



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
75% ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
25% ΕΘΝΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ



ΠΑΙΔΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ  
2<sup>ο</sup> Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
Εκπαίδευσης και Αρχικής  
Επαγγελματικής Κατάρτισης

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΠΜΣ “ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”**



**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΔΑΣΩΣΗΣ ΣΤΑ  
ΕΛΑΦΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ: Η  
περίπτωση του οροπεδίου του Αίπους στη νήσο Χίο»**

**ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ (141/200506)**

**Π. ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ  
(Επίκουρος Καθηγητής Τμήμα Περιβάλλοντος  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου)**

**Μυτιλήνη Οκτώβριος 2006**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η έρευνα αυτή ήταν ένα φανταστικό ταξίδι στη φύση, στο εργαστήριο και στη γνώση γενικότερα, που συνέβαλλε στην ενίσχυση αξιών όπως η πειθαρχία, η υπομονή και η επιμονή.

Ευχαριστώ τους εργαζόμενους της Φιλοδασικής Ένωσης Χίου που με βοήθησαν κατά τη μεταφορά μου στους δασικούς πυρήνες αναγέννησης χωρίς να έχουν καμμία υποχρέωση.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα το Δάσκαλο Π. Δημητρακόπουλο για τις γνώσεις που μου προσέφερε απλόχερα και τους δρόμους που μου «έδειξε» καθώς και για την υπομονή του.

Τέλος, ευχαριστώ το όρος Αίπος για το κάλλος και τις γνώσεις που μου προσέφερε.



## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΜΕΡΟΣ Α.</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>4</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Β.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b>	<b>4</b>
<b>Β.1.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ</b>	<b>8</b>
<b>Β.2.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΣΤΑ ΤΡΟΠΙΚΑ</b>	<b>8</b>
<b>Β.3.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΣΕ ΧΕΡΣΑΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>8</b>
<b>Β.3.1.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ</b>	<b>10</b>
<b>Β.3.2.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ ΣΕ ΦΥΤΕΙΑ</b>	<b>11</b>
<b>Β.3.3.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΦΥΤΕΙΑ</b>	<b>12</b>
<b>Β.3.4.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>13</b>
<b>Β.3.5.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>14</b>
<b>Β.3.6.</b>	<b>ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ</b>	<b>15</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Γ.</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>18</b>
<b>Γ.1.</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΟΥΣ ΑΠΟΥΣ</b>	<b>18</b>
<b>Γ.1.1.</b>	<b>ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>18</b>
<b>Γ.1.2.</b>	<b>ΚΛΙΜΑ</b>	<b>19</b>
<b>Γ.1.3.</b>	<b>ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	<b>20</b>
<b>Γ.2.</b>	<b>ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ</b>	<b>21</b>
<b>Γ.3.</b>	<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ</b>	<b>22</b>
<b>Γ.4.</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ</b>	<b>23</b>
<b>Γ.5.</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ</b>	<b>25</b>
<b>Γ.5.1.</b>	<b>ΠΡΟΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ</b>	<b>25</b>
<b>Γ.5.2.</b>	<b>ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	<b>27</b>
<b>Γ.5.3.</b>	<b>ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΥΓΡΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ</b>	<b>27</b>
<b>Γ.5.4.</b>	<b>ΑΝΑΦΟΡΑ &amp; ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ</b>	<b>28</b>
<b>Γ.5.5.</b>	<b>ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ</b>	<b>28</b>
<b>Γ.5.6.</b>	<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	<b>28</b>
<b>Γ.5.7.</b>	<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</b>	<b>29</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Δ.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>30</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Ε.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ &amp; ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>43</b>
<b>ΜΕΡΟΣ ΣΤ.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>48</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Ζ.</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>49</b>
<b>ΜΕΡΟΣ Ζ.1.</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. «Στατιστικές Αναλύσεις από λογισμικό SPSS 13.»</b>	<b>49</b>

## ΜΕΡΟΣ Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πλαίσιο των προβλεπόμενων κλιματικών αλλαγών, η μεταβολή των αποθεμάτων άνθρακα του εδάφους αποτελεί μια από τις σημαντικότερες μεταβλητές που καθορίζουν τις συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> των οικοσυστημάτων (IPCC, 2000). Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι αλλαγές στις χρήσεις γης επηρεάζουν τα αποθέματα αυτά θεωρείται ως ένα από τα κύρια ερευνητικά αντικείμενα της σχέσης ανθρώπινων δραστηριοτήτων και κύκλου του άνθρακα (Guo & Gifford, 2002). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διαπιστωθεί εάν και σε ποιο βαθμό η αναδάσωση με κωνοφόρα επηρεάζει τις συγκεντρώσεις του εδαφικού οργανικού άνθρακα σε χαμηλής παραγωγικότητας Μεσογειακά οικοσυστήματα. Στην ουσία εξετάζεται αν η μετατροπή ενός έντονα βοσκημένου φρυγανικού συστήματος σε δάσος κωνοφόρων επηρεάζει θετικά ή αρνητικά τα επίπεδα των συγκεντρώσεων του εδαφικού οργανικού άνθρακα.

## ΜΕΡΟΣ Β. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η ανάγκη ακριβούς μέτρησης του άνθρακα, που είναι αποθηκευμένος στα δάση, είναι ολοένα και μεγαλύτερη. Ο καλύτερος δείκτης για τη συσσώρευση του οργανικού άνθρακα στα δάση είναι το έδαφος διότι στα οικοσυστήματα το ποσό άνθρακα είναι συνήθως μεγαλύτερο στο έδαφος απ' ό,τι στην υπέργεια βλάστηση (Jenny H., 1941).

Ο λόγος είναι η εξεύρεση τρόπων μείωσης των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα (Kauppi P., Sedjo R., 2001; Brown S., et al., 1996). Επίσης σημαντικός λόγος είναι η υποχρέωση απέναντι στο UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) καθώς και η ανάγκη για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Κιότο. Συγκεκριμένα τα άρθρα 3.3. και 3.4. του πρωτοκόλλου του Κιότο ζητούν να υπολογιστεί το ποσό άνθρακα που αποθηκεύεται στις διαφορετικές ομάδες των δασικών οικοσυστημάτων των βιομηχανικών χωρών.

Σειρά επιστημονικών ερευνών έδειξαν πως η μέση θερμοκρασία έχει αυξηθεί περίπου 0,5 βαθμούς Κελσίου κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα (Jones et al., 1998). Αυτή η αλλαγή συσχετίζεται με την αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου (Mann et al., 1998). Σημαντικό δε είναι πως η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα έχει αυξηθεί από 295 ppm σε περισσότερα από 360 ppm κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα (Keeling & Whorf, 1998).

Οι αλλαγές στη θερμοκρασία και στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται σε αλλαγές στη δασική κάλυψη λαμβάνουν χώρα σε επίπεδο πλανήτη και έχουν αρνητικές συνέπειες (Houghton R.A., 1999 & Houghton R.A., et al., 2001). Η πυρκαγιά και η βόσκηση είναι κοινί παράγοντες διαταραχής με συνέπεια την αφαίρεση της υπέργειας βιομάζας (Knapp and Seastedt, 1986; Eisele et al., 1989). Τα δάση γενικώς επηρεάζονται από φυσικά και κυρίως από ανθρωπογενή αίτια, όπως η υλοτομία, οι μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές, οι μετατροπές δασών σε γεωργικές εκτάσεις κλπ.

Όλες αυτές οι διαταραχές / μετατροπές μειώνουν τα αποθέματα άνθρακα στη βιόσφαιρα και συμβάλλουν στην αύξηση των συγκεντρώσεων του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα τη γενικότερη «διαταραχή» του βιολογικού κύκλου του άνθρακα (βλ. Σχήμα 1).

Από την άλλη, η αλλαγή των χρήσεων γης προς την κατεύθυνση της αύξησης της δασικής κάλυψης (είτε φυσικά μέσω της διαδοχής, είτε με αναδάσωσης) ενδέχεται να αυξήσει τα αποθέματα C στο χερσαίο τμήμα (βλ. Σχήμα 2.). Όταν γίνεται μετατροπή στις χρήσεις γης, από γεωργικές εκτάσεις σε δασικές τότε το έδαφος αποκτά ξανά την ιδιότητα της συσσώρευσης του εδαφικού οργανικού άνθρακα (Post W.M. & Kwon K.C.).

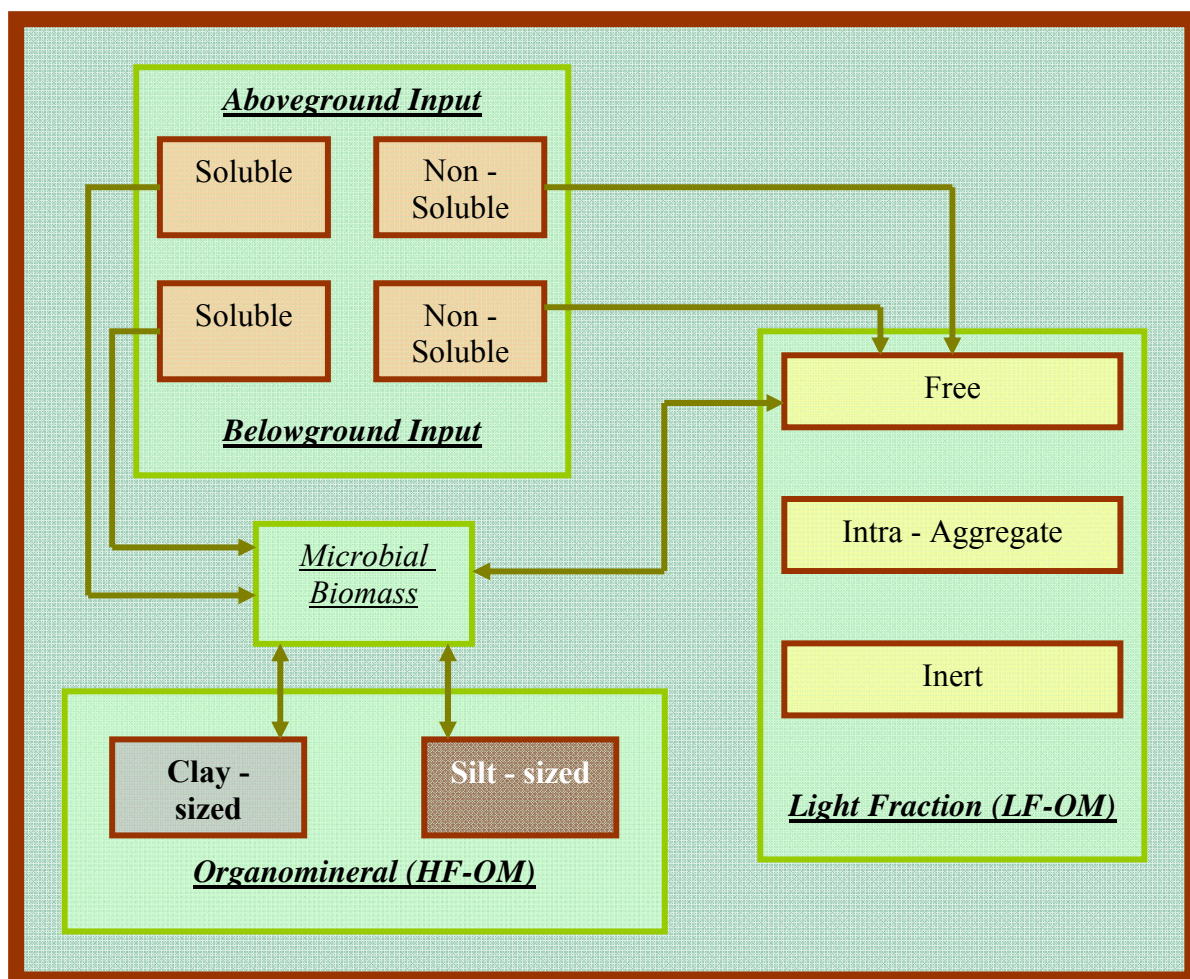
Συγκεκριμένα, η καλλιέργεια των φυσικών εδαφών προκαλεί μια απότομη μείωση του οργανικού εδαφικού άνθρακα κατά τη διάρκεια των πρώτων ετών της καλλιέργειας η οποία απώλεια όμως σταθεροποιείται όταν το οικοσύστημα φθάσει σε μια νέα κατάσταση (Buyanosky et al., 1987; Sotomayor and Rice, 1999; Lal, 2002).

Γενικότερα η καλλιέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στις διακυμάνσεις του εδαφικού οργανικού φορτίου. Η καλλιέργεια των εδαφών μπορεί να αλλάξει τη διανομή και μορφή του άνθρακα στη χουμική επιφάνεια και στο υπέδαφος (Ajwa et al., 1998). Επίσης, η καλλιέργεια μεταφέρει τον εδαφικό οργανικό άνθρακα στο υπέδαφος και αλλάζει τις εδαφολογικές ιδιότητες καθώς και την ποιότητα του εδάφους (McCarty et al., 1998) προκαλώντας έτσι μειώσεις του συνολικού οργανικού άνθρακα και της μικροβιακής βιομάζας (Groffman et al., 1993).

Τέλος, η αύξηση στην ατμοσφαιρική συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα αυξάνει τη σημασία της απομάκρυνσης άνθρακα από το χώμα. Η εδαφική οργανική ουσία είναι ένα από τα σημαντικότερα συστατικά του εδάφους (Paustian et al., 1997; Lal et al., 1998). Η ποσοτικοποίηση της απομάκρυνσης του οργανικού άνθρακα είναι αναγκαία για τη μέτρηση των καθαρών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης η απομάκρυνση οργανικού άνθρακα είναι σημαντικός παράγοντας στο οργανικό απόθεμα σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Η φυλλόπτωση από δένδρα-φυτά αποτελεί τη μεγαλύτερη φυσική εισροή οργανικού άνθρακα και θρεπτικών ουσιών για το έδαφος. Σύμφωνα με Liu et al., 2004 Μεγαλύτερη φυλλόπτωση παρατηρείται στα κωνοφόρα, στη Βόρεια ζώνη της Ευρασίας (Liu C., et al., 2004). Η μεγάλη φυλλόπτωση αυξάνει το προς αποσύνθεση υλικό και σε συνάρτηση με την εξατμισοδιαπνοή των φυτών-δένδρων μειώνεται η απομάκρυνση του εδαφικού οργανικού άνθρακα (βλ. Σχήμα 3&4).

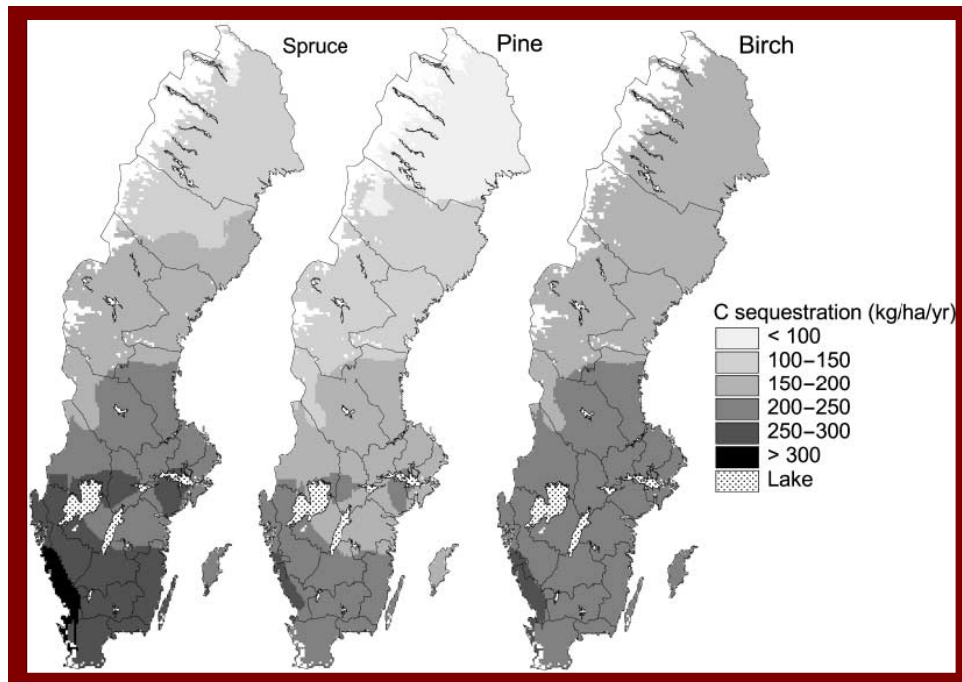
Στο μέλλον οι μετρήσεις οργανικού άνθρακα θα είναι δυνατόν να γίνονται με αρκετά μεγάλη ακρίβεια με τη βοήθεια μεθόδων τηλεπισκόπησης (Brown S., 2002).



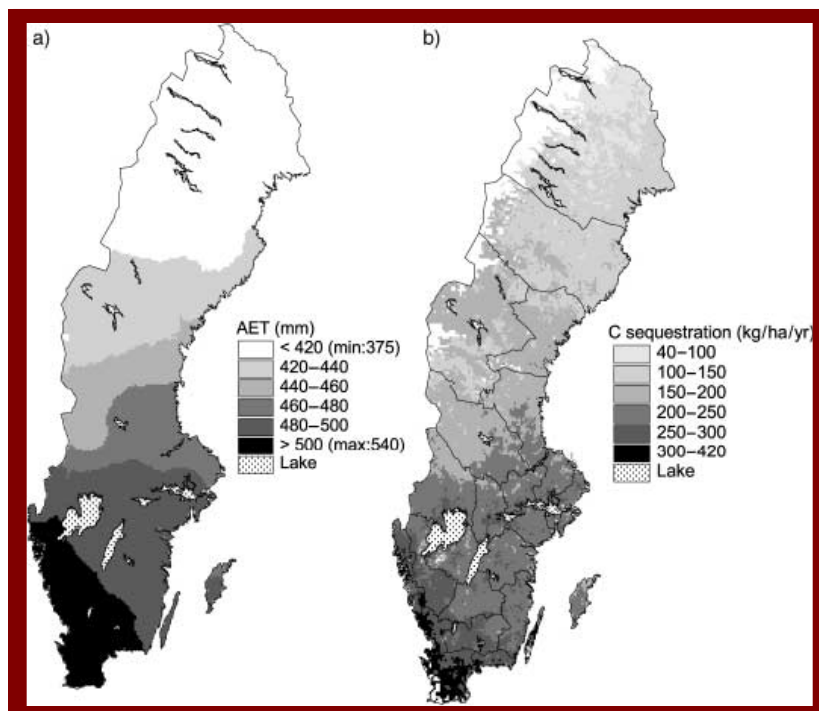
Σχήμα -1- Ανοργανοποίηση και μεταφορά της οργανικής ουσίας στο έδαφος (Christensen, 1996).



Σχήμα -2- Ποσοστιαία Μεταβολή της αποσύνθεσης σε σχέση με το χρόνο (χρόνια) (Berg et al., 2001)



**Σχήμα -3-** Οπτικοποίηση της απομάκρυνσης του εδαφικού άνθρακα στη Σουηδία σε τρεις υποπεριπτώσεις φυτοκάλυψης (Ερυθρελάτης, Πεύκου και Σημύδας) (C. Akselsson et al., 2005)



**Σχήμα -4-** Συσχέτιση Εξατμισοδιαπνοής με απομάκρυνση οργανικού εδαφικού άνθρακα ((AET (Annual Actual evapotranspiration) Εξατμισοδιαπνοή)) (Thorntwaite C.W., & Mather J.R., 1957)

#### B.1. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Οι αλλαγές στις χρήσεις γης μπορούν να προκαλέσουν αλλαγή στην επιφάνεια του εδάφους και κατά συνέπεια αλλαγή στα αποθέματα άνθρακα. Η αλλαγή από ένα οικοσύστημα σε άλλο, μπορεί να γίνει είτε με φυσικό τρόπο, είτε υπό την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα, όπως για παράδειγμα για την παραγωγή τροφής ή ξυλείας. Κάθε τύπος εδάφους έχει μια φέρουσα ικανότητα για τον άνθρακα. Για παράδειγμα, μια ισορροπημένη σύσταση άνθρακα εξαρτάται από τον τύπο της βλάστησης, από τον υετό και τη θερμοκρασία. Η ισορροπία στα αποθέματα άνθρακα είναι το αποτέλεσμα της εξισορρόπησης μεταξύ των εισροών και των εκροών. Αυτή η εξισορρόπηση, διαταράσσεται από τις αλλαγές στις χρήσεις γης, μέχρις ότου επιτευχθεί σταδιακά μια νέα ισορροπία, στο νέο οικοσύστημα. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, το έδαφος μπορεί να λειτουργεί είτε ως πηγή είτε ως αποδέκτης άνθρακα σύμφωνα με την αναλογία μεταξύ των εισροών και των εκροών (Paustian et al., 1998).

