



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΠΜΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΒΠΟΕ) Καταγραφή Εκπομπών στον Ελλαδικό χώρο

Θεόδωρος Ν. Κυρίος
Α.Μ. Ε0405

Επιβλέπων Καθηγητής
Ιωάννης Ζιώμας

Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	4
1.1 Γενικά στοιχεία.....	4
2. Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις και Τροποσφαιρικό Όζον	6
2.2 Μη Μεθανιούχες Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις.....	6
2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή των ΒΠΟΕ	7
2.4 Μετρήσεις και Μοντέλα.....	13
2.4.1 Γενικά Στοιχεία	13
2.4.2 Μετρήσεις και Ελλαδικός χώρος	14
2.4.3 Παραδοχές – Ανάλυση διαδικασιών	15
2.4.4 Προτεινόμενη μεθοδολογία	16
2.4.5 Μέθοδος CORINAIR	18
3 Μεθοδολογία	19
3.1 Γενικές έννοιες και πληροφορίες	19
3.1.1 Η έννοια του Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος.....	19
3.1.2 Κάλυψη Γης (CORINE LAND COVER)	22
3.1.4 Θέσεις Μετεωρολογικών Σταθμών	25
3.2 ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	27
3.2.1 Γεωγραφικά υπόβαθρα –Πρωτογενή στοιχεία.....	27
3.2.2 Προκαταρκτική επεξεργασία	28
3.2.3 Δευτερογενής γεωγραφική επεξεργασία	30
3.2.4 Προκαταρκτική Χωρική ανάλυση.....	32
3.2.5 Δημιουργία βάσης δεδομένων	33
3.2.6 Δημιουργία RASTER με χωρική ανάλυση -παρεμβολή (SPATIAL ANALYSIS tool).....	51
3.2.7 Εξαγωγή δεδομένων Raster και απόδοση συντελεστών διόρθωσης στο CLC 2000	56
3.2.8 Υπολογισμός εκπομπών για κάθε πολύγωνο	58
4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων-επεξεργασμένων στοιχείων	58
4.1 Εποχιακή διακύμανση	58
4.2 Υπολογισθείσες Τιμές και εκπομπές	62
4.2.1 Αποτελέσματα μελέτης προτεινόμενης μεθοδολογίας σε σχέση με τη μεθοδολογία CORINE	62
4.2.2 Αποτελέσματα μελέτης Γεωγραφικής επεξεργασίας GIS στο υπόβαθρο του CLC 2000 σε συνδυασμό με τη προτεινόμενη μεθοδολογία.....	62
5 Συμπεράσματα και Προτάσεις	67
6 Βιβλιογραφία – Αναφορές	69
Παράρτημα Α	73
ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ –ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ	73

Περίληψη

Το τροποσφαιρικό όζον είναι ένας σημαντικός ρύπος με τεκμηριωμένες τις βλαβερές συνέπειές του. Παράγεται έμμεσα από μια χημική αντίδραση μεταξύ των Οξειδίων του Αζώτου (NO_x) και τις Πτητικές Οργανικές Ενώσεις – ΠΟΕ (VOCs). Ενώ τα NO_x είναι ανθρωπογενούς προέλευσης οι ΠΟΕ προέρχονται και από φυσικές πηγές σε ποσοστό που πλησιάζει το 50% των συνολικών εκπομπών σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο βιογενής πτητικές οργανικές ενώσεις (ΒΠΟΕ) λοιπόν, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον καλύτερο σχεδιασμό των περιβαλλοντικών μελετών που αφορούν το τροποσφαιρικό Όζον. Το 99% περίπου των εκπομπών ΒΠΟΕ προέρχονται από τα δάση.

Στην παρούσα μελέτη έγινε αποτύπωση των διαφόρων δασικών ειδών στον Ελλαδικό χώρο με βάση τα στοιχεία της εθνικής απογραφής δασών του 1981-1992 και τις χρήσεις γης από το CORINE (Corine Land Cover –CLC 2000) και στη συνέχεια με την χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και του ανάλογου λογισμικού (ESRI ArcInfo 9.3) υπολογίστηκαν και αποτυπώθηκαν οι εκπομπές για τις κύριες ΒΠΟΕ- το ισοπρένιο και τα μονοτερπένια, σε όλο τον Ελλαδικό χώρο και για κάθε μήνα του έτους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρα για τη χωρική επεξεργασία χάρτης με τα είδη δασικής βλάστησης για όλη την Ελλάδα 1:500.000, δημιουργημένος από το ΕΘΙΑΓΕ σε υπόβαθρο των χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ), μετεωρολογικά δεδομένα όλων των σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) μέχρι και το 2001, το “CORINE LAND COVER 2000 –CLC 2000” από το European Environment Agency (EEA) για την Ελλάδα και ψηφιοποιήσεις των Καποδιστριακών Δήμων και Νομών. Στη συνέχεια με την περαιτέρω χωρική ανάλυση και τη χρήση της μεθοδολογίας χωρικής παρεμβολής KRIGGING υπολογίστηκαν – αποδόθηκαν η βιομάζα, ο συντελεστής εκπομπής ισοπρενίου –μονοτερπενίων, ο συντελεστής διόρθωσης ισοπρενίου ο οποίος εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία, και ο συντελεστής διόρθωσης μονοτερπενίων ο οποίος εξαρτάται από τη θερμοκρασία, για κάθε φυτικό είδος σε κάθε πολύγωνο –περιοχή με δασικά είδη. Οι εκπομπές λοιπόν ισοπρενίου το χειμώνα δεν ξεπερνούν τα 0,5 kg km⁻² d⁻¹, στις Νότιες περιοχές της Ελλάδας λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών. Την άνοιξη το μέγιστο αγγίζει τα 31 kg km⁻² d⁻¹ και το καλοκαίρι τα 97 kg km⁻² d⁻¹ (στην Πίνδο και στη Ροδόπη). Στην υπόλοιπη Ελλάδα οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 2 και 40 kg km⁻² d⁻¹. Για τα μονοτερπένια έχουμε τον Ιανουάριο μέγιστο τα 28 kg km⁻² d⁻¹. (Πίνδος και Πελοπόννησος). Την άνοιξη έχουμε μέγιστες τιμές 60 kg km⁻² d⁻¹, το καλοκαίρι 101 kg km⁻² d⁻¹ και το φθινόπωρο 78 kg km⁻² d⁻¹.

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά στοιχεία

Το τροποσφαιρικό όζον είναι ένας σημαντικός ρύπος με τεκμηριωμένες τις βλαβερές συνέπειές του στην ανθρώπινη υγεία, την γεωργική και δασική παραγωγή. Δεν έχει καμία σχέση με το όζον λοιπόν της στρατόσφαιρας, το οποίο φιλτράρει την υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

Πολύ λίγο τροποσφαιρικό όζον απελευθερώνεται άμεσα. Παράγεται έμμεσα από μια χημική αντίδραση μεταξύ των Οξειδίων του Αζώτου (NOx) και τις Πτητικές Οργανικές Ενώσεις – ΠΟΕ (VOCs). Τα NOx προέρχονται κυρίως από τις ανθρωπογενείς πηγές, με σημαντικότερες τα αυτοκίνητα και τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Οι Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΠΟΕ) εκλύονται επίσης σε σημαντικές ποσότητες από ανθρωπογενείς πηγές, κυρίως αυτοκίνητα και τη βιομηχανία.

Υπάρχουν όμως ΠΟΕ, που απελευθερώνονται από τα δέντρα και γενικότερα από τη βλάστηση με αποτέλεσμα σε αρκετά μέρη του κόσμου οι Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις –ΒΠΟΕ (OVOCs) να ξεπερνούν ακόμα και αυτές των λοιπών ανθρωπογενών πηγών. Επίσης, οι βιογενείς ΠΟΕ αντιδρούν πιο έντονα χημικά σε σχέση με χαρακτηριστικές ανθρωπογενείς ΠΟΕ. Απελευθερώνονται κατά προτίμηση τις ζεστές, φωτεινές ημέρες που, για άλλους λόγους, παρέχουν τους καλύτερους όρους για την παραγωγή όζοντος.

Παρόλο που οι ΒΠΟΕ συμβάλουν σημαντικά στο σχηματισμό του δευτερογενούς ρύπου του όζοντος, σίγουρα θα ήταν ανούσιο να κατηγορηθούν τα δάση για ρύπανση της ατμόσφαιρας. Αυτό γίνεται σαφές διότι:

- τα NOx που απαιτούνται για την παραγωγή όζοντος προέρχονται σχεδόν εξ ολοκλήρου από ανθρωπογενείς πηγές, χωρίς αυτήν την ανθρώπινη ρύπανση δεν θα υπήρχε κανένα πρόβλημα όζοντος.
- στην πραγματικότητα, όταν τα επίπεδα NOx είναι χαμηλά, σε περίπτωση ελάχιστης σύγχρονης ανθρώπινης δραστηριότητας οι ΠΟΕ δρουν αντίστροφα μειώνοντας τις όποιες συγκεντρώσεις Όζοντος

Ο ΒΠΟΕ λοιπόν, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον καλύτερο σχεδιασμό των περιβαλλοντικών μελετών που αφορούν το τροποσφαιρικό Όζον. Ο υπολογισμός τους όμως καθίσταται δύσκολος διότι οι συγκεντρώσεις όζοντος επηρεάζονται μη-γραμμικά από τις εκπομπές ΝΟ_x και ΠΟΕ, από τις μετεωρολογικές συνθήκες συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας, το εισερχόμενο φως και τα πιο σύνθετα φαινόμενα όπως τις ατμοσφαιρικές αντιστροφές, τη μεγάλης απόστασης μεταφορά του όζοντος και τις ανταλλαγές του όζοντος μεταξύ της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές για να οδηγηθούμε σε κάποια αποτελέσματα.

Τα διάφορα μοντέλα παρόλα αυτά παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές και για αυτό χρήζουν αξιολόγησης ανάλογα με την περίπτωση.

Στην παρούσα μελέτη θα γίνει αποτύπωση των διαφόρων δασικών ειδών στον Ελλαδικό χώρο με βάση τα στοιχεία της εθνικής απογραφής δασών του 1981-1992 και τις χρήσεις γης από το CORINE.

Επίσης με τη χρήση του προγράμματος GIS Arc Info της ESRI (Έκδοση 9.3) θα γίνει περεταίρω ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή των στοιχείων εκπομπής ισοπρενίου και μονοτερπενίων.

Για το σκοπό αυτό τα κύρια μετεωρολογικά και κλιματικά δεδομένα λαμβάνονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ).

2. Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις και Τροποσφαιρικό Όζον

2.2 Μη Μεθανιούχες Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

Με τον όρο Μη Μεθανιούχες Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (NMVOCs) χαρακτηρίζουμε ενώσεις κορεσμένων, ακόρεστων, και οξυγονωμένων παραγώγων. Οι Βιογενείς Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΒΠΟΕ) περιλαμβάνουν οργανικά ατμοσφαιρικά αέρια, εκτός από το διοξείδιο και το μονοξείδιο του άνθρακα, όπως ισοπρενοΐδη (ισοπρένιο και μονοτερπένια), αλκάνια, αλκένια, αλκοόλες, καρβονύλια, εστέρες, αιθέρες, και οξέα. Οι κυρίαρχες ενώσεις όμως, με βάση τους καταλόγους εκπομπής, είναι τα μονοτερπένια και το ισοπρένιο με τις αλκοόλες και τα καρβονύλια ακολουθούν.

Οι ουσίες αυτές αντιδρούν έντονα στην τροπόσφαιρα (Atkinson, 1980) ,επηρεάζοντας άμεσα την τοπική φωτοχημική διαδικασία (Jacob and Wofsy, 1988; Lopez et al, 1989; Guenther and Geron, 1996), συμβάλλουν στο σχηματισμό Όζοντος (e.g. Williams et al, 1997) και άλλων δευτερευόντων ρύπων. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ΒΠΟΕ συμβάλλουν στον κύκλο του άνθρακα. Υπολογίζεται επίσης πως το ισοπρένιο και τα μονοτερπένια αποτελούν το **57% και το 14%** αντίστοιχα των παγκόσμιων εκπομπών ΠΟΕ. Έχει υπολογιστεί επίσης ότι η ετήσια ατμοσφαιρική εκπομπή BVOCs είναι περίπου 1150 Tg C (1 Tg = 10¹² g), το οποίο είναι μεγαλύτερο από τις εκπομπές από όλες τις ανθρωπογενείς πηγές ΠΟΕ (Guenther et al, 1995).

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε μόνο με τα ισοπρενοΐδη και τη συμβολή τους στο συνολικό αριθμό των ΠΟΕ και τον σχηματισμό του τροποσφαιρικού όζοντος.

Το 99% περίπου των εκπομπών ΒΠΟΕ προέρχονται από τα δάση, με τις λοιπές καλλιεργούμενες και χέρσες περιοχές να συμβάλλουν στο ποσοστό αυτό.

Υπάρχουν βέβαια αρκετές διαφορές στις εκτιμήσεις που οφείλονται κυρίως στην ακριβή γνώση των παραγόντων που επηρεάζουν την εκπομπή των αερίων, όπως η θερμοκρασία, το φως, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και το ενδεχόμενο στρες από ασθένειες, τραυματισμούς, προσβολές και τις πειραματικές διαδικασίες των εργαστηρίων. Τα υπάρχοντα μοντέλα χωρίζουν τα είδη σε κωνοφόρα και φυλλοβόλα για τους υπολογισμούς τους, μια και τα κωνοφόρα εκπέμπουν κυρίως μονοτερπένια και τα φυλλοβόλα ισοπρένιο.

Οι ΒΠΟΕ παρουσιάζουν συγκεντρώσεις από ppt μέχρι μερικά ppb με σημαντικό χρόνο χημικής ζωής στην ατμόσφαιρα, της τάξης των μερικών λεπτών ως μερικές ώρες. Ενδεικτικές τιμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Εμφανής είναι επίσης η διαφορά στο χρόνο χημικής ζωής μεταξύ νύχτας και μέρας.

Όνομασία	Χημικός Χρόνος Ζωής (α)		Παράδειγμα	Ατμοσφαιρική Συγκέντρωση
	Ημέρα	Νύχτα		
Ισοπρένιο C ₅ H ₈	3 hrs	1,5 hrs	Ισοπρένιο	ppt- μερικά ppb
Μονοτερπένια C ₁₀ H ₁₆	2-3 hrs	5-30 min	α-pinene, β-pinene, sabinene	ppt- μερικά ppb
	40-80 min	5- 20 min	limonene, t-β-ocimene, myrcene	
	15-20 min	<1min	terpinolene, α-phellandrene	
	<5min	<2min	α-terpinene	

(α) Ο χρόνος ζωής υπολογίζεται σε σχέση με : [NO₃] = 10 ppt, [O₃] = 20 ppb το βράδυ; και το [OH] = 10⁶ Molecules/cm³, [O₃] = 20 ppb για την ημέρα

Πίνακας 1. Σύγκριση μεταξύ Ισοπρενίου και Μονοτερπενίων (Goldan et al.,1993; Guenther et al., 1995; Neeb et al., 1997; Singh et al., 1994)

2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή των ΒΠΟΕ

A. Η στοματική δραστηριότητα των φύλλων

Τα αέρια που παράγονται στο φυτό για να εξέλθουν στην ατμόσφαιρα πρέπει να περάσουν από τα στομάτια των φύλλων, στην περίπτωση που δεν βρουν διέξοδο απ' την υδροφοβική επιδερμίδα.

Μπορούμε λοιπόν να ξεχωρίσουμε δύο είδη αερίων: Αυτά που αποθηκεύονται μετά την παραγωγή τους σε ειδικά κύτταρα και όργανα μέσα στο φυτό και απελευθερώνονται από αυτές τις «δεξαμενές» και σε αυτά που η σύνθεση και η εκπομπή τους σχετίζονται άμεσα.

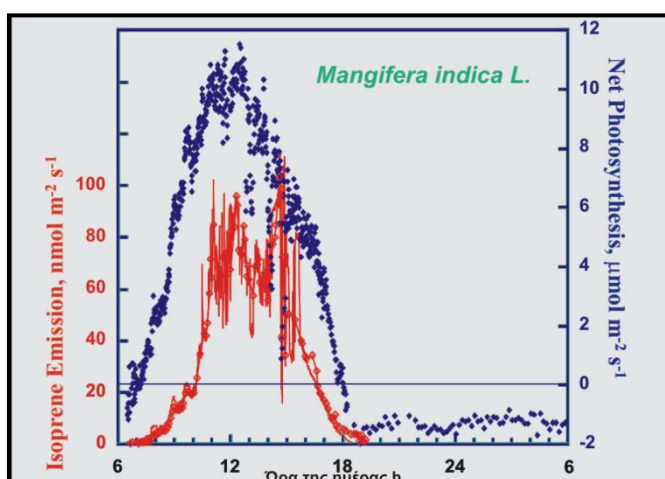
Μετρήσεις που έγιναν σε διάφορα δασικά είδη για το ισοπρένιο όπως *Quercus virginiana* (Tingey et al., 1981), *Populus tremuloides* (Monson and Fall, 1989), *Eucalyptus globulus* (Guenther et al., 1991), *Populus tremuloides*, *Quercus alba*, *Populus fremontii* (Fall and Monson, 1992), and *Pueraria lobata* (Sharkey and Loreto, 1993), αλλά και για τα μονοτερπένια στα *Pinus elliotii* (Tingey et al., 1980), *Eucalyptus globulus* (Guenther et al., 1991), *Quercus ilex* (Loreto et al., 1996a), *Picea abies* (Steinbrecher, 1989; Staudt, 1997), and *Pinus pinea* (Staudt, 1997) δεν έδειξαν σαφή διαφοροποίηση στις εκπομπές σε σχέση με τη μεταβολή της αγωγιμότητας των στοματιών.

Αντίθετα παρατηρήθηκαν διαφορές σε μετρήσεις που έγιναν στις δύο επιφάνειες των φύλλων, (*Quercus virginiana*, *Platanus occidentalis*, Tingey et al., 1981; *Quercus rubra*, Loreto and Sharkey, 1990; *Eucalyptus globulus*, Guenther et al., 1991; *Populus tremuloides*, *Quercus alba*, *Populus fremontii*, Fall and Monson, 1992) όπου ανιχνεύθηκε ισοπρένιο μόνο στην πλευρά όπου υπάρχουν οι στοματικοί πόροι. Είναι εμφανές λοιπόν ότι το φυτό διαθέτει πολύπλοκους μηχανισμούς για την εκπομπή των διαφόρων αερίων πέρα απ' τα στομάτια.

Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί που επιβεβαιώνουν και εξηγούν τα παραπάνω πειραματικά αποτελέσματα αλλά η περαιτέρω ανάλυσή τους ξεφεύγει απ' το αντικείμενο αυτής της μελέτης.

B. Βραχυπρόθεσμες επιρροές της θερμοκρασίας και της ακτινοβολίας στις εκπομπές ΒΠΟΕ.

Τα μονοτερπένια και το ισοπρένιο αποτελούν τις πιο μελετημένες ΒΠΟΕ και σε αυτά θα γίνει αναφορά παρακάτω. Όλες οι μετρήσεις για τα παραπάνω είδη δείχνουν σαφή συσχέτιση με τη θερμοκρασία. Για το ισοπρένιο επιπλέον, υπάρχει συσχέτιση και με την ηλιακή ακτινοβολία (ηλιοφάνεια), ως αποτέλεσμα της άμεσης επαφής της εκπομπής του ισοπρενίου και τη σύνθεσή του από τα φωτοσυνθετικά προϊόντα (Εικόνα 2.3 ,παράδειγμα σε φύλλο Mango).



Εικόνα 2.3 Εκπομπές Ισοπρενίου και φωτοσύνθεση σε φύλλο Mango

Αποτέλεσμα αυτής της σχέσης και της ταυτόχρονης έλλειψης «δεξαμενών» αποθήκευσης είναι η παύση της παραγωγής και της εκπομπής ισοπρενίου μέσα σε λίγα λεπτά υπό συνθήκες σκότους (Tingey et al., 1981, Evans et al., 1985; Guenther et al., 1991; Sanadze, 1991; Sharkey et al., 1991; Monson et al., 1991).

Οι εκπομπές ισοπρενίου αποκρίνονται έντονα στη θερμοκρασία, οι οποίες αυξάνονται γρήγορα μεταξύ 15 και 35°C (Fehsenfeld et al., 1992 Feuntes et al., 2000, Guenther et al 2000, 1999, 1993, 1991 Lerdau et al, 1997 Monson et al., 1994 ,Monson et al, 1989 Sharkey et al., 1991, Tingey et al, 1979). Επάνω από τους 35°C, το ποσοστό αύξησης επιβραδύνει με βέλτιστο μεταξύ 40 και 44°C. Στις υψηλότερες θερμοκρασίες οι εκπομπές ισοπρενίου μειώνονται λόγω του δυσμενούς αποτελέσματος της υψηλής θερμοκρασίας στα βιοσυνθετικά ένζυμα.

Επίσης, τα ποσοστά εκπομπής ισοπρενίου διαφέρουν εντυπωσιακά μεταξύ των σκιασμένων και των φύλλων που τα βλέπει ο ήλιος (Sharkey et al., 1991), το οποίο μπορεί να εξηγηθεί και από τη διαφορά θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να φτάσει και τους 4-5 °C (Lerdau και Keller, 1997), αλλά και την μειωμένη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταξύ των σκιασμένων και μη φύλλων. Επίσης, οι εκπομπές ισοπρενίου είναι χαμηλές σε οποιαδήποτε θερμοκρασίες υπό συνθήκες σκότους (Monson et al, 1989 Sharkey et al., 1991). Η νέφωση έχει παρόμοια επίδραση στην θερμοκρασία των φύλλων.

