



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

«ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ  
ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΟΔΟ ΤΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ»

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΤΟΥ**  
**ΚΥΡΙΑΚΑΚΗ ΠΕΤΡΟΥ**

**XANIA, 2022**



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

«ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ  
ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΟΔΟ ΤΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ»

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΥΡΙΑΚΑΚΗ ΠΕΤΡΟΥ

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**Καθηγητής ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)**

**Αν. Καθηγητής ΤΡΥΦΩΝ ΔΑΡΑΣ**

**Αν. Καθηγήτρια ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΔΙΜΕΛΛΗ**

**ΧΑΝΙΑ, 2022**



Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

## Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Δομή επόμενων κεφαλαίων .....	9
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....	10
2.1 Θόρυβος.....	10
2.2 Περιβαλλοντικός θόρυβος.....	10
2.2.1 Μηχανολογικός θόρυβος.....	10
2.2.2 Κυκλοφοριακός θόρυβος.....	10
2.2.3 Αστικός θόρυβος.....	11
2.3 Μονάδες έντασης ήχου.....	11
2.4 Όρια θορύβου.....	12
2.5 Επίδραση στην υγεία .....	15
2.5.1 Πρόβλημα ακοής.....	15
2.5.2 Ενόχληση.....	16
2.5.3 Διαταραχή ύπνου .....	16
2.5.4 Φυσιολογία του οργανισμού και Καρδιοαγγειακό σύστημα.....	16
2.5.5 Ψυχική ευεξία.....	17
2.6 Μέτρα αντιμετώπισης περιβαλλοντικού θορύβου.....	17
3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	20
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	25
4.1 Οργανολογία .....	27
4.2 Υπολογισμός δεικτών .....	28
4.3 Minitab 2019.....	29
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	30
5.1 Παγκόσμιο πρωτάθλημα – socca.....	30
5.2 Καρναβάλι .....	38
5.3 Περίοδος απαγόρευσης κυκλοφορίας λόγω COVID-19.....	50
5.4 Σύγκριση και στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	56

5.4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την διάρκεια του παγκόσμιου πρωταθλήματος SOCCA.....	56
5.4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας.....	62
5.4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας.....	67
5.4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του καρναβαλιού .....	72
5.4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του καρναβαλιού .....	74
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	76
6.1 Συμπεράσματα αποτελεσμάτων .....	76
6.2 Προτάσεις για το μέλλον .....	78
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	81
8.1 Παράρτημα Διαγραμμάτων .....	81
8.2 Παράρτημα Εικόνων .....	96
Απεικόνιση αποτελεσμάτων στατιστικής ανάλυσης .....	96



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος αποτελεί ένα σοβαρό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία τόσο σε υψηλά όσο και σε χαμηλά επίπεδα στα αστικά κέντρα.

Στην διπλωματική αυτή εργασία μελετήθηκε ο κυκλοφοριακός και ο αστικός θόρυβος που παράγεται σε συγκεκριμένο πλήθος ημερών στην παραλιακή οδό της πόλης του Ρεθύμνου. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τόσο σε συνθήκες καθημερινής ζωής όσο και κατά τη διεξαγωγή δημοφιλών εκδηλώσεων, με στόχο να προκύψει ένα συμπέρασμα από τη μεταξύ τους συσχέτιση. Ακόμη έγινε συσχέτιση των γεγονότων αυτών με την προκληθείσα ηχητική ρύπανση αλλά και τη γενικότερη επίδραση στη ζωή των πολιτών. Κατόπιν επιλογής των σημείων ενδιαφέροντος, ακολουθήθηκε κυκλική πορεία στη συλλογή των δεδομένων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Μέσα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα γεγονότα που διαδραματίστηκαν στη πόλη προκάλεσαν εμφανή αύξηση στα επίπεδα του θορύβου. Έκθεση των πολιτών στα υψηλά αυτά επίπεδα και ειδικά για μεγάλο χρονικό διάστημα είναι ικανή να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στην υγεία. Μπορεί λοιπόν ο θόρυβος φαινομενικά να μην είναι η πιο απειλητική για τη ζωή μορφή ρύπανσης, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν χρήζει επαγρύπνησης. Η μείωση των επιπέδων του θορύβου αποτελεί σημαντικό στόχο για πολλές χώρες, καθώς είναι ένα πρόβλημα που παρατηρείται σε όλο τον κόσμο. Με την επίλυση του προβλήματος αυτού, θα προέλθει ευημερία στην κοινωνία και την καθημερινή ζωή των πολιτών. Ωστόσο πρέπει να γίνει αντιληπτή η σημασία της συμβολής του κάθε ανθρώπου ξεχωριστά, καθώς η ευαισθητοποίηση και το αίσθημα ατομικής ευθύνης μπορούν να αποτελέσουν κινητήριο δύναμη για την ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού.

## **ABSTRACT**

Environmental noise is a serious risk to human health at both high and low levels in urban centers.

In this dissertation was studied the traffic and urban noise produced in a certain number of days on the coastal road of the city of Rethymno. Measurements were taken both in everyday life and during popular events, in order to draw a conclusion from the correlation between them. These events were also correlated with the caused noise pollution and the general impact on the lives of citizens. After selecting the points of interest, a cyclical process was followed in the collection of data at specific times during the day.

Through the processing of the results, it is concluded that the events that took place in the city caused an obvious increase in the noise levels. Exposure of citizens to these high levels and especially for a long time is capable of creating serious health problems. So noise may not seem to be the most life-threatening form of pollution, but that does not mean it does not need to be vigilant. Reducing noise levels is an important goal for many countries, as it is a worldwide problem. By solving this problem, there will be prosperity in society and the daily life of citizens. However, the importance of each individual contribution must be understood, as awareness and a sense of individual responsibility can be a driving force for tackling this problem radically.

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Ανώτατα όρια θορύβου σε περιοχές (ixoripansistop.gr) .....	12
Πίνακας 2.2: Οδηγός μέγιστων επιτρεπτών τιμών θορύβου (library.tee.gr) .....	13
Πίνακας 2.3: Επιτρεπτά όρια θορύβου (library.tee.gr) .....	14
Πίνακας 4.1: Γεγονότα και ημερομηνίες κατά τη συλλογή των δεδομένων .....	26
Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	30
Πίνακας 5.2 Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	31
Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	32
Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	33
Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	33
Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	34
Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	35
Πίνακας 5.8: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	36
Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	37
Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	38
Πίνακας 5.11: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	39
Πίνακας 5.12: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	40
Πίνακας 5.13: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	41
Πίνακας 5.14: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	42
Πίνακας 5.15: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	43
Πίνακας 5.16: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	44
Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	45
Πίνακας 5.18: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	46
Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	47
Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	48

<b>Πίνακας 5.21:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	49
<b>Πίνακας 5.22:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	50
<b>Πίνακας 5.23:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	51
<b>Πίνακας 5.24:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	52
<b>Πίνακας 5.25:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	53
<b>Πίνακας 5.26:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.....	54
<b>Πίνακας 5.27:</b> Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων .....	55

### **Κατάλογος Διαγραμμάτων**

<b>Διάγραμμα 5.1:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 17/10/2019 .....	30
<b>Διάγραμμα 5.2:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 17/10/2019 .....	31
<b>Διάγραμμα 5.3:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 17/10/2019 .....	32
<b>Διάγραμμα 5.4:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 20/10/2019 .....	33
<b>Διάγραμμα 5.5:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 20/10/2019 .....	34
<b>Διάγραμμα 5.6:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 20/10/2019 .....	35
<b>Διάγραμμα 5.7:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 24/10/2019 .....	36
<b>Διάγραμμα 5.8:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 24/10/2019 .....	37
<b>Διάγραμμα 5.9:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 24/10/2019 .....	38
<b>Διάγραμμα 5.10:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 23/02/2020 .....	39
<b>Διάγραμμα 5.11:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 23/02/2020 .....	40
<b>Διάγραμμα 5.12:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 23/02/2020 .....	41
<b>Διάγραμμα 5.13:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 27/02/2020 .....	42
<b>Διάγραμμα 5.14:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 27/02/2020 .....	43
<b>Διάγραμμα 5.15:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 27/02/2020 .....	44
<b>Διάγραμμα 5.16:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 01/03/2020 .....	45
<b>Διάγραμμα 5.17:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 01/03/2020 .....	46
<b>Διάγραμμα 5.18:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 01/03/2020 .....	47
<b>Διάγραμμα 5.19:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 05/03/2020 .....	48
<b>Διάγραμμα 5.20:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 05/03/2020 .....	49
<b>Διάγραμμα 5.21:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 05/03/2020 .....	50

<b>Διάγραμμα 5.22:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 05/04/2020 .....	51
<b>Διάγραμμα 5.23:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 05/04/2020 .....	52
<b>Διάγραμμα 5.24:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 05/04/2020 .....	53
<b>Διάγραμμα 5.25:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 09/04/2020 .....	54
<b>Διάγραμμα 5.26:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 09/04/2020 .....	55
<b>Διάγραμμα 5.27:</b> Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 09/04/2020 .....	56
<b>Διάγραμμα 5.28:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στη Μαρίνα Ρεθύμνου. ....	57
<b>Διάγραμμα 5.29:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. ....	59
<b>Διάγραμμα 5.30:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στο Λύκειο Ελληνίδων .....	61
<b>Διάγραμμα 5.31:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	63
<b>Διάγραμμα 5.32:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	64
<b>Διάγραμμα 5.33:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη .....	65
<b>Διάγραμμα 5.34:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη.....	65
<b>Διάγραμμα 5.35:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.....	66
<b>Διάγραμμα 5.36:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων .....	67
<b>Διάγραμμα 5.37:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	68
<b>Διάγραμμα 5.38:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου. ....	68
<b>Διάγραμμα 5.39:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. ....	69

<b>Διάγραμμα 5.40:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορία στη Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη.....	70
<b>Διάγραμμα 5.41:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.....	71
<b>Διάγραμμα 5.42:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.....	71
<b>Διάγραμμα 5.43:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στη Μαρίνα Ρεθύμνου .....	72
<b>Διάγραμμα 5.44:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. ....	73
<b>Διάγραμμα 5.45:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στο Λύκειο Ελληνίδων.....	73
<b>Διάγραμμα 5.46:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στη Μαρίνα Ρεθύμνου. ....	74
<b>Διάγραμμα 5.47:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. ....	75
<b>Διάγραμμα 5.48:</b> Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στο Λύκειο Ελληνίδων.....	75
<b>Διάγραμμα 8.1:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	81
<b>Διάγραμμα 8.2:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	82
<b>Διάγραμμα 8.3:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	82
<b>Διάγραμμα 8.4:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	83
<b>Διάγραμμα 8.5:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	83
<b>Διάγραμμα 8.6:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	84
<b>Διάγραμμα 8.7:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	84
<b>Διάγραμμα 8.8:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	85

<b>Διάγραμμα 8.9:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca .....	85
<b>Διάγραμμα 8.10:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	86
<b>Διάγραμμα 8.11:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	87
<b>Διάγραμμα 8.12:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	87
<b>Διάγραμμα 8.13:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	88
<b>Διάγραμμα 8.14:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	88
<b>Διάγραμμα 8.15:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	89
<b>Διάγραμμα 8.16:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	90
<b>Διάγραμμα 8.17:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	90
<b>Διάγραμμα 8.18:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	91
<b>Διάγραμμα 8.19:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	91
<b>Διάγραμμα 8.20:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	92
<b>Διάγραμμα 8.21:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο του καρναβαλιού .....	93
<b>Διάγραμμα 8.22:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	93
<b>Διάγραμμα 8.23:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	94
<b>Διάγραμμα 8.24:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	94
<b>Διάγραμμα 8.25:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	95
<b>Διάγραμμα 8.26:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	95
<b>Διάγραμμα 8.27:</b> Ωριαίες τιμές του δείκτη $L_{eq}$ για την περίοδο της καραντίνας .....	96

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 4.1:</b> Κάτοψη παραλιακής οδού του Ρεθύμνου.....	25
<b>Εικόνα 4.2:</b> Όργανο MASTECH MS6701: Digital Sound Level Meter ( <a href="https://toolboom.com/en/digital-sound-level-meter-mastech-ms6701/">https://toolboom.com/en/digital-sound-level-meter-mastech-ms6701/</a> ).....	27
<b>Εικόνα 4.3:</b> Παρουσίαση περιβάλλοντος οθόνης Minitab 19 ( <a href="https://filecr.com/windows/minitab/">https://filecr.com/windows/minitab/</a> ) .....	29
<b>Εικόνα 5.1:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	58
<b>Εικόνα 5.2:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	60
<b>Εικόνα 5.3:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	62
<b>Εικόνα 8.1:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	97
<b>Εικόνα 8.2:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	98

<b>Εικόνα 8.3:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	99
<b>Εικόνα 8.4:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	100
<b>Εικόνα 8.5:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	101
<b>Εικόνα 8.6:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	102
<b>Εικόνα 8.7:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	103
<b>Εικόνα 8.8:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	104
<b>Εικόνα 8.9:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	105
<b>Εικόνα 8.10:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	106
<b>Εικόνα 8.11:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	107
<b>Εικόνα 8.12:</b> Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.....	108

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αυτή πραγματεύεται τον περιβαλλοντικό θόρυβο που εντοπίζεται σε δρόμους, μέσα από μορφές του κυκλοφοριακού και αστικού θορύβου κατά τη διάρκεια γεγονότων που επιφέρουν αλλαγές στα επίπεδα της καθημερινότητας της πόλης. Ο θόρυβος αποτελεί μια σοβαρή περιβαλλοντική αιτία και πηγή προβλημάτων υγείας τόσο σε υψηλά επίπεδα, όπου προκαλείται βλάβη στην ακοή, όσο και σε χαμηλά, όπου επηρεάζονται η άνεση και ο ύπνος.

Περιοχή μελέτης ορίστηκε η παραλιακή οδός της πόλης του Ρεθύμνου, που το βασικό κομμάτι της οικονομίας του στηρίζεται στον τουρισμό. Με την πλειονότητα των ανθρώπων που καταφθάνουν στο νησί τους θερινούς μήνες να είναι τουρίστες, παρατηρείται αύξηση κινητικότητας εντός και εκτός του κέντρου. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση στα επίπεδα του θορύβου τόσο στους δρόμους όσο και στις γύρω κατοικημένες περιοχές.

Το Ρέθυμνο είναι μια μικρή πόλη, με βάση τον πληθυσμό και την έκταση της, με μεγάλη όμως δραστηριότητα όσον αφορά στα δρώμενα και τους θεσμούς της. Κάθε χρόνο πραγματοποιείται μεγάλος αριθμός εκδηλώσεων, με το καρναβάλι να αποτελεί το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα. Τις μέρες της αποκριάς επισκέπτες από όλη την Ελλάδα έρχονται για να πάρουν μέρος στην δημοφιλή παρέλαση και να απολαύσουν τα δρώμενα που λαμβάνουν χώρα. Ένα ακόμη ενδιαφέρον γεγονός ήταν η διοργάνωση του Παγκοσμίου Πρωταθλήματος Soccer 6x6, η οποία προσέλκυσε φιλάθλους από πολλές περιοχές του κόσμου. Επιπλέον με αφορμή την πανδημία του κορονοϊού και την επιβολή της καραντίνας η ανθρωπινή δραστηριότητα περιορίστηκε στο ελάχιστο, με αποτέλεσμα τη μείωση της κίνησης στους δρόμους και άρα κατ' επέκταση και των επιπέδων θορύβου.

Στη διπλωματική αυτή εργασία μελετήθηκε η συμπεριφορά της πόλης ως προς τα επίπεδα του θορύβου. Τα δυο πρώτα γεγονότα στάθηκαν βασικοί παράγοντες για να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο αυξάνονται τα επίπεδα αυτά σε σχέση τόσο με τις καθημερινές ημέρες, όσο και κατά την απαγόρευση της κυκλοφορίας.

## 1.1 Δομή επόμενων κεφαλαίων

Στην παράγραφο αυτή αναλύεται η δομή των ακόλουθων κεφαλαίων. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται το θεωρητικό υπόβαθρο, ενώ στο τρίτο παρατίθενται περιλήψεις από επιστημονικά άρθρα που αναπτύχθηκαν με στόχο την κατανόηση και τη μελέτη του περιβαλλοντικού θορύβου. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας αλλά και το πρωτόκολλο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Ακολουθεί το πέμπτο κεφάλαιο, όπου γίνεται παρουσίαση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του θορύβου στην παραλιακή οδό της πόλης του Ρεθύμνου καθώς επίσης και διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων αυτών. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Στο έβδομο κεφάλαιο παρατίθεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία αυτή. Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο παρατίθεται το παράρτημα.

## **2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ**

### **2.1 Θόρυβος**

Θόρυβος είναι ο δυσάρεστος, ο ανεπιθύμητος ή και απλά ο ενοχλητικός ήχος για τον άνθρωπο. Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της σύγχρονης εποχής καθώς επηρεάζει δυσμενώς την ποιότητα ζωής και την υγεία των πολιτών. Υπάρχουν πολλά είδη θορύβου, όπως ο περιβαλλοντικός θόρυβος, ο επικοινωνιακός και ο ηλεκτρονικός, ενώ είδη θορύβου θεωρούνται και ο οπτικός, ο δονητικός και ο γονιδιακός θόρυβος.

Με βάση τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 40% του πληθυσμού των χωρών που ανήκουν στην Ένωση εκτίθενται σε κυκλοφοριακό θόρυβο που ξεπερνά τα 55 dB(A), ενώ το 25% βρίσκεται εκτεθειμένο σε επίπεδα που ξεπερνούν τα 65 dB(A). Κατά τη διάρκεια της νύχτας το 30% του πληθυσμού εκτίθεται σε 55 dB(A).

### **2.2 Περιβαλλοντικός θόρυβος**

Περιβαλλοντικός θόρυβος είναι ο ανεπιθύμητος ή επιβλαβής θόρυβος στην ύπαιθρο, που δημιουργείται από ανθρώπινη δραστηριότητα. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο ορισμός του Περιβαλλοντικού θορύβου, είναι ο εξής: «Περιβαλλοντικός θόρυβος είναι οι ανεπιθύμητοι ή επιβλαβείς θόρυβοι στην ύπαιθρο, που δημιουργούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των θορύβων που εκπέμπονται από μεταφορικά μέσα, από οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές και από χώρους βιομηχανικής δραστηριότητας» (Οδηγία 2002/49/EK, 2002).

Ο περιβαλλοντικός θόρυβος αποτελεί έναν σοβαρό περιβαλλοντικό ρύπο και γίνεται ιδιαίτερα αισθητός στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου και έχουμε μεγαλύτερη συσσώρευση πληθυσμού. Ο περιβαλλοντικός θόρυβος διακρίνεται στις εξής κατηγορίες: Μηχανολογικός θόρυβος, Κυκλοφοριακός θόρυβος και Αστικός θόρυβος.

#### **2.2.1 Μηχανολογικός θόρυβος**

Μηχανολογικός θόρυβος χαρακτηρίζεται ο θόρυβος που εκπέμπεται από τη χρήση και τη λειτουργία σταθερών και κινητών μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Σταθερές πηγές θορύβου αποτελούν οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, συνεργεία αυτοκινήτων, μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε καταστήματα εστίασης και επαγγελματικά εργαστήρια. Κινητές πηγές θορύβου αποτελούν τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε εργοτάξια, όπως σκαπτικά μηχανήματα, οδοστρωτήρες και κομπρεσέρ.

#### **2.2.2 Κυκλοφοριακός θόρυβος**

Κυκλοφοριακός θόρυβος είναι ο θόρυβος που προκαλείται από τα μέσα μεταφοράς όπως μοτοσυκλέτες, ΙΧ αυτοκίνητα, λεωφορεία, φορτηγά, τρένα και αεροπλάνα. Ο Κυκλοφοριακός θόρυβος απαρτίζεται από τρεις υποκατηγορίες θορύβου βάση των συστημάτων μεταφοράς που τις προκαλούν. Οι τρεις αυτές υποκατηγορίες είναι :

Α) Θόρυβος που παράγεται από οδικές μεταφορές

Οι οδικές μεταφορές παράγουν θόρυβο και αποτελούν μια από τις σημαντικότερες αιτίες περιβαλλοντικού θορύβου. Μελετώνται ως γραμμικές και ως σημειακές πηγές θορύβου, ενώ ελέγχονται και αντιμετωπίζονται ως σημειακή πηγή βάση νομοθεσίας. Ο θόρυβος διαχέεται με βάση τη διαμόρφωση του οδικού δικτύου. Για αυτό το λόγο οι οδικές μεταφορές μπορούν να μελετηθούν ως γραμμικές πηγές θορύβου, σαν ένα σύνολο δηλαδή από ένα ή περισσότερα οδικά δίκτυα κυκλοφορίας. Για τις Εθνικές Οδούς και τους μεγάλους αυτοκινητόδρομους της χώρας έχουν καθοριστεί τα επιτρεπτά όρια βάση της σχετικής νομοθεσίας.

#### Β) Θόρυβος που παράγεται από σιδηροδρομικές μεταφορές

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές διακρίνονται σε υπεραστικές και αστικές. Οι υπεραστικές σιδηροδρομικές μεταφορές εκτελούνται από τον προαστιακό σιδηρόδρομο ενώ οι αστικές μεταφορές από το μετρό και το τραμ. Ο θόρυβος που παράγεται από τις σιδηροδρομικές μεταφορές μελετάται ως γραμμικός, διότι θεωρούνται μέσα σταθερής τροχιάς, ενώ σημαντική είναι και η επιβάρυνση των περιοχών που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τις σιδηροδρομικές γραμμές. Η όχληση που δημιουργείται εξαρτάται από τον αριθμό των συρμών, την ταχύτητά τους, τη συχνότητα μετάβασης από μια περιοχή και τα ειδοποιητικά σήματα. Μελετάται με βάση τα dB που εκπέμπονται σε σχέση με τη συχνότητα των επαναλήψεων του φαινομένου, καθώς ο θόρυβος από τις σιδηροδρομικές μεταφορές δεν είναι συνεχής.

#### Γ) Θόρυβος που παράγεται από αεροπορικές μεταφορές

Ο θόρυβος που παράγεται από τα αεροσκάφη αποτελεί την κύρια αιτία για τον θόρυβο που εκλύεται από τις αεροπορικές μεταφορές, ενώ σημαντικό ρόλο έχουν και οι διαμορφώσεις και τα χαρακτηριστικά των αεροδρομίων, όπως το μέγεθος, ο αριθμός και τα είδη των αεροσκαφών που υποδέχονται. Ως γραμμικός μελετάται ο θόρυβος που παράγεται από αεροπορικές μεταφορές. Οι περιοχές που βρίσκονται πλησιέστερα στα αεροδρόμια είναι εκείνες που δέχονται τη μεγαλύτερη επιβάρυνση και για αυτό οι συγκεκριμένες περιοχές δεν έχουν χρήση κατοικίας.

### 2.2.3 Αστικός θόρυβος

Με τον όρο αστικό θόρυβο εννοούμε τον θόρυβο που παράγεται από διάφορες κοινωνικές εκδηλώσεις όπως το καρναβάλι, οι συναυλίες, οι ομιλίες και άλλα. Η θεωρητική αντιμετώπιση του είναι ιδιαίτερη καθώς δεν δύναται να γίνει εφαρμογή νομοθετικών μέτρων. Αντίθετα τη μόνη λύση αποτελεί η ευαισθητοποίηση του κοινού μέσα από ενημερωτικά φυλλάδια, ομιλίες και ημερίδες.

## 2.3 Μονάδες έντασης ήχου

Η ένταση στο διεθνές σύστημα S.I. μετριέται σε  $W/m^2$  [Ισχύς/τετραγωνικό μέτρο]. Η ελάχιστη ένταση που μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο είναι  $10-12 W/m^2$  κι αντιστοιχεί σε πίεση  $20 \mu Pa$  [microπασκάλ], που όπως αναφέρεται και στις βιβλιογραφικές πηγές αποτελεί «το κατώφλι ακουστικότητας».

Η στάθμη της έντασης του ήχου μετριέται σε dB(ντεσιμπέλ). Το ντεσιμπέλ εκφράζει την διαφορά στάθμης ενός ήχου έντασης I, προς την ένταση του κατωφλίου ακουστότητας ( $10-12 W/m^2$ ). Ως

στάθμη έντασης σε dB ορίζεται το δεκαπλάσιο του δεκαδικού λογάριθμου της έντασης του ήχου προς την ένταση του κατωφλίου ακουστότητας και περιγράφεται μαθηματικά από τη σχέση:

$$L_i = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{I_1}{I_0} \right)$$

Το dB ακολουθεί λογαριθμική κλίμακα στην οποία εκφράζεται η διαφορά στάθμης μίας φυσικής ποσότητας. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται για να εκφράσει λόγο ισχύων ή εντάσεων. Συναντάται στην ακουστική και στην ηλεκτρονική. Το όνομα της μονάδας δόθηκε προς τιμήν του Γκράχαμ Μπελ, του γνωστού εφευρέτη της τηλεφωνίας. Ωστόσο, επειδή η μονάδα Μπελ είναι δύσχρηστη στους υπολογισμούς δεν χρησιμοποιείται. Αντί αυτού χρησιμοποιείται ο όρος ντεσιμπέλ, που αποτελεί δεκαδική υποδιαίρεσή του.

Η στάθμη έντασης ήχου σε Ντεσιμπέλ ορίζεται ως το δεκαπλάσιο του δεκαδικού λογαρίθμου του λόγου της έντασης του ήχου προς την ένταση αναφοράς του κατωφλίου ακουστότητας. Η ένταση του κατωφλίου ακουστότητας έχει οριστεί ίση με:

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Η έκφραση σε dΒενός ήχου έντασης  $L_1$  δίνεται από την σχέση:

$$L_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{I_1}{I_0} \right)$$

Το ανθρώπινο αυτί είναι σε θέση να αντιληφθεί ήχους με συχνότητα μεταξύ 20Hz και 20.000Hz. Για το λόγο αυτό στις μετρήσεις θορύβου εισάγουμε ένα φίλτρο στο όργανο μέτρησης, το οποίο συμβολίζεται με το γράμμα "A". Η στάθμη έντασης θορύβου που μετράμε με αυτό το όργανο ονομάζεται σταθμισμένη κατά "A" και συμβολίζεται με dB(A).

## 2.4 Όρια θορύβου

Με βάση το Π.Δ. 1180/81 (ΦΕΚ 293/Α/6-10-1981), τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια είναι:

**Πίνακας 2.1:** Ανώτατα όρια θορύβου σε περιοχές (ixoripansistop.gr)

Περιοχή	Ανώτατο όριο θορύβου dB(A)
Νομοθετημένες βιομηχανικές περιοχές	70
Νομοθετημένες βιομηχανικές περιοχές	65
Περιοχές στις οποίες επικρατεί εξ ίσου το βιομηχανικό και αστικό στοιχείο	55
Περιοχές στις οποίες επικρατεί το αστικό στοιχείο	50

Στο πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις θορύβου σε τυπικές αστικές περιοχές, όπως επίσης και οι αναμενόμενες επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου.

**Πίνακας 2.2:** Οδηγός μέγιστων επιτρεπτών τιμών θορύβου (library.tee.gr)

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	ΕΝΤΑΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ (dB)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ (h)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ- ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ dB
Εξωτερικοί χώροι	Σοβαρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	55	16	-
Εξωτερικοί χώροι	Μικρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	50	16	-
Κατοικίες Εσωτερικοί χώροι	- Κατανόηση ομιλίας, μικρή ενόχληση ημέρα και νύχτα	35	16	45
Δωμάτια ύπνου	Διαταραχή ύπνου	45	8	60
Σχολικές Αίθουσες	Ενόχληση στην κατανόηση ομιλίας	35	Διάρκεια μαθήματος	
Δωμάτια ύπνου για προσχολική ηλικία	Διαταραχή ύπνου	30	Διάρκεια ύπνου	45
Σχολικές αυλές	Ενόχληση	55	Διάρκεια ημέρας	-
Νοσοκομεία θάλαμοι	Διαταραχή ύπνου	30	8	40
Νοσοκομεία – Ιατρεία		30	16	
Βιομηχανία, εμπορικές επιχειρήσεις, μαγαζιά, συγκοινωνίες	Επίδραση στην ακοή	70	24	110
Τελετές, φεστιβάλ, συναυλίες κλπ.		100	4	110
Συγκεντρώσεις σε κλειστό χώρο		85	1	110

Άλλοι ήχοι από ηχεία και ακουστικά	85	1	110
Σειρήνες από παιχνίδια, πυροσβεστική κλπ.			140

Στον παρακάτω Πίνακα 1.3, αναφέρονται οι ζώνες χαρακτηρισμού της έντασης του ήχου με βάση την ψυχολογία των ατόμων που την υπόκεινται.

**Πίνακας 2.3:** Επιτρεπτά όρια θορύβου (library.tee.gr)

>81 dB	Απαράδεκτη Κατάσταση
81 dB	
80 dB	Πολύ θορυβώδης κατάσταση
79 dB	
78 dB	
77 dB	Θορυβώδης κατάσταση
76 dB	
75 dB	
74 dB	Σχεδόν ανεκτή κατάσταση
73 dB	
72 dB	
71 dB	Καλή κατάσταση
70 dB	
69 dB	
68 dB	Άνετη Κατάσταση
<68 dB	

Δείκτες κυκλοφοριακού θορύβου με μετρούμενο μέγεθος την Α-σταθμισμένη στάθμη ηχητικής πίεσης σε dB(A) είναι:

- Η Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου  $L_{eq}$  για την χρονική περίοδο από 08:00 έως 20:00 ώρα. Για τον δείκτη αυτό ως ανώτατη επιτρεπόμενη στάθμη κυκλοφοριακού θορύβου λαμβάνονταν τα 67 dB(A)
- Ο δείκτης  $L_{10}$  της μέσης στάθμης κορυφής η οποία υπερβαίνεται κατά το 10% της αντίστοιχης χρονικής περιόδου μέτρησης.
- Ο δείκτης  $L_{50}$  είναι ο μέσος θόρυβος, η στάθμη που έχει ξεπεράσει το 50% του χρόνου παρατήρησης.
- Ο δείκτης  $L_{90}$  είναι ο θόρυβος βάρους. (Istoriokentro.files.wordpress.com)

Σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/ΕΚ για την αξιολόγηση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου χρησιμοποιείται ο δείκτης  $L_{den}$  (day-evening-night level) σε dB(A) και ο δείκτης  $L_{night}$ . Ο

$L_{den}$  είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση κατά την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα. Ο  $L_{night}$  είναι ο δείκτης διαταραχών του ύπνου.

Τα θεσμοθετημένα όρια από την (Κ.Υ.Α. 211773 ΦΕΚ 1367/Β' 27.4.12) για οχήματα σταθερής και μη σταθερής τροχιάς και για αεροπλάνα είναι:

- 1) Για τον δείκτη  $L_{den}= 70\text{dB(A)}$
- 2) Για τον δείκτη  $L_{eq}= 67\text{dB(A)}$
- 3) Για τον δείκτη  $L_{night}= 60\text{dB(A)}$  (Istoriokentro.files.wordpress.com)

## 2.5 Επίδραση στην υγεία

Τη δεύτερη μεγαλύτερη περιβαλλοντική αιτία προβλημάτων υγείας αποτελεί ο θόρυβος, όπως αναφέρει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας το 1946 έδωσε τον εξής ορισμό «η υγεία αφορά μια κατάσταση απόλυτης φυσικής, πνευματικής ευεξίας και κοινωνικής ευημερίας και όχι μονάχα την απουσία κάποιας ασθένειας ή αδυναμίας». Ο δυνατός θόρυβος αποτελεί αδιαμφισβήτητη απειλή για την υγεία και προκαλεί βλάβη στην ακοή. Τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου επηρεάζουν τον ύπνο όπως και την άνεση, την απόδοση και τη διάθεση, ενώ δεν είναι λίγες οι έρευνες που τον υποδεικνύουν σαν αιτία για την πρόκληση χρόνιων παθήσεων, όπως είναι οι καρδιαγγειακές. (Terveyskirjasto.fi)

Δεν υπάρχει αμφιβολία σχετικά με τις επιπτώσεις του θορύβου στην υγεία στο εργασιακό περιβάλλον. Η βλάβη της ακοής είναι τυπικό φαινόμενο σε επαγγέλματα που εκτίθενται σε διαρκή θόρυβο σε θόρυβο άνω των 85 dB. (Αν και το κάθε επάγγελμα και οι αντίστοιχες συνθήκες που επικρατούν σε αυτό είναι φυσικά διαφορετικές και μεμονωμένες). Αξίζει ακόμα να προστεθεί πως βλάβη στην ακοή μπορεί να προκληθεί κι από την ακρόαση δυνατής μουσικής.

### 2.5.1 Πρόβλημα ακοής

Ο υπερβολικός θόρυβος μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στην ευαισθησία της ακοής και να δημιουργήσει μόνιμη βλάβη. Δεν έχει επινοηθεί ακόμη κάποια ιατρική θεραπεία για την απώλεια της ακοής που προκαλείται από τον θόρυβο.

Οι άνθρωποι ακούνε ήχους χρησιμοποιώντας αισθητήρια κύτταρα τρίχας, τα οποία υπάρχουν στο εσωτερικό του αφτιού και ξεπερνούν τις 20.000. Κάθε αισθητήριο κύτταρο τρίχας είναι ευαίσθητο στο δικό του συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων. Οι δυνατοί ήχοι καταστρέφουν τα αισθητήρια κύτταρα των τριχών με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον δυνατή μετάδοσή τους στο κέντρο ακοής του εγκεφάλου. Όσο περισσότερα κύτταρα καταστρέφονται, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η αίσθηση της ακοής. Το πρόβλημα είναι ότι η βλάβη παρατηρείται όταν είναι ήδη πολύ αργά. Μια ακόμη συνέπεια που προκαλείται από την έκθεση στον θόρυβο είναι η εμβοή. Εμβοή ορίζεται ως ο θόρυβος, το κουδούνισμα ή το βουητό που δημιουργείται στα αυτιά ή το κεφάλι ενός ατόμου, χωρίς να υπάρχει κάποια εξωτερική πηγή που να προκαλεί το θόρυβο αυτό. (Terveyskirjasto.fi)

### **2.5.2 Ενόχληση**

Η διαταραχή αυτή είναι η πιο κοινή και ταυτόχρονα η πιο μελετημένη ενόχληση του περιβαλλοντικού θορύβου. Εκτός από την άνεση, ο θόρυβος μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση και έτσι καθιστά δύσκολη την εκτέλεση εργασιών. Στα παιδιά η μακροχρόνια έκθεση στο θόρυβο μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχές στη γλωσσική ανάπτυξη, τη μάθηση και τη μνήμη.(Terveyskirjasto.fi)

### **2.5.3 Διαταραχή ύπνου**

Ο θόρυβος μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του ύπνου αλλάζοντας τον φυσικό του ρυθμό, το βάθος και τη διάρκεια των φάσεων. Καθιστά δύσκολο στον άνθρωπο το να κοιμηθεί, ενώ το σώμα του μπορεί να αντιδρά σε αυτόν ακόμη και αν ο ίδιος δεν έχει ξυπνήσει. Τα ασυνείδητα αυτά φαινόμενα φαίνονται π.χ. στην ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς ως αύξηση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού ρυθμού, στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και στην αυξημένη κίνηση.

Η παρατεταμένη σοβαρή στέρηση ύπνου μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων και εξασθενημένης ψυχικής υγείας. Ωστόσο δεν είναι ακόμη πλήρως εξακριβωμένη πώς οι φυσιολογικές αλλαγές που σχετίζονται με τον ύπνο ή οι ήπιες διαταραχές που παρατηρούνται σε μελέτες θορύβου επηρεάζουν την υγεία της καρδιάς και την ψυχική ευεξία.(Terveyskirjasto.fi)

### **2.5.4 Φυσιολογία του οργανισμού και Καρδιοαγγειακό σύστημα**

Αντίδραση στρες στο σώμα

Η απόκριση του θορύβου που προκαλείται στο σώμα είναι εν μέρει ασυνείδητη και μεταδίδεται μέσω της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος και των ενδοκρινών αδένων. Η αντίδραση στρες παρουσιάζει αύξηση των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης, του καρδιακού ρυθμού και των ορμονών του στρες (π.χ. κορτιζόλη μετρούμενη στο σάλιο).

Το παρατεταμένο στρες στο σώμα μπορεί να προκαλέσει επιβλαβείς αλλαγές στον μεταβολισμό του λίπους, να αυξήσει τους παράγοντες πήξης του αίματος, να αποδυναμώσει το ανοσοποιητικό σύστημα και μετέπειτα να συμβάλει στην ανάπτυξη φλεγμονωδών διεργασιών. Έτσι, είναι πιθανό το παρατεταμένο ψυχικό στρες που προκαλείται από την έκθεση στον θόρυβο να οδηγήσει σε σοβαρότερους κινδύνους για την υγεία.

Κίνδυνος καρδιαγγειακών παθήσεων

Η μελέτη των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων του θορύβου παρεμποδίζεται από το γεγονός ότι σε αστικά περιβάλλοντα ο θόρυβος και η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλούνται από την κυκλοφορία συνήθως συνυπάρχουν και είναι δύσκολο να γίνει διάκριση μεταξύ των επιπτώσεών τους. Υπάρχουν μελέτες ωστόσο που διαπιστώνουν ότι η έκθεση στο θόρυβο σχετίζεται με κίνδυνο εμφράγματος του μυοκαρδίου και αυξάνει την αρτηριακή πίεση ανεξάρτητα από την ταυτόχρονη έκθεση στην κυκλοφοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά ο κύριος μηχανισμός δράσης δεν είναι ακόμη γνωστός.(Terveyskirjasto.fi)

### 2.5.5 Ψυχική ευεξία

Ο θόρυβος που θεωρείται ενοχλητικός μπορεί να βλάψει την ψυχική ευεξία εάν είναι παρατεταμένος και δεν μπορεί να αποφευχθεί η έκθεση σε αυτόν. Η ευαισθησία ωστόσο ποικίλει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Θεωρείται εν μέρει κληρονομική, αλλά υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, όπως για παράδειγμα η γήρανση και οι αλλαγές στην ακοή που μπορούν να την επηρεάσουν. Πολλοί άνθρωποι τον αντιλαμβάνονται ίσως πιο ενοχλητικό, αντιδρούν πιο έντονα και συνηθίζουν να είναι πιο αργοί από άτομα που είναι λιγότερο ευαίσθητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να ενισχύσει τις επιπτώσεις στην υγεία αφού ο θόρυβος και η ψυχική ασθένεια πιστεύεται ότι σχετίζονται με την κατάθλιψη και το άγχος.(Terveyskirjasto.fi)

### 2.6 Μέτρα αντιμετώπισης περιβαλλοντικού θορύβου

Για να μπορέσει να υπάρξει ελάττωση του περιβαλλοντικού θορύβου, κρίνεται απαραίτητο να ληφθούν μία σειρά από μέτρα, που μπορεί να σχετίζονται με τεχνικά χαρακτηριστικά, χωροταξικό σχεδιασμό, αλλά και γενικότερη οργάνωση. Ωστόσο, επειδή το θέμα αφορά κυρίως τους πολίτες -ας μην ξεχνάμε ότι οι ίδιοι είναι η κύρια αιτία του προβλήματος αυτού-, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο η ευαισθητοποίηση και η συνεργασία του καθενός ξεχωριστά.

