.4.1 Συγκριτική μέθοδος**

Η συγκριτική μέθοδος ή μέθοδος συγκριτικών στοιχείων (comparison approach or method) είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη μέθοδος διεθνώς, η οποία αποτιμά κυρίως την εμπορική αξία ή το μίσθωμα ενός ακινήτου. Βασίζεται στη σύγκριση των τιμών πωλήσεων ακινήτων με παρόμοια χαρακτηριστικά και είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος και στην ελληνική κτηματαγορά. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η αγοραία αξία ενός ακινήτου μπορεί να εκτιμηθεί με σύγκριση των αξιών άλλων παρόμοιων ακινήτων που έχουν αποτελέσει αντικείμενο συναλλαγής την ίδια χρονική περίοδο στη συγκεκριμένη αγορά και ύστερα από έρευνα της κτηματαγοράς έχουν γίνει γνωστές στον εκτιμητή. Για να υπάρχει αξιοποίηση των τιμών η αγορά των ακινήτων πρέπει να είναι αποτελεσματική (efficient market). Αυτό σημαίνει ότι οι συναλλαγές πραγματοποιούνται μεταξύ καλά πληροφορημένων αγοραστών. Δηλαδή, ένας πληροφορημένος αγοραστής, επενδυτής ή κατασκευαστής δεν είναι διατεθειμένος να πληρώσει για ένα ακίνητο περισσότερα από την αξία ενός άλλου παρόμοιου ακινήτου που υπάρχει στην αγορά (Hiang, 2001).

Η συγκριτική μέθοδος η πιο βασική μέθοδος θεωρούμενη ως η «μητέρα» όλων των μεθόδων εκτίμησης, ενώ συνήθως εφαρμόζεται ως έλεγχος μετά από άλλες μεθόδους (Καρανικόλας, 2010). Είναι

απλή και πρακτική στην εφαρμογή της και δεν απαιτεί πολύπλοκα χρηματοοικονομικά μοντέλα, αλλά στηρίζεται σε δεδομένα της κτηματαγοράς. Ουσιαστικά στηρίζεται στην ανάλυση πρόσφατων μεταβιβάσεων, που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά του εκτιμώμενου ακινήτου. Τα στάδια της μεθόδου αυτής περιλαμβάνουν την έρευνα της αγοράς και τη συλλογή στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με τιμές, αξίες, διαθεσιμότητα ακινήτων, παρόμοιων χαρακτηριστικών σε παρόμοιες συνθήκες. Έπεται η ανάλυση και σύγκριση των επί μέρους χαρακτηριστικών και η διατύπωση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τις συγκρίσεις. Η συγκριτική μέθοδος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα, την ακρίβεια, την πληρότητα και την επικαιρότητα των δεδομένων της συναλλαγής. Η σχετική πληροφόρηση συνήθως προέρχεται από τα κρατικά αρχεία, τους πωλητές και τα τοπικά δίκτυα εκτιμητών, τον τύπο, το διαδίκτυο κ.ά.. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται συνήθως στην εκτίμηση ιδιοκτησιών κατοικιών, αγροτικής γης, αναπτυσσόμενης γης και αποτιμά κυρίως την αγοραία αξία του ακινήτου (Καρανικόλας, 2010)

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές Εκτίμησης (International Valuation Standards Council, 2020), τα βασικά βήματα στη μέθοδο συγκρίσιμων συναλλαγών προσδιορίζονται ως εξής:

- προσδιορισμός των μονάδων σύγκρισης που χρησιμοποιούνται από τους συμμετέχοντες στην αγορά,
- προσδιορισμός των σχετικών συγκρίσιμων συναλλαγών και υπολογισμός των βασικών μέτρων αποτίμησης για αυτές τις συναλλαγές,
- πραγματοποίηση συνεπούς συγκριτικής ανάλυσης των ποιοτικών και ποσοτικών ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ των συγκρίσιμων περιουσιακών στοιχείων και του δεδομένου περιουσιακού στοιχείου,
- πραγματοποίηση των απαραίτητων προσαρμογών, εάν υπάρχουν, στα μέτρα της αποτίμησης που θα αντικατοπτρίζουν τις διαφορές μεταξύ του περιουσιακού στοιχείου και των συγκρίσιμων στοιχείων,
- εφαρμογή των προσαρμοσμένων μέτρων αποτίμησης στο αντικείμενο του περιουσιακού στοιχείου και
- εάν χρησιμοποιήθηκαν πολλά μέτρα στην αποτίμηση, συνδυασμός κάποιων.

Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν δύο ακίνητα που να είναι ακριβώς ίδια, ο εκτιμητής πρέπει να προβεί στις απαραίτητες προσαρμογές στην τιμή πώλησης κάθε υπό διαπραγμάτευση ακινήτου, ώστε να λαμβάνει υπόψη τις διαφορές μεταξύ του υπό διαπραγμάτευση ακινήτου και του συγκρίσιμου. Τέτοιες διαφορές για παράδειγμα αφορούν στο μέγεθος, την ηλικία ή την ποιότητα κατασκευής του ακινήτου, την ημερομηνία πραγματοποίησης της προηγούμενης πώλησης, τις ειδικότερες συνθήκες που επικρατούν στη συγκεκριμένη γειτονιά κ.λπ. Συνεπώς, ο εκτιμητής υπολογίζει την τρέχουσα αξία του αντικειμένου συναλλαγής με βάση τις προσαρμοσμένες τιμές πώλησης των συγκρίσιμων. Όσο λιγότερες προσαρμογές απαιτηθούν τόσο πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις μπορεί να γίνουν. Στην κατεύθυνση αυτή η συστηματική έρευνα και παρακολούθηση των εξελίξεων στην κτηματαγορά μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά, μειώνοντας τα υποκειμενικά στοιχεία προσδιορισμού των αξιών και τις απαιτούμενες προσαρμογές.

## 2.4.2 Εισοδηματική μέθοδος ή μέθοδος κεφαλαιοποίησης της προσόδου

Η εισοδηματική μέθοδος ή μέθοδος κεφαλαιοποίησης της προσόδου (investment method) χρησιμοποιείται για ακίνητα που αγοράστηκαν όχι για την κάλυψη στεγαστικών ή επαγγελματικών αναγκών αλλά με στόχο την μελλοντική εκμετάλλευση για την αύξηση του εισοδήματος/ την απόκτηση κέρδους. Στην περίπτωση αυτή αναφερόμαστε κυρίως σε εμπορικά ή επενδυτικά ακίνητα, δηλαδή για ακίνητα που η αξία τους βασίζεται στο εισόδημα που μπορούν να παράγουν στο μέλλον, κάτι που είναι γνωστό και στους δύο συναλλασσόμενους. Ο μεν πωλητής γνωρίζει ότι συνήθως αυτά τα ακίνητα αγοράζονται ως επένδυση, ενώ ο αγοραστής προσδοκά στην απόκτηση κερδών. Προκειμένου να γίνει η εκτίμηση της σημερινής αξία του ακινήτου πρέπει να ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό το μελλοντικό εισόδημα που μπορεί να αποδώσει και ο συντελεστής κεφαλαιοποίησης, ο οποίος προσδιορίζεται με βάση τον πληθωρισμό, τα τραπεζικά επιτόκια, την ετήσια απόσβεση κεφαλαίου, την επισφάλεια καταβολής μισθωμάτων και του επενδυτικού προφίλ του επενδυτή, ενώ προσαρμόζεται στις συνθήκες της αγοράς (Καρανικόλας, 2010).

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιούνται δύο μεθοδολογίες, της άμεσης κεφαλαιοποίησης (direct capitalization) και της προεξόφλησης μελλοντικών χρηματικών ροών (discounted cash flows). Η μέθοδος της άμεσης κεφαλαιοποίησης (μισθωμάτων) εφαρμόζεται σε ακίνητα τα οποία δύναται να παράγουν κεφάλαιο στον ιδιοκτήτη τους με την παραδοχή ότι το μίσθωμα θα λαμβάνεται για πάντα. Μέσω του υπολογισμού του μισθώματος και ενός εύλογου συντελεστή κεφαλαιοποίησης προκύπτει η αξία του ακινήτου. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν συγκριτικά στοιχεία, ώστε να εκτιμηθεί το αρχικό μίσθωμα και να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της άμεσης κεφαλαιοποίησης χρησιμοποιείται η μέθοδος της προεξόφλησης ταμειακών (χρηματικών) ροών. Ο εκτιμητής κάνει πρόβλεψη του μελλοντικού εισοδήματος που θα παράγει το ακίνητο, για κάποια δεδομένη χρονική περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη ότι η οικονομία της αγοράς θα έχει σταθερό ρυθμό ανάπτυξης. Ουσιαστικά η μέθοδος αυτή υπολογίζει την παρούσα αξία των μελλοντικών εισοδημάτων από την μίσθωση του ακινήτου, αφαιρείται η παρούσα αξία των μελλοντικών εξόδων για συντήρηση, ασφάλιστρα κλπ. για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα της επένδυσης και αθροίζονται με την προεξοφλημένη αξία μεταπώλησης στο τέλος του χρονικού διαστήματος που ορίστηκε εξ αρχής.

Σε κάποιες περιπτώσεις ο ιδιοκτήτης δεν προσδοκά σε άμεση απόδοση μέσω της επένδυσης στο ακίνητο και, πριν από την απόκτηση πραγματικών κερδών, είναι πρόθυμος να διαθέτει μέρος του εισοδήματός του για ένα χρονικό διάστημα. Η συχνότερη χρονική διάρκεια αναμονής του επενδυτή έως ότου φτάσει το νεκρό σημείο είναι μια χρονική περίοδος σχεδόν δέκα ετών. Αυτό σημαίνει ότι κάθε χρόνο, περίπου το 1/10 της συνολικής αξίας του ακινήτου χρηματοδοτείται με εισόδημα του ιδίου. Αυτό το τμήμα της αξίας του ακινήτου ονομάζεται «ποσοστό κεφαλαιοποίηση» ή «επιτόκιο ανώτατου ορίου» (Labropoulos, Dimopoulou & Zentelis, 2003).

### 2.4.3 Μέθοδος κερδών

Οι μέθοδοι εκτίμησης που περιγράφονται στις προηγούμενες ενότητες φαίνεται να μην αφορούν το σύνολο των συναλλασσόμενων ακινήτων ούτε να ανταποκρίνονται πάντα στις επιδιώξεις των αγοραστών και στη χρήση των υπό εκτίμηση ακινήτων, από την οποία εξαρτώνται και οι μελλοντικές αποδόσεις (π.χ. ένα ξενοδοχείο). Η επενδυτική μέθοδος είναι μια μέθοδος όπου η μεθοδολογία αποτίμησης έχει απομακρυνθεί από τη μοντελοποίηση των διαδικασιών σκέψης των συμμετεχόντων στην αγορά και αντ' αυτού υπολογίζει την αγοραία αξία ενός ακινήτου με αναφορά σε παρατηρούμενες πρόσφατες συναλλαγές παρόμοιων ακινήτων στην ίδια περιοχή. Δεν εξετάζει τα βασικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τους αρχικούς λόγους για τους οποίους οι αγοραστές μπορεί να είναι πρόθυμοι να αγοράσουν σε μια συγκεκριμένη τιμή ορισμένης κατηγορίας περιουσιακά στοιχεία. Επομένως δεν μπορούν να εφαρμοστούν στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν επαρκείς καταγεγραμμένες πληροφορίες για τις πωλήσεις, που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό μιας συγκρίσιμης αξίας και όταν δεν υπάρχει ενοίκιο, επειδή το ακίνητο χρησιμοποιείται από τον ιδιοκτήτη.

Στην περίπτωση ενός ξενοδοχείου, για παράδειγμα, η αγοραία αξία του όταν ιδιοχρησιμοποιείται θα εξαρτάται από την πιθανή ταμειακή ροή που αναμένεται να προκύψει από τη λειτουργία της ιδιοκτησίας. Αυτή η ταμειακή ροή καθορίζεται από τον αριθμό των υπνοδωματίων που διαθέτει το ξενοδοχείο, την τιμή του δωματίου και το μέσο ποσοστό πληρότητας κατά τη διάρκεια του έτους. Με άλλα λόγια, το ακίνητο θεωρείται ως μια μονάδα παραγωγής αξίας και ο ρόλος του εκτιμητή είναι να υπολογίσει το θεωρητικό ενοίκιο το οποίο θα μπορούσε να αποφέρει το ακίνητο. Το ενοίκιο αυτό θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση την εκτίμηση για τα πιθανά έσοδα που αναμένονται κάθε χρόνο από τη λειτουργία του ξενοδοχείου και αφού αφαιρεθούν όλα τα άλλα κόστη που προκύπτουν από τη συνετή διαχείριση του ξενοδόχου για την πραγματοποίηση αυτής της ταμειακής ροής. Στις δαπάνες αυτές θα πρέπει να συμπεριληφθούν αφενός άμεσες δαπάνες όπως η τροφοδοσία, το πλυντήριο και η υπηρεσία, αλλά, επιπλέον, αποζημιώσεις για την αμοιβή του ξενοδόχου, τόκοι χρημάτων που προήλθαν από δανεισμό για τη διαχείριση του ξενοδοχείου και επιστροφή κεφαλαίου για τυχόν μετοχικά κεφάλαια που συνδέονται με την επιχείρηση. Μετά την αφαίρεση του κόστους των υποχρεώσεων που έχουν υπολογιστεί από το ποσό εσόδων το υπόλοιπο θα αποτελεί μια εκτίμηση του ενοικίου για το ακίνητο. Η κεφαλαιακή αξία μπορεί στη συνέχεια να προκύψει πολλαπλασιάζοντας το ετήσιο ενοίκιο με έναν κατάλληλο πολλαπλασιαστή.

Αυτή η διαδικασία επιστρέφει σε μια θεμελιώδη ανάλυση της αξίας του ακινήτου, ως αποτέλεσμα της λειτουργίας μιας επιχείρησης που λαμβάνει χώρα στο συγκεκριμένο ακίνητο. Το ενοίκιο είναι ένα παράγωγο της προσφοράς και της ζήτησης για το τελικό προϊόν που προσφέρεται, που στο παράδειγμα που αναφέρθηκε προηγουμένως είναι τα δωμάτια του ξενοδοχείου. Η ίδια αρχή θα μπορούσε να ισχύσει για κάθε τύπο ακινήτου, στο οποίο η αγοραία αξία του ακινήτου συνδέεται εγγενώς με τη δραστηριότητα που πραγματοποιείται εντός αυτού. Επομένως, η ίδια προσέγγιση θα μπορούσε να υιοθετηθεί και σε άλλες μορφές επιχειρήσεων, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται τα εστιατόρια, τα κέντρα αναψυχής, οι κινηματογράφοι, τα θέατρα, κτλ. (Pagourtzi et al., 2003).



#### 2.4.4 Μέθοδος κόστους ή μέθοδος κόστους αντικατάστασης

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η αγοραία αξία της γης και της περιουσίας είναι η μέθοδος κόστους ή η μέθοδος κόστους αντικατάστασης. Στην περίπτωση που το προς εκτίμηση ακίνητο είναι τόσο εξειδικευμένο, ώστε τα ακίνητα αυτής της κατηγορίας να πωλούνται σπάνια στην αγορά, είναι ουσιαστικά αδύνατο να εκτιμηθεί η αξία του κάνοντας αναφορά σε συγκρίσιμες πωλήσεις παρόμοιων ακινήτων. Ομοίως, εάν δεν προσφέρεται για ενοικίαση, η μέθοδος επένδυσης καθίσταται, επίσης, ακατάλληλη. Η μέθοδος κέρδους θα μπορούσε να εφαρμοστεί ικανοποιητικά εάν το ακίνητο συνδέεται εγγενώς με την επιχείρηση στην οποία ανήκει, ωστόσο, στην περίπτωση που η επιχείρηση είναι μια παραγωγική μονάδα (και όχι υπηρεσία), είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η συμβολή του ακινήτου στη συνολική χρήση.

Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί ένα εργοστάσιο. Το εργοστάσιο και ο μηχανολογικός εξοπλισμός του είναι πιθανό να έχουν μεγαλύτερη αξία για την επιχείρηση από το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένα. Επομένως, για άλλη μια φορά, ο εκτιμητής πρέπει να κατανοήσει και να λάβει υπόψη του τη διαδικασία σκέψης του χρήστη του κτιρίου. Η διαδικασία αυτή γίνεται περισσότερο κατανοητή αν, για παράδειγμα, εξετάσουμε ένα ακίνητο αυτής της κατηγορίας, όπως ένα διυλιστήριο πετρελαίου. Στην περίπτωση αυτή η φύση της επιχείρησης είναι τόσο εξειδικευμένη που δεν υπάρχουν συγκρίσεις, το ακίνητο συνήθως ανήκει στον ιδιοκτήτη, οπότε δεν υπάρχει ενοικίαση και το εργοστάσιο και τα μηχανήματα είναι τα σημαντικά στοιχεία που συμβάλλουν στην αξία της επιχείρησης. Έτσι, ο ιδιοκτήτης του κτιρίου θα εκτιμήσει απλώς την αγοραία αξία του κτιρίου με αναφορά στο κόστος αντικατάστασης. Πόσο θα κοστίσει η αντικατάσταση του ακινήτου, εάν η επιχείρηση στερείται της χρήσης της; Με απλά λόγια, η αγοραία αξία ισούται με το κόστος ανοικοδόμησης. Ο εκτιμητής θα εκτιμήσει την αγοραία αξία της αδόμητης γης (με αναφορά σε συγκρίσιμες τιμές γης σε αντίστοιχη εναλλακτική χρήση), θα προσθέσει σε αυτήν την τιμή, το κόστος ανακατασκευής ενός νέου κτιρίου που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία της υπάρχουσας δομής, και σε αυτό θα κάνει υποκειμενικές προσαρμογές για να συνυπολογιστεί η συνολική απαξίωση του υπάρχοντος κτιρίου λόγω παλαιότητας, ζημιών και φθορών σε σχέση με τη νέα υποθετική μονάδα. Είναι λογικό να υποθέσουμε ότι αυτό αντικατοπτρίζει τη διαδικασία σκέψης του ιδιοκτήτη και ως εκ τούτου θα πρέπει να θεωρηθεί ως μια έγκυρη και ορθολογική μέθοδος αποτίμησης.

Είναι ενδιαφέρον ότι σε χώρες όπου οι επενδύσεις σε ακίνητα δεν είναι τόσο συχνές και όπου η ιδιοχρησία προτιμάται σε σύγκριση με άλλους τρόπους αξιοποίησης των ακινήτων, δεν εφαρμόζεται η μέθοδος κόστους μόνο για εξειδικευμένα ακίνητα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αλλά και για τα υπόλοιπα ακίνητα. Εάν δεν υπάρχει επενδυτική αγορά ακινήτων (τα ακίνητα ανταλλάσσονται μόνο μεταξύ ιδιοκτητών) και τότε η τιμή της συναλλαγής θα αντικατοπτρίζει το κόστος «κατώτατης γραμμής» για τον αγοραστή (Pagourtzi et al., 2003).

#### 2.4.5 Μέθοδος πολλαπλής παλινδρόμησης

Η χρήση της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης για την αποτίμηση ενός μεγάλου αριθμού ακινήτων μπορεί να γίνει γρήγορα και οικονομικά, πράγμα που εξηγεί την αυξανόμενη δημοτικότητα της μεθόδου αυτής στους φορολογικούς ελεγκτές, την αξία της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης και την εφαρμογή της σε μαζικές εκτιμήσεις.

Η τεχνική της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης είναι μια διεθνώς αναγνωρισμένη τεχνική ευρείας χρήσης που χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις στις οποίες μια μεταβλητή εξαρτάται από αριθμό άλλων μεταβλητών. Στην περίπτωση της εκτίμησης των ακινήτων, ουσιαστικά είναι μια μορφή συγκριτικής μεθόδου, όπου η αξία του ακινήτου (εξηρητημένη μεταβλητή) προσδιορίζεται με ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης από μια σειρά άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών. Προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα θα πρέπει να τροφοδοτηθεί με σημαντικό αριθμό συγκριτικών στοιχείων/αξιών ακινήτων, ενώ είναι πρακτικά μια αυτοματοποιημένη διαδικασία δημιουργίας μοντέλου που έχει ως στόχο, με την βοήθεια της στατιστικής και των βασικών αρχών εκτίμησης των ακινήτων, την ερμηνεία του τρόπου διαμόρφωσης της αξίας.

Η απλή παλινδρόμηση εκφράζει την εξάρτηση της μεταβλητής  $Y$  από την ανεξάρτητη  $X$  με μορφή ευθείας γραμμής με τη χρήση της μαθηματικής εξίσωσης  $Y = a + bX$  και η έννοιά της προήλθε από την αρχική απόδοση του όρου σε θέματα βιομετρίας ότι «επιστρέφει» ή «επανέρχεται» ή «γυρίζει πίσω». Η σχέση αυτή μεταξύ των δύο μεταβλητών είναι ουσιαστικά εξάρτηση της πρώτης από τη δεύτερη, δηλαδή το μέγεθος της μεταβολής της πρώτης προσδιορίζεται ως το αποτέλεσμα της δράσης της δεύτερης, χωρίς να ισχύει το αντίθετο.

Στην πράξη, οι παρατηρήσεις μιας γραμμικής σχέσης  $X - Y$  ποτέ δεν πρόκειται να αποτελούν όλες σημεία της ευθείας γραμμής, αλλά θα κείνται λίγο πάνω και λίγο κάτω από αυτή. Αυτό οφείλεται κυρίως στη φυσική μεταβλητότητα των εξεταζόμενων προβλεπτικών μεταβλητών και δευτερογενώς σε πειραματικό σφάλμα (σφάλμα μέτρησης). Συνεπώς, στην παλινδρόμηση η γραμμική εξίσωση δεν σημαίνει ότι η τιμή της  $Y$  θα είναι της μορφής  $a + bX$  για δεδομένη τιμή της  $X$ , αλλά η μέση τιμή όλων των σημείων της  $Y$  που κείνται πάνω και κάτω της ευθείας γραμμής για την ίδια τιμή της  $X$ .

Η συμμετοχή περισσότερων των δύο μεταβλητών σε μία ανάλυση παλινδρόμησης ή και συσχέτισης αποτελεί ειδικό κεφάλαιο μελέτης, γνωστό ως πολλαπλή παλινδρόμηση (Multiple Regression Analysis- MRA). Η μεθοδολογία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία. Όπως αναφέρουν οι Dimopoulos & Moulas (2016), στον τομέα των ακινήτων, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνήθως η αξία της ιδιοκτησίας, ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές περιλαμβάνουν πολλά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το ακίνητο και την ευρύτερη περιοχή στην οποία βρίσκεται αυτό.

Αναφορικά με την εξίσωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης για ένα πληθυσμό με ένα ζεύγος μεταβλητών  $X - Y$ , θα ισχύει η σχέση,  $\hat{Y} = a + bX$ . Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή  $Y$  θεωρείται ότι είναι γραμμικά εξαρτημένη από ένα σύνολο  $m$  μεταβλητών  $X_1, X_2, \dots, X_m$ , η παραπάνω σχέση διαμορφώνεται σε:

$$\hat{Y} = a + \sum_{i=1}^m b_i X_i$$

Τα  $b_1, b_2 \dots b_m$  είναι οι συντελεστές παλινδρόμησης. Ο συντελεστής  $b_1$  εκφράζει το μέγεθος μεταβολής της  $Y$ , όταν μεταβάλλεται η μεταβλητή  $X_1$  κατά μία μονάδα, ενώ παράλληλα οι υπόλοιπες μεταβλητές  $X_i$  διατηρούνται σταθερές στην τιμή του μέσου όρου τους. Παρόμοια, ο συντελεστής  $b_2$  εκφράζει το βαθμό μεταβολής της  $Y$ , όταν μεταβάλλεται μόνο η  $X_2$  κοκ. Η παράμετρος  $a$  είναι η τιμή της  $Y$ , όταν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι μηδενικές (Πετρίδης, 2015).

Η βηματική παλινδρόμηση είναι μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην επιλογή των σχετικών επεξηγηματικών μεταβλητών από ένα σύνολο υποψηφίων επεξηγηματικών μεταβλητών όταν ο αριθμός των μεταβλητών είναι πολύ μεγάλος για να επιτρέψει τον υπολογισμό όλων των πιθανών μοντέλων παλινδρόμησης (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998).

## 2.5 Σύνθετες μέθοδοι

### 2.5.1 Νευρωνικά δίκτυα

Τα Νευρωνικά Δίκτυα (ΝΔ) βασίζονται σε αλγορίθμους που μαθαίνουν μέσω εκπαίδευσης. Τα βασικά μέρη ενός ΝΔ καλούνται κόμβοι ή νευρώνες και στις μεταξύ τους συνδέσεις αντιστοιχούν βάρη. Οι νευρώνες επεξεργάζονται τα δεδομένα εισαγωγής ώστε να παράξουν το αποτέλεσμα. Οι παραγόμενες τιμές διορθώνονται επαναληπτικά, μέχρις ότου το σύστημα επιτύχει την επιθυμητή ακρίβεια. Είναι ουσιαστικά συστήματα που έχουν κάποιο βαθμό τεχνητής νοημοσύνης. Η επιθυμητή παρεχόμενη πληροφορία θα μπορούσε να περιέχει τα στοιχεία υπόβαθρου του συστήματος, στοιχεία των ακινήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος, δηλαδή τη διαχείριση βάσης δεδομένων, το λογισμικό, τη στατιστική ανάλυση και τη δημιουργία αναφορών (Λαμπρόπουλος, 2003).

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι μια διασυνδεδεμένη ομάδα τεχνητών νευρώνων που χρησιμοποιεί ένα μαθηματικό ή υπολογιστικό μοντέλο για την επεξεργασία πληροφοριών έχοντας ως βάση μια σύνθετη υπολογιστική προσέγγιση. Δεν υπάρχει ακριβής συμφωνημένος ορισμός μεταξύ των ερευνητών ως προς το τι είναι ένα ΝΔ, αλλά οι περισσότεροι αναλυτές συμφωνούν στο ότι περιλαμβάνει ένα δίκτυο σχετικά απλών στοιχείων επεξεργασίας, όπου τα αποτελέσματα καθορίζονται από τις συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων επεξεργασίας και των παραμέτρων. Η αρχική έμπνευση για την τεχνική ήταν από την εξέταση των βιοηλεκτρικών δικτύων του εγκεφάλου που σχηματίζονται από τους νευρώνες και τις συνάψεις τους. Σε ένα μοντέλο ΝΔ, οι απλοί κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν ένα δίκτυο κόμβων εξ ου και ο όρος «νευρωνικό δίκτυο».

Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν συνήθως πολλά επίπεδα. Το πρώτο στρώμα ονομάζεται το επίπεδο εισόδου, το τελευταίο το επίπεδο εξόδου. Τα ενδιάμεσα επίπεδα (εάν υπάρχουν) ονομάζονται κρυμμένα επίπεδα (Hidden Layers) επειδή δεν μπορούν να επιθεωρηθούν από έξω.

Ο τρόπος που ένα ΝΔ «μαθαίνει» μπορεί να παρομοιαστεί με τον τρόπο που το παιδί μαθαίνει μία γλώσσα, να αναγνωρίζει μοτίβα, σχήματα και ήχους και να τα ξεχωρίζει μεταξύ τους. Στους πραγματικούς νευρώνες η ισχύς της σύναψης (σύνδεσης) υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε η συμπεριφορά κάθε νευρώνα μπορεί να αλλάξει ή να προσαρμοστεί στην ιδιαιτερότητα του ερεθίσματος. Στους τεχνητούς νευρώνες το αντίστοιχο είναι η τροποποίηση των τιμών βάρους. Τα νευρωνικά δίκτυα δεν λειτουργούν ποτέ την πρώτη φορά. Έτσι, πρέπει να «μάθουν». Η

εκμάθηση γίνεται μέσω αλγορίθμων επαναληπτικής διαδικασίας προσαρμογής βάρους. Ο τύπος της μάθησης καθορίζεται από το τρόπος τροποποίησης των βαρών.

Τα τρία κύρια μαθησιακά παραδείγματα είναι (Taffesse, 2007):

- εποπτευόμενη μάθηση
- μη εποπτευόμενη μάθηση
- μάθηση με ενίσχυση

Η μέθοδος των νευρωνικών δικτύων βασίζεται στην εκτίμηση της αξίας ενός ακινήτου με την εισαγωγή σε ένα σύστημα δεδομένων που σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Ακολουθεί η επεξεργασία με την εφαρμογή των κατάλληλων σταθμίσεων και συναρτήσεων μετασχηματισμού και στη συνέχεια εξάγεται το στρώμα εκτιμώμενης αγοραίας αξίας του ακινήτου.

## **2.5.2 Μέθοδος ηδονικής αποτίμησης**

Η ηδονική μέθοδος (hedonic price method) έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και αποτελεί μια οικονομετρική προσέγγιση για την εκτίμηση της αξίας των ακινήτων. Στην ηδονική προσέγγιση κάθε ακίνητο θεωρείται ότι είναι τελείως διαφορετικό από κάθε άλλο και αποτελείται από ένα σύνολο ιδιαίτερων χαρακτηριστικών. Το άθροισμα των αξιών των επιμέρους χαρακτηριστικών προσδιορίζουν την αξία του ακινήτου, καθώς καθένα από αυτά έχει μια συγκεκριμένη τιμή ανάλογα με τη χρησιμότητά του για τους κατόχους. Οι ηδονικές τεχνικές αποτίμησης αποσκοπούν στον προσδιορισμό του τρόπου με το οποίο τα επιμέρους χαρακτηριστικά των ακινήτων διαμορφώνουν τις τιμές τους. Ένα ηδονικό μοντέλο προσδιορίζει τη συνεισφορά των επιμέρους χαρακτηριστικών ενός ακινήτου με τη χρήση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης. Το μοντέλο αυτό, μετράει τη συνεισφορά κάθε χαρακτηριστικού του ακινήτου στο σύνολο της αξίας του ξεχωριστά και θεωρεί ως κύριες μεταβλητές το χρόνο και την περιοχή.

Η εκτίμηση της αξίας του ακινήτου επιτυγχάνεται με την κατάλληλη επιλογή των παραμέτρων που θα περιλαμβάνει το μοντέλο και την παλινδρόμηση που θα περιγράψει καλύτερα τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η εξαρτημένη μεταβλητή στα ηδονικά μοντέλα είναι η αξία του ακινήτου, ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές, είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν την εξαρτημένη, δηλαδή είναι το σύνολο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ακινήτου καθώς και των ιδιαιτεροτήτων ή των ιδιομορφιών της περιοχής που αυτό βρίσκεται. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσέγγισης, ο καταναλωτής επιλέγει το ακίνητο με σκοπό να μεγιστοποιήσει τη χρησιμότητά του, δηλαδή, να διαθέτει τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που ο ίδιος επιθυμεί ή με βάση το ποσό που μπορεί να ξοδέψει για την απόκτησή του. Σημειώνεται ότι, για την απόκτηση όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων απαιτείται σημαντικός αριθμός παρατηρήσεων, ορθή εξειδίκευση του μοντέλου και επιλογή των ερμηνευτικών μεταβλητών.

Η μέθοδος ηδονικής αποτίμησης χρησιμοποιείται συχνά για την εκτίμηση ποσοτικών τιμών σχετικά με το περιβάλλον και το πως αυτές οι τιμές επηρεάζουν άμεσα τις αγοραίες αξίες των ακινήτων. Πολλές φορές, όπως και στην παρούσα εργασία, η ηδονική τιμολόγηση γίνεται με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης.

### 2.5.3 Ασαφής λογική

Τα νευρωνικά δίκτυα και οι μεθοδολογίες εκτίμησης βασισμένες στην ασαφή λογική (fuzzy logic) είναι οι δύο πιο βασικές μη συμβατικές προσεγγίσεις που συχνά έχουν προταθεί ή εφαρμόζονται για την αποτίμηση επενδύσεων σε ακίνητα.

Η ασαφής λογική αποτελεί μια γενίκευση της κλασσικής λογικής και λειτουργεί με μηχανισμούς προσεγγιστικού συλλογισμού εξάγοντας συμπεράσματα. Στα ασαφή μαθηματικά, η ασαφής λογική είναι μια μορφή λογικής πολλών τιμών, στην οποία οι τιμές αλήθειας των μεταβλητών μπορεί να είναι οποιοσδήποτε πραγματικός αριθμός στο κλειστό διάστημα  $[0,1]$ . Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της έννοιας της μερικής αλήθειας, όπου η τιμή της αλήθειας μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ εντελώς αληθούς και εντελώς ψευδούς. Αντίθετα με τη δυαδική λογική ένα ασαφές σύνολο δεν έχει αυστηρά καθορισμένα όρια, επιτρέποντας ένα φυσικό τρόπο επεξεργασίας δεδομένων καθώς στη δυαδική λογική, οι τιμές αλήθειας των μεταβλητών μπορεί να είναι μόνο οι ακέραιες τιμές 0 ή 1 (Novák et al., 1999).

