



Εκτίμηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ  
στο χωρικό επίπεδο των Δήμων:  
Εφαρμογή στους Καλλικράτειους  
Δήμους της Ελλάδας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΛΙΓΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

Δημήτρης Καλλιώρας

Δημήτρης Σταθάκης



## ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν παρέχει μια ολοκληρωμένη και συστηματική ποσοτική περιγραφή των οικονομικών φαινομένων που εξελίσσονται σε μια οικονομία κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ως εκ τούτου, η αδυναμία των Εθνικών Στατιστικών Υπηρεσιών να παρέχουν πληροφόρηση για το επίπεδο του ΑΕΠ στα χαμηλά (χαμηλότερα των νομών) χωρικά επίπεδα αποτελεί τροχοπέδη στην προσπάθεια των μελετητών να αποτυπώσουν την αναπτυξιακή φυσιογνωμία μιας περιοχής. Η παρούσα διπλωματική αποσκοπεί στο να συνεισφέρει στην κάλυψη αυτού του ελλείμματος πληροφόρησης καθώς αποπειράται να εκτιμήσει το κατά κεφαλήν ΑΕΠ στο χωρικό επίπεδο των Καλλικράτειων Δήμων. Στη βάση της διαπιστωμένα θετικής συσχέτισης μεταξύ του ΑΕΠ και των νυχτερινών φώτων, οι δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων αποτελούν βασική πληροφορία για την εκτίμηση του ΑΕΠ στο χωρικό επίπεδο των Καλλικράτειων Δήμων. Για την εκτίμηση χρησιμοποιείται η μέθοδος χωρικής παρεμβολής co-kriging με τη χρήση των νυχτερινών δορυφορικών εικόνων DMSP/OLS ως δευτερεύουσα μεταβλητή. Η μέθοδος ενσωματώνει τη χωρική συσχέτιση των εξεταζόμενων μεταβλητών και παρέχει τις εκτιμώμενες τιμές (με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα) του κατά κεφαλήν ΑΕΠ για τους Καλλικράτειους Δήμους της Ελλάδας.

*Λέξεις – Κλειδιά: κατά κεφαλήν ΑΕΠ, Καλλικράτειοι Δήμοι, Co-Kriging, DMSP-OLS*

## **ABSTRACT**

---

Gross National/Domestic Product (GDP) provides an integrated and systematic quantitative description of the economic events evolving in an economy during a specific time period. However, National Statistical Institutes fail to provide information concerning the level of GDP in low spatial scales, hampering the efforts of researches to identify the developing nature of a region. The present study aims to contribute by covering this gap, through the estimation of GDP per capita in the spatial scale of a municipality and specifically of 325 Greek municipalities (LAU I). On the basis of a known positive correlation between GDP and night lights, the night lights satellite images constitute supplementary information for measuring GDP. Co-Kriging interpolation method was used for the estimation process. Satellite night lights images DMSP/OLS were used as explanatory variable. The results showed high performance, because Co-Kriging incorporates the spatial autocorrelation and cross-correlation between the examined variables.

**Keywords:** Gross Domestic Product, areal interpolation, Co-Kriging, DMSP-OLS

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

---

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν με τον δικό τους τρόπο στην εκπόνησή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντές μου, κύριο Δημήτρη Καλλιώρα και κύριο Δημήτρη Σταθάκη για τον κομβικό ρόλο που είχαν στο θεματικό προσανατολισμό της εργασίας, καθώς και για τη συνεχή καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου παρείχαν όλο αυτό το διάστημα. Ακόμη, ένα ευχαριστώ στον Γιώργο Σαραϊλίδη για την πολύτιμη βοήθειά του στη διεκπεραίωση του έργου, καθώς και την ενθάρρυνση που μου παρείχε.

Ακόμα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και στην Αμαλία για την στήριξη και την αγάπη που μου έχουν δείξει από την αρχή μέχρι και το πέρας των σπουδών μου.

Τέλος, στις φίλες και συναδέλφους που στάθηκαν κοντά μου με τον δικό τους τρόπο Αφροδίτη και Μαίρη, Ιωάννα, Βάσια σας ευχαριστώ.

Γωγώ Λιγνού

## Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1   ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΙΟΝ.....	11
1.1. Ορισμοί.....	11
1.2. Μέθοδοι Μετρήσεως ΑΕΠ.....	14
1.3. Δυσκολίες Υπολογισμού ΑΕΠ.....	18
1.4. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2   ΣΗΜΑΣΙΑ ΑΕΠ.....	22
2.1 Η σημασία του ΑΕΠ στη σύγχρονη οικονομική πρακτική.....	22
2.2 Η σημασία του ΑΕΠ: αποτύπωση σε χαμηλότερη κλίμακα του χώρου.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3   ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	25
3.1 Δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων.....	25
3.1.1 Το Δορυφορικό Σύστημα DMSP/OLS.....	26
3.1.2 Ο αισθητήρας OLS.....	26
3.1.3 Σταθερά Φώτα (Stable lights).....	28
3.1.4. Intercalibration (Διαβαθμονόμηση).....	29
3.2 Στοιχεία κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος.....	31
3.3 Σχέση του νυχτερινού φωτισμού με την οικονομική δραστηριότητα.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4   ΜΕΘΟΔΟΣ KRIGING.....	34
4.1 Μέθοδοι Χωρικής Παρεμβολής (Interpolation Methods).....	34
4.2 Χωρική Παρεμβολή- KRIGING.....	36
4.2.1 Κατηγορίες Μεθόδου Kriging.....	37
4.2.2 Επεξηγηματική στατιστική ανάλυση (Explanatory Analysis).....	41
4.2.3 Το Ημιβαριόγραμμα (semivariogram).....	43

4.3	Εκτίμηση σφάλματος/ Αξιολόγηση πρόβλεψης .....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5   ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....		51
5.1	Δεδομένα.....	51
5.2	Εφαρμογή μεθόδου Co-kriging.....	53
5.3	Εκτιμώμενες τιμές/ Αποτελέσματα.....	55
5.3.1	Αποκλίσεις.....	55
5.3.2	Εκτίμηση κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων.....	57
5.3.3	Διαχρονική μεταβολή κατά κεφαλήν ΑΕΠ .....	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....		62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....		69

### **Περιεχόμενα Γραφημάτων**

Γράφημα 1.	Απεικόνιση κυκλικής ροής .....	13
Γράφημα 2.	Παράδειγμα υπολογισμού ΑΕΠ (προστιθέμενη Αξία).....	15
Γράφημα 3.	Σχηματική απεικόνιση Ordinary Kriging .....	39
Γράφημα 4.	Ιστόγραμμα Λογαρίθμηση.....	42
Γράφημα 5	Θεωρητικά Ημιβαριόγραμμα .....	44
Γράφημα 6	Τυπικό πειραματικό βαριόγραμμα .....	45
Γράφημα 7.	Ημιβαριόγραμμα .....	46
Γράφημα 8.	Normal QQplot .....	48

## Περιεχόμενα Χαρτών

Χάρτης 1. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το έτος 2010	51
Χάρτης 2. Δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων, έτος 2010	52
Χάρτης 3. Μέθοδος Cokriging/ Εκτιμώμενες τιμές σε επίπεδο χώρας, έτος 2010	53
Χάρτης 4. Αβεβαιότητα εκτιμώμενων τιμών (STANDARD ERROR)	54
Χάρτης 5. Απόκλιση κκ ΑΕΠ εκτιμώμενων/ παρατηρούμενων τιμών, 2010	55
Χάρτης 6. Εκτίμηση κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, έτος 2010	58
Χάρτης 7. Μεταβολή του κκΑΕΠ σε επίπεδο νομών, έτη 2000- 2010	60
Χάρτης 8. Μεταβολή κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, έτη 2000- 2010	61
Χάρτης 9. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το έτος 2000	73
Χάρτης 10. Δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων, έτος 2000	73
Χάρτης 11. Μέθοδος Cokriging/ Εκτιμώμενες τιμές σε επίπεδο χώρας, έτος 2000	74
Χάρτης 12. Αβεβαιότητα εκτιμώμενων τιμών (STANDARD ERROR)	74
Χάρτης 13. Εκτίμηση κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, έτος 2000	75





*Cities like cats will reveal themselves at night*

(Rupert Brooke, 1887-1915)

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν αποτελεί έναν οικονομικό δείκτη που παρέχει μία ποσοτική περιγραφή των οικονομικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα σε μία οικονομία σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Παρέχει μία ολοκληρωμένη και συστηματική καταγραφή που τον κατατάσσει στον πιο διαδεδομένο τρόπο αντιπροσώπευσης μία οικονομίας. Αποτελεί ένα συγκρίσιμο μέγεθος τόσο σε επίπεδο χωρών, όσο και σε χαμηλότερα επίπεδα κλίμακας του χώρου. Οι Στατιστικές Υπηρεσίες ανά κράτος αλλά και συνολικά για την ΕΕ μέσω της Eurostat καταγράφουν το ΑΕΠ ανά έτος ή και ανά τρίμηνο, παρέχουν πληροφορίες για την προέλευσή του ενώ εκτιμούν διαχρονικές και διαστρωματικές μεταβολές.

Η εκτίμηση του ΑΕΠ είναι βασικό στοιχείο στην αποτύπωση της αναπτυξιακής φυσιολογίας μίας περιοχής και η αδυναμία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας να εξάγει στοιχεία ΑΕΠ για χαμηλότερη κλίμακα εγείρει προβληματικές. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην κάλυψη αυτών των προβληματικών, μέσω της εκτίμησης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά κάτοικο) στο χωρικό επίπεδο των Δήμων, και δη σε αυτό των 325 Καλλικράτειων Δήμων της Ελλάδας. Αυτή η εκτίμηση πραγματοποιείται στη βάση της διαπιστωμένα θετικής συσχέτισης μεταξύ του ΑΕΠ και των νυχτερινών φώτων.

Οι νυχτερινές δορυφορικές εικόνες αποτελούν ένα βασικό δείκτη ανθρώπινης δραστηριότητας εφόσον αντικατοπτρίζουν την ανθρώπινη συγκέντρωση. Η συλλογή δεδομένων με τη μορφή δορυφορικών εικόνων κατά τη διάρκεια της νύχτας δύναται να αποτελέσει δευτερογενές υλικό για την ερμηνεία διάφορων φαινομένων που σχετίζονται με την ανθρώπινη παρουσία (πληθυσμός, οικονομικοί και κοινωνικοί παράμετροι, αστική διάχυση) και μπορεί να αποτελέσει χωρικό δείκτη σε παγκόσμια κλίμακα. Η σχέση νυχτερινών φώτων με οικονομικές παραμέτρους διατυπώθηκε αρχικά από τους Elvidge et al. (1997) και αναλύθηκε περαιτέρω από τους Doll et al. (2000) και άλλους μελετητές που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Οι δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων είναι διαθέσιμες μέσω του Προγράμματος Αμυντικών Μετεωρολογικών Δορυφόρων (Defense Meteorological Satellite Program -

DMSP) και παρέχονται από το έτος 1994. Αποτελούν εργαλείο αποτύπωσης πολλών φαινομένων που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα και συμβάλλουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων σε ζητήματα πληθυσμού, περιβάλλοντος και οικονομικών και κοινωνικών παραμέτρων.

Στην παρούσα διπλωματική θα αποτελέσουν βασική πληροφορία για την εκτίμηση του ΑΕΠ στο χωρικό επίπεδο των Καλλικράτειων Δήμων (LAU I) μέσω των παρεχόμενων, από την Eurostat, τιμών του ΑΕΠ στο χωρικό επίπεδο των Νομών (NUTS III). Η εκτίμηση πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου χωρικής παρεμβολής Co-Kriging η οποία ενσωματώνει τη χωρική συσχέτιση των εξεταζόμενων μεταβλητών και παρέχει τις εκτιμώμενες τιμές με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα. Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε περιβάλλον ArcGis και ειδικότερα μέσω του εργαλείου Geostatistical Analyst.

Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Αρχικά δίνονται επεξηγηματικοί ορισμοί για την καλύτερη κατανόηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος ως οικονομικός δείκτης καθώς και τρόποι υπολογισμού του. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της σημασίας του ΑΕΠ ως αντιπροσωπευτικός δείκτης της οικονομικής ευημερίας των πολιτών για την εφαρμογή χωροταξικών και περιφερειακών πολιτικών. Παράλληλα, αποτυπώνεται η αδυναμία εξαγωγής του δείκτη σε χαμηλότερη κλίμακα του χώρου και η ανάγκη για την κάλυψη αυτού του ελλείμματος πληροφόρησης.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται προσδιορισμός των δευτερογενών δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργασία. Παρουσιάζεται το Δορυφορικό σύστημα DMSP/OLS από όπου προέκυψαν οι νυχτερινές δορυφορικές εικόνες καθώς και τα στοιχεία του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος όπως εξήχθησαν από τη Eurostat. Τέλος, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο τα νυχτερινά φώτα αποτελούν δείκτη οικονομικής μεγέθυνσης και παρατίθενται αντίστοιχες μελέτες που το αποδεικνύουν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος χωρικής παρεμβολής Co-Kriging τόσο σε θεωρητικό πλαίσιο όσο και στον τρόπο που εφαρμόστηκε. Η εφαρμογή παρουσιάζεται για το έτος 2010 ενώ γίνεται επίσης εκτίμηση σφάλματος και αξιολόγηση του τελικού μοντέλου που προέκυψε. Ακόμη εξετάζονται τα αποτελέσματα με όρους περιφερειακής ανάπτυξης σε επίπεδο νομών και ερευνώνται οι αποκλίσεις που παρατηρούνται. Έχει

γίνει επίσης η εκτίμηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το έτος 2000 καθώς και οι μεταβολή για τη δεκαετία (2000-2010).

Στο πέμπτο κεφάλαιο αποτυπώνονται τα αποτελέσματα και γίνεται παρουσίαση του χαρτογραφικού υλικού τόσο στο επίπεδο των δεδομένων όσο και αυτών που προέκυψαν μετά την εκτέλεση του μοντέλου. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα όπως προέκυψαν με το πέρας της διπλωματικής καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε. Το παράρτημα αποτελείται από χαρτογραφικό υλικό που δεν περιλαμβάνεται στο κυρίως κείμενο καθώς και η εφαρμογή της μεθόδου για το έτος 2000.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΙΟΝ

---

Οι εθνικοί λογαριασμοί αποτελούν μία ολοκληρωμένη και συστηματική ποσοτική περιγραφή των οικονομικών φαινομένων που εξελίσσονται σε μία οικονομία κατά τη διάρκεια μίας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Πρόκειται για μία ολοκληρωμένη και συστηματική περιγραφή εφόσον κάθε μεμονωμένη εγγραφή στους εθνικούς λογαριασμούς αποτελεί μέρος ενός πλήρως συνεπούς συστήματος που χρησιμοποιείται από όλες τις χώρες οι οποίες παρακολουθούν τη διαμόρφωση και την εξέλιξη του εθνικού τους εισοδήματος.

Στόχοι των εθνικών λογαριασμών είναι η αποτίμηση του πλούτου μίας οικονομίας και η καταγραφή προέλευσής του, ανά τομέα παραγωγής και ανά γεωγραφική περιοχή. Παράλληλα, εξετάζεται η διαχρονική αποτίμηση των οικονομικών μεταβολών ενώ παρέχονται στοιχεία απαραίτητα για το σχεδιασμό και την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των κοινωνικοοικονομικών πολιτικών. (ΕΛ.ΣΤΑΤ. , 2011) Στα πλαίσια των εθνικών λογαριασμών υπολογίζονται τα μεγέθη του Εθνικού Προϊόντος, του Εθνικού Εισοδήματος και της Εθνικής δαπάνης.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια αποσαφήνισης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος ως βασικός οικονομικός δείκτης των εθνικών λογαριασμών. Μελετάται η έννοια του όρου εφόσον αποτελεί το βασικό δεδομένο που χρησιμοποιείται στην παρούσα διπλωματική εστιάζοντας στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Ακόμη παρατίθενται οι τρόποι υπολογισμού, επισημαίνονται οι δυσκολίες αποτύπωσής του καθώς και οι παραλλαγές του όρου με τις οποίες συγχέεται.

### 1.1. Ορισμοί

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν αποτελεί μία από τις ευρύτερα χρησιμοποιημένες μακροοικονομικές μεταβλητές που στόχο έχει να μετρήσει την αξία παραγωγής σε μία χώρα. Όπως αναφέρεται στην επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το ΑΕΠ είναι ένα από τα βασικά συγκεντρωτικά μεγέθη που μετρά τη συνολική οικονομική δραστηριότητα που πραγματοποιείται σε μία οικονομική επικράτεια, η οποία οδηγεί σε παραγωγή που ικανοποιεί τις τελικές απαιτήσεις της οικονομίας. (Eurostat.eu)

Το *Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν* ΑΕΠ ή Gross Domestic Product (GDP) όπως συναντάται στην αγγλική γλώσσα, είναι η αξία αγοράς όλων των τελικών προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται σε μια χώρα, από εθνικούς και ξένους παραγωγικούς συντελεστές, σε ορισμένη χρονική περίοδο (συνήθως σε διάστημα ενός έτους) (Αντζουλάτος, 2011).

Αναλυτικά, ο όρος μπορεί να ερμηνευτεί ως η συνολική προσφορά αγαθών ή υπηρεσιών που παράγονται από την οικονομία και γίνονται αντικείμενο ανταλλαγής στην αγορά μεταξύ αγοραστών και πωλητών. Συνεπώς, αντιπαραθέτοντας τις ποσότητες  $q_i$  των διάφορων αγαθών  $i$  που έχουν παραχθεί σε ένα χρόνο και τις τιμές τους  $p_i$  σχηματίζουμε το γινόμενο  $p_i q_i$  που αποτελεί την αξία των αγαθών αυτών όπου  $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$  αγαθά. Το σύνολο αυτών  $\sum p_i q_i$  δίνει το Ακαθόριστο Εγχώριο Προϊόν (Πουρναράκης και Χατζηκωνσταντίνου, 2011).

Στο ΑΕΠ συμπεριλαμβάνονται: η αξία μόνο των τελικών αγαθών και όχι των ενδιάμεσων προϊόντων (η αξία τους υπολογίζεται μόνο μια φορά), υλικά αγαθά (ενδύματα, φαγητά) και άυλες υπηρεσίες (ιατρικές επισκέψεις, εκπαίδευση), αγαθά και υπηρεσίες που παράχθηκαν πρόσφατα και όχι στο παρελθόν καθώς και η αξία της παραγωγής που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. (Stiglitz και Walsh, 2009)

Εστιάζοντας στην ανάλυση των επιμέρους όρων της έννοιας του ΑΕΠ, ο όρος *Ακαθάριστο* χρησιμοποιείται καθώς από το μέγεθος δεν έχουν αφαιρεθεί οι αποσβέσεις. Με τον όρο Αποσβέσεις εννοείται η φθορά του κεφαλαίου από τη χρησιμοποίησή του στην παραγωγική διαδικασία και το οποίο χρήζει αντικατάστασης για τη διατήρηση της παραγωγικής δυναμικότητας της οικονομίας). Συγκεκριμένα αυτή η βαθμιαία απώλεια του κεφαλαίου οφείλεται είτε σε λειτουργική και χρονική φθορά από τη χρήση του στην παραγωγή είτε σε τεχνολογική απαξίωση. Συνεπώς ένα μέρος του παραγόμενου κεφαλαίου της οικονομίας (ακαθάριστη επένδυση) χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του κεφαλαίου που έχει φθαρεί (απόσβεση).

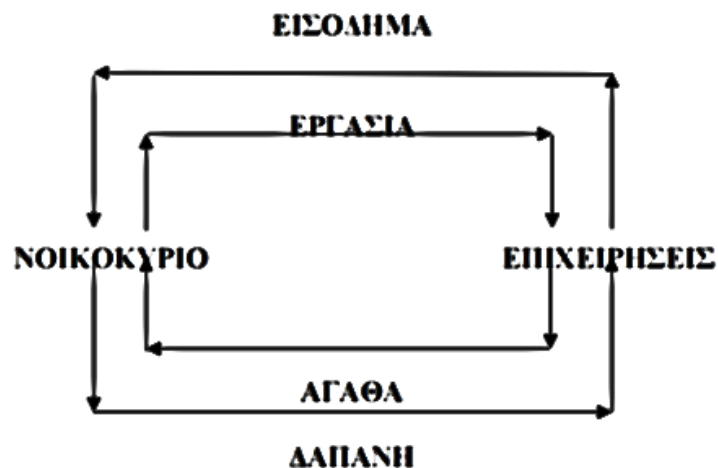
Ο όρος *Εγχώριο* αναφέρεται στην παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που πραγματοποιούνται σε ένα αυστηρά προκαθορισμένο χώρο. Αποτυπώνει τις δυνατότητες της χώρας όταν κάνει χρήση αποκλειστικά των παραγωγικών συντελεστών που της

ανήκουν γεωγραφικά ανεξάρτητα από το ποιος είναι ιδιοκτήτης αυτών των συντελεστών. Έτσι, αν για παράδειγμα μία ξένη εταιρία επενδύει και παράγει στην Ελλάδα με χρήση των ελληνικών παραγωγικών συντελεστών, η αξία του παραγόμενου προϊόντος προσμετρείται στο Ακαθόριστο Εγχώριο Προϊόν της Ελλάδας παρόλο που το κέρδος ουσιαστικά θα δοθεί σε ξένους επενδυτές. (Πουρναράκης και Χατζηκωνσταντίνου, 2011)

Η αναγωγή στη μονάδα του χρόνου, που συνήθως αφορά ένα έτος (ή τρίμηνο) πραγματοποιείται για να εκτιμηθεί η αξία της παραγωγής αλλά και η διαχρονική σύγκρισή της. Συγκρίνοντας την αξία της παραγωγής δύο διαφορετικών ετών στις ίδιες τιμές, προκύπτει η μεταβολή της παραγωγής.

Για την καλύτερη κατανόηση του ορισμού θα δοθεί ένα απλουστευμένο παράδειγμα μιας οικονομίας που θεωρητικά παράγει ένα μόνο αγαθό χρησιμοποιώντας έναν παραγωγικό συντελεστή, την εργασία. Το ΑΕΠ είναι το συνολικό εισόδημα από την παραγωγή του αγαθού, το οποίο ισούται με το άθροισμα των ημερομισθίων και των κερδών. Παράλληλα αποτελεί τη συνολική δαπάνη για την αγορά του αγαθού. Για τον υπολογισμό μετράται είτε η ροή των χρημάτων από τις επιχειρήσεις προς τα νοικοκυριά είτε η ροή των χρημάτων από τα νοικοκυριά προς τις επιχειρήσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δαπάνη των αγοραστών για αγορές προϊόντων ισούται, σύμφωνα με τους κανόνες της λογιστικής, με το εισόδημα για τους πωλητές των προϊόντων. Επομένως, κάθε συναλλαγή που επηρεάζει τη δαπάνη πρέπει να επηρεάζει και το εισόδημα και κάθε συναλλαγή που επηρεάζει το εισόδημα πρέπει να επηρεάζει και τη δαπάνη.

Γράφημα 1. Απεικόνιση κυκλικής ροής



Πηγή: Πουρναράκης και Χατζηκωνσταντίνου (2011), *ιδία επεξεργασία*

## 1.2. Μέθοδοι Μετρήσεως ΑΕΠ

Το ΑΕΠ μετράται με τρεις ισοδύναμες μεθόδους: των δαπανών, του εισοδήματος και της προστιθέμενης αξίας. Η λογική ισοδυναμία τους έγκειται στο ότι οι δαπάνες χρηματοδοτούνται από το εισόδημα, ενώ το εισόδημα είναι προϊόν παραγωγικών δραστηριοτήτων των οικονομικών παραγόντων που δημιουργούν αξία.

Πιο αναλυτικά, η αξία των αγαθών και των υπηρεσιών που παράγονται σε μία δεδομένη στιγμή είναι εξ ορισμού ίση με το ποσό που οι καταναλωτές πρέπει να καταβάλλουν για την αγορά τους. Η αξία του προϊόντος και η δαπάνη για αυτό είναι πάντα ταυτόσημες με αποτέλεσμα ο υπολογισμός της αξίας του και ο υπολογισμός της αξίας της δαπάνης που καταβλήθηκε να καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα. Ομοίως, η συνολική δαπάνη πρέπει να ισούται με το συνολικό εισόδημα που δημιουργείται, δηλαδή οι προσεγγίσεις του εισοδήματος και της δαπάνης πρέπει αντίστοιχα να καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα. Τέλος, εφόσον η αξία του προϊόντος και το εισόδημα ισούνται με την δαπάνη πρέπει να είναι και μεταξύ τους ίσα. Συνεπώς καταλήγουμε στην ισοδυναμία:

$$\text{Συνολική παραγωγή} = \text{συνολικό εισόδημα} = \text{συνολική δαπάνη},$$

Όπου η παραγωγή (προϊόν), τα εισόδημα και η δαπάνη εκφράζονται στις ίδιες χρηματικές μονάδες. (Abel A. & Bernanke B. , 2001)

### Μέθοδος Προστιθέμενης Αξίας

Κατά τον υπολογισμό του ΑΕΠ δεν πρέπει να προστίθεται η αξία των ενδιάμεσων αγαθών εφόσον έτσι το μέγεθος προκύπτει μεγαλύτερο. Συγκεκριμένα, τα προϊόντα που περνούν από πολλά στάδια του παραγωγικού κυκλώματος, υπάρχει πιθανότητα διπλού υπολογισμού τους. Συνεπώς θα πρέπει να υπολογίζεται η προστιθέμενη αξία σε κάθε παραγωγική μονάδα. Το ΑΕΠ αποτελεί άθροισμα της προστιθέμενης αξίας σε όλα τα στάδια παραγωγής, δηλαδή η διαφορά της αξίας των εισροών και των εκροών.

Ειδικότερα, το ΑΕΠ θεωρείται ως η διαφορά μεταξύ των πωλήσεων και των αγορών μιας επιχείρησης λόγω χάριν, συνυπολογίζοντας τη μεταβολή των αποθεμάτων. Με αυτή τη μέθοδο αθροίζονται οι προστιθέμενες αξίες όλων των παραγωγικών κλάδων μέχρι να φτάσουμε στην αξία των τελικών προϊόντων (Αντζουλάτος, 2011).