Οι εκπομπές των μονοτερπενίων θεωρούνται γενικά ως ανεξάρτητες της ακτινοβολίας διότι τα συστατικά τους αποθηκεύονται μετά τη σύνθεσή τους σε ρητινούχους αγωγούς

ή αδένες (Monson et al., 1995; Lerdau et al., 1997). Η χωρητικότητα των «δεξαμενών» αυτών είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με τους ρυθμούς εκπομπής (Schindler and Kotzias, 1989; Jüttner, 1991;Lerdau et al., 1994).

Η ανταπόκριση της εκπομπής στην θερμοκρασία δείχνει μια εκθετική σχέση με τη αύξηση της θερμοκρασίας και περιγράφεται συνήθως με τον τύπο που προτάθηκε από τον Tingey et al. (1980).

$$E = E_s * \exp(\beta * (T - T_s)) \quad (1)$$

όπου E είναι οι εκπομπή στη θερμοκρασία T , β είναι η κλίση της $\ln E / dT$ και E_s είναι η εκπομπή σε ορισμένη θερμοκρασία. Για την κλίση η τιμή $0.09 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ χρησιμοποιείται τις περισσότερες φορές ως γενικότερα αποδεκτή (Fehsenfeld et al., 1992; Guenther et al., 1993). Είναι σημαντικό να τονιστεί πως η εκπομπή των μονοτερπενίων δεν περιορίζεται μόνο στα φυτικά είδη που έχουν ρητινούχους αγωγούς ή αδένες, σύμφωνα με διάφορες μελέτες. (Hansen and Seufert, 1996;Csiky and Seufert, 1999; Loreto et al., 1998b)

Γ. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή

Παρόλο που η θερμοκρασία και η ακτινοβολία αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες, υπάρχουν και άλλοι μικρότερης σημασίας. Οι παράγοντες αυτοί είναι η σύνθεση της ατμόσφαιρας κοντά στο φυτό, η φυλλική υγρασία, η μηχανική καταπόνηση και οι τραυματισμοί.

Η σχετική ατμοσφαιρική υγρασία δεν φαίνεται να επηρεάζει τις εκπομπές, παρά τις μικρές μεταβολές που έχουν παρατηρηθεί σε ορισμένα είδη (Yokouchi and Ambe, 1984, Juuti et al. 1990; Janson 1993; Guenther et al., 1991). Πιο συγκεκριμένα αύξηση εκπομπών κατά 2,3% για κάθε 10% αύξηση της σχετικής υγρασίας. Στον αντίποδα σε άλλες μελέτες διάφοροι ερευνητές μέτρησαν τα περιβαλλοντικά στοιχεία συγκέντρωσης από την λεκάνη του Αμαζόνιο οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις ισοπρένιο σε περιόδους

ανομβρίας είναι υψηλότερες από εκείνες στην υγρή εποχή υπό ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας (Kesselmeier et al, 2002, Kuhn et al., 2004).

Παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και σε περιοχές της κεντρικής Αφρικής Serca et al., 2001). Επίσης, οι Sharkey και Loreto (1993) , μετρώντας εκπομπές ισοπρενίου σε φύλλα από το kudzu (*Lobata Pueraria (Willd) Ohwi.*) αναφέρουν αύξηση των εκπομπών σε περιπτώσεις στρεσαρίσματος των φυτών λόγω έλλειψης νερού. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τη χαμηλή αγωγιμότητα των στοματίων κατά τη διάρκεια της περιόδου ανομβρίας γεγονός που οδηγεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες των φύλλων. Σε υπερβολικό στρες ξηρασίας παρόλα αυτά ο ρυθμός εκπομπής μειώνεται. Σχετικά με το καθαρό παραγόμενο ισοπρένιο (η ποσότητα ισοπρενίου που μένει μετά και την απορρόφησή του από το περιβάλλον) , μελέτη (Pegoraro et al. ,2005) έδειξε ότι η ξηρασία και το στρεσάρισμα όχι μόνο αυξάνει τις εκπομπές ισοπρενίου αλλά αυξάνει δραματικά και την παραγόμενη ποσότητα λόγω της μειωμένης λήψης του από το έδαφος.

Σημαντική θετική συσχέτιση των εκπομπών μονοτερπενίων υπάρχει με τη φυλλική υγρασία, (Croteau, 1977; Lamb et al., 1985; Janson, 1993; Street et al., 1997; Staudt, 1997), γεγονός που σχετίζεται με την επιδερμική ενυδάτωση των φύλλων.

Η μηχανική καταπόνηση, οι τραυματισμοί αλλά και οι παθογενείς προσβολές έχουν βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη επιρροή στην εκπομπή ΠΟΕ από τα φυτά. Συνήθως σε τραυματισμένα φυτά εκπέμπονται αλκοόλες, C6-αλδεύδες και τα παράγωγά τους (McCall et al., 1994). Σε περιπτώσεις τραυματισμών έχουμε μεγάλη αύξηση εκπομπής μονοτερπενίων, σε αντίθεση με την εκπομπή ισοπρενίου, το οποίο δεν φαίνεται να επηρεάζεται (Monson et al., 1994; Loreto and Sharkey, 1993a).

Οι εποχές τους επίσης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την εκπομπή των ισοπρενοϊδών (Guenther, 1997), καθώς επίσης και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Στα δάση είναι σημαντική η διαφορά στις παρατηρούμενες εκπομπές των φύλλων που βρίσκονται στα ανώτερα τμήματα της κόμης των δέντρων σε σχέση με αυτά που βρίσκονται στα σκιαζόμενα χαμηλότερα τμήματα. (Bertin et al., 1997; Geron et al.,1997)

Στο Ελληνικό περιβάλλον, τα φυτά μεγαλώνουν υπό καθεστώς χαμηλής εδαφικής υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων τις περισσότερες των περιπτώσεων. Οι περιορισμοί αυτοί θεωρητικά μπορούν να περιορίσουν την σύνθεση των ΠΟΕ καθώς περιορίζουν την ανάπτυξη και ως εκ τούτου τις εκπομπές. Υπάρχει περίπτωση όμως το στρεσάρισμα του φυτού να οδηγήσει στην αύξηση των εκπομπών άλλων ΠΟΕ (Geron et al., 1992).

Τέλος, η αναμενόμενη αύξηση της ακτινοβολίας UV-B και του CO₂ μελλοντικά στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, δεν δείχνει να επηρεάζει την εκπομπή ισοπρενίου. (Juuti et al., 1990; Harley et al., 1996a; Sharkey et al, 1991b).

Η ανταπόκριση των εκπομπών ισοπρενίου στη **μερική πίεση του CO₂** ποικίλλει στα διάφορα είδη δέντρων. Οι Monson et al (1989) εξέτασαν τις εκπομπές ισοπρενίου σε φύλλα λεύκας, τα οποία παρουσίασαν σημαντικά μειωμένες εκπομπές ισοπρενίου στην υψηλή μερική πίεση του CO₂. Αυτό έχει υποστηριχθεί από τους Sharkey et al. (1991). Εντούτοις, μελέτη των Sharkey et al. (1991), έδωσε αντίθετα αποτελέσματα εκπομπής σε φύλλα δρυός, με τις εκπομπές να αυξάνονται ως δύο φορές για πίεση CO₂ στα 65 PA, με την φυσιολογική να είναι στα 40 PA.

Είναι εμφανές λοιπόν πως η εκτίμηση των ΒΠΟΕ για το κάθε φυτικό είδος είναι αρκετά πολύπλοκη, γεγονός το οποίο δικαιολογεί τις παρατηρούμενες διαφορές των διαφόρων μεθόδων υπολογισμού.

2.4 Μετρήσεις και Μοντέλα

2.4.1 Γενικά Στοιχεία

Για το υπολογισμό των εκπομπών των ΒΠΟΕ οι μέθοδοι χρησιμοποιούν μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία πολλαπλασιάζει έναν συντελεστή εκπομπής, χαρακτηριστικό για κάθε είδος, εκφρασμένο σε **μC ανά γραμμάριο φυλλικής μάζας h^{-1} ($\mu\text{C g}^{-1} \text{h}^{-1}$)** ανά **φυτική πυκνότητα βιομάζας (g m^{-2})**, διορθωμένα μ' ένα συντελεστή εξαρτημένο από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία. (Simpson, 1994).

Στους υπολογισμούς για την Ελλάδα η φυτοκάλυψη και τα απαντώμενα είδη προέρχονται από τους χάρτες της Δνσης Δασών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης περιλαμβάνοντας διάφορα κωνοφόρα και φυλλοβόλα δέντρα (Δρυς, Πεύκα κτλ.) καθώς επίσης και πολυετή φυτά. Τα δάση διακρίνονται σε πυκνά και αραιά.

Οι εκπομπές του ισοπρενίου και των μονοτερπενίων μπορούν να υπολογιστούν με βάση την παρακάτω σχέση:

$$\text{[Εκπομπή (φυτικού είδος)]=[Συντελεστής Εκπομπής]* [Πυκνότητα Βιομάζας]*[Συντελεστής Διόρθωσης]}$$

Στους υπολογισμούς δεν συμμετέχουν φυτά τα οποία απαντώνται σε μικρότερη κλίμακα κα ενδέχεται να εκπέμπουν ΠΟΕ, λόγω της ανεπάρκειας στοιχείων.

2.4.2 Μετρήσεις και Ελλαδικός χώρος

Για την ελληνική χλωρίδα γενικότερα υπάρχουν συγκεκριμένα προβλήματα που αφορούν τον προσδιορισμό του Συντελεστή Εκπομπής αλλά και της Πυκνότητας της Βιομάζας. Ειδικότερα για την Πυκνότητα της Βιομάζας το πρόβλημα εντοπίζεται στα ελλιπή στοιχεία αλλά και στην ποικιλία των χαρακτηριστικών των δέντρων λόγω της ηλικίας, τους ,τις μικροκλιματικές συνθήκες ανάπτυξής τους, τους εξωγενείς παράγοντες κτλ.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συντελεστές βιομάζας για τα πιο κοινά φυτικά είδη της Ελλάδας (Veldt, 1988; Guenther et al., 1994), με βάση το CORINAIR αλλά και την προτεινόμενη μέθοδο για τα ελληνικά δεδομένα (Simeonidis et.al,1999).

Φυτικό είδος	Έκταση km ²	Πυκνότητα βιομάζας gm ⁻²	Συντελεστής εκπομπής Ισοπρενίου ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	CORINAIR	Συντελεστής εκπομπής μονοτερπενίων ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	CORINAIR
Beech dense	1850	400	0.1	0	0.6	0.14
Beech sparse	375	200	0.1	0	0.6	0.14
Fir dense	3400	1800	0.1	0	3	2.42
Fir sparse	825	1400	0.1	0	3	2.42
Spruce dense	25	1000	3	0	1.38	2.42
Black pine dense	2050	900	0	0	3	2.42
Black pine sparse	550	500	0	0	3	2.42
Aleppopine dense	4125	900	0	0	3	2.42
Aleppopine sparse	575	500	0	0	3	2.42
Brutia pine dense	950	900	0	0	3	2.42
Brutia pine sparse	25	500	0	0	3	2.42
Other coniferous dense	50	900	0	0	3	2.42
Oak dense	8400	400	14.7	14.7	0.24	0.24
Oak sparse	3050	220	14.7	14.7	0.24	0.24
Chestnut dense	1750	400	0	0	0.14	0.14
Chestnut sparse	500	200	0	0	0.14	0.14
Deciduous dense	800	400	0	0	0.14	0.14
Deciduous sparse	150	200	0	0	0.14	0.14
Evergreen veget. dense	9925	400	0	0	0.14	0.14
Evergreen veget. sparse	7725	200	0	0	0.14	0.14
Grazing land	22,575	200	5	0	0.5	20
TOTAL	69,675	—	—	—	—	—

Πίνακας 2.4 Έκταση, πυκνότητα βιομάζας και συντελεστές εκπομπής

Ο συντελεστής διόρθωσης που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την μείωση της βιομάζας των φυλλοβόλων δέντρων από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο (Causley and Wilson, 1991) είναι:

Οκτώβριος, Νοέμβριος, Απρίλιος	0,5
Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος	0

Συντελεστής διόρθωσης επίσης απαιτείται για τη συσχέτιση εκπομπών με τη θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία.

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί η θερμοκρασία του φυλλώματος είναι ανάλογη των εκπομπών των ισοπρενοϊδών με την ακτινοβολία να επηρεάζει επιπλέον αναλογικά την εκπομπή ισοπρενίου.

2.4.3 Παραδοχές – Ανάλυση διαδικασιών

Στην εφαρμογή των μοντέλων που θα περιγράψουμε παρακάτω έχουν γίνει κάποιες παραδοχές για την διευκόλυνση των διαδικασιών αλλά και λόγω έλλειψης σχετικών μοντέλων.

- **Δεν χρησιμοποιούμε την ακτινοβολία που δέχεται πραγματικά η επιφάνεια του φυτού λόγω έλλειψης μοντέλου, γεγονός που επηρεάζει τις τιμές εκπομπών κυρίως του ισοπρενίου και μπορεί να μας οδηγήσει σε υπολογισμό υψηλότερων τιμών από τις πραγματικές. Αντίθετα δεν έχουμε σημαντικές αποκλίσεις στο υπολογισμό από τις παραδοχές στις μετρούμενες θερμοκρασίες (Lamb et al., 1993).**
- **Θεωρούμε επίσης πως ο ουρανός είναι χωρίς συννεφιά και η μετρούμενη θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ της μέσης ελάχιστης και μέσης μέγιστης μηνιαίας τιμής.**
- **Οι παραδοχές αυτές δεν επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα διότι στην Ελλάδα τους καλοκαιρινούς μήνες έχουμε καθαρούς ουρανούς, περίοδο που έχουμε και την κύρια εκπομπή ισοπρενίου.**
- **Όλα τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.**

- Στη προσομοίωση της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας κάθε σταθμού θεωρήθηκε ότι είναι ελάχιστη μία ώρα πριν την ανατολή, αυξάνεται γραμμικά μέχρι το μέγιστό της στις 14.00 και στη συνέχεια μειώνεται γραμμικά μέχρι μία ώρα πριν τη δύση όπου παρατηρείται το ελάχιστό της. Κατά τη διάρκεια της νύχτας παραμένει σταθερή. Ως μέγιστες και ελάχιστες χρησιμοποιούνται η μηνιαία μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη αντίστοιχα.
- Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας έχουν υπολογισθεί με συγκεκριμένο τρόπο, και σε συνδυασμό με αυτά για την θερμοκρασία έχουν βγει συγκεκριμένα αποτελέσματα για την Ελλάδα τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Γίνεται σαφές λοιπόν πως αυτό που καθορίζει την ακρίβεια των υπολογιζόμενων εκπομπών είναι οι Συντελεστές Εκπομπής κάθε φυτικού είδους και ο Συντελεστής Διόρθωσης.

Πέρα απ' το CORINAIR έχουν προταθεί για την ελληνική επικράτεια πιο ακριβείς τρόποι υπολογισμού των εκπομπών, όπως περιγράφεται στη συνέχεια στην προτεινόμενη μεθοδολογία.

2.4.4 Προτεινόμενη μεθοδολογία

Ο ακόλουθος τρόπος υπολογισμού των συντελεστών αποδείχθηκε πως δίνει αποτελέσματα πιο κοντά στα πραγματικά για την Ελλάδα (Simeonidis et al., 1999). Τα αποτελέσματα αναλύονται ως εξής:

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΙΣΟΠΡΕΝΙΟΥ

- Ο συντελεστής διόρθωσης για τη συσχέτιση της θερμοκρασίας και την εκπομπή ισοπρενίου (Guenther et al., 1991), βασίζεται στη σχέση:

$$C_T = \frac{\exp\left[\frac{T_1(T_L - T_s)}{RT_L T_s}\right]}{1 + \exp\left[\frac{T_2(T_L - T_3)}{RT_L T_s}\right]} \quad (2)$$

όπου :

T_L είναι η θερμοκρασία των φύλλων (σε Kelvin),

$T_s = 301\text{K}$,

R είναι η σταθερά των αερίων ($8,314 \text{ Jk}^{-1} \text{ mol}^{-1}$),

$T_1 = 95.100 \text{ J mol}^{-1}$, $T_2 = 231.000 \text{ J mol}^{-1}$, $T_3 = 311,83 \text{ K}$ είναι εμπειρικές σταθερές.

- Ο συντελεστής διόρθωσης για την εξάρτηση της ηλιοφάνειας και της εκπομπής ισοπρενίου προτάθηκε από τον (Guenther et al., 1991) και είναι ο εξής:

$$C_L = \frac{x - \sqrt{x^2 - 4fIL_1}}{2L_1} \quad (3)$$

όπου $x = fI + L_1 + L_2$, με f το τμήμα της ακτινοβολίας που απορροφάτε από τους χλωροπλάστες του φυτού (0,385),

I η ηλιακή ακτινοβολία ($\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ PAR}$),

και $L_1 = 105,6$ και $L_2 = 6,12$ είναι εμπειρικές σταθερές.

(Σημ. Η μεταβλητή I είναι ο αριθμός των φωτονίων της Ενεργού Φωτοσυνθετικής Ακτινοβολίας (PAR)- στο εύρος των 400 – 700 nm, που φτάνουν σε μια συγκεκριμένη επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου. Ο αριθμός αυτός εκφράζει τον αριθμό των φωτονίων στο συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων ανά μονάδα χρόνου (second) και επιφανείας (m^2) διαιρεμένο με τη σταθερά του Avogadro ($6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$). Τα όργανα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας μετράνε σε Watt και μετατρέπουν σε mol photons μέσω των σταθερών Planck και Avogadro).

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΜΟΝΟΤΕΡΠΕΝΙΩΝ

- Τέλος η σχέση που υπολογίζει το συντελεστή διόρθωσης για την εκπομπή μονοτερπενίων σε σχέση με τη θερμοκρασία (Geron et al., 1990):

$$F_T = \exp[0.0739(T - 30)]$$

(4)

όπου T η θερμοκρασία των φύλλων.

2.4.5 Μέθοδος CORINAIR

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή υπάρχουν επτά ομάδες φυτικών ειδών (Veldt, 1988):

1. Φυλλοβόλα δέντρα που εκπέμπουν ισοπρένιο σε μεγάλες ποσότητες (Quercus, Platanus, Populus και Salix)
2. Φυλλοβόλα δέντρα που εκπέμπουν μικρές ποσότητες ισοπρενίου (Palmetto, Chamaerops humilis)
3. Φυλλοβόλα που δεν εκπέμπουν καθόλου ισοπρένιο (όλα τα υπόλοιπα είδη)
4. Κωνοφόρα
5. Χέρσες εκτάσεις

Για τη κάθε κατηγορία έχει δοθεί ένας συντελεστής εκπομπής.

Για τους συντελεστές διόρθωσης της και θερμοκρασίας το CORINAIR χρησιμοποιεί αυτούς που προτάθηκαν από τον Tingey (Tingey, 1981), για τα μονοτερπένια,

$$E = 1.133 \cdot e^{(0.0729T - 0.332)}$$

(5)

και για το ισοπρένιο:

$$E = 1.133 \times 10^{[a/(1 + e^{-b(T-a)})] + d/1.205}$$

(6)

με το a,b,c,d να εξαρτώνται απ' την ένταση του φωτός.

3 Μεθοδολογία

3.1 Γενικές έννοιες και πληροφορίες

3.1.1 Η έννοια του Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος

Με την εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών στις διάφορες επιστήμες, έγινε αντιληπτό ότι συναφείς αλλά και αρχικά διαφορετικοί μεταξύ τους κλάδοι μελετών και έρευνας, αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα. Έτσι, για παράδειγμα, η γεωγραφία και η θεματική χαρτογραφία, το κτηματολόγιο και η τοπογραφία, η ανάλυση χωρικών φαινομένων με στατιστικές μεθόδους, η χωροταξία και ο πολεοδομικός σχεδιασμός, η φωτογραμμετρία και η τηλεπισκόπηση κλπ., αντιμετωπίζουν σχεδόν τα ίδια προβλήματα, όσον αφορά, στην αυτόματη συλλογή δεδομένων, στην ανάλυση και στην παρουσίασή τους.

Έρευνες, που κατά καιρούς έγιναν με σκοπό να προτείνουν λύσεις στα προβλήματα αυτά, έδειξαν με την πάροδο του χρόνου, ότι είναι δυνατόν να συνυπάρξουν δεδομένα από πολλές και διαφορετικές μεταξύ τους πηγές σε ένα πραγματικά, γενικής χρήσης πληροφοριακό σύστημα.

Αναπτύχθηκαν, με τον τρόπο αυτό, «σύνολα εργαλείων» για τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων, για τη λήψη αποφάσεων σε συγκεκριμένους τομείς. Ένα τέτοιο σύνολο εργαλείων ονομάζεται Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (ΓΠΣ ή GIS, από τον αγγλικό όρο Geographical Information System).

Ένας ευρύς ορισμός του GIS είναι αυτός που δόθηκε από τον Goodchild το 1985, σύμφωνα με τον οποίο:

«Ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας, σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στον γεωγραφικό χώρο».

Επίσης ένας παρεμφερής ορισμός δόθηκε από τον P. Burough, το 1986, σύμφωνα με τον οποίο:

«Ως Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα, ορίζεται ένα σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, την ταξινόμηση, την ανάκτηση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων, που υποστηρίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού, παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να αναλύει γεωγραφικές πληροφορίες για κάποιον συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το δικό του μοντέλο λήψης αποφάσεων».