Όπως και τα νευρωνικά δίκτυα, η ασαφής λογική, προσεγγίζει τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης. Αρχικά αναπαρίσταται η ασάφεια ώστε να γίνει αντιληπτή και να εξαχθούν συμπεράσματα μέσω μαθηματικών αναπαραστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές εισόδου μετατρέπονται σε γλωσσικές μεταβλητές (ασαφοποίηση). Στη συνέχεια αναπτύσσονται και επεξεργάζονται οι κανόνες και τέλος γίνεται η αποασαφοποίηση, δηλαδή η μετάφραση των συναρτήσεων συμμετοχής σε αριθμούς ή σε λεκτικές εκφράσεις (Pagourtzi et al., 2003).

Ένα ασαφές λογικό σύστημα είναι μοναδικό στο ότι είναι σε θέση να χειρίζεται ταυτόχρονα αριθμητικά δεδομένα και γλωσσικά δεδομένα. Πρόκειται για μια μη γραμμική χαρτογράφηση ενός διανύσματος δεδομένων εισόδου (χαρακτηριστικό) σε μια κλιματική έξοδο, δηλαδή χαρτογραφεί τους αριθμούς σε αριθμούς. Η θεωρία ασαφών συνόλων και η ασαφής λογική καθορίζουν τις ιδιαιτερότητες της μη γραμμικής χαρτογράφησης (Mendel, 1995).

### 2.5.4 Συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών

Ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographic Information System-GIS) είναι ένα σύστημα συλλογής, διαχείρισης και ανάλυσης γεωγραφικών δεδομένων, επιτρέποντας την ανάλυση και οπτικοποίηση χωρικών στοιχείων. Με αυτήν την ικανότητα, το GIS αποκαλύπτει βαθύτερες πληροφορίες σχετικά με δεδομένα όπως μοτίβα, σχέσεις και καταστάσεις.

Η χωρική ανάλυση παρέχει δύο πολύ διαφορετικούς τύπους πληροφοριών. Ο ένας αφορά τα χαρακτηριστικά των χωρικών αντικειμένων, τα οποία περιλαμβάνουν στοιχεία όπως η περιοχή, ο πληθυσμός, οι βροχοπτώσεις ή ο τύπος εδάφους κ.λπ. Το άλλο αφορά πληροφορίες σχετικά με τις χωρικές περιοχές, οι οποίες γενικά περιγράφονται μέσω των θέσεων τους στο χάρτη ή από συστήματα γεωγραφικών συντεταγμένων. Η χωρική αυτοσυσχέτιση αφορά το βαθμό στον οποίο τα αντικείμενα ή οι δραστηριότητες είναι παρόμοιες με άλλα αντικείμενα ή δραστηριότητες που βρίσκονται κοντά.

Τα χωρικά αντικείμενα που αναφέρονται στις περισσότερες αναλύσεις είναι πολύγωνα που αντιστοιχούν σε περιοχές μέτρησης, δηλαδή περιοχές στατιστικής σημασίας όπως περιοχές που έχουν γίνει απογραφές πληθυσμού, περιοχές χωρισμένες με βάση τα σχολεία και γενικότερα περιοχές στις

οποίες έχει γίνει στατιστική έρευνα. Για ορισμένους τύπους χωρικής ανάλυσης, είναι σύνηθες να αντικαθίστανται τα πολύγωνα με σημεία (ένα γεωγραφικό κέντρο ή ένα σταθμισμένο κέντρο, για παράδειγμα) αν και αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εισαγωγή σημαντικού σφάλματος (Ding & Fotheringham, 1992).

## Κεφάλαιο 3

### Οι χρησιμοποιηθείσες μέθοδοι στη βιβλιογραφία

#### 3.1 Γενικά

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μια γενική εισαγωγική βιβλιογραφική αναφορά στις διάφορες μεθόδους εκτίμησης των τιμών των ακινήτων που έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες επιστημονικές εργασίες που ασχολούνται με τα θέματα αυτά. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναλυτικότερη παρουσίαση των δύο μεθόδων που εφαρμόζονται στην παρούσα εργασία, δηλαδή την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και τα Νευρωνικά Δίκτυα.

##### 3.1.1 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (ηδονική αποτίμηση)

Οι πρώτες προσπάθειες εκτίμησης τιμών ακινήτων έγιναν με τη χρήση της μεθόδου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και βασίστηκαν στη θεωρία του Court (1939). Ο Court όμως ανέπτυξε ένα σύστημα εκτίμησης τιμών αυτοκινήτων. Οι ηδονικές παλινδρομήσεις αναλύουν την τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου στα συστατικά στοιχεία του περιουσιακού στοιχείου και, στη συνέχεια, χρησιμοποιούν κάποια μορφή συνηθισμένης ανάλυσης παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων για να εξετάσουν πώς κάθε μεμονωμένος παράγοντας συνεισφέρει στη συνολική αξία του στοιχείου.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι κάθε ακίνητο έχει εξειδικευμένα χαρακτηριστικά που το καθιστούν μοναδικό, η εκτίμηση της τιμής του που στηρίζεται σε βάσεις δεδομένων ακινήτων μπορεί να είναι δύσκολη. Ένας ερευνητής, αντί να τιμολογεί ένα συγκεκριμένο ακίνητο άμεσα, πρέπει να αποδομήσει το ακίνητο στα στοιχεία προστιθέμενης αξίας τους, όπως το μέγεθος του, η παλαιότητα, ο αριθμός των μπάνιων, ο αριθμός των υπνοδωματίων, η περιοχή που βρίσκεται, κ.ά. Ένα καλά ορισμένο ηδονικό μοντέλο θα εκτιμήσει τη συνεισφορά στη συνολική τιμή καθενός από αυτά τα χαρακτηριστικά ξεχωριστά. Αυτή η τεχνική προϋποθέτει ότι οι μεταβλητές έχουν γραμμική σχέση, που σημαίνει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση των ανεξάρτητων, όπου κάθε μία από αυτές τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει το δικό της συντελεστή (βάρος), συν έναν σταθερό όρο.

Το μοντέλο παλινδρόμησης, αν και απλό, μπορεί να αποκαλύψει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τα δεδομένα. Η απλότητα του μοντέλου παρέχει ορισμένα πλεονεκτήματα καθώς: (1) είναι εύκολο στη χρήση και κατανόηση, (2) παρέχει εύκολη και σταθερή επιλογή μεταβλητών, (3) η τροποποίηση είναι σχετικά απλή, ενώ το ίδιο ισχύει και για την ενημέρωση και τη γενίκευσή του, και (4) το συμπέρασμα προκύπτει αβίαστα και ως εκ τούτου είναι εύκολο να προκύψει και μια ευρύτερη κατανόηση του θέματος για το οποίο είναι διαθέσιμα τα δεδομένα (Alexandridis et al., 2018).

Οι Dimopoulos & Moulas (2016) χρησιμοποιούν τη χωρική παραλλαγή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης γνωστή ως Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (ΓΣΠ). Αυτή η μέθοδος είναι μια τοπική μορφή γραμμικής παλινδρόμησης που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση χωρικών σχέσεων. Το πλεονέκτημα της ΓΣΠ είναι ότι δημιουργεί διαφορετικές τοπικές εξισώσεις για ένα σύνολο οντοτήτων (ιδιοτήτες). Ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η ίδια για κάθε εξίσωση (τιμή ιδιότητας), οι ανεξάρτητες

μεταβλητές, οι αντίστοιχοι συντελεστές τους καθώς και ο σταθερός όρος ενδέχεται να διαφέρουν. Στην περίπτωση αυτή οι παρατηρήσεις κοντά στο σημείο παλινδρόμησης λαμβάνουν υψηλότερο βάρος, ενώ οι παρατηρήσεις μακριά από το σημείο παλινδρόμησης λαμβάνουν χαμηλότερο βάρος. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα της ΓΣΠ απεικονίζονται οπτικά μέσω της παραγωγής θεματικών χαρτών, οι οποίοι επιτρέπουν την εξαγωγή εξαιρετικά χρήσιμων συμπερασμάτων.

Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί άλλες παραλλαγές της παλινδρόμησης που έχουν αποδειχθεί εξίσου ή και περισσότερο αποδοτικές. Οι Doumpos et al. (2020) χρησιμοποίησαν δεδομένα από την ελληνική αγορά, για τη σύγκριση της παλινδρόμησης με ελάχιστα τετράγωνα, σε σχέση με την παλινδρόμηση με ελάχιστη απόλυτη συρρίκνωση και επιλογή χειριστή (LASSO) καθώς και παλινδρόμηση ελάχιστης απόλυτης απόκλισης (LAD). Επίσης η ανάλυση προχώρησε στη διερεύνηση των δεδομένων με τη χρήση συνολικών (global), τοπικών (local) και τοπικά σταθμισμένων (locally weighted) μοντέλων. Γενικά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα τοπικά σταθμισμένα γραμμικά μοντέλα μπορούν να αποδώσουν πολύ καλά, καθώς είναι σε θέση να συλλάβουν τη χωρική διακύμανση των τιμών με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι η ολική και η μη σταθμισμένη τοπική προσέγγιση.

Τέλος, η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση έχει χρησιμοποιηθεί ως βασική μέθοδος σε πολλά κράτη για τη μαζική εκτίμηση των ακινήτων για φορολογικούς λόγους. Οι μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν σε διάφορες χώρες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1  
Τεχνικές AVM σε διάφορες χώρες για φορολογικούς σκοπούς

Φορέας	Χώρα	Μεθοδολογία
Department of Lands	Αυστραλία	MRA
National Tax Board	Σουηδία	MRA
Valuation & Lands Agency	Βόρεια Ιρλανδία	MRA, ANN, CSA
Valuer General's Office	Τασμανία	MRA, AEP
Valuation New Zealand	Νέα Ζηλανδία	MRA
Singapore Valuation Department	Σιγκαπούρη	INDEXATION
Rating & Valuation Department	Χονγκ Κονγκ	MRA, INDEXATION
Valuation Division	Μαλαισία	EXPERT
Assessment Offices	ΗΠΑ	MRA, AEP, CSA
BC Assessment Authority	Βρετανική Κολομβία (BC)	MRA

*Σημείωση:* MRA=Ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης, ANN=Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, CSP=συγκριτική ανάλυση πωλήσεων, AEP=Διαδικασία προσαρμοστικής εκτίμησης, EXPERT= Ειδικά συστήματα, INDEXATION=Αναπροσαρμογή υπαρχουσών εκτιμήσεων.

*Πηγή:* McCluskey & Adair, 2018.



### 3.1.2 Νευρωνικά Δίκτυα

Τα νευρωνικά δίκτυα (ΝΔ) μπορούν να θεωρηθούν ως μηχανές που προσομοιώνουν τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία ή λειτουργία ενδιαφέροντος. Αποτελούνται από απλές μονάδες επεξεργασίας και έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν προηγούμενη γνώση και να τη διαθέτουν προς χρήση.

Η προσέγγιση των νευρωνικών δικτύων έχει την ικανότητα να αντιμετωπίζει μη γραμμικές σχέσεις και έτσι επιτρέπει τη λειτουργία σε ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών σε σχέση με τα ηδονικά μοντέλα. Μπορεί επίσης να προσαρμοστεί σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα, να χειριστεί θορυβώδη και ασαφή δεδομένα και να γενικεύει σε νέες καταστάσεις (Openshaw & Openshaw, 1997). Από την άλλη πλευρά, δεν είναι ξεκάθαρο πώς τα βάρη του μοντέλου σχετίζονται με την τιμή πώλησης και για το λόγο αυτό, τα ΝΔ χαρακτηρίζονται στη βιβλιογραφία ως «μαύρο κουτί». Ωστόσο, έχει σημειωθεί πρόοδος στην ερμηνεία της συμβολής των μεταβλητών εισόδου στο μοντέλο πρόβλεψης, χρησιμοποιώντας τα βάρη του νευρωνικού δικτύου (Mimis, Ronolis & Stamou, 2013).

Στη βιβλιογραφία έχουν χρησιμοποιηθεί τα ΝΔ για εκτίμηση της τιμής ακινήτων, και στην αγορά της Αθήνας (Mimis, Ronolis & Stamou, 2013). Πιο συγκεκριμένα, έχει χρησιμοποιηθεί ένας πολύ γνωστός και ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος νευρωνικών δικτύων, το multilevel perceptron. Αυτό είναι ένα δίκτυο εμπρόσθιας ανατροφοδότησης σφάλματος που εκπαιδεύεται με εποπτευόμενο τρόπο. Στο δίκτυο αυτό, η αρχιτεκτονική είναι εκείνη ενός κατευθυνόμενου γραφήματος και στη γενική του μορφή, το ΝΔ είναι πλήρως συνδεδεμένο, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε νευρώνας συνδέεται με όλους τους νευρώνες από το προηγούμενο στρώμα. Επίσης, εκπαιδεύεται με εποπτευόμενο τρόπο παρέχοντας στο δίκτυο ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης (ζεύγη εισόδων και επιθυμητές τιμές δεδομένων) και ενημερώνοντας τα βάρη για να ταιριάζουν με την παρεχόμενη έξοδο.

Σε μία άλλη προσέγγιση στην ελληνική αγορά, οι Alexandridis et al. (2018) πρότειναν ένα νευρωνικό δίκτυο τριών επιπέδων. Το κατώτερο επίπεδο καλείται επίπεδο εισόδου και αποτελείται από τις μεταβλητές εισόδου. Το μεσαίο στρώμα είναι το κρυφό επίπεδο και αποτελείται από κρυφές μονάδες (Hidden Units-HUs). Τέλος, το άνω επίπεδο ονομάζεται επίπεδο εξόδου όπου η προσέγγιση εκτιμάται με βάση τις τιμές-στόχους. Συχνά μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα κρυφά επίπεδα. Παρ' όλα αυτά ένας μικρός αριθμός HUs πιθανόν να οδηγήσει το νευρωνικό δίκτυο σε ανεπαρκή προσαρμογή στα δεδομένα (underfitting), ενώ ένας πολύ μεγάλος αριθμός HUs πιθανόν να οδηγήσει σε υπερπροσαρμογή (overfitting). Κάθε κόμβος σε ένα επίπεδο συνδέεται με κάθε κόμβο στο επόμενο επίπεδο με βάρος  $w_{i,j}$  όπου  $i, j$  είναι η σύνδεση μεταξύ δύο κόμβων σε διαδοχικά επίπεδα εντός του δικτύου. Οι μονάδες κάθε επιπέδου λαμβάνουν τις εισόδους από τις μονάδες των αμέσως παρακάτω επιπέδων και στέλνουν τα αποτελέσματά τους στις μονάδες των ακριβώς από πάνω επιπέδων. Η ροή των πληροφοριών γίνεται μέσω των συνδέσεων. Χρησιμοποιείται μια σιγμοειδής συνάρτηση ενεργοποίησης στο κρυφό επίπεδο ενώ υπάρχει γραμμική σύνδεση μεταξύ των νευρώνων και των κόμβων εξόδου.

Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν συνδυαστεί με συστήματα γεωγραφικής πληροφόρησης προσφέροντας έναν τρόπο για εικονική παρουσίαση και σύνδεση των δεδομένων με χάρτες και γραφήματα. Επίσης ενσωματώνονται στα μοντέλα, μέσω των προαναφερθέντων συστημάτων,

πληροφορίες σχετικά με το οικονομικο-κοινωνικό περιβάλλον, τις ευκαιρίες ψυχαγωγίας, τους χώρους πρασίνου κ.ο.κ. της κάθε γειτονιάς αυξάνοντας την ικανότητα πρόβλεψης τους.

### **3.1.3 Σύγκριση μεθόδων**

Σε σχέση με την επιλογή της περισσότερο κατάλληλης μεθόδου εκτίμησης των τιμών των ακινήτων, υπάρχουν διάφορες μελέτες που συγκρίνουν την απόδοση του ηδονικού μοντέλου με την προσέγγιση του νευρωνικού δικτύου στην αποτίμηση ακινήτων και άλλες μελέτες που υποστηρίζουν και τις δύο προσεγγίσεις. Οι Worzala et al. (1995) συνέκριναν δύο παραλλαγές ενός μοντέλου ΝΔ με παραδοσιακές τεχνικές πολλαπλής παλινδρόμησης και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η τελευταία είναι ανώτερη και στο ότι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη χρήση της προσέγγισης του νευρωνικού δικτύου. Σημείωσαν επίσης ότι διαφορετικά πακέτα λογισμικού παρείχαν ασυνεπή αποτελέσματα.

