

1-4
ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ
2009

14^o

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

**ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΧΩΡΟΣ «ΠΟΛΙΤΕΙΑ»**

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΗΣ ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗΣ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΑΧΑΪΑΣ



14ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

**ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ISSN: 1109-7574

ISBN: 978-960-89478-3-2

COPYRIGHT 2011: **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥΠΟΛΗ, 541 24 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Τ.Θ. 1671, www.forestry.gr

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ:

DIRECTION ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ Α.Ε.

Μ. ΑΣΙΑΣ 43, 152 33 ΧΑΛΑΝΔΡΙ, Τ: 210 77.12.400, E: direction@direction.gr

14ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

**ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΠΥΡΟΠΛΗΚΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

1 - 4 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2009
ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΧΩΡΟΣ «ΠΟΛΙΤΕΙΑ»

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Ζάγκας Θεοχάρης, Πρόεδρος (Πρόεδρος ΕΔΕ)
Τσιτσώνη Θέκλα, Αντιπρόεδρος (Αντιπρόεδρος ΕΔΕ)
Ελευθεριάδου Ελένη, Γενική Γραμματέας (Γενική Γραμματέας ΕΔΕ)
Σπανός Ιωάννης, Ταμίας (Ταμίας ΕΔΕ)
Αλιζώτη Παρασκευή, Μέλος (Μέλος ΕΔΕ)
Στεφανίδης Παναγιώτης, Μέλος (Πρόεδρος Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος)
Τσακανίκας Χρήστος, Μέλος (Διευθυντής Δασών Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας)
Πετρόπουλος Αθανάσιος, Μέλος (Αντινομάρχης Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Αχαΐας)
Μπακουλόπουλος Νικόλαος, Μέλος (Διευθυντής Δασών Νομού Αχαΐας)
Κανταρτζόπουλος Αντώνιος, Μέλος (Προϊστάμενος Δασαρχείου Πατρών)
Τζανιδάκης Γεώργιος, Μέλος (Εκπρόσωπος ΓΕΩΤ.Ε.Ε.)

ΤΟΠΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Τσακανίκας Χρήστος, Διευθυντής Δασών Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας
Πετρόπουλος Αθανάσιος, Αντινομάρχης Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Αχαΐας
Μπακουλόπουλος Νικόλαος, Διευθυντής Δασών Νομού Αχαΐας
Κανταρτζόπουλος Αντώνιος, Δασάρχης Πατρών
Πολίτης Θεόδωρος, Νομαρχιακός Σύμβουλος Αχαΐας
Βαρβατσούλης Σταύρος, Δασολόγος Δασαρχείου Πατρών
Ζάνταλης Ιωάννης, Δασολόγος Διεύθυνσης Δασών Ν. Αχαΐας
Κατσαρός Δημήτριος, Δασολόγος Διεύθυνσης Δασών Ν. Αχαΐας
Κόκκορης Ιωάννης, Δασολόγος Μελετητής
Κολύρου Κατερίνα, Δασολόγος Διεύθυνσης Δασών Ν. Αχαΐας
Κωνσταντόπουλος Παναγιώτης, Δασολόγος της Γ' ΚΟΠ
Οικονόμου Λαμπρινή, Δασολόγος Μελετητής
Σκαρμούτσου Μαρία, Δασολόγος Διεύθυνσης Δασών Ν. Αχαΐας
Σμηλιωτόπουλος Παναγιώτης, Δασολόγος Δασαρχείου Πατρών
Χρονόπουλος Γεώργιος, Δασολόγος Δασαρχείου Αιγίου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αλιζώτη Παρασκευή
Αλιφραγκής Δημήτριος
Βουλγαρίδης Ηλίας
Ελευθεριάδου Ελένη
Εσκίογλου Παναγιώτης
Ζάγκας Θεοχάρης

Καραμέρης Αθανάσιος
Μελιάδης Ιωάννης
Πλατής Παναγιώτης
Τσιτσώνη Θέκλα
Σπανός Ιωάννης
Χριστοδούλου Αθανάσιος

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΚΡΙΤΩΝ

Αϊναλής Απόστολος
Αλιζώτη Παρασκευή
Αλιφραγκής Δημήτριος
Ανδρεοπούλου Ζαχαρούλα
Βασιλείου Βασίλειος
Βουλγαρίδης Ηλίας
Γερασιμίδης Αχιλλέας
Γκανάτσας Πέτρος
Γουδέλης Γεράσιμος
Γούπος Χρήστος
Γρηγορίου Αθανάσιος
Δημητρακόπουλος Αλέξανδρος
Ελευθεριάδου Ελένη
Εσκίογλου Παναγιώτης
Ζάγκας Θεοχάρης
Θεοδωρόπουλος Κωνσταντίνος
Ισπικούδης Ιωάννης
Καζαντζίδης Σάββας
Καλαπανίδα Μαρία
Καραμανώλης Δημήτριος
Καραμέρης Αθανάσιος
Κοράκης Γεώργιος
Λεφάκης Παναγιώτης