Πρόκειται για δύο ευρείς ορισμούς, που αναφέρονται σε όλα εκείνα τα συστήματα, τα οποία ασχολούνται με τη λήψη αποφάσεων σε γεωγραφικά θέματα με τη χρήση ή όχι του Η/Υ. Ωστόσο, σήμερα δε θα μπορούσαμε να διαχωρίσουμε την έννοια του GIS από τη χρήση της εξελιγμένης τεχνολογίας τόσο των ηλεκτρονικών υπολογιστών όσο και των περιφερειακών τους συσκευών, για την αυτόματη συλλογή της πληροφορίας, τη διαλογική (interactive) επεξεργασία και διαχείριση καθώς και την απόδοσή της. Το κατά πόσο αποτελεί η τεχνική υποδομή ενός GIS βασικό του στοιχείο, φαίνεται στην άποψη που διατύπωσε ο Parker, το 1987, σύμφωνα με την οποία:

«Ένα GIS φαίνεται πόσο σημαντικό είναι, μόνο όταν το δει κανείς από την πλευρά της τεχνολογίας και όχι ως ένα απλό σύστημα».

Με βάση τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι ο επιστημονικός χώρος των GIS είναι ένας σύνθετος χώρος. Ο χώρος αυτός, δημιουργείται από τη σύνθεση, οργάνωση και χρήση:

1. Των εξελιγμένων γνώσεων, στις επιστήμες που αφορούν στη συλλογή της πληροφορίας (Φωτογραμμετρία, Τηλεπισκόπηση, Τοπογραφία, κλπ.), στη διαλογική διαχείριση και ανάλυση της (βάσεις δεδομένων, στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης, κλπ.) και στην απόδοσή της (γραφικά στον Η/Υ).
2. Της συνεχώς εξελισσόμενης τεχνολογίας των Η/Υ.

Βασικό χαρακτηριστικό των GIS είναι ο συνδυασμός της χαρτογραφικής και της αναλυτικής - στατιστικής πληροφορίας, με έμφαση στην χαρτογραφική διάσταση της πληροφορίας.

Για την κάλυψη των αναγκών της παρούσας πτυχιακής διατριβής σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε ένα ΓΠΣ που καλύπτει την ανάγκη εισαγωγής, επεξεργασίας και αποθήκευσης των Γεωγραφικών δεδομένων

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, τέθηκαν προδιαγραφές για το σύστημα, που αφορούν στις απαιτήσεις ακρίβειας των πρωτογενών δεδομένων (με βάση την κλίμακα από την οποία προήλθαν) και στα χαρακτηριστικά τους (ευκρίνεια ψηφιοποιημένων χαρτών, λεπτομερειακή διανυσματοποίηση, εισαγωγή κατάλληλων περιγραφικών δεδομένων κλπ.).

Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου ΓΠΣ έγινε με στόχο την διερεύνηση των εκπομπών ΙΣΟΠΡΕΝΙΟΥ και ΜΟΝΟΤΕΡΠΕΝΙΩΝ . Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν πρωτογενείς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (1:500.000), δευτερογενείς χάρτες του ΕΘΙΑΓΕ δασικών ειδών για όλη την επικράτεια καθώς και του Ευρωπαϊκού Προγράμματος CORINE Land Cover . Επίσης οι θέσεις και τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών όλης της επικράτειας.

Στην παρούσα μελέτη δεν λήφθηκαν υπόψη τα παρακάτω στοιχεία τα οποία όμως είναι διαθέσιμα για μελλοντική πιο διεξοδική μελέτη:

- Ψηφιακό μοντέλο ανάγλυφου,
- Γεωλογία
- Κάλυψη εδάφους,
- Υδρογραφικό δίκτυο,
- Ψηφιακό μοντέλο των κλίσεων,
- Ψηφιακό μοντέλο του προσανατολισμού των κλίσεων και
- 68 Σημεία σε όλη την Ελλάδα με δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας.

Στο τελικό αποτέλεσμα του ΓΠΣ επιλέχθηκε να γίνει αναγωγή όλων των επιπέδων πληροφορίας στο ενιαίο Γεωγραφικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ87.(GREEK GRID στο GIS).

3.1.2 Κάλυψη Γης (CORINE LAND COVER)

Οι πηγές πληροφορίας για το επίπεδο του ψηφιακού μοντέλου κάλυψης γης, προέρχονται από τα δεδομένα κάλυψης γης του Ευρωπαϊκού Προγράμματος CORINE Land Cover, αλλά και από επιτόπιες παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης.

Το πρόγραμμα CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) ξεκίνησε το 1985. Άρχισε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με στόχο να συλλέξει, συντονίσει και εξασφαλίσει την ποιότητα των πληροφοριών για το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους που είναι συγκρίσιμοι εντός της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Το πρόγραμμα αποτελείται από διάφορα μέρη: Κάλυψη εδάφους, βιότοποι και αέρας. Το 1991, χάρις στο πρόγραμμα PHARE, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε να επεκτείνει τη CORINE πρόγραμμα για να περιληφθούν οι χώρες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης.

Μετά από την καθιέρωση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) - European Environment Agency (EEA), η ευθύνη για το CORINE μεταβιβάστηκε υπό την αρχή του. Η βάση δεδομένων CLC είναι σημαντική για μια γενική αξιολόγηση περιβαλλοντικών θεμάτων. Είναι ένα μεγάλο εργαλείο για χωρικές και τοπικές αναλύσεις σε διάφορα επίπεδα. Η ανάγκη να εκτελεσθούν οι αναπροσαρμογές εκφράστηκε και στα ευρωπαϊκά και εθνικά επίπεδα αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο ΕΟΠ άρχισε με το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής - European Commission's Joint Research Centre (JRC), το 1999 για την αναπροσαρμογή της βάσης δεδομένων του CLC - προγράμματα IMAGE2000 και CLC2000 (I& CLC2000).

Το πρόγραμμα IMAGE2000 αντιπροσωπεύει τη βάση δεδομένων των ευρωπαϊκών δορυφορικών εικόνων από το δορυφόρο LANDSAT με χωρική ανάλυση 25 μ, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως πηγαίο υλικό για την αναπροσαρμογή της βάσης δεδομένων CLC και για τον προσδιορισμό των αλλαγών (βάση δεδομένων αλλαγής) που είχαν

εμφανιστεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων χρόνων. Η ελάχιστη μονάδα του καταλόγου αναφοράς ήταν 25 εκτάρια, με ελάχιστο πλάτος τα 100 μ. Προσδιορίστηκαν μόνο τα τοπικά αντικείμενα (πολύγωνα) και μόνο οι παρακείμενες εκτάσεις τουλάχιστον 5 εκταρίων ως αλλαγμένες περιοχές. Η διόρθωση της βάσης δεδομένων CLC90 αποτέλεσε ένα σημαντικό μέρος, δεδομένου ότι ανακαλύφθηκαν πολλά λάθη σε αυτή. Στην περίπτωση του CLC2000, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ονοματολογία όπως και στο CLC90.

Τεχνικά χαρακτηριστικά Ψηφιακού Μοντέλου Κάλυψης Γης:

- Γεωγραφικό Σύστημα Αναφοράς (Projection): ΕΓΣΑ87
- Τύπος Αρχείου (Data type): Arc Info Grid
- Pixel size: 100 m x 100 m

Στον χάρτη αυτό, απεικονίζονται με κατάλληλα επιλεγμένα χρώματα, ανάλογα με το είδος κάλυψης που αναπαριστούν, οι 19 κατηγορίες κάλυψης που προέκυψαν από το Πρόγραμμα CORINE Land Cover και από τις επιτόπιες παρατηρήσεις. Οι κατηγορίες αυτές επιλέχθηκαν με τρόπο τέτοιο, ώστε να συμβαδίζουν με τις κατηγορίες που χρησιμοποιούνται στην μέθοδο SCS Curve Number και παρουσιάζονται παρακάτω:

2. Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση. Χώροι που αποτελούνται από κτίρια. Τα κτίρια, οι οδικές αρτηρίες και οι τεχνητά καλυπτόμενες επιφάνειες συνυπάρχουν με περιοχές βλάστησης και ακάλυπτα εδάφη, που καλύπτουν διακεκομμένες σημαντικές εκτάσεις.
12. Μη-αρδεύσιμη αρόσιμη γη. Δημητριακά, όσπρια, κτηνοτροφικά φυτά, βιομηχανικά φυτά, φυτά με βρώσιμες ρίζες, γη σε αγρανάπαυση. Περιλαμβάνει καλλιέργεια λουλουδιών και δένδρων (φυτώρια) και λαχανικά, είτε σε ανοικτό χώρο, προστατευμένα με πλαστικό είτε σε θερμοκήπια (περιλαμβάνεται και η καλλιέργεια οπωρολαχανικών). Περιλαμβάνει αρωματικά και θεραπευτικά φυτά και φυτά από τα οποία παράγονται καρυκεύματα. Εξαιρούνται τα λιβάδια.
15. Αμπελώνες. Περιοχές που καλύπτονται από αμπέλια.

16. Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς. Τμήματα γης όπου φυτεύονται οπωροφόρα δένδρα και θάμνοι (καλλιέργειες ενός ή περισσότερων ειδών οπωροφόρων δένδρων που συνδυάζονται με μονίμως καλυμμένες με χλόη εκτάσεις. Περιλαμβάνονται καστανιές και καρυδιές.
17. Ελαιώνες. Περιοχές καλυπτόμενες με ελαιόδενδρα.
20. Σύνθετες συστήματα καλλιέργειας. Σύνθεση μικρών αγροτεμαχίων διαφόρων ετήσιων καλλιεργειών, βοσκότοπων και μονίμων καλλιεργειών.
21. Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης. Περιοχές κυρίως γεωργικές που διακόπτονται από φυσική βλάστηση.
22. Γεωργοδασικές περιοχές. Ετήσιες καλλιέργειες ή βοσκότοποι που καλύπτονται από δασικά είδη δένδρων.
23. Δάσος Πλατύφυλλων. Βλάστηση που αποτελείται κυρίως από δένδρα αλλά και από θάμνους και χαμόδενδρα, όπου κυριαρχούν τα πλατύφυλλα είδη δένδρων.
24. Δάσος κωνοφόρων. Βλάστηση που αποτελείται κυρίως από δένδρα αλλά και από θάμνους και χαμόδενδρα, όπου κυριαρχούν τα κωνοφόρα είδη δένδρων.
25. Μικτό δάσος. Βλάστηση που αποτελείται κυρίως από δένδρα αλλά και από θάμνους και χαμόδενδρα, και όπου δεν κυριαρχούν ούτε τα πλατύφυλλα ούτε τα κωνοφόρα είδη δένδρων.
26. Φυσικοί βοσκότοποι. Βοσκότοποι χαμηλής παραγωγικότητας. Βρίσκονται συχνά σε περιοχές με ανώμαλο έδαφος. Μπορεί να περιλαμβάνουν περιοχές με ρείκια, χερσότοπους και βραχώδεις περιοχές.
27. Θάμνοι και χερσότοποι. Θαμνώδης βλάστηση με χαμηλή και κλειστή κάλυψη που κυριαρχείται από θάμνους, χαμόδενδρα και ποώδη φυτά (χερσότοποι, ρείκια, αμμόχορτα κλπ.).
28. Σκληροφυλλική βλάστηση. Βλάστηση θαμνωδών σκληρόφυλλων. Περιλαμβάνει ρεικότοπους και χαμόδενδρα. Ρεικότοποι: συνδυασμοί πυκνής βλάστησης που αποτελούνται από πολλά χαμόδενδρα που καλύπτουν όξινα πυριτιούχα εδάφη σε περιοχές της Μεσογείου.
Χαμόδενδρα: διακεκομμένοι θαμνώδεις συνδυασμοί Μεσογειακών ασβεστολιθικών υψιπέδων. Πολύ συχνά αποτελείται από κέδρους,

κουμαρίες, λεβάντα, θυμάρι κλπ. Μπορεί να υπάρχουν μερικά απομονωμένα δένδρα.

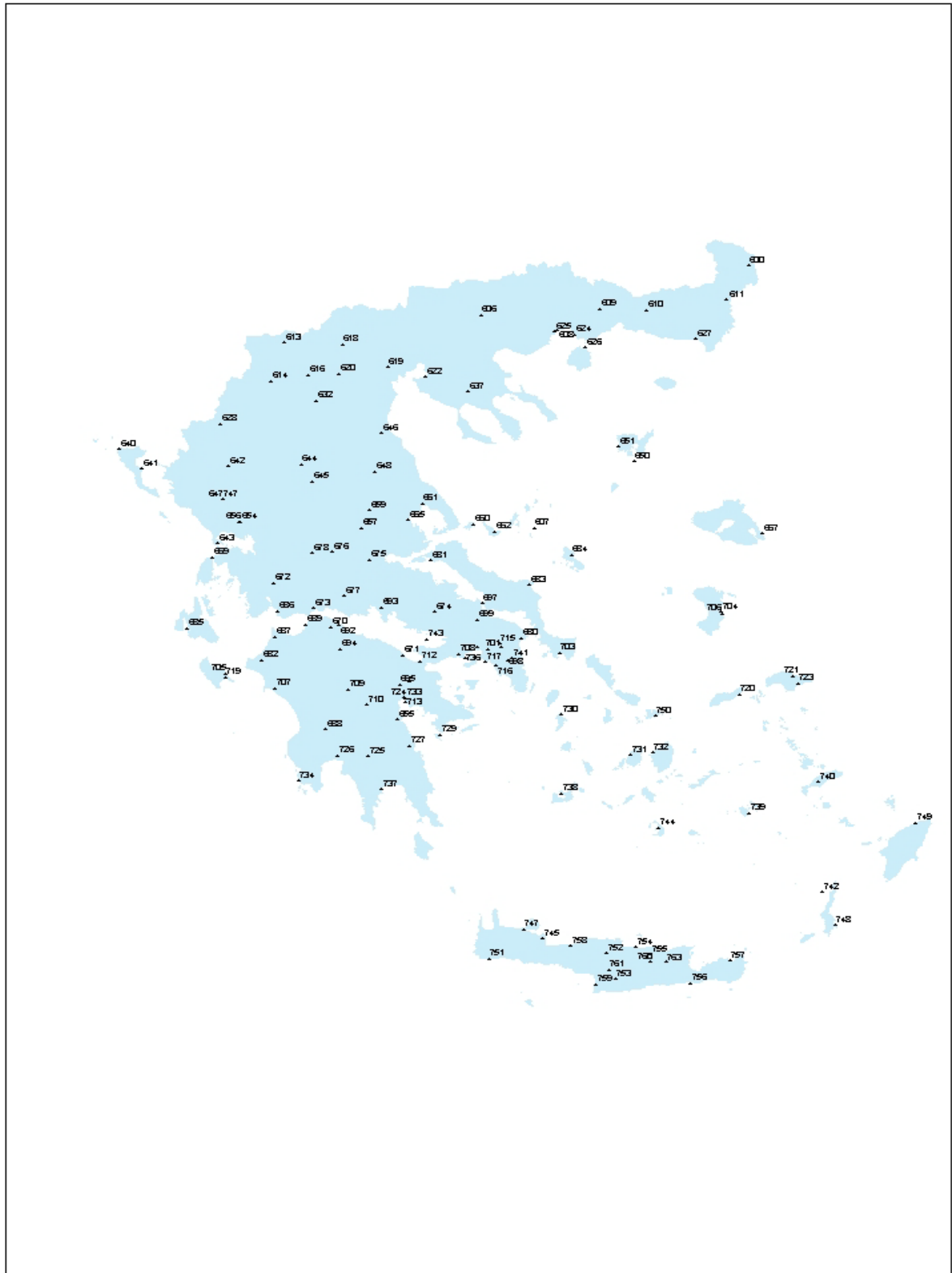
29. Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις. Θαμνώδης και ποώδης βλάστηση με σκόρπια δένδρα. Μπορεί να προκύψει από την απογύμνωση δασώδους έκτασης ή αναγέννηση/φυσική αναδάσωση.
30. Αμμώδεις παραλίες – Αμμόλοφοι
31. Απογυμνωμένοι βράχοι. Σωροί λίθων, απότομοι βράχοι, βράχοι, επιφανειακά κοιτάσματα.
32. Εκτάσεις με αραιή βλάστηση. Περιλαμβάνει στέπες, τούνδρες και ερημότοπους.
36. Τυρφώνες. Υγρές πορώδεις εκτάσεις, όπου το έδαφος αποτελείται κυρίως από βάλτους και φυτική ύλη σε αποσύνθεση. Τυρφώνες που βρίσκονται ή όχι υπό εκμετάλλευση.

3.1.3 Θέσεις Μετεωρολογικών Σταθμών

Δημιουργήθηκε με **τοπολογία point το Επίπεδο Πληροφορίας των Θέσεων** των μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ (ενεργών και μη). Από τους μετεωρολογικούς σταθμούς προέρχονται τα ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού των εκπομπών (θερμοκρασίες, ηλιοφάνεια καθώς και δευτερεύοντα στοιχεία για μελλοντική χρήση).

Για την δημιουργία του χρησιμοποιήθηκαν οι συντεταγμένες των σταθμών της ΕΜΥ αφού μετατράπηκαν στο γεωγραφικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87.

(Περισσότερες λεπτομέρειες και καλύτερη ευκρίνεια είναι διαθέσιμες στη βάση δεδομένων σημειακού shapefile των σταθμών της ΕΜΥ.)



Εικόνα 3.1.3 Χάρτης Μετεωρολογικών Σταθμών ΕΜΥ και ο κωδικός τους

3.2 ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.2.1 Γεωγραφικά υπόβαθρα –Πρωτογενή στοιχεία

Ως γεωγραφικά υπόβαθρα για τις αναλύσεις στο ESRI ArcGis χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι χάρτες και ψηφιακά δεδομένα:

- Χάρτης με τα είδη δασικής βλάστησης για όλη την Ελλάδα 1:500.000, δημιουργημένος από το ΕΘΙΑΓΕ σε υπόβαθρο των χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (ΓΥΣ), ο οποίος έπειτα εισάχθηκε με τη μορφή raster στο πρόγραμμα και επεξεργάστηκε όπως αναλύεται στη συνέχεια. Τα δεδομένα των χαρτών αυτών είναι επικαιροποιημένα μέχρι το 1993.
- Μετεωρολογικά δεδομένα όλων των σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) μέχρι και το 2001.
- Το "CORINE LAND COVER 2000 –CLC 2000" από το European Environment Agency (ΕΕΑ) για την Ελλάδα. (Δεδομένα από **Eionet European Topic Centre on Land Use and Spatial Information**). Σε εξέλιξη με χρόνο ολοκλήρωσης το 2009 βρίσκεται το πρόγραμμα CLC 2006 με πιο επίκαιρα στοιχεία και βελτιωμένες μεθόδους ανάλυσης.
- Ίδιες ψηφιοποιήσεις των Καποδιστριακών Δήμων και Νομών

Επιπλέον των παραπάνω εισήχθησαν για μελλοντική επεξεργασία, πέραν της παρούσας μελέτης, δεδομένα όπως:

- Δεδομένα δημιουργίας ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM), από U.S. Geological Survey -Center for Earth Resources Observation and Science (EROS), πρόγραμμα GTOPO30.
- Δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας αέρα από το **Joint Research Centre -Institute for Energy**, της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το πρόγραμμα Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Έγινε δειγματοληψία 79 σημείων από όλη την Ελλάδα.

3.2.2 Προκαταρκτική επεξεργασία

Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων από το πρόγραμμα και την εξαγωγή αποτελεσμάτων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

α. Ψηφιοποίηση των χαρτών σε αρχεία .tif και εισαγωγή τους στο ArcGis (Ver. 9.3, ArcInfo Licence) ως raster. Ταυτόχρονα με την εισαγωγή γίνεται και γεωαναφορά στο προβολικό εθνικό σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ 87 (Greek Grid).

β. Εισαγωγή –ψηφιοποίηση και επεξεργασία όλων των πινάκων –δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών της Ελληνικής επικράτειας σε βάση δεδομένων.

Όσον αφορά τα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας (ώρες ηλιοφάνειας συνολικά για κάθε μήνα) έγιναν οι απαραίτητες μετατροπές για να προκύψουν οι ώρες ανά ημέρα λαμβάνοντας υπόψη τις ημέρες ξεχωριστά για κάθε μήνα και αποδόθηκαν ώρες ηλιοφάνειας στους σταθμούς όπου δεν υπάρχουν καταγραφές. Αυτό έγινε με την παρακάτω διαδικασία:

- Από την απόδοση της διάρκειας της ημέρας-dtime σε κάθε σταθμό προκύπτει ένα ποσοστό ωρών ηλιοφάνειας -Solday , προς τη διάρκεια της ημέρας για κάθε μήνα για τους σταθμούς που έχουμε δεδομένα (solhday/dtime).

Για την απόδοση της διάρκειας της ημέρας έγινε στρογγυλοποίηση του γεωγραφικού πλάτους κάθε σταθμού.

LAT	DAY1	DAY2	DAY3	DAY4	DAY5	DAY6	DAY7	DAY8	DAY9	DAY10	DAY11	DAY12
42	7,70	8,80	10,30	11,70	12,80	13,30	13,00	12,00	10,70	9,10	7,90	7,30
41	7,80	8,90	10,35	11,70	12,75	13,20	12,95	11,95	10,70	9,20	8,00	7,45
40	7,90	9,00	10,40	11,70	12,70	13,10	12,90	11,90	10,70	9,30	8,10	7,60
39	8,05	9,05	10,40	11,65	12,65	13,05	12,85	11,90	10,75	9,35	8,25	7,70
38	8,20	9,10	10,40	11,60	12,60	13,00	12,80	11,90	10,80	9,40	8,40	7,80
37	8,30	9,20	10,45	11,60	12,55	12,95	12,70	11,85	10,80	9,50	8,50	7,95
36	8,40	9,30	10,50	11,60	12,50	12,90	12,60	11,80	10,80	9,60	8,60	8,10

Πίνακας 3.2.2. Διάρκεια ημέρας ανά μήνα για κάθε γεωγραφικό πλάτος

- Βρίσκουμε το μέσο όρο των ποσοστών αυτών για κάθε μήνα (average (solday/dtime)).
- **Τέλος αποδίδονται τιμές ωρών ηλιοφάνειας για τους σταθμούς όπου δεν έχουμε καταγραφές ,το γινόμενο των παραπάνω μέσων όρων και της διάρκειας της ημέρας των σταθμών αυτών, αναλογικά για κάθε μήνα (dtime x average(solday/dtime)).**

Τα δεδομένα παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα.