Μια πρώτη λύση αποτελεί η κατασκευή πεζοδρομίων. Το περπάτημα, ιδιαίτερα σε μικρές πόλεις όπου οι αποστάσεις είναι κοντινές, θα μειώνει τόσο τον θόρυβο όσο και τον περιβαλλοντικό ρύπο, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί τον πιο υγιή και οικονομικό τρόπο μετακίνησης. Το ίδιο ισχύει και για το ποδήλατο, με την προϋπόθεση φυσικά να εξασφαλιστεί η ασφαλής μετακίνησή των ποδηλατών. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω κατασκευής πεζοδρομίων ικανοποιητικού πλάτους, ειδικών ποδηλατοδρόμων αλλά και σωστής ρύθμισης της κυκλοφορίας (διαβάσεις, φανάρια κλπ.). Επιπλέον, προκειμένου να αποφευχθεί η χρήση ΙΧ, ιδανική λύση θα αποτελούσε η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Γίνεται ωστόσο κατανοητό ότι οχήματα δημόσιας συγκοινωνίας, ιδιαίτερα τα πιο παλιά, μπορεί να είναι κι αυτά πηγή θορύβου. Για το λόγο αυτό πρέπει να ανανεώνονται συχνά, να είναι νέας τεχνολογίας και τα δρομολόγιά τους να εξυπηρετούν τους πολίτες με γνώμονα πάντα τον βέλτιστο χωροταξικό σχεδιασμό.

Όπως είναι γνωστό, όσο μικρότερη η ταχύτητα του οχήματος τόσο μικρότερος και ο θόρυβος που παράγει. Με βάση τη θεωρία αυτή, μια ικανοποιητική λύση θα μπορούσε να δώσει η ρύθμιση του ορίου ταχύτητας. Ειδικότερα, σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας μπορεί να θεσπιστεί ανώτατο όριο, το οποίο δεν θα πρέπει να ξεπερνούν οι οδηγοί των ΙΧ αλλά και των βαρέων οχημάτων, ειδικά όταν πρόκειται για δρόμους που γειτονεύουν με κατοικημένες περιοχές. Συγκεκριμένα, η μείωση στα 80km/h για ΙΧ και στα 60km/h για τα φορτηγά οδηγεί αντίστοιχα σε μείωση θορύβου της τάξης των 3dB(A). Ακόμη το όριο ταχύτητας μπορεί να εφαρμοστεί για συγκεκριμένες ώρες (π.χ. τις βραδινές, όπως συμβαίνει σε πολλές χώρες της ΕΕ) αλλά και περιοχές. Στις περιοχές αυτές μπορεί να υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες, διαφορετικό οδόστρωμα, ή ακόμα και αναβαθμοί, τα λεγόμενα σαμαράκια, προκειμένου να εφιστούν την προσοχή του οδηγού και να τον αναγκάζουν να ελαττώσει ταχύτητα.

Για ακόμα καλύτερα αποτελέσματα πρέπει να δοθεί βάση και στην γενικότερη οδηγητική συμπεριφορά. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να αποφεύγονται οι υψηλές στροφές, να γίνεται

σωστή και έγκαιρη εναλλαγή ταχυτήτων και να μην ακινητοποιείται το όχημα τελευταία στιγμή. Τα φανάρια θα πρέπει να ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζουν ομαλή κυκλοφορία και όσο το δυνατόν λιγότερο μπουτιλιάρισμα. Τέλος, θα πρέπει να γίνεται χρήση παρακαμπτήριων οδών, με στόχο την ελάφρυνση του κυκλοφοριακού φορτίου από τους κεντρικούς δρόμους των μεγάλων πόλεων. Προκειμένου όμως να υλοποιηθεί κάτι τέτοιο, οι δρόμοι αυτοί θα πρέπει: να είναι ελεύθεροι από βαρέα οχήματα (που θα παρακωλύουν την ομαλή ροή) και να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο, που δεν θα μετατρέπουν ήσυχες γειτονιές σε θορυβώδεις.

Ένα ακόμα σημείο το οποίο αξίζει προσοχής είναι τα ελαστικά και ο τύπος του οδοστρώματος. Όταν το ελαστικό κυλάει στο δρόμο παραμορφώνεται και δημιουργείται ταλάντωση η οποία εκπέμπεται υπό τη μορφή ήχου. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι μηχανικές του ιδιότητες, η γεωμετρία του, τα συστατικά του αλλά και το φαινόμενο “airpumping”. Κατά το φαινόμενο αυτό ο αέρας που παγιδεύεται μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος συμπιέζεται και στη συνέχεια απελευθερώνεται δημιουργώντας τον «αερόφερτο» ήχο. Όσο πιο λεία η επιφάνεια του οδοστρώματος τόσο λιγότερος και ο ήχος που παράγεται, ενώ όσο πιο πορώδης τόσο περισσότερος απορροφάται. Σημαντική είναι η συμβολή της τοποθέτησης απορροφητικού ασφαλοτάπητα και η εκ νέου επίστρωσή του κάθε 10 περίπου χρόνια, καθώς μπορεί να μειώσει τον παραγόμενο ήχο μέχρι και 10 dB(A). Ωστόσο, μεγάλο ποσοστό θορύβου προέρχεται και από τα μηχανικά μέρη ενός οχήματος. Ιδιαίτερα τα βαρέα, τα περισσότερα από τα οποία είναι πετρελαιοκίνητα, εκπέμπουν σχεδόν τον διπλάσιο σε σχέση με τα ΙΧ, ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που ιδιοκτήτες μοτοσικλετών «πειράζουν» τις εξατμίσεις τους για να τις κάνουν να ακούγονται δυνατότερα. Λύση στα προβλήματα αυτά θα μπορούσαν να δώσουν οι εντατικότεροι έλεγχοι και η αυξημένη αστυνομική εποπτεία, καθώς και η χρήση ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων, στα οποία απουσιάζει ο θόρυβος της μηχανής, της επιτάχυνσης και του κιβωτίου ταχυτήτων.

Υπάρχουν όμως κι άλλα μέτρα αντιμετώπισης του περιβαλλοντικού θορύβου. Σημαντική είναι η συμβολή των ηχοπετασμάτων. Ηχοπέτασμα με επιφανειακό βάρος περίπου 40kg/m<sup>2</sup> επιτυγχάνει μείωση άνω των 25dB, ενώ γενικά ισχύει η σχέση: όσο μεγαλύτερη η μάζα τόσο μεγαλύτερη κι η μείωση. Ακόμη ένα μέτρο -αν και όχι τόσο αποτελεσματικό- είναι η δενδροφύτευση. Τα δέντρα και οι θάμνοι κατά μήκος των δρόμων μειώνουν τον κυκλοφοριακό θόρυβο, ιδιαίτερα τις υψηλές συχνότητες με αποτέλεσμα να τον κάνουν περισσότερο «υποφερτό» από τους κατοίκους της γύρω περιοχής. Επιπλέον, προβλέπεται η κατασκευή των κτηρίων να γίνεται όσο το δυνατόν πιο απομακρυσμένα από τον δρόμο. Επειδή όμως αυτό δεν είναι πάντοτε δυνατό, οι αρμόδιοι για την κατασκευή προσανατολίζουν το κτήριο με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε ο θόρυβος να μην το επηρεάζει εξίσου ολόκληρο, αλλά να διαμορφώνονται κάποια «ήσυχα» δωμάτια, που μένουν ανεπηρέαστα.

Τέλος, δύναται να γίνουν μετατροπές στα ίδια τα κτήρια. Παλιά κουφώματα μπορούν να αντικατασταθούν από νέα, προσφέροντας έτσι καλή ηχομόνωση, καλή θερμομόνωση και χαμηλό κόστος θέρμανσης κατοικίας. Ωστόσο ένα ηχομονωτικό παράθυρο μπορεί να έχει υψηλού κόστους προμήθεια, να οδηγήσει σε μη επαρκή εξαερισμό του χώρου, ενώ γίνεται αντιληπτό ότι λειτουργεί μόνο όταν είναι κλειστό. Κάτι τέτοιο όμως, ειδικά κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών και ειδικά στην Ελλάδα, είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί, με αποτέλεσμα να φέρνει τους κατοίκους στο δίλημμα: δυσφορία λόγω ζέστης ή λόγω φασαρίας;



### 3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η Α.Κ. Pashcalidou εργάστηκε πάνω στην ανάπτυξη στρατηγικών χαρτών θορύβου και σχεδίων δράσης για τον οικισμό του Πειραιά. Για τη μελέτη αυτή, πραγματοποιήθηκε μια εκστρατεία 55 μετρήσεων θορύβου 24 h και χρησιμοποιήθηκε μια σειρά 200 μετρήσεων κυκλοφορίας για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών της κυκλοφορίας. Το έναυσμα για τη μελέτη αυτή πηγάζει από την αρνητική επίδραση που έχει ο θόρυβος τόσο στη φυσιολογική όσο και την ψυχολογική ανθρώπινη υγεία και ευεξία. Διαπιστώθηκε ότι κατά την εφαρμογή σχεδίων δράσης που συμπεριελάμβαναν παρεμβατικά μέτρα με στόχο τη μείωση της ηχορύπανσης στη περιοχή, τόσο τα επίπεδα θορύβου όσο και η έκθεση του πληθυσμού μειώθηκαν σημαντικά, επισημαίνοντας τη σημασία της μείωσης της έκθεσης, ειδικά για τους ευάλωτους υποπληθυσμούς. Συμπέραναν επίσης ότι, παρόλο που ο θόρυβος που παράγεται από σιδηροδρομικές μεταφορές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην άμβλυνση του φαινομένου, ο μετριασμός του θορύβου κατά τις κυκλοφοριακές μεταφορές έχει ύψιστη σημασία. Σύμφωνα με το σχέδιο προτάθηκε η τοποθέτηση φραγμάτων θορύβου κοντά στα σχολεία και σε δύο κατοικημένες περιοχές. Τέλος, συνιστούν μέτρα για ελαχιστοποίηση της χρήσης ιδιωτικών αυτοκινήτων και κατασκευή ενός ασφαλούς οδικού δικτύου για πεζούς και ποδηλάτες (Pashcalidou, Kassomenos, Chaniotaki, 2019).

Ο Η. Ryo ασχολήθηκε με στατιστικά μοντέλα τα οποία μπορούν να προβλέψουν το επίπεδο του θορύβου της οδικής κυκλοφορίας σε μια αστική περιοχή. Μελετήθηκε η σχέση μεταξύ του κυκλοφοριακού και του αστικού θορύβου λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεπιδράσεις και την ετερογένεια μεταξύ γεωγραφικά γειτονικών περιοχών. Τα χωρικά στατιστικά μοντέλα ήταν το χωρικό αυτοεπιθετικό μοντέλο (SAR) και το χωρικό μοντέλο σφάλματος (SEM). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα χωρικά στατιστικά μοντέλα εξηγούν πάνω από το 80% του επιπέδου θορύβου. Το μοντέλο SAR έδειξε ότι έχει καλύτερες στατιστικές ιδιότητες, υψηλότερη πιθανότητα καταγραφής και μικρότερο σφάλμα. Ως εκ τούτου υιοθετήθηκε το μοντέλο SAR για την ανάλυση άμεσων και έμμεσων επιπτώσεις δεικτών αστικής μορφής θορύβου (Ryo, Park, Chun, Chang, 2017).

Ο L. Bravo-Moncayo ασχολήθηκε με το εγχείρημα της χαρτογράφησης του κυκλοφοριακού θορύβου της πόλης Quito του Ισημερινού, κάνοντας χρήση προγνωστικών μοντέλων με επίσημα δεδομένα του οδικού δικτύου, κτηρίων και του πληθυσμού σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας απλοποιημένες πληροφορίες σχετικά με τη ροή της κυκλοφορίας, την επιφάνεια του δρόμου και τις διαστάσεις που έχουν τα κτήρια, επιλέχθηκε η γερμανική μέθοδος RLS-90. Αυτή η μελέτη αποσκοπούσε στην αξιολόγηση του θορύβου στους δρόμους κίνησης του Quito, αναπτύσσοντας έναν χάρτη θορύβου με τον οποίο θα μπορούσε να εκτιμηθεί το ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται στον θόρυβο καθώς και τον εντοπισμό των ήσυχων περιοχών αλλά και αυτών που αντιμετωπίζουν προβλήματα μέσα στην πόλη. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας θεωρούνται ως το σημείο εκκίνησης για τον αστικό σχεδιασμό, τη διαχείριση της κινητικότητας και τη χάραξη πολιτικής. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το 44% του αστικού πληθυσμού στο Quito θα μπορούσε να ενοχληθεί ή είναι ήδη ενοχλημένο από τον θόρυβο της κυκλοφορίας, ενώ το 27% θα μπορούσε να επηρεαστεί την ώρα του ύπνου. Λαμβάνοντας υπόψη τους υπολογισμούς  $L_{den}$  και  $L_{night}$ , το Quito παρουσιάζει σχετικά υψηλά επίπεδα θορύβου για την ημερήσια (67,7 dBA) και νυχτερινή (61,3 dBA) έκθεση. Τα ευρήματα

αυτής της μελέτης θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από την τοπική αυτοδιοίκηση για πολεοδομικό σχεδιασμό, διαχείριση κινητικότητας και χάραξη πολιτικής. Τα σχέδια δράσης θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην υποδομή κινητικότητας, κανονισμών και στην ευαισθητοποίηση του κόσμου για το πρόβλημα με σκοπό τη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου σε εκτεθειμένες περιοχές και την αποτροπή ηχορύπανσης σε περιοχές όπου στεγάζονται κτήρια, όπως σχολεία, νοσοκομεία και χώροι ανάπαυσης (Bravo-Moncayo, Chavez, Puyana, Lucia-Naranjo, Garzon, Pavon-Garcia, 2019).

Η μελέτη του L. Chen αποσκοπούσε στη βελτίωση του Κινέζικου μοντέλου HJ-24-09, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά κλίσης του οδοστρώματος μιας ορεινής πόλης, συγκεκριμένα του Chongqing, καθώς επίσης και στην ανάπτυξη ενός κατάλληλου μοντέλου πρόβλεψης κυκλοφοριακού θορύβου που να σχετίζεται περισσότερο με τα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας των ορεινών πόλεων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι η συμπερίληψη του συντελεστή διόρθωσης διαβάθμισης βελτίωσε την απόδοση του μοντέλου HJ-24-09. Έτσι συνίσταται ανεπιφύλακτα η προσθήκη κλίσης δρόμου σε μοντέλα πρόβλεψης θορύβου κυκλοφορίας, ενώ συμβουλεύουν τους υπεύθυνους χάραξης να επικεντρώνονται στο σχεδιασμό κατάλληλων κλίσεων για τη μείωση του κυκλοφοριακού θορύβου σε ορεινές πόλεις (Chen, Tang, Liu, Xiang, Sheng, Gong, 2020).

Ο D.A. Jimenez-Uribe επιχείρησε να μετρήσει και να αξιολογήσει στον τουριστικό δρόμο της SantaMarta της Κολομβίας την επίδραση της κυκλοφορίας των οχημάτων στο φάσμα του περιβαλλοντικού θορύβου (ως έμμεσος δείκτης του εκπομπής ενέργειας). Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν πέντε σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος ενός οδικού τμήματος 12km, όπου τα 3 βρίσκονταν σε αστικές περιοχές, ενώ τα άλλα δυο σε προαστιακές. Η ροή της κυκλοφορίας κατηγοριοποιήθηκε με βάση τον αριθμό και τον τύπο των οχημάτων και εκτιμήθηκε κατά τη διάρκεια δύο περιόδων, ημέρας και της νύχτας, κατά την διάρκεια δύο διαφορετικών ημερών της εβδομάδας, όπου η μια ήταν εργάσιμη και η άλλη όχι. Πραγματοποίησαν 16 καταγραφές ανά σημείο, όπου οκτώ ανήκαν σε εργάσιμες και οκτώ σε μη, ενώ η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε 6 φορές κατά την διάρκεια της ημέρας και 2 φορές κατά την διάρκεια της νύχτας. Τα αποτελέσματά τους υπέδειξαν ότι κατά την διάρκεια της ημερήσιας καταγραφής η στάθμη του θορύβου ήταν υψηλότερη σε σχέση με την νυχτερινή. Οι εργάσιμες ημέρες παρουσίασαν υψηλότερες τιμές με μεγαλύτερη μεταβλητότητα μεταξύ των μετρήσεων. Τα αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνεται από την οδική κυκλοφορία μπορεί να μειωθεί εάν η μέγιστη ταχύτητα μειωθεί και ελέγχεται συχνά, και γίνει εκτροπή των βαρέων οχημάτων σε άλλη διαδρομή (Jimenez-Uribe, Daniels, Alvarez, Pereira, 2020).

Ο X. Wen διερεύνησε τον αντίκτυπο της αστικής κυκλοφορίας στην ακουστική άνεση των σχολείων που βρίσκονται στην άκρη του δρόμου, τα οποία είναι κοντά σε διάφορους τύπους δρόμων σε μια μεγάλη πόλη όπως η Taiyuan στη βόρεια Κίνα. Τα επίπεδα θορύβου μετρήθηκαν μπροστά, στις αυλές και στις τάξεις των σχολείων, χρησιμοποιώντας επίσης επιτόπια ερωτηματολόγια. Η μελέτη αυτή είχε ως στόχο τη διερεύνηση των ακουστικών χαρακτηριστικών των δευτεροβάθμιων σχολείων που βρίσκονται στην άκρη του δρόμου στο Taiyuan. Παράλληλα πραγματοποίησε μια ολοκληρωμένη έρευνα μεταξύ των πληγέντων μαθητών, δημιουργώντας μια βάση για επακόλουθες ακουστικές περιβαλλοντικές μελέτες στα σχολεία, αξιολογώντας τις επιπτώσεις στη μάθηση και στις καθημερινές συμπεριφορές των μαθητών του σχολείου. Τόσο

οι επιτόπιες μετρήσεις όσο και τα ερωτηματολόγια που απαντούσαν οι μαθητές αποκάλυψαν ότι ο θόρυβος της οδικής κυκλοφορίας είναι μια ενοχλητική πηγή θορύβου καθώς η πλειοψηφία των μαθητών αισθάνεται ότι ο θόρυβος επηρεάζει τις μαθησιακές τους επιδόσεις, αφού τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι η στάθμη του θορύβου εντός των αιθουσών ξεπερνάει τα όρια που έχει θεσπίσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Τα ευρήματα αυτής της έρευνας μπορεί να διευκολύνουν τον μελλοντικό σχεδιασμό των σχολείων και τον προγραμματισμό της αστικής κυκλοφορίας προς έναν ακουστικά φιλικό περιβάλλον. Συνιστούντα σχολεία να χτίζονται μακριά από πολυσύχναστους δρόμους και να κατασκευάζονται σε αστικούς χώρους με πράσινο ή κοντά σε πάρκα, επειδή τέτοιοι χώροι όχι μόνο παρέχουν ένα ευχάριστο περιβάλλον, αλλά και διευκολύνουν μια υγιή ακουστική κατάσταση (Wen, Lu, Lv, Jin, Shi, Lu, Zhao, 2019).

Ο H. Diεργάστηκε πάνω στην κατηγοριοποίηση της περιοχής Changchun της Κίνας σύμφωνα με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις της περιβαλλοντικής ποιότητας της περιοχής. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε το μοντέλο διάδοσης θορύβου κίνησης για την πρόβλεψη στιγμιαίων επιπέδων ήχου, λαμβάνοντας υπόψη την εξασθένιση του ήχου. Τέλος, προτάθηκε ένα μοντέλο αξιολόγησης θορύβου κίνησης για την αξιολόγηση της ποιότητας της αστικής ακουστικής περιβάλλοντος. Η ρύπανση από το θόρυβο της κυκλοφορίας είναι ένα διαδεδομένο πρόβλημα δημόσιας υγείας τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις αναπτυγμένες χώρες. Η γρήγορη και αποτελεσματική αξιολόγηση της ποιότητας ενός αστικού περιβάλλοντος αποτελεί σημαντική πρόκληση για την πολεοδομική και αστική διαχείριση. Η ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος ήταν μέτρια κατά τη διάρκεια της ημέρας και καλύτερη τη νύχτα. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν ότι η ποιότητα του ακουστικού περιβάλλοντος στην Changchun ήταν σε μεσαίο επίπεδο, οπότε μακροχρόνια η έκθεση θα επηρεάσει τη ζωή των ανθρώπων. Για τον έλεγχο της ηχορύπανσης από την κυκλοφορία προτείνουν την εγκατάσταση ηχοπετασμάτων και παραθύρων με ακουστική μόνωση, αλλά και την αύξηση του πρασίνου στην άκρη των δρόμων (Di, Liu, Zhang, Tong, Ji, Li, Feng, Ma, 2018).

Ο R. Lagonigro κατατιπίστηκε με τη δημιουργία ενός δείκτη μέσης στάθμης θορύβου για τις οδούς της Βαρκελώνης της Ισπανίας και την κατάρτιση ενός πλαισίου για την αξιολόγηση των πολιτικών πολεοδομικού σχεδιασμού που σχετίζονται με τη μείωση του θορύβου. Παράλληλα ασχολήθηκε με την ανάλυση της χωρικής κατανομής του θορύβου σε διάφορες γειτονίες αξιολογώντας την έκθεση σε ευάλωτες πληθυσμιακές ομάδες. Παρατήρησαν ότι η πόλη της Βαρκελώνης παρουσιάζει υψηλά επίπεδα θορύβου με τα σχέδια των δρόμων και των κτηρίων να αποτελούν άμεση αιτία. Για τη μείωση του θορύβου πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ενσωματωμένα στα προγράμματα δράσης για την κινητικότητα, στον σχεδιασμό χρήσης γης και στις αποφάσεις μεταφοράς (Lagonigro, Martori, Aparicio, 2018).

Ο N. Moharebasχολήθηκε με την ανάλυση του θορύβου στο επίπεδο του δρόμου σε τρία διαφορετικά αστικά κέντρα της Τρίπολης του Λιβάνου, με στόχο την κατανόηση του θορύβου που αντιλαμβάνεται ο πεζός. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται σε δύο κύριους άξονες: στη σύγκριση της χωρικής διαμόρφωσης του περιβάλλοντος με τα επίπεδα του θορύβου και στη μελέτη οργάνωσης και διανομής θορυβικών σημείων, βάση του διαγράμματος διασποράς. Η έκθεση στο θόρυβο κατά την διάρκεια του περπατήματος δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στους αστικούς κώδικες, καθώς χρησιμοποιούν σταθερά αριθμητικά επίπεδα. Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στην αφύπνιση της κοινής γνώμης σχετικά με τον θόρυβο

σε αστικούς χώρους, ζητώντας την αναδιατύπωση ορισμένων εννοιών. Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι στις τρεις περιοχές της Τρίπολης οι τιμές του εξωτερικού θορύβου είναι πολύ υψηλότερες από του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, οι οποίοι κυμαινόταν από 50 έως 55 dBA (Mohareb, Maassarani, 2019).

Ο Ε. Okokon ερεύνησε την προσωπική έκθεση σε σωματίδια διαφορετικού μεγέθους και σε θόρυβο κατά τη διάρκεια της μετακίνησης με ποδήλατο, λεωφορείο και αυτοκίνητο σε τρεις ευρωπαϊκές πόλεις, το Ελσίνκι της Φινλανδίας, το Ρότερνταμ της Ολλανδίας και την Θεσσαλονίκη της Ελλάδας. Συγκρίθηκε ένας ενεργός τρόπος (ποδηλασία) και ένας τρόπος μαζικής μεταφοράς (λεωφορείο) με ένα επιβατικό αυτοκίνητο. Φωτομετρικές συγκεντρώσεις λεπτών σωματιδίων PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>10</sub> μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας TSI DustTrak DRX 8533 που συνδυάζει και τις δύο οπτικές αρχές του νέφους των σωματιδίων και ανίχνευση μεμονωμένων σωματιδίων για την επίτευξη μετρήσεων των κλασμάτων της μάζας. Το AE51 microaethalometers χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση των συγκεντρώσεων του μαύρου άνθρακα (BC). Τα επίπεδα του θορύβου εντός της διαδρομής μετρήθηκαν με Larson Davis Spark 706, στο οποίο ήταν ενσωματωμένα ένα μικρόφωνο και ένας ενισχυτής. Βάση αυτής της μελέτης οι μετακινούμενοι με ενεργή μεταφορά ή με δημόσιες συγκοινωνίες διατρέχουν συχνά υψηλότερο κίνδυνο ατμοσφαιρικής ρύπανσης και έκθεσης σε θόρυβο από τους χρήστες ιδιωτικών αυτοκινήτων. Αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη στον σχεδιασμό των αστικών μεταφορών (Okokon, Yli-Tuomi, Turunen, Taimisto, Pennanen, Vouitis, Samaras, Voogt, Keuken, Lanki, 2017).

Ο Ε.Ε. Quinones-Bolanos εργάστηκε πάνω στην ανάπτυξη ενός μοντέλου θορύβου κυκλοφορίας, στο οποίο οι μοτοσικλέτες περιλαμβάνονται ως πρόσθετη κατηγορία οχημάτων. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στην πόλη Cartagena de Indias της Κολομβίας, στην οποία οι μοτοσικλέτες αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 30% της συνολικής ροής κυκλοφορίας, αναδεικνύοντας την σε μια ξεχωριστή πηγή θορύβου που πρέπει να χαρακτηριστεί. Η έρευνα αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι πάνω από το 56% των συνολικών διασταυρώσεων στην πόλη της Cartagena de Indias ξεπερνούν τα τρέχοντα πρότυπα εκπομπών θορύβου που εκδόθηκαν από το MAVDT (2006). Συγκεκριμένα η διασταύρωση María Auxiliadora βρέθηκε ως η πιο θορυβώδης οδική διασταύρωση, με μέση στάθμη ηχητικής πίεσης 79,7 dBA κατά τις εργάσιμες ημέρες, ενώ η Ινδία Catalina ήταν αυτή με τον περισσότερο θόρυβο οδικής διασταύρωσης εκτός των εργάσιμων ημερών με μέσο επίπεδο ηχητικής πίεσης 77,7 dBA. Το μοντέλο θορύβου οδικής κυκλοφορίας προέβλεπε τιμές που βρέθηκαν παρόμοιες με αυτές που μετρήθηκαν, ενώ ικανοποιητικές ήταν και οι προβλέψεις στα επίπεδα ισοδύναμου θορύβου που δημιουργούνται από τη ροή οχημάτων σε διασταυρώσεις της Cartagena de Indias. Έτσι, αυτό το μοντέλο οδικής κυκλοφορίας θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλες πόλεις της Κολομβίας με παρόμοια χαρακτηριστικά σε διασταυρώσεις με τις ταχύτητες των οχημάτων να μην ξεπερνούν τα 40km/h (Quinones-Bolanos, Bustillo-Lecompte, Mehrvar, 2016).

Για την κατανόηση των χωροχρονικών χαρακτηριστικών του θορύβου οδικής κυκλοφορίας, η Z. Lan ανέπτυξε μια μέθοδο για την χωροχρονική κατανομή του θορύβου αστικής οδικής κυκλοφορίας, δηλαδή τους αντιπροσωπευτικούς χάρτες θορύβου οδικής κυκλοφορίας διαφορετικών περιόδων, χρησιμοποιώντας γεωγραφικά δεδομένα, ανίχνευσης της ροής κυκλοφορίας και ταχύτητας. Τα στατιστικά αποτελέσματα έδειξαν ότι ο θόρυβος κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι χειρότερος από εκείνον της ημέρας. Εκτός αυτού πραγματοποιήθηκε ένα

πείραμα επικύρωσης για την αξιολόγηση της ακρίβειας της προτεινόμενης μεθόδου που ανέδειξε την προτεινόμενη μέθοδο αποτελεσματική. Με την τελειοποίηση των παραδοχών του προτεινόμενου μοντέλου η περιγραφική χωροχρονική κατανομή του θορύβου οδικής κυκλοφορίας θα πραγματοποιείται με ακρίβεια (Lan, He, Cai, 2020).

Η μελέτη του Okokona στοχεύει στη μέτρηση της έκθεσης σε χονδροειδή, λεπτά και εξαιρετικά λεπτά σωματίδια αέριας ρύπανσης, μαύρου άνθρακα (BC) και θορύβου κατά την διάρκεια ταξιδιού με αυτοκίνητο, minibuses και λεωφορείο στο Λάγος της Νιγηρίας, καθώς επίσης και στη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των οχημάτων. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν υψηλότερη έκθεση σε σωματίδια κατά την οδήγηση με ανοιχτά παράθυρα παρά με τη χρήση κλιματισμού. Παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού η χρήση κλιματιστικού και κλειστών παραθύρων μείωνε κατά 80% τη μέση συγκέντρωση  $PM_{2.5}$  στο εσωτερικό της καμπίνας. Συγκρίνοντας το λεωφορείο και το αυτοκίνητο με κλειστά παράθυρα παρατηρήθηκε ότι η έκθεση σε σωματίδια είναι μικρότερη στα λεωφορεία, ενώ κατά τη ρύθμιση ανοιχτού παραθύρου, τα minibuses είχαν υψηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων  $PM_{2.5}$  και  $PM_{10-2.5}$  σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα. Τα αποτελέσματα ακόμη έδειξαν ότι τα επίπεδα θορύβου είναι υψηλότερα όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά και το σύστημα κλιματισμού δεν λειτουργεί. Τα σχέδια δράσης θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην παροχή λεωφορείων που να διαθέτουν λειτουργικά συστήματα κλιματισμού και βέλτιστου φιλτραρίσματος, ενώ συνίσταται η συχνή συντήρησή τους (Okokona, Taimisto, Turunena, Amodab, Fasasib, Adeyemib, Juutilainen, Lankia, 2018).

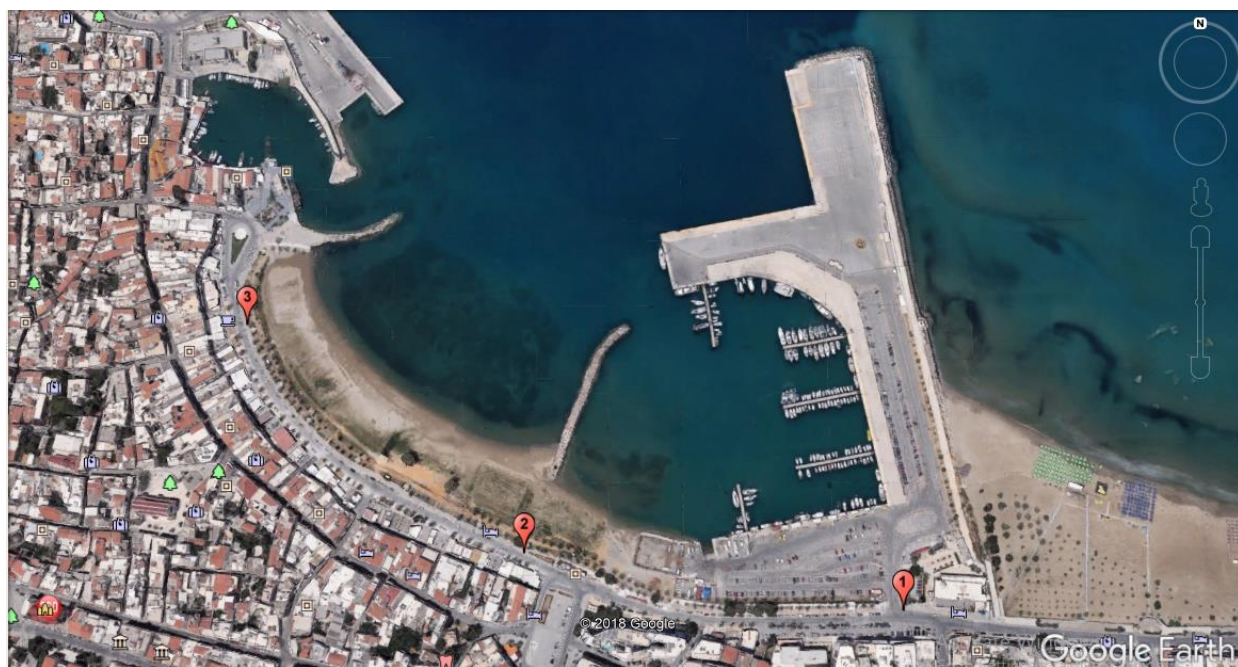
Ο J. Bohatkiewicz ασχολήθηκε με την περιγραφή αποτελεσμάτων και αναλύσεων μελετών που πραγματοποιήθηκαν σε πόλεις της Πολωνίας, διεξάγοντας ελέγχους θορύβου με στόχο να προσδιοριστούν τα βασικά προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν στα σχέδια ελέγχου θορύβου καθώς και κατά την υιοθέτηση πραγματικών μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος από το θόρυβο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ταχυστασμάτα είναι μεν ταχύτερα στη χρήση αλλά και συγχρόνως αποτελούν μια από τις χειρότερες επιλογές για τις πόλεις. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή ορίων ταχύτητας και οδοστρωμάτων μείωσης θορύβου αποτελεί μια λύση που χρησιμοποιούνται στα διορθωτικά προγράμματα που αναλύθηκαν. Κατέληξαν όμως στο συμπέρασμα ότι αυτές οι μέθοδοι αν και είναι αποτελεσματικές σε αγροτικούς δρόμους, δεν είναι κατάλληλες σε αστικό περιβάλλον, όπου τα όρια ταχύτητας έχουν ήδη εφαρμοστεί και η χρήση των ειδικών οδοστρωμάτων δεν είναι πάντα αποτελεσματική. Τέλος, στα σχέδια ελέγχου θορύβου για την προστασία του περιβάλλοντος πρέπει η αναγνώριση λειτουργίας των συστημάτων μεταφοράς στην πόλη να είναι ακριβής, όπως επίσης θα πρέπει να ορίζεται με σαφήνεια η ιεράρχηση των δρόμων για τα επικοινωνιακά συστήματα. Τα προγράμματα προστασίας του περιβάλλοντος από τον θόρυβο πρέπει να αναφέρονται στα μακροπρόθεσμα σχέδια των πόλεων και κυρίως στις περιοχές όπου είναι προγραμματισμένες επενδύσεις και αναπτυξιακά σχέδια (Bohatkiewicz, 2016).

## 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στόχος των συγκεκριμένων μετρήσεων ήταν η αποτύπωση του προφίλ των θορύβων που δημιουργούνται κατά τον κυκλοφοριακό και αστικό θόρυβο στην παραλιακή οδό της πόλης του Ρεθύμνου. Προκειμένου να υπάρξει μια πλήρης εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε τρεις από τις τέσσερις εποχές του χρόνου: το φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η περιοχή μελέτης ήταν η παραλιακή οδός της πόλης και η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρία κεντρικά σημεία. Πρώτο σημείο (Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου) είναι η είσοδος της μαρίνας του Ρεθύμνου, η οποία αποτελεί κομβική περιοχή για τη ζωή των πολιτών. Από εκεί περνάει καθημερινά πλήθος κόσμου: πεζοί -ο χώρος προσφέρεται για βόλτα-, ιδιωτικά ΙΧ -μέσα βρίσκεται ένα από τα πιο πολυσύχναστα παρκινγκ της πόλης-, βαρέα οχήματα, για την εξυπηρέτηση των αναγκών και υπηρεσιών του λιμανιού.

Την περίοδο που ελήφθησαν οι μετρήσεις διεξαγόταν ταυτόχρονα το παγκόσμιο πρωτάθλημα ποδοσφαίρου SOCCA worldcup 6×6 Crete 2019. Για το λόγο αυτό σαν δεύτερο σημείο (Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη) επιλέχθηκε η ανατολική είσοδος του γηπέδου, έναντι της πλατείας του Αγνώστου Στρατιώτη, στην αρχή της οδού Ελευθερίου Βενιζέλου. Το τρίτο σημείο (Λύκειο Ελληνίδων) βρίσκεται στο τέλος της οδού, απέναντι από τα πιο δημοφιλή μαγαζιά της πόλης, όπου η μουσική και οι ομιλίες δεν σταματούν καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας. Στην **Εικόνα 4.1** έγινε απεικόνιση των σημείων μελέτης με χρήση του προγράμματος GoogleEarth.



**Εικόνα 4.1:** Κάτοψη παραλιακής οδού του Ρεθύμνου.

Η συλλογή των δεδομένων χωρίστηκε σε τρεις περιόδους. Η πρώτη φάση των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε την περίοδο που λάμβανε χώρα το παγκόσμιο πρωτάθλημα ποδοσφαίρου SOCCA worldcup, το οποίο διεξήχθη στις 12/10/2019, με την τελετή λήξης να γίνεται στις

20/10/2019, το οποίο διηγείται το ενδιαφέρον φιλάθλων από διάφορες γειτονίες του κόσμου. Η δεύτερη φάση των μετρήσεων διεξήχθη την περίοδο του Ρεθεμνιώτικου Καρναβαλιού. Τόσο το καρναβάλι όσο και τα σχετιζόμενα με αυτό δρώμενα αποτελούν θεσμό για την πόλη, με την ιστορία του να ξεκινάει ήδη από το 1914, ενώ πραγματοποιείται κάθε χρόνο, προσελκύοντας πολύ κόσμο από όλες τις περιοχές της Ελλάδας ακόμα και του εξωτερικού. Η τρίτη φάση των μετρήσεων ολοκληρώθηκε την περίοδο που η χώρα βρισκόταν σε καραντίνα εξαιτίας του covid-19. Ο λόγος για τον οποίο διεξήχθησαν οι συγκεκριμένες μετρήσεις ενώ δεν επιτρεπόταν η κυκλοφορία των πολιτών, ήταν για να μετρηθούν τα επίπεδα θορύβου στη περιοχή μελέτης, όταν δεν υπήρχε ανθρώπινη συσχέτιση.

**Πίνακας 4.1:** Γεγονότα και ημερομηνίες κατά τη συλλογή των δεδομένων

Γεγονός	Ημερομηνίες
Παγκόσμιο πρωτάθλημα ποδοσφαίρου SOCCA worldcup 6x6	Πέμπτη - 17/10/2020
	Κυριακή - 20/10/2020
	Πέμπτη - 24/10/2020
Ρεθεμνιώτικο Καρναβάλι	Κυριακή - 23/2/2020
	Πέμπτη - 27/2/2020
	Κυριακή - 1/3/2020
	Πέμπτη - 5/3/2020
Απαγόρευση κυκλοφορίας λόγω COVID-19	Κυριακή - 5/4/2020
	Πέμπτη - 9/4/2020

Το πρωτόκολλο που ορίστηκε για τον υπολογισμό των μετρήσεων ακολουθήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής τους. Ακολουθήθηκε κυκλική πορεία των μετρήσεων κατά την διάρκεια της ημέρας, με την αφετηρία της δειγματοληψίας να ξεκινά από το 1<sup>ο</sup> σημείο, την είσοδο της μαρίνας δηλαδή, και να καταλήγει στο 3<sup>ο</sup> σημείο, ενώ το 2<sup>ο</sup> σημείο, ο Άγνωστος Στρατιώτης παρεμβάλλεται μεταξύ των δυο. Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης μέτρησης ακολούθησε η μέτρηση στο επόμενο σημείο μέχρι να μετρηθεί και το τελευταίο. Οι ώρες που ελήφθησαν οι μετρήσεις ήταν στη 13:00, στις 17:00 και στις 21:00, διότι τότε παρατηρείται εντονότερα όχληση και αύξηση της κυκλοφορίας στους δρόμους. Για το κάθε σημείο το χρονικό διάστημα διεξαγωγής ήταν 3 λεπτά.

Οι ημέρες που ορίστηκαν για τη συλλογή των μετρήσεων ήταν η Πέμπτη και η Κυριακή. Η πρώτη επιλέχθηκε γιατί είναι μια ημέρα όπου το κυκλοφοριακό φόρτο της πόλης είναι ιδιαίτερα επιβαρυνόμενο, λόγω της κίνησης και της λαϊκής που φιλοξενείται στο κέντρο. Αντιθέτως η Κυριακή είναι μια «ήσυχη» μέρα, καθώς για τους περισσότερους είναι μέρα αργίας, ενώ δεν είναι λίγοι και όσοι την επιλέγουν για εξόρμηση στην ύπαιθρο. Στα πλαίσια του παγκοσμίου πρωταθλήματος και του καρναβαλιού οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να προκύψει μια πλήρης εικόνα του αποτυπώματος του θορύβου τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την ολοκλήρωση της κάθε διοργάνωσης. Οι πρώτες δύο από τις τρεις ημέρες (Πέμπτη 17/10/2019 και Κυριακή 20/10/2019) ανήκαν στο διάστημα που διεξαγόταν το παγκόσμιο πρωτάθλημα ποδοσφαίρου ενώ η τρίτη (Πέμπτη 24/10/2019) αποτελεί μια απλή καθημερινή μέρα. Το ίδιο ισχύει και για την περίοδο του καρναβαλιού: η Πέμπτη 27/2/2020 και η

Κυριακή 1/3/2020 ήταν ημέρες που έλαβαν χώρα διάφορα δρώμενα, ενώ η Κυριακή 23/2/2020 και η Πέμπτη 5/3/2020 ήταν αντίστοιχα απλές καθημερινές μέρες.

