



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ  
& ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Παρακολούθηση της εξέλιξης των προσβολών δένδρων μουριάς (*Morus* spp.) του αστικού πρασίνου από ξυλοφάγα έντομα *Xylotrechus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae), με χρήση ηλεκτρονικού συστήματος



**Όλγα Θ. Πετρίδου**

Επιβλέπων καθηγητής:

Διονύσιος Περδίκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ**

**2023**

---

---

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Παρακολούθηση της εξέλιξης των προσβολών δένδρων μουριάς (*Morus* spp.) του αστικού πρασίνου από ξυλοφάγα έντομα *Xylotrechus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae), με χρήση ηλεκτρονικού συστήματος

Use of an electronic system to monitor mulberry trees (*Morus* spp.) infestation by *Xylotrechus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae)

**Όλγα Θ. Πετρίδου**

Εξεταστική Επιτροπή:

Διονύσιος Περδίκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Γεώργιος Παπαδούλης, Καθηγητής ΓΠΑ

Κωνσταντίνος Φερεντίνος, Ερευνητής ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

---

---

## Παρακολούθηση της εξέλιξης των προσβολών δένδρων μουριάς (*Morus spp.*) του αστικού πρασίνου από ξυλοφάγα έντομα *Xylotrechus spp.* (Coleoptera: Cerambycidae), με χρήση ηλεκτρονικού συστήματος

ΠΜΣ Ολοκληρωμένα Συστήματα Φυτοπροστασίας & Διαχείρισης του Περιβάλλοντος  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα χωροκατακτητικά ξυλοφάγα έντομα, *Xylotrechus spp.*, αποτελούν σοβαρό εντομολογικό πρόβλημα των δένδρων μουριάς του αστικού πρασίνου. Το αισθητικό αποτέλεσμα μειώνεται σε μεγάλο βαθμό και η δημόσια ασφάλεια στα πάρκα και στους δρόμους μπορεί να είναι προβληματική λόγω και του κινδύνου πτώσης κλαδιών ή δένδρων που προκαλούνται από τις προσβολές των εντόμων αυτών. Η ψηφιοποίηση των δένδρων, της εξέλιξης των προσβολών και των συμπτωμάτων και του περιβάλλοντος χώρου μπορεί να είναι σημαντικές παράμετροι για την επιτυχή διαχείριση των προβλημάτων που προκαλούνται. Ο κύριος στόχος της μελέτης αυτής ήταν να καταγράψει και να χαρτογραφήσει τα συμπτώματα που εμφανίστηκαν σε δένδρα μουριάς από έντομα *Xylotrechus spp.* χρησιμοποιώντας έξυπνες κινητές συσκευές. Η ψηφιοποίηση των δένδρων και των συμπτωμάτων στο πεδίο με χρήση έξυπνων συσκευών μπορεί να παρέχει γρήγορη αναπαράσταση της χωρικής κατανομής των προσβεβλημένων δένδρων και επίσης χρήσιμες πληροφορίες για τις αποφάσεις διαχείρισης των εντόμων. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε από το Σεπτέμβριο του 2021 έως τον Οκτώβριο του έτους 2022 στο πάρκο Πεδίον του Άρεως στην Αθήνα και σε δρόμους του Δήμου Αθηναίων. Επιλέχθηκαν και επιθεωρήθηκαν περισσότερα από 200 δένδρα μουριάς σε δένδροστοιχίες. Τα κύρια στοιχεία που καταγράφηκαν και ψηφιοποιήθηκαν ήταν το ύψος και η περίμετρος του κορμού, ο αριθμός και ο προσανατολισμός των οπών εξόδου, ο βαθμός προσβολής και ο προσανατολισμός των προσβεβλημένων κλαδιών, όπως και τα φαινολογικά στάδια των δένδρων μουριάς. Άλλα στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου ψηφιοποιήθηκαν και χαρτογραφήθηκαν. Από το πείραμα διαπιστώθηκε ότι η διαδικασία ψηφιοποίησης μπορεί να είναι γρήγορη και εύκολη, η αναπαράσταση των χωρικών πληροφοριών των συμπτωμάτων μπορεί να είναι χρήσιμη σε προγράμματα διαχείρισης και η διάδοση των πληροφοριών μπορεί να πραγματοποιηθεί, εξ αποστάσεως, χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο. Η χωρική κατανομή των συμπτωμάτων απεικονίστηκε σε κατάλληλα προσαρμοσμένους χάρτες ανά δειγματοληψία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καλλιεργητικές φροντίδες όπως η άρδευση βοηθούν ώστε να έχουμε μικρότερης έντασης προσβολή, γενικά καταγράφηκε μεγαλύτερη προσβολή στους βραχίονες σε σχέση με τους κορμούς, βρέθηκε προτίμηση του εντόμου να προσβάλει μεγαλύτερα δένδρα, οι οπές εξόδου βρίσκονται κυρίως στα Βόρεια ή Βόρειο-Ανατολικά τμήματα των δένδρων και η ύπαρξη κλάδων με ξερά φύλλα που οφείλονται στην προσβολή του εντόμου θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τον γρήγορο και απομακρυσμένο εντοπισμό των προσβεβλημένων δένδρων. Τα αποτελέσματα συμβάλλουν στην εκτίμηση της έντασης και της διασποράς των προσβολών, και προσφέρουν χρήσιμα στοιχεία στην αντιμετώπιση με μεγαλύτερη ακρίβεια.

**Επιστημονική περιοχή:** Εντομολογία

**Λέξεις κλειδιά:** *Xylotrechus*, μουριά, ψηφιακή καταγραφή

---

---

**Use of an electronic system to monitor mulberry trees (*Morus* spp.) infestation by *Xylotrechus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae)**

*MSc Integrated Plant Protection & Environmental Management Systems  
Faculty of Crop Science  
Laboratory of Agricultural Zoology & Entomology*

**ABSTRACT**

The invasive beetles, *Xylotrechus* spp. are serious pests of mulberry trees of urban green areas. Aesthetic value of trees and public safety in parks and streets can be problematic due to the damage caused by the beetle infestations. The digitization of the mulberry trees, their symptoms and other elements of the surrounding environment may constitute important parameters in the IPM of these beetles. The main objective of this study was to record and map the symptoms caused by *Xylotrechus* spp. at mulberry trees using smart mobile devices. The digitization of the trees and the symptoms using smart devices can provide rapid representation of the spatial distribution of the infested trees, and also helpful information for the pest management decisions. The study was performed from September 2021 to October 2022 in Pedion Areos park of Athens and in streets of Municipality of Athens. More than 200 mulberry trees were inspected. Most of the trees were located along streets. The main data recorded and digitized were the height and the perimeter of the trunk, the number and orientation of the exit holes and the length and the orientation of the infested branches, the phenological stages of the mulberry trees etc. The results showed that the digitization process can be rapid and ease, the representation of the spatial information of the symptoms can be useful in pest management programs and the dissemination of information can be performed, remotely, using the Internet. The spatial distribution of the symptoms was illustrated in properly adjusted maps. The results offer useful insights in the monitoring of the dispersal of the pest and in its control.

**Scientific area:** Entomology

**Λέξεις κλειδιά:** *Xylotrechus*, *Morus*, digitization

---

---

## Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>Ευχαριστίες</b>	<b>7</b>
<b>1 Εισαγωγή</b>	<b>8</b>
1.1 Το έντομο <i>Xylotrechus chinensis</i> (Chevrolat) (Coleoptera: Cerambycidae)	8
1.1.1 Στοιχεία βιολογίας του εντόμου <i>X. chinensis</i>	8
1.1.1.1 Ταξινόμηση	8
1.1.1.2 Φυτά ξενιστές	9
1.1.1.3 Βιολογικός κύκλος	10
1.1.1.4 Γεωγραφική εξάπλωση και οικολογία	10
1.1.2 Συμπτώματα	11
1.1.3 Ζημιές που οφείλονται στο έντομο <i>X. chinensis</i>	12
1.1.4 Μέτρα αντιμετώπισης του εντόμου <i>X. chinensis</i>	12
1.2 Η μουριά	14
1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση	14
1.2.2 Φαινολογικά στάδια	14
1.3 Ηλεκτρονικά συστήματα καταγραφής δεδομένων πεδίου	15
1.3.1 Εφαρμογές χαρτογράφησης για κινητές συσκευές	15
1.3.2 Ηλεκτρονική καταγραφή εντομολογικών προβλημάτων	17
1.4 Σκοπός της εργασίας	18
<b>2 Υλικά και μέθοδοι</b>	<b>20</b>
2.1 Πειραματικές περιοχές και διάρκεια πειράματος	20
2.2 Λογισμικό και χαρακτηριστικά κινητής συσκευής	21
2.3 Σχεδιασμός συστήματος	21
2.4 Δομή χωρικής βάσης δεδομένων	22
2.5 Μεθοδολογία καταγραφής των χαρακτηριστικών των πειραματικών δένδρων μουριάς	23
2.6 Μεθοδολογία καταγραφής φαινολογικών σταδίων των δένδρων	23
2.7 Μεθοδολογία καταγραφής συμπτωμάτων των προσβολών από το έντομο	24
2.8 Μεθοδολογία καταγραφής στοιχείων περιβάλλοντος χώρου	25
2.9 Μετεωρολογικές συνθήκες	25
2.10 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης και παρουσίασης	26
<b>3 Αποτελέσματα</b>	<b>28</b>
3.1 Υλοποιημένη γεωβάση	28
3.2 Κινητό σύστημα καταγραφής στο πεδίο	29
3.3 Χαρακτηριστικά των δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή	30
3.4 Εξέλιξη φαινολογικών σταδίων (BBCH) των πειραματικών δένδρων	32
3.5 Εκτίμηση της διάρκειας καταγραφής του BBCH στο πεδίο με χρήση του κινητού συστήματος	33
3.6 Προσβεβλημένα δένδρα μουριάς	34
3.7 Απώλειες δένδρων μουριάς λόγω της προσβολής από το έντομο	36
3.8 Κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος και την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων	37
3.9 Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό	39
3.9.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό	39
3.9.1.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό την 1 <sup>η</sup> καταγραφή	39
3.9.1.2 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό την 2 <sup>η</sup> καταγραφή	41
3.9.1.3 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στον κορμό σε ένα έτος	43
3.9.2 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων	45
3.9.2.1 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για τα δύο έτη	45
3.9.2.2 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για την 1 <sup>η</sup> καταγραφή (έτος 2021)	49

---

3.9.2.3	Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για την 2 <sup>η</sup> καταγραφή (έτος 2022) .....	53
3.9.3	Μεταβολή προσβολής σε σχέση με τις οπές στους κορμούς .....	57
3.9.4	Χαρακτηριστικά κατανομής των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση του κορμού.....	58
3.9.5	Προσανατολισμός των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση του κορμού.....	61
3.9.6	Προσανατολισμός των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων.....	63
3.10	<i>Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες.....</i>	<i>65</i>
3.10.1	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες.....	65
3.10.1.1	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες την 1 <sup>η</sup> καταγραφή .....	65
3.10.1.2	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες την 2 <sup>η</sup> καταγραφή .....	67
3.10.1.3	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στους βραχίονες σε ένα έτος.....	69
3.10.2	Μεταβολή προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες .....	71
3.10.3	Χαρακτηριστικά κατανομής των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων .....	72
3.10.4	Οπές εξόδου του εντόμου σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων .....	75
3.11	<i>Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες .....</i>	<i>78</i>
3.11.1	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό και στους βραχίονες την 1 <sup>η</sup> καταγραφή .....	78
3.11.2	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό και στους βραχίονες την 2 <sup>η</sup> καταγραφή .....	80
3.11.3	Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές σε κορμό και βραχίονες σε ένα έτος .....	82
3.12	<i>Βαθμός προσβολής των δένδρων σε σχέση με κλάδους με ξερά φύλλα .....</i>	<i>84</i>
3.13	<i>Επίδραση των στοιχείων ηλεκτροφωτισμού στην προσβολή από το έντομο (από το 1ο στο 2ο έτος) .....</i>	<i>88</i>
<b>4</b>	<b>Συζήτηση.....</b>	<b>90</b>
<b>5</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>93</b>
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>94</b>
	<b>Εικόνες.....</b>	<b>97</b>
	<b>Πίνακες .....</b>	<b>102</b>

---

---

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Αν. Καθηγητή Περδίκη Διονύσιο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, για τις εποικοδομητικές υποδείξεις του σε όλα τα στάδια υλοποίησης του πειράματος, καθώς και για την ενθάρρυνση και την επιστημονική του καθοδήγηση σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής της παρούσας μελέτης.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ, τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον Καθηγητή Παπαδούλη Γεώργιο και τον Ερευνητή Β' Φερεντίνο Κωνσταντίνο για την σημαντική συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής και τις ουσιαστικές παρατηρήσεις τους.

Ευχαριστώ από καρδιάς τον Δρ Ποντικάκο Κωνσταντίνο για την καταλυτική και ουσιαστική του συμβολή στην υλοποίηση των πειραμάτων της διατριβής μου, καθώς και για την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνσή του.

Επίσης, ευχαριστώ τη Διεύθυνση Πρασίνου και Αστικής Πανίδας του Δήμου Αθηναίων και τη Διεύθυνση Πάρκων και Αλσών της Περιφέρειας Αττικής που μας διέθεσαν περιοχές αρμοδιότητάς τους για την πραγματοποίηση του πειράματος.

Τέλος, ευχαριστώ τον σύζυγό μου Λάζαρο και τα παιδιά μου Κατερίνα και Λεωνίδα για την αμέριστη υποστήριξη τους σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

---

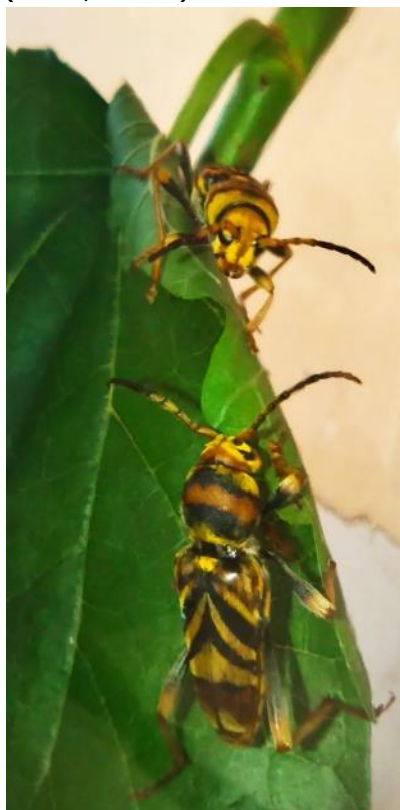
# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Το έντομο *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat) (Coleoptera: Cerambycidae)

### 1.1.1 Στοιχεία βιολογίας του εντόμου *X. chinensis*

#### 1.1.1.1 Ταξινόμηση

Το είδος *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat) (Εικόνα 1) είναι έντομο της τάξης των Coleoptera της οικογένειας Cerambycidae και είναι ξυλοφάγο έντομο της μουριάς (Mulberry borer). Σύμφωνα με τους κύριους ταξινομικούς καταλόγους των Cerambycidae (Tavakilian and Chevillotte, 2015, Danilevsky, 2020), το είδος ανήκει στο υπογένος *Xyloclytus* του γένους *Xylotrechus*. Το γένος *Xylotrechus* περιλαμβάνει περισσότερα από 270 είδη και υποείδη και πέντε υπογένη εκτός από το ονομαστικό υπογένος *Xylotrechus* (*Xyloclytus*) (Tavakilian and Chevillotte, 2015). Ο κωδικός EPPO για αυτό το είδος είναι: XYLOCH (EPPO, online).



Εικόνα 1.1. Ενήλικα άτομα *Xylotrechus chinensis*.  
(Πηγή: Παρούσα μελέτη)

Το είδος περιλαμβάνει δύο υποείδη, το *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis chinensis* Chevrolat και το *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis kobayashii* (Fujita, 2010). Ο Fujita (2010) περιγράφει ένα τρίτο υποείδος, το *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis kurosawai*, το οποίο δεν αναφέρεται ούτε από τον Danilevsky (2020), ούτε από τους Tavakilian and Chevillotte (2015). Υπάρχει ένα υπογένος (*Xyloclytus*), δύο ή τρία υποείδη και τρεις ταξινομικές κατηγορίες στο υποείδος *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis chinensis* (Danilevsky, 2020; Tavakilian και Chevillotte, 2015). Η ευρωπαϊκή βιβλιογραφία αναφέρεται μόνο στο *Xylotrechus chinensis* και δεν είναι σαφές εάν το υποείδος του *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis* και τα υποείδη του *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis chinensis* διαφέρουν ως προς τη ζημιά και τα συμπτώματα που προκαλούν. Οι κλείδες μορφολογικής αναγνώρισης παρέχονται από τους Cherepanov (1982) και, για την κορεατική πανίδα, από τους Han και Lyu (2010).



Kingdom	<u>Animalia</u> – Animal, animaux, animals
Subkingdom	<u>Bilateria</u>
Infrakingdom	<u>Protostomia</u>
Superphylum	<u>Ecdysozoa</u>
Phylum	<u>Arthropoda</u> – Artrópode, arthropodes, arthropods
Subphylum	<u>Hexapoda</u> – hexapods
Class	<u>Insecta</u> – insects, hexapoda, inseto, insectes
Subclass	<u>Pterygota</u> – insects ailés, winged insects
Infraclass	<u>Neoptera</u> – modern, wing-folding insects
Superorder	<u>Holometabola</u>
Order	<u>Coleoptera</u> Linnaeus, 1758 – beetles, coléoptères, besouro
Suborder	<u>Polyphaga</u> Emery, 1886
Infraorder	<u>Cucujiformia</u> Lameere, 1938
Superfamily	<u>Chrysomeloidea</u> Latreille, 1802
Family	<u>Cerambycidae</u> Latreille, 1802 – long-horned beetles, capricornes, cérambycides, longicornes
Subfamily	<u>Cerambycinae</u> Latreille, 1802
Tribe	<u>Clytini</u> Mulsant, 1839
Genus	<u>Xylotrechus</u> Chevrolat, 1860

Εικόνα 1.2. Ταξινόμικά χαρακτηριστικά του γένους *Xylotrechus* (Integrated Taxonomic Information System-ITIS) (πηγή: <https://www.its.gov/>)

### 1.1.1.2 Φυτά Ξενιστές

Το *X. chinensis* είναι ιθαγενές της Ασίας, όπου απαντάται σε περιοχές της Κίνας, της Ιαπωνίας, του Βιετνάμ και της Κορέας. Καταγράφηκε στη χώρα μας για πρώτη φορά σε δένδρα μουριάς σε περιοχή του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2017 (Leivadara et al., 2018). Στην Κορέα, το *X. chinensis* έχει αναφερθεί από τους Han and Lyu (2010) και Lim et al. (2014) ότι προσβάλλει δένδρα *Morus alba* L., *M. bombycis* (Koidz.) var. *bombycis*, *M. australis* (Poiret), *Malus pumila* (Mill.) (= *Malus domestica* L.), *Pyrus* sp. και *Vitis vinifera* L. Στην Ευρώπη, το έντομο έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει μόνο το γένος *Morus* στην Ελλάδα (Κρήτη: Leivadara et al., 2018), *M. alba* L. και *M. nigra* L. στην Ισπανία (Sarto i Monteys & Torras i Tutusaus, 2018) και *M. bombycis* (Koidz.) στη Γαλλία (Cocquempot et al., 2019). Οι Sarto i Monteys & Torras i Tutusaus (2018) προσπάθησαν πειραματικά να εγκαταστήσουν έντομα σε κομμένα κομμάτια *Vitis vinifera*, αλλά αυτές οι προσπάθειες ήταν ανεπιτυχείς. Το εύρος ξενιστών του *X. chinensis* δεν είναι πλήρως γνωστό. Μέχρι σήμερα, οι ευρωπαϊκοί πληθυσμοί του *X. chinensis* έχουν επιβεβαιωθεί μόνο στο *Morus* spp. Ασιατικοί πληθυσμοί έχουν αναφερθεί σε ένα ευρύτερο φάσμα ξενιστών (*Morus* spp., *Malus* sp., *Pyrus* sp. και *Vitis vinifera*) και στο *Betula* sp. και *Salix* sp. (Schrader, 2017), στα υλικά συσκευασίας ξύλου (Benker, 2008) και σε ξύλινες μπομπίνες (Philadelphia U.S. Customs and Border Protection, 2011). Οι ξενιστές του *Xylotrechus chinensis* (EPPO Global Database, 2022) φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ξενιστές του *Xylotrechus chinensis*

Οικογένεια ξενιστή	Επιστημονικό όνομα ξενιστή	Κοινή ονομασία ξενιστή
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	Μουριά
	<i>Morus alba</i>	Λευκή μουριά
	<i>Morus bombycis</i>	Ιαπωνική μουριά
	<i>Morus nigra</i>	Κοινή μουριά
	<i>Morus australis</i>	Κορεάτικη μουριά
Rosaceae	<i>Pyrus</i> sp.	Αχλαδιά
	<i>Malus domestica</i>	Μηλιά
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i>	Αμπέλι

(Πηγή: EPPO Global Database)

### 1.1.1.3 Βιολογικός κύκλος

Δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα για τη βιολογία του εντόμου. Η βιολογία του *X. chinensis* στην Καταλονία της Ισπανίας έχει περιγραφεί από τους Sarto i Monteys και Torras i Tutusaus (2018). Το έντομο έχει μία γενιά το χρόνο στην Ευρώπη, καθώς και στην Ασία. Τα ενήλικα εμφανίζονται τον Μάιο–Ιούνιο (Κρήτη: Leivadara et al., 2018) ή τον Ιούλιο–Αύγουστο (Καταλονία: Sarto i Monteys & Torras i Tutusaus 2018). Τα αρσενικά παράγουν μια σεξουαλική φερομόνη με τρία συστατικά: 2, 3-οκτανοδιόλη, 2-υδροξυ-3-οκτανόνη και 3-υδροξυ-2-οκτανόνη (Iwabuchi et al., 1987, Kuwahara et al., 1987) που ελκύει τα θηλυκά. Η σύζευξη συμβαίνει στον φλοιό γρήγορα μετά την έξοδο του εντόμου. Κάθε θηλυκό εναποθέτει περίπου 80 ωά, τα οποία τοποθετούνται στην επιφάνεια του φλοιού. Οι Sarto i Monteys et al. (2021) παρατήρησαν ότι τα θηλυκά άτομα του *Xylotrechus chinensis* προτιμούν να ωτοκοούν στα τμήματα του φυτού που δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Οι νεαρές προνύμφες εισέρχονται στο φλοιό και τρέφονται σε στοές που εκτείνονται κατά μήκος του φλοιού και του κάμβιου, όπου διαχειμάζουν. Στο τέλος της ανάπτυξής τους, οι προνύμφες περνούν ακτινωτά μέσα στο ξύλο και νυμφώνονται. Τα ενήλικα εξέρχονται από μια στρογγυλή οπή, διαμέτρου περίπου 5 mm. Το *X. chinensis* προσβάλλει και νεκρώνει ζωντανά δένδρα, αλλά μπορεί επίσης να αναπτυχθεί σε κομμένους κορμούς. Συνοπτική περιγραφή της βιολογίας του *X. chinensis* φαίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Τα βιολογικά στάδια του *Xylotrechus chinensis* και η σχέση τους με το φυτό-ξενιστή

Βιολογικό στάδιο	Φαινολογία και σχέση με τον ξενιστή	Επιπλέον στοιχεία (Παρατηρήσεις)
Ωό	Ωοτοκία μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου, εναπόθεση ωών στην επιφάνεια του φλοιού. Κάθε θηλυκό γεννά γύρω στα 80 ωά	Τα θηλυκά προτιμούν να ωτοκοούν σε μεγαλύτερα δένδρα, κατά μήκος των κορμών και στη βάση μεγάλων κλαδιών, συχνά σε πιο ζεστούς προσανατολισμούς.
Προνύμφη	Αμέσως μετά την εκκόλαψη, οι νεαρές προνύμφες εισέρχονται στο φλοιό, όπου τρέφονται με τον φλοιό και το κάμβιο. Διαχειμάζουν στη στοά τους.	Οι στοές των προνυμφών αναπτύσσονται κατά μήκος του κορμού και φτάνουν τα 15–25 cm.
Νύμφη	Η νύμφη βρίσκεται σε θάλαμο που εκτείνεται ακτινωτά μέσα στο ξύλο	
Ενήλικο	Τα ενήλικα εμφανίζονται μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου.	Τα ενήλικα απογειώνονται και πετούν εύκολα. Η ικανότητα πτήσης είναι άγνωστη, αλλά η ταχεία εξάπλωση των σημείων προσβολής σε Ελλάδα και Ισπανία, δείχνει ότι τα ενήλικα μπορούν να εξαπλωθούν τοπικά πετώντας. Η αναλογία φύλου (M:F) κυμαίνεται από 0,50 έως 1,20.

(Πηγή: EFSA Panel on Plant Health, 2021)

### 1.1.1.4 Γεωγραφική εξάπλωση και οικολογία

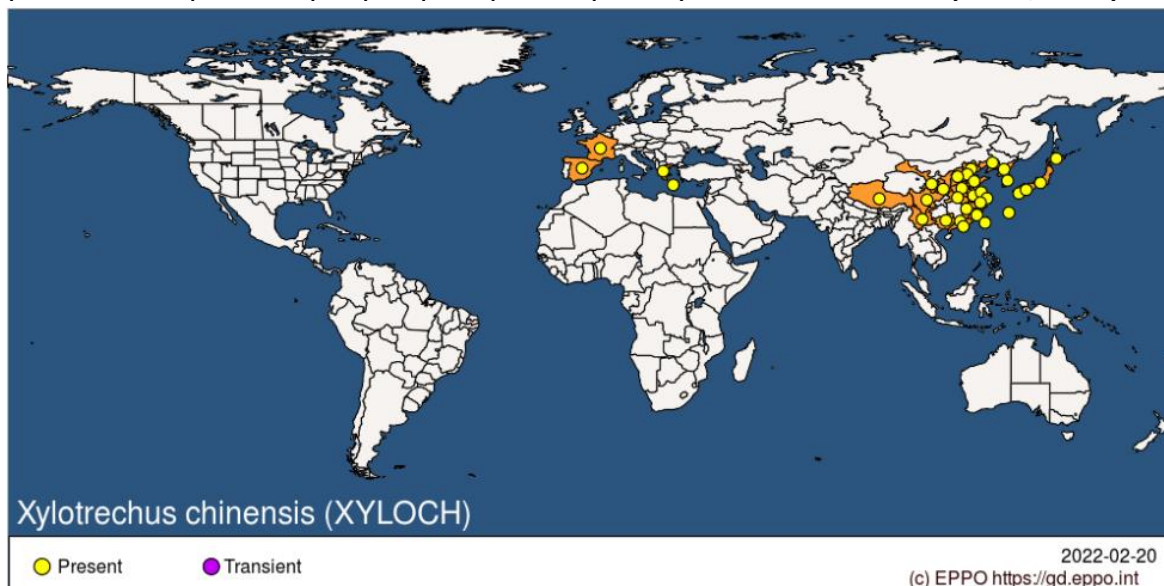
Υπάρχουν λίγες πληροφορίες για τη φυσική εξάπλωση του *X. chinensis*, αλλά τα ενήλικα άτομα του εντόμου έχουν τη δυνατότητα να πετούν. Για μεγάλες αποστάσεις η διάδοση του

εντόμου μπορεί να συμβεί μέσω της εμπορίας μολυσμένων φυτών, ξύλου και προϊόντων ξύλου (EPPO 2018). Το *X. chinensis* είναι ιθαγενές έντομο στην Κίνα, στην Ιαπωνία, στην κορεατική χερσόνησο και στην Ταϊβάν. Το *X. chinensis* υπάρχει και στην Ευρωπαϊκή Ένωση με περιορισμένη κατανομή στην Ισπανία και την Ελλάδα. Είναι παροδικό, ενεργό και υπό επιτήρηση στην Γαλλία και την Ισπανία. Συγκεκριμένα είναι:

- Παρόν με περιορισμένη κατανομή στην Ισπανία:
  - Καταλονία (Sarto i Monteys & Torras i Tutusaus 2018; EPPO, 2018a): 378,1 km<sup>2</sup> το 2020 (Sarto i Monteys et al., 2021)
  - Περιοχή της Βαλένθια (Sarto i Monteys et al., 2021)
- Παρόν, με περιορισμένη κατανομή και υπό επίσημο έλεγχο στην Ελλάδα:
  - Κρήτη (EPPO, 2018b; Leivadara et al., 2018): 200 δένδρα κοντά στο Ηράκλειο (Leivadara et al., 2018)
  - Αθήνα, 1.300 δένδρα προσβεβλημένα το 2019 (Demetriou et al., 2021)
- Παρόν, ενεργό και υπό επιτήρηση στη Γαλλία:
  - Τζιρόντι (Cocquemrot et al., 2019; EPPO, 2021)
  - Ερώ (EPPO, 2018d, EPPO, 2019b, EPPO, 2021; Cocquemrot et al., 2019). Τρία διακριτά σημεία προσβολής καταγράφηκαν κοντά στο Σετ το 2019 (Valladares et al., 2019).

Παρόλο ότι το *Xylotrechus chinensis* δεν έχει ακόμα χαρακτηριστεί ως έντομο καραντίνας για την Ευρώπη, καλύπτει τα κριτήρια ως πιθανό έντομο καραντίνας (EFSA 2021). Το 2018 το *Xylotrechus chinensis* συμπεριλήφθηκε στην Alert List του European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO 2018).

Η κατανομή του εντόμου στην Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί να είναι ευρύτερη από αυτή που αναφέρεται σήμερα, αν κρίνουμε από το γεγονός ότι πολλά δένδρα (έως και αρκετές εκατοντάδες) είχαν ήδη προσβληθεί όταν το έντομο βρέθηκε εγκατεστημένο στην Ελλάδα και στην Ισπανία. Στην Εικόνα 1.3 φαίνεται η παγκόσμια εξάπλωση του *Xylotrechus chinensis* (EPPO, 2022).



Εικόνα 1.3. Παγκόσμια εξάπλωση του *Xylotrechus chinensis*  
(Πηγή: Παγκόσμια βάση δεδομένων EPPO)

### 1.1.2 Συμπτώματα

Η παρουσία του εντόμου σε δένδρα μουριάς είναι δυνατό να ανιχνευθεί οπτικά, από τα συμπτώματα που προκαλεί το έντομο, τα οποία είναι στρογγυλές οπές εξόδου, διαμέτρου 5–6 mm, τραυματισμοί στον φλοιό από τις οποίους εξέρχεται χυμός από τον κορμό των δένδρων και από τα απεκκρίματα των προνυμφών σε στοές οι οποίες είναι πολύ κοντά στην επιφάνεια του

φλοιού και σε διαμήκειες σχισμές του φλοιού, οι οποίες έχουν προκύψει από παλαιότερες στοές (Sarto i Monteys et al., 2021). Τα δένδρα με μεγάλη προσβολή τελικά ξεραίνονται. Στη Εικόνα 1.4 φαίνονται τα συμπτώματα των προσβολών του *Xylotrechus chinensis* σε δένδρα μουριάς.



Εικόνα 1.4. Συμπτώματα από το *Xylotrechus chinensis* σε δένδρα μουριάς  
(Πηγή: Παρούσα μελέτη)

### 1.1.3 Ζημιές που οφείλονται στο έντομο *X. chinensis*

Μέσα σε λιγότερο από 10 χρόνια, το έντομο έχει ήδη νεκρώσει χιλιάδες δένδρα του γένους *Morus*, που καλλιεργούνται ως δένδρα σκίασης στην Ισπανία, στην Ελλάδα και στη Γαλλία. Όπως και με άλλα είδη φλοιοφάγων εντόμων που επιτίθενται σε ζωντανούς ξενιστές, οι στοές στον φλοιό και το κάμβιο εμποδίζουν την κίνηση του νερού και των θρεπτικών ουσιών, εξασθενώντας τον ξενιστή και οδηγώντας σταδιακά στην νέκρωσή του.

Δεν καταγράφονται επιπτώσεις από τις περιοχές προέλευσης, τουλάχιστον από την Κίνα (EPPO, 2018c). Αντίθετα, στην Ευρώπη, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι το έντομο έχει σημαντικό αντίκτυπο στο γένος *Morus*. Μεταξύ των 200 δένδρων που καταγράφηκαν ως προσβεβλημένα στην Κρήτη το 2017, το 15% είχε ήδη νεκρωθεί (Leivadara et al., 2018). Ομοίως, υπήρχαν 300 νεκρά δένδρα από τις 1.300 μουριές που βρέθηκαν μολυσμένες στην Αθήνα το 2019 (EPPO, 2020). Η ευρωπαϊκή βιβλιογραφία αναφέρεται μόνο στο *Xylotrechus chinensis* και δεν είναι σαφές εάν το υποείδος του *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis* και τα υποείδη του *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis chinensis* διαφέρουν ως προς τις επιπτώσεις και τα συμπτώματά τους.

### 1.1.4 Μέτρα αντιμετώπισης του εντόμου *X. chinensis*

Έως σήμερα εφαρμόζονται φυτοϋγειονομικά μέτρα (απαγορεύσεις) σε φυτά για φύτευση ορισμένων ξενιστών του *X. chinensis* όπως *Malus domestica*, *Pyrus* spp. και *Vitis vinifera*. Οι επισκοπήσεις μπορούν να γίνουν σε δένδρα μουριάς μέσα και γύρω από τις προσβεβλημένες περιοχές, με βάση εξωτερικά συμπτώματα (οπές εξόδου, τραυματισμοί φλοιού, σχισμές στοών). Η παρακολούθηση του εντόμου μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας παγίδες, δεδομένου ότι η αρσενική φερομόνη του *X. chinensis* έχει ταυτοποιηθεί (Iwabuchi et al., 1987, Kuwahara et al., 1987).

---

Τα δένδρα που έχουν προσβληθεί μπορούν να κλαδευτούν ή να κοπούν και το αφαιρούμενο υλικό πρέπει να καεί ή να θρυμματιστεί. Τα εντομοκτόνα επαφής μπορούν να εφαρμοστούν στον φλοιό των κορμών τον Ιούνιο για να θανατώσουν τα θηλυκά που ωοτοκούν. Οι εγχύσεις με διασυστηματικά εντομοκτόνα αμπαμεκτίνης, έχουν δοκιμαστεί στην Καταλονία, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του αριθμού των νέων προσβολών (Sarto i Monteys et al., 2021). Ένα ιθαγενές παρασιτοειδές, το *Stephanus serrator* (Hymenoptera, Stephanidae), βρέθηκε να εξέρχεται από προσβεβλημένους κορμούς στην Καταλονία (Sarto i Monteys et al., 2021). Οι φερομόνες ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για μαζική παγίδευση ή παρεμπόδιση της σύζευξης.

Οι Sarto i Monteys et al., 2021 πρότειναν για την παρεμπόδιση της εξάπλωσης του εντόμου σε δένδρα μουριάς τις παρακάτω μεθόδους ελέγχου:

1. Φυσικό έλεγχο με αφαίρεση και καταστροφή (κάψιμο ή σύνθλιψη) βαριά μολυσμένων δένδρων μουριάς.
2. Χημική αντιμετώπιση με χρήση εντομοκτόνων.
3. Έλεγχο με χρήση φερομόνης.
4. Βιολογικό έλεγχο.

Όσον αφορά στον χημικό έλεγχο οι Sarto i Monteys et al. (2021) πρότειναν δύο μεθόδους που θα μπορούσαν να αλληλοσυμπληρώνονται:

1. Στόχευση των θηλυκών, των ωών και των προνυμφών πρώτου σταδίου, με ψεκασμό εγκεκριμένων εντομοκτόνων επαφής στους φλοιούς των δένδρων στις αρχές Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου. Ωστόσο, κανονισμοί που ισχύουν για τη χρήση εντομοκτόνου σε δημόσιους χώρους ενδέχεται να εμποδίσουν την εφαρμογή του και
2. Στόχευση προνυμφών (όλα τα στάδια) που τρέφονται στον φλοιό του δένδρου με έγχυση εντομοκτόνου διαλύματος στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων.

Επιπλέον, οι Sarto i Monteys et al. (2021) αναφέρουν πως για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του εντόμου υπάρχει ανάγκη για:

1. Βελτιωμένη διαχείριση για τον έλεγχο του εντόμου
2. Ακριβή γνώση της εξάπλωσης του εντόμου
3. Γνώση της κατανομής των προνυμφών μέσα στο δένδρο και τις προτιμήσεις των θηλυκών ατόμων του εντόμου να γεννούν τα ωά τους σε συγκεκριμένα δένδρα ή τμήματα δένδρων. Συγκεκριμένα, για να επιτευχθεί ο εντοπισμός του εντόμου, είναι σημαντικό να είναι γνωστό εάν:
  - I. τα δένδρα με μεγαλύτερη περίμετρο και ύψος κορμού είναι πιο ελκυστικά για τα θηλυκά σε σχέση με τα μικρότερα δένδρα και
  - II. εάν τα θηλυκά άτομα του εντόμου δείχνουν μεγαλύτερη προτίμηση απόθεσης των ωών τους σε συγκεκριμένες ζώνες ύψους και προσανατολισμούς του κορμού των δένδρων
4. Την εύρεση αποτελεσματικών τρόπων αντιμετώπισης με εντομοκτόνα.

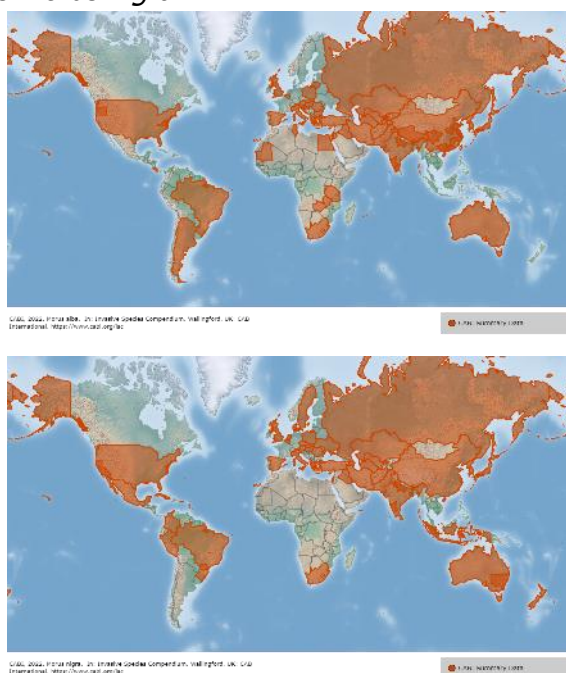
Οι Kavallieratos et al. (2022) αξιολόγησαν πειραματικά την αποτελεσματικότητα από την έγχυση στον κορμό εντομοκτόνων, δείχνοντας ότι το imidacloprid και το fipronil είναι αποτελεσματικά για μακροχρόνιο έλεγχο του *X. chinensis* σε δένδρα μουριάς. Συγκεκριμένα, οι Καβαλλιεράτος et al. σε πείραμα διάρκειας δυο ετών χρησιμοποίησαν τη μέθοδο έγχυσης εντομοκτόνων στο κορμό δένδρων μουριάς με σκοπό τη διερεύνηση τρόπων διαχείρισης των *Xylotrechus chinensis*. Αξιολογήθηκαν τρία συμβατικά εντομοκτόνα, τα fipronil, imidacloprid και spirotetramat συγκρίνοντάς τα με θετικό μάρτυρα abamectin και μάρτυρα δένδρα στα οποία δεν εφαρμόστηκε καμία μεταχείριση. Συνολικά έγιναν δυο εφαρμογές η μία τέλη Απριλίου με τέλη

Ιουνίου του έτους 2021 και η δεύτερη μέσα Ιουνίου με μέσα Αυγούστου του 2021. Από την μέτρηση των οπών εξόδου κατά το χρονικό διάστημα τέλη Απριλίου με τέλη Ιουνίου του έτους 2022 προέκυψε μείωση των οπών εξόδου κατά 71,8%, 76,1%, και 85,6% για τις περιπτώσεις των fipronil, imidacloprid και abamectin. Αντιθέτως για το spirotetramat δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των οπών εξόδου του *Xylotrechus chinensis*.

