



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Δασική Βιομετρία II

Ενότητα 4: Μέτρηση Συστάδων

Γεώργιος Σταματέλλος

Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



Μέτρηση Συστάδων

Περιεχόμενα ενότητας 1/5

1. Εκτίμηση διαμέτρου
 - i. Κατανομή διαμέτρου
 - ii. Είδη κατανομών διαμέτρου
 - iii. Μέσες τιμές διαμέτρου

2. Εκτίμηση κυκλικής επιφάνειας
 - i. Κυκλική επιφάνεια
 - ii. Μέθοδοι εκτίμησης
 - iii. Με γενική παχυμέτρηση
 - iv. Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης
 - v. Με οριζόντια δειγματοληψία κατά σημεία



Περιεχόμενα ενότητας 2/5

3. Εκτίμηση ύψους

- i. Ύψος
- ii. Σχέση ύψους και σθηθιαίας διαμέτρου
- iii. Σχέση εμπορεύσιμου και συνολικού ύψους
- iv. Μέσα ύψη συστάδας
- v. Μέσο ύψος κατά Lorey
- vi. Κορυφαίο ή ανώτερο ύψος

4. Εκτίμηση του αριθμού των κορμών

- i. Γενικά
- ii. Μέθοδοι εκτίμησης αριθμού κορμών



Περιεχόμενα ενότητας 3/5

5. Εκτίμηση του όγκου

- i. Γενικά
- ii. Μέσος κορμός όγκου
- iii. Είδη όγκου
- iv. Μέθοδοι εκτίμησης όγκου
- v. Με γενική παχυμέτρηση
- vi. Με γενική παχυμέτρηση και δοκιμαστικούς κορμούς
- vii. Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης
- viii. Με μαζοπίνακες συστάδας
- ix. Με οριζόντια κατά σημεία δειγματοληψία
- x. Άλλες μέθοδοι



Περιεχόμενα ενότητας 4/5

6. Εκτίμηση βιομάζας

- i. Γενικά
- ii. Τμήματα δέντρου από άποψης βιομάζας
- iii. Μέθοδοι εκτίμησης βιομάζας συστάδας
- iv. Μέθοδος παλινδρόμησης
- v. Θερμοκρασία ξήρανσης

7. Εκτίμηση ηλικίας και ποιότητας ξύλου

- i. Γενικά
- ii. Εκτιμήσεις
- iii. Ποιότητα ξύλου



Περιεχόμενα ενότητας 5/5

8. Ποιότητα τύπου

- i. Γενικά
- ii. Καθορισμός ποιότητας τύπου
- iii. Κατάρτιση καμπυλών δεικτών ποιοτήτων τύπου

9. Πίνακες παραγωγής

- i. Γενικά
- ii. Είδη πινάκων παραγωγής
- iii. Μέθοδοι κατάρτισης πινάκων παραγωγής

10. Προσαύξηση συστάδας

- i. Γενικά
- ii. Είδη προσαύξησης συστάδας
- iii. Παράδειγμα
- iv. Προσαύξηση όγκου
- v. Δειγματοληψία σε δύο διαδοχικές περιπτώσεις



Γενικά

- Η συστάδα θεωρείται μια δασική έκταση η οποία ξεχωρίζει για την δομή της και για άλλα χαρακτηριστικά από το υπόλοιπο δάσος.
- Η εκτίμηση των μέσων ή συνολικών τιμών των χαρακτηριστικών μιας συστάδας ή ενός δάσους γίνεται με δειγματοληψία.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

1. Εκτίμηση διαμέτρου

Μέτρηση Συστάδων

Κατανομή διαμέτρου

- Έννοια
- Κατώτερο όριο μετρούμενης διαμέτρου
- Βαθμίδες-κλάσεις
- Σύγκριση κατανομών διαμέτρου



Είδη κατανομών διαμέτρου

Είδη κατανομών διαμέτρου:

- Μονοκόρυφες κατανομές
 - Παρατηρούνται στα ομήλικα δάση
 - Κανονική κατανομή, βήτα κατανομή, κατανομή Weibull
- Πολυκόρυφες κατανομές
 - Παρατηρούνται στα μεικτά δάση, με διαφορετικές ηλικίες, με εκτεταμένες υλοτομίες, με διαφορές στην ποιότητα τόπου.
- Φθίνουσες κατανομές
 - Παρατηρούνται στα κηπευτά δάση
 - Εξαιτίας της μορφής της ονομάζεται και κατανομή αντίστροφου J



Μέσες τιμές διαμέτρου

Μέσες τιμές διαμέτρου:

- Αριθμητική μέση διάμετρος
 - Χαρακτηρίζει την κατανομή διαμέτρων ομήλικων συστάδων που προσεγγίζει την κανονική κατανομή
- Τετραγωνική μέση διάμετρος
 - Λέγεται και διάμετρος της μέσης κυκλικής επιφάνειας
- Διάμεσος και τύπος διαμέτρου





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

2. Εκτίμηση κυκλικής επιφάνειας

Μέτρηση Συστάδων

Κυκλική επιφάνεια

- Κυκλική επιφάνεια συστάδας ονομάζεται το άθροισμα των κυκλικών επιφανειών όλων των δέντρων που την αποτελούν.
- Μέση κυκλική επιφάνεια
 - $\bar{g}=G/N$
- Διάμετρος μέσης κυκλικής επιφάνειας
 - $\bar{g}=(\pi/4)d_g^2$ \rightarrow $d_g=2\sqrt{\bar{g}/\pi}$



Μέθοδοι εκτίμησης

Μέθοδοι εκτίμησης κυκλικής επιφάνειας:

- με γενική παχυμέτρηση
- με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης
- με οριζόντια δειγματοληψία κατά σημεία



Με γενική παχυμέτρηση

- Η συνολική κυκλική επιφάνεια υπολογίζεται με το άθροισμα των κυκλικών επιφανειών όλων των δέντρων της.



Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης 1/3

- Δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης:
 - Κυκλική επιφάνεια
 - Τετράγωνη ή ορθογώνια επιφάνεια
 - Λωρίδα
- Οριακές επιφάνειες ονομάζονται οι επιφάνειες που βρίσκονται στα όρια της συστάδας, με αποτέλεσμα να μην βρίσκονται ολόκληρες μέσα στον πληθυσμό μας αλλά ένα μέρος τους. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται ως εξής:
 - Είτε με μετακίνηση του κέντρου της δοκιμαστικής επιφάνειας
 - Είτε με την δειγματοληψία Laurie
 - Είτε αφήνοντας τις επιφάνειες ως έχουν και υπολογίζοντας το ποσοστό της έκτασής τους που βρίσκονται εντός της δ.ε.



Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης 2/3

- Οι μικρές δειγματοληπτικές επιφάνειες
 - Έχουν μεγαλύτερο αριθμό οριακών δέντρων
 - Δίνουν μεγαλύτερους συντελεστές κύμανσης σε ανομοιογενείς πληθυσμούς
 - Συνήθως είναι πιο αποτελεσματικές
 - Δίνουν μεγαλύτερη ακρίβεια σε ομοιογενείς πληθυσμούς



Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης 3/3

- Επιλέγουμε ένα δείγμα μεγέθους n δοκιμαστικών επιφανειών.
- Σε κάθε δοκιμαστική επιφάνεια μετριέται η στηθιαία διάμετρος των δέντρων που είναι μεγαλύτερα από την ελάχιστη μετρούμενη διάμετρο.
- Έπειτα, υπολογίζεται η κυκλική επιφάνεια κάθε δέντρου.



Με οριζόντια δειγματοληψία κατά σημεία 1/2

- Συντελεστής κυκλικής επιφάνειας ή συντελεστής αρίθμησης
 - $F=10^4*\eta\mu^2(\phi/2)$
όπου ϕ η βασική γωνία από το ρελασκόπιο του Bitterlich.
- $\hat{G}_i=F*Z_i$ η εκτίμηση της κυκλικής επιφάνειας στο σημείο i .
όπου Z ο αριθμός των δέντρων
- $\hat{G}=\sum^n(\hat{G}_i/n)$ η εκτίμηση της μέσης κυκλικής επιφάνειας στο ha με n σημεία.
- $\hat{G}=A*\hat{G}$ η εκτίμηση της συνολικής κυκλικής επιφάνειας της έκτασης A (ha)
- $Var(.)$ οι διακυμάνσεις



Με οριζόντια δειγματοληψία κατά σημεία 2/2

- Όργανα που χρησιμοποιούνται
 - Απλά γωνιόμετρα (simple angle gauges)
 - Σφηνοειδή πρίσματα (wedge prisms)
 - Όργανα με αυτόματη διόρθωση για κλίση εδάφους (κατοπτρικό ρελασκόπιο, κ.α.)
- Η κατάλληλη επιλογή του συντελεστή αρίθμησης έχει μεγάλη σημασία γιατί υπάρχει σχέση μεταξύ του αριθμού των δέντρων που μπαίνουν στο δείγμα και της μεροληψίας στην εκτίμηση της κυκλικής επιφάνειας.
 - Μικροί F δημιουργούν μεγάλες επιφάνειες που περιέχουν πολλά δέντρα με τις ανάλογες παραλήψεις ως προς την απαρίθμησή τους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