Μαντζανάς Κωνσταντίνος
Μελιάδης Ιωάννης
Μιχόπουλος Παναγιώτης
Μπαρμπούτης Ιωάννης
Μπλιούμης Βάιος
Ντίνη-Παπαναστάση Ολυμπία
Ξανθοπούλου Ελένη
Πασιαλής Κωνσταντίνος
Παπαναστάσης Βασίλειος
Πλατής Παναγιώτης
Ράγκου Πολυξένη
Ραδόγλου Καλλιόπη
Ράπτης Δημήτριος
Σαπουντζής Μάριος
Σπανός Ιωάννης
Στάθης Δημήτριος
Στεφανίδης Παναγιώτης
Σπανός Κωνσταντίνος
Τσακαλδήμη Μαριάνθη
Τσιτσώνη Θέκλα
Φιλίππου Ιωάννης
Χριστοδούλου Αθανάσιος

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ και ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ του ΑΠΘ
ΥΠΑΑΤ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ ΑΧΑΪΑΣ

ΓΕΩΤΕΕ

ΜΕ ΤΗΝ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ

ΤΕΔΚ Ν. ΑΧΑΪΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΠΑΤΡΕΩΝ

ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ

ΔΗΜΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΟΥ

ΧΟΡΗΓΟΙ

ΟΜΙΛΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΑΝΤΖΟΥΛΑΤΟΣ

ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΠΑΝΑΧΑΪΚΟΥ Α.Ε.

ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε.

Έρευνα της Σταθερότητας των Δένδρων με Βάση τα Δασοκομικά τους Χαρακτηριστικά σε Δενδροστοιχίες της Θεσσαλονίκης

Κοντογιάννη Αιμιλία¹, Τσιτσώνη Θέκλα¹, Γουδέλης Γεράσιμος²

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124-Θεσσαλονίκη

²Τμήμα Δασοπονίας και Διαχ. Φ.Π., ΤΕΙ Λαμίας, 36 100 Καρπενήσι
e-mail: tsitsoni@for.auth.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα σκοπό έχει την εκτίμηση της στατικής σταθερότητας των δένδρων με βάση τα υπέργεια δασοκομικά χαρακτηριστικά τους και κατά συνέπεια την εκτίμηση της επικινδυνότητάς τους σε τρεις δενδροστοιχίες κεντρικών δρόμων του Δήμου Θεσσαλονίκης. Από τις πρωτογενείς μετρήσεις υπολογίστηκαν η αναλογία κόμης επί του συνολικού ύψους του δένδρου (Crown Ratio, CR) και ένας Δείκτης Ασυμμετρίας Κόμης ΔΑΚ (Crown Asymmetry Index, CAI), βάσει του οποίου διακρίθηκαν οι Κλάσεις Ασυμμετρίας Κόμης. Το άθροισμα των τιμών των μεταβλητών για κάθε δένδρο ονομάζεται Δείκτης Σταθερότητας Δένδρου (ΔΣΔ - *Tree Stability Index, TSI*). Το κάθε δένδρο δηλαδή απέκτησε μια τιμή Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου (TSI). Όσο μικρότερη είναι η τιμή του Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου (TSI) τόσο πιο σταθερό είναι το δένδρο και όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του τόσο πιο κρίσιμη είναι η σταθερότητά του. Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα δένδρα των δενδροστοιχιών της περιοχής έρευνας κατατάχθηκαν σε κατηγορίες σταθερότητας ανάλογα με την τιμή του Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου (TSI). Βρέθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών ανήκει στις κατηγορίες μέσης και κρίσιμης σταθερότητας. Για την αποφυγή περαιτέρω προβλημάτων προτείνεται κατάρτιση Σχεδίου Διαχείρισης της Επικινδυνότητας των δένδρων, χαλάρωση του όγκου της κόμης και μείωση του ύψους της κόμης και σε ορισμένες περιπτώσεις χρήση συστημάτων υποστήριξης με ιμάντες.

Λέξεις κλειδιά: Αστικό πράσινο, σταθερότητα, υπέργεια δασοκομικά χαρακτηριστικά.

Εισαγωγή

Στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης καταγράφηκαν τα τελευταία χρόνια μεγάλες ζημιές από δυνατούς ανέμους, ανεμοθλασίες και εκριζώσεις δένδρων. Χαρακτηριστικά, το 1997 και το 2007 δεκάδες δένδρα έπεσαν, προκαλώντας ευτυχώς μόνον υλικές καταστροφές.

