

Εκτίμηση της συμβολής του αστικού πρασίνου στο περιβάλλον του Δήμου
Περιστερίου με την εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street

ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ
Αγρονόμος - Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Msc Γεωπληροφορική

ΑΘΗΝΑ, Δεκέμβριος 2014

Περιεχόμενα

1. Σκοπός
2. Αστικό Πράσινο
3. Το πρόγραμμα i-Tree
4. Εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street στο Δήμο Περιστερίου
5. Συμπεράσματα

Σκοπός

Η σημερινή παρουσίαση στοχεύει στην ανάδειξη και την κατανόηση των ωφελειών από το αστικό πράσινο και παρουσιάζεται η εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ωφελειών του πρασίνου των πεζοδρομίων.

Αστικό Πράσινο

■ Ο ρόλος του αστικού πρασίνου στην πόλη:

1. Οικολογικός

- Δέσμευση CO₂ και απελευθέρωση O₂
- Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Χώροι ανάπτυξης χλωρίδας και πανίδας
- Μείωση των καταστροφών από τις πλημμύρες
- Απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας → ρύθμιση της θερμοκρασίας σε ανεκτά επίπεδα
- Μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας θερμότητας (urban heat island effect)

2. Κοινωνικός

- Μείωση της ηχορύπανσης
- Τόποι αναψυχής
- Χώροι κοινωνικής συναναστροφής
- Σύνδεσμος του ανθρωπογενούς χώρου με το φυσικό περιβάλλον
- Αισθητική αξία
- Μείωση της εγκληματικότητας

3. Οικονομικός

- Εξοικονόμηση ενέργειας (μείωση της χρήσης των κλιματιστικών)
- Αύξηση της επισκεψιμότητας της περιοχής και άρα των εσόδων της
- Βελτίωση της υγείας των κατοίκων και επομένως μείωση των δαπανών νοσηλείας

Το πρόγραμμα i-Tree

- Τι είναι το i-Tree: υλοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2006 από την Δασική Υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α., σε συνεργασία με την εταιρεία Davey Tree Expert και διάφορους οργανισμούς. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα το οποίο βοηθάει στην συλλογή, ανάλυση και παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με τη δομή, τη λειτουργία, την κατάσταση, το κόστος, τα οφέλη και άλλες ιδιότητες του αστικού πρασίνου. Διατίθεται ελεύθερα από το διαδίκτυο μέσω της ιστοσελίδας <http://www.itreetools.org>
- Σε ποιους απευθύνεται: σχεδιάστηκε για να ανταποκρίνεται στις ανάγκες όλων των αστικών χώρων ανεξαρτήτως μεγέθους (μεγάλη πόλη – μικρός δήμος) και εφαρμόζεται στο αστικό πράσινο κάθε κλίμακας (μεμονωμένο δένδρο – συνολικό αστικό πράσινο της πόλης)

Το πρόγραμμα i-Tree (συνέχεια)

- Τα πλεονεκτήματα του προγράμματος:

1. Υπολογίζετε η οικονομική αξία των ετήσιων ωφελειών που παρέχονται από το αστικό πράσινο και σχετίζονται με την εξοικονόμηση της ενέργειας, την βελτίωση της ποιότητας του αέρα, την μείωση του CO₂, την μείωση της απορροής των ομβρίων και αισθητικά και λοιπά οφέλη
2. Γίνονται κατανοητά δομικά στοιχεία του αστικού πρασίνου
3. Παρέχονται πληροφορίες απαραίτητες για τη διαχείρισή του
4. Λαμβάνονται περιεκτικές αναφορές (διαγράμματα, πίνακες, γραφήματα) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην λήψη αποφάσεων σχετικά με την μελλοντική χρηματοδότηση, την κατεύθυνση και τις στρατηγικές των προγραμμάτων σχετικά με το αστικό πράσινο
5. Παρέχετε συγκεκριμένη μέθοδος για την αξιολόγηση των ζημιών μετά από ισχυρή νεροποντή, με απλό, αξιόπιστο και αποτελεσματικό τρόπο

Το πρόγραμμα i-Tree (συνέχεια)

Με το i-Tree δίνεται η ικανότητα καλύτερης διαχείρισης των δένδρων της πόλης, αλλά επιπλέον, καθίσταται σαφές σε αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις καθώς και στους κατοίκους, ότι τα δένδρα και τα δάση είναι σημαντικό και ουσιώδες τμήμα των υγιών και ισορροπημένων αστικών περιοχών

Το πρόγραμμα i-Tree (συνέχεια)

Χάρτης χρηστών του προγράμματος i-Tree παγκοσμίως (2009)



Το πρόγραμμα i-Tree (συνέχεια)

- Εργαλεία ανάλυσης αστικού πρασίνου του i-Tree:

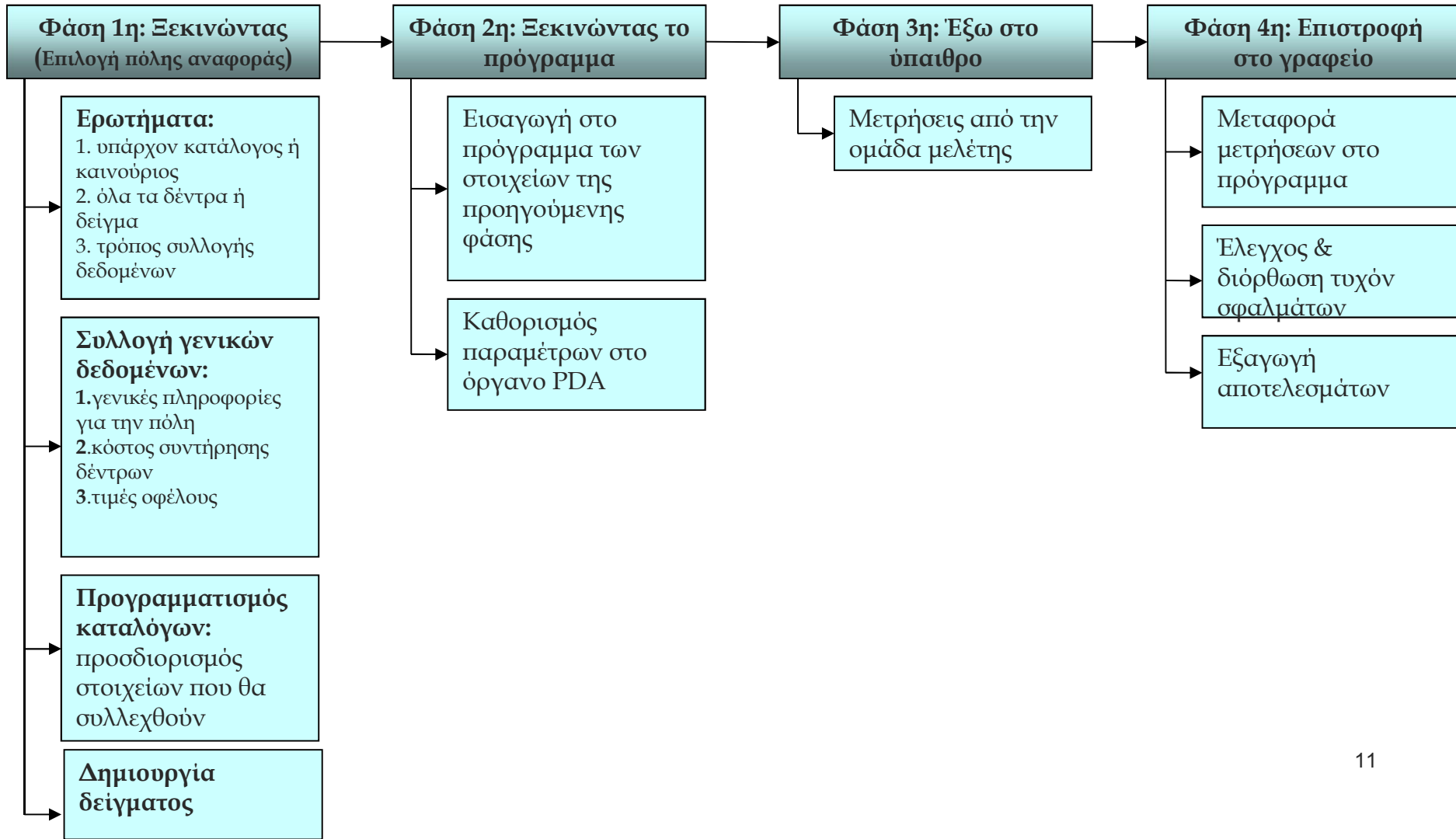
1. i-Tree Eco, το οποίο παρέχει μια ευρεία εικόνα ολόκληρου του αστικού πρασίνου της πόλης.
2. i-Tree Street, το οποίο εστιάζει στα οφέλη που προκύπτουν από το πράσινο που είναι εγκατεστημένο στα πεζοδρόμια της πόλης

Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί και άλλα εργαλεία ανάλυσης, όπως το i-Tree Design, το οποίο λειτουργεί online με το Google Maps και μας επιτρέπει να δούμε πώς το είδος του δέντρου, το μέγεθός του και η τοποθεσία του ως προς το κτίριο συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας.

- Υπο-προγράμματα του i-Tree, που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση:

1. i-Tree Species, το οποίο βοηθάει στην επιλογή των κατάλληλων ειδών δένδρων, βάσει των περιβαλλοντικών και γεωμορφολογικών συνθηκών της περιοχής
2. i-Tree Storm, το οποίο παρέχει μια μέθοδο για τον υπολογισμό των ζημιών αμέσως μετά από μια ισχυρή νεροποντή

Διάγραμμα ροής λειτουργίας προγράμματος i-Tree Street



Επιλογή της πόλης αναφοράς

- Οι Η.Π.Α. χωρίστηκαν σε 16 κλιματικές ζώνες
- Επιλέχθηκε μια πόλη για κάθε κλιματική ζώνη, για την οποία μελετήθηκαν εκτενώς τα κυρίαρχα είδη δένδρων, τα οφέλη που προκύπτουν από αυτά, καθώς και το κόστος συντήρησής τους
- Δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα για την ανάπτυξη των δένδρων, τα οφέλη από αυτά και το κόστος συντήρησής τους
- Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν για την πόλη αναφοράς, για να εξάγει αποτελέσματα για την περιοχή μελέτης

Επιλογή της πόλης αναφοράς

- Η διαδικασία επιλογής της πόλης αναφοράς είναι προβληματική στις περιπτώσεις, που η πόλη μελέτης:
 - ❖ βρίσκεται εκτός των Η.Π.Α.
 - ❖ βρίσκεται στα σύνορα μεταξύ δυο κλιματικών ζωνών
 - ❖ επικρατούν διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, ή διαφορετικά είδη δένδρων από την πόλη αναφοράς, λόγω κάποιων ιδιαίτερων μορφολογικών ή άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών

Επιλογή της πόλης αναφοράς

- Για την εύρεση της κατάλληλης πόλης αναφοράς εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του κ. McPherson, σύμφωνα με την οποία:
 - Προσδιορίζονται τρία κριτήρια επιλογής:
 - i. Οι δείκτες Heating Degree Days (HDD) & Cooling Degree Days (CDD)
 - ii. Τα είδη των δένδρων
 - iii. Η ετήσια βροχόπτωση
 - Ρυθμίζονται οι τιμές των κριτηρίων, μέσω γραμμικής παρεμβολής, ώστε να κυμαίνονται από 0 έως 10
 - Για το κάθε κριτήριο, επιλέγεται μια τιμή σπουδαιότητας - βάρους
 - Υπολογίζεται το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (RMSE)
 - Η πόλη αναφοράς με τη μικρότερη τιμή RMSE είναι και η καλύτερη επιλογή

Επιλογή της πόλης αναφοράς

- Οι δείκτες HDD και CDD συνδέουν την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας με τα φορτία ενέργειας που απαιτούνται για την θέρμανση και ψύξη των κτιρίων, αντιστοίχως
- Μεγάλο πλεονέκτημα των δεικτών αυτών έναντι της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας είναι ότι αναπαριστούν όλες τις μεταβολές θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του έτους
- <http://www.degree-days.net>
- Τα είδη των δένδρων επιλέχθηκαν ως κριτήριο επιλογής, καθώς οι ωφέλειες των δένδρων συνδέονται άμεσα με τα χαρακτηριστικά αυτών και επιπλέον η ανάπτυξη συγκεκριμένων ειδών δένδρων επηρεάζεται από τη γεωμορφολογία της κάθε περιοχής και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες
- Η ετήσια βροχόπτωση επηρεάζει την ποσότητα του νερού που συγκρατείται από τα δένδρα, και επομένως αποτελεί σημαντικό παράγοντα που πρέπει να εξετασθεί

Επιλογή της πόλης αναφοράς (για τον Δήμο Περιστερίου)

Πίνακας 1: Τιμές κριτηρίων για το Περιστερί και τις 6 συγκρίσιμες πόλεις αναφοράς των Η.Π.Α.

Κριτήρια	Περιστερί	Modesto	Charleston	Charlotte	Berkeley	Claremont	S. Monica
TM (%)							
Τιμή		16,5	4,7	18,3	14,4	18,9	27,4
Κανονικοποιημένη τιμή		5,50	1,57	6,10	4,80	6,30	9,13
HDD (βάση 18°C)							
Τιμή	1.112	1.378	1.171	1.832	1.682	791	644
Διαφορά		266	59	720	570	321	468
Κανονικοποιημένη τιμή		1,45	0,32	3,93	3,11	1,75	2,56
CDD (βάση 18oC)							
Τιμή	1.076	1.100	1.183	898	44	162	310
Διαφορά		24	107	178	1.032	914	766
Κανονικοποιημένη τιμή		0,20	0,91	1,51	8,75	7,75	6,49
AP (mm)							
Τιμή	371	315	1.555	1.426	564	523	570
Διαφορά		56	1.184	1.055	193	152	199
Κανονικοποιημένη τιμή		0,36	7,64	6,81	1,24	0,98	1,28

Επιλογή της πόλης αναφοράς (για τον Δήμο Περιστερίου)

Πίνακας 2: Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα, όταν δίνεται ίδιο (0,25) βάρος και διαφορετικό στα κριτήρια επιλογής

Βάρος κριτηρίου	Modesto, CA	Charleston, SC	Charlotte, NC	Berkeley, CA	Claremont, CA	Santa Monica, CA
Ίδιο (=0,25)	2,85	3,93	5,03	5,26	5,09	5,78
Διαφορετικό	1,87	4,26	4,65	5,94	5,38	5,19
Διαφορετικό:	HDD = 0,2	CDD = 0,4	AP = 0,3	TM = 0,1		

- Και στις δυο περιπτώσεις, προκύπτει ότι η καλύτερη επιλογή για την πόλη αναφοράς είναι η πόλη Modesto, California

Συλλογή γενικών δεδομένων

Πίνακας 3: Στοιχεία που αφορούν την πόλη

Πεδίο	Δεδομένα
Συνολικός προϋπολογισμός δήμου (\$)	104.161.737
Πληθυσμός	146.743
Συνολική έκταση (τετραγωνικά μίλια)	4
Μέσο πλάτος πεζοδρομίου (ft)	5
Συνολικό μήκος οδών (μίλια)	174
Μέσο πλάτος οδών (ft)	33

Συλλογή γενικών δεδομένων

Πίνακας 4: Προσδιορισμός κόστους

Πεδίο	Κόστος (\$)
Ετήσια φύτευση	92.193
Ετήσιο κλάδεμα	48.401
Ετήσια συγκομιδή και απόθεση δέντρων & κλαδιών	44.250
Ετήσιος έλεγχος για μικρόβια & αρρώστιες	27.658
Ετήσια εγκατάσταση/άρδευση	90.000
Ετήσιο κόστος αποκατάστασης υποδομής	82.974
Ετήσιο κόστος καθαρισμού σκουπιδιών	71.000
Ετήσιες δαπάνες λόγω νομικών προβλημάτων	0
Ετήσια δαπάνη διαχείρισης προγράμματος	103.700
Ετήσια δαπάνη επιθεώρησης/ υπηρεσίας απάντησης σε αιτήματα	0
Λοιπές δαπάνες	0