3. Εκτίμηση ύψους

Μέτρηση Συστάδων

Ύψος

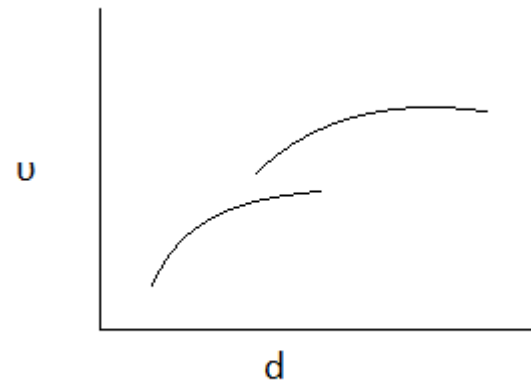
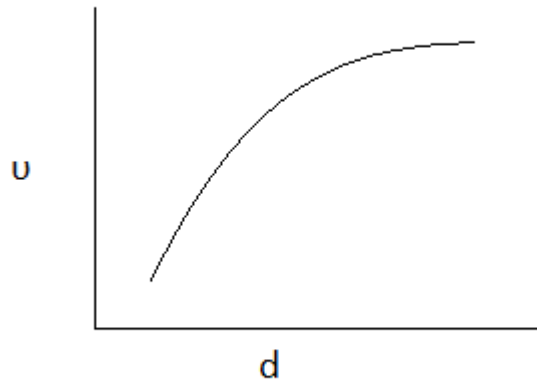
Το ύψος ενός δέντρου εξαρτάται από:

- Το δασοπονικό είδος
- Την ηλικία
- Την δασοπονική μορφή
- Την ποιότητα του τόπου
- Τους καλλιεργητικούς χειρισμούς της περιοχής



Σχέση ύψους και στηθιαίας διαμέτρου

- Μεταξύ των υψών και των διαμέτρων των δέντρων μιας συστάδας υπάρχει μια σχέση που εκφράζεται με καμπύλη γραμμή και λέγεται καμπύλη ύψους.



- Στις ομήλικες συστάδες παρατηρείται μία μετατόπιση πάνω και δεξιά. Αντίθετα, στις ανομήλικες συστάδες δεν συμβαίνει αυτό, αλλά η καμπύλη είναι πιο απότομη.



Σχέση εμπορεύσιμου και συνολικού ύψους

- Η σχέση του εμπορεύσιμου ύψους και του συνολικού ύψους ενός δέντρου είναι γραμμική.



Μέσα ύψη συστάδας

- Μέθοδοι για τον υπολογισμό του μέσου ύψους μιας συστάδας
 - Από τον μέσο όρο των υψών όλων των δέντρων
 - Από τον μέσο όρο των κυριαρχούντων και συγκυριαρχούντων δέντρων
 - Από τον μέσο όρο ενός σταθερού αριθμού από τα μεγάλα δέντρα ανά μονάδα επιφάνειας (συνήθως 40/ha).
- Εκείνου που θα δώσει τον σωστό όγκο όταν χρησιμοποιηθεί στον τύπο $V=G\bar{h}f$
 - Όπου V : ο όγκος σε κ.μ./ha
 - G : κυκλική επιφάνεια της συστάδας σε τ.μ./ha
 - \bar{h} : μέσο ύψος της συστάδας σε μ.
 - f : κλάση μορφής συστάδας



Μέσο ύψος κατά Lorey

- Είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος των υψών με σταθμικό την κυκλική επιφάνεια του κάθε δέντρου.

$$h_L = \left(\sum_{i=1}^N g_i h_i \right) / G$$



Κορυφαίο ή ανώτερο ύψος

- Αναφέρεται στα κυριαρχούντα δέντρα. Είναι το μέσο ύψος ενός σταθερού εκατοστιαίου ποσοστού από όλα τα δέντρα της συστάδας ή ενός σταθερού αριθμού των μεγαλύτερων διαμέτρων ή των ψηλότερων δέντρων.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

4. Εκτίμηση του αριθμού των κορμών

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

- Έννοια
- Χρησιμότητα
- Μέθοδοι



Μέθοδοι εκτίμησης αριθμού κορμών

1/2

Μέθοδοι εκτίμησης αριθμού κορμών:

- Με γενική παχυμέτρηση
 - Μας δίνει τον ακριβή αριθμό κορμών μιας συστάδας και τον ακριβή αριθμό κορμών κατά βαθμίδες διαμέτρου οποιουδήποτε εύρους.
 - Συνήθως, το αποτέλεσμα δίνεται ως αριθμός κορμών ανά εκτάριο (N/ha).
- Με οριζόντια δειγματοληψία κατά σημεία
 - Σε κάθε σημείο στάσης μετράμε και καταγράφουμε την στηθιαία διάμετρο κάθε δέντρου που μπαίνει στο δείγμα και εφαρμόζουμε τον τύπο

$$N_i = F * \Sigma(1/g_{ij})$$



Μέθοδοι εκτίμησης αριθμού κορμών 2/2

- Όπου N_i ο αριθμός κορμών στο i -οστό σημείο, στο h_a και g_{ij} η κυκλική επιφάνεια.