## **B.2. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΣΤΑ ΤΡΟΠΙΚΑ**

Οι απώλειες άνθρακα από τη βιομάζα και τα εδάφη λόγω της μετατροπής των φυσικών οικοσυστημάτων σε οικοσυστήματα για γεωργική χρήση στους τροπικούς, είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εισροής CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, μετά την καύση των ορυκτών καυσίμων (Lindwall, 1999). Η πλειοψηφία αυτών των απωλειών, προέρχεται από τη μεταφορά των αποθεμάτων άνθρακα της ξυλώδους βιομάζας προς την ατμόσφαιρα, τα οποία μπορούν να επαναδεσμευτούν με την επαναδημιουργία των δασών.

Ο εδαφικός οργανικός άνθρακας, μειώνεται κι αυτός από την αποψίλωση της φυσικής βλάστησης για την ανάπτυξη καλλιεργειών, λόγω των συνδυασμένων επιδράσεων των αυξημένων ρυθμών της αποσύνθεσης με την καλλιέργεια και σε κάποιες περιπτώσεις λόγω των μειωμένων ποσών φυτικών καταλοίπων που επιστρέφουν στο έδαφος.

## **B.3. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΣΕ ΧΕΡΣΑΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Σε πλανητικό επίπεδο, οι υπολογισμοί των απωλειών άνθρακα που οφείλονται σε αλλαγή των χρήσεων γης, δείχνουν ότι ο εδαφικός άνθρακας συνεισφέρει 20–40% στο σύνολο. Εάν γίνει σύγκριση με τον άνθρακα στη χερσαία βιομάζα, οι ποσότητες που χάνονται από το έδαφος είναι αβέβαιες και επηρεάζονται περισσότερο από επόμενη διαχείριση.

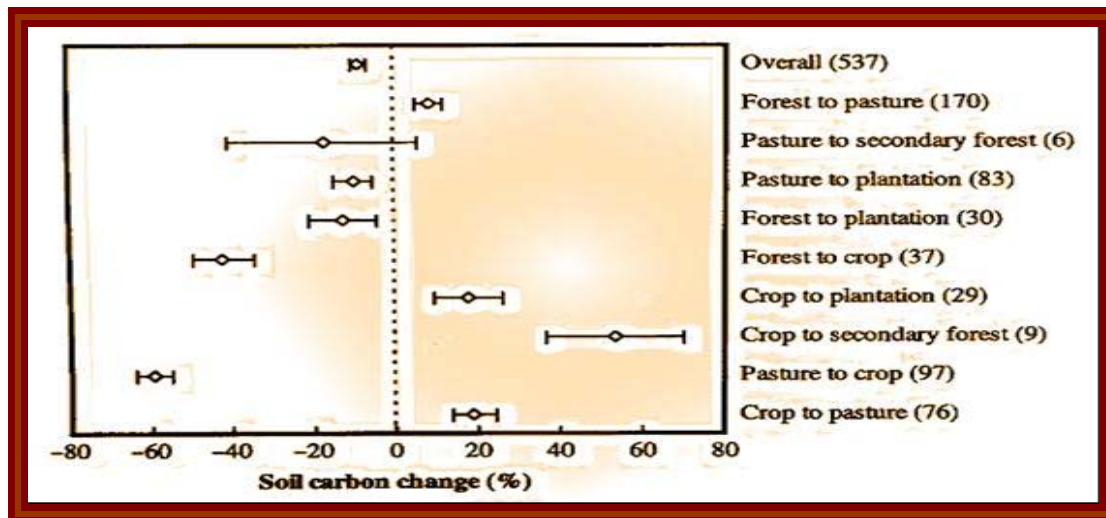
Μια νέα πρόκληση στο γενικό πλαίσιο της μείωσης της κλιματικής αλλαγής είναι η διαχείριση των χερσαίων οικοσυστημάτων έτσι ώστε να διατηρήσουν τα υπάρχοντα αποθέματα άνθρακα και να επαναδεσμεύσουν τον άνθρακα της ατμόσφαιρας, προσθέτοντάς τον στα αποθέματα.

Παρακάτω αναλύονται οι επιπτώσεις των μετατροπών χρήσεως της γης στη συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα του εδάφους.

Ένας γενικός μέσος όρος για κάποιες από τις κατηγορίες των αλλαγών στις χρήσεις γης δείχνει ότι αυτές οι αλλαγές μειώνουν τα αποθέματα του εδαφικού άνθρακα κατά 9%. Ωστόσο, αυτό δε συμβαίνει για όλες τις κατηγορίες. Παρατηρείται σημαντική αύξηση του εδαφικού αποθέματος μετά τη μετατροπή από δάσος σε βοσκότοπο (8%), από καλλιέργειες σε φυτείες (18%), από καλλιέργειες σε δευτερογενή<sup>1</sup> δάση (53%), καθώς και από καλλιέργειες σε βοσκότοπο (19%). Ο εδαφικός άνθρακας μειώνεται μετά τη μετατροπή από βοσκότοπο σε φυτεία (10%), από δάσος σε φυτεία (13%) και ιδιαίτερα μετά τη μετατροπή από δάσος και βοσκότοπο σε καλλιέργεια (42% και 59%, αντίστοιχα). Το υψηλότερο ποσοστό απώλειας εδαφικού άνθρακα υπάρχει μετά από μετατροπή βοσκότοπου σε



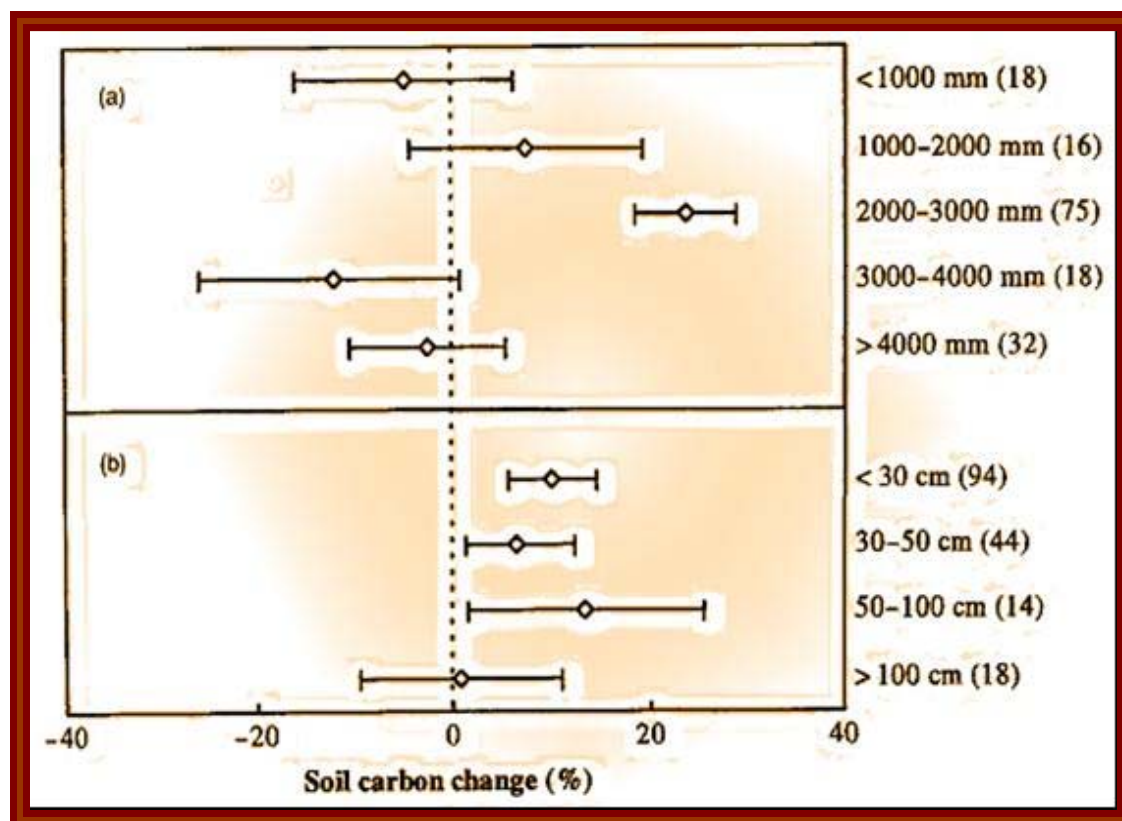
καλλιέργεια. Γενικότερα, η όποια αλλαγή στη χρήση γης μειώνει τον εδαφικό άνθρακα, η αντίστροφη αυξάνει το ποσοστό του.



**Σχήμα -5-** Μεταβολή του εδαφικού άνθρακα (%) ως αποτέλεσμα των αλλαγών στις χρήσεις γης (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

### B.3.1. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ

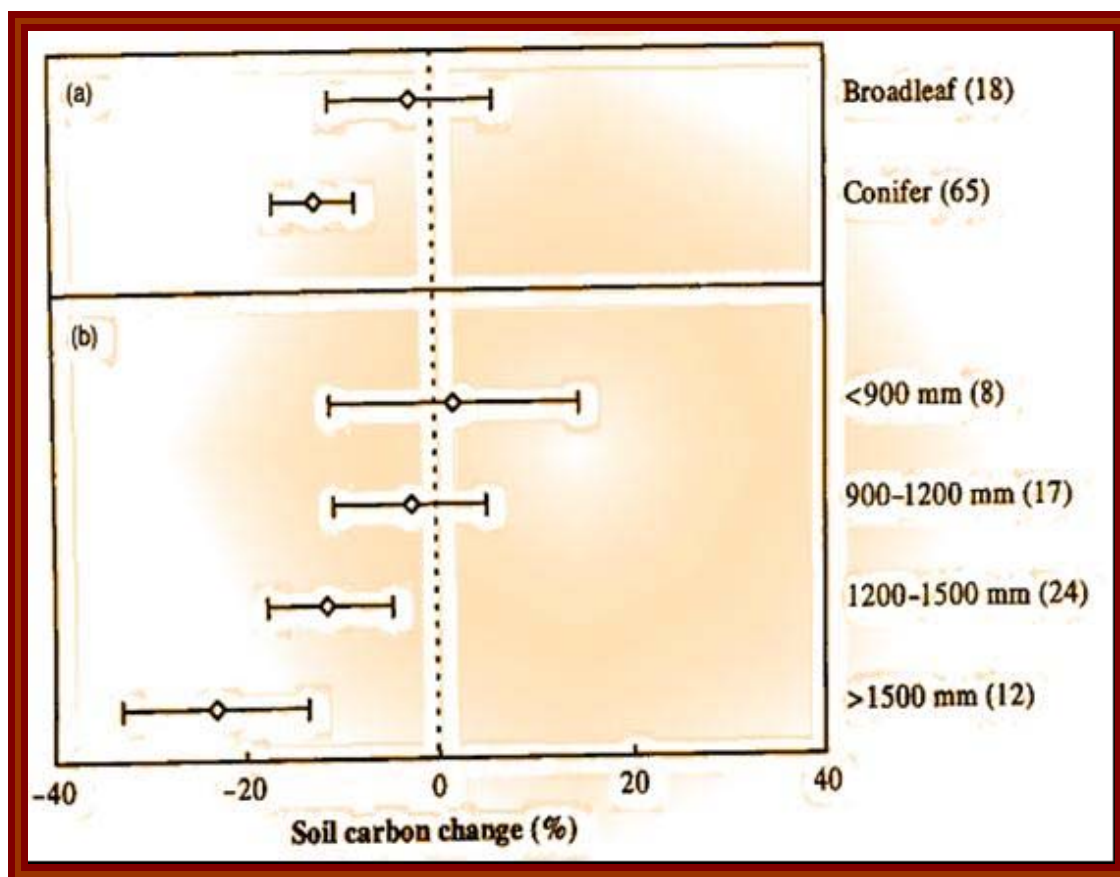
Εκτός από την επίδραση που προκαλείται λόγω της αλλαγής στη χρήση της γης, σημαντικό ρόλο στην αλλαγή των αποθεμάτων εδαφικού άνθρακα διαδραματίζουν η βροχόπτωση και το βάθος από το οποίο λαμβάνεται το εδαφικό δείγμα. Αλλαγή σε περιοχές με βροχόπτωση 2000-3000 mm απομονώνουν σημαντικά μεγαλύτερα αποθέματα εδαφικού άνθρακα (24%). Αυτό όμως δε συμβαίνει σε περιοχές με ασθενέστερο ή ισχυρότερο ρυθμό βροχόπτωσης. Επίσης, ο εδαφικός άνθρακας αυξάνεται 7-13% εάν το βάθος του εδαφικού δείγματος είναι μικρότερο από 100 cm, ενώ δεν παρατηρείται αλλαγή σε μεγαλύτερο βάθος από αυτά τα εκατοστά.



**Σχήμα -6-** Τα αποτελέσματα της κατακρήμνισης (a) και του βάθους του εδαφικού δείγματος (b) στον εδαφικό άνθρακα μετά την μετατροπή της γης από δάσος σε βοσκότοπο (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

### B.3.2. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ ΣΕ ΦΥΤΕΙΑ

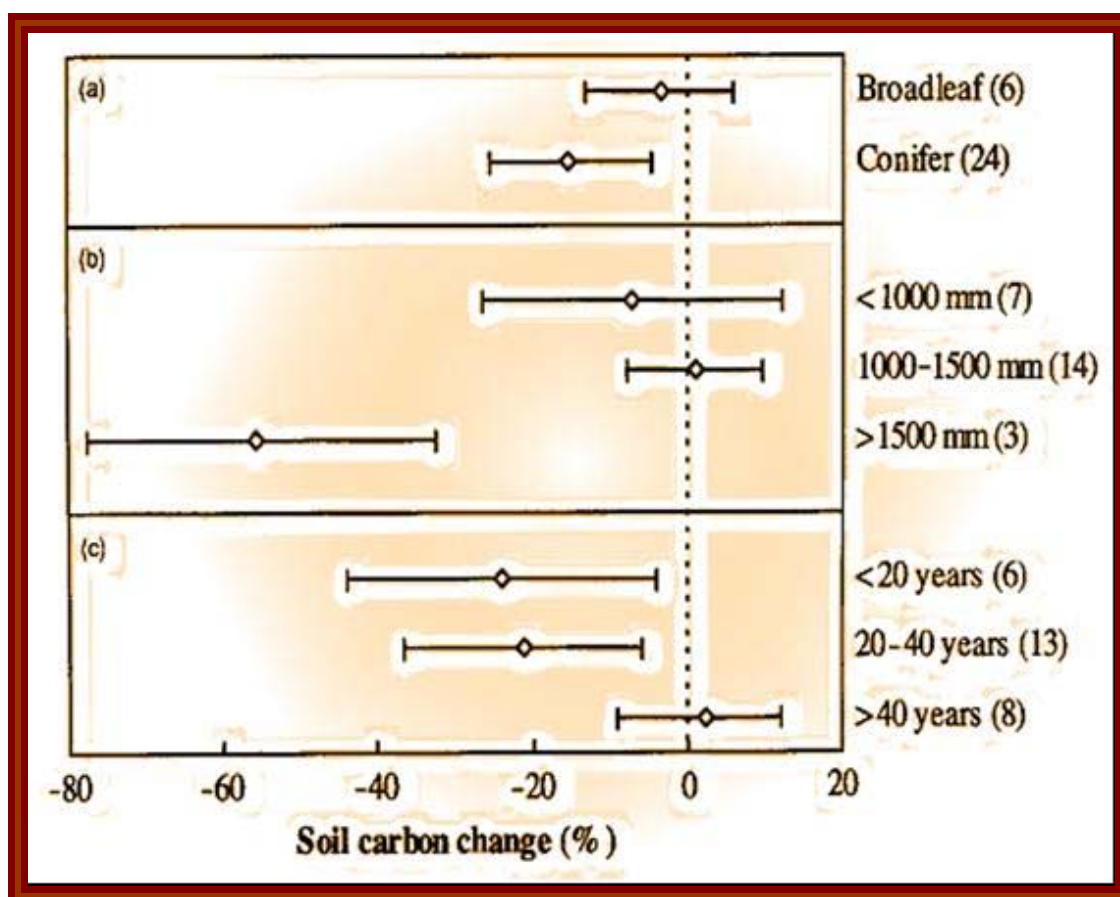
Τα είδη των δέντρων και ο βαθμός κατακρήμνισης είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τον εδαφικό άνθρακα σε αυτή τη μετατροπή. Η αλλαγή αυτή έχει μικρές επιδράσεις στα εδαφικά αποθέματα άνθρακα σε περιοχές με ασθενείς βροχοπτώσεις (<1200 mm) αλλά προκαλεί σημαντική μείωση των αποθεμάτων σε περιοχές ισχυρών βροχοπτώσεων και ειδικότερα σε περιοχές με κατακρήμνιση μεγαλύτερη των 1500 mm.



**Σχήμα -7-** Οι επίδραση των ειδών των δέντρων (a) και της κατακρήμνισης (b) στον εδαφικό άνθρακα μετά τη μετατροπή από βοσκότοπο σε φυτεία (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

### B.3.3. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΦΥΤΕΙΑ

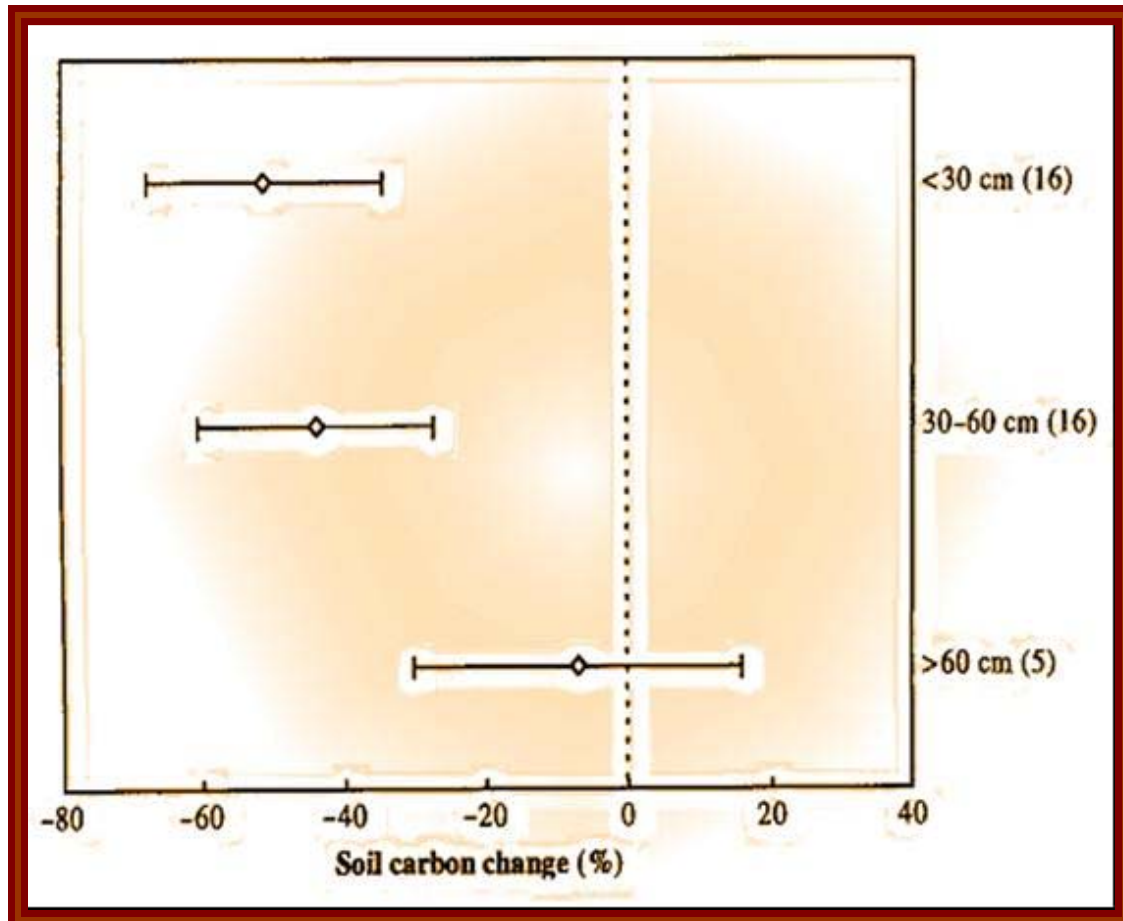
Όπως και στην παραπάνω μετατροπή, τα είδη των δέντρων και η κατακρήμνιση έχουν επιρροή στον άνθρακα του εδάφους μετά την εγκατάσταση φυτείας σε περιοχή που προηγουμένως ήταν φυσικό δάσος. Η φύτευση πλατύφυλλων δέντρων έχει μικρή επίδραση στον εδαφικό άνθρακα σε αντίθεση με τη φύτευση κωνοφόρων δέντρων που μειώνουν τον άνθρακα κατά 15%. Ο εδαφικός άνθρακας αποδεσμεύεται μόνο στις περιοχές εκείνες που έχουν κατακρήμνιση μεγαλύτερη από 1500 mm μετά τη μετατροπή από δάσος σε φυτεία. Εκτός από τα είδη των δέντρων και την κατακρήμνιση, ένας σημαντικός παράγοντας επιρροής στα αποθέματα είναι και η ηλικία της φυτείας. Τα αποθέματα μειώνονται περίπου κατά 20% όταν η φυτεία είναι μικρότερη από σαράντα έτη. Ωστόσο, ο άνθρακας επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα όταν η φυτεία είναι μεγαλύτερη των σαράντα ετών.