Συλλογή γενικών δεδομένων

Πίνακας 5: Προσδιορισμός τιμών οφέλους

Πεδίο	Όφελος (\$)
Ηλεκτρική ενέργεια (\$/kWh)	0,1166
Φυσικό αέριο (\$/therm)	1,2527
CO ₂ (\$/lb)	0,0075
PM ₁₀ (\$/lb)	9,41
NO ₂ (\$/lb)	12,79
SO ₂ (\$/lb)	3,72
VOC (\$/lb)	4,69
Απορροή ομβρίων (\$/gallon)	0,0078
Μέση αξία ακινήτου (\$)	5

Προγραμματισμός εργασιών πεδίου

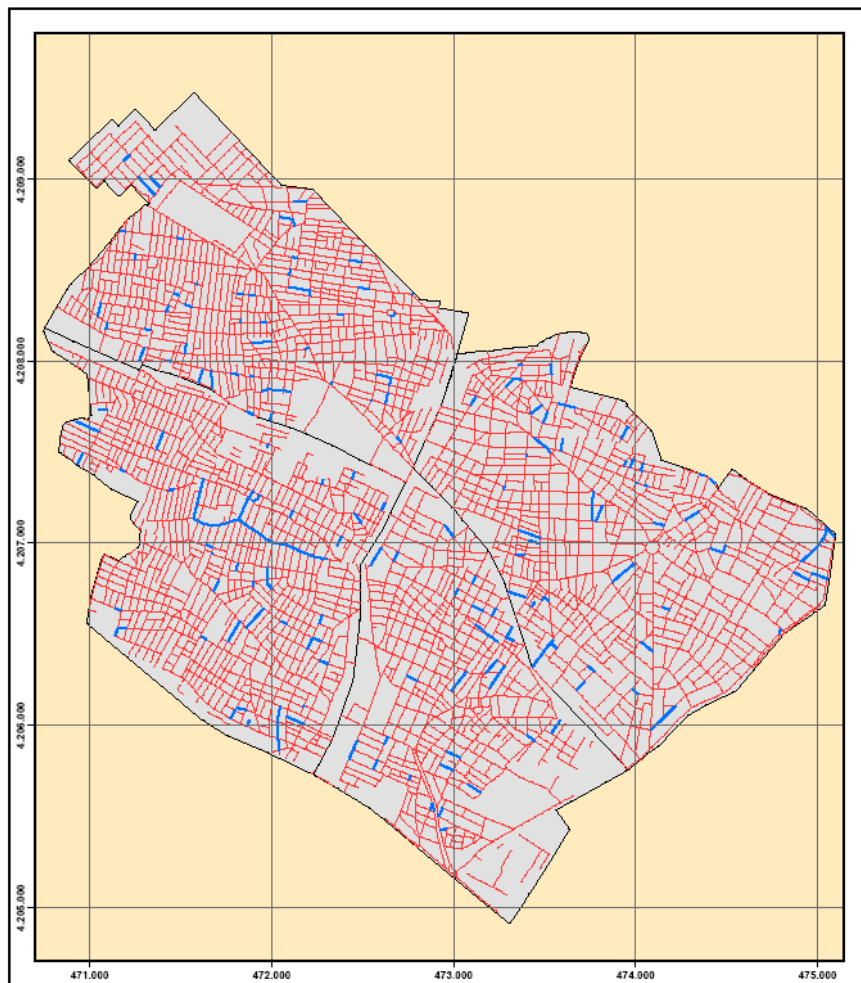
- Στοιχεία που καταγράφονται:

- Είδος των δένδρων
- Διάμετρος των δένδρων
- Κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα δένδρα (π.χ. καλή, μέτρια, κακή)
- Ανάγκες συντήρησης (π.χ. καμία, άμεση)
- Εργασίες προτεραιότητας (π.χ. μείωση της κόμης, απομάκρυνση)
- Χρήση γης (σύμφωνα με αυτό που βλέπει ο μελετητής στο ύπαιθρο κι όχι από το χάρτη χρήσεων γης)
- Έκταση των πεζοδρομίων που καταστρέφονται από τις ρίζες των δένδρων
- Θέσεις σύγκρουσης των δένδρων με καλώδια

Δημιουργία τυχαίου δείγματος

- Γενικός εμπειρικός κανόνας για τον προσδιορισμό του ικανοποιητικού μεγέθους του δείγματος είναι:
 - πληθυσμό κάτω των 50.000 → ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος: 6% του συνολικού οδικού δικτύου ή των συνολικών τμημάτων οδών
 - πληθυσμό μεταξύ 50.000 και 150.000 → ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος: 5% του συνολικού οδικού δικτύου ή των συνολικών τμημάτων οδών
 - πληθυσμό μεταξύ 150.000 και 250.000 → ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος: 4% του συνολικού οδικού δικτύου ή των συνολικών τμημάτων οδών
 - πληθυσμό άνω των 250.000 → ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος: 3% του συνολικού οδικού δικτύου ή των συνολικών τμημάτων οδών
- Ο κανόνας αυτός δεν είναι απόλυτος, αλλά το μέγεθος του δείγματος εξαρτάται και από την πυκνότητα των δένδρων, το μήκος του οδικού δικτύου και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού
 - Το μέγεθος του δείγματος στην περίπτωση του Δήμου Περιστερίου επιλέχθηκε το 4% των συνολικών οδικών τμημάτων
- Στην παρούσα εργασία, το δείγμα δημιουργήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος ArcGIS