- Προκύπτει από τον βασικό τύπο της Bitterlich δειγματοληψίας.

$Y_i = F\Sigma(y_{ij}/g_{ij})$, όπου Y_i η εκτίμηση της μεταβλητής Y στο i -οστό σημείο της συστάδας και στο h_a και y_{ij} η ίδια μεταβλητή στο j -οστό δέντρο του δείγματος και στο σημείο i .

- Με δειγματοληπτικές επιφάνειες σταθερού μεγέθους
 - Έννοια, αποτελεσματική μέθοδος
 - Χρησιμοποιούνται τύποι της απλής τυχαίας δειγματοληψίας





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

5. Εκτίμηση του όγκου

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

- Όγκος συστάδας (stand volume) είναι το άθροισμα των όγκων όλων των δέντρων της.
- $$V = v_1 + \dots + v_N = \sum_{i=1}^N v_i = \sum_{i=1}^N g_i h_i f_i$$



Μέσος κορμός όγκου

- Μέσος κορμός όγκου είναι το δέντρο που έχει όγκο τον μέσο όγκο της συστάδας.

όπου νί ο όγκος του I δέντρου



Είδη όγκου

- Με τον όρο “όγκος” εννοείται για τα διάφορα τμήματα του δέντρου.
- Ως κατώτερο όριο συνήθως παίρνεται το ύψος του πρέμνου και ως ανώτερο όριο μπορεί να είναι η κορυφή.
- Με φλοιό ή χωρίς φλοιό.
- Μικτός όγκος (gross volume) είναι ο όγκος από την πρεμνική τομή μέχρι την ελάχιστη διάμετρο κορυφής.
- Εάν αφαιρέσουμε τον όγκο των μη εμπορεύσιμων τμημάτων παίρνουμε τον καθαρό όγκο (βιομηχανικός-industrial ή εμπορεύσιμος όγκος-merchantable volume).



Μέθοδοι εκτίμησης όγκου

Μέθοδοι εκτίμησης όγκου συστάδας:

- Επίγειες μέθοδοι (ground methods)
- Αεροφωτογραφικές μέθοδοι (aerial photography methods)
- Συνδυασμός των παραπάνω



Με γενική παχυμέτρηση

- Εκτίμηση όγκου με γενική παχυμέτρηση και μαζοπίνακες



Με γενική παχυμέτρηση και δοκιμαστικούς κορμούς

- Αυτή η μέθοδος συνήθως χρησιμοποιείται σε ομήλικες μη ιδιάζουσες συστάδες.
- Δοκιμαστικός κορμός είναι ο κορμός εκείνος της συστάδας που έχει τον μέσο όρο κάποιου χαρακτηριστικού του δέντρου.
- Συνήθως μετριοούνται 20-50 κορμοί σε κάθε συστάδα.



Με δοκιμαστικές επιφάνειες σταθερής έκτασης

- Στην άμεση εκτίμηση μετριέται ο όγκος σε όλα τα δέντρα κάθε δειγματοληπτικής επιφάνειας.
- Στην έμμεση εκτίμηση
 - Γίνεται μέτρηση του συνολικού ύψους όλων των δέντρων και παίρνουμε τον όγκο από τον μαζοπίνακα.
 - Γίνεται μέτρηση του συνολικού ύψους ενός δείγματος από τα δέντρα των δειγματοληπτικών επιφανειών, έπειτα καταρτίζεται η καμπύλη ύψους και τέλος, παίρνουμε τον όγκο από τον μαζοπίνακα.
 - Δεν γίνεται καμία επιπλέον μέτρηση και παίρνουμε τον όγκο από τον μαζοπίνακα απλής εισόδου.
- Στην υποδειγματοληψία, μετριέται ένα υποσύνολο των δέντρων της δειγματοληπτικής επιφάνειας.



Με μαζοπίνακες συστάδας

- Οι μαζοπίνακες συστάδας (stand volume tables) είναι μαζοπίνακες που δίνουν τον όγκο της συστάδας ως συνάρτηση άλλων παραμέτρων της συστάδας.