Η παρούσα εργασία σκοπό έχει τη μελέτη της συμπεριφοράς των δέντρων ως προς τη στατική σταθερότητά τους σε τρεις δενδροστοιχίες κεντρικών δρόμων του Δήμου Θεσσαλονίκης, με διαφορετική σύνθεση και αναλογία πρασίνου. Οι τρεις οδοί είναι αντιπροσωπευτικές τόσο ως προς την κυκλοφοριακή φόρτιση όσο και ως προς το είδος, την ηλικία και τα λοιπά δασοκομικά χαρακτηριστικά των δένδρων, τα οποία δημιουργούν τις δενδροστοιχίες τους (Μπατάλα 2006).

Τα ειδικότερα προβλήματα που προσπαθεί να επιλύσει η εργασία αυτή είναι:

1. Η εκτίμηση της στατικής σταθερότητας των δέντρων με βάση τα υπέργεια δασοκομικά χαρακτηριστικά τους και κατά συνέπεια η εκτίμηση της επικινδυνότητάς τους, από αιολική φόρτιση (ανεμορριπιές, ανεμοθλασίες), στην πρόκληση ατυχημάτων σε ανθρώπους ή στη φθορά περιουσιών.

2. Η διατύπωση προτάσεων για τη λήψη μέτρων περιορισμού της επικινδυνότητας και η παρουσίαση μεθόδων ενίσχυσης της σταθερότητας.

Περιοχή έρευνας

Οι οδοί που μελετούνται είναι αντιπροσωπευτικές τόσο ως προς την κυκλοφοριακή φόρτιση όσο και ως προς το είδος, την ηλικία και τα λοιπά δασοκομικά χαρακτηριστικά των δένδρων τα οποία δημιουργούν τις δενδροστοιχίες τους κι επιπλέον είναι προσανατολισμένες προς την κατεύθυνση που φυσά ο Βαρδάρης και πρόκειται για:

Τη Λεωφόρο Νίκης, όπου μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά της δενδροστοιχίας που αποτελείται από το είδος *Platanus orientalis* και βρίσκεται ανάμεσα στο Λευκό Πύργο και τη διασταύρωση της λεωφόρου με την οδό Γ' Σεπτεμβρίου.

Την οδό Εγνατία, όπου μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά της δενδροστοιχίας του είδους *Celtis australis* στο τμήμα που βρίσκεται ανάμεσα στην αρχή της οδού και στη διασταύρωσή της με την οδό Εθνικής Αμύνης.

Και τη Λεωφόρο Καραμανλή, όπου μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά του τμήματος της δενδροστοιχίας που αποτελείται κυρίως από το είδος *Albizia julibrissin* και τον κλώνο *Populus X euramericana* cv. 'I-45/51'.

Το κλίμα της περιοχής μπορεί να θεωρηθεί μεσογειακό, με φανερή την ηπειρωτική επίδραση κατά τις διάφορες εποχές. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα, για την περίοδο 1960-2002, ανέρχεται σε 15,8°C (Πετρακάκης κ.ά. 2001, Τμ. Πολιτικών Μηχανικών 2008). Το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων, για την περίοδο 1946-2002, είναι 453,1 mm, ενώ η μέση σχετική υγρασία είναι 66,7% (Μπατάλα 2006). Οι χιονοπτώσεις μέσα στην πόλη δεν είναι σπάνιο φαινόμενο. Το χειμώνα επικρατούν βόρειοι άνεμοι που προέρχονται από την κοιλάδα του Αξιού (Βαρδάρης). Την άνοιξη πνέουν Ν, ΝΔ άνεμοι (θαλάσσιες αύρες), ενώ το καλοκαίρι επικρατούν Β, Δ, και ΝΔ άνεμοι (Tsitsoni and Zagas 2001, Γκανάτσας κ.ά. 2002).

Υλικά - Μέθοδοι

Η σταθερότητα του δένδρου εξαρτάται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του μεγέθους του (Wessolly 1995, 1996, 2005, Brudi & van Wassenaeer 2001, Cullen 2002, Horáček 2003, Kolařík 2003, Sterken 2005a, 2005b, James 2003, James et al. 2006, Coder 2007, Kane 2008). Έτσι, με σκοπό την εκτίμηση της σταθερότητας κάθε δένδρου, ελήφθησαν τα εξής στοιχεία:

- Η ταυτότητα του δένδρου, αναγνώριση του δασοπονικού είδους.
- Η στηθιαία διάμετρος σε εκατοστά με ακρίβεια χιλιοστού του μέτρου, με μεταλλικό παχύμετρο.
- Το συνολικό ύψος του δένδρου σε μέτρα με υψόμετρο Haga.
- Το ύψος έναρξης κόμης σε μέτρα, επίσης με υψόμετρο Haga.
- Οι ακτίνες της κόμης (μετρήθηκαν σε μέτρα οι τέσσερις, ανά δύο κάθετες μεταξύ τους, ακτίνες της κόμης με μετροταινία). Χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστούν οι διάμετροι της προβολής της κόμης, καθώς και η μέση διάμετρος της κόμης.