Δημιουργία τυχαίου δείγματος



ΧΑΡΤΗΣ 1
ΔΕΙΓΜΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΟΔΩΝ
ΔΗΜΟΥ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ

Σύστημα Αναφοράς: ΕΓΣΑ '87
Προβολικό Σύστημα: Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή
Ελλειψοειδές: GRS-80

Κλίμακα 1:20.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Οδικό Δίκτυο
- Δείγμα τμημάτων οδών

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΙΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Εκτίμηση της συμβολής του αστικού πράσινου
στο περιβάλλον του Δήμου Περιστέρειο, με την
εφαρμογή του προγράμματος I-Tree Street

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

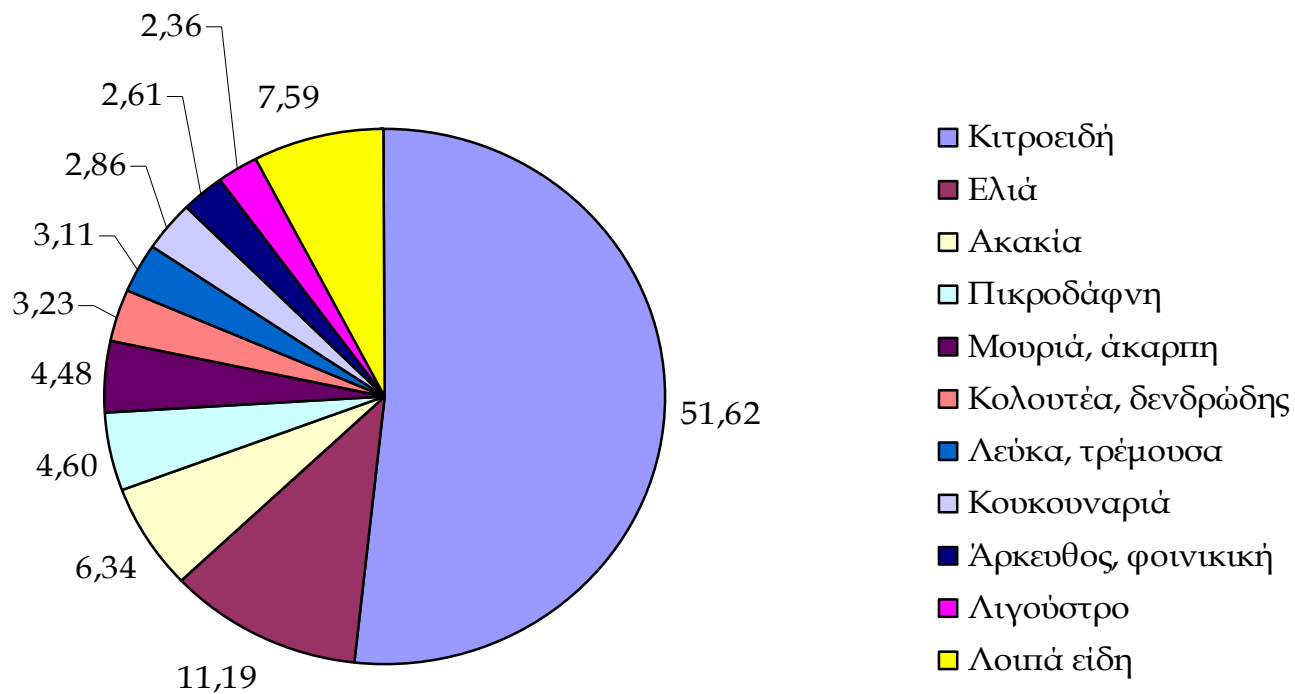
Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Πίνακας 1: Συνολικό Ετήσιο Όφελος, Καθαρό Όφελος και Κόστος για τα δημόσια δένδρα

Οφέλη	Συνολικά (€)	Τυπικό Σφάλμα	€/δένδρο	Τυπικό Σφάλμα	€/κάτοικ ο	Τυπικό Σφάλμα
Energy	166.921	(±14.459)	4,97	(±0,43)	1,14	(±0,10)
CO2	17.552	(±1.521)	0,52	(±0,04)	0,12	(±0,01)
Air Quality	188.088	(±16.292)	5,60	(±0,48)	1,28	(±0,11)
Stormwater	84.503	(±7.319)	2,51	(±0,22)	0,58	(±0,05)
Aesthetic/Other	2.458	(±212)	0,07	(±0,01)	0,02	(±)
Συνολικά Οφέλη	459.522	(±39.803)	13,67	(±1,19)	3,13	(±0,27)
Κόστος						
Φύτευση	66.666		1,98		0,45	
Κλάδεμα	35.000		1,04		0,24	
Έλεγχος για μικρόβια & αρρώστιες	20.000		0,60		0,14	
Εγκατάσταση/Άρδευση	65.081		1,94		0,44	
Συγκομιδή & απόθεση δένδρων - κλαδιών	31.998		0,95		0,22	
Διαχείριση προγράμματος	74.987		2,23		0,51	
Επιθεώρηση/Υπηρεσία απάντησης σε αιτήματα	0		0,00		0,00	
Αποκατάσταση υποδομής	60.000		1,79		0,41	
Καθαρισμός σκουπιδιών	51.341		1,53		0,35	
Νομικά προβλήματα	0		0,00		0,00	
Λοιπά κόστη	0		0,00		0,00	
Συνολικό Κόστος	405.073		12,05		2,76	
Καθαρό Όφελος	54.449	(±39.802)	1,62	(±1,19)	0,37	(±0,27)
Αναλογία Οφέλους/Κόστους	1,13	(±0,1)				