## 1.2 Η μουριά

### 1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση

Η μουριά ανήκει στο γένος *Morus* της οικογένειας Moraceae. Είναι ιθαγενές σε υποαρκτικές, τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές όπως η Ασία, η Ευρώπη, η Αφρική, η Νότια Αμερική, η Βόρεια Αμερική κ.λπ. Οι μουριές είναι πολυετή ξυλώδη, ταχέως αναπτυσσόμενα, μόνοικα ή δίοικα και με βαθύ ριζικό σύστημα δένδρα (Machii et al., 1999). Η μουριά καλλιεργείται παγκοσμίως κυρίως για την παραγωγή μεταξιού, την παραγωγή τροφίμων, την κτηνοτροφική παραγωγή και τη διατήρηση του εδάφους και του νερού λόγω του ανεπτυγμένου ριζικού συστήματος που διαθέτει (Ni et al., 2015; Chang, 2006· Vijayan et al., 2011). Τα φρούτα της μουριάς τρώγονται συχνά ως φρέσκα ή παρασκευάζονται σε κρασί, χυμό και μαρμελάδα για τις χαμηλές θερμίδες, τα νόστιμα και πλούσια θρεπτικά συστατικά τους. Αυτά τα μούρα χρησιμοποιούνται επίσης σε παραδοσιακά λαϊκά φάρμακα για αποτελεσματική θεραπεία του πυρετού, της αναιμίας, του πονόλαιμου, της υπέρτασης στην Κίνα και την Κορέα (Ma, 2002; Lee et al., 2013). Επιπλέον, αποτελούν πηγή θρεπτικών ουσιών, λιπαρών οξέων, φυτικών ινών, σακχάρων, οργανικών οξέων, μετάλλων και φαινολικών ενώσεων (Chen et al., 2012; Sánchez et al., 2014· Sánchez-Salcedo et al., 2015a, 2016). Στην Εικόνα 1.5 φαίνεται η παγκόσμια εξάπλωση *Morus alba* (πάνω) και του *Morus nigra*.



Εικόνα 1.5. Παγκόσμια εξάπλωση *Morus alba* (πάνω) και του *Morus nigra* (κάτω)

### 1.2.2 Φαινολογικά στάδια

Σύμφωνα με τον Williams-Linera (2003), η φαινολογία περιγράφεται ως η μελέτη του εποχιακού και επαναλαμβανόμενου χρονισμού των γεγονότων του βιολογικού κύκλου. Η φαινολογία των φυτών καθορίζεται σημαντικά από το κλίμα και τις εποχιακές αλλαγές. Οι πληροφορίες της

---

φαινολογίας των καλλιεργειών είναι καθοριστικές για την ανάπτυξη κατάλληλων καλλιεργητικών πρακτικών, όπως για παράδειγμα η λίπανση, η άρδευση, και η φυτοπροστασία των καλλιεργειών. Η εφαρμογή της κλίμακας BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt Chemische Industrie) συνιστάται ως τρόπος τυποποίησης της εργασίας που διεξάγεται κάτω από διαφορετικές κλιματικές και διαφορετικά πειραματικές συνθήκες (Leather, 2010). Οι Sánchez-Salcedo et al. (2017), περιέγραψαν τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της μουριάς σύμφωνα με την κλίμακα BBCH, ακολουθώντας την κλειδα αναγνώρισης για μονοκοτυλήδονα και δικοτυλήδονα. Η κλίμακα BBCH (Hack et al., 1992) παρέχει μια ακριβή περιγραφή της φαινολογίας της μουριάς. Αυτό είναι σημαντικό για τον σωστό χρόνο διαχείρισης της καλλιέργειας, για παράδειγμα για τον έλεγχο ασθενειών με την επιλογή συγκεκριμένων σταδίων που επηρεάζονται από μύκητες ή έντομα. Η προσαρμογή της κλίμακας BBCH στη μουριά παρέχει μια ευρεία επισκόπηση όλων των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, συμπεριλαμβανομένης της βλαστικής ανάπτυξης, της αναπαραγωγικής ανάπτυξης, της ωρίμανσης των καρπών και της γήρανσης των φύλλων.

Η κλίμακα BBCH λαμβάνει υπόψη 10 κύρια στάδια ανάπτυξης, αριθμημένα από το 0 έως το 9. Τρία κύρια στάδια ανάπτυξης υποδεικνύονται για τη βλαστική ανάπτυξη, τα οποία περιγράφουν την ανάπτυξη οφθαλμών (στάδιο 0), την ανάπτυξη των φύλλων (στάδιο 1) και την ανάπτυξη των βλαστών (στάδιο 3), ενώ το στάδιο 1 είναι ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των ανθέων (στάδιο 5). Τα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης είναι η άνθηση (στάδιο 6), η ανάπτυξη του καρπού (στάδιο 7), η ωριμότητα του καρπού (στάδιο 8), η γήρανση και η έναρξη της περιόδου ανάπαυσης (στάδιο 9). Τα δευτερεύοντα στάδια αριθμούνται επίσης από το 0 έως το 9, και σχετίζονται με τις εκατοστιαίες τιμές ανάπτυξης. Επομένως, η τιμή 1 του κύριου σταδίου ανάπτυξης 6 (άνθηση) αντιπροσωπεύει το 10% των ανθέων που έχουν ανοίξει και επομένως η τιμή BBCH στην περίπτωση αυτή θα είναι 61. Οι φάσεις βλαστικής ανάπτυξης των δένδρων μουριάς συμβαίνουν ταυτόχρονα με τις φάσεις αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Τα στάδια 1 (ανάπτυξης φύλλων) και 3 (ανάπτυξης βλαστών) προχωρούν παράλληλα με τα στάδια 5 (εμφάνιση των ανθέων), 6 (της ανθοφορίας), 7 (ανάπτυξης των καρπών) και 8 (ωρίμανσης των καρπών) (Sánchez-Salcedo et al., 2017).

### **1.3 Ηλεκτρονικά συστήματα καταγραφής δεδομένων πεδίου**

#### **1.3.1 Εφαρμογές χαρτογράφησης για κινητές συσκευές**

Η χρήση κινητών έξυπνων συσκευών για τη χαρτογράφηση και τη συλλογή δεδομένων στο πεδίο έχει συνεχώς αυξανόμενη τάση τα τελευταία χρόνια (Nowak et al., 2020). Ωστόσο, παρά τη γρήγορη αύξηση του αριθμού των εφαρμογών για κινητές έξυπνες συσκευές και το αυξανόμενο ενδιαφέρον για αυτές, ο αριθμός των επιστημονικών εργασιών που περιέχουν πληροφορίες για τις δυνατότητες των νέων αυτών τεχνολογιών είναι μάλλον περιορισμένος. Οι εφαρμογές χαρτογράφησης για κινητές συσκευές διακρίνονται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τη λειτουργικότητά τους όπως είναι: η άδεια χρήσης, το λειτουργικό σύστημα, η απρόσκοπτη και ομαλή ενοποίηση με επιτραπέζιο ΓΠΣ (π.χ. QGIS, ArcGIS), η δυνατότητα ακριβούς προσδιορισμού θέσης, η δυνατότητα συλλογής διαφόρων δεδομένων (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) και χαρακτηριστικών, καθώς και η συμβατότητα με τις πιο δημοφιλείς μορφές δεδομένων (Esri shapefile, KML, CSV, geoTIFF) (Nowak et al., 2020). Στην Εικόνα 1.6 φαίνονται τα βασικότερα χαρακτηριστικά των εφαρμογών χαρτογράφησης για κινητές συσκευές τα οποία μπορεί να ληφθούν υπόψη για την επιλογή μιας εφαρμογής για χρήση σε έρευνα πεδίου.



Εικόνα 1.6. Χαρακτηριστικά εφαρμογών χαρτογράφησης για κινητές συσκευές

Στον Πίνακα 3 γίνεται σύγκριση των βασικών χαρακτηριστικών των εφαρμογών χαρτογράφησης που αναφέρθηκαν σύμφωνα με τους Nowak et al. (2020) και την επικαιροποίηση των χαρακτηριστικών ύστερα από αναζήτηση στο Διαδίκτυο.

Πίνακας 3. Συγκριτικός πίνακας χαρακτηριστικών των εφαρμογών

Εφαρμογή	Λειτουργικό	Άδεια χρήσης	Συνεργασία με GIS	Χάρτες	Εικόνες	Πεδία εισαγωγής δεδομένων	Σε σύνδεση (Online)	Εκτός σύνδεσης (Offline)	Ακριβής προσδιορισμός θέσης
Collector for ArcGIS	Android, iOS και Windows	Εμπορική	Desktop ArcGIS, ArcGIS Online	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
ArcPad	Windows Mobile	Εμπορική	Desktop ArcGIS	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
Mapit Spatial	Android	Εμπορική	Διάφορα GIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
QField	Android, iOS και Windows	Δωρεάν	QGIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
KoBoToolbox	Android, Web	Δωρεάν*	Διάφορα GIS	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
SW Maps	Android	Δωρεάν	Διάφορα GIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Locus GIS	Android	Δωρεάν	Διάφορα GIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Global Mapper Mobile	Android, iOS και Windows	Δωρεάν*	Διάφορα GIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Mobile Data Collection	Android, iOS και Windows	Δωρεάν*	Διάφορα GIS	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Sipoll	Android	Δωρεάν	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι

\* δωρεάν με περιορισμούς

Το QField (2022) είναι εφαρμογή που διατίθεται δωρεάν για χρήση και είναι διαθέσιμη για λειτουργικά Android, iOS και Windows. Διαθέτει διαδικτυακή πλατφόρμα για κοινή χρήση και



---

διαχείριση δεδομένων. Το QField είναι απλό στη χρήση, συμβατό με το QGIS (2022), διαθέτει τρόπους λειτουργίας για επεξεργασία ή θέαση των δεδομένων. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται στο πεδίο καταχωρούνται στη μνήμη της συσκευής και αργότερα, μπορούν να εισαχθούν πίσω στο περιβάλλον του QGIS. Ο συγχρονισμός των δεδομένων με το QGIS μπορεί να γίνει με τη χρήση προσθήκης (plugin) για QGIS (QFieldSync). Το QField μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πεδίο σε λειτουργία με σύνδεση (online) και εκτός σύνδεσης (offline). Υποστηρίζει ευρύ φάσμα τύπων αρχείων χωρικών δεδομένων και συνδέεται με χωρικές βάσεις δεδομένων και τυποποιημένες υπηρεσίες ιστού. Η εφαρμογή είναι συμβατή με τις περισσότερες από τις δημοφιλείς μορφές γεωδεδομένων όπως το Shapefile ή το TIFF. Η διαχείριση δεδομένων βασίζεται στο πρότυπο κωδικοποίησης GeoPackage Open Geospatial Consortium (OGC), όπου ένα μεμονωμένο αρχείο μπορεί να αποθηκεύσει διανυσματικά και σημειακά δεδομένα. Αυτό κάνει την ανταλλαγή δεδομένων με το QGIS πολύ πιο εύκολη και γρήγορη.

### **1.3.2 Ηλεκτρονική καταγραφή εντομολογικών προβλημάτων**

Εκτός από γενικές εφαρμογές χαρτογράφησης για φορητές συσκευές, δηλαδή για εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιαδήποτε καταγραφή στο πεδίο, υπάρχουν και εφαρμογές οι οποίες είναι εξειδικευμένες για συγκεκριμένα εντομολογικά προβλήματα και οι οποίες έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε ερευνητικές εργασίες. Οι Pontikakos et al. (2010) και Pontikakos et al. (2012) επικεντρώθηκαν στη βελτιστοποίηση δολωματικών ψεκασμών από το έδαφος για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*). Ο πληθυσμός ανά παγίδα χρησιμοποιήθηκε ως παράγοντας προσδιορισμού της έντασης ψεκασμού. Με το ηλεκτρονικό σύστημα που αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε έγινε παρακολούθηση με παγίδες McPhail του πληθυσμού των ενηλίκων ατόμων του εντόμου του δάκου. Από τον πληθυσμό του εντόμου, με χρήση μεθόδου χωρικής παρεμβολής εκτιμήθηκε ο κίνδυνος προσβολής στην πειραματική περιοχή. Το σύστημα που αναπτύχθηκε για την παρακολούθηση του εντόμου και την καταγραφή των συλλήψεων των εντόμων δάκου στις παγίδες βασίστηκε στο ArcPad για λειτουργικό σύστημα Windows mobile για κινητές συσκευές. Οι Pontikakos et al. (2015) παρουσίασαν 10-βάθμια κλίμακα εκτίμησης της επικινδυνότητας της προσβολής για το κόκκινο σκαθάρι των φοινικοειδών (*Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae)), η οποία καταγραφόταν με τη χρήση κινητών συσκευών. Ο βασικός σκοπός της έρευνας ήταν η έγκαιρη ανίχνευση των προσβολών, η αξιόπιστη διαχείρισή τους, οι εστιασμένες επεμβάσεις, ο έλεγχος και η εξάλειψη του σκαθαριού. Το σύστημα που αναπτύχθηκε είχε εργαλεία πλοήγησης και πολυμέσων, καθώς και δυνατότητες για απομακρυσμένο συγχρονισμό δεδομένων. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για λειτουργικό σύστημα Windows mobile για κινητές συσκευές. Η εφαρμογή EyesOnTraps (Rosado et al., 2022) αναπτύχθηκε για την παρακολούθηση εντομολογικών προβλημάτων στην αμπελοκαλλιέργεια και αναγνώριση εντόμων με τη χρήση κινητών συσκευών. Η μεθοδολογία πίσω από την ανάπτυξη της εφαρμογής συνδυάζει ερευνητικές προσπάθειες από ειδικούς από διαφορετικούς τομείς, όπως η πληροφορική, τα ηλεκτρονικά, η μηχανική μάθηση, οι υπολογιστές, η γεωπονία κ.α. Η ερευνητική εργασία επιτρέπει στους αμπελοουργούς και στους ειδικούς εντομολόγους:

- (i) να λαμβάνουν τις εικόνες των παγίδων μέσω κινητού,
- (ii) να έχουν αυτοματοποιημένη ανίχνευση και καταμέτρηση ορισμένων εντόμων,
- (iii) να καταγράφουν την τοπική θερμοκρασία κοντά σε παγίδες και
- (iv) να βελτιώνουν τις συστάσεις για επεμβάσεις. Η αυτοματοποιημένη ανίχνευση των εντόμων περιλάμβανε την αναγνώριση και την καταμέτρηση βασικών εντόμων για την αμπελοκαλλιέργεια, όπως είναι η ευδεμίδα (*Lobesia botrana*). Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για κινητές συσκευές για λειτουργικό Android.

---

## 1.4 Σκοπός της εργασίας

Η αντιμετώπιση εντομολογικών προβλημάτων σε δένδρα του αστικού πρασίνου, όπως αυτή των εντόμων *Xylotrechus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae), τα οποία προκαλούν εξασθένηση και νέκρωση των δένδρων μουριάς (*Morus* spp.), χαρακτηρίζεται από αρκετές δυσκολίες, λόγω κυρίως των περιορισμών χρήσης φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων στο αστικό περιβάλλον, που έχει ως συνέπεια να λαμβάνονται μέτρα ανάσχεσης προσβολής υγείων δένδρων, μέσω της κοπής και αφαίρεσης των ξερών δένδρων. Για την επιτυχή αντιμετώπιση επιβλαβών εντόμων που προσβάλουν δένδρα τα οποία είναι εγκατεστημένα στον αστικό ιστό ως καλλωπιστικά ή για σκίαση, απαραίτητο στοιχείο είναι η γνώση των παραγόντων που επιδρούν στην εξέλιξη της προσβολής. Η προσεκτική μελέτη των παραγόντων αυτών, θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρακτικές περιορισμού της διασποράς του εντόμου και στην έγκαιρη λήψη μέτρων αντιμετώπισης.

Για την αποτελεσματική διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την πορεία του εντομολογικού προβλήματος, η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας και κυρίως των κινητών έξυπνων συσκευών και των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (ΓΠΣ) θα μπορούσε να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στον τρόπο καταγραφής και ανάλυσης των ερευνητικών δεδομένων. Με την κατάλληλη κινητή συσκευή, αλλά και το προσαρμοσμένο στην ερευνητική εργασία λογισμικό, θα μπορούσε να βελτιωθεί η ροή της συλλογής των ερευνητικών δεδομένων, η ακρίβεια και η ποιότητά τους, η ευκολότερη, γρηγορότερη και με λιγότερα σφάλματα συλλογή τους, καθώς και η καλύτερη αξιολόγηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων. Από τα λογισμικά που υπάρχουν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό, υπάρχουν και λογισμικά που παρέχονται δωρεάν και είναι ανοιχτού κώδικα. Για να αξιοποιηθούν τα λογισμικά αυτά με εύκολο και αποτελεσματικό τρόπο στις ερευνητικές εργασίες, απαιτείται ο σωστός σχεδιασμός τόσο του πειραματικού σχεδίου, αλλά και του σχεδιασμού και της υλοποίησης της χωρικής βάσης δεδομένων, των παραμέτρων της διεπαφής χρήστη και των αλγόριθμων κατηγοριοποίησης και ανάλυσης των δεδομένων.

Με βάση τα παραπάνω στην παρούσα διατριβή τίθενται τα εξής ερωτήματα:

1. Είναι εφικτή η σχεδίαση, η ανάπτυξη και η χρήση σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων για κινητές έξυπνες συσκευές και ΓΠΣ, τα οποία να προσφέρουν αποτελεσματική και εύκολη καταγραφή των προσβολών και συμπτωμάτων των εντόμων του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς, τα οποία είναι εγκατεστημένα σε περιοχές αστικού πρασίνου;
2. Μπορεί να βοηθήσει η χρήση των εν λόγω σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων στον προσδιορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν την πορεία και τα χαρακτηριστικά των προσβολών εντόμων του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς που είναι εγκατεστημένα σε περιοχές αστικού πρασίνου;

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός ηλεκτρονικού συστήματος συλλογής και ανάλυσης ερευνητικών δεδομένων επισκοπήσεων των προσβολών εντόμων του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς του αστικού πρασίνου. Το προτεινόμενο σύστημα περιλαμβάνει τη σχεσιακή χωρική βάση δεδομένων, το Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (ΓΠΣ) γραφείου (desktop GIS) και το κινητό ΓΠΣ (mobile GIS). Το υλοποιημένο σύστημα χρησιμοποιήθηκε σε τρεις πειραματικές περιοχές με δένδρα μουριάς. Στη χωρική βάση δεδομένων καταχωρίστηκαν τα δεδομένα των δένδρων μουριάς, των κτηρίων και ο ηλεκτροφωτισμός γύρω από τα δένδρα. Βασικές μέθοδοι ανάλυσης των ερευνητικών δεδομένων αυτοματοποιήθηκαν και αξιολογήθηκε η χρήση τους. Η χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος αποσκοπεί:

- Στην αποτελεσματική και εύκολη καταγραφή προσβολών των εντόμων του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς που είναι εγκατεστημένα σε περιοχές αστικού πρασίνου

- 
- Στον προσδιορισμό των παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν την πορεία και τα χαρακτηριστικά των προσβολών των εντόμων του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς που είναι εγκατεστημένα σε περιοχές αστικού πρασίνου.

## 2 Υλικά και μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικές περιοχές και διάρκεια πειράματος

Για τη μελέτη των προσβολών από το έντομο *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς, επιλέχθηκαν δύο περιοχές εντός του αστικού ιστού. Η μία περιοχή εκτείνεται εντός του πάρκου Πεδίου του Άρεως της Περιφέρειας Αττικής και η άλλη περιοχή βρίσκεται στην περιοχή Κυψέλη του Δήμου Αθηναίων. Η περιοχή του πάρκου διαφοροποιήθηκε σε δύο Πειραματικές Περιοχές την 1 και 2, με 63 και 51 δένδρα μουριάς, αντίστοιχα, ενώ η περιοχή που βρίσκεται στην Κυψέλη του Δήμου Αθηναίων αποτέλεσε την Πειραματική Περιοχή 3 με 100 δένδρα μουριάς. Η επιλογή των Πειραματικών Περιοχών έγινε με βάση την εκτίμηση της αρχικής προσβολής και τις διαφορές του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται τα δένδρα μουριάς. Η Πειραματική Περιοχή 1 περιλαμβάνει τρεις δενδροστοιχίες δένδρων μουριάς, οι οποίες είναι εγκατεστημένες εντός παρτεριών στα οποία έχει εγκατασταθεί χλοοτάπητας. Η Πειραματική Περιοχή 2 περιλαμβάνει δύο δενδροστοιχίες δένδρων μουριάς, οι οποίες είναι εγκατεστημένες κατά μήκος χωμάτινης διαδρομής από τη μία μεριά και παρτεριών με θαμνώδη μπορντούρα από την άλλη. Η Πειραματική Περιοχή 3 περιλαμβάνει δενδροστοιχίες δένδρων μουριάς, οι οποίες είναι εκτείνονται κατά μήκος πεζοδρομίων. Η συχνότητα των αρδεύσεων διαφοροποιείται αισθητά μεταξύ των πειραματικών περιοχών, με μεγαλύτερη συχνότητα να πραγματοποιείται στην Πειραματική Περιοχή 1, μικρότερη στην Πειραματική Περιοχή 2 και τέλος ακόμα μικρότερη στην Πειραματική Περιοχή 3. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τον Σεπτέμβριο του έτους 2021 έως και τον Οκτώβριο του έτους 2022. Οι θέσεις των πειραματικών περιοχών φαίνονται στην Εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1. Χάρτης των πειραματικών περιοχών

Στην Εικόνα 2.2. φαίνονται οι Πειραματικές Περιοχές της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 2.2. Πειραματικές περιοχές

## 2.2 Λογισμικό και χαρακτηριστικά κινητής συσκευής

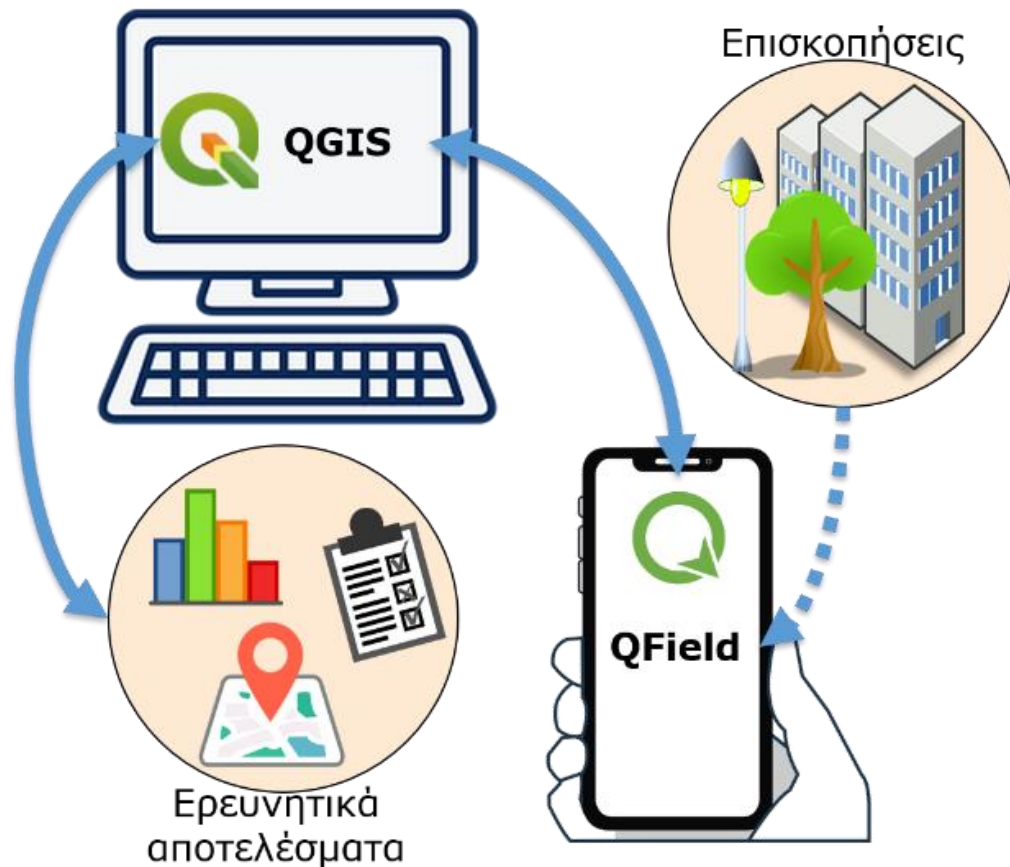
Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του προσανατολισμού των βραχιόνων και των οπών στον κορμό ήταν η εφαρμογή «Πυξίδα» της melon soft (Google Play store, Android). Ο σχεδιασμός της χωρικής βάσης δεδομένων και η ανάλυση των καταγραφών έγινε με τη χρήση του λογισμικού ανοιχτού κώδικα QGIS 3 (QGIS Development Team, 2022) για Windows. Η καταγραφή στο πεδίο πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό ανοιχτού κώδικα QField 2 (QField, 2022) για Android. Η κινητή συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για τις καταγραφές ήταν η Xiaomi Poco M3 Dual SIM (4GB/64GB) με λειτουργικό σύστημα Android 10.

## 2.3 Σχεδιασμός συστήματος

Το QGIS χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της γεωβάσης, τον σχεδιασμό των φορμών καταγραφής, τη δημιουργία χαρτών και την ανάπτυξη των αυτοματοποιημένων διαδικασιών ανάλυσης των δεδομένων. Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις των δεδομένων με τη χρήση του QGIS, καθώς και με τη χρήση πρόσθετων εργαλείων (plugins) ή εγγενών (native) αλγορίθμων του QGIS. Ο συγχρονισμός μεταξύ QGIS και QField επιτεύχθηκε με τη χρήση του πρόσθετου QFieldSync. Με το QField πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες επισκοπήσεις για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τα φαινολογικά στάδια των δένδρων, καθώς και δεδομένων σχετικά με τα συμπτώματα των προσβολών των εντόμων στα δένδρα. Τα βήματα που απαιτούνται για την καταγραφή στο πεδίο με τη χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος είναι:

- α) η δημιουργία της γεωβάσης στο QGIS,
- β) η προσαρμογή της γεωβάσης για χρήση από το QField,
- γ) η συλλογή δεδομένων πεδίου με χρήση του QField,

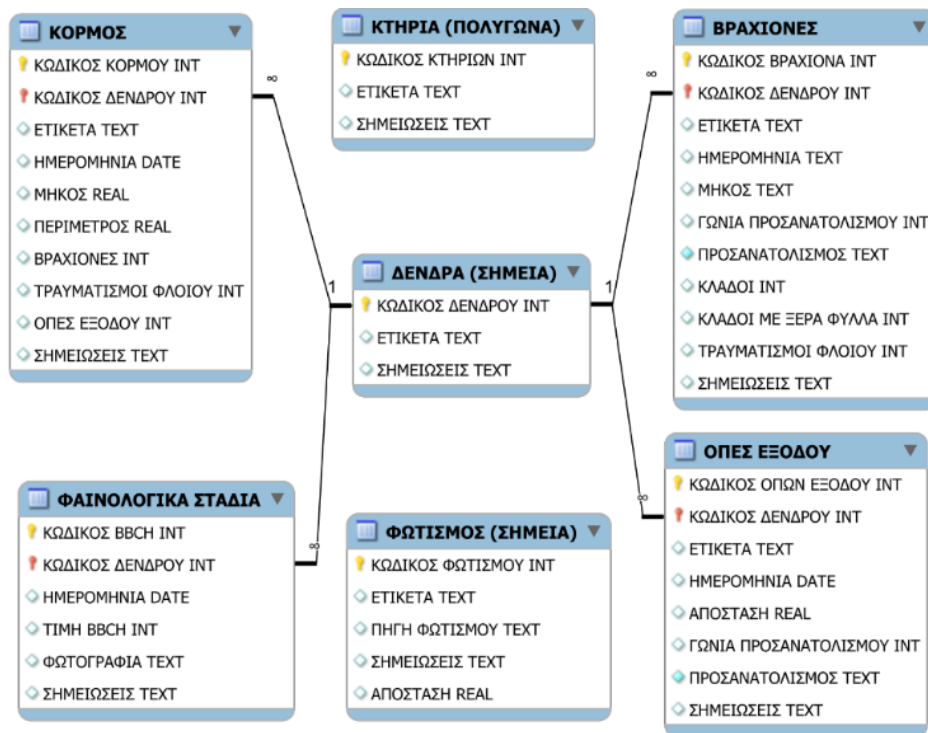
- δ) ο συγχρονισμός των δεδομένων με το QGIS,  
ε) η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων, η δημιουργία χαρτών και ο εμπλουτισμός της γεωβάσης μέσω των αυτοματοποιημένων διαδικασιών που έχουν αναπτυχθεί στο QGIS.
- Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου ηλεκτρονικού συστήματος φαίνεται στην Εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3. Αρχιτεκτονική προτεινόμενου ηλεκτρονικού συστήματος

## 2.4 Δομή χωρικής βάση δεδομένων

Η χωρική βάση δεδομένων αποτελείται από τα χωρικά επίπεδα πληροφορίας και από συσχετισμένους πίνακες δεδομένων τα οποία είναι ενσωματωμένα με τη μορφή QGIS Geopackage (QGIS Development Team, 2022). Στα επίπεδα χωρικής πληροφορίας περιλαμβάνονται το σημειακό επίπεδο των δένδρων μουριάς, το σημειακό επίπεδο των πηγών τεχνητού φωτισμού και το επίπεδο πολυγώνων των κτηρίων. Στην μελέτη αυτή καταγράφονται τα κτήρια (ή κατασκευές) που θα μπορούσαν να προκαλέσουν σκίαση και ενδεχομένως να εμποδίζουν ή ευνοούν τις συνθήκες για προσβολή, λόγω μειωμένου φωτισμού ή πτώσης της θερμοκρασίας. Ο φωτισμός κατά τη διάρκεια της νύχτας, των δρόμων στους οποίους βρίσκονται τα δένδρα μουριάς, θα μπορούσε να εξηγήσει ενδεχομένως γιατί κάποια από τα δένδρα έχουν προσβληθεί, ενώ τα διπλανά τους όχι. Στην Εικόνα 2.4 φαίνεται η βασική δομή της χωρικής βάσης δεδομένων.



Εικόνα 2.4. Χωρική βάση δεδομένων

## 2.5 Μεθοδολογία καταγραφής των χαρακτηριστικών των πειραματικών δένδρων μουριάς

Στην έναρξη του πειράματος (1<sup>η</sup> καταγραφή-Σεπτέμβριος του έτους 2021) έγινε καταγραφή των εξής χαρακτηριστικών για κάθε δένδρο μουριάς:

- του μήκους του κορμού
- της περιμέτρου του κορμού στο σθηθαίο ύψος (στα 130 cm)
- του αριθμού των βραχιόνων
- του μήκους των βραχιόνων και
- του προσανατολισμού των βραχιόνων.

Οι μετρήσεις του μήκους των κορμών και των βραχιόνων και της περιμέτρου των κορμών πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση μετροταινίας. Το μήκος του κάθε κορμού μετρήθηκε από τη βάση του κορμού έως το σημείο έναρξης των βραχιόνων. Ο προσανατολισμός των βραχιόνων μετρήθηκε με χρήση της κινητής συσκευής καταγραφής και της εφαρμογής «Πυξίδα εκδ. 1.4, melon soft, Google Play Store». Μετρήθηκε ο μαγνητικός και ο πραγματικός προσανατολισμός, καθώς και η κατεύθυνση σύμφωνα με την πυξίδα 8 κατευθύνσεων με λατινικούς χαρακτήρες (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). Τα δεδομένα καταχωρίστηκαν μέσω του προτεινόμενου ηλεκτρονικού συστήματος καταγραφής στη γεωβάση.

## 2.6 Μεθοδολογία καταγραφής φαινολογικών σταδίων των δένδρων

Η καταγραφή των φαινολογικών σταδίων (κλίμακα BBCH) των δένδρων μουριάς του πειράματος πραγματοποιήθηκε με συχνότητα περίπου ανά έναν μήνα με δύο μήνες και ολοκληρώθηκε σε ένα έτος. Η έναρξη των καταγραφών του BBCH έλαβε χώρα στις αρχές Οκτωβρίου του έτους 2021 για τις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 και στα τέλη Σεπτεμβρίου 2021 για την Πειραματική Περιοχή 3. Σε κάθε επισκόπηση που διενεργήθηκε στις πειραματικές περιοχές, εκτιμήθηκε το φαινολογικό στάδιο του κάθε πειραματικού δένδρου με βάση την κλίμακα BBCH, όπως αυτή περιγράφεται από τους Sánchez-Salcedo et al. (2017). Η καταχώριση των εκτιμωμένων τιμών BBCH έγινε στην υλοποιημένη γεωβάση χρησιμοποιώντας στο πεδίο το προτεινόμενο

ηλεκτρονικό σύστημα. Εκτός από την τιμή BBCH καταγράφηκαν η ημερομηνία της επισκόπησης και έγινε λήψη φωτογραφίας για κάθε δένδρο ανά επισκόπηση. Η κλίμακα BBCH λαμβάνει υπόψη δέκα (10) κύρια στάδια ανάπτυξης, αριθμημένα από το 0 έως το 9. Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με τέσσερα από τα δέκα κύρια στάδια: την ανάπτυξη των οφθαλμών (στάδιο 0), την ανάπτυξη των φύλλων (στάδιο 1), την ανάπτυξη των βλαστών (στάδιο 3) και τη γήρανση και την αρχή της περιόδου ανάπαυσης (στάδιο 9). Ο περιορισμός επιλογής των παραπάνω σταδίων οφείλεται στην καλλωπιστική χρήση των δένδρων μουριάς του πειράματος και κατά συνέπεια στο αυστηρό κλάδεμα τους, που έχει ως συνέπεια την μη έκπτυξη ανθοφόρων οφθαλμών και την ακαρπία των δένδρων.

## 2.7 Μεθοδολογία καταγραφής συμπτωμάτων των προσβολών από το έντομο

Με σκοπό την εκτίμηση των συμπτωμάτων λόγω των προσβολών του εντόμου, στην έναρξη (1<sup>η</sup> καταγραφή, έτος 2021) και στο τέλος (2<sup>η</sup> καταγραφή, έτος 2022) του πειράματος έγινε για κάθε δένδρο μουριάς καταγραφή των εξής στοιχείων:

- Της απόστασης από τη βάση του κορμού του δένδρου και ο προσανατολισμός της οπής για κάθε οπή του κορμού. Στην 1<sup>η</sup> καταγραφή έγινε καταχώριση όλων των οπών του κορμού, ενώ στην 2<sup>η</sup> καταγραφή έγινε καταχώριση μόνο των νέων οπών, δηλαδή των οπών του έτους.
- Του αριθμού των σχισμών του κορμού κάθε δένδρου
- Του αριθμού των οπών κάθε βραχίονα
- Του αριθμού των σχισμών κάθε βραχίονα
- Του αριθμού των κλάδων με ξερά φύλλα κάθε βραχίονα
- Του αριθμού των συνολικών (φυσιολογικών και με ξερά φύλλα) κλάδων κάθε βραχίονα.

Η μεθοδολογία καταγραφής των χαρακτηριστικών των δένδρων και των συμπτωμάτων των προσβολών απεικονίζεται σχηματικά στην Εικόνα 2.5.



Εικόνα 2.5. Καταγραφή χαρακτηριστικών των δένδρων και συμπτωμάτων των προσβολών

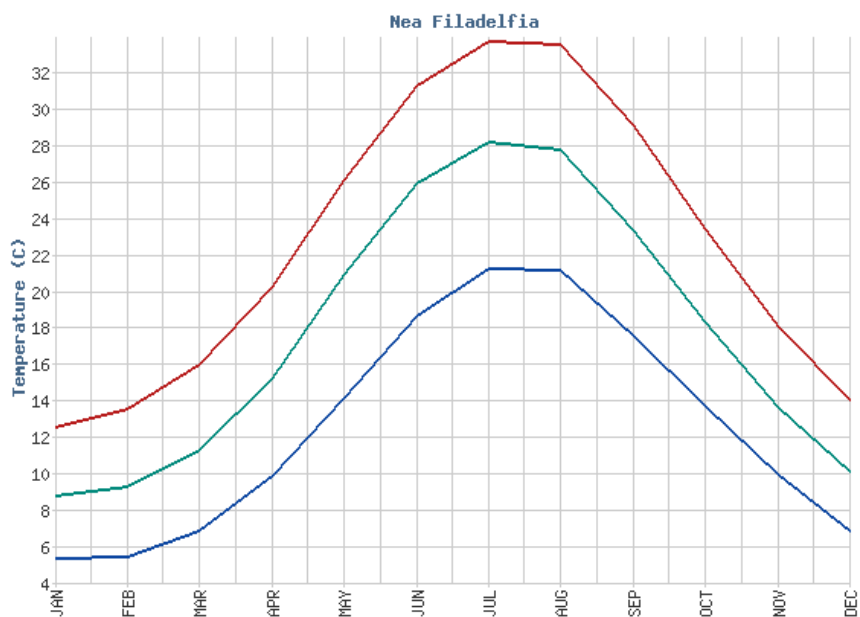


## 2.8 Μεθοδολογία καταγραφής στοιχείων περιβάλλοντος χώρου

Στη βάση δεδομένων συμπεριλαμβάνονται οι θέσεις των ιστίων ηλεκτροφωτισμού και των κτηρίων όπου υπάρχουν. Τα ιστία ηλεκτροφωτισμού καταχωρίστηκαν στη χωρική βάση δεδομένων ως σημεία και τα κτήρια ως πολύγωνα.

## 2.9 Μετεωρολογικές συνθήκες

Κλιματικά δεδομένα ελήφθησαν από τον ιστότοπο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (<http://www.emy.gr>) και μετεωρολογικά από τον ιστότοπο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (<https://www.meteo.gr>). Τα κλιματικά δεδομένα της θερμοκρασίας για την χρονική περίοδο 1955-2010, στην περιοχή Νέα Φιλαδέλφειας, Περιφέρειας Αττικής φαίνονται ανά μήνα στην Εικόνα 2.6.