- Π.χ. $V_{/δ.ε.} = A + BG_{/δ.ε.} + ΓH + ΔG_{/δ.ε.} H$

όπου H: το μέσο ύψος των κυριαρχούντων και συγκυριαρχούντων δέντρων της συστάδας



Με οριζόντια κατά σημεία δειγματοληψία

- Περιγραφή της επιλογής των δέντρων
- Τύπος που δίνει την εκτίμηση του όγκου στο i -οστό σημείο και στο h $V_i = F \sum (fh)_{ij}$, όπου $(fh)_{ij}$ ο υψομορφάριθμος του j -οστού δέντρου του δείγματος στο i -οστό σημείο.
- Και αυτός ο τύπος προκύπτει από τον βασικό τύπο της Bitterlich δειγματοληψίας $\hat{Y}_i = F \sum (y_{ij}/g_{ij})$, που αναφέρθηκε πριν.
- Χρησιμοποιούνται οι τύποι της απλής τυχαίας δειγματοληψίας.



Άλλες μέθοδοι

- Με την 3P δειγματοληψία, την δισταδιακή με 3P δειγματοληψία στο δεύτερο στάδιο και στο πρώτο στάδιο επιφανειακής ή Bitterlich δειγματοληψίας και με την μέθοδο του μεγάλου συντελεστή αρίθμησης (Big BAF).





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

6. Εκτίμηση βιομάζας

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

Η βιομάζα αξιοποιείται:

- Για παραγωγή ενέργειας
- Για μελέτη περιβάλλοντος (περιεκτικότητα άνθρακα, κλπ)
- Για μελέτη του οικοσυστήματος για αειφόρο ανάπτυξη



Τμήματα δέντρου από άποψης βιομάζας

- Ολόκληρο δέντρο (περιλαμβάνονται οι ρίζες, το πρέμνο, ο ολικός κορμός, τα κλαδιά, το φύλλωμα και οι καρποί)
- Πρέμνο και ρίζες
- Ολικό δέντρο (εκτός πρέμνου και ριζών)
- Ολικός κορμός (από το πρέμνο μέχρι την κορυφή)
- Κορμός μέχρι και την ελάχιστη διάμετρο
- Κορυφοτεμάχιο
- Κόμη
- Κλαδιά
- Φύλλωμα (περιλαμβάνονται οι βελόνες και οι καρποί)



Μέθοδοι εκτίμησης βιομάζας συστάδας

- Μέθοδος μέσου κορμού
- Μέθοδος στρωματωμένου μέσου κορμού
- Μέθοδος παλινδρόμησης
- Μέθοδος δοκιμαστικών επιφανειών σταθερής έκτασης
- Με την αναλογία της κυκλικής επιφάνειας



Μέθοδος παλινδρόμησης 1/5

Βήματα για την συλλογή των στοιχείων:

- 1) Επιλογή δειγματοληπτικών δέντρων
- 2) Λήψη μετρήσεων
- 3) Ρίψη δέντρου
- 4) Μέτρηση άλλων μεταβλητών του δέντρου
- 5) Χωρισμός δέντρου σε τμήματα
- 6) Ζύγισμα νωπών τμημάτων δέντρου
- 7) Λήψη δειγμάτων για προσδιορισμό ξηρού βάρους
- 8) Ζύγισμα νωπών δειγμάτων
- 9) Ξήρανση νωπών δειγμάτων
- 10) Ζύγισμα ξηρών δειγμάτων
- 11) Λήψη μέτρων για προσδιορισμό πυκνότητας



Μέθοδος παλινδρόμησης 2/5

Μέθοδοι δειγματοληψίας:

- Απλή τυχαία δειγματοληψία
- Στρωματωμένη τυχαία δειγματοληψία
- Δειγματοληψία κατά ομάδες



Μέθοδος παλινδρόμησης 3/5

Το μέγεθος του δείγματος εξαρτάται από:

- Την ομοιογένεια του δάσους
- Την ηλικία και τις διαστάσεις των δέντρων
- Τους εδαφικούς παράγοντες
- Την επιθυμητή ακρίβεια εκτίμησης της εξαρτημένης μεταβλητής.



Μέθοδος παλινδρόμησης 4/5

Εξισώσεις και ανεξάρτητες μεταβλητές:

- $w = AX^B$, w : βάρος τμήματος δέντρου ή όλου του δέντρου
 x : στηθιαία διάμετρος
 A, B : σταθερές παράμετροι
- Τέτοιες εξισώσεις-συναρτήσεις που συσχετίζουν την βιομάζα των φυτών με μία ή περισσότερες άλλες μεταβλητές που αντανακλούν το μέγεθος του φυτού (π.χ. η διάμετρος του κορμού ή το ύψος) λέγονται αλλομετρικές σχέσεις.
- $\log W = \log A + B \log X$ ή $W' = A' + BX'$



Μέθοδος παλινδρόμησης 5/5

Ο λογαριθμικός μετασχηματισμός δημιουργεί μεροληψία όταν επανερχόμαστε στην πρώτη εξίσωση για να υπολογίσουμε τα βάρη και την διακύμανση. Αυτό οφείλεται στην συστηματική υποεκτίμηση που γίνεται γιατί ο αριθμητικός μέσος όρος του μετασχηματισμού αντιστοιχεί στον γεωμετρικό μέσο όρο της αρχικής εξίσωσης (μικρότερος).