Οι Nguyen & Cripps (2001) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εάν ένα σύνολο δεδομένων περιλαμβάνει αρκετά μεγάλο αριθμό στοιχείων, το μοντέλο ΝΔ έχει καλύτερη απόδοση. Το δείγμα τους περιλάμβανε 3.900 παρατηρήσεις. Γενικεύοντας, συμπέραναν ότι, εάν κάποιος με ορθό τρόπο και σωστή διαχείριση εκπαιδεύσει το μοντέλο, με επάρκεια δεδομένων και τις κατάλληλες παραμέτρους, τότε η προσέγγιση με τη χρήση του νευρωνικού δικτύου αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Για πρακτικούς σκοπούς, το ΝΔ συνιστάται όταν υπάρχουν επαρκή δείγματα δεδομένων ή/και όταν δεν υπάρχει θεωρητική βάση για τη λειτουργική μορφή του μοντέλου δεδομένων. Διαφορετικά, συνιστάται η παλινδρόμηση. Ο Selim (2009), με δείγμα 5.741 ακινήτων από αστικές και αγροτικές περιοχές της Τουρκίας, συνέκρινε τις δύο προσεγγίσεις με την αξιολόγηση των κοινών μέτρων απόδοσης, δηλαδή το σφάλμα μέσου τετραγώνου (MSE), το root mean squared error (RMSE) και το μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE). Και στα τρία, το ΝΔ είχαν καλύτερα αποτελέσματα.

## Κεφάλαιο 4

### Η παρούσα έρευνα

#### 4.1 Βασικά στοιχεία

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διευρύνει την υπάρχουσα έρευνα σε θέματα που σχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν τις τιμές των ακινήτων. Το θέμα αυτό έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των ερευνητών, τόσο σε χώρες του εξωτερικού όσο και στη χώρα μας, για την εμπειρική διερεύνηση των αντίστοιχων θεμάτων και τη διαφώτιση διαφόρων διαστάσεων του ζητήματος αυτού, ώστε να αποτελέσουν τη βάση για μελλοντικό σχεδιασμό δράσεων και εφαρμογών. Στην κατεύθυνση αυτή κινείται και η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία.

Ειδικότερα, η μελέτη στοχεύει να προσδιορίσει τους παράγοντες διαμορφώνουν τις τιμές πώλησης των κατοικιών σε επιλεγμένους δήμους του Νομού Αττικής στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας. Η ερευνητική προσπάθεια επικεντρώνεται στην εκτίμηση των τιμών πώλησης των κατοικιών με τη χρήση δύο μοντέλων εκτίμησης και με βάση ένα σύνολο αντικειμενικών χαρακτηριστικών (attributes) για τα ακίνητα αυτά. Πρακτικά γίνεται προσπάθεια, να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της εμπειρικής εκτίμησης των τιμών των ακινήτων με τα συμπεράσματα περισσότερο μαθηματικών προσεγγίσεων, που θα μπορούσαν να προσφέρουν στον ερευνητή-εκτιμητή πρόσθετα και καλύτερα εργαλεία για την απόκτηση πληρέστερων και αντιπροσωπευτικότερων εκτιμήσεων. Ειδικότερα, η μελέτη στοχεύει στην αποτύπωση της σχέσης της τιμής με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα το εμβαδόν ή η παλαιότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα η ποιότητα κατασκευής και η κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες της γειτονιάς.

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη βιβλιογραφική ανασκόπηση, με την πρόοδο στο χώρο της ανάλυσης δεδομένων, προέκυψαν αρκετά διαθέσιμα εργαλεία για τη διαχείριση και την αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων. Επιπλέον, ο κλάδος της αγοράς και της πώλησης ακινήτων σταδιακά ψηφιοποιείται. Ως αποτέλεσμα υπάρχουν πλέον διαθέσιμα, εύκολα προσβάσιμα και διαχειρίσιμα αντίστοιχα στοιχεία που αναφέρονται τόσο στην εξέλιξη των τιμών όσο και σε άλλα χαρακτηριστικά των ακινήτων. Πιο συγκεκριμένα, οι αγοραπωλησίες των ακινήτων και στην Ελλάδα γίνονται, σε μεγάλο βαθμό, με τη βοήθεια διαδικτυακών πλατφορμών, ενώ πλέον οι πωλήσεις καταγράφονται στο Μητρώο Αξιών Μεταβιβάσεων Ακινήτων του Υπουργείου Οικονομικών. Με τον τρόπο αυτό είναι διαθέσιμος ένας μεγάλος όγκος δεδομένων, ο οποίος μπορεί να αποτελέσει τη βάση και να αξιοποιηθεί με την εφαρμογή σχετικών αλγορίθμων πρόβλεψης και εκτίμησης.

Συνεπώς, προσφέρεται η δυνατότητα για την απόκτηση ακριβέστερων εκτιμήσεων από τους διάφορους εμπλεκόμενους στην αγορά ακινήτων. Οι ενδιαφερόμενοι μπορεί να είναι εταιρείες εκτιμητών, επενδυτές ακινήτων με μεγάλα χαρτοφυλάκια ακινήτων, τράπεζες, ή το κράτος, ενώ οι εκτιμήσεις μπορεί να εξυπηρετούν πολλαπλούς στόχους, όπως για παράδειγμα είναι η δανειοδότηση για τις τράπεζες ή φορολογικοί λόγοι για το κράτος. Η παρούσα εργασία κινείται στην κατεύθυνση κάλυψης της ανάγκης αυτής, εστιάζοντας στην αγορά της Αθήνας, με προοπτικές όμως η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές με κατάλληλες προσαρμογές, ενώ τα

συμπεράσματα που προκύπτουν να αξιοποιηθούν για την απόκτηση αντικειμενικότερων και ορθότερων προσεγγίσεων των τιμών.

## 4.2 Μεθοδολογία

**Συλλογή δεδομένων:** Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας προέρχονται από το Μητρώο Αξιών Μεταβιβάσεων Ακινήτων του Υπουργείου Οικονομικών. Η βάση δεδομένων έχει εμπλουτιστεί με επιπρόσθετες πληροφορίες που αφορούν στα χαρακτηριστικά των κατοικιών.

**Το δείγμα της έρευνας:** Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που αφορούν τις τιμές πώλησης των κατοικιών σε επιλεγμένους Δήμους του Νομού Αττικής στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των κατοικιών αυτών. Στο δείγμα της έρευνας περιλαμβάνονται 3.368 κατοικίες συνολικά, ενώ οι σχετικές συναλλαγές έλαβαν χώρα κατά την περίοδο 2017-2019.

**Ανάλυση δεδομένων:** Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε σειρά ερευνητικών εργαλείων κατάλληλων για τη διαχείριση και την αξιοποίηση αντίστοιχων δεδομένων, όπως προκύπτει από τη σχετική βιβλιογραφία, και στατιστικά μέτρα που μετρούν ικανοποιητικά τις υπό μελέτη μεταβλητές. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή των εργαλείων, έγινε με κριτήρια το θεωρητικό πλαίσιο, τα χαρακτηριστικά και τον σκοπό της έρευνας και τις ερευνητικές υποθέσεις.

Για την στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel, και οι γλώσσες προγραμματισμού R και Python. Συγκεκριμένα, για την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων του αντίστοιχου Μητρώου του Υπουργείου Οικονομικών ακολουθήθηκαν τα ακόλουθα βήματα: Κατ' αρχάς, με τη χρήση μεθόδων περιγραφικής στατιστικής υπολογίστηκαν αντίστοιχα μέτρα για την απεικόνιση των χαρακτηριστικών των υπό εξέταση ακινήτων, που αφορούσαν τις τιμές πώλησης, το μέγεθος, την παλαιότητα, το πλήθος, τη γεωγραφική κατανομή, κ.ά.

Για την εκτίμηση της τιμής των ακινήτων του δείγματος, χρησιμοποιήθηκαν δύο μοντέλα εκτίμησης που βασίστηκαν στη μέθοδο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και στα νευρωνικά δίκτυα. Η χρήση δύο εναλλακτικών μεθόδων, δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων και τη διασφάλιση ασφαλέστερων συμπερασμάτων και καλύτερων εκτιμήσεων. Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε οι τιμές πωλήσεων των κατοικιών στην Αθήνα, ενώ ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν το μέγεθος ως έκφραση του εμβαδού, η παλαιότητα, η απόσταση του ακινήτου από το κέντρο (μόνο στη μέθοδο της παλινδρόμησης), το είδος του ακινήτου, ο όροφος καθώς και η κατάσταση του ακινήτου. Ως ανεξάρτητη επίσης μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε και μια μεταβλητή κατηγοριοποίησης της ποιότητας της περιοχής. Και στις δύο μεθοδολογίες, τα δεδομένα της τιμής και του εμβαδού (και της παλαιότητας μόνο στην Γραμμική παλινδρόμηση) μετασχηματίστηκαν λογαριθμικά, ώστε να περιοριστεί ο υψηλός βαθμός ασυμμετρίας που χαρακτηρίζει τις κατανομές των παραγόντων αυτών και ταυτόχρονα να μειωθούν οι ακραίες τιμές (outliers). Επιπλέον, κατά τη διαδικασία επεξεργασίας των αντίστοιχων παλινδρομήσεων έγιναν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows 10, επεξεργαστή Intel i7-1065 και μνήμη RAM 16GB. Για το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία αποτελεί βασικό

εργαλείο της επιστήμης ανάλυσης δεδομένων. Στη μέθοδο των νευρωνικών δικτύων χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα ανοιχτού κώδικα Python.

## Κεφάλαιο 5

### Ανάλυση δεδομένων-Περιγραφή της αγοράς

#### 5.1 Περιγραφή της αγοράς

Η Αθήνα είναι η πρωτεύουσα της Ελλάδας και η μεγαλύτερη πόλη της με πληθυσμό της μητροπολιτικής περιοχής της κοντά στα 3.700.000 κατοίκους, επίσης στην Αθήνα βρίσκονται οι πρώτες πέντε πλουσιότερες γειτονίες της Ελλάδας. Κατά τα τελευταία χρόνια σημαντικές αλλαγές σημειώθηκαν στην αγορά ακινήτων στην Αθήνα με την ανάπτυξη της αγοράς βραχυχρόνιας μίσθωσης, την παροχή δυνατότητας απόκτησης άδειας παραμονής στη χώρα σε ξένους υπηκόους (Golden Visa) και την επακόλουθη προσέλκυση ξένων αγοραστών καθώς και την εκκίνηση των εργασιών για την αξιοποίηση της έκτασης του πρώην αεροδρομίου στο Ελληνικό και την αναμενόμενη αύξηση της κατασκευαστικής δραστηριότητας και αναμόρφωση της ευρύτερης περιοχής. Οι εξελίξεις αυτές οδήγησαν σε τόνωση της αγοράς ακινήτων σε συγκεκριμένες γειτονίες, χωρίς όμως να ανακάμπτει συνολικά η αγορά στα προ κρίσης επίπεδα.

Η μορφή της αγοράς ακινήτων στην Αθήνα παρουσιάζει ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Πρώτον, η αθηναϊκή αγορά χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια, καθώς υπάρχουν μεγαλύτερες γειτονίες, μικρότερες αστικές περιοχές, πλούσια προάστια, δημοφιλείς τουριστικές περιοχές κοντά στο κέντρο ή στα νότια προάστια, κ.λπ. Οι περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει στην Ελλάδα συνήθως καλύπτουν μεγάλες μητροπολιτικές περιοχές δηλαδή την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη. Η ετερογένεια που χαρακτηρίζει την αθηναϊκή αγορά αποτελεί μια ενδιαφέρουσα προς διερεύνηση περίπτωση, καθώς μπορεί να συμβάλλει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τη λειτουργία της αγοράς κατοικιών στη συγκεκριμένη περιοχή, τα οποία παράλληλα θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στην λειτουργία της αγοράς ακινήτων συνολικά ή σε άλλες περιοχές.

Όσον αφορά στην εξέλιξη βασικών μεγεθών της αγοράς ακινήτων σημειώνεται ότι, από το 2009 η Ελλάδα έχει βιώσει σημαντική οικονομική ύφεση η οποία είχε ως αποτέλεσμα την πτώση των τιμών των ακινήτων κατοικιών περισσότερο από 40% (κατά την περίοδο 2009-2018), σύμφωνα με επίσημα στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος. Ωστόσο η κατάσταση φαίνεται να βελτιώνεται στην πιο πρόσφατη περίοδο. Πιο συγκεκριμένα, κατά την περίοδο Ιανουαρίου- Ιουλίου 2020, η συνολική οικοδομική δραστηριότητα (ιδιωτική-δημόσια) στην Ελλάδα κατέγραψε 15,9% αύξηση στον αριθμό των εκδοθέντων οικοδομικών αδειών, 17,4% αύξηση στην επιφάνεια και 18,1% αύξηση του όγκου, σε σύγκριση με την αντίστοιχη περίοδο του 2019. Επίσης, κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου, Ιανουάριος- Ιούλιος 2020, η ιδιωτική οικοδομική δραστηριότητα στην Ελλάδα σημείωσε αύξηση 15,4% του αριθμού των εκδοθέντων οικοδομικών αδειών, αύξηση της επιφάνειας κατά 18,8% και αύξηση κατά 20,6% του όγκου, σε σύγκριση με την αντίστοιχη περίοδο Ιανουαρίου- Ιουλίου 2019 (ΕΛΣΤΑΤ, 2020).

## 5.2 Κατανομή και χαρακτηριστικά των κατοικιών ανά Δήμο

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας προέρχονται από το Μητρώο Αξιών Μεταβιβάσεων Ακινήτων του Υπουργείου Οικονομικών. Η βάση δεδομένων έχει εμπλουτιστεί με επιπρόσθετες πληροφορίες που αφορούν στα χαρακτηριστικά των πωληθέντων κατοικιών και προέρχονται από κορυφαία εταιρία που δραστηριοποιείται ενεργά στον τομέα των ακινήτων στην Ελλάδα και διεθνώς.

Τα δεδομένα αφορούν πωλήσεις κατοικιών που έλαβαν χώρα σε Δήμους του Νομού Αττικής (στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας) το διάστημα 2017-2019. Το δείγμα περιλαμβάνει 3.368 κατοικίες συνολικά. Η οργάνωση των δεδομένων έχει γίνει αρχικά με βάση το δήμο όπου βρίσκεται το κάθε ακίνητο. Στη συνέχεια έγινε ομαδοποίηση των δεδομένων που ανήκουν σε κοντινούς δήμους και έτσι προέκυψαν οκτώ ευρύτερες περιοχές. Οι ευρύτερες περιοχές και οι αντίστοιχοι Δήμοι που περιλαμβάνονται σε αυτές είναι οι εξής:

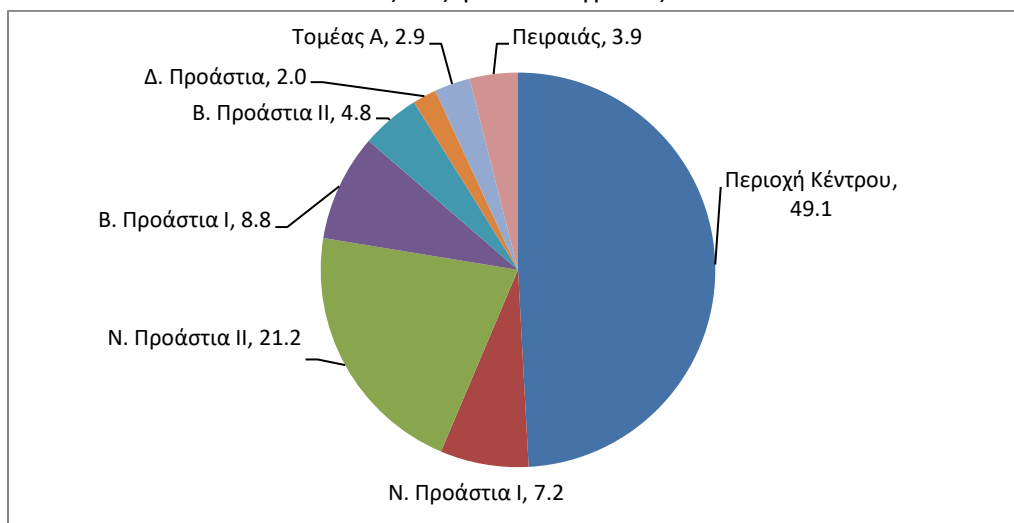
- *Κέντρο Αθήνας.*
- *Νότια Προάστια (I),* Δήμοι: Ζωγράφου Καισαριανής Βύρωνα Υμηττού, Δάφνης.
- *Νότια Προάστια (II),* Δήμοι: Νέας Σμύρνης Παλαιού Φαλήρου Αγίου Δημητρίου, Αλίμου, Ελληνικού, Αργυρούπολης, Ηλιούπολης, Γλυφάδας, Βούλας, Βουλιαγμένης, Βάρης.
- *Βόρεια Προάστια(I),* Δήμοι: Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Αγίας Παρασκευής, Παπάγου, Χολαργού, Φιλοθέης, Ψυχικού, Νέου Ψυχικού, Ηρακλείου.
- *Βόρεια Προάστια(II),* Δήμοι: Κηφισιάς, Εκάλης, Ν. Ερυθραίας, Ν. Πεντέλης, Πεντέλης, Μελισσίων, Βριλησίων, Λυκόβρυσης, Πεύκης.
- *Δυτικά Προάστια,* Δήμοι: Αιγάλεω Αγίας Βαρβάρας Χαϊδαρίου Περιστερίου Πετρούπολης Ίλιον Αγίων Αναργύρων Καματερού
- *Πειραιάς,* Δήμοι: Πειραιά Δραπετσώνας Κορυδαλλού Κερατσινίου Αγίου Ιωάννη Ρέντη Νίκαιας Περάματος Μοσχάτου Ταύρου Καλλιθέας
- *Τομέας Α,* Δήμοι: Μεταμόρφωσης Νέας Ιωνίας Γαλατσίου Νέας Φιλαδέλφειας Νέας Χαλκηδόνας.