#### 4.1 Οργανολογία

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ήταν το MASTECH MS6701: DigitalSoundLevelMeter.



**Εικόνα4.2:** Όργανο MASTECH MS6701: Digital Sound Level Meter (<https://toolboom.com/en/digital-sound-level-meter-mastech-ms6701/>).

Η συσκευή έχει τις εξής δυνατότητες:

1. Καταγράφει μετρήσεις από 30-130 dB.
2. Καταγράφει μετρήσεις σε δύο ισοδύναμες στάθμες ηχητικής πίεσης A&C.
3. Αναπαριστάται σε δύο ταχύτητες FAST/SLOW.
4. Αποθηκεύει την μέγιστη μέτρηση.
5. Αποθηκεύει 16.000 δεδομένα με δυνατότητα επέκτασης σε 128.000 δεδομένα.
6. Έχει ακρίβεια  $\pm 1.5\text{dB}$ .
7. Αναπαριστάται σε συχνότητες 31.5Hz - 8kHz.
8. Συνδέεται με H/Y.

Με το άνοιγμα της συσκευής εμφανίζονται αυτόματα οι τιμές του θορύβου που ανιχνεύονται. Κατόπιν το όργανο ρυθμίζεται σε A στάθμη ηχητικής πίεσης, η οποία είναι σύμφωνη με τα διεθνή πρότυπα IEC 61672. Στα πλαίσια της έρευνας μετρήθηκαν οι μέγιστες τιμές πατώντας το κουμπί max. Για ευκολία του χρήστη δίνεται η δυνατότητα να γίνει χειροκίνητα ο καθορισμός του εύρους των επιθυμητών τιμών, αν αυτό είναι γνωστό, ενώ σε αντίθετη περίπτωση διαμορφώνεται αυτόματα ανάλογα με την εκάστοτε μέτρηση.

## 4.2 Υπολογισμός δεικτών

### Υπολογισμός του δείκτη $L_{eq}$

Η σχέση που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της συνεχούς στάθμης θορύβου είναι:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 L_A(t)} dt \right]$$

Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{\sum 10^{\frac{L_i}{10} \cdot t_i}}{T} \right)$$

όπου:

$L_i$ : η μέτρηση του οργάνου

$t_i$ : η διάρκεια της μέτρησης

$T$ : το χρονικό διάστημα που έγιναν οι μετρήσεις

### Υπολογισμός του δείκτη $L_{den}$

Σύμφωνα με την Οδηγία 2002/49/EK, για την αξιολόγηση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου χρησιμοποιείται ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο,  $L_{den}$ . Ο δείκτης  $L_{den}$  έχει αποδεδειγμένη σχέση με τον βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και ειδικότερα με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης και προσδιορίζεται με τον παρακάτω τύπο :

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

όπου:

$L_{day}$ : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου ημέρας, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις ημερήσιες περιόδους ενός έτους.

$L_{evening}$ : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου απογεύματος, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις απογευματινές περιόδους ενός έτους.

$L_{night}$ : είναι η στάθμη περιβαλλοντικού θορύβου νύκτας, σταθμισμένη ως προς Α μέση στάθμη θορύβου κατά ISO 1996-2: 1987, προσδιορισμένη για όλες τις νυκτερινές περιόδους ενός έτους.

Για τη βέλτιστη διαχείριση των μετρήσεων που ελήφθησαν έγιναν οι εξής παραδοχές στην παραπάνω σχέση:

- Οι μετρήσεις θορύβου δεν αφορούν ολόκληρο εικοσιτετράωρο αλλά το δωδεκάωρο 9:00-21:00.
- Η χρονική διάρκεια της κάθε μέτρησης ήταν τρία λεπτά και στη συνέχεια έγινε αναγωγή αυτής στη μια ώρα.

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \left( \left( \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{eq}}{10}} \right) / n \right), \text{ όπου:}$$

$L_{eq}$ : συνεχής στάθμη θορύβου

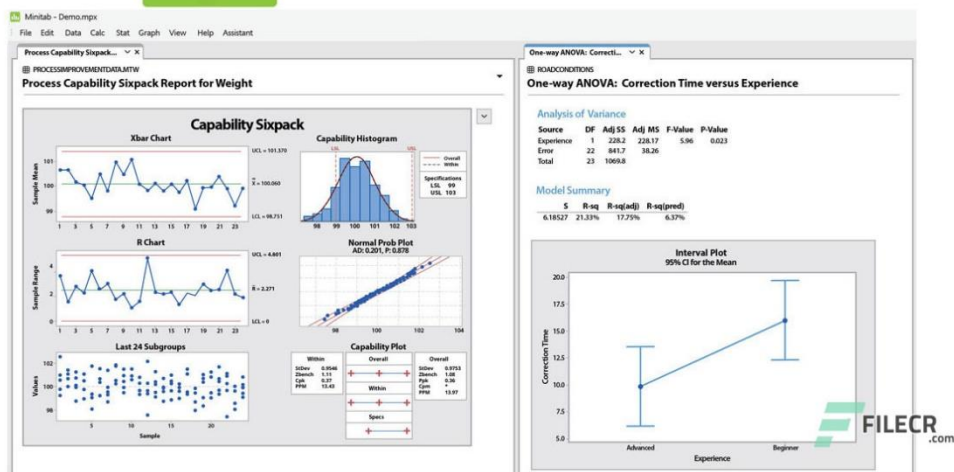
$n$ : αριθμός των υπολογισμένων  $L_{eq}$

### 4.3 Minitab 2019

Το λογισμικό Minitab χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της εργασίας αυτής. Το λογισμικό δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να αυτοματοποιεί τους υπολογισμούς και να σχεδιάζει γραφήματα, επιτρέποντάς του να επικεντρώνεται στην ανάλυση δεδομένων και κατ' επέκταση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Το στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των τιμών ήταν η γραμμική παλινδρόμηση, που αποτελεί προσεγγιστικό πρότυπο σχέσης ανάμεσα σε μια εξαρτημένη μεταβλητή  $Y$  (στην περίπτωση αυτή ο θόρυβος τις ημέρες που διαδραματίστηκαν τα γεγονότα) και μία ή περισσότερες επεξηγηματικές μεταβλητές  $X$  (οι απλές μέρες). Στόχος είναι να διαπιστωθεί εάν από την σύγκριση των αποτελεσμάτων προκύπτει συσχέτιση μεταξύ τους, η οποία θα υποδεικνύει επίδραση των γεγονότων στα επίπεδα του θορύβου.



Minitab® 19



**Εικόνα 4.3:** Παρουσίαση περιβάλλοντος οθόνης Minitab 19 (<https://filecr.com/windows/minitab/>).

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

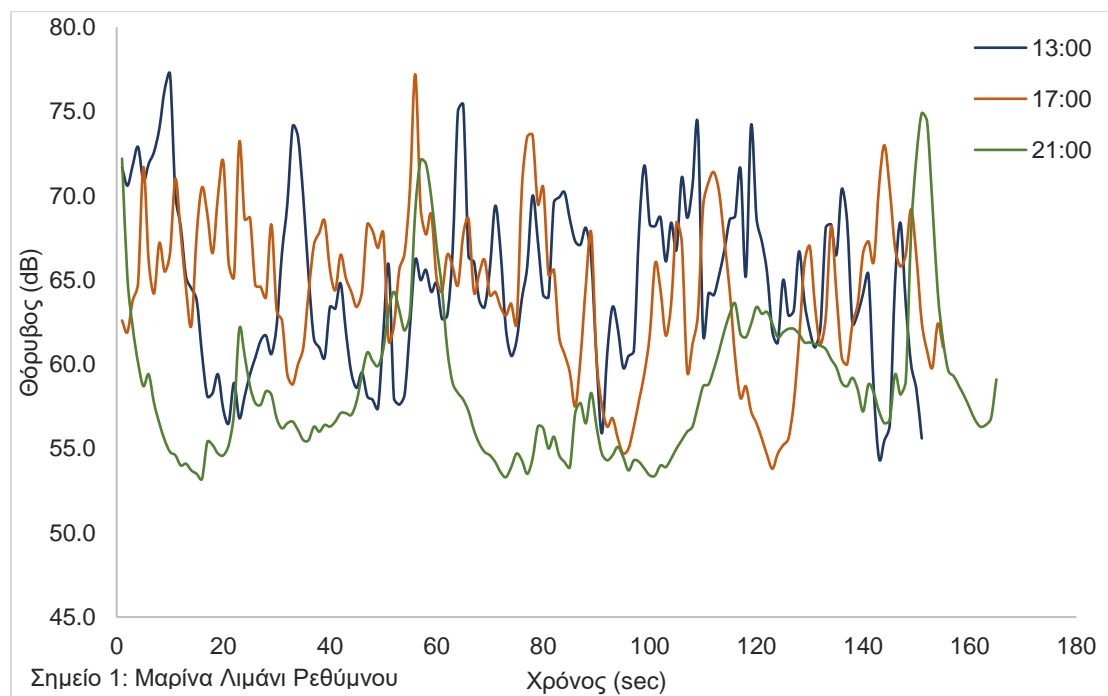
Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του θορύβου που δημιουργούνται κατά τον κυκλοφοριακό και αστικό θόρυβο στην παραλιακή οδό της πόλης του Ρεθύμνου. Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα κατά το παγκόσμιο πρωτάθλημααποδοσφαίρου SOCCA worldcup 6×6 Crete 2019, όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε διάρκεια τριών ημερών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που ελήφθησαν κατά την διάρκεια του καρναβαλιού, σε διάστημα τεσσάρων ημερών. Έπειτα ακολουθούν τα αποτελέσματα του θορύβου που ελήφθησαν κατά την διάρκεια της απαγόρευση κυκλοφορίας, σε διάστημα δυο ημερών. Τέλος γίνεται σύγκριση και στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

### 5.1 Παγκόσμιο πρωτάθλημα – socca

Για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος- socca παρουσιάζονται συνοπτικά στο Πίνακα 5.1 τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 17/10/2019.

**Πίνακας 5.1:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
17/10/2019	1	13:00	54,4	77,2	58,2	64,8	71,6	67,64	66,01
		17:00	53,8	77,2	57,5	64,7	70,4	66,65	
		21:00	53,2	74,9	54,0	57,5	63,0	62,32	



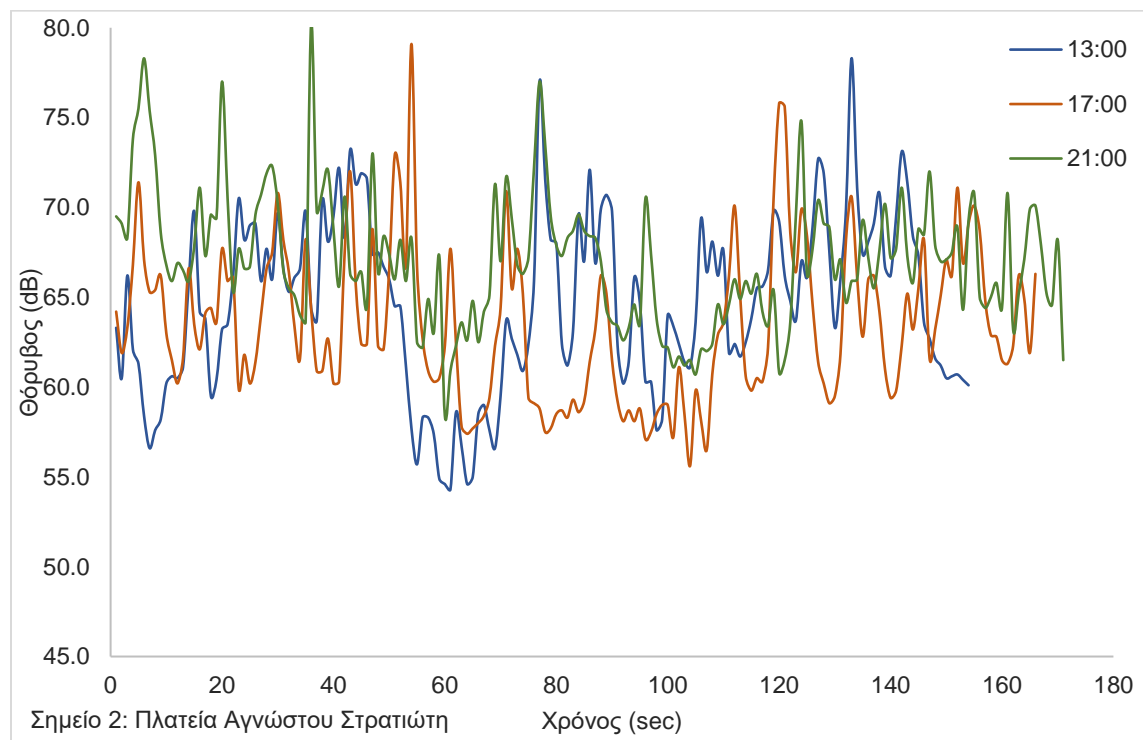
**Διάγραμμα 5.1:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 17/10/2019.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας τα επίπεδα κυμαίνονται από 53.2 μέχρι 77.2dB. Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται να μην υπάρχει αρκετός θόρυβος στη Μαρίνα Ρεθύμνου. Στις 21:00 οι στάθμες εμφανίζουν μεγαλύτερη μείωση δημιουργώντας μια πολύ ήσυχη κατάσταση.

Στην περίπτωση του socca, για το σημείο στη πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 17/10/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.2**.

**Πίνακας 5.2** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
17/10/2019	2	13:00	54,3	78,3	58,2	64,8	70,7	67,24	67,59
		17:00	55,6	79,1	58,3	62,4	68,4	66,1	
		21:00	58,4	88,2	62,3	67,0	71,3	68,96	



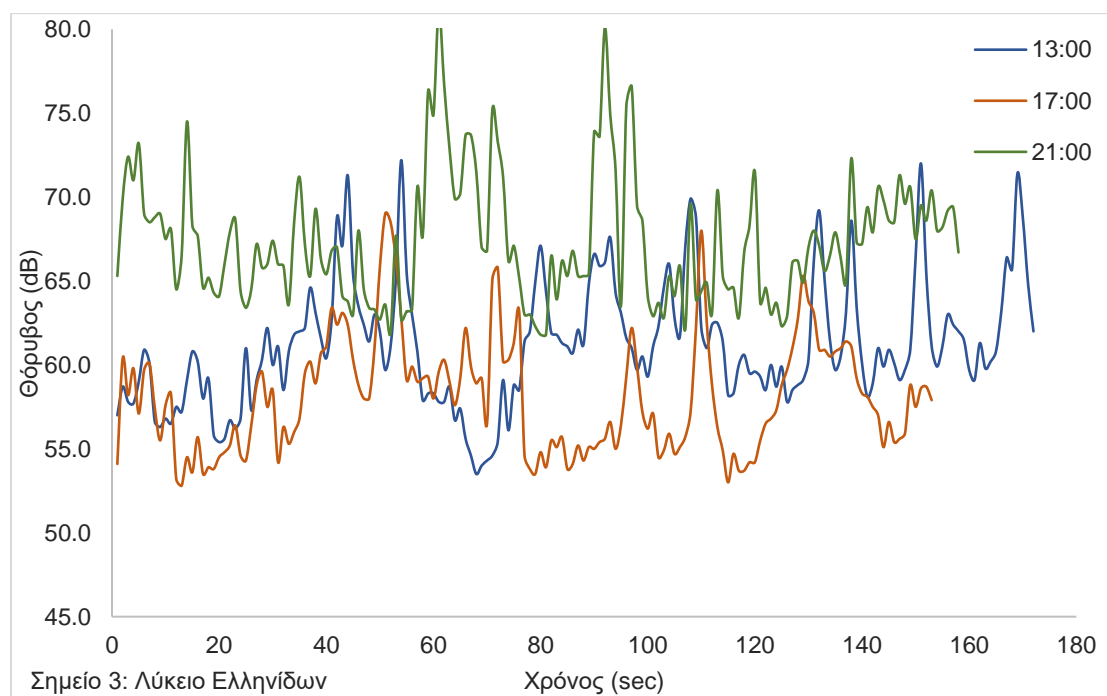
**Διάγραμμα 5.2:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 17/10/2019.

Στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη στις 17/10/2019 ο θόρυβος βρισκόταν μεταξύ 54.3 και 80.2dB. Η πλειονότητα των μετρήσεων διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, με αυτές που ελήφθησαν στις 21:00 να σημειώνουν τις υψηλότερες τιμές.

Στην περίπτωση του soccer για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 17/10/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακα 5.3**.

**Πίνακας 5.3** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 17/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
17/10/2019	3	13:00	53,5	72,2	56,6	60,5	66,0	63,03	62,3
		17:00	52,8	69,0	54,1	57,6	62,6	59,71	
		21:00	61,8	81,2	63,0	66,7	72,4	63,4	



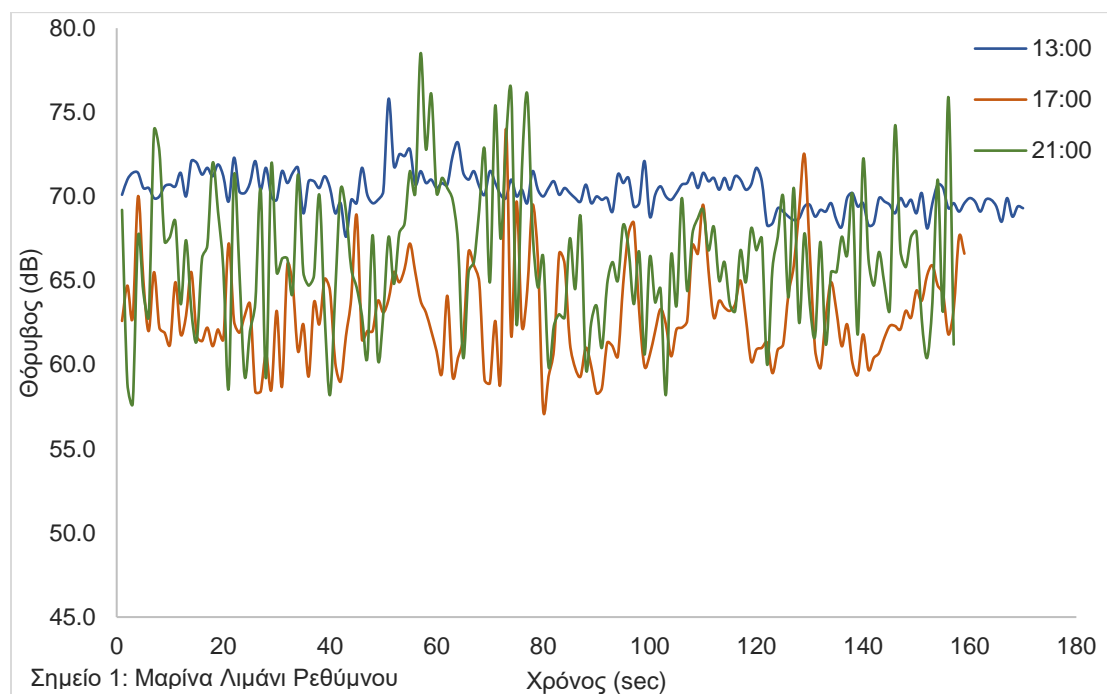
**Διάγραμμα 5.3:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 17/10/2019.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας για τις 17/10/2019 ο θόρυβος μετρήθηκε από 52.8dB και έφτασε τα 81.2 dB στο Λύκειο Ελληνίδων. Περισσότερος θόρυβος παρατηρήθηκε στις 21:00 αφού η πλειονότητα των μετρήσεων ξεπέρασε τα 70dB, δημιουργώντας θορυβώδεις καταστάσεις. Αντίθετα στις 17:00 παρατήρηθηκαν οι χαμηλότερες τιμές.

Για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακα 5.4** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 20/10/2019.

**Πίνακας 5.4:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	L <sub>min</sub> [dB]	L <sub>max</sub> [dB]	L <sub>10</sub> [dB]	L <sub>50</sub> [dB]	L <sub>90</sub> [dB]	L <sub>eq</sub> [dB]	L <sub>den</sub> [dB]
20/10/2019	1	13:00	67,6	75,8	69,0	70,4	71,7	70,47	68,38
		17:00	57,3	74,0	59,3	62,4	66,6	64,08	
		21:00	57,7	78,0	61,0	66,3	71,2	68,42	



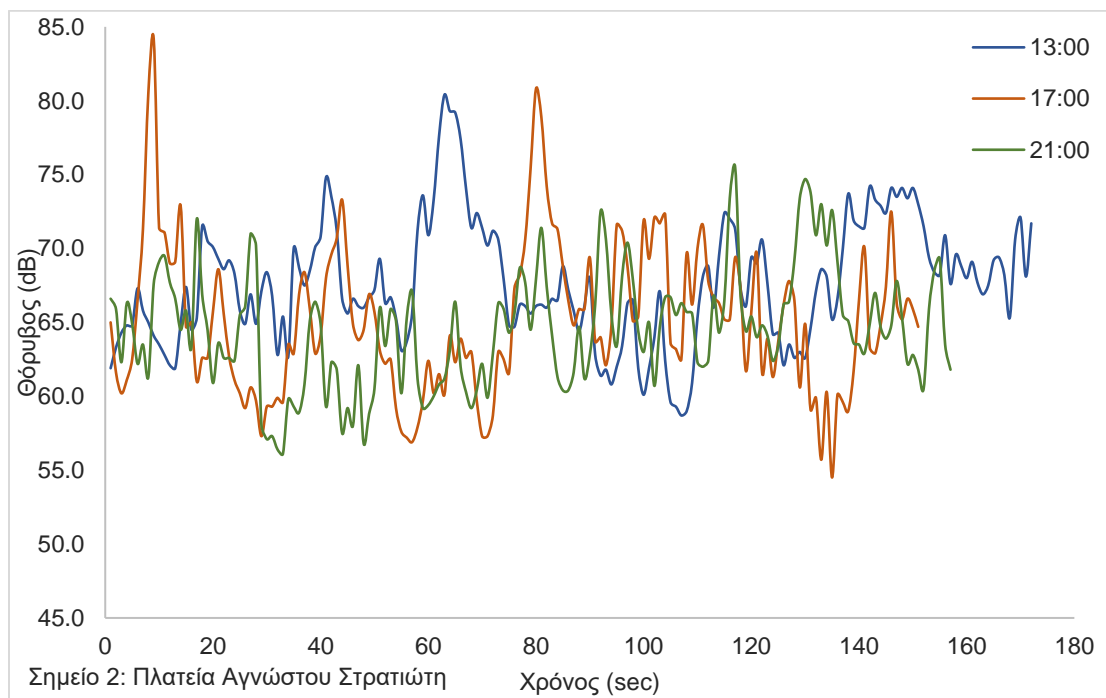
**Διάγραμμα 5.4:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 20/10/2019.

Ο θόρυβος στη 13:00 φαίνεται να είναι σταθερά σε υψηλά επίπεδα, άνω των 70dB, χαρακτηρίζοντας την ως την πιο θορυβώδη ώρα από τις τρεις στην Μαρίνα του Ρεθύμνου στις 20/10/2019. Οι υπόλοιπες ώρες εντοπίστηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα με κάποιες στιγμιαίες αυξήσεις.

Στην περίπτωση του socca, για το σημείο στη πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 20/10/2019 παρουσιάζονται στο **Σφάλμα!**  
**Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**

**Πίνακας 5.5:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	L <sub>min</sub> [dB]	L <sub>max</sub> [dB]	L <sub>10</sub> [dB]	L <sub>50</sub> [dB]	L <sub>90</sub> [dB]	L <sub>eq</sub> [dB]	L <sub>den</sub> [dB]
20/10/2019	2	13:00	58,7	80,4	62,1	66,6	73,4	69,83	68,19
		17:00	54,5	80,8	59,3	64,8	71,6	67,56	
		21:00	56,1	75,5	59,3	64,5	69,2	66,47	



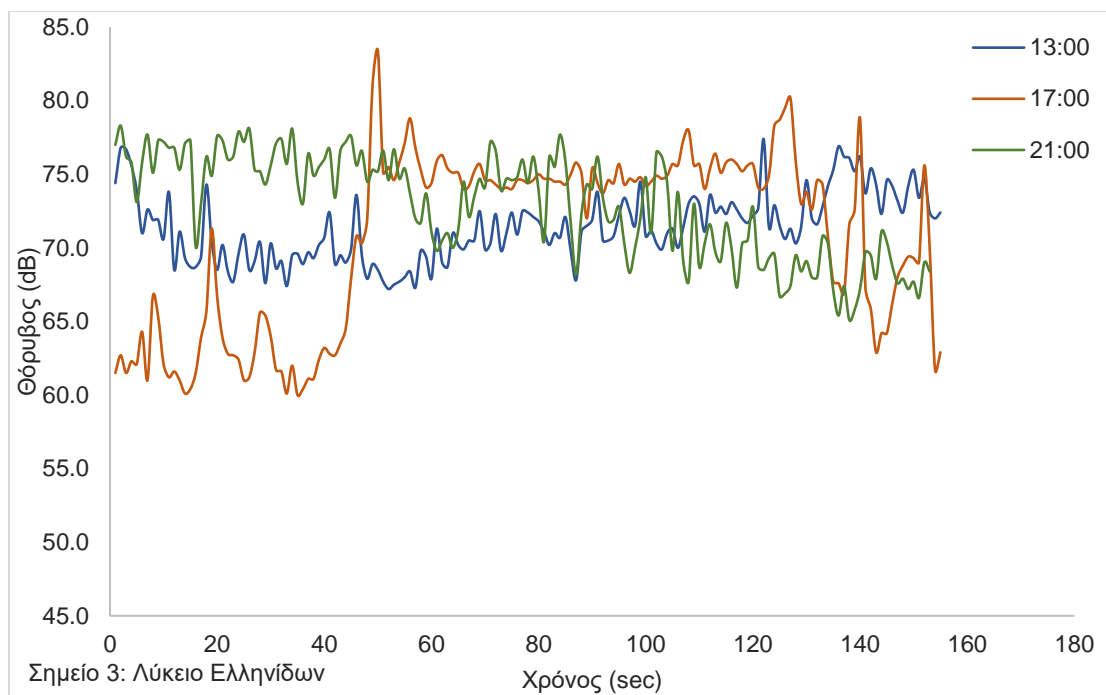
**Διάγραμμα 5.5:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 20/10/2019.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας λίγες ήταν οι τιμές που έπεσαν κάτω από τα 60dB. Ο θόρυβος κυμάνθηκε από τα 54,5 έως τα 80,8d, με τις υψηλότερες τιμές να σημειώνονται στη 13:00 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη στις 20/10/2019.

Στην περίπτωση του socca για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 20/10/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακα 5.6**.

**Πίνακας 5.6:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 20/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
20/10/2019	3	13:00	67,2	77,4	68,5	71,1	74,4	72,01	73,35
		17:00	60,0	83,4	61,5	74,1	75,9	73,7	
		21:00	65,1	78,3	67,7	73,7	77,1	74,07	



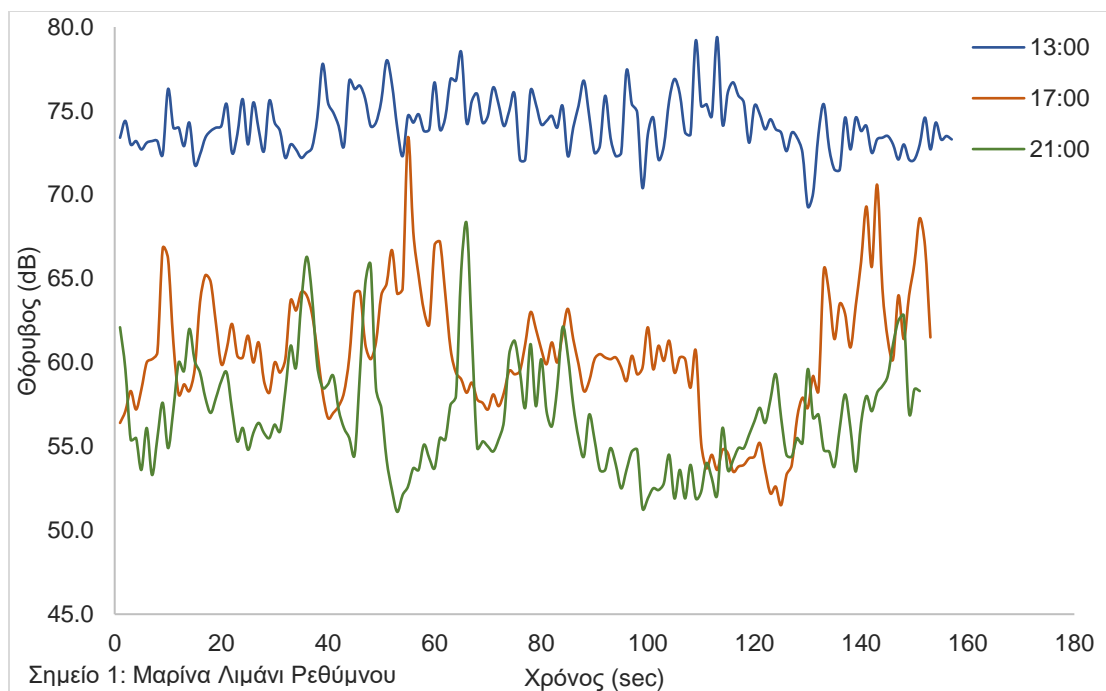
**Διάγραμμα 5.6:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 20/10/2019.

Είναι φανερό ότι οι στάθμες του θορύβου στο Λύκειο Ελληνίδων στις 20/10/2019 διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά βρίσκονταν συνεχώς πάνω από 60.0dB, συμπεραίνοντας πως στο σημείο αυτό επικράτησε φασαρία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος- socca παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακας 5.7** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 24/10/2019.

**Πίνακας 5.7:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
24/10/2019	1	13:00	69,3	79,4	72,3	74,0	76,4	74,52	70,1
		17:00	51,5	73,4	54,6	60,2	65,2	62,3	
		21:00	51,1	68,3	52,8	56,1	60,5	58,28	



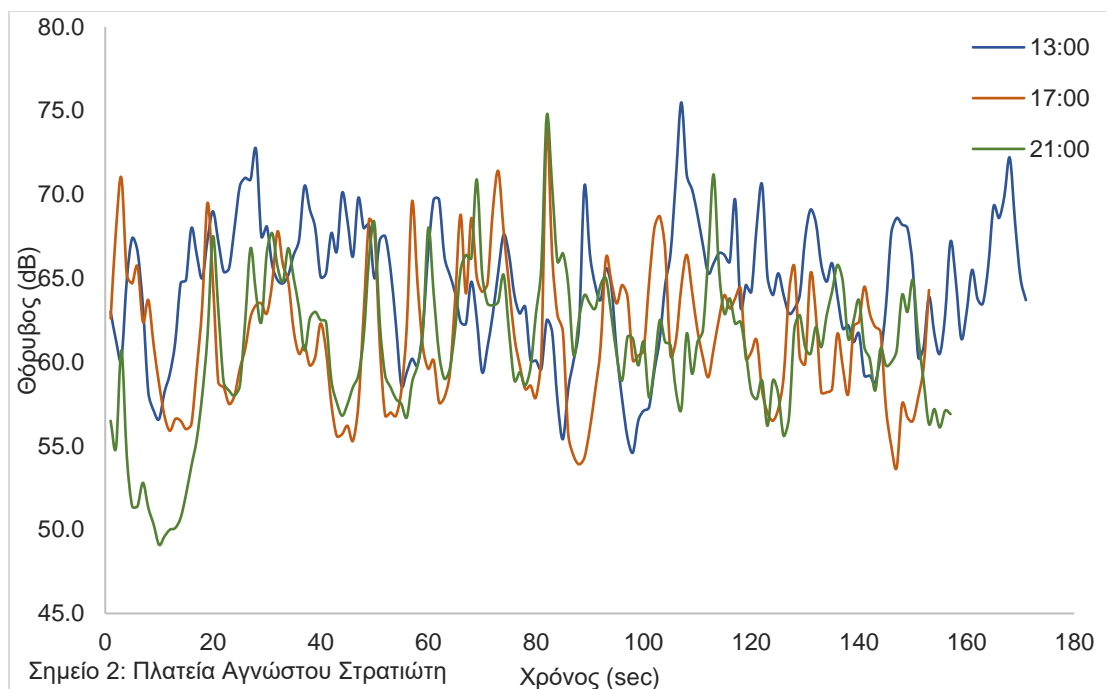
**Διάγραμμα 5.7:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 24/10/2019.

Στην Μαρίνα Ρεθύμνου στις 24/10/2019 οι στάθμες κυμάνθηκαν από 51.1 έως 79.4 dB. Είναι εμφανές ότι στη 13:00 τα επίπεδα του θορύβου ήταν πολύ υψηλά και συγχρόνως σταθερά άνω των 70dB, ενώ στις 21:00 η κατάσταση είχε ηρεμήσει καθώς λίγες ήταν οι φορές που παραπάνω όριο ξεπεράστηκε.

Στην περίπτωση του soccaγια το σημείο στη πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 24/10/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.8**.

**Πίνακας 5.8:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
24/10/2019	2	13:00	54,6	75,5	58,8	65,0	69,7	66,21	64,50
		17:00	53,7	73,9	56,5	61,0	66,7	63,52	
		21:00	49,1	74,7	55,4	61,4	65,8	63,06	



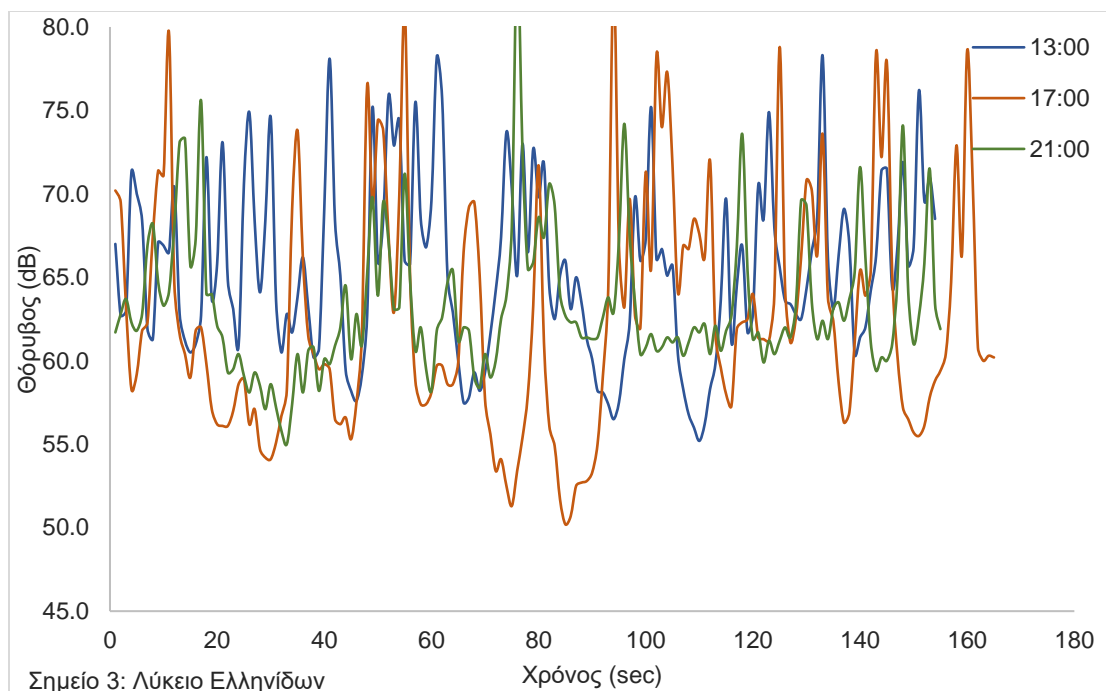
**Διάγραμμα 5.8:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 24/10/2019.

Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται να υπάρχει αρκετός θόρυβος στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη στις 24/10/2019. Περισσότερος θόρυβος παρατηρήθηκε κατά τη 13:00, ενώ τα επίπεδα είχαν εύρος από 49.1 έως 75.5 dB.

Στην περίπτωση του soccer για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 20/10/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.9**.

**Πίνακας 5.9:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 24/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
24/10/2019	3	13:00	55,2	78,3	58,3	65,1	72,9	68,83	68,55
		17:00	50,2	83,0	54,7	61,4	72,0	69,34	
		21:00	55,0	84,4	59,1	62,1	68,2	67,22	



**Διάγραμμα 5.9:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 24/10/2019.

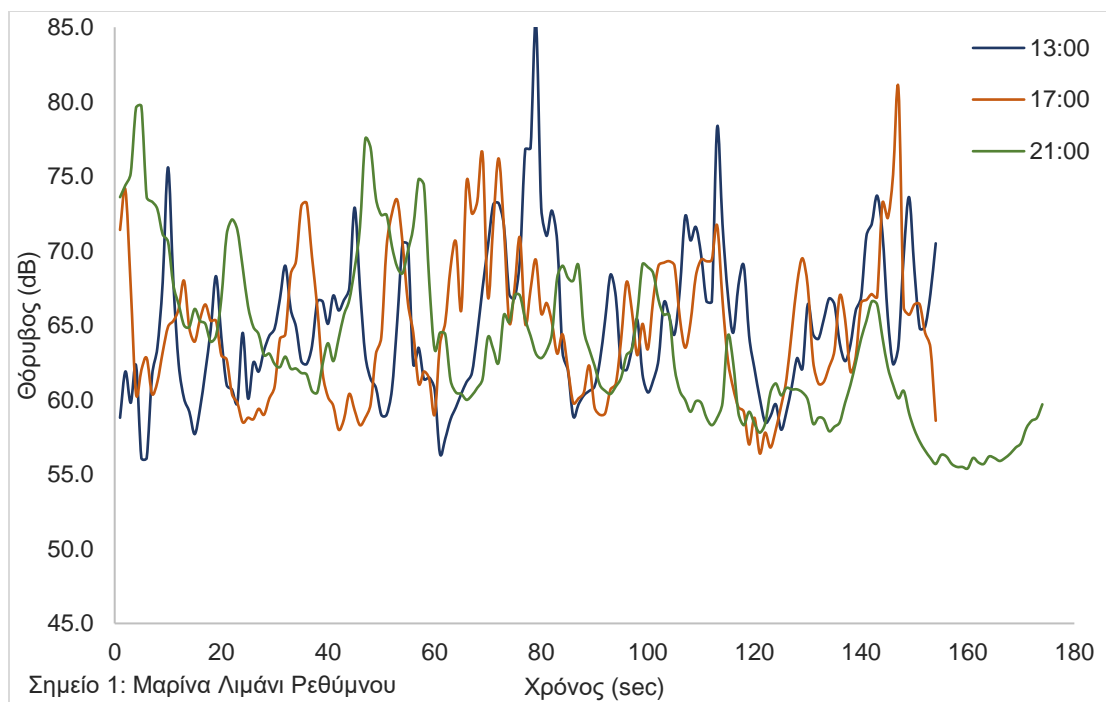
Στις 24/10/2019 η πλειοψηφία των μετρήσεων βρισκόταν σε υψηλά επίπεδα, προκαλώντας πολύ θόρυβο στη περιοχή. Οι στάθμες είχαν εύρος από 50.2 έως 84.4 dB, με τον περισσότερο θόρυβο να παρατηρείται κατά τις 17:00, όπως επίσης και χαμηλότερα επίπεδα αυτού για το Λύκειο Ελληνίδων.

## 5.2 Καρναβάλι

Για την περίοδο του καρναβαλιού παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακας 5.10** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 23/02/2020.