Θερμοκρασία ξήρανσης

- Κυμαίνεται από 65°C έως 105°C μέχρις ότου τα δείγματα αποκτήσουν σταθερό βάρος.
- $Y = (\text{Νωπό βάρος} - \text{Ξηρό βάρος}) / \text{Ξηρό βάρος}$
όπου Y η περιεχόμενη υγρασία





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

7. Εκτίμηση ηλικίας και ποιότητας ξύλου

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

- Ηλικία συστάδας είναι το χρονικό διάστημα από την ίδρυση της συστάδας μέχρι το χρονικό σημείο μέτρησής της.
- Δίνεται σε βαθμίδες ηλικίας (πλάτος βαθμίδων: π.χ. 5-10-20 έτη) και δηλώνονται με ρωμαϊκούς αριθμούς (I, II, II, IV, κλπ).
- Η ηλικία συστάδας διακρίνεται σε
 - Επικρατούσα ηλικία: η ηλικία του κύριου όγκου των δέντρων
 - Μέσες ηλικίες: ο αριθμητικός μέσος όρος ή ο σταθμισμένος μέσος όρος με διάφορα σταθμικά



Εκτιμήσεις

- Ομήλικη συστάδα
 - Η διαφορά ηλικίας των δέντρων της συστάδας είναι μικρότερη του πλάτους μιας βαθμίδας.
 - Η συστάδα μπορεί να προήλθε από φύτευση μέσα σε έναν χρόνο μετά από αποψιλωτική υλοτομία είτε από φυσική αναγέννηση.
- Ανομήλικη συστάδα
 - Η διάμετρος θεωρείται σημαντικότερη από την ηλικία και συνεπώς η σπουδαιότητα του περιτρόπου χρόνου αντικαθίσταται από αυτή του χρόνου περιφοράς.
 - Χρόνος ανόδου είναι ο χρόνος που χρειάζεται ένα δέντρο για να περάσει από μια βαθμίδα διαμέτρου στην αμέσως επόμενη.
- Οι μέσες ηλικίες πρέπει να συνοδεύονται και από τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές.



Ποιότητα ξύλου

- Η αξιοποίηση του ξυλώδους όγκου ενός δασικού οικοσυστήματος γίνεται περισσότερο αποτελεσματικά αν είναι γνωστή η αναλογία του όγκου στις διάφορες κατηγορίες ποιότητας των προϊόντων.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

8. Ποιότητα τόπου

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά 1/2

- Ποιότητα τόπου ορίζεται ως η δυνατότητα παραγωγής ξυλείας μιας έκτασης για δεδομένο δασοπονικό τύπο-είδος.
- Δασικός τύπος ορίζεται μία έκταση εξεταζόμενη από την άποψη του περιβάλλοντος.
- Η γνώση της ποιότητας του τόπου είναι σημαντική για
 - Την εκτίμηση της προσαύξεση της συστάδας
 - Την κατάρτιση πινάκων παραγωγής
 - Τον έλεγχο των μεγεθών των δασικών προϊόντων
 - Την καλλιέργεια και διαχείριση



Γενικά 2/2

- Εκφράζει την μέση παραγωγικότητα μιας εδαφικής έκτασης για την ανάπτυξη δέντρων.
- Η σχετική ποιότητα τόπου συνήθως διακρίνεται από 3 έως 5 κατηγορίες ή κλάσεις οι οποίες συμβολίζονται με ρωμαϊκούς αριθμούς.
- Τα χαρακτηριστικά της κάθε κλάσης πρέπει να ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε οποιαδήποτε επιφάνεια να μπορεί να καταταγεί σε μία μόνο κλάση.



Καθορισμός ποιότητας τόπου 1/2

Η ποιότητα τόπου μπορεί να καθοριστεί από:

- Ιστορικά δεδομένα
- Ογκομετρικά δεδομένα
 - Ο όγκος μπορεί να αποτελέσει άριστο κριτήριο. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει και το χαρακτηριστικό του δέντρου που ενδιαφέρει (π.χ. ξυλοπολτός – βάρος).