Στη βάση των δεδομένων, επιπρόσθετα, περιλαμβάνονται στοιχεία για τα ακίνητα που αφορούν το μέγεθος (σε τετραγωνικά μέτρα), το είδος του ακινήτου (διαμέρισμα ή μονοκατοικία), το έτος κατασκευής του κτίσματος, την απόσταση από το κέντρο της Αθήνας, τον όροφο που βρίσκεται το ακίνητο, το σύνολο των ορόφων του κτίσματος, το είδος θέρμανσης, την ποιότητα κατασκευής του ακινήτου, το σύνολο των υπνοδωματίων, την ύπαρξη ή απουσία ανελκυστήρα, τον αριθμό των μπάνιων και τέλος την ποιότητα συντήρησης του ακινήτου.

Εξετάζοντας την κατανομή των πωληθέντων κατοικιών στις οκτώ ευρύτερες περιοχές της Αθήνας παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος αριθμός (1.655 κατοικίες) συγκεντρώνεται στο κέντρο της Αθήνας, η οποία συγκεντρώνει το 49,1% των συνολικών πωλήσεων κατοικιών (Σχήμα 5.1). Σημαντικό τμήμα των πωλήσεων έχει πραγματοποιηθεί στα Νότια Προάστια (958 κατοικίες) που συγκεντρώνουν το 28,4% των πωλήσεων στις 2 επιμέρους περιοχές (244 κατοικίες ή 7,2% και 714 κατοικίες ή 21,0%, αντίστοιχα). Στο 13,6% ανέρχονται οι συναλλαγές στα Βόρεια Προάστια (547 κατοικίες) στις 2 επιμέρους περιοχές (295

κατοικίες ή 8,8% και 162 κατοικίες ή 4,8% αντίστοιχα). Περιορισμένες είναι οι πωλήσεις στις άλλες περιοχές, οι οποίες ανέρχονται συνολικά στο 8,8% των συνολικών πωλήσεων. Στις 133 ανέρχονται οι πωληθείσες κατοικίες στον Πειραιά (3,9%), στις 99 στον Τομέα Α (2,9%) και στις 66 στα Δυτικά Προάστια (2,0%).

Σχήμα 5.1  
Κατανομή των πωλήσεων κατοικιών στις οκτώ ευρύτερες περιοχές της Αθήνας για τα δεδομένα του εξεταζόμενου δείγματος



Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία των πωλήσεων κατοικιών που πραγματοποιήθηκαν στην Αθήνα ανά δήμο και στις ευρύτερες περιοχές και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των ακινήτων που αφορούν στο μέσο μέγεθος, τη μέση ηλικία και τον αριθμό των πωληθέντων κατοικιών. Με βάση τα στοιχεία της κατανομής των πωλήσεων των κατοικιών στους δήμους ο τρίτος τομέας του Δήμου Αθηναίων συγκεντρώνει το υψηλότερο ποσοστό των πωλήσεων (27,7%), ενώ υψηλά είναι τα ποσοστά πωλήσεων και στους άλλους δύο τομείς του Δήμου (11,6% και 9,9%, αντίστοιχα). Επίσης, ο Δήμος Νέας Σμύρνης παρουσιάζει ποσοστό συναλλαγών 7,2%, δύο επιπλέον δήμοι εμφανίζουν ποσοστά υψηλότερα του 3,0% (ο Δήμος Παλαιού Φαλήρου 3,8% και ο Ζωγράφου 3,3%), τέσσερις δήμοι ποσοστά υψηλότερα του 2,0% (Δήμος Ηλιούπολης 2,6%, Χαλανδρίου και Βύρωνα 2,5% και Κηφισιάς 2,1%), ενώ χαμηλότερα ποσοστά εμφανίζουν υπόλοιποι δήμοι.

Εξετάζοντας αναλυτικά τις πωλήσεις κατοικιών στις επιμέρους ευρύτερες περιοχές σημειώνεται ότι, στα Νότια Προάστια (II), που ως περιοχή παρουσιάζει το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό πωλήσεων, οι δήμοι Νέας Σμύρνης (33,9%), Παλαιού Φαλήρου (17,8%) και Γλυφάδας (12,%) παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά συγκεντρώνοντας σχεδόν τα δύο τρίτα των πωλήσεων της περιοχής αυτής. Στα Νότια Προάστια (I) οι δήμοι Ζωγράφου (45,1%), Βύρωνα (34,4%) και Καισαριανής (14,3%) συγκεντρώνουν τη συντριπτική πλειοψηφία των πωλήσεων της περιοχής αυτής (93,9%). Στα Βόρεια Προάστια (I) οι δήμοι Χαλανδρίου (28,8%), Χολαργού (16,6%), Αμαρουσίου (13,6%), Ηρακλείου (13,6%) και Αγίας Παρασκευής παρουσιάζουν ποσοστά υψηλότερα του 10,0% των πωλήσεων της περιοχής αυτής.



**Πίνακας 5.1**  
**Μέσοι όροι βασικών μεταβλητών ομαδοποιημένοι με βάση το δήμο που βρίσκονται τα ακίνητα**

Κωδικός	Δήμος / Τομέας	Μέση Αξία	Προσαρμοσμένη τιμή <sup>1</sup>	Μέσο εμβαδό	Μέση ηλικία	Τιμή/ τ.μ.	Πλήθος	% του συνόλου	% της ευρύτερης περιοχής
111	Πρώτος τομέας Δ. Αθηνών	79.377	79.377	69,6	53,3	1.140	390	11,6	23,6
112	Δεύτερος τομέας Δ. Αθηνών	76.760	76.760	64,8	49,9	1.185	333	9,9	20,1
113	Τρίτος τομέας Δ. Αθηνών	51.452	51.452	65,0	50,3	791	932	27,7	56,3
<b>Σύνολο</b>	<b>Περιοχή Κέντρου</b>	<b>61.594.25</b>	<b>69.196</b>	<b>66,5</b>	<b>51,2</b>	<b>1.041</b>	<b>1.655</b>	<b>49,1</b>	<b>100,0</b>
121	Δήμος Ζωγράφου	50.913	61.594	64,1	46,2	960	110	3,3	45,1
122	Δήμος Καισαριανής	46.782	50.913	58,7	45,2	867	35	1,0	14,3
123	Δήμος Βύρωνα	48.414	52.506	64,5	42,5	814	84	2,5	34,4
124	Δήμος Υμηττού	76.363	83.322	89,6	56,1	930	9	0,3	3,7
125	Δήμος Δάφνης	65.056	69.329	70,0	39,7	990	6	0,2	2,5
<b>Σύνολο</b>	<b>Νότια Προάστια Ι</b>	<b>58.634</b>	<b>63.533</b>	<b>69,4</b>	<b>45,9</b>	<b>916</b>	<b>244</b>	<b>7,2</b>	<b>100,0</b>
131	Δήμος Κηφισιάς	215.788	230.119	126,8	38,1	1.815	70	2,1	43,2
132	Δήμος Εκάλης	385.000	411.284	283,6	29,3	1.450	4	0,1	2,5
133	Δήμος Νέας Ερυθραίας	236.486	254.144	140,6	33,0	1.808	21	0,6	13,0
134	Δήμος Νέας Πεντέλης	300.000	326.760	176,3	17,0	1.853	1	0,0	0,6
135	Δήμος Πεντέλης	550.000	592.919	354,6	18,0	1.672	1	0,0	0,6
136	Δήμος Μελισσίων	154.858	166.763	99,7	18,7	1.672	9	0,3	5,6
137	Δήμος Βριλησίων	179.312	190.288	126,6	29,9	1.503	35	1,0	21,6
138	Δήμος Λυκόβρυσης	170.754	185.582	99,2	16,0	1.871	1	0,0	0,6
139	Δήμος Πεύκης	101.194	107.976	90,3	35,2	1.195	20	0,6	12,3
<b>Σύνολο</b>	<b>Βόρεια Προάστια ΙΙ</b>	<b>254.821</b>	<b>273.982</b>	<b>166,4</b>	<b>26,1</b>	<b>1.646</b>	<b>162</b>	<b>4,8</b>	<b>100,0</b>

<sup>1</sup> Η προσαρμοσμένη τιμή αφορά μετατροπή των τιμών πώλησης των ακινήτων σε δεδομένα τέλους του 2019 καθώς οι αξία του χρήματος μεταβάλλεται στο χρόνο (περαιτέρω επεξήγηση στο Κεφάλαιο 6)

Κωδικός	Δήμος / Τομέας	Μέση Αξία	Προσαρμοσμένη τιμή	Μέσο εμβαδό	Μέση ηλικία	Τιμή/ τ.μ.	Πλήθος	% του συνόλου	% της ευρύτερης περιοχής
141	Δήμος Αμαρουσίου	109.280	116.698	93,2	38,3	1.252	40	1,2	13,6
142	Δήμος Χαλανδρίου	123.821	131.924	102,9	37,6	1.283	85	2,5	28,8
143	Δήμος Αγίας Παρασκευής	132.923	141.631	101,4	33,3	1.397	37	1,1	12,5
144	Δήμος Παπάγου	144.173	152.600	107,2	37,6	1.423	13	0,4	4,4
145	Δήμος Χολαργού	95.436	100.945	81,8	42,3	1.234	49	1,5	16,6
146	Δήμος Φιλοθέης	504.122	528.452	200,6	27,8	2.634	4	0,1	1,4
147	Δήμος Ψυχικού	396.381	417.732	181,8	40,7	2.298	9	0,3	3,1
148	Δήμος Νέου Ψυχικού	131.855	140.561	93,4	40,4	1.504	18	0,5	6,1
149	Δήμος Ηρακλείου	79.153	84.460	78,5	43,5	1.076	40	1,2	13,6
<b>Σύνολο</b>	<b>Βόρεια Προάστια Ι</b>	<b>190.794</b>	<b>201.667</b>	<b>115,7</b>	<b>38,0</b>	<b>1.744</b>	<b>295</b>	<b>8,8</b>	<b>100,0</b>
162	Δήμος Αγίας Βαρβάρας	66.250	70.236	96,0	34,3	732	4	0,1	6,1
163	Δήμος Χαϊδαρίου	56.000	58.284	99,0	53,0	589	1	0,0	1,5
164	Δήμος Περιστερίου	45.340	48.095	71,7	50,0	671	38	1,1	57,6
165	Δήμος Πετρούπολης	65.738	70.186	76,8	29,6	914	13	0,4	19,7
166	Δήμος Ίλιον	33.625	36.156	76,0	49,0	476	6	0,2	9,1
167	Δήμος Αγίων Αναργύρων	33.333	35.680	52,2	37,0	684	3	0,1	4,5
168	Δήμος Καματερού	35.000	38.425	87,0	41,0	442	1	0,0	1,5
<b>Σύνολο</b>	<b>Δυτικά Προάστια</b>	<b>47.898</b>	<b>51.009</b>	<b>79,8</b>	<b>42,0</b>	<b>639</b>	<b>66</b>	<b>2,0</b>	<b>100,0</b>
171	Δήμος Μεταμόρφωσης	123.844	130.397	97,6	10,0	1.337	1	0,0	1,0
172	Δήμος Νέας Ιωνίας	57.309	61.540	71,0	39,7	867	7	0,2	7,1
173	Δήμος Γαλασίου	46.927	49.768	63,1	40,5	788	46	1,4	46,5
174	Δήμος Νέας Φιλαδέλφειας	52.042	54.647	73,6	46,7	742	32	1,0	32,3
175	Δήμος Νέας Χαλκηδόνας	53.904	57.247	90,4	48,9	633	13	0,4	13,1
<b>Σύνολο</b>	<b>Τομέας Α</b>	<b>66.805</b>	<b>70.720</b>	<b>79,1</b>	<b>37,1</b>	<b>894</b>	<b>99</b>	<b>2,9</b>	<b>100,0</b>

Κωδικός	Δήμος / Τομέας	Μέση Αξία	Προσαρμοσμένη τιμή	Μέσο εμβαδό	Μέση ηλικία	Τιμή/ τ.μ.	Πλήθος	% του συνόλου	% της ευρύτερης περιοχής
181	Δήμος Νέας Σμύρνης	72.967	80.140	73,8	45,1	1.086	242	7,2	33,9
182	Δήμος Παλαιού Φαλήρου	121.909	134.173	90,8	44,8	1.478	127	3,8	17,8
183	Δήμος Αγίου Δημητρίου	78.010	86.097	83,5	39,1	1.031	41	1,2	5,7
184	Δήμος Αλίμου	132.413	144.707	97,9	42,5	1.479	42	1,2	5,9
185	Δήμος Ελληνικού	207.221	230.170	110,7	20,4	2.080	14	0,4	2,0
186	Δήμος Αργυρούπολης	89.013	98.304	89,8	44,8	1.095	24	0,7	3,4
187	Δήμος Ηλιούπολης	70.251	76.734	77,1	44,5	995	86	2,6	12,0
188	Δήμος Γλυφάδας	215.091	229.936	111,7	32,0	2.058	55	1,6	7,7
189	Δήμος Βούλας	287.057	316.949	134,2	28,6	2.361	42	1,2	5,9
191	Δήμος Βουλιαγμένης	171.341	190.817	79,5	43,8	2.400	26	0,8	3,6
192	Δήμος Βάρης	224.058	251.490	136,1	31,6	1.848	15	0,4	2,1
Σύνολο	<b>Νότια Προάστια II</b>	<b>151.757</b>	<b>167.229</b>	<b>98,6</b>	<b>37,9</b>	<b>1.695</b>	<b>714</b>	<b>21,2</b>	<b>100,0</b>
271	Δήμος Πειραιά	70.360	76.493	72,0	26,9	1.062	53	1,6	39,8
272	Δήμος Δραπετσώνας	70.262	73.697	78,2	27,1	943	7	0,2	5,3
273	Δήμος Κορυδαλλού	55.734	58.731	61,5	24,8	955	6	0,2	4,5
274	Δήμος Κερατσινίου	18.471	19.794	24,5	98,0	810	1	0,0	0,8
275	Δήμος Αγίου Ιωάννη Ρέντη	92.970	98.705	94,5	24,3	1.045	7	0,2	5,3
276	Δήμος Νίκαιας	53.517	55.551	77,9	27,1	713	21	0,6	15,8
277	Δήμος Περάματος	78.146	78.974	86,9	13,0	908	1	0,0	0,8
278	Δήμος Μοσχάτου	72.390	75.366	68,4	36,4	1.102	29	0,9	21,8
279	Δήμος Ταύρου	24.750	25.660	48,7	52,3	527	4	0,1	3,0
281	Δήμος Καλλιθέας	78.684	80.324	77,1	37,3	1.041	4	0,1	3,0
Σύνολο	<b>Πειραιάς</b>	<b>61.528</b>	<b>64.330</b>	<b>69,0</b>	<b>36,7</b>	<b>933</b>	<b>133</b>	<b>3,9</b>	39,8
Σύνολο		<b>81.457</b>	<b>90.304</b>	<b>77,0</b>	<b>43,6</b>	<b>1.172</b>	<b>3.368</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Στα Βόρεια Προάστια (II) οι δήμοι Κηφισιάς (43,2%), Βριλησίων (21,6%), Νέας Ερυθραίας (13,0%) και Πεύκης (12,3%) συγκεντρώνουν σχεδόν το 90,0% των πωλήσεων της περιοχής αυτής. Αντίστοιχα, στον Πειραιά οι δήμοι Πειραιά (39,8%), Μοσχάτου (21,8%) και Νίκαιας (15,8%), στον Τομέα Α οι δήμοι Γαλασίου (46,5%), Νέας Φιλαδέλφειας (32,3%) και Νέας Χαλκηδόνας (13,1%) και στα Δυτικά Προάστια οι δήμοι Περιστερίου (57,6%) και Πετρούπολης (19,7%) συγκεντρώνουν τα υψηλότερα ποσοστά πωλήσεων των ευρύτερων περιοχών στις οποίες ανήκουν.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 5.1, ο μέσος όρος τιμής πώλησης (προσαρμοσμένος στα δεδομένα του τελευταίου τετραμήνου του 2019) των κατοικιών στις υπό εξέταση περιοχές της Αττικής διαμορφώθηκε 90.304€. Τρεις από τις ευρύτερες περιοχές παρουσιάζουν τιμές πώλησης πάνω από το μέσο όρο (Βόρεια Προάστια I, II, Νότια Προάστια II), ενώ οι υπόλοιπες κινούνται κάτω από το μέσο όρο. Οι τιμές πώλησης των κατοικιών παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των δήμων και κυμαίνονται από 19.794€ (Δήμος Κερατσινίου) έως 528.452€ (Δήμος Φιλοθέης). Μεγάλες αποκλίσεις εμφανίζονται και στις 8 ευρύτερες περιοχές της Αττικής, όπου οι τιμές πώλησης κυμαίνονται από 51.009€ στα Δυτικά Προάστια έως 273.982€ στα Βόρεια Προάστια II. Οι ευρύτερες περιφέρειες με τιμές κάτω από το μέσο όρο παρουσιάζονται σχετικά ομοιόμορφες, καθώς όλοι οι δήμοι που ανήκουν σε αυτές παρουσιάζουν τιμές κάτω από το μέσο όρο, με εξαίρεση το Δήμο Μεταμόρφωσης, ενώ μικτή είναι η εικόνα στις 3 άλλες περιοχές. Ειδικότερα, στα Βόρεια Προάστια I (Μ.Ο. 201.667€) σημαντικά υψηλότερες του μέσου όρου της περιοχής τιμές παρουσιάζουν οι δήμοι Φιλοθέης και Ψυχικού και όλοι οι άλλοι δήμοι κινούνται πάνω από το γενικό μέσο όρο με εξαίρεση το Δήμο Ηρακλείου. Στα Βόρεια Προάστια II (Μ.Ο. 273.982€) σημαντικά υψηλότερες του μέσου όρου της περιοχής τιμές παρουσιάζουν οι δήμοι Πεντέλης, Εκάλης και Νέας Πεντέλης και όλοι οι άλλοι δήμοι κινούνται πάνω από το γενικό μέσο όρο. Στα Νότια Προάστια II (Μ.Ο. 167.229€) πέντε δήμοι παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές του μέσου όρου της περιοχής (Βούλα, Βάρη, Ελληνικό, Γλυφάδα, Βουλιαγμένη), τρεις υψηλότερες τιμές του γενικού μέσου όρου (Άλιμος, Παλαιό Φάληρο, Αργυρούπολη) και δύο δήμοι τιμές χαμηλότερες του γενικού μέσου όρου (Άγιος Δημήτριος, Ηλιούπολη).