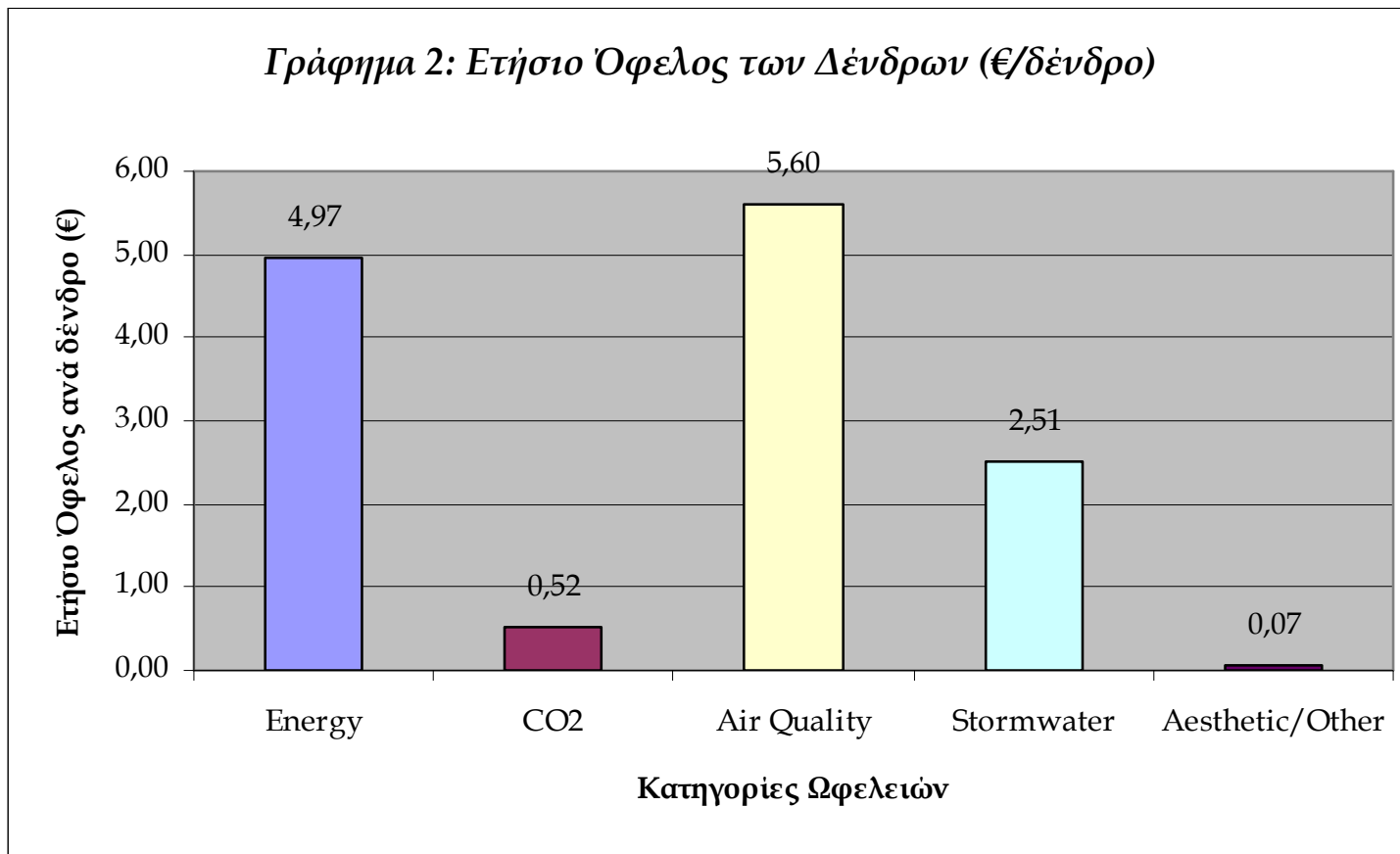
Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Γράφημα 1: Κατανομή Ειδών Δένδρων



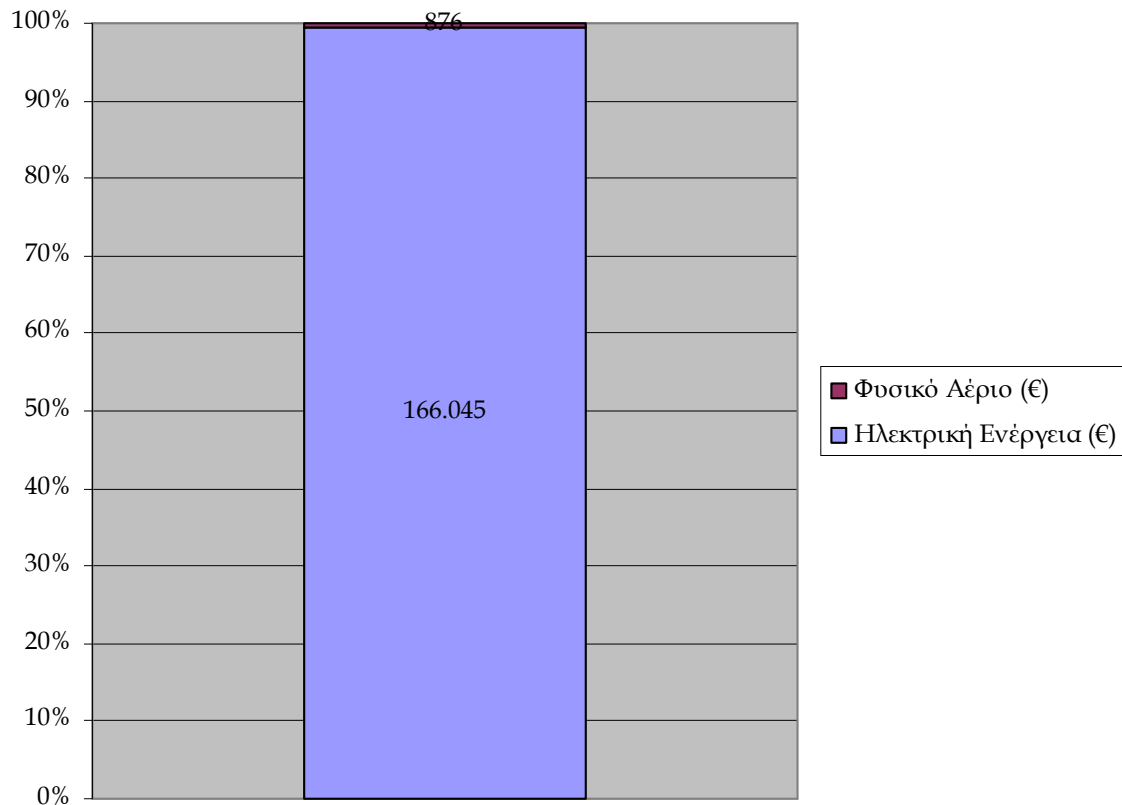
Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Γράφημα 2: Ετήσιο Όφελος των Δένδρων (€/δένδρο)