**Σχήμα -8-** Η επίδραση των ειδών των δέντρων (a), της κατακρήμνισης (b) και της ηλικίας (c) στον εδαφικό άνθρακα μετά τη μετατροπή από δάσος σε φυτεία (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

#### B.3.4. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΑΣΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

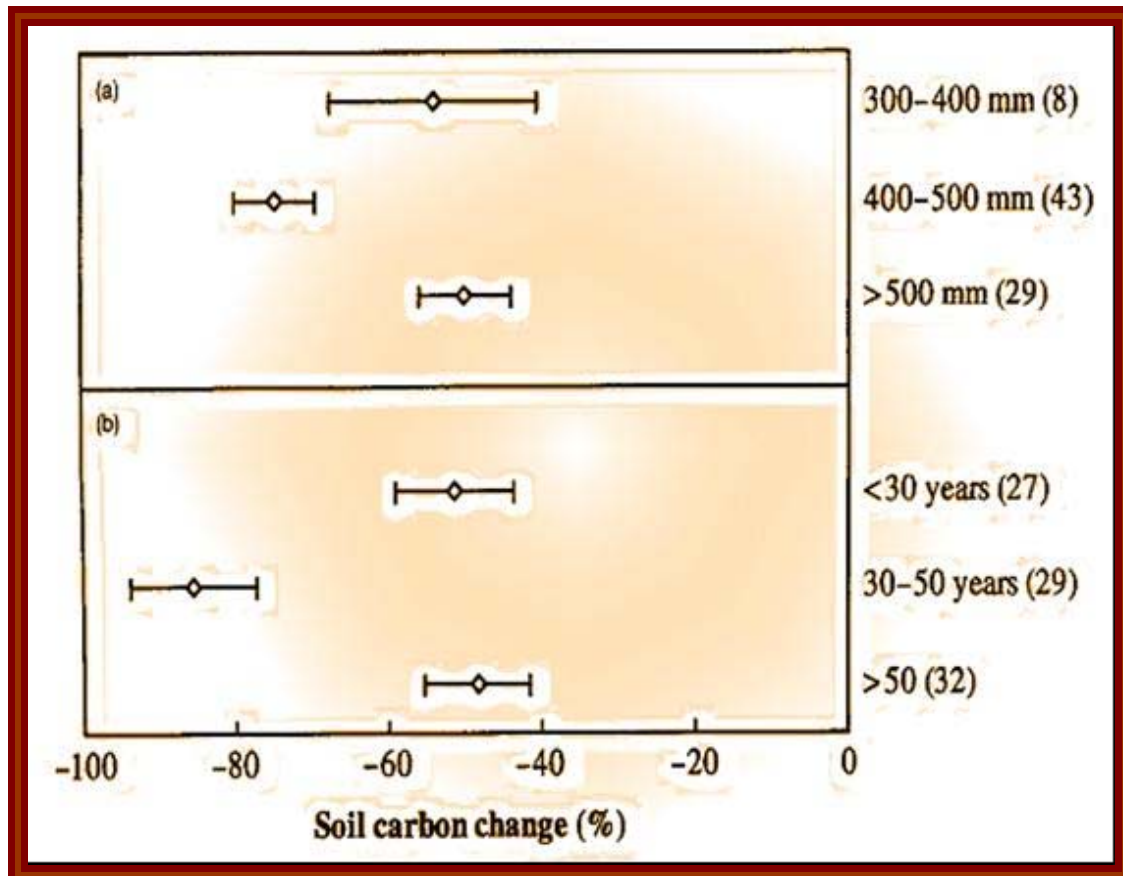
Ο πιο καθοριστικός παράγοντας στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το βάθος που λαμβάνεται το εδαφικό δείγμα. Τα αποθέματα μειώνονται κατά 50% περίπου όταν το βάθος είναι μικρότερο των εξήντα εκατοστών, ενώ δεν υπάρχει αλλαγή όταν αυτό είναι μεγαλύτερο των εξήντα εκατοστών.



**Σχήμα -9-** Η επίδραση του βάθους λήψης του εδαφικού δείγματος στον εδαφικό άνθρακα μετά τη μετατροπή από δάσος σε καλλιέργεια (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

### B.3.5. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

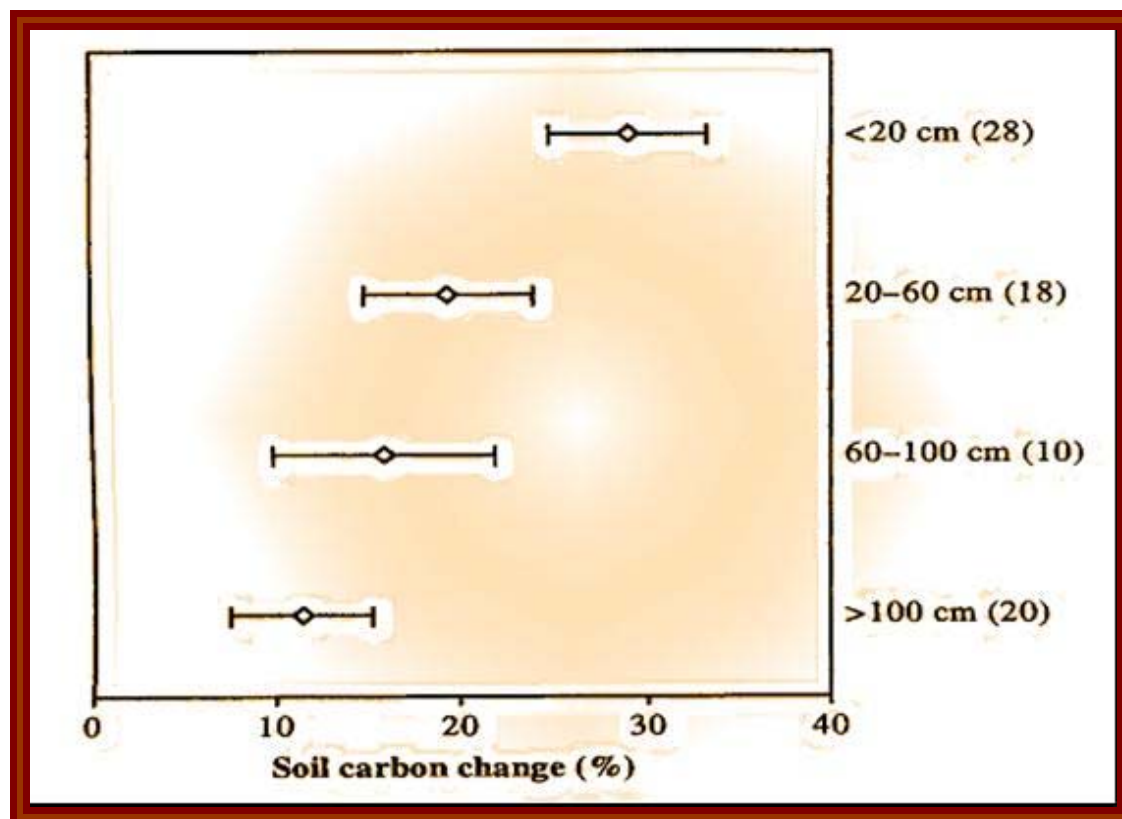
Στην προκειμένη περίπτωση, επίδραση στα εδαφικά αποθέματα άνθρακα έχουν μόνο η κατακρήμνιση και η ηλικία. Η αλλαγή αυτή πάντα μειώνει τα αποθέματα κατά 50% ή και περισσότερο. Εντούτοις, οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται σε περιοχές με κατακρημνίσεις 400-500 mm. Επίσης, το μέγεθος των απωλειών παίρνει τη μέγιστη τιμή σε τριάντα με πενήντα χρόνια μετά τη μετατροπή, με ποσοστό 85%.



**Σχήμα -10-** Η επίδραση της κατακρήμνισης (a) και της ηλικίας (b) στον εδαφικό άνθρακα μετά τη μετατροπή από βοσκότοπο σε καλλιέργεια (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

### B.3.6. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟ

Το βάθος που λαμβάνεται το εδαφικό δείγμα είναι ο παράγοντας που επηρεάζει το βαθμό αύξησης των αποθεμάτων. Σε αυτή την περίπτωση, όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος, τόσο μικρότερη είναι η απομόνωση του εδαφικού άνθρακα. Αυτό δείχνει, ότι το πάνω μέρος του εδάφους είναι πιο ενεργό στην απομόνωση άνθρακα από την ατμόσφαιρα, μετά την αλλαγή χρήσης γης. Ωστόσο, ο βοσκότοπος προκαλεί σημαντική απομόνωση άνθρακα κάτω από εκατό εκατοστά βάθος.



**Σχήμα -11-** Η επίδραση του βάθους λήψης του εδαφικού δείγματος στον εδαφικό άνθρακα μετά τη μετατροπή καλλιέργειας σε βοσκότοπο (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των παρατηρήσεων της μελέτης, (Guo and Gifford, 2002).

Όταν ένα δάσος μετατρέπεται σε βοσκότοπο, χάνεται σημαντικό μέρος του άνθρακα της επιφανειακής βλάστησης. Δεν είναι απαραίτητο όμως, να υπάρξει μείωση και στον εδαφικό οργανικό άνθρακα (Post and Kwon, 2000). Οι βοσκότοποι διατηρούν μεγάλα αποθέματα οργανικού άνθρακα και με συστήματα διαχείρισης του εδάφους μπορούν να αποθηκεύουν άνθρακα σε ίσες ποσότητες με τα δάση. Ο Stevenson (1982) έδειξε ότι η σύσταση της οργανικής ύλης στο έδαφος των βοσκοτόπων είναι σημαντικά υψηλότερη από το έδαφος δασών, με την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν σταθεροί. Ως εκ τούτου, τα αποθέματα του εδαφικού άνθρακα μπορούν να είναι μεγαλύτερα σε φυσικούς βοσκότοπους απ' ότι σε φυσικά δάση. Οι βοσκότοποι διατηρούν συνεχώς ένα στρώμα βλάστησης στο έδαφός τους, μειώνουν τη θερμοκρασία του εδάφους, ενώ κάποιες φορές έχουν υψηλή παραγωγικότητα και ρυθμό ανακύκλωσης που συμβάλλουν στην προσθήκη οργανικής ύλης, ειδικότερα από κάτω προς τα πάνω, στο έδαφος. Εξαιτίας του γεγονότος, ότι οι βοσκότοποι σε γενικές γραμμές δεν καλλιεργούνται, οι απώλειες άνθρακα στα εδάφη τους, συνήθως είναι μικρότερες από 25% του τελικού άνθρακα που περιέχεται στα πρώτα εκατό

εκατοστά στα δάση. Εν αντιθέσει, αποτελέσματα ερευνών δείχνουν, ότι τα αποθέματα εδαφικού άνθρακα αυξάνονται κατά μέσο όρο 8% με αυτή τη μετατροπή.

Κατά τις μετατροπές από βοσκότοπο ή δάσος σε φυτεία, η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα του εδάφους στις φυτείες δέντρων επηρεάζεται από τα είδη, καθώς κάποια παράγουν και συσσωρεύουν περισσότερη φυτική οργανική ύλη ή ρίζες από άλλα και κατά συνέπεια αυτές οι διαφορετικές αναλογίες παραγωγής οργανικής ύλης επηρεάζουν προοδευτικά τον εδαφικό οργανικό άνθρακα. Η φύτευση κωνοφόρων δέντρων σε βοσκότοπο ή δάσος μειώνει σημαντικά τα αποθέματα άνθρακα. Αντίθετα, η φύτευση πλατύφυλλων δέντρων έχει μικρές επιδράσεις στον εδαφικό άνθρακα. Η αποθήκευση άνθρακα σε έδαφος δάσους επηρεάζεται εκτός από τον τύπο του δάσους (φυλλοβόλα, αειθαλή) και από την ποιότητα της θέσης του. Κάθε τύπος έχει διαφορετική στρατηγική κατανομής του στοιχείου, η οποία καταλήγει σε διαφορετική διάταξη, αναλογία, ποιότητα και ποσότητα εισροών οργανικού άνθρακα στο έδαφος. Η διαφορά ανάμεσα στα κωνοφόρα και πλατύφυλλα δέντρα μπορεί να σχετίζεται με την ξεχωριστή στρατηγική τους να συσσωρεύουν αφομοιωμένο άνθρακα κάτω από το έδαφος. Η βιομάζα των ριζών και η ανακύκλωση των αποθεμάτων είναι ίσως πιο καθοριστικοί παράγοντες για την αφομοίωση του εδαφικού οργανικού άνθρακα στα δάση από ότι είναι η εισροή φυτικής οργανικής ύλης, τουλάχιστον για μικρά χρονικά διαστήματα. Παράλληλα με τα πλατύφυλλα δέντρα, τα είδη που είναι ικανά να δεσμεύουν άζωτο μπορεί να απομονώνουν περισσότερο εδαφικό άνθρακα από άλλα είδη, γεγονός που οφείλεται στη συμπληρωματική εισροή αζώτου. Επίσης, ο εμπλουτισμός του εδάφους με λιπάσματα κατά τη διάρκεια ή μετά τη μετατροπή από βοσκότοπο ή δάσος σε φυτεία δε φαίνεται να έχει σημαντικά αποτελέσματα στον εδαφικό άνθρακα. Το ίδιο συμβαίνει και κατά τη μετατροπή από άλλο οικοσύστημα σε βοσκότοπο. Ως εκ τούτου, τα λιπάσματα ή η εγκατάσταση ειδών, ικανών να δεσμεύουν άζωτο, μπορούν να αυξήσουν την παραγωγή βιομάζας σε μια φυτεία και ενδεχομένως την εισροή άνθρακα στο έδαφος αλλά μπορεί επίσης να εντείνουν την αποσύνθεση. Η εφαρμογή λιπασμάτων μπορεί να μειώσει την κατανομή του άνθρακα κάτω από το έδαφος. Αυτοί είναι κάποιοι από τους λόγους που απαντούν στο ερώτημα γιατί τα λιπάσματα δεν αυξάνουν απαραίτητα τα αποθέματα άνθρακα. Τέλος, τα εδαφικά αποθέματα άνθρακα σε φυτεία, μπορούν να αποκατασταθούν στα αρχικά επίπεδα φυσικού δάσους αλλά αυτό απαιτεί τουλάχιστον σαράντα χρόνια.

Κατά τις μετατροπές από δάσος ή βοσκότοπο σε καλλιέργεια υπάρχουν σημαντικές απώλειες άνθρακα. Ο Houghton (1995) έδειξε ότι η εκμετάλλευση δασών για γεωργική χρήση προκαλεί αποδέσμευση άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτός ο άνθρακας, παραμένει αρχικά στα δέντρα και στην υπόλοιπη βλάστηση και έπειτα απελευθερώνεται μέσω της καύσης ή της αποσύνθεσης των παραπάνω. Ακόμα και αν η παραγωγικότητα της νέας γεωργικής γης είναι τόσο υψηλή όσο ήταν στο δάσος, είναι μικρό το ποσοστό από την παραγωγή της καλλιέργειας που αφομοιώνεται ως φυτική οργανική ύλη. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής θερίζεται και συνεπώς καταναλώνεται. Το ποσοστό μείωσης του εδαφικού άνθρακα είναι λίγο υψηλότερο στις καλλιέργειες από ότι είναι στα δάση. Η διαδικασία των μετατροπών αυτών καθώς και η μετέπειτα διαχείρισή τους, μειώνουν τις εισροές άνθρακα από τη φυτική οργανική ύλη και αυξάνουν τις εκροές του μέσω της διάσπασης της εδαφικής οργανικής ουσίας. Οι κύριοι παράγοντες είναι το βάθος του εδαφικού δείγματος και η κατακρήμνιση. Ένας τρίτος παράγοντας είναι ο χρόνος. Μεγαλύτερες απώλειες άνθρακα, παρατηρούνται τριάντα με πενήντα χρόνια μετά τη μετατροπή από ότι παρατηρούνται σε λιγότερο από τριάντα χρόνια ή σε περισσότερα από πενήντα. Ο «σταθερός» άνθρακας μπορεί να παίζει κάποιο ρόλο σε αυτή την επίδραση του χρόνου. Το συγκριτικά σταθερό μέρος του εδαφικού άνθρακα από προηγούμενη χρήση γης (βοσκότοπος) θα έπρεπε να απελευθερώνεται σταδιακά. Το μέρος όμως από την τρέχουσα χρήση της γης (καλλιέργεια) μπορεί να αφομοιώνεται σταδιακά με χαμηλότερο ρυθμό. Επομένως, η ισορροπία στο σύστημα θα μπορούσε να επιτευχθεί μόνο μετά από πενήντα έτη.



Η μετατροπή από καλλιέργεια σε βοσκότοπο απομονώνει ένα σημαντικό μέρος του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Η διαδικασία αυτή όμως, δεν μπορεί να αποκαταστήσει πλήρως το ποσό άνθρακα που χάθηκε από το έδαφος προς άλλες κατευθύνσεις κατά τη διάρκεια της μετατροπής. Αυτό συμβαίνει μόνο στα δευτερογενή δάση, όπου βασικό ρόλο παίζει η ηλικία. Για παράδειγμα, οι Brown και Lugo (1990) βρήκαν ότι υπάρχει ένα γενικό πρότυπο αύξησης των αποθεμάτων του εδαφικού άνθρακα με την αύξηση της ηλικίας των δευτερογενών δασών. Το γηραιότερο δευτερογενές δάσος (περίπου πενήντα ετών) έχει περίπου την ίδια σύσταση άνθρακα με ένα ανεπτυγμένο δάσος στην υποτροπική ζώνη. Επίσης, η έλλειψη διαταραχής του εδάφους κατά τη διάρκεια της μετατροπής και η πολυώροφη δομή πάνω και πιθανότατα και κάτω από το έδαφος, θα μπορούσαν επίσης να διαδραματίζουν κάποιο ρόλο. Οι Post και Kwon (2000) έδειξαν ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες και διαδικασίες που καθορίζουν την κατεύθυνση και το ρυθμό αλλαγής της οργανικής ουσίας, όταν αλλάζουν οι πρακτικές διαχείρισης του εδάφους και της βλάστησης. Κάποιοι που θα μπορούσαν να είναι σημαντικοί για την αύξηση του εδαφικού οργανικού άνθρακα περιλαμβάνουν: α) αύξηση του ρυθμού εισροών της οργανικής ύλης, β) αλλαγή της ικανότητας αποσύνθεσης των εισροών οργανικής ύλης που αυξάνουν τα μέρη του οργανικού άνθρακα, γ) τοποθέτηση της οργανικής ύλης βαθύτερα στο έδαφος, είτε άμεσα με την αύξηση των εισροών στο κάτω μέρος του εδάφους, είτε έμμεσα με την αύξηση της ανάμιξης της επιφάνειας από οργανισμούς του εδάφους και δ) αύξηση της φυσικής προστασίας είτε μέσω ενδοσυσσωματωμάτων είτε μέσω οργανομεταλλικών συμπλόκων.