Από τις παραπάνω πρωτογενείς μετρήσεις υπολογίστηκαν:

- Η αναλογία κόμης επί του συνολικού ύψους του δένδρου (Crown Ratio, CR), κατά

Assmann (1970). Πρόκειται για το κλάσμα μήκος κόμης/ύψος δένδρου και παίρνει τιμές από το διάστημα 0, οπότε δεν υπάρχει καθόλου κόμη έως 1, οπότε το μήκος κόμης ισούται με το συνολικό ύψος του δένδρου, δηλαδή η κόμη φθάνει μέχρι το έδαφος.

- Ο Δείκτης Ασυμμετρίας Κόμης, ΔΑΚ (Crown Asymmetry Index, CAI), βάσει του οποίου διακρίθηκαν οι Κλάσεις Ασυμμετρίας Κόμης (Κοντογιάννη 2009).

Επειδή οι μεταβλητές αυτές έχουν ανομοιογενή έκφραση, το ύψος εκφράζεται σε μέτρα, ενώ οι άλλες μεταβλητές σε απόλυτους αριθμούς, εφόσον πρόκειται για αναλογίες, αποφασίστηκε, για λόγους ενιαίας έκφρασης, να κατηγοριοποιηθούν σε ίσο αριθμό κλάσεων. Για το σκοπό αυτό υιοθετήθηκαν τέσσερις (4) κλάσεις με τιμές 1, 2, 3, 4, που η κάθε μία αντιστοιχεί σε σταθερότητα δένδρου κατά φθίνουσα σειρά όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 (Κοντογιάννη 2009).

Πίνακας 1: Κλάσεις μεταβλητών και οι αντίστοιχες τιμές τους.

Table 1: Variables' classification and its values.

Τιμή κλάσης	Κλάσεις Ύψους	Κλάσεις CR	Κλάσεις CAI*
1	< 5μ.	< 0,33	R1 = R2 = R3 = R4, δηλαδή CD1 = CD2
2	5 – 10μ.	0,34 – 0,5	R1 = R2 και R3 = R4, δηλαδή CD1 > ή < CD2
3	10 – 15μ.	0,51-0,66	R1 > R2 ή R1 < R2 και R3 = R4
4	15 – (20μ.)	> 0,67	R1 ≠ R2 ≠ R3 ≠ R4

* Για καλύτερη κατανόηση του CAI δίνονται οι παρακάτω επεξηγήσεις συμβόλων: R1 = ακτίνα κόμης 1, R2 = ακτίνα κόμης 2, R3 = ακτίνα κόμης 3, R4 = ακτίνα κόμης 4, CD1 = διάμετρος κόμης 1 = R1 + R2 και CD2 = διάμετρος κόμης 2 = R3 + R4.

Το άθροισμα των τιμών των μεταβλητών για κάθε δένδρο ονομάζεται Δείκτης Σταθερότητας Δένδρου (ΔΣΔ-Tree Stability Index, TSI). Το κάθε δένδρο δηλαδή απέκτησε μια τιμή Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου (TSI), που διαμορφώνεται από τις μεταβλητές του ύψους, της αναλογίας κόμης και του Δείκτη Ασυμμετρίας Κόμης και παίρνει τιμές από 3-12, βάσει των οποίων διακρίθηκαν τρεις κατηγορίες σταθερότητας, δένδρο σταθερό, δένδρο μέτριας σταθερότητας, δένδρο κρίσιμης σταθερότητας όπως φαίνεται στον Πίνακα 2 (Κοντογιάννη 2009).

Πίνακας 2: Κατηγοριοποίηση των δέντρων σύμφωνα με τη σταθερότητά τους όπως υπολογίζεται από τον ΔΣΔ.

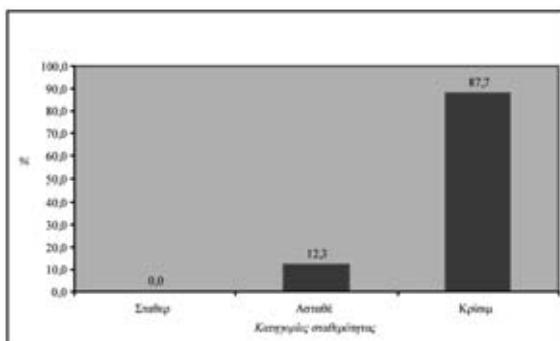
Table 2: Stability Categories of trees according to their Tree Stability Index.