Θερμοκρασία	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη	5.4	5.5	6.9	9.9	14.2	18.7	21.3	21.2	17.6	13.8	10.0	6.9
Μέση	8.8	9.3	11.3	15.3	21.0	26.0	28.3	27.8	23.4	18.4	13.7	10.2
Μέγιστη	12.6	13.6	16.0	20.3	26.2	31.4	33.8	33.6	29.2	23.5	18.1	14.1

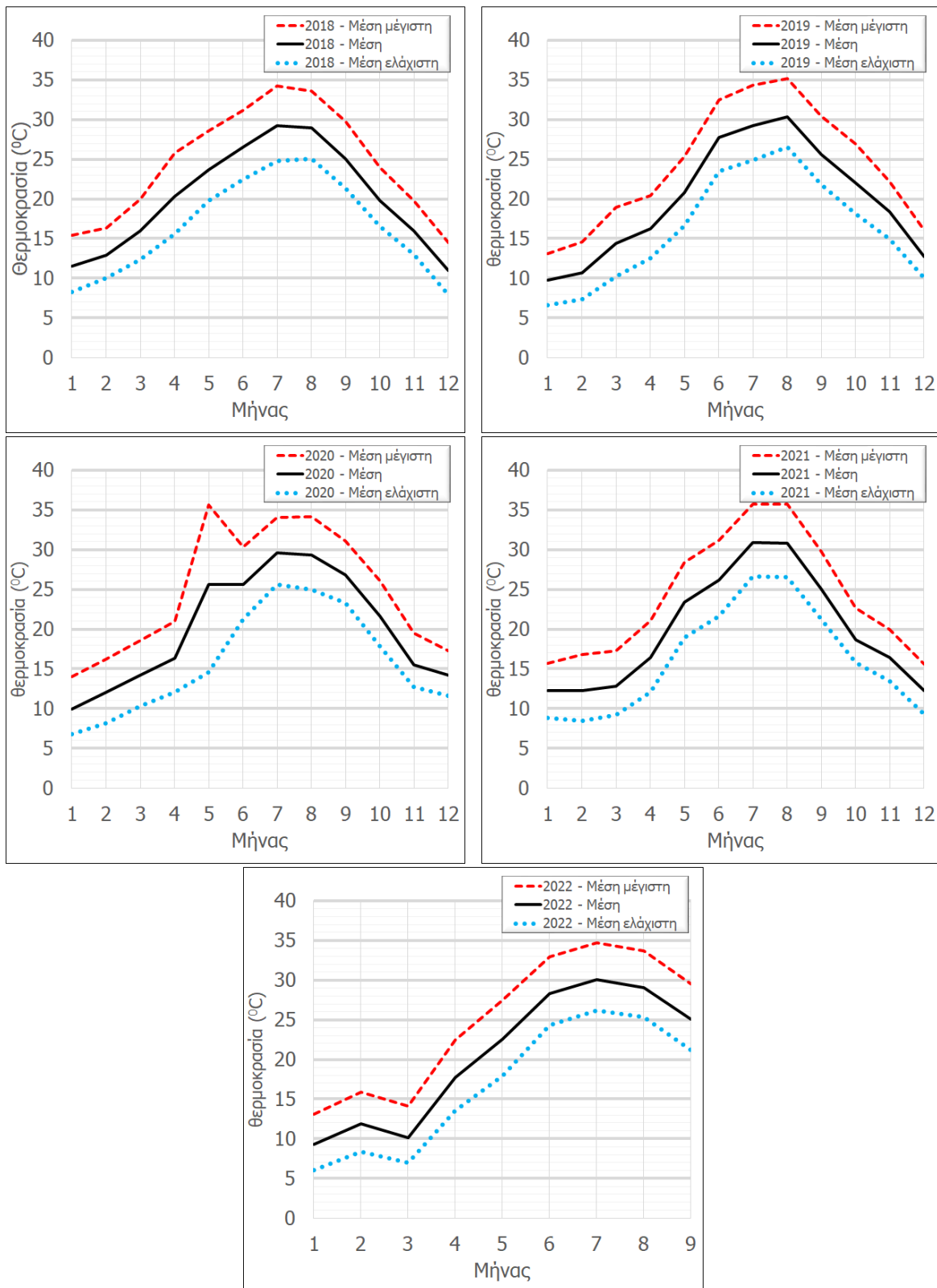
Εικόνα 2.6. Κλιματικά δεδομένα θερμοκρασίας περιόδου 1955-2010

(Περιφέρεια Αττικής, Νέα Φιλαδέλφεια, Γ. Μήκος: 23.4 Γ.Πλάτος: 38.03 Υψόμετρο: 136m,

Πηγή:

[http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology\\_city?perifereia=Attiki&poli=Nea\\_Filadelfia](http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki&poli=Nea_Filadelfia))

Τα μετεωρολογικά δεδομένα της θερμοκρασίας για τα έτη 2018-2022 φαίνονται στην Εικόνα 2.7.



Εικόνα 2.7. Μετεωρολογικά δεδομένα της θερμοκρασίας για τα έτη 2018-2022 (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών-<https://www.meteo.gr>)

## 2.10 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης και παρουσίασης

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση του λογισμικού Stata/MP 17. 0 ([www.stata.com](http://www.stata.com)), του λογισμικού Statgraphics Centurion XV ver. 15 ([www.statgraphics.com](http://www.statgraphics.com)) και του λογισμικού QGIS 3 ([www.qgis.org](http://www.qgis.org)).

---

Η χωρική ανάλυση και η δημιουργία χαρτών πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού QGIS 3. Για την οπτικοποίηση της έντασης του αριθμού των οπών στον κορμό και στους βραχίονες, δημιουργήθηκαν χάρτες έντασης ομαδοποιημένων σημείων με τη χρήση του αλγορίθμου του QGIS 3 kernel density estimation (Heatmap). Η ένταση προσβολής υπολογίζεται με βάση τον αριθμό των σημείων ανά τοποθεσία, με μεγαλύτερους αριθμούς ομαδοποιημένων σημείων να λαμβάνουν μεγαλύτερες τιμές. Οι χάρτες αυτοί επιτρέπουν την εύκολη αναγνώριση «θερμών περιοχών» και την ομαδοποίηση σημείων. Ο αλγόριθμος οπτικοποίησης της έντασης της προσβολής εφαρμόστηκε για ακτίνα 15 m και μέγιστη τιμή σημείων υπολογισμού 20.

Τα ροδογράμματα δημιουργήθηκαν με το λογισμικό Oriana 4 (<https://www.koncomp.co.uk/>). Τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν σε κλάσεις και ο κύκλος σε κυκλικούς τομείς. Η συχνότητα κάθε κλάσης αναπαραστάθηκε με το μήκος του αντίστοιχου κυκλικού τομέα.

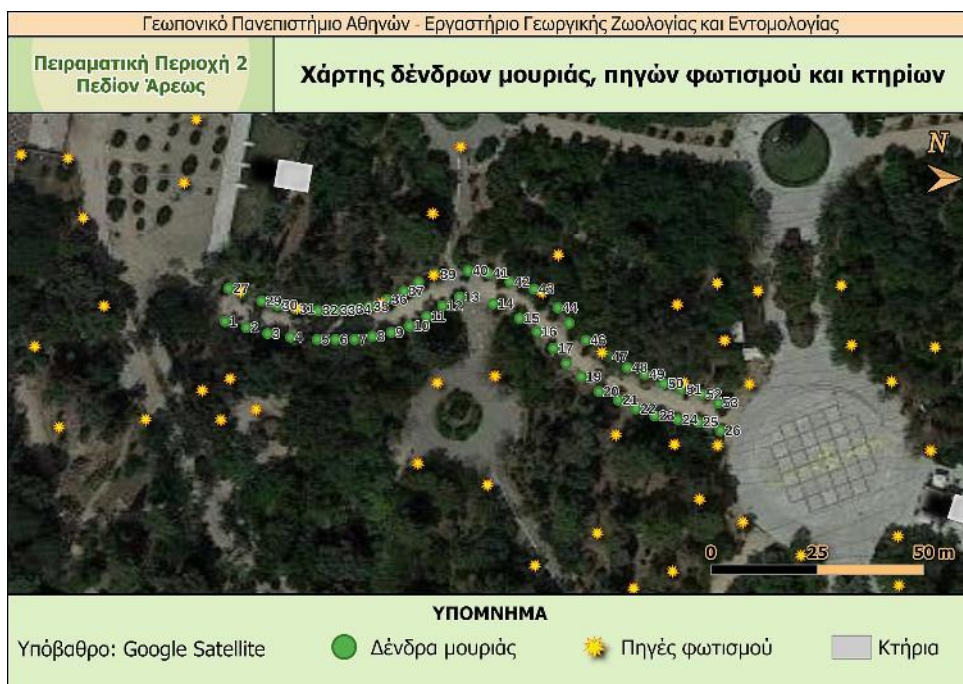
### 3 Αποτελέσματα

#### 3.1 Υλοποιημένη γεωβάση

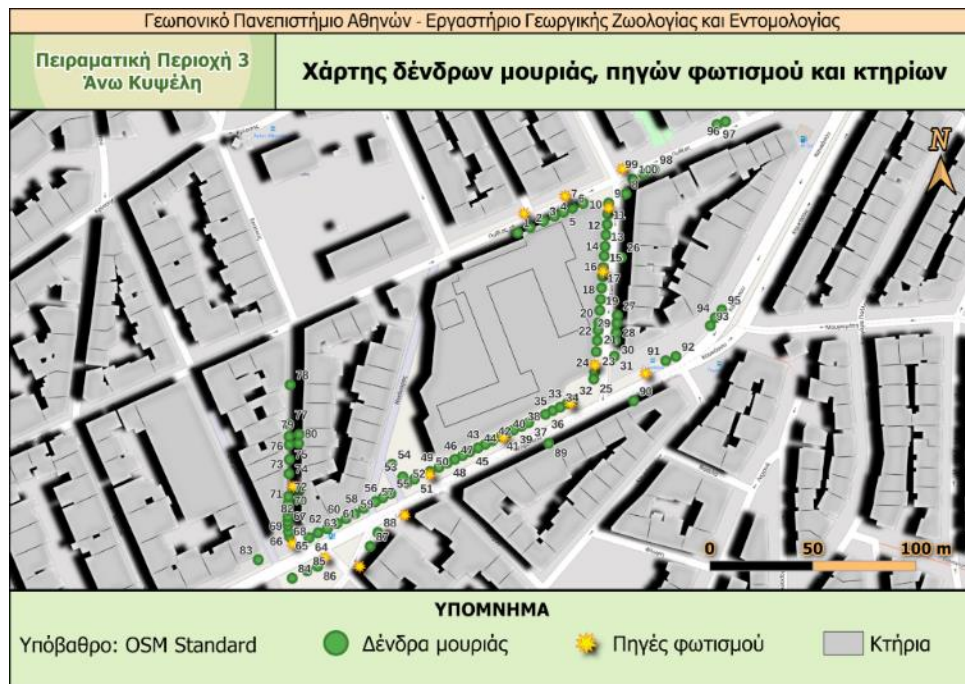
Η γεωβάση χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθούν χάρτες των πειραματικών περιοχών και για την καταγραφή των πειραματικών δεδομένων στο πεδίο. Η γεωβάση περιλαμβάνει τα σημεία των δένδρων μουριάς, τα σημεία των ιστιών ηλεκτροφωτισμού, τα πολύγωνα των κτηρίων και το υπόβαθρο χάρτη (δορυφορικός χάρτης ή αστικός χάρτης). Η υλοποιημένη γεωβάση με τη μορφή χαρτών φαίνεται για την Πειραματική Περιοχή 1 (Πεδίον Άρεως) στην Εικόνα 3.1 για την Πειραματική Περιοχή 2 (Πεδίον Άρεως) στην Εικόνα 3.2 και για την Πειραματική Περιοχή 3 (Άνω Κυψέλη) στην Εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.1. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 1



Εικόνα 3.2. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 2



Εικόνα 3.3. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 3

Στην περίπτωση των Πειραματικών Περιοχών 1 και 2 ως υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες "Google satellite", ενώ στην περίπτωση της Πειραματικής Περιοχής 3 το μεγαλύτερο μέρος της ψηφιοποίησης αποτελούν τα κτήρια τα οποία έχουν παραχθεί από το υπόβαθρο "OSM Standard".

### 3.2 Κινητό σύστημα καταγραφής στο πεδίο

Το κινητό σύστημα καταγραφής περιλαμβάνει τα χωρικά επίπεδα πληροφορίας, τους χάρτες υποβάθρου και τις φόρμες καταγραφής δεδομένων. Στα χωρικά επίπεδα πληροφορίας, μπορούμε να προσθέσουμε, να τροποποιήσουμε ή να διαγράψουμε στοιχεία. Έτσι, στο επίπεδο των δένδρων μπορούμε για παράδειγμα να εισάγουμε ένα νέο δένδρο ή να τροποποιήσουμε τα περιγραφικά του στοιχεία ή τη θέση του στον χάρτη. Η πρόσβαση στους χάρτες υποβάθρου είναι δυνατή μέσω σύνδεσης στο Διαδίκτυο. Με τις φόρμες καταγραφής καταχωρούνται περιγραφικά δεδομένα σχετικά με τη μορφολογία και τα φαινολογικά στάδια των δένδρων, καθώς και με τα συμπτώματα των προσβολών από το έντομο. Τα περιγραφικά δεδομένα που καταχωρούνται είναι συσχετισμένα με το δένδρο και με την ημερομηνία καταχώρισης. Οι φόρμες εισαγωγής στοιχείων προσφέρουν εύκολο τρόπο καταχώρισης μέσω της οθόνης του κινητού. Για τον σκοπό αυτό έχουν απλό σχεδιασμό και διαθέτουν δυνατότητα επιλογής κειμένου από προκαθορισμένο κείμενο, για γρήγορη καταχώριση. Εκτός, από τα περιγραφικά δεδομένα είναι δυνατή η λήψη και η αποθήκευση εικόνων, μέσω της χρήσης της κάμερας της κινητής συσκευής. Στην Εικόνα 3.4 φαίνονται οι Πειραματικές Περιοχές με τη χρήση του κινητού ηλεκτρονικού συστήματος. Τα δεδομένα που συλλέγονται στο πεδίο μεταφέρονται σε ηλεκτρονικές εφαρμογές γραφείου για επεξεργασία και γεωχωρική ανάλυση των δεδομένων, χωρίς να απαιτείται η χρήση σημειώσεων και καταγραφής πληροφορίας σε χαρτί.



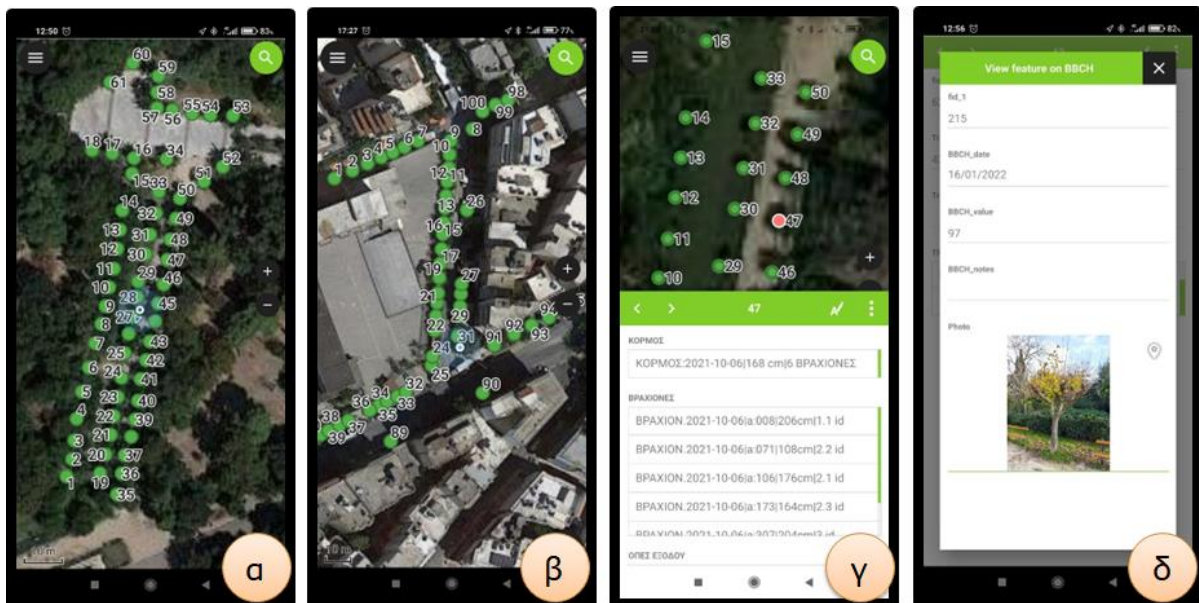
Πειραματική  
Περιοχή 1

Πειραματική  
Περιοχή 2

Πειραματική  
Περιοχή 3

Εικόνα 3.4. Οι Πειραματικές Περιοχές στο κινητό ηλεκτρονικό σύστημα

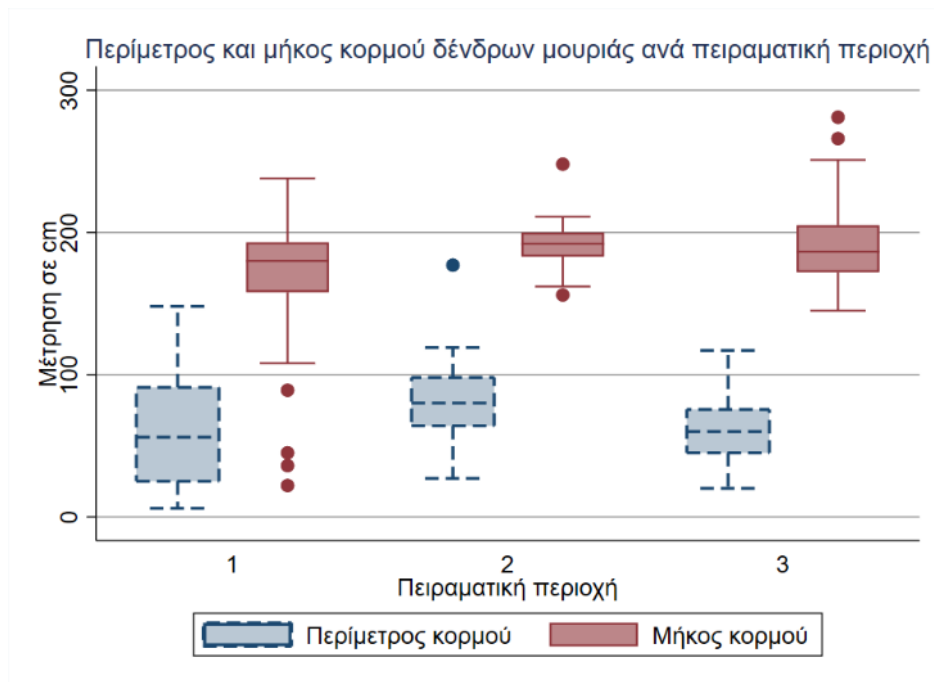
Στην Εικόνα 3.5 φαίνεται η διεπαφή του κινητού ΓΠΣ του υλοποιημένου συστήματος, δηλαδή οι χάρτες και οι φόρμες καταγραφής των δεδομένων πεδίου.



Εικόνα 3.5. Κ-ΓΠΣ μαζί με τις φόρμες ηλεκτρονικής καταγραφής των πειραματικών δεδομένων (α. Πειραματική Περιοχή 1-χάρτης, β. Πειραματική Περιοχή 3-χάρτης, γ. Πειραματική Περιοχή 2-χάρτης και φόρμα, δ. Φόρμα ηλεκτρονικής καταγραφής)

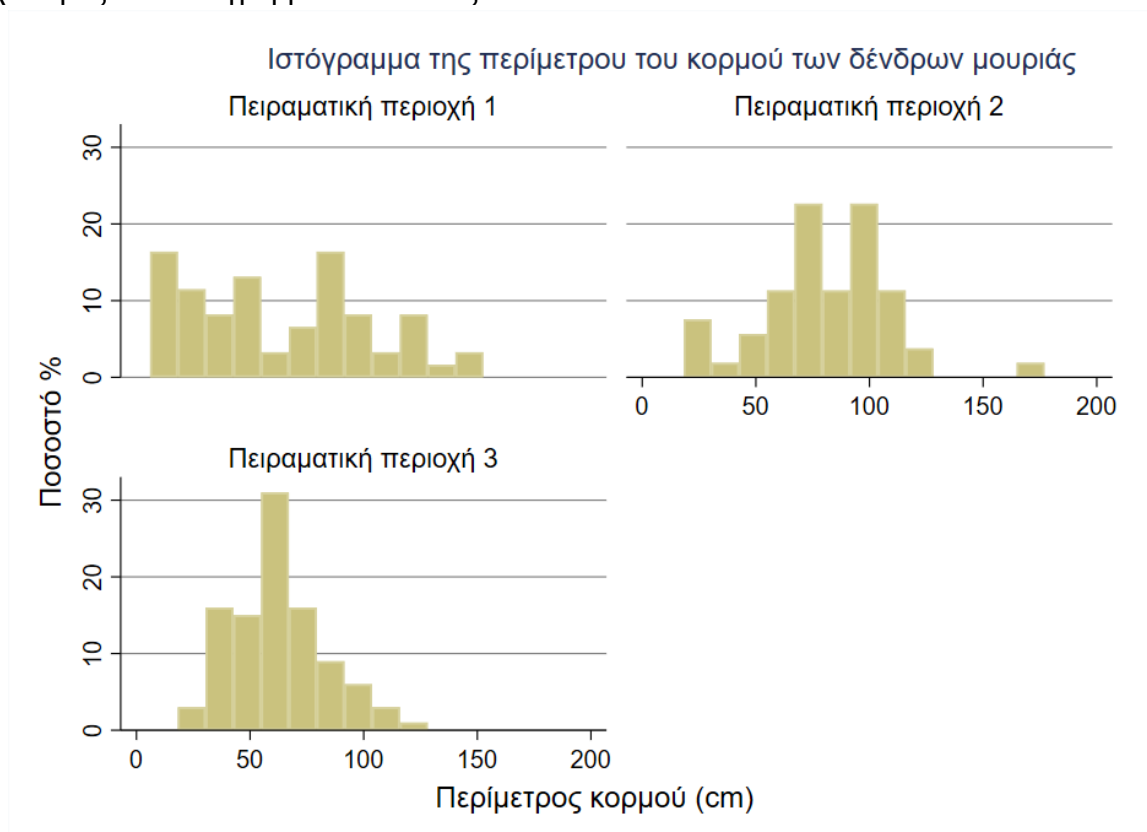
### 3.3 Χαρακτηριστικά των δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή

Στην Εικόνα 3.6 φαίνεται το θηκόγραμμα με την περίμετρο και το μήκος κορμού των δένδρων μουριάς για κάθε Πειραματική Περιοχή.

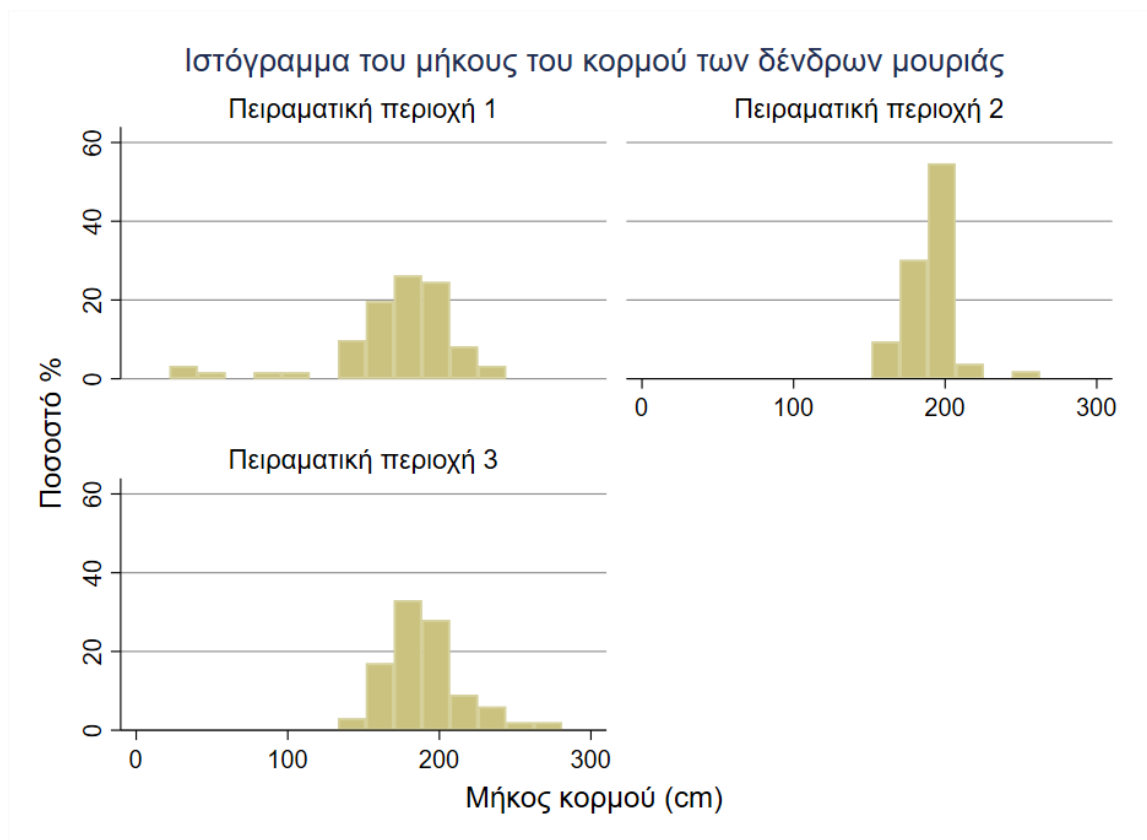


Εικόνα 3.6. Περίμετρος και μήκος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή

Στην Εικόνα 3.7 και στην Εικόνα 3.8 φαίνονται αντίστοιχα, το ιστόγραμμα της περιμέτρου και το ιστόγραμμα του μήκους του κορμού των δένδρων κάθε Πειραματικής Περιοχής. Οι συχνότητες στα ιστογράμματα απεικονίζονται σε ποσοστό %.



Εικόνα 3.7. Περίμετρος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή



Εικόνα 3.8. Μήκος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή

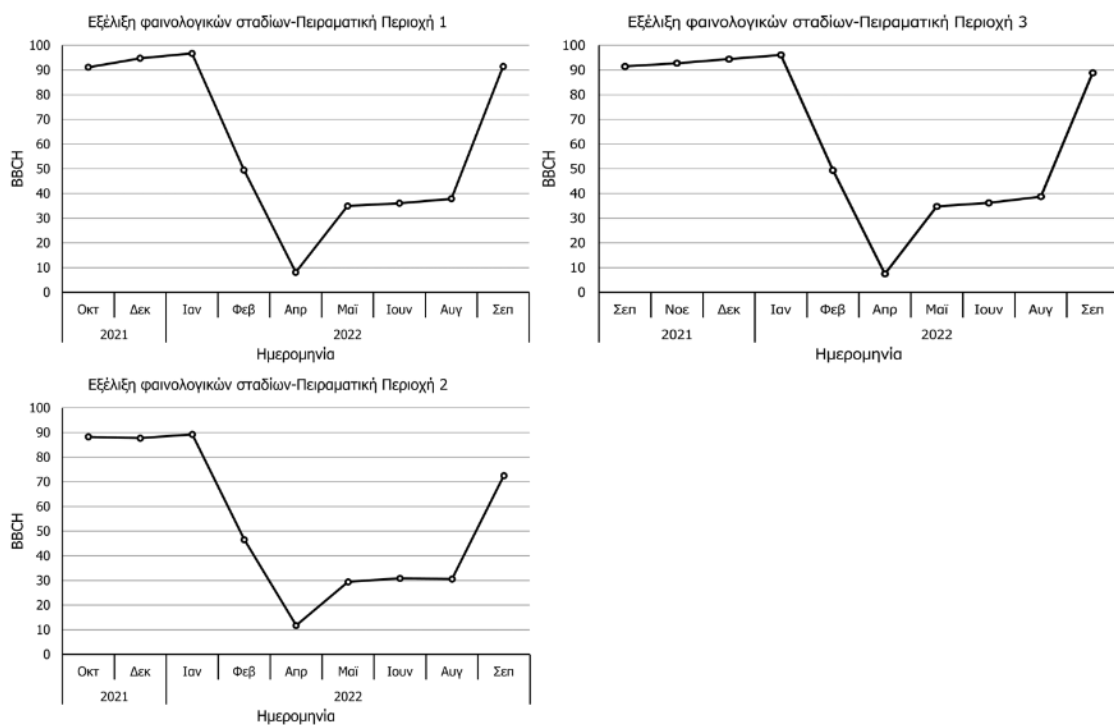
Από το θηκόγραμμα και τα ιστογράμματα διακρίνουμε ότι σε όλες τις πειραματικές Περιοχές τα δένδρα που έχουν μικρή και μεγαλύτερη τιμή περιμέτρου κορμού είναι ισοκατανεμημένα σε κάθε Πειραματική Περιοχή (συμμετρική θέση της διαμέσου). Η Πειραματική Περιοχή 1 έχει ίδια περίπου τιμή διαμέσου με την Πειραματική Περιοχή 3 (περίπου 50cm), ωστόσο η Πειραματική Περιοχή 1 έχει μεγαλύτερο εύρος τιμών περιμέτρου κορμού σε σχέση την Πειραματική Περιοχή 3. Δηλαδή η Πειραματική Περιοχή 1 έχει δένδρα που διαφέρουν πολύ ως προς την περίμετρο κορμού (ανομοιομορφία ηλικίας και ανάπτυξης δένδρων), ωστόσο είναι ισοκατανεμημένα. Η ανομοιομορφία οφείλεται στην ύπαρξη παλαιών και νέων φυτεύσεων. Στην Πειραματική Περιοχή 2 και 3, τα δένδρα είναι ισοκατανεμημένα και υπάρχει ομοιομορφία φυτεύσεων. Η Πειραματική Περιοχή 2 έχει δένδρα με μεγαλύτερη περίμετρο κορμού (περίπου 70cm) σε σχέση με αυτή των άλλων Πειραματικών Περιοχών.

Σχετικά με το μήκος κορμού (ύψος) των δένδρων φαίνεται ότι η ανομοιομορφία βαίνει μειούμενη από την Πειραματική Περιοχή 1, 3 και 2. Ψηλότερα δένδρα υπάρχουν στην Πειραματική Περιοχή 2, ακολουθεί η Πειραματική Περιοχή 3 και τέλος η Πειραματική Περιοχή 1.

### 3.4 Εξέλιξη φαινολογικών σταδίων (BBCH) των πειραματικών δένδρων

Η εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων (BBCH) των δένδρων μουριάς ανά Πειραματική Περιοχή και κατά τη διάρκεια του πειράματος (ένα έτος) φαίνεται στην Εικόνα 3.9.



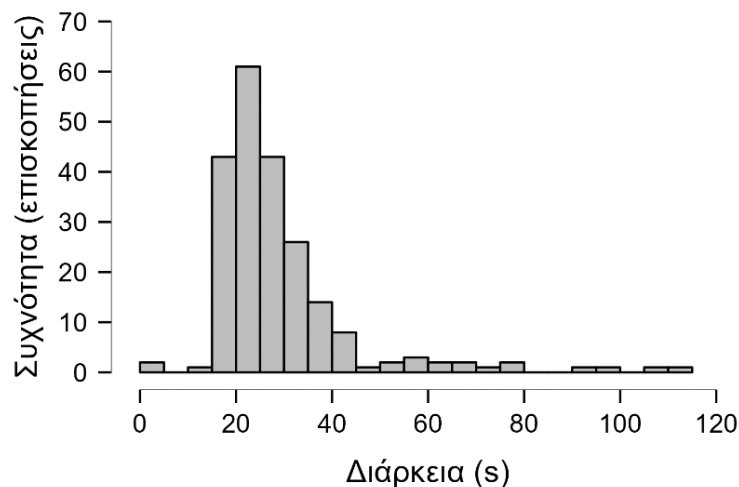


Εικόνα 3.9. Εξέλιξη φαινολογικών σταδίων (BBCH) ανά Πειραματική Περιοχή

Από την εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων (BBCH) των δένδρων μυριάς έτσι όπως αυτά καταγράφηκαν με τη χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος, δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών Πειραματικών Περιοχών.

### 3.5 Εκτίμηση της διάρκειας καταγραφής του BBCH στο πεδίο με χρήση του κινητού συστήματος

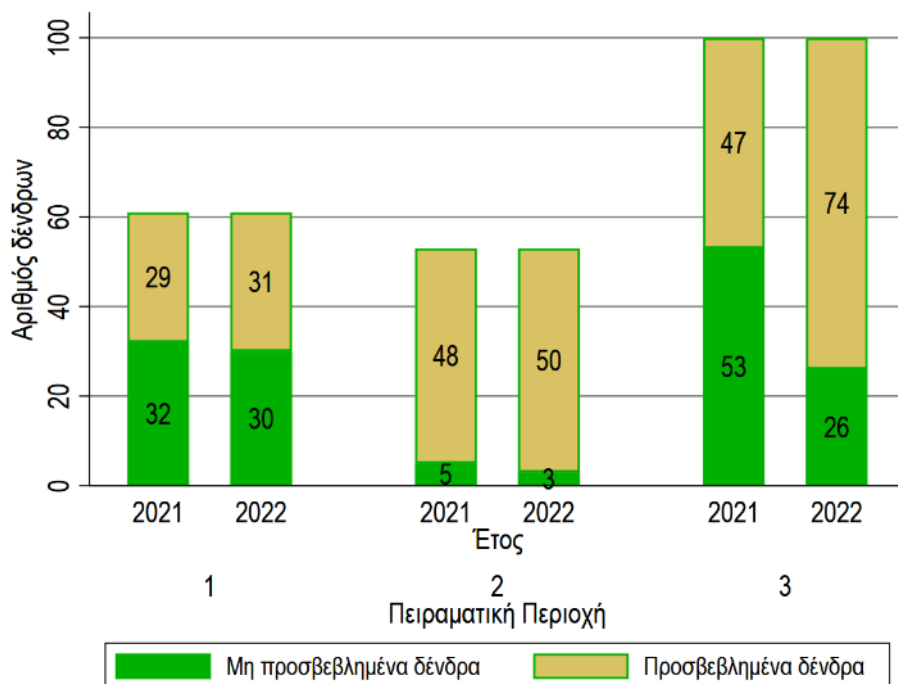
Στην Εικόνα 3.10 φαίνεται το διάγραμμα συχνοτήτων της διάρκειας που απαιτήθηκε για τη διενέργεια επισκοπήσεων (συμπλήρωσης της φόρμας BBCH) για κάθε δένδρο του πειράματος. Από την ανάλυση των στοιχείων προέκυψε ότι απαιτούνται περίπου 29,7s κατά μέσο όρο για τη συμπλήρωση της φόρμας κάθε δένδρου. Από το γράφημα των συχνοτήτων διακρίνουμε ότι οι περισσότερες επισκοπήσεις είχαν διάρκεια από 20s έως 40s περίπου. Μέσα στη διάρκεια υπολογίζεται και ο χρόνος για την μετακίνηση από το ένα δένδρο στο άλλο, αλλά έχει εξαιρεθεί ο χρόνος που απαιτείται για την πρόσβαση από τη μία Πειραματική Περιοχή στην άλλη.



Εικόνα 3.10. Διάρκεια επισκοπήσεων με χρήση του κινητού ΓΠΣ

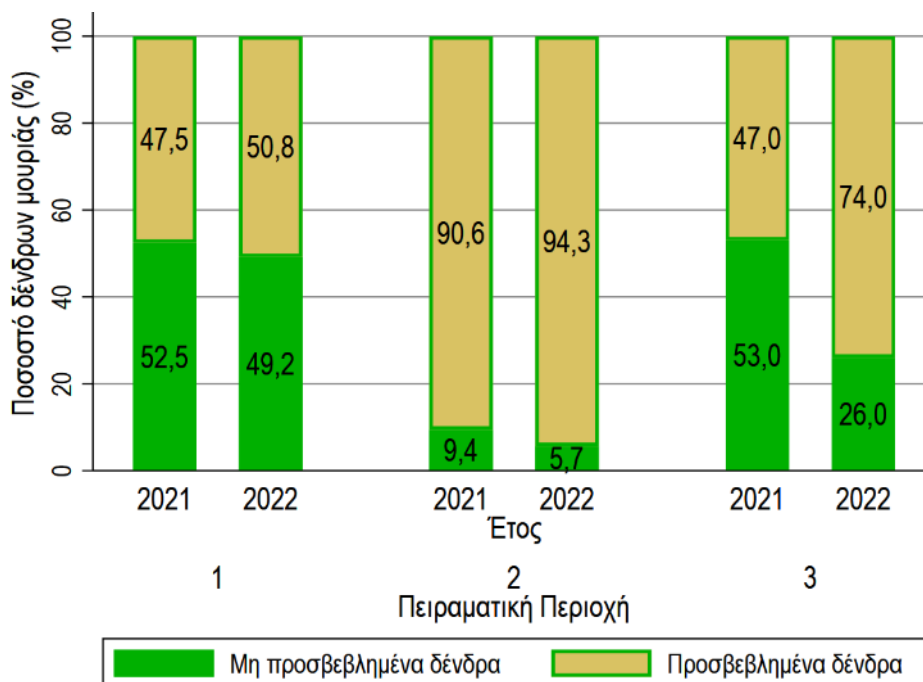
### 3.6 Προσβεβλημένα δένδρα μουριάς

Στην Εικόνα 3.11 φαίνεται ο αριθμός των προσβεβλημένων δένδρων μουριάς από το έντομο, σε σχέση με το αν υπάρχουν οπές στον κορμό ή στον βραχίονα για κάθε Πειραματική Περιοχή ανά έτος καταγραφής.



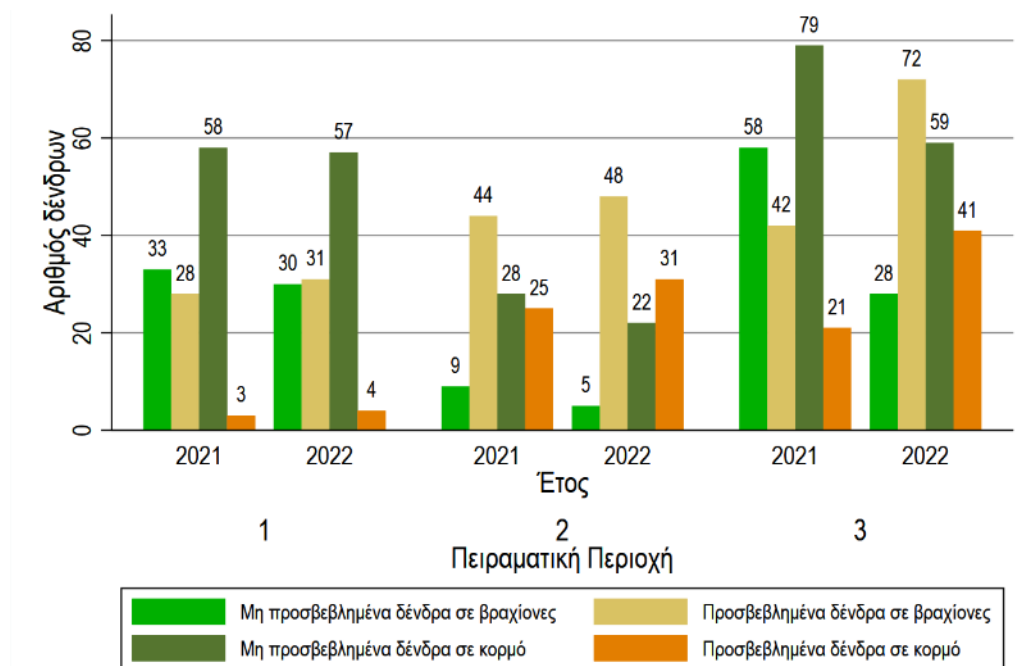
Εικόνα 3.11. Αριθμός προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς

Στην Εικόνα 3.12 φαίνεται το ποσοστό των προσβεβλημένων δένδρων μουριάς από το έντομο, σε σχέση με το αν υπάρχουν οπές στον κορμό ή στον βραχίονα για κάθε Πειραματική Περιοχή ανά έτος καταγραφής.