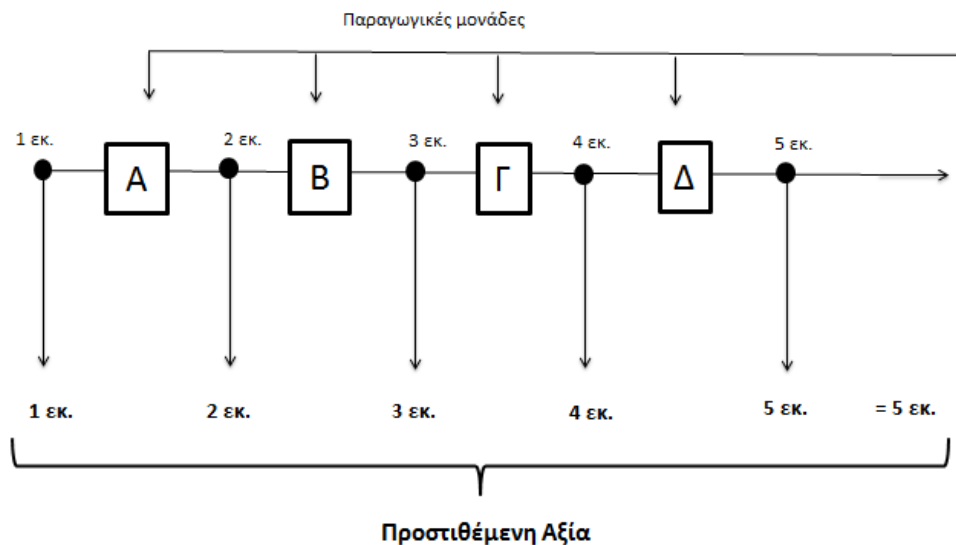


$$(\text{Προστιθέμενη αξία}) = (\text{Αξία Εκροών}) - (\text{Αξία Εισροών})$$

$$= \text{Πωλήσεις} - (\text{Αρχικό Απόθεμα} + \text{Αγορές} - \text{Τελικό Απόθεμα})$$

Έτσι, αν ένα προϊόν X χρησιμοποιεί τέσσερις παραγωγικές μονάδες για να πάρει την τελική του μορφή (Α, Β, Γ, Δ) η αξία του είναι το κόστος όταν προσφέρεται στον καταναλωτή από την τελευταία παραγωγική μονάδα. Στο παρακάτω διάγραμμα υποθέτουμε ότι το προϊόν X αρχίζει ως πρώτη ύλη αξίας 1 εκ. ευρώ την οποία αγοράζει η βιομηχανία Α. Μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης το προϊόν προωθείται στη βιομηχανία Β, η οποία το αγοράζει από την Α 2 εκ. ευρώ. Ομοίως και αντίστοιχα η βιομηχανία Γ επεξεργάζεται ξανά το προϊόν με υπηρεσίες αξίας 1 εκ. ευρώ το οποίο εντέλει αγοράζεται από τη Δ σε τιμή 5 εκ. ευρώ. Η συνολική αγοραστική αξία του προϊόντος είναι το σύνολο που παίρνουμε προσθέτοντας την αξία της πρώτης ύλης και την προστιθέμενη αξία από κάθε παραγωγική μονάδα.

Γράφημα 2. Παράδειγμα υπολογισμού ΑΕΠ (προστιθέμενη Αξία)



*Πηγή: Πουρναράκης και Χατζηκωνσταντίνου, 2011*

Μέθοδος Εισοδημάτων

Η συνολική προστιθέμενη αξία σε κάθε στάδιο παραγωγής διανέμεται ως εισόδημα στους παραγωγικούς συντελεστές μιας οικονομίας. Η λογική ισοδυναμία των δύο μεθόδων προκύπτει από τη λογική επαγωγή:

$$\begin{aligned} \text{ΑΕΠ} &= \text{Άθροισμα της Προστιθέμενης Αξίας σε κάθε στάδιο Παραγωγής} \\ &= \text{Άθροισμα των Εισοδημάτων σε κάθε στάδιο Παραγωγής} \\ &= \text{Συνολικό Παραγόμενο Εισόδημα στην Οικονομία} \end{aligned}$$

Συνεπώς το ΑΕΠ μπορεί να υπολογιστεί ως το σύνολο των αμοιβών των παραγωγικών συντελεστών από τη συμμετοχή τους στην παραγωγική διαδικασία για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στο σύνολο αυτό περιλαμβάνονται:

- Μισθοί (W). Η αμοιβή του συντελεστή εργασία από τη συμμετοχή του στην παραγωγική διαδικασία (μισθοί, ημερομίσθια)
- Έγγειος πρόσοδος (R). Περιλαμβάνει το εισόδημα που προέρχεται από ενοικίαση γης και κτιρίων π.χ. ενοίκιο από οικόπεδο
- Τόκοι (IN). Αποτελούν το εισόδημα που προέρχεται από την κατοχή χρηματικού κεφαλαίου, π.χ. τραπεζικοί λογαριασμοί, ομολογίες.
- Κέρδη (P). Είναι η διαφορά ανάμεσα στις συνολικές εισπράξεις και στις συνολικές πληρωμές της επιχείρησης. (Γούλας, 2010)

Συνεπώς, σύμφωνα με τη μέθοδο του Εισοδήματος:  $\text{ΑΕΠ} = W + R + \text{IN} + P$   
(Begg, 2006)

Μέθοδος Δαπανών

Ένας ακόμη τρόπος έκφρασης και υπολογισμού του ΑΕΠ αποτελούν οι δαπάνες που πραγματοποιούνται στους τομείς της οικονομίας: τον ιδιωτικό, το δημόσιο, τον τομέα των επενδύσεων και τον εξωτερικό. Το ΑΕΠ προκύπτει ως το σύνολο των δαπανών των ατόμων, των επιχειρήσεων και του κράτους για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Με τη μέθοδο των δαπανών μετράται μόνο η αξία των αγορών από τους τελικούς καταναλωτές.

Η αξία της παραγωγής μετράται με τον τρόπο κατανομής της στους τελικούς αγοραστές, οι οποίοι αποτελούν τους τέσσερις κύριους μακροοικονομικούς παράγοντες: τα νοικοκυριά, οι επιχειρήσεις, η κυβέρνηση και ο υπόλοιπος κόσμος.

Ειδικότερα, παρατίθεται ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού:

$$\text{GDP} = C + I + G + \text{NX}, \quad \text{όπου:}$$

(C) Κατανάλωση

Η οποία με οικονομικό παράγοντα τα νοικοκυριά περιλαμβάνει διαρκή και μη διαρκή αγαθά και υπηρεσίες.

(I) Επενδύσεις

Οι οποίες αφορούν επιχειρήσεις χαρακτηρίζονται ως Παγίου κεφαλαίου (Κατασκευές, Εξοπλισμός, Λοιπές) ή Αποθέματα.

(G) Δημόσιες δαπάνες για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών

Με οικονομικό παράγοντα την κυβέρνηση και αφορούν δημόσιες επενδύσεις και δημόσια κατανάλωση.

(NX) Ισοζύγιο Αγαθών και Υπηρεσιών

Πρόκειται για τη διαφορά Εξαγωγές – Εισαγωγές, με οικονομικό παράγοντα τον υπόλοιπο κόσμο. Οι εξαγωγές προστίθενται στο ΑΕΠ εφόσον αποτελούν αγαθά που παρήχθησαν στη χώρα ενώ οι εισαγωγές αποτελούν παραγωγή άλλων χωρών.

Για την καλύτερη κατανόηση των μεθόδων υπολογισμού του ΑΕΠ, στο παράρτημα παρατίθεται ένα παράδειγμα όπου πραγματοποιείται ο υπολογισμός με χρήση και των τριών μεθόδων.

Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να διευκρινιστεί ότι το ΑΕΠ δεν παρέχει πληροφορίες ως προς την κατανομή του πλούτου μεταξύ διαφόρων ομάδων πληθυσμού στην ίδια περιοχή ούτε μετρά το εισόδημα που διαθέτουν τα νοικοκυριά της περιοχής. Τα άτομα μετακινούνται καθημερινά και πιθανόν σε διαφορετικές περιφέρειες. Είναι λοιπόν πιθανό οι εργαζόμενοι να συμβάλλουν στο ΑΕΠ μιας περιφέρειας όπου εργάζονται και στο ΑΕΠ διαφορετικής περιφέρειας όπου κατοικούν. Αυτό έχει σημασία κατά τον υπολογισμό του ΑΕΠ εφόσον οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από σημαντικό αριθμό

εισερχόμενων μετακινούμενων εργαζομένων εμφανίζουν συχνά περιφερειακό κατά κεφαλή ΑΕΠ εξαιρετικά υψηλό (σε σύγκριση με γειτονικές περιφέρειες) χωρίς αυτό να είναι αντιπροσωπευτικό. Το πρότυπο αυτό παρατηρείται σε πολλές αστικές περιοχές της ΕΕ, και κυρίως στις πρωτεύουσες.

Είναι αντιληπτό ότι ο υπολογισμός του ΑΕΠ μιας οικονομίας είτε ως δαπάνη είτε ως εισόδημα είναι εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία και γίνεται από ειδικές υπηρεσίες σε κάθε χώρα. Η διαδικασία προκύπτει σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα που περιέχονται στο Σύστημα Εθνικών Λογαριασμών (1993) το οποίο καταρτίζεται από το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τον οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, τα Ηνωμένα Έθνη και την Παγκόσμια Τράπεζα. (imf.org) Στην Ελλάδα η μέτρηση του Α.Ε.Π. πραγματοποιείται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, την Υπηρεσία των Εθνικών Λογαριασμών του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας και ειδικές υπηρεσίες της Τράπεζας της Ελλάδος (Αντζουλάτος, 2011).

### **1.3. Δυσκολίες Υπολογισμού ΑΕΠ**

Κατά τον υπολογισμό του μεγέθους προκύπτουν δυσκολίες οποίες δυσχεραίνουν την σαφή αποτύπωση του οικονομικού δείκτη και παραποιούν την αξιοπιστία του.

Αρχικά υπάρχει δυσκολία όσον αφορά μη μετρήσιμα αγαθά. Πρόκειται για αγαθά και υπηρεσίες που παράγονται στην οικονομία, ωστόσο δεν αποτελούν αντικείμενα αγοραπωλησίας και είναι δύσκολο να εκτιμηθεί και να υπολογιστεί η αξία τους. Παραδείγματα:

- Υπηρεσίες νοικοκυριών: (βάψιμο σπιτιού, επιδιορθώσεις)
- Ιδιοκατανάλωση (τα αγαθά που παράγονται και καταναλώνονται από τους ίδιους)
- Τεκμαρτά ενοίκια: (ιδιοκατοίκηση)
- Οι αμοιβές των εργαζομένων σε είδος αντί σε χρήμα (δεν δηλώνονται)

Παράλληλα, υπάρχουν αγαθά και υπηρεσίες για τα οποία παρατηρούνται διπλοί υπολογισμοί, λάθη και παραλήψεις. Παραδείγματα:

- Δυσκολίες διάκρισης των αγαθών σε τελικά και ενδιάμεσα (διπλός υπολογισμός).
- Η αποφυγή δήλωσης του πραγματικού εισοδήματος στις εισοδηματικές αρχές, φοροδιαφυγή (παραλήψη).

- Δήλωση αγαθών που δεν προέρχονται από την τρέχουσα παραγωγική δραστηριότητα (κληρονομίες, δωρεές) (λάθος).

Τέλος, κατά τη μέτρηση του ΑΕΠ παρατηρούνται δυσκολίες κατά τον υπολογισμό των αποσβέσεων όπως π.χ. αεροδρόμια, λιμάνια, υδατοφράκτες, δρόμοι, κλπ γιατί είναι δύσκολο να υπολογιστεί η διάρκεια ζωής τόσο μεγάλων έργων. (Begg, 2006)

### *Ονομαστικό ΑΕΠ*

Στην παρούσα εργασία ο παραπάνω ορισμός του πραγματικού ΑΕΠ θα είναι αυτός που θα χρησιμοποιηθεί, ωστόσο, για την καλύτερη κατανόησή του, παρατίθενται επιμέρους παραλλαγές του όρου με τις οποίες συχνά συγχέεται.

Το *ονομαστικό ΑΕΠ* είναι η αξία των τελικών προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται στη διάρκεια ενός έτους όταν αποτιμώνται σε τιμές εκείνου του έτους. Πρόκειται για έναν πιο εξειδικευμένο ορισμό του ΑΕΠ που ωστόσο είναι σημαντικός να αναφερθεί. Όπως είναι φυσικό, αυτό που προσφέρει χρησιμότητα επί της ουσίας στους ανθρώπους είναι οι φυσικές ποσότητες του προϊόντος που μπορούν να αποκτήσουν για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο επομένως, θα ήταν παραπλανητικό να κρίνουμε την επίδοση της οικονομίας εξετάζοντας το ονομαστικό ΑΕΠ. (Stiglitz, 2009)

### *Ακαθόριστο Εθνικό Προϊόν*

Ο τύπος δραστηριοποίησης είναι που διαφοροποιεί το Ακαθόριστο Εγχώριο Προϊόν από το *Ακαθόριστο Εθνικό Προϊόν* (Gross National Product, GNP), αφού το δεύτερο την αξία της παραγωγής από εθνικούς παραγωγικούς συντελεστές (δηλαδή που ανήκουν σε μόνιμους κατοίκους της χώρας), οι οποίοι βρίσκονται είτε στη χώρα είτε στο εξωτερικό σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Το Ακαθόριστο Εθνικό προϊόν προκύπτει ως εξής:

$$Α.Εθ.Π. = ΑΕΠ + Πληρωμές Συντελεστών$$

από το Εξωτερικό – Πληρωμές Συντελεστών στο εξωτερικό

Συνεπώς, είναι κατανοητό ότι το ΑΕΠ εκτιμά το συνολικό εισόδημα που παράγεται εγχώριος ενώ το Α.Εθ.Π μετρά το συνολικό εισόδημα που κερδίζουν οι κάτοικοι μιας χώρας (Αντζουλάτος, 2011).

### Αποπληθωριστής ΑΕΠ

Το ΑΕΠ μετράται σε πραγματικές τιμές, εφόσον οι τρέχουσες τιμές μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου λόγω πληθωρισμού. Προκειμένου να γίνει σύγκριση των τιμών του ΑΕΠ για να αποτυπωθεί η διαχρονική του μεταβολή πρέπει να απαλειφθεί η επίδραση του πληθωρισμού.

Με τον όρο *πληθωρισμός* εννοείται το φαινόμενο συνεχούς ανόδου του γενικού επιπέδου των τιμών. Μπορεί να είναι είτε θετικός είτε αρνητικός (αποπληθωρισμός) και ορίζει τη μεταβολή του επιπέδου των τιμών κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου. Συνεπώς, η κίνηση των τιμών για να αποτελέσει εύχρηστο εργαλείο για την αποτύπωση μακροοικονομικών μεγεθών, θα πρέπει να δοθεί με μορφή μέσου όρου απόλυτων μεγεθών ή ποσοστών (πραγματικές τιμές). (Andrew και Bernanke, 2001)

Συνεπώς κατά τον υπολογισμό του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος πρέπει να πραγματοποιείται αναγωγή των τιμών σε σταθερές τιμές ενός έτους που λήφθηκε σαν έτος βάση (αποπληθωρισμός). Ουσιαστικά, με χρήση του ονομαστικού και του πραγματικού ΑΕΠ προκύπτει ένα τρίτο συστατικό μέγεθος π αποπληθωριστής ΑΕΠ (deflator). Ο *αποπληθωριστής ΑΕΠ* μετρά την τιμή της τυπικής αντιπροσωπευτικής μονάδας του παραγόμενου προϊόντος σε σχέση με την τιμή στο έτος βάσης. Πρακτικά ορίζεται ως κλάσμα με αριθμητή την αξία παραγωγής σε τρέχουσες τιμές (ονομαστικό ΑΕΠ) και παρονομαστή την αξία παραγωγής σε τιμές του έτους αναφοράς (πραγματικό ΑΕΠ) (Αντζουλάτος, 2011).

$$(\text{Αποπληθωριστής ΑΕΠ}) = \frac{(\text{ονομαστικό ΑΕΠ})}{(\text{πραγματικό ΑΕΠ})}$$

#### **1.4. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται με τον όρο του κατά κεφαλήν ΑΕΠ εφόσον αποτελεί, σύμφωνα με τα καθιερωμένα πρότυπα, το συνηθέστερο δείκτη μέτρησης της ευημερίας (του βιοτικού επιπέδου) μιας οικονομίας.

Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ εντάσσει στον όρο του ΑΕΠ το δημογραφικό παράγοντα και ορίζεται ως ο λόγος του ΑΕΠ προς τον πληθυσμό της χώρας. Η συσχέτιση μεταξύ κκΑΕΠ και βιοτικού επιπέδου είναι συνήθως θετική, ενώ η σύγκριση με το μέσο κκΑΕΠ

της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελεί βασική παράμετρο της οικονομικής και κοινωνικής σύγκλισης.

Ουσιαστικά, πρόκειται για την πιο ακριβή παράμετρο ποσοτικής μέτρησης της εθνικής παραγωγικότητας και συνδέεται στενά σε βάθος χρόνου με το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας. Το γεγονός ότι αποτελεί μία μεταβλητή διαθέσιμη για όλα τα κράτη την καθιστά την καλύτερη συνοπτική μέτρηση της ανταγωνιστικότητας (Ζουγανέλη, 2009). Εκτενέστερη ανάλυση στη σημασία του δείκτη, τόσο για την εξαγωγή συμπερασμάτων για μία περιοχή όσο και για την άσκηση πολιτικών, πραγματοποιείται σε επόμενο κεφάλαιο.

Βέβαια, παρά τη χρησιμότητα και αξιοπιστία του δείκτη η αποκλειστική χρήση του κκΑΕΠ έχει προκαλέσει αμφισβητήσεις για το αν αντιπροσωπεύει επαρκώς της ευημερία μίας χώρας. Η κύρια προβληματική του δείκτη είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψιν τη κατανομή των παραγόμενων προϊόντων μεταξύ των μελών της κοινωνίας εφόσον αντιλαμβάνεται την παραγωγή ως μέγεθος και όχι ως σύνθεση. Παράλληλα, δεν είναι δυνατό να μετρήσει την ικανοποίηση ή μη που αισθάνονται τα άτομα για τη ζωή τους εφόσον είναι ένας καθαρά ποσοτικός δείκτης. Δεν μπορεί να υπολογισθεί ο πολιτισμός, το κοινωνικό κράτος, η προστασία του περιβάλλοντος ή η διαφύλαξη των ανθρωπίνων δικαιωμάτων τα οποία αποτελούν κατεξοχήν κριτήρια που καθορίζουν το επίπεδο ευημερίας και ποιότητας ζωής. Η αλόγιστη οικονομική δραστηριότητα και ο σύγχρονος τρόπος ζωής μπορεί να έχουν επιτύχει οικονομική μεγέθυνση και αύξηση του ΑΕΠ ωστόσο δεν λαμβάνονται υπόψιν οι συνέπειες που συνεπάγονται με αυτή (πολλές ώρες εργασίας, εργασιακό άγχος, μόλυνση της ατμόσφαιρας, καθιστική ζωή, έλλειψη επικοινωνίας κτλ) (Αντζουλάτος, 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | ΣΗΜΑΣΙΑ ΑΕΠ

---

Σε αυτό το κεφάλαιο αναγνωρίζεται η σημασία του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και επισημαίνεται η ανάγκη εξαγωγής του δείκτη σε μικρότερη κλίμακα του χώρου. Η ανασκόπηση έγινε τόσο βιβλιογραφικά καθώς και μέσω συνεντεύξεων με τοπικούς φορείς και υπεύθυνους του αναπτυξιακού σχεδιασμού.

### 2.1 Η σημασία του ΑΕΠ στη σύγχρονη οικονομική πρακτική

Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αποτελεί τον πιο αντιπροσωπευτικό και ευρύτερα χρησιμοποιημένο οικονομικό δείκτη του βιοτικού επιπέδου. Η μέτρηση και γνώση του ΑΕΠ μιας χώρας, σύμφωνα με τις κοινά αποδεκτές και ισχύουσες σε όλες τις χώρες επιστημονικές μεθόδους και παραδοχές, είναι μείζονος σημασίας (Eurostat). Οι κυβερνήσεις, οι κεντρικές τράπεζες, τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα χρειάζονται συγκρίσιμες και αξιόπιστες στατιστικές στις οποίες να μπορούν να στηρίζουν τις αποφάσεις τους. Η χρήση ενός διεθνώς αποδεκτού δείκτη όπως το ΑΕΠ καθιστά εφικτή την ανάλυση διαφορετικών οικονομιών καθώς και τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των οικονομιών των κρατών μελών της ΕΕ. Ουσιαστικά αποτελεί το βασικό μέτρο της γενικής κατάστασης της υγείας της οικονομίας μιας χώρας που την καθιστά συγκρίσιμη.

Με τον υπολογισμό του ΑΕΠ σε σταθερές τιμές είναι εφικτή η αντιπαραβολή σε επίπεδο δυναμικής της οικονομικής ανάπτυξης, τόσο διαχρονικά όσο και διαστρωματικά, μεταξύ οικονομιών διαφορετικού μεγέθους, ανεξάρτητα από τα επίπεδα τιμών. Η μελέτη των οικονομικών δεδομένων με τη μορφή ενός κοινού δείκτη ευνοεί τη σύγκριση των περιφερειών ώστε να αξιολογηθεί η συνεισφορά της κάθε περιοχής στην κλίμακα της χώρας. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται κατανοητή η ένταση και η οξύτητα των εισοδηματικών και περιφερειακών ανισοτήτων καθώς και η διαφοροποίηση ανάμεσα στις κοινωνικές ομάδες αλλά και σε περιοχές, ενώ παρακολουθείται η διαδικασία σύγκλισης στα πλαίσια της Ε.Ε..

Η μέτρηση του πλούτου και η αποτύπωση της δημοσιονομικής κατάστασης της χώρας (δημοσιονομικό έλλειμμα και δημόσιο χρέος) καθώς και οι ειδικές συνιστώσες του ΑΕΠ παράγουν πληροφορίες για τις κινητήριες δυνάμεις μιας οικονομίας και συνεπώς μπορεί



να αποτελέσουν βάση για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση πολιτικών της Ε.Ε. Παράλληλα, η αποτύπωση αυτή συμβάλλει άμεσα ή έμμεσα στην λήψη των αναγκαίων αποφάσεων γύρω από την προέλευση, την κατανομή και ανακατανομή των κονδυλίων του κρατικού προϋπολογισμού (ύψος κοινωνικών δαπανών). Είναι σημαντικό να παρακολουθείται ο ρυθμός ανάπτυξης του ΑΕΠ εφόσον αντικατοπτρίζει την συρρίκνωση ή επέκταση της οικονομίας της εκάστοτε περιοχής και έτσι κρίνεται αν έχει ανάγκη από περαιτέρω ώθηση ή περιορισμό. Συνεπώς, τα στοιχεία του ΑΕΠ χρησιμοποιούνται για τη χάραξη και παρακολούθηση μακροοικονομικών πολιτικών. (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010)

Εκτός από την ανάλυση της μακροοικονομικής πολιτικής και της χρήσης του ΑΕΠ στις πολιτικές των κρατών, υπάρχουν και άλλες χρήσεις του δείκτη, ως ειδικότερη παράμετρος εθνικών και περιφερειακών λογαριασμών, συναφείς με την πολιτική, ιδίως σχετικά με περιφερειακά, διαρθρωτικά και τομεακά ζητήματα. Η κατανομή των δαπανών για τα διαρθρωτικά ταμεία βασίζεται εν μέρει στους περιφερειακούς λογαριασμούς οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την εκ των υστέρων αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της περιφερειακής πολιτικής και της πολιτικής για τη συνοχή. Έτσι μπορεί να αξιολογηθεί το φορολογικό σύστημα, το ύψος και η κατανομή της φορολογικής επιβάρυνσης, η πραγματική σχέση ανάμεσα σε έμμεσους ή άμεσους φόρους κ.ο.κ. Συνεπώς, το ΑΕΠ μακροπρόθεσμα αποτελεί ένα μέσο για την αξιολόγηση αλλά και την για τη διαμόρφωση τομεακών ή κλαδικών πολιτικών.

Στο πλαίσιο των πολιτικών της ΕΕ τίθενται ολοένα και περισσότεροι μεσοπρόθεσμοι ή μακροπρόθεσμοι στόχοι, δεσμευτικοί ή μη. Για ορισμένους από τους στόχους αυτούς, το επίπεδο του ΑΕΠ αποτελεί συγκριτικό μέγεθος αναφοράς. Για παράδειγμα, για τον καθορισμό ενός στόχου όσον αφορά τις δαπάνες για έρευνα και ανάπτυξη σε ποσοστό 3,00 % του ΑΕΠ. (Europa.eu)

## **2.2 Η σημασία του ΑΕΠ: αποτύπωση σε χαμηλότερη κλίμακα του χώρου**

Η σημασία του κκ ΑΕΠ για χαμηλότερα επίπεδα του χώρου επισημαίνεται και από ειδικούς του αναπτυξιακού σχεδιασμού. Είναι σημαντικό να διαθέτουμε όσες περισσότερες πληροφορίες γίνεται όταν επιχειρούμε την άσκηση πολιτικών σε οποιαδήποτε περιοχή. Βασική παράμετρος σε αυτό είναι ο ενιαίος τρόπος αποτύπωσης αυτών των στοιχείων από μία πηγή που θα παρέχει αξιόπιστα δεδομένα και θα μπορεί

παράλληλα να είναι ευέλικτος ώστε να μετατρέπεται και σε χαμηλότερη κλίμακα. (Σαράτσης, 2016)

Αυτή η ανάγκη, αντιμετωπίζεται με εναλλακτικούς και αποσπασματικούς τρόπους υπολογισμού οικονομικών στοιχείων. Η πληροφορία παρέχεται εν μέρει από φορολογικές δηλώσεις που είναι διαθέσιμες σε επίπεδο Ταχυδρομικού Κώδικα και αποτελεί το κοντινότερο στοιχείο οικονομικής φύσεως που καταγράφεται επίσημα και διατίθεται. Ακόμη η Ελληνική Στατιστική υπηρεσία δίνει στοιχεία απογραφής ανά οικοδομικό τετράγωνο έπειτα από αίτηση που περιλαμβάνει τους λόγους χρήσης τους. Ωστόσο πρόκειται για στοιχεία που προκύπτουν ανά δεκαετία, δεν είναι δυναμικά και χρειάζονται αρκετή επεξεργασία ώστε να καταστούν αξιοποιήσιμα και συγκρίσιμα για μεγαλύτερη κλίμακα. Ακόμη, οι Δήμοι διαθέτουν στοιχεία για κοινωνικά επιδόματα που δίνονται ωστόσο δεν έχουν προκύψει από επίσημη στατιστική καταγραφή ενώ συνήθως δεν τα παρέχουν για έρευνα.