Τιμές Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου (TSI)	Κατηγορία Σταθερότητας
3-5	Υψηλή σταθερότητα
6-9	Μέτρια σταθερότητα
10-12	Κρίσιμη σταθερότητα

Τα όρια μετάβασης από τη μια κατηγορία στην άλλη, όπως και αυτές οι ίδιες οι κατηγορίες έχουν να κάνουν με το πόσες από τις τρεις μεταβλητές ενός δένδρου, που αντιπροσωπεύουν δασοκομικά χαρακτηριστικά, παίρνουν ακραίες τιμές και κυρίως τις μέγιστες (3, 4). Δηλαδή, δένδρο στο οποίο δύο από τα παραπάνω δασοκομικά χαρακτηριστικά παίρνουν τις μέγιστες τιμές χαρακτηρίζεται ως δένδρο *κρίσιμης σταθερότητας*, ενώ δένδρο στο οποίο μια το πολύ μεταβλητή προσεγγίζει τη μέγιστη τιμή, τότε το δένδρο αυτό χαρακτηρίζεται *σταθερό*. Οι ενδιαμέσοι συνδυασμοί των τιμών των μεταβλητών κατατάσσουν το δένδρο ως ασταθές.

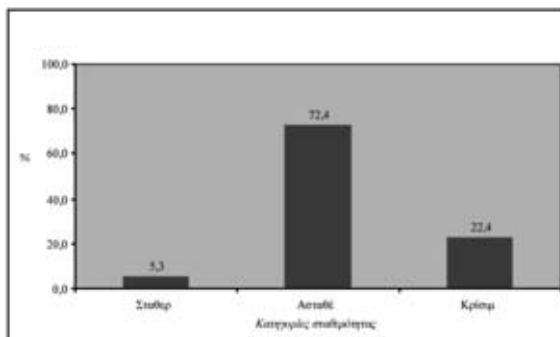
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατατάχθηκαν όλα τα δένδρα στις κατηγορίες σταθερότητας ανάλογα με την τιμή του ΔΣΔ που έχει το καθένα κι έτσι προέκυψαν τα εξής διαγράμματα:



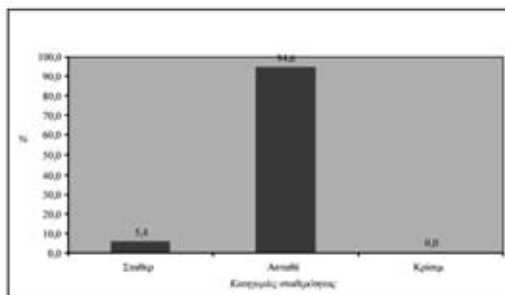
Σχήμα 1: Κατάσταση σταθερότητας των ατόμων του είδους *Platanus orientalis*.

Figure 1: Stability status of *Platanus orientalis* trees.



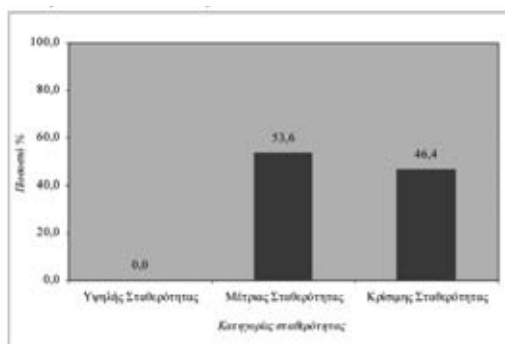
Σχήμα 2: Κατάσταση σταθερότητας των ατόμων του είδους *Celtis australis*.

Figure 2: Stability status of *Celtis australis* trees.



Σχήμα 3: Κατάσταση σταθερότητας των ατόμων του είδους *Albizia julibrissin*.

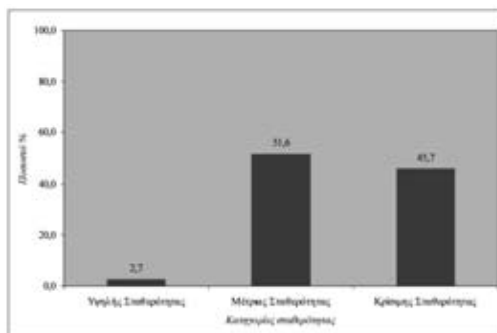
Figure 3: Stability status of *Albizia julibrissin* trees.



Σχήμα 4: Κατάσταση σταθερότητας των ατόμων του είδους *Populus X euramericana* cv. 'I-45/51'.

Figure 4: Stability status of *Populus X euramericana* cv. 'I-45/51' trees.