Οι κύριες υποθέσεις που βγαίνουν συμπερασματικά από τα παραπάνω, όσον αφορά τις αλλαγές στα αποθέματα του εδαφικού άνθρακα με βάση μετατροπές στις χρήσεις γης είναι οι εξής:

- i. Μετά τη μετατροπή φυσικού δάσους σε βοσκότοπο, τα αποθέματα του εδαφικού άνθρακα, ως επί το πλείστον, δε μειώνονται αλλά τείνουν να αυξάνονται σε περιοχές που λαμβάνουν  $2000-3000 \text{ mm year}^{-1}$  ετήσια κατακρήμνιση.
- ii. Όταν εγκατεστημένοι βοσκότοποι μετατρέπονται σε δάση, τα εδαφικά αποθέματα άνθρακα παραμένουν ανεπηρέαστα, είτε με την εγκατάσταση πλατύφυλλων δέντρων, είτε με τη φυσική αναγέννηση δευτερογενούς δάσους.
- iii. Όταν βοσκότοποι μετατρέπονται σε φυτείες, η εγκατάσταση κωνοφόρων δέντρων μειώνει σημαντικά τα αποθέματα άνθρακα.
- iv. Όταν φυσικά δάση μετατρέπονται σε φυτείες, ο εδαφικός άνθρακας δεν επηρεάζεται από την εγκατάσταση πλατύφυλλων δέντρων σε περιοχές μικρής βροχόπτωσης, αλλά μειώνεται όταν το ύψος της βροχής υπερβαίνει τα  $1500 \text{ mm year}^{-1}$ .
- v. Όταν φυσικά δάση μετατρέπονται σε καλλιέργειες, ο άνθρακας επηρεάζεται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, αλλά δε δέχεται επιδράσεις σε μεγαλύτερα βάθη.
- vi. Όταν καλλιέργειες επανέρχονται σε δάση, τα αποθέματα άνθρακα ανακτώνται.
- vii. Όταν καλλιέργειες τοποθετούνται πάνω σε βοσκότοπους, ο άνθρακας αυξάνεται σε βάθη μικρότερα των εκατό εκατοστών, αλλά αυτή η ασήμαντη αύξηση ελαττώνεται με το βάθος.

## ΜΕΡΟΣ Γ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Γ.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΡΟΥΣ ΑΪΠΟΥΣ

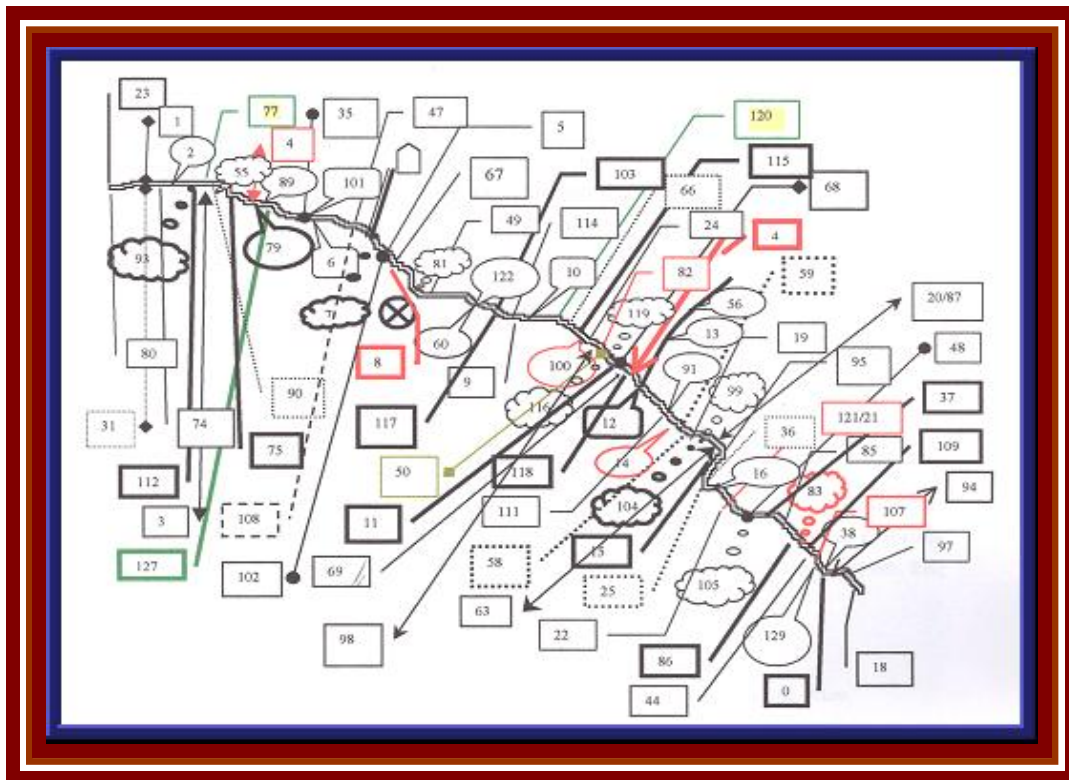
#### Γ.1.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε στο νησί της Χίου και συγκεκριμένα στο όρος «**Αΐπος**». Πριν από το 1955 και μέχρι το 1955, το όρος είχε καταστραφεί βλαστητικά από επαναλαμβανόμενες πυρκαγιές. Από το 1955 και ύστερα, ακολούθησαν συνεχόμενες αναδασώσεις, Πεύκης, με πρώτη απ' όλες, αυτή της φιλοδασικής ένωσης Χίου (Φ.Ε.Χ.) με την έμπνευση της ιδέας καθώς και χρηματοδότησης αυτής του εφοπλιστή Δημητρίου Ι. Χανδρή (Νιζάμη Μ., 2003).

Ο πρώτος πυρήνας έγινε κατά τη διάρκεια της περιόδου 1955-1965, στο 10 ° χιλιόμετρο της οδού Χίου – Βολισσού, με αρχική έκταση 130 στρέμματα. Προς τιμήν του χρηματοδότη του ονομάστηκε από τη ΦΕΧ «Άλσος Ευγενίας Ι. Χανδρή». Ο δεύτερος πυρήνας δημιουργήθηκε το 1978, στο 18 ° χιλιόμετρο της ίδιας οδού. Στα έτη που ακολούθησαν δημιουργήθηκαν κι άλλοι πυρήνες, οι περισσότεροι από αυτούς μεταξύ των δυο πρώτων. Μέχρι το 2003, ανάμεσα στον πρώτο και δεύτερο πυρήνα, είχαν δημιουργηθεί ενενήντα δασικοί πυρήνες στο σύνολό τους, με την έκτασή τους να υπερβαίνει τα 650 στρέμματα (Εικόνα 2). Εντούτοις, είναι λίγοι οι πυρήνες που είναι διασκορπισμένοι σε άλλες περιοχές, όπως στις Γιαννάκι, Διευχά, Άγιος Ισίδωρος, Θόλος, Γρού, Ανάβατος, Νέα Μονή, Μιλιγκάς, Άγιος Θωμάς (Συκούσης) και Καρδάμυλα.

Η δενδροφύτευση των πυρήνων έγινε στις περισσότερες περιπτώσεις από μέλη της Φιλοδασικής Ένωσης, η οποία και έπαιξε καθοριστικό ρόλο με τη χρηματοδότησή της από ιδιώτες και συλλόγους, για την κάλυψη εξόδων, που αφορούσαν στην περίφραξη των πυρήνων ή στην τοποθέτηση πινακίδων που αναγράφουν τον αύξοντα αριθμό του πυρήνα και την ονομασία του δωρητή του.

Η ευρύτερη περιοχή του οροπεδίου του Αΐπους χρησιμοποιείται για βόσκηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται απαραίτητη η περίφραξη των πυρήνων, έτσι ώστε να προστατεύονται τα δενδρύλλια. Σχεδόν σε όλους τους πυρήνες, η περίφραξη έχει επισκευαστεί πολλές φορές, είτε λόγω της φθοράς της παλιάς από φυσικά αίτια ή ζώα με πρόσθετο πλέγμα, είτε με σκοπό την ανύψωσή της. Ακολουθεί το κλάδεμα των δέντρων που βρίσκονται κοντά στην περίφραξη. Στους νεότερους πυρήνες, για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος από τα κοπάδια των ζώων, τα δέντρα φυτεύονται σε ελάχιστη απόσταση τριών μέτρων από τα όρια της περίφραξης. Έχουν παρατηρηθεί περιστατικά καταπάτησης από βοσκούς οι οποίοι παραβίασαν το πλέγμα ή ακόμα και την πόρτα εισόδου στην περιφραγμένη περιοχή και οδήγησαν τα κοπάδια τους στο εσωτερικό των πυρήνων. Σε τουλάχιστον δώδεκα καταγεγραμμένες περιπτώσεις, τα δενδρύλλια καταστράφηκαν τελείως από την εισβολή των ζώων και χρειάστηκε η επαναφύτευση του πυρήνα.



Σχήμα -12- Θέσεις των Δασικών Πυρήνων, στο Όρος Αίπος της νήσου «Χίος»

### Γ.1.2. ΚΛΙΜΑ

Η Χίος βρίσκεται ανάμεσα στις ισόθερμες  $18^{\circ}\text{C} - 18,5^{\circ}\text{C}$  (Μαριόπουλος 1982). Από τις ισόθερμες των μέσων θερμοκρασιών του Ιανουαρίου περνά η ισόθερμος των  $10^{\circ}\text{C}$  και από τις αντίστοιχες του Ιουλίου των  $26^{\circ}\text{C}$  (Μαυρομάτης, 1980).

Η ετήσια πορεία της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα παρουσιάζει ελάχιστο το μήνα Φεβρουάριο ( $9,7^{\circ}\text{C}$ ) και μέγιστο το μήνα Ιούλιο ( $26,2^{\circ}\text{C}$ ). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι  $17,2^{\circ}\text{C}$ , η απολύτως μέγιστη θερμοκρασία σημειώθηκε κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο ( $39^{\circ}\text{C}$ ), και η απολύτως ελάχιστη τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο ( $-4^{\circ}\text{C}$ ). Η σχετική υγρασία του αέρα παρουσιάζει ελάχιστο το μήνα Ιούλιο ( $56,7\%$ ), και μέγιστο το Νοέμβριο ( $73,4\%$ ). Η μέση τιμή της σχετικής υγρασίας του έτους είναι  $66,82\%$  (Κουτσίδου Ε., 1995).

Η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα στη Χίο είναι  $9,7^{\circ}\text{C}$  και μόνο το  $0,6\%$  των ωρών το χρόνο παρατηρούνται θερμοκρασίες κάτω από  $0^{\circ}\text{C}$ , το ετήσιο ύψος βροχής είναι  $569\text{ mm}$  και το  $90,56\%$  των βροχών πέφτει το χρονικό διάστημα Νοέμβριος – Απρίλιος. Κατά μέσο όρο το χρονικό διάστημα 1974-1987 παρατηρούνται  $51,1$  ημέρες βροχής. Κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου (κάποιου από τα έτη 1974-1987) μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο έπεσαν στο νησί  $102,5\text{ mm}$  βροχής (Κουτσίδου Ε., 1995).

Οι περισσότερες βροχές πέφτουν το χειμώνα, εποχή που οι μικρές θερμοκρασίες δεν ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών. Έτσι σημαντικό μέρος των βροχοπτώσεων παραμένει αναξιοποίητο. Από τη μέση συνολική βροχόπτωση στη Χίο, το  $80\%$  περίπου ( $455\text{ mm}$ ) πέφτει κυρίως το χειμώνα και το φθινόπωρο και μόνο το  $20\%$  την άνοιξη και το καλοκαίρι. Σύμφωνα με τα δεδομένα των μέσων όρων της χρονικής περιόδου 1974-1987 ο χειμώνας είναι η εποχή με τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις, ακολουθείται από το φθινόπωρο ενώ το

καλοκαίρι είναι η ξηρότερη περίοδος. Οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι ξηρότεροι του έτους με μηδενικά ύψη βροχής. Τον μεγαλύτερο αριθμό ημερών βροχής από όλους τους μήνες παρουσιάζει ο Ιανουάριος (Κουτσίδου Ε., 1995).

Τελικώς, σύμφωνα με την κατάταξη του Thornthwaite (Καρράς 1973), το κλίμα της Χίου χαρακτηρίζεται ως  $c_1sB'_3b'_4$ , όπου τα σύμβολα αντιστοιχούν σε :

- i.  $c_1$  : ξηρό κλίμα που αποκλίνει προς ημίυγρο με δείκτες υγρασίας από -20 έως 0 μέτριο πλεόνασμα ύδατος το χειμώνα
- ii.  $s$  : μέτριο πλεόνασμα ύδατος το χειμώνα
- iii.  $B'_3$  : μεσόθερμος θερμικός τύπος κλίματος (υψηλή δυνητική εξατμισοδιαπνοή, κυμαίνεται μεταξύ 855 και 997 mm
- iv.  $b'_4$  : θερμική καλοκαιρινή δραστηριότητα μεταξύ 48% και 51,9% (επίδραση της θάλασσας)

### Γ.1.3. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Όλες οι περιοχές έχουν εδάφη που χαρακτηρίζονται μέτρια εκτός από τις περιοχές που προστατεύονται από το βόσκηση για 5 και 9 χρόνια, που έχουν βαριά εδάφη. Στα μέτρια εδάφη περιλαμβάνονται τα λεπτά αμμοπηλώδη, τα πηλώδη, τα ιλυοπηλώδη, τα ιλυώδη και τα αμμοαργιλοπηλώδη εδάφη, ενώ στα βαριά περιλαμβάνονται τα αμμοαργιλώδη, τα αργιλώδη, τα ιλυοαργιλώδη, τα ιλυοαργιλοπηλώδη και τα αργιλώδη εδάφη (Κουτσίδου Ε., 1995).

Τα βαριά εδάφη ευνοούν συνήθως περισσότερο την ποώδη βλάστηση. Τα εδάφη με μέση μηχανική σύσταση είναι καλύτερα για τη δασική βλάστηση (Παπαμίχος, 1990). Η παραγωγικότητα ενός τόπου αυξάνεται με την άνοδο του ποσοστού της ιλύος και της αργίλου στο έδαφος σαν αποτέλεσμα της αύξησης των θρεπτικών στοιχείων και της αύξησης της υγρασίας. Αυτό συμβαίνει μέχρι ένα ορισμένο σημείο πέρα από το οποίο η αύξηση της αργίλου δημιουργεί δυσμενείς για τα φυτά συνθήκες στο έδαφος επειδή περιορίζει τον αερισμό (Ralston, 1964).

Γενικά το έδαφος όλων των περιοχών μπορεί να χαρακτηριστεί ότι έχει μέτρια ικανότητα κατακράτησης νερού μια και η περιεκτικότητα σε άργιλο είναι μικρή. Η περιεκτικότητα του εδαφικού δείγματος σε «χονδρά» υλικά πέτρες και χαλίκια μεγαλύτερα από 2 mm μπορούν να επιδράσουν ευμενώς ή δυσμενώς, ανάλογα με τις συνθήκες που εμφανίζονται κάθε φορά (Lutz & Chandler, 194 / Wilde, 1958). Όταν έχουμε περιορισμένες βροχοπτώσεις, το έδαφος υγραίνεται σε μεγαλύτερο βάθος αν περιέχει «χονδρά» υλικά. Το πλεονέκτημα αυτό μειώνεται όταν τα εδάφη είναι αβαθή.

Η δομή του εδάφους των περιοχών που πραγματοποιήθηκε η έρευνα παρουσιάζεται συμπαγής σαν μια συνεχή ομοιόμορφη μάζα (Κουτσίδου Ε., 1995). Οι επιφανειακοί ορίζοντες της περιοχής που βόσκεται καθώς και των περιοχών που έχουν πρόσφατα προστατευτεί εμφανίζονται πιο συμπαγείς από τις περιοχές που προστατεύονται για περισσότερα χρόνια από τη βόσκηση (Κουτσίδου Ε., 1995).

## Γ.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Η επιλογή των, δέκα σε αριθμό, δασικών πυρήνων έγινε κυρίως βάσει της ηλικίας τους. Όπως έχει γνωστό, ο σκοπός της έρευνας ήταν να βρεθεί πως επηρεάζεται ο εδαφικός άνθρακας και η βλάστηση (ποώδης, φρυγανική) από την αναδάσωση. Επομένως, επιλέχθηκαν δασικοί πυρήνες των οποίων η ηλικία να είναι τέτοια ώστε η παρουσία των κωνοφόρων να αποτελεί συστατικό στοιχείο της δομής της βλάστησης των πυρήνων. Το ηλικιακό φάσμα των πυρήνων που επιλέγηκαν κυμαίνεται από δεκατρία (13) (όπου σε αυτή την ηλικία η επίδραση της ανάπτυξης των πεύκων στη δομή της βλάστησης των δασικών πυρήνων είναι αρκετά σημαντική) έως είκοσι οχτώ (28) έτη.

Επίσης ακόμα ένα κριτήριο επιλογής δασικών πυρήνων ήταν οι αβιοτικές συνθήκες αυτών. Δηλαδή, η εστίαση σε πυρήνες με παραπλήσιες αβιοτικές συνθήκες, όπως η κλίση του εδάφους, το ανάγλυφό του, ο προσανατολισμός.

### Γ.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Πίνακας -1- Οι δασικοί πυρήνες της περιοχής έρευνας στο Αίπος.

Ηλικία Δένδρων	α/α	Όνομασία	Εμβαδόν	Έτος Περιφραξης	Έτος φύτευσης
13	108	Δαπάνη του Συλλόγου Μηχ/κών Χίου στη μνήμη Σταύρου Μαστρογιαννάκη Μηχ/κού Ηλεκτρολόγου	2 στρ.	1992	1992
15	97	-	16,9 στρ.	1989	1989
16	103	-	5,6 στρ.	1989	1989
20	68	Στάμους Δ. Φαφαλιού, στη μνήμη Δημητρίου Στ. Φαφαλιού. 1984-1985	9 στρ.	1985	1985
21	59	Στη μνήμη Ανδρέα Γ. Λαϊμού, Εφοπλιστού 1983-1984	13,2 στρ.	1983	1984
23	48	-	8 στρ.	1982	1982
26	14	Στη μνήμη Γεωργίου Καμενάκη	5,6 στρ.	1978	1979
26	19	2 <sup>ος</sup> Ροταριανού Ομίλου Χίου Ιντερνάσιοναλ, 1979-1980	5 στρ.	1979	1979
28	6	1 <sup>ος</sup> Ροταριανού Ομίλου Χίου ΦΕΧ, 1977-1978	2,75 στρ.	1977	1977
28	7	Στη μνήμη Ιωάννη Ν. Παντελούκα, πλοίαρχου Ε.Ν.	7,5 στρ.	1977	1977

#### Γ.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

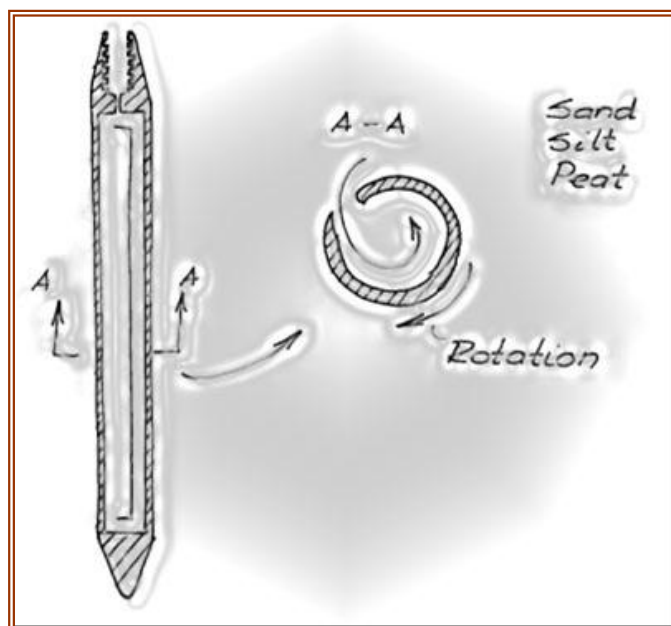
Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη δειγματοληψία είναι τα εξής:

- i. Χάρτης Δασικών Πυρήνων
- ii. Πληροφορίες Δασικών Πυρήνων (Νιζάμη 2003)
- iii. Πυξίδα
- iv. Εδαφικός Δειγματολήπτης
- v. Μεζούρα
- vi. Ψηφιακή Φωτογραφική Μηχανή
- vii. Ακτίνα Ελεύθερου Σχεδίου

Η δειγματοληψία για κάθε δασικό πυρήνα περιελάμβανε τα εξής στάδια :

- i. Λήψη εδαφικών δειγμάτων

Η λήψη ενός εδαφικού δείγματος έγινε με εδαφικό δειγματολήπτη. Η διαδικασία λήψης του εδαφικού δείγματος είναι η εξής: τοποθετείται ο εδαφικός δειγματολήπτης στο έδαφος και στη συνέχεια γίνεται εισχώρηση αυτού, στο έδαφος, σε δέκα εκατοστά (10 cm) βάθος (βάθος το οποίο χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη δειγματοληψία). Εν συνεχεία, ο εδαφικός δειγματολήπτης βγαίνει προς τα έξω περιστροφικά (όπως την παρακάτω εικόνα) και το δείγμα εισάγεται σε δύο θήκες αφού πρώτα μοιραστεί, με ακρίβεια χάρακα, σε 0-5cm και 5-10cm.