Σε συνομιλία με στέλεχος από το τμήμα Προγραμματισμού και Ανάπτυξης του δήμου Βόλου, εκφράστηκε η ανάγκη για ενιαία και συνολική βάση δεδομένων σε επίπεδο χώρας που να κατατάσσει στοιχεία κωδικοποιημένα και χωρικά. Για την ανάλυση περιοχής με στόχο άσκηση πολιτικών είναι απαραίτητα οικονομικά στοιχεία που να μπορούν να είναι και συγκρίσιμα. Οι υπηρεσίες, όπως τόνισε η υπεύθυνη, διαθέτουν στοιχεία (πχ στοιχεία για ποσοστά ανεργίας, για επιδόματα πρόνοιας ανά δήμο) ωστόσο δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία, δεν είναι εύχρηστα ενώ δεν κατηγοριοποιούνται χωρικά.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

---

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα διπλωματική εργασία. Βασιζόμενοι στο νυχτερινό φωτισμό και σε μία σειρά λήψεων των σταθερών νυχτερινών φώτων από το δορυφορικό σύστημα DMSP/OLS γίνεται προσπάθεια συσχέτισης της οικονομικής μεγέθυνσης μίας περιοχής με τα φώτα που εκπέμπει. Παρακάτω, παρατίθεται μία σύντομη περιγραφή του δορυφορικού συστήματος DMSP/OLS και των διάφορων διαθέσιμων τύπων δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και τα δεδομένα Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος όπως προέκυψαν από τη Eurostat.

### **3.1 Δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων**

Τα φώτα της νύχτας αποτελούν έναν βασικό δείκτη ανθρώπινης δραστηριότητας εφόσον αντικατοπτρίζουν την ανθρώπινη συγκέντρωση. Ο νυχτερινός φωτισμός χρησιμοποιείται σε παγκόσμια κλίμακα για κατοικίες, εμπορικές χρήσεις, συγκεντρώσεις αναψυχής, βιομηχανική δραστηριότητα, δημόσιες εγκαταστάσεις και συγκοινωνίες. Συνεπώς, η συλλογή δεδομένων με τη μορφή δορυφορικών εικόνων κατά τη διάρκεια της νύχτας δύναται να αποτελέσει πρωτογενές υλικό για την ερμηνεία διάφορων φαινομένων που σχετίζονται με την ανθρώπινη παρουσία ενώ μπορεί να αποτελέσει χωρικό δείκτη σε παγκόσμια κλίμακα.

Η παρατήρηση νυχτερινών δορυφορικών εικόνων και η χαρτογράφησης του διαχρονικά μπορεί να αποτελέσει δευτερογενές υλικό για τη μοντελοποίηση της πυκνότητας του πληθυσμού, της οικονομικής μεγέθυνσης, τα ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ή τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Τσιάκος, 2015).

Στη συγκεκριμένη διπλωματική θα γίνει προσπάθεια αποτίμησης του ΑΕΠ μέσω της μεθόδου kriging με χρήση μίας σειράς λήψεων σταθερών νυχτερινών φώτων από το δορυφορικό σύστημα DMSP/OLS. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει σύντομη παρουσίαση του δορυφορικού συστήματος DMSP/OLS από το οποίο προέκυψαν οι νυχτερινές δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και των δευτερογενών δεδομένων κατά κεφαλήν ΑΕΠ όπως απορρέουν από τη Eurostat.

### 3.1.1 Το Δορυφορικό Σύστημα DMSP/OLS

Οι δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την περάτωση της παρούσας διπλωματικής προέκυψαν από το Πρόγραμμα Αμυντικών Μετεωρολογικών Δορυφόρων (Defense Meteorological Satellite Program /DMSP). Το πρόγραμμα τέθηκε σε εφαρμογή τη δεκαετία του 1960 από την Αμερικανική Πολεμική Αεροπορία και περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την κατασκευή, την εκτόξευση και διατήρηση των δορυφόρων καθώς και την ημερήσια μελέτη και αποτύπωση της επιφάνειας της γης.

Ειδικότερα, οι δορυφόροι DMSP εκτελούν μία ηλιο-σύγχρονη, σχεδόν πολική τροχιά, σε υψόμετρο 830 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της γης, περιόδου 101 λεπτών, και πραγματοποιούν 14 περιστροφές ανά ημέρα αποτυπώνοντας μία σχεδόν καθολική κάλυψη της γης (<http://ngdc.noaa.gov>).

### 3.1.2 Ο αισθητήρας OLS

Στα πλαίσια του Προγράμματος Αμυντικών Μετεωρολογικών Δορυφόρων των Η.Π.Α. έχει τεθεί σε λειτουργία ο αισθητήρας OLS. Αποτελεί ένα ραδιόμετρο περιοδικής σάρωσης με την ικανότητα απεικόνισης ασθενών πηγών εκπομπής φωτός στο ορατό και θερμικό υπέρυθρο φάσμα. Καλύπτει την επιφάνεια της γης σε παγκόσμιο επίπεδο δύο φορές κάθε μέρα και παρέχει πλήρη απεικόνιση ημερήσια και νυχτερινή. Το εύρος σάρωσής του είναι 3000 χλμ και ανιχνεύει πηγές εκπομπής φωτός στο ορατό και στο εγγύς υπέρυθρο φάσμα. Η ραδιομετρική ικανότητα είναι 6-bit ενώ οι τιμές των pixel Κυμαίνονται από 0 έως 63.

Ο OLS χρησιμοποιεί φωτοπολλαπλασιαστή (Photo Multiplier Tube – PMT) ο οποίος ενισχύει το σήμα του φασματικού καναλιού επιτρέποντας την παρατήρηση νεφών, φωτισμένων από το φως του φεγγαριού. Μέσω της εξάλειψης του ηλιακού φωτός γίνεται εφικτή η ανίχνευση των φώτων της πόλης, καύσεων φυσικού αερίου και πυρκαγιών (Cinzano et al., 2000). Τα δεδομένα που λαμβάνονται έχουν χωρική ανάλυση 0.56 χλμ. Αυτά τα δεδομένα πλήρους ανάλυσης (fine data) παρέχουν μεγάλη χωρική πληροφορία ενώ είναι δυνατή η ανίχνευση μικρών φωτών που σε άλλες περιπτώσεις συγχέονταν με θόρυβο. Για την μείωση της ποσότητας μνήμης που απαιτείται στο δορυφόρο, πραγματοποιείται βαθμονόμηση των δεδομένων πλήρους ανάλυσης κατά τη διάρκεια της

πτήσης και εφαρμογή φίλτρου μέσης τιμής 5x5 κελιών οπότε και προκύπτουν ομαλοποιημένα δεδομένα (smoothed data) χωρικής ανάλυσης 2,8 χλμ (Elvidge et al., 2001).

Υπάρχουν τέσσερις τύποι ψηφιακών δορυφορικών εικόνων από τα δεδομένα του DMSP-OLS που είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα του NOAA (National Centers for Environmental Information):

Σταθερά φώτα (Stable lights)

Ραδιομετρικά βαθμονομημένα φώτα (Radiance Calibrated Lights)

Μέσης ψηφιακής τιμής (Average Lights).

Μέσης ψηφιακής τιμής X Percentage (Average Lights X Pct).

Από τον Ιανουάριο του 2010, στο NGDC διατίθενται χρονοσειρά δεδομένων με τα φώτα της νύχτας για τα έτη 1992 έως 2013. Στην ιστοσελίδα υπάρχουν 33 ετήσιες σύνθετες εικόνες χωρίς νεφοκάλυψη με χωρική ανάλυση 1 χλμ, οι οποίες αποτελούνται από τρία είδη δεδομένων:

- Cloud-free coverage: Πρόκειται για εικόνες με απουσία νεφών οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση περιοχών με χαμηλό αριθμό παρατηρήσεων όπου η ποιότητα μειώνεται.
- Average visible data: Είναι σύνθετες εικόνες με το μέσο όρο των τιμών των DN του ορατού καναλιού του OLS χωρίς να έχουν υποστεί περαιτέρω φιλτράρισμα. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0 έως 63.
- Σταθερά φώτα (stable lights): Πρόκειται για εικόνες που περιλαμβάνουν τα φώτα που εκπέμπονται από ανθρώπινους οικισμούς και άλλα σημεία με μόνιμο φωτισμό (συμπεριλαμβάνονται και οι καύσεις φυσικού αερίου). Οι τιμές των δεδομένων έχουν εύρος από 0 έως 63 (Huang et al., 2014).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθούν τα σταθερά φώτα (Stable lights) ως πηγή δεδομένων γι' αυτό και θα αναλυθούν εκτενέστερα

### 3.1.3 Σταθερά Φώτα (Stable lights)

Τα σταθερά φώτα αποτελούν σύνθετες εικόνες των μέσων τιμών της φωτεινότητας των επίγειων εκπομπών φωτισμού, με απουσία νεφών. Οι εικόνες παράγονται σε ετήσια βάση ύστερα από φιλτράρισμα που αφαιρεί τις εφήμερες πηγές φωτισμού καθώς και στοιχεία όπως ο θόρυβος. Αποτυπώνουν την ποσοστιαία συχνότητα με την οποία ανιχνεύονται οι πηγές στην επιφάνεια της γης, χωρίς όμως να αποτελούν πραγματικό δείκτη της λαμπρότητάς τους (Elvidge et al., 2001).

Οι δορυφορικές εικόνες τύπου Stable Lights πρέπει να αντιστοιχούν στο κέντρο λωρίδας σάρωσης του OLS και να μην επηρεάζονται από ηλιακό φως, το σεληνόφως ή άλλες λάμψεις. Παράλληλα αποφεύγεται η αποτύπωση των νεφών, ενώ καλύπτονται όλες οι περιοχές με πηγές φωτός όπως οι περιοχές καύσης αερίων. Ακόμη, ο δείκτης ενίσχυσης (gain) πρέπει να είναι σε κανονικά επίπεδα (Elvidge et al., 2014).

Πραγματοποιείται συγκεκριμένη διαδικασία σύνθεσης των εικόνων με τα εικονοστοιχεία του OLS να ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες: DAYTIME, NIGHTTIME MARGINAL, ZERO LUNAR ILLUMINANCE, CLOUDS PRESENT, και NO DATA. Επιλέγονται τα δεδομένα που εμπίπτουν στην κατηγορία ZERO LUNAR ILLUMINANCE, δηλαδή αυτά που συλλέγονται κατά τη διάρκεια των σκοτεινών μισών σεληνιακών κύκλων με ελάχιστο έως καθόλου σεληνιακό φωτισμό. Αυτή η επιλογή πραγματοποιείται διότι εκείνες τις νύχτες ο συντελεστής ενίσχυσης (gain) του NVIR καναλιού καταγραφής παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή, επιτρέποντας την ανίχνευση μικρών πηγών εκπομπής φωτισμού. Έτσι, αποφεύγεται η ανίχνευση φωτισμένων νεφών από το φως της σελήνης που μπορεί να συγχέονται με επίγειες πηγές εκπομπής στο ορατό και εγγύς υπέρυθρο φάσμα.

Μετά την επιλογή τους, τα δεδομένα επαναπροσδιορίζονται γεωγραφικά και προβάλλονται σε χωρική ανάλυση 30 arc second, δηλαδή σε 1 χλμ στον ισημερινό. Τα δεδομένα που βρίσκονται στα άκρα του πλάτους σάρωσης του OLS απομακρύνονται εφόσον διαθέτουν χαμηλότερη ακρίβεια γεωεντοπισμού και υψηλές τιμές θορύβου στο ορατό κανάλι καταγραφής. Σε επόμενο στάδιο, απομακρύνονται οι παρατηρήσεις με παρουσία νεφών έπειτα από τη σύγκριση των δεδομένων στο θερμικό κανάλι

καταγραφής του OLS με τη θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης (οι παρατηρήσεις με νέφος σημειώνουν χαμηλότερη θερμοκρασία).

Έπειτα, δημιουργείται μία σύνθετη εικόνα με το μέσο όρο των τιμών DN του ορατού καναλιού του OLS (average visible band composite product). Στη νέα εικόνα δεν διακρίνονται διαφορετικές πηγές εκπομπής φωτός όπως οι μικρές πόλεις και οι πυρκαγιές οι οποίες διαθέτουν ίδιες φασματικές υπογραφές. Για την αντιμετώπιση αυτής της σύγχυσης έχει αναπτυχθεί αλγόριθμος ανίχνευσης σύμφωνα με τον οποίο η τιμή των pixel προσδιορίζεται με βάση το ποσοστό της συχνότητας ανίχνευσης των φώτων στις δορυφορικές λήψεις. Συνεπώς, εφήμερες πηγές που αναγνωρίζονται όπως οι πυρκαγιές αφαιρούνται. Ακόμη, κατά τη διαδικασία αφαιρείται και ο θόρυβος που εντοπίζεται μέσω του ορισμού κατώτερων ορίων (thresholds), με βάση τις τιμές του NVIR καναλιού στις περιοχές όπου δεν ανιχνεύεται φωτισμός (Baugh et al., 2010).

#### 3.1.4. Intercalibration (Διαβαθμονόμηση)

Η χρονοσειρά σταθερών φώτων που προκύπτει από το δορυφόρο OLS εγείρει προβληματισμούς ως προς την αξιοπιστία των δεδομένων στη διάρκεια των ετών. Αυτό συμβαίνει διότι το κανάλι VNIR δεν επιδέχεται βαθμονόμηση κατά την πτήση ενώ οι 6 αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι διαφορετικοί για τα από τα έτη 1992 έως σήμερα (Τσιάκος, 2015). Αυτό δημιουργεί διαφορές τόσο στην ραδιομετρική τους απόδοση, όσο και στο εύρος των φασματικών τους ζωνών (bandpasses). Ακόμη, κάθε αισθητήρας έχει διαφορετικό όριο ανίχνευσης ενώ η οπτική απόδοση υποβαθμίζεται με την πάροδο του χρόνου (Elvidge et al., 2014).

Η έλλειψη συνέχειας και συγκρισιμότητας που χαρακτηρίζει τον τύπο των σταθερών φώτων (stable lights), δεν επιτρέπει τη χρήση τους για άμεση χρήση και εξαγωγή συμπερασμάτων. Η εξάλειψη των συγκεκριμένων προβληματικών κρίνεται σημαντική, εφόσον αυτές οι προβληματικές καθιστούν τα σταθερά φώτα περιορισμένης χρηστικότητας. Γι' αυτό το λόγο, στη βιβλιογραφία αναπτύσσονται μέθοδοι αντιμετώπισης των σφαλμάτων, οι οποίες βασίζονται στην ανάλυση της παλινδρόμησης μεταξύ των ψηφιακών τιμών των εικόνων, με τις ψηφιακές τιμές μίας εικόνας αναφοράς.

Οι Elvidge et al. (2014) ανέπτυξαν μία διαδικασία διαβαθμονόμησης, προκειμένου να μετατραπούν οι τιμές των δεδομένων κάθε προϊόντος σε ένα κοινό εύρος, το οποίο ορίζεται από το έτος αναφοράς. Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στην υπόθεση ότι η λαμπρότητα των φώτων σε μία περιοχή αναφοράς έχει μεταβληθεί ελάχιστα με την πάροδο του χρόνου, ενώ βασικό εργαλείο αποτελεί η ύπαρξη δύο δορυφορικών εικόνων για ορισμένα έτη.

Κατά την πραγματοποίηση της τροχιάς και πριν ο δορυφόρος φτάσει στο τέλος της λειτουργίας του, ένας νέος δορυφόρος ξεκινά να λειτουργεί ως αντίγραφο ασφαλείας. Συνεπώς, περίπου για τα μισά έτη από αυτά που διαθέτουν διαθέσιμες δορυφορικές εικόνες, υπάρχουν δύο δορυφόροι που λειτουργούν ταυτόχρονα. Οι δύο διαφορετικές πηγές δεδομένων για την ίδια χρονιά μπορούν να αξιοποιηθούν είτε μέσω συγχώνευσης των πηγών, είτε με επιλογή της καλύτερης πηγής με βάση κάποια κριτήρια.

Στην παρούσα διπλωματική για τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν επιλέχθηκε η μέθοδος διαβαθμονόμησης μέσω παράλληλων παλινδρομήσεων (Stathakis, 2016). Σύμφωνα με τη μέθοδο, αρχικά υπολογίζεται ο μέσος όρος όλων των ψηφιακών τιμών (DN) για όλα τα διαθέσιμα έτη (1992 έως 2013). Έπειτα το μοντέλο προσαρμόζεται με χρήση παλινδρόμησης με βάση την εξίσωση όπως ορίστηκε από τους Elvidge et al. (2009):

$$DN_e = a + b \cdot DN_o + c \cdot DN_o^2$$

Οι εκτιμώμενες τιμές σχηματίζουν ένα νέο διάνυσμα για κάθε pixel με βάση την εξίσωση:

$$v = [DN_{1992}^e, DN_{1993}^e, \dots, DN_{2013}^e]$$

Οι εκτιμώμενες τιμές αποθηκεύονται για κάθε έτος, αντικαθιστώντας τις αρχικές, σε μία νέα χρονοσειρά εικόνων. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε pixel της χρονοσειράς εικόνων έως ότου παραχθούν τα νέα διαβαθμονομημένα δεδομένα.

Παρόλο που η συγκεκριμένη μεθοδολογία είναι απαιτητική υπολογιστικά και σημαντικά βραδύτερη από προηγούμενες, χαρακτηρίζεται πιο αντικειμενική εφόσον αποφεύγει τον



ορισμό της αναλλοίωτης περιοχής αναφοράς, ενώ οι χρονοσειρές εικόνων που παράγει είναι οπτικά πιο αξιόπιστες (Stathakis, 2016).

### **3.2 Στοιχεία κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος**

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έγινε χρήση δεδομένων Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος όπως καταγράφονται στην Στατιστική Υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat). Τα στοιχεία εξήχθησαν σε επίπεδο νομών (NUTS 3) και για τους 51 νομούς της Ελλάδας. Εξαιρέθηκε το Άγιο Όρος το οποίο αποτελεί ειδική περίπτωση, δεν διαθέτει οικονομική δραστηριότητα και δεν μελετάται.

#### Στατιστική Υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat)

Η Eurostat είναι η επίσημη Στατιστική Υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εδρεύει στο Λουξεμβούργο. Αποτελεί κύρια πηγή στατιστικών δεδομένων υψηλής ποιότητας στην Ευρώπη εφόσον λαμβάνει δεδομένα που έχουν παραχθεί από τις Στατιστικές Υπηρεσίες κάθε κράτους μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα ενοποιεί αφού ελέγξει την ποιότητα και την αξιοπιστία τους. Συνεπώς είναι σε θέση να εξάγει στατιστικά στοιχεία για όλες τις χώρες που να επιτρέπουν συγκρίσεις για τις διαθέσιμες κλίμακες του χώρου ( NUTS 0, NUTS 1, NUTS 2, NUTS3). Οι διάφοροι αντίστοιχοι οργανισμοί του κάθε κράτους που συνεργάζονται με την Eurostat λειτουργούν με βάση το Ευρωπαϊκό Σύστημα Στατιστικής (Eurostat).

Η συμβολή της Eurostat τόσο στην ανάγκη των οργάνων της ΕΕ, της επιστημονικής κοινότητας, των επιχειρήσεων και των ευρωπαίων πολιτών για στατιστικά δεδομένα είναι σημαντική. Τα δεδομένα προάγουν τη διαφάνεια και την αξιοπιστία μέσω του ελέγχου των πολιτικών βάσει του αποτελέσματος της άσκησης πολιτικής στην πραγματική οικονομία, την πρόνοια, την κοινωνική συνοχή και το γενικότερο επίπεδο ευημερίας των πολιτών. Είναι κομβικός ο ρόλος ενός κοινού παρόχου δεδομένων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο ώστε να διασφαλιστεί ο κοινός τρόπος συλλογής και αξιολόγησης των στατιστικών μεγεθών (Καλογήρου, 2015).

### 3.3 Σχέση του νυχτερινού φωτισμού με την οικονομική δραστηριότητα

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, γίνεται προσπάθεια συσχέτισης των οικονομικών παραμέτρων με την ένταση των νυχτερινών φώτων. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα εξεταστούν αντίστοιχες μελέτες που αποδεικνύουν αυτήν ακριβώς τη σχέση συνδέοντας την οικονομική δραστηριότητα μίας περιοχής με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν.

Είναι γεγονός ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση των δεδομένων νυχτερινού φωτισμού με κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους όπως ο πληθυσμός, η πληθυσμιακή πυκνότητα, το ΑΕΠ και η κατανάλωση ενέργειας και ηλεκτρικού ρεύματος (Elvidge et al., 2014). Υπάρχουν πολλές μελέτες που αφορούν την εξαγωγή οικονομικών παραμέτρων μέσω της δημιουργίας στατιστικών σχέσεων ανάμεσα στα νυχτερινά φώτα και την εξεταζόμενη παράμετρο. Οι Elvidge et al. (1997) περιέγραψαν για πρώτη φορά τη σχέση του νυχτερινού φωτισμού με την οικονομική δραστηριότητα σε επίπεδο χώρας. Χρησιμοποιώντας ένα γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης όρισαν τη σχέση του εκτιμώμενου ΑΕΠ (GDP) με την επιφάνεια των φωτισμένων περιοχών, σε διάφορες χώρες, στα σταθερά φώτα του OLS.

Οι Henderson et al. (2012) επισημαίνουν ότι η ένταση των νυχτερινών δορυφορικών φώτων αντανακλά εσωτερικό ή εξωτερικό φωτισμό ο οποίος συνδέεται με κατανάλωση και συνεπώς με οικονομική ευμάρεια. Όσο το εισόδημα αυξάνεται, τόσο αυξάνεται η κατανάλωση η οποία κατά τις νυχτερινές ώρες συνδέεται αυταπόδεικτα με τη χρήση φώτων. Βέβαια, πρόκειται για μία σύνθετη σχέση εφόσον συνυπολογίζει τόσο ιδιωτικό όσο και δημόσιο φωτισμό, την κατανάλωση σε σχέση με τις επενδύσεις καθώς και τις διαφορές ανάμεσα στις ημερήσιες και νυχτερινές επενδύσεις που μπορεί να είναι σημαντικές. Οι Sutton et al. (2007) χρησιμοποίησαν τα νυχτερινά φώτα με πεδίο εφαρμογής την Κίνα, την Ινδία και τις Η.Π.Α. για την εκτίμηση του ΑΕΠ σε επίπεδο χώρας και περιφέρειας.

Το 2010 οι Ghosh et al. με χρήση του δορυφορικού συστήματος DMSP/OLS, δημιουργούν ένα μοντέλο για να αποτυπώνουν την παγκόσμια κατανομή οικονομικής δραστηριότητας σε όρους ΑΕΠ. Τα νυχτερινά φώτα χρησιμοποιήθηκαν για τον

υπολογισμό του αθροίσματος των τιμών έντασης του φωτός για κάθε διοικητική μονάδα, καθώς και την κατανομή του ποσοστού της συνολικής δραστηριότητας που δεν αποδίδεται στην γεωργία. Το ποσοστό της εκτιμώμενης δραστηριότητας που αποδίδεται στη γεωργία κατανεμήθηκε με βάση το πληθυσμιακό πλέγμα Landscan. Όσον αφορά την πρόβλεψη της οικονομικής δραστηριότητας, αναπτύχθηκε μοντέλο παλινδρόμησης για την βαθμονόμηση του αθροίσματος των φώτων, βασιζόμενο στη σχέση της έντασης του φωτός με το ΑΕΠ, και εξήχθησαν συντελεστές για κάθε διοικητική ενότητα. Οι συντελεστές πολλαπλασιάστηκαν με το άθροισμα των φώτων κάθε διοικητικής ενότητας παρέχοντας εκτιμήσεις για τη συνολική οικονομική δραστηριότητα (Τσιάκος, 2015).

Αυτή την διαφοροποίηση στον τρόπο μελέτης ανάμεσα στις αστικές και αγροτικές περιοχές τόνισαν και οι Mellander et al. (2015) αναφέροντας ότι στη συσχέτιση φώτων και οικονομικών παραμέτρων υπάρχει υπερεκτίμηση σε μεγάλες αστικές περιοχές και υποεκτίμηση σε αγροτικές.

Οι Triantakonstantis και Stathakis (2014) επισημαίνουν τη συσχέτιση των νυχτερινών δορυφορικών φώτων με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και πραγματοποιούν εκτίμηση του κ.κ. ΑΕΠ για την Ελλάδα σε επίπεδο Καποδιστριακού Δήμου. Με χρήση χωρικής παρεμβολής Co-Kriging και με αρχικά δεδομένα το ΑΕΠ των 51 νομών της Ελλάδας και δορυφορικών νυχτερινών φώτων εκτιμούν το ΑΕΠ για τον καθέναν από τους 1051 Καποδιστριακούς Δήμους, σημειώνοντας την ανάγκη εξαγωγής οικονομικών στοιχείων σε χαμηλότερη κλίμακα. Σε αυτή τη δημοσίευση και τη λογική που αυτή ακολουθεί βασίζεται η παρούσα διπλωματική.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 | ΜΕΘΟΔΟΣ KRIGING

---

### 4.1 Μέθοδοι Χωρικής Παρεμβολής (Interpolation Methods)

Η χωρική παρεμβολή είναι μία διαδικασία κατά την οποία ο ερευνητής προσπαθεί να προβλέψει την τιμή μίας μεταβλητής στα σημεία ενός πεδίου που δεν έχουν γίνει μετρήσεις, δεδομένου ότι είναι γνωστές οι τιμές της μεταβλητής σε άλλα σημεία του συγκεκριμένου πεδίου. Πραγματοποιείται στα πλαίσια χωρικής ανάλυσης ενώ τη διαδικασία πρέπει να στηρίζουν δύο βασικές υποθέσεις. Αρχικά, η επιφάνεια που εκφράζει το υπό εξέταση χαρακτηριστικό είναι συνεχής και άρα η τιμή σε κάθε θέση είναι δυνατό να υπολογιστεί εφόσον υπάρχουν απαραίτητα στοιχεία (Βασιλειάδης, 2010). Παράλληλα, πρέπει να υπάρχει χωρική εξάρτηση των τιμών του υπό εξέταση χαρακτηριστικού ώστε να υπάρχει τεκμηρίωση της μεθόδου.