Η πλειονότητα των δέντρων Πλατάνου και Λεύκης βρίσκονται σε ποσοστό 87,7% και 46,4% αντίστοιχα, οι Κελτιδες παρουσιάζουν ως επί το πλείστον μέτρια σταθερότητα, ενώ από τις Ακακίες Κωνσταντινουπόλεως δεν υπάρχουν δέντρα σε επίπεδο κρίσιμης σταθερότητας.



Σχήμα 5: Κατάσταση σταθερότητας συνολικά.

Figure 5: Stability status of trees totally.

Στα δέντρα όλων των ειδών και δεντροστοιχιών υπάρχει ισομερισμός στα επίπεδα μέτριας και κρίσιμης σταθερότητας, ενώ σε καλύτερη κατάσταση βρίσκεται η Λεωφόρος Καραμανλή.

Συμπεράσματα - Προτάσεις

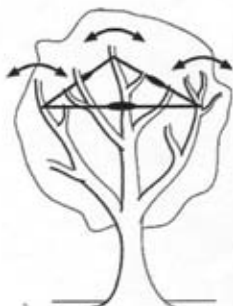
- Τα δασοκομικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου είναι η Αναλογία Κόμης (CR), το ύψος του δένδρου (H) και ο Δείκτης Ασυμμετρίας Κόμης (CAI). Στις δενδροστοιχίες που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι το 51,6% του συνολικού αριθμού των δένδρων είναι μέτριας σταθερότητας, το 45,7% κρίσιμης σταθερότητας και το 2,7% υψηλής σταθερότητας.
- Η πλειονότητα των δένδρων των ειδών *Platanus orientalis* και *Populus X euramericana* cv. 'I-45/51' έχουν ασύμμετρη κόμη, ενώ η κόμη της *Celtis australis* και της *Albizia julibrissin* είναι σφαιρική και αυτός είναι ένας από τους λόγους που το ποσοστό των ατόμων που βρίσκονται σε επίπεδο κρίσιμης σταθερότητας για τα δύο πρώτα είδη είναι 87,7% και 46,4% αντίστοιχα, ενώ για την *Celtis australis* και την *Albizia julibrissin* είναι πολύ μικρότερο, δηλαδή 22,4% και 0,0% αντίστοιχα.
- Το γεγονός ότι μεγάλος αριθμός δένδρων βρίσκεται στην κατηγορία μέτριας ή κρίσιμης σταθερότητας δε σημαίνει πως αυτά πρόκειται να πέσουν, παρά ότι χρειάζεται να ληφθούν μέτρα προστασίας άμεσα, δίνοντας φυσικά προτεραιότητα στα άτομα που βρίσκονται στην κρίσιμη κατάσταση κι έπειτα στα υπόλοιπα, ανάλογα με την τιμή του Δείκτη Σταθερότητας Δένδρου.
- Τα πλατάνια στην περιοχή έρευνας βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση σταθερότητας, καθώς το ύψος τους είναι αρκετά μεγάλο. Αντίθετα τα δένδρα του είδους *Celtis australis*, που είναι μικρού ύψους είναι ικανοποιητικής σταθερότητας.
- Τα άτομα των δενδροστοιχιών, σε ποσοστό 45,7% παρουσιάζουν κρίσιμη σταθερότητα γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην κακοποίηση και τις αλόγιστες κλαδεύσεις, γεγονός που προκαλεί τη διάσπαση του κορμού και κατά συνέπεια την ασυμμετρία της κόμης, με συνέπεια τη μείωση της σταθερότητας των δένδρων όπως δείχνουν τα αποτελέσματα.

Για την πόλη της Θεσσαλονίκης προτείνονται τα παρακάτω μέτρα:

- Επιλογή του κατάλληλου είδους δένδρου για κάθε είδος αυξητικού χώρου σύμφωνα με τις ειδικές συνθήκες και τη μελλοντική λειτουργία του δένδρου στο αστικό περιβάλλον.
- Κατάλληλη κλάδευση όσον αφορά στη συχνότητα, τον τρόπο και την έντασή της. Γενικά όσο υγιέστερο είναι ένα δένδρο τόσο πληρέστερη είναι η κόμη του κι αντιστρόφως. Οι δενδροκόμοι είναι δυνατό να μειώνουν τον κίνδυνο πτώσης μειώνοντας τη δύναμη που ασκείται από τον άνεμο στην κόμη με κλάδευση.
- Σταδιακή αντικατάσταση των δένδρων *Populus sp.*, το οποίο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο, ιδιαίτερα στις ανεμοθλασίες. Έχει κριθεί περισσότερο ανεπιθύμητο για το αστικό περιβάλλον της περιοχής, λόγω των υψηλών ποσοστών προβλημάτων υγείας, ζημιών ή λειτουργικότητας.
- Αποφυγή ειδών μεγάλου και μεσαίου ύψους, όπως *Platanus orientalis*, ειδικότερα όταν τα πεζοδρόμια είναι πολύ στενά.