### Σχήμα -13- Τρόπος λήψης εδαφικού δείγματος με δειγματολήπτη

Ελήφθησαν έξι δείγματα εντός και έξι εκτός του κάθε δασικού πυρήνα. Από τα έξι εδαφικά δείγματα, τα τέσσερα χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της οργανικής ουσίας και τα υπόλοιπα δύο (2) για τον υπολογισμό της φαινομενικής πυκνότητας του εδάφους. Η φαινομενική πυκνότητα αυτή αναφέρεται στο ξηρό βάρος της μονάδας όγκου του εδάφους, όπως αυτό βρίσκεται στη φυσική του κατάσταση, μαζί δηλαδή με τα διάκενα, και εκφράζεται σε  $\text{g/cm}^3$  (Παπαμίχος, 1985).

ii. Εκτίμηση ύψους πέντε (5) δένδρων εντός του δασικού πυρήνα

Η εκτίμηση ύψους, στον κάθε δασικό πυρήνα, πραγματοποιήθηκε με την ακτίνα ελεύθερου σχεδίου. Με τη μέθοδο αυτή, στέκεται ο ερευνητής σε ένα συγκεκριμένο σημείο, για την εκτίμηση ύψους ενός δένδρου, και με το χέρι κρατάει την ακτίνα και στοχεύει προς το δένδρο και υπολογίζει πόσες ακτίνες είναι το δένδρο. Στο όρος Αίπος η ακτίνα που χρησιμοποιήθηκε είχε μήκος πενήντα (50) cm. Επομένως ένα δένδρο ύψους δέκα (10) m ήταν ίσο με είκοσι (20) ακτίνες. Γενικά η εκτίμηση ύψους με την ακτίνα ελεύθερου σχεδίου βασίζεται στη θεωρία των αναλογιών.

iii. Εκτίμηση της πυκνότητας των κωνοφόρων ανά  $100 \text{ m}^2$  σε κάθε δασικό πυρήνα.

iv. Συλλογή πευκοβελόνων σε επιφάνειες  $400 \text{ cm}^2$  εντός του κάθε δασικού πυρήνα. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, τοποθετήθηκαν σε φούρνο θερμοκρασίας  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  για 48 h και ζυγίστηκαν.

v. Εκτίμηση περιμέτρου πέντε (5) δένδρων εντός του κάθε δασικού πυρήνα

vi. Εκτίμηση της ποσοστιαίας κάλυψης των ποικίλων στρωμάτων / ορόφων της βλάστησης: (α) κωνοφόρα, (β) φρυγανικά είδη, (γ) ποώδη είδη και (δ) στρώμα πευκοβελόνων.

vii. Εκτίμηση κλίσης και προσανατολισμού του Δασικού Πυρήνα

Να σημειωθεί πως οι δειγματοληψίες εντός του κάθε δασικού πυρήνα πραγματοποιήθηκαν στο κέντρο αυτού. Οι δειγματοληψίες εκτός του κάθε δασικού πυρήνα πραγματοποιήθηκαν σε σημεία ίδιας κλίσης με αυτά εντός του δασικού πυρήνα.



## Γ.5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

### Γ.5.1. ΠΡΟΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Τα εδαφικά δείγματα εισήχθησαν προς ξήρανση (εικ. 2) στους 70<sup>0</sup> C. Αφού πρώτα κονιορτοποιήθηκαν με εργαστηριακό γουδί (εικ. 1), στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα χονδρά υλικά, όπως πέτρες (εικ. 3) και ρίζες, και εισήχθησαν σε ειδικά σακουλάκια (εικ. 5) αφού κρατήθηκαν έξω προς ζύγιση (εικ. 4) τα εδαφικά δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της φαινομενικής πυκνότητας.



εικ. -1-

εικ. -2-



εικ. -3-



εικ. -4-



εικ. -5-

## Γ.5.2. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Κάθε χρόνο τα φυτά με τα φυτικά υπολείμματα, εφοδιάζουν το έδαφος με μεγάλες ποσότητες οργανικής ουσίας. Αυτή με την πάροδο του χρόνου και με την επίδραση των μικροοργανισμών του εδάφους αποσυντίθεται. Κατά το στάδιο της αποσύνθεσης σχηματίζονται νέες οργανικές ενώσεις καθώς και  $H^+$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  κ.α. Οι νέες οργανικές ενώσεις σιγά-σιγά, με τη βοήθεια της καθοδικής κίνησης του νερού ενσωματώνονται με το ανόργανο έδαφος, σχηματίζοντας συνήθως με τα κολλοειδή συστατικά του όπως είναι η άργιλος, αργιλοχουμικά σύμπλοκα. Έτσι, βελτιώνονται οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Επειδή η σημασία της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι μεγάλη, ο προσδιορισμός της είναι απαραίτητος και κατέχει σημαντική θέση στη σειρά των χημικών αναλύσεων ενός εδάφους.

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους βασίζεται στη μέτρηση του οργανικού άνθρακα. Οι μέθοδοι προσδιορισμού του οργανικού άνθρακα μπορούν να καταταχθούν σε δύο ομάδες, δηλαδή **α)** σε αυτές που μετατρέπουν τον άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο και προσδιορίζεται με διάφορους τρόπους και **β)** σε αυτές που στηρίζονται στην αναγωγή ενός οξειδωτικού μέσου, όπως είναι το διχρωμικό κάλιο ( $K_2Cr_2O_7$ ) με ταυτόχρονη οξείδωση του άνθρακα της οργανικής ουσίας και προσδιορισμό της ποσότητας του οξειδωτικού μέσου που καταναλώνεται για την οξείδωση αυτή (μέθοδος υγρής οξείδωσης) (Παπαμίχος και Αληφραγκής, 1985).

Η οργανική ουσία του εδάφους υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα με **1,724**. Η τιμή του συντελεστή αυτού, προέρχεται από την παραδοχή ότι η καλά χουμοποιημένη οργανική ουσία του εδάφους περιέχει **58% C**, αν και η τιμή του συντελεστή αυτού εξαρτάται, όπως τονίστηκε παραπάνω, από το βαθμό χουμοποίησης της οργανικής ουσίας. Έτσι, έχουν προταθεί τιμές **1,9** για τους επιφανειακούς ορίζοντες και **2,5** για τους βαθύτερους ορίζοντες ενός εδάφους (Allison, 1955).

Τέλος, υπάρχει μια έμμεση μέθοδος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας του εδάφους. Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην απώλεια βάρους δείγματος εδάφους λόγω καύσης της οργανικής ουσίας. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε μη ασβεστούχα εδάφη γιατί το  $CO_2$  των ανθρακικών αλάτων υπολογίζεται ως οργανική ουσία. Η μέθοδος είναι απλή και γρήγορη αλλά δεν είναι μέθοδος ακριβείας. Συνήθως χρησιμοποιείται όταν το έδαφος έχει μεγάλη ποσότητα οργανικής ουσίας.

## Γ.5.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΥΓΡΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ένα οξειδωτικό υλικό που συνήθως είναι  $K_2Cr_2O_7$  οξειδώνει τον άνθρακα της οργανικής ουσίας που περιέχεται σε ένα έδαφος με συνέπεια αυτό το οξειδωτικό υλικό να ανάγεται. Τέλος, η ποσότητα του μη αναχθέντος  $Cr_2O_7^{2-}$  μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορους τρόπους, είτε ογκομετρικώς με ένα άλλο αναγωγικό διάλυμα ( $FeSO_4$ ), είτε χρωματομετρικώς (Graham, 1948).

**Η οξείδωση του οργανικού άνθρακα γίνεται σύμφωνα με την αντίδραση:**



Επειδή η παραπάνω εξίσωση είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής γίνεται φανερό, ότι εάν το έδαφος περιέχει ουσίες οξειδωτικές όπως είναι τα διάφορα οξείδια του Mn ή αναγωγικές όπως  $Fe^{2+}$ ,  $Cl^-$ , επηρεάζονται τα αποτελέσματα. Στη μεν πρώτη περίπτωση είναι δυνατόν τα

οξειδία του **Mn** παρουσία πυκνού **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** να οξειδώσουν τον **C** της οργανικής ουσίας και κατά συνέπεια ο άνθρακας να υποεκτιμάται, ενώ στη δεύτερη περίπτωση οι αναγωγικές ουσίες όπως **Fe<sup>2+</sup>**, **Cl<sup>-</sup>** οξειδώνονται από τα **Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>** με αποτέλεσμα να υπερεκτιμάται ο άνθρακας.

#### Γ.5.4. ΑΝΑΦΟΡΑ & ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ

**Πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

**Πυκνό H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**

**Διάλυμα K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**, 1N. Παρασκευάζεται με διάλυση 49,036 g ξηρού **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** στους 104 °C, σε 800 ml νερό. Μετά την πλήρη διάλυση ο όγκος του διαλύματος ανάγεται σε 1 lt.

**Διάλυμα FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O**, 0,5N. Παρασκευάζεται με διάλυση 140 g **FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O** σε 800 ml νερό και προσθήκης 15 ml πυκνού **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**<sup>12</sup>. Μετά την ψύξη του διαλύματος γίνεται αναγωγή του όγκου σε 1 lt.

Δείκτης διφαινυλαμίνης 0,5%. Παρασκευάζεται με διάλυση 0,6 g διφαινυλαμίνης σε μίγμα 20 ml νερού και 100 ml πυκνού **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**.

#### Γ.5.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Κονιοποιημένο έδαφος που περιέχει περίπου 0,20 g οργανικού άνθρακα τοποθετείται προσεκτικά σε κωνική φιάλη **Erlenmeyer** των 500 ml. Στην κωνική φιάλη τοποθετούμε με σιφώνιο 10 ml διαλύματος **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** 1N και περιστρέφουμε τη φιάλη ήπια με σκοπό τη διαβροχή του εδάφους. Τέλος, προστίθενται με ογκομετρικό κύλινδρο 20 ml πυκνού **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Μετά την πρόσθεση αυτή ακολουθεί μια νέα ήπια περιστροφική ανακίνηση της κωνικής φιάλης για 1 λεπτό. Περιοδικά και για διάστημα 30 λεπτών περιστρέφουμε ήπια την κωνική φιάλη με σκοπό την όσο το δυνατόν καλύτερη οξείδωση του οργανικού άνθρακα. Μετά την πάροδο αυτών των 30 λεπτών προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 200 ml νερό και 10 ml πυκνό **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**. Η προσθήκη αυτή έχει ως σκοπό να ελαττώσει τη συγκέντρωση των οξέων, αφού η διφαινυλαμίνη δεν μπορεί να δράσει παρουσία ισχυρών οξέων. Μετά την προσθήκη του **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>** προστίθενται 1-2 ml διφαινυλαμίνης και ακολούθως γίνεται η τιτλοδότηση του διαλύματος με **FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O** 0,5N για τον προσδιορισμό των μη αναχθέντων **Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>**. Το τέλος της τιτλοδότησης εντοπίζεται από την αλλαγή του χρώματος του διαλύματος από μπλε σκούρο σε πρασινωπό. Παράλληλα, σε κάθε σειρά δειγμάτων πρέπει να γίνεται και ένας λευκός προσδιορισμός (γίνεται σύμφωνα με τη διαδικασία ανάλυσης, χωρίς να χρησιμοποιούμε εδαφικό δείγμα) για έλεγχο της κανονικότητας των διαλυμάτων.

#### Γ.5.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Εάν A τα ml του **Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** 0,5N που χρησιμοποιήθηκαν στην τιτλοδότηση του λευκού προσδιορισμού, B τα ml του **Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** που χρησιμοποιήθηκαν στην τιτλοδότηση του εδαφικού δείγματος, Γ τα γραμμάρια του εδαφικού δείγματος, f<sub>1</sub> η ποσότητα του άνθρακα που οξειδώνεται από 1 ml κανονικού διαλύματος **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** (0,003 g) και f<sub>2</sub> είναι ο συντελεστής οξείδωσης (όταν δεν χρησιμοποιείται εξωτερική θέρμανση κατά το στάδιο οξείδωσης **f<sub>2</sub> = 1,3** ενώ στην αντίθετη περίπτωση **f<sub>2</sub> = 1,12**), τότε:

$$\text{Οργανικός άνθρακας (\%)} = 10 * (1-B/A) * (f_1 f_2) / \Gamma * 100$$

### Γ.5.7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

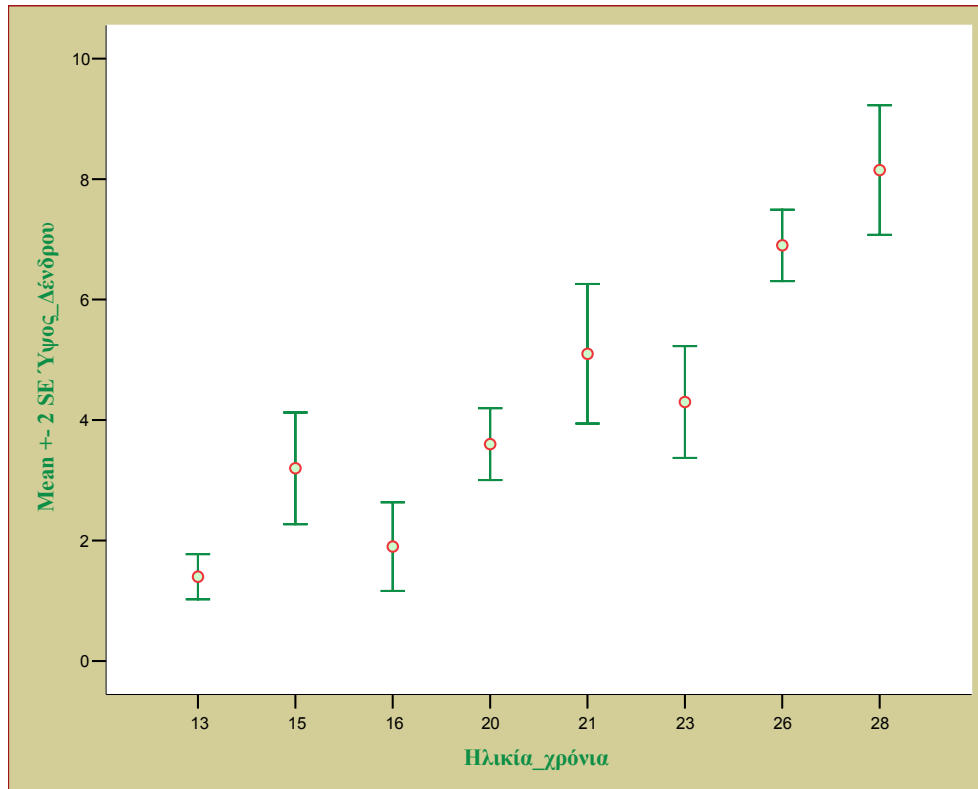
Τα αποθέματα του εδαφικού άνθρακα υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Ct = BD \times C (\%) \times D$$

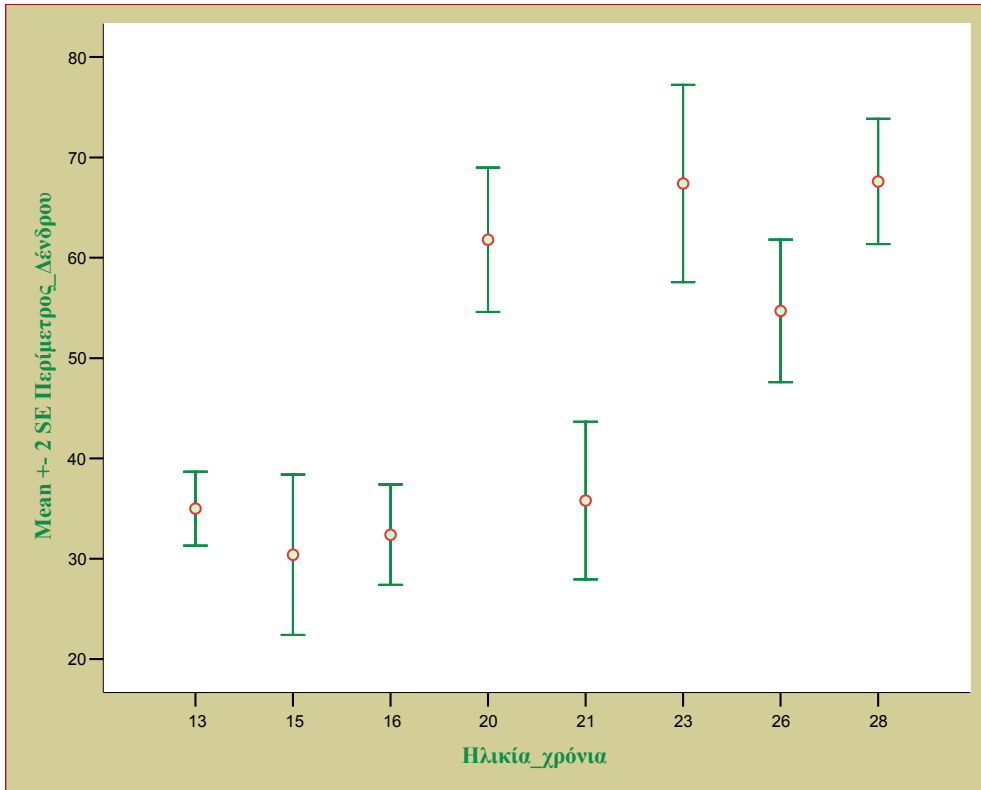
Όπου  $BD$  είναι η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ),  $C$  η συγκέντρωση του εδαφικού άνθρακα (%) και  $D$  το βάθος του εδάφους που έγινε η δειγματοληψία (cm).

## ΜΕΡΟΣ Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

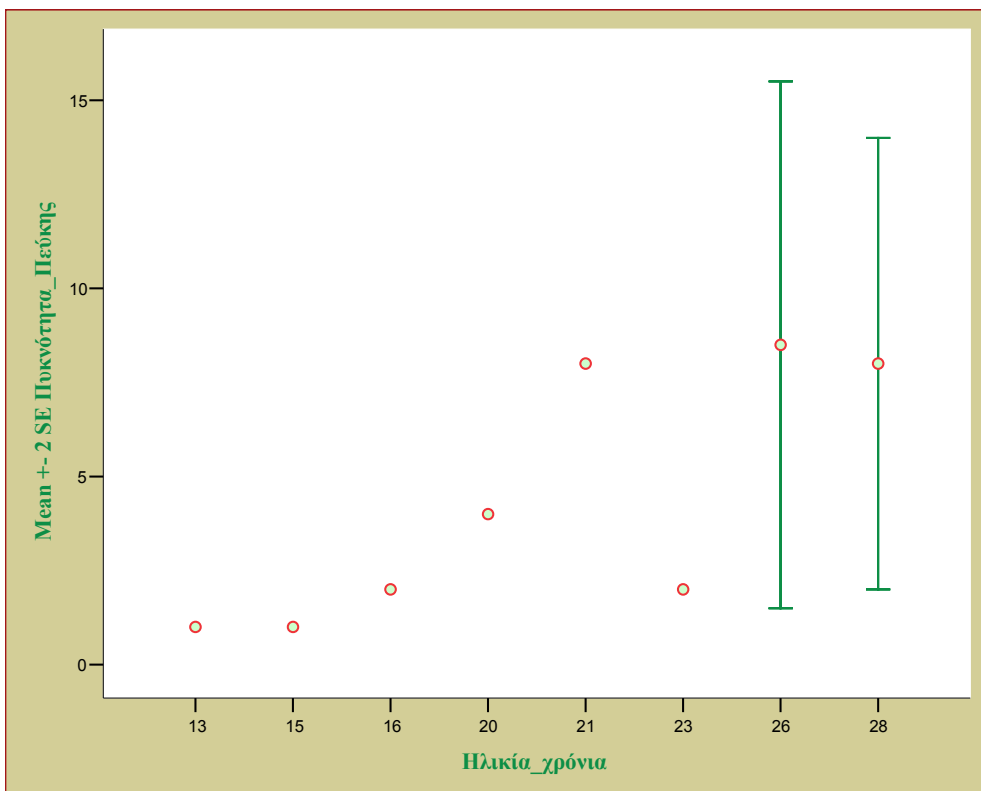
Το ύψος των δένδρων (Σχήμα 14) αυξάνεται με την ηλικία των πυρήνων καθώς και η περίμετρος (Σχήμα 15). Η πυκνότητά τους (Σχήμα 16) φαίνεται να αυξάνει με την ηλικία των πυρήνων. Η αύξηση της πυκνότητας οφείλεται στους αριθμούς δενδρυλλίων που φυτεύτηκαν στους πυρήνες και δεν είναι αποτέλεσμα βιοτικών αλληλεπιδράσεων.