Μαθηματικά, το πρόβλημα της χωρική παρεμβολής τίθεται ως εξής: έστω ότι δίνονται  $N$  τιμές από υπό μελέτη φαινόμενα  $z^{(j)}$ ,  $j = 1, \dots, N$  οι οποίες μετρήθηκαν σε ασυνεχή σημεία  $x^{(j)} = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_d^{(j)})$ ,  $j = 1, \dots, N$  εντός μιας συγκεκριμένης περιοχής ενός  $d$ -διάστατου χώρου και  $\lambda$  το βάρος όπως επηρεάζεται από την απόσταση. Εάν κατασκευαστεί μία συνάρτηση  $S(x)$  τέτοια ώστε  $S(x_j) = z^{(j)}$ ,  $j = 1, \dots, N$

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)$$

Η χωρική παρεμβολή βασίζεται στον Πρώτο Νόμο της Γεωγραφίας εκφρασμένο από τον Waldo Tobler (1970): Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things, δηλαδή καθετί σχετίζεται με κάθε τι άλλο αλλά τα πράγματα που είναι πιο κοντά μεταξύ τους χωρικά σχετίζονται περισσότερο από αυτά που είναι απομακρυσμένα. Γενικεύοντας, αυτό που ισχύει είναι ότι τα περισσότερα γεγονότα, φυσικά ή κοινωνικά, παρουσιάζουν μεταξύ τους μία σχέση που εξαρτάται από τη μεταξύ τους απόσταση (Νικολάου, 2007).

Η χωρική παρεμβολή μετατρέπει τις πληροφορίες με μορφή σημειακών παρατηρήσεων σε συνεχή πληροφορία με μορφή επιφάνειας. Αυτό συμβαίνει όταν τα πρωταρχικά

δεδομένα δεν καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή ενδιαφέροντος αλλά αποτελούν δείγματα. Η χωρική παρεμβολή αποτελεί μία μορφή πρόβλεψης που στοχεύει στην καλύτερη προσέγγιση της εμπειρικής πραγματικότητας με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος (Δήμου, 2010).

Οι μέθοδοι χωρικής παρεμβολής χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες τις προσδιοριστικές (deterministic methods) που υποδιαιρούνται σε μεθόδους γενικευμένων προσεγγίσεων και τοπικών εκτιμήσεων και τις γεωστατιστικές μεθόδους (geostatistical methods) χωρικής συσχέτισης (Breaden, 2014). Η πρώτη κατηγορία εφαρμόζει μαθηματικές σχέσεις για τη δημιουργία συνεχούς επιφάνειας, ενώ η δεύτερη δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας μίας συνεχούς επιφάνειας πρόβλεψης καθώς και ενός μέτρου ακρίβειας για αυτή (Κουτσόπουλος, 2002). Στη δεύτερη κατηγορία ανήκει η μέθοδος kriging η οποία χρησιμοποιείται στην παρούσα διπλωματική και θα αναλυθεί περαιτέρω.

#### Προσδιοριστικές μέθοδοι (deterministic methods)

Οι προσδιοριστικές μέθοδοι χωρικής παρεμβολής δημιουργούν επιφάνειες με γνώμονα τα σημεία που έχουν μετρηθεί εκ των προτέρων και διαιρούνται σε δύο ομάδες, τις γενικευμένες (global) και τις τοπικές (local). Οι γενικευμένες τεχνικές υπολογίζουν τις τιμές μιας παραμέτρου σε κάποιο σημείο του χώρου χρησιμοποιώντας ολόκληρο το σύνολο δεδομένων. Χρησιμοποιούνται εμμέσως για χωρικές παρεμβολές εφόσον αποτελούν εργαλεία εξέτασης και ενδεχομένως απομάκρυνσης των γενικευμένων χωρικών διαφοροποιήσεων. Οι διαδικασίες εκτίμησης είναι συνήθως απλές και βασίζονται σε συνηθισμένες στατιστικές μεθόδους ανάλυσης διασποράς όπως η παλινδρόμηση ή η απλή εφαρμογή της ανάλυσης διασποράς (ANOVA) (Johnston et al., 2001).

Οι μέθοδοι τοπικών εκτιμήσεων (local) υπολογίζουν τις τιμές με βάση τα στοιχεία σημείων που βρίσκονται σε άμεση γειτονική περιοχή (π.χ. Inverse Distance Weighted, Local Polynomial, Radial Basis Functions). Βασικό πλεονέκτημα αυτών των προσεγγίσεων αποτελεί το γεγονός ότι η εκτίμηση βασίζεται σε πληροφορίες που αφορούν περιοχές κοντά στο υπό εκτίμηση σημείο και άρα αποτυπώνουν διαφοροποιήσεις στην «γειτονία» του (Κουτσόπουλος, 2002).

Οι προσδιοριστικές μέθοδοι χωρικής παρεμβολής παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα. Αρχικά δεν μπορούν να δώσουν άμεσες εκτιμήσεις για την ποιότητα των προβλέψεων, δηλαδή μία εκτίμηση της διασποράς των προβλεπόμενων τιμών στα σημεία που δεν ανήκουν στο αρχικό δείγμα. Δεν υπάρχει αντικειμενικός τρόπος επιλογής του αριθμού των σημείων που είναι αναγκαία για την εφαρμογή των μεθόδων τοπικών εκτιμήσεων, ενώ δεν είναι γνωστό αν οι επιλεγείσες τιμές για τις διάφορες παραμέτρους είναι πραγματικά βέλτιστες. Τέλος, δεν είναι γνωστά τα λάθη (αβεβαιότητες) που σχετίζονται με τις εκτιμώμενες τιμές της χωρικής παρεμβολής.

Τα παραπάνω μειονεκτήματα μπορούν να αντισταθμίσουν οι γεωστατικές μέθοδοι επειδή αποτελούν διαδικασίες δεύτερης τάξης, δηλαδή αναφέρονται στη χωρική εξάρτηση της διασποράς των τιμών των χαρακτηριστικών από τη μέση τιμή, μία βασική διαδικασία στην ανάλυση του χώρου η οποία δεν λαμβάνεται υπόψιν στις διαδικασίες πρώτης τάξης.

#### Γεωστατιστικές μέθοδοι (geostatistical methods)

Οι γεωστατιστικές μέθοδοι όπως το kriging, προϋποθέτουν την κατανόηση των αρχών της στατιστικής χωρικής συσχέτισης (Δήμου, 2010). Χρησιμοποιούν μαθηματικές και στατιστικές τεχνικές για οποιαδήποτε εκτίμηση απορρέει από σημειακές μετρήσεις (Βασιλειάδης, 2010).

Βασίζονται στην ιδέα της συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων και της εισαγωγής σε αυτές στατιστικών μοντέλων. Οι γεωστατιστικές μέθοδοι χωρικής παρεμβολής έχουν την ικανότητα να παράγουν συνεχείς επιφάνειες πρόβλεψης για μία μεταβλητή δίνοντας παράλληλα ένα μέτρο ακρίβειας για αυτές και αυτό το χαρακτηριστικό είναι που τις διαχωρίζει από τις ντετερμινιστικές μεθόδους. Ουσιαστικά, ποσοτικοποιούν και ελαχιστοποιούν το σφάλμα εκτίμησης σε άγνωστα σημεία εκτός του δείγματος των σημειακών μετρήσεων (Βασιλειάδης, 2010). Παρακάτω αναλύεται εκτενώς η μέθοδος Kriging.

## **4.2 Χωρική Παρεμβολή- KRIGING**

Η μέθοδος kriging ιστορικά εφαρμόστηκε πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1910 στη γεωπονία και έπειτα το 1930 στη μετεωρολογία. Έγινε γνωστή από τον

Νοτιοαφρικανό μηχανικό μεταλλείων D.G. Krige από όπου πήρε και την ονομασία της. Ο Krige ανέπτυξε στις αρχές του 50' μεθόδους για την κατανομή μεταλλευμάτων βασιζόμενος στις τιμές των δειγμάτων. Η μέθοδος βασίζεται σε στατιστικά μοντέλα που απαιτούν ένα σύνολο δεδομένων για μία συνεχή μεταβλητή και ένα μοντέλο χωρικής διακύμανσης με τη μορφή βαριογράμματος (Καρκαλέτσου, 2014).

Το Kriging παρουσιάζει μερικές βέλτιστες από στατιστική άποψη ιδιότητες, όπως η αποφυγή μεροληπτικής εκτίμησης σε περίπτωση συσσώρευσης σημείων με μετρήσεις σε ορισμένες θέσεις, ενώ υπολογίζεται το μέτρο σφάλματος και η αβεβαιότητα για την επιφάνεια που υπολογίστηκε (ESRI). Η μέθοδος λειτουργεί με τον υπολογισμό ενός βέλτιστου συνδυασμού σταθμικών συντελεστών με βάση την πληροφορία που περιέχεται στο ημιβαριόγραμμα. Εφόσον το ημιβαριόγραμμα είναι συνάρτηση της απόστασης, οι σταθμικοί συντελεστές μεταβάλλονται σύμφωνα με τη γεωμετρική κατανομή των σημείων των μετρήσεων στο χώρο. Το ημιβαριόγραμμα θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα όπου θα επεξηγηθεί με τα δεδομένα της εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν.

#### 4.2.1 Κατηγορίες Μεθόδου Kriging

Οι μέθοδος Kriging εφαρμόζεται ευρέως για την παρεμβολή χωρικά κατανεμημένων μεταβλητών. Η διαδικασία πραγματοποιείται μέσω προγραμμάτων (R, ArcGis) και δημιουργεί χάρτες διακύμανσης βασισμένους σε υποθέσεις που έχουν ήδη γίνει. Η κύρια στατιστική υπόθεση πίσω από την Kriging είναι αυτή της στασιμότητας. Αυτό σημαίνει ότι οι στατιστικές ιδιότητες όπως η μέση τιμή και η διακύμανση δεν εξαρτώνται από τις ακριβείς χωρικές θέσεις, δηλαδή, η μέση τιμή και διακύμανση μιας μεταβλητής σε μία θέση να είναι ίση με την μέση τιμή και διακύμανση σε μια άλλη θέση (Μαργαρίτης, 2007).

Η γεωστατιστική περιλαμβάνει διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούν αλγορίθμους kriging για την εκτίμηση συνεχών χαρακτηριστικών στο χώρο. Η ονομασία του αποτελεί ένα γενικό όνομα για την οικογένεια αλγορίθμων γενικευμένων ελαχίστων τετραγώνων παλινδρόμησης. Βασικές κατηγορίες της μεθόδου είναι η Ordinary Kriging, η Simple Kriging, η Universal Kriging και η Co- Kriging.

Ανάμεσα στις επιμέρους μεθόδους εντοπίζονται ορισμένες λεπτές αλλά ουσιαστικές διαφορές. Μία από αυτές είναι οι ιδιότητες της μέσης τιμής (τάσης). Στο Ordinary Kriging θεωρείται σταθερή και άγνωστη (u σταθερό για όλα τα σημεία του δείγματος). Όταν η τάση είναι γνωστή και υπολογίζεται από τις παραμέτρους χρησιμοποιείται η Simple Kriging, ενώ όταν οι διαδικασίες είναι μη στάσιμες και η μέση τιμή μεταβάλλεται, τότε χρησιμοποιείται η Universal Kriging. Τέλος, η Cokriging χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν δύο μεταβλητές και υπολογίζεται η διακύμανση και των δύο.

Στην παρούσα διπλωματική, γίνεται χρήση της μεθόδου Co-Kriging εφόσον για την εκτίμηση του κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, χρησιμοποιείται ως κύρια μεταβλητή το κκΑΕΠ σε επίπεδο νομών (NUTS 3) και ως συν-μεταβλητή τα φώτα της νύχτας, όπως προκύπτουν από το δορυφορικό σύστημα DMSP/OLS. Έχει γίνει η παραδοχή ότι η μέση τιμή είναι σταθερή και άγνωστη (Ordinary Kriging). Παρακάτω αναλύονται οι δύο επιμέρους κατηγορίες της μεθόδους Kriging που χρησιμοποιήθηκαν.

### Ordinary Kriging

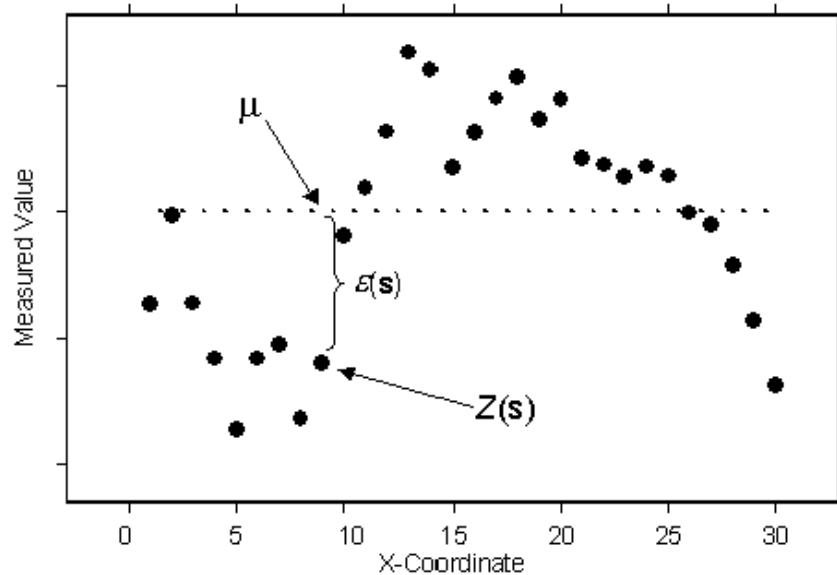
Ο τύπος που δίνει το μοντέλο αυτής της κατηγορίας είναι της μορφής

$$Z(s) = u + e(s)$$

Όπου το  $Z(s)$  αντιπροσωπεύει την τιμή για την άγνωστη μεταβλητή σε μία χωρική θέση  $s$ , η  $u$  αποτελεί μία άγνωστη σταθερή μέση για τα δεδομένα και άρα δεν υπάρχει τάση και  $e$  το τυχαίο σφάλμα. (esri, 2010). Η διαφορά του ordinary kriging από τις υπόλοιπες μεθόδους είναι ότι γίνεται η παραδοχή ότι η άγνωστη σταθερή μέση μένει σταθερή (Hengl, 2009).



Γράφημα 3. Σχηματική απεικόνιση Ordinary Kriging



Πηγή: ESRI

Ο υπολογισμός της πρόβλεψης, δηλαδή το σταθμισμένο άθροισμα των δεδομένων όπως χαρακτηρίζεται ακολουθεί τη μορφή

$$Z(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z_{s_i}$$

Όπου  $Z(s_i)$  είναι η μετρούμενη τιμή στη θέση  $i$ ,  $\lambda_i$  ένα άγνωστο βάρος για τη μετρούμενη τιμή στη θέση  $i$ ,  $(s_0)$  είναι οι συντεταγμένες της τοποθεσίας πρόβλεψης και  $N$  ο αριθμός των μετρημένων σημείων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη μιας τιμής σε άγνωστη τοποθεσία (ESRI).

### Co-Kriging

Η εκτίμηση με Co-Kriging βελτιώνει τα αποτελέσματα εφόσον η μεταβλητή που εξετάζεται συνδέεται με μία επιπλέον μεταβλητή (συν-χωρική: co-regionalized) για την οποία υπάρχουν μετρήσεις. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης της χωρικής μεταβολής των τιμών μιας ιδιότητας για την οποία υπάρχει μικρός αριθμός δεδομένων, από την χωρική μεταβολή μιας συνμεταβλητής της για την οποία υπάρχουν επαρκή

δεδομένα. Βασική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών (ESRI).

Θεωρούμε δύο σύνολα τιμών  $Y$  και  $V$  χωρικά εξαρτημένων. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πληροφορίες για τη χωρική διακύμανση της  $V$  για να βελτιώσουμε την πρόβλεψη της  $Y$ . Η Co-kriging τιμή της μεταβλητής  $Y$  υπολογίζεται ως η σταθμισμένη, μέσω κατάλληλων συντελεστών, μέση τιμή των τιμών από γνωστές θέσεις μεταβλητών  $Y$  και  $V$ . Στην εκτίμηση συνυπολογίζονται μόνο όσες τιμές υπάρχουν μέσα σε προκαθορισμένη απόσταση από το εκτιμώμενο σημείο. (ESRI) Για  $v$  μεταβλητές  $v=1,2,\dots, V$  και κάθε μια έχει μετρηθεί σε  $n_v$  θέσεις  $x_{ik}=1,2,\dots, n_k$  τότε η τιμή της μεταβλητής  $Y$  στο  $x_0$  εκτιμάται ως:

$$z^*_y(x_0) = \sum_{k=1}^V \sum_{i=1}^{n_v} \lambda_{ik} z(x_{ik}) \quad \text{για όλα τα } V_k$$

Η μελέτη της ύπαρξης της χωρικής εξάρτησης γίνεται μέσω του συν-βαριογράμματος (cross-variogram) το οποίο υπολογίζεται από τα δεδομένα σύμφωνα με τον τύπο:

$$\gamma_{YV}(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z_Y(x_i) - Z_Y(x_i + h)][Z_V(x_i) - Z_V(x_i + h)]$$

όπου  $n(h)$  ο αριθμός των ζευγών δεδομένων στις θέσεις  $x_i$  και  $x_i+h$  σε δεδομένη απόσταση και διεύθυνση  $h$  (Δήμου, 2010).

### Εφαρμογή<sup>1</sup>

Πριν τη διαδικασία της χωρικής παρεμβολής είναι σημαντική η στατιστική επισκόπηση των πρωτογενών δεδομένων, η οποία εξυπηρετεί την καλύτερη κατανόησή τους. Η προκαταρκτική ανάλυση επιβάλλεται ώστε να αποφευχθούν τυχόν λάθη στα δεδομένα, να σημειωθούν τάσεις, επιρροές και συγκεκριμένα μοτίβα. Για τη μέθοδο Kriging είναι βασικό τα δεδομένα να ακολουθούν κανονική κατανομή (ESRI, 2010).

<sup>1</sup> Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε και για το έτος 2000 και παρατίθεται αναλυτικά στο παράρτημα.

#### 4.2.2 Επεξηγηματική στατιστική ανάλυση (Explanatory Analysis)

Η ανάλυση σε πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τον υπολογισμό απλών αριθμητικών ποσοτήτων όπως η μέση τιμή (mean), η διάμεσος (median), η διακύμανση (variance), η τυπική απόκλιση, η ασυμμετρία (skewness) και η κύρτωση (kurtosis). Η μέση τιμή, η διάμεσος και η διακύμανση αποτελούν μέτρα κεντρικής τάσης, δηλαδή της τάσης που εμφανίζουν οι τιμές της κατανομής να συσσωρεύονται γύρω από το κεντρικό σημείο (Bearden, 2014).

Η ασυμμετρία μιας κατανομής αναφέρεται στην εκτροπή της κατανομής από την κανονικότητα. Η κανονική κατανομή είναι συμμετρική και άρα η τιμή της συμμετρίας είναι μηδέν. Η κύρτωση μίας κατανομής αναφέρεται στο βαθμό συγκέντρωσης των τιμών της κατανομής περί το μέσο της. Ομοίως, στην κανονική κατανομή η τιμή της κύρτωσης προσεγγίζει το μηδέν. Θετικές τιμές της κύρτωσης υποδεικνύουν ότι οι τιμές του δείγματος συγκεντρώνονται περισσότερο περί το μέσο και οι ουρές της κατανομής είναι μακρύτερες από αυτές της κανονικής κατανομής, ενώ οι αρνητικές υποδεικνύουν ότι οι τιμές συγκεντρώνονται σε μικρότερο βαθμό και οι ουρές είναι μικρότερες σε μήκος (Γναρδέλλης, 2003). Η περαιτέρω εξέταση αυτών των στατιστικών μέτρων μπορεί να γίνει με την οπτικοποίησή τους σε ιστογράμματα, γραφήματα κωδωνοειδών κατανομών κλπ. ενώ σε περιπτώσεις που τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν κανονική κατανομή, επιχειρείται ο μετασχηματισμός τους (Αδαμόπουλος κ.ά., 1999).

Το ιστόγραμμα παρουσιάζει οπτικά την κατανομή της μεταβλητής. Ορίζεται ένας αριθμός ίσων διαστημάτων (κλάσεις) στα οποία κατανέμονται οι τιμές της μεταβλητής. Ο αριθμός των παρατηρήσεων σε κάθε κλάση αποτελεί τη συχνότητα με βάση την οποία υπολογίζεται το ύψος του κάθε ορθογωνίου (κάθε κλάσης). Τα ορθογώνια παρουσιάζονται το ένα δίπλα στο άλλο συνθέτοντας το ιστόγραμμα. Ανάλογα με τη μορφή του ιστογράμματος και μία νοητή καμπύλη που περνά από τις κορυφές των ορθογωνίων μπορεί να υπάρξει μία πρώτη εικόνα της κατανομής της μεταβλητής (Καλογήρου, 2015).

Η εφαρμογή των παραπάνω έγινε με χρήση του Geostatistical Analyst του ArcGis όπου εισάγονται τα δεδομένα κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το επίπεδο νομών (NUTS 3) σε ευρώ για

το έτος 2010. Η μέση τιμή είναι 15.845 ευρώ ενώ η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή είναι 27400 και 9900 ευρώ αντίστοιχα.

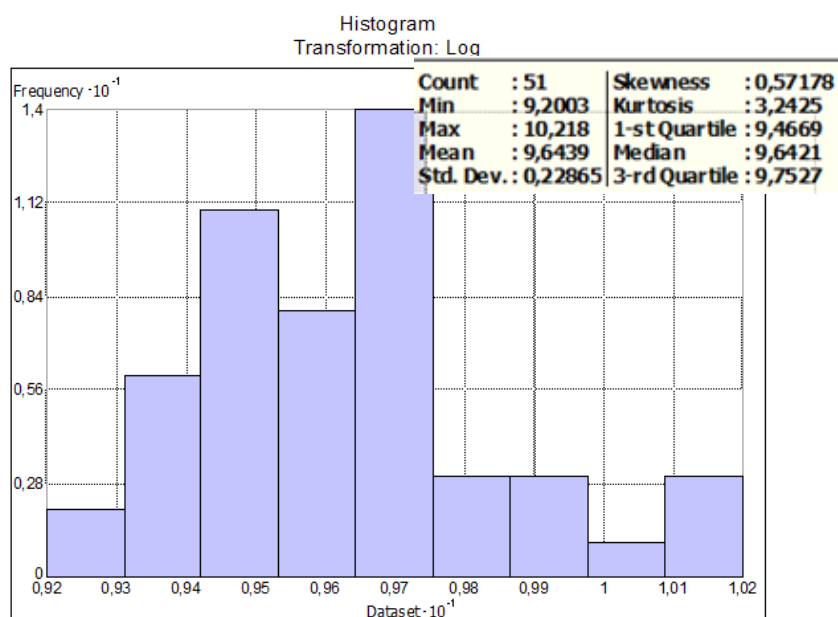
	N	Min	Max	Median	Skewness	Kurtosis	Std. Dev
<b>κκΑΕΠ 2010</b>	51	9900	27400	15400	1,2359	4,5749	3910,3

Επιλέγεται να γίνει μετασχηματισμός των δεδομένων σε λογάριθμο εφόσον τα δεδομένα πρέπει να προσεγγίζουν κανονική κατανομή. Η μετατροπή των δεδομένων ακολουθεί τη μορφή:

$$Y(s) = \ln(z_{(s)})$$

Όπου  $Z(s) > 0$  και  $\ln$  ο αλγόριθμος. Αυτή η μετατροπή χρησιμοποιείται όταν η κατανομή είναι λοξή και υπάρχουν μερικές ακραίες τιμές ενώ αυτό που κάνει είναι τις διακυμάνσεις πιο συνεχείς και τα δεδομένα πιο ομαλά. Το ιστόγραμμα μετά τη λογαρίθμηση τόσο σχηματικά, όσο και με τις νέες τιμές των στατιστικών μέτρων παρατίθεται στο επόμενο σχήμα. Ένα ακόμη στοιχείο ότι τα δεδομένα προσεγγίζουν την κανονική κατανομή είναι η μέση τιμή να όσο γίνεται πιο κοντά αριθμητικά στη διάμεσο.

Γράφημα 4. Ιστόγραμμα (Λογαρίθμηση)



*Πηγή: Eurostat, ιδία επεξεργασία*

### 4.2.3 Το Ημιβαριόγραμμα (semivariogram)

Ο βαθμός χωρικής συνέχειας μιας περιοχοποιημένης μεταβλητής μπορεί να παρασταθεί από ένα διάγραμμα τύπου X- Y όπου στον άξονα των x είναι η απόσταση και στον άξονα y είναι το ήμισυ της διασποράς της μεταβλητής (semivariance) για απόσταση των σημείων του πεδίου ίση με x. Η συνάρτηση αυτή και η γραφική της παράσταση καλείται «ημιβαριόγραμμα».

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν τιμές της μεταβλητής σε διάφορα σημεία με τυχαία διάταξη στο χώρο. Μέσω του προσδιορισμού του ημιβαριογράμματος είναι δυνατό να εκτιμηθεί η τιμή της σε κάθε άλλο σημείο του χώρου που δεν έχει μετρηθεί. (Καρκαλέτσου, 2014).