γ. Μετατροπή του συστήματος συντεταγμένων των δεδομένων του CLC2000 (WGS 84 σε ΕΓΣΑ 87, Μέθοδος: Geocentric Translation).

3.2.3 Δευτερογενής γεωγραφική επεξεργασία

Με τις δυνατότητες και τα εργαλεία του ArcGis έγινε η παραγωγή των παρακάτω γεωγραφικών δεδομένων.

α. Γεωγραφική απεικόνιση των μετεωρολογικών σταθμών με ενσωμάτωση της βάσης δεδομένων που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο στάδιο.

β. Ψηφιοποίηση με τη δημιουργία πολυγώνων (πολυγωνικού SHAPE FILE –

Διανυσματικό χωρικό αρχείο γεωγραφικών δεδομένων με επέκταση .shp) για κάθε φυτικό είδος όπως αυτό είχε απεικονιστεί στους χάρτες δασικών ειδών – δασοκάλυψης του ΕΘΙΑΓΕ. Σε κάθε είδος αποδόθηκε ένας κωδικός αριθμός, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

- Ελάτη –FIR, **Κωδ. 11**
- Ερυθρελάτη –SPRUCE, **Κωδ. 12**
- Πεύκη Μάυρη- BLACK PINE, **Κωδ. 21**
- Πεύκη δασική ή λευκόδερμος -WHITEBARC PINE, **Κωδ. 22**
- Χαλέπιος Πεύκη-ALEPPO PINE, **Κωδ. 23**
- Πεύκη τραχεία ή κουκουναριά -BRUTIA PINE, **Κωδ. 24**
- Ξενικά κωνοφόρα- EXOTIC CONIFERS, **Κωδ. 31**
- Λοιπά κωνοφόρα- OTHER CONIFERS, **Κωδ. 32**
- Οξυά –BEECH ,**Κωδ. 41**
- Δρυς ΟΑΚ, **Κωδ. 51**
- Καστανιά –CHESTNUT, **Κωδ. 61**
- Λεύκη –POPLAR ,**Κωδ. 71**
- Παραποτάμια βλάστηση –RIVERSIDE, **Κωδ. 81**
- Λοιπά φυλλοβόλα πλατύφυλλα -OTHER DECIDUOUS BROADLEAVED, **Κωδ. 91**
- Αείφυλλα πλατύφυλλα -EVERGREEN BROADLEAVED, **Κωδ. 92**
- Βοσκότοποι -GRAZING LAND, **Κωδ. 99**

Πίνακας 3.2.3 Αντιστοιχισής ειδών και κωδικό είδος κατά την χαρτογράφηση.

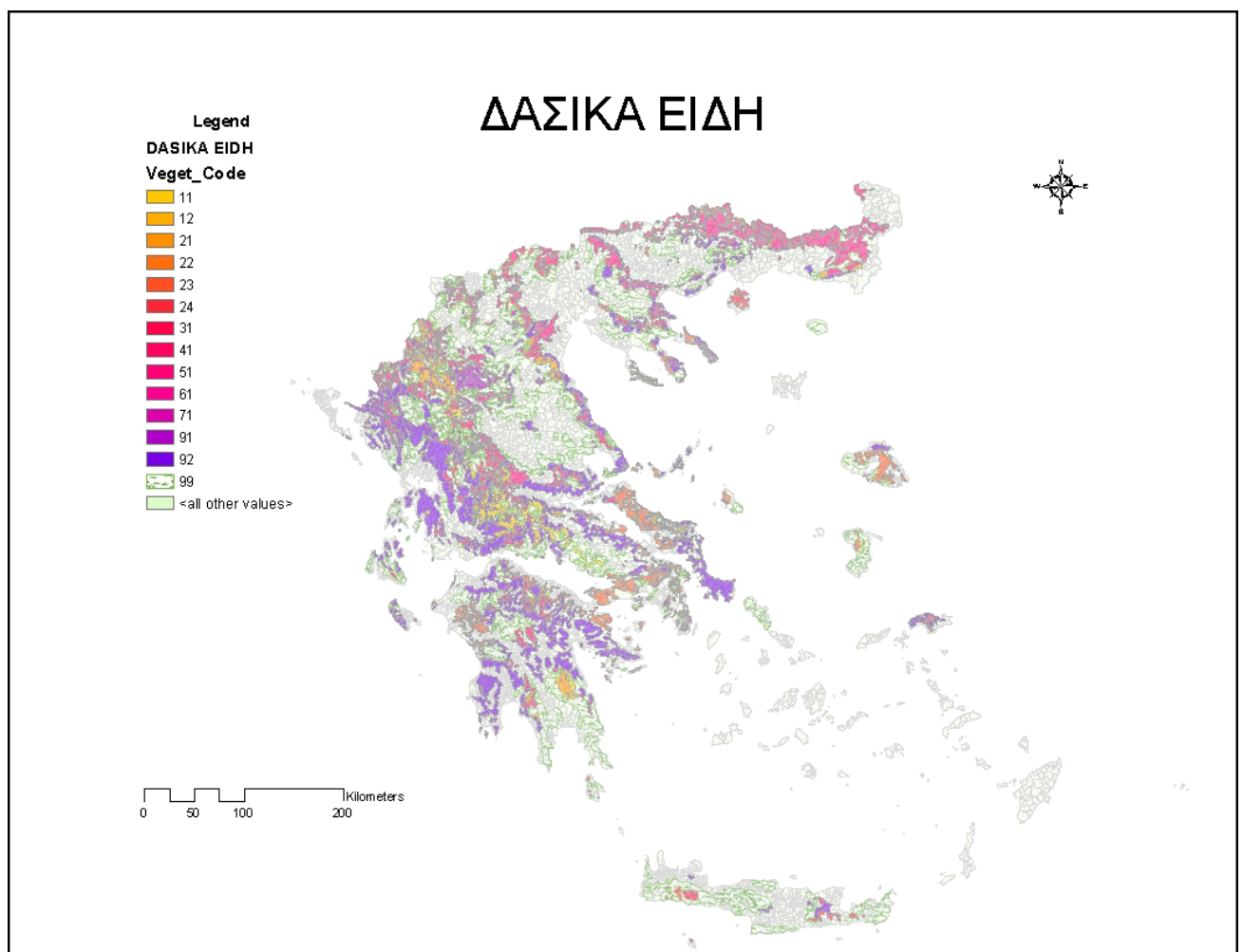
Όσον αφορά **την πυκνότητα βλάστησης** αποδόθηκε ο αριθμός **1** και **2** για την πυκνή και αραιή αντίστοιχα. (Στις περιπτώσεις που δεν έχουμε αραιή, π.χ. Λεύκη, δόθηκε αριθμός 1)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί πως δεν έγινε ψηφιοποίηση για τα νησιά του Νομού Δωδεκανήσου καθώς και διαφόρων μεμονωμένων νησιωτικών περιοχών λόγω

της λανθασμένης αποτύπωσής τους στους χάρτες του ΕΘΙΑΓΕ. Ως εκ τούτου θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά τα στοιχεία του CLC .

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας παρήχθησαν 2307 πολύγωνα με την αντίστοιχη βάση δεδομένων είδους βλάστησης και πυκνότητας.

(Σημ. Τα παραπάνω δεδομένα δασικών ειδών έχουν ονομαστεί «ΔΑΣΙΚΑ ΕΙΔΗ» και το .shp αρχείο είναι το dasikaeidi.shp)



Εικόνα 3.2.3 .Χάρτης δασικών ειδών μετά την ψηφιοποίηση

3.2.1 Προκαταρκτική Χωρική ανάλυση

Για την όσο δυνατή πιο λεπτομερή ανάλυση επιδιώχθηκε η ενσωμάτωση δεδομένων σε ένα πολυγωνικό .shp αρχείο.

α. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρα για περαιτέρω χωρική ανάλυση το CLC 2000 και το παραγόμενο πολυγωνικό dasikaeidi.shp κατά την προηγούμενη διαδικασία. Έγινε εφαρμογή του “Analysis Tools” → “Overlay” → “Spatial Join” στα δύο παραπάνω δεδομένων και προέκυψε μια καινούρια βάση δεδομένων για το CLC 2000 όπου πλέον ενσωματώθηκαν και τα δεδομένα των δασικών ειδών στα επικαλυπτόμενα πολύγωνα. Στις μη επικαλυπτόμενες περιοχές αποδόθηκε για το πεδίο τιμών των **δασικών ειδών** η τιμή 0.

(Σημ. Όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια στις περιπτώσεις μη επικάλυψης αλλά και σημαντικών αντιθέσεων με το CLC 2000 διατηρήθηκε η χρήση γης δηλαδή η βλάστηση του CLC. Η παραδοχή αυτή είναι απαραίτητη λόγω της παλαιότητας των χαρτών των δασικών ειδών).

Το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι το “CORINE SPATIAL JOIN _DASIKA” και το shapefile *corinespjoin.shp*. (Στο παράρτημα το *corinespjoin.shp* αρχείο είναι ίδιο με το τελικό όπου έχουν ενσωματωθεί και τα τελικά στοιχεία *finalcorine.shp*)

3.2.2 Δημιουργία βάσης δεδομένων

3.2.2.1 Απόδοση κωδικού φυτικού είδους σε κάθε πολύγωνο του CLC 2000

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αντιστοίχιση της κωδικοποίησης του Corine LC 2000 και αυτής κατά την ψηφιοποίηση των δασικών ειδών.

CODE	NAME	REF_ALTITUDE_LAT1	REF_ALTITUDE_LAT2	BIOM_FACTOR		ISO	MTR	biomCor	biomCor
				1	2			F1	F2
								8,9,4	12,1,2,3
11	FIR	312	312	1800	1400	0,1	3,3	1	1
12	SPRUCE	312	312	1000	1000	3	1,38	1	1
21	BLACK PINE	312	312	900	500	0	3	1	1
22	WHITEBARC PINE	312	312	900	500	0	3	1	1
23	ALEPPO PINE	312	312	900	500	0	3	1	1
24	BRUTIA PINE	312	312	950	900	0	3	1	1
31	EXOTIC CONIFERS	312	312	900	500	0	3	1	1
32	OTHER CONIFERS	312	312	900	500	0	3	1	1
41	BEECH	311	311	400	200	0,1	0,6	0,5	0
51	OAK	311	311	400	220	14,7	0,24	0,5	0
61	CHESTNUT	311	311	400	200	0	0,14	0,5	0
71	POPLAR	311	311	320	320	45	0	0,5	0
81	RIVERSIDE	0	0	0	0	0	0		
91	OTHER DECIDUOUS BROADLEAVED	313	313	400	400	0	0,14	0,5	0
92	EVERGREEN BROADLEAVED	313	323	400	200	0	0,14	1	1
99	GRAZING LAND	324	324	200	200	5	0,5	1	1
311	ΔΑΣΗ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ	91		400	400	0	0,14	0,5	0
312	ΔΑΣΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	21	11	900	500	0	3	1	1
313	ΜΙΚΤΑ ΔΑΣΗ	51	91	400	400	0	0,14	0,5	0
321	ΛΙΒΑΔΙΑ	99	99	200	5	0,5	1	1	1
322	ΤΥΡΦΩΔΕΙΣ -ΧΕΡΣΕΣ	99	99	200	5	0,5	1	1	1
323	ΣΚΛΗΡΟΦΥΛΛΑ	99	99	200	5	0,5	1	1	1
324	ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΔΑΣΗ	99	99	200	5	0,5	1	1	1
331		0	0	0	0	0	0	0	0
332		0	0	0	0	0	0	0	0
333		0	0	0	0	0	0	0	0
334		0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 3.2.5.1 Συγκεντρωτικός πίνακας απόδοσης τιμών –αντιστοίχισης κωδικών

CODE: Ο κωδικός που χρησιμοποιήθηκε στις αρχικές ψηφιοποιήσεις των δασικών ειδών και του CLC 2000 (11-99 κωδικοί των δασικών ειδών (βλ. παράγραφο 3 του ίδιου κεφαλαίου), 311-334 οι κωδικοί των ειδών-χρήσης γης του CLC2000)

REF_ALTITUDE_LAT1: Ο κωδικός που αποδόθηκε στην τελική βάση δεδομένων και με βάση αυτό ν αποδόθηκαν και οι συντελεστές βλάστησης και εκπομπών (biomCor, ISO, MTR).

REF_ALTITUDE_LAT2: Ο κωδικός που θα μπορούσε να αποδοθεί αν λάβουμε υπ' όψη δεδομένα υψομέτρων και γεωγραφικού πλάτους .

ISO: Συντελεστής εκπομπής ισοπρενίου

MTR: Συντελεστής εκπομπής μονοτερπενίων

BIOM_FACTOR: Συντελεστής βιομάζας (1 για **πυκνή βλάστηση**, 2 για **αραιή βλάστηση**)

biomCor F1 : Συντελεστής διόρθωσης βιομάζας για τα φυλλοβόλα είδη για τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Απρίλιο (κωδ. 8, 9, 4 αντίστοιχα).

biomCor F2: Συντελεστής διόρθωσης βιομάζας για τα φυλλοβόλα είδη για τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο (κωδ. 12,1,2,3 αντίστοιχα).

(Σημ. Στις περιπτώσεις που έχουμε διαφορές μεταξύ **REF_ALTITUDE_LAT1 και**

REF_ALTITUDE_LAT2 Χρησιμοποιήθηκε ο κωδικός του είδους που είναι επισημασμένος με μπλέ. Οι διαφορές είναι μια απλή αναφορά για κάποια μελλοντική μελέτη.)

Αναλυτικότερα ο κάθε κωδικός του CLC 2000 παρουσιάζεται παρακάτω.

Βλάστηση με Κωδικό 3.1.1 Δάση πλατύφυλλων (311)

Σχηματισμός βλάστησης που αποτελείται κυρίως από δέντρα, συμπεριλαμβανομένων των θάμνων και της χαμηλής ξυλώδους βλάστησης κάτω από τους ορόφους όπου υπερσχύουν τα πλατύφυλλα είδη.

Επέκταση: Με κάλυψη εδάφους της κόμης περισσότερο από 30% ή πυκνότητα 500 υποκείμενων/ha , τα πλατύφυλλα δέντρα αντιπροσωπεύουν περισσότερο από 75% των δασικών περιοχών.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

Δασικές περιοχές με :

- ευκαλύπτους,
- λεύκες,
- δέντρα καρυδιάς και καστανιές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ξύλου στα δάση της περιοχής,
- αραιά πλατύφυλλα δάση με κάλυψη εδάφους της κόμης 30 - 60%.
- αειθαλείς πλατύφυλλες δασώδεις περιοχές που αποτελούνται από τα σκληρόφυλλα δέντρα (κυρίως *Quercus Ilex*, *Quercus Suber*, *Quercus Rotundifolia*),
- χαρακτηριστική δενδροειδής βλάστηση της μεσογείου με σκληρόφυλλα είδη,
- δάση ελιάς-χαρουπιού με κυρίαρχα είδη τα *Olea europaea sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, δασώδεις περιοχές αλσών φοινίκων, δάση ελαιόπρινου με κυρίαρχα είδη τα *Ilex aquifolium*, *tamarix*
- δασώδεις περιοχές, δασώδεις αμμόλοφοι πλατυφύλλων,
- μεταβατικές δασοσκεπείς περιοχές όταν η κόμη των δέντρων καλύπτει περισσότερο από 50% της περιοχής και εάν η μέση διάμετρος των κορμών τους είναι τουλάχιστον 10 εκατ.,
- πλατύφυλλα δάση σε περιοχές πολιτικού ψύχους, που δεν φθάνουν στο ύψος τα 5 μ.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- Καμένες περιοχές μέσα στις δασικές περιοχές (κατηγορίες 32x ή 334),
- μη-αειθαλή κωνοφόρα δέντρα με κυρίαρχα τα είδη *Larix sp.* (κατηγορία 312),
- δασικές περιοχές που αποτελούνται από τα πλατύφυλλα δέντρα με ύψος μικρότερο από 5 μ (κατηγορία 322),
- περιοχές όπου η κάλυψη εδάφους της κόμης των πλατύφυλλων δέντρων είναι μικρότερη από 25% (κατηγορία 324)
- Νεαρές δασικές φυτείες στο εσωτερικό φυλλοβόλων δασών (324)
- Δασικά πάρκα (141)



Βλάστηση με Κωδικό 3.1.2 -Δάση κωνοφόρων (312)

Σχηματισμός βλάστησης που αποτελείται κυρίως από δέντρα, συμπεριλαμβανομένων των θάμνων και τη χαμηλής ξυλώδους βλάστησης, όπου τα κωνοφόρα είδη υπερισχύουν.

Επέκταση:

Τα κωνοφόρα δέντρα αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 75% του σχηματισμού.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- μη-αιθαλείς δασώδεις περιοχές κωνοφόρων δέντρων που αποτελούνται από τα είδη *larix*,
- κωνοφόρους δασώδεις αμμόλοφους
- χαρακτηριστική δενδροειδή βλάστηση της μεσογείου με σκληρόφυλλα είδη με κυρίαρχο το *Juniperus oxycedrus/rhoenica*,
- δασοσκεπή εδάφη με κωνοφόρα,
- φυτείες χριστουγεννιάτικων δέντρων,
- δάση κωνοφόρων πολικού ψύχους, που δεν φθάνουν στο ύψος 5 μ.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- νάνα κωνοφόρα δέντρα ως και του είδους *Pinus mugo* (κατηγορία 322),
- δάση σκληρόφυλλης βλάστησης (κατηγορία 311),
- Νεαρές δασικές φυτείες στο εσωτερικό δασών κωνοφόρων (κατηγορία 324)
- οι περιοχές όπου η κάλυψη εδάφους της κόμης των κωνοφόρων δέντρων μικρότερη από 30% (κατηγορία 324)



Βλάστηση με Κωδικό 3.1.3 –Μικτά δάση (313)

Σχηματισμός βλάστησης που αποτελείται κυρίως από δέντρα, συμπεριλαμβανομένων των θάμνων και τη χαμηλής ξυλώδους βλάστησης κάτω από τους ορόφους, όπου ούτε τα πλατύφυλλα ούτε τα κωνοφόρα υπερισχύουν.

Επέκταση:

Με κάλυψη περισσότερο από 30% ή πυκνότητα 500 υποκείμενων/ha . Το μερίδιο των κωνοφόρων ή πλατύφυλλων ειδών δεν υπερβαίνει το 25% στο σύνολο της έκτασης που καλύπτει η κόμη των δέντρων.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- δασώδεις αμμόλοφους μικτών δασών,
- κωνοφόρα δάση πολικού ψύχους, που δεν φθάνουν στο ύψος τα 5 μ.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- καμένες περιοχές μέσα στις μικτές περιοχές (κατηγορία 334),
- Νεαρές δασικές φυτείες στο εσωτερικό μικτών δασών (κατηγορία 324),
- δασώδεις περιοχές με μικτά είδη και δέντρα μικρότερα από 5 μ σε ύψος (κατηγορία 322),
- περιοχές όπου η κάλυψη των μικτών ειδών είναι μικρότερη από 30% (κατηγορία 324).



Βλάστηση με Κωδικό 3.2.1 –Φυσικοί Βοσκότοποι (321)

Λιβάδια χαμηλής παραγωγικότητας. Συχνά σε περιοχές με τραχύ και ανώμαλο έδαφος.

Επέκταση: Τα φυσικά λιβάδια είναι περιοχές, με ποώδη βλάστηση (το μέγιστο ύψος είναι 150 εκατ. και επικρατούντα τα είδη gramineous) που καλύπτουν τουλάχιστον 75% της επιφάνειας.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- αλατούχα λιβάδια που αυξάνονται στις υγρές περιοχές των αλατούχων εδαφών,
- υγρά λιβάδια της οικογένειας Sedge, Rush, Asteraceae («γαϊδουράγκαθα»), Urticaceae, που καλύπτουν περισσότερο από 25% του εδάφους
- φυσικά λιβάδια με τα δέντρα και θάμνους εάν δεν καλύπτουν περισσότερο από το 25% της επιφάνειας που εξετάζεται,
- υψηλό -παραγωγικά αλπικά λιβάδια μακριά από σπίτια, συγκομιδές και καλλιεργητικές δραστηριότητες,
- ποώδεις περιοχές στρατιωτικής εκπαίδευσης,
- λιβάδια που δεν μπορούν να μετατραπούν σε καλλιεργήσιμα, να σπαρθούν να ρυθμιστούν μέσω της λίπανσης, των φυτοφαρμάκων, της αποξήρανσης εκτός μόνο με κάψιμο,
- λιβάδια με ετήσια παραγωγικότητα λιγότερο από 1 500 μονάδες ξηράς νομής/ha,
- ποώδης χλόη που αποτελείται από τα μη-εύγευστα Gramineous είδη όπως Molinia spp και Brachyrodium spp,
- φυσικά λιβάδια όπου η ξυλώδης βλάστηση αποτελεί λιγότερο από το 75% της βλάστησης της περιοχής,
- λιβάδια που βρίσκονται στα ασβεστούχα εδάφημε ένα μεγάλο μέρος των ειδών calcicole ασβεστόλιθου, κιμωλίας Machair ή καρστ,
- λιβάδια με διάσπαρτες γυμνές βραχώδεις περιοχές που αντιπροσωπεύουν λιγότερο από 25% της επιφάνειας.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- γκρίζους αμμόλοφους (κατηγορία 331),
- βαλτώδη λιβάδια (κατηγορία 411),
- εδάφη σε αγρανάπαυση (κατηγορία 211).