**Σχήμα -14-** Μεταβολή του Ύψους των Δένδρων (m) σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).

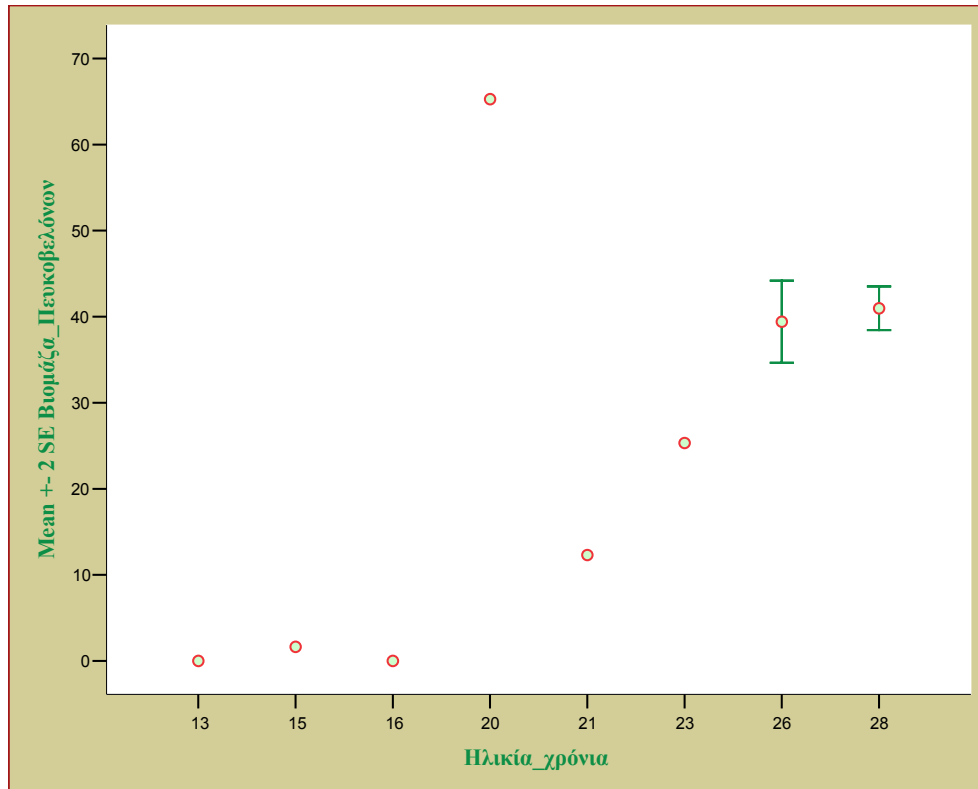


**Σχήμα -15-** Μεταβολή της Περιμέτρου των Δένδρων (cm) σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).



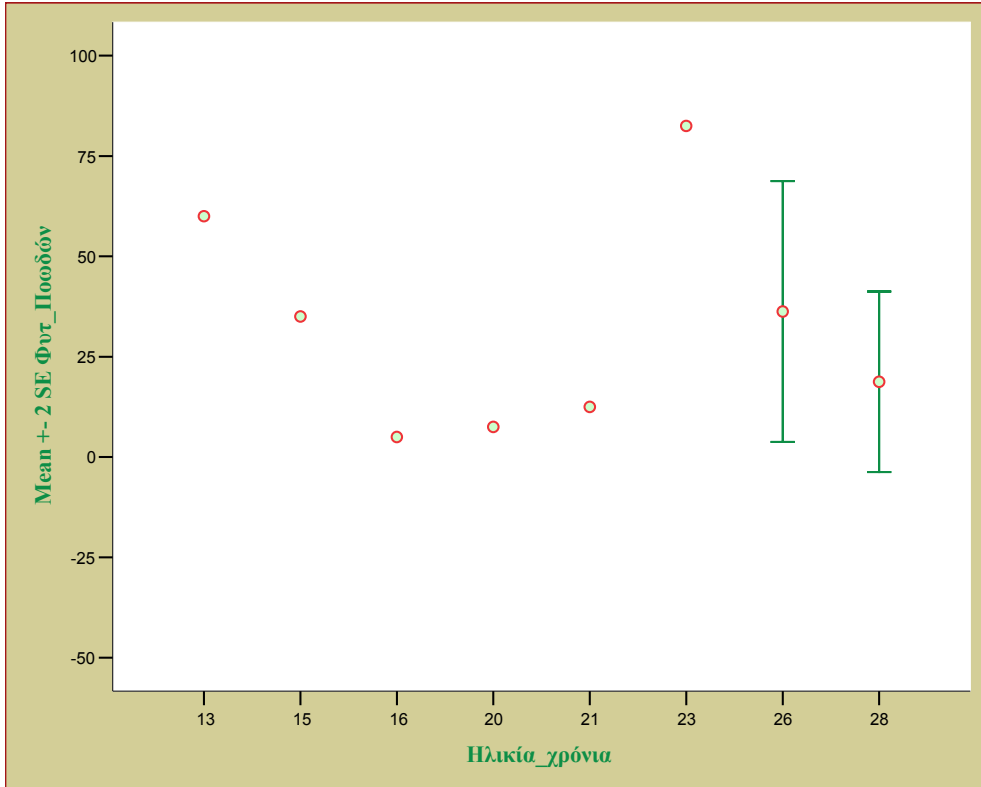
**Σχήμα -16-** Μέση Πυκνότητα δένδρων (ανά 100 m<sup>2</sup>) σε κάθε Δασικό Πυρήνα

Η βιομάζα των πευκοβελόνων ( $400\text{cm}^2$  / Δασικό Πυρήνα) αυξάνεται με την ηλικία των πυρήνων (Σχήμα 17). Η φυτοκάλυψη της ποόδους βλάστησης μειώνεται, αρχικά, και ύστερα αυξάνεται με την ηλικία των πυρήνων (Σχήμα 18). Η φυτοκάλυψη της φρυγανικής βλάστησης αρχικά αυξάνεται και μετά μειώνεται με την ηλικία των πυρήνων (Σχήμα 19). Η φυτοκάλυψη της Πεύκης αυξάνεται με την ηλικία των πυρήνων (Σχήμα 20) όπως και η φυτοκάλυψη των πευκοβελόνων αυξάνεται με την ηλικία (Σχήμα 21).

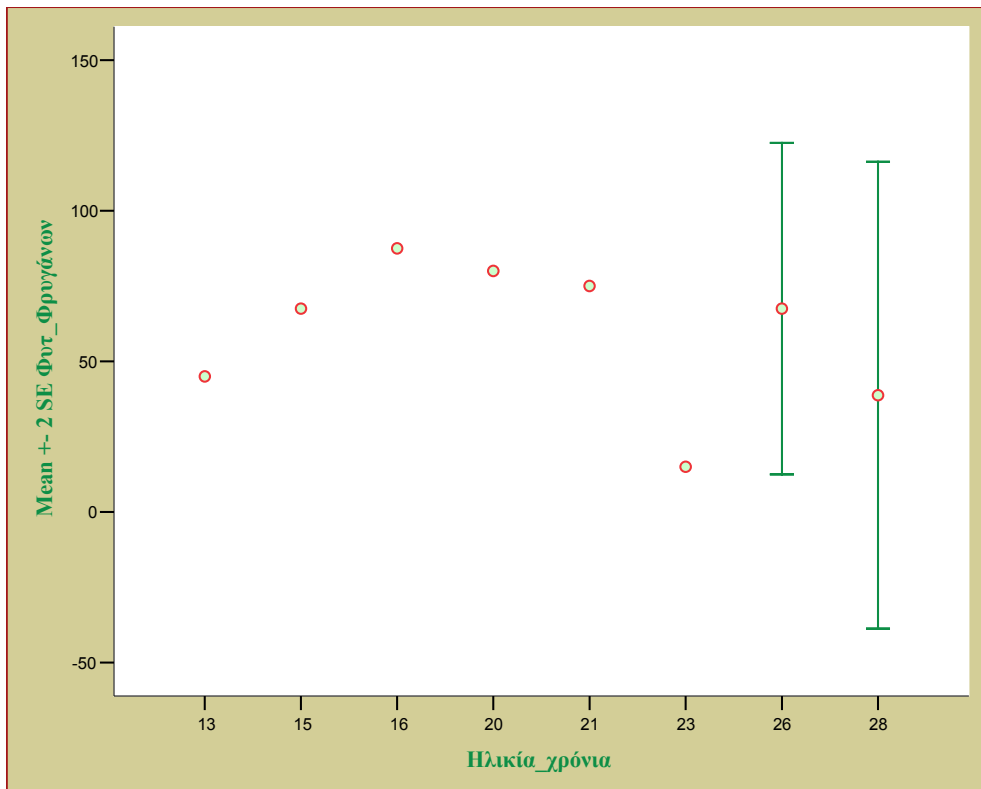


**Σχήμα -17-** Μεταβολή Βιομάζας των Πευκοβελόνων σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).

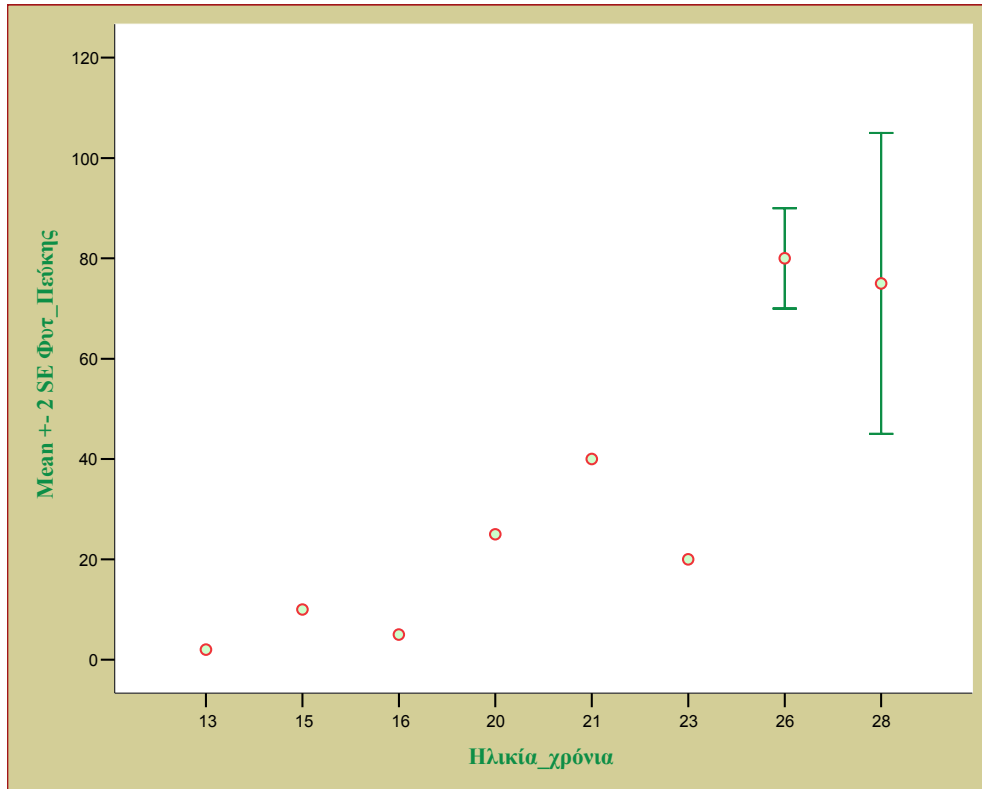




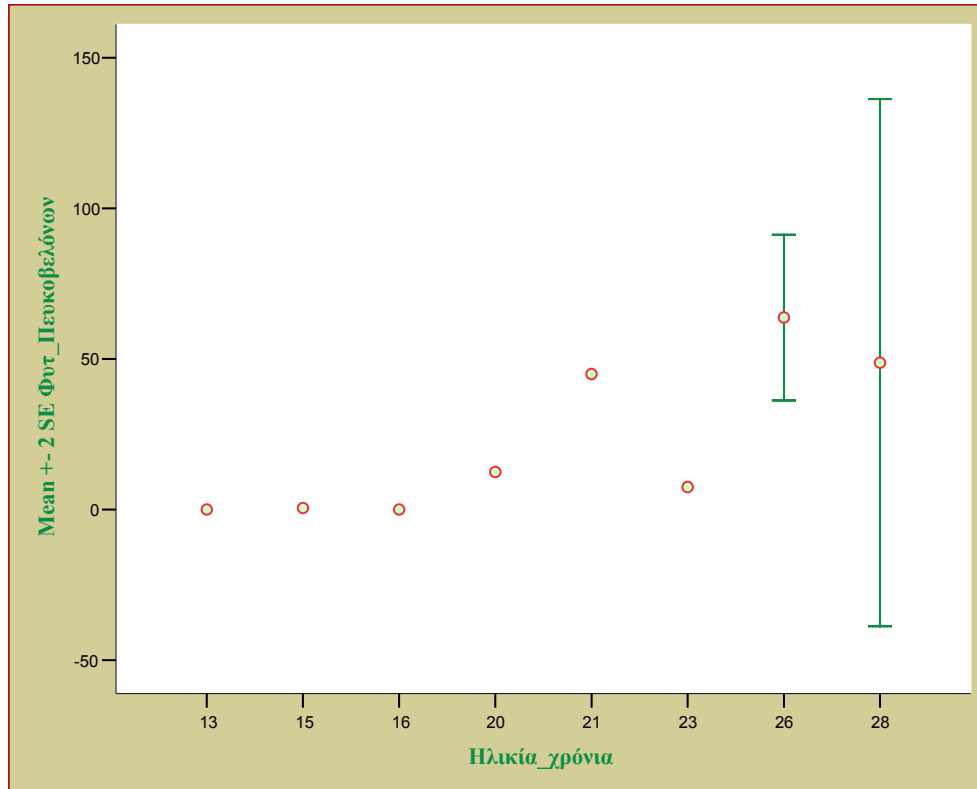
**Σχήμα -18-** Μεταβολή της Φυτοκάλυψης (%) των ποαδών σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).



**Σχήμα -19-** Μεταβολή της φυτοκάλυψης (%) των φρύγανων σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).



**Σχήμα -20-** Μεταβολή της φυτοκάλυψης (%) Πεδίκης σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).

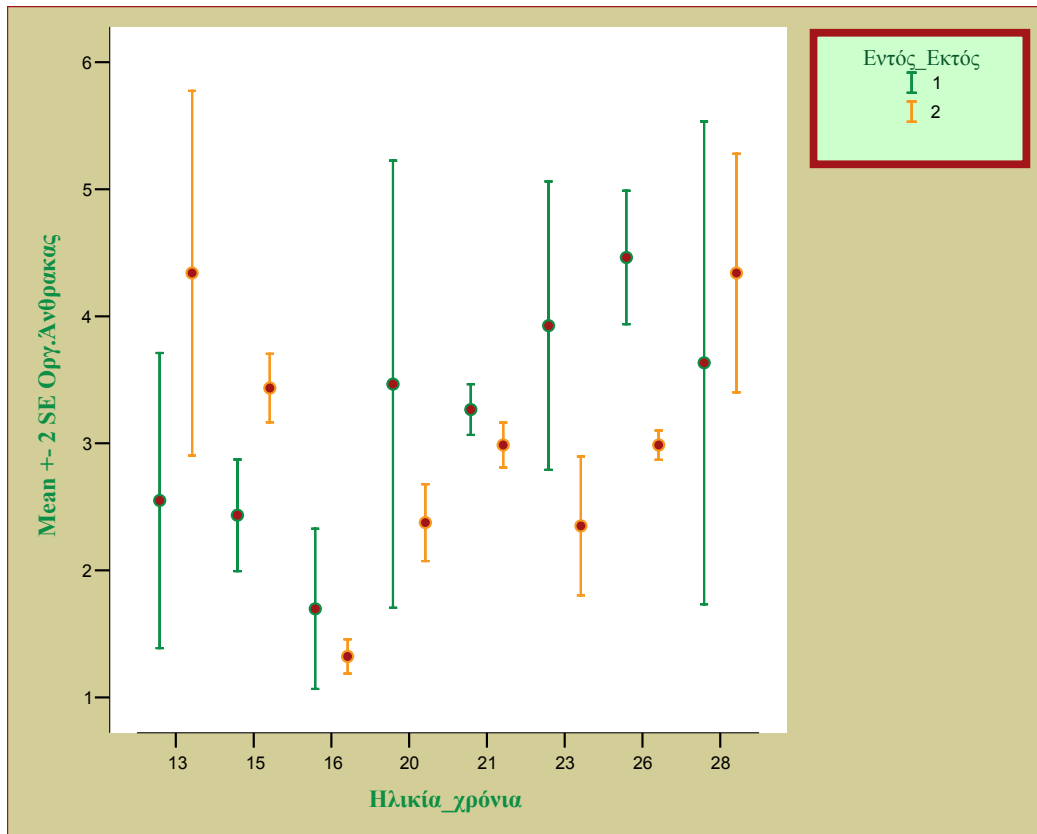


**Σχήμα -21-** Μεταβολή της φυτοκάλυψης (%) Πευκοβελόνων σε σχέση με την ηλικία των Δασικών Πυρήνων (year).

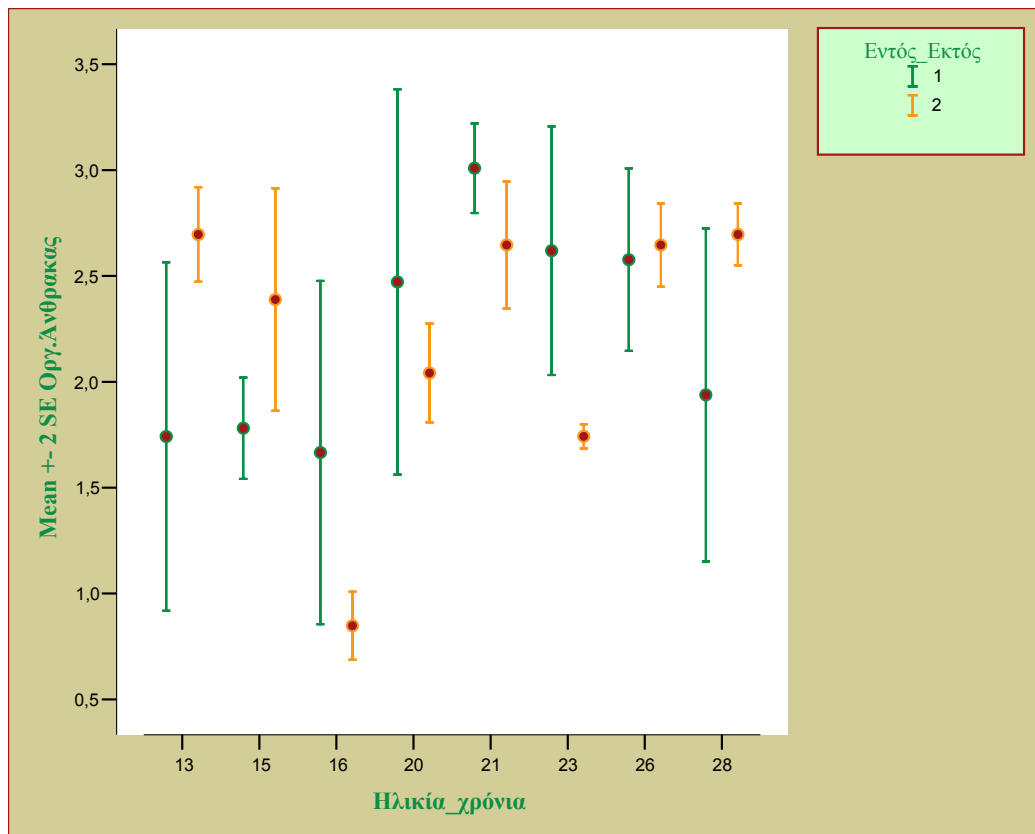
Το ποσοστό του εδαφικού οργανικού άνθρακα ως συνάρτηση του χρόνου αναδάσωσης στα βάθη 0-5 cm και 5-10 cm εντός και εκτός των δασικών πυρήνων παρουσιάζεται στα Σχήματα 22 και 23 αντίστοιχα.