- Επιλογή ειδών με όσο το δυνατό συμμετρική κόμη και μικρού ύψους όπως η *Albizia julibrissin* και η *Celtis australis*. Το είδος *Celtis australis*, το οποίο κυριαρχεί στις δενδροστοιχίες της κεντρικότερης οδού της πόλης (της Εγνατίας), έδωσε εντυπωσιακά αποτελέσματα και προτείνεται να αντικαταστήσει μελλοντικά επισφαλή είδη δένδρων ως προς τη σταθερότητα και την οικολογική τους αντοχή.
- Προτείνονται τρεις τύποι συστημάτων υποστήριξης της κόμης με ιμάντες (Σχήματα 6α, 6β, 6γ)

Για τη διαχείριση της επικινδυνότητας, τη σωστή λήψη αποφάσεων για τους κατάλληλους χειρισμούς των δένδρων σε μια πόλη και ιδιαίτερα των δένδρων των δενδροστοιχιών απαιτείται η τήρηση ενός μητρώου δέντρων. Αυτό διευκολύνει την έγκαιρη και σωστή επέμβαση κάθε φορά και τη λήψη των απαραίτητων μέτρων. Πέρα από το μητρώο πρέπει να υπάρχει μια συνεχής παρακολούθηση και επιτήρηση, δηλαδή ένας συνεχής έλεγχος δύο φορές το χρόνο. Μία κατά την περίοδο της βλαστικής ηρεμίας, δηλαδή χωρίς το φύλλωμα και μία μετά την πλήρη έκπτυξη του φυλλώματος. Ο πρώτος το φθινόπωρο και ο δεύτερος το Μάιο ή τον Ιούνιο (Gray & Deneke 1986, Ντάφης 2001, Τσιτσώνη κ.ά. 2007). Με τα ψηφιακά μητρώα δένδρων είναι ευκολότερη η παρακολούθηση των δένδρων των δενδροστοιχιών.



Σχήμα 6α: Σύστημα πρόληψης δυναμικής πτώσης.

Figure 6a: Dynamic Failure Prevention.



Σχήμα 6β: Συστήματα πρόληψης στατικής πτώσης.

Figure 6b: Static Failure Prevention.



Σχήμα 6γ: Συστήματα επίδεσης με ιμάντες.

Figure 6c: Tethering System.

Πηγή : Wessolly 2005

Με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) χαρτογραφείται η περιοχή και αποτυπώνεται ακριβώς η θέση του κάθε δένδρου. Κάθε δένδρο υποστηρίζεται από βάση δεδομένων με τα αναφερόμενα στοιχεία και τα προτεινόμενα μέτρα, τα οποία μπορούν να παρακολουθούνται και να ενημερώνονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες κατά τακτά χρονικά διαστήματα μετά από επιτόπιους ελέγχους (Τσιτσώνη κ.ά. 2007).

Research of the stability of trees based upon their silvicultural characteristics in tree rows of Thessaloniki

Aimilia Kontogianni, Thekla Tsitsoni, Gerasimos Goudelis

Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment,
Laboratory of Silviculture, .P.O.Box 262, T.Θ. 262, 54124- Thessaloniki, Greece
e-mail: tsitsoni@for.auth.gr

Λέξεις κλειδιά

The objective of the present research is to estimate the static stability of trees based on their above-ground silvicultural characteristics, and accordingly the estimation of their dangerousness in three street-trees of main avenues in the city of Thessaloniki. ¶The wind loading on a tree depends on tree dimensions and shape, crown form, and wind penetrability. The horizontal and perpendicular crown dimensions were calculated as well as the slenderness index (H/D) and the Crown Asymmetry Index (CAI). Because these variables have a non-homogeneous expression, the variables were categorized in an equal number of classes. The sum of class values of three variables is called Tree Stability Index (TSI). The smaller the TSI the more stable the tree and the higher the TSI the more critical its stability. A lot of street trees are of medium or critical stability. This does not mean that these trees are going to fall per se, but rather that specific protection treatments have to be applied, giving priority to the street trees of critical stability and then to the other, according to their TSI values. To avoid further problems it is recommended that a Risk Management Plan be compiled, crown thinning and reducing can be applied and in some cases a cable support system should be used.

Keywords: Urban greening, Tree stability, Above-ground silvicultural characteristics.