Βλάστηση με Κωδικό 3.2.2 –Τυρφώδεις και χέρσες εκτάσεις (322)

Βλάστηση με χαμηλή και κλειστή κάλυψη, με κυρίαρχους τους θάμνους, τη χαμηλή ξυλώδη βλάστηση και ποώδη φυτά -βότανα (ερείκη, ακανθώδη φυτά (brüars), θάμνοι της υποοικογένειας Faboideae κυρίως με κίτρινα άνθη- (broom), αειθαλείς θάμνοι της υποοικογένειας Faboideae (gorse), θάμνοι του γένους Laburnum- τα 2 είδη *L. anagyroides* και *L. alpinum*).

Επέκταση:

Συγκεντρωμένη θαμνοειδής βλάστηση: περιλαμβάνει τα νάνα δασικά δέντρα με μέγιστο ύψος τα 3 μ.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- υγρό ρείκι που εξαπλώνεται στα υγρά ή ημι-τυρφοειδή χώματα (βάθος τύρφης <30 εκατ.) με *Erica tetralix/ciliaris*, *Sphagnum* spp και *Molinia* spp,
- Κάλυψη πεύκων *mygo* επάνω από το ανώτερο όριο της αλπικής ζώνης ή στο κατώτατο σημείο χαμηλού βαρομετρικού με αντιστροφή θερμοκρασίας,
- θαλάσσια, πρηνή, ανεμοδαρμένα και ρείκια με θαλάσσιους οικότυπους,
- τυρφώδη στην υπερ-μεσογειακή περιοχή με πυξάρια και σχοίνους, ρείκια (*Buxus* spp, *Astragalus* spp., *Bupleurum* spp, κ.λπ.),
- παράλπεια ψηλά χορτάρια (*Calluna* spp, *Vaccinium* spp, *Rubus* spp, ιουνίπερος *Nana*, κ.λπ.),
- σχοίνοι σε περιοχές με βρύα, λειχήνες, νάνα είδη ή σχηματισμούς θάμνων (*Betula larponum Nana*, *Salix, glauca Salix, alpina* ιουνίπερος, *Dryas* spp),
- αλσύλλια και θαμνότοποι σε συγκεκριμένες κλιματικές περιοχές
- τα ξύλα θαμνότοπων και θάμνοι-όπως δάσος στην αλπική περιοχή με νάνο πεύκο ή πράσινη κλείθρα (*mygo* spp πεύκων, *myghus* και *alnus* spp), αλπικοί θαμνότοποι ιτών, κ.λπ., που συνοδεύονται από *Rhododendron* spp,

- αλσύλλια και θάμνους -όπως δάσος στην αρτική περιοχή με *Betula vana* και *Salix lapponum/glaucosa* spp,
- εγκαταλειμμένες συγκομιδές όπου τα ξυλώδη/ημι-ξυλώδη είδη καλύπτουν περισσότερο από 25% της επιφάνειας,
- παράκτιους αμμόλοφους (αποκαλούμενοι καφετιοί αμμόλοφοι) που καλύπτονται με θάμνους (*Hippurhae* spp, *Empetrum* spp, *Salix* spp),
- ποώδεις σχηματισμοί που αποτελούνται κυρίως από τα είδη *gramineous* όπως *Molinia* spp, *Brachyrodium* spp, κ.λπ.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- χαμηλή βλάστηση maquis (μακίες) (κατηγορία 323),
- τυρφωειδή υπό διαδικασία επαναμετανάστευσης όπου τα δενδροειδή είδη καλύπτουν περισσότερο από 30% της επιφάνειας (κατηγορία 324)



Βλάστηση με Κωδικό 3.2.3 –Σκληρόφυλλη βλάστηση (323)

Θαμνώδης σκληρόφυλλη βλάστηση, συμπεριλαμβανομένων των maquis (μακίες) και garrigue(σκίνα).

Επέκταση:

Οι αειθαλείς σκληρόφυλλοι θάμνοι, οι οποίοι συνθέτουν τα maquis, garrigue και τα rhygana (φρύγανα).

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- mattoral της ξηράς ζώνης με ψηλούς προ-έρημικούς θάμνους *Ziziphus lotus*
- laurel mattoral (δάφνης) με κυρίαρχα τα *Laurus nobilis*,
- κυπαρίσσια με το εγγενές ή φυτεμένο είδος *cupressus*,
- σχηματισμός δέντρων *spruge* (ευφόρβιον κοινώς γαλατσίδα ή φλόμος) με το *Euphorbia dendroides* στην θερμο-μεσογειακή περιοχή να είναι πιο πυκνό,
- σχηματισμοί θαμνότοπων *palmetto* με κυρίαρχα είδη τα *Chamaerops humilis*
- οι προ-έρημική θάμνοι τμε νιτρόφυλλα και γυψόφυλλα είδη: (*Ziziphus lotus*), θάμνοι αφρικανικών συγγενειών (ακανθωτός σχηματισμός θαμνότοπων ακκακίας),
- εγκαταλειμμένα ελαιοστάσια

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- χαρακτηριστικά δενδροειδή είδη της μεσογείου (mattorals)που είναι ένας προ ή μετα-πλατύφυλλος αειθαλής δασικός σχηματισμός με λιγότερο ή περισσότερο πυκνή δενδροειδή κάλυψη με ένα συνήθως παχύ υψηλό αειθαλές στρώμα θάμνων συγκεντρωμένο γύρω από τις αειθαλείς ελιές ή τα πεύκα βαλανιδιών (*Quercus suber/ilex/rotundifolia*) - κατηγορία 311 ή 324 ανάλογα με τα ποσοστά κάλυψης της κόμης.



Βλάστηση με Κωδικό 3.2.4 –Μεταβατικές δασώδεις – θαμνώδεις περιοχές (324)

Θαμνώδης ή ποώδης βλάστηση με διάσπαρτα δέντρα. Μπορεί να αντιπροσωπεύει είτε δασική υποβάθμιση είτε δασική αναγέννηση.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- δενδροειδή *matforals* που είναι προ ή μετα-σχηματισμός αιθαλών πλατύφυλλων δασών με ένα συνήθως παχύ αιθαλές στρώμα θάμνων που αποτελείται από τις αιθαλές βαλανιδιές (*Quercus suber*, *ilex*, *rotundifolia*), ελιές, χαρουπιές ή πεύκα όπου η πυκνότητα κάλυψης είναι μικρότερη από 30% της επιφάνειας,
- αγροτική γη (κατηγορίες 2xx) υπό διαδικασία αναδημιουργίας με δασικά δέντρα περιστασιακά που καλύπτουν περισσότερο από 30% της επιφάνειας (δισπαρμένα δέντρα ή μικρά δασικά σημεία),
- εγκαταλειμμένες φυτείες και οπωρώνες οπωροφόρων δέντρων,
- καθαρά – γυμνά κομμάτια σε δασικές περιοχές,
- νέες φυτείες,
- νεαρά δάση –φυτείες μέσα στις δασικές περιοχές,
- φυσικές περιοχές χλόης με τα μικρά δάση < 25 εκτάρια ανακατεμένα ή/και με δέντρα που καλύπτουν περισσότερο από 30% της επιφάνειας,
- ανοικτές καθαρές περιοχές αναγέννησης κατά τη διάρκεια του σταδίου μετάβασης που διαρκεί 5-8 έτη το πολύ,
- καμένες δασικές περιοχές που δεν παρουσιάζουν μαύρο τόνο στη δορυφορική εικόνα αλλά είναι ακόμα ορατές.
- πολύ κατεστραμμένα δάση από τον αέρα, το χιόνι ή τις όξινες βροχές με περισσότερο από 50% νεκρά δέντρα,
- ζώνες περιμετρικά ελών με βλάστηση που αποτελείται από θάμνους και έλη πεύκων που καλύπτουν περισσότερο από 50% της επιφάνειας.
- γυμνοί βράχοι με διάσπαρτα δέντρα που καλύπτουν περισσότερο από 10% της επιφάνειας.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- μεταβατικές δασοσκεπείς περιοχές με εισερχόμενη δασική βλάστηση με τις προδιαγραφές της κατηγορίας 311,
- εγκαταλειμμένα ελαιοστάσια (κατηγορία 323),
- αγροτική γη (κατηγορίες 2xx) με περιστασιακή δασική βλάστηση σε ποσοστό λιγότερο από 50% (κατηγορία 243),
- δασικούς σχηματισμούς με ύψος δέντρων μικρότερο από 4 μ και τα δάση πεύκων *miugo* (κατηγορία 322).
- δενδροειδή *matforal* με δέντρα που η κάλυψη είναι μεγαλύτερη από 30% (κατηγορία 311)



Κωδικός 3.3.1- Παραλίες, αμμόλοφοι και εκτάσεις άμμου (331)

Παραλίες, αμμόλοφοι και εκτάσεις άμμου ή χαλικιού στις παράκτιες ή ηπειρωτικές θέσεις, συμπεριλαμβανομένων των λεκανών απόθεσης των καναλιών χειμαρρωδών ρευμάτων.

Επέκταση:

Οι υπερ-παράκτιες παραλίες και αμμόλοφοι που αναπτύχθηκαν στο πίσω μέρος της παραλίας.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- σχηματισμούς αμμόλοφων ποταμών με άμεση εγγύτητα με μεγαλύτερα ποτάμια,
- εσωτερικούς και λιμναίους αμμόλοφους
- μετατοπιζόμενους και κινητούς αμμόλοφους, χωρίς βλάστηση-ή ανοιχτά εδάφη χλόης (άσπρος αμμόλοφος),
- σταθερούς γκρίζους αμμόλοφους, που σταθεροποιούνται ή που παρουσιάζονται με λιγότερο ή περισσότερο από αιώνια εδάφη χλόης,
- machair σχηματισμοί (γόνιμες πεδιάδες χαμηλής βλάστησης χλόης)
- ergs (ηπειρωτικός τομέας αμμόλοφων που βρίσκεται στην έρημο-χωρίς βλάστηση)
- συσσώρευση των αμμοχάλικων κατά μήκος του χαμηλότερου τμήματος των αλτικών ποταμών.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- εσωτερικά ρείκια αμμόλοφων (έμπετρον (γένη Frangula και Ramnus)) και καφετιοί αμμόλοφοι ερείκης (κατηγορία 322),

- τα εσωτερικά αλσύλλια αμμόλοφων που καταλήφθηκαν από τους πυκνούς σχηματισμούς των θάμνων συμπεριλαμβανομένης της θαλάσσιας λευκαγκαθιάς, του λιγούστρου, της ιτιάς και του σχοίνου.(κατηγορία 322),
- αλσύλλια και δάση ιουνιπέρων αμμόλοφων (αγριοκυπαρίσσια) (κατηγορία 32x),
- αμμόλοφους με σκληρόφυλλη βλάστηση (κατηγορία 323),
- δασώδεις αμμόλοφους (κατηγορία 31x),
- υγρούς αμμόλοφους (κατηγορία 411),
- χωρίς βλάστηση αμμοχάλικα από την απότομη πλευρά αλπικών βουνών (κατηγορία 332),
- νησιά με βλάστηση μέσα σε ευρύτερες λεκάνες απόθεσης ρευμάτων (κατηγορία 3xx).



Κωδικός 3.3.2 - Γυμνοί Βράχοι

Βράχοι σε λόφους, απότομοι βράχοι, εξογκώματα βράχου, συμπεριλαμβανομένης της ενεργού διάβρωσης, βράχοι και επίπεδα σκοπέλων που τοποθετούνται επάνω από τη στάθμη της θάλασσας.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- εγκαταλειμμένες περιοχές λατομείων
- regs (μεγάλες εκτάσεις στην έρημο με πέτρα) και hamadas (ερημική περιοχή με ελάχιστη άμμο -πετρωδες υπόβαθρο) στη βορειοαφρικανική περιοχή,
- περιοχές με αραιή βλάστηση όπου 90% της επιφάνειας εδάφους καλύπτεται από βράχους,
- σταθεροί βράχοι με τμήματα ασβεστόλιθων
- περιοχές και προϊόντα των πρόσφατων ηφαιστειακών δραστηριοτήτων, ηφαιστειακής τέφρας και των τομών lapilli (μικρά κομμάτια τέφρας διαμέτρου 2 έως 64 mm) , άγονους τομείς λάβας,
- περιοχές χωρίς βλάστηση -οι υπερ-παράκτιες προβληματικές ζώνες.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- άσπρους αμμόλοφους (κατηγορία 331),
- μεσο-παράκτιους βραχώδεις θαλάσσιους πυθμένες (κατηγορία 423).
- γυμνούς βράχους με διεσπαρμένα δέντρα που καλύπτουν περισσότερο από 10% της επιφάνειας (κατηγορία 324) .



Κωδικός 3.3.3 -Περιοχές με αραιή βλάστηση (333)

Περιλαμβάνει τις στέπες, τούνδρες και τα προβληματικά εδάφη. Διάσπαρτη βλάστηση μεγάλων υψομέτρων.

Επέκταση: Η διεσπαρμένη βλάστηση αποτελείται από τα gramineous ή/και ξυλώδη και ημι-ξυλώδη είδη για τον καθορισμό του ποσοστού επίγειας κάλυψης, αποκλείοντας τα κρυπτόγαμα (cryptogams).

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- αραιή βλάστηση και ασταθείς πετρώδεις περιοχές με απότομες κλίσεις και επικάλυψη του εδάφους μεταξύ 15% και 50% της επιφάνειας,
- υπο- ερημόδεις στέπες με τα gramineous είδη (*Artemisia spp*) αναμεμιγμένα με τα alpha (*Stipa spp*) όταν καλύπτουν μεταξύ 15% και 50% της επιφάνειας,
- περιοχές με βλάστηση "Iarjie" ή επίστρωση ασβεστόλιθων
- γυμνά εδάφη μέσα στις περιοχές στρατιωτικής εκπαίδευσης,
- καρστικές περιοχές της gramineous, ξυλώδους και ημι-ξυλώδους βλάστησης

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- περιοχές αμμόλοφων σχηματισμένοι μέσω του ανέμου με μεταφερόμενα υλικά (κατηγορία 331),
- περιοχές όπου το έδαφος καλύπτει περισσότερο από 85% της επιφάνειας (κατηγορία 332),
- οι περιοχές όπου η βλάστηση καλύπτει περισσότερο από 50% της επιφάνειας (κατηγορία 321),
- πυκνή κάλυψη alfa (γένος *Stipa*- 300 περίπου είδη λεπτών χαρακτηριστικών χόρτων κυρίως ζιζάνια) (κατηγορία 321).



Κωδικός 3.3.4 –Καμένες περιοχές (334)

Περιοχές επηρεασμένες από τις πρόσφατες πυρκαγιές, ακόμα μαύρες.

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει

- καμένες περιοχές των τελευταίων 3 ετών ορατές από δορυφορικές εικόνες,
- όλες τις φυσικές και ημιφυσικές περιοχές.

Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει

- εσκεμμένα καμένες καλλιεργούμενες περιοχές στα πλαίσια της αγροτικής πρακτικής (κατηγορία 211).



3.2.2.2 Απόδοση βιομάζας και συντελεστή εκπομπής ισοπρενίου –μονοτερπενίων

- **Συντελεστής Διόρθωσης Ισοπρενίου CLday**

Ο συντελεστής διόρθωσης εκπομπής ισοπρενίου, όπως έχει αναλυθεί, είναι γινόμενο του συντελεστή διόρθωσης για την ηλιακή ακτινοβολία και την θερμοκρασία. Για κάθε σταθμό έγιναν οι υπολογισμοί των δύο αυτών συντελεστών και προέκυψαν οι τιμές, όπως αναπτύσσονται στο παράρτημα, CL και CT αντίστοιχα.

- **Συντελεστής Ηλιακής Ακτινοβολίας C_L**

Ο συντελεστής CL υπολογίζεται με βάση συγκεκριμένη τιμή για κάθε μήνα του χρόνου. Η τιμή της ενεργού φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας I (του τύπου υπολογισμού που αφορά στην Ενεργό Φωτοσυνθετική ακτινοβολία -PAR) είναι **I = 1000 μmol m⁻² s⁻¹ για τον Ιούνιο-Ιούλιο-Αύγουστο και I = 900 μmol m⁻² s⁻¹ για τους υπόλοιπους μήνες**. Η δοθείσα τιμή παρόλο που είναι αποδεκτή από το μεθοδολογία του CORINE δεν λαμβάνει υπόψη τη νέφωση. Ως εκ τούτου, για την εξαγωγή όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικών αποτελεσμάτων, στις ημερήσιες εκπομπές οι συνολικές ώρες εκπομπών θα είναι οι ώρες ηλιοφάνειας (Solref) και όχι η διάρκεια της ημέρας (Dtime).

- **Συντελεστής Θερμοκρασίας C_T**

Η εκπομπή ισοπρενίου από τα φυτά γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να παίρνουμε ως θερμοκρασία υπολογισμού τη μέση τιμή μεταξύ του μέσου όρου των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών σε κάθε σταθμό ξεχωριστά ($\Delta T_{iso} = (AVGT_{max} - AVGT_{min}) / 2$). Αυτό γίνεται διότι θεωρούμε πως η ελάχιστη τιμή είναι λίγο πριν την ανατολή και λίγο μετά τη δύση με μέγιστη τιμή το μεσημέρι. Η μέση θερμοκρασία του 24ώρου δίνει ελαφρώς χαμηλότερες τιμές μιας και συμπεριλαμβάνει στον υπολογισμό και τις νυχτερινές θερμοκρασίες.

- **Συντελεστής Διόρθωσης Μονοτερπενίων FTday -FTnight**

Ο συντελεστής διόρθωσης για τα μονοτερπένια εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία. Για τον υπολογισμό των εκπομπών ισοπρενίου όμως στη συνέχεια ανά ημέρα, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τη διαφορά θερμοκρασίας μέρας και νύχτας. Προκύπτουν λοιπόν δύο τιμές του συντελεστή ανά σταθμό (FTday & FTnight). Για τον FTday χρησιμοποιήθηκε η θερμοκρασία ημέρας (ΔT_{iso}) όπως και για το ισοπρένιο. Για τον FTnight ο μέσος όρος των ελάχιστων τιμών ($AVG T_{min}$).

Για τις τιμές 24ώρου στη συνέχεια υπολογίζονται για τη διάρκεια της ημέρας (Dtime) με επιπλέον μία ώρα ($DTIME + 1h$) με το FTday και το υπόλοιπο της ημέρας ($24h - Dtime - 1h$) με το FTnight.

3.2.2.3 Απόδοση συντελεστών διόρθωσης θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας για κάθε μετεωρολογικό σταθμό

Τα παραπάνω δεδομένα κάθε σταθμού εισήχθησαν στο πρόγραμμα ArcGis και ενσωματώθηκαν στη βάση δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών. Πλέον σε κάθε σταθμό έχει αποδοθεί ένας ξεχωριστός συντελεστής διόρθωσης ισοπρενίου και μονοτερπενίων. Είναι δυνατή πλέον η περαιτέρω χωρική ανάλυση των δεδομένων.

3.2.3 Δημιουργία RASTER με χωρική ανάλυση -παρεμβολή (SPATIAL ANALYSIS tool)

3.2.3.1 Χωρική παρεμβολή

Η παρεμβολή είναι μια μέθοδος ή μια μαθηματική λειτουργία που υπολογίζει τις τιμές στις θέσεις όπου καμία μετρημένη τιμή δεν είναι διαθέσιμη. Η παρεμβολή μπορεί να είναι πολύ απλή, εντούτοις, η γεωγραφική έρευνα τις περισσότερες φορές περιλαμβάνει χωρικά στοιχεία. Η χωρική παρεμβολή υποθέτει ότι τα στοιχεία ιδιοτήτων είναι συνεχή πέρα από το διάστημα. Αυτό επιτρέπει την εκτίμηση των ιδιοτήτων σε οποιαδήποτε θέση μέσα στο όριο των δεδομένων. Μια άλλη υπόθεση είναι ότι η ιδιότητα αυτή είναι χώρο-εξαρτώμενη, με τις τιμές των δεδομένων κάθε σημείου που βρίσκονται πιο κοντά να είναι πιθανότερα όμοιες σε αντιδιαστολή με αυτές που βρίσκονται πιο μακριά μεταξύ τους .

Η δυνατότητα χωρικής ανάλυσης με το πρόγραμμα ArcGis (Spatial Analyst Tool) επιτρέπει τη δημιουργία, ανάλυση και χαρτογραφική απόδοση raster δεδομένων και την υλοποίηση ολοκληρωμένης raster – vector (διανυσματικής) ανάλυσης.