**Πίνακας 5.10:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
23/02/2020	1	13:00	56,1	85,4	64,4	60,1	66,0	69,04	68,24
		17:00	56,4	80,9	59,0	64,6	71,7	67,94	
		21:00	55,4	79,7	59,8	64,4	72,8	67,61	



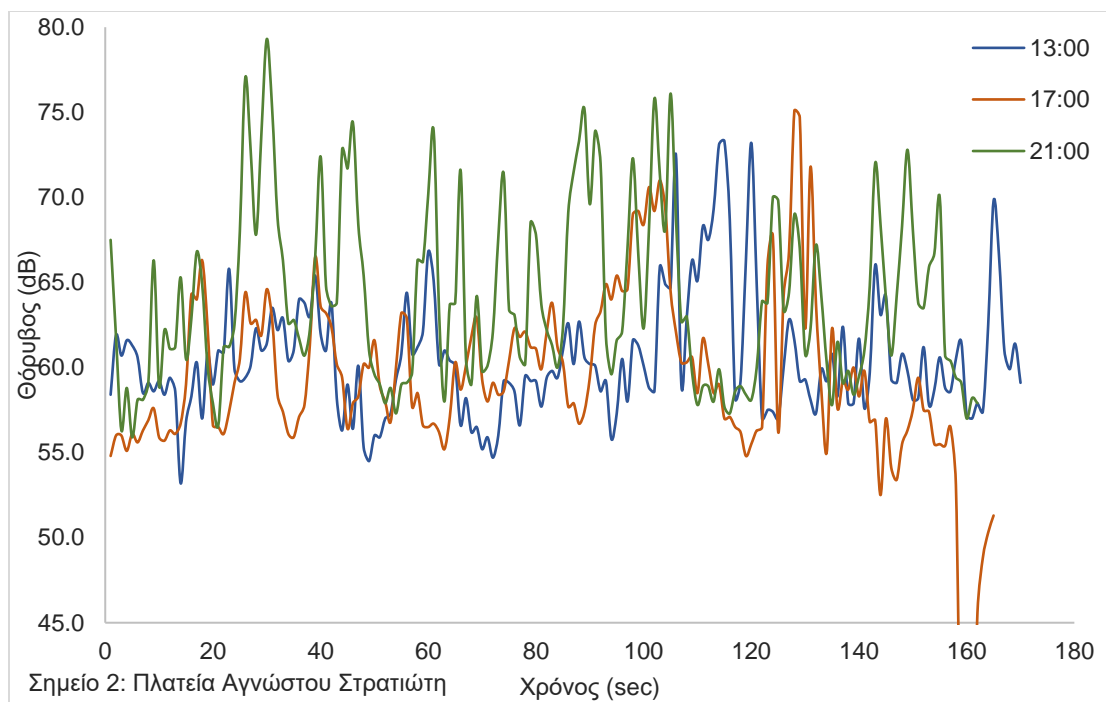
**Διάγραμμα 5.10:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 23/02/2020.

Στην Μαρίνα Ρεθύμνου στις 23/02/2020 στην αρχή της ημέρας οι στάθμες βρίσκονταν σε υψηλό επίπεδο. Παρατηρήθηκε όμως μείωση του θορύβου στις 21:00. Το εύρος που εντοπίστηκαν οι μετρήσεις για τη μέρα εκείνη ήταν από 55.4 έως 85.4dB.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στην πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 23/02/2019 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.11**.

**Πίνακας 5.11:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
23/02/2020	2	13:00	53,2	73,3	56,6	59,9	65,1	62,67	65,06
		17:00	35,0	75,1	55,9	59,1	65,4	62,73	
		21:00	55,9	79,3	58,1	62,8	72,8	67,7	



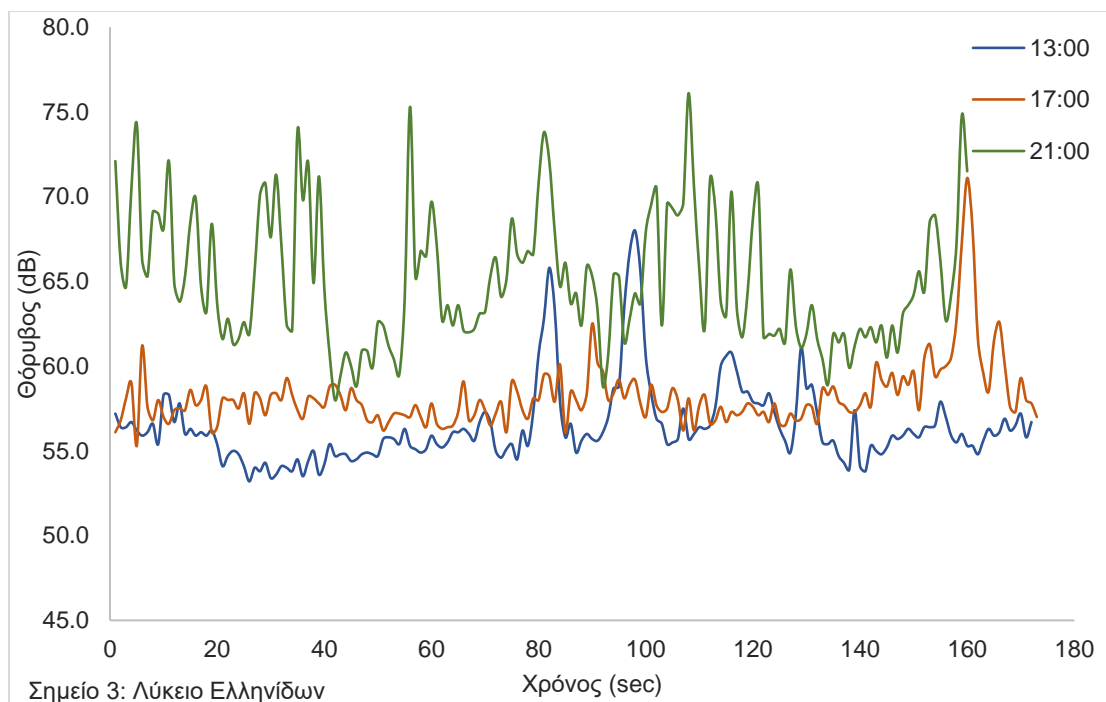
**Διάγραμμα 5.11:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 23/02/2020.

Στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη οι στάθμες των μετρήσεων κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα στη 13:00 και στις 17:00. Στις 21:00 όμως παρατηρήθηκε αισθητή αύξηση των επιπέδων. Οι τιμές βρίσκονταν μεταξύ των 35 και των 79.3dB.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 23/02/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.12**.

**Πίνακας 5.12:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 23/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
23/02/2020	3	13:00	53,2	68,0	54,1	55,9	58,8	57,47	63,54
		17:00	55,3	71,1	56,5	57,7	59,2	59	
		21:00	58,0	76,1	60,9	64,9	70,8	67,11	



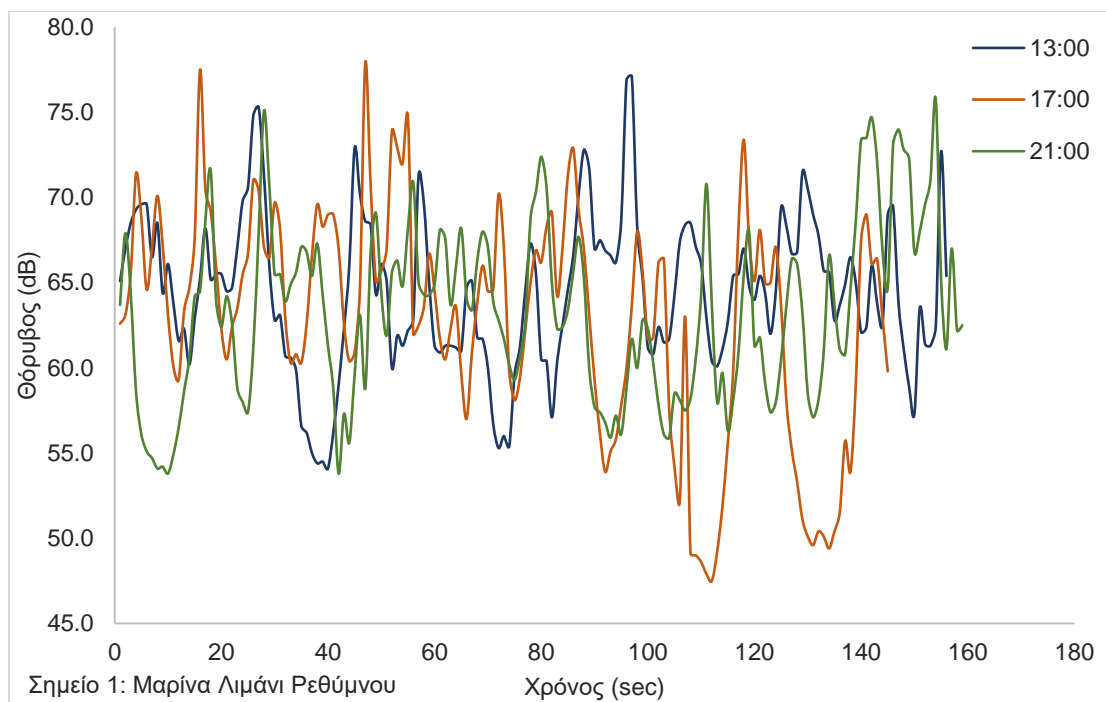
**Διάγραμμα 5.12:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 23/02/2020.

Στο Λύκειο Ελληνίδων στις 23/02/2020 παρατηρείται αύξηση στα επίπεδα του θορύβου με το πέρασμα της ημέρας. Οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν στη 13:00, ενώ οι υψηλότερες στις 21:00. Οι τιμές είχαν εύρος από 53.2 έως 76.1 dB.

Για την περίοδο του καρναβαλιού παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακα 5.13** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 27/02/2020.

**Πίνακας 5.13:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
27/02/2020	1	13:00	54,1	77,1	59,0	64,5	69,6	66,89	66,84
		17:00	47,5	77,9	53,3	64,5	70,5	67,23	
		21:00	53,8	75,8	56,1	62,6	68,2	66,35	



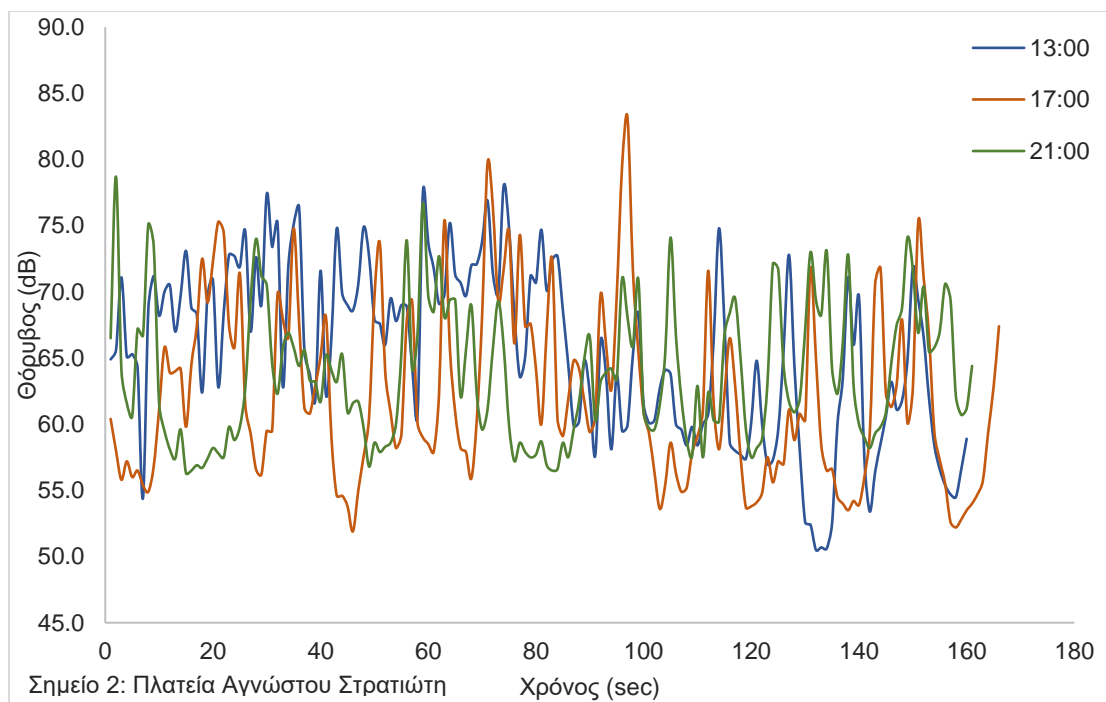
**Διάγραμμα 5.13:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 27/02/2020.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας τα επίπεδα κυμαίνονται από 47.5 έως 77.9dB. Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται ότι υπάρχει αρκετός θόρυβος στη Μαρίνα Ρεθύμνου κατά τη διάρκεια της ημέρας, με το επίπεδο αυτό να μειώνεται κατά τις 21:00.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στη πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 27/02/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακα 5.14**.

**Πίνακας 5.14:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
27/02/2020	2	13:00	50,5	78,0	57,7	66,3	73,7	69,39	68,36
		17:00	51,9	83,2	54,9	60,9	71,8	68,29	
		21:00	56,3	78,7	57,5	62,3	71,0	67,12	



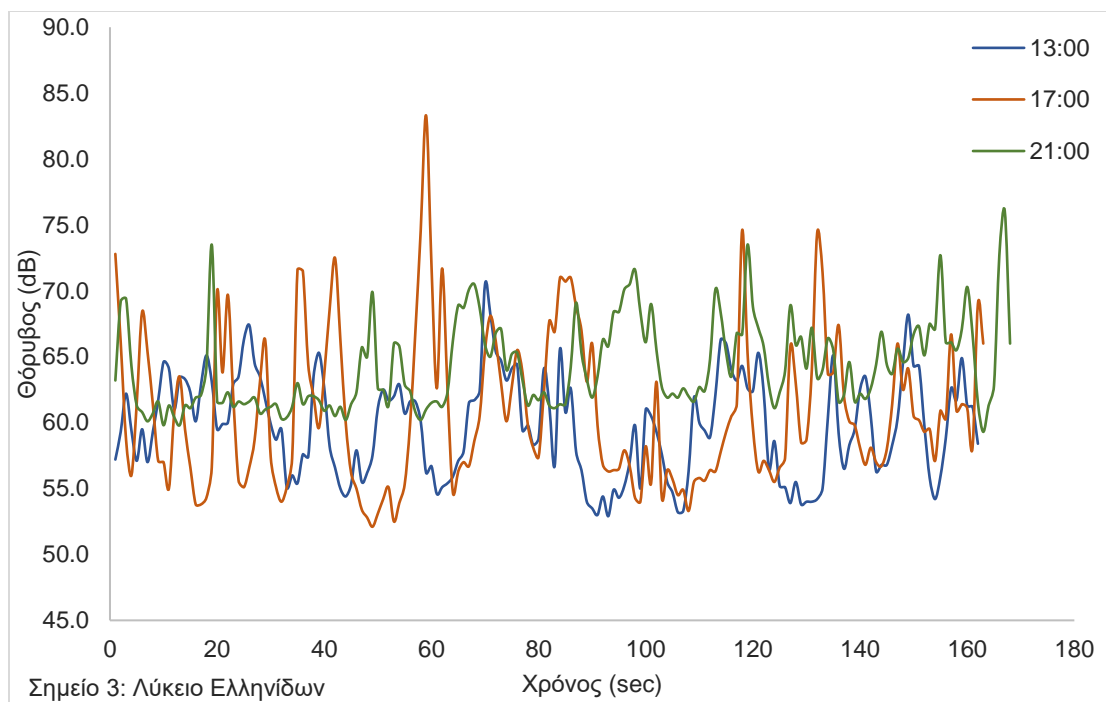
**Διάγραμμα 5.14:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 27/02/2020.

Στο διάγραμμα 14 οι στάθμες κυμαίνονται από 50.5 έως 83.2dB. Στην πλειονότητα των τιμών φαίνεται ότι υπάρχει αρκετός θόρυβος στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. Στις 27/02/2020, καθώς περνούσε η μέρα, τα επίπεδα του θορύβου μειώνονταν στο σημείο 2.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 27/02/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακα 5.15**.

**Πίνακας 5.15:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 27/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
27/02/2020	3	13:00	52,9	70,5	54,4	59,5	64,5	61,38	64,96
		17:00	52,1	83,3	54,3	59,5	69,7	66,24	
		21:00	59,3	76,1	60,8	62,3	69,0	65,83	



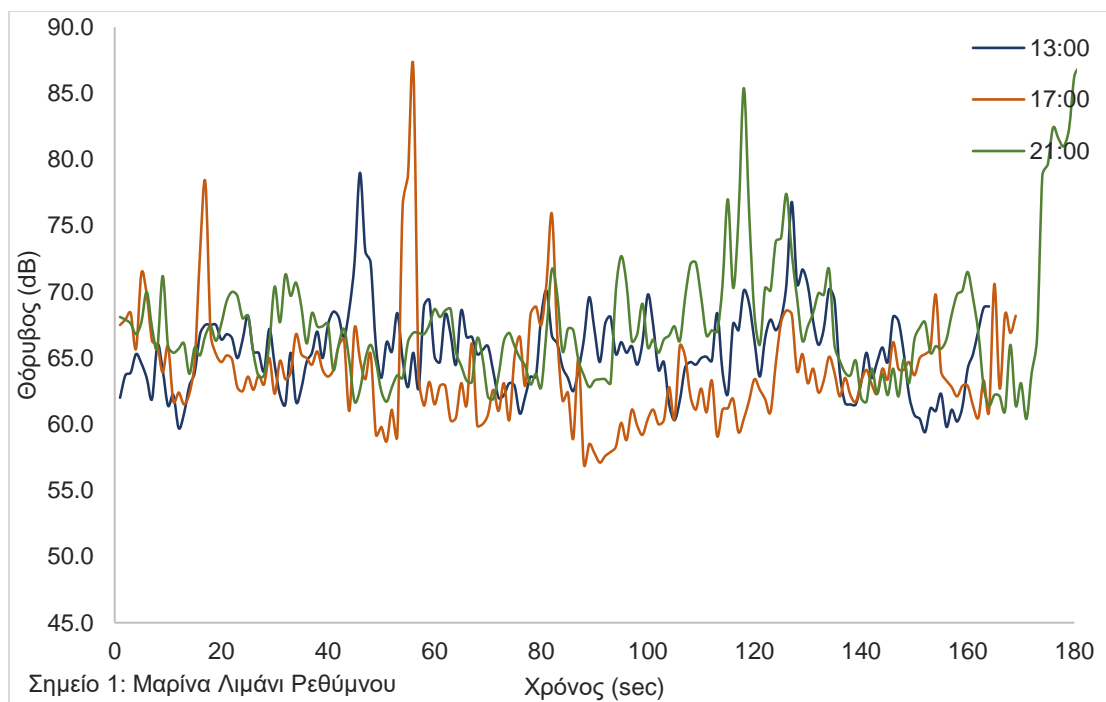
**Διάγραμμα 5.15:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 27/02/2020.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας τα επίπεδα κυμαίνονται από 52.1 έως 83.3dB. Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται ότι υπάρχει ανεκτή κατάσταση θορύβου στο Λύκειο Ελληνίδων. Στη 13:00 η κατάσταση ήταν ήρεμη, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκε αισθητά.

Για την περίοδο του καρναβαλιού παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακας 5.16** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 01/03/2020.

**Πίνακας 5.16:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
01/03/2020	1	13:00	59,4	79,0	61,6	65,4	69,4	66,96	68,33
		17:00	57,0	87,0	59,4	63,3	67,9	68,48	
		21:00	60,4	85,4	63,2	66,8	70,7	69,24	



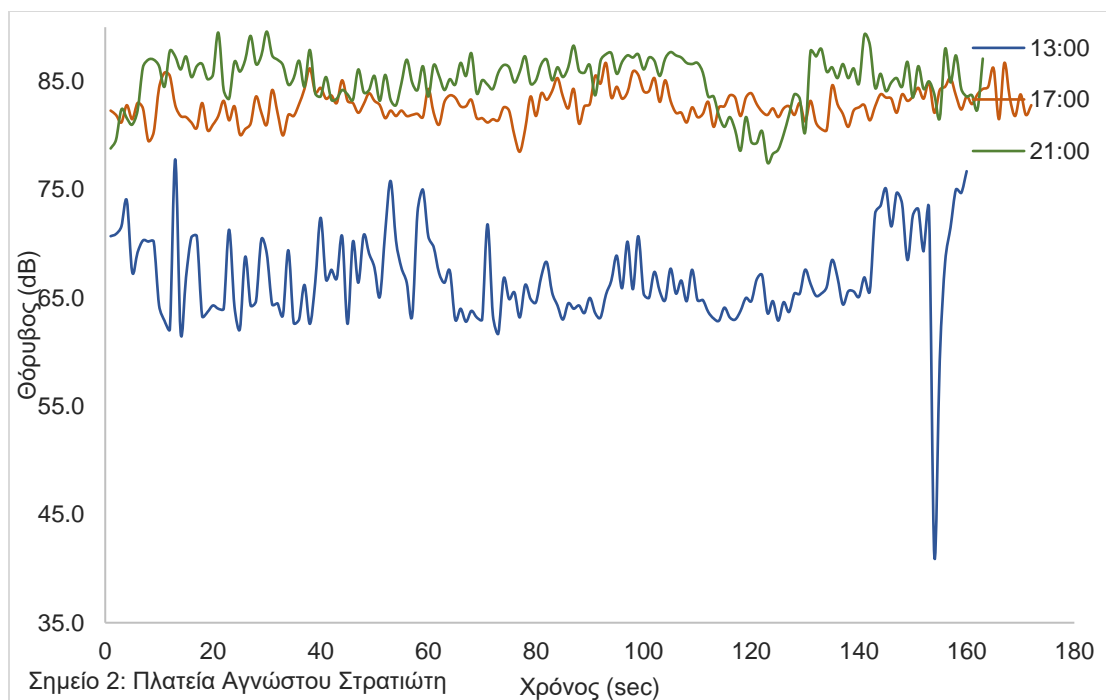
**Διάγραμμα 5.16:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 01/03/2020.

Στο διάγραμμα 16 είναι φανερό ότι στην πλειονότητα των μετρήσεων διατηρήθηκε σε ένα παρόμοιο επίπεδο θορύβου, με αρκετές ωστόσο στιγμιαίες αυξήσεις. Ο θόρυβος στην Μαρίνα του Ρεθύμνου κυμαινόταν από 57.0 έως 87.0 dB.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στην πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 27/02/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.17**.

**Πίνακας 5.17:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
01/03/2020	2	13:00	41,1	77,8	63,0	65,6	71,6	68,71	82,82
		17:00	78,5	86,7	81,0	82,7	84,4	83,06	
		21:00	77,5	89,6	81,0	85,6	87,4	85,61	



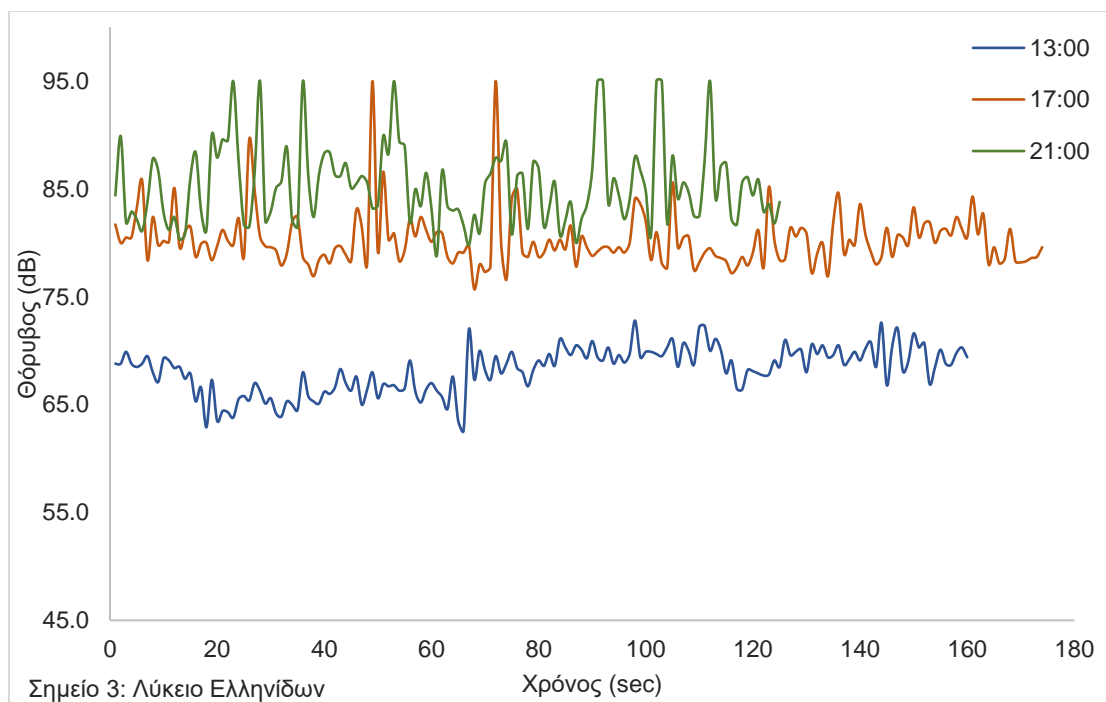
**Διάγραμμα 5.17:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 01/03/2020.

Στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη στις 21:00 τα επίπεδα του θορύβου ήταν πολύ υψηλά και συγχρόνως σταθερά άνω των 75dB, όπως επίσης και στις 17:00. Αντίθετα στις 13:00 τα επίπεδά του ήταν χαμηλότερα όμως και αυτά ήταν σταθερά. Το εύρος των τιμών ξεκινούσε από 41.4dB και έφτανε τα 89.6dB.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 01/03/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.18**.

**Πίνακας 5.18:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 01/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
01/03/2020	3	13:00	62,6	72,8	65,1	68,5	70,6	68,69	83,80
		17:00	75,7	95,0	77,9	79,7	83,3	81,87	
		21:00	78,8	95,0	81,2	85,0	89,6	87,47	



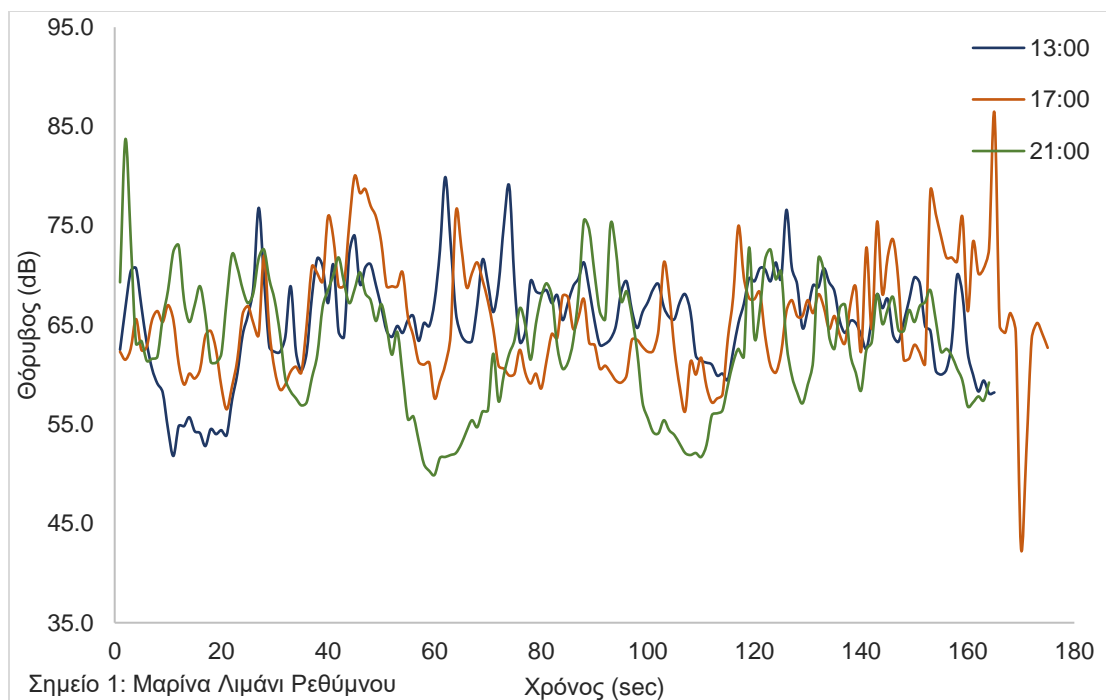
**Διάγραμμα 5.18:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 01/03/2020.

Στο διάγραμμα 18 παρατηρήθηκαν διαφορετικά επίπεδα θορύβου για κάθε χρονική στιγμή. Είναι εμφανές και στις τρεις περιπτώσεις οι τιμές διατηρήσαν ένα σταθέρα επίπεδο. Τις μεσημεριανές ώρες η κατάσταση ήταν πιο ήρεμη απ' ό,τι στις βραδινές του Λύκειο Ελληνίδων, όπου εντόπιστηκαν οι υψηλότερες τιμές.

Για την περίοδο του καρναβαλιού παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακας 5.19** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 05/03/2020.

**Πίνακας 5.19:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
05/03/2020	1	13:00	51,8	79,9	59,1	66,2	70,9	68,28	68,88
		17:00	42,5	86,4	59,1	64,0	72,9	70,22	
		21:00	49,9	83,7	52,9	63,4	71,8	67,74	



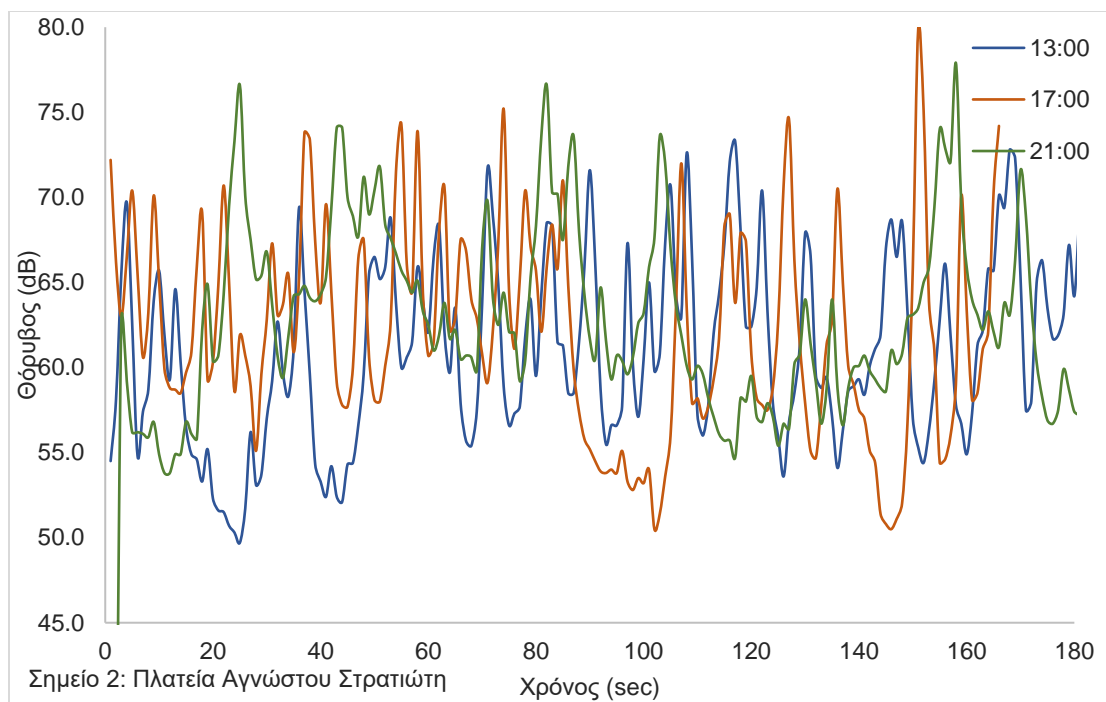
**Διάγραμμα 5.19:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 05/03/2020.

Στην Μαρίνα Ρεθύμνου στις 05/03/2020 η πλειονότητα των μετρήσεων κυμαινόταν μεταξύ των 55 και 75dB. Τα υψηλότερα επίπεδα εντοπίστηκαν στις 17:00, ενώ στις 21:00 τα χαμηλότερα. Ο θόρυβος για την ημέρα εκείνη βρισκόταν μεταξύ των 42.5dB και των 86.4 dB.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στην πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 05/03/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.20**.

**Πίνακας 5.20:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	L <sub>min</sub> [dB]	L <sub>max</sub> [dB]	L <sub>10</sub> [dB]	L <sub>50</sub> [dB]	L <sub>90</sub> [dB]	L <sub>eq</sub> [dB]	L <sub>den</sub> [dB]
05/03/2020	2	13:00	49,7	73,3	53,7	59,7	68,3	64,26	65,93
		17:00	50,5	79,9	53,9	61,7	70,5	66,54	
		21:00	35,0	77,9	55,8	62,5	70,4	66,6	



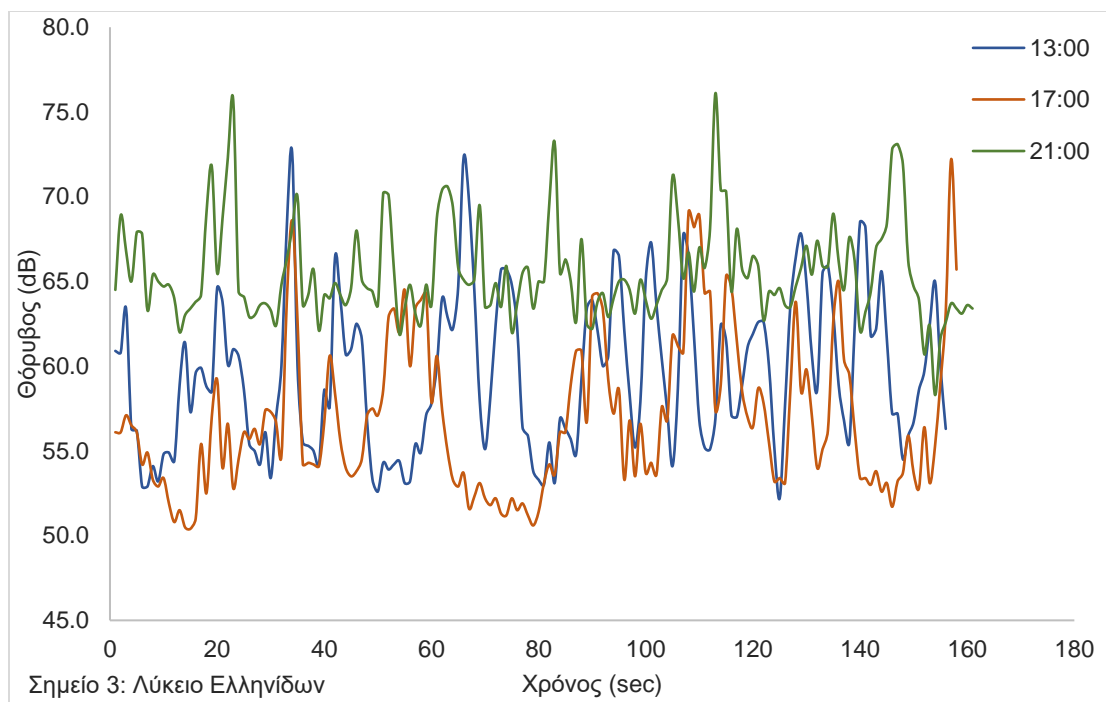
**Διάγραμμα 5.20:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 05/03/2020.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας τα επίπεδα κυμαίνονται από 35.0 μέχρι 79.9dB. Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται να μην υπάρχει αρκετός θόρυβος στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη. Παρόμοια επίπεδα θορύβου παρατηρήθηκαν στις 17:00 και στις 21:00, ενώ στη 13:00 ήταν χαμηλότερα.

Στην περίπτωση του καρναβαλιού για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 05/03/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.21**.

**Πίνακας 5.21:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
05/03/2020	3	13:00	52,2	72,6	54,1	58,9	65,7	62,12	63,89
		17:00	50,4	72,2	51,9	56,1	63,8	59,09	
		21:00	58,3	76,1	62,9	64,8	70,0	66,76	



**Διάγραμμα 5.21:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 05/03/2020.

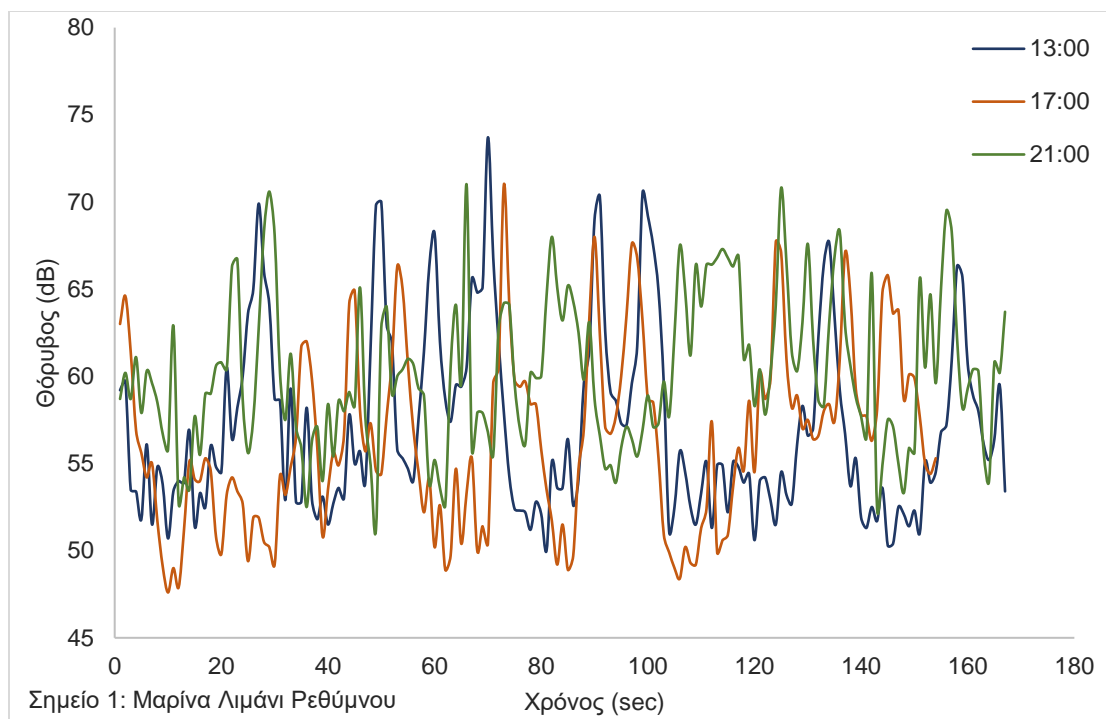
Στις 21:00 οι στάθμες διατηρήθηκαν σε σταθερό επίπεδο στο Λύκειο Ελληνίδων στις 05/03/2020, ενώ στις 17:00 καταγράφηκαν οι χαμηλότερες τιμές. Ο θόρυβος κυμαινόταν από 50,4 έως 76,1dB.

### 5.3 Περίοδος απαγόρευσης κυκλοφορίας λόγω COVID-19

Για την περίοδο της καραντίνας παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακα 5.22** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 05/04/2020.