Στο πεδίο που μελετάται οι τιμές του ΑΕΠ είναι γνωστές σε λίγα σημεία. Είναι δυνατό να εκφραστεί ο ρυθμός μεταβολής της μεταβλητής κατά μία ορισμένη κατεύθυνση αν το πεδίο είναι ισότροπο. Η έκφραση αυτής της ιδιότητας της περιοχοποιημένης μεταβλητής γίνεται μέσω της ημιδιακύμανσης (semivariance), η οποία αποδίδει το βαθμό χωρικής εξάρτησης των τιμών της μεταβλητής που απέχουν μεταξύ τους απόσταση h. Δηλαδή, γίνεται δεκτό ότι η μεταβολή της μεταβλητής στα διάφορα σημεία στο χώρο εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ τους και όχι από την απόλυτη θέση που έχουν στο χώρο. Αυτό αποτελεί την «εσωτερική υπόθεση» η οποία θεωρείται ως δεδομένη για το πεδίο που μελετάται (Καραπέτσας, 2007).

Γίνεται δηλαδή η παραδοχή ότι ακόμη και αν η διακύμανση της μεταβλητής δεν είναι πεπερασμένη, η διακύμανση των αυξημάτων πρώτης τάξεως της μεταβλητής είναι πεπερασμένη και τα αυξήματα είναι στάσιμα β' τάξεως, δηλαδή οι διαφορές  $[Z(x+h)-Z(x)]$  ικανοποιούν τις συνθήκες

$$\left. \begin{aligned} E[Z(x+h)-Z(x)] &= m(h) \\ \text{Var}[Z(x+h)-Z(x)] &= 2\gamma(h) \end{aligned} \right\} \text{ είναι συναρτήσεις του } h \text{ και όχι του } x$$

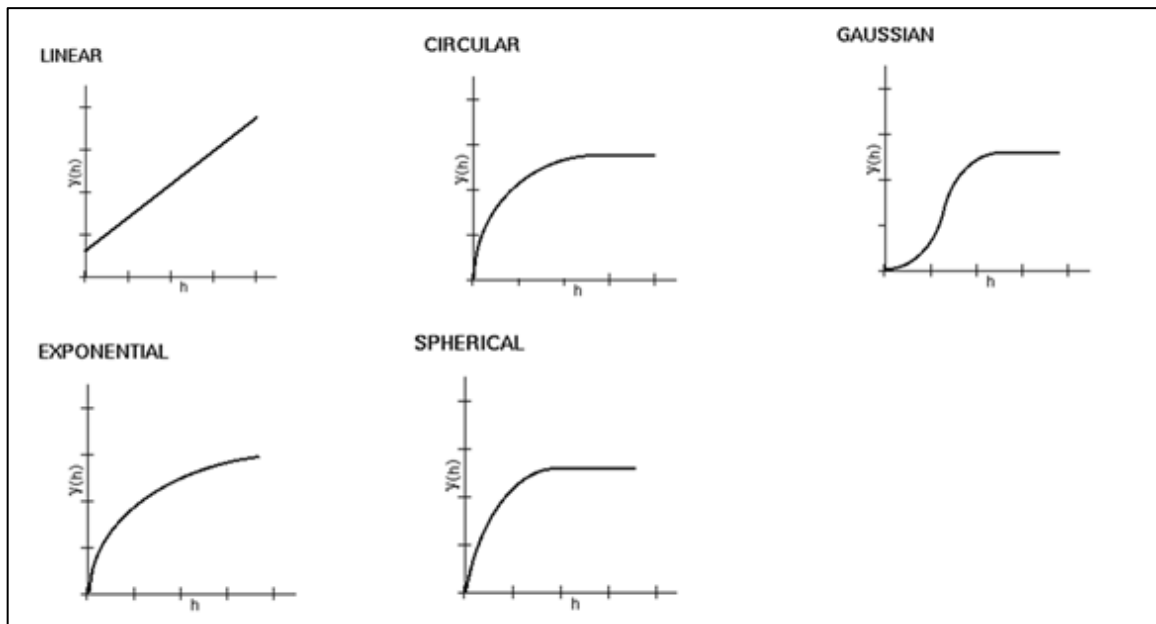
Όπου Z είναι η περιοχοποιημένη μεταβλητή, x είναι η συνοπτική έκφραση των συντεταγμένων ενός σημείου στο χώρο και h η απόσταση μεταξύ δύο σημείων στο χώρο.

Το ημιβαριόγραμμα (semivariogram) είναι συνάρτηση της συνδιακύμανσης όταν το φυσικό φαινόμενο είναι στάσιμο στο χώρο και εκφράζεται ως εξής:

$$\Gamma(h) = C(0) - C(h)$$

Επειδή το ημιβαριόγραμμα που προκύπτει από τα δεδομένα που εισάχθηκαν παρουσιάζει διακυμάνσεις που οφείλονται σε σφάλματα μετρήσεων είναι σημαντική η προσαρμογή του σε κάποιο θεωρητικό πρότυπο ημιβαριόγραμμα, που εκφράζεται από μία ή περισσότερες εξισώσεις (Sherman, 2011). Παρακάτω, παρατίθεται τα βασικά διαγράμματα των θεωρητικών μαθηματικών μοντέλων που περιγράφουν το ημιβαριόγραμμα.

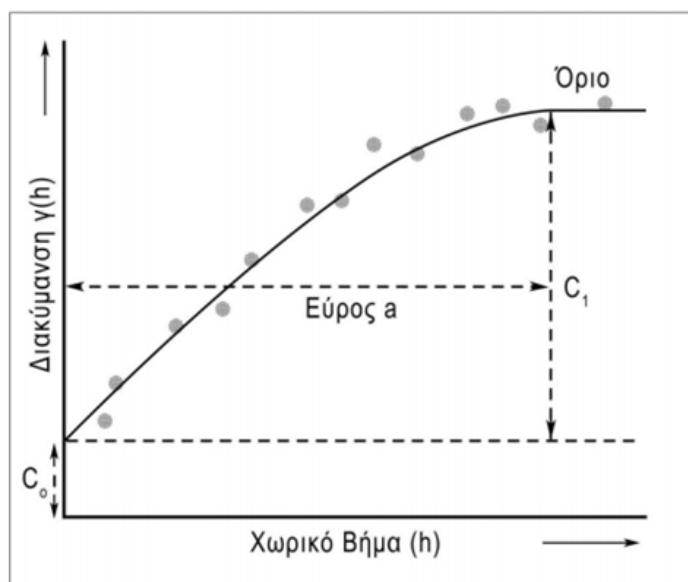
Γράφημα 5 Θεωρητικά Ημιβαριογράμματα



*Πηγή:* ESRI

Το σχήμα που εντέλει προκύπτει εξαρτάται από τα δεδομένα και την απόσταση της δειγματοληψίας. Οι παράμετροι που προκύπτουν από το ημιβαριόγραμμα και ποσοτικοποιούν το βαθμό της χωρικής εξάρτησης της μετρούμενης μεταβλητής συνοψίζονται στο διάγραμμα:

Γράφημα 6 Τυπικό πειραματικό βαριόγραμμα



*Πηγή: Δήμου, 2010*

Η παράμετρος **nugget (C<sub>0</sub>)** είναι η χωρική διακύμανση που οφείλεται στο συστηματικό λάθος μέτρησης και δειγματοληψίας, σε μεταβολές δηλαδή της ιδιότητας που δεν μπορούν να ανιχνευτούν στην κλίμακα δειγματοληψίας ή σε άλλες ανεξήγητες πηγές (Καραπέτσας, 2007).

Το **κατώφλι (sill)** είναι μία σταθερή τιμή στην οποία φτάνει το ημιβαριόγραμμα σε απόσταση η οποία ονομάζεται **εύρος (range)**. Το κατώφλι σχετίζεται με τη διασπορά του δείγματος και θεωρητικά ισούται με τη διακύμανση του πληθυσμού των δειγμάτων σε μεγάλες αποστάσεις διαχωρισμού εάν απουσιάζουν τοπικές τάσεις. Το εύρος δείχνει ότι τα σημεία που απέχουν μεταξύ τους απόσταση μεγαλύτερη από αυτήν δεν παρουσιάζουν καμία χωρική συσχέτιση (Βασιλειάδης, 2010). Εξαρτάται από την κλίμακα παρατήρησης και τις χωρικές αλληλεπιδράσεις των εδαφικών διεργασιών που επηρεάζουν κάθε εδαφική ιδιότητα στην κλίμακα δειγματοληψίας που χρησιμοποιείται (Γεωργούσης, 2007).

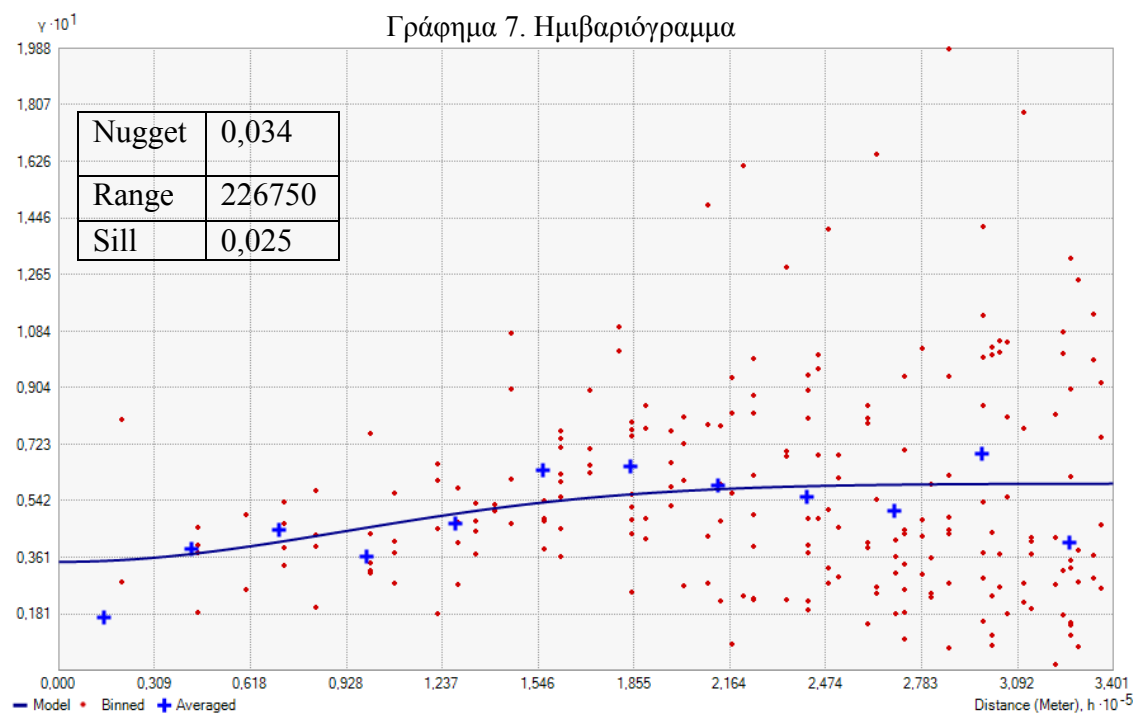
Για την εξαγωγή του τελικού ημιβαριόγραμματος έγινε προβολή του πειραματικού ημιβαριόγραμματος όπως προέκυπτε από τα δεδομένα ΑΕΠ για το έτος 2010 πάνω σε θεωρητικά μοντέλα. Η επιλογή του θεωρητικού μοντέλου βασίστηκε τόσο στις

παραμέτρους (nugget, sill, range) όσο και στη διαδικασία επαλήθευσης Cross Validation που αναλύεται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Έπειτα από δοκιμές προκύπτει ότι αυτό που το επεξηγεί με το βέλτιστο τρόπο, με βάση τις παραμέτρους που εξετάστηκαν, είναι το Γκαουσιανό (Gaussian), που ακολουθεί την εξής μορφή:

$$\gamma(h) = C \left[ 1 - e^{-\frac{|h|^2}{a^2}} \right]$$

Όπου C η ασύμπτωτη της καμπύλης του μοντέλου και a μία παράμετρος απόστασης που ελέγχει την χωρική έκταση της συνάρτησης (Γεωργούσης, 2007). Τα ποσοτικά στοιχεία που προκύπτουν από το ημιβαριόγραμμα δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:



*Πηγή: Eurostat, ιδία επεξεργασία*



### 4.3 Εκτίμηση σφάλματος/ Αξιολόγηση πρόβλεψης

Ένα από τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής γεωστατιστικών μεθόδων για την πρόβλεψη ιδιοτήτων, είναι ότι εμπεριέχει την αβεβαιότητα με την έννοια ότι επιδιώκει την ελαχιστοποίησή της. Το σφάλμα της πρόβλεψης υπολογίζεται από τις εξισώσεις της kriging αλλά δεν είναι ικανό από μόνο του για την αξιολόγηση της μεθόδου.

#### Cross Validation

Για την αξιολόγηση των προβλέψεων χρησιμοποιείται η μέθοδος Cross Validation (διασταύρωση επαλήθευσης). Η μέθοδος πραγματοποιείται με εξαίρεση της τιμής ενός σημείου και υπολογισμό αυτής από τις τιμές των υπολοίπων (Γεωργούσης, 2007). Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για το σύνολο των τιμών και στη συνέχεια ακολουθεί σύγκριση μεταξύ της πραγματικής και της εκτιμώμενης τιμής για κάθε σημείο.

Η εφαρμογή της Cross Validation πραγματοποιείται με υπολογισμό διάφορων δεικτών από τις πραγματικές και εκτιμώμενες τιμές. Οι δείκτες που εξάχθηκαν καθώς και τα κριτήρια επιλογής παρουσιάζονται παρακάτω.

$$\text{Root-Mean-Square Error} \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]^2}$$

$$\text{Root Mean Square Standardized} \quad RMSS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{ME}{\sigma^2(x_i)} \right)^2}$$

$$\text{Average Standard Error} \quad ASE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma^2(x_i)}$$

$$\text{Mean Standardized Predicted Error} \quad MSPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ME}{\sigma^2(x_i)}$$

όπου n ο αριθμός των σημείων δειγματοληψίας,  $z^*(x_i)$  η εκτιμώμενη τιμή στο σημείο  $x_i$  και  $z(x_i)$  η μετρημένη τιμή στο σημείο  $x_i$  και  $\sigma^2(x_i)$  είναι το τυπικό σφάλμα της πρόβλεψης στο σημείο  $x_i$ .

Για την επιλογή της καλύτερης μεθόδου χωρικής παρεμβολής εξετάζονται τα κριτήρια:

$$RMSS = 1$$

$$MSPE = 0$$

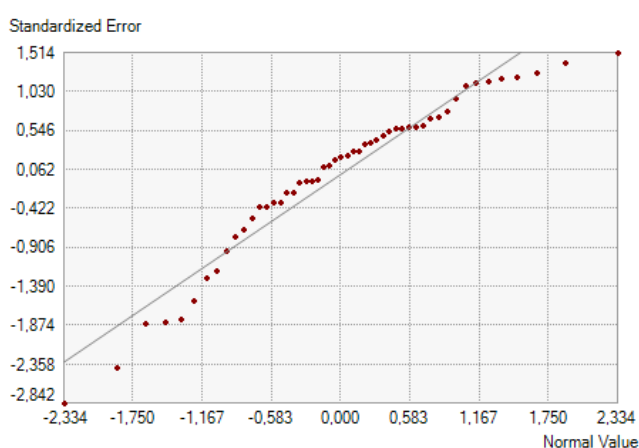
$$RMSE = ASE$$

Μία μέθοδος χαρακτηρίζεται ακριβής αν ο δείκτης RMSS προσεγγίζει τη μονάδα και ο MSPE είναι κοντά στο μηδέν. Ακόμη ο δείκτης ASE πρέπει να είναι κοντά με τον δείκτη RMSE. Τέλος η μέθοδος ελέγχεται και μέσω του διαγράμματος QQplot (Bearden, 2014).

### Εφαρμογή

Η επεξεργασία των δεδομένων καθώς και η επιλογή του τελικού ημιβαριογράμματος έγινε έπειτα από σύγκριση των παραμέτρων της Cross Validation. Οι δείκτες και το QQplot όπως προέκυψαν για τα δεδομένα του 2010:

Γράφημα 8. Normal QQplot



Δείκτες πρόβλεψης

<b>RMSS</b>	0,995
<b>MSPE</b>	-0.00389
<b>RMS</b>	3493
<b>ASE</b>	3524

*Πηγή: Eurostat, ιδία επεξεργασία*

Παρατηρούμε ότι ο RMSS προσεγγίζει τη μονάδα και ο MSPE το 0. Ακόμη υπάρχει εγγύτητα μεταξύ των RMS και ASE. Τέλος το QQplot είναι αρκετά καλό εφόσον οι παρατηρήσεις χαρακτηρίζονται από γραμμικότητα και απαντώνται επί της γραμμής

### Συντελεστής Pearson

Ένας ακόμη τρόπος ελέγχου της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων αποτελεί η εξαγωγή του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης  $r$  (Pearson). Πρόκειται για το μέτρο του μεγέθους της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών. Παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα  $[-1, 1]$  και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Όπου  $x$  και  $y$  οι μέσες τιμές δειγμάτων των δύο μεταβλητών. Όταν οι δύο μεταβλητές προκύπτουν συσχετισμένες, αυτό σημαίνει ότι οι μεταβλητές συνδέονται με κάποια σχέση (Καρλής, 2005). Για τον έλεγχο της συσχέτισης ισχύουν:

Αν  $r = \pm 1$  τότε υπάρχει τέλεια γραμμική συσχέτιση.

Αν  $-0.3 \leq r < 0.3$  δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση.

Αν  $-0,5 < r \leq -0,3$  ή  $0,3 \leq r < 0,5$  υπάρχει ασθενής γραμμική συσχέτιση.

Αν  $-0,7 < r \leq -0,5$  ή  $0,5 \leq r < 0,7$  υπάρχει μέση γραμμική συσχέτιση.

Αν  $-0,8 < r \leq -0,7$  ή  $0,7 \leq r < 0,8$  υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση.

Αν  $-1 < r \leq -0,8$  ή  $0,8 \leq r < 1$  υπάρχει πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση.

Θετικές τιμές του  $r$  δεν υποδηλώνουν, κατ' ανάγκην μεγαλύτερο βαθμό γραμμικής συσχέτισης από το βαθμό γραμμικής συσχέτισης που υποδηλώνουν αρνητικές τιμές του  $r$ . Ο βαθμός γραμμικής συσχέτισης καθορίζεται από την απόλυτη τιμή του  $r$  και όχι από το πρόσημο του  $r$ . Το πρόσημο του  $r$  καθορίζει το είδος, μόνο, της συσχέτισης (θετική ή αρνητική). Μας πληροφορεί δηλαδή για το αν αύξηση της μιας μεταβλητής αντιστοιχεί σε αύξηση ή σε μείωση της άλλης μεταβλητής (Αδαμόπουλος κ.ά., 1999).

Έπειτα από την επιλογή της τελικής μεθόδου και την εξαγωγή συμπερασμάτων μελετήθηκε η αξιοπιστία τους και ο βαθμός συσχέτισης των παρατηρούμενων τιμών του κ.κ.ΑΕΠ σε επίπεδο νομών για το έτος 2010 και των εκτιμώμενων τιμών για την ίδια κλίμακα και έτος όπως προέκυψαν μετά το Cokriging. Προκύπτει:

**$r = 0.7535$**  όπου η πρώτη μεταβλητή  $x$ , οι παρατηρούμενες τιμές για το κκΑΕΠ σε επίπεδο νομών (έτος 2010)

και η δεύτερη  $y$ , οι εκτιμώμενες τιμές κκΑΕΠ σε επίπεδο νομών (έτος 2010) μετά το Cokriging

ισχύει ότι  $0,7 \leq r < 0,8$  άρα υπάρχει *ισχυρή γραμμική συσχέτιση*.

Η εξαγωγή του δείκτη Pearson δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αξιόπιστη εφόσον οι προβλεπόμενες τιμές του κκΑΕΠ προέκυψαν έπειτα από επεξεργασία των παρατηρούμενων και συνεπώς θα υπάρχει από την αρχή συσχέτιση μεταξύ τους. Αυτό δεν αναιρεί το γεγονός ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση.

Για λόγους επιπλέον επαλήθευσης, η διαδικασία του Co-kriging πραγματοποιήθηκε και στο επίπεδο των περιφερειών. Δηλαδή, εισήχθησαν δεδομένα κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά περιφέρεια καθώς και νυχτερινές δρυφορικές εικόνες, για το έτος 2010, και έπειτα από την εφαρμογή της μεθόδου Cokriging, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω προέκυψαν δεδομένα κκΑΕΠ για το χωρικό επίπεδο των Νομών. Έπειτα πραγματοποιήθηκε σύγκριση ανάμεσα στις εκτιμώνενες τιμές των νομών με τις πραγματικές.

Σε αυτό το στάδιο επαλήθευσης, ο δείκτης Pearson που εξήχθη προέκυψε εξαιρετικά χαμηλός (0,3). Παρόλο που η λογική που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη διαδικασία είναι η ίδια με αυτή που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική, δηλαδή από μεγαλύτερο χωρικό επίπεδο εξάγονται στοιχεία για χαμηλότερο, δεν ήταν πετυχημένη. Αυτό βέβαια δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο για την αξιοπιστία της μεθόδου εφόσον τα αρχικά σημεία των περιφερειών ήταν λίγα αριθμητικά (12) ώστε να μπορέσουν να έχουν αποτελέσματα σε τόσο μεγάλη επιφάνεια.

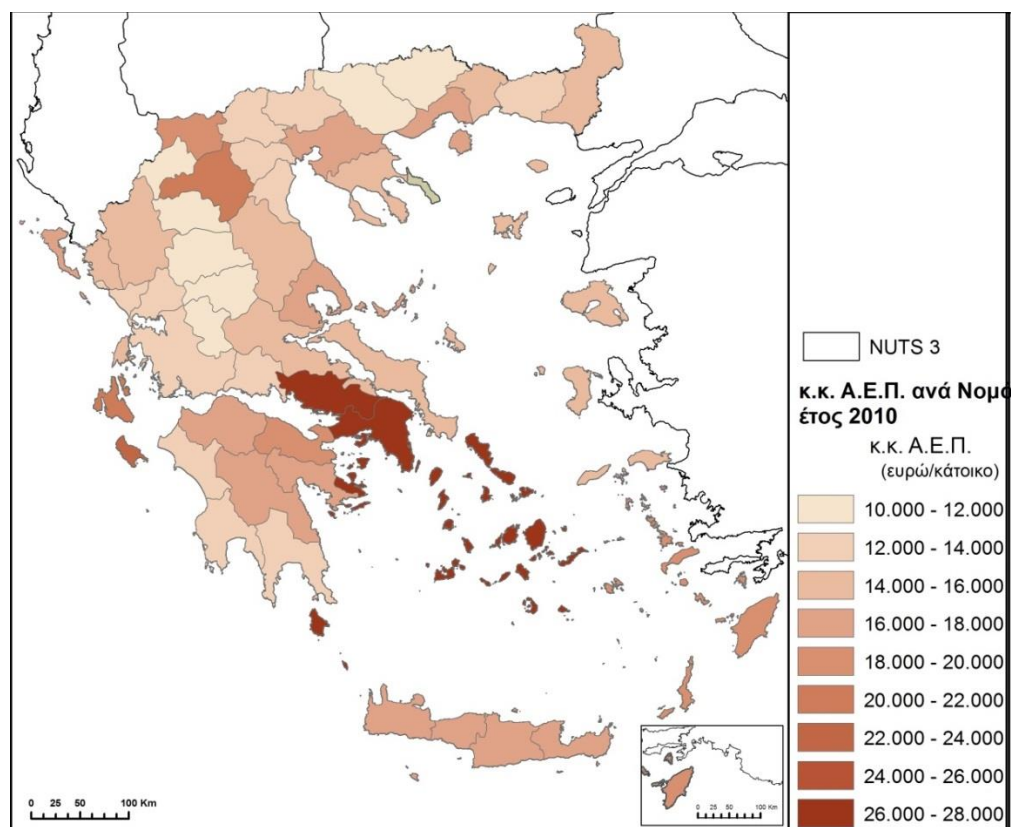
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.1 Δεδομένα

Η πρώτη μεταβλητή που εξετάζεται είναι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε επίπεδο νομών (NUTS 3) για το έτος 2010. Τα στοιχεία αντλήθηκαν από τη Eurostat και παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη.

Με μία αρχική επισκόπηση, το μεγαλύτερο κκΑΕΠ συγκεντρώνεται στην πρωτεύουσα, στη Βοιωτία η οποία αποτελεί βιομηχανικό κέντρο για την Ελλάδα και στις Κυκλάδες, δηλαδή τον σημαντικότερο πόλο τουριστικής έλξης. Με βάση το χωρικό πρότυπο που προκύπτει από το χάρτη, το ΑΕΠ εντοπίζεται εν γένει αυξημένο στα νησιά, στην Κρήτη καθώς και στη βόρεια Μακεδονία, ενώ χαμηλότερο φαίνεται να είναι στην ηπειρωτική ορεινή Ελλάδα καθώς και βόρεια.