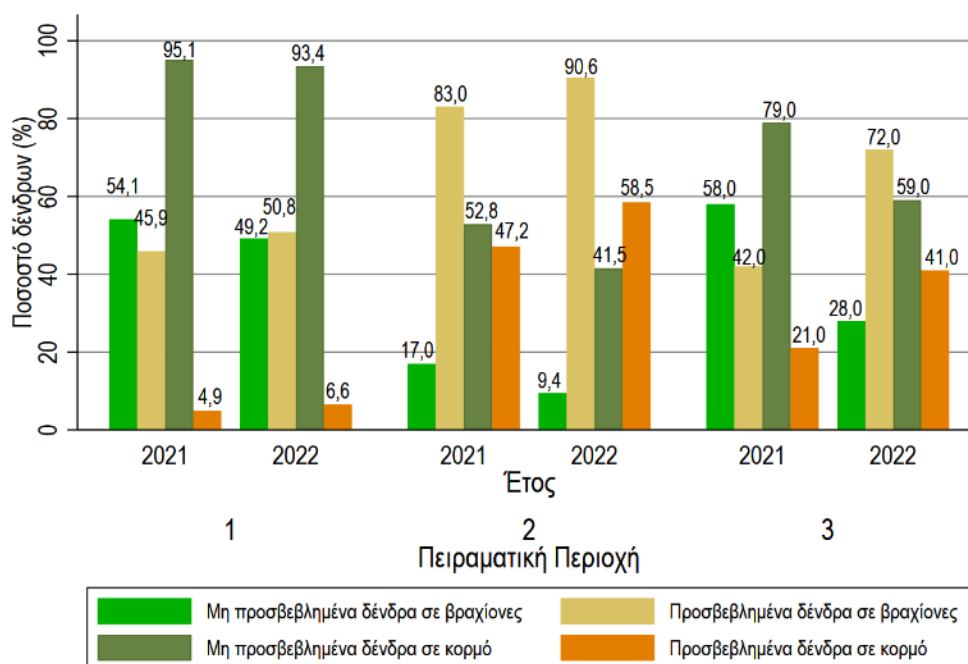
Εικόνα 3.12. Ποσοστό προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς

Στην Εικόνα 3.13 φαίνεται ο αριθμός των προσβεβλημένων δένδρων μουριάς από το έντομο, σε σχέση με το αν υπάρχουν οπές ξεχωριστά στον κορμό και σε βραχίονες για κάθε Πειραματική Περιοχή ανά έτος καταγραφής.



Εικόνα 3.13. Αριθμός προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς ξεχωριστά για οπές σε βραχίονες και κορμό

Στην Εικόνα 3.14 φαίνεται το ποσοστό των προσβεβλημένων δένδρων μουριάς από το έντομο, σε σχέση με το αν υπάρχουν οπές ξεχωριστά στον κορμό και σε βραχίονες για κάθε Πειραματική Περιοχή ανά έτος καταγραφής.

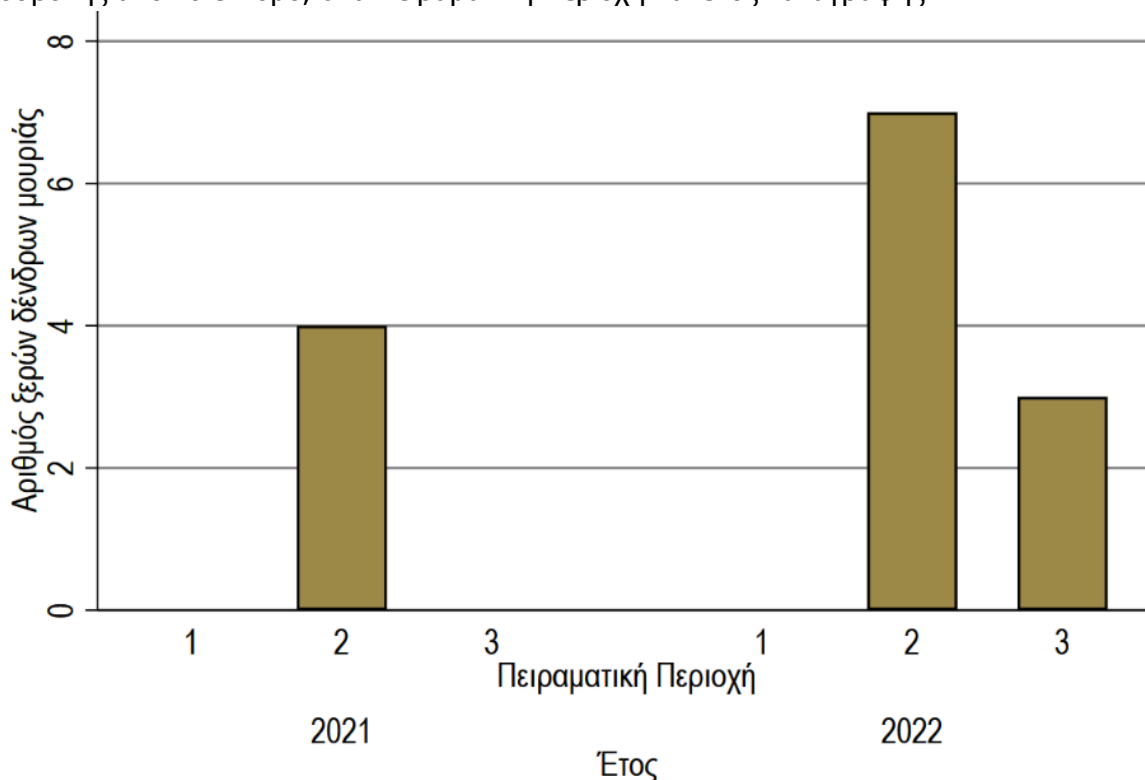


Εικόνα 3.14. Ποσοστό προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς ξεχωριστά για οπές σε βραχίονες και κορμό

Από τα γραφήματα των προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς διακρίνουμε γενικά πολύ υψηλό ποσοστό προσβεβλημένων δένδρων σε όλες τις Πειραματικές Περιοχές. Στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 κατά το πρώτο έτος καταγραφής (έτος 2021), τα μισά περίπου δένδρα είχαν οπές σε κορμό ή βραχίονες, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 2 ελάχιστα δένδρα δεν είχαν προσβληθεί. Για το δεύτερο έτος καταγραφής (έτος 2022) το ποσοστό αύξησης των προσβεβλημένων δένδρων είναι σχετικά μικρό για τις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 (3,3% και 3,8% αντίστοιχα), ωστόσο στην Πειραματική Περιοχή 2 σχεδόν όλα τα δένδρα είναι προσβεβλημένα. Αντιθέτως, το ποσοστό αύξησης των προσβεβλημένων δένδρων είναι πολύ υψηλό (27,0%) για την περίπτωση της Πειραματικής Περιοχής 3. Τα προσβεβλημένα δένδρα με οπές εξόδου σε βραχίονες είναι αριθμητικά πολύ περισσότερα από τα προσβεβλημένα δένδρα με οπές εξόδου στους κορμούς για κάθε Πειραματική Περιοχή και για κάθε έτος καταγραφής. Για την Πειραματική Περιοχή 1 τα προσβεβλημένα δένδρα με οπές εξόδου σε βραχίονες είναι σχεδόν δεκαπλάσια από τα προσβεβλημένα δένδρα με οπές εξόδου στους κορμούς. Για τις Πειραματικές Περιοχές 2 και 3 η αναλογία αυτή είναι περίπου διπλάσια. Για κάθε Πειραματική Περιοχή ο αριθμός των προσβεβλημένων δένδρων με οπές εξόδου σε βραχίονες και με οπές εξόδου στους κορμούς αυξήθηκε κατά τη διάρκεια του ενός έτους (από το έτος 2021 έως το έτος 2022). Στην Πειραματική Περιοχή 1 η αύξηση αυτή ήταν σχετικά μικρή (4,9% και 1,7% αντίστοιχα για βραχίονες και κορμούς), στην Πειραματική Περιοχή 2 η αύξηση αυτή ήταν σχετικά υψηλή (7,6% και 11,3% αντίστοιχα για βραχίονες και κορμούς) και στην Πειραματική Περιοχή 3 η αύξηση αυτή ήταν πολύ υψηλή (30,0% και 20,0% αντίστοιχα για βραχίονες και κορμούς).

### 3.7 Απώλειες δένδρων μουριάς λόγω της προσβολής από το έντομο

Στην Εικόνα 3.15 φαίνεται ο αριθμός των δένδρων μουριάς που ξεράθηκαν λόγω της προσβολής από το έντομο, ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής.

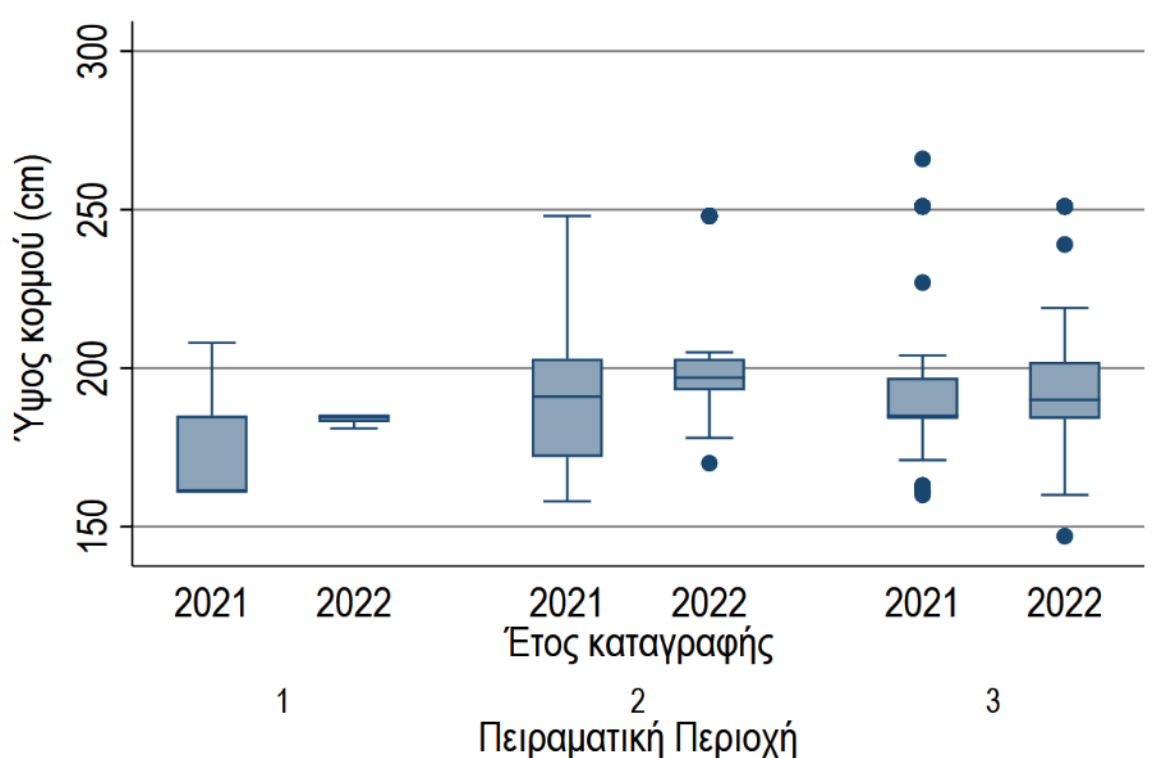


Εικόνα 3.15. Πρόσθετος αριθμός ξερών δένδρων μουριάς ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής

Κατά τη διαδικασία καταγραφής των φαινολογικών σταδίων των πειραματικών δένδρων μουριάς καταγράφηκαν τα δένδρα που ξεράθηκαν λόγω του εντόμου. Στην Πειραματική Περιοχή 1 δεν υπήρξε καμία απώλεια δένδρου μουριάς λόγω της προσβολής του εντόμου. Στην Πειραματική Περιοχή 2 ξεράθηκαν συνολικά 11 δένδρα μουριάς και στην Πειραματική Περιοχή 3 ξεράθηκαν 3 δένδρα μουριάς.

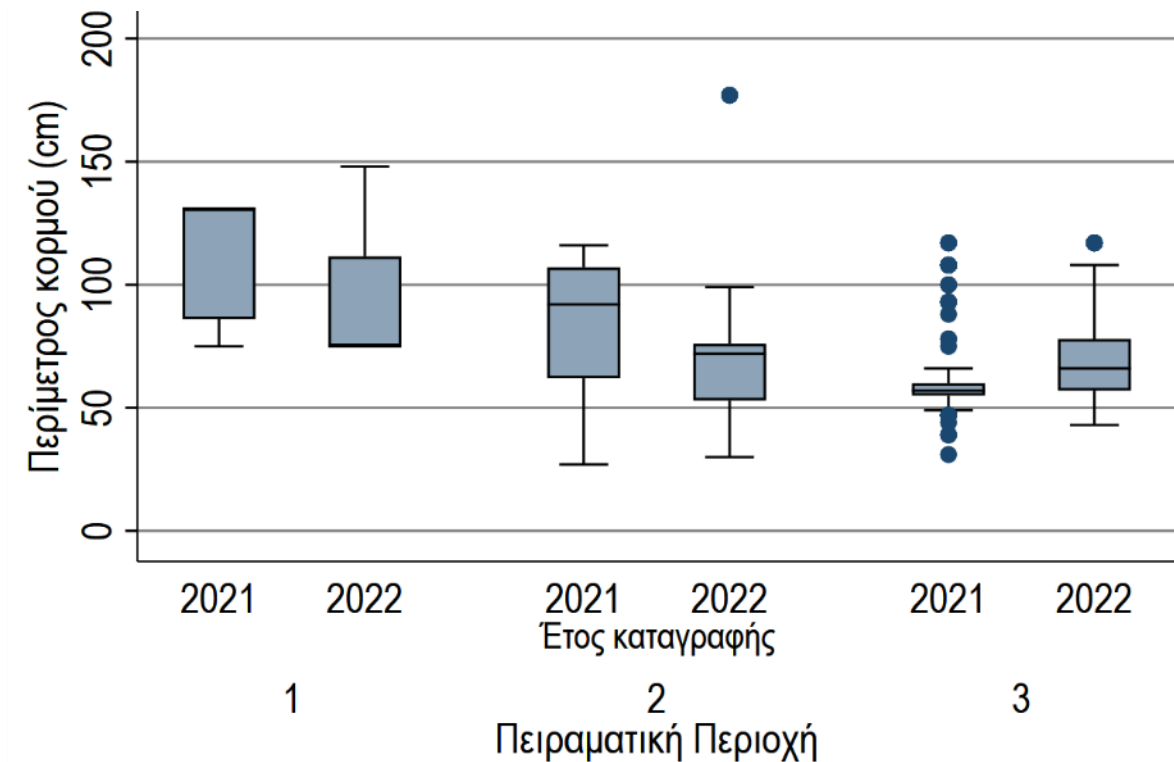
### 3.8 Κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος και την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων

Στην Εικόνα 3.16 φαίνεται η κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων.



Εικόνα 3.16. Κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων

Στην Εικόνα 3.17 φαίνεται η κατανομή των οπών του κορμού ως προς την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων.



Εικόνα 3.17. Κατανομή των οπών του κορμού ως προς την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων

Από την κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων διακρίνουμε πως γενικά οι οπές εμφανίζονται σε υψηλότερα δένδρα μουριάς με ύψος κορμού ανάμεσα στα 170-200 cm περίπου. Για την περίπτωση της 2<sup>ης</sup> καταγραφής (έτος 2022) τα προσβεβλημένα δένδρα έχουν ύψος κορμού από 180-200cm περίπου. Οι διακυμάνσεις των προσβεβλημένων περιοχών ως προς το ποια δένδρα έχουν προσβληθεί σε σχέση με το ύψος, μπορεί να οφείλονται εν μέρη και στο ύψος των δένδρων από περιοχή σε περιοχή. Από την κατανομή των οπών του κορμού ως προς την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων διακρίνουμε πως γενικά οι οπές εμφανίζονται σε δένδρα μουριάς με περίμετρο κορμού ανάμεσα στα 50-130 cm περίπου.

### 3.9 Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό

#### 3.9.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό

##### 3.9.1.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό την 1<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.18 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



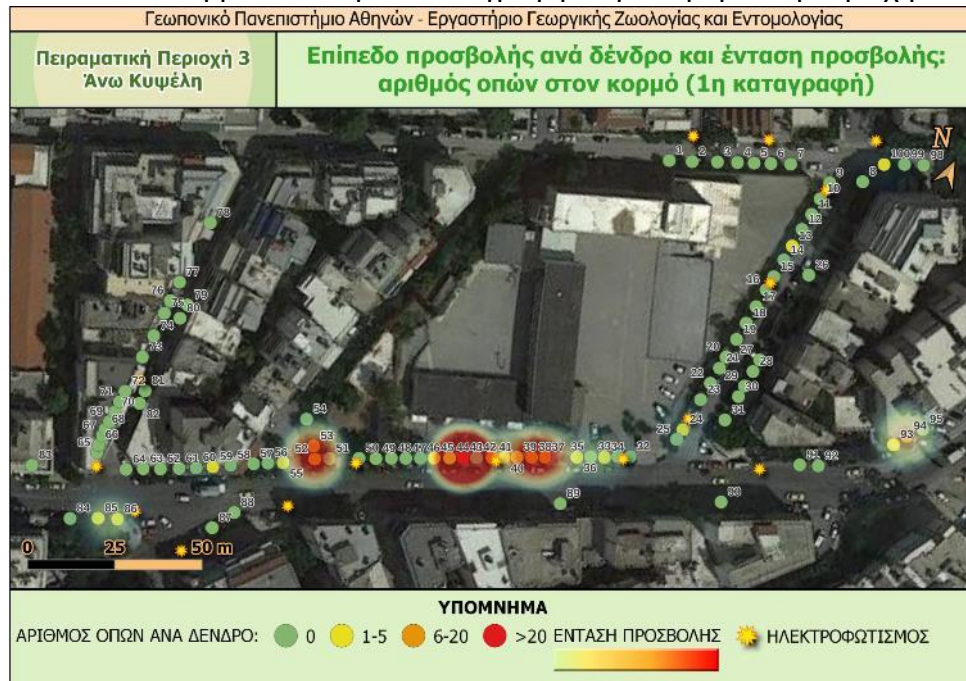
Εικόνα 3.18. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.19 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.19. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.20 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.



Εικόνα 3.20. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή (έτος καταγραφής 2021) για όλες τις Πειραματικές Περιοχές είναι φανερό πως την μεγαλύτερη αρχική προσβολή την είχε η Πειραματική Περιοχή 2 και ακολουθούν με τη σειρά η Πειραματική Περιοχή 3 και η Πειραματική Περιοχή 1. Επιπλέον, διακρίνουμε πως στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 υπάρχουν εστιασμένες περιοχές έντονης προσβολής και περιοχές χωρίς καθόλου προσβολή, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 2 υπάρχουν εκτενείς περιοχές έντονης προσβολής, ενώ δεν υπάρχουν περιοχές χωρίς καθόλου προσβολή.



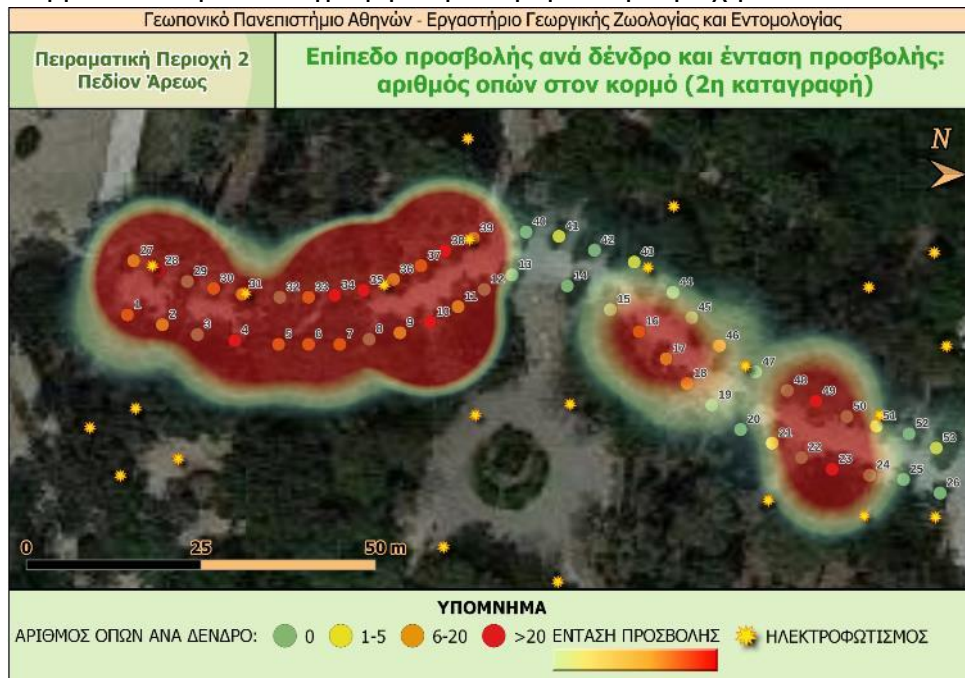
### 3.9.1.2 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό την 2<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.21 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



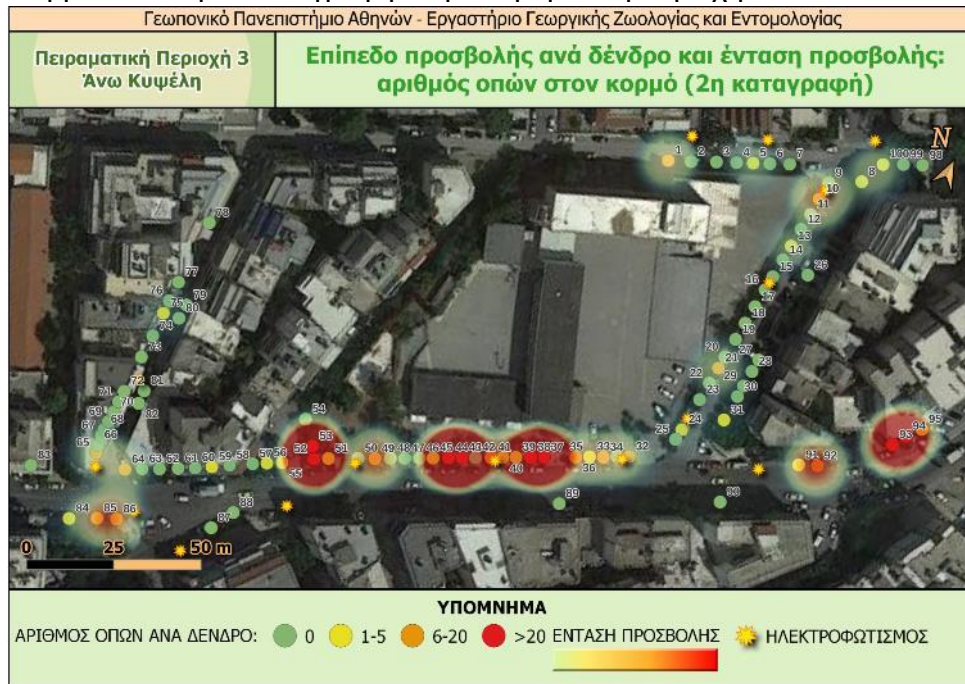
Εικόνα 3.21. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.22 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.22. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.23 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.



Εικόνα 3.23. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά την 2<sup>η</sup> καταγραφή (έτος καταγραφής 2022-περιλαμβάνει όλες συνολικά τις οπές στον κορμό) για όλες τις Πειραματικές Περιοχές είναι φανερό πως την μεγαλύτερη τελική προσβολή την είχε η Πειραματική Περιοχή 2 και ακολουθούν με τη σειρά η Πειραματική Περιοχή 3 και η Πειραματική Περιοχή 1. Επιπλέον, διακρίνουμε πως στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 υπάρχουν εστιασμένες περιοχές έντονης προσβολής. Στην Πειραματική Περιοχή 1 υπάρχουν ακόμα περιοχές χωρίς καθόλου προσβολή, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3, οι περιοχές χωρίς καθόλου προσβολή είναι πλέον ελάχιστες. Στην Πειραματική Περιοχή 2 υπάρχουν εκτενέστερες της αρχικής περιοχές έντονης προσβολής και δεν υπάρχουν περιοχές χωρίς καθόλου προσβολή.

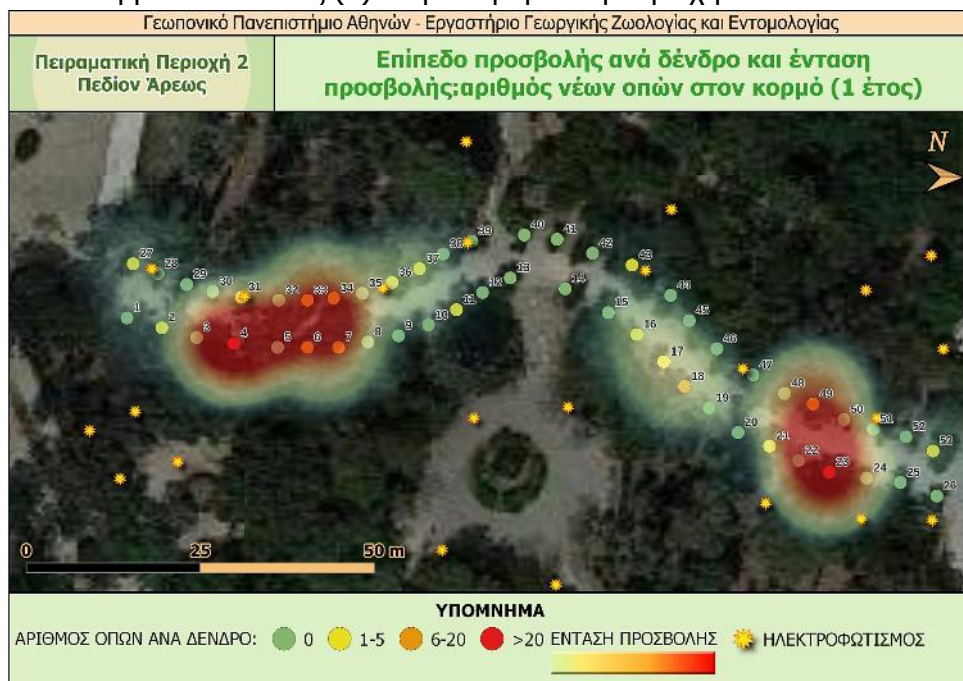
### 3.9.1.3 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στον κορμό σε ένα έτος

Στην Εικόνα 3.24 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των νέων οπών στον κορμό σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 1.



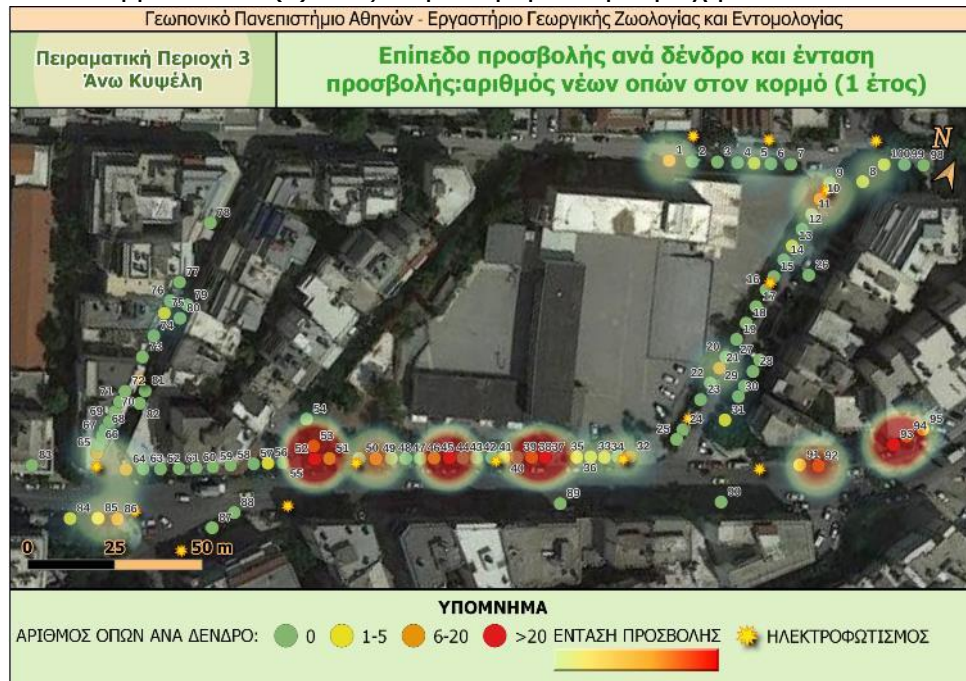
Εικόνα 3.24. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.25 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των νέων οπών στον κορμό σε ένα έτος (1) στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.25. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.26 φαίνεται η προσβολή στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των νέων οπών στον κορμό σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 3.



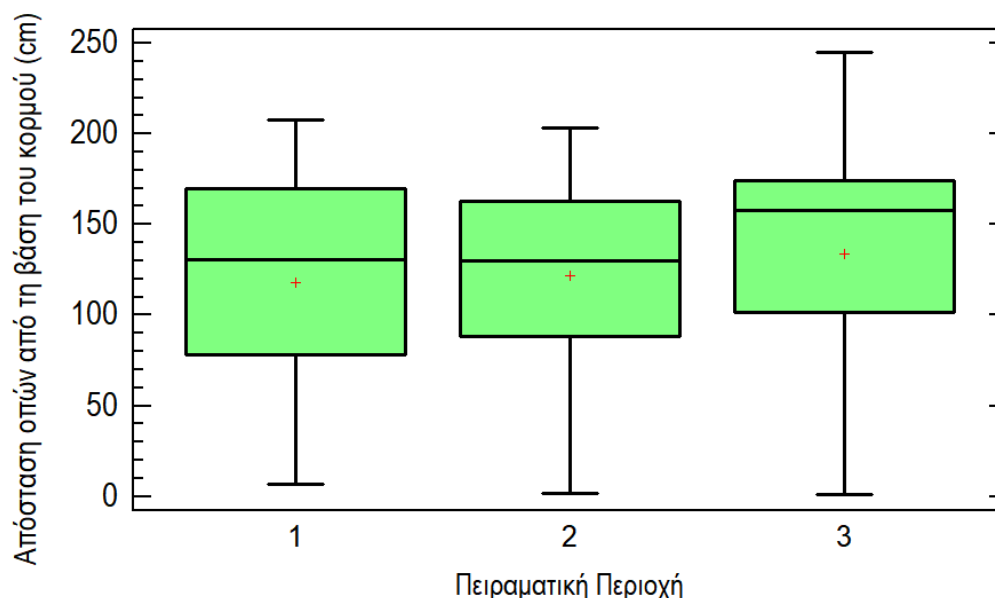
Εικόνα 3.26. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό κατά τη διάρκεια του έτους πειραματισμού (έτος καταγραφής 2022-περιλαμβάνει μόνο τις οπές που σχηματίστηκαν σε ένα (1) έτος) για όλες τις Πειραματικές Περιοχές είναι φανερό πως την μεγαλύτερη τελική προσβολή την είχε η Πειραματική Περιοχή 2 και ακολουθούν με τη σειρά η Πειραματική Περιοχή 3 και η Πειραματική Περιοχή 1. Η Πειραματική Περιοχή 1 είχε ανεπαίσθητη προσβολή (σχηματισμός οπών στον κορμό) μέσα στο έτος πειραματισμού. Επιπλέον, διακρίνουμε πως σε όλες τις Πειραματικές Περιοχές η μετατόπιση των κηλίδων των προσβολών είναι σε κοντινά δένδρα από τα δένδρα που ήταν αρχικά προσβεβλημένα στον κορμό.

### 3.9.2 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων

#### 3.9.2.1 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για τα δύο έτη

Στην Εικόνα 3.27 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση του κορμού για κάθε πειραματική περιοχή και για έτη δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022). Το θηκόγραμμα επομένως αφορά όλες τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς έως και την τελική καταγραφή το έτος 2022.



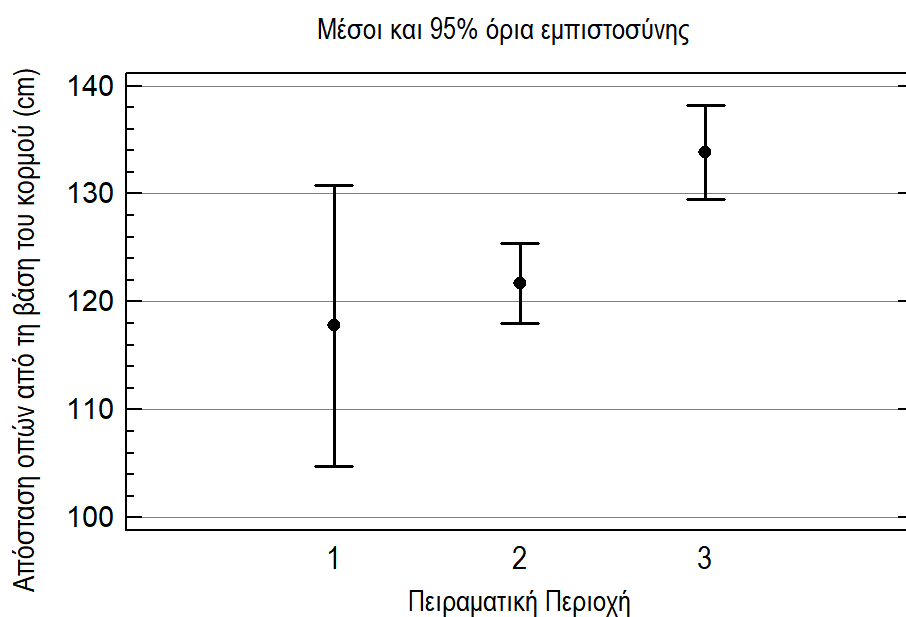
Εικόνα 3.27. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε πειραματική περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).

Πίνακας 4. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

<i>Πηγή παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί ελευθερίας</i>	<i>Μέσο άθροισμα τετραγώνων</i>	<i>Κριτήριο F</i>	<i>Τιμή P</i>
<b>Παράγοντες</b>	43601,3	2	21800,7	<b>6,81</b>	<b>0,0011</b>
<b>Εντός παραγόντων</b>	3,71679E6	1161	3201,37		
<b>Σύνολο</b>	3,7604E6	1163			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,0011$ . Καθώς το  $P$  είναι μικρότερο από  $0,05$ , υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως, μπορούμε να συγκρίνουμε στατιστικά τις διαφορές των μέσων των Πειραματικών Περιοχών. Στην Εικόνα 3.28 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου για κάθε Πειραματική Περιοχή και για έτη δύο έτη καταγραφής.



Εικόνα 3.28. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).

Πίνακας 5. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Πειραματική Περιοχή	Αριθμός οπών κορμού	Μέσος	Ομοιογένεια
<b>1</b>	52	117,788	ab
<b>2</b>	648	121,718	a
<b>3</b>	464	133,819	b

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

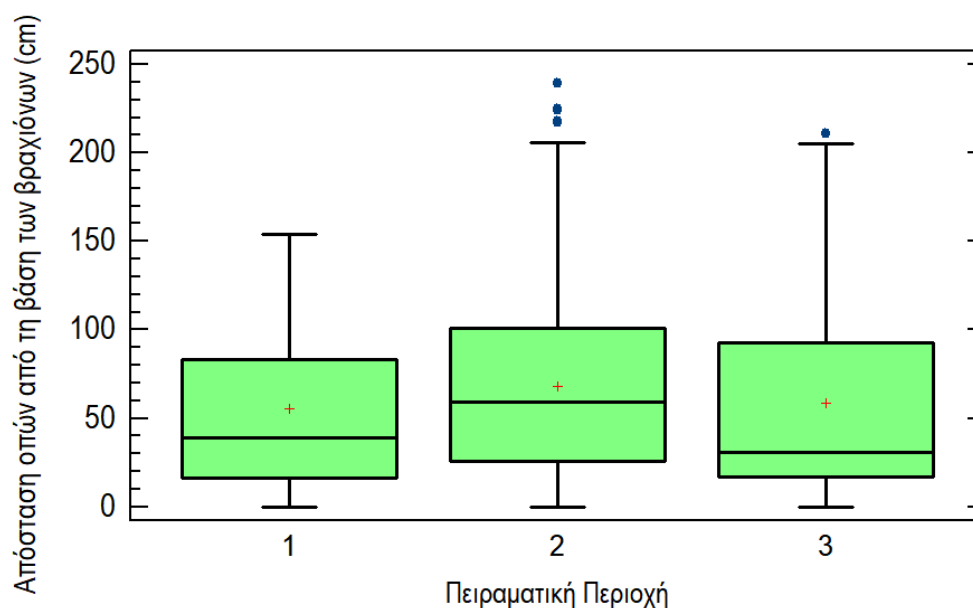
Πίνακας 6. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
<b>1 - 2</b>	-3,92913	19,1367
<b>1 - 3</b>	-16,0305	19,4165
<b>2 - 3</b>	<b>-12,1014 *</b>	8,07444

\* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Πειραματικής Περιοχής 3 (μέσος=133,819 cm) και της Πειραματικής Περιοχής 2 (μέσος=121,718 cm).

Στην Εικόνα 3.29 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή και για έτη δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022). Το θηκόγραμμα επομένως αφορά όλες τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς έως και την τελική καταγραφή το έτος 2022.



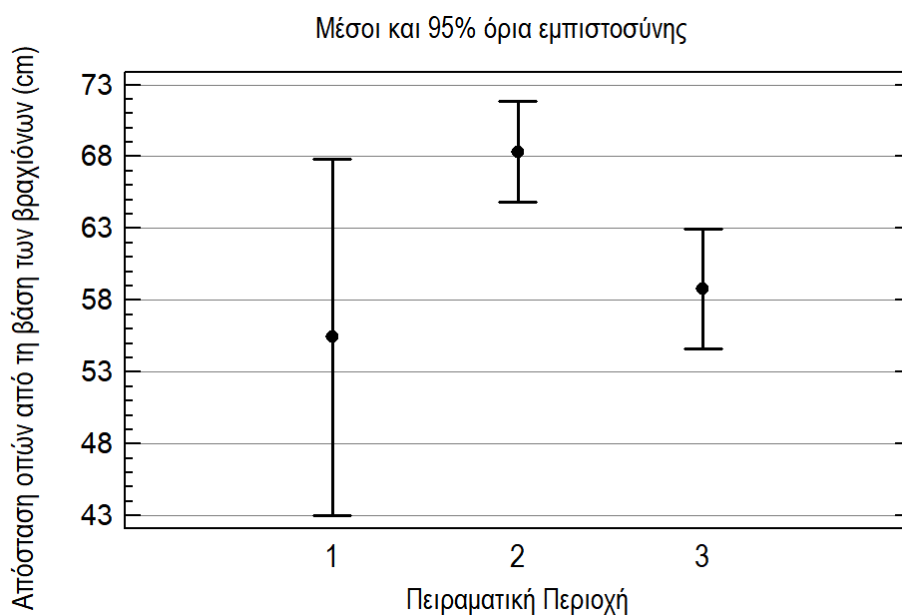
Εικόνα 3.29. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).