Σημειώνεται ότι οι αποκλίσεις των τιμών μεταξύ των δήμων που παρατηρήθηκαν εν μέρει οφείλονται στις διακυμάνσεις των μεγεθών των πωληθέντων κατοικιών. Το μέσο μέγεθος των πωληθέντων κατοικιών ανέρχεται στα 77,0 τ.μ. και κυμαίνεται από 66,5τ.μ. στην περιοχή του Κέντρου της Αθήνας μέχρι 166,4 τ.μ. στα Βόρεια Προάστια II. Ο Δήμος Κερατσινίου εμφανίζει το χαμηλότερο μέσο μέγεθος (24,5 τ.μ.), ενώ ο Δήμος Πεντέλης το υψηλότερο (354,6 τ.μ.). Αντίστοιχα, η μέση τιμή/τ.μ. η οποία στο σύνολο των πωληθέντων κατοικιών ανέρχεται στα 1.172€/τ.μ. κυμαίνεται από 636/τ.μ. στα Δυτικά Προάστια έως 1.744€/τ.μ στα Βόρεια Προάστια I. Μεταξύ των δήμων, ο Δήμος Ταύρου παρουσιάζει τη χαμηλότερη μέση τιμή/τ.μ, 527€/τ.μ., ενώ στα 2.634 €/τ.μ. ανέρχεται η αντίστοιχη μέση τιμή στο Δήμο Φιλοθέης.

Ως προς την ηλικία (παλαιότητα) των ακινήτων, τα περισσότερα και μεγαλύτερα σε ηλικία ακίνητα βρίσκονται στους τρεις τομείς του κέντρου της Αθήνας και του Ζωγράφου με κάποιες άλλες περιοχές να έχουν εξίσου παλιά ακίνητα, αλλά χωρίς να αποτελούν την κρίσιμη μάζα.

Η συντριπτική πλειοψηφία (97,3%) των ακινήτων του δείγματος είναι κυρίως διαμερίσματα (3.278 κατοικίες). Οι μονοκατοικίες είναι 90 και βρίσκονται κατά κύριο λόγο στα Βόρεια I-II και στα Νότια Προάστια II. Όσον αφορά τη συντήρηση των κατοικιών που πωλήθηκαν, μόνο 6 ακίνητα είναι σε πολύ

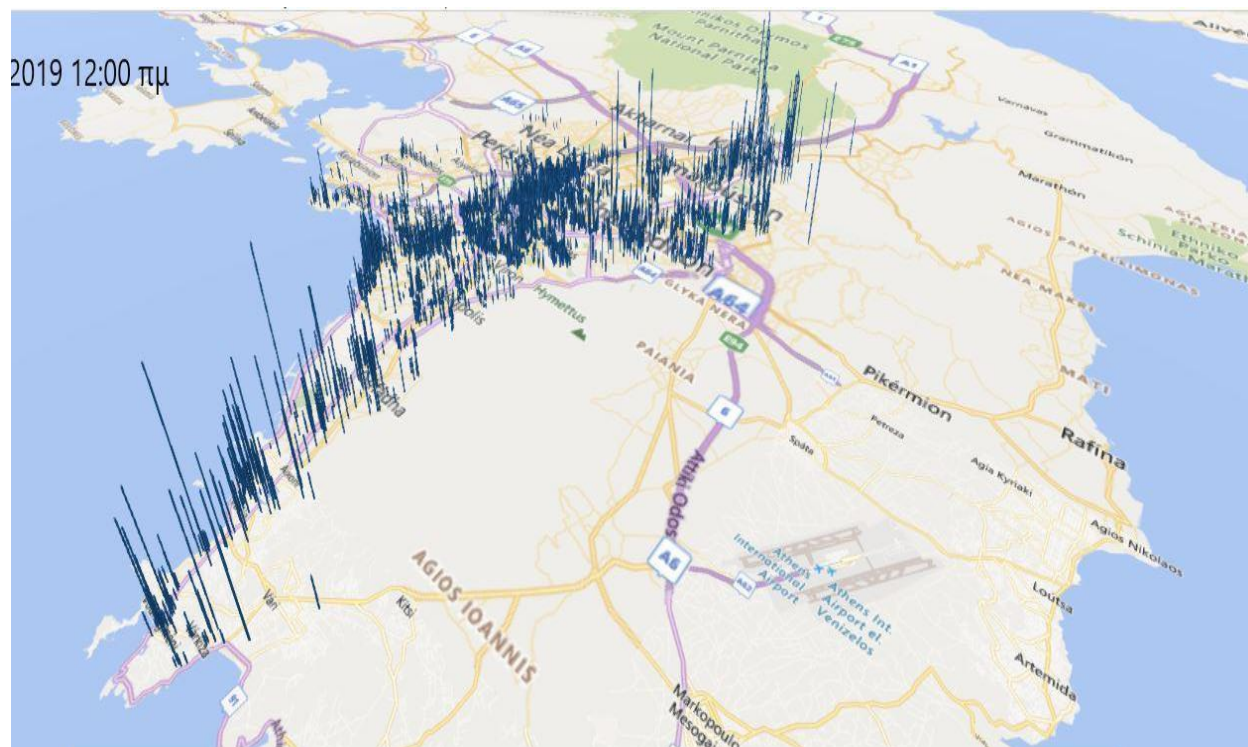
Γενικότερα περισσότερες κατοικίες διαθέτουν θέρμανση, η οποία όμως είναι χαμηλής απόδοσης, ενώ μόνο 20 ακίνητα δε διαθέτουν καθόλου θέρμανση. Επιπρόσθετα οι όροφοι όπου βρίσκονται τα ακίνητα κυμαίνονται από υπόγεια έως και τον ενδέκατο όροφο. Η καλή ποιότητα κατασκευής του κτιρίου δεν είναι συχνή αφού εμφανίζεται μόνο στα 762 ακίνητα, ενώ στα υπόλοιπα η ποιότητα του κτιρίου χαρακτηρίζεται ως κακή. Τα δεδομένα για την ύπαρξη ανελκυστήρα αφορούν 729 ακίνητα που διαθέτουν ανελκυστήρα, αλλά τα υπόλοιπα είτε δεν έχουν είτε δεν υπάρχουν δεδομένα, μειώνοντας την ποιότητα του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού.

Σχήμα 5.2  
Η συνολική χωρική απεικόνιση των δεδομένων



Σχήμα 5.3

Η χωρική απεικόνιση των δεδομένων με την τιμή πώλησης στον άξονα ύψους



## Κεφάλαιο 6

### Εφαρμογή και αποτελέσματα

#### 6.1 Μεταβλητές και περιγραφικά στατιστικά

Στην παρούσα ενότητα εξετάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή πώλησης των κατοικιών επιλεγμένου δείγματος πωληθέντων κατοικιών στην περιοχή της Αθήνας. Για την εκτίμηση της τιμής πώλησης των ακινήτων του δείγματος, έγινε ανάπτυξη δύο μοντέλων εκτίμησης που βασίστηκαν στη γραμμική παλινδρόμηση και στα νευρωνικά δίκτυα. Επιλέχθηκαν δύο μέθοδοι ώστε να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα και να εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Επίσης, καθώς η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση ανήκει στις παραδοσιακές μεθόδους αποτίμησης και τα νευρωνικά δίκτυα στις σύνθετες (και σύγχρονες), η συγκεκριμένη επιλογή επιτρέπει την κατανόηση των διαφορετικών προσεγγίσεων. Και στις δύο μεθοδολογίες, τα δεδομένα της τιμής και του εμβαδού των ακινήτων μετασχηματίστηκαν λογαριθμικά ώστε να μειωθεί ο βαθμός ασυμμετρίας των κατανομών και να μειωθούν οι ακραίες τιμές (outliers).

Σε σχέση με την τιμή πώλησης των κατοικιών, που αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή, και για τη διασφάλιση συγκρισιμότητας των τιμών καθώς τα δεδομένα των συναλλαγών αφορούν την περίοδο 2017-2019 έχει γίνει προσαρμογή της σε δεδομένα τέλους 2019. Συγκεκριμένα για την προσαρμογή της τιμής ακολουθήθηκε η διαδικασία που ήδη είχε εφαρμόσει η μεγάλη εταιρία διαχείρισης ακινήτων από την οποία προήλθαν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ώστε όλες οι τιμές να αναφέρονται στο τέταρτο τρίμηνο του 2019. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται συγκρισιμότητα των τιμών καθώς οι συναλλαγές πραγματοποιήθηκαν στο χρονικό διάστημα 2017-2019 και θα έπρεπε να εξαληφθούν οι πιθανές διαφοροποιήσεις στις τιμές των ακινήτων λόγω πληθωρισμού ή επιτοκίων δανεισμού. Στην εργασία, στο εξής χρησιμοποιείται η προσαρμοσμένη τιμή (indexed value) και αναφέρεται ως τιμή.

Και στις δύο μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, το δείγμα χωρίστηκε σε δύο υποσύνολα. Το ένα υποσύνολο περιείχε το 75% των στοιχείων του δείγματος και το άλλο υποσύνολο το υπόλοιπο 25%. Ο διαχωρισμός έγινε τυχαία και σκοπός του ήταν να χρησιμοποιηθεί ένα υποσύνολο για εκμάθηση των μοντέλων και ένα υποσύνολο για έλεγχο και σύγκριση των αποτελεσμάτων. Πιο συγκεκριμένα, αφού τα μοντέλα εκπαιδεύονται χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των τιμών των ακινήτων του συνόλου ελέγχου και συγκρίνονται με τις πραγματικές τιμές ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τα σφάλματα και εν γένει τη συμπεριφορά του εκάστοτε μοντέλου.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν στο μέγεθος των πωληθέντων κατοικιών και συγκεκριμένα το εμβαδόν των ακινήτων μετρημένο σε τετραγωνικά μέτρα και στην παλαιότητα του ακινήτου δηλαδή τη διαφορά μεταξύ του έτους κατασκευής του και του έτους που έλαβε χώρα η συναλλαγή πώλησής του. Επίσης έχουν περιληφθεί στοιχεία που αφορούν διάφορα χαρακτηριστικά του ακινήτου όπως εάν η ποιότητα κατασκευής του ακινήτου είναι καλή ή κακή (δυαδική μεταβλητή), ο τύπος του κτιρίου (μονοκατοικία ή διαμέρισμα) και ο όροφος στον οποίο βρίσκεται το ακίνητο. Επιπλέον

χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες για την περιοχή στην οποία βρίσκεται το ακίνητο και ειδικότερα η απόσταση της κατοικίας από το κέντρο και τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης περιοχής στην οποία βρίσκεται. Με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, γεωγραφικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια τα διαθέσιμα ανά περιοχή στοιχεία κατηγοροποιήθηκαν σε 7 ομάδες περιοχών με μια προσπάθεια να εξασφαλισθεί, κατά το δυνατόν, ομοιογένεια. Πιο συγκεκριμένα οι περιοχές που ορίστηκαν είναι οι εξής: η *Περιοχή 14* περιλαμβάνει την περιοχή του Κέντρου, η *Περιοχή 18* περιλαμβάνει τα Νότια Προάστια Ι, η *Περιοχή 19* περιλαμβάνει τα Βόρεια Προάστια Ι και ΙΙ, η *Περιοχή 20* περιλαμβάνει τα Δυτικά Προάστια και τον Τομέα Α, η *Περιοχή 21* περιλαμβάνει τα Νότια Προάστια ΙΙ, η *Περιοχή 22* περιλαμβάνει το Δήμο Πειραιά και η *Περιοχή 23* περιλαμβάνει τους Δήμους του Πειραιά πλην του Δήμου Πειραιά. Οι τιμές πώλησης των κατοικιών σε πέντε από τις περιοχές βρίσκονται κάτω από τον προσαρμοσμένο μέσο όρο (90.304€) και μόνο σε δύο οι παρατηρούμενες τιμές υπερέχουν σημαντικά του μέσου όρου (237.824€ στην περιοχή των Βορείων Προαστίων και 167.229€ στην περιοχή των Νοτίων Προαστίων ΙΙ). Σημειώνεται ότι τα διαθέσιμα στοιχεία εμφανίζουν μερική ομοιογένεια, αλλά σε αρκετές περιπτώσεις εμφανίζονται και σημαντικές αποκλίσεις από τη νόρμα (outliers).

Στον Πίνακα 6.1. παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά του δείγματος. Η διάμεση τιμή των ακινήτων είναι 56.092€, κάτι που δείχνει ότι η τιμή πώλησης του 50% των κατοικιών του δείγματος έχουν διαμορφωθεί πάνω από αυτή την τιμή και το 50% κάτω από αυτή την τιμή. Οι κατοικίες που πωλήθηκαν με μέση προσαρμοσμένη τιμή 90.304€, είχαν κατά μέσο όρο εμβαδόν 77 τετραγωνικά μέτρα, ήταν διαμερίσματα, παλαιότητας 43,6 χρόνων, ενώ απείχαν κατά μέσο όρο 4,9 χιλ. από το κέντρο της Αθήνας.