Στο εσωτερικό των πυρήνων παρατηρείται μία γραμμική αύξηση της συγκέντρωσης του άνθρακα σε σχέση με το χρόνο αναδάσωσης στο βάθος 0-5 cm ( $R^2=0.188$ ,  $df=39$ ,  $F=8.771$ ,  $P=0.005$ ). Η αύξηση αυτή ερμηνεύεται εν μέρει από τρίτους παράγοντες. Όταν στο μοντέλο της πολλαπλής παλινδρόμησης με τη μέθοδο της προς τα πίσω απαλοιφής ( $R^2=0.545$ ,  $F_{5,39} = 8.148$ ,  $P<0.001$ ), εισήχθηκαν επιπρόσθετα του χρόνου, οι μεταβλητές: βιομάζα πευκοβελόνων, φυτοκάλυψη, ποωδών ειδών, φυτοκάλυψη φρυγανικών ειδών, φυτοκάλυψη πεύκων και κλίση επιφάνειας, ο χρόνος παρέμεινε σημαντικός ( $P=0.027$ ), ενώ σημαντική ήταν και η συνεισφορά της βιομάζας των πευκοβελόνων ( $P=0.017$ ) και της φυτοκάλυψης των φρυγανικών ειδών ( $P<0.001$ ).

Στο εσωτερικό των πυρήνων, στο βάθος 5-10cm, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική γραμμική μεταβολή της συγκέντρωσης του εδαφικού άνθρακα με την ηλικία των πυρήνων ( $R^2=0.047$   $df=39$ ,  $F=1.874$ ,  $P=0.179$ ). Στο μοντέλο της πολλαπλής παλινδρόμησης με τη μέθοδο της προς τα πίσω απαλοιφής ( $R^2=0.469$ ,  $F_{5,39} = 5.994$ ,  $P<0.001$ ), σημαντική ήταν η συνεισφορά του χρόνου ( $P=0.004$ ), της βιομάζας των πευκοβελόνων ( $P=0.001$ ), της φυτοκάλυψης των φρυγανικών ειδών ( $P<0.001$ ), της κλίσης της επιφάνειας ( $P<0.001$ ), ενώ οριακή ήταν η επίδραση της φυτοκάλυψης των ποωδών φυτικών ειδών ( $P=0.082$ ).

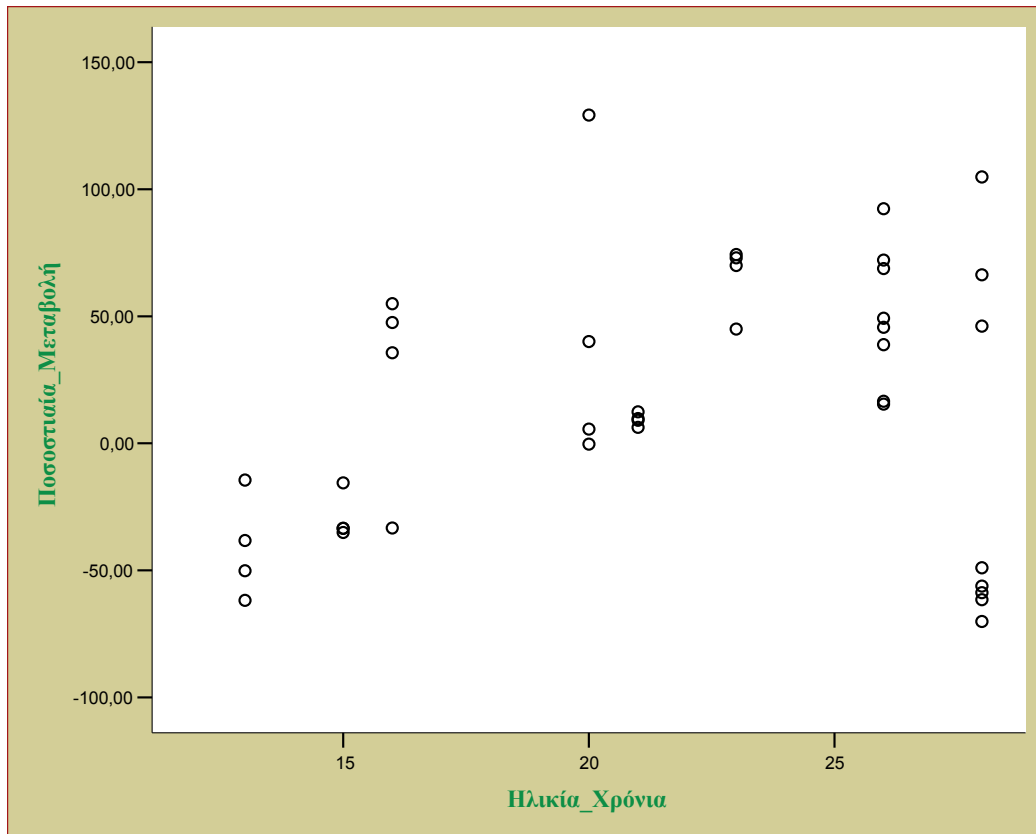


**Σχήμα -22-** Ποσοστό εδαφικού οργανικού άνθρακα ως συνάρτηση της ηλικίας των δασικών πυρήνων στο βάθος 0-5cm.

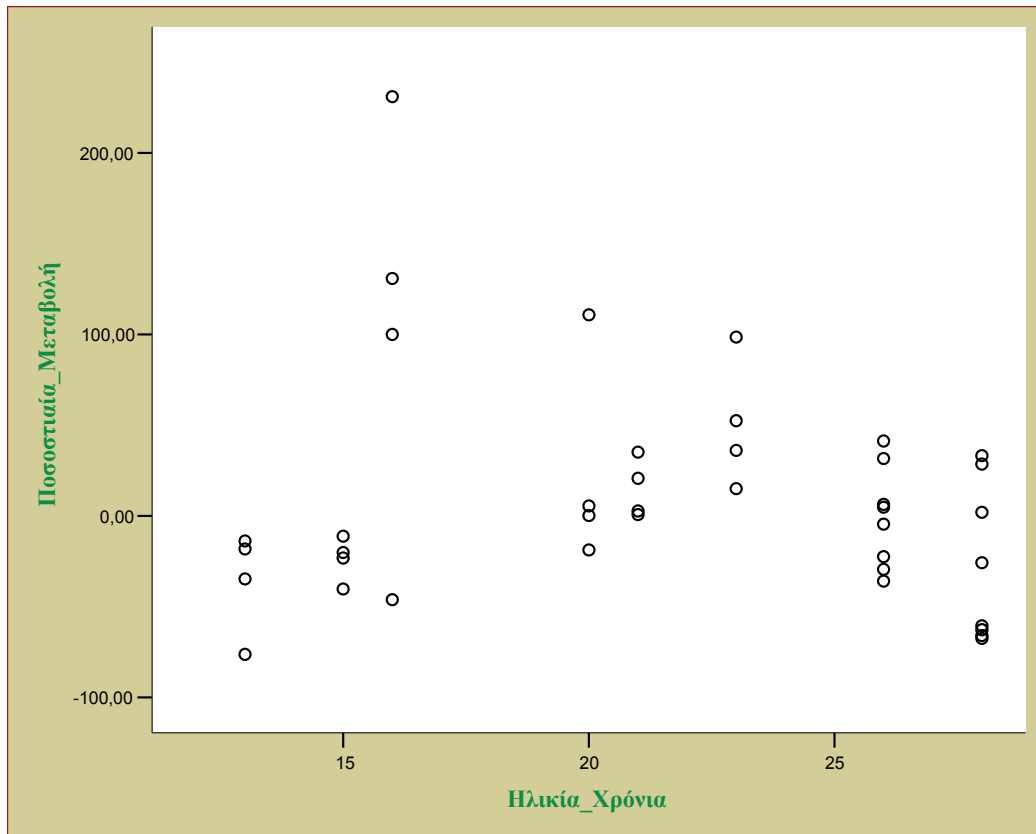


**Σχήμα -23-** Ποσοστό εδαφικού οργανικού άνθρακα ως συνάρτηση της ηλικίας των δασικών πυρήνων στο βάθος 5-10 cm.

Στα Σχήματα 24 και 25 παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή του εδαφικού οργανικού άνθρακα μεταξύ της αναδασωμένης και της μη αναδασωμένης περιοχής ως συνάρτηση του χρόνου αναδάσωσης, για τα βάθη 0-5 και 5-10 cm αντίστοιχα. Παρατηρείται μία γραμμική αύξηση της ποσοστιαίας μεταβολής του οργανικού άνθρακα (%) σε σχέση με το χρόνο της αναδάσωσης στο βάθος 0-5 cm, η οποία είναι οριακά σημαντική ( $R^2=0.073$ ,  $df=39$ ,  $F=2.998$ ,  $P=0.091$ ), ενώ στο βάθος 5-10 cm η ποσοστιαία μεταβολή του άνθρακα με το χρόνο δημιουργίας των πυρήνων δεν ακολουθεί το γραμμικό πρότυπο ( $P>0.1$ ).



**Σχήμα -24-** Ποσοστιαία μεταβολή του εδαφικού οργανικού άνθρακα μεταξύ της αναδασωμένης και της μη αναδασωμένης περιοχής ως συνάρτηση του χρόνου αναδάσωσης για το βάθος 0-5 cm.



**Σχήμα -25-** Ποσοστιαία μεταβολή του εδαφικού οργανικού άνθρακα μεταξύ της αναδασωμένης και της μη αναδασωμένης περιοχής ως συνάρτηση του χρόνου αναδάσωσης για το βάθος 5-10 cm.

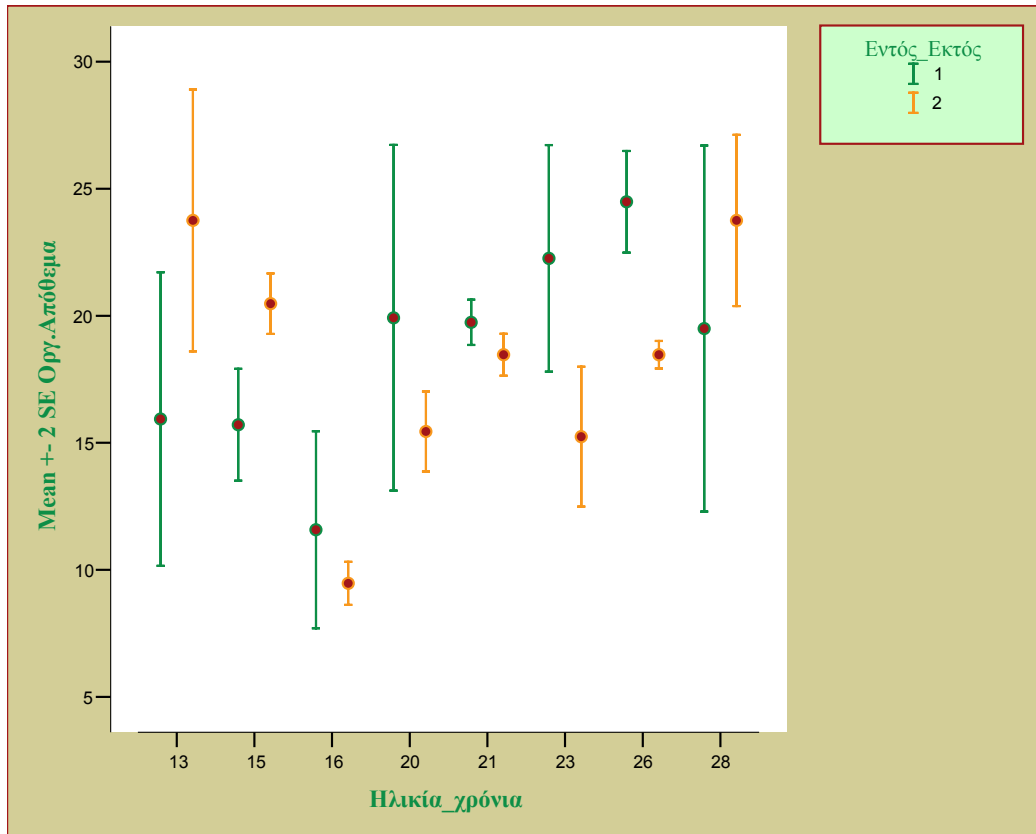
Η ανάλυση διασποράς χρησιμοποιήθηκε για να ελέγξει την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (ηλικία πυρήνων, παρουσία – απουσία αναδάσωσης και βάθος), αλλά και των αλληλεπιδράσεων τους επί του οργανικού άνθρακα. Στον Πίνακα 2 φαίνεται ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές «Ηλικία» και «Βάθος» συνεισφέρουν σημαντικά στο ποσοστό του εδαφικού άνθρακα ( $P < 0.05$ ), ενώ υπάρχει σαφής διαφοροποίηση στις συγκεντρώσεις του εδαφικού άνθρακα μεταξύ των αναδασωμένων και μη περιοχών κατά μήκος της βαθμίδας των ηλικιών τους (σημαντική αλληλεπίδραση «ηλικία \* (εντός / εκτός πυρήνων)» (Πίνακας 2). Η ηλικία των πυρήνων ερμηνεύει σε μεγαλύτερο βαθμό τη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής (17%). Οι παράγοντες που εισήχθησαν στο μοντέλο της ANOVA ερμηνεύουν συνολικά το 50% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής.

**Πίνακας -2-** Ανάλυση διασποράς για έλεγχο της επίδρασης της ηλικίας των πυρήνων, της παρουσίας / απουσίας αναδάσωσης και του βάθους του εδάφους στο ποσοστό του εδαφικού οργανικού άνθρακα.

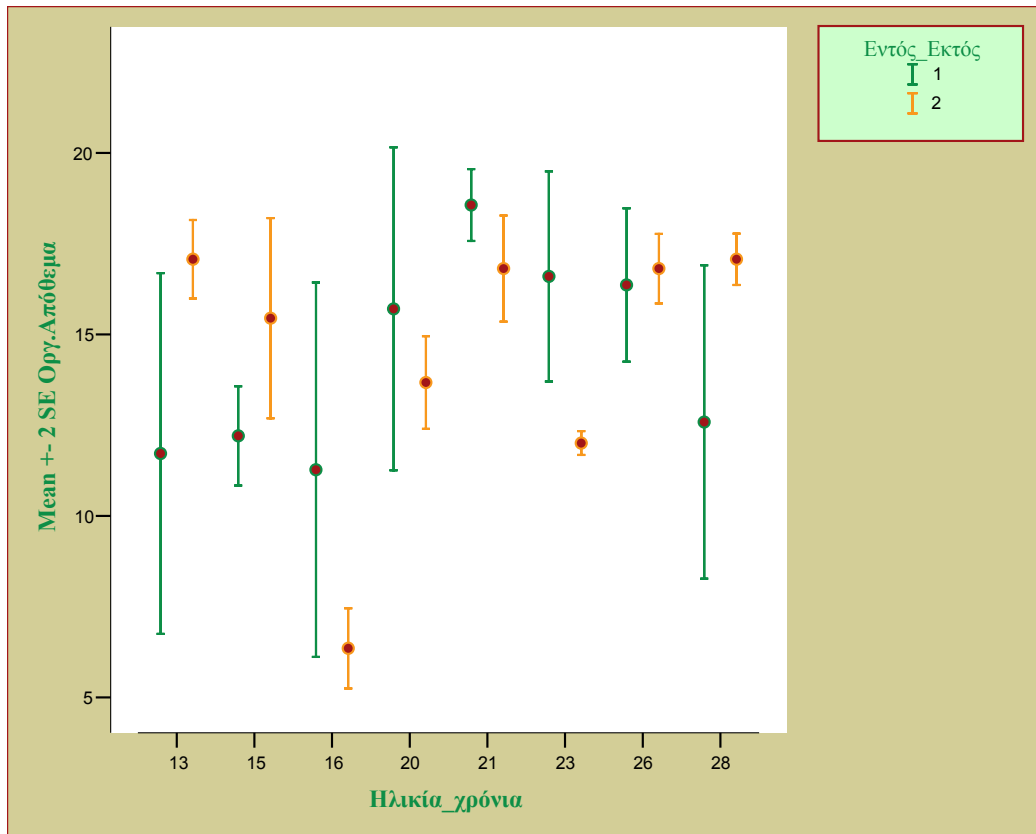
<i>Source</i>	<i>Type III SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Ηλικία	43,022	7	6,146	6,831	<0,001
(Εντός / Εκτός) Πυρήνα	0,279	1	0,279	0,310	0,579
«Ηλικία» * «(Εντός / Εκτός) Πυρήνα»	28,346	7	4,049	4,501	<0,001
Βάθος	28,266	1	28,266	31,418	<0,001
«Ηλικία» * «Βάθος»	8,631	7	1,233	1,370	0,223
«Βάθος» * «(Εντός / Εκτός) Πυρήνα»	0,206	1	0,206	0,229	0,633
«Ηλικία» * «Βάθος» * «(Εντός / Εκτός) Πυρήνα»	5,982	7	0,855	0,950	0,471
Σφάλματα	115,157	128	0,900		
Σύνολο	240,656	160			



Τα αποθέματα του εδαφικού οργανικού άνθρακα ακολουθούν τα ίδια πρότυπα με αυτά της συγκέντρωσης τους, διότι η φαινομενική πυκνότητα διαφοροποιείται ελάχιστα μεταξύ των πυρήνων. Στο εσωτερικό των πυρήνων παρατηρείται μία γραμμική αύξηση των αποθεμάτων άνθρακα σε σχέση με το χρόνο στο βάθος 0-5 cm ( $R^2=0.182$ ,  $df=39$ ,  $F=8.443$ ,  $P=0.006$ ; Σχήμα 26), ενώ στο βάθος 5-10cm η γραμμική σχέση δεν υφίσταται ( $R^2=0.041$ ,  $df=39$ ,  $F=1.615$ ,  $P=0.212$ ; Σχήμα 27).



**Σχήμα -26-** Αποθέματα εδαφικού οργανικού άνθρακα (t/ha) ως συνάρτηση της ηλικίας των πυρήνων για το βάθος 0-5 cm.



**Σχήμα -27-** Αποθέματα εδαφικού οργανικού άνθρακα (t/ha) ως συνάρτηση της ηλικίας των πυρήνων για το βάθος 5-10 cm.

## ΜΕΡΟΣ Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από την όλη ανάλυση και εξαγωγή αποτελεσμάτων, γεννιούνται τα εξής συμπεράσματα.

- i. Ο εδαφικός οργανικός άνθρακας αυξάνεται γραμμικά με την ηλικία των δασικών πυρήνων αναγέννησης στο βάθος 0-5cm, ενώ στο βάθος 5-10cm οι συγκεντρώσεις του μεταβάλλονται με το χρόνο, αλλά δεν ακολουθούν το γραμμικό πρότυπο.
- ii. Τα αποθέματα του εδαφικού οργανικού άνθρακα ακολουθούν τα ίδια πρότυπα με αυτά της συγκέντρωσης τους, διότι η φαινομενική πυκνότητα διαφοροποιείται ελάχιστα μεταξύ των πυρήνων.
- iii. Οι συγκεντρώσεις του εδαφικού άνθρακα κατά μήκος της βαθμίδας του χρόνου αναδάσωσης επηρεάζονται πέραν του χρόνου αναδάσωσης και από παράγοντες της δομής της βλάστησης και για τα δύο βάθη.
- iv. Η ποσοστιαία μεταβολή της συγκέντρωσης του εδαφικού οργανικού άνθρακα εντός και εκτός της κάθε μιας αναδασωμένης περιοχής αυξάνεται με το χρόνο αναδάσωσης στο βάθος 0-5 cm.
- v. Από την ανάλυση διασποράς φαίνεται πως οι παράγοντες «Ηλικία» και «Βάθος» ερμηνεύουν σημαντικά τη μεταβλητότητα της συγκέντρωσης του εδαφικού οργανικού άνθρακα, αλλά η ηλικία σε μεγαλύτερο βαθμό. Υπάρχει, επίσης, σαφής διαφοροποίηση στις συγκεντρώσεις του εδαφικού άνθρακα μεταξύ των αναδασωμένων και μη περιοχών κατά μήκος της βαθμίδας των ηλικιών τους.