Πίνακας 7. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

<i><b>Πηγή παραλλακτικότητας</b></i>	<i><b>Άθροισμα τετραγώνων</b></i>	<i><b>Βαθμοί ελευθερίας</b></i>	<i><b>Μέσο άθροισμα τετραγώνων</b></i>	<i><b>Κριτήριο F</b></i>	<i><b>Τιμή P</b></i>
<b>Παράγοντες</b>	28527,8	2	14263,9	<b>4,90</b>	<b>0,0076</b>
<b>Εντός παραγόντων</b>	3,37924E6	1161	2910,63		
<b>Σύνολο</b>	3,40777E6	1163			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,0076$ . Καθώς το  $P$  είναι μικρότερο από  $0,05$ , υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως, μπορούμε να συγκρίνουμε στατιστικά τις διαφορές των μέσων των Πειραματικών Περιοχών. Στην Εικόνα 3.30 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή και για έτη δύο έτη καταγραφής.



Εικόνα 3.30. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).

Πίνακας 8. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Πειραματική Περιοχή	Αριθμός οπών κορμού	Μέσος	Ομοιογένεια
<b>1</b>	52	55,4231	ab
<b>3</b>	464	58,8039	a
<b>2</b>	648	68,3349	b

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

Πίνακας 9. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022)

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
<b>1 - 2</b>	-12,9118	18,247
<b>1 - 3</b>	-3,3808	18,5138
<b>2 - 3</b>	<b>9,531*</b>	7,69905

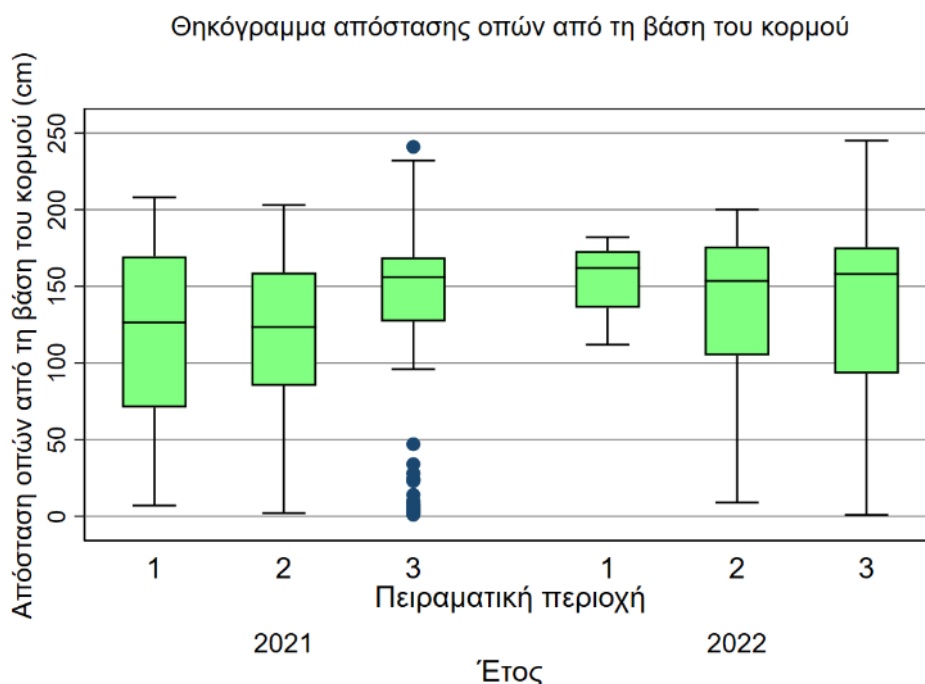
\* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Πειραματικής Περιοχής 3 (μέσος=58,8039 cm) και της Πειραματικής Περιοχής 2 (μέσος=68,3349 cm).

Στην Εικόνα 3.31 παρουσιάζεται το θηκόγραμμα της απόστασης των οπών εξόδου στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή και για κάθε έτος καταγραφής.



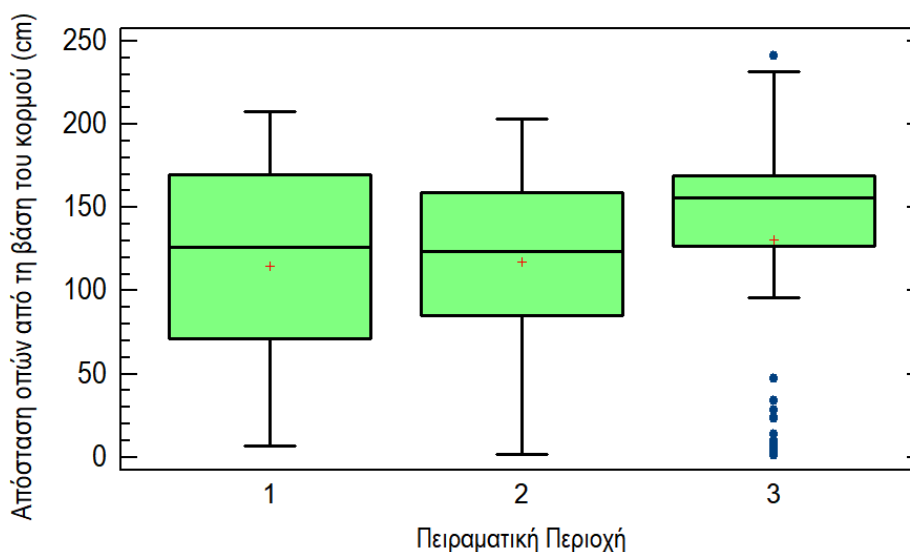
Τα δεδομένα για το έτος 2022 αφορούν τις νέες καταγραφές (δεν συμπεριλαμβάνονται οι καταγραφές του έτους 2021)



Εικόνα 3.31. Θηκόγραμμα απόστασης οπών από κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά έτος για κάθε πειραματική περιοχή και κάθε έτος καταγραφής

### 3.9.2.2 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για την 1η καταγραφή (έτος 2021)

Στην Εικόνα 3.32 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση του κορμού για κάθε πειραματική περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021. Το θηκόγραμμα επομένως αφορά μόνο τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς στην αρχική καταγραφή το έτος 2021.



Εικόνα 3.32. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021

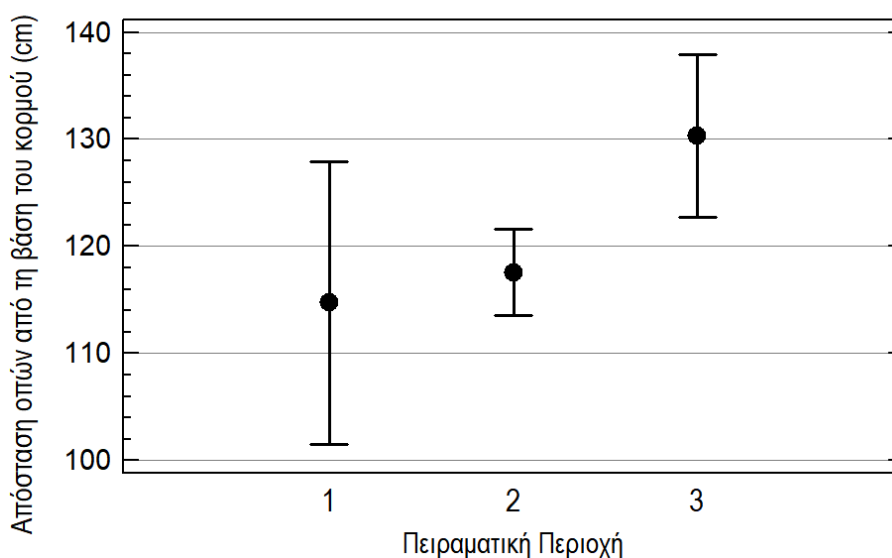
Στον Πίνακα 10 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021.

Πίνακας 10. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021

<i>Πηγή παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί ελευθερίας</i>	<i>Μέσο άθροισμα τετραγώνων</i>	<i>Κριτήριο F</i>	<i>Τιμή P</i>
<b>Παράγοντες</b>	19816,7	2	9908,34	<b>3,28</b>	<b>0,0383</b>
<b>Εντός παραγόντων</b>	2,1251E6	703	3022,9		
<b>Σύνολο</b>	2,14492E6	705			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,0383$ . Καθώς το  $P$  είναι μικρότερο από  $0,05$ , υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επομένως, μπορούμε να συγκρίνουμε στατιστικά τις διαφορές των μέσων των Πειραματικών Περιοχών. Στην Εικόνα 3.33 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021.

Μέσοι και 95% όρια εμπιστοσύνης



Εικόνα 3.33. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού για το έτος καταγραφής 2021

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021.

Πίνακας 11. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021

<b>Πειραματική Περιοχή</b>	<b>Αριθμός οπών κορμού</b>	<b>Μέσος</b>	<b>Ομοιογένεια</b>
<b>1</b>	48	114,729	ab
<b>2</b>	514	117,541	a
<b>3</b>	144	130,333	b

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

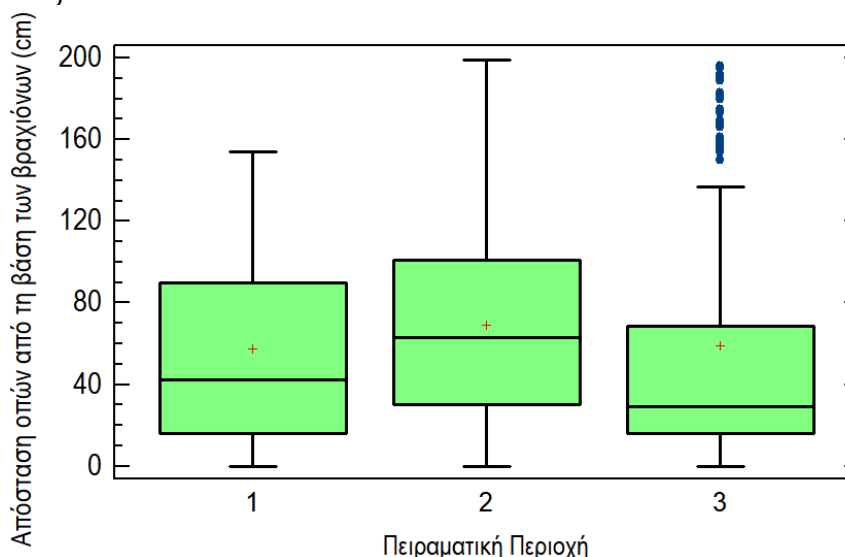
Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

Πίνακας 12. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2021

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
1 - 2	-2,81169	19,4888
1 - 3	-15,6042	21,5212
2 - 3	<b>-12,7925*</b>	12,175
* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.		

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Πειραματικής Περιοχής 3 (μέσος=130,333 cm) και της Πειραματικής Περιοχής 2 (μέσος=117,541cm).

Στην Εικόνα 3.34 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021. Το θηκόγραμμα επομένως αφορά όλες τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς στην αρχική καταγραφή το έτος 2021.



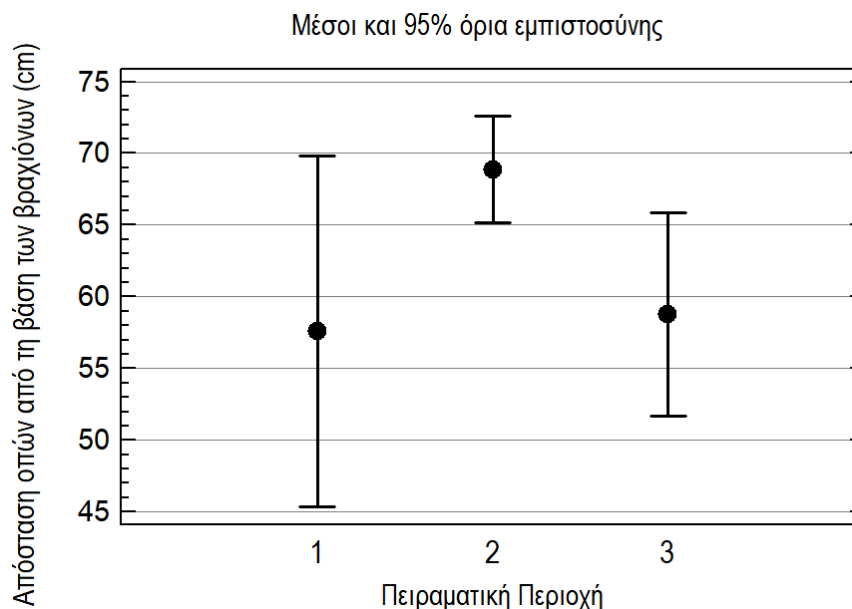
Εικόνα 3.34. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή για το έτος καταγραφής 2021

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021.

Πίνακας 13. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσο άθροισμα τετραγώνων	Κριτήριο F	Τιμή P
Παράγοντες	15188,1	2	7594,03	<b>2,91</b>	<b>0,0549</b>
Εντός παραγόντων	1,8323E6	703	2606,41		
Σύνολο	1,84749E6	705			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,0549$ . Καθώς το  $P$  είναι μεγαλύτερο από  $0,05$ , δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Στην Εικόνα 3.35 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021.



Εικόνα 3.35. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για το έτος καταγραφής 2021

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται η μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021.

Πίνακας 14. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021

Πειραματική Περιοχή	Αριθμός οπών κορμού	Μέσος	Ομοιογένεια
1	48	57,5833	a
3	144	58,7778	a
2	514	68,8852	a

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

Πίνακας 15. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2021

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
1 - 2	-11,3019	18,0965
1 - 3	-1,19444	19,9837
2 - 3	10,1074	11,3052

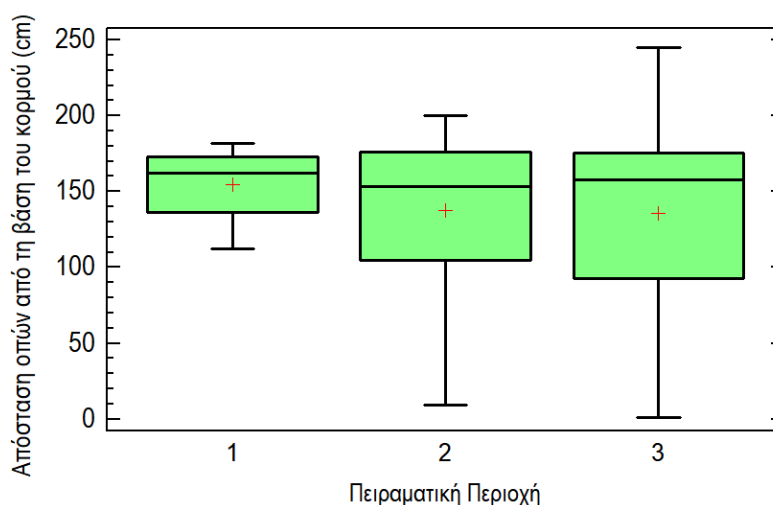
\* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Πειραματικών Περιοχών.

### 3.9.2.3 Επίδραση της Πειραματικής Περιοχής στην απόσταση εμφάνισης των οπών στον κορμό των προσβεβλημένων δένδρων για την 2<sup>η</sup> καταγραφή (έτος 2022)

Στην Εικόνα 3.36 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση του κορμού για κάθε πειραματική περιοχή και για το έτος καταγραφής 2022 (νέες οπές). Το θηκόγραμμα επομένως αφορά μόνο τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς στην τελική καταγραφή το έτος 2022.

Θηκόγραμμα απόστασης οπών από τη βάση των βραχιόνων (έτος 2022)



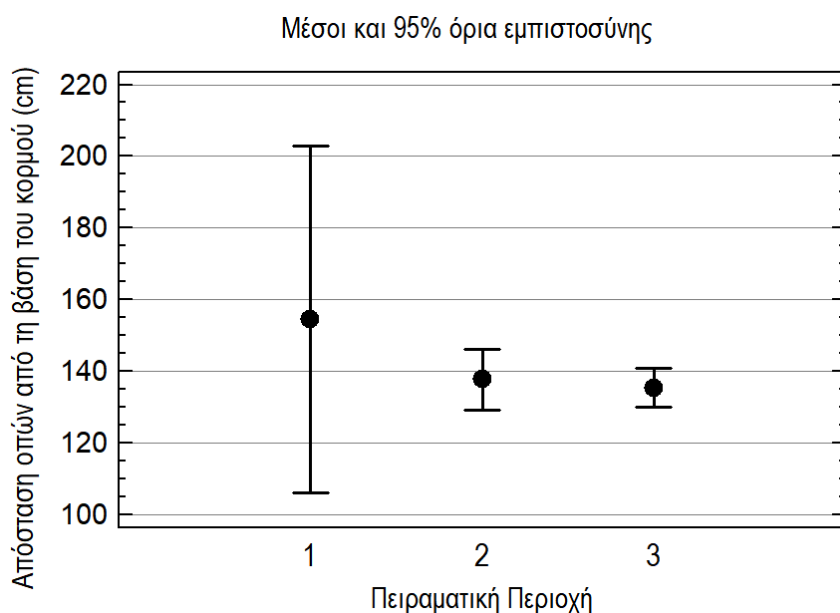
Εικόνα 3.36. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2022.

Πίνακας 16. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2022

<b>Πηγή παραλλακτικότητας</b>	<b>Άθροισμα τετραγώνων</b>	<b>Βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>Μέσο άθροισμα τετραγώνων</b>	<b>Κριτήριο F</b>	<b>Τιμή P</b>
<b>Παράγοντες</b>	1867,29	2	933,645	<b>0,28</b>	<b>0,7590</b>
<b>Εντός παραγόντων</b>	1,53996E6	455	3384,52		
<b>Σύνολο</b>	1,54182E6	457			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,7590$ . Καθώς το P είναι μεγαλύτερο από 0,05, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Στην Εικόνα 3.37 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.



Εικόνα 3.37. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού για το έτος καταγραφής 2022

Στον Πίνακα 17 παρουσιάζονται Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.

Πίνακας 17. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022

Πειραματική Περιοχή	Αριθμός οπών κορμού	Μέσος	Ομοιογένεια
3	320	135,387	a
2	134	137,739	a
1	4	154,5	a

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Στον Πίνακα 18 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

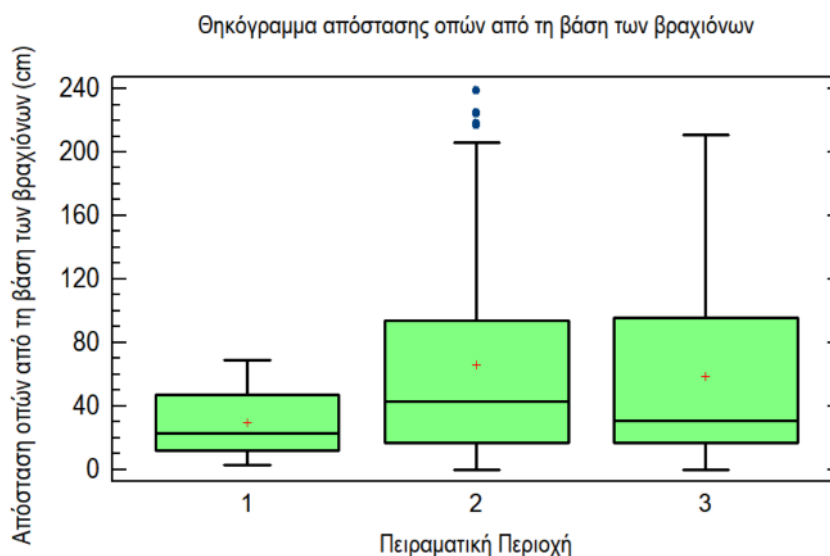
Πίνακας 18. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2022

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
1 - 2	16,7612	69,4098
1 - 3	19,1125	68,8226
2 - 3	2,35131	14,0755

\* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Πειραματικών Περιοχών.

Στην Εικόνα 3.38 φαίνεται το θηκόγραμμα απόστασης των οπών εξόδου του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022 (νέες οπές). Το θηκόγραμμα επομένως αφορά όλες τις οπές εξόδου που έχουν τα δένδρα μουριάς στην τελική καταγραφή το έτος 2022.



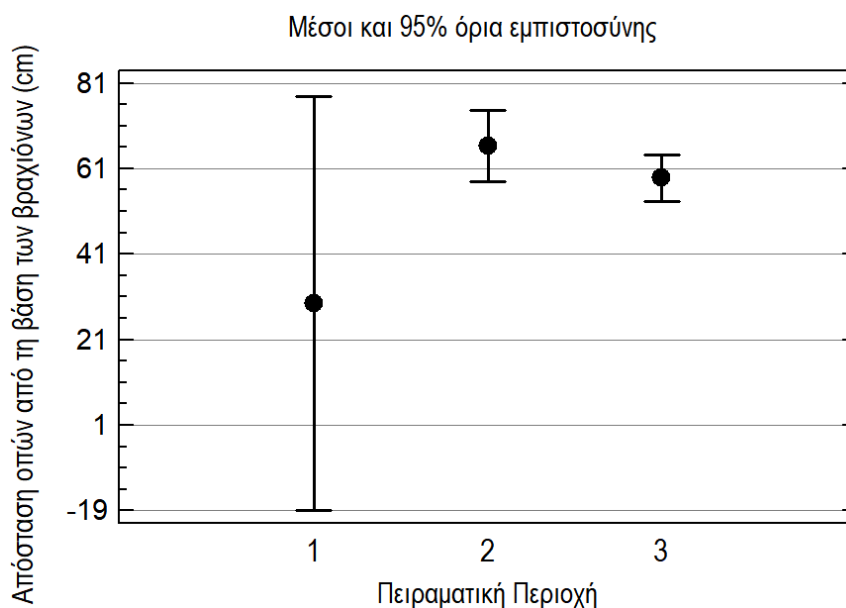
Εικόνα 3.38. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή για το έτος καταγραφής 2022

Στον Πίνακα 19 παρουσιάζεται ο Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.

Πίνακας 19. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022

<b>Πηγή παραλλακτικότητας</b>	<b>Άθροισμα τετραγώνων</b>	<b>Βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>Μέσο άθροισμα τετραγώνων</b>	<b>Κριτήριο F</b>	<b>Τιμή P</b>
<b>Παράγοντες</b>	9118,48	2	4559,24	<b>1,34</b>	<b>0,2618</b>
<b>Εντός παραγόντων</b>	1,54327E6	455	3391,8		
<b>Σύνολο</b>	1,55239E6	457			

Από τον πίνακα Ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή προκύπτει ότι  $P=0,2618$ . Καθώς το P είναι μεγαλύτερο από 0,05, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων αποστάσεων των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων για τις τρεις Πειραματικές Περιοχές, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Στην Εικόνα 3.39 παρουσιάζονται οι μέσες αποστάσεις και τα όρια εμπιστοσύνης των αποστάσεων των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.



Εικόνα 3.39. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για το έτος καταγραφής 2022

Στον Πίνακα 20 παρουσιάζονται Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.

Πίνακας 20. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022

Πειραματική Περιοχή	Αριθμός οπών κορμού	Μέσος	Ομοιογένεια
1	4	29,5	a
3	320	58,8156	a
2	134	66,2239	a

Διαφορετικό γράμμα στη στήλη «Ομοιογένεια» Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Στον Πίνακα 21 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων χρησιμοποιώντας την μέθοδο πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey.

Πίνακας 21. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2022

Συγκρίσεις Πειραματικών Περιοχών	Διαφορές	Διαστήματα εμπιστοσύνης
1 - 2	-36,7239	69,4844
1 - 3	-29,3156	68,8966
2 - 3	7,40826	14,0906

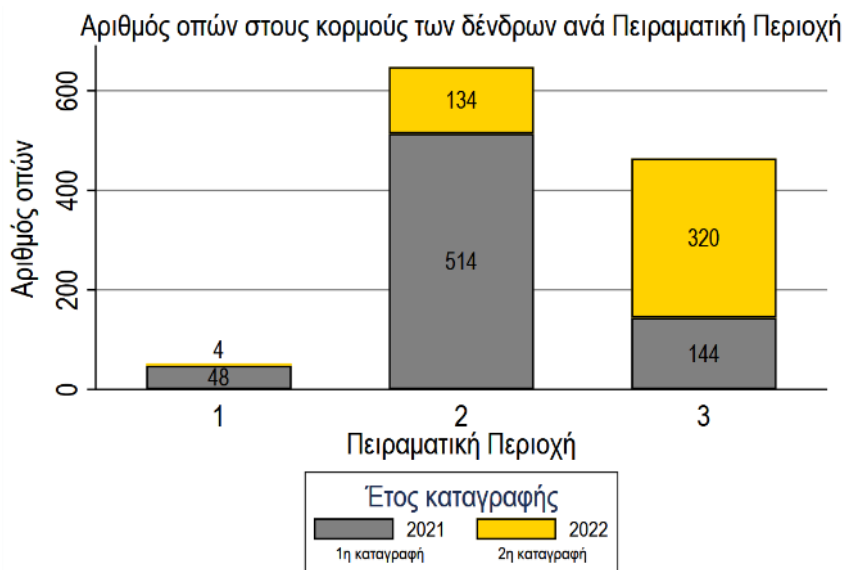
\* Υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

Από τη σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών εξόδου στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των Πειραματικών Περιοχών.



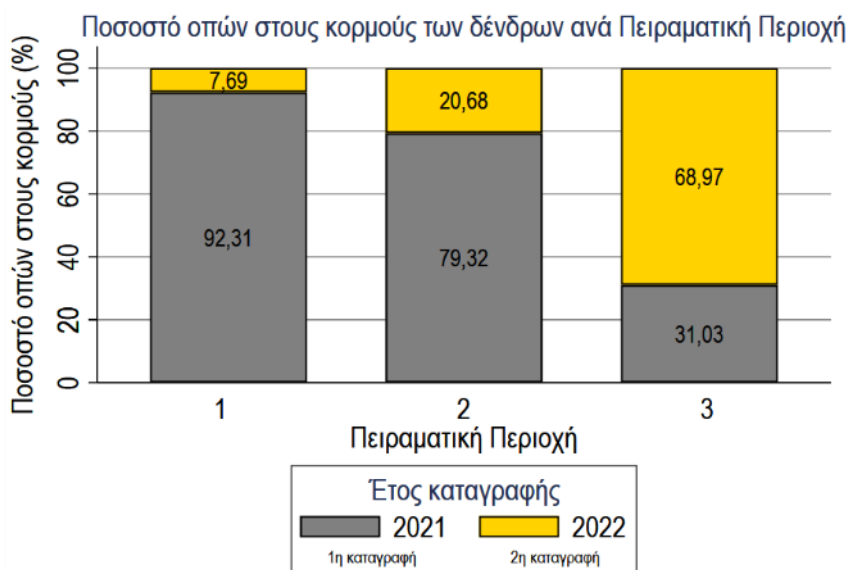
### 3.9.3 Μεταβολή προσβολής σε σχέση με τις οπές στους κορμούς

Στην Εικόνα 3.40 παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.



Εικόνα 3.40. Ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής

Στην Εικόνα 3.41 παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.

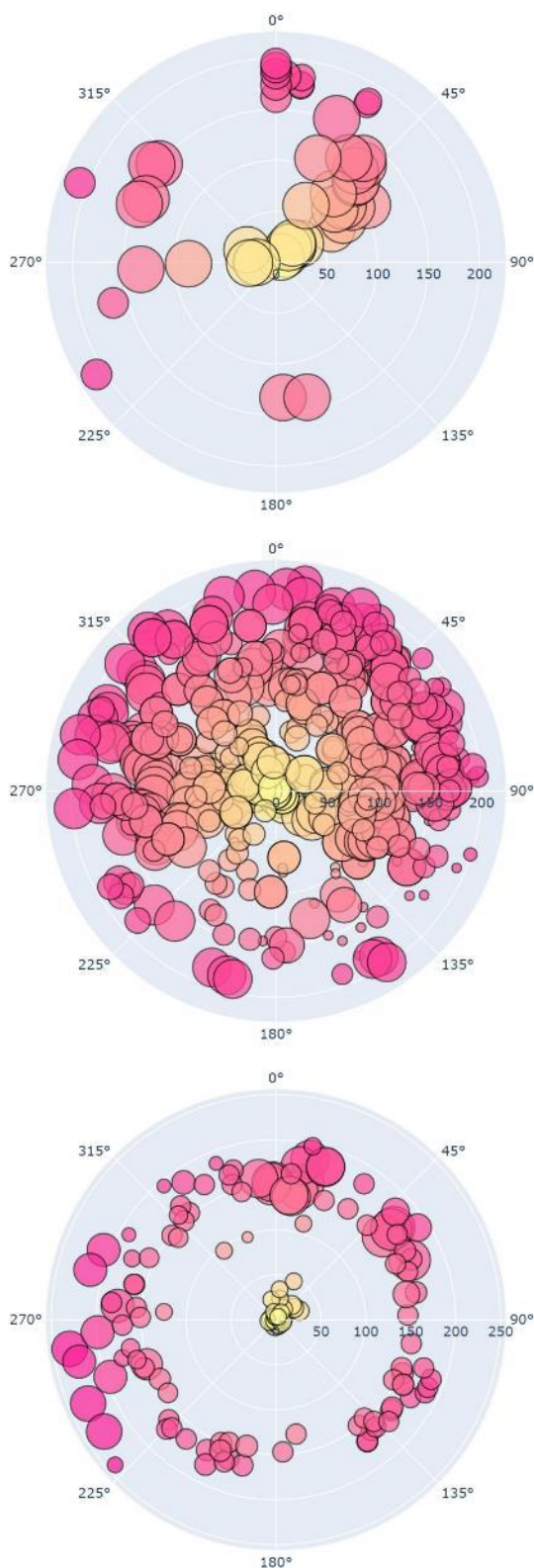


Εικόνα 3.41. Ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής

Από τα ραβδογράμματα παρατηρούμε ότι στην Πειραματική Περιοχή 1 ο αριθμός των οπών στον κορμό σε ένα έτος, αυξήθηκε περίπου 8% με μόλις 4 νέες οπές. Στην Πειραματική Περιοχή 2 το ποσοστό αύξησης είναι 21% περίπου, με 134 νέες οπές. Στην Πειραματική Περιοχή 3 το ποσοστό αύξησης είναι 69% περίπου με 320 νέες οπές.

### 3.9.4 Χαρακτηριστικά κατανομής των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση του κορμού

Στην Εικόνα 3.42 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021).



Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειος με Βόρειο-Ανατολικός και λιγότερο Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι σχετικά μεγάλης διαμέτρου (>50cm), ωστόσο σε υψηλότερες θέσεις είναι προσβεβλημένα δένδρα και μικρότερης διαμέτρου (γύρω στα 25cm).

Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

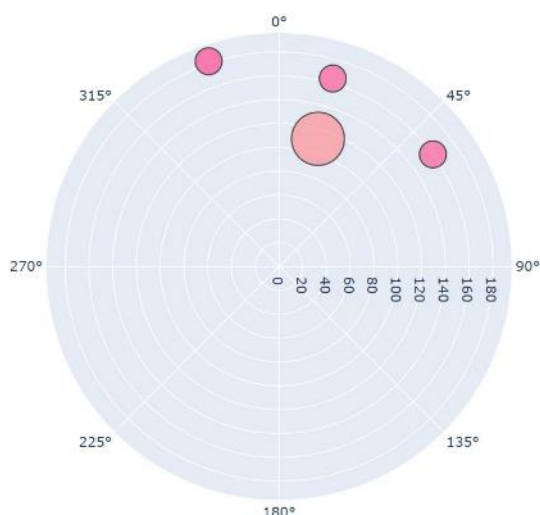
- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Δυτικός έως Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε σχετικά μέτριο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε υψηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

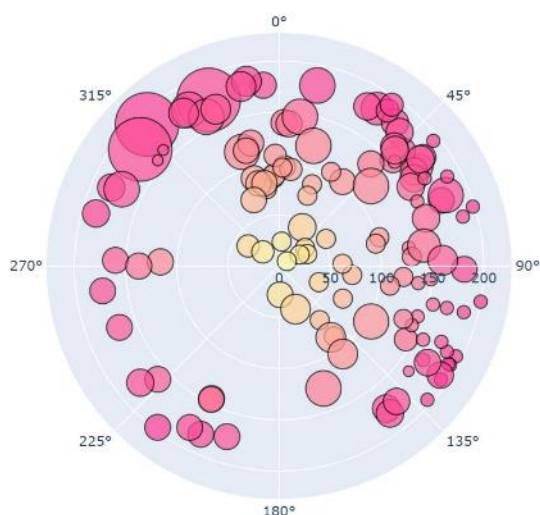
Εικόνα 3.42. Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021)  
(Η διάμετρος των σημείων αντιστοιχεί στη διάμετρο του κορμού, τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

Στην Εικόνα 3.43 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022).



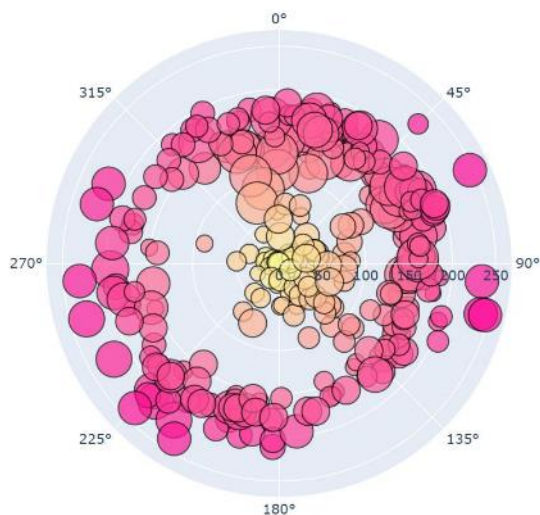
Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε πολύ μικρό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι ψηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μεσαίας ή μεγάλης διαμέτρου (>20cm).



Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού, σπανιότερα πιο χαμηλά. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-120cm, όπου υπάρχουν εμφανώς λιγότερες προσβολές, με ελάχιστες Νότια με Δυτικά.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

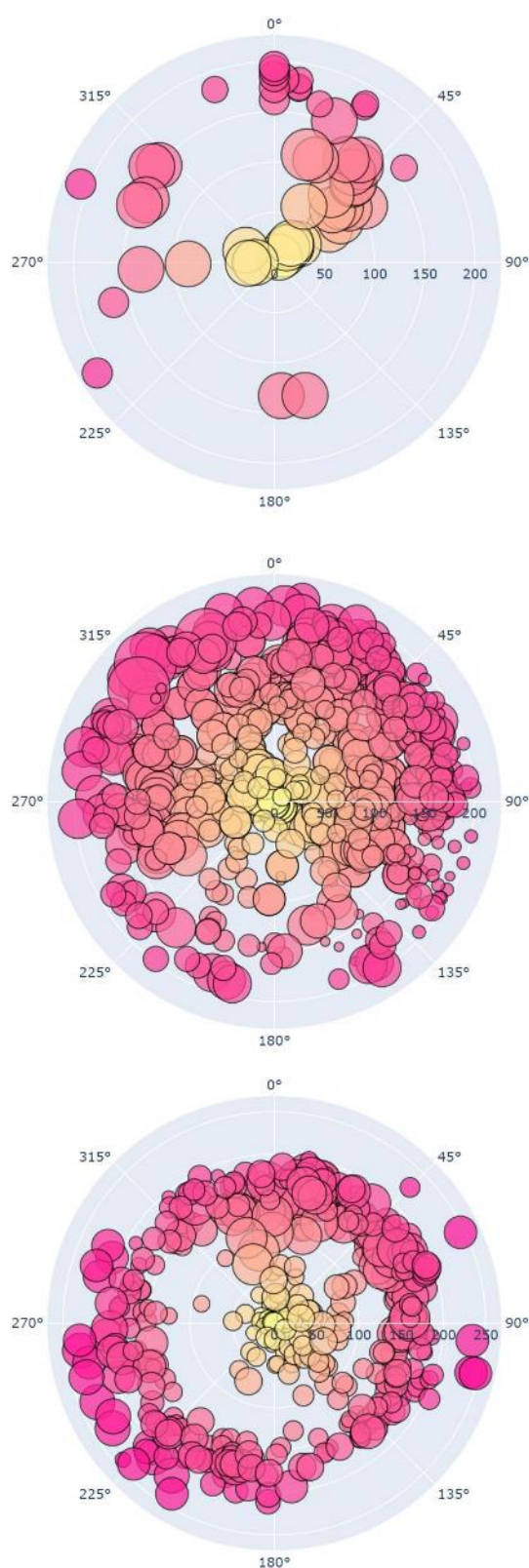


Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε υψηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός και Νότιο-Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι κυρίως μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

Εικόνα 3.43. Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022)  
(Η διάμετρος των σημείων αντιστοιχεί στην διάμετρο του κορμού, τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

Στην Εικόνα 3.44 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για 1η και 2η καταγραφή (Έτη 2021 και 2022).



Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειος και λιγότερο Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι σχετικά μεγάλης διαμέτρου (>50cm), ωστόσο σε υψηλότερες θέσεις είναι προσβεβλημένα δένδρα και μικρότερης διαμέτρου (γύρω στα 25cm).

Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως από Βόρειο-Δυτικός έως Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι φαίνεται να καταλαμβάνει όλο το μήκος του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

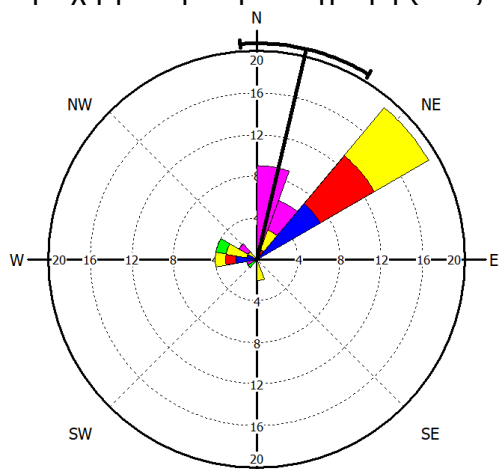
Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε σχετικά μεγάλο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών στα ψηλότερα σημεία προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι κυρίως, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

Εικόνα 3.44. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η και 2η καταγραφή (Η διάμετρος των σημείων αντιστοιχεί στην διάμετρο του κορμού, τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

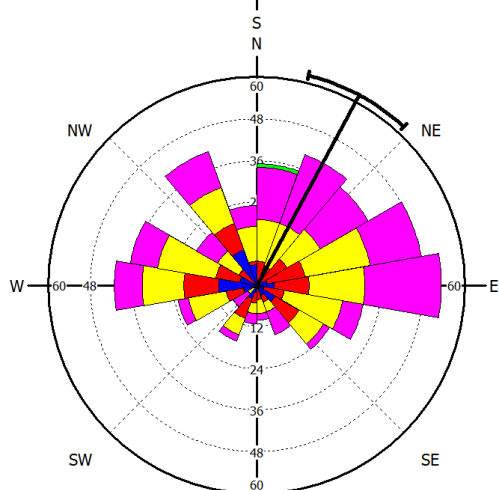
### 3.9.5 Προσανατολισμός των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση του κορμού

Στην Εικόνα 3.45 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021).



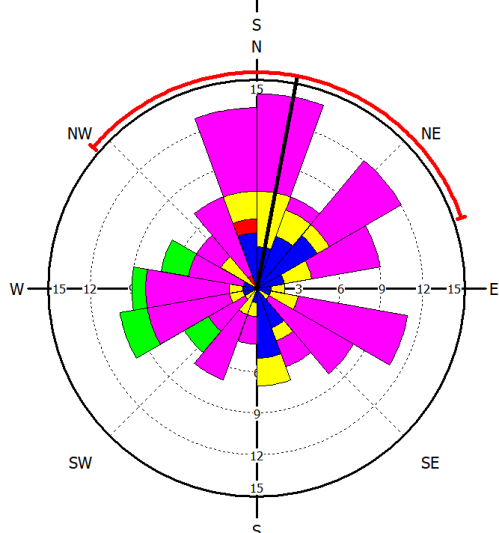
Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1**:

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειος με Βόρειο-Ανατολικός και λιγότερο Δυτικός.
- Σε αποστάσεις από τον κορμό μικρότερες από 150cm ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό είναι κυρίως Βόρειο-Ανατολικός, για >150-200cm είναι Βόρειος με Βόρειο-Ανατολικός.



Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2**:

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως από Δυτικός έως Ανατολικός.



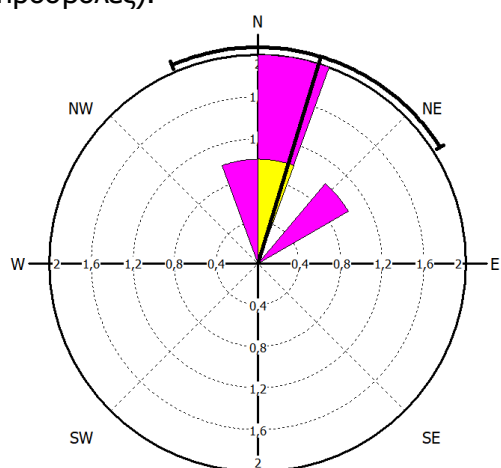
Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3**:

- Παρατηρούμε σχετικά μέτριο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε υψηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του ορίζοντα κυρίως όμως είναι από Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά (150-200cm) ή χαμηλά (0-50cm) από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.

Απόσταση από τη βάση του κορμού: ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200 ■ >200

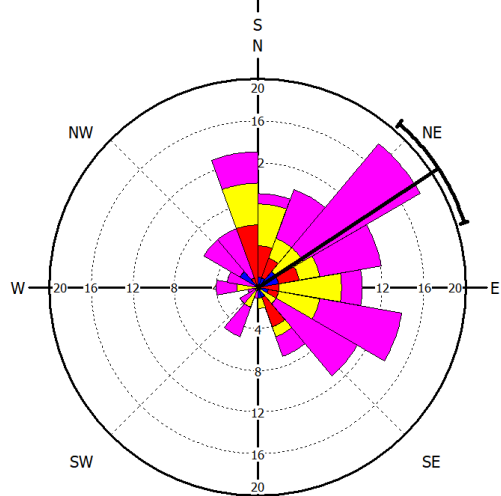
Εικόνα 3.45. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021)

Στην Εικόνα 3.46 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022-νέες προσβολές).



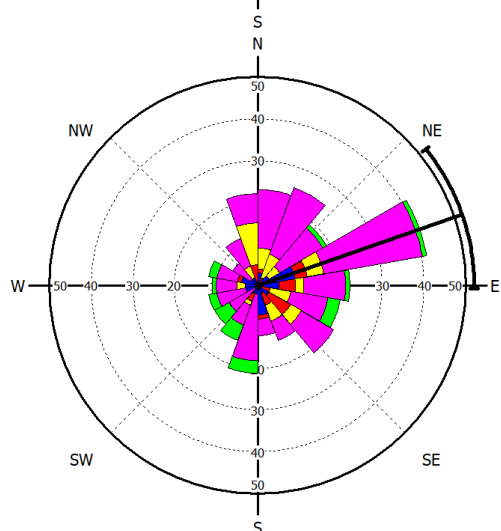
Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1**:

- Παρατηρούμε πολύ μικρό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειο-Δυτικός με Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι ψηλά από τη βάση του κορμού (150-200cm).



Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2**:

- Παρατηρούμε υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού, σπανιότερα πιο χαμηλά. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 0-50cm, όπου υπάρχουν εμφανώς λιγότερες προσβολές.



Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3**:

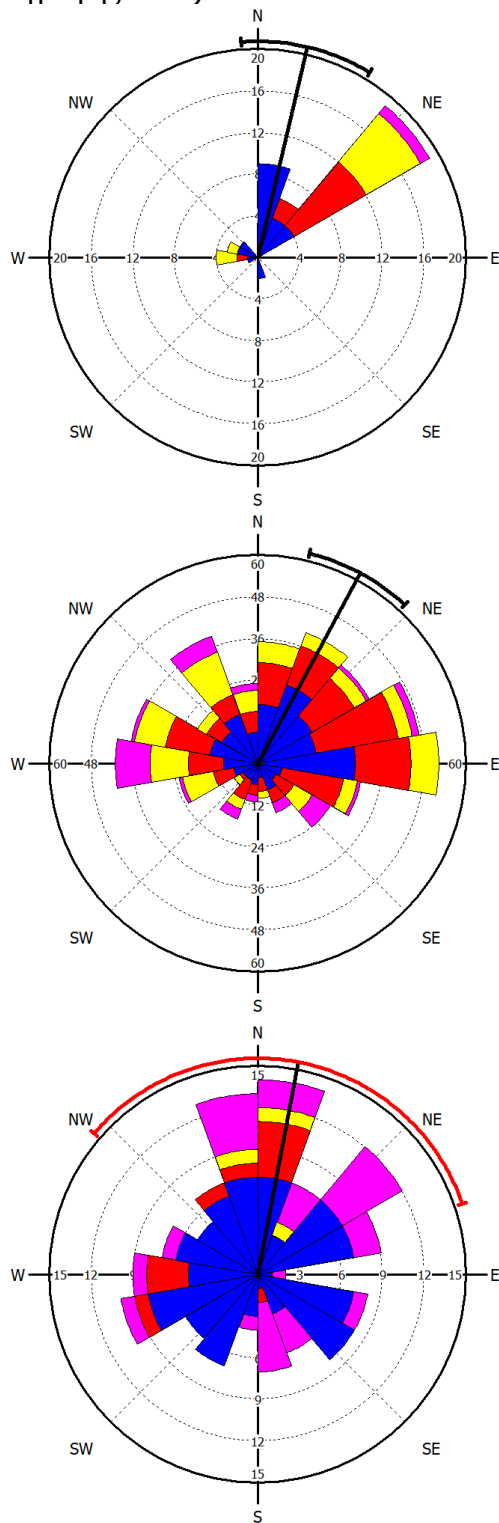
- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε υψηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα, κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός και Νότιο-Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.

**Απόσταση από τη βάση του κορμού:** ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200  
■ >200

Εικόνα 3.46. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022)

### 3.9.6 Προσανατολισμός των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων

Στην Εικόνα 3.47 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021).



Απόσταση από τη βάση των βραχιόνων: ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200 ■ >200

Εικόνα 3.47. Προσανατολισμός των οπών κορμού σε σχέση με την απόσταση εμφάνισής τους από τη βάση των βραχιόνων κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021)

Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειος με Βόρειο-Ανατολικός και λιγότερο Δυτικός.

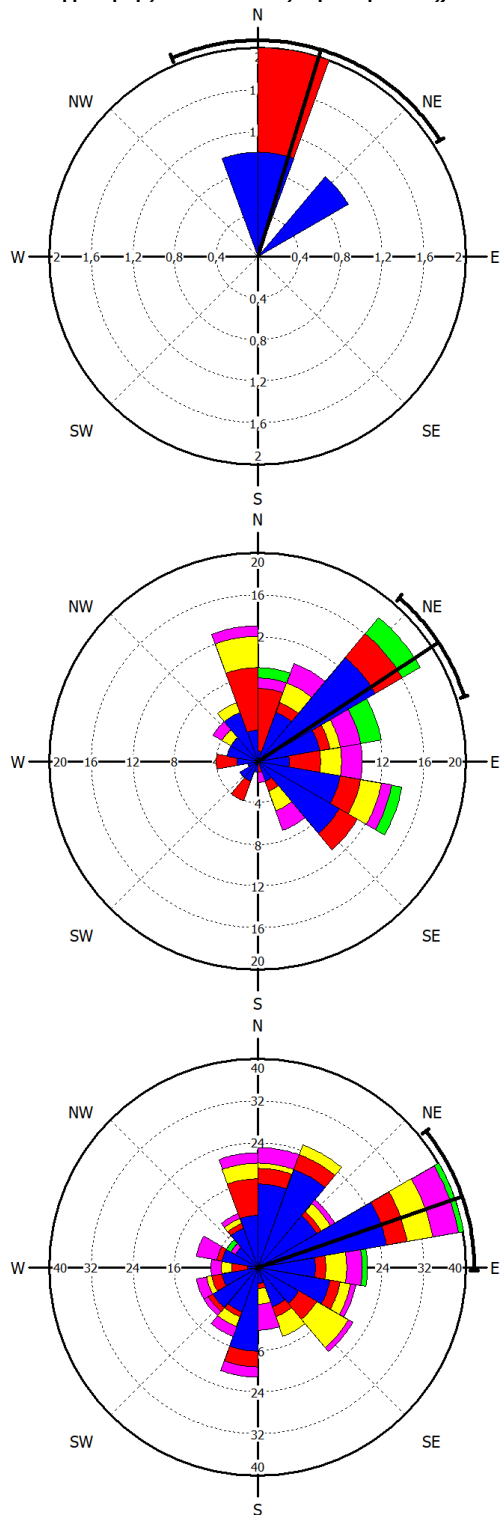
Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως κοντά στη βάση των βραχιόνων.

Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε σχετικά μέτριο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε υψηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του ορίζοντα κυρίως όμως είναι από Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως χαμηλά ή ψηλά από τη βάση των βραχιόνων. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 100-150cm, όπου υπάρχουν σχετικά ελάχιστες προσβολές.

Στην Εικόνα 3.48 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022-νέες προσβολές).



Απόσταση από τη βάση των βραχιόνων: ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200 ■ >200

Εικόνα 3.48. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022)

Προσανατολισμός των οπών στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε πολύ μικρό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειος.
- Η θέση των οπών είναι ψηλά από τη βάση του κορμού.

Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως κοντά στους βραχίονες, σπανιότερα πιο μακριά. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 100-150cm, όπου υπάρχουν εμφανώς λιγότερες προσβολές.

Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισης στον κορμό από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε μεγάλο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών κοντά στους βραχίονες είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός και Νότιο-Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως κοντά ή μακριά από τους βραχίονες.

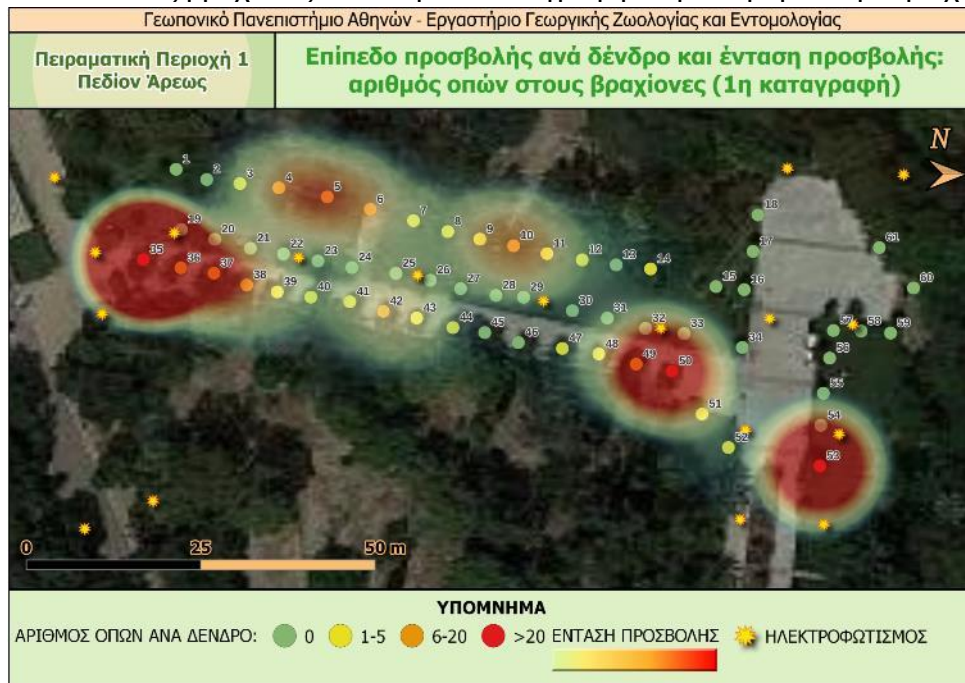


### 3.10 Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες

#### 3.10.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες

##### 3.10.1.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες την 1<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.49 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά την 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



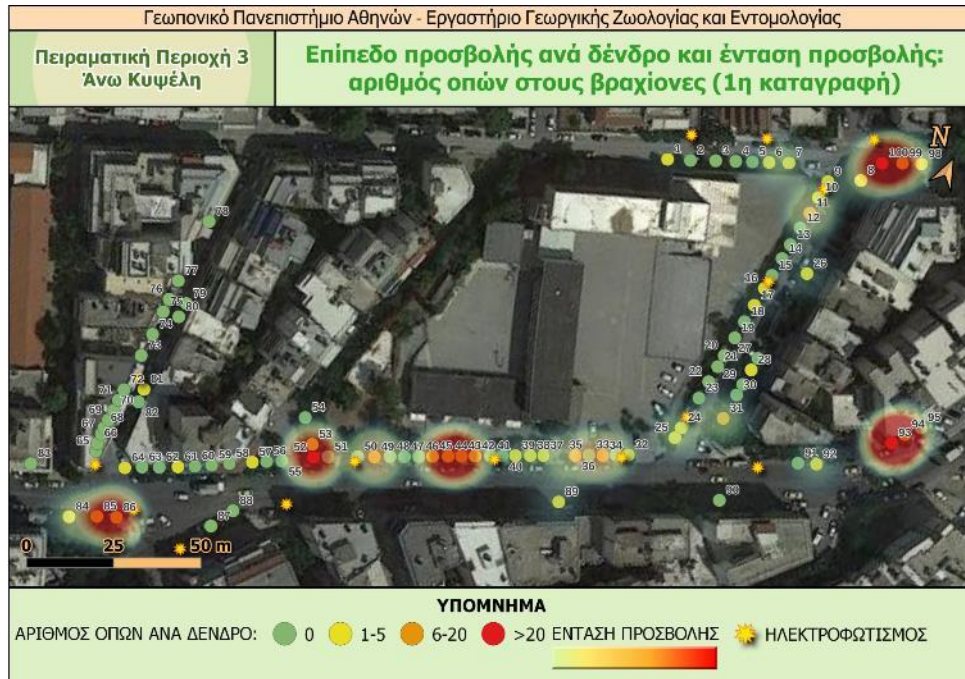
Εικόνα 3.49. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.50 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.50. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.51 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.

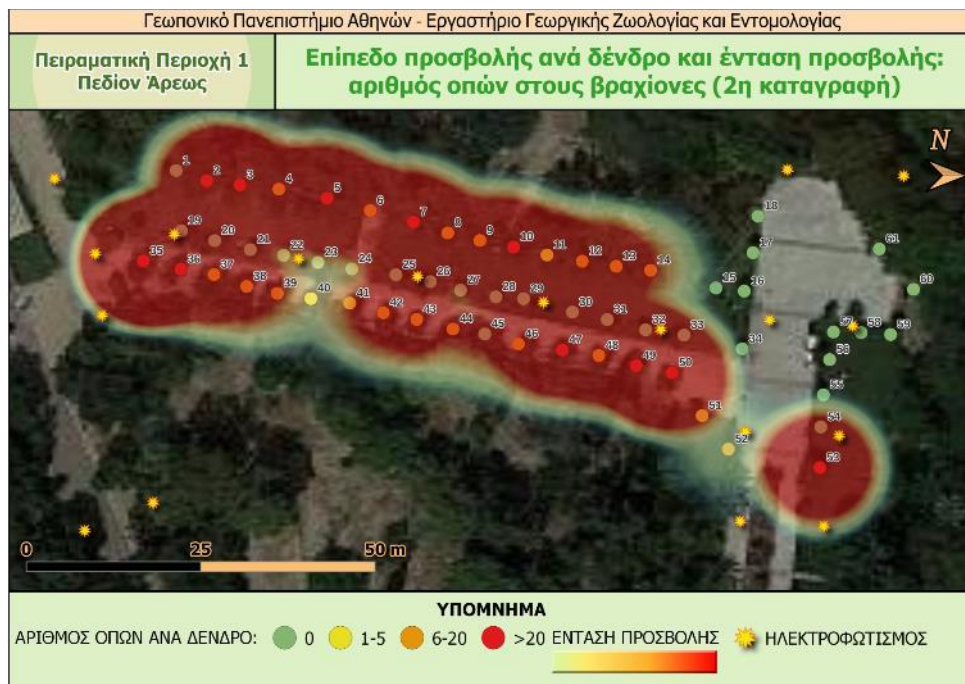


Εικόνα 3.51. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου για την 1<sup>η</sup> καταγραφή, διακρίνουμε πως η Πειραματική Περιοχή 1 έχει μέτρια ένταση προσβολής, η πειραματική Περιοχή 2 έχει μεγάλη ένταση προσβολής και η Πειραματική Περιοχή 3 έχει μικρή σχετικά προσβολή. Επίσης, διακρίνουμε ότι σε κάθε Πειραματική Περιοχή έχουμε περιοχές με έντονη προσβολή και περιοχές με ελάχιστη ή καθόλου προσβολή. Ωστόσο, στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 εμφανίζονται εστιασμένες περιοχές προσβολής, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 2 εμφανίζονται εκτεταμένες συνεχείς περιοχές προσβολής.

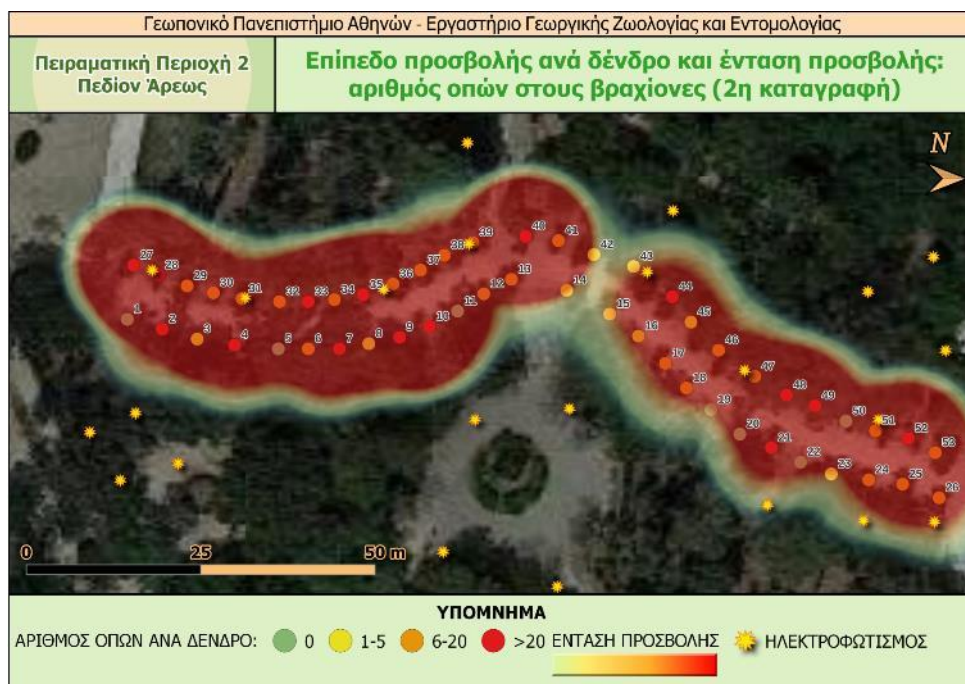
### 3.10.1.2 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες την 2<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.52 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



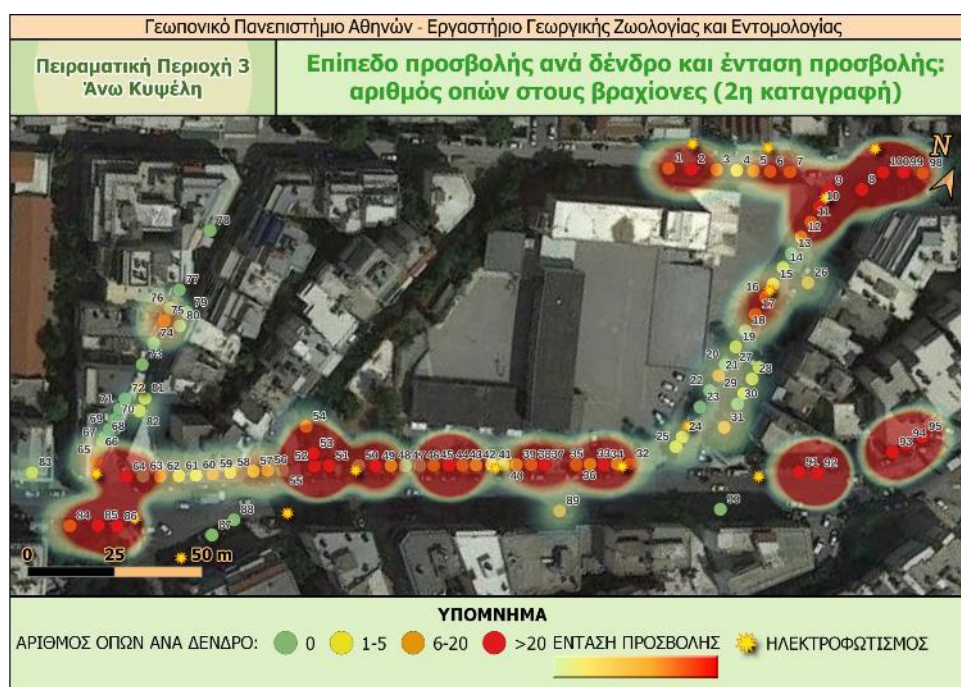
Εικόνα 3.52. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.53 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.53. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.54 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.



Εικόνα 3.54. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου για την 2<sup>η</sup> καταγραφή, διακρίνουμε πως οι Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 έχουν υψηλή ένταση προσβολής, ενώ η πειραματική Περιοχή 3 έχει σχετικά μέτρια ένταση προσβολής. Επίσης, διακρίνουμε ότι στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 εμφανίζονται εκτεταμένες συνεχείς περιοχές προσβολής, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3 εμφανίζονται εστιασμένες περιοχές προσβολής.

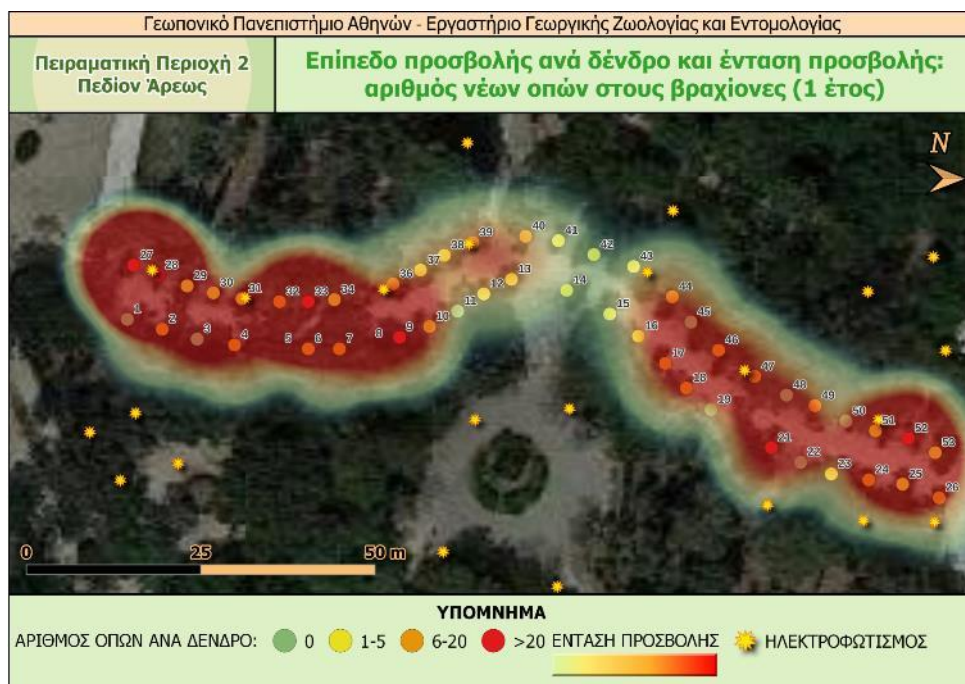
### 3.10.1.3 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στους βραχίονες σε ένα έτος

Στην Εικόνα 3.55 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 1.



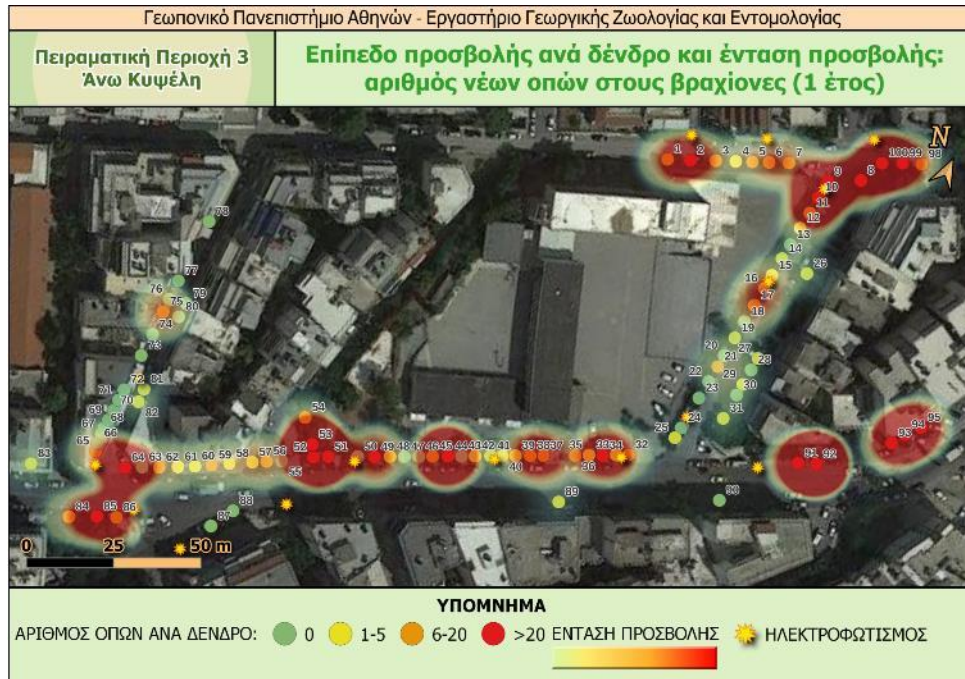
Εικόνα 3.55. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.56 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.56. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.57 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών στους βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 3.

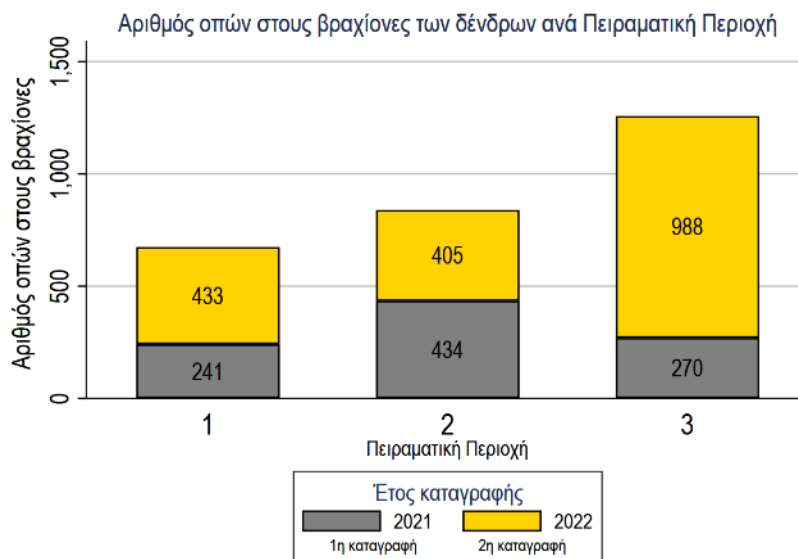


Εικόνα 3.57. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου που εμφανίστηκαν σε ένα έτος, διακρίνουμε πως οι Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 έχουν υψηλή ένταση προσβολής, ενώ η πειραματική Περιοχή 3 έχει σχετικά μέτρια ένταση προσβολής. Επίσης, διακρίνουμε ότι στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 εμφανίζονται νέες εκτεταμένες συνεχείς περιοχές προσβολής, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3 εμφανίζονται νέες εστιασμένες περιοχές εντονότερης προσβολής.

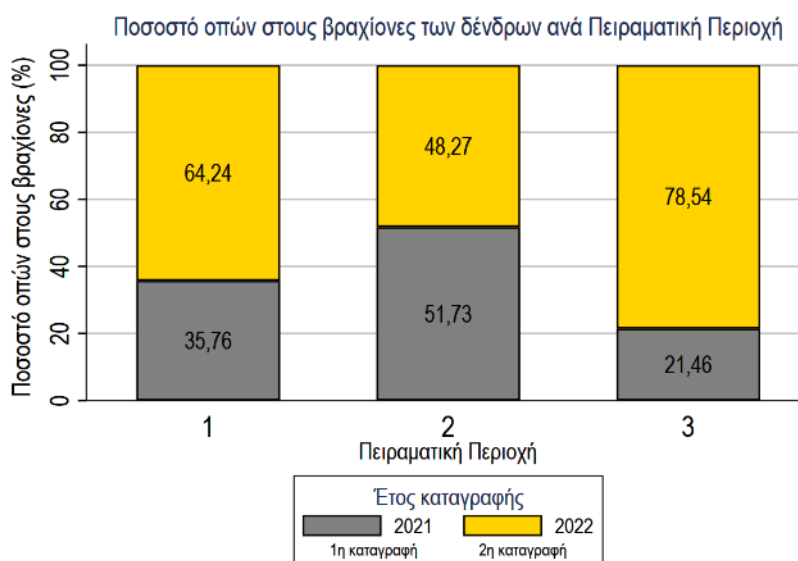
### 3.10.2 Μεταβολή προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες

Στην Εικόνα 3.58 παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών εξόδου στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.



Εικόνα 3.58. Ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής

Στην Εικόνα 3.59 παρουσιάζεται το ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.

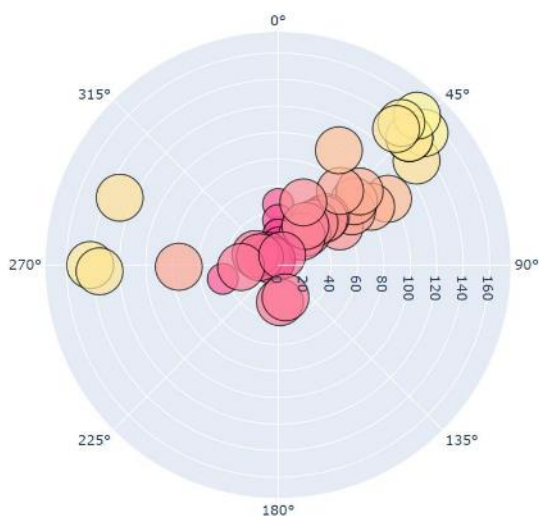


Εικόνα 3.59. Ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής

Από τα ραβδογράμματα παρατηρούμε ότι σε όλες τις Πειραματικές Περιοχές υπήρχε μεγάλη αρχική προσβολή στους βραχίονες των δένδρων σε σχέση με τις οπές εξόδου στους βραχίονες. Στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 οι οπές στους βραχίονες σχεδόν διπλασιάστηκαν, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3 οι οπές στους βραχίονες σχεδόν τριπλασιάστηκαν.

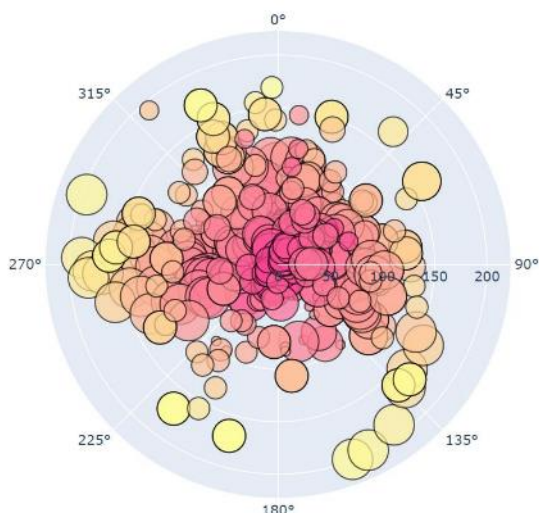
### 3.10.3 Χαρακτηριστικά κατανομής των οπών εξόδου του εντόμου στον κορμό σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων

Στην Εικόνα 3.60 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την 1η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1 (Έτος 2021).



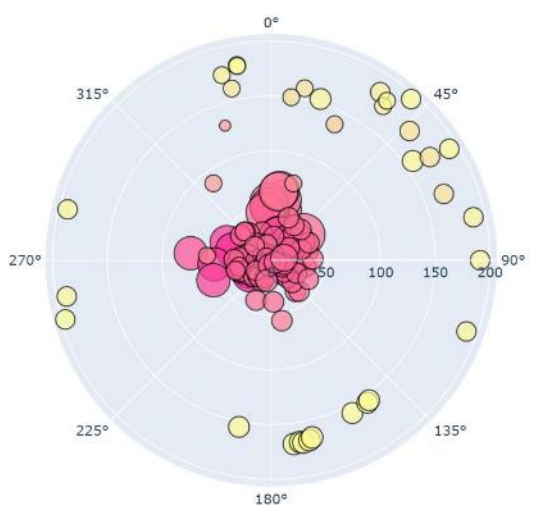
Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1**:

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών κοντά στους βραχίονες είναι κυρίως Βόρειο-Ανατολικός και λιγότερο Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού.
- Για οπές χαμηλά στη βάση του κορμού, τα προσβεβλημένα δένδρα είναι σχετικά μεγάλης διαμέτρου (>50cm). Μικρότερης διαμέτρου δένδρα έχουν οπές κοντά στους βραχίονες.



Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2**:

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Δυτικός έως Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.



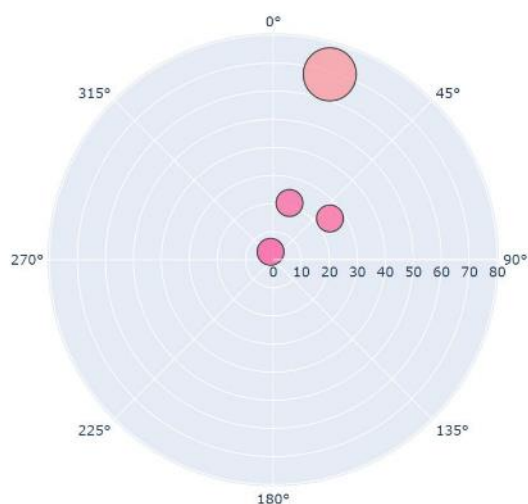
Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3**:

- Παρατηρούμε σχετικά μέτριο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε χαμηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειος με Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

Εικόνα 3.60. Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων και τον προσανατολισμό για την 1η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1 (Η διάμετρος των κύκλων αντιστοιχεί στη διάμετρο του κορμού και τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

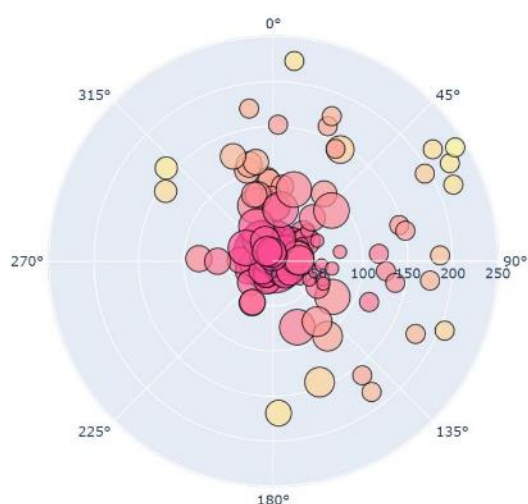


Στην Εικόνα 3.61 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την 2η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1 (Έτος 2022).



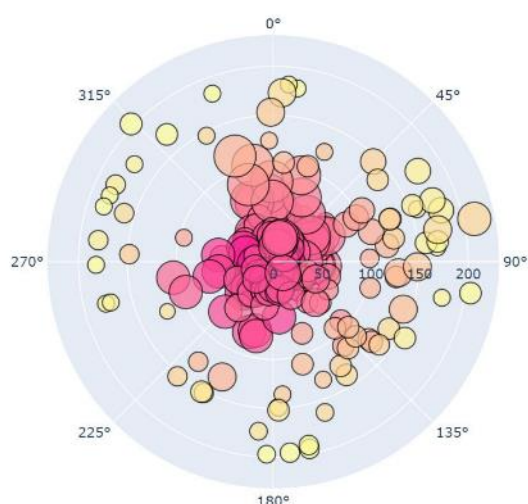
Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε πολύ μικρό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι ψηλά από τη βάση του κορμού, κοντά στους βραχίονες.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μεσαίας ή μεγάλης διαμέτρου (>20cm).



Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά από τη βάση του κορμού, σπανιότερα πιο χαμηλά. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-120cm, όπου υπάρχουν εμφανώς λιγότερες προσβολές, με ελάχιστες Νότια με Δυτικά.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

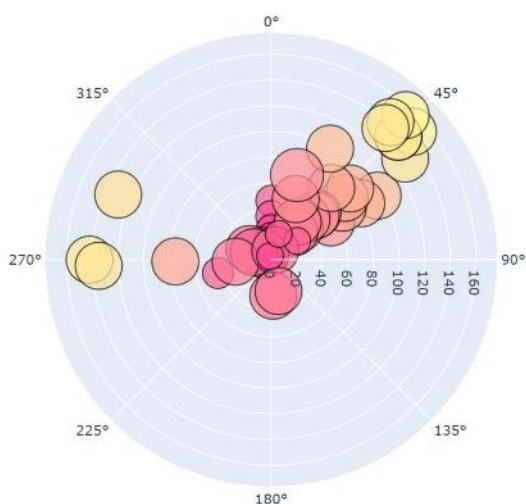


Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών σε χαμηλότερες θέσεις είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός και Νότιο-Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν λιγότερες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι κυρίως μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

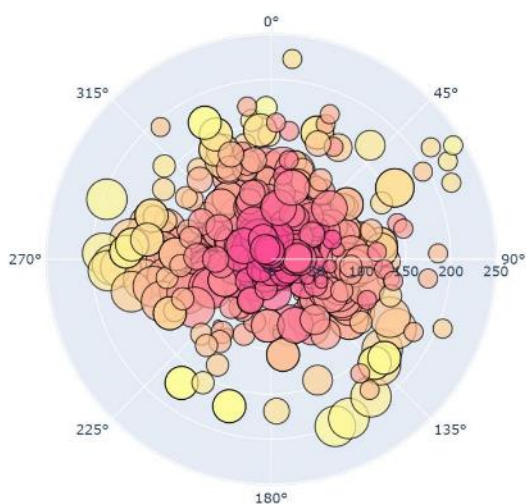
Εικόνα 3.61. Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την 2η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1. (Η διάμετρος των σημείων αντιστοιχεί στην διάμετρο του κορμού, τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

Στην Εικόνα 3.62 φαίνεται η κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την Πειραματική Περιοχή 1 (1η και 2η καταγραφή).