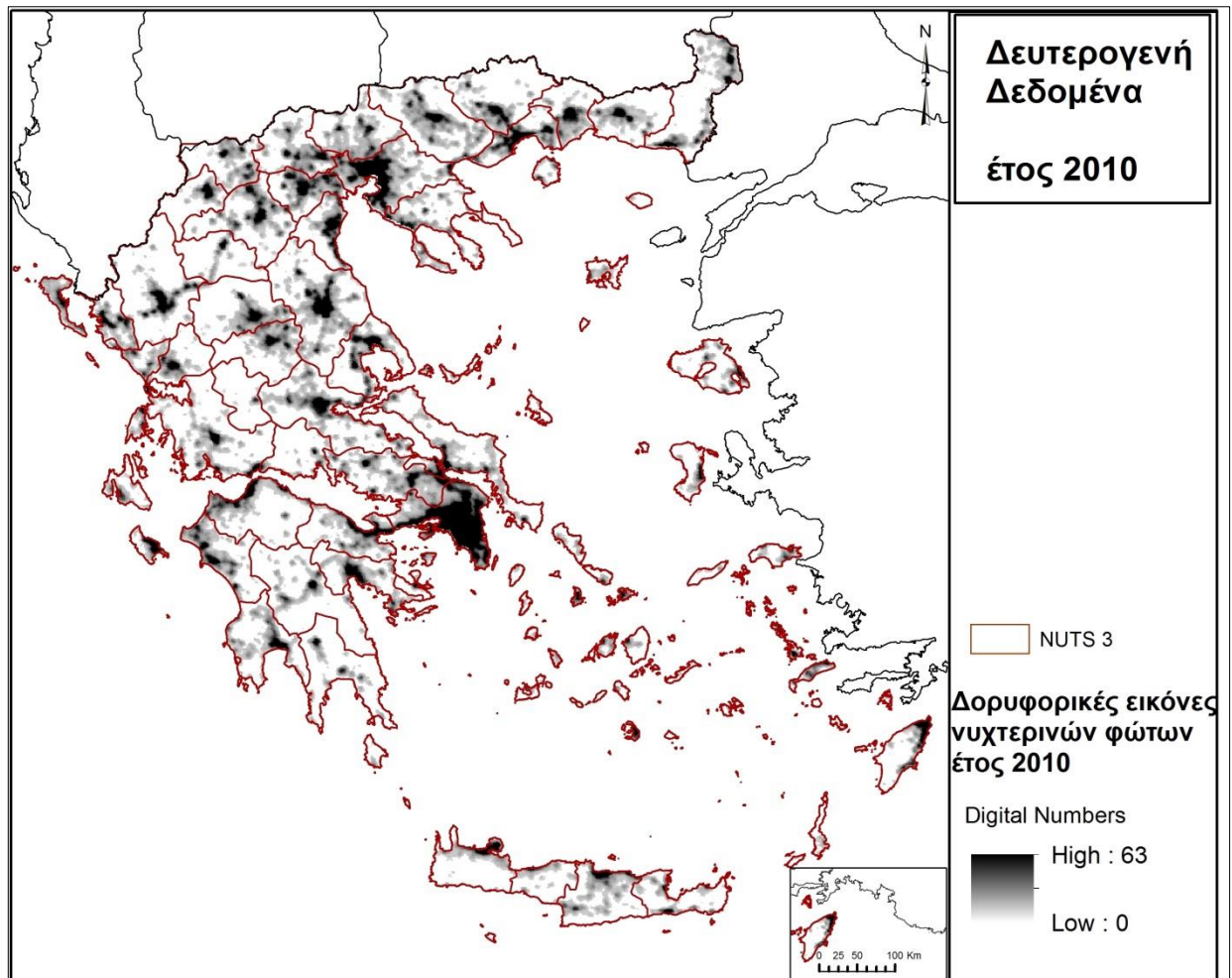
Χάρτης 1. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ για το έτος 2010



*Πηγή: Eurostat, ίδια επεξεργασία*

Στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνονται δορυφορικές νυχτερινές εικόνες με DN από 0 έως 63, όπου 0 το απόλυτο σκοτάδι και 63 η πιο φωτεινή τιμή, και παρουσιάζονται στον επόμενο χάρτη. Το έτος μελέτης είναι το 2010. Στο χάρτη αποτυπώνονται τα αστικά κέντρα ως περισσότερο φωτισμένα με το μεγαλύτερο φως να αντικατοπτρίζεται σε Αττική και Θεσσαλονίκη, ενώ περισσότερο σκοτάδι χαρακτηρίζει τις ορεινές περιοχές.

Χάρτης 2. Δορυφορικές εικόνες νυχτερινών φώτων, έτος 2010



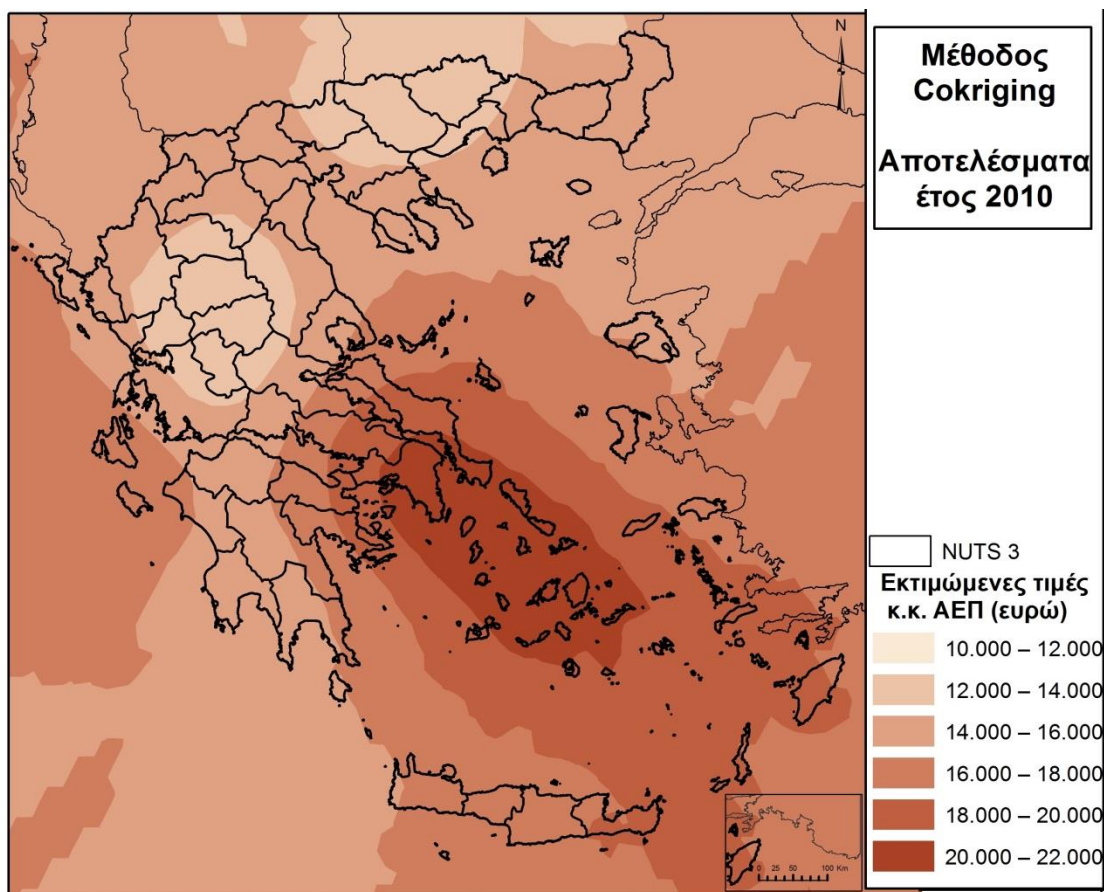
*Πηγή:* DMSP/OLS, Stathakis (2016)

## 5.2 Εφαρμογή μεθόδου Co-kriging

Έπειτα από τη διαδικασία του Co-kriging που περιγράφηκε παραπάνω, προκύπτει ο παρακάτω χάρτης. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τη χρήση του προγράμματος οι νομοί ορίστηκαν ως σημεία όχι στο γεωγραφικό κέντρο αλλά κατά προσέγγιση στις πιο αστικοποιημένες περιοχές. Η Cokriging ουσιαστικά δίνει μία εκτιμώμενη τιμή για κάθε σημείο του χώρου. Πρόκειται για μία συνεχή επιφάνεια η οποία έχει ομαδοποιηθεί ανά 2.000 ευρώ/ κάτοικο.

Στο χάρτη, το χαμηλότερο ΑΕΠ συγκεντρώνεται στην κεντρική Ελλάδα και στη Θράκη ενώ αυξημένο εμφανίζεται όπως είναι αναμενόμενο στην Αττική και στα νησιά. Παρόλο που στις πραγματικές τιμές το μέγιστο ΑΕΠ είναι οι 28000 ευρώ, μέσω της μεθόδου οι ακραίες τιμές δεν εμφανίζονται.

Χάρτης 3. Μέθοδος Cokriging/ Εκτιμώμενες τιμές σε επίπεδο χώρας, έτος 2010

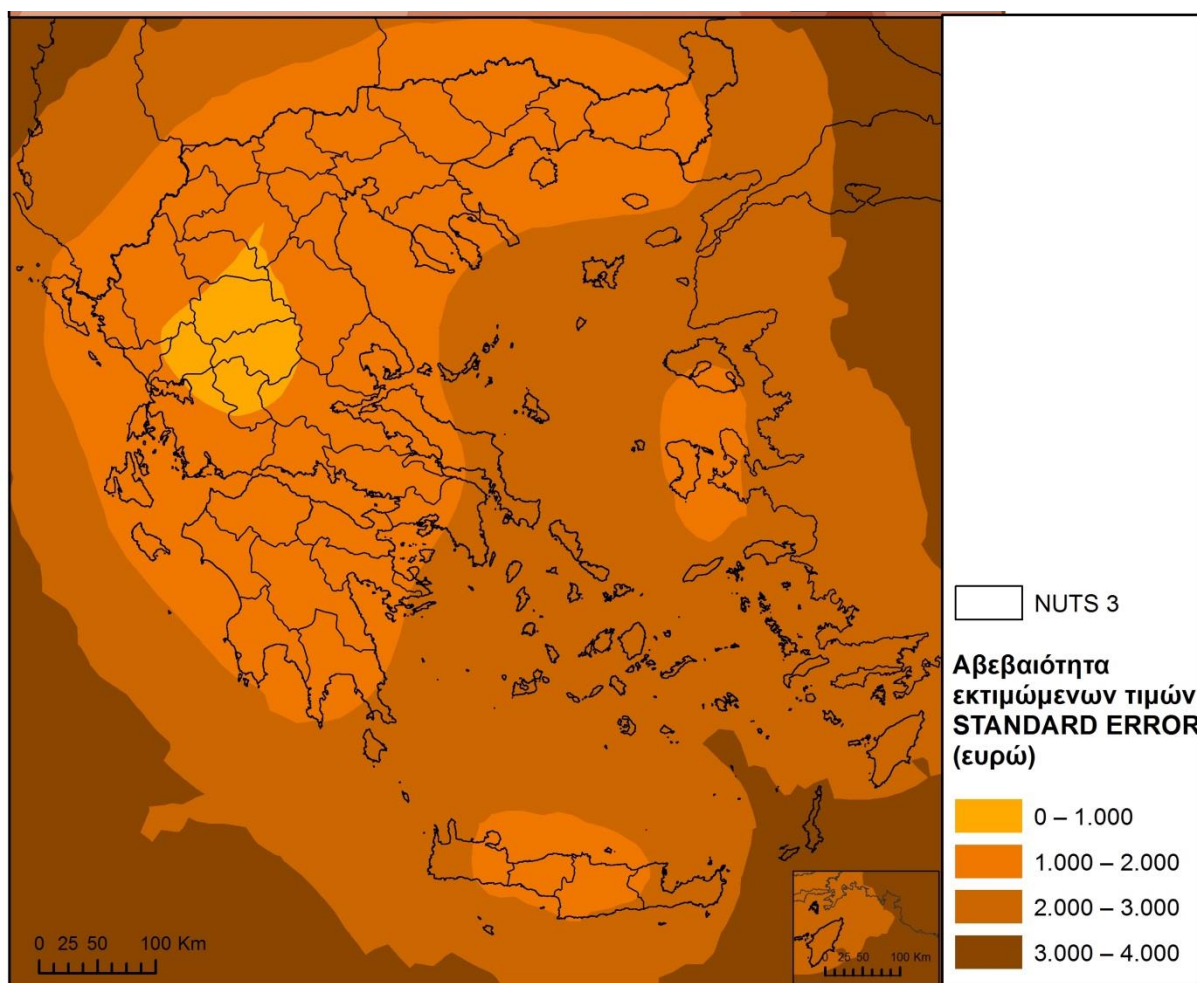


*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*



Υπολογίζεται ο χάρτης Standard Error όπως προκύπτει έπειτα από την κανονικοποίηση των τιμών των σφαλμάτων και απεικονίζεται παρακάτω. Ουσιαστικά παρουσιάζει τις περιοχές όπου οι εκτιμήσεις είναι πιθανό να εμφανίζουν αποκλίσεις (Bearden, 2014). Για τις εκτιμώμενες τιμές το σφάλμα είναι μικρότερο στην ηπειρωτική Ελλάδα και μεγαλύτερο στο θαλάσσιο χώρο. Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή εκεί τα παρατηρούμενα σημεία είναι περισσότερα και άρα οι εκτιμήσεις είναι συγκριτικά πιο αξιόπιστες.

Χάρτης 4. Αβεβαιότητα εκτιμώμενων τιμών (STANDARD ERROR)



*Πηγή:* Eurostat, Stathakis (2016), *ιδία επεξεργασία*



### 5.3 Εκτιμώμενες τιμές/ Αποτελέσματα

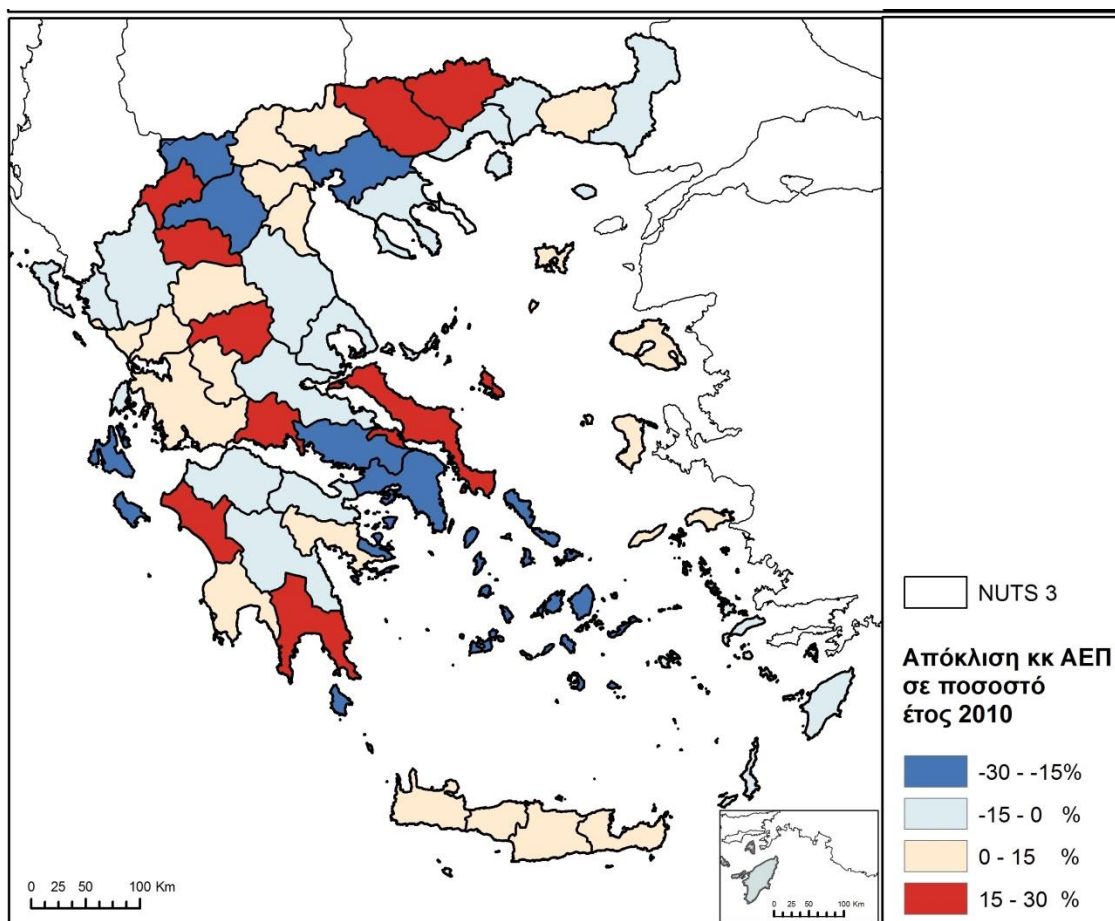
#### 5.3.1 Αποκλίσεις

Στον επόμενο χάρτη υπολογίζονται σε ποσοστό οι αποκλίσεις των παρατηρούμενων τιμών και των εκτιμώμενων όπως προέκυψαν από τη μέθοδο Co-kriging για το επίπεδο νομών (NUTS 3). Το ποσοστό της απόκλισης προκύπτει ως

$$\frac{\text{εκτίμηση} - \text{μέτρηση}}{\text{μέτρηση}} * 100$$

Οι αρνητικές τιμές δηλώνουν υποεκτίμηση, δηλαδή ότι οι εκτιμώμενες τιμές είναι μικρότερες από τις πραγματικές και οι θετικές υπερτίμηση, δηλαδή οι εκτιμώμενες είναι μεγαλύτερες από τις πραγματικές.

Χάρτης 5. Απόκλιση κκ ΑΕΠ εκτιμώμενων/ παρατηρούμενων τιμών, 2010



*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*

Αναλυτικά, από το χάρτη παρατηρούμε ότι οι νομοί που έχουν υπερτίμηση της τάξεως του 15 έως 30% είναι αυτοί που σε πραγματικές τιμές έχουν το χαμηλότερο κκΑΕΠ σε επίπεδο χώρας: δηλ. νομός Καρδίτσας, Δράμας, Σερρών, Καστοριάς, Γρεβενών, Φωκίδας, Ηλείας, Λακωνίας.

Υποεκτιμήσεις μεγαλύτερες της τάξεως του 15% σημειώνονται στους νομούς που συγκεντρώνουν συγκριτικά το μεγαλύτερο ΑΕΠ: νομός Φλώρινας, Κοζάνης, Ζακύνθου, Αττικής, Βοιωτίας, Κυκλάδων, Κεφαλονιάς. Αυτό συμβαίνει επειδή με την εφαρμογή της μεθόδου τα δεδομένα ομαλοποιούνται και οι ακραίες τιμές δεν εκδηλώνονται στο αποτέλεσμα.

Εστιάζοντας ξεχωριστά σε κάθε νομό, και με την παραδοχή ότι η μέθοδος εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα, είναι δυνατό να αναλυθούν οι εν λόγω υποεκτιμήσεις με όρους περιφερειακών ανισοτήτων. Συγκεκριμένα για τη Βοιωτία, η αιτιολογία για την υποεκτίμηση του ΑΕΠ της αποτελεί το γεγονός ότι έχει δεχτεί ένα σημαντικό τμήμα του μεταποιητικού δυναμικού της Αττικής στα πλαίσια του περιορισμού του δυναμικού της μητρόπολης. Οι επιχειρήσεις που απαρτίζουν αυτές τις βιομηχανικές συγκεντρώσεις έχουν κυρίως έδρα την Αθήνα όπου και διαχέονται τα εισοδήματα που δημιουργούνται είτε ως επιχειρηματικά κέρδη είτε ως αμοιβές εργασίας. Συνεπώς, παρόλο που το ΑΕΠ της Βοιωτίας είναι το μεγαλύτερο στην Ελλάδα, δεν έχει αντίκρισμα στην τοπική οικονομία αλλά είναι κατά ένα μεγάλο μέρος εικονικό. (Πετράκος, 2003)

Την ίδια λογική μπορούμε να συμπεράνουμε και για το νομό Κοζάνης και Φλώρινας όπου χωροθετούνται εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Καταλαμβάνουν το 62% περίπου του συνολικού κύκλου εργασιών του κλάδου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου και νερού στη χώρα. Τα ατμοηλεκτρικά εργοστάσια χρησιμοποιούν κατά μεγάλο μέρος λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και τα μεγαλύτερα ορυχεία της Ελλάδας βρίσκονται στις περιοχές της Πτολεμαΐδας (Νομός Κοζάνης), του Αμυνταίου (Νομός Φλώρινας). Συνεπώς είναι αναμενόμενο ότι το ΑΕΠ των περιοχών είναι αρκετά υψηλό λόγω παραγωγής ωστόσο είναι κατά μεγάλο ποσοστό εικονικό.

Είναι σημαντικό επίσης να επισημανθεί ότι οι νυχτερινές δορυφορικές εικόνες λαμβάνονται κατά τους χειμερινούς μήνες. Αυτό επηρεάζει κυρίως τη μελέτη όσον αφορά τις νησιωτικές περιοχές των οποίων οι παραγωγικές δραστηριότητες επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο στον εποχιακό τουρισμό. Τα νησιά διαθέτουν σημαντικό τουρισμό και εποχιακές εγκαταστάσεις (ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, χώροι αναψυχής, χώροι εστίασης) οι οποίες λειτουργούν αποκλειστικά τη θερινή περίοδο. Το χειμώνα που εξάγονται οι δορυφορικές εικόνες, είναι λογικό ο φωτισμός τη νύχτα να είναι μειωμένος και να μην αντικατοπτρίζει την οικονομική μεγέθυνση. Συνεπώς είναι αναμενόμενη η υποεκτίμηση των εκτιμήσεων όσον αφορά το νησιωτικό χώρο.

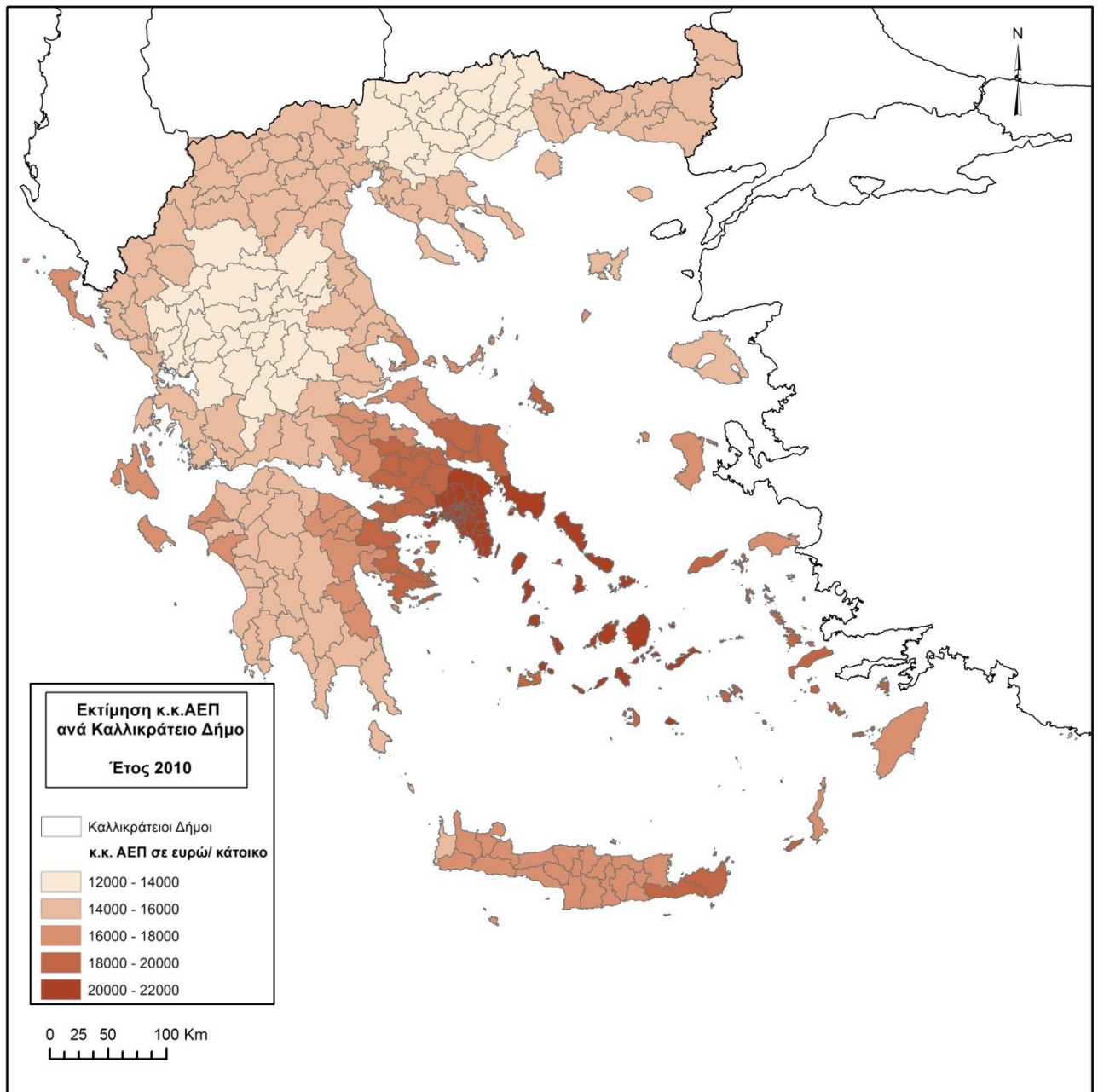
Ένας ακόμη παράγοντας αποκλίσεων αποτελούν οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα. Οι νυχτερινές δορυφορικές εικόνες δεν είναι αντιπροσωπευτικές για το ποσοστό της οικονομικής δραστηριότητας που αντιστοιχεί στη γεωργία. Αυτό συμβαίνει γιατί οι αγροτικές περιοχές δεν διαθέτουν εγκαταστάσεις που απαιτούν φωτισμό κατά τις νυχτερινές ώρες. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις και ο αγροτικός εξοπλισμός, παρόλο που αποτελούν δείγματα οικονομικής ευημερίας δεν αντικατοπτρίζονται στην χρήση νυχτερινών φώτων. Άρα υποεκτιμήσεις σε αγροτικούς νομούς είναι λογικό να σημειώνονται.

### 5.3.2 Εκτίμηση κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων

Στην επόμενη σελίδα, παρατίθεται ο χάρτης με την εκτίμηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων όπως προέκυψε από τη μέθοδο Co-Kriging για το έτος 2010. Για κάθε Καλλικράτειο Δήμο έχει υπολογιστεί συγκεκριμένο κατά κεφαλήν ΑΕΠ ενώ η χαρτογραφική απεικόνιση πραγματοποιείται έπειτα από ταξινόμηση ανά 2.000 ευρώ/κάτοικο. Η ταξινόμηση είναι κοινή για όλους τους χάρτες ώστε να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης.

Το χωρικό πρότυπο είναι αντίστοιχο των αρχικών δεδομένων. Δηλαδή, οι περιοχές της Αττικής, της Βοιωτίας και των νησιών διαθέτουν αυξημένο ΑΕΠ ενώ στην κεντρική Ελλάδα και βόρεια Ελλάδα μειωμένο. Ομοίως, παρόλο που στις πραγματικές τιμές το μέγιστο ΑΕΠ είναι οι 28000 ευρώ, μέσω της μεθόδου οι ακραίες τιμές δεν εμφανίζονται.