Πίνακας 6.1

Βασικά στατιστικά στοιχεία των μεταβλητών του δείγματος

Μεταβλητές	Μέσος	Διάμεσος	Τυπική απόκλιση	Κύρτωση	Ασσυμετρία
Τιμή	81.457	56.092	85.444	21,392	3,744
Προσαρμοσμένη τιμή	90.304	63.154	92.378	20,935	3,703
Εμβαδόν	77,0	70,6	40,7	11,982	2,485
Παλαιότητα	43,6	46,0	15,4	0,745	-0,543
Απόσταση από το Κέντρο	4,9	3,7	3,5	2,515	1,613

Στον Πίνακα 6.2, παρουσιάζεται ο Πίνακας συσχέτισης των μεταβλητών. Σύμφωνα με τα στοιχεία Πίνακα 6.2 η μεγαλύτερη συσχέτιση κατά Pearson μεταξύ των μεταβλητών είναι στη σχέση της τιμής με το εμβαδόν του ακινήτου. Φαίνεται επίσης και η φθίνουσα σχέση μεταξύ λογαριθμημένης τιμής και λογαριθμημένης παλαιότητας.

Πίνακας 6.2

Πίνακας συσχέτισης μεταβλητών

	Τιμή	Μέγεθος	Τύπος	Παλαιότητα	Περιοχή	Απόσταση	Όροφος	Ποιότητα
Τιμή	1							
Μέγεθος	0.795	1						
Τύπος	-0.182	-0.213	1					
Παλαιότητα	-0.406	-0.22	-0.066	1				
Περιοχή	0.338	0.251	-0.141	-0.356	1			



Απόσταση	0.439	0.343	-0.188	-0.383	0.605	1		
Όροφος	0.156	0.144	0.142	-0.191	-0.082	-0.063	1	
Ποιότητα	0.454	0.285	-0.029	-0.795	0.342	0.374	0.135	1

## 6.2 Αποτελέσματα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Στο τμήμα που ακολουθεί εξετάζονται οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των κατοικιών των σε Δήμους της Αττικής (στην ευρύτερη περιφέρεια της Αθήνας). Για την εξέταση της επίδραση των βασικών παραγόντων στις τιμές των κατοικιών πραγματοποιήθηκε ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης (regression analysis).

Όπως αναφέρθηκε και στο δεύτερο κεφάλαιο, στη μέθοδο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης υπάρχει μια εξαρτημένη μεταβλητή  $Y$  και οι ανεξάρτητες μεταβλητές  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Συγκεκριμένα στην παρούσα προσέγγιση η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η λογαριθμοποιημένη προσαρμοσμένη τιμή (indexed value) των πωληθέντων κατοικιών και οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν το εμβαδόν, η παλαιότητα, η ποιότητα κατασκευής, ο τύπος του ακινήτου (διαμέρισμα ή μονοκατοικία), ο όροφος στον οποίο βρίσκεται το ακίνητο, χαρακτηριστικά που αναφέρονται στο ακίνητο, και η γειτονιά και η απόσταση από το κέντρο που αφορούν τη χωροθέτηση του ακινήτου. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που αρχικά επιλέχθηκαν ήταν περισσότερες αλλά μετά από αλληπάλληλες δοκιμές του μοντέλου, η επιλογή περιορίστηκε σε αυτές που προσέφεραν καλύτερα αποτελέσματα και ικανοποιούσαν τα κριτήρια διασφάλισης της αξιοπιστίας τους, μετά τους απαραίτητους ελέγχους. Τα αποτελέσματα της πολλαπλής παλινδρόμησης εμφανίζονται στον Πίνακα 6.3.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 6.3, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειονότητα των υπό εξέταση παραγόντων, επηρεάζουν σημαντικά τη διαμόρφωση των τιμών πώλησης των ακινήτων. Ειδικότερα, το μέγεθος του ακινήτου, η ποιότητα κατασκευής και η απόσταση από το κέντρο φαίνεται να επηρεάζουν θετικά τη διαμόρφωση της τιμής πώλησης των κατοικιών. Πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο μέγεθος των κατοικιών, η καλή ποιότητα της κατασκευής και η μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο αυξάνουν την τιμή πώλησης. Στην αντίθετη κατεύθυνση κινείται η επίδραση της παλαιότητας του ακινήτου, καθώς όσο αυξάνεται η ηλικία του ακινήτου φαίνεται να μειώνεται η τιμή πώλησής του, ενώ οι τιμές των μονοκατοικιών φαίνεται να υπερέχουν των διαμερισμάτων. Όσον αφορά στον όροφο, όπου βρίσκεται το πωλούμενο ακίνητο, στατιστικά σημαντική, θετική και αυξανόμενη ήταν η επίδραση μέχρι τον 6<sup>ο</sup> όροφο, ενώ για τους παραπάνω ορόφους η επίδραση δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να συναρτάται με το γεγονός ότι οι συναλλαγές με ακίνητα που διαθέτουν πάνω από 7 ορόφους ήταν πολύ περιορισμένες.

Σχετικά με την περιοχή στην οποία βρίσκεται το ακίνητο σημειώνεται ότι θετική ήταν η επίδραση της απόστασης από το κέντρο της πόλης, γεγονός που μπορεί να αντικατοπτρίζει ευνοϊκότερες πολεοδομικές συνθήκες της γειτονιάς, μικρότερη πυκνότητα των ακινήτων, περισσότερους ελεύθερους χώρους και γενικότερα καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Επιπλέον, μεταξύ των επτά περιοχών στις οποίες κατατάχθηκαν οι πωληθείσες κατοικίες, θετική ήταν η επίδραση στις τιμές σε δύο από τις επιλεγείσες περιοχές (Περιοχή 19 και Περιοχή 21), ενώ αρνητική στις υπόλοιπες. Φαίνεται ότι, όπως και με την

απόσταση από το κέντρο της πόλης, το αποτέλεσμα αυτό συναρτάται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των περιοχών αυτών και τα πλεονεκτήματα που διαθέτουν. Συγκεκριμένα οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν ακίνητα των Δήμων των Βορείων Προαστίων και των παραλιακών Δήμων των Νοτίων Προαστίων, στις οποίες οι πολεοδομικές συνθήκες είναι πολύ ικανοποιητικές, παρατηρείται αυξημένη ζήτηση εκ μέρους των αγοραστών, η οικονομική κατάσταση των οποίων είναι υψηλή, στις περιοχές αυτές βρίσκονταν η πλειονότητα των μονοκατοικιών και τα μεγαλύτερα σε μέγεθος ακίνητα, ενώ η ποιότητα των αντίστοιχων κατασκευών ήταν πολύ ικανοποιητική.

Πίνακας 6.3  
Επίδραση παραγόντων στις τιμές πώλησης των κατοικιών

Μεταβλητές	Συντελεστής	std.error	statistic	p.value	
Σταθερός όρος	6,866	0,164	41,871	0,000	***
ln(μέγεθος)	1,144	0,021	54,586	0,000	***
ln(Παλαιότητα)	-0,219	0,028	-7,849	0,000	***
Ποιότητα	0,240	0,035	6,768	0,000	***
Τύπος Ακινήτου	-0,197	0,056	-3,528	0,000	***
Όροφος 0	0,181	0,055	3,315	0,001	***
Όροφος 1	0,193	0,054	3,573	0,000	***
Όροφος 2	0,224	0,055	4,079	0,000	***
Όροφος 3	0,200	0,056	3,587	0,000	***
Όροφος 4	0,257	0,057	4,485	0,000	***
Όροφος 5	0,264	0,060	4,367	0,000	***
Όροφος 6	0,248	0,076	3,274	0,001	**
Όροφος 7	0,243	0,132	1,848	0,065	
Όροφος 8	0,190	0,166	1,142	0,254	
Όροφος 10	0,093	0,420	0,222	0,824	
Όροφος 11	0,790	0,420	1,882	0,060	
Περιοχή 18	-0,032	0,033	-0,959	0,338	
Περιοχή 19	0,188	0,035	5,354	0,000	***
Περιοχή 20	-0,350	0,041	-8,510	0,000	***
Περιοχή 21	0,244	0,027	9,181	0,000	***
Περιοχή 22	-0,221	0,077	-2,875	0,004	**
Περιοχή 23	-0,270	0,060	-4,517	0,000	***
Απόσταση από Κέντρο	0,010	0,004	2,825	0,005	**

$R^2=0,741$ , Προσαρμοσμένο  $R^2=0,739$ , \*  $p<,05$ , \*\*  $p<,01$ , \*\*\*  $P<,001$

### 6.3 Νευρωνικά Δίκτυα

Όπως προαναφέρθηκε τα νευρωνικά δίκτυα εντάσσονται στις σύνθετες μεθοδολογίες εκτίμησης των αξιών των ακινήτων. Τα αρχικά αποτελέσματα της χρήσης μη γραμμικών τεχνικών και ειδικότερα των νευρωνικών δικτύων είχαν ασταθή αποτελέσματα, ωστόσο τα νευρωνικά δίκτυα αποδείχτηκαν αποτελεσματικά σε μεγάλες ετερογενείς βάσεις δεδομένων, ενώ στη συνέχεια διάφορα ζητήματα που δημιουργούσαν προβλήματα στην προσέγγιση (μικρά δείγματα, διαγνωστικοί έλεγχοι κλπ)

αντιμετωπίστηκαν σε σχετικές επιστημονικές εργασίες ερευνητών. Στην Ελλάδα ο Alexandridis et al. (2018) προχώρησαν στην ανάπτυξη μοντέλου μαζικής εκτίμησης και συνέκριναν τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας γραμμικές και μη γραμμικές τεχνικές και ειδικότερα την πολλαπλή παλλινδρόμηση, μία μέθοδο που λαμβάνει υπόψη χωρικές πληροφορίες και τα νευρωνικά δίκτυα.

Ο αλγόριθμος των νευρωνικών δικτύων υλοποιήθηκε σε περιβάλλον προγραμματισμού Python. Το περιβάλλον αυτό αποτελεί άλλο ένα open source πακέτο που χρησιμοποιείται κατα κόρον στον τομέα της ανάλυσης δεδομένων αλλά και στον προγραμματισμό γενικότερα.

Στα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιήθηκε ένας αλγόριθμος όπου διαβάζει τα δεδομένα από ένα αρχείο Comma separated values (.csv) και χωρίζει το δείγμα σε δύο τμήματα. Τα δύο τμήματα αυτά, train και test αποτελούν το 75% και το 25% του δείγματος αντίστοιχα και χρησιμοποιούνται ώστε να ελεγχθεί το μοντέλο εκτίμησης πάνω σε πραγματικά δεδομένα, επιτρέποντας έτσι την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα του μοντέλου και τα σφάλματα αυτού. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε λειτουργεί για λογαριθμικές τιμές της τιμής και του εμβαδού των ακινήτων και τα οποία εν συνεχεία κανονικοποιήθηκαν με τη χρήση της Z-score κανονικοποίησης. Η λογαρίθμηση έγινε με σκοπό την εξομάλυνση της υψηλής ασυμμετρίας και των αρκετών ακραίων τιμών του δείγματος. Επίσης, η κανονικοποίηση τύπου z-score επιλέχθηκε καθώς συνεισφέρει στη γρηγορότερη σύγκλιση της κλίσης καθόδου και εν τέλει να επιταχύνει/βοηθήσει τη διαδικασία μάθησης του νευρωνικού δικτύου. Τέλος ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε παράγει τα απαραίτητα διαγράμματα για την καλύτερη απεικόνιση των δεδομένων, των βασικών στατιστικών του καθώς και των σφαλμάτων.

Το νευρωνικό Δίκτυο που επιλέχθηκε μετά από δοκιμές έχει δύο hidden layers με 32 και 16 κόμβους αντίστοιχα. Οι δοκιμές που έγιναν φαίνονται στον πίνακα 6.4 και βασίστηκαν σε διάφορες πιθανές υλοποιήσεις. Συγκεκριμένα, από 2 έως 4 hidden layers και διαφορετικές συναρτήσεις ενεργοποίησης. Οι συναρτήσεις που δοκιμάστηκαν ήταν η rectifier, η υπερβολική εφαπτομένη, η γραμμική και τέλος η λογιστική ή αλλιώς σιγμοειδής. Η συνάρτηση ενεργοποίησης που χρησιμοποιήθηκε τελικά είναι η rectifier δηλαδή μία γραμμική συνάρτηση που εξάγει απευθείας την είσοδο εάν είναι θετική, διαφορετικά εξάγει το μηδέν. Αν και η επιλογή της υπερβολικής εφαπτομένης (Υεφαπ) εμφανίζει καλύτερα MAE και RMSE τα κριτήρια του  $R^2$  και του MAPE είναι πιο σημαντικά για αυτό απορρίφθηκε και χρησιμοποιήθηκε η rectifier.

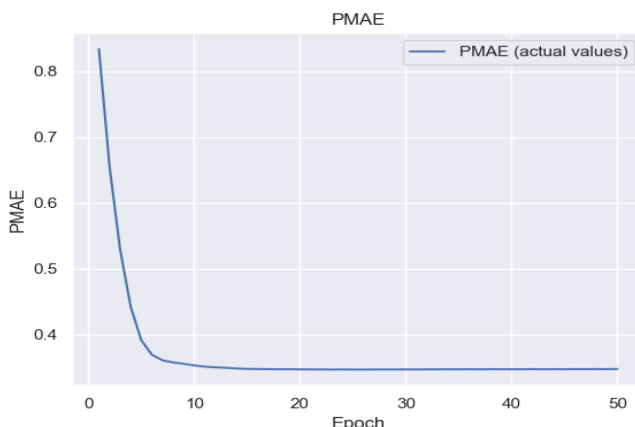
Πίνακας 6.4

Απόδοση δοκιμών διαφόρων υλοποιήσεων νευρωνικών δικτύων

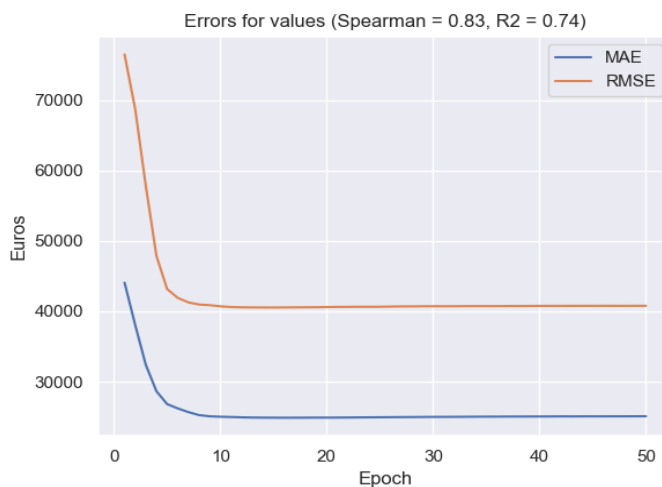
	(32,16) Rectifier	(32,16,8,4) Rectifier	(8,4,2) Rectifier	(32,16) Υεφαπ	(32,16) Γραμμική	(32,16) Λογιστική
$R^2$	<b>0.738</b>	0.734	0.639	0.733	0.725	0.715
MAE	25091.623	25216.272	27185.297	<b>25057.711</b>	26132.850	27597.065
RMSE	40787.518	40999.997	42889.931	<b>40777.049</b>	42840.194	48524.471
MAPE	<b>0.348</b>	0.350	0.454	0.351	0.362	0.370

Όπως φαίνεται από τα σχήματα 6.1 και 6.2 τα σφάλματα δε μειώνονται περαιτέρω ήδη από τις 15 εποχές (epochs). Η χρήση περισσότερων εποχών έχει νόημα μόνο σε περιπτώσεις βελτίωσης των αποτελεσμάτων συνεπώς οι εποχές περιορίστηκαν σε 50 για την κάλυψη κάθε πιθανής βελτίωσης. (Τα σφάλματα περιγράφονται αναλυτικότερα στην ενότητα 6.4)

Σχήμα 6.1:



6.1(α) Σφάλμα MAPE(PMAE) ανάλογα με τις εποχές



6.1(β) Σφάλματα MAE και RMSE ανάλογα με τις εποχές

## 6.4 Σύγκριση μεθόδων

Για την αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας των εναλλακτικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν πέντε κριτήρια. Το πρώτο είναι το μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error-MAE) το δεύτερο είναι το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error- MAPE), το τρίτο το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Squared Error- MSE) και τέλος η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error RMSE). Αυτά οποίο ορίζεται ως:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

Όπου  $Y$  είναι η πραγματική τιμή και  $\hat{Y}_i$  είναι η τιμή εκτίμησης.

Το πέμπτο κριτήριο είναι το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης (squared correlation coefficient-  $R^2$ ) μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματικών τιμών. Σε αυτόν τον ορισμό του  $R^2$  η τιμή του δεν αποτελεί μέτρο του πόσο καλές είναι οι τιμές του μοντέλου, αλλά ένα μέτρο του πόσο μπορεί να διαμορφωθεί ένας καλός προβλεπτικός παράγοντας από τις τιμές του μοντέλου

Στον Πίνακα 6.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και ειδικότερα των κριτηρίων

Πίνακας 6.5

Απόδοση μοντέλων στα κριτήρια σύγκρισης

	Πολλαπλή παλινδρόμηση	Νευρωνικά δίκτυα
MAE	24639,298	25091,623
RMSE	42284,304	40787,518
MAPE	0,342	0,348
$R^2$	0,741	0,738

Η γραμμική πολλαπλή παλινδρόμηση δίνει οριακά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα νευρωνικά δίκτυα. Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) λαμβάνει την τιμή 0,342 στην πρώτη προσέγγιση και 0,348 στη δεύτερη, δηλαδή παρά το ότι υπάρχει καλύτερη συμπεριφορά της πρώτης προσέγγισης η διαφορά δεν είναι μεγάλη.