Καθορισμός ποιότητας τόπου 2/2

- Το ύψος
 - Πρακτικός συνεπής και χρήσιμος δείκτης ποιότητας τόπου διότι:
 - Η αύξηση του ύψους είναι ευαίσθητη σε διαφορές στην ποιότητα τόπου
 - Επηρεάζεται ελάχιστα από την πυκνότητα της συστάδας
 - Επηρεάζεται λίγο από την σύνθεση των δασοπονικών ειδών
 - Είναι σχετικά σταθερό και με μεταβαλλόμενες εντάσεις αραιώσεων
 - Το συνολικό ύψος μετριέται εύκολα και γρήγορα
 - Συσχετίζεται με τον όγκο
 - Δείκτης ποιότητας τόπου (SI) είναι το μέσο ύψος των κυριαρχούντων-συγκυριαρχούντων δέντρων μιας έκτασης σε μια βασική ηλικία ή ηλικία αναφοράς.
- Τα χαρακτηριστικά της υποβλάστησης



Κατάρτιση καμπυλών δεικτών ποιότητας τόπου

- Καμπύλες SI για ανομήλικες συστάδες
 - Παράδειγμα το γραφικό, διαφορά του από το αντίστοιχο των ομήλικων συστάδων.
- Καμπύλες SI για ομήλικες συστάδες

- Χρειαζόμαστε το συνολικό ύψος (h) και η ηλικία (t).

- Προσαρμογή

– $h=f(t)$ π.χ. $\log h=A+B(1/t)$

- Για βασική ηλικία t_0

– $SI=f(t_0)$ $\log SI=A+B(1/50)$

$$A=\log SI+B(1/50)$$

$$h=Q(SI,t) \quad \log h=\log SI+B((1/t)-(1/50))$$

Παίρνονται με η προσωρινές δειγματοληπτικές επιφάνειες στις οποίες μετριοούνται π.χ. 5 κυριαρχούντα-συγκυριαρχούντα δέντρα στο μέσο τους.

για σταθερό SI

δημιουργούνται καμπύλες h-t





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

9. Πίνακες παραγωγής

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

- Πίνακας παραγωγής είναι ένας πίνακας ή ένα γραφικό που δείχνει την προοδευτική εξέλιξη (ανάπτυξη) μιας συστάδας κατά περιοδικά διαστήματα που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος ζωής της σε μία δεδομένη ποιότητα τόπου.
- Ο πίνακας παραγωγής συνήθως περιλαμβάνει
 - Την μέση διάμετρο
 - Το μέσο ύψος
 - Την κυκλική επιφάνεια
 - Τον αριθμό κορμών
 - Τις τελικές παραγωγές, κλπ.
- Η εξέλιξη δίνεται ως συνάρτηση της ποιότητας τόπου, του δασικού είδους και της κλάσης ηλικίας.



Είδη πινάκων παραγωγής

Είδη πινάκων παραγωγής:

- Κανονικοί (normal yield tables)
 - Αναφέρονται σε φυσικές συστάδες
- Εμπειρικοί (empirical yield tables)
 - Αναφέρονται σε συστάδες που υπόκεινται σε επιστημονική διαχείριση
- Μεταβλητής πυκνότητας (variable density yield tables)
 - Αναφέρονται σε συστάδες που υπόκεινται σε επιστημονική διαχείριση αλλά το πρόγραμμα αραιώσεων είναι μεταβλητό



Μέθοδοι κατάρτισης πινάκων παραγωγής

Μέθοδοι κατάρτισης πινάκων παραγωγής:

- Μέθοδος προσωρινών δοκιμαστικών επιφανειών
 - Συνήθως οι δοκιμαστικές επιφάνειες είναι 100-300.
 - Ταξινόμηση κατά ποιότητα τόπου και εύρεση συναρτήσεων των χαρακτηριστικών της συστάδας στις κλάσεις ηλικίας.
- Μέθοδος μόνιμων δοκιμαστικών επιφανειών
 - Παρόμοια με την προηγούμενη.
- Μέθοδος ημιμόνιμων δοκιμαστικών επιφανειών
 - Ενδιάμεση μέθοδος.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

10. Προσαύξηση συστάδας

Μέτρηση Συστάδων

Γενικά

- Θνησιμότητα (mortality): ο αριθμός ή ο όγκος των δέντρων που περιοδικά πεθαίνουν από φυσικά αίτια (π.χ. μεγάλη ηλικία, συναγωνισμός, έντομα, ασθένειες, άνεμος και πάγος) σε οποιοδήποτε σημείο της αυξητικής περιόδου.
- Ανελθόντα (ingrowth): ο αριθμός ή ο όγκος των δέντρων που αυξάνουν τις διαστάσεις τους πέρα από τις ελάχιστες μετρούμενες.
- Ενδιάμεσες καρπώσεις (cut): ο αριθμός ή ο όγκος των δέντρων που περιοδικά απολαμβάνονται (υλοτομούνται) ανεξάρτητα αν μετακινούνται ή όχι από το δάσος.