Χάρτης 6. Εκτίμηση κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, έτος 2010



*Πηγή:* Eurostat, Stathakis (2016), *ιδία επεξεργασία*

### 5.3.3 Διαχρονική μεταβολή κατά κεφαλήν ΑΕΠ

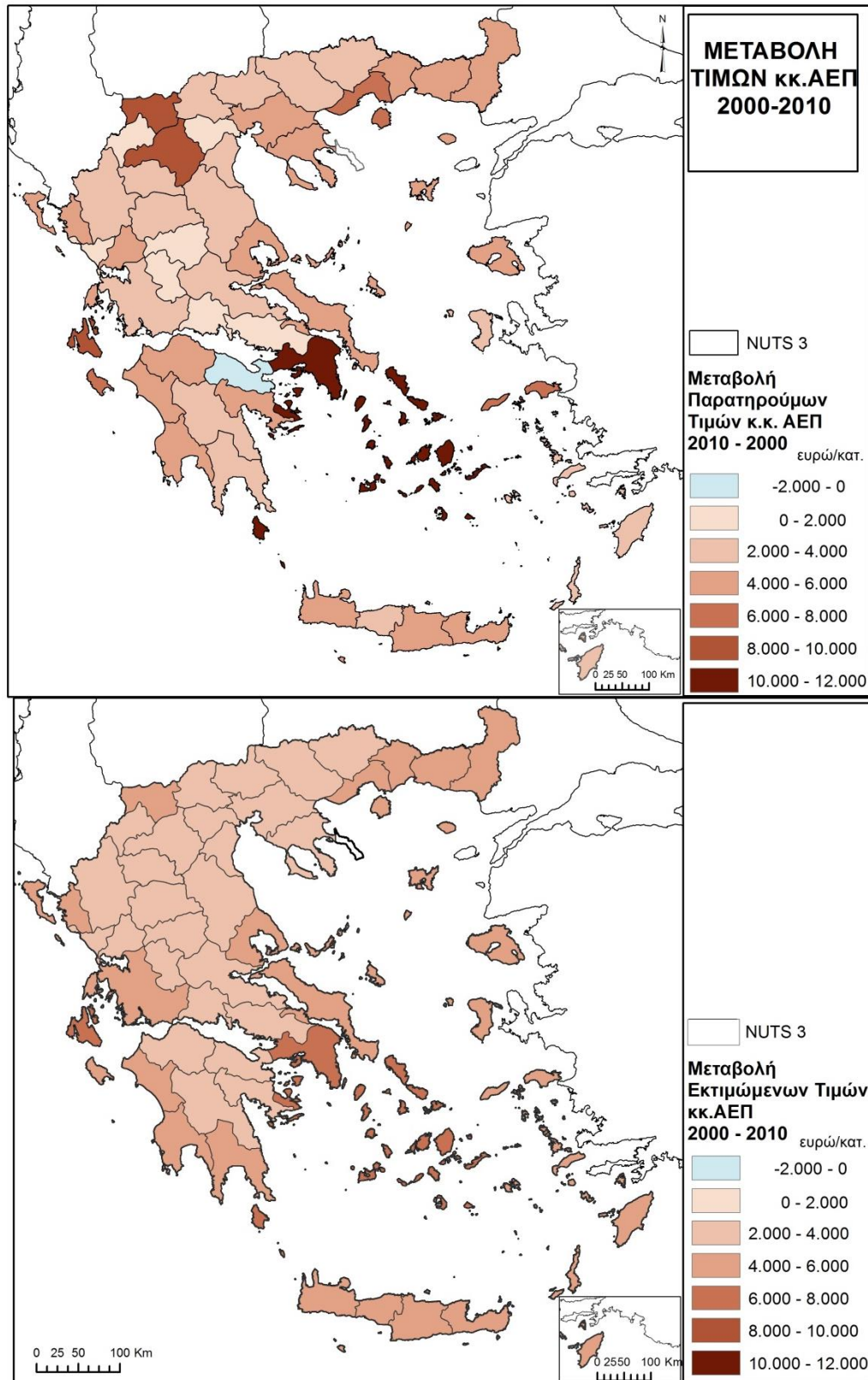
Κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής, μελετήθηκε με την ίδια μεθοδολογία το κκΑΕΠ για το έτος 2000. Σκοπός αποτελεί η αποτύπωση της διαχρονικής μεταβολή του κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων δήμων στα έτη 2000 έως 2010. Η επεξεργασία των δεδομένων καθώς και οι αναλυτικοί χάρτες για το έτος 2000 παρατίθενται στο παράρτημα. Για την επαλήθευση των στοιχείων, αρχικά η μεταβολή υπολογίστηκε σε επίπεδο νομών ώστε να υπάρχει σύγκριση με τα πραγματικά στοιχεία τα οποία είναι διαθέσιμα.

Για αυτό το λόγο, υπολογίστηκαν και αποτυπώθηκαν χαρτογραφικά, οι μεταβολές στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε επίπεδο νομών για τη δεκαετία 2000 – 2010. Οι μεταβολές αποτυπώθηκαν τόσο για τις παρατηρούμενες τιμές όπως αντλήθηκαν από τη Eurostat όσο και για τις εκτιμώμενες τιμές όπως προέκυψαν από τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής Co-Kriging.

Ο συνδυασμός των δύο χαρτών που προέκυψαν παρουσιάζεται παρακάτω. Οι κλάσεις που διαμορφώθηκαν είναι κοινές για τους δύο χάρτες, τόσο αριθμητικά (2.000 ευρώ/κάτοικο) όσο και χρωματικά. Δεν έχει ληφθεί υπόψη ο πληθωρισμός που όπως είναι προφανές διαφέρει για τα δύο έτη που μελετώνται, ωστόσο η σύγκριση είναι εφικτή εφόσον φαίνονται οι διαφορές που αποτυπώνονται στα διαφορετικής προέλευσης δεδομένα (πραγματικά και εκτιμώμενα).

Ειδικότερα, η αύξηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι εμφανής για όλες τις περιοχές, όμως δεν αποτυπώνονται ορθά τα μεγέθη αυτής της μεταβολής. Για παράδειγμα, η Αττική παρουσιάζει αύξηση της τάξεως των 10.000 ευρώ/ κάτοικο σε πραγματικές τιμές, όμως στις εκτιμώμενες τιμές αυτή η αύξηση εντοπίζεται στις 8.000 ευρώ/κάτοικο. Λανθασμένη χαρακτηρίζεται η μεταβολή για το νομό Κορινθίας, όπου παρόλο που έχει υποστεί μείωση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ στις πραγματικές τιμές αποτυπώνεται ως αύξηση της τάξεως των 4.000 ευρώ/κάτοικο. Συνολικά, μέσω αυτού του χάρτη είναι διακριτές οι αδυναμίες της μεθόδου, εφόσον παρόλο που οι μεταβολές που παρατηρούνται είναι εμφανείς στο χάρτη, δεν είναι ποσοτικά ακριβείς και αντιπροσωπευτικές.

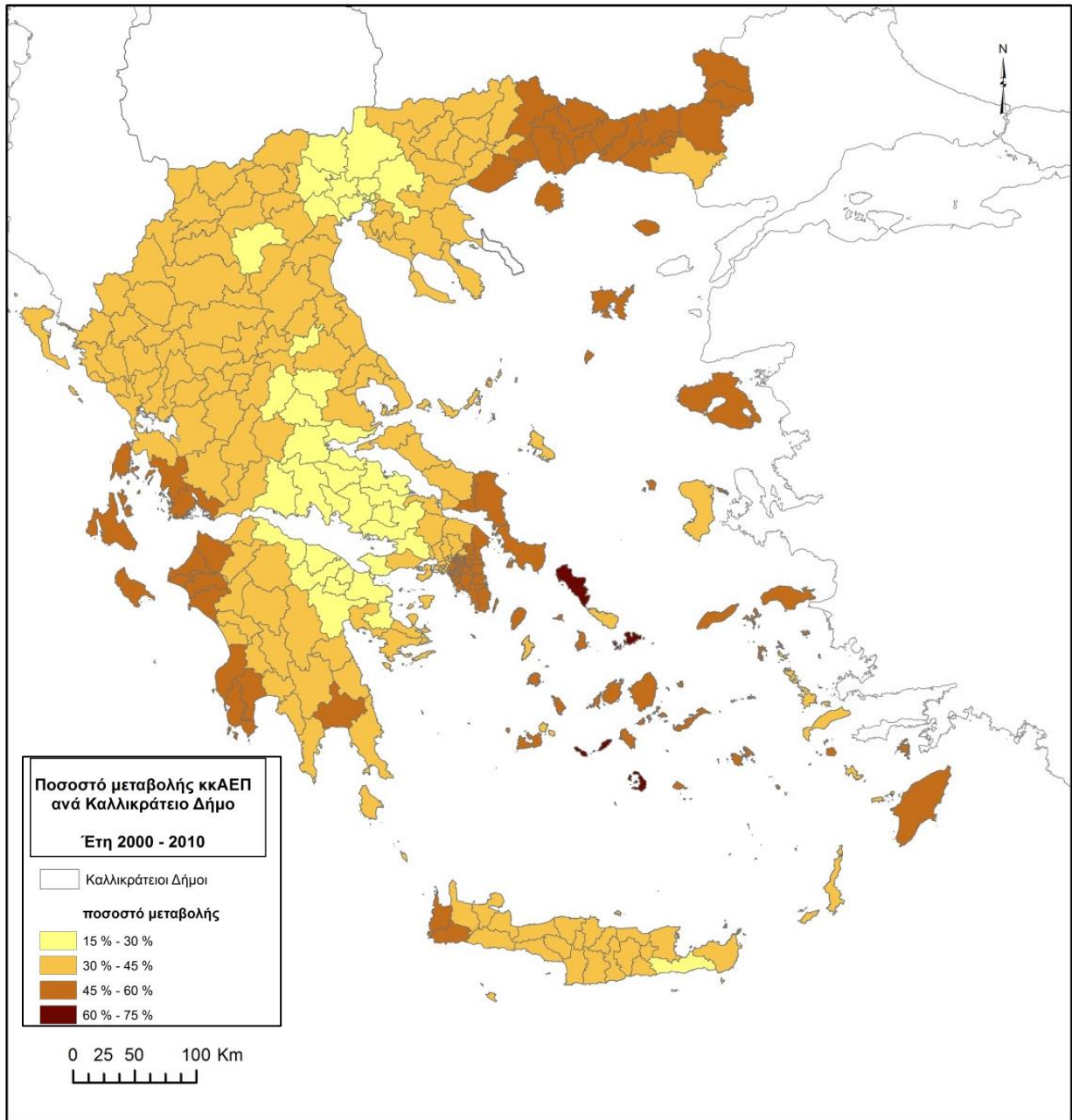
Χάρτης 7. Μεταβολή του κκΑΕΠ σε επίπεδο νομών, έτη 2000- 2010



*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*



Χάρτης 8. Μεταβολή του κκΑΕΠ σε επίπεδο Καλλικράτειων Δήμων, έτη 2000- 2010



*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

---

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη και συστηματική καταγραφή οικονομικών στοιχείων κατατάσσοντάς τον στον πιο διαδεδομένο τρόπο αντιπροσώπευσης μία οικονομίας. Το γεγονός ότι αποτελεί ένα συγκρίσιμο μέγεθος τόσο σε επίπεδο χωρών, όσο και σε χαμηλότερα επίπεδα κλίμακας του χώρου τον καθιστά βασικό δείκτη για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις περιοχές που μελετώνται.

Η αδυναμία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας να εξάγει στοιχεία ΑΕΠ για χαμηλότερη κλίμακα εγείρει προβληματικές στην αποτύπωση της αναπτυξιακής φυσιολογίας μίας περιοχής. Οι προβληματικές από την έλλειψη του οικονομικού μεγέθους για χαμηλότερη κλίμακα του χώρου, αποτέλεσε το έναυσμα αυτής της διπλωματικής. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να συνεισφέρει στην κάλυψη αυτού του ελλείμματος πληροφόρησης, καθώς αποπειράται να εκτιμήσει το κατά κεφαλήν ΑΕΠ στο χωρικό επίπεδο των Δήμων της Ελλάδας.

Για την εκτίμηση πραγματοποιήθηκε ο επιμερισμός του κατά κεφαλήν ΑΕΠ από την κλίμακα των νομών σε αυτή των Καλλικράτειων Δήμων, μέσω της μεθόδου χωρικής παρεμβολής Co-Kriging. Η βάση για την εφαρμογή της μεθόδου αποτέλεσε η χρήση νυχτερινών δορυφορικών εικόνων μέσω του συστήματος DMSP-OLS δεδομένης της αποδεδειγμένης βιβλιογραφικά συσχέτισης μεταξύ νυχτερινού φωτισμού και οικονομικών παραμέτρων.

Τα μοντέλα που εξήχθησαν για τα δεδομένα των υπό μελέτη ετών θεωρούνται στατιστικά επιτυχημένα εφόσον πληρούν τις εξεταζόμενες παραμέτρους. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου χωρικής παρεμβολής είναι το γεγονός ότι λαμβάνεται υπόψη η χωρική αυτοσυσχέτιση και ανομοιογένεια των εξεταζόμενων μεταβλητών, ενώ υπολογίζονται και τα σφάλματα που αυτή παρουσιάζει.

Τα αποτελέσματα, όπως παρουσιάστηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο, χαρακτηρίζονται από αποκλίσεις συγκριτικά με τα δευτερογενή δεδομένα, ωστόσο είναι δυνατή η εξήγησή τους με όρους περιφερειακής ανάπτυξης. Ειδικότερα, παρουσιάζονται υποεκτιμήσεις και υπερεκτιμήσεις που ωστόσο οφείλονται είτε σε αδυναμία της μεθόδου να αποτυπώσει



ακραίες τιμές, είτε στην αμφισβητούμενη φύση του ΑΕΠ που δεν αντανακλά την οικονομική δραστηριότητα στην οικονομική ευημερία των κατοίκων της περιοχής (πχ. Νομός Βοιωτίας). Ακόμη, εγείρονται προβληματισμοί για τις αγροτικές περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλή χρήση νυχτερινών φώτων, γεγονός που περιορίζει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να αποτελέσει πρωτογενές υλικό για την οικονομική ανάλυση του χωρικού επιπέδου των Καλλικρατειών Δήμων κατά την εφαρμογή αναπτυξιακών πολιτικών. Παρά τις αποκλίσεις και τις προβληματικές οι οποίες διαπιστώθηκαν και αναλύθηκαν, η χρήση νυχτερινών δορυφορικών εικόνων μπορούν να αποτελέσουν βασική παράμετρο για τον υπολογισμό του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

### Ελληνόγλωσση

Abel, A., Bernanke B. (2001) *Μακροοικονομική τόμος Α'.* Αθήνα: Κριτική.

Αδαμόπουλος, Λ., Δαμιανού, Χ. και Σβέρκος, Α. (1999) *Μαθηματικά και στοιχεία στατιστικής.* Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».

Αντζουλάτος Α., (2011) *Κυβερνήσεις Χρηματαγορές και Μακροοικονομία.* Αθήνα: Διπλογραφία

Begg D., Fischer S., Dornbusch R. (2006) *Εισαγωγή στην οικονομική Τόμος Β'.* Αθήνα: Κριτική.

Ευρωπαϊκή Ένωση. Επιτροπή των Περιφερειών (2010) *Σύντομη έρευνα: «ΑΕΠ και πέρα από αυτό».* Διαθέσιμο στο:

<https://portal.cor.europa.eu/europe2020/news/Documents/GDP%20Reports/EL%20-%20GDP%20and%20Beyond%20Quick%20Survey.pdf>

[Τελευταία πρόσβαση

10/06/2016].

Βασιλειάδης, Λ. (2010) *Χωροχρονική ανάλυση, προσομοίωση και πρόγνωση ξηρασίας στην υδρολογική λεκάνη Πηνειού ποταμού Θεσσαλίας.* Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Γεωργούσης, Χ. (2007) *Προγραμματισμός των αρδεύσεων με εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων και συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών.* Διδακτορική διατριβή. Γεωπονική Σχολή, ΑΠΘ.

Γναρδέλλης, Χ. (2003) *Εφαρμοσμένη στατιστική.* Αθήνα: Παπαζήση.

Δήμου, Π. (2010) *Εφαρμογή γεωστατιστικών μεθόδων στην εκτίμηση εδαφικών ιδιοτήτων γεωργικών εδαφών με τη χρήση γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων.*

Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργική Μηχανική, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2011) *Ελλάς: Εθνικοί λογαριασμοί*. Αθήνα: Ελληνική Στατιστική Αρχή.

Ζουγανέλη, Σ. (2009) *Ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων μέσω της υιοθέτησης νέων τεχνολογιών και καινοτομιών*. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Καλογήρου, Σ. (2015) *Χωρική ανάλυση: μεθοδολογία και εφαρμογές με τη γλώσσα R*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5029> [Τελευταία πρόσβαση 08/06/2016].

Καραπέτσας, Ν. (2007) *Εφαρμογή γεωστατιστικών μεθόδων στη θεματική χαρτογράφηση εδαφικών ιδιοτήτων με τη χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών*. Διδακτορική διατριβή. Γεωπονική Σχολή, ΑΠΘ.

Καρκαλέτσου, Α. (2014) *Χαρτογράφηση θορύβου με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών: Περίπτωση μελέτης Δ. Καλλιθέας*. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Καρλής, Δ. (2005) *Πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση*. Αθήνα: Σταμούλης.

Κουτσόπουλος, Κ. (2002) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ανάλυση του χώρου*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. και Rhind D. (2010) *Συστήματα και επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μαργαρίτης, Ε. (2007) *Μεθοδολογικό πλαίσιο χωρικής ανάλυσης ατμοσφαιρικής ρύπανσης αστικών περιοχών με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών: Χωροθέτηση σταθμών μέτρησης στην πόλη του Βόλου*. Διπλωματική εργασία. ΤΜΧΠΠΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Νικολάου, Σ. (2007) *Χωρική κατανομή δυνητικά τοξικών στοιχείων σε επιφανειακά εδάφη της ΝΑ Χαλκιδικής*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ.

Ξάνθου, Δ. (2016) *Διαχρονική μελέτη της εξάπλωσης των αστικών περιοχών της Ευρώπης μέσω νυχτερινών δορυφορικών εικόνων*. Διπλωματική εργασία. ΤΜΧΠΠΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Πετράκος, Γ. (2003) «Οι περιφερειακές ανισότητες στην Ελλάδα: Μία εναλλακτική μέθοδος υπολογισμού». *Σειρά Ερευνητικών Εργασιών ΤΜΧΠΠΑ*, 9 (28), σελ. 621-644.

Πουρναράκης, Ε. και Χατζηκωνσταντίνου, Γ. (2011) *Αρχές οικονομικής: Μακροοικονομική και μικροοικονομική*. Αθήνα: Σοφία.

Stiglitz, J.E. και Walsh, C.E. (2009) *Αρχές της μακροοικονομικής*. Αθήνα: Παπαζήσης.

Τσιάκος, Χ. (2015) *Μελέτη αστικής εξάπλωσης στις ευρωπαϊκές περιφέρειες βάσει νυχτερινών δορυφορικών εικόνων*. Διπλωματική εργασία. ΤΜΧΠΠΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

### **Ξενογλώσση**

Baugh, K., Elvidge, C.D., Ghosh, T. and Ziskin, D. (2010) “Development of a 2009 stable lights product using DMSPOLS data”. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 30, pp. 114-130.

Bearden, B.G. (2014) *Interpolation in ArcGis 10.1*, course: GIS and remote sensing for environmental applications. USA: Johns Hopkins University.

Elvidge, C.D., Baugh, K.E., Kihn, E.A., Kroehl, H.W., Davis, E.R. and Davis, C.W. (1997) “Relation between satellite observed visible-near infrared emissions, population, economic activity and electric power consumption”. *International Journal of Remote Sensing*, 18 (6), pp. 1373-1379.

Elvidge C., Ziskin D., Baugh K., Tuttle T., Ghosh T., Pack W., Erwin H., Zhizhin M., (2009) “A fifteen year record of global natural gas flaring derived from satellite data”, *Energies*, vol. 2, no. 3, pp. 595–622

Elvidge, C.D., Hsu, F.-C., Baugh, K.E. and Ghosh, T. (2014) “National trends in satellite-observed lighting 1992-2012”. In: Wheng, Q. (ed.) *Global urban monitoring and assessment through earth observation*. Boca Raton: CRC Press, pp 97-120.

Ghosh, T., Powell, R., Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Sutton, P. C., and Anderson, S. (2010) “Shedding light on the global distribution of economic activity”. *The Open Geography Journal*, 3, pp. 148-161.

Henderson V., Storeygard A. and Weil, N. (2012) “Measuring economic growth from outer space”. *The American Economic Review*, 102 (2), pp. 994-1028.

Hengl, T. (2009) *A practical guide to geostatistical mapping*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Huang, Q., Yang, X., Gao, B., Yang, Y. and Zhao, Y. (2014) “Application of DMSP/OLS nighttime light images: A meta-analysis and a systematic literature review”. *Remote Sensing*, 6 (8), pp. 6844-6866.

Mellander, C., Lobo, J., Stolarick, K. and Matheson, Z. (2015) “Night-time light data: A good proxy measure for economic activity?” *PLoS One*, 10 (10).

Sutton, P.C., Elvidge, C.D. and Ghosh, T. (2007) “Estimation of Gross Domestic Product at sub-national scales using nighttime satellite imagery”. *International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 8 (S07), pp. 5-21.

Sherman, M. (2011) *Spatial statistics and spatio-temporal data*. USA: Wiley.

Small, C., Pozzi, F. and Elvidge, C.D. (2005) “Spatial analysis of global urban extent from DMSP-OLS night lights”. *Remote Sensing of Environment*, 96 (3-4), pp. 277-291.

Stathakis D. (2016) “Intercalibration of DMSP/OLS by parallel regressions”. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters: accepted.

Triantakoustantis, D. and Stathakis, D. (2014) “Cokriging areal interpolation for estimating economic activity using night-time light satellite data”. In: Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Torre, C., Rocha, J.G., Falcão, M.I., Taniar, D., Arduhan, B.O. and Osvaldo Gervasi (eds.) Computational science and its applications. Berlin: Springer, pp 243-252.

### **Ιστοσελίδες**

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2016) Διαθέσιμο στο: <http://www.statistics.gr> [Τελευταία πρόσβαση 12/03/2016].

National Centers of Environmental Information (2016) Defense Meteorological Satellite Program (DMSP). Available at: <http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp.html> [Last access 12/03/2016].

Environmental Systems Research Institute ESRI (2016) Available at: <http://www.esri.com> [Last access 10/03/2016].

Eurostat (2016) Available at: <http://ec.europa.eu> [Last access 12/03/2016].

### **Προσωπική Επικοινωνία**

Σαράτσης, Γ. (2016) Προσωπική επικοινωνία. Βόλος, 7 Ιουνίου.

Στέλεχος Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (2016) Τηλεφωνική επικοινωνία. 6 Ιουνίου.

Υπεύθυνη τμήματος Προγραμματισμού και Ανάπτυξης Δήμου Βόλου (2016) Τηλεφωνική επικοινωνία. 10 Ιουνίου.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

---

### Παράρτημα κεφαλαίου 1.2. Παράδειγμα Υπολογισμού ΑΕΠ

Έστω μία υποθετική οικονομία με 4 επιχειρήσεις: μία χαλυβουργία, μία μηχανουργία, μία επιχείρηση ελαστικών και μία αυτοκινητοβιομηχανία.

Η χαλυβουργία παράγει χάλυβα αξίας 4.000 νομισματικών μονάδων, και πουλάει ένα μέρος του προϊόντος της αξίας 1.000 ν.μ. στην μηχανουργία και το υπόλοιπο μέρος του προϊόντος της αξίας 3.000 ν.μ. στην αυτοκιν/νία. Με την προϋπόθεση ότι η χαλυβουργία εξορύσσει απευθείας το μέταλλευμα το συνολικό ποσό των (1.000 + 3.000) 4.000 ν.μ. αποτελούν προστιθέμενη αξία για την επιχείρηση. Τα καθαρά έξοδα της χαλυβουργίας αποτελούν την αμοιβή των παραγωγικών συντελεστών (μισθοί, ενοίκια, κέρδη) που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του χάλυβα.

Η μηχανουργία δαπανά 1.000 ν.μ. για την αγορά χάλυβα τον οποίο έπειτα από επεξεργασία μετατρέπει σε μηχανήματα προς πώληση στην αυτοκινητοβιομηχανία έναντι 2.000 ν.μ. Συνεπώς η προστιθέμενη αξία της επιχείρησης Β ισούται με (2.000-1.000) 1.000 ν.μ. Τα καθαρά της έσοδα αποτελούν την αμοιβή των παραγωγικών συντελεστών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή μηχανημάτων. Η αυτοκινητοβιομηχανία προτίθεται να κρατήσει τα μηχανήματα τα οποία αποτελούν πλέον τελικά αγαθά με το ποσό των 2.000 ν.μ. να αποτελεί δαπάνη των τελικών αγαθών.

Η επιχείρηση ελαστικών παράγει ελαστικά αξίας 500 ν.μ. και τα πουλάει στην αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό το ποσό αποτελεί προστιθέμενη αξία για την επιχείρηση ελαστικών καθώς και τα καθαρά της έσοδα (αμοιβή παραγωγικών συντελεστών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παραγωγή). Το ποσό δεν είναι αμοιβή για τα τελικά αγαθά εφόσον τα ελαστικά αποτελούν ενδιάμεσα αγαθά.

Η αυτοκινητοβιομηχανία κατασκευάζει αυτοκίνητα τα οποία πουλάει σε νοικοκυριά έναντι 5.000 ν.μ. Η προστιθέμενη αξία συνυπολογίζοντας την αγορά χάλυβα και ελαστικών προκύπτει  $5.000 - 3.000 - 500 = 1.500$  ν.μ..

Συνοψίζοντας, με βάση το παράδειγμα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας στον οποίο αποτυπώνεται η αποτίμηση του ΑΕΠ με τις 3 μεθόδους υπολογισμού.