Το συμπέρασμα είναι πώς δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των προσεγγίσεων και πως με βάση το συγκεκριμένο δείγμα η επιλογή προσέγγισης είναι η πολλαπλή παλινδρόμηση. Το συμπέρασμα δε βρίσκεται στην ίδια κατεύθυνση με τα συμπεράσματα που έδειξαν αντίστοιχες προσεγγίσεις και για την Ελλάδα (Alexandridis et al., 2018), όπου τα νευρωνικά δίκτυα υπερέχουν των παραδοσιακών μεθόδων εκτίμησης. Σε όλες τις περιπτώσεις σφαλμάτων πλην του RMSE αλλά και στο  $R^2$  η συμπεριφορά του μοντέλου της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι καλύτερη. Συγκεκριμένα στο MAE είναι 24639,298 έναντι 25091,623, το MAPE 0,342 έναντι 0,348 αντίθετα το RMSE 42284,304 έναντι

40787,518 και το  $R^2$  επίσης είναι μεγαλύτερο άρα υπάρχει ελαφρώς καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα και συνεπώς καλύτερη εκτίμηση των αξιών.

## Κεφάλαιο 7

### Συμπεράσματα- Διαπιστώσεις

#### 7.1 Συμπεράσματα- Διαπιστώσεις

Η παρούσα μελέτη επιχείρησε να ενισχύσει την υπάρχουσα βιβλιογραφία στον τομέα της διερεύνησης των παραγόντων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των τιμών πώλησης των ακινήτων και ειδικότερα των τιμών των κατοικιών. Βασικός στόχος της έρευνας ήταν να ήταν εξεταστεί ο ρόλος ενός εύρους ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των ακινήτων για να κατανοηθεί καλύτερα ο τρόπος με τον οποίο κάθε ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά συνδέεται με τη διαμόρφωση των τιμών πώλησης των ακινήτων στην Αθήνα, ευρύτερα στις αστικές περιοχές και γενικότερα στο σύνολο της χώρας. Σημαντικούς υπό μελέτη παράγοντες αποτέλεσαν τόσο χαρακτηριστικά του των πωληθέντων κατοικιών κατά την περίοδο 2017-2019 όσο και ιδιαίτερες συνθήκες και χαρακτηριστικά των περιοχών στις οποίες βρίσκονταν τα ακίνητα που πωλήθηκαν.

Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειονότητα των υπό εξέταση παραγόντων, επηρέασαν σημαντικά τη διαμόρφωση των τιμών πώλησης των κατοικιών. Ειδικότερα, το μέγεθος του ακινήτου, η ποιότητα της κατασκευής και οι μονοκατοικίες, φαίνεται ότι επηρέασαν θετικά τη διαμόρφωση της τιμής πώλησης, ενώ στην αντίθετη κατεύθυνση κινήθηκε η επίδραση της παλαιότητας του ακινήτου. Σημειώνεται ότι, οι παράγοντες που επηρέασαν σημαντικά τις τιμές των κατοικιών και καθόρισαν τον τρόπο και την κατεύθυνση των επιδράσεων αυτών, συνδέονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ακινήτου (π.χ. το μέγεθος, η παλαιότητα κ.ά.), την ποιότητα κατασκευής του ακινήτου (καλή ή κακή), τον τύπο του ακινήτου (διαμέρισμα ή μονοκατοικία), την περιοχή στην οποία βρίσκεται το ακίνητο (π.χ. απόσταση από το κέντρο) και ειδικότερα τα επιμέρους χαρακτηριστικά (μονοκατοικίες, πολυτελείς κατασκευές) και την ποιότητα των πολεοδομικών συνθηκών (πυκνότητα κατασκευών, πράσινο) της συγκεκριμένης γειτονιάς στην οποία βρίσκεται. Όπως διαπιστώθηκε ανωτέρω, οι ευνοϊκοί εσωτερικοί παράγοντες δηλαδή οι κατοικίες που διαθέτουν καλύτερης ποιότητας χαρακτηριστικά και οι θετικοί εξωτερικοί παράγοντες δηλαδή οι κατοικίες που βρίσκονται σε πλεονεκτικότερες από κάθε άποψη γειτονιές πωλούνται σε υψηλότερες τιμές. Είναι σημαντικό να τονιστεί ο ρόλος των εξωτερικών παραγόντων και οι θετικές επιδράσεις που είχαν το ευρύτερο περιβάλλον στη διαμόρφωση της τιμής. Πρόσφατες σχετικές εμπειρικές έρευνες όπως αυτή των Mimitis, Ronolis & Stamou, 2013 που αναφέρονται στην Ελλάδα ή σε άλλες χώρες επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας και εντοπίζουν ίδιους ή παρόμοιους παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των τιμών των ακινήτων. Πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα της έρευνας τους ήταν καλύτερα όσον αφορά τα σφάλματα και το  $R^2$  αλλά χρησιμοποίησαν αρκετές κοινές ανεξάρτητες μεταβλητές κατά την ανάπτυξη των μοντέλων. Τέλος τα  $R^2$  των Alexandridis et al., 2018 κινήθηκαν μεταξύ 0,85 και 0,88 στα νευρωνικά δίκτυα και 0.78 έως 0,86 στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Συνεπώς αν και τα αποτελέσματα είναι καλύτερα δεν εμφανίζονται τεράστιες αποκλίσεις.

Και από τις δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις που ακολουθήθηκαν προέκυψαν αξιόπιστα αποτελέσματα με σημαντική προβλεπτική ικανότητα. Στο πέρασμα των χρόνων και με βάση τα σταδιακά αυξανόμενα ερευνητικά δεδομένα, οι εμπλεκόμενοι φορείς στην αγορά ακινήτων έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν την ανάγκη διαμόρφωσης υιοθέτησης περισσότερο επιστημονικών και τεκμηριωμένων μεθόδων για την εκτίμηση της αξίας των ακινήτων. Οι επαγγελματίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα σε μεγάλο βαθμό έχουν ήδη προχωρήσει στην κατεύθυνση αυτή, ωστόσο, εξακολουθεί να σημειώνεται σοβαρή έλλειψη επιστημονικών γνώσεων, γεγονός που εμποδίζει την κατάλληλη υποστήριξη του εγχειρήματος. Ειδικότερα στην ελληνική αγορά ακινήτων, η οποία είναι μια ατελής μη ομογενής αγορά και χαρακτηρίζεται από πολύ σημαντική έλλειψη πληροφόρησης η μοντελοποίηση της αντίστοιχης αγοράς παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και αποτελεί πρόκληση για τους ερευνητές.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμα και τα απλά γραμμικά μοντέλα μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικά μοντέλα για τη δημιουργία ακριβών αυτοματοποιημένων συστημάτων εκτίμησης, εάν προσαρμοστούν κατάλληλα και λάβουν υπόψη τις χωρικές επιδράσεις. Σημειώνεται ότι η επέκταση της συνεργασίας μεταξύ ακαδημαϊκών-ερευνητών που είναι γνώστες των επιστημονικών εργαλείων και των επαγγελματιών της αγοράς που είναι γνώστες των πραγματικών συνθηκών και αναγκών της αγοράς ακινήτων θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά τη διαδικασία εκτιμήσεων και την αποτελεσματικότερη και αντιπροσωπευτικότερη απόκτηση εκτιμήσεων. Στην κατεύθυνση αυτή η παρούσα μελέτη συμβάλλει σημαντικά στον εμπλουτισμό των εμπειρικών δεδομένων σχετικά με την επίδραση μιας σειράς διαφορετικών παραγόντων στον προσδιορισμό των τιμών των ακινήτων και τα συμπεράσματά της θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τους ενδιαφερόμενους για τη βελτίωση των παραγόμενων εκτιμήσεων.

Ειδικότερα, τα αποτελέσματα και η προβλεπτική ικανότητα των επιλεγμένων μεθοδολογιών μπορούν να φανούν χρήσιμα στο κράτος για τον προσδιορισμό της αξίας ενός περιουσιακού στοιχείου και τον δίκαιο καθορισμό των αντίστοιχων φόρων. Στην Ελλάδα το σύστημα φορολόγησης των ακινήτων στηρίζεται στις αντικειμενικές τιμές που έχουν καθοριστεί για κάθε περιοχή και αναθεωρείται κατά διαστήματα. Αν το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των δύο αναθεωρήσεων των τιμών είναι μεγάλο ή έχουν συμβεί σημαντικές αλλαγές στην αγορά ακινήτων είναι αυτονόητο ότι οι αντικειμενικές τιμές δεν αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές τιμές των ακινήτων. Επομένως ένα αυτοματοποιημένο σύστημα εκτίμησης μπορεί να προσεγγίσει αντικειμενικότερα τις τιμές των ακινήτων και να διευκολύνει τις κυβερνήσεις για την υιοθέτηση δικαιότερης φορολογικής πολιτικής. Αντίστοιχα θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στις εμπορικές τράπεζες.

Με βάση τα συμπεράσματα της μελέτης και άλλων αντίστοιχων ερευνών, τόσο στη χώρα μας όσο και διεθνώς, διάφορα θέματα αναδεικνύονται ως ενδιαφέροντα για μελλοντική διερεύνηση. Για παράδειγμα σημαντικό θέμα είναι η ενσωμάτωση των χωρικών επιδράσεων στην ανάλυση και η ανάπτυξη αντίστοιχων οικονομετρικών τεχνικών. Η κατάτμηση των αντίστοιχων μεγάλων αγορών σε μικρότερες και περισσότερο ομοιογενείς, όπως έχει αναδειχθεί σε σχετικές μελέτες αγοράς μπορεί να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα. Επίσης στοιχεία, πέραν των δεδομένων που αφορούν τη γεωγραφική θέση και τις τιμές, και αφορούν άλλα χαρακτηριστικά της περιοχής που βρίσκεται το ακίνητο, όπως γειτνίαση με σημεία ενδιαφέροντος και η εμπορικότητα της περιοχής θα μπορούσαν να



συμβάλλουν στην καλύτερη κατάτμηση της αγοράς ακινήτων. Επιπλέον λόγω της μεταβλητότητας της αγοράς των ακινήτων η ενσωμάτωση πληροφοριών για τις γενικότερες μακροοικονομικές συνθήκες μπορούν να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των αυτοματοποιημένων συστημάτων εκτίμησης τιμών ακινήτων (Douprios et al., 2020).

## Βιβλιογραφία

- Alexandridis, A.K., Karlis, D., Papastamos, D., & Andritsos, D., 2018. Real Estate valuation and forecasting in non-homogeneous markets: A case study in Greece during the financial crisis. *Journal of the Operational Research Society*, 70(10), 1769-1783.
- Brown, T., 2020. *Coronavirus slows China's property market to a crawl -and even the most robust real-estate app is no match*. Marketwatch, Feb. 21, 2020, αποκτηθέν στις 28 Φεβρουαρίου, 2020. URL: <https://www.marketwatch.com/story/coronavirus-slows-chinas-property-market-to-a-crawl-and-even-the-most-robust-real-estate-app-is-no-match-2020-02-18>
- Cannon, S., & Cole, R., 2011. How Accurate Are Commercial Real Estate Appraisals? Evidence from 25 Years of NCREIF Sales Data. *The Journal of Portfolio Management*, 35(5), 68-88.
- Dimopoulos, T., & Moulas, A., 2016. A Proposal of a Mass Appraisal System in Greece with CAMA System: Evaluating GWR and MRA techniques in Thessaloniki Municipality. *Open Geosciences*, 8(1), 675-693.
- Del Giudice, V., De Paola, P., & Del Giudice, F.P., 2020. COVID-19 Infects Real Estate Markets: Short and Mid-Run Effects on Housing Prices in Campania Region (Italy). *Social Science*, 9, 114.
- Ding, Y., & Fotheringham, A.S., 1992. The integration of spatial analysis and gis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 16(1), 3-19. [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(92\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0198-9715(92)90050-2).
- Doumpos, M., Papastamos, D., Andritsos, D. et al., 2020. Developing automated valuation models for estimating property values: a comparison of global and locally weighted approaches. *Annals of Operations Research* (υπό δημοσίευση).
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2020, *Οικοδομική Δραστηριότητα, Ιούλιος 2020* αποκτηθέν 25 Οκτωβρίου διαθέσιμο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SOP03/->
- Ζεντέλης, Π., 2015. *Real Estate*. (ηλεκτρ. βιβλ.) Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4235>
- Gloudemans, R.J., 1999. *Mass appraisal of real property*. International Association of Assessing Officers.
- Hiang, L.K., 2001. Real estate and corporate valuation: an asset pricing perspective. *Managerial and Decision Economics*, 22, 355-368.
- International Association of Assessing Officers, 2014. *Guidance on International Mass Appraisal and Related Tax Policy*.
- International Valuation Standards Council, 2020. *International Valuation Standards Effective 31 January 2020*.
- International Monetary Fund- IMF, 2020. *Global Housing Watch*. Updated September 2020.
- Καρανικόλας, Ν., 2010. *Η εκτίμηση των ακινήτων*. Εκδόσεις Δίσιγμα, Θεσσαλονίκη.

- Λαμπρόπουλος, Α., 2013. *Αυτοματοποίηση μαζικών εκτιμήσεων αξιών ακινήτων για τον ελληνικό χώρο*. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Labropoulos, A., Dimopoulou, E., & Zentelis, P., 2003. *The necessity of developing a CAMA system for the Real Estate Market in Greece*. Proceedings of the UN-ECE-WPLA & FIG Com: 3-7.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. & Hyndman, R., 1998. *Forecasting: Methods and Applications*. 10.2307/2287014.
- Matysiak, G.A., 2018. *Assessing the Accuracy of Individual Property Values Estimated by Automated Valuation Models*. The European Group of Valuers' Associations.
- McCluskey, W., & Adair, A., 2018. *Computer Assisted Mass Appraisal: An International Review*. Routledge Revivals, ISBN 0429867476
- Mendel, J.M., 1995. *Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial*, in Proceedings of the IEEE, 83(3), 345-377, doi: 10.1109/5.364485.
- Mian, A., & Sufi, A., 2014. *House of Debt*. University of Chicago. ISBN 978-0-226-08194-6.
- Mimis, A., Rovolis, A., & Stamou, M., 2013. Property valuation with artificial neural network: the case of Athens. *Journal of Property Research*, 30(2), 128-143, DOI: 10.1080/09599916.2012.755558.
- Μπαρκίτζογλου, Χ., 2012. *Εισαγωγή στις εκτιμήσεις ακινήτων, Μεθοδολογίες εκτίμησης ακινήτων και εφαρμοσμένες πρακτικές*. Θεσσαλονίκη: ΤΕΕ-Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.
- Novák, V., Perfilieva, I., & Močkoř, J., 1999. *Mathematical principles of fuzzy logic*. Dordrecht: Kluwer Academic. ISBN 978-0-7923-8595-0.
- Nguyen, N., & Cripps, A., 2001. Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research*, 22, 313-336.
- Openshaw, S., & Openshaw, C., 1997. *Artificial intelligence in geography*. Chichester: John Wiley and sons.
- Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, T., & French, N., 2003. Real estate appraisal: a review of valuation methods. *Journal of Property Investment & Finance*, 21(4), 383-401.
- Πετρίδης, Δ., 2015. *Ανάλυση πολυμεταβλητών τεχνικών (ηλεκτρ. βιβλ.)*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- PriceWaterhouseCoopers- PWC Research Team, 2016. *The Greek real estate market 2016*. αποκτηθέν στις 25 Οκτωβρίου, 2020, διαθέσιμο: <https://www.pwc.com/gr/en/publications/greek-thought-leadership/greek-real-estate-market-2016.html>
- Selim, H., 2009. Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression vs. artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 36, 2843-2852.
- Taffese, W.Z., 2007. *Case-based reasoning and neural networks for real estate valuation*. Proceedings of the 25th Conference on Proceedings of the 25th IASTED International Multi-Conference: Artificial Intelligence and Applications, 84-89.

Worzala, E., Lenk, M., & Silva, A., 1995. An exploration of neural networks and its application to real estate valuation. *Journal of Real Estate Research*, 10, 185-201.