Βιβλιογραφία

- Assmann, E., 1970. The Principles of Forest Yield Study. Studies in the Organic Production, Increment and Yield of Forest Stands. Translated by S.H. Gardiner. Pergamon Press. English Edition. Pp 506.
- Brudi, E. and van Wassenaeer P., 2001. Trees and Statics : Non-destructive failure analysis. In : Smiley, E.T. and K.D. (Eds.). Proc. Tree structure and Mechanics Conference : How Trees stand up and Fall Down. International Society of Arboriculture. Champaign IL. Pp. 53-69.
- Coder, K. D., 2007. Storm Wind Loads On Trees. Outreach Publication SFNR07-3. University Of Georgia and Warnell.
- Cullen, S., 2002. Trees and Wind : Wind Scales and Speeds. Journal Of Arboriculture 28 : 237-242.
- Γκανάτσας, Π., Τσιτσώνη Θ., Ζάγκας Θ. και Τσακαλδήμη Μ., 2002. Αξιολόγηση του αστικού πρασίνου στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 10ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου. «Έρευνα, Προστασία και Διαχείριση Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Περιαστικών Δασών και Αστικού Πρασίνου». Τρίπολη, 26-29 Μαΐου 2002. Σελ. 627-637.

- Grey, W. G. and Daneke F. J., 1986. Urban Forestry, Second Edition. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. Pp 299.
- Horáček, P., 2003. Introduction to the Tree Statics & Static Assessment. In : Proc. Workshop, Westonbirt, UK, July 2003.
- James, K., 2003. Tree Dynamics: The Science and its application to Arboriculture. Proc. Workshop, Westonbirt, UK, July 2003.
- James, K. R., Haritos N. and Ades P. K., 2006. Mechanical Stability Of Trees Under Dynamic Loads. American Journal Of Botany 93 (10): 1522-1530.
- Kane, B., 2008. Tree failure following a Windstorm in Brewster, Massachusetts, USA. Urban Forestry and Urban Greening 7: 15-23.
- Kolařík, J., 2003. The Application of the Static Integrated approach for Arboricultural Practice. Proc. Workshop, Westonbirt, UK, July 2003.
- Κοντογιάννη, Α., (Επιβλέπουσα Δρ. Θ. Τσιτσώνη). 2009. Έρευνα της σταθερότητας των δέντρων με βάση τα δασοκομικά χαρακτηριστικά τους στον αστικό και περιαστικό χώρο. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Εργαστήριο Δασοκομίας, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.
- Μπατάλα, Ε., (Επιβλέπουσα Δρ. Θ. Τσιτσώνη). 2006. Έρευνα Αντιπροσωπευτικών Τύπων δενδροστοιχιών στο Δήμο Θεσσαλονίκης. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Εργαστήριο Δασοκομίας, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.
- Ντάφης Σπ., 2001. Δασοκομία Πόλεων. Εκδόσεις Art Of Text. Θεσσαλονίκη. Pp 198.
- Πετρακάκης, Μ.Ι., Κελέσης, Α.Γ., Τζουμάκα Π.Ν., Τζουρέλης Γ., Κανελλοπούλου Ζ., Τσακνιά Α. και Κούτσαρη Ε., 2001. Τεχνικές Εκθέσεις - Αποτελέσματα Μετρήσεων Δημοτικού Δικτύου Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Μετεωρολογικών Παραμέτρων, Τόμοι 1ος-11ος, Δήμος Θεσσαλονίκης.
- Sterken, P., 2005a. A Guide For Tree Stability Analysis. Second and Expanded Edition. University and Research Centre of Wageningen: <http://library.wur.nl/gkn>.
- Sterken, P., 2005b. Prognosis of the development of decay and the fracture-safety of trees and Appendix: A mathematical model for the prediction of the critical wind speed for the failure of trees: structure of the V model. University and Research-centre of Wageningen: <http://library.wur.nl/gkn>.
- Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2009. Το κλίμα της Θεσσαλονίκης. <http://diocles.civil.duth.gr/main.html>
- Tsitsoni, T. and Zagaz T., 2001. Silvicultural Measures for Improved Adaptability of Tree Species in The Urban Environment. In: Ecological Protection of the Planet Earth I : Proceedings of an International Conference. Vol. I. Xanthi 5-8/06/2001.
- Wessolly, L., 1995. Fracture Diagnosis of Trees - Part 2. Static - Integrated Methods - Statically Integrated Assessment (SIA). The Practitioners Method of Diagnosis. Stand und Gruen No 8. 570-573.
- Wessolly, L., 1996. Stability Of Trees : Explanation Of The Tipping Process. Stadt und Grun, No 4. 268-272.
- Wessolly, L., 2005. Neue ZTV Baumpflege (Gelbdruck) - Kronensicherung (the new technical standard for tree care (draft for review) - crown support). In: Pro-Baum, Nr. 4, S. 2-10.