**Πίνακας 5.22:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
05/04/2020	1	13:00	50,0	73,7	51,5	55,1	65,6	61,27	61,3
		17:00	47,6	71,0	49,7	55,9	64,2	59,73	
		21:00	51,2	71,0	54,9	59,3	66,5	62,5	



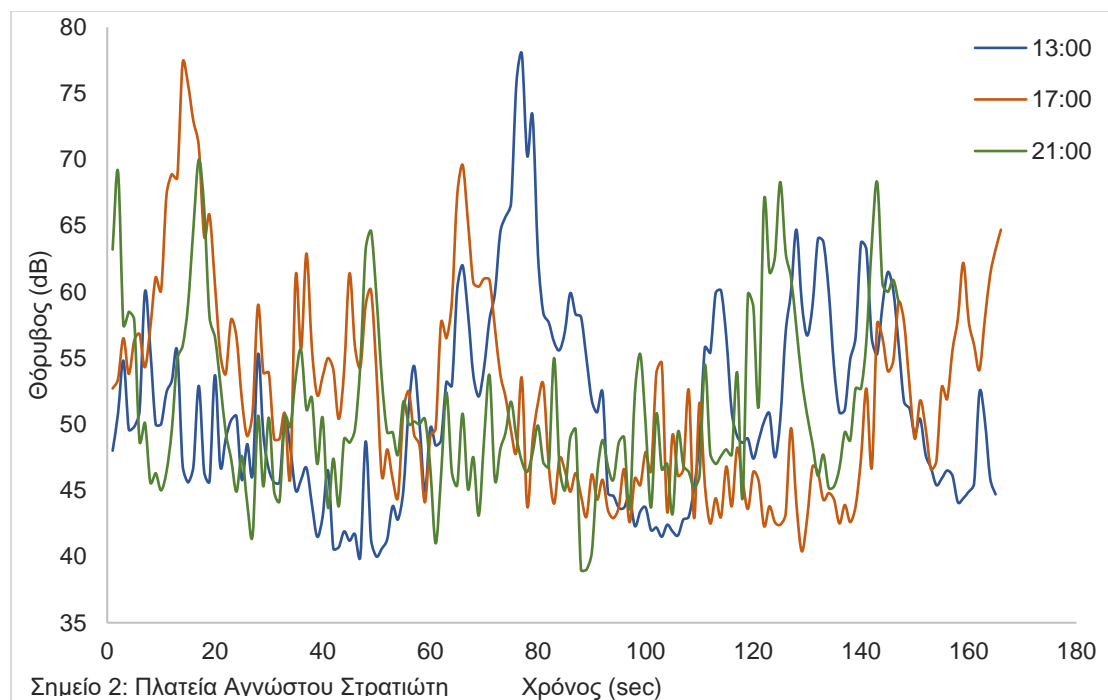
**Διάγραμμα 5.22:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 05/04/2020

Στην Μαρίνα Ρεθύμνου στις 05/04/2020 ο περισσότερος θόρυβος παρατηρήθηκε κατά τις 21:00, ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στις 17:00. Κατά τη διάρκεια της ημέρας το εύρος των μετρήσεων εντοπίστηκε να είναι από τα 47,6dB έως τα 73,7dB.

Στην περίπτωση της απαγόρευση κυκλοφορίας για το σημείο στην πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 05/04/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.23**.

**Πίνακας 5.23:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στη Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
05/04/2020	2	13:00	40,0	78,0	42,0	50,4	60,2	60,67	60,02
		17:00	40,4	77,3	43,4	50,8	61,1	61,1	
		21:00	39,0	70,0	44,9	49,4	60,9	57,47	



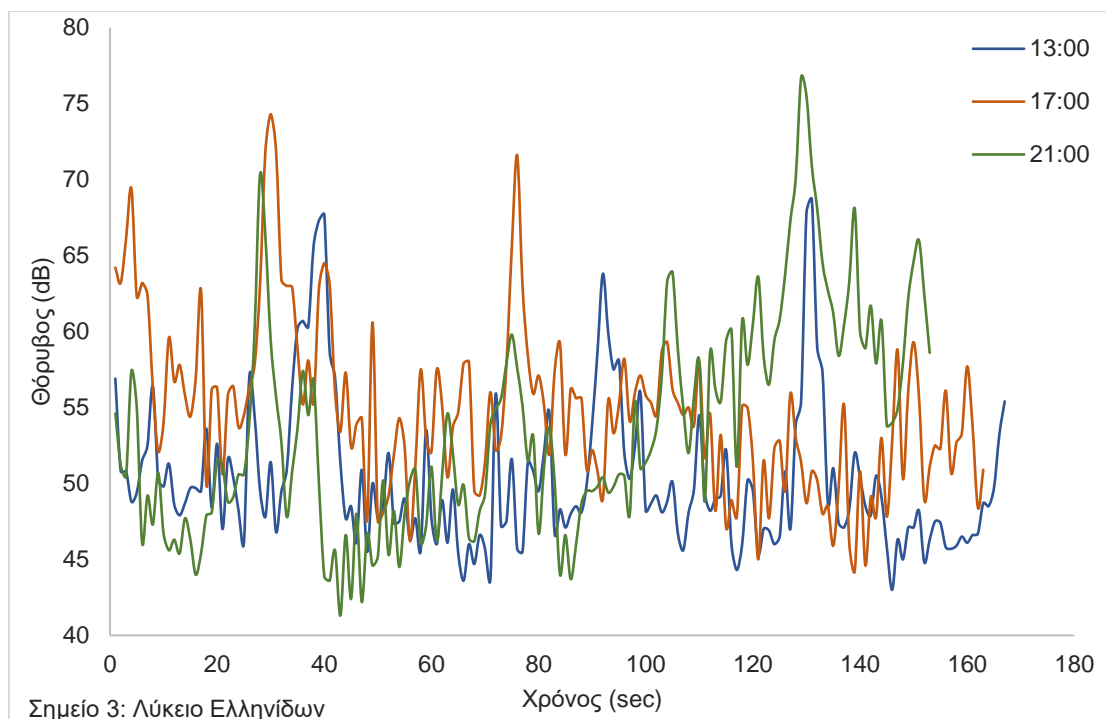
**Διάγραμμα 5.23:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 05/04/2020.

Είναι φανερό ότι ένα μεγάλο μέρος των δεδομένων που πάρθηκαν στις 05/04/2020 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη, βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα. Υπάρχουν ωστόσο αρκετές αυξήσεις στις στάθμες, καθώς το εύρος ξεκινούσε από 39,0dB και κατέληγε στα 78,0 dB.

Στην περίπτωση της απαγόρευση κυκλοφορίας για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 05/04/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.24**.

**Πίνακας 5.24:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 05/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
05/04/2020	3	13:00	43,0	68,7	45,8	49,2	57,3	55,17	59,43
		17:00	44,2	74,3	48,1	55,0	63,0	59,89	
		21:00	41,3	76,7	45,6	51,5	63,3	61,22	



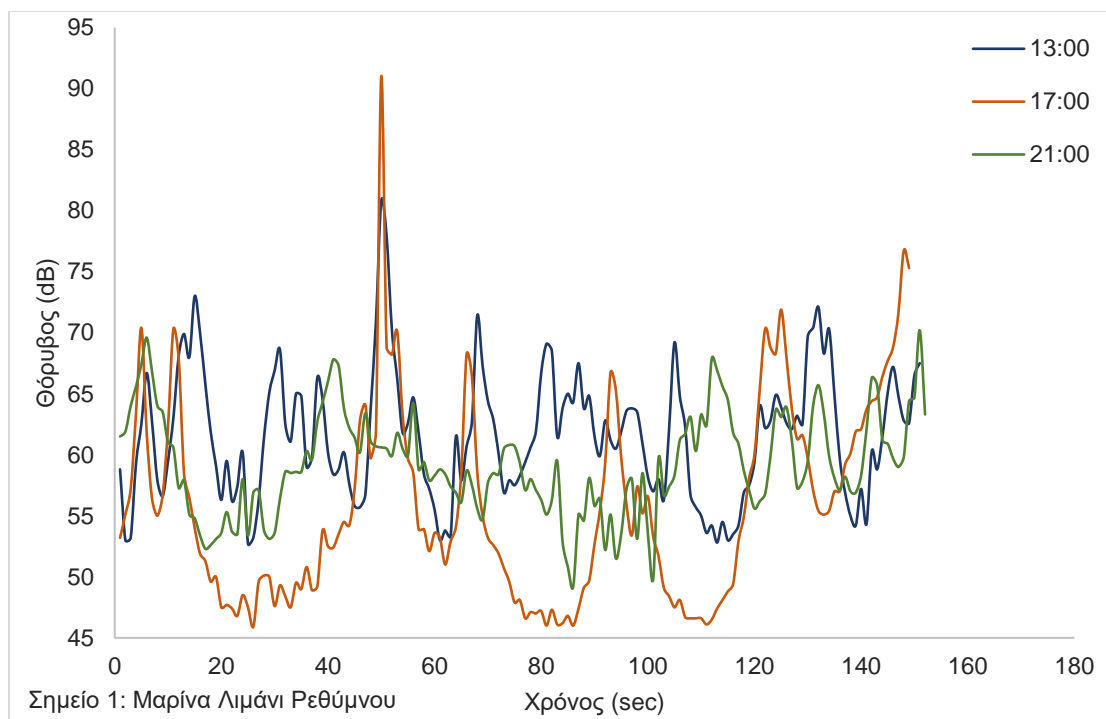
**Διάγραμμα 5.24:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 05/04/2020.

Στην πλειονότητα των μετρήσεων φαίνεται ότι υπάρχουν χαμηλά επίπεδα θορύβου με το εύρος των τιμών να κυμαίνεται από 41,3 έως 76,7 dB. Περισσότερος θόρυβος παρατηρήθηκε στις 21:00 για το Λύκειο Ελληνίδων στις 05/04/2020.

Για την περίοδο στις απαγόρευση κυκλοφορίας παρουσιάζονται συνοπτικά στο **Πίνακας 5.25 Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** τα ευρήματα από τις μετρήσεις στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου στις 09/04/2020.

**Πίνακας 5.25:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
09/04/2020	1	13:00	52,7	80,8	54,3	61,5	68,5	65,69	67,12
		17:00	45,9	91,0	47,0	54,0	68,0	70,17	
		21:00	49,2	70,2	53,5	58,6	64,4	61,27	



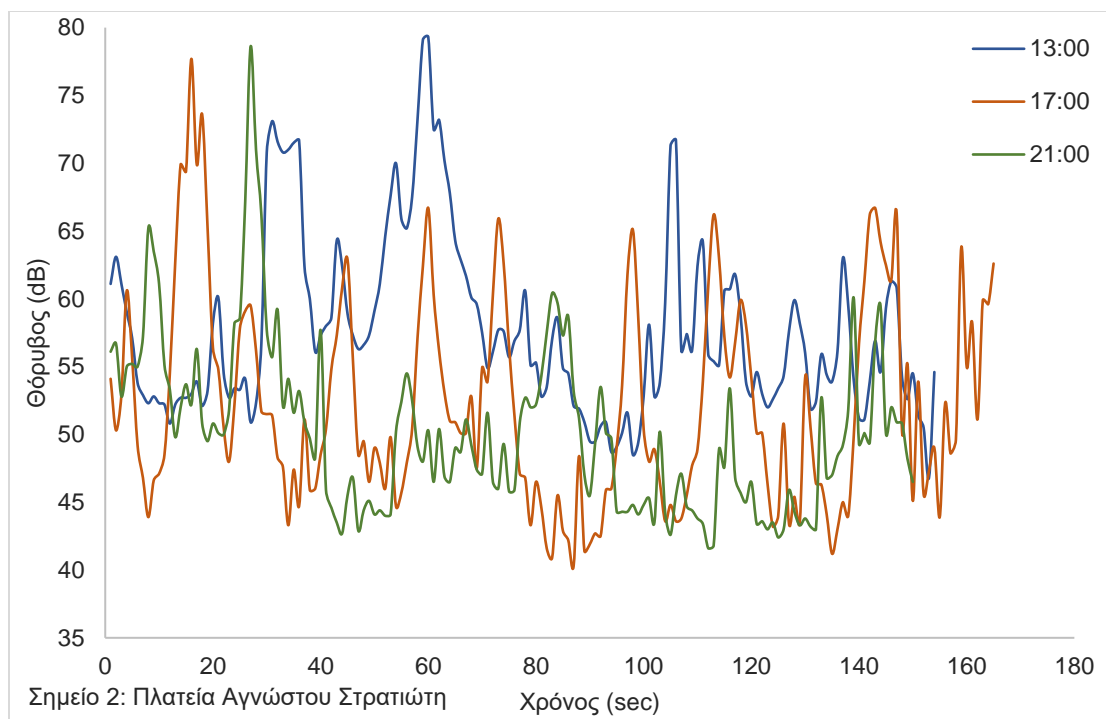
**Διάγραμμα 5.25:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 1 στις 09/04/2020.

Στις 17:00 για τη Μαρίνα του Ρεθύμνου παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες καθώς και οι υψηλότερες τιμές του θορύβου. Η πλειονότητα των μετρήσεων βρέθηκε να μην ξεπερνά τα 70dB, ενώ οι τιμές είχαν διακύμανση από 45,9 έως 91,0 dB.

Στην περίπτωση της απαγόρευση κυκλοφορίας για το σημείο στην πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 09/04/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.26**.

**Πίνακας 5.26:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Ημερομηνία	Σημείο	Ωρα	L <sub>min</sub> [dB]	L <sub>max</sub> [dB]	L <sub>10</sub> [dB]	L <sub>50</sub> [dB]	L <sub>90</sub> [dB]	L <sub>eq</sub> [dB]	L <sub>den</sub> [dB]
09/04/2020	2	13:00	46,8	79,3	51,4	56,2	70	64,89	62,29
		17:00	40,3	77,7	43,4	50,3	62,9	60,68	
		21:00	41,6	78,6	43,5	49,4	57,7	59,19	



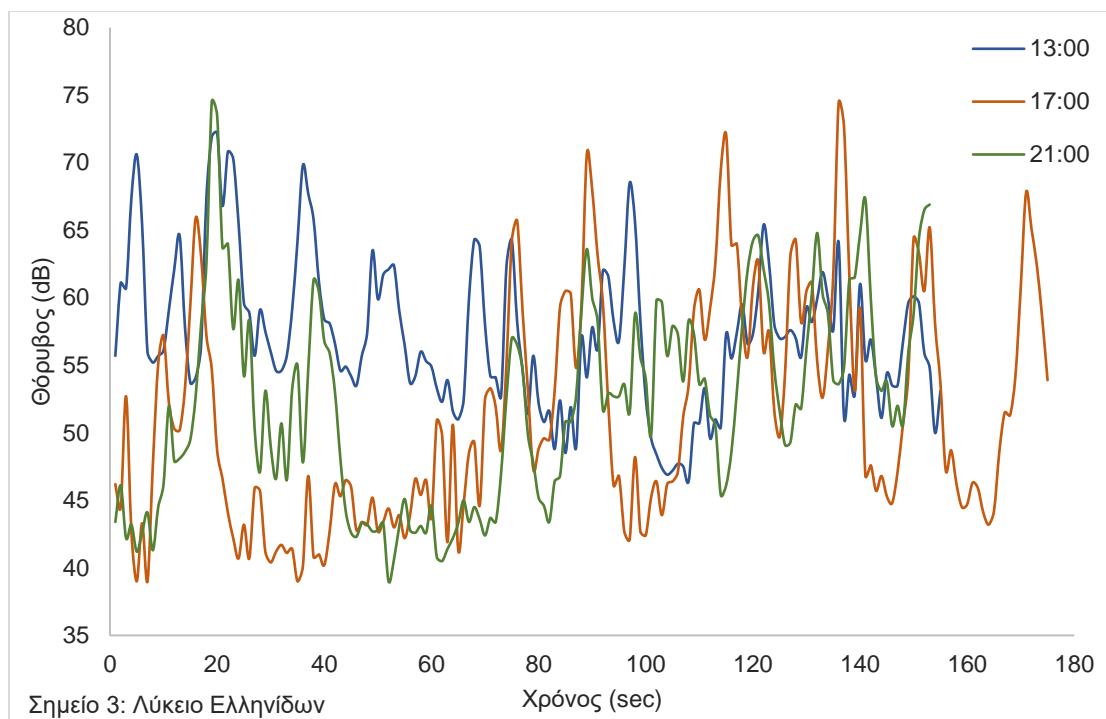
**Διάγραμμα 5.26:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 2 στις 09/04/2020.

Στις 09/04/2020 υπήρξαν πολλές μεταπτώσεις στη στάθμη της Πλατείας Αγνώστου Στρατιώτη, αλλά συνολικά να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα. Ιδιαίτερα αισθητός έγινε στη 13:00, ενώ οι στάθμες για όλη την ημέρα κυμαίνονταν από 40,3 έως 79,3 dB.

Στην περίπτωση της απαγόρευσης κυκλοφορίας για το σημείο στο Λύκειο Ελληνίδων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πάρθηκαν στις 09/04/2020 παρουσιάζονται στο **Πίνακας 5.27**.

**Πίνακας 5.27:** Αποτελέσματα μετρήσεων θορύβου στις 09/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων.

Ημερομηνία	Σημείο	Ώρα	$L_{min}$ [dB]	$L_{max}$ [dB]	$L_{10}$ [dB]	$L_{50}$ [dB]	$L_{90}$ [dB]	$L_{eq}$ [dB]	$L_{den}$ [dB]
09/04/2020	3	13:00	46,4	72,2	50,7	56,8	65,4	61,29	59,57
		17:00	39,0	74,4	41,4	48,7	62,7	59,88	
		21:00	39,0	74,5	42,6	51,8	61,3	55,99	



**Διάγραμμα 5.27:** Χρονοσειρά μετρήσεων θορύβου για το Σημείο 3 στις 09/04/2020.

Στο Διάγραμμα 27 γίνεται εμφανής η μεγάλη διακύμανση που υπάρχει στις στάθμες του θορύβου σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Παρατηρούνται ωστόσο πολλές αυξήσεις στις τιμές στο Λύκειο Ελληνίδων στις 09/04/2020, με το εύρος τους να βρίσκεται μεταξύ των 39,0 και των 74,5 dB.

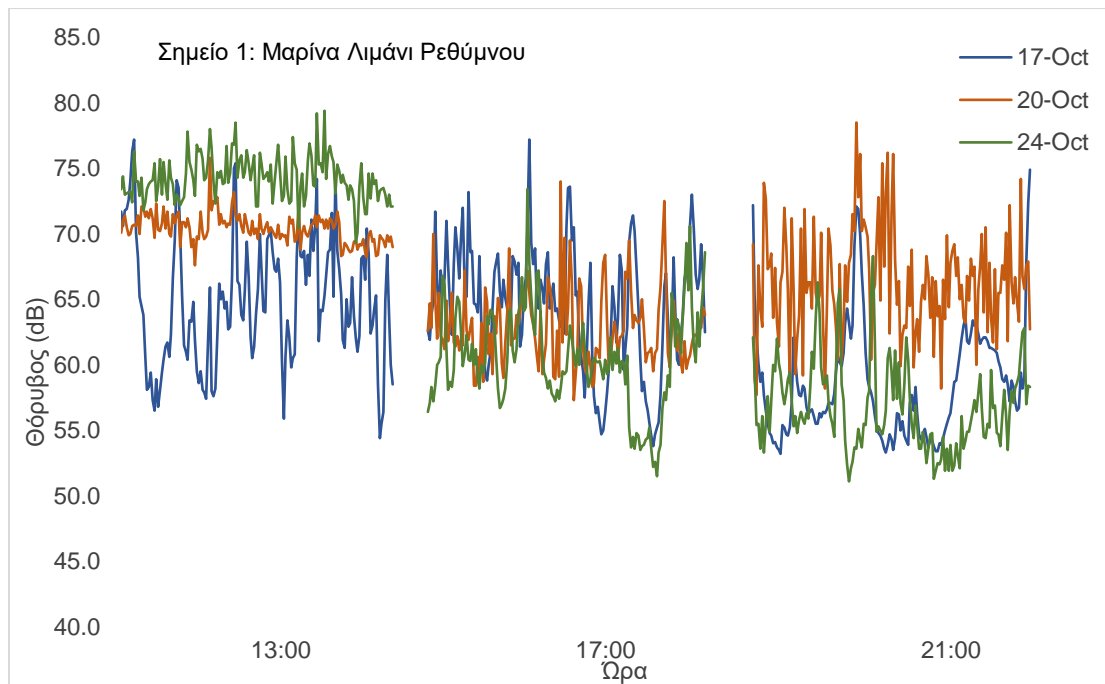
## 5.4 Σύγκριση και στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων και συσχέτιση των μετρήσεων του θορύβου μεταξύ διαφορετικών ημερομηνιών. Στόχος είναι να προκύψει μια πλήρης εικόνα του θορύβου που επικράτησε στη παραλιακή οδό της πόλης κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων γεγονότων αλλά και κατά τη διάρκεια απλών ημερών.

### 5.4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την διάρκεια του παγκόσμιου πρωταθλήματος SOCCA

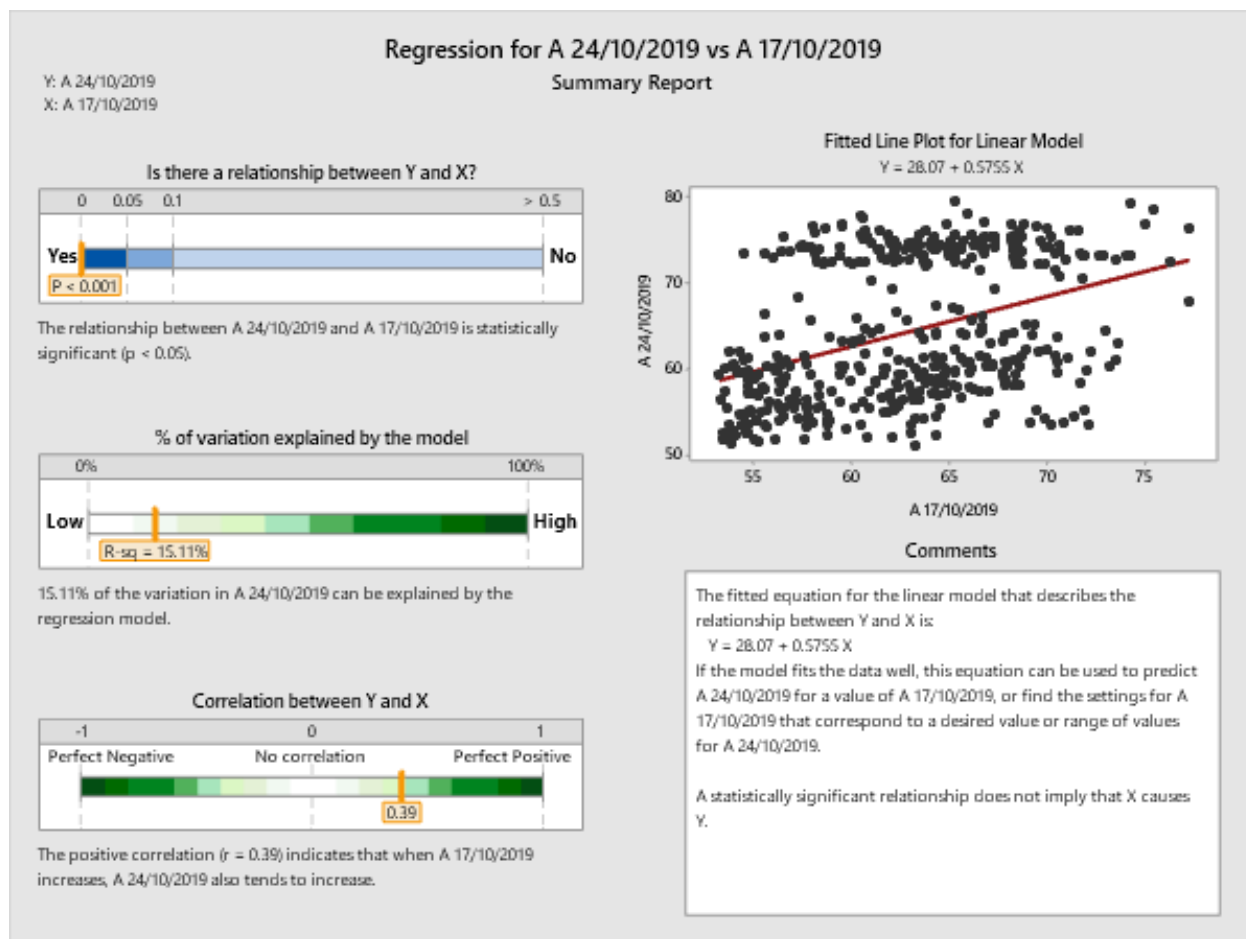
Αρχικά πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των ημερών 17/10/2019, 20/10/2019 και 24/10/2019. Στο **Διάγραμμα 5.28** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του θορύβου στην Μαρίνα Ρεθύμνου, ενώ στο **Διάγραμμα 5.29** και στο **Διάγραμμα 5.30** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη και από το Λύκειο Ελληνίδων αντίστοιχα. Στην Μαρίνα Ρεθύμνου στις 24/10/2019 παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα θορύβου στη 13:00, που δεν ήταν αναμενόμενα, καθώς την υπόλοιπη ημέρα ήταν αρκετά χαμηλά. Η ημερομηνία αυτή κατέγραψε τη μεγαλύτερη τιμή του δείκτη  $L_{eq}$  για εκείνη την ώρα, που ήταν

74,52dB. Στις 17:00 υψηλότερα επίπεδα θορύβου παρατηρήθηκαν στις 17/10/2019 με  $L_{eq}=66,65dB$ . Στις 21:00 εμφανίζεται σημαντική αύξηση στη στάθμη του θορύβου για τις 20/10/2019. Η αύξηση αυτή ήταν αναμενόμενη για τη συγκεκριμένη ώρα, καθώς την ημέρα εκείνη διεξήχθη η τελική φάση του παγκοσμίου πρωταθλήματος, με πολλούς ανθρώπους να διέρχονται και να σταθμεύουν τα οχήματά τους στο πάρκινγκ της μαρίνας. Η τιμή του  $L_{den}$  για την συγκεκριμένη ώρα βρέθηκε να είναι 68,42dB.



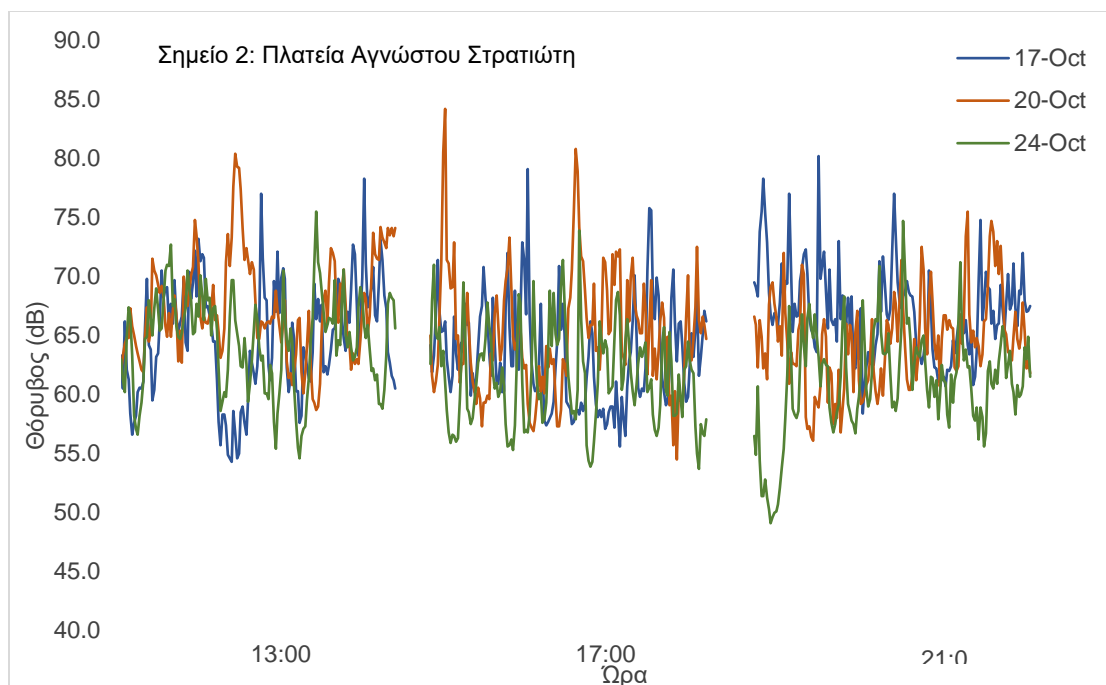
**Διάγραμμα 5.28:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

Στην **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** γίνεται απεικόνιση των αποτελεσμάτων της σύγκρισης των μετρήσεων με χρήση του λογισμικού Minitab 2019 και της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης για τις 24/10/2019 και 17/10/2019. Η ανάλυση έδειξε υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων, με τους δείκτες να σημειώνουν τις παρακάτω τιμές  $P<0,001$ ,  $R^2=15,11\%$  και  $r=0,39$ .



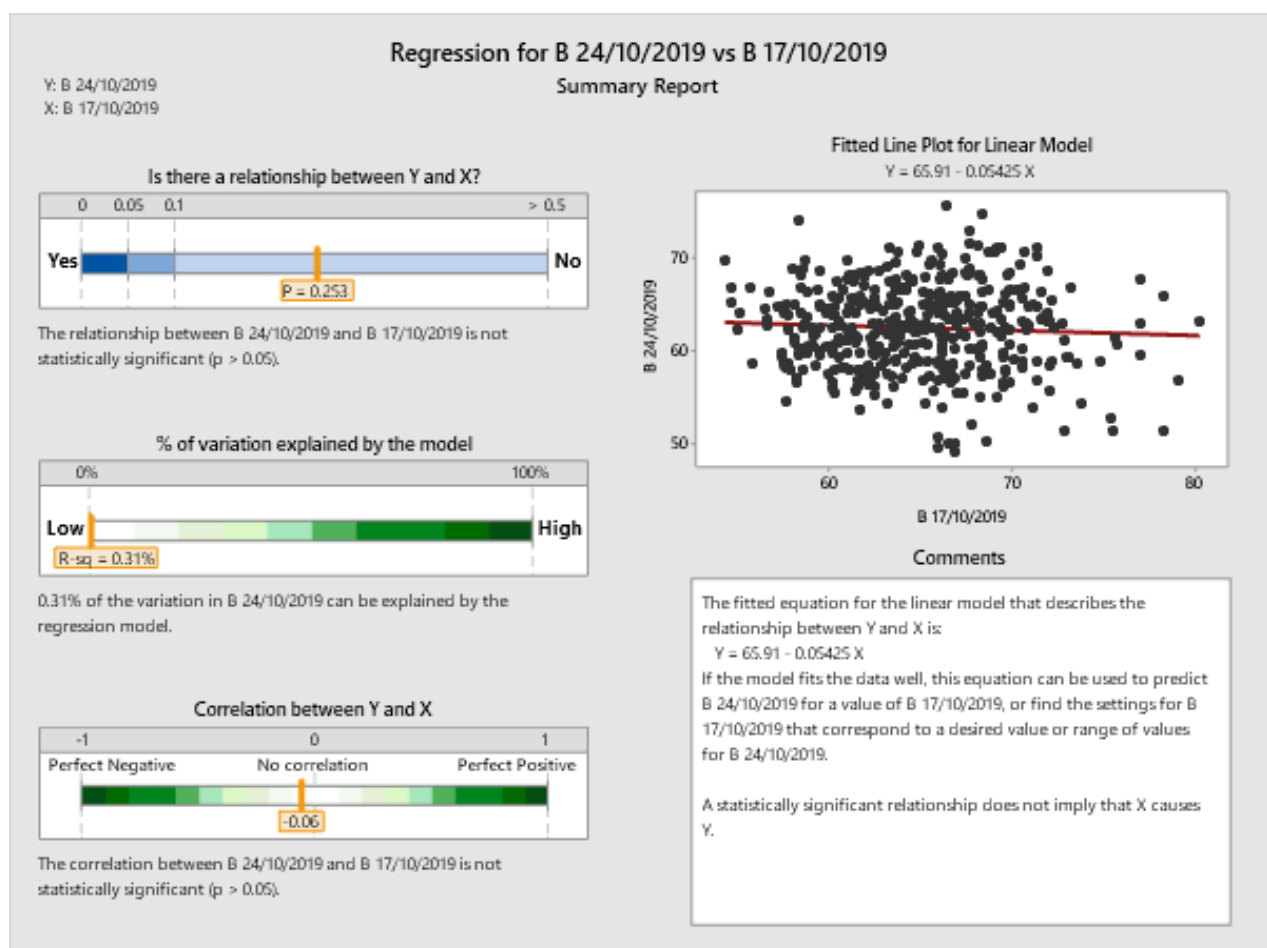
**Εικόνα 5.1:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.

Η Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη ήταν το μέρος όπου διεξήχθη η τελική φάση του παγκόσμιου πρωταθλήματος. Η ημέρα που κατέγραψε τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου για τις 21:00 ήταν η 17/10/2019, όπου το  $L_{eq}$  ήταν 69,96dB, και όχι η 20/10/2019 όπως και αναμενόταν. Ο λόγος που αναμενόταν να έχει η συγκεκριμένη ημερομηνία το υψηλότερο  $L_{eq}$  είναι γιατί εκείνη ήταν η ημέρα διεξαγωγής της τελικής φάσης. Στη 13:00 όπως και στις 17:00 το υψηλότερο  $L_{eq}$  ήταν 67,24dB και 66,1dB αντίστοιχα, με τα επίπεδα αυτά να σημειώνονται στις 20/10/2019. Συνολικά όμως παρατηρείται ότι για την Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη η ημέρα 20/10/2019 ήταν η πιο θορυβώδης από τις τρεις.



**Διάγραμμα 5.29:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

Όπως στην Εικόνα 5.1 έτσι και στην **Εικόνα 5.2** γίνεται απεικόνιση των δεδομένων της γραμμικής παλινδρόμησης για την πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη για τις 24/10/2019 και 17/10/2019. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ήταν  $P=0,253$ ,  $R^2=0,31\%$  και  $r=-0,06$  αποδεικνύοντας ότι η παλινδρόμηση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Έτσι πραγματοποιείται σύγκριση του μέσου θορύβου για τις 17/10/2019 και 24/10/2019 αντίστοιχα προκειμένου να εξεταστεί αν η διαφορά που υπάρχει στις δυο περιπτώσεις είναι στατιστικά σημαντική. Από τον **Πίνακα 5.28** προκύπτει ότι: (α) η διαφορά που υπάρχει στα μέσα επίπεδα θορύβου 65.08dB για τις 17/10 και 62.37dB για τις 24/10 είναι σημαντική ( $p\text{-value}<0.05$ ) και (β) η θετική διαφορά που υπάρχει στο διάστημα εμπιστοσύνης (της διαφοράς των μέσων τιμών θορύβου) δείχνει ότι η μέση τιμή του θορύβου για τις 17/10/2019 είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στις 24/10/2019.



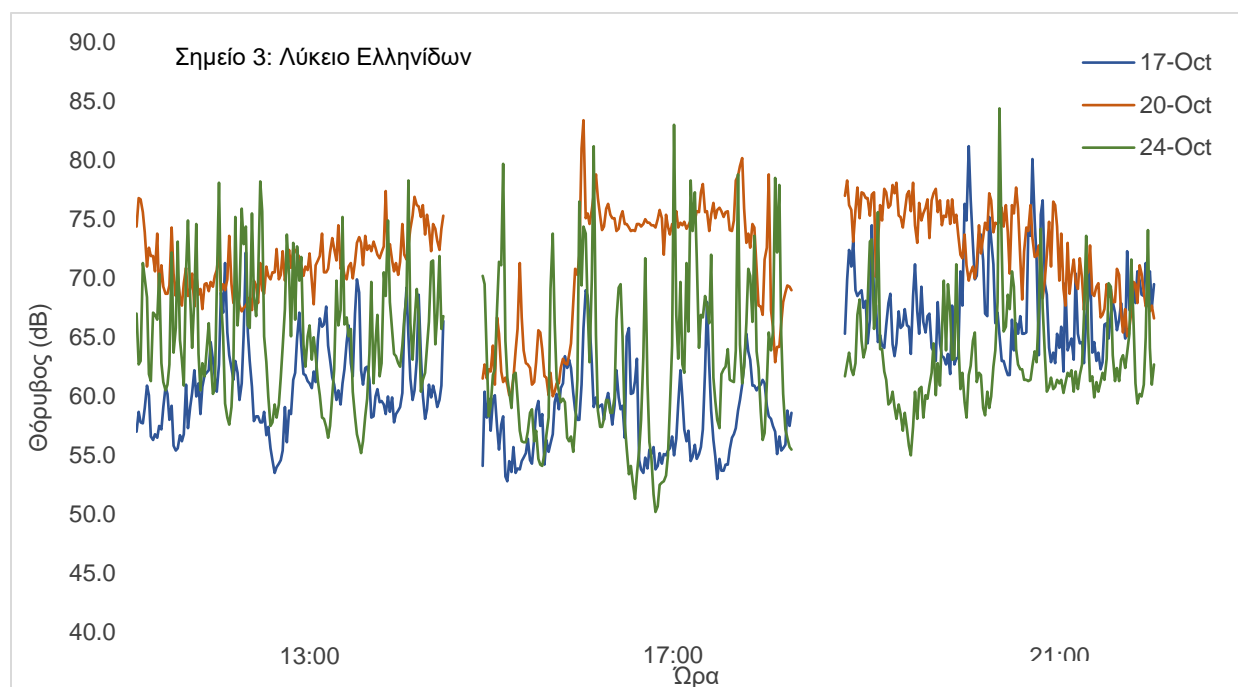
**Εικόνα 5.2:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.

**Πίνακας 5.28:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης 2 Sample T-test.

Descriptive Statistics				Estimation for Difference		Test	
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean	Difference	95% CI for	Null hypothesis
							$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

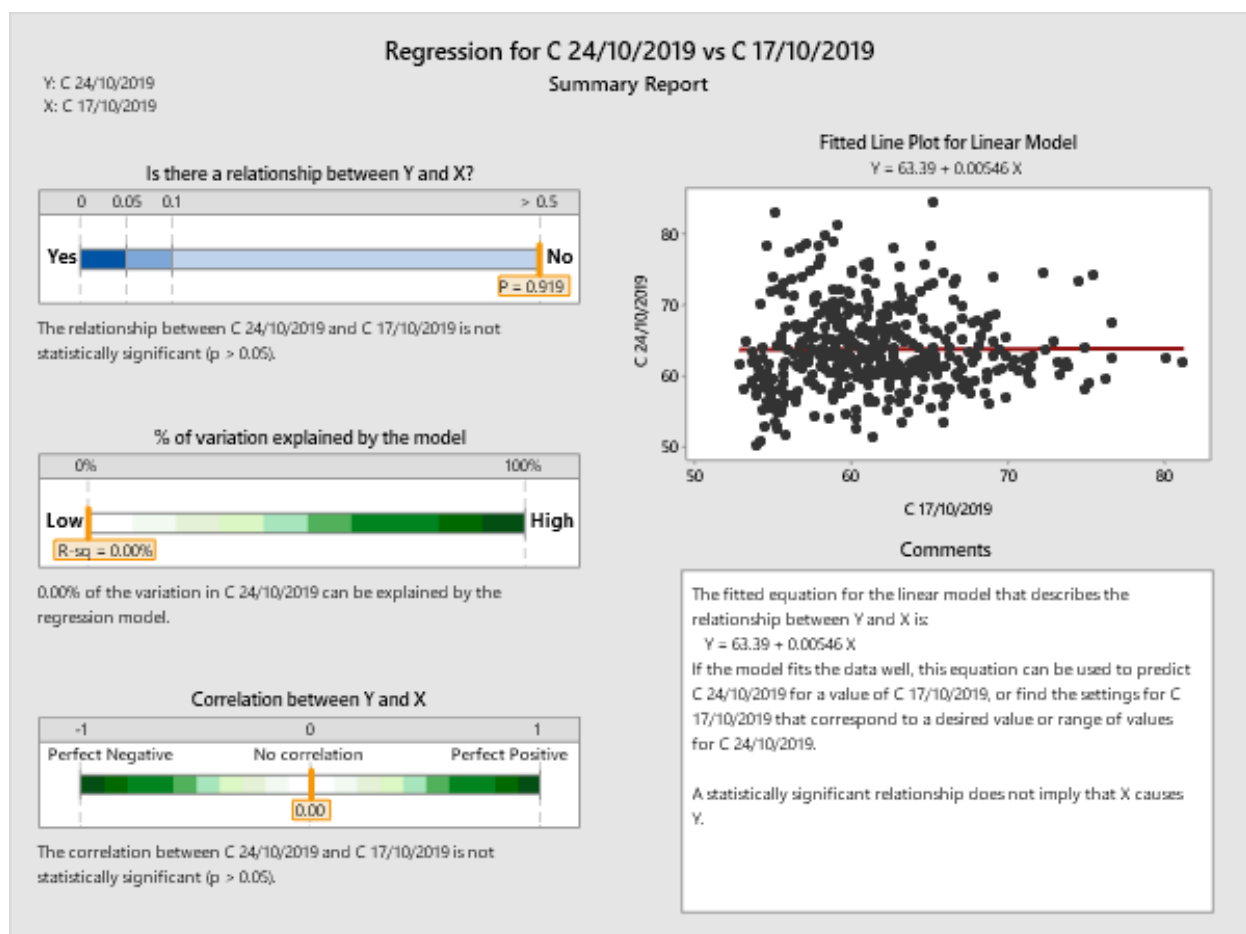
B 17/10	491	65.08	4.50	0.20	<div><div>Difference</div><div>2.711</div><div>(2.148, 3.275)</div></div>	Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$		
B 24/10	481	62.37	4.45	0.20		<div><div>T-Value</div><div>9.44</div></div>	<div><div>DF</div><div>969</div></div>	<div><div>P-Value</div><div>0.000</div></div>

Στο σημείο 3 παρατηρείται ότι η ημέρα 20/10/2019 καταγράφει τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου σε σχέση με τις άλλες δυο ημερομηνίες. Συγκεκριμένα για τη μέρα αυτή στη 13:00, στις 17:00 και στις 21:00 βρέθηκε ο δείκτης  $L_{eq}$  να φτάνει τα 72,01dB, 73,70dB και 74,7dB αντίστοιχα. Είναι προφανές και από το Διάγραμμα 5.30 ότι στις 20/10/2019 σημειώθηκε ο περισσότερος θόρυβος σε σύγκριση με τις άλλες δύο ημερομηνίες.