Η έννοια της χωρικής ανάλυσης περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Χαρτογράφηση πυκνοτήτων
- Παρεμβολή και δημιουργία ισοκαμπύλων
- Ανάλυση επιφανειών
- Μαθηματικές πράξεις και συναρτήσεις
- Επαναταξινόμηση
- Ανάλυση απόστασης –εγγύτητας
- Υδρολογική ανάλυση
- Στατιστική neighbourhood και block
- Zonal Overlay
- Γεωμετρικοί μετασχηματισμοί
- Μορφολογική Ανάλυση

Στην παρούσα μελέτη και για την ανάλυση σε πανελλαδικό επίπεδο ήταν απαραίτητη η απόδοση συντελεστών διόρθωσης για κάθε σημείο της ελληνικής επικράτειας. Αυτό καθίσταται δυνατό μόνο με τη χρήση κάποιας μεθόδου χωρικής παρεμβολής. Οι πιο κατάλληλες επιλογές του προγράμματος για τα δεδομένα που έχουμε είναι οι ακόλουθες:

- **IDW –Inverse Distance Weighted**
- **Kriging**
- **Spline**

Η επιλογή μιας κατάλληλης χωρικής μεθόδου παρεμβολής είναι βασική στην ανάλυση επιφάνειας, δεδομένου ότι οι διαφορετικές μέθοδοι παρεμβολής μπορούν να οδηγήσουν στις διαφορετικές επιφάνειες και τελικά σε διαφορετικά αποτελέσματα. Ελλείψει κριτηρίων για την επιλογή μεταξύ των διαθέσιμων τεχνικών, χρησιμοποιήθηκαν αναλύσεις με πραγματικά δεδομένα. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την αξιολόγηση είναι μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα που λήφθηκαν σε τριάντα έξι σταθερούς κλιματικούς σταθμούς. Αυτή η αξιολόγηση είναι σημαντική επειδή ένα μεγάλο μέρος της γεωγραφικής έρευνας. Επίσης στατιστικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τις τρεις μεθόδους παρεμβολής σε σχέση στα ανεξάρτητα συλλεχθέντα στοιχεία (Willmott 1984).

- **Μέθοδος SPLINE**

Η μέθοδος SPLINE μπορεί να θεωρηθεί ως εγκατάσταση μιας λαστιχένιος-καλυμμένης επιφάνειας μέσω των γνωστών σημείων χρησιμοποιώντας μια μαθηματική εξίσωση. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι μπορούν να παραχθούν αρκετά ακριβείς επιφάνειες από μόνο μερικά επιλεγμένα σημεία και διατηρώντας τα μικρο-χαρακτηριστικά γνωρίσματα τους. Ένα μειονέκτημα είναι ότι μπορούν να έχουν διαφορετικές ελάχιστες και μέγιστες τιμές από το σύνολο των στοιχείων και οι εξισώσεις είναι ευαίσθητες σε έντονους γεωλογικούς σχηματισμούς («σκοπέλους»). Αυτό ισχύει για όλες τις ακριβείς μεθόδους παρεμβολής που χρησιμοποιούνται συνήθως στο GIS, αλλά μπορεί να παρουσιάσει περισσότερα σοβαρά προβλήματα στη μέθοδο SPLINE δεδομένου ότι λειτουργεί καλύτερα για τις ήπια μεταβαλλόμενα επιφάνειες.

- **Μέθοδος *Inverse Distance Weighting (IDW)***

Η μέθοδος IDW είναι βασισμένη στην υπόθεση ότι οι κοντινές τιμές συμβάλλουν περισσότερο στις τιμές σε σχέση με τις πιο απόμακρες παρατηρήσεις. Με άλλα λόγια, για αυτήν την μέθοδο η επιρροή ενός γνωστού σημείου στοιχείων συσχετίζεται αντιστρόφως με την απόσταση από την άγνωστη θέση που υπολογίζεται. Το πλεονέκτημα IDW είναι ότι είναι διαισθητικό και αποδοτικό. Αυτή η παρεμβολή λειτουργεί καλύτερα με τα ομοιόμορφα διανεμημένα σημεία.

- **Μέθοδος *KRIGING***

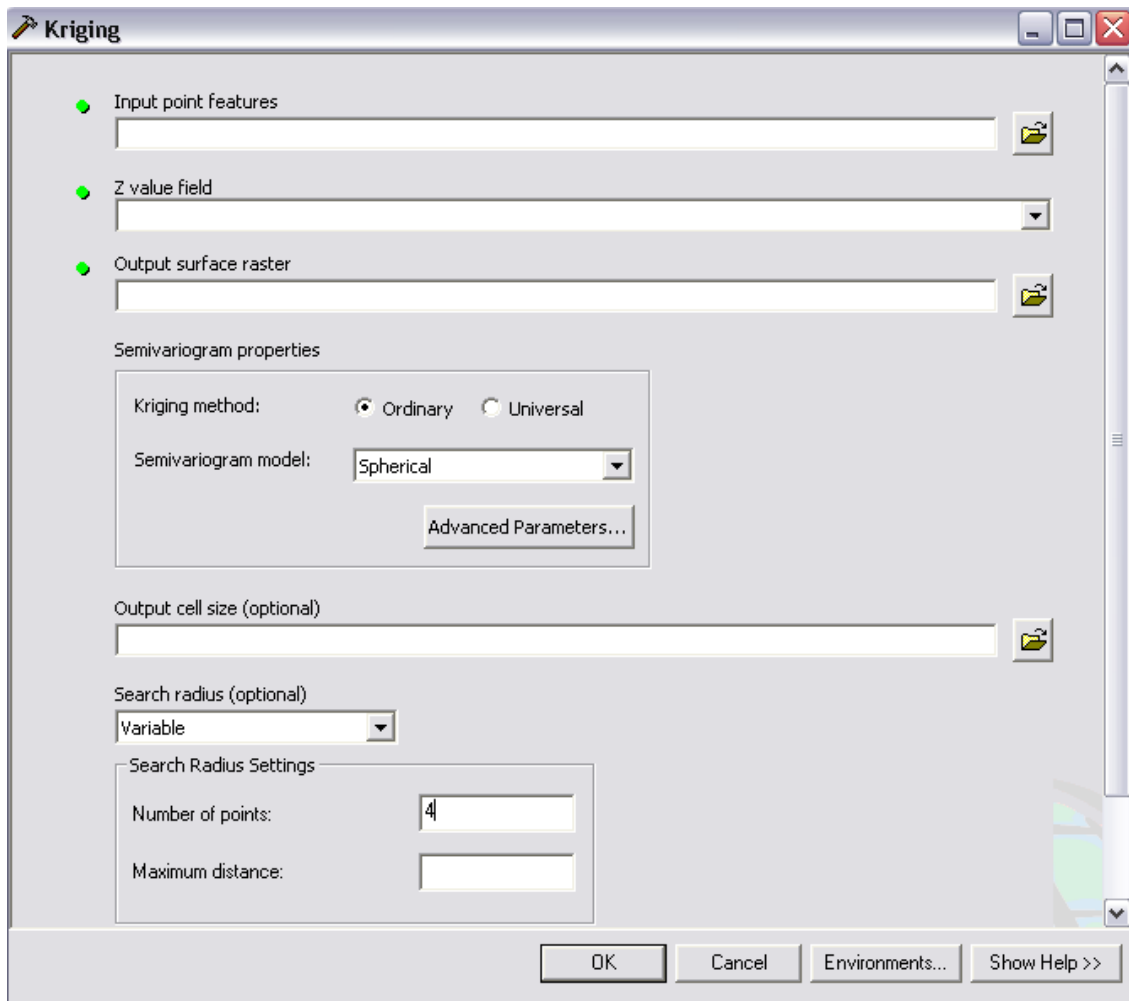
Όπως και με την IDW, η μέθοδος KRIGING χρησιμοποιεί στάθμιση, η οποία ορίζει περισσότερη επιρροή των στοιχείων στα κοντινότερα σημεία στην παρεμβολή των τιμών για τις άγνωστες θέσεις. Εντούτοις, δεν είναι αιτιοκρατικός αλλά επεκτείνει την εγγύτητα σταθμίζοντας την προσέγγιση IDW για να περιλάβει τυχαία στοιχεία, όπου η ακριβής θέση του σημείου δεν είναι γνωστή από την εξίσωση. Η μέθοδος KRIGING εξαρτάται από τις χωρικές και στατιστικές σχέσεις για να υπολογίσει την επιφάνεια. Η σε δύο στάδια διαδικασία KRIGING αρχίζει με τις εκτιμήσεις *semivariance* και εκτελεί έπειτα την παρεμβολή. Μερικά πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η ενσωμάτωση της μεταβλητής αλληλεξάρτησης και η δυνατότητα παραγωγής επιφάνειας λάθους. Ένα μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί ουσιαστικά περισσότερο χρόνο υπολογισμού και διαμόρφωσης, και καθώς και περισσότερη εισαγωγή παραμέτρων από το χρήστη.

Η στατιστική αξιολόγηση των παραγόμενων συνεχών επιφανειών από τα παραπάνω μοντέλα δείχνει ότι υπάρχει λίγη διαφορά μεταξύ τους με την μέθοδο KRIGING να αποδίδει συνολικά καλύτερα (Willmott, C. J., 1984).

Με βάση τα παραπάνω λοιπόν, επιλέγουμε την μέθοδο **KRIGING** ως την πιο κατάλληλη για την επεξεργασία των δεδομένων.

3.2.6.2 Εφαρμογή KRIGING

Δημιουργήθηκαν **24 RASTER χάρτες**, δώδεκα (12) για το συντελεστή διόρθωσης των εκπομπών ισοπρενίου και δώδεκα (12) για τα μονοτερπένια. Η τιμή Z (η τιμή του συντελεστή διόρθωσης) του κάθε RASTER προέκυψε με τα ακόλουθα εισαχθέντα δεδομένα:



Για την εφαρμογή του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω δεδομένα:

Input point features: Οι Μετεωρολογικοί σταθμοί (metstations.shp) με την ενημερωμένοι βάση δεδομένων με τα στοιχεία των συντελεστών διόρθωσης.

Z value field: Η εκάστοτε τιμή συντελεστή εκπομπής για κάθε μήνα

Output raster surface: Η ονομασία του παραγόμενου αρχείου (24 RASTER).

Kriging method: Ordinary

Semivariogram model: Spherical

Search radius: Variable

Number of points: 4

(Σημ. Παίρνουμε 4 σημεία για να μην έχουμε έντονες διακυμάνσεις σε κοντινά σημεία. Το προκαθορισμένο του προγράμματος είναι 12).

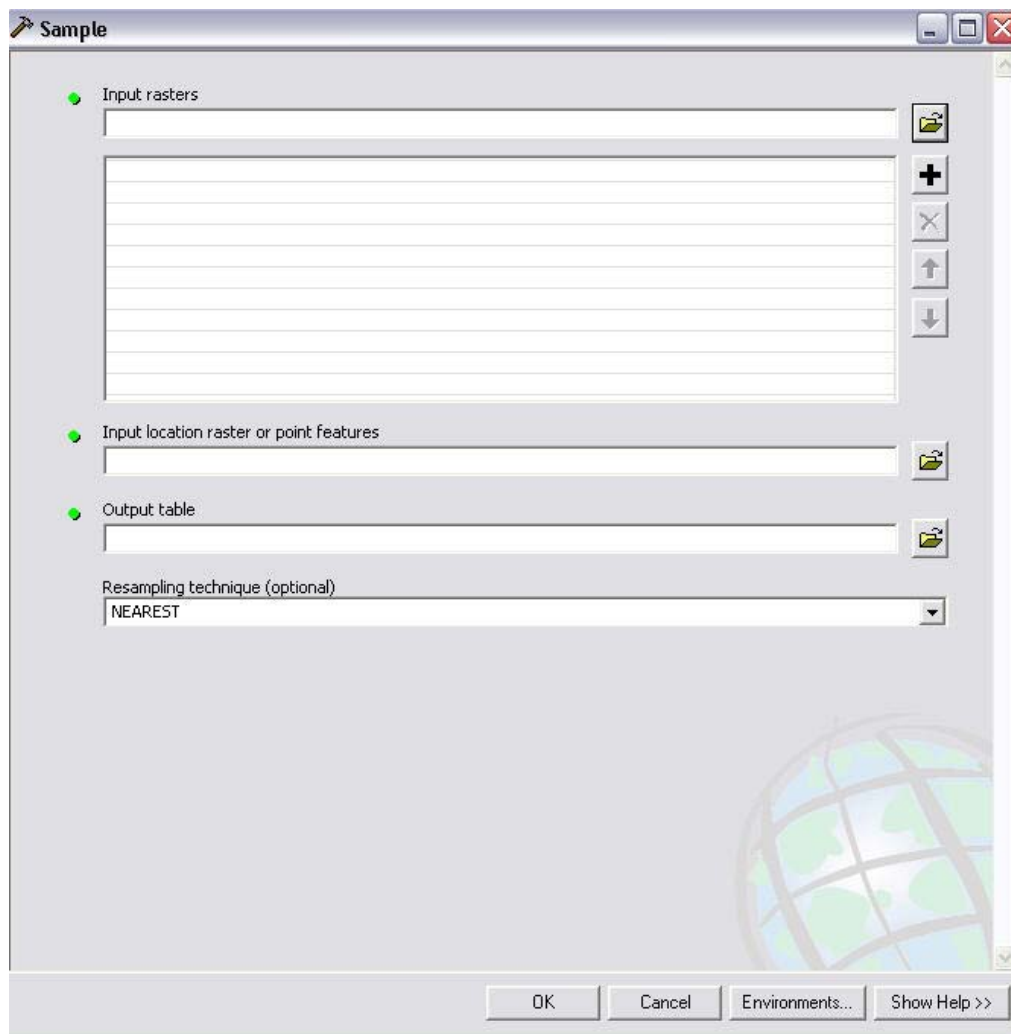
3.2.4 Εξαγωγή δεδομένων Raster και απόδοση συντελεστών διόρθωσης στο CLC 2000

Στη συνέχεια θα πρέπει να αποδώσουμε την τιμή z (συντελεστή διόρθωσης) σε κάθε πολύγωνο του CLC 2000 για κάθε μήνα και για τις 2 κατηγορίες εκπομπών.

Ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

Εύρεση του κέντρου (συντεταγμένες) του κάθε πολυγώνου με την εντολή CENTROID στο FIELD CALCULATOR του ArcGIS και ταυτόχρονη δημιουργία σημειακού shapefile των κέντρων.

Εφαρμογή του εργαλείου Spatial Analyst → Extraction→Sample με εισερχόμενα δεδομένα τα 24 RASTER που δημιουργήθηκαν με τα δεδομένα των συντελεστών διόρθωσης για τις εκπομπές. Κατά την εφαρμογή αυτή αποδίδεται σε κάθε σημείο – κέντρο του κάθε πολυγώνου (→CENTROID) μια τιμή συντελεστή διόρθωσης για κάθε μήνα , ξεχωριστά για τα ισοπρένιο και τα μονοτερπένια.. Η τιμή αυτή θα είναι ο συντελεστής διόρθωσης του κάθε πολυγώνου. Όπως είναι φυσικό αποδίδονται και τιμές σε πολύγωνα χωρίς φυτική βλάστηση, στα οποία όμως σε επόμενο στάδιο δεν υπολογίζουμε εκπομπές (η βιομάζα και οι συντελεστές εκπομπής σε αυτά τα πολύγωνα είναι μηδέν).



Input Rasters: Τα 24 Raster που δημιουργήθηκαν με την μέθοδο KRIGING στο προηγούμενο στάδιο.

Input location raster or point feature: Το shapefile που δημιουργήθηκε με τα κέντρα του κάθε πολυγώνου του CLC 2000.

Resampling technique: Closest neighbor

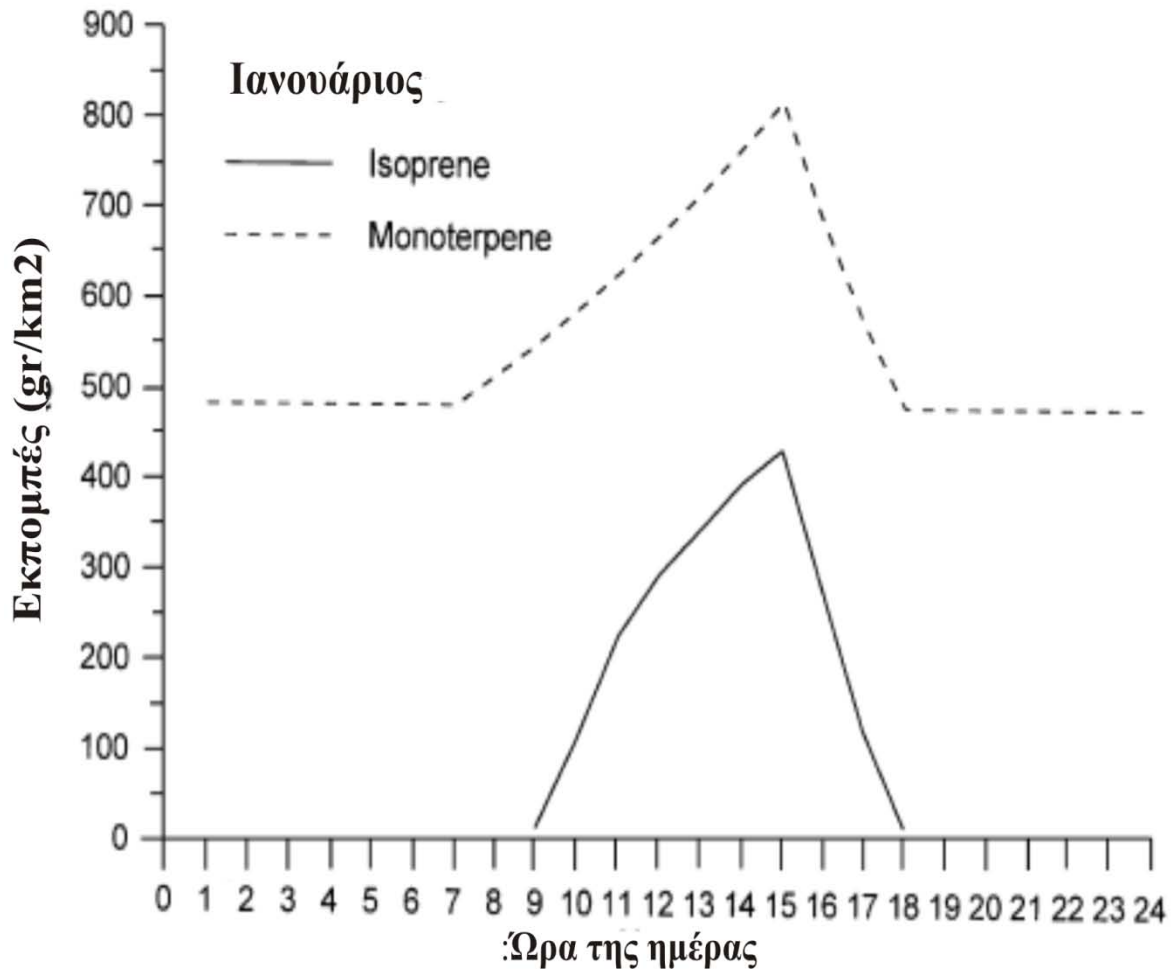
3.2.5 Υπολογισμός εκπομπών για κάθε πολύγωνο

Τέλος γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών ισοπρενίου και μονοτερπενίων σε κάθε πολύγωνο του CLC 2000 σε $\text{kg km}^{-2} \text{day}^{-1}$ για κάθε μήνα του έτους. Στα προηγούμενα στάδια έχουμε αποδώσει σε κάθε πολύγωνο τις τιμές βιομάζας λαμβάνοντας υπόψη το φυτικό είδος και την πυκνότητα της βλάστησης ,το συντελεστή εκπομπής (ισοπρενίου και μονοτερπενίων) και του συντελεστή διόρθωσης. Γνωστή είναι επίσης και η επιφάνεια του κάθε πολυγώνου για τον πιθανό υπολογισμό ποσοτήτων. Στην παρούσα μελέτη δεν ήταν σκόπιμο.

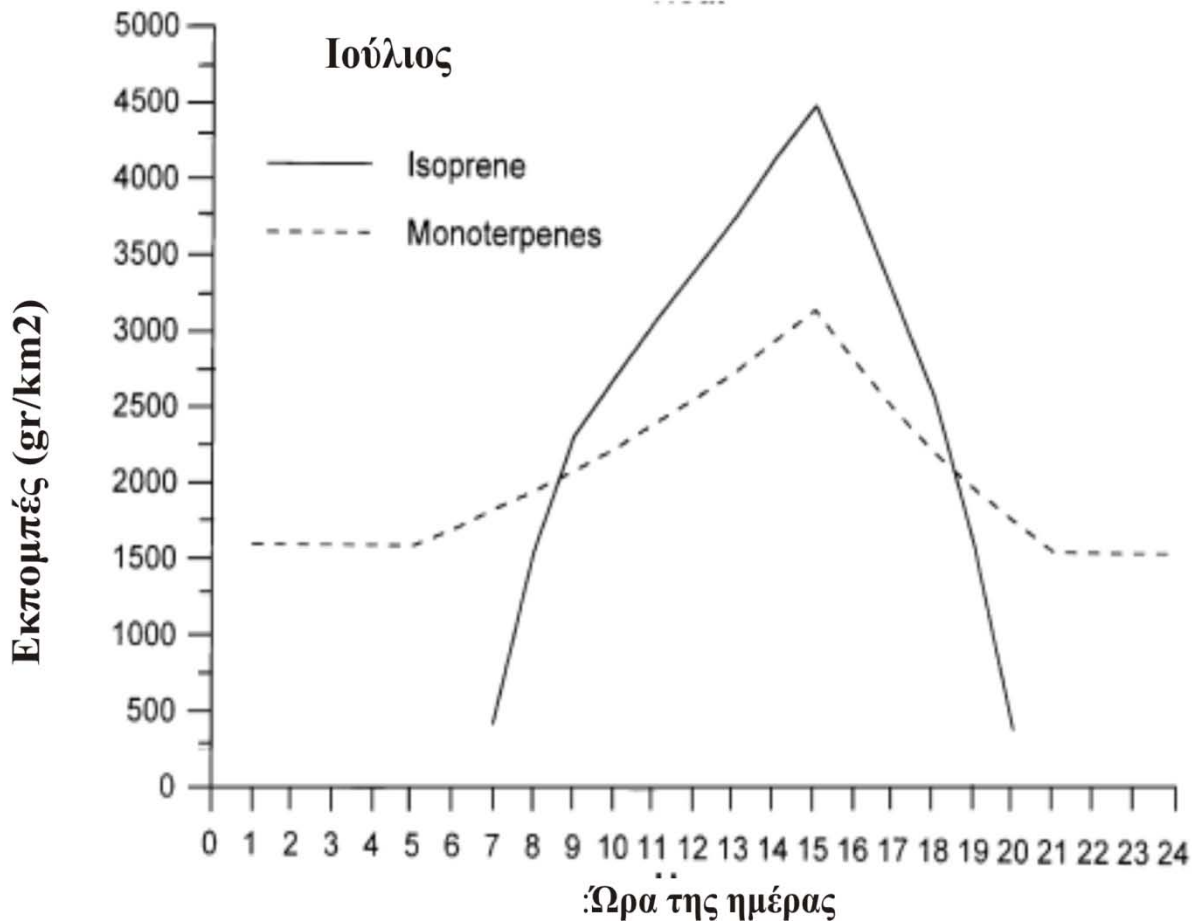
4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων-επεξεργασμένων στοιχείων

4.1 Εποχιακή διακύμανση

Με βάση τα αποτελέσματα των μοντέλων αλλά και την θεωρία της παραγωγής των ισοπρενοϊδών οδηγούμαστε σε συμπεράσματα τα οποία αποτυπώνονται στη γεωγραφική βάση δεδομένων που προέκυψε. Λόγω του πολύ μεγάλου μεγέθους με τιμές απ' την προτεινόμενη μέθοδο. Είναι προφανής η σχέση ηλιοφάνειας και εκπομπών ισοπρενίου καθώς επίσης και η επίδραση της θερμοκρασίας και στα δύο είδη που μελετάμε.