Στη συνέχεια, σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεράσματα, ακολουθούν τα παρακάτω ερωτήματα προς συζήτηση.

- i. Γιατί παρατηρείται η διαφορά εδαφικού οργανικού άνθρακα, εντός και εκτός του δασικού πυρήνα αναγέννησης;

Η απάντηση έγκειται στο ότι εντός και εκτός του κάθε δασικού πυρήνα αναγέννησης, υπάρχουν διαφορές στη δομή των κοινοτήτων και στο τύπο των εξωτερικών πιέσεων – διαταραχών. Υπάρχει διαφορετική βλάστηση και αυτό λόγω της βόσκησης εκτός των δασικών πυρήνων και λόγω της δενδροφύτευσης Πεύκης εντός των δασικών πυρήνων.

- ii. Γιατί αυτή η παραπάνω διαφορά αυξάνεται με την ηλικία των πυρήνων, και είναι στατιστικά σημαντική μόνο βάθος 0-5cm;

Παρατηρήθηκε ότι όσο αυξάνεται η ηλικία του δασικού πυρήνα αναγέννησης, αυξάνεται γραμμικά και ο εδαφικός οργανικός άνθρακας. Κυρίως υπάρχει αύξηση του εδαφικού οργανικού άνθρακα με την ηλικία στο βάθος των 0-5cm. Αυτό ενδεχόμενα οφείλεται στην αυξημένη ποσότητα του προς αποσύνθεση οργανικού υλικού με την αύξηση της ηλικίας των πυρήνων. Οι μετρήσεις της βιομάζας της φυλλοστρωμνής έδειξαν αύξηση του προς αποσύνθεση υλικού με την αύξηση της ηλικίας των πυρήνων. Πέραν αυτού η μικροβιακή δραστηριότητα σε αυτά τα εδάφη εντοπίζεται στα 5 πρώτα εκατοστά του εδάφους.

- iii. Γιατί παρατηρείται μεταβολή των συγκεντρώσεων άνθρακα με την αναδάσωση;

Σύμφωνα με τους Guo and Gifford (2002) η μετατροπή ενός βοσκότοπου σε φυτεία οδηγεί γενικά σε μείωση του εδαφικού οργανικού άνθρακα. Ωστόσο, σε περιοχές με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης μικρότερο των 900 mm, η παραπάνω αλλαγή στη χρήση γης μπορεί να επιφέρει από μία μείωση της τάξης του 10% έως μια αύξηση της τάξης του 20% στις συγκεντρώσεις του εδαφικού άνθρακα. Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με αυτόν τον γενικό κανόνα. Ωστόσο, οι αβιοτικές συνθήκες της περιοχής, ο τύπος των δένδρων που φυτεύονται, αλλά και η δομή των κοινοτήτων (π.χ. παρουσία υπολειμματικής φρυγανικής βλάστησης) καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα ποσοστά μεταβολής του εδαφικού άνθρακα από την αλλαγή στη χρήση της γης.

iv. Ποιοι είναι οι περιορισμοί της μελέτης;

Αξίζει να σημειωθεί πως η δειγματοληψία έγινε σε βροχερή ημέρα, γεγονός το οποίο μπορεί να σημαίνει μικρή ‘αλλοίωση’ των δεδομένων για τον οργανικό άνθρακα στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, κυρίως εκτός των δασικών πυρήνων, λόγω μη επαρκούς φυτοκάλυψης.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι εκτός των πυρήνων αναγέννησης συνεχίζουν να υφίστανται την επίδραση της βοσκητικής πίεσης. Το γεγονός αυτό αλλοιώνει σε μεγάλο βαθμό τις συγκρίσεις των μετρήσεων. Στην ιδανική περίπτωση, θα έπρεπε γειτνιάζουσες του κάθε πυρήνα αναγέννησης περιοχές να είχαν περιφραχθεί, αλλά να μην είχαν αναδασωθεί.

Μετρήσεις ή εκτιμήσεις της βιομάζας των διαφόρων στρωμάτων της βλάστησης (ποώδη, φρύγανα), πέραν της φυτοκάλυψης θα βοηθούσαν στην καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Τέλος, η λήψη δειγμάτων από περισσότερους του ενός πυρήνα ανά ηλικία (ή ανά εύρος ηλικιών) θα ισχυροποιούσε το σχεδιασμό του πειράματος και τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της παρούσας έρευνας.

## ΜΕΡΟΣ ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Καρράς, Γ. Σ., (1973).** Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδας κατά Thornthwaite. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

**Κουτσίδου, Ευγενία, (1995).** Φυσική αναγέννηση υποβαθμισμένων μεσογειακών οικοσυστημάτων ως αποτέλεσμα αποκλεισμού της βοσκητικής πίεσης – Η περίπτωση της Χίου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

**Μαριόπουλος, Η., (1983).** Το κλίμα της Ελλάδας. Επιτομή, Αθήναι.

**Μαυρομάτης, Γ., (1980).** Το κλίμα της Ελλάδας, Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, Βιοκλιματικοί χάρτες, Δασική Έρευνα Τόμος 1. Ίδρυμα Δασικών Ερευνών, Αθήνα.

**Νιζάμη, Μαρία, (2003).** Οι δασικοί πυρήνες του Αίπους της Χίου. Μεταπτυχιακή εργασία. ΠΜΣ Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση, Παν. Αιγαίου.

**Παπαμίχος, Ν.Θ., Αληφραγκής Δ.Α., (1985).** Περιγραφή – δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις δασικών εδαφών και φυτικών ιστών. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.

**Παπαμίχος, Ν.Θ., (1985).** Δασικά Εδάφη, Σχηματισμός, Ιδιότητες και Συμπεριφορά. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.



**Ajwa H.A., Rice C.W. and Sotomayor D., 1998.** Carbon and nitrogen mineralization in tallgrass prairie and agricultural soil profiles. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 942-951.

**Berg, B. & Meentemeyer, V., (2001).** Litterfall in some European coniferous forests as dependent on climate — a synthesis. *Canadian Journal of Forest Research*, 31, 292–301.

**Brown, S, Lugo AE (1990).** Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Rico and US Virginia Islands. *Plant and Soil*, 124, 53-64.

**Brown, S., 2002.** Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116 (2002) 363-372.

**Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., Kauppi, P., 1996.** Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In: Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. (Eds.), *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 773–797.

**Buyanovsky G.A., Kucera C.L. and Wagner G.H., 1987.** Comparative analyses of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. *Ecology*. 68: 2023-2031.

**Cecilia Akselsson, Bjorn Berg, Vernon Meentemeyer and Olle Westling, 2005.** Carbon sequestration rates in organic layers of boreal and temperate forest soils-Sweden as a case study . *Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.)* (2005) 14, 77-84.

Christensen B.T., (1992). Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Advances in Soil Science*, 20, 1-90.

Christensen B.T., (1996). Matching measurable soil organic matter fractions with conceptual pools in simulation models of carbon turnover: Revision of model structure. In: Evaluation of Soil Organic Matter Models (eds Powlson DS et al.), *NATO ASI Series 1*, Vol 38. Springer, Berlin.

Christensen N.L., MacAller T., (1985). Soil mineral nitrogen transformations during succession in the Piedmont of North Carolina. *Soil Biology and Biochemistry*, 17, 675-681.

Eisele, K.A., Schimel D.S., Kapustka L.A. and Parton W.J., 1989. Effects of available P and N:P ratios on non-symbiotic dinitrogen fixation in tallgrass prairie soils. *Oecologia* 79: 471-474.

Gerome, P., Jean-Luc Dupouey, Dominique Arrouays, Denis Loustau, Carbon stocks estimates for French forests, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2000 4 (4), 285-289.

Groffman, P.M., Rice, C.W. and Tiedje, J.M., 1993. Denitrification in a tallgrass prairie landscape. *Ecology* 74: 855-862.

Guo, L.B., Gifford, R.M., (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*, 8, 345-360.

Houghton, R.A., Hackler, J.L., 2001. Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes: 1850–1990 (ORNL/CDIAC-131 NDP-050/R1). Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831. (Available at: <http://cdiac.esd.ornl.gov/epubs/ndp/ndp050/ndp050.html>).

Houghton, R.A., (1995). Changes in the storage of terrestrial carbon since 1985. In: Soils and Global Change (eds Lal R, Kimble JM, Levine E, Stewart BA), CRC Lewis Publishers, Boca Raton, pp 45-65.

Houghton, R.A., 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990. *Tellus*, 50B, 298–313.

IPCC. (2000). Summary for policy makers: land use, land use change and forestry. A special report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC Secretariat. WMO. Geneva. Switzerland.

Jenny H., (1941). Factors of Soil Formation. McGraw-Hill, New York.

Jones, P.D., D.E. Parker, T.J. Osborn and K.R., Briffa, 1998. Global and hemispheric temperature anomalies from land and marine instrumental records. In: Trends: A compendium of data on global change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.

- Kauppi, P., Sedjo, R., 2001.** Technical and economic potential of options to enhance, maintain and manage biological carbon reservoirs and geo-engineering. In: Metz, B., Davidson, O., Swart, R., Pan, J. (Eds.), *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 301–344.
- Keeling C.D. and Whorf T.P., 1998.** Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the S10 air sampling network. In: Trends: A compendium of data on global change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.
- Knapp, A.K. and Seastedt, T.R., 1986.** Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie. *Bioscience* 36: 662-668.
- Lal R., Kimble J. and Follett R., 1998.** Land use and soil C pool in terrestrial ecosystems. p. 1-10. In R. Lal, et al. (eds.) *Management of carbon sequestration in soil*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Lal R., 2002.** Why carbon sequestration in agricultural soil. p. 31-50. In Kimble J.M., et al. (eds.) *Agricultural practices and policies for carbon sequestration in soil*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Lindwall, Wayne, (1999).** Measuring soil carbon stocks: a system for quantifying and verifying change in soil carbon stocks due to changes in management practises on agricultural land. Environment Bureau, Agriculture and Agri-food Canada ([www.agr.ca/policy/environment](http://www.agr.ca/policy/environment))
- Liu, C., Ilvesniemi, H., Berg, B., Kutsch, W., Wang, G.Z., Man, R. & Westman, C., (2004).** Litterfall–climate pattern of coniferous and broadleaved forests in Eurasia. *Global Ecology and Biogeography*, 13, 105–114.
- Lutz, H. J., & Chandler, R. F., (1946).** Forest Soils. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Mann M.E., Bradley R.S. and Hughes M.K., 1998.** Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, 392: 779-787.
- McCarty G.W., Lyssenko N.N. and Starr J.L., 1998.** Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1564-1571.
- Paustian Keith, Vernon C., Cole, Sauerbeck Dieter, Sampson Neil, (1998).** CO<sub>2</sub> mitigation by agriculture: an overview. *Climatic Change*, 40, 135-162.
- Paustian K., Collins H.P. and Paul E.A., 1997.** Management controls on soil carbon. p. 15-50. In E.A. Paul et al. (eds.) *Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Post W. M. and Kwon K. C..** Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Environmental Sciences Division*, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN

37831-6335, USA, Chemical Engineering Department, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA.

**Post, W.M., Kwon, K.C., (2000).** Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6, 317-327.

**Ralston, C.W., (1964).** Evaluation of forest site productivity, *Int. Rev. for Res.*

**Stevenson, F.j., (1982).** Humus chemistry – genesis, composition, reactions. John Wiley and Sons Inc., New York.

**Sotomayor D. and Rice C.W., 1999.** Soil air carbon dioxide and nitrous oxide concentrations in profiles under tallgrass prairie and cultivation. *J. Environ. Qual.* 28: 784-793.

**Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R., (1957).** Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology*, 10, 185–311.

## **ΜΕΡΟΣ Ζ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

### **ΜΕΡΟΣ Ζ.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. «Στατιστικές Αναλύσεις από λογισμικό SPSS 13.»**



**Ανάλυση 1.** Npar test, για το βάθος 0-5cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

<b>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</b>		
		Οργ.Ανθρακας
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,3533
	Std. Deviation	1,61965
Most Extreme Differences	Absolute	,107
	Positive	,107
	Negative	-,076
Kolmogorov-Smirnov Z		,675
Asymp. Sig. (2-tailed)		,753

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 2.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 0-5cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

<b>Variables Entered/Removed<sup>a</sup></b>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

<b>Model Summary</b>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,433 <sup>a</sup>	,188	,166	1,47899

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

<b>ANOVA<sup>b</sup></b>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19,185	1	19,185	8,771	<b>,005<sup>a</sup></b>
	Residual	83,122	38	2,187		
	Total	102,307	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,498	,992		,502	,619
	Ηλικία_χρόνια	,132	,045	,433	2,962	,005

a. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

**Ανάλυση 3.** Npar test, για το βάθος 0-5cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Ανθρακας
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,1463
	Std. Deviation	1,20035
Most Extreme Differences	Absolute	,200
	Positive	,200
	Negative	-,104
Kolmogorov-Smirnov Z		1,266
Asymp. Sig. (2-tailed)		,081

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 4.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 0-5cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,195 <sup>a</sup>	,038	,013	1,19262

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,143	1	2,143	1,507	,227 <sup>a</sup>
	Residual	54,049	38	1,422		
	Total	56,192	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,192	,800		2,739	,009
	Ηλικία_χρόνια	,044	,036	,195	1,228	,227

a. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

**Ανάλυση 5.** Npar test, για το βάθος 5-10cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Ανθρακας
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,2318
	Std. Deviation	,83231
Most Extreme Differences	Absolute	,084
	Positive	,084
	Negative	-,075
Kolmogorov-Smirnov Z		,529
Asymp. Sig. (2-tailed)		,942

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 6.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 5-10 cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,217 <sup>a</sup>	,047	,022	,82313

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,270	1	1,270	1,874	,179 <sup>a</sup>
	Residual	25,747	38	,678		
	Total	27,017	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,497	,552		2,711	,010
	Ηλικία_χρόνια	,034	,025	,217	1,369	,179

a. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

**Ανάλυση 7.** Npar test, για το βάθος 5-10cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Ανθρακας
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,3046
	Std. Deviation	,63287
Most Extreme Differences	Absolute	,207
	Positive	,115
	Negative	-,207
Kolmogorov-Smirnov Z		1,308
Asymp. Sig. (2-tailed)		,065

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 8.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 5-10cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,357 <sup>a</sup>	,127	,104	,59896

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,988	1	1,988	5,541	,024 <sup>a</sup>
	Residual	13,633	38	,359		
	Total	15,620	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Ανθρακας

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,385	,402		3,448	,001
	Ηλικία_χρόνια	,043	,018	,357	2,354	,024

a. Dependent Variable: Οργ.Άνθρακας

**Ανάλυση 9.** Ανάλυση Διασποράς για τις μεταβλητές «Βάθος», «Ηλικία» και «Παρουσία / Απουσία Βόσκησης»

Between-Subjects Factors		
		N
<b>Ηλικία</b>	13	16
	15	16
	16	16
	20	16
	21	16
	23	16
	26	32
	28	32
<b>Βάθος</b>	1	80
	2	80
<b>Εντός_Εκτός</b>	1	80
	2	80

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Οργ.Άνθρακας					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	125,488 <sup>a</sup>	31	4,048	4,499	,000
Intercept	1034,087	1	1034,087	1149,417	,000
Ηλικία_	43,022	7	6,146	6,831	,000
Βάθος	28,266	1	28,266	31,418	,000
Εντός_Εκτός	,279	1	,279	,310	,579
Ηλικία_ * Βάθος	8,631	7	1,233	1,370	,223
Ηλικία_ * Εντός_Εκτός	28,346	7	4,049	4,501	,000
Βάθος * Εντός_Εκτός	,206	1	,206	,229	,633
Ηλικία_ * Βάθος * Εντός_Εκτός	5,982	7	,855	,950	,471
Error	115,157	128	,900		
Total	1458,583	160			
Corrected Total	240,644	159			

a. R Squared = ,521 (Adjusted R Squared = ,406)

**Ανάλυση 10.** Npar test, για το βάθος 0-5cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Απόθεμα
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	19,3111
	Std. Deviation	6,66142
Most Extreme Differences	Absolute	,074
	Positive	,074
	Negative	-,047
Kolmogorov-Smirnov Z		,465
Asymp. Sig. (2-tailed)		,982
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		

**Ανάλυση 11.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 0-5cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

Variables Entered/Removed <sup>a</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter
a. All requested variables entered.			
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,426 <sup>a</sup>	,182	,160	6,10434
a. Predictors: (Constant), Ηλικία_χρόνια				

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	314,612	1	314,612	8,443	,006 <sup>a</sup>
	Residual	1415,994	38	37,263		
	Total	1730,606	39			
a. Predictors: (Constant), Ηλικία_χρόνια						
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα						

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,747	4,095		1,892	,066
	Ηλικία_χρόνια	,535	,184	,426	2,906	,006

a. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

**Ανάλυση 12.** Npar test, για το βάθος 0-5cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Απόθεμα
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	18,7290
	Std. Deviation	5,14365
Most Extreme Differences	Absolute	,163
	Positive	,163
	Negative	-,129
Kolmogorov-Smirnov Z		1,029
Asymp. Sig. (2-tailed)		,241

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 13.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 0-5cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

Variables Entered/Removed <sup>d</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,224 <sup>a</sup>	,050	,025	5,07832

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια



ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	51,834	1	51,834	2,010	,164 <sup>a</sup>
	Residual	979,996	38	25,789		
	Total	1031,830	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	14,035	3,407		4,120	,000
	Ηλικία_χρόνια	,217	,153	,224	1,418	,164

a. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

**Ανάλυση 14.** Npar test, για το βάθος 5-10cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Απόθεμα
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	14,3971
	Std. Deviation	4,55771
Most Extreme Differences	Absolute	,102
	Positive	,091
	Negative	-,102
Kolmogorov-Smirnov Z		,648
Asymp. Sig. (2-tailed)		,796

a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.

**Ανάλυση 15.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 5-10cm εντός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

Variables Entered/Removed <sup>a</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,202 <sup>a</sup>	,041	,016	4,52221

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	33,022	1	33,022	1,615	,212 <sup>a</sup>
	Residual	777,115	38	20,450		
	Total	810,137	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,650	3,034		3,511	,001
	Ηλικία_χρόνια	,173	,136	,202	1,271	,212

a. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

**Ανάλυση 16.** Npar test, για το βάθος 5-10cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Οργ.Απόθεμα
N		40
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	14,9138
	Std. Deviation	3,56166
Most Extreme Differences	Absolute	,223
	Positive	,136
	Negative	-,223
Kolmogorov-Smirnov Z		1,413
Asymp. Sig. (2-tailed)		,037
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		

**Ανάλυση 17.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 5-10cm εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή το Οργανικό Απόθεμα.

Variables Entered/Removed <sup>a</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια	.	Enter
a. All requested variables entered.			
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα			

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,364 <sup>a</sup>	,132	,109	3,36136
a. Predictors: (Constant), Ηλικία_χρόνια				

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	65,377	1	65,377	5,786	,021 <sup>a</sup>
	Residual	429,353	38	11,299		
	Total	494,730	39			
a. Predictors: (Constant), Ηλικία_χρόνια						
b. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα						

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9,642	2,255		4,276	,000
	Ηλικία_χρόνια	,244	,101	,364	2,405	,021

a. Dependent Variable: Οργ.Απόθεμα

**Ανάλυση 18.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 0-5cm εντός / εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή την Ποσοστιαία Μεταβολή του Οργανικού Άνθρακα.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,270 <sup>a</sup>	,073	,049	50,96690

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7788,475	1	7788,475	2,998	,091 <sup>a</sup>
	Residual	98709,738	38	2597,625		
	Total	106498,2	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-42,099	34,192		-1,231	,226
	Ηλικία_χρόνια	2,664	1,538	,270	1,732	,091

a. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή

**Ανάλυση 19.** Γραμμική Παλινδρόμηση, για το βάθος 5-10cm εντός / εκτός του κάθε Δασικού Πυρήνα Αναγέννησης με εξεταζόμενη μεταβλητή την Ποσοστιαία Μεταβολή του Οργανικού Άνθρακα.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ηλικία_χρόνια <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,145 <sup>a</sup>	,021	-,005	60,75884

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3007,248	1	3007,248	,815	,372 <sup>a</sup>
	Residual	140282,2	38	3691,637		
	Total	143289,4	39			

a. Predictors: (Constant), Ηλικία\_χρόνια  
b. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	43,517	40,762		1,068	,292
	Ηλικία_χρόνια	-1,655	1,834	-,145	-,903	,372

a. Dependent Variable: Ποσοστιαία\_Μεταβολή