Είδη προσαύξησης συστάδας

- $I_{\text{καθ.προσ., αυξ. κεφ.}} = V_2 - V_1$
- $I_{\text{συνολ.προσ. του αρχ. όγκου}} = V_2 + M + C - I - V_1$

V_1, V_2 : όγκος ζωντανών δέντρων συστάδας στην αρχή και στο τέλος της αυξητικής περιόδου αντίστοιχα

M : όγκος θνησιμότητας

C : όγκος ενδιάμεσων καρπώσεων

I : όγκος ανελθόντων



Παράδειγμα 1/2

Πίνακας. Προσαύξηση κυκλικής επιφάνειας συστάδας με ρελασκόπιο

Αριθμός δέντρου	d (εκ.) 1980	d _υ (εκ.) 1980	d' (εκ.) 1970	d' _υ ' (εκ.) 1970	L (μ.)		L'=(50 d')/√F (μ.)	(fh)	(fh)'
1	18.2	17.2	16.4	17.3	3.50	<	4.32	9.34	8.93
2	21.6	20.5	19.5	20.6	5.20	>	5.15	10.59	-
3	23.6	22.4	21.6	22.8	3.10	<	5.70	11.18	10.85
4	19.2	18.2	17.0	17.9	3.50	<	4.48	9.74	9.02
5	17.2	16.3	15.9	16.8	4.00	<	4.20	8.82	8.66
Σύνολο	99.8	94.6						49.67	37.46



Παράδειγμα 2/2

- $K = \Sigma d / \Sigma d_u = 99.8 / 94.6 = 1.055$ και $d' = d_u' * K$ (π.χ. $17.9 = 17 * 1,055$)
- d : έμφλοια διάμετρος με το παχ. Σημ.
 d' : άφλοια διάμετρος με την τρυπάνη και π.
 d_u' : άφλοια διάμετρος π. με την τρυπάνη και π.
- $G_i = G - G' = FZ - FZ' = F(Z - Z') = 4(5 - 1) = 4m^2/ha$
- $PG_i = (I_{G_i} / G) 100 = (4 / (5 * 4)) 100 = 20\%$ για 5 έτη



Προσαύξηση όγκου

- Με τους μαζοπίνακες
- Μέθοδος ελέγχου
- Συνεχής δασική απογραφή
- Με το ρελασκόπιο (παράδειγμα με τα δεδομένα του πίνακα)
 - $I_v = V_2 - V_1 = F \sum (fh)_j - F \sum (fh)_j = F [\sum (fh)_j - \sum (fh)_j] = 4(49.67 - 34.46) = 48.84 \text{ m}^3/\text{ha}$
για 5 έτη



Δειγματοληψία σε δύο διαδοχικές περιπτώσεις

- Ανεξάρτητα διαδοχικά δείγματα

$$\bar{T} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1$$

- Ίδια δείγματα και στις δύο περιπτώσεις
 - Ακριβής αλλά χρειάζεται επιπλέον δουλειά.
- Υποδειγματοληψία σε μία περίπτωση
 - 1^η δειγματοληψία: προσωρινές και μόνιμες μονάδες δειγματοληψίας
 - 2^η δειγματοληψία: μόνιμες μονάδες δειγματοληψίας
- Δειγματοληψία με μερική επανάθεση
 - 1^η δειγματοληψία: προσωρινές και μόνιμες μονάδες δειγματοληψίας
 - 2^η δειγματοληψία: προσωρινές και μόνιμες μονάδες δειγματοληψίας



Βιβλιογραφία 1/2

- Anuchin, N.P. 1970. Forest Mensuration. 2nd edition, Goslesbumizdat, Moskva - Leningrad
- Αστέρης, Κ. 1986. Δασική Βιομετρία. Τόμος Δεύτερος. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Avery, T.E. and Burkhart, H.E. 2001. Forest Measurements. 5th edition: McGraw-Hill Publishing Company
- Bitterlich, W. 1984. The Relascope Idea. Relative Measurements' in Forestry. Commonwealth Agricultural Bureaux, Great Britain.



Βιβλιογραφία 2/2

- Iles, K. 2003. A sampler of inventory topics. Editions: Kim Iles & Associates Ltd.
- Μάτης, Κ. 2004. Δασική Βιομετρία II. Δεντρομετρία. Εκδόσεις Πήγασος. Θεσσαλονίκη
- Υπουργείο Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα πρώτης εθνικής απογραφής δασών. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Γραμματεία Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος, Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ζαχαρούλα
Ανδρεοπούλου. «Δασική Βιομετρία II. Μέτρηση Συστάδων». Έκδοση: 1.0.
Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS409/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Χριστιάνα Κολιούσκα
Θεσσαλονίκη, 31/7/2015



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