**Διάγραμμα 5.30:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca στο Λύκειο Ελληνίδων.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων (**Εικόνα 5.3**) για το Λύκειο Ελληνίδων είναι:  $P=0,919$ ,  $R^2=0,00\%$  και  $r=0,00$ , φανερώνοντας ότι η παλινδρόμηση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Έτσι πραγματοποιείται σύγκριση του μέσου θορύβου για τις 17/10/2019 και 24/10/2019 αντίστοιχα προκειμένου να εξεταστεί αν η διαφορά που υπάρχει στις δυο περιπτώσεις είναι στατιστικά σημαντική. Από τον **Πίνακα 5.29** προκύπτει ότι:(α) η διαφορά που υπάρχει στα μέσα επίπεδα θορύβου 62.23dB για τις 17/10 και 65.06dB για τις 24/10 είναι σημαντική ( $p\text{-value}<0.05$ ) και (β) η αρνητική διαφορά που υπάρχει στο διάστημα εμπιστοσύνης (της διαφοράς των μέσων τιμών θορύβου) δείχνει ότι η μέση τιμή του θορύβου για τις 24/10/2019 είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στις 17/10/2019.



**Εικόνα 5.3:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης.

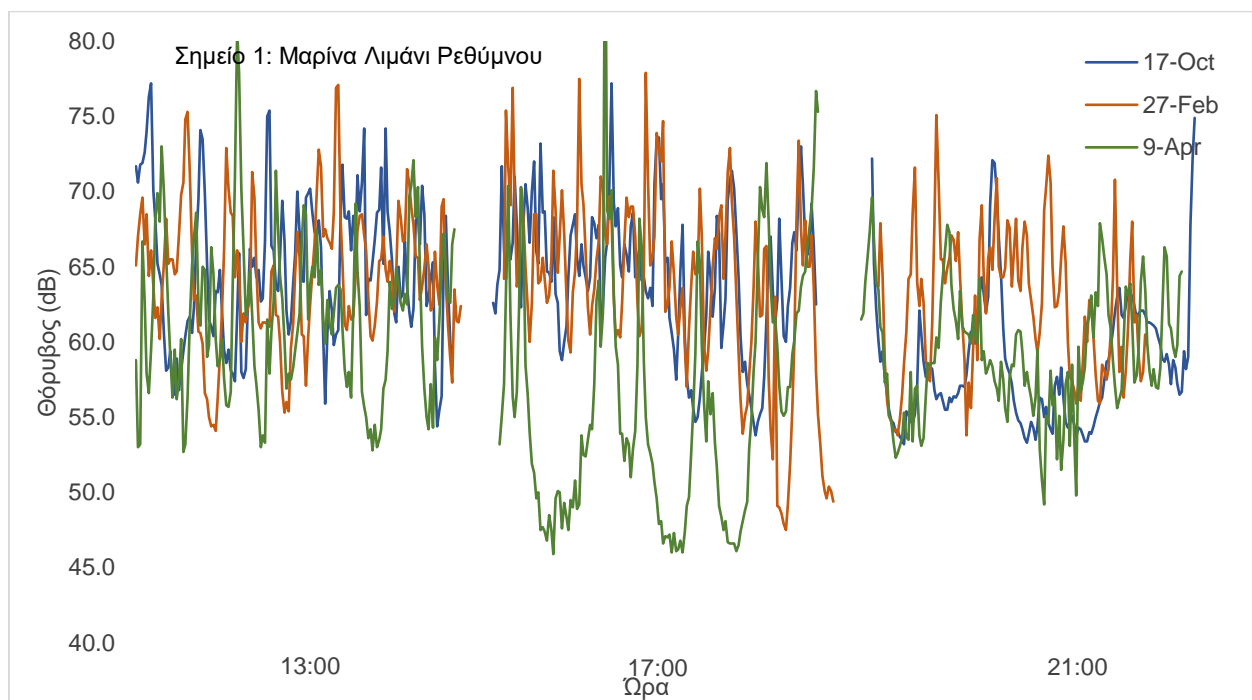
**Πίνακας 5.29:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης 2 Sample T-test.

Descriptive Statistics					Estimation for Difference		Test		
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean	Difference	95% CI for Difference	Null hypothesis		
							Alternative hypothesis		
C 17/10	483	62.23	5.27	0.24	-2.833	(-3.461, -2.205)	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$		
C 24/10	662	65.06	5.45	0.21			$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$		
							T-Value	DF	P-Value
							-8.86	1057	0.000

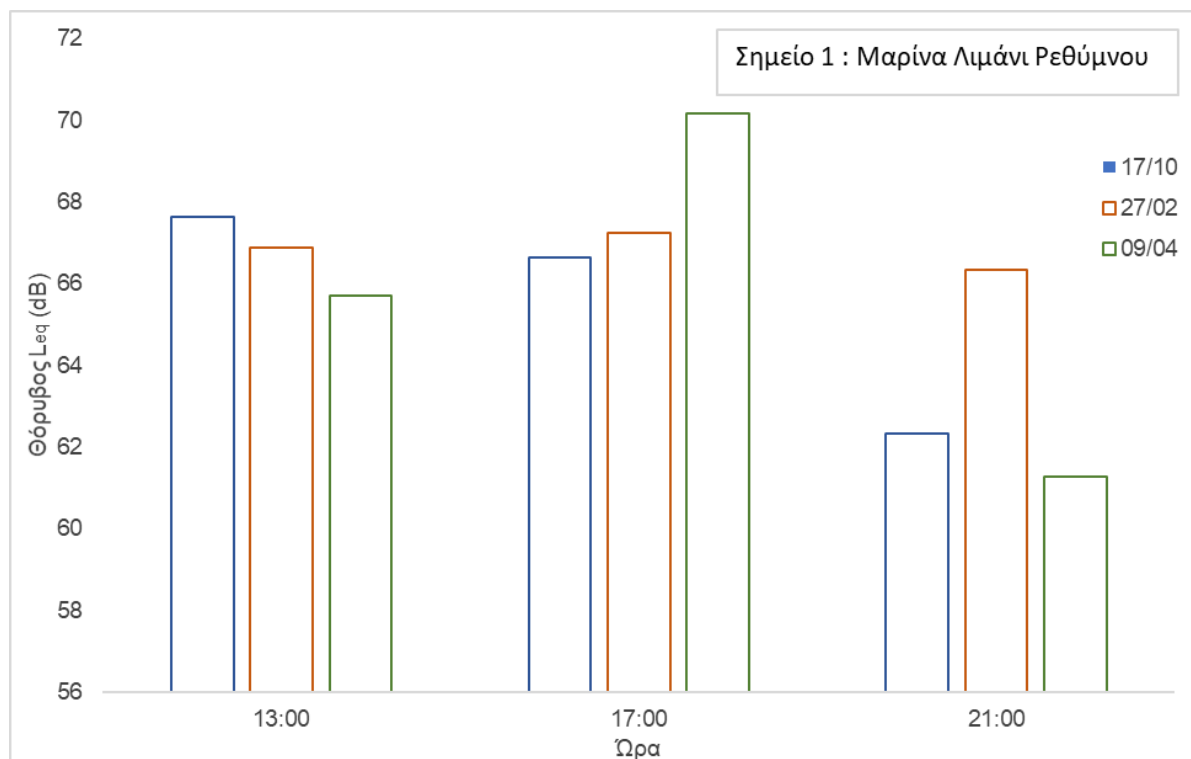
#### 5.4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευση κυκλοφορίας για την ημέρα Πέμπτη.

Στην περίπτωση αυτή η σύγκριση των αποτελεσμάτων γίνεται για την ίδια μέρα της εβδομάδας, ούτως ώστε να διαπιστωθεί η διαφορά στις στάθμες του θορύβου. Η διαφορά αυτή όμως δεν είναι ξεκάθαρη, καθώς η στάθμη του θορύβου είναι κυμαινόμενη κατά τη διάρκεια των τριών

αυτών ημερών. Στο **Διάγραμμα 5.31** προκαλεί εντύπωση η υψηλή κορυφή που εμφανίζεται στις 17:00. Η κορυφή αυτή μπορεί να προέρχεται από το πέρασμα φορτηγών ή μηχανακιών με πειραγμένη εξάτμιση τα οποία πιθανόν να προκάλεσαν τηφασαρία. Συνολικά τα υψηλότερα επίπεδα θορύβου για τις 17:00 και τις 21:00 βρέθηκαν να είναι στις 27/02/2020, ενώ για τη 13:00 στις 17/10/2019.

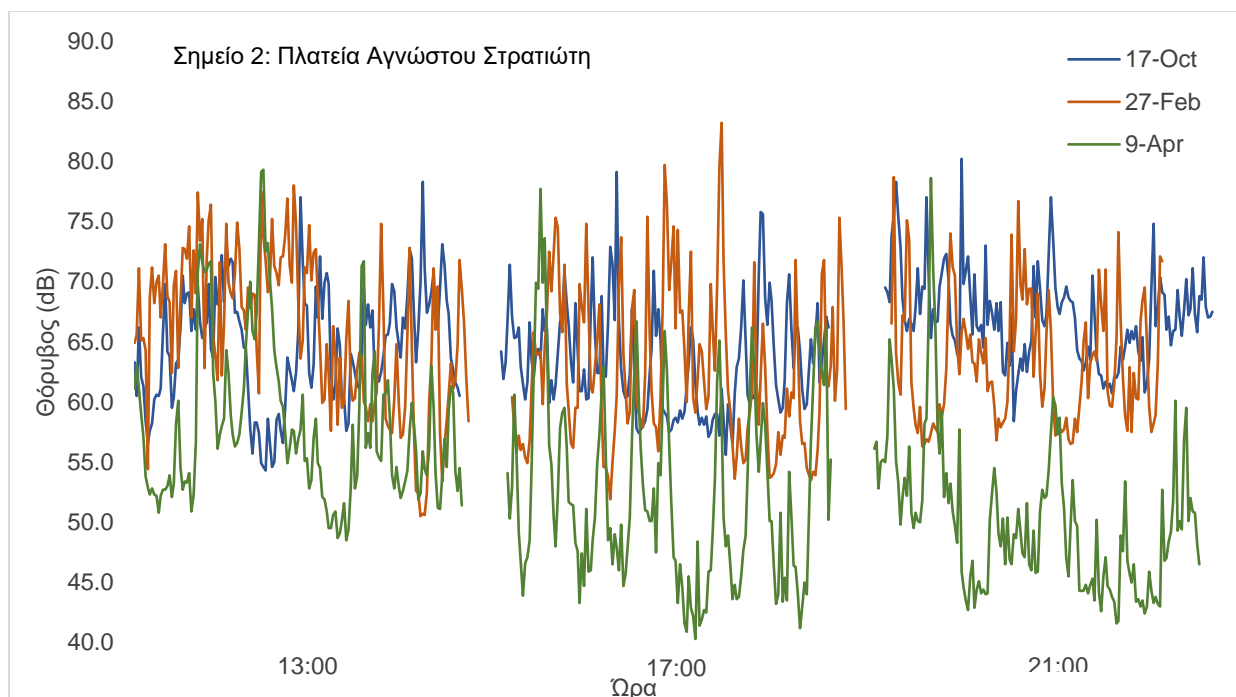


**Διάγραμμα 5.31:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

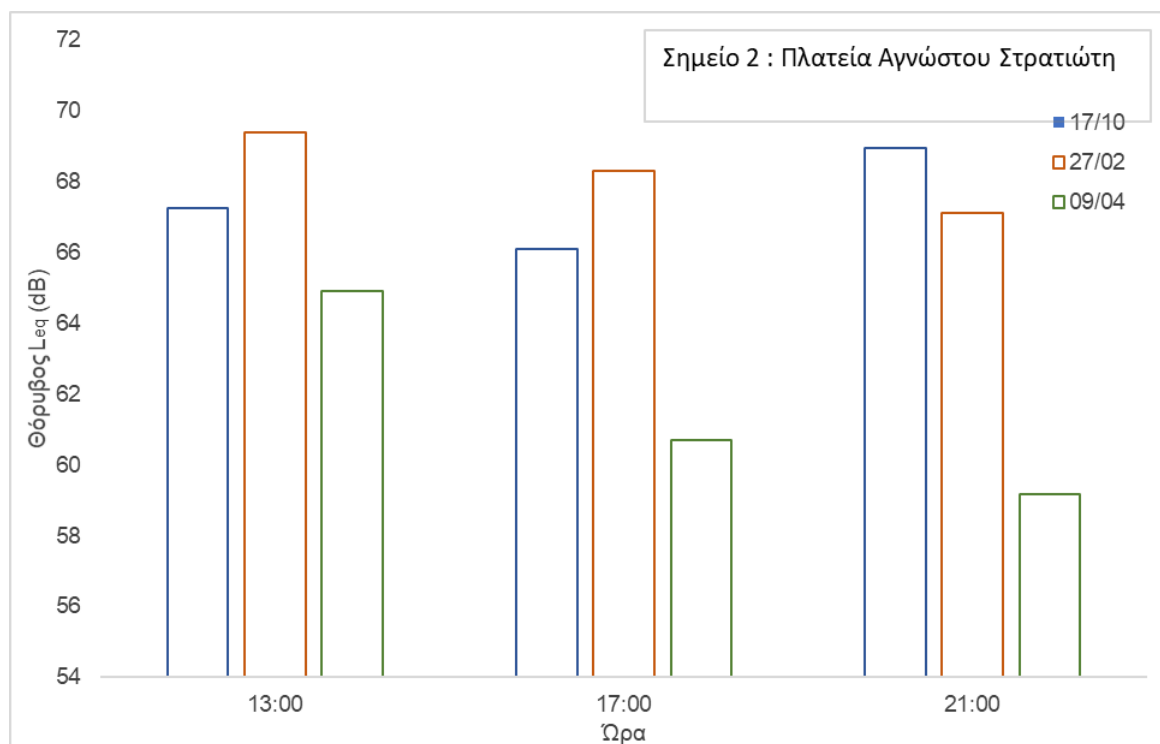


**Διάγραμμα 5.32:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Μαρίνα Ρεθύμνου.

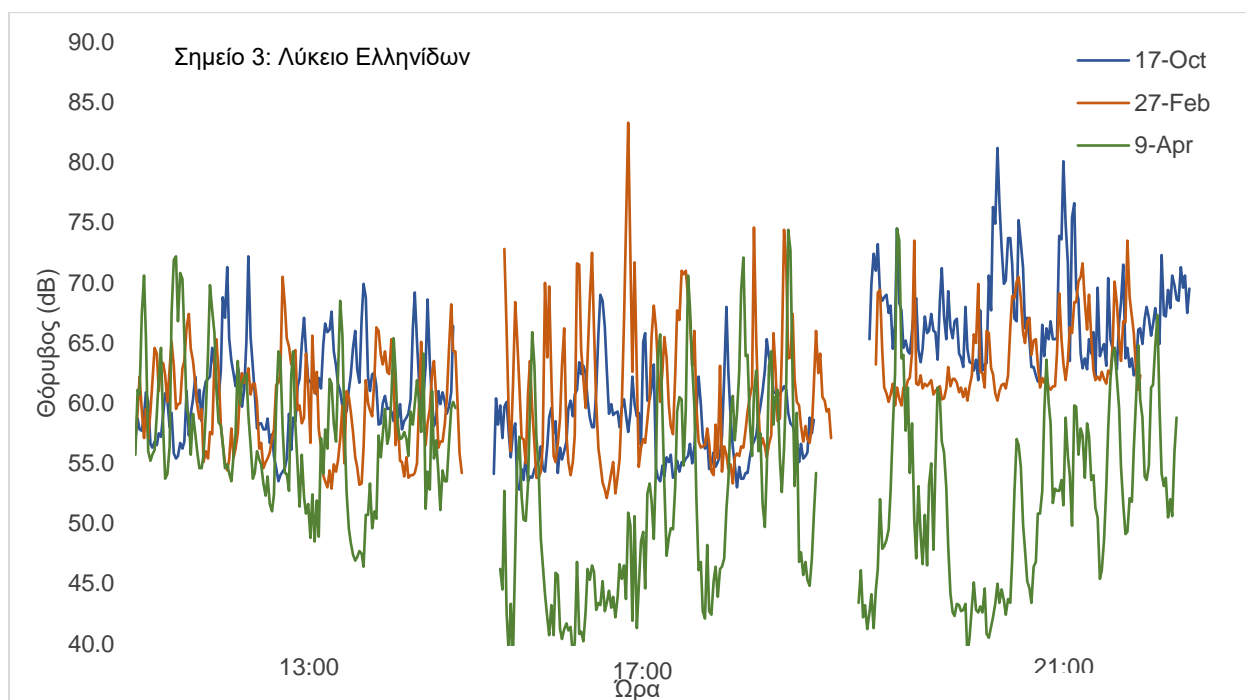
Στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη αλλά και στο Λύκειο Ελληνίδων, δηλαδή στο **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** και **Διάγραμμα 5.35**, παρατηρείται έντονη διαφορά στις στάθμες των θορύβων όταν επιτρεπόταν η μετακίνηση των πολιτών σε σχέση με την περίοδο που αυτή είχε ανακληθεί. Στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη η υψηλότερη τιμή του θορύβου που καταγράφηκε ήταν 83,2dB, ενώ 83,3dB ήταν για το Λύκειο Ελληνίδων στις 27/02/2020.



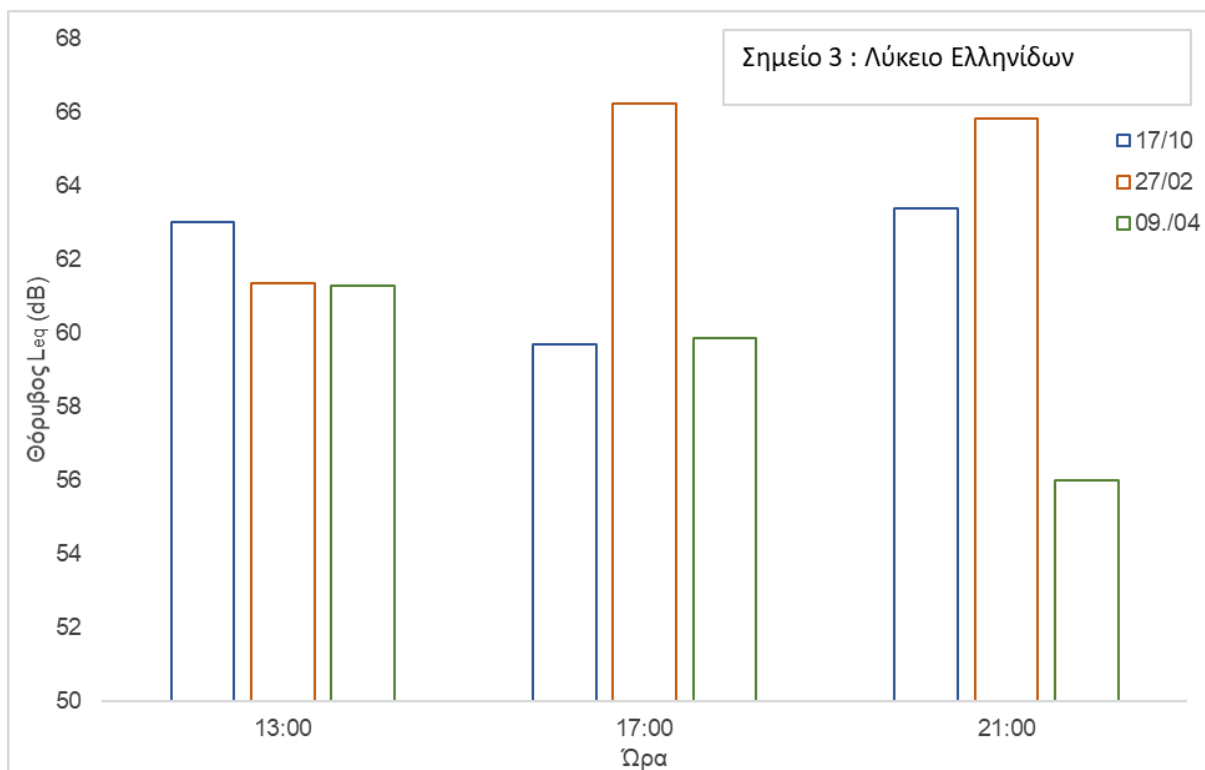
**Διάγραμμα 5.33:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.



**Διάγραμμα 5.34:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη.



**Διάγραμμα 5.35:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.

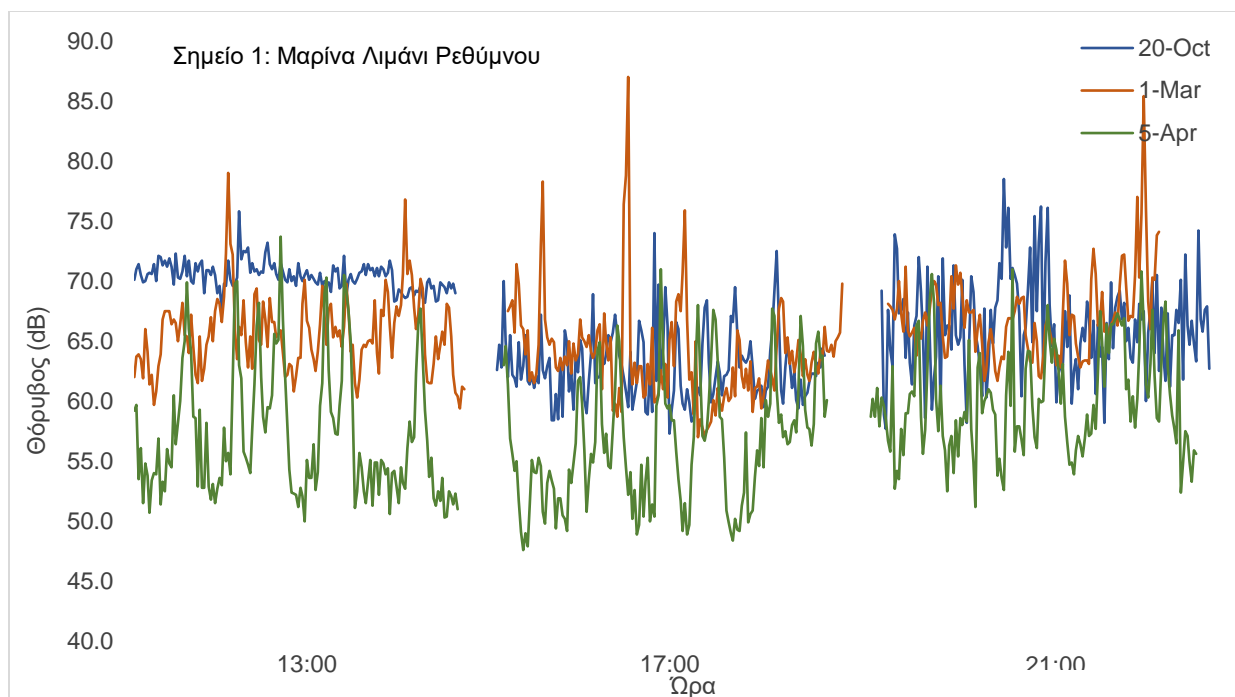


**Διάγραμμα 5.36:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.

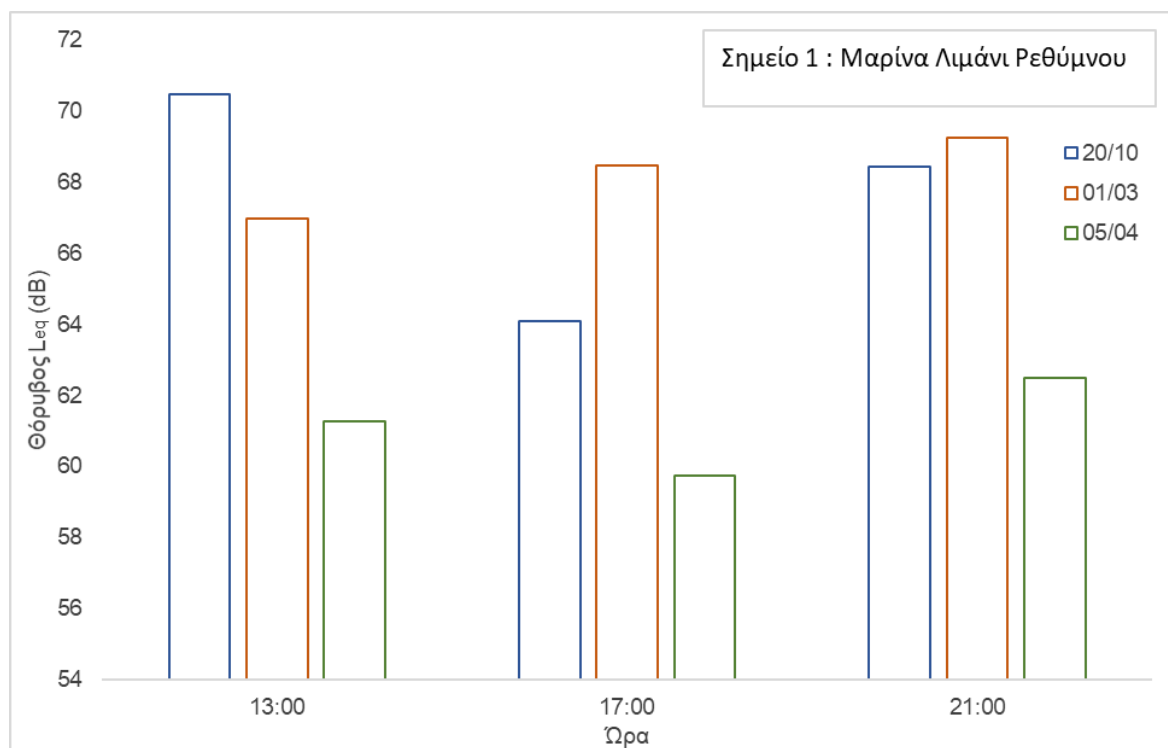
#### 5.4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης κυκλοφορίας για την Κυριακή

Στη συγκεκριμένη περίπτωση πραγματοποιείται και πάλι συσχέτιση μεταξύ ημερών του παγκοσμίου πρωταθλήματος, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης κυκλοφορίας, αλλά αυτή τη φορά γίνεται με βάση την Κυριακή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η καθιερωμένη παρέλαση δεν πραγματοποιήθηκε την ημέρα του καρναβαλιού, λόγω της σχετικής απαγόρευσης για την αποφυγή διασποράς του κορονοϊού. Έτσι το πλήθος των καρναβαλιστών κατευθύνθηκε από νωρίς στα μαγαζιά της πόλης.

Στην Μαρίνα του Ρεθύμνου υψηλότερες τιμές θορύβου για τις ώρες 17:00 και 21:00 παρατηρήθηκαν στη 01/03/2020. Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό, καθώς ήταν η ημέρα διεξαγωγής του καρναβαλιού. Ο δείκτης  $L_{eq}$  άγγιξε 70,47dB για τη 13:00 στις 20/10/2019, ενώ για τις 17:00 και τις 21:00 έφτασε τα 64,08dB και 68,41dB αντίστοιχα. Η διαφορά στα επίπεδα του θορύβου είναι μεγάλη σε σχέση με την περίοδο της απαγόρευσης κυκλοφορίας, καθώς τις αντίστοιχες χρονικές στιγμές ο δείκτης  $L_{eq}$  δεν ξεπέρασε τα 62,5dB.

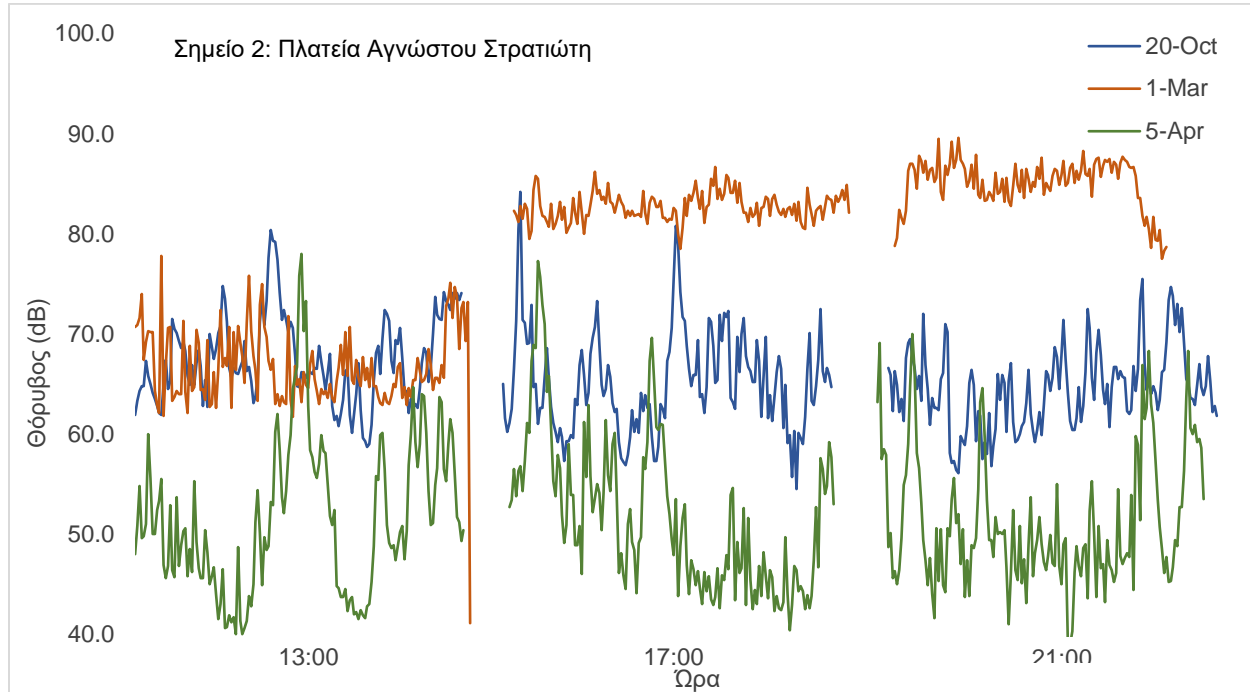


**Διάγραμμα 5.37:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στη Μαρίνα Ρεθύμνου.

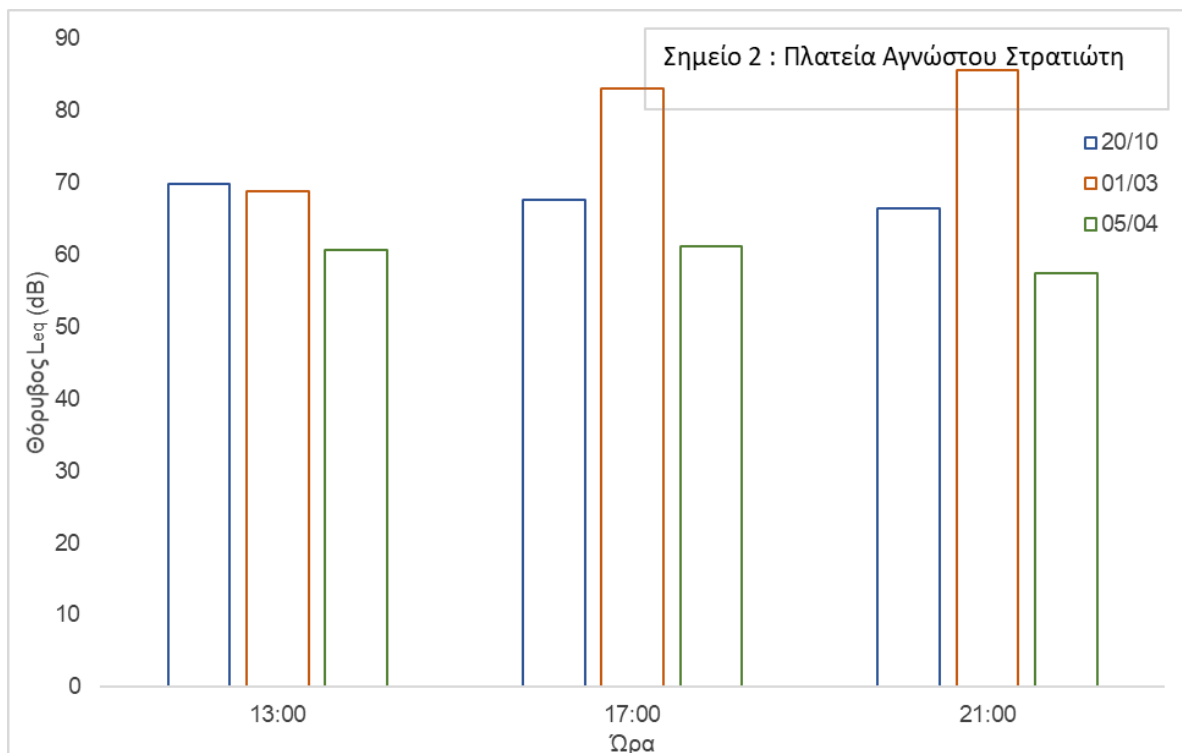


**Διάγραμμα 5.38:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Μαρίνα Ρεθύμνου.

Στο σημείο 2, στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του θορύβου τόσο στις 17:00 όσο και στις 21:00. Όπως προαναφέρθηκε, ο λόγος για την αύξηση αυτή είναι το καρναβάλι. Στις 17:00 ο δείκτης  $L_{eq}$  ήταν 83,06dB, ενώ στις 21:00 ήταν 85,61dB.

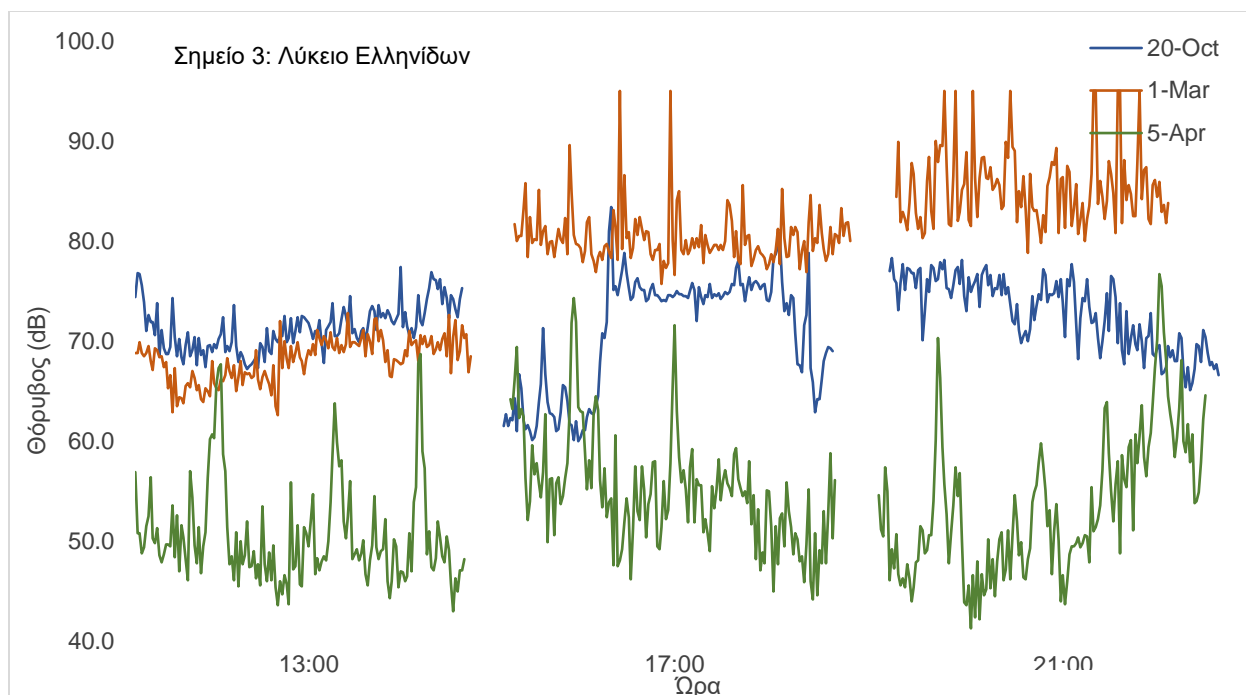


**Διάγραμμα 5.39:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.

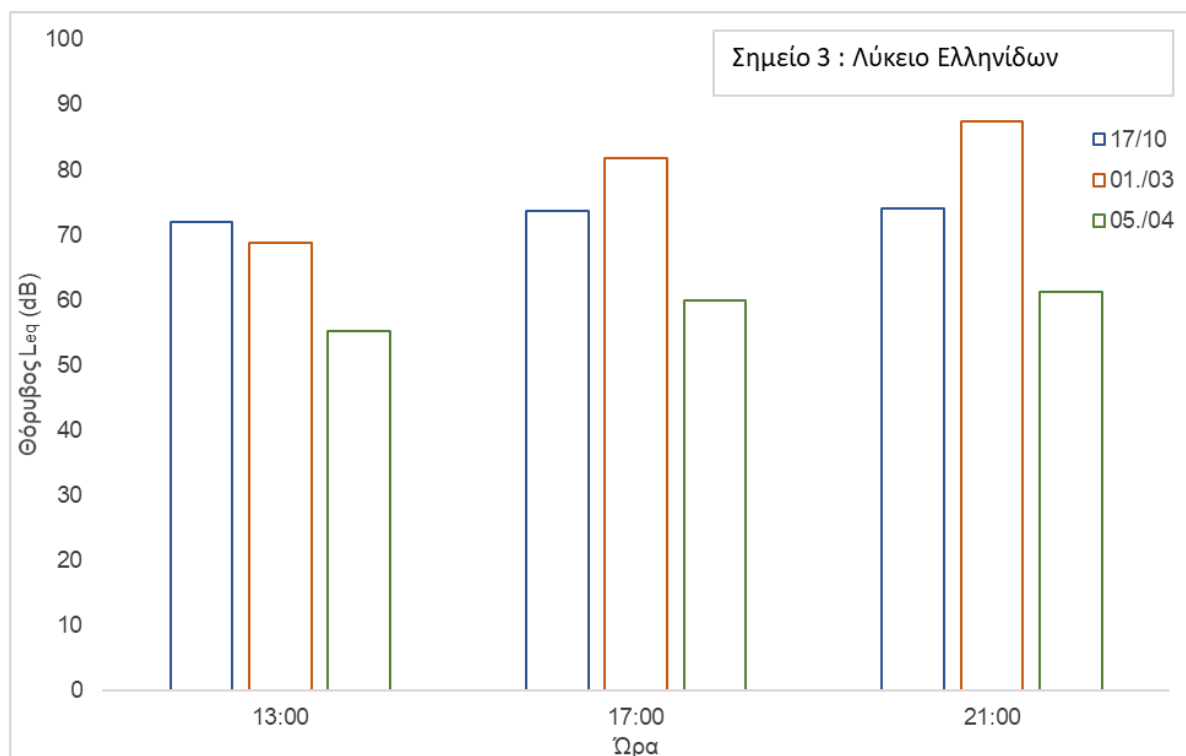


**Διάγραμμα 5.40:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη.

Στο **Διάγραμμα 5.41** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μετρήσεων του θορύβου στο Λύκειο Ελληνίδων. Είναι εμφανές ότι οι μετρήσεις που ελήφθησαν την ημέρα του καρναβαλιού είναι υψηλότερες από τις άλλες δύο. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς σε κοντινή απόσταση από το σημείο που ελήφθησαν οι μετρήσεις υπήρχε μεγάλη συσσώρευση κόσμου που διασκεδάζει. Παράλληλα η μουσική από τα μαγαζιά της παραλιακής βρισκόταν σε πολύ υψηλά επίπεδα, πράγμα που επιβεβαιώνεται από τις υψηλές καταγεγραμμένες τιμές. Ο δείκτης  $L_{eq}$  για την ημέρα του καρναβαλιού υπολογίστηκε στα 87,47dB στις 21:00. Η τιμή αυτή ήταν η υψηλότερη που υπολογίστηκε κατά την διάρκεια επεξεργασίας των μετρήσεων.