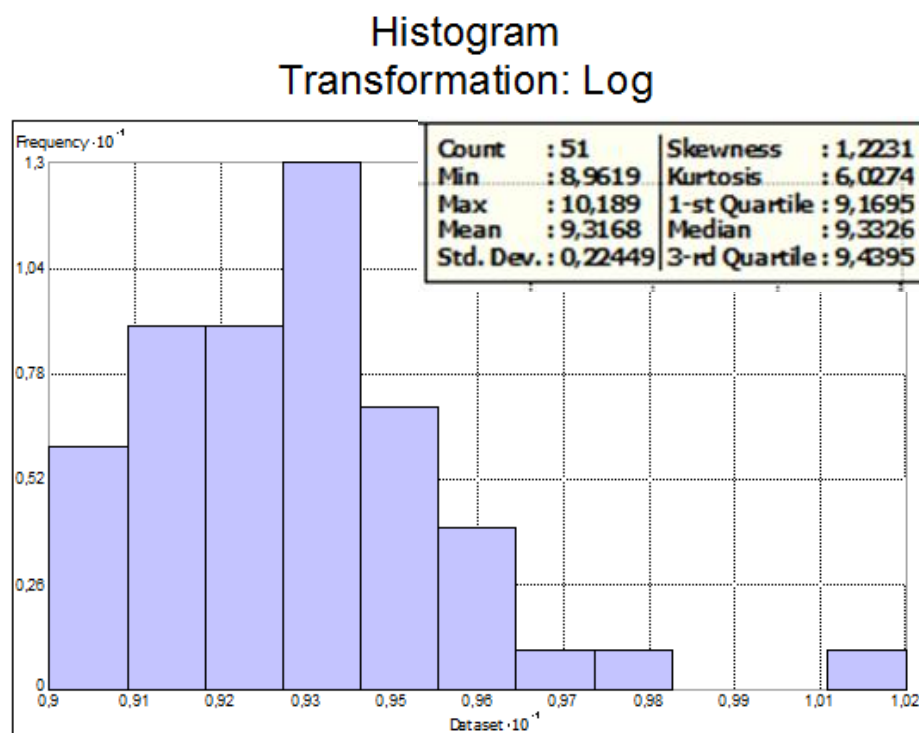
Πίνακας 1. Παράδειγμα αποτίμησης ΑΕΠ

Αγαθό	Πωλητής	Αγοραστής	Αξία Συναλλαγής	Προστιθέμε νη αξία	Δαπάνη για τελικά αγαθά (Μέθοδος Δαπάνης)	Αμοιβή παραγωγικών συντελεστών (Μέθοδος Εισοδήματος)
Χάλυβας	Χαλυβουργία	Μηχανουργία	1.000	1.000	0	1.000
Χάλυβας	Χαλυβουργία	Αυτοκιν/νία	3.000	3.000	0	3.000
Μηχανήματα	Μηχανουργία	Αυτοκιν/νία	2.000	1.000	2.000	1.000
Ελαστικά	Παραγωγός ελαστικών	Αυτοκιν/νία	500	500	0	500
Αυτοκίνητα	Αυτοκιν/νία	Νοικοκυριά	5.000	1.500	5.000	1.500
<b>-Συνολική αξία συναλλαγών</b>			<b>11.500</b>			
<b>ΑΕΠ</b>				<b>7.000</b>	<b>7.000</b>	<b>7.000</b>

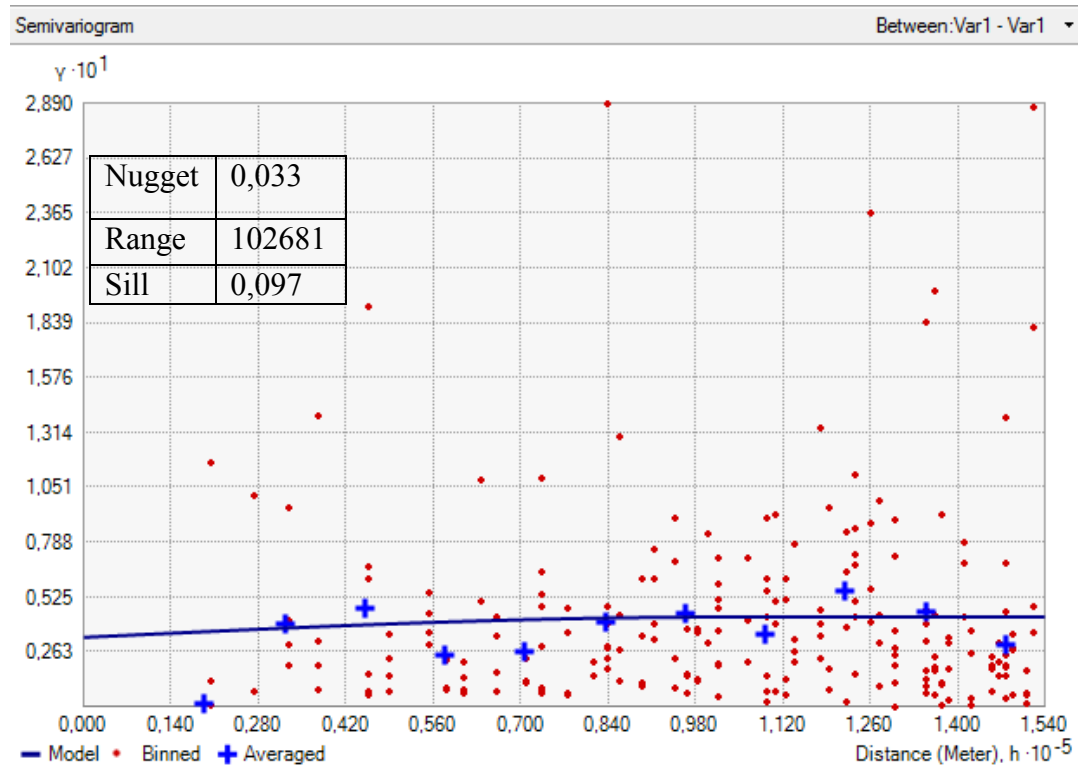


**Παράρτημα κεφαλαίου 4.2 Εφαρμογή Μεθοδολογίας/ έτος 2000**Επεξηγηματική στατιστική ανάλυση πρωτογενών δεδομένων κκΑΕΠ/ έτος 2000*Πίνακας αριθμητικών ποσοτήτων για το έτος 2000:*

	N	Min	Max	Median	Skewness	Kurtosis	Std. Dev
<b>κκΑΕΠ 2010</b>	51	7800	26600	11300	2,6296	13,261	3061,9

*Μετατροπή δεδομένων: Λογαρίθμηση**Πηγή: Eurostat, ίδια επεξεργασία*

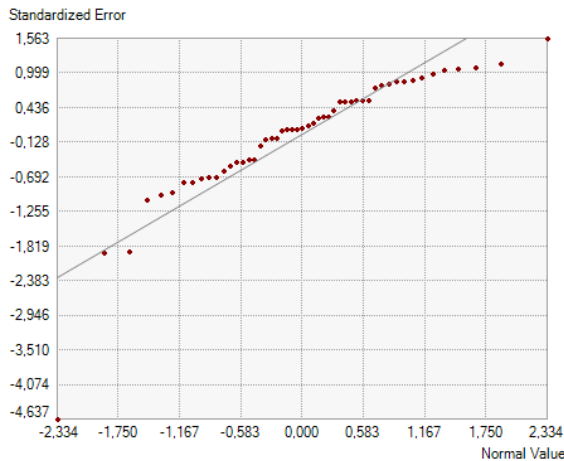
Ημιβαριόγραμμα: Σφαιρικό θεωρητικό μοντέλο



Πηγή: Eurostat, ίδια επεξεργασία

Cross Validation

Normal QQplot



Δείκτες πρόβλεψης

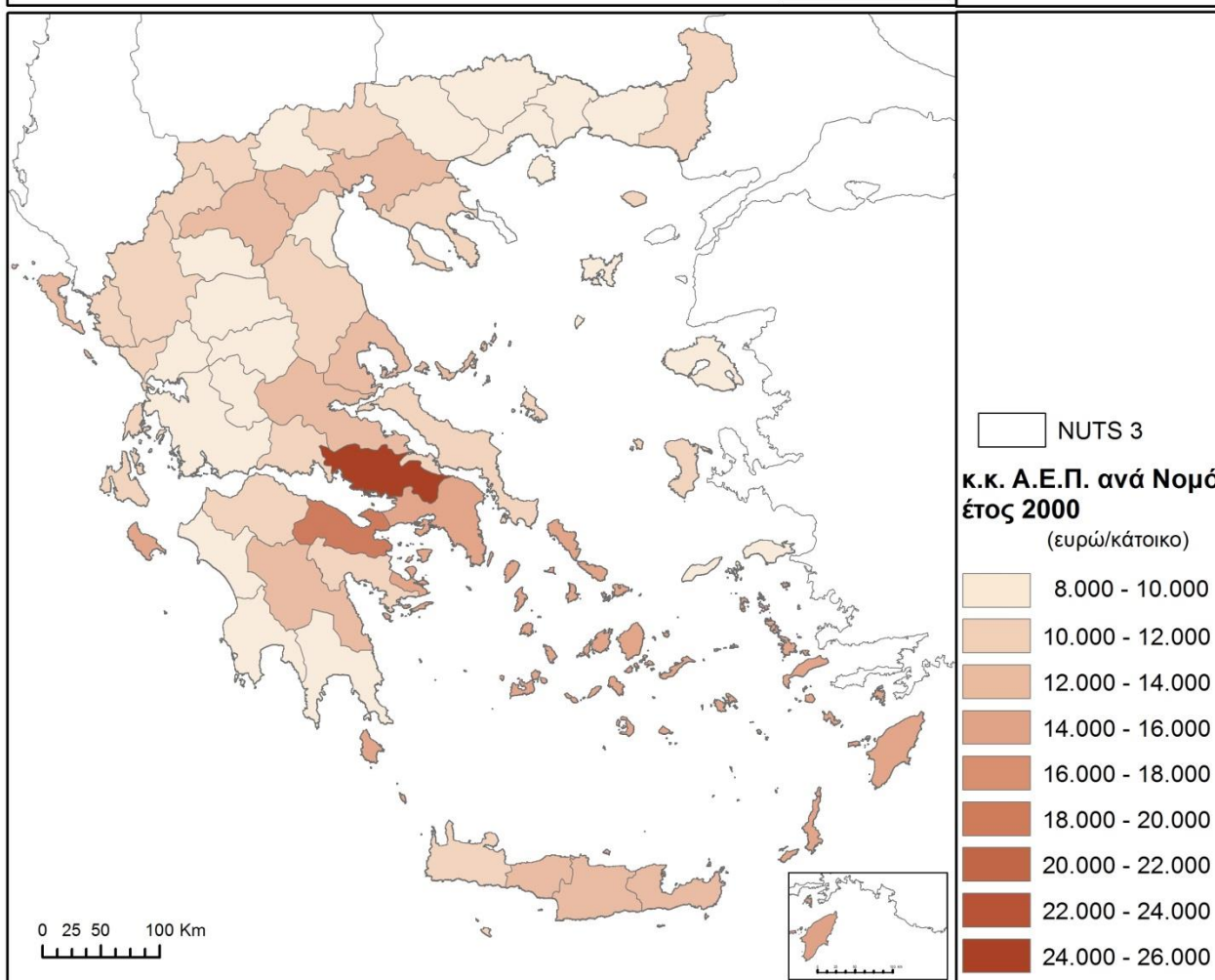
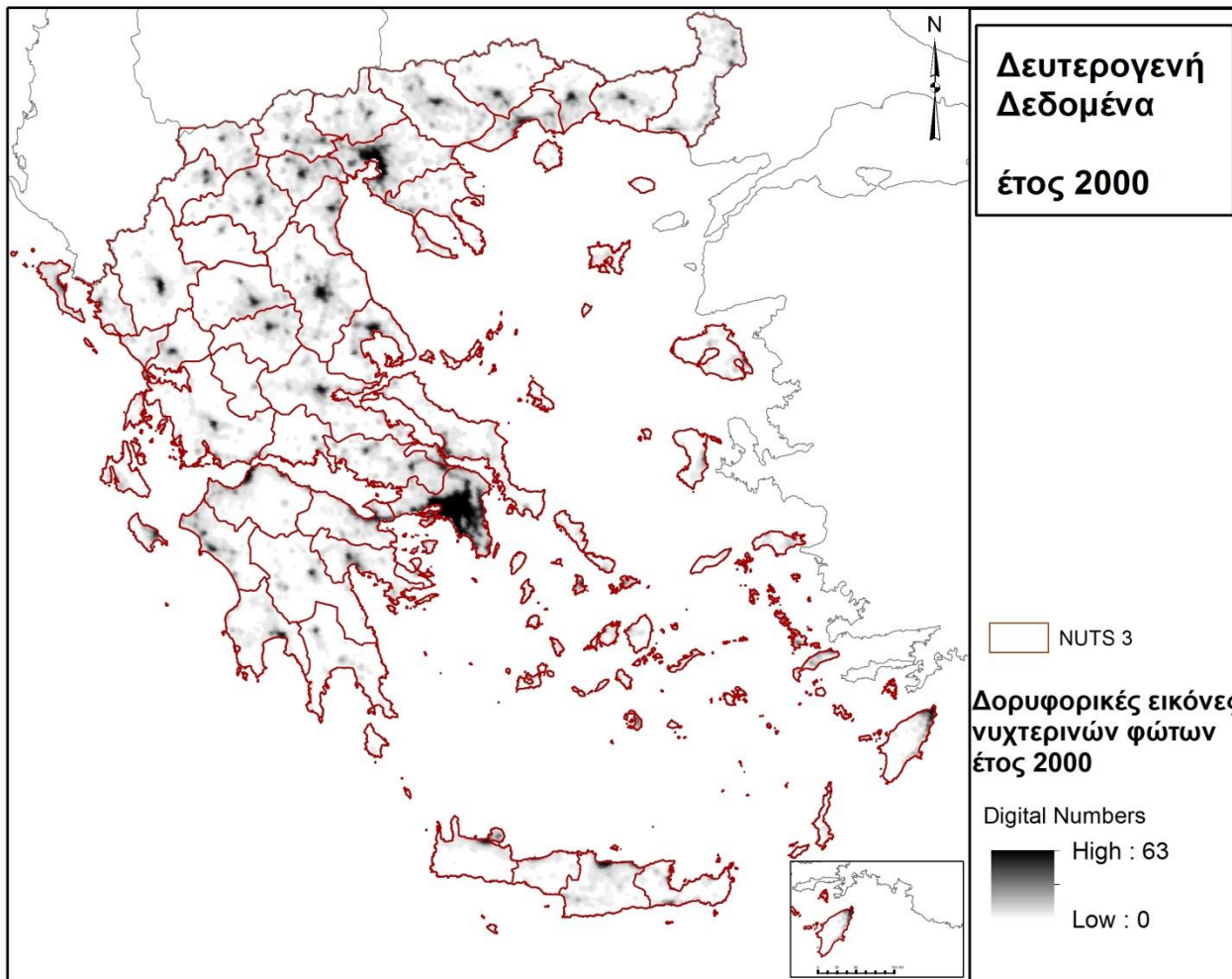
RMSS	1,0036
MSPE	-0.00317
RMS	2707
ASE	2532

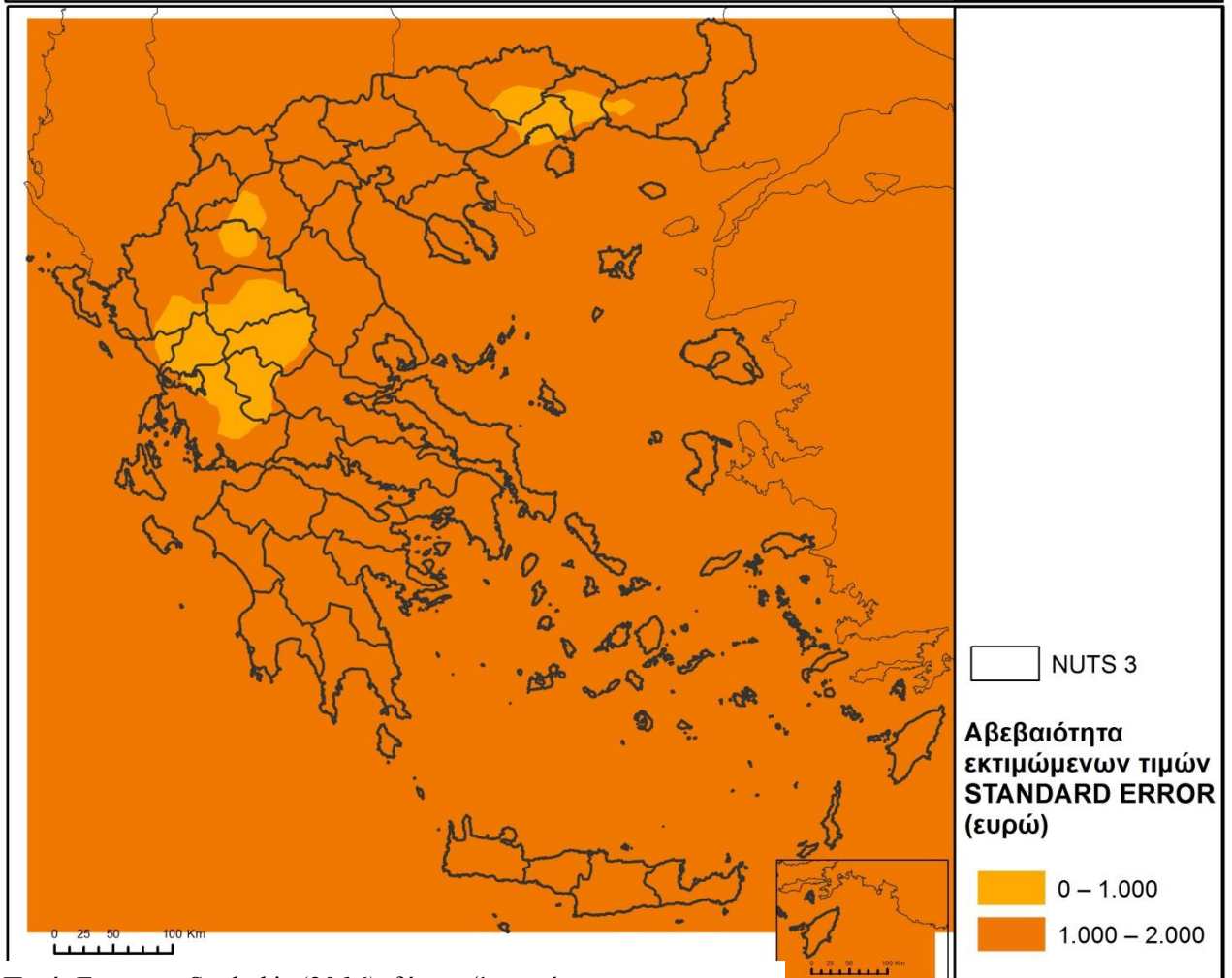
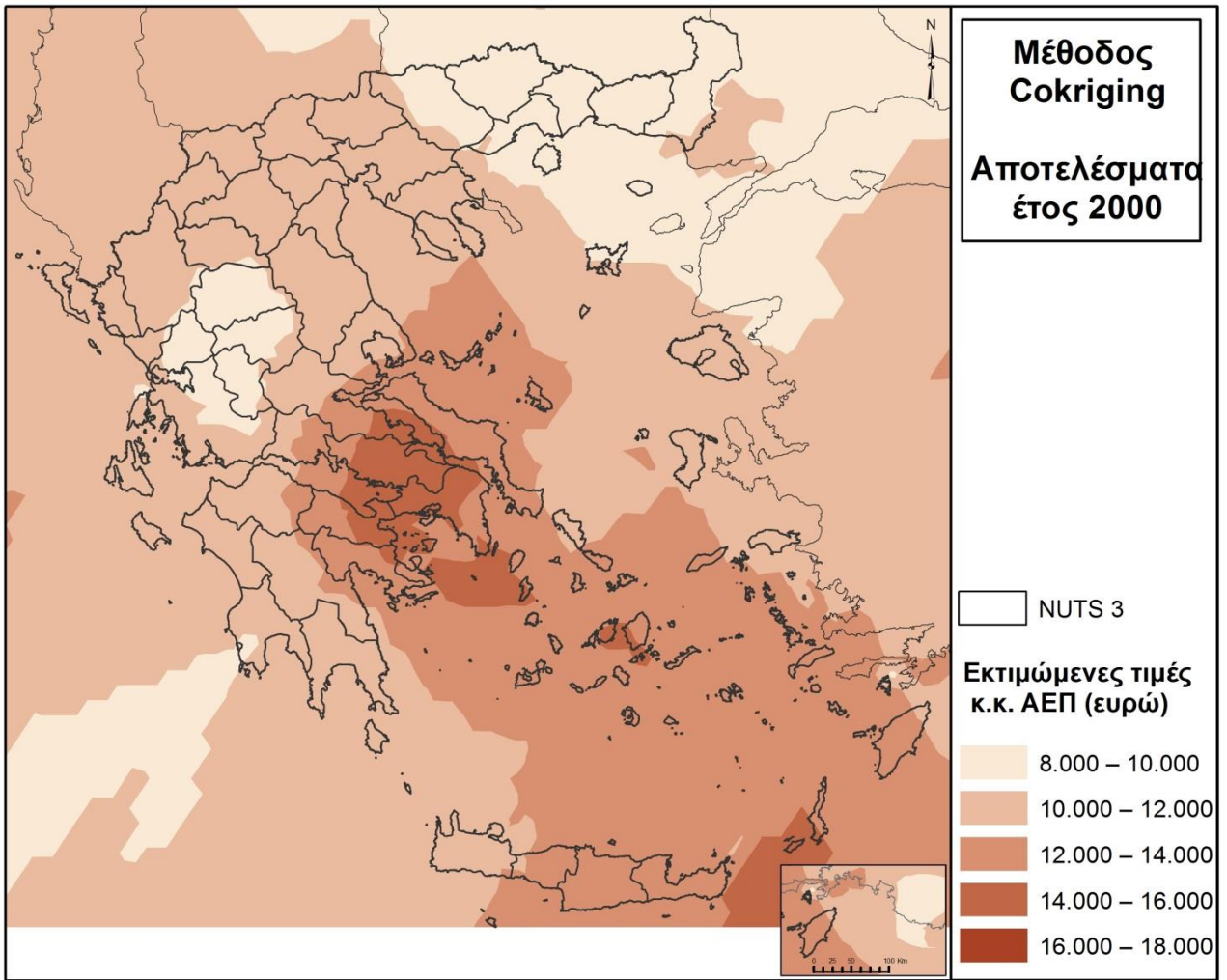
Πηγή: Eurostat, ίδια επεξεργασία

Συντελεστής Pearson

$r = 0,80$

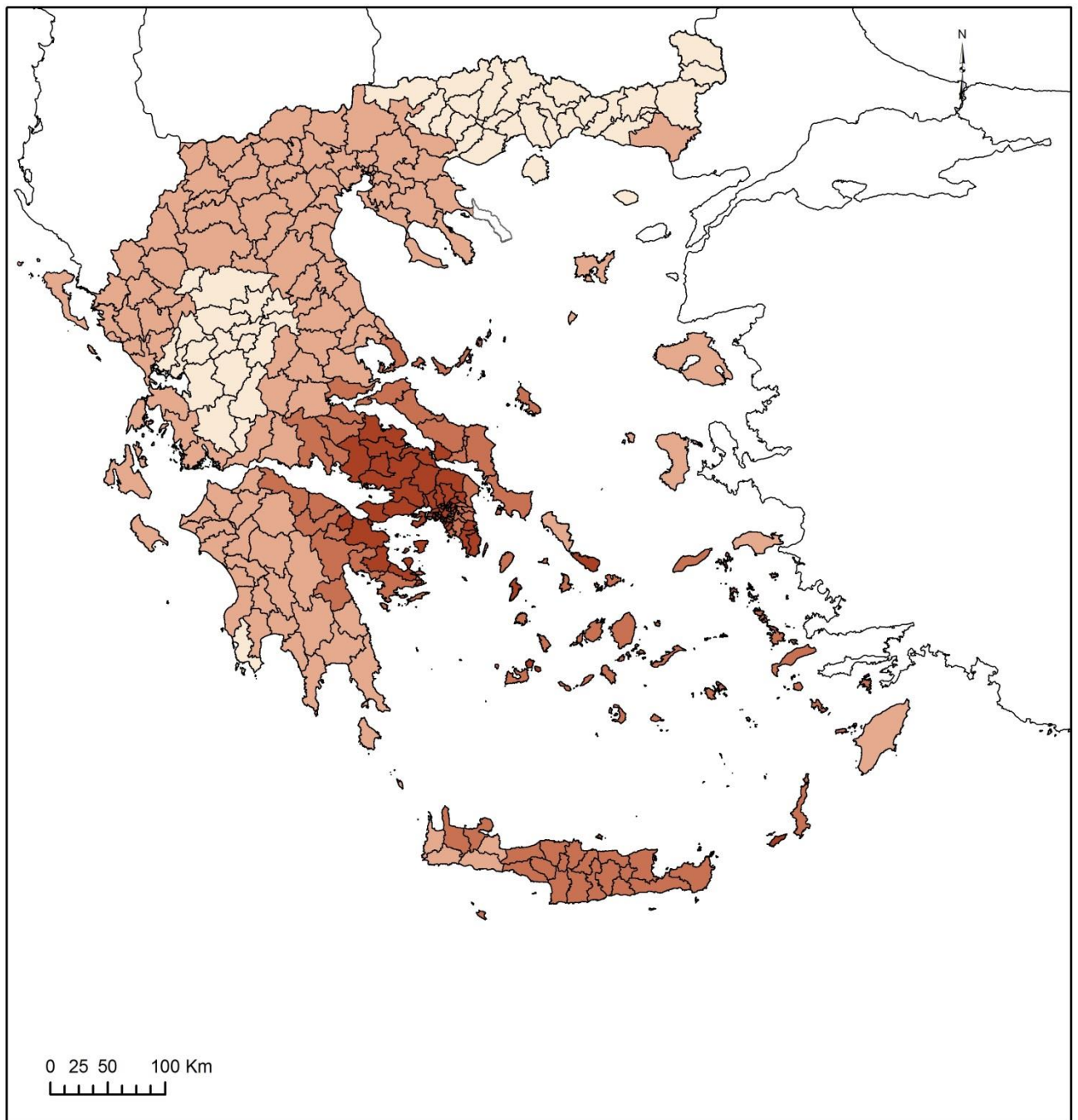
$0,7 \leq r < 0,8$  άρα υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση.





*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*





**Εκτίμηση κ.κ.ΑΕΠ  
ανά Καλλικράτειο Δήμο  
Έτος 2000**



*Πηγή: Eurostat, Stathakis (2016), ίδια επεξεργασία*