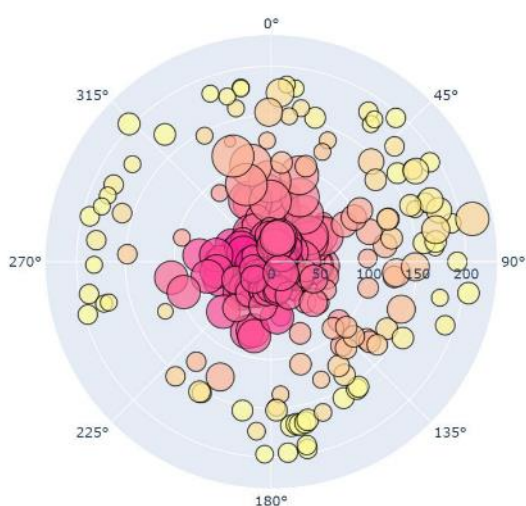
Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 1**:

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών που είναι χαμηλότερα στον κορμό, είναι κυρίως Βόρειος-Ανατολικός και λιγότερο Δυτικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά και χαμηλά από τη βάση του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι σχετικά μεγάλης διαμέτρου (>50cm), ωστόσο σε υψηλότερες θέσεις είναι προσβεβλημένα δένδρα και μικρότερης διαμέτρου (γύρω στα 25cm).



Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 2**:

- Παρατηρούμε πολύ υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών είναι κυρίως από Βόρειο-Δυτικός έως Βόρειο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών φαίνεται να καταλαμβάνει όλο το μήκος του κορμού.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.



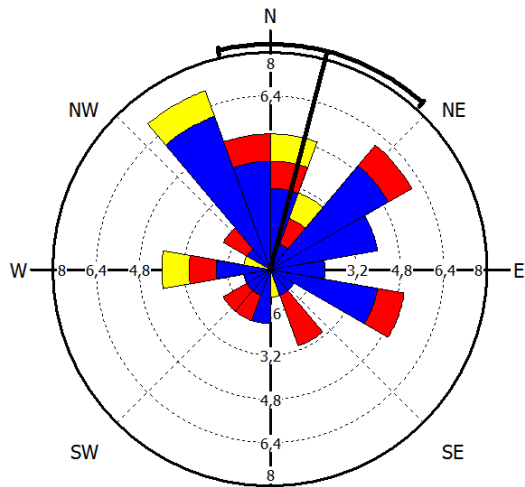
Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για τις **1η και 2η καταγραφή** για την **Πειραματική Περιοχή 3**:

- Παρατηρούμε σχετικά μεγάλο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των οπών στα χαμηλότερα σημεία είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Η θέση των οπών είναι κυρίως ψηλά ή χαμηλά από τη βάση του κορμού. Υπάρχει χαρακτηριστική ζώνη από 50-100cm, όπου υπάρχουν ελάχιστες προσβολές.
- Τα προσβεβλημένα δένδρα είναι κυρίως, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου.

Εικόνα 3.62. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την Πειραματική Περιοχή 1 (1η και 2η καταγραφή)  
(Η διάμετρος των σημείων αντιστοιχεί στην διάμετρο του κορμού, τα σκουρότερα σημεία είναι πιο ψηλά στον κορμό σε σχέση με τα ανοιχτόχρωμα)

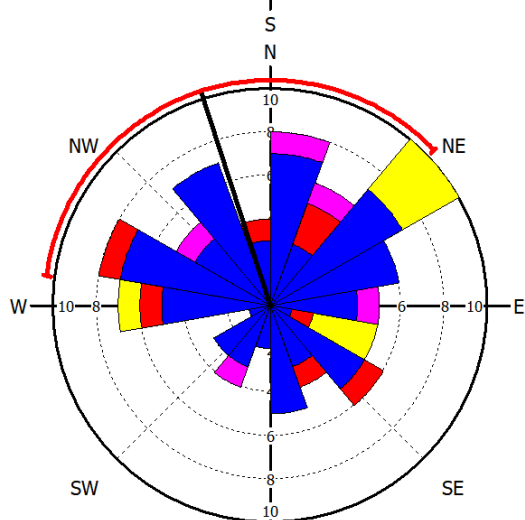
### 3.10.4 Οπές εξόδου του εντόμου σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων

Στην Εικόνα 3.63 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στους βραχίονες ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021).



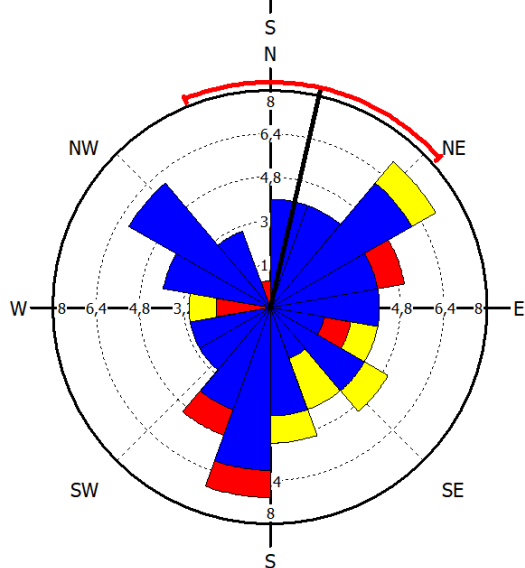
Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε σχετικά μικρό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι κυρίως Βόρειος με Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους βραχίονες (<50cm).



Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους βραχίονες (<50cm).



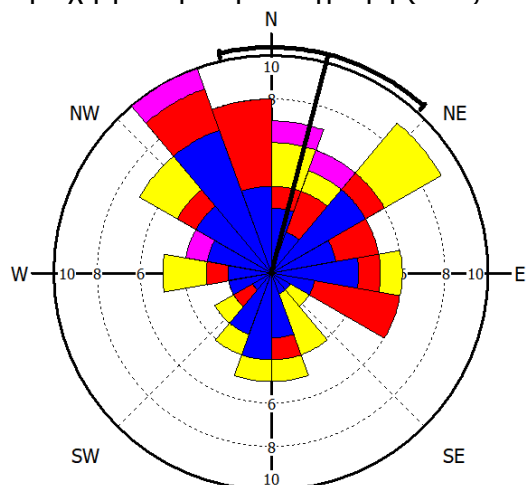
Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε σχετικά μέτριο αριθμό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι προς όλα τα σημεία του οριζοντα κυρίως όμως είναι Βόρειο-Ανατολικός έως Νότιο-Δυτικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους βραχίονες (<50cm).

**Μήκος βραχιόνων:** ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200

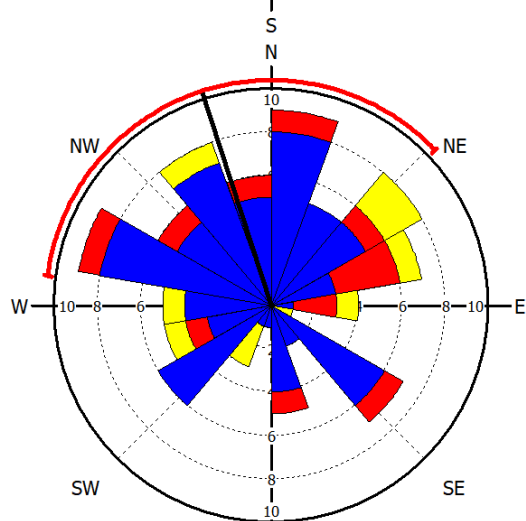
Εικόνα 3.63. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων και το μήκος τους ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021)

Στην Εικόνα 3.64 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022).



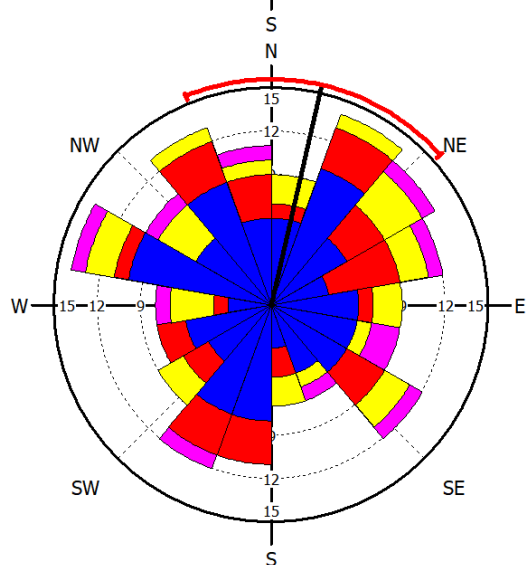
Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1**:

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι κυρίως Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους και μέτριου μήκους βραχίονες (<100cm).



Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2**:

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους και μέτριου μήκους βραχίονες (<100cm).



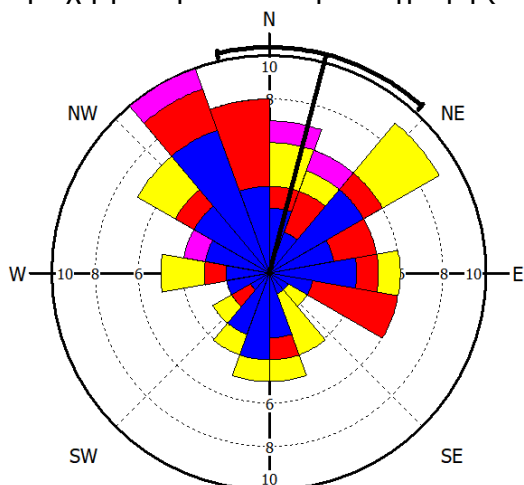
Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3**:

- Παρατηρούμε υψηλό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι προς όλα τα σημεία του ορίζοντα κυρίως όμως είναι από Βόρειο-Δυτικός με Νότιο-Ανατολικός και Νότιο-Δυτικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους και μέτριου μήκους βραχίονες (<100cm).

**Μήκος βραχιόνων:** ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200

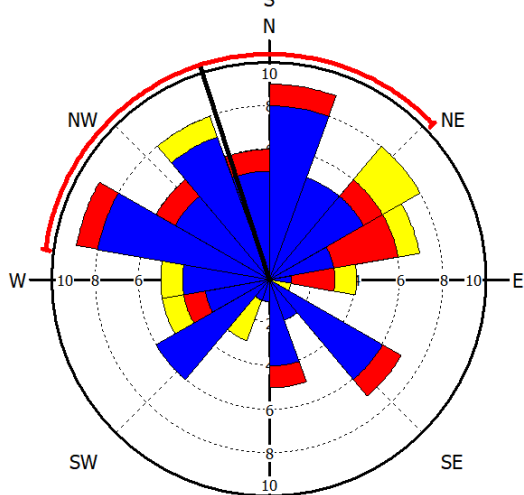
Εικόνα 3.64. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022)

Στην Εικόνα 3.65 φαίνεται ο προσανατολισμός των οπών στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1<sup>η</sup> και 2η καταγραφή (1 Έτος-νέες οπές).



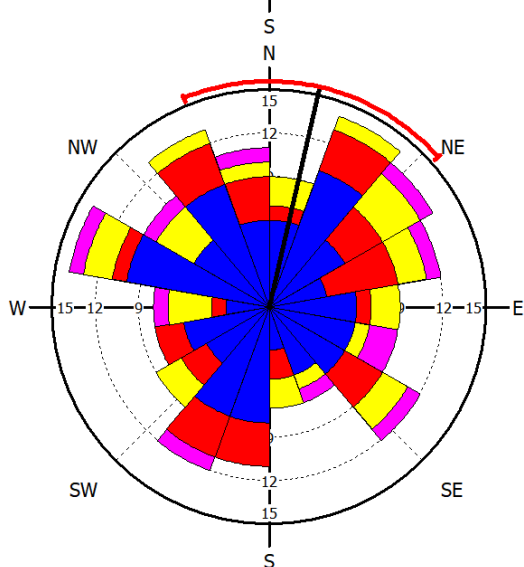
Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1<sup>η</sup> και 2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 1:**

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό αριθμό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι κυρίως Βόρειο-Δυτικός με Βόρειο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους και μέτριου μήκους βραχίονες (<100cm).



Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1<sup>η</sup> και 2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 2:**

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό νέων προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι από Βόρειο-Δυτικός έως Νότιο-Ανατολικός.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους βραχίονες (<50cm).



Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων για την **1<sup>η</sup> και 2η καταγραφή** και την **Πειραματική Περιοχή 3:**

- Παρατηρούμε σχετικά υψηλό προσβολών.
- Ο προσανατολισμός των βραχιόνων με οπές είναι προς όλα τα σημεία του ορίζοντα.
- Περισσότερες οπές υπάρχουν σε βραχύτερους βραχίονες (<50cm).

**Μήκος βραχιόνων:** ■ 0 - 50 ■ >50 - 100 ■ >100 - 150 ■ >150 - 200

Εικόνα 3.65. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022)

### 3.11 Χαρακτηριστικά προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες

#### 3.11.1 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό και στους βραχίονες την 1<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.66 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες για την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



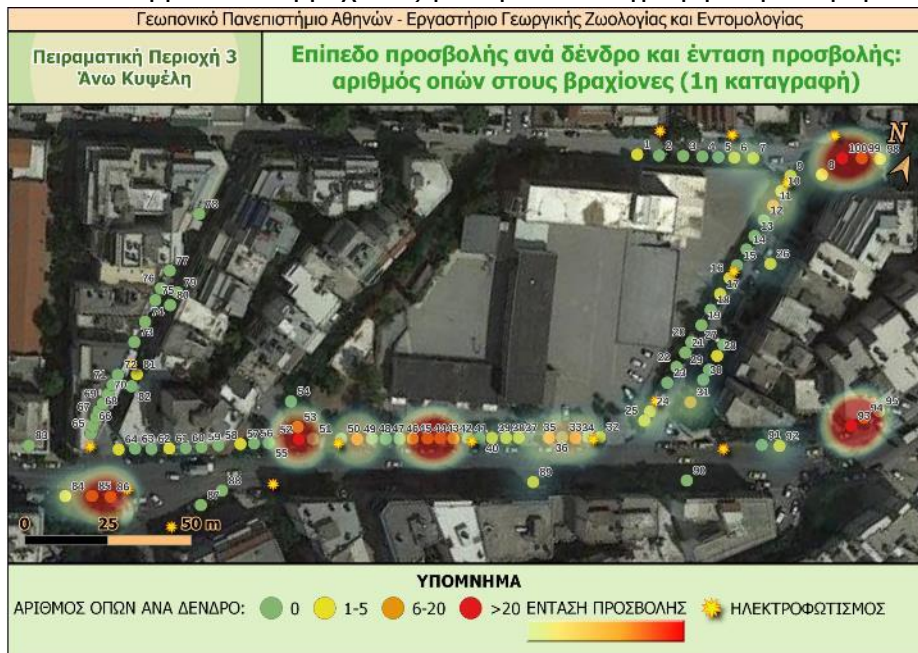
Εικόνα 3.66. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.67 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες για την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.67. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.68 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες για την 1<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.



Εικόνα 3.68. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στον κορμό και στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου για την 1<sup>η</sup> καταγραφή, διακρίνουμε πως η Πειραματική Περιοχή 1 έχει μέτρια ένταση προσβολής, η Πειραματική Περιοχή 2 έχει μεγάλη ένταση προσβολής και η Πειραματική Περιοχή 3 έχει μικρή σχετικά προσβολή. Επίσης, διακρίνουμε ότι σε κάθε Πειραματική Περιοχή έχουμε περιοχές με έντονη προσβολή και περιοχές με ελάχιστη ή καθόλου προσβολή. Στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 εμφανίζονται εστιασμένες περιοχές έντονης προσβολής, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 2 εμφανίζονται εκτεταμένες συνεχείς περιοχές προσβολής.

### 3.11.2 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό και στους βραχίονες την 2<sup>η</sup> καταγραφή

Στην Εικόνα 3.69 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 1.



Εικόνα 3.69. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

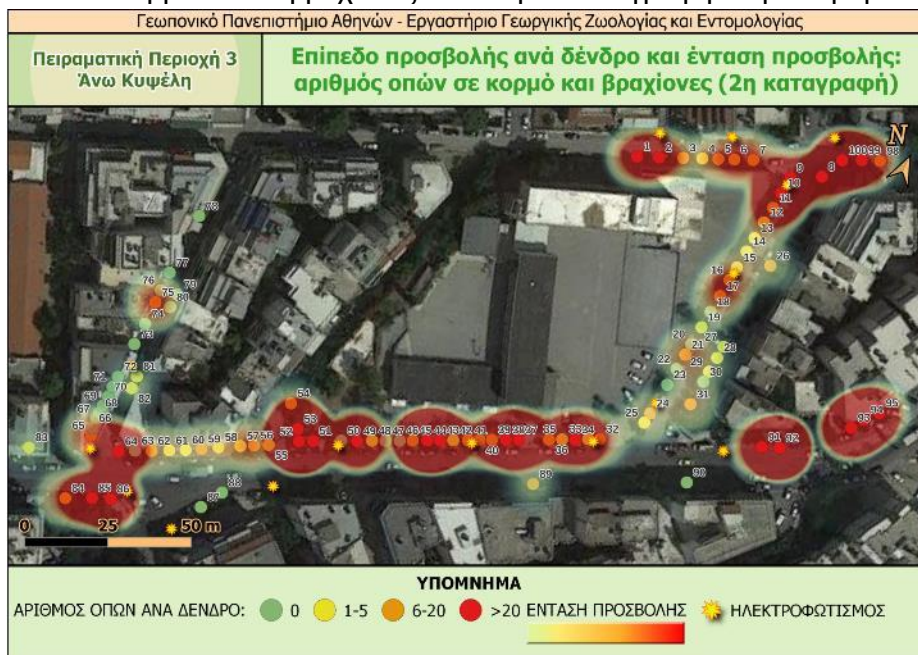
Στην Εικόνα 3.70 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.70. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)



Στην Εικόνα 3.71 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες κατά τη 2<sup>η</sup> καταγραφή στην Πειραματική Περιοχή 3.



Εικόνα 3.71. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου για την 2<sup>η</sup> καταγραφή, διακρίνουμε πως όλες οι Πειραματικές Περιοχές έχουν υψηλή ένταση προσβολής, ωστόσο, στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 οι προσβολές είναι εκτεταμένες και συνεχείς, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3 εμφανίζονται περιοχές με εστιασμένες προσβολές αλλά και περιοχές με εκτεταμένες προσβολές.

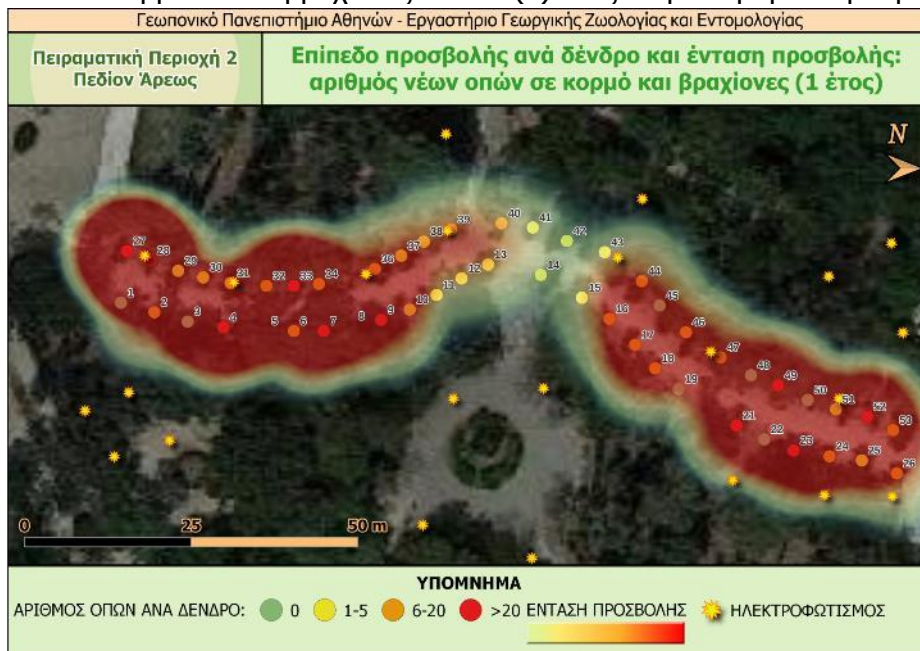
### 3.11.3 Ένταση προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές σε κορμό και βραχίονες σε ένα έτος

Στην Εικόνα 3.72 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 1.



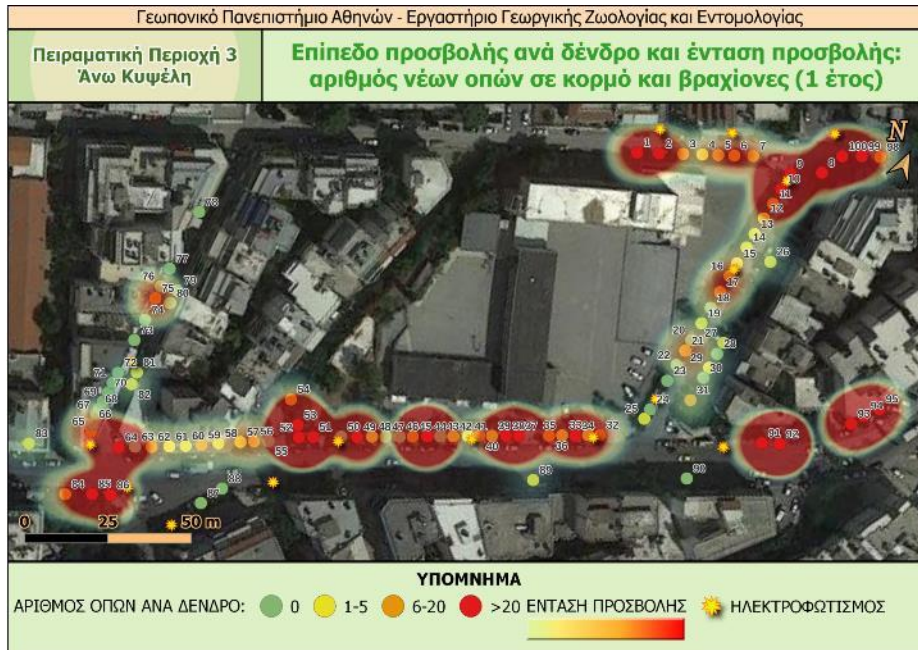
Εικόνα 3.72. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1)

Στην Εικόνα 3.73 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 2.



Εικόνα 3.73. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2)

Στην Εικόνα 3.74 φαίνεται η ένταση της προσβολής στα δένδρα μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών σε κορμό και σε βραχίονες σε ένα (1) έτος στην Πειραματική Περιοχή 3.

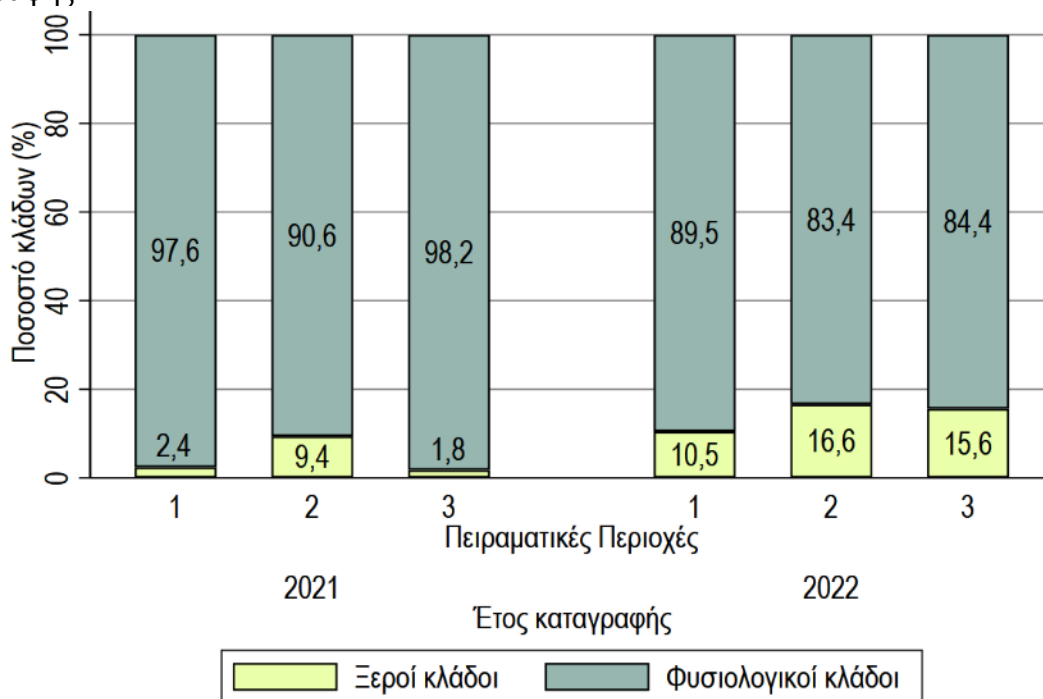


Εικόνα 3.74. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3)

Από τους χάρτες έντασης προσβολής στους κορμούς και στους βραχίονες των δένδρων μουριάς σε σχέση με τον αριθμό των οπών εξόδου που εμφανίστηκαν σε ένα έτος, διακρίνουμε πως οι όλες οι Πειραματικές Περιοχές έχουν υψηλή ένταση προσβολής. Επίσης, διακρίνουμε ότι στις Πειραματικές Περιοχές 1 και 2 εμφανίζονται νέες εκτεταμένες συνεχείς περιοχές προσβολής, ενώ στην Πειραματική Περιοχή 3 εμφανίζονται νέες εστιασμένες περιοχές εντονότερης προσβολής.

### 3.12 Βαθμός προσβολής των δένδρων σε σχέση με κλάδους με ξερά φύλλα

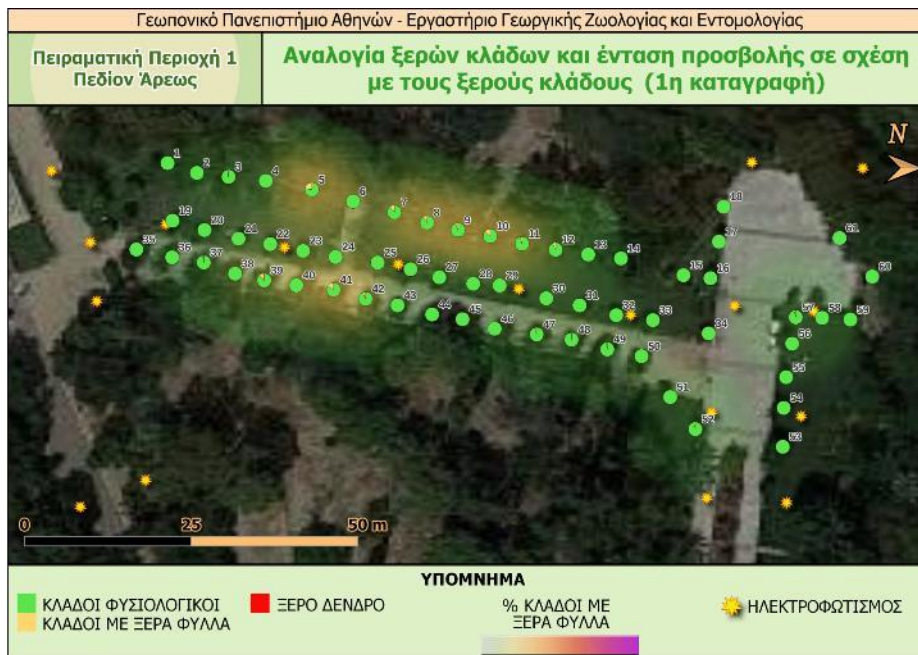
Στην Εικόνα 3.75 φαίνεται το ποσοστό ξερών κλάδων ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής.



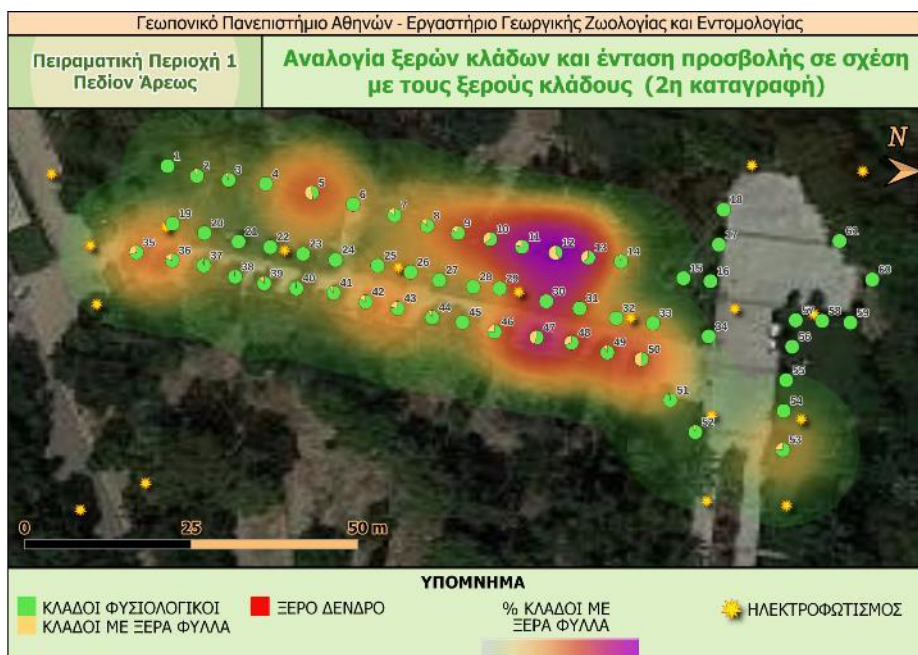
Εικόνα 3.75. Ποσοστό ξερών κλάδων ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής

Από το ποσοστό των κλάδων που είναι ξερά ή φυσιολογικά προκύπτει πως όλες οι Πειραματικές Περιοχές εμφάνισαν ξερούς κλάδους κατά το πρώτο έτος καταγραφής (έτος 2021). Μεγαλύτερο ποσοστό ξερών κλάδων κατά την αρχική καταγραφή είχε η Πειραματική Περιοχή 2 (9,4%). Κατά το δεύτερο έτος καταγραφής (2022) όλες οι Πειραματικές Περιοχές εμφάνισαν ξερούς κλάδους σε αυξημένα ποσοστά σε σχέση με την αρχική καταγραφή. Οι Πειραματικές Περιοχές 1 και 3 εμφάνισαν πολλαπλάσια αύξηση ξερών κλάδων σε σχέση με την αρχική καταγραφή. Οι Πειραματικές Περιοχές 2 και 3 κατά τη δεύτερη καταγραφή εμφάνισαν ποσοστό ξερών δένδρων μεγαλύτερο του 15%, ενώ και στην περίπτωση της Πειραματικής Περιοχής 1, οι κλαδίσκοι με ξερά φύλλα ήταν το 1/10 του συνόλου των κλαδίσκων.

Στην Εικόνα 3.76 και Εικόνα 3.77 φαίνεται ο χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα για την Πειραματική Περιοχή 1 και για την 1η καταγραφή και 2η καταγραφή αντίστοιχα.



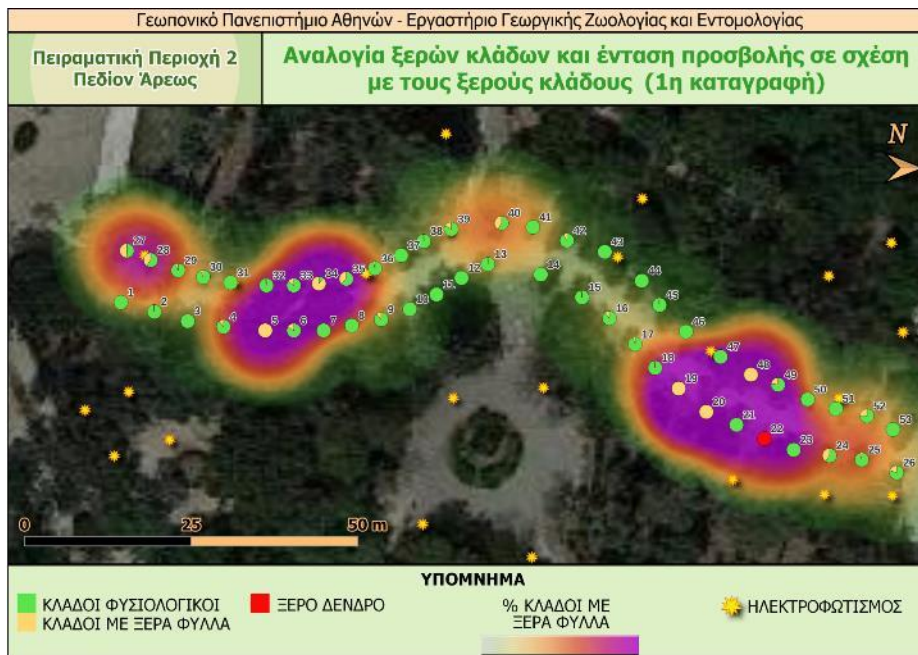
Εικόνα 3.76. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)



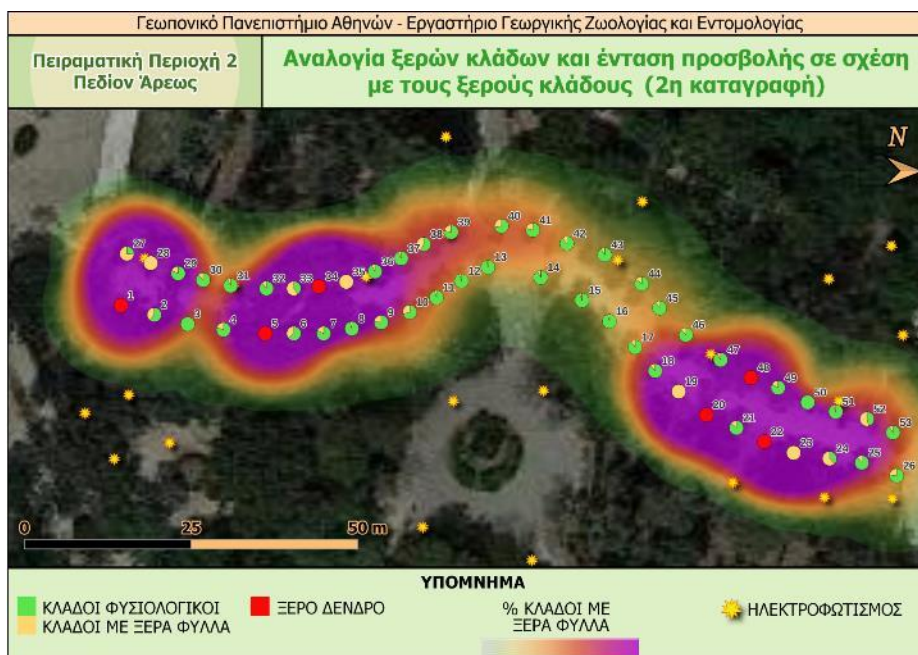
Εικόνα 3.77. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1)

Για την Πειραματική Περιοχή 1 οι ξηροί κλάδοι είναι ελάχιστοι κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή, ωστόσο κατά την 2<sup>η</sup> καταγραφή υπάρχουν εστιασμένες περιοχές με δένδρα που έχουν υψηλό ποσοστό ξερών κλάδων.

Στην Εικόνα 3.78 και Εικόνα 3.79 φαίνεται ο χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα για την Πειραματική Περιοχή 2 και για την 1η καταγραφή και 2η καταγραφή αντίστοιχα.



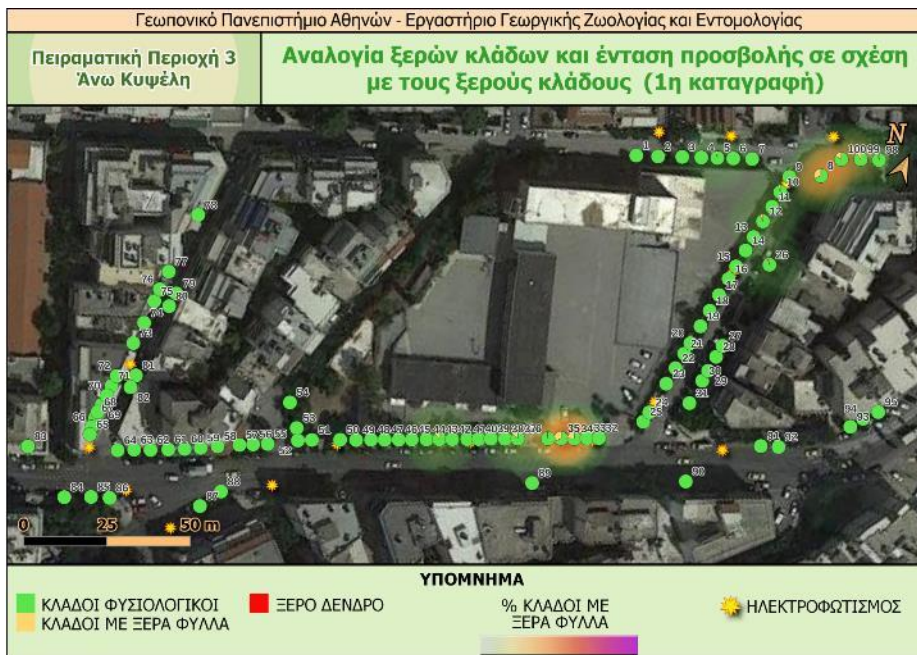
Εικόνα 3.78. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)



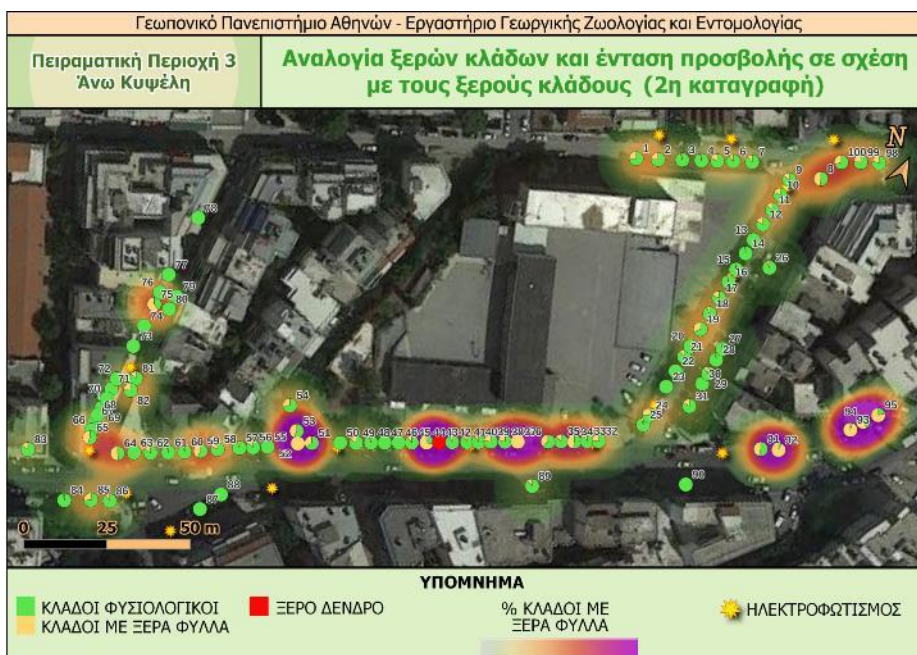
Εικόνα 3.79. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2)

Για την Πειραματική Περιοχή 2 και κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή, οι ξεροί κλάδοι είναι εστιασμένοι σε τρεις περιοχές με πολύ υψηλό ποσοστό. Στην 2<sup>η</sup> καταγραφή υπάρχουν πάλι σε τρεις περιοχές με πολύ υψηλό ποσοστό ξερών κλάδων, ωστόσο οι περιοχές αυτές έχουν επεκταθεί και το ποσοστό ξερών κλάδων έχει αυξηθεί.

Στην Εικόνα 3.80 και Εικόνα 3.81 φαίνεται ο χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα για την Πειραματική Περιοχή 3 και για την 1η καταγραφή και 2η καταγραφή αντίστοιχα.