**Διάγραμμα 5.41:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης της κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.

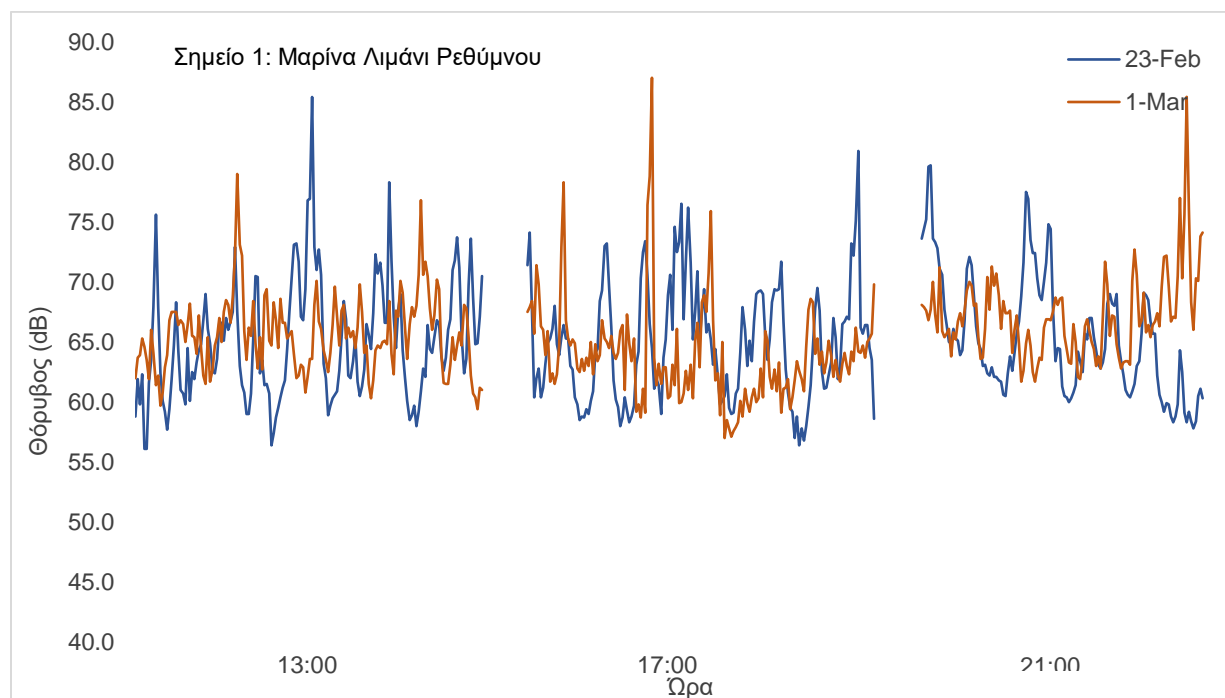


**Διάγραμμα 5.42:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca, του καρναβαλιού και της απαγόρευσης κυκλοφορίας στο Λύκειο Ελληνίδων.

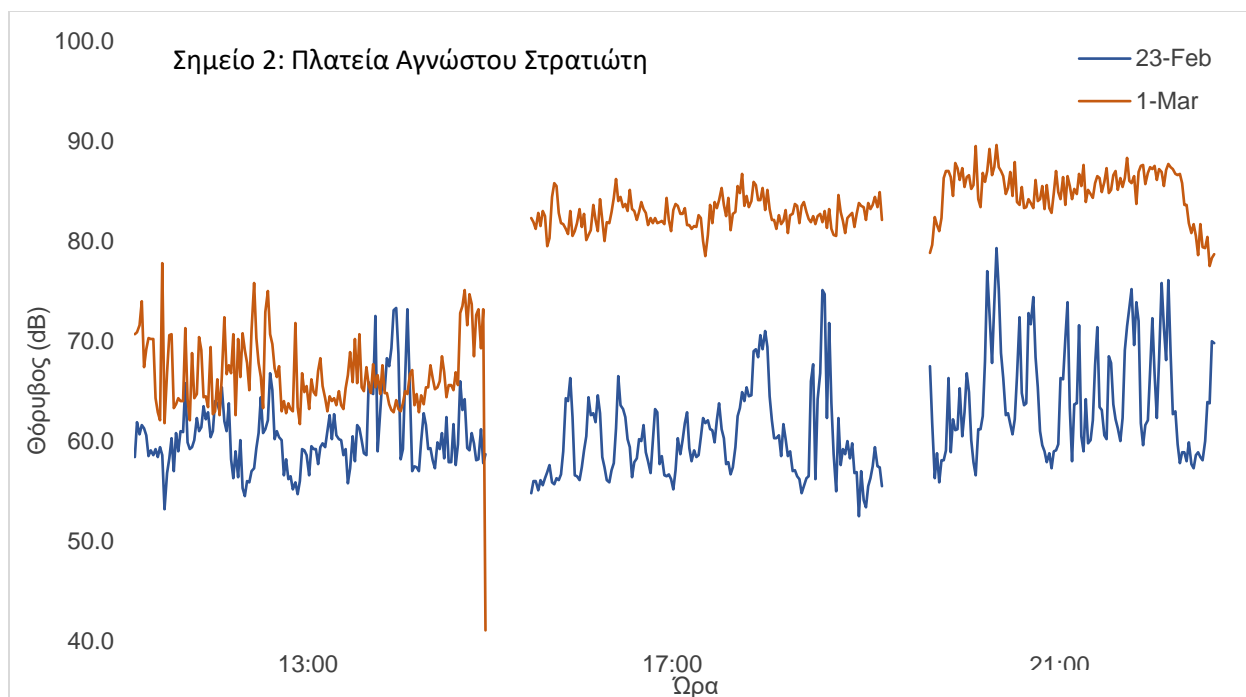
#### 5.4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του καρναβαλιού για την Κυριακή

Η σύγκριση αυτή πραγματοποιείται για να προκύψει η διαφορά που υπάρχει στα επίπεδα του θορύβου μεταξύ μιας απλής ημέρας, όπως η 23/2/2020, και μιας ημέρας με πολύ θόρυβο, όπως η μέρα του καρναβαλιού 01/03/2020.

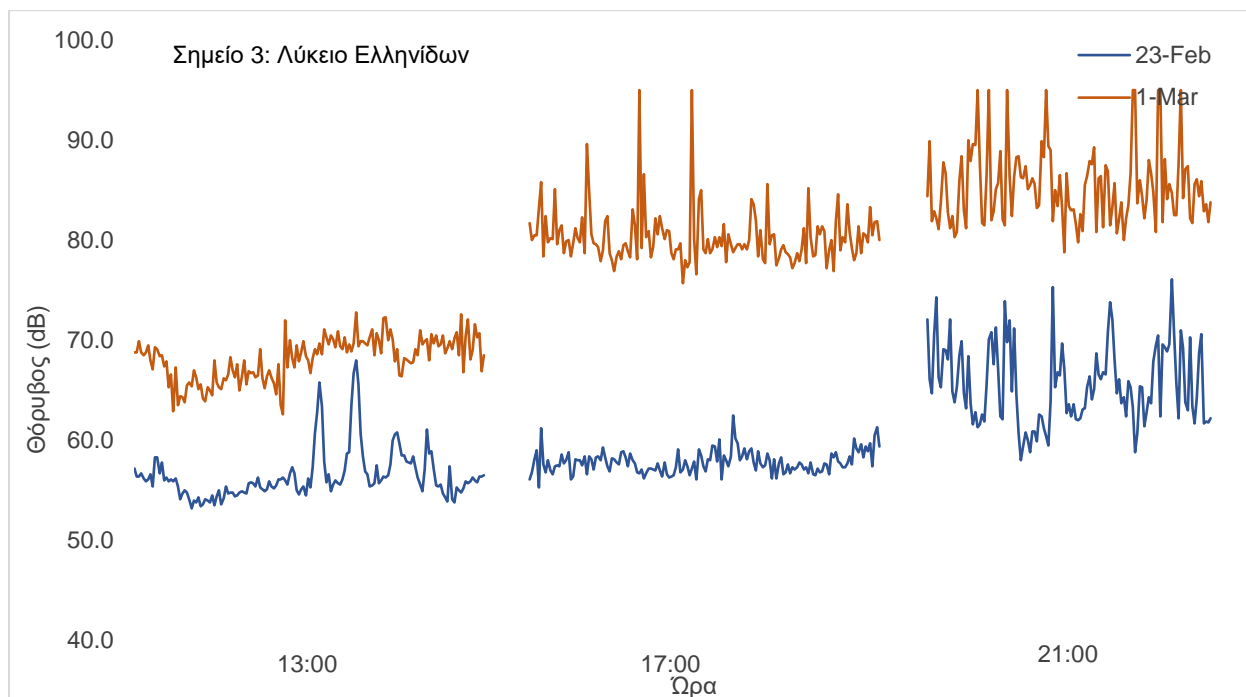
Το **Διάγραμμα 5.43** Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε. αναφέρεται στις μετρήσεις που ελήφθησαν στη Μαρίνα του Ρεθύμνου. Η διαφορά στα επίπεδα του θορύβου είναι κυμαινόμενη καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, καθώς στη 13:00 και στις 21:00 συναντώνται οι υψηλότερες τιμές του  $L_{eq}$  στη 01/03/2020, ενώ στις 17:00 στις 23/02/2020. Αντίθετα το **Διάγραμμα 5.44** παρουσιάζει αισθητά τη διαφορά στην Πλατεία του Αγνώστου Στρατιώτη. Η διαφορά στα επίπεδα του θορύβου είναι ορατή κατά τη διάρκεια της ημέρας, με τη μεγαλύτερη αλλαγή να εμφανίζεται στις απογευματινές και βραδινές ώρες. Όμοια με το Διάγραμμα 5.45, το **Διάγραμμα 5.45** παρουσιάζει την διαφορά στα επίπεδα του θορύβου αισθητά, στο σημείο 3. Σημαντικότερη αλλαγή παρουσιάζεται στις 17:00 όπου στις 23/02/2020 η τιμή του  $L_{eq}$  ήταν 59,0dB, ενώ μετά από μια εβδομάδα ήταν 81,87dB.



**Διάγραμμα 5.43:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στη Μαρίνα Ρεθύμνου.



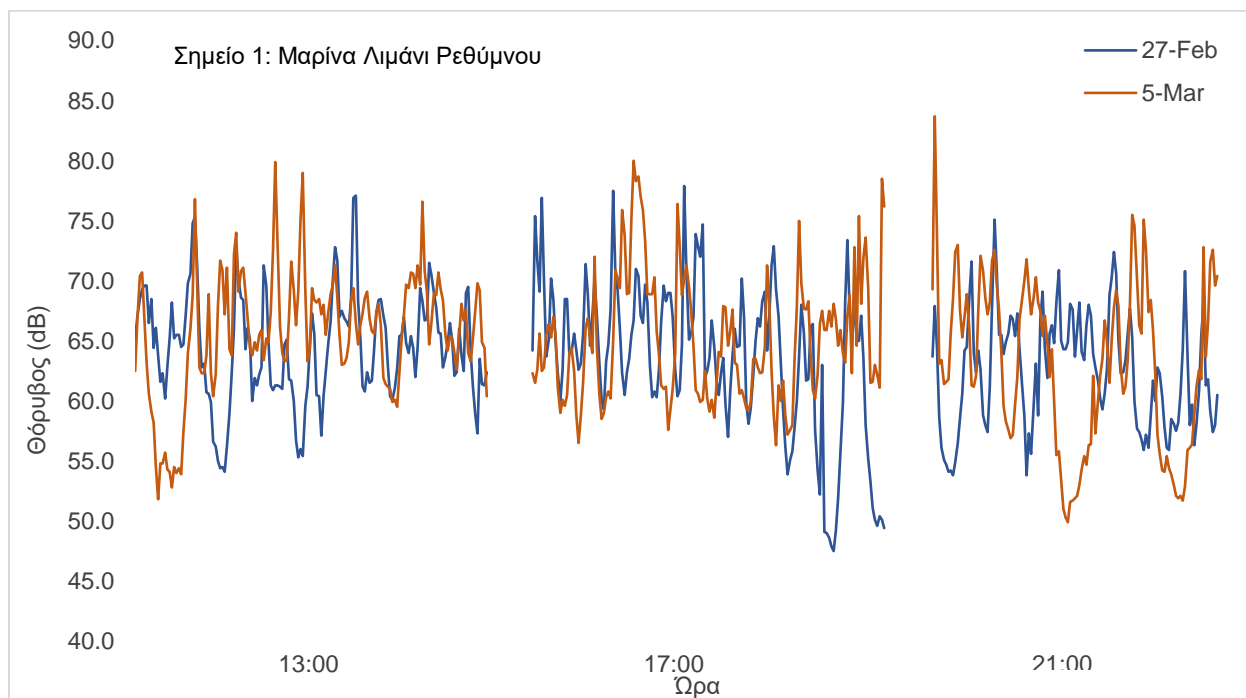
**Διάγραμμα 5.44:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.



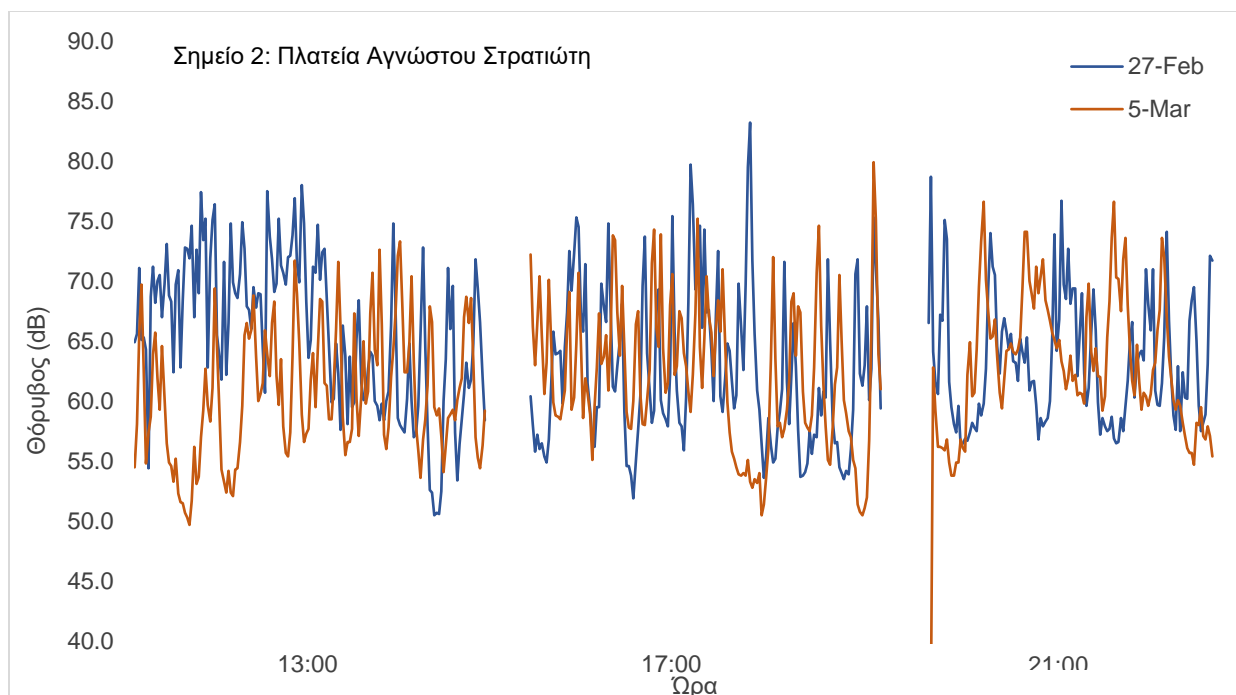
**Διάγραμμα 5.45:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στο Λύκειο Ελληνίδων.

#### 5.4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων κατά την περίοδο του καρναβαλιού για την Πέμπτη

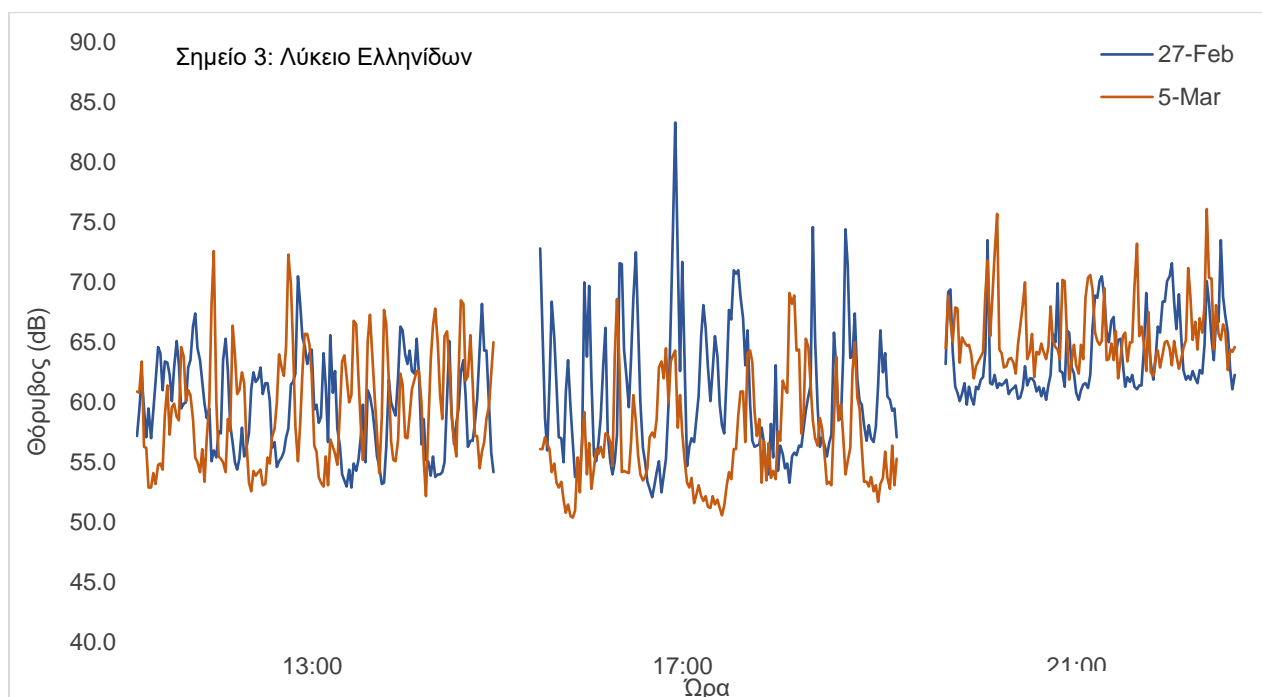
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που ελήφθησαν στις 27/02/2020 και στις 05/03/2020. Στο **Διάγραμμα 5.46**, γίνεται εμφανές ότι τα επίπεδα θορύβου στις 05/03/2020 είναι υψηλότερα από αυτά στις 27/02/2020. Παράλληλα σε κανένα χρονικό διάστημα κατά τις 05/03/2020 η τιμή του  $L_{eq}$  δεν ξεπέρασε την αντίστοιχη τιμή από τις 27/02/2020. Αντίθετα στο **Διάγραμμα 5.47** και **Διάγραμμα 5.48** δεν προκύπτει μια ημέρα που να θεωρείται πιο θορυβώδης από την άλλη, αφού τα επίπεδα θορύβου και οι δείκτες  $L_{eq}$  κυμαίνονται από ώρα σε ώρα.



**Διάγραμμα 5.46:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στην Μαρίνα Ρεθύμνου.



**Διάγραμμα 5.47:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη.



**Διάγραμμα 5.48:** Σύγκριση μετρήσεων θορύβου κατά την περίοδο του καρναβαλιού στο Λύκειο Ελληνίδων.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1 Συμπεράσματα αποτελεσμάτων

Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την επεξεργασία και την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το πρόβλημα που πραγματεύεται η συγκεκριμένη έρευνα είναι ο θόρυβος που δημιουργείται στην παραλιακή οδό ενός αστικού περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα στην πόλη του Ρεθύμνου, η οποία αποτελεί μία μεσογειακή τουριστική πόλη στην Κρήτη. Οι μετρήσεις λαμβάνουν χώρα τόσο κατά τη διάρκεια μη συχνών γεγονότων, στα οποία συγκεντρώνονται μεγάλα πλήθη, όσο και σε συνθήκες καθημερινής ζωής. Στην εργασία αυτή λοιπόν επιχειρείται να γίνει συσχέτιση των γεγονότων αυτών με την όχληση, την ηχητική ρύπανση αλλά και τη γενικότερη επίδραση στην ίδια την πόλη.

Η μέτρηση του θορύβου πραγματοποιήθηκε με βάση την μεθοδολογία που έχει οριστεί και παρουσιαστεί προηγουμένως στην ενότητα 3. Η μέρα της εκάστοτε μέτρησης χωρίστηκε σε τρεις χρονικές περιόδους: μια για το μεσημέρι (13:00), μια για το απόγευμα (17:00) και μια για το βράδυ (21:00). Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, τα σημεία ενδιαφέροντος ήταν τρία: το πρώτο σημείο βρίσκεται στην είσοδο της Μαρίνας του λιμένα Ρεθύμνου, το δεύτερο στην πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη και το τρίτο έναντι του Λυκείου Ελληνίδων. Η διάρκεια των μετρήσεων για το κάθε σημείο ήταν περίπου τρία λεπτά, έτσι ώστε να ληφθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα για τις συνθήκες θορύβου που επικρατούσαν εκείνες τις στιγμές.

Αξιοποιώντας και αναλύοντας τα δεδομένα, παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν. Αρχικά, στο **Διάγραμμα 5.28**, γίνεται σύγκριση των επιπέδων του θορύβου στο σημείο 1 κατά την διάρκεια του παγκοσμίου πρωταθλήματος ποδοσφαίρου Socca 6x6. Μέσα από αυτό παρατηρείται ότι αν και στις 24/10/2019 στη 13:00 οι υψηλές τιμές που καταγράφηκαν αντιστοιχούν σε θορυβώδη κατάσταση, οι υπόλοιπες μέρες και ώρες βρίσκονται γενικά σε χαμηλότερες στάθμες παρά τις συχνές διακυμάνσεις. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι στις 20/10/2019 και ώρα 21:00 παρατηρούνται υψηλότερες τιμές θορύβου σε σχέση με τις άλλες δύο ημέρες, που πιθανότατα να οφείλονται στην διεξαγωγή του τελικού του παγκοσμίου πρωταθλήματος. Παρόμοια είναι η κατάσταση που επικρατεί και στο **Διάγραμμα 5.29**. Η συνολική εικόνα για το σημείο 2 είναι καλή, καθώς τα επίπεδα δεν ξεπερνούν τα φυσιολογικά όρια στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Εντύπωση όμως προκαλούν οι συγκριτικά χαμηλές τιμές την ημέρα του τελικού στις 20/10/2019 και ώρα 21:00, οι οποίες αναμένονταν θεωρητικά να είναι υψηλότερες λόγω του συγκεντρωμένου πλήθους μέσα και έξω από το γήπεδο. Στο σημείο 3 κατά κύριο λόγο επικρατούν χαμηλές στάθμες θορύβου. Και στις τρεις ημερομηνίες παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στις τιμές, όπως επίσης και αύξηση αυτών στις 21:00, το οποίο μπορεί να συμβαίνει λόγω της εντονότερης κίνησης στα κοντινά μαγαζιά. Συμπερασματικά λοιπόν η συγκεκριμένη εκδήλωση δεν είχε έντονη επίδραση στην πόλη, όπως είναι η δημιουργία όχλησης, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν επέφερε αξιοσημείωτη αύξηση του θορύβου.

Όσον αφορά τις μετρήσεις κατά τη διάρκεια του καρναβαλιού, από τις τιμές του θορύβου πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τις εκδηλώσεις, προκύπτει ενδιαφέρον από την πληθώρα των αποτελεσμάτων. Για το σημείο 1 δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ Κυριακής

23/02/2020 και Κυριακής 01/03/2020, που αντιστοιχεί στην ημέρα του καρναβαλιού. Συνήθως την ημέρα αυτή ο κόσμος χρησιμοποιεί το πάρκινγκ σαν ασφαλή τόπο στάθμευσης, προκειμένου να μπορέσει να περάσει ολόκληρη την ημέρα στο κέντρο. Αντίθετα τις καθημερινές το πάρκινγκ χρησιμοποιείται από τους πολίτες για συντομότερο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα την προσωρινή μόνο στάθμευση και συνεπώς την διαρκή κυκλοφορία και κίνηση οχημάτων. Αυτός είναι πιθανότατα και ο λόγος που τα επίπεδα του θορύβου ενώ αναμενόταν να είναι υψηλότερα την 01/03/2020 (λόγω της αθρόας προσέλευσης) εμφανίζονται τελικά χαμηλότερα και παρόμοια μεταξύ τους. Διαφορετικά είναι όμως τα πράγματα για τα άλλα δύο σημεία. Ο αντίκτυπος του καρναβαλιού είναι εμφανής στις δυο περιπτώσεις, με τις μετρήσεις να καταγράφουν τις υψηλότερες τιμές λόγω του ιδιαίτερα έντονου τρόπου διασκέδασης, τόσο στα μαγαζιά όσο και στους δρόμους της παραλίας. Όπως είναι λογικό, η παραπάνω κατάσταση οδήγησε στην κατά πολύ υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων και στη πρόκληση περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Όπως διαπιστώθηκε κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, η διαφορά στη στάθμη του θορύβου ανάμεσα στη Πέμπτη πριν το καρναβάλι και την Πέμπτη μετά από αυτό, δεν ήταν ιδιαίτερα αισθητή. Αυτό πιθανότατα αποτελεί απόρροια του γεγονότος ότι την συγκεκριμένη ημέρα δεν είχε καταφθάσει μεγάλο πλήθος επισκεπτών. Έχει παρατηρηθεί ότι η πόλη ξεκινάει να υποδέχεται τους επισκέπτες από την Παρασκευή και μετά, καθώς η αποκορύφωση των δρώμενων πραγματοποιείται τρεις ημέρες αργότερα, ενώ πολλοί δεν κατέφθασαν λόγω απαγόρευσης τέλεσης των εκδηλώσεων σχετικά με το καρναβάλι, εξαιτίας της πανδημίας. Τέλος, δεν είναι μικρή η μερίδα των καρναβαλιστών που επιλέγουν για τη διαμονή τους τα Χανιά ή το Ηράκλειο, προκειμένου να έχουν πρόσβαση σε λιμάνι ή αεροδρόμιο αφού το Ρέθυμνο διαθέτει λιμάνι το οποίο εξυπηρετεί δρομολόγια μόνο κατά τους θερινούς μήνες.

Κατά τη σύγκριση λοιπόν των μετρήσεων των τριών γεγονότων είναι εμφανής η ποικιλία μεταξύ των αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, οι μετρήσεις που πάρθηκαν παρουσιάζουν μια διαβάθμιση στα επίπεδα του θορύβου με το καρναβάλι και το πρωτάθλημα να εμφανίζουν τα υψηλότερα, και την απαγόρευση κυκλοφορίας τα χαμηλότερα. Κάτι τέτοιο είναι φυσικά αναμενόμενο, καθώς στις δύο πρώτες περιπτώσεις υπάρχει αυξημένη προσέλευση κόσμου, ενώ στην τελευταία μειωμένη κίνηση αυτοκινήτων και πεζών. Οι μεγαλύτερες τιμές ντεσιμπέλ που καταγράφηκαν στα τρία γεγονότα εντοπίστηκαν την ημέρα του καρναβαλιού στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη και στο Λύκειο Ελληνίδων, φανερώνοντας την πολύ θορυβώδη κατάσταση που επικράτησε στην παραλιακή οδό εκείνη την ημέρα. Η περιβαλλοντική αυτή ρύπανση προήλθε από την δυνατή μουσική και τα συνωστισμένα πλήθη που διασκέδαζαν στα τοπικά μαγαζιά. Αντίθετα, οι μετρήσεις που πάρθηκαν την περίοδο της απαγόρευσης κυκλοφορίας φανερώνουν μεγάλη διαφορά στην πόλη αφού λόγω της απαγόρευσης κυκλοφορίας ο κόσμος και τα αυτοκίνητα έπαψαν να κινούνται σε φυσιολογικούς ρυθμούς.

Συνολικά, τα γεγονότα που διαδραματίστηκαν στη πόλη υποδηλώνουν αύξηση στα επίπεδα του θορύβου και ιδιαίτερα στην περίπτωση του καρναβαλιού. Τις ημέρες που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, οι στάθμες είχαν διαφορά μερικών ντεσιμπέλ. Αυτή η διαφορά όμως δεν είναι αμελητέα καθώς οι τιμές αντιστοιχούν σε δεκαδικό λογάριθμο, δηλαδή μια αύξηση 10dB ισοδυναμεί σε διπλάσια ακουστότητα. Όπως επιβεβαιώνει και η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, υπάρχει διαφορά στις στάθμες θορύβου που συγκρίθηκαν. Με τους δείκτες  $P$ ,  $R^2$ ,  $r$  να σημειώνουν χαμηλές τιμές προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει συσχέτιση

μεταξύ των δεδομένων, συνεπώς τα γεγονότα είχαν επίδραση στα επίπεδα του θορύβου. Σε μια μικρή πόλη όπως το Ρέθυμνο οι επιπτώσεις τέτοιων φαινομένων είναι ορατές και αρκετές, ώστε να διαταράσσουν τις ισορροπίες των πολιτών εάν η έκθεση τους σε αυτές είναι συστηματική.

Αν και η παραλιακή οδός είναι μια περιοχή όπου έχουν πραγματοποιηθεί έργα για την ανάπτυξη της, έχουν δημιουργηθεί χώροι πρασίνου και πεζοδρόμια όπως επίσης δέντροφυτεύσεις, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης των επιπέδων θορύβου της περιοχής. Έτσι, με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα, για την επίτευξη της μείωσης των επιπέδων θορύβου στην παραλιακή οδό της πόλης του Ρεθύμνου τόσο κατά την διάρκεια σημαντικών γεγονότων όσο και κατά τις καθημερινές ημέρες, παρατίθενται τα παρακάτω μέτρα:

Το οδόστρωμα θα ήταν ωφέλιμο να εμπλουτιστεί με απορροφητικό ασφαλοτάπητα έτσι ώστε να επιτευχθεί η μείωση του παραγόμενου ήχου έως και 10 dB(A), με την εκ νέου επίστρωση του κάθε 10 χρόνια. Ακόμη, προτείνεται η προσθήκη αναβαθμών, τα λεγόμενα σαμαράκια, με στόχο την επιβράδυνση της ταχύτητας των οχημάτων που διασχίζουν την παραλιακή οδό. Ένα τέτοιο μέτρο δεν θα προφυλάξει μόνο τους πεζούς της περιοχής αλλά θα κατορθώσει να μειώσει των παραγόμενο θόρυβο των μηχανοκίνητων οχημάτων.

Τα ηχοπετάσματα θα μπορούσαν να αποτελέσουν επίσης μια λύση για την διαφύλαξη τόσο των μόνιμων κατοίκων όσο και των καταστημάτων της περιοχής στην έκθεση θορύβου. Από την άλλη πλευρά, μια τέτοια παρέμβαση δεν θα πραγματώνονταν για λόγους αισθητικής από την τοπική αυτοδιοίκηση.

Όσον αφορά στα γεγονότα που διεξάγονται στην πόλη, όπου ο θόρυβος υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου θα ήταν δόκιμη η τήρηση των θεσμοθετημένων ορίων.

## 6.2 Προτάσεις για το μέλλον

Μετά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας εντοπίστηκαν κάποια σημεία που θα μπορούσαν να είχαν τροποποιηθεί κατάλληλα προκειμένου να λαμβάνονταν αρτιότερα αποτελέσματα.

- ❖ Κατά τη μέτρηση του παγκοσμίου πρωταθλήματος ποδοσφαίρου soccer θα μπορούσε να γίνει προσθήκη μίας επιπλέον ημέρας, μίας «απλής» Κυριακής, για ναδειχθεί καλύτερα η διαφορά μεταξύ αυτής και της Κυριακής του τελικού.
- ❖ Η διάρκεια των μετρήσεων θα μπορούσε να υπερβαίνει τα τρία λεπτά, προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερο εύρος μετρήσεων και κατά συνέπεια πιο αντιπροσωπευτικές τιμές.
- ❖ Θα μπορούσε να γίνει ταυτόχρονη παρακολούθηση και άλλων σημείων πέραν των τριών που επιλέχθηκαν, σε πιο απομακρυσμένες περιοχές κι όχι μόνο στο κέντρο των γεγονότων. Έτσι, θα δινόταν η δυνατότητα χαρτογράφησης των περιοχών που επηρεάζονται από το θόρυβο.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bohatkiewicz, J. (2016). Noise control plans in cities—selected issues and necessary changes in approach to measures and methods of protection. 14, 2744-2753. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
- Bravo-Moncayo, L., Chávez, M., Puyana, V., Lucio-Naranjo, J., Garzón, C., & Pavón-García, I. (2019). A cost-effective approach to the evaluation of traffic noise exposure in the city of Quito, Ecuador 7(1), 128-137. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>
- Britannica.com (n.d.). Retrieved from <https://www.britannica.com/science/decibel>
- Chen, L., Tang, B., Liu, T., Xiang, H., Sheng, Q., & Gong, H. (2020). Modeling traffic noise in a mountainous city using artificial neural networks and gradient correction. 78, 102196. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
- Di, H., Liu, X., Zhang, J., Tong, Z., Ji, M., Li, F., ... & Ma, Q. (2018). Estimation of the quality of an urban acoustic environment based on traffic noise evaluation models. 141, 115-124. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>
- Dspace.lib.ntua.gr (n.d.) Retrieved from <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/6787>
- Gym-vounarg.ilei.sch.gr (n.d.). Retrieved from [http://gym-vounarg.ilei.sch.gr/files/pdf/kymata\\_horou.pdf](http://gym-vounarg.ilei.sch.gr/files/pdf/kymata_horou.pdf)
- Istorikokentro.files.wordpress.com (n.d.). Retrieved from <https://istorikokentro.files.wordpress.com/2016/12/dalamangas-arthro-thorybos-22-01-2016.pdf>
- Ixosripansistop.gr (n.d.). Retrieved from <http://ixoripansistop.gr/index.php/gr/2013-11-12-14-11-50/22-2013-11-22-08-49-40>
- Jiménez-Urbe, D. A., Daniels, D., González-Álvarez, Á., & Vélez-Pereira, A. M. (2020). Influence of vehicular traffic on environmental noise spectrum in the tourist route of Santa Marta City. 6, 818-824. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
- Kathimerinifysiki.gr (n.d.). Retrieved from <https://www.kathimerinifysiki.gr/2017/09/>
- Lagonigro, R., Martori, J. C., & Apparicio, P. (2018). Environmental noise inequity in the city of Barcelona. 63, 309-319. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
- Lan, Z., He, C., & Cai, M. (2020). Urban road traffic noise spatiotemporal distribution mapping using multisource data. 82, 102323. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
- Library.tee.gr (n.d.). Retrieved from [http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301\\_hatziliberis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2301/m2301_hatziliberis.pdf)
- Mohareb, N., & Maassarani, S. (2019). Assessment of street-level noise in three different urban settings in Tripoli. 29, 100481. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

Okokon, E. O., Taimisto, P., Turunen, A. W., Amoda, O. A., Fasasi, A. E., Adeyemi, L. G., ... &Lanki, T. (2018). Particulate air pollution and noise: Assessing commuter exposure in Africa's most populous city. 9, 150-160. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

Okokon, E. O., Yli-Tuomi, T., Turunen, A. W., Taimisto, P., Pennanen, A., Vouitsis, I., ... &Lanki, T. (2017). Particulates and noise exposure during bicycle, bus and car commuting: A study in three European cities. 154, 181-189. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

Opencourses.auth.gr (n.d.). Retrieved from <https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS371/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/11%20%CE%95%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CF%82.pdf>

Paschalidou, A. K., Kassomenos, P., &Choniani, F. (2019). Strategic Noise Maps and Action Plans for the reduction of population exposure in a Mediterranean port city. 654, 144-153. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

Quiñones-Bolaños, E. E., Bustillo-Lecompte, C. F., &Mehrvar, M. (2016). A traffic noise model for road intersections in the city of Cartagena de Indias, Colombia. 47, 149-161. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>

Ryu, H., Park, I. K., Chun, B. S., & Chang, S. I. (2017). Spatial statistical analysis of the effects of urban form indicators on road-traffic noise exposure of a city in South Korea. 115, 93-100. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>

Science.fandom.com (n.d.). Retrieved from <https://science.fandom.com/el/wiki/>

Socped.gr (n.d.). Retrieved from [http://www.socped.gr/uploads/editorfiles/files/1\\_%CE%A3%CE%BF%CF%85%CF%81%CF%84%CE%B6%CE%AE%281%29.pdf](http://www.socped.gr/uploads/editorfiles/files/1_%CE%A3%CE%BF%CF%85%CF%81%CF%84%CE%B6%CE%AE%281%29.pdf)

Terveyskirjasto.fi (n.d.). Retrieved from [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=asy00310&fbclid=IwAR1p21kIJ6bYVej9rcv4gDeoc3oCxcM5mRAeCYipCTZYGlf1cqyXP5SdQ8](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=asy00310&fbclid=IwAR1p21kIJ6bYVej9rcv4gDeoc3oCxcM5mRAeCYipCTZYGlf1cqyXP5SdQ8)

Thesis.ekt.gr (n.d.). Retrieved from <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/19740#page/42/mode/2up>