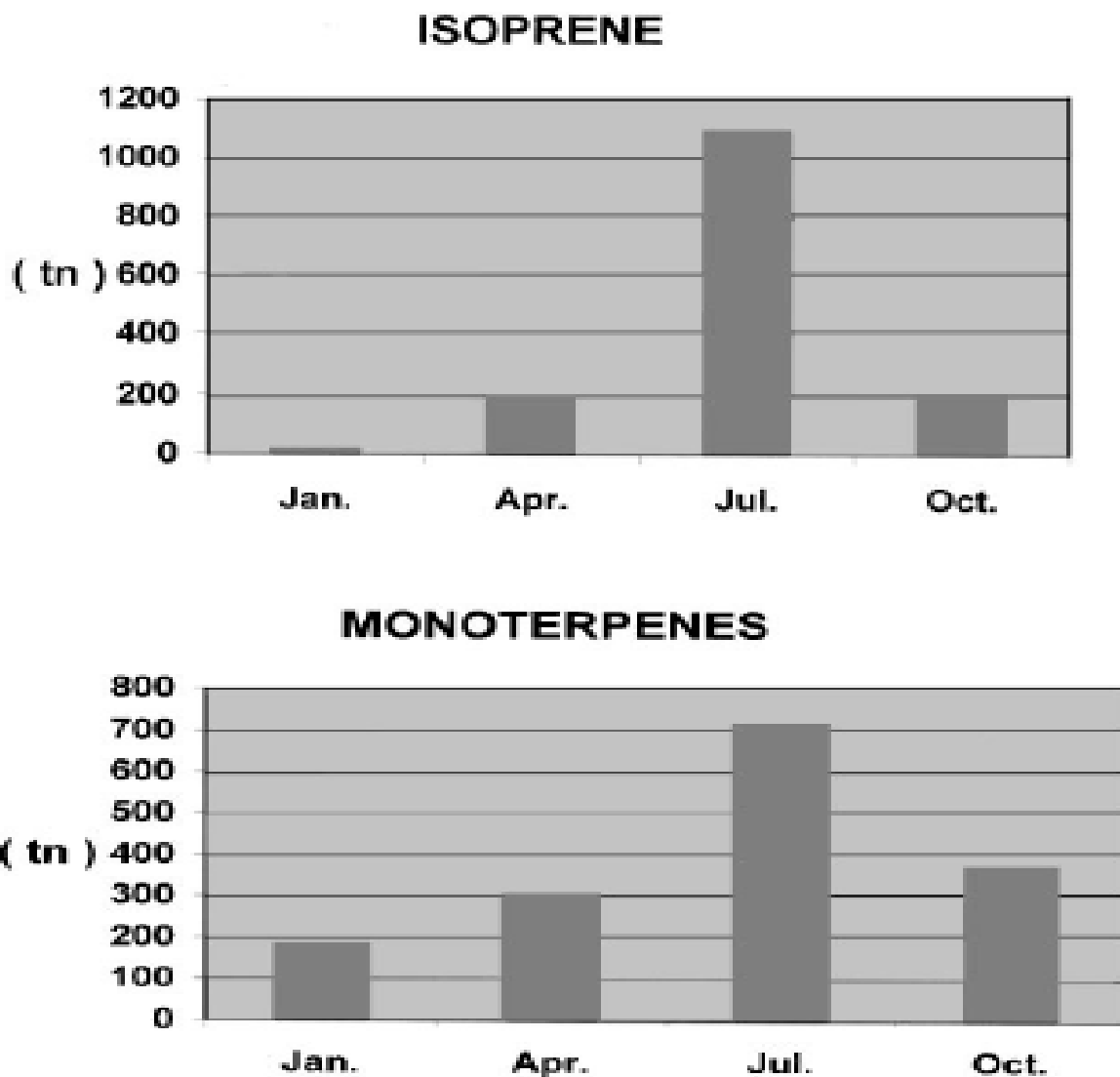


Γράφημα 4.1 Εκπομπές ισοπρενίου και μονοτερπενίων κατά τη διάρκεια της ημέρας τον Ιανουάριο



Γράφημα 4.2 Εκπομπές ισοπρενίου και μονοτερπενίων κατά τη διάρκεια της ημέρας τον Ιούλιο

Οι διαφορές στις υπολογιζόμενες τιμές μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού για το ισοπρένιο είναι και 100 φορές μεγαλύτερες την περίοδο του καλοκαιριού όπου έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, ηλιοφάνεια και τα φυλλοβόλα δεν έχουν χάσει τα φύλλα τους. Στην περίπτωση των μονοτερπενίων οι διαφορές είναι μικρότερες, μέχρι και 8 φορές μεγαλύτερες το καλοκαίρι.



Γράφημα 4.3. Ενδεικτικές εκπομπές Ισοπρενίου και Μονοτερπενίων για ένα μήνα κάθε εποχής υπολογισθέντες με βάση της προτεινόμενης μεθόδου από (Simeonidis et al. 1998).

Σημαντική είναι επίσης η διαπίστωση πως οι Βιογενείς εκπομπές είναι του ίδιου μεγέθους με αυτές των μη μεθανιούχων υδρογονανθράκων ανθρωπογενής προέλευσης, της τάξεως των 500t /ημέρα (Simeonidis et al. 1998).

Από το Γράφημα 4.1, 4.2, 4.3 διαπιστώνουμε επίσης πως οι εκπομπές μονοτερπενίων είναι υψηλότερες στην Ελλάδα σε σχέση με το ισοπρένιο με εξαίρεση τους καλοκαιρινούς μήνες, και περισσότερες συνολικά το έτος. Αυτό οφείλεται στην διανομή των διαφόρων ειδών ανά την επικράτεια.

4.2 Υπολογισθείσες Τιμές και εκπομπές

4.2.1 Αποτελέσματα μελέτης προτεινομένης μεθοδολογίας σε σχέση με τη μεθοδολογία CORINE

Οι εκπομπές ισοπρενίου το χειμώνα δεν ξεπερνούν τα $2,5 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$, στις Νότιες περιοχές της Ελλάδας λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών. Για την υπόλοιπη Ελλάδα τα μέγιστα κυμαίνονται μεταξύ $0,5$ και $2 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Την άνοιξη το μέγιστο αγγίζει τα $70 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ και το καλοκαίρι τα $90 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (στην Πίνδο και στη Ροδόπη). Στην υπόλοιπη Ελλάδα οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 10 και $50 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Για τα μονοτερπένια έχουμε τον Ιανουάριο τιμές μεταξύ $5-20 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ με μέγιστο τα $30 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Πίνδος και Πελοπόννησος) .

Την άνοιξη έχουμε τιμές $\text{kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$, το καλοκαίρι $\text{kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ και το φθινόπωρο $55 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Simeonidis et al, 1999).

Αξίζει να σημειωθεί πως οι τιμές που υπολογίζονται με τη μέθοδο CORINAIR σε υπερβολικά υψηλές τιμές ΒΠΟΕ, με αποδεκτές για τα ελληνικά χαρακτηριστικά φυτοκάλυψης. (Simeonidis et al, 1999). Οι τιμές αυτές αγγίζουν από 1 ως 4 τάξεις μεγέθους ανάλογα με την εποχή τους έτους.

4.2.2 Αποτελέσματα μελέτης Γεωγραφικής επεξεργασίας GIS στο υπόβαθρο του CLC 2000 σε συνδυασμό με τη προτεινομένη μεθοδολογία.

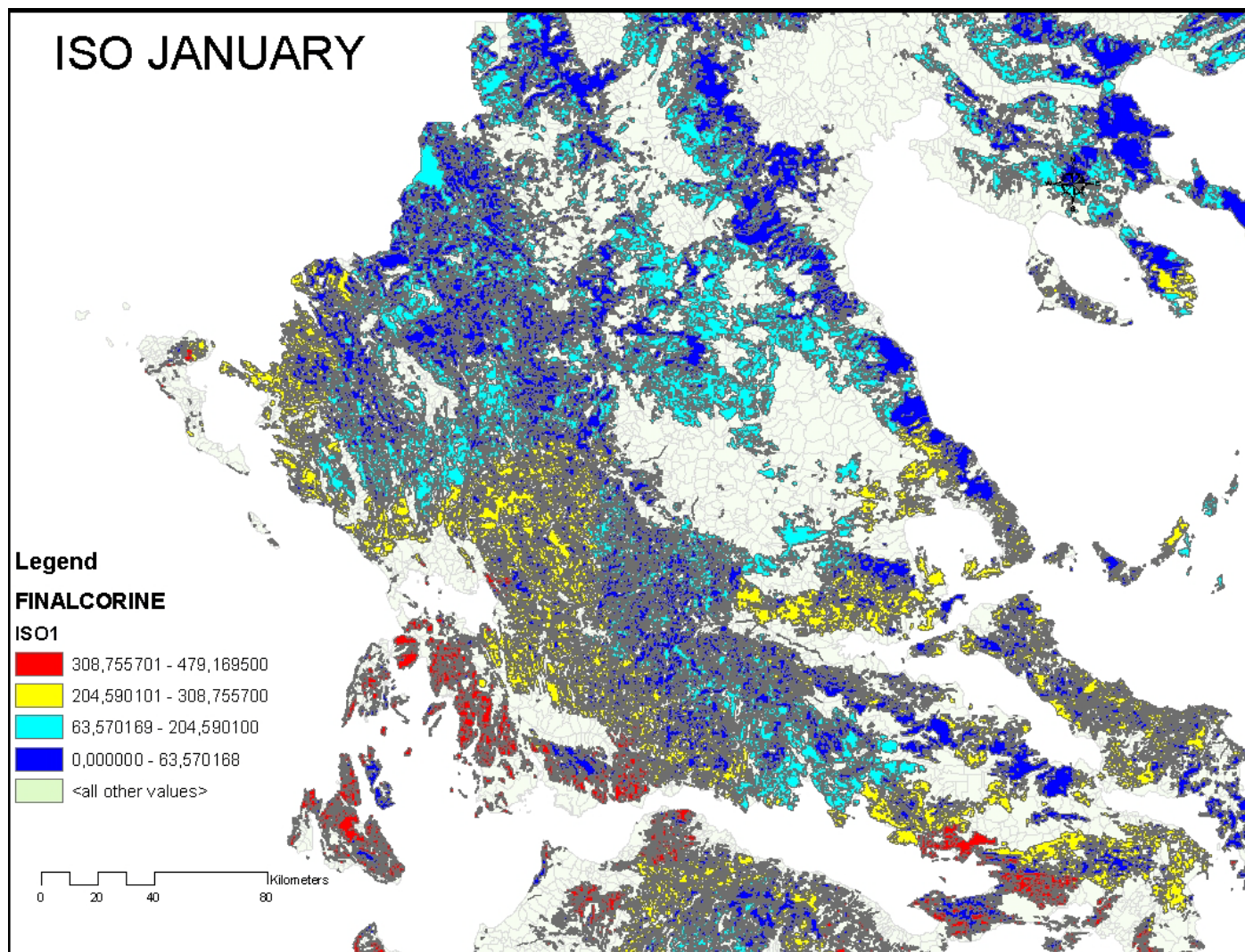
Οι εκπομπές ισοπρενίου το χειμώνα δεν ξεπερνούν τα $0,5 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$, στις Νότιες περιοχές της Ελλάδας λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών.

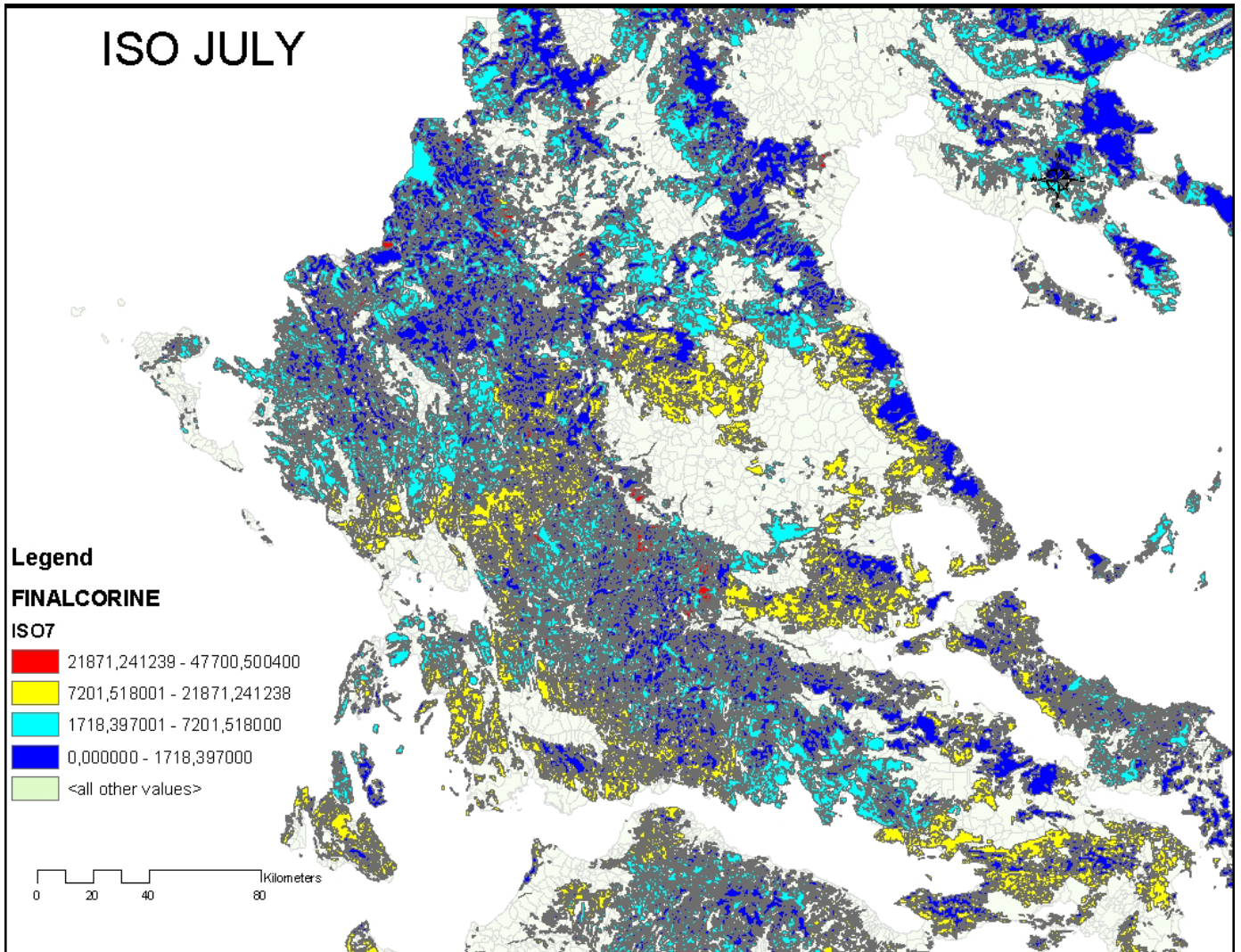
Την άνοιξη το μέγιστο αγγίζει τα $31 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ και το καλοκαίρι τα $97 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (στην Πίνδο και στη Ροδόπη). Στην υπόλοιπη Ελλάδα οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 2 και $40 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

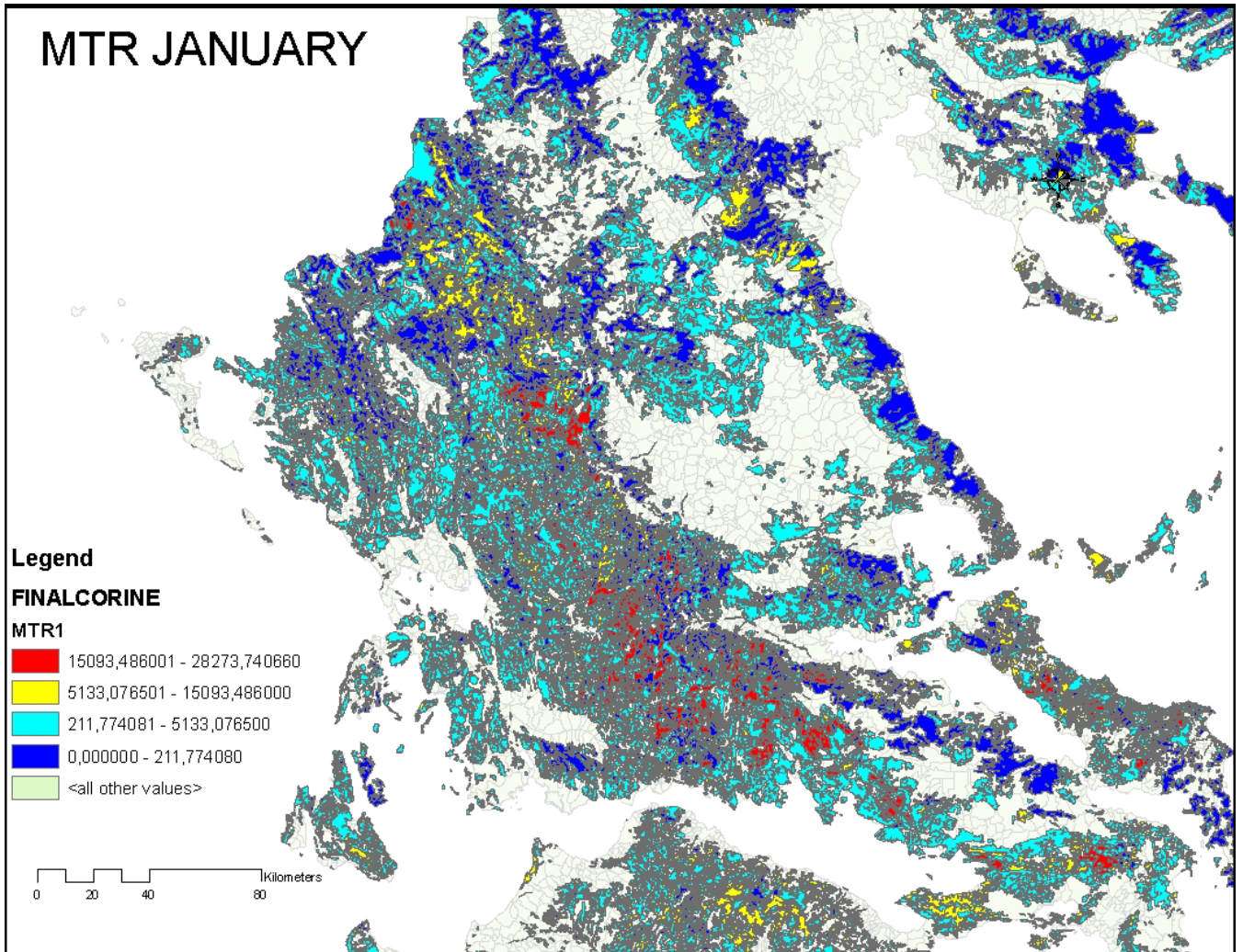
Για τα μονοτερπένια έχουμε τον Ιανουάριο μέγιστο τα $28 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$. (Πίνδος και Πελοπόννησος) .