Εικόνα 3.80. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

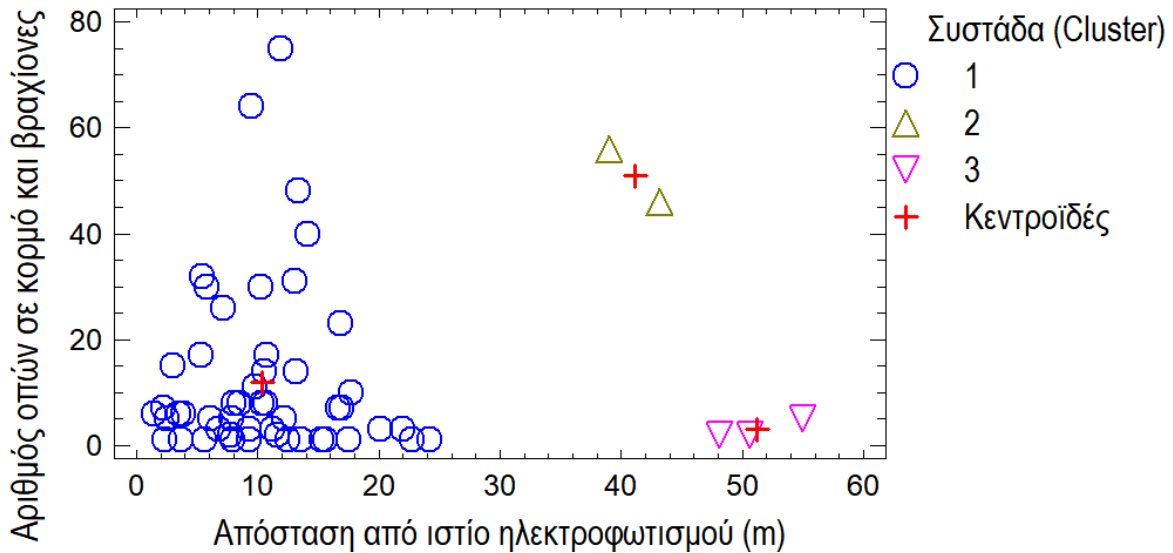


Εικόνα 3.81. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2<sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3)

Για την Πειραματική Περιοχή 3 και κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή, οι ξεροί κλάδοι είναι ελάχιστοι. Στην 2<sup>η</sup> καταγραφή υπάρχουν πέντε εστιασμένες με πολύ υψηλό ποσοστό με κλάδους με ξερά φύλλα και τέσσερις περιοχές με μέτριο ποσοστό με κλάδους με ξερά φύλλα.

### 3.13 Επίδραση των στοιχείων ηλεκτροφωτισμού στην προσβολή από το έντομο (από το 1ο στο 2ο έτος)

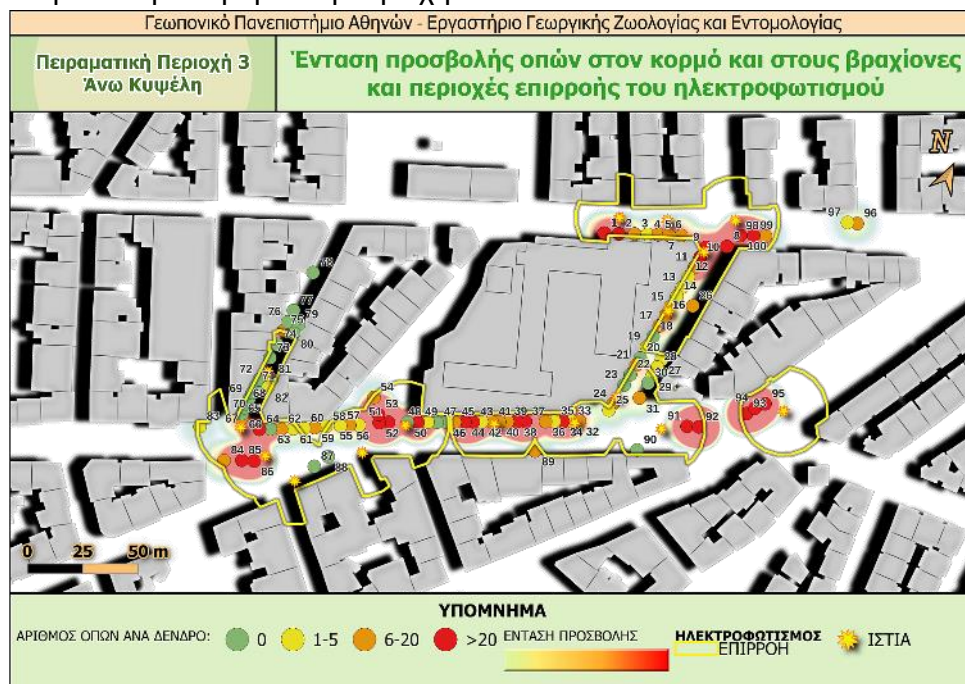
Στην Εικόνα 3.82 φαίνεται η διασπορά των οπών των κορμών και των βραχιόνων σε σχέση με την απόσταση των ιστίων ηλεκτροφωτισμού από τα δένδρα μουριάς για την Πειραματική Περιοχή 3 και για τις δύο καταγραφές (έτη 2021 και 2022).



Εικόνα 3.82. Γράφημα διασποράς των οπών των κορμών και των βραχιόνων σε σχέση με την απόσταση των ιστίων ηλεκτροφωτισμού (Πειραματική Περιοχή 3, έτη 2021 και 2022)

Παρατηρούμε ότι στην 1<sup>η</sup> συστάδα, όπου συγκεντρώνονται οι περισσότερες οπές σε κορμό και βραχίονες, η απόσταση των δένδρων μουριάς από ιστίο ηλεκτροφωτισμού είναι μικρότερη των 25m, με μεγαλύτερη συγκέντρωση σε απόσταση μικρότερη των 15m.

Στην Εικόνα 3.83 φαίνεται η ένταση προσβολής των κορμών και των βραχιόνων, και για τις δύο καταγραφές (έτη 2021 και 2022), καθώς και οι περιοχές επιρροής του ηλεκτροφωτισμού στην Πειραματική Περιοχή 3



Εικόνα 3.83. Ένταση προσβολής οπών των κορμών και των βραχιόνων (έτη 2021 και 2022) και περιοχές επιρροής του ηλεκτροφωτισμού (Πειραματική Περιοχή 3).



---

Ο χάρτης έντασης προσβολής των οπών των κορμών και των βραχιόνων σε σχέση με τις περιοχές επιρροής του ηλεκτροφωτισμού δημιουργήθηκε μόνο για την Πειραματική Περιοχή 3, επειδή ο ηλεκτροφωτισμός στην περίπτωση αυτή ήταν σχετικά σταθερός ως προς την ένταση και το χρόνο λειτουργίας (αστικός φωτισμός).

---

## 4 Συζήτηση

Τα χωροκατακτητικά ξυλοφάγα έντομα, *Xylotrechus* spp., αποτελούν σοβαρό εντομολογικό πρόβλημα των δένδρων μουριάς του αστικού πρασίνου. Η ψηφιοποίηση των δένδρων, της εξέλιξης των προσβολών και των συμπτωμάτων, καθώς και του περιβάλλοντος χώρου αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την επιτυχή διαχείριση του προβλήματος. Η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο να καταγράψει και να χαρτογραφήσει τα συμπτώματα σε δένδρα μουριάς από έντομα *Xylotrechus* spp. χρησιμοποιώντας έξυπνες κινητές συσκευές (Πετρίδου et al., 2022a; Πετρίδου et al., 2022b). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε από τον Σεπτέμβριο του 2021 έως τον Οκτώβριο του 2022 στο πάρκο Πεδίο του Άρεως στην Αθήνα και σε δρόμους του Δήμου Αθηναίων, σε συνολικά τρεις Πειραματικές Περιοχές. Η επιλογή των Πειραματικών Περιοχών έγινε με βάση την εκτίμηση της αρχικής προσβολής και τις διαφορές του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται τα δένδρα μουριάς. Η Πειραματική Περιοχή 1 είχε μικρή αρχική προσβολή και εδαφοκάλυψη με χλοοτάπητα, η Πειραματική Περιοχή 2 είχε υψηλή αρχική προσβολή και τα δένδρα ήταν εγκατεστημένα σε πατημένο χώμα και η Πειραματική Περιοχή 3 είχε σχετικά μέτρια αρχική προσβολή, με τα δένδρα να βρίσκονται εγκατεστημένα σε πεζοδρόμια.

Το υλοποιημένο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων πεδίου παρείχε εύκολη και ταχύτατη δυνατότητα συλλογής δεδομένων, χωρίς να απαιτείται η χρήση καταγραφών ή σημειώσεων σε χαρτί. Τα πρωτογενή δεδομένα, ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθούν άμεσα για ανάλυση από κατάλληλο γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα, χωρίς να μετατραπούν σε κάποια άλλη ψηφιακή μορφή. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομείται χρόνος κατά την επεξεργασία των δεδομένων και εξαλείφονται σφάλματα μετατροπής ή ανάλυσης. Η διάρκεια για τη διενέργεια των επισκοπήσεων με το ηλεκτρονικό σύστημα για τη συμπλήρωση της φόρμας BBCH, ήταν εξαιρετικά ικανοποιητική (20s έως 40s για κάθε δένδρο), λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη, ότι τα δεδομένα δεν χρειάζεται να καταχωρισθούν από το χαρτί σε ηλεκτρονική μορφή ή να τροποποιηθούν από μία μορφή σε άλλη, προκειμένου να αναλυθούν (Πετρίδου et al., 2022a). Η δομημένη με τις προηγμένες λειτουργίες γεωβάση επέτρεψαν την εύκολη και αξιόπιστη καταγραφή των δεδομένων του πειράματος μέσω έξυπνης κινητής συσκευής. Το σύστημα αυτό το οποίο για πρώτη φορά παγκοσμίως έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή των προσβολών εντόμων *Xylotrechus* spp. σε δένδρα μουριάς αστικού πρασίνου με χρήση έξυπνων κινητών συσκευών, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής (Πετρίδου et al., 2022a,β).

Η αρχική ένταση προσβολής ήταν διαφορετική στις τρεις Πειραματικές Περιοχές. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στις διαφορετικές συνθήκες άρδευσης και συντήρησης, στο διαφορετικό χρόνο που προσβλήθηκαν τα δένδρα και στην ηλικία των δένδρων σε κάθε Πειραματική Περιοχή.

Σε όλες τις Πειραματικές Περιοχές η αύξηση του αριθμού των οπών των δένδρων σε ένα έτος ήταν μεγαλύτερη στους βραχίονες σε σχέση με τους κορμούς. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Sarto i Monteys et al. (2021) οι οποίοι κατέγραψαν περισσότερες οπές σε βραχίονες σε σχέση με τον κορμό χωρίς όμως να καταγράψουν τις οπές ανά βραχίονα ή τον προσανατολισμό τους.

Όλες οι Πειραματικές Περιοχές είχαν κλάδους με ξερά φύλλα κατά το πρώτο έτος καταγραφής (έτος 2021), τα οποία αυξήθηκαν κατά το δεύτερο έτος καταγραφής (έτος 2022). Η αύξηση των κλάδων με ξερά φύλλα στο ένα έτος, ήταν αναμενόμενη, δεδομένου υπήρξε αύξηση των προσβολών και των οπών εξόδου τόσο στον κορμό, όσο και στους βραχίονες. Η εμφάνιση ξερών κλάδων είναι αποτέλεσμα της εξασθένησης των δένδρων, η οποία έχει επισημανθεί και σε άλλες έρευνες για το έντομο (Leivadara, 2018; Sarto i Monteys et al., 2021). Η ύπαρξη κλάδων με ξερά φύλλα είναι ένα στοιχείο το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τον γρήγορο και

---

απομακρυσμένο εντοπισμό των προσβεβλημένων δένδρων μέσω δορυφορικής εικόνας, χρήση drone, φωτογράφισης, μακροσκοπικού ελέγχου κλπ.

Δεν προκύπτουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των τριών Πειραματικών Περιοχών, όσον αφορά στην εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων (BBCH) των δένδρων μουριάς. Αυτό ήταν άλλωστε αναμενόμενο, με δεδομένο ότι οι Πειραματικές Περιοχές βρίσκονται κοντά και επομένως οι κλιματικές συνθήκες, οι οποίες σύμφωνα με τον Leather (2010) θα μπορούσαν να διαφοροποιήσουν την εμφάνιση των φαινολογικών σταδίων, είναι οι ίδιες σε όλες τις Πειραματικές Περιοχές. Μεταβολές στο BBCH λόγω της προσβολής θα μπορούσε ενδεχομένως να διερευνηθεί περαιτέρω.

Στις Πειραματικές Περιοχές 2 και 3, κατά τη διαδικασία καταγραφής των φαινολογικών σταδίων των πειραματικών δένδρων μουριάς καταγράφηκαν δένδρα που ξεράθηκαν λόγω του εντόμου. Στην Πειραματική Περιοχή 2, ξεράθηκαν δένδρα πριν την δεύτερη καταγραφή, προφανώς λόγω υψηλής έντασης προσβολής. Στην Πειραματική Περιοχή 1 δεν υπήρξε καμία απώλεια δένδρου μουριάς λόγω της προσβολής του εντόμου ενδεχομένως λόγω του ότι οι προσβολές είναι χαμηλής σχετικά έντασης και σχετικά πιο πρόσφατες αλλά και λόγω των καλλιεργητικών φροντίδων (άρδευση, λίπανση). Αυτό συμβαίνει επειδή, σύμφωνα με τον ΕΡΡΟ (2022) η δραστηριότητα του εντόμου έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή κατάρρευση του δένδρου μέσω της δυσκολίας που δημιουργείται στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων με τελικό αποτέλεσμα τον θάνατο του δένδρου (Leivadara, 2018; Sarto i Monteys et al., 2021).

Από την κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος και την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων διακρίνουμε πως γενικά οι οπές εμφανίζονται σε δένδρα μουριάς με σχετικά μεγάλη περίμετρο κορμού. Οι διαφοροποιήσεις στις Πειραματικές Περιοχές ως προς το ποια δένδρα έχουν προσβληθεί σε σχέση με το ύψος και την περίμετρο κορμού, μπορεί να οφείλονται εν μέρη και στο μέγεθος και την ηλικία των υφιστάμενων δένδρων σε κάθε Πειραματική Περιοχή. Η προτίμηση του εντόμου να προσβάλει μεγαλύτερα δένδρα όπως φαίνεται στην παρούσα μελέτη, έχει παρατηρηθεί και από τους Sarto i Monteys et al. (2021), οι οποίοι αναφέρουν πως τα θηλυκά άτομα *Xylotrechus chinensis* προτιμούν να γεννούν ωά σε μεγαλύτερα δένδρα.

Από την λεπτομερή καταγραφή του προσανατολισμού και της θέσης των οπών εξόδου πάνω στον κορμό, που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού συστήματος, ήταν δυνατή η ανίχνευση της κατανομής των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους πάνω στον κορμό και σε σχέση με τους επικρατέστερους προσανατολισμούς. Γενικά, υπήρχαν διαφοροποιήσεις σε ότι αφορά τους προσανατολισμούς των οπών, ανά Πειραματική Περιοχή αλλά και σε κάθε κατηγορία απόστασης από τη βάση του κορμού ή από τη βάση των βραχιόνων. Ωστόσο, φαίνεται ότι οι οπές βρίσκονται κυρίως στα Βόρεια ή Βόρειο-Ανατολικά τμήματα των δένδρων, γεγονός που φαίνεται να συμφωνεί με τις παρατηρήσεις των Leivadara (2018) και Sarto i Monteys et al. (2021). Οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν όσον αφορά τον προσανατολισμό των οπών εξόδου ανάμεσα στις Πειραματικές Περιοχές ενδεχομένως να οφείλονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δένδρων και του περιβάλλοντος χώρου κάθε περιοχής, καθώς και στα επίπεδα προσβολής του κάθε δένδρου. Οι Sarto i Monteys et al. (2021) παρατήρησαν ότι τα θηλυκά άτομα του *Xylotrechus chinensis* προτιμούν να ωτοκοούν σε πιο θερμούς προσανατολισμούς.

Ο φωτισμός κατά τη διάρκεια της νύχτας, των δρόμων στους οποίους βρίσκονται τα δένδρα μουριάς, θα μπορούσε να εξηγήσει ενδεχομένως γιατί κάποια από τα δένδρα έχουν προσβληθεί, ενώ τα διπλανά τους όχι. Οι Sarto i Monteys et al. (2021) παρατήρησαν ότι τα θηλυκά άτομα του *Xylotrechus chinensis* προτιμούν πιο θερμούς προσανατολισμούς, ωστόσο, δεν αναφέρονται σε περιπτώσεις αντικειμένων, όπως τα κτήρια, τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν σκίαση και ενδεχομένως λόγω της σκίασης και μείωση της θερμοκρασίας. Στη μελέτη αυτή καταγράφονται

---

τα κτήρια (ή κατασκευές) που θα μπορούσαν να προκαλέσουν σκίαση και ενδεχομένως να εμποδίζουν ή να ευνοούν τις συνθήκες για προσβολή, λόγω μειωμένου φωτισμού ή πτώσης της θερμοκρασίας. Η διαφοροποίηση στο φωτισμό σε σχέση με τις προσβολές, θα μπορούσε να εξηγηθεί σε σχέση με τη μεταβολή στη φωτοσυνθετική δυνατότητα των δένδρων ή σχέση με την συμπεριφορά του εντόμου (π.χ. φωτόφιλο, φωτόφοβο).

---

## 5 Συμπεράσματα

Γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι από την ανάλυση και τα ευρήματα της παρούσης μελέτης προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα χωροκατακτητικά ξυλοφάγα έντομα, *Xylotrechus* spp., αποτελούν σοβαρό εντομολογικό πρόβλημα των δένδρων μουριάς του αστικού πρασίνου.
- Η ψηφιοποίηση των δένδρων, της εξέλιξης των προσβολών και των συμπτωμάτων, καθώς και του περιβάλλοντος χώρου αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την επιτυχή διαχείριση του προβλήματος.
- Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης αναπτύχθηκε για πρώτη φορά παγκοσμίως ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων πεδίου για την περίπτωση των ξυλοφάγων εντόμων της μουριάς
- Το υλοποιημένο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων πεδίου παρείχε εύκολη, ταχύτατη και αξιόπιστη δυνατότητα συλλογής δεδομένων, χωρίς να απαιτείται η χρήση καταγραφών ή σημειώσεων σε χαρτί.
- Χωρίς παρεμβάσεις ή επεμβάσεις η προσβολή αυξάνεται.
- Καλλιεργητικές φροντίδες όπως η άρδευση βοηθούν ώστε να έχουμε μικρότερης έντασης προσβολή όπως φάνηκε από τα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και των άλλων δύο περιοχών.
- Η αύξηση και χωρική επέκταση της προσβολής γίνεται σταδιακά.
- Υπάρχει γενικά, μεγαλύτερη προσβολή στους βραχίονες σε σχέση με τους κορμούς και αυτό είναι σημαντικό για την εκτίμηση του επιπέδου των προσβολών και την αντιμετώπιση με μεγαλύτερη ακρίβεια.
- Η δραστηριότητα του εντόμου έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή κατάρρευση του δένδρου με τελικό αποτέλεσμα τον θάνατο του.
- Υπάρχει προτίμηση του εντόμου να προσβάλει μεγαλύτερα δένδρα.
- Γενικά, οι οπές βρίσκονται κυρίως στα Βόρεια ή Βόρειο-Ανατολικά τμήματα των δένδρων.
- Η ύπαρξη κλάδων με ξερά φύλλα που οφείλονται στην προσβολή του εντόμου, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τον γρήγορο και απομακρυσμένο εντοπισμό των προσβεβλημένων δένδρων.

---

## 6 Βιβλιογραφία

- Benker U., 2008. Stowaways in wood packaging material. Current Situation in Bavaria. *Forstschutz Aktuell*, 44, 30–31.
- Chang J.C., 2006. Taxonomy and cultivar improvement of mulberry in Taiwan. *Journal of the Taiwan Society for Horticultural Science*, 52, 377– 392 (in Chinese with English summary).
- Cherepanov A.I., 1982. *Cerambycidae of Northern Asia. Volume 2. Cerambycinae. Part II.* Otdelenie S., Ed.; Nauka Publishers, Siberian Division: Novosibirsk, Russia. Translated from Russian in 1988. Amerind Publishing Co., Pvt. Ltd. New Delhi).
- Cocquempot C., Desbles F., Mouttet R. and Valladares L., 2019. *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat, 1852), nouvelle espece invasive pour la France metropolitaine (Coleoptera, Cerambycidae, Clytini). *Bulletin De La Societe Entomologique De France*, 124, 27–62.
- Danilevsky M.L., 2020. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, vol. 6 (1), Chrysomeloidea I. (Vesperidae, Disteniidae, Cerambycidae).* Revised and updated edition. Leiden/Boston: Brill, i-xxii, 1-712. Updated 2.3.2021.
- Demetriou J., Kalaentzis K., Kazilas C., Koutsoukos E., Avtzis D.N. and Georgiadis C., 2021. Revisiting the non-native insect fauna of Greece: Current trends and an updated checklist. *NeoBiota*, 65, 93.
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), 2021. Bragard C., Baptista P., Chatzivassiliou E., Di Serio F., Gonthier P., Jaques Miret J.A., Justesen A.F., Magnusson C.S., Milonas P., Navas-Cortes J.A., Parnell S., Potting R., Reignault P.L., Stefani E., Thulke H-H, Van der Werf W., Vicent Civera A., Yuen J., Zappala L., Gregoire J.C., Malumphy C., Kertesz V., Maiorano A. and MacLeod A., 2021. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Xylotrechus chinensis*. *EFSA Journal* 2021;19(12):7022, 26 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.7022>.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018a. First Report of *Xylotrechus chinensis* in Spain. EPPO Reporting Service no. 08: 2018/155.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018b. First Report of *Xylotrechus chinensis* in Crete, Greece. EPPO Reporting Service no. 08: 2018/156.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018c. *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae): addition to the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service no. 08: 2018/157.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2019b. Update on the Situation of *Xylotrechus chinensis* in France. EPPO Reporting Service no. 05: 2019/098.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018. EPPO Alert List – *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae), [https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant\\_quarantine/alert\\_list\\_insects/xylotrechus\\_chinensis](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_insects/xylotrechus_chinensis).
- EPPO Global Database, European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2022. <https://gd.eppo.int/>
- Fujita H., 2010. Three new subspecies of *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat, 1852) and *X. reductemaculatus* Hayashi, 1968 (Coleoptera, Cerambycidae) from Japan. *Gekkan-Mushi*, 476, 30–35.
- Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E., Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler

- 
- Pflanzen - Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 44, 265–270.
- Han Y.E. and Lyu D.P., 2010. Taxonomic review of the genus *Xylotrechus* (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae) in Korea with a newly recorded species. Korean Journal of Applied Entomology, 49, 69–82. doi: 10.5656/KSAE.2010.49.2.069
- Iwabuchi K., Takahashi J. and Sakai T., 1987. Occurrence of 2, 3-octanediol and 2-hydroxy-3-octanone, possible male sex pheromone in *Xylotrechus chinensis* Chevrolat (Coleoptera: Cerambycidae). Applied Entomology and Zoology, 22, 110–111.
- Kavallieratos N. G., Boukouvala M. C., Skourti A., Nika E. P., Papadoulis G. Th., 2022. Trunk Injection with Insecticides Manages *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat) (Coleoptera: Cerambycidae). Insects, 13(12), 1106. doi: 10.3390/insects13121106.
- Kuwahara Y., Matsuyama S. and Suzuki T., 1987. Identification of 2,3-octanediol and 2-hydroxy-3-octanone from male *Xylotrechus chinensis* Chevrolat as possible sex pheromones (Coleoptera: Cerambycidae). Applied Entomology and Zoology, 30, 25–28.
- Leather S.R., 2010. Precise knowledge of plant growth stages enhances applied and pure research. Annals of Applied Biology, 157, 159–161.
- Leivadara E., Leivadaras I., Vontas, I., Trichas A., Simoglou K., Roditakis E., Avtzis D.N., 2018. First record of *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera, Cerambycidae) in Greece and in the EPPO region. EPPO Bull., 48, 277–280.
- Leivadara E., Leivadaras I., Vontas I., Trichas A., Simoglou K., Roditakis E. and Avtzis D.N., 2018. First record of *Xylotrechus chinensis* (Coleoptera, Cerambycidae) in Greece and in the EPPO region. EPPO Bulletin, 48, 277–280.
- Lim J., Jung S.Y., Lim J.S., Jang J., Kim K.M., Lee Y.M. and Lee B.W., 2014. A review of host plants of Cerambycidae (Coleoptera: Chrysomeloidea) with new host records for fourteen cerambycids, including the Asian longhorn beetle (*Anoplophora glabripennis* Motschulsky), in Korea. Korean Journal of Applied Entomology, 53, 111–133. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2013.11.1.061>.
- Machii H., Koyama A., Yamanouchi H., 1999. A list of genetic mulberry resources maintained at National Institute of Sericultural and Entomological Science. Miscellaneous Publication of the National Institute of Sericultural \Entomological Science, 26, 1–77.
- Nowak M. M., Dziób K., Ludwisiak Ł., Chmiel J., 2020. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. Global Ecol. Conserv., 23, e01089. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01089.
- Oriana 4, 2022. Oriana software (<https://www.kovcomp.co.uk/>).
- Πετρίδου Ο., Ποντικάκος Κ., Περδίκης Δ., 2022a. Ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής και χωρικής ανάλυσης των προσβολών από τα έντομα του γένους *Xylotrechus* σε δένδρα μουριάς, 4ο Συνέδριο Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον, 24 - 26 Μαΐου 2022, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Πετρίδου Ο., Ποντικάκος Κ., Περδίκης Δ., 2022b. Χωρική κατανομή προσβολών εντόμων *Xylotrechus* spp. σε δένδρα μουριάς του αστικού πρασίνου, 19ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, 23-27 Μαΐου, 2022 Αργίνο.
- Philadelphia U.S. Customs and Border Protection, 2011. Philly CBP Intercepts Nation's First *Xylotrechus chinensis* Beetle. Available online: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/philly-cbpintercepts-nations-first-xylotrechus-chinensis-beetlenations-first-xylotrechus-chinensis-beetle>.
-

- 
- Pontikakos C.M., Kontodimas D.C., Tsiligiridis T., 2015. A location aware system for integrated management of *Rhynchophorus ferrugineus* in urban systems. *Computers, Environment and Urban Systems* 50, 74-88.
- Pontikakos C.M., Tsiligiridis T.A., Drougka M.E., 2010. Location-aware system for olive fruit fly spray control. *Computers and Electronics in Agriculture* 70, 355-368.
- Pontikakos C.M., Tsiligiridis T.A., Yialouris C.P., Kontodimas D.C., 2012. Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system, *Computers and Electronics in Agriculture* 87, 39-50.
- QField, 2022. <https://qfield.org>.
- QGIS Development Team, 2022. <https://qgis.org>.
- Rosado L., Faria P., Gonçalves J., Silva E., Vasconcelos A., Braga C., Oliveira J., Gomes R., Barbosa T., Ribeiro D., Nogueira T., Ferreira A., Carlos C., 2022. EyesOnTraps: AI-Powered Mobile-Based Solution for Pest Monitoring in Viticulture. *Sustainability* 14(15):9729. <https://doi.org/10.3390/su14159729>.
- Sánchez-Salcedo E. m., Martínez-Nicolás J. j., Hernández Fca., 2017. Phenological growth stages of mulberry tree (*Morus* sp.) codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology* 171, 441–450. <https://doi.org/10.1111/aab.12386>
- Sarto i Monteys V, Costa Ribes A and Savin I, 2021. The invasive longhorn beetle *Xylotrechus chinensis*, pest of mulberries, in Europe: Study on its local spread and efficacy of abamectin control. *PLoS One*, 16.
- Sarto i Monteys V. and Torras i Tutusaus G., 2018. A new alien invasive longhorn beetle, *Xylotrechus chinensis* (Cerambycidae), is infesting mulberries in Catalonia (Spain). *Insects*, 9.
- Schrader G., 2017. Express PRA zu *Xylotrechus chinensis*. Julius Kuhn Institute for National and International Affairs on Plant Health. PRA diptych: 2 pp.
- Stata/MP 17. 0, 2021. Statistical software for data science, [www.stata.com](http://www.stata.com).
- STATGRAPHICS, 2021. Data Analysis Solutions, <https://www.statgraphics.com>.
- Tavakilian G and Chevillotte H, 2015. Cerambycidae database (Apr 2015), <https://titan.gbif.fr/>
- Valladares L, Brustel H and Cocquempot C, 2019. *Xylotrechus chinensis*: nouvelle espece invasive arrivee d'Asie. *Passion Entomologie*. Available online: <https://passion-entomologie.fr/xylotrechus-chinensisnouvelle-espece-invasive/>.
- Williams-Linera G., 2003. Temporal and spatial phenological variation of understory shrubs in a tropical montane cloud forest. *Biotropica*, 35, 28– 36.



---

## Εικόνες

Εικόνα 1.1. Ενήλικα άτομα <i>Xylotrechus chinensis</i> .....	8
Εικόνα 1.2. Ταξινόμικά χαρακτηριστικά του γένους <i>Xylotrechus</i> .....	9
Εικόνα 1.3. Παγκόσμια εξάπλωση του <i>Xylotrechus chinensis</i> .....	11
Εικόνα 1.4. Συμπτώματα από το <i>Xylotrechus chinensis</i> σε δένδρα μουριάς .....	12
Εικόνα 1.5. Παγκόσμια εξάπλωση <i>Morus alba</i> (πάνω) και του <i>Morus nigra</i> (κάτω) .....	14
Εικόνα 1.6. Χαρακτηριστικά εφαρμογών χαρτογράφησης για κινητές συσκευές .....	16
Εικόνα 2.1. Χάρτης των πειραματικών περιοχών .....	20
Εικόνα 2.2. Πειραματικές περιοχές.....	21
Εικόνα 2.3. Αρχιτεκτονική προτεινόμενου ηλεκτρονικού συστήματος.....	22
Εικόνα 2.4. Χωρική βάση δεδομένων .....	23
Εικόνα 2.5. Καταγραφή χαρακτηριστικών των δένδρων και συμπτωμάτων των προσβολών .....	24
Εικόνα 2.6. Κλιματικά δεδομένα θερμοκρασίας περιόδου 1955-2010.....	25
Εικόνα 2.7. Μετεωρολογικά δεδομένα της θερμοκρασίας για τα έτη 2018-2022.....	26
Εικόνα 3.1. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 1 .....	28
Εικόνα 3.2. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 2 .....	28
Εικόνα 3.3. Χάρτης υλοποιημένης γεωβάσης για την Πειραματική Περιοχή 3 .....	29
Εικόνα 3.4. Οι Πειραματικές Περιοχές στο κινητό ηλεκτρονικό σύστημα.....	30
Εικόνα 3.5. Κ-ΓΠΣ μαζί με τις φόρμες ηλεκτρονικής καταγραφής των πειραματικών δεδομένων .....	30
Εικόνα 3.6. Περίμετρος και μήκος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή ..	31
Εικόνα 3.7. Περίμετρος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή .....	31
Εικόνα 3.8. Μήκος κορμού δένδρων μουριάς ανά πειραματική περιοχή .....	32
Εικόνα 3.9. Εξέλιξη φαινολογικών σταδίων (BBCH) ανά Πειραματική Περιοχή.....	33
Εικόνα 3.10. Διάρκεια επισκοπήσεων με χρήση του κινητού ΓΠΣ.....	33
Εικόνα 3.11. Αριθμός προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς.....	34
Εικόνα 3.12. Ποσοστό προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς .....	34
Εικόνα 3.13. Αριθμός προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς ξεχωριστά για οπές σε βραχίονες και κορμό.....	35
Εικόνα 3.14. Ποσοστό προσβεβλημένων και μη προσβεβλημένων δένδρων μουριάς ξεχωριστά για οπές σε βραχίονες και κορμό.....	35
Εικόνα 3.15. Πρόσθετος αριθμός ξερών δένδρων μουριάς ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής.....	36
Εικόνα 3.16. Κατανομή των οπών του κορμού ως προς το ύψος του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων .....	37

---

Εικόνα 3.17. Κατανομή των οπών του κορμού ως προς την περίμετρο του κορμού των προσβεβλημένων δένδρων .....	38
Εικόνα 3.18. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1).....	39
Εικόνα 3.19. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2).....	39
Εικόνα 3.20. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3).....	40
Εικόνα 3.21. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1) .....	41
Εικόνα 3.22. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2) .....	41
Εικόνα 3.23. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τον αριθμό των οπών στον κορμό (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3) .....	42
Εικόνα 3.24. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1).....	43
Εικόνα 3.25. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2).....	43
Εικόνα 3.26. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις νέες οπές στον κορμό (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3).....	44
Εικόνα 3.27. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε πειραματική περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	45
Εικόνα 3.28. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	46
Εικόνα 3.29. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	47
Εικόνα 3.30. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) ...	48
Εικόνα 3.31. Θηκόγραμμα απόστασης οπών από κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά έτος για κάθε πειραματική περιοχή και κάθε έτος καταγραφής.....	49
Εικόνα 3.32. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021.....	49
Εικόνα 3.33. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού για το έτος καταγραφής 2021 .....	50
Εικόνα 3.34. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή για το έτος καταγραφής 2021 .....	51
Εικόνα 3.35. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για το έτος καταγραφής 2021 .....	52
Εικόνα 3.36. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση του κορμού για κάθε Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.....	53

---

---

Εικόνα 3.37. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση του κορμού για το έτος καταγραφής 2022 .....	54
Εικόνα 3.38. Θηκόγραμμα απόστασης των οπών από τη βάση των βραχιόνων για κάθε πειραματική περιοχή για το έτος καταγραφής 2022 .....	55
Εικόνα 3.39. Επίδραση των πειραματικών περιοχών στην απόσταση εμφάνισης των οπών εξόδου από τη βάση των βραχιόνων για το έτος καταγραφής 2022 .....	56
Εικόνα 3.40. Ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής .....	57
Εικόνα 3.41. Ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους κορμούς των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.....	57
Εικόνα 3.42. Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021) .....	58
Εικόνα 3.43. Κατανομή των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022) .....	59
Εικόνα 3.44. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η και 2η καταγραφή.....	60
Εικόνα 3.45. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021) .....	61
Εικόνα 3.46. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022) .....	62
Εικόνα 3.47. Προσανατολισμός των οπών κορμού σε σχέση με την απόσταση εμφάνισής τους από τη βάση των βραχιόνων κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021).....	63
Εικόνα 3.48. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με το ύψος εμφάνισής τους στον κορμό ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022) .....	64
Εικόνα 3.49. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1).....	65
Εικόνα 3.50. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2).....	65
Εικόνα 3.51. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3).....	66
Εικόνα 3.52. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1).....	67
Εικόνα 3.53. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2).....	67
Εικόνα 3.54. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3).....	68
Εικόνα 3.55. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1).....	69

---

Εικόνα 3.56. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2).....	69
Εικόνα 3.57. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές στους βραχίονες (για 1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3).....	70
Εικόνα 3.58. Ραβδόγραμμα του αριθμού των οπών στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής .....	71
Εικόνα 3.59. Ραβδόγραμμα με το ποσοστό (%) των οπών στους βραχίονες των δένδρων ανά Πειραματική Περιοχή και Έτος καταγραφής.....	71
Εικόνα 3.60. Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων και τον προσανατολισμό για την 1η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1.....	72
Εικόνα 3.61. Κατανομή των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την 2η καταγραφή και την Πειραματική Περιοχή 1.....	73
Εικόνα 3.62. Προσανατολισμός των οπών σε σχέση με την απόσταση από τη βάση των βραχιόνων για την Πειραματική Περιοχή 1 (1η και 2η καταγραφή) .....	74
Εικόνα 3.63. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων και το μήκος τους ανά Πειραματική Περιοχή για την 1η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2021) .....	75
Εικόνα 3.64. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022).....	76
Εικόνα 3.65. Αριθμός οπών σε σχέση με τον προσανατολισμό των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για την 2η καταγραφή (Έτος καταγραφής 2022).....	77
Εικόνα 3.66. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1) .....	78
Εικόνα 3.67. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2) .....	78
Εικόνα 3.68. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3) .....	79
Εικόνα 3.69. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1) .....	80
Εικόνα 3.70. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2) .....	80
Εικόνα 3.71. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (2η καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3) .....	81
Εικόνα 3.72. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 1).....	82
Εικόνα 3.73. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 2).....	82
Εικόνα 3.74. Χάρτης έντασης προσβολής σε σχέση με τις οπές σε κορμό και βραχίονες (1 έτος, Πειραματική Περιοχή 3).....	83
Εικόνα 3.75. Ποσοστό ξερών κλάδων ανά Πειραματική Περιοχή και έτος καταγραφής...	84

---

Εικόνα 3.76. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1) .....	85
Εικόνα 3.77. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 1) .....	85
Εικόνα 3.78. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2) .....	86
Εικόνα 3.79. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 2) .....	86
Εικόνα 3.80. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (1 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3) .....	87
Εικόνα 3.81. Χάρτης αναλογίας ξερών προς φυσιολογικούς κλάδους και ένταση προσβολής σε σχέση με κλάδους που έχουν ξερά φύλλα (2 <sup>η</sup> καταγραφή, Πειραματική Περιοχή 3) .....	87
Εικόνα 3.82. Γράφημα διασποράς των οπών των κορμών και των βραχιόνων σε σχέση με την απόσταση των ιστίων ηλεκτροφωτισμού (Πειραματική Περιοχή 3, έτη 2021 και 2022) .....	88
Εικόνα 3.83. Ένταση προσβολής οπών των κορμών και των βραχιόνων (έτη 2021 και 2022) και περιοχές επιρροής του ηλεκτροφωτισμού (Πειραματική Περιοχή 3). .....	88

---

## Πίνακες

Πίνακας 1. Ξενιστές του <i>Xylotrechus chinensis</i> .....	9
Πίνακας 2. Τα βιολογικά στάδια του <i>Xylotrechus chinensis</i> και η σχέση τους με το φυτό-ξενιστή .....	10
Πίνακας 3. Συγκριτικός πίνακας χαρακτηριστικών των εφαρμογών .....	16
Πίνακας 4. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).....	45
Πίνακας 5. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	46
Πίνακας 6. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	46
Πίνακας 7. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	47
Πίνακας 8. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022) .....	48
Πίνακας 9. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών και για τα δύο έτη καταγραφής (2021 και 2022).....	48
Πίνακας 10. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021 .....	50
Πίνακας 11. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021 .....	50
Πίνακας 12. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2021 .....	51
Πίνακας 13. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2021 .....	51
Πίνακας 14. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2021.....	52
Πίνακας 15. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2021 .....	52
Πίνακας 16. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού ανά Πειραματική Περιοχή και για το έτος καταγραφής 2022 .....	53
Πίνακας 17. Μέση απόσταση των οπών του κορμού ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022 .....	54
Πίνακας 18. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2022 .....	54
Πίνακας 19. Πίνακας Ανάλυσης της Διασποράς (ANOVA) για την απόσταση των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.....	55

---

Πίνακας 20. Μέση απόσταση των οπών του κορμού από τη βάση των βραχιόνων ανά Πειραματική Περιοχή για το έτος καταγραφής 2022.....	56
Πίνακας 21. Σύγκριση των μέσων αποστάσεων των οπών κορμού από τη βάση των βραχιόνων των Πειραματικών Περιοχών για το έτος καταγραφής 2022 .....	56