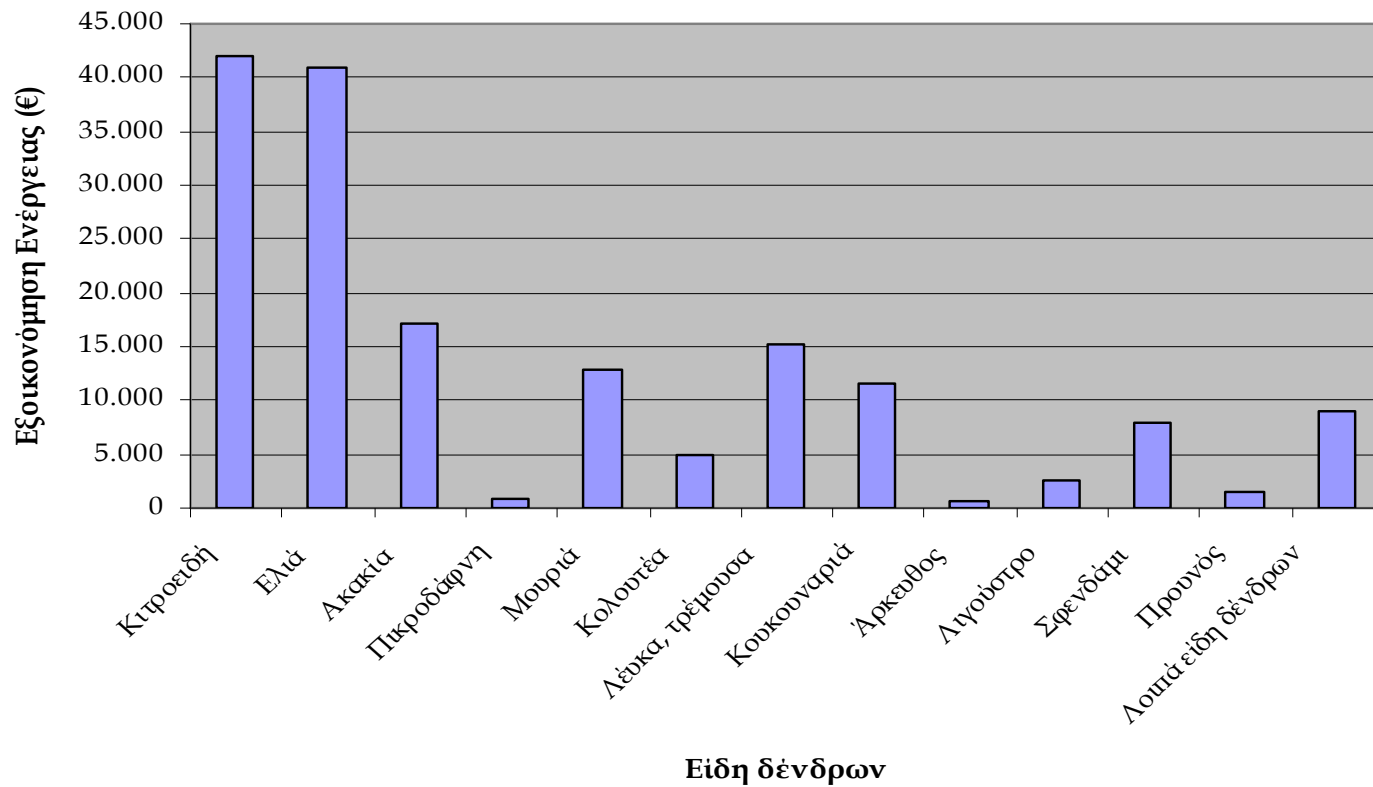
Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Γράφημα 3: Ποσοστό συμμετοχής στο ετήσιο Όφελος
Εξοικονόμησης Ενέργειας