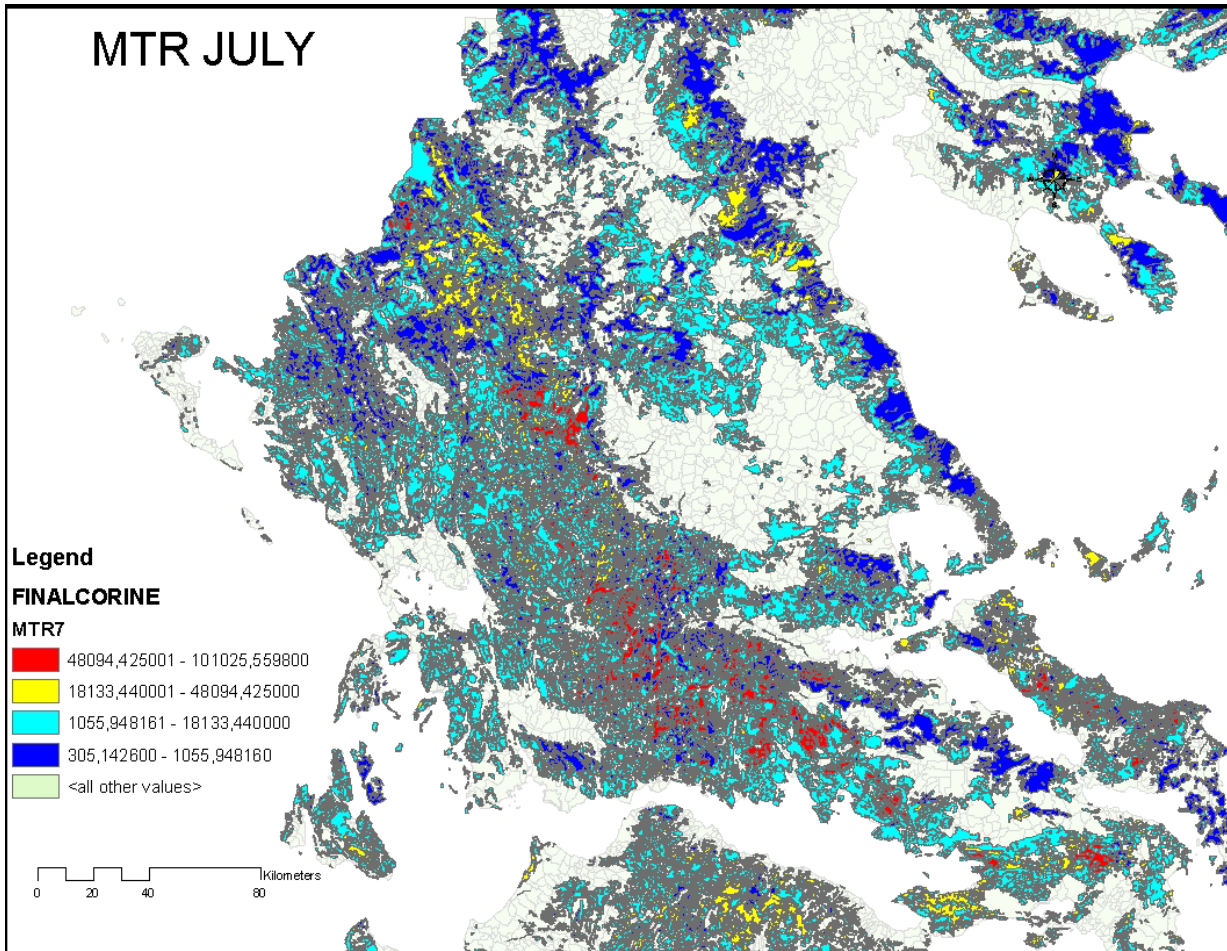
Την άνοιξη έχουμε μέγιστες τιμές $60 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$, το καλοκαίρι $101 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$ και το φθινόπωρο $78 \text{ kg km}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά οι εκπομπές Ισοπρενίου (ISO) και Μονοτερπενίων (MTR) για τον Ιανουάριο και Ιούλιο.









ΟΛΕΣ ΟΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΘΕΤΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟ CD ΚΑΙ ΜΟΝΟ ΕΚΕΙ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΠΛΗΘΩΡΑΣ (ΠΕΡΙΠΟΥ 60.000) ΤΩΝ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΤΟΥ CLC 2000. ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΛΟΓΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ESRI -ArcGis (ArcView-Arcinfo κ.α.).

5 Συμπεράσματα και Προτάσεις

Με βάση όλων των παραπάνω είναι σαφές πόσο σημαντική είναι η γνώση των εκπομπών των ΒΠΟΕ στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό αναφορικά με τη φωτοχημική ρύπανση αλλά και η δυσκολία δημιουργίας μοντέλων ακριβείας.

Συγκριτικά η μέθοδος που έχει προταθεί σε σχέση με την μέθοδο CORINE, παρόλο που δεν δίνει συγκεντρωτικές τιμές για την Ελλάδα, είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Παλιότερες δημοσιεύσεις - Lubkert and SchoK (1989) ;Holzapfel et al. (1992); Andruyov and Timofeev (1989); OECD (1989) ;CORINAIR (1994); (Pistikopoulos et al. 1993); (Simpson et al. (1995));(Simpson et al. (1999)- δίνουν διάφορες συνολικές ετήσιες τιμές ΒΠΟΕ. Η πιο πιθανή και πρόσφατη δίνει τιμές κοντά στα 150 ΚΤ ΒΠΟΕ/yr. Για το περιβαλλοντικό σχεδιασμό όμως μας ενδιαφέρουν κυρίως οι τοπικές εκπομπές και όχι τόσο οι συνολικές εκπομπές.

Επιπλέον, η παρούσα μελέτη χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη μεθοδολογία δίνει **ακόμα χαμηλότερες μέγιστες τιμές για τις εκπομπές ισοπρενίου**. Οι διαφορές αυτές μπορούν να δικαιολογηθούν εν μέρει και από τις παραδοχές στο υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι εκπομπές μονοτερπενίων δείχνουν να ταυτίζονται κυρίως όσον αφορά τις μέγιστες τιμές.

Η γεωγραφική κατανομή επίσης παρουσιάζει ομοιομορφία στο CLC σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.

Είναι εμφανές λοιπόν ότι η πολυπλοκότητα των φυσικών διαδικασιών και η ανεπάρκεια στοιχείων βλάστησης παράγουν αποτελέσματα με μεγάλες αποκλίσεις.

Επιπλέον, αυτές οι αβεβαιότητες στα ποσοστά εκπομπής ισοπρενίου κυρίως μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερες αβεβαιότητες στη σφαιρική/περιφερειακή πρόβλεψη της ατμοσφαιρικής ποιότητας άλλων χημικών ειδών, ειδικότερα στο τροποσφαιρικό όζον.

Σημαντικό θα ήταν στο μέλλον να γίνει πιο λεπτομερής χαρτογράφηση της φυτοκάλυψης και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της κάθε περιοχής με σκοπό την ασφαλέστερη μοντελοποίηση των διαδικασιών και την ολοκληρωμένη μελέτη στην Ελληνική επικράτεια της δημιουργίας του τροποσφαιρικού όζοντος.

Τέλος, στις περιοχές που είχαμε τις μεγάλες πυρκαγιές του 2007 (Ηλεία, Εύβοια και δευτερευόντως στην Αρκαδία, Κορινθία και Χαλκιδική) ενδέχεται να έχει γίνει υπερεκτίμηση των εκπομπών λόγω της καταστροφής των δασών. Για τις περιοχές αυτές θα είναι δυνατόν να γίνουν νέοι υπολογισμοί με την νέα έκδοση του CLC.

Το Γεωγραφικό πληροφοριακό υπόβαθρο της παρούσας μελέτης, αποτελεί την βάση για περαιτέρω έρευνα και τεκμηρίωση των μεταβλητών εισόδου και των παραδοχών . Λόγω της φύσης του προγράμματος ArcGis και των δυνατοτήτων του, η εξαγωγή μελλοντικών νέων αποτελεσμάτων με την αναθεώρηση ή/και προσθήκη νέων μεταβλητών καθίσταται σχετικά απλή.

6 Βιβλιογραφία – Αναφορές

- Atkinson, R., 1997. Gas-phase tropospheric chemistry of volatile organic compounds I. Alkanes and alkenes. *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 26, 215-290.
- Atkinson, R., Baulch, D.L., Cox, R.A., Hampson Jr., R.F., Kerr, J.A., Rossi, M.J., Troe, J., 1997. Evaluated kinetic, photochemical and heterogeneous data for atmospheric chemistry: supplement V, IUPAC subcommittee on gas kinetic data evaluation for atmospheric chemistry. *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 26, 521-1011.
- Attkinson, L., 1990. Gas-phase tropospheric chemistry of organic compounds. A review *Atmospheric Environment* 24A,1141.
- Cardelino, C., Chameides, W., 1990. Natural hydrocarbons, urbanization, and urban ozone. *Journal of Geophysical Research* 95, 13 971-13 979.
- Causley, M., Wilson, G., 1991. Seasonal and annual average biogenic emissions for the south coast air basin generated by the SCAQMD biogenic data base system. South Coast Air Quality Management District.
- EPA, Health and environmental impacts of ground-level ozone. Available at <http://www.epa.gov/air/urbanair/ozone/hlth.html>
- European Soil Bureau Scientific Committee. EUR 18092 EN, 170 p
- Farquhar, G., von Caemmerer, S., Berry, J., 1980. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. *Planta* 149, 78-90.
- Fehsenfeld, F., Calvert, J., Fall, R., Goldan, P., Guenther, A. B., Hewitt, C. N., Lamb, B., Liu, S. T., M., Westberg, H. and Zimmerman, P. 1992. "Emissions of volatile organic compounds from vegetation and the implications for atmospheric chemistry." *Global Biogeochemical Cycles* 6, 389-430.
- Fehsenfeld, F., Calvert, J., Fall, R., Goldan, P., Guenther, A., Hewitt, C., Lamb, B., Liu, S., Trainer, M., Westberg, H., Zimmerman, P., 1992. Emissions of volatile organic compounds from vegetation and the implications for atmospheric chemistry. *Global Biogeochemical Cycles* 6, 389-430.
- Fuentes, J. D., Lerdau, M., Atkinson, R., Baldocchi, D., Bottenheim, J. W., Ciccioli, P., Lamb, B., Geron, C., Gu, L., Guenther, A., Sharkey, T. D. and Stockwell, W. 2000. "Biogenic hydrocarbons in the atmospheric boundary layer, A review." *Bulletin of the American Meteorological Society* 81(7), 1537-1575.
- Geron, C., Guenther, A., Sharkey, T., Arnsts, R.R. 2000. "Temporal variability in basal isoprene emission factor." *Tree Physiology* 20(12), 799-805.
- Guenther, A. B., Monson, R. K. and Fall, R. 1991. "Isoprene and monoterpene emission rate variability, Observations with Eucalyptus and emission rate algorithm development." *Journal of Geophysical Research* 96(D6), 10799-10808.
- Guenther, A. B., Zimmerman, P. R., Harley, P. C., Monson, R. K. and Fall, R. 1993. "Isoprene and monoterpene emission rate variability, Model evaluations and sensitivity analyses." *Journal of Geophysical Research* 98(D7), 12609-12617.
- Guenther, A., Archer, S., Greenberg, J., Harley, P., Helmig, D., Klinger, L., Vierling, L., Wildermuth, M., Zimmerman, P. and Zitzer, S. 1999. "Biogenic hydrocarbon emissions and landcover/climate change in a subtropical savanna." *Physics and Chemistry of the Earth Part B* 24(6), 659-667.
- Guenther, A., Geron, C., 1996. Estimates of regional natural volatile organic compound fluxes from enclosure and ambient measurement. *Journal of Geophysical Research* 101, 1345-1359. Jacob, D., Wofsy, S., 1988. Photochemistry of biogenic emissions over the Amazon forest. *Journal of Geophysical Research* 93, 1477-1486.
- Guenther, A., Geron, C., Pierce, T., Lamb, B., Harley, P. and Fall, R. 2000. "Natural emissions of non-methane volatile organic compounds, carbon monoxide, and oxides of nitrogen from North America." *Atmospheric Environment* 34, 2205-2230.
- Guenther, A., Hewitt, C.N., Erickson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., McKay, W.A., Pierce, T., Scholes, B., Steinbrecher, R., Tallamraju, R., Taylor, J., Zimmerman, P. 1995. "A global

model of natural volatile organic compound emissions." *Journal of Geophysical Research* 100(D5), 8873-8892.

Guenther, A., Hewitt, C.N., Ericson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., McKay, W.A., Pierce, T., Scholes, B., Steinbrecher, R., Tallamraju, R., Taylor, J., Zimmerman, P., 1995. A global model of natural volatile organic compound emissions. *Journal of Geophysical Research* 100, 8873-8892.

Guenther, A., Monson, R., Fall, R., 1991. Isoprene and monoterpene emission rate variability: Observations with eucalyptus and emission rate algorithm development. *Journal of Geophysical Research* 96, 10 799-10808.

Guenther, A., Zimmerman, P., Wildermuth, M., 1994. Natural volatile organic compound emission rate estimates for U. S. woodland landscapes. *Atmospheric Environment* 28, 1197-1210.

Guenther, A., Zimmerman, P.R., Harley, P.C., Monson, R., Fall, R., 1993. Isoprene and monoterpene emission rate variability: model evaluations and sensitivity analyses. *Journal of Geophysical Research* 98, 12 609-12 617.

<http://www.eea.europa.eu> (CORINE DATA).

<http://www.livepedia.gr>, χλωρίδα Ελλάδα

Juuti, S., Arey, J., Atkinson, R., 1990. Monoterpene emission rate measurements from a Monterey pine. *Journal of Geophysical Research* 95, 7515-7519.

Kesselmeier, J., Kuhn, U., Rottenberger, S., Biesenthal, T., Wolf, A., Schebeske, G., Andreae, M. O., Ciccioli, P., Brancaleoni, E., Frattoni, M., Oliva, S. T., Botelho, M. L., Silva, C. M. A. and Tavares, T. M. 2002a. "Concentrations and species composition of atmospheric volatile organic compounds (VOCs) as observed during the wet and dry season in Rondonia (Amazonia)." *Journal of Geophysical Research* 107(D20), 8053.

Kosmas, C., Kirkby, M. and Geeson, N. 1999. Manual on: Key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Energy, Environment and Sustainable Development, EUR 18882, 87 p

Kuhn, U., Rottenberger, S., Biesenthal, T., Wolf, A., Schebeske, G., Ciccioli, P., Kesselmeier, J. 2004. "Strong correlation between isoprene emission and gross photosynthetic capacity during leaf phenology of the tropical tree species *Hymenaea courbaril* with fundamental changes in volatile organic compounds emission composition during early leaf development." *Plant, Cell and Environment* 27, 1469-1485.

Kuzma, J., Fall, R. 1993. "Leaf isoprene emission rate is dependent on leaf development and the level of isoprene synthase." *Plant Physiology* 101, 435-440.

Lamb, B., Gay, D., Wersberg, H., Pierce, T., 1993. A biogenic hydrocarbon emission inventory for the USA using a simple forest canopy model. *Atmospheric Environment* 27A, 1673-1690.

Lamb, B., Guenther, A., Gay, D., Westburg, H., 1987. A national inventory of biogenic hydrocarbon emissions. *Atmospheric Environment* 21, 1695-1705.

Lamb, B., Guenther, A., Gay, D., Westburg, H., Allwine, E., 1985. Biogenic hydrocarbons emissions from deciduous and coniferous trees in the United States. *Journal of Geophysical Research* 90, 2380-2390.

Lerdau, M., Guenther, A. and Monson, R. 1997. "Plant production and emission of volatile organic compounds." *Bioscience* 47(6), 373-383.

Lerdau, M., Keller, M. 1997. "Controls on isoprene emission from trees in a subtropical dry forest." *Plant, Cell and Environment* 20, 569-578.

Lopez, A., Barthomeuf, M., Huertas, M., 1989. Simulation of chemical processes occurring in an atmospheric boundary layer: influence of light and biogenic hydrocarbons on the formation of oxidants. *Atmospheric Environment* 23, 1465-1478.

Madronich, S., 1993. UV radiation in the natural and perturbed atmosphere. In: Tevini, M. (Ed.) *Environmental Effects of Ultra-Violet Radiation*. Lewis Publ., Boca Raton, pp. 17-69.

Ministry of Defence, Climatic data for Greece 1974-2001

Ministry of Defence, Hellenic Weather Service.

Monson, R. K. and Fall, R. 1989. "Isoprene emission from aspen leaves - influence of environmental and relation to photosynthesis and photorespiration." *Plant Physiology* 90(1), 267-274.

Monson, R. K., Harley, P. C., Litvak, M. E., Wildermuth, M., Guenther, A. B., Zimmerman, P. R. and Fall, R. 1994. "Environmental and developmental controls over the seasonal pattern of isoprene emission from aspen leaves." *Oecologia* 99, 260-270.

National Research Council, 1991. "Rethinking the ozone problem in urban and regional air pollution." National Academy Press, Washington, DC, 500pp.

Pegoraro, E., Abrell, L., van Haren, J., Barron-Gafford, G., Grieve, K.A., Malhi, Y., Murthy, R., Lin, G. 2005. "The effect of elevated atmospheric CO₂ and drought on sources and sinks of isoprene in a temperate and tropical rainforest mesocosm." *Global Change Biology* 11, 1234-1246.

Petron, G., Harley, P., Greenberg, J. and Guenther, A. 2001. "Seasonal temperature variations influence isoprene emission." *Geophysical Research Letters* 28(9), 1707-1710.

Pierce, T., Lamb, B., van Meter, A., 1990 Development of a biogenic emissions inventory system for regional scale air pollution models, 83rd Air and Waste Management Association Annual Meeting, Pittsburgh, PA.

Pierce, T., Waldruil, P., 1991. PC-BEIS: a personal computer version of the biogenic emissions inventory system. *Journal of Air and Waste Management Association* 41, 937-941.

Robeson, S. M. and Willmott, C. J., 1996. Spherical spatial interpolation and terrestrial air temperature variability. In *GIS and modeling: progress and research issues*, ed. M. F. Goodchild, L. T. Steyaert, B. O. Parks, C. Johnston, D. Maidment, M. Crane, and S. Glendinnin, pp. 111-115. Fort Collins, CO: GIS World Books.

Serca, D., Guenther, A., Klinger, L., Vierling, L., Harley, P., Druilhet, A., Greenberg, J., Baker, B., Baugh, W., Bouka-Biona, C. and Loemba-Ndembu, J. 2001. "EXPRESSO flux measurements at upland and lowland Congo tropical forest site." *Tellus* 53B, 220-234.

Seufert, G., Bartzis, J., Bomboi, T., Ciccioli, P., Cieslik, S., Dlugi, R., Foster, P., Hewitt, C.N., Kesselmeier, J., Kotzias, D., Lenz, R., Manes, F., Perez Pastor, R., Steinbrecher, R., Torres, L., Valentini, R., Versino, B., 1997. An overview of the Castelporziano experiments. *Atmospheric Environment* 31 (SI), 5-17.

Sharkey, T. D., Loreto, F. and Delwiche, C. F. 1991. "High carbon dioxide and sun/shade effects on isoprene emission from oak and aspen tree leaves." *Plant, and Cell and Environment* 14, 333-338.

Sharkey, T.D., Loreto, F. 1993. "Water stress, temperature, and light effects on the capacity for isoprene emission and photosynthesis of kudzu leaves." *Oecologia* 95, 328-333.

Sharkey, T.D., Singaas, E.L., Lerda, M.T., Geron, C.D. 1999. "Weather effects on isoprene emission capacity and applications in emissions algorithms." *Ecological Applications* 9(4), 1132-1137.

Simeonidis, P., Sanida, G., Ziomas, I., Kourtidis, K., 1999. "An estimation of the spatial and temporal distribution of biogenic non-methane hydrocarbon emissions in Greece", *Atmospheric Environment*, Volume 33, Issue 23, Pages 3791-3801

Simpson, D., 1994 Biogenic VOC emissions in Europe. Part I: Emissions and uncertainties. EMEP/MSC-W. 3800 P. Simeonidis et al. / *Atmospheric Environment* 33 (1999) 3791-3801

Singh, H., Zimmerman, P., 1992. Atmospheric distribution and sources of nonmethane hydrocarbons. In: Nriagu, J.O. (Ed.) *Gaseous Pollutants: Characterization and Cycling*. Wiley, New York, pp. 177-235.

Stein, M. L., 1999. *Interpolation of Spatial Data: Some theory for kriging.*, Springer Series in Statistics.

Tingey, D. T., Manning, M., Grothaus, L. C. and Burns, W. F. 1979. "Influence of light and temperature on isoprene emissions from live oak." *Physiologia Plantarum* 47, 112-118.

Tingey, D., 1981. The effect of environmental factors on the emissions of biogenic hydrocarbons from live oak and slash pine. *Atmospheric Biogenic Hydrocarbons* 1, 53 -72.

Tsiligiridis G. and P. Pistikopoulos, 1995: "Biogenic NMVOC emissions from Attica forests and their influence in the photochemical pollution of the greater Athens region". hoc. of 4th Conf of Environmental Science and Technology, Lesvos, Greece.

Varinou M., O. Kallos, V. Kotroni, and C. Lagouvardos, 1998: "The influence of the lateral boundaries and background concentrations on limited area photochemical model simulations". hoc. of the 5th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, May 1 E-21, Rodos, Greece

Veldt, C., 1988 CORINAIR inventory, Default Emission Factors (VOC without CH) from nature. Commission of the European Community. Versino, B., 1997. Introduction and objectives. Atmospheric Environment 31 (SI), 1-3.

Williams, J., Roberts, J., Fehsenfeld, F., Bertman, S., Buhr, M., Goldman, P., Hubler, G., Kuster, W., Ryerson, T., Trainer, M., Young, V., 1997. Regional ozone from biogenic hydrocarbons deduced from airborne measurements of PAN, PPN, and MPAN. Geophysics Research Letters 24, 1099-1102.

Willmott, C. J., 1984. On the evaluation of model performance in physical geography. In Spatial Statistics and Models, ed. G. L. Gaile, and C. J. Willmott, pp. 443-460.

Yarwood, G., Wilson, G., Emery, C., Guenther, A. "Development of the GloBEIS – A State of the Science Biogenics Emissions Modeling System." Final Report to the Texas Natural Resource Conservation Commission, 12100 Park 35 Circle, Austin, Texas 78753, 1999.

Zhang, S.H., Shaw, M., Seinfeld, J.H., Flagan, R.C., 1992. Photochemical aerosol formation from a-pinene and b-pinene. Journal of Geophysical Research 97, 20 717-20 729.

Ziomas, I., Tzoumaka, P., Balis, D., Melas, D., Asimakopoulos, D., Sanida, G., Simeonidis, P., Kioutsoukis I., Zerefos, C., 1997 Numerical study of regional air pollution transport and photochemistry in Greece. XXII ITM Meeting, June 2}6, Clermont Ferrand, France.

Παράρτημα Α

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ –ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