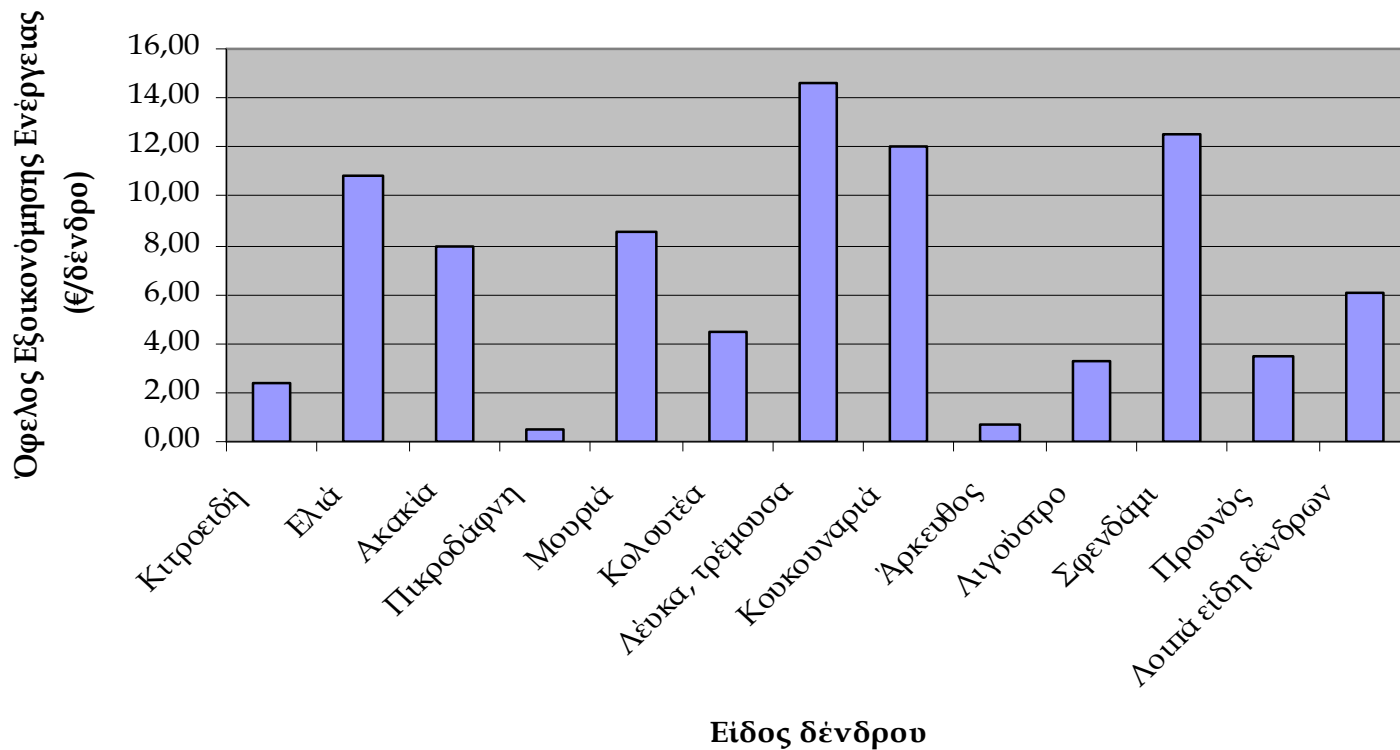
Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Γράφημα 4: Ετήσιο Όφελος Εξοικονόμησης Ενέργειας από τα δημόσια δένδρα ανά είδος



Συμπεράσματα (σχετικά με την περιοχή μελέτης)

Γράφημα 5: Ετήσιο Όφελος Εξοικονόμησης Ενέργειας από τα δημόσια δένδρα ανά είδος και ανά δένδρο



Συμπεράσματα

- Σχετικά με το πρόγραμμα:
 - * Πρόκειται για ένα εύχρηστο πρόγραμμα. Η μόνη χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία είναι αυτή της συλλογής των στοιχείων στο ύπαιθρο. Ο χρόνος βέβαια μειώνεται αν τα στοιχεία συλλεχθούν από ομάδα μελέτης.
 - * Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην διαδικασία λήψης αποφάσεων για την διαχείριση του αστικού πρασίνου, καθιστώντας το πρόγραμμα ένα σημαντικό εργαλείο για τις τοπικές αρχές.
 - * Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του προγράμματος i-Tree Street είναι η δυνατότητα προσδιορισμού της οικονομικής αξίας των ωφελειών από τα δένδρα των πεζοδρομίων της πόλης και ότι απαντάται το ερώτημα: *τα οφέλη που προκύπτουν από το πράσινο των πεζοδρομίων αντισταθμίζουν το κόστος διαχείρισής του;*
 - * Τα αποτελέσματα εξαρτώνται άμεσα από τα δεδομένα. Επομένως, λανθασμένη εκτίμηση του κόστους συντήρησης και διαχείρισης των δένδρων οδηγεί σε λανθασμένο υπολογισμό της αναλογίας κόστους/οφέλους.

Επίλογος

- Το πρόγραμμα i-Tree Street θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στα χέρια αυτών που αποφασίζουν για την διαχείριση του πρασίνου της χώρας.
- Το μεγάλο πλεονέκτημά του είναι ότι προσδιορίζει την οικονομική αξία των δένδρων, λαμβανομένου υπόψη και του κόστους συντήρησής τους.
- Η χρήση του προγράμματος ωθεί τις δημόσιες υπηρεσίες να οργανωθούν έτσι ώστε να γνωρίζουν επακριβώς το κόστος συντήρησης του διαχειριστικού προγράμματος, που αφορά το αστικό πράσινο.



Σας ευχαριστώ πολύ