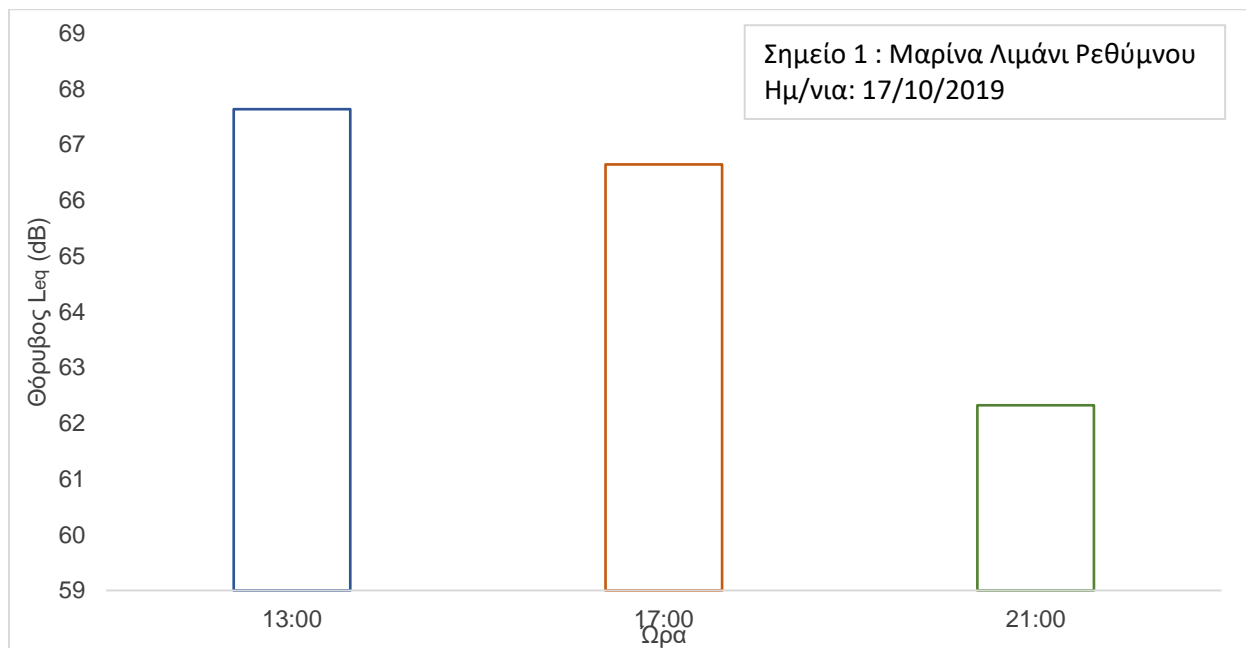
Wen, X., Lu, G., Lv, K., Jin, M., Shi, X., Lu, F., & Zhao, D. (2019). Impacts of traffic noise on roadside secondary schools in a prototype large Chinese city. 151, 153-163. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>

## 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 8.1 Παράρτημα Διαγραμμάτων

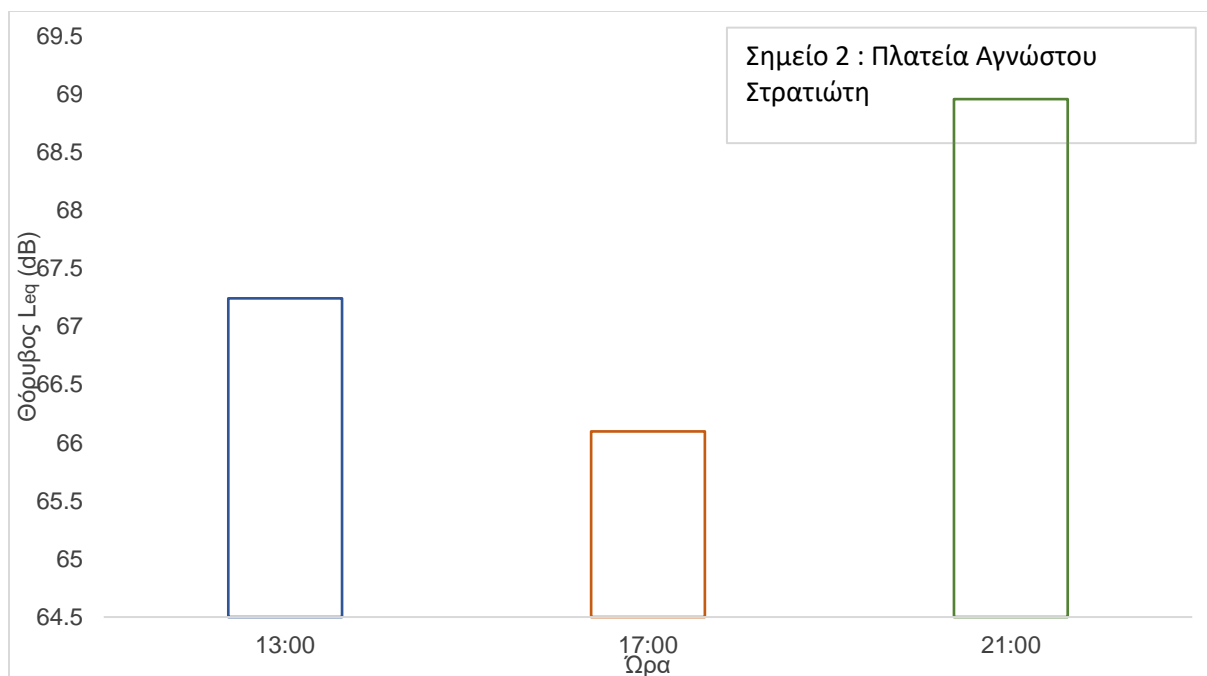
#### Socca

Στο **Διάγραμμα 8.1** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 17/10/2019 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



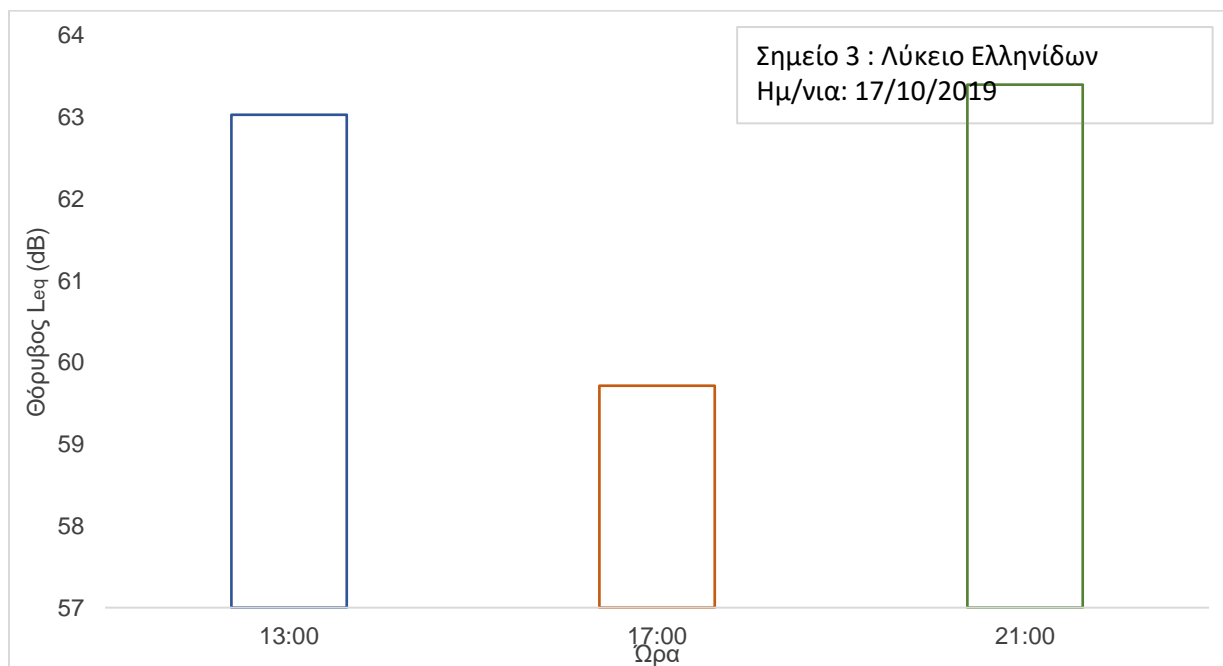
**Διάγραμμα 8.1:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.2** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 17/10/2019 στην Πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



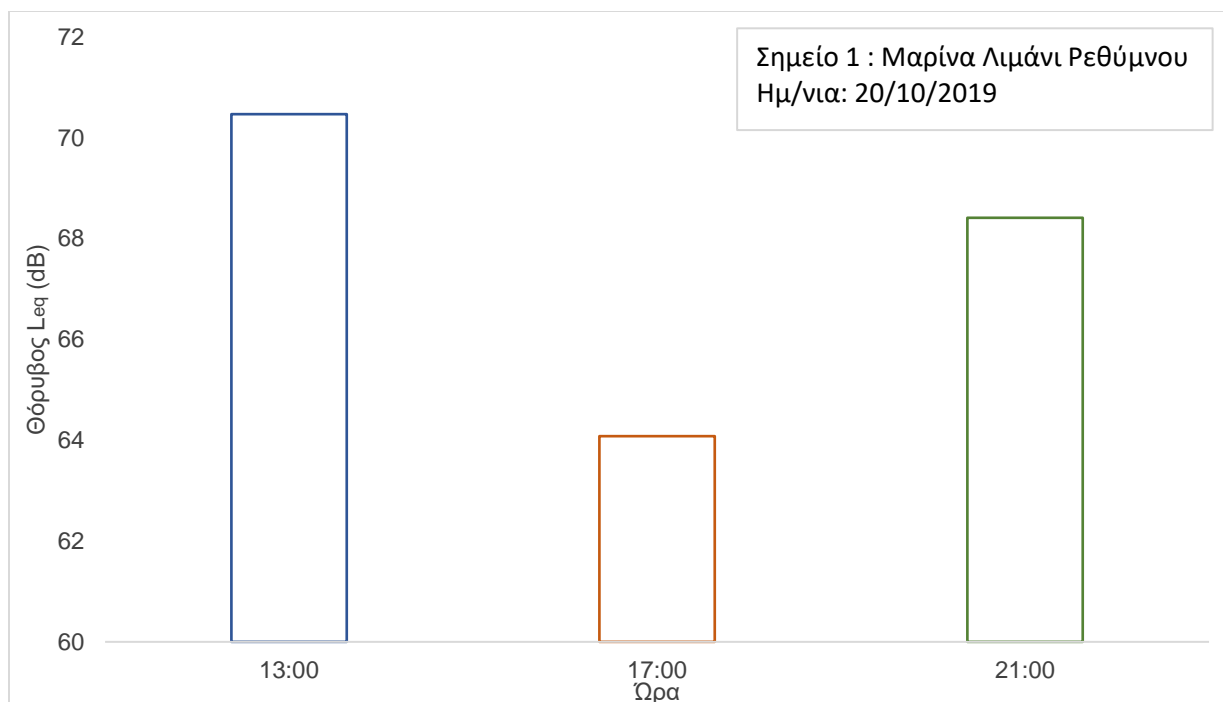
**Διάγραμμα 8.2:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.3** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 17/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων



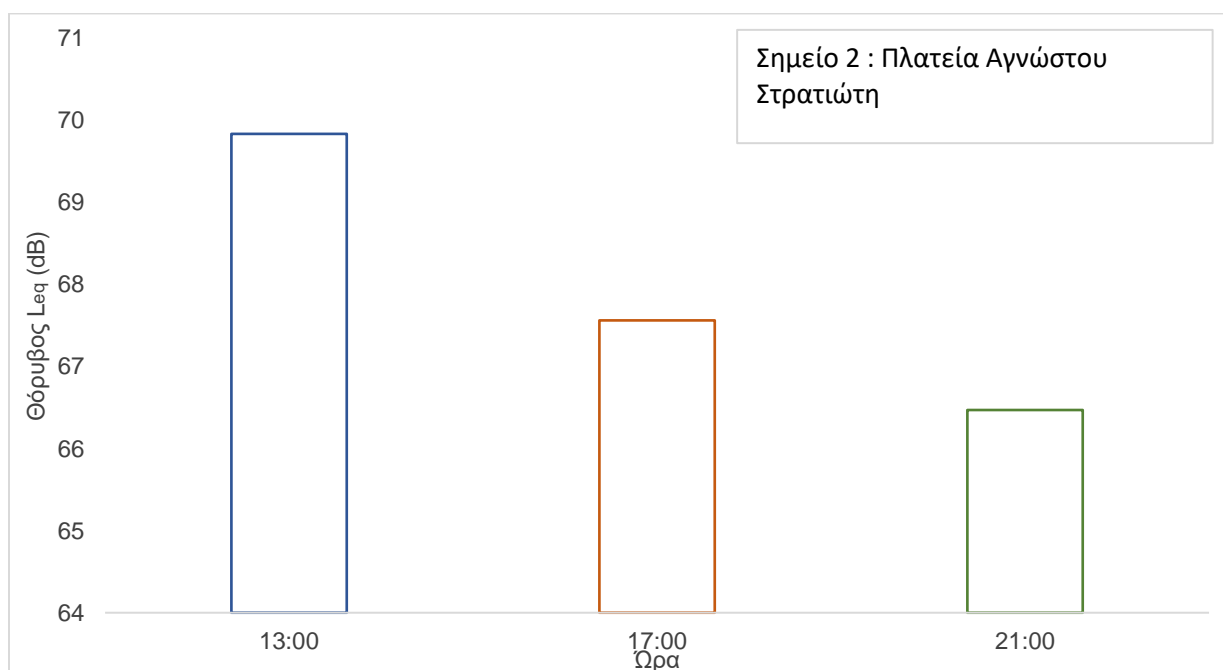
**Διάγραμμα 8.3:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.4** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 20/10/2019 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



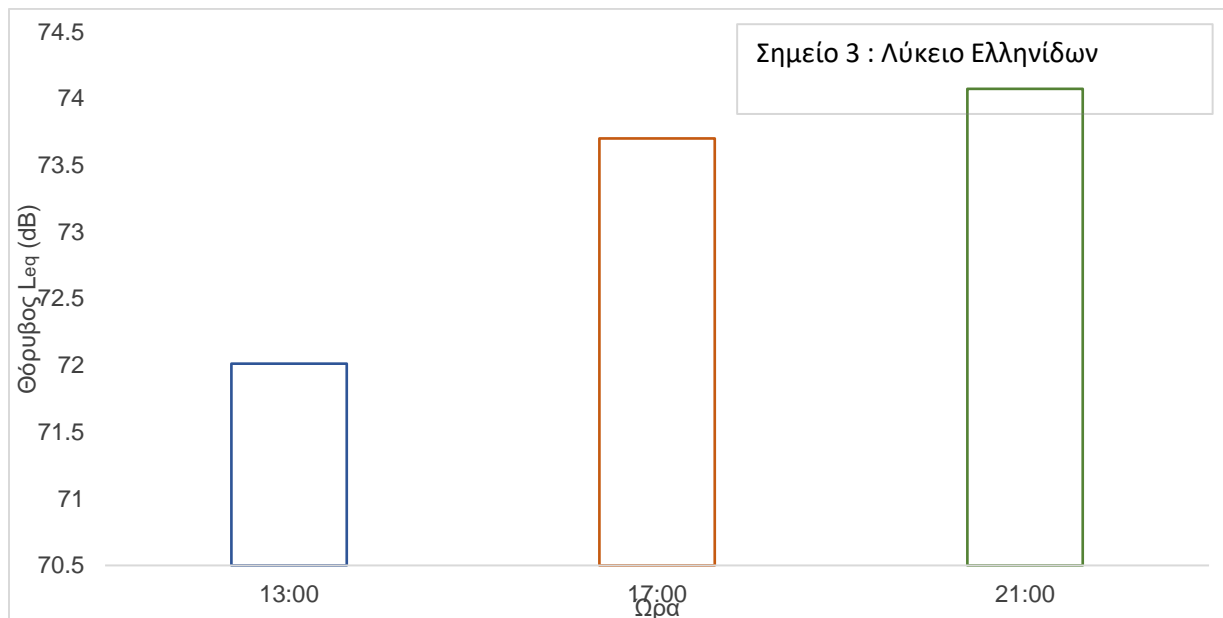
**Διάγραμμα 8.4:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.5** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 20/10/2019 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



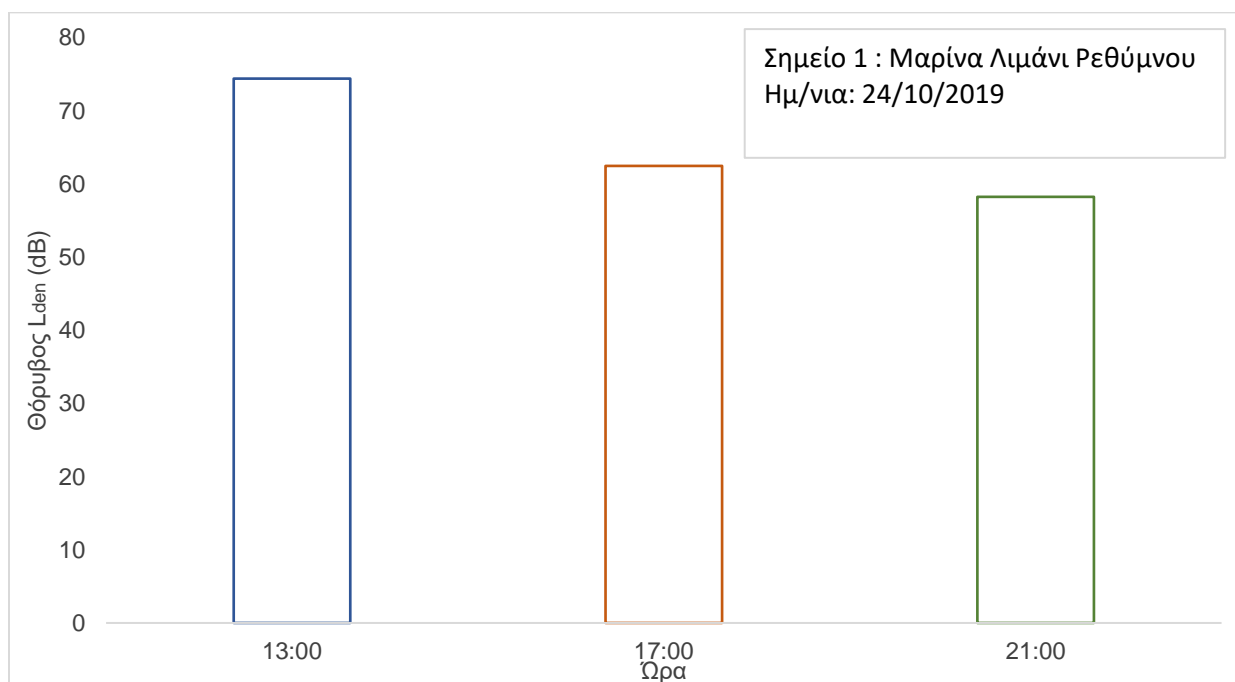
**Διάγραμμα 8.5:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.6** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 20/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων



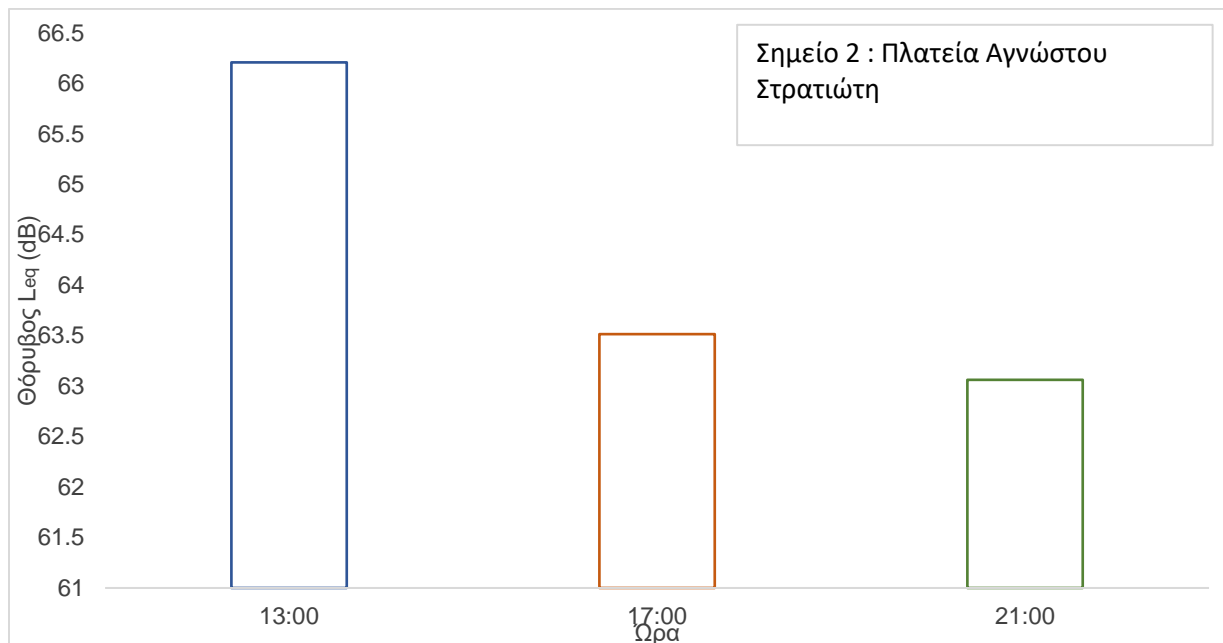
**Διάγραμμα 8.6:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.7** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 24/10/2019 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



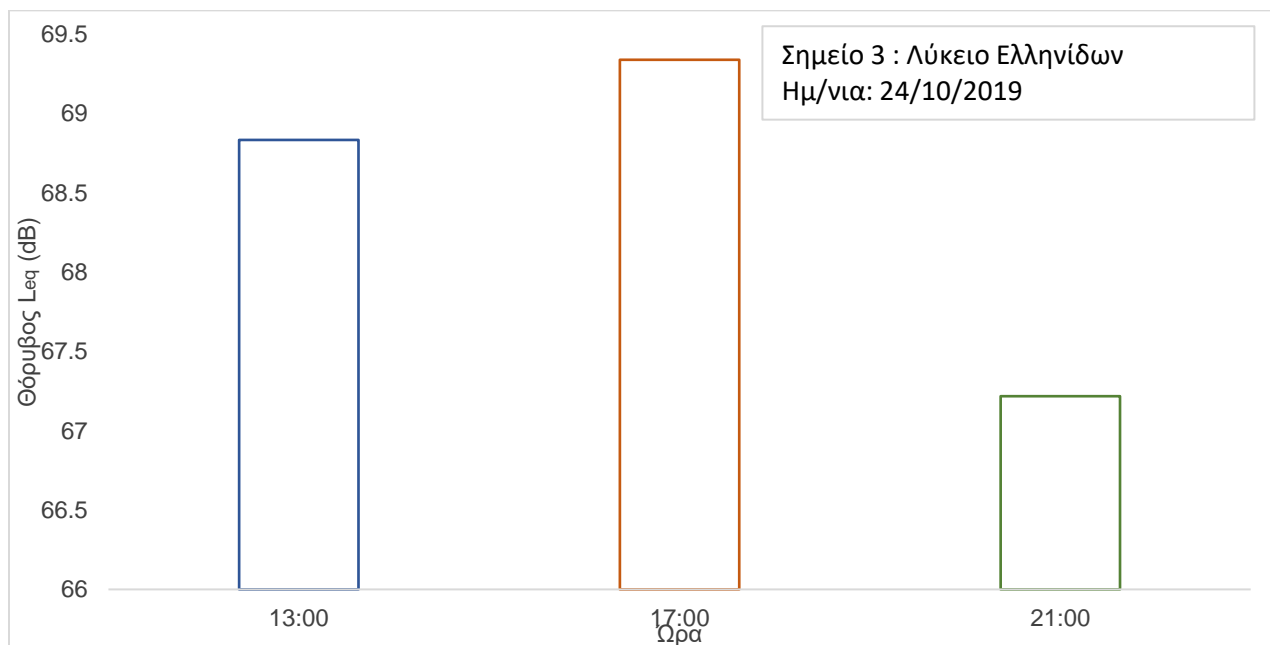
**Διάγραμμα 8.7:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-socca

Στο **Διάγραμμα 8.8** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 24/10/2019 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



**Διάγραμμα 8.8:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-soccca

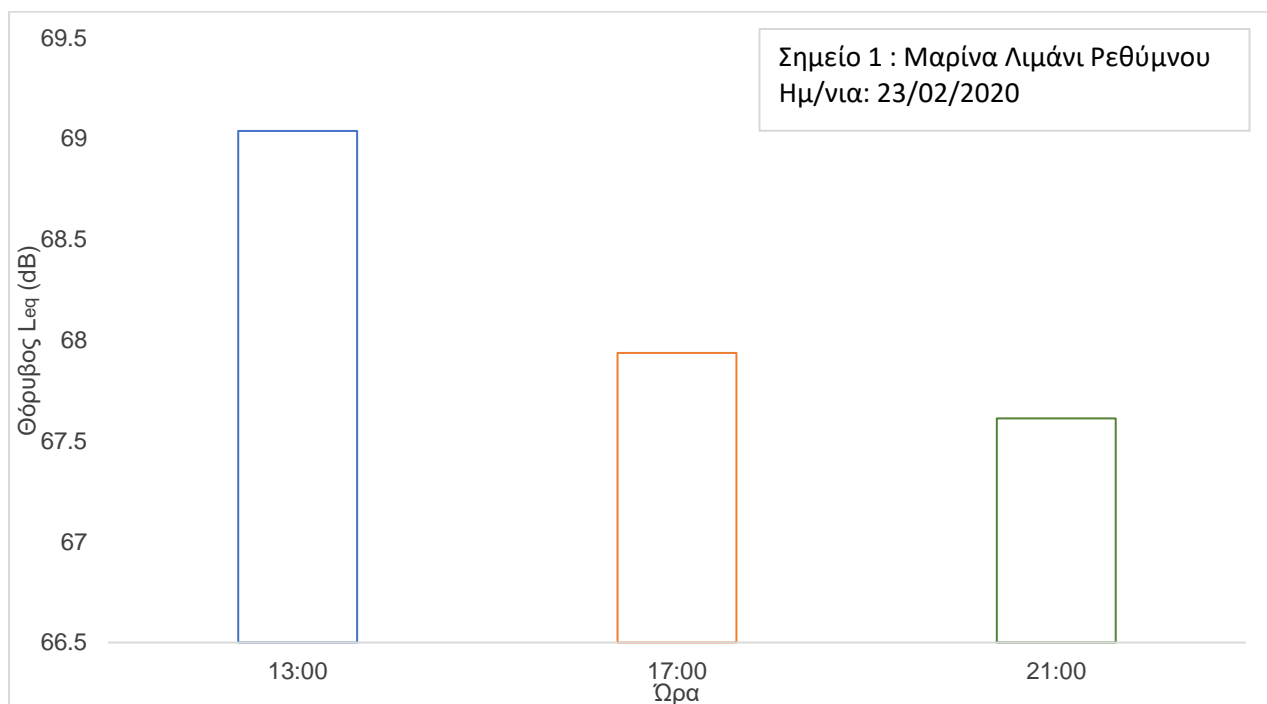
Στο **Διάγραμμα 8.9** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 24/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων



**Διάγραμμα 8.9:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του παγκόσμιου πρωταθλήματος-soccca

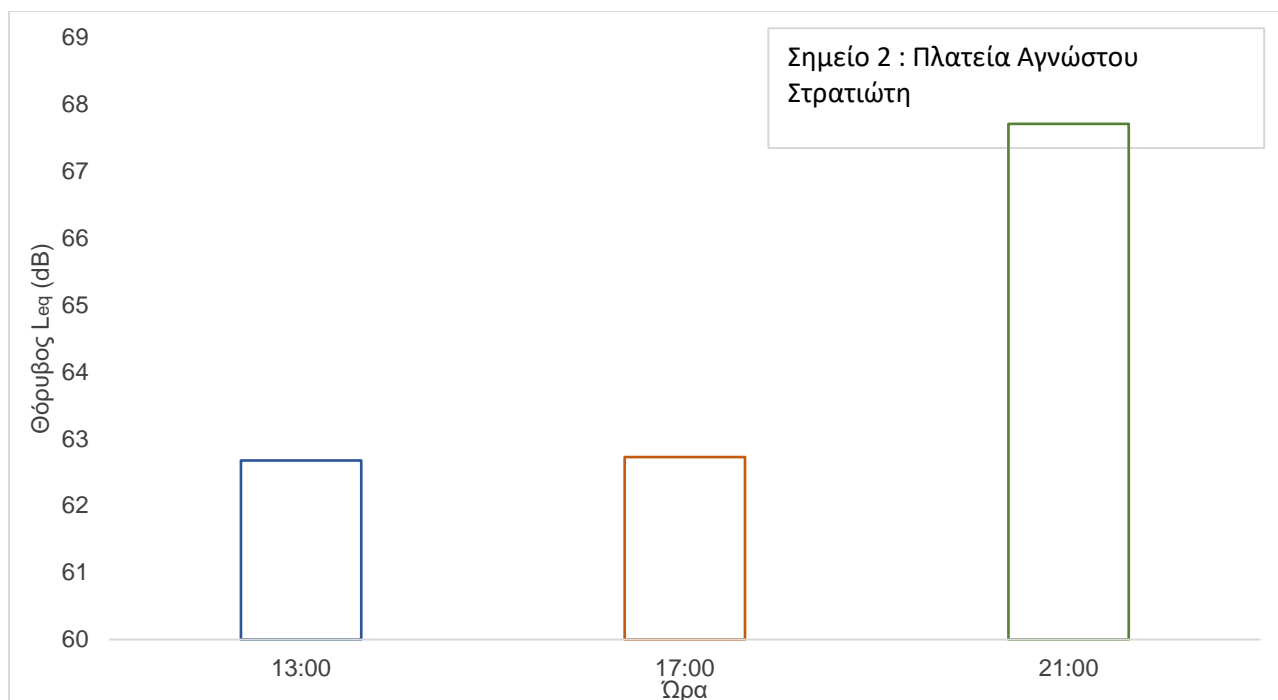
## Καρναβάλι

Στο **Διάγραμμα 8.10** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 23/02/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



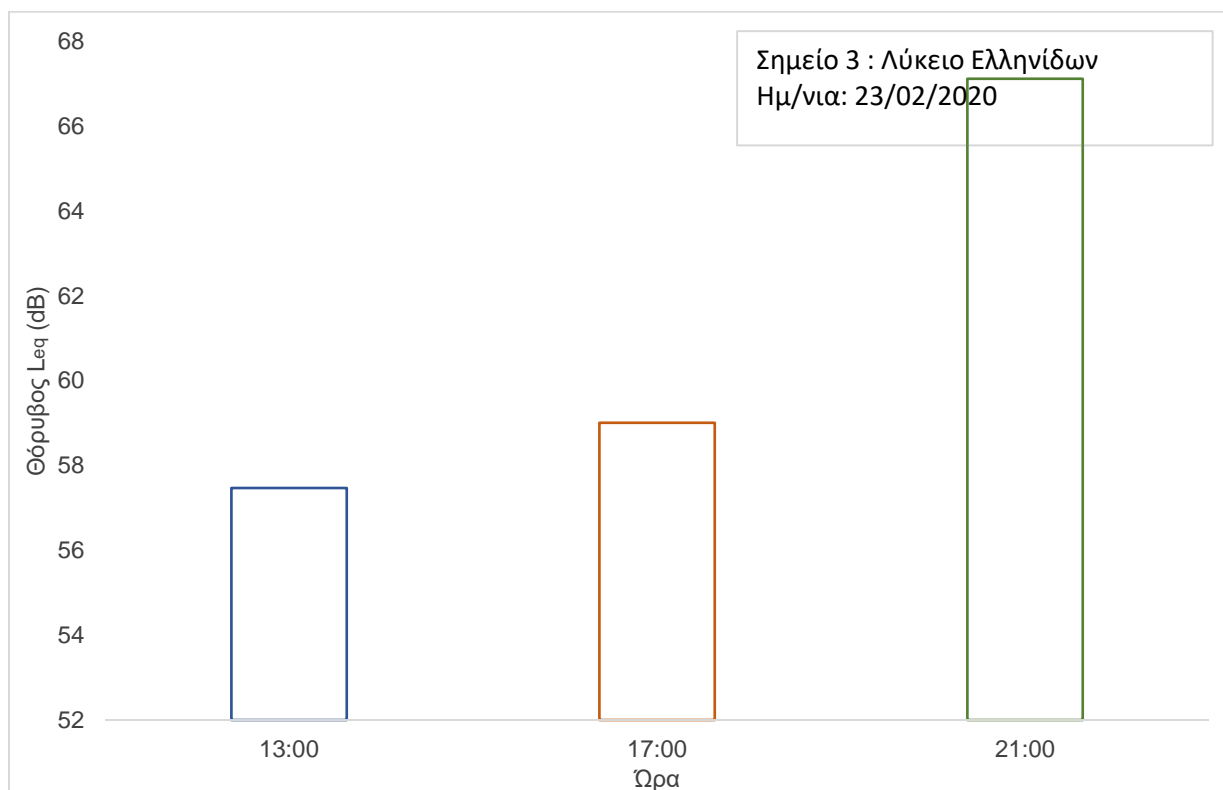
**Διάγραμμα 8.10:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.11** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 23/02/2020 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



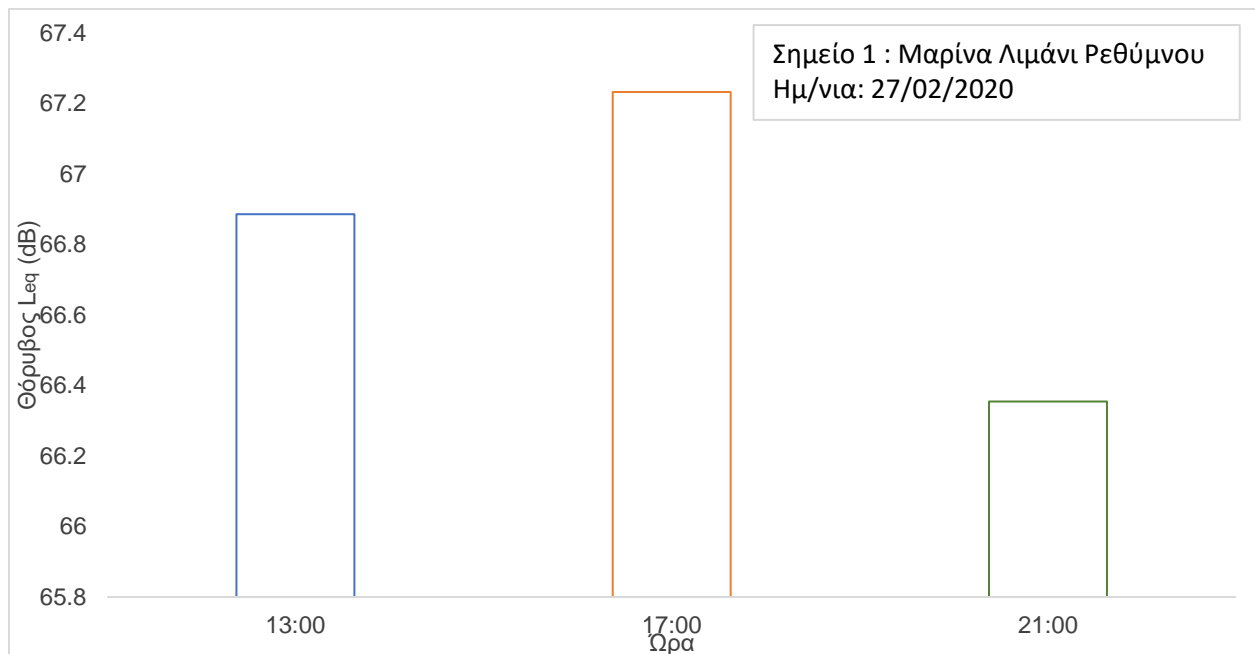
**Διάγραμμα 8.11:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.12** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 23/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων



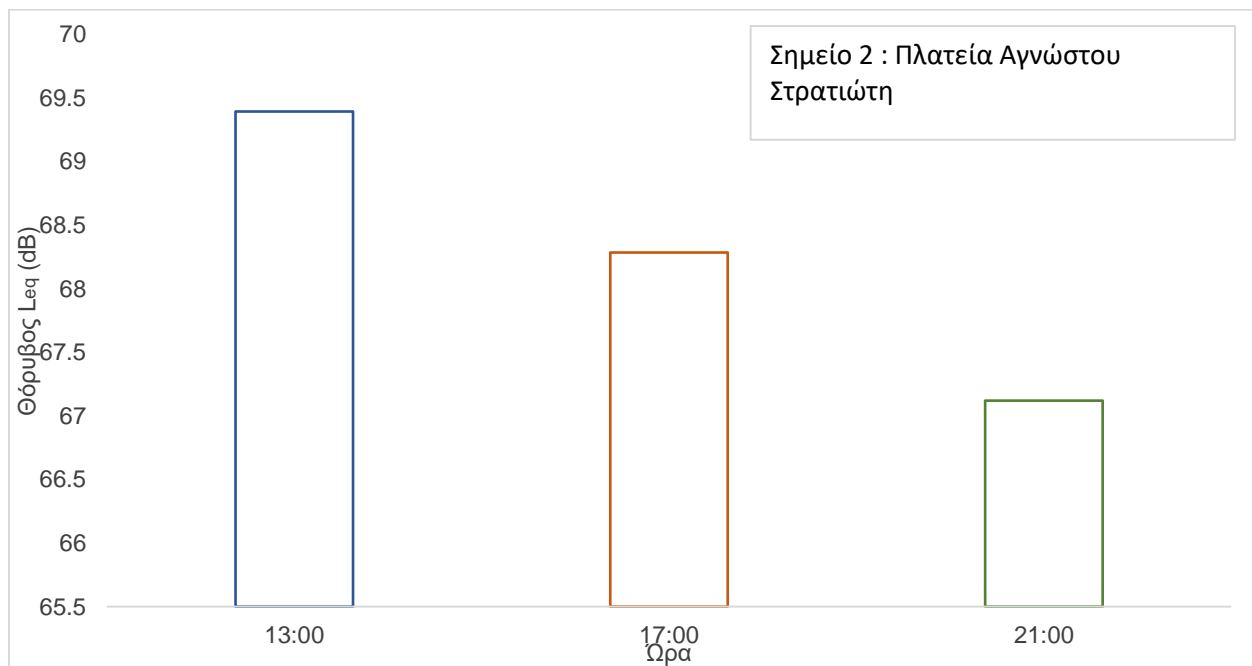
**Διάγραμμα 8.12:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.13** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 27/02/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



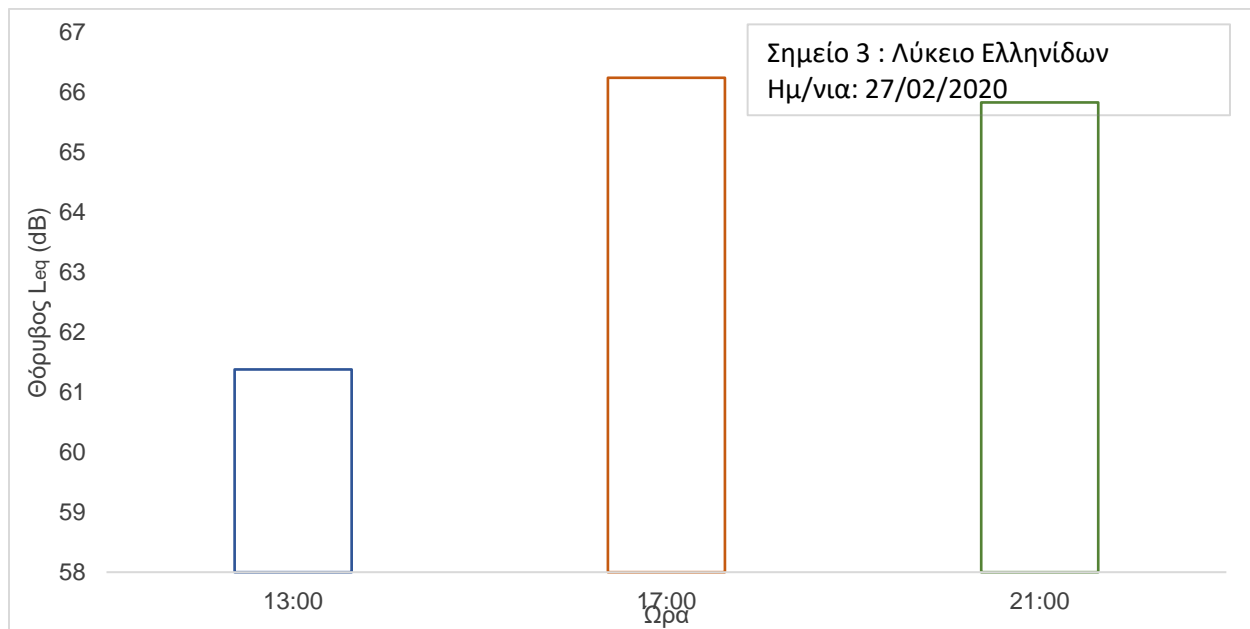
**Διάγραμμα 8.13:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.14** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 27/02/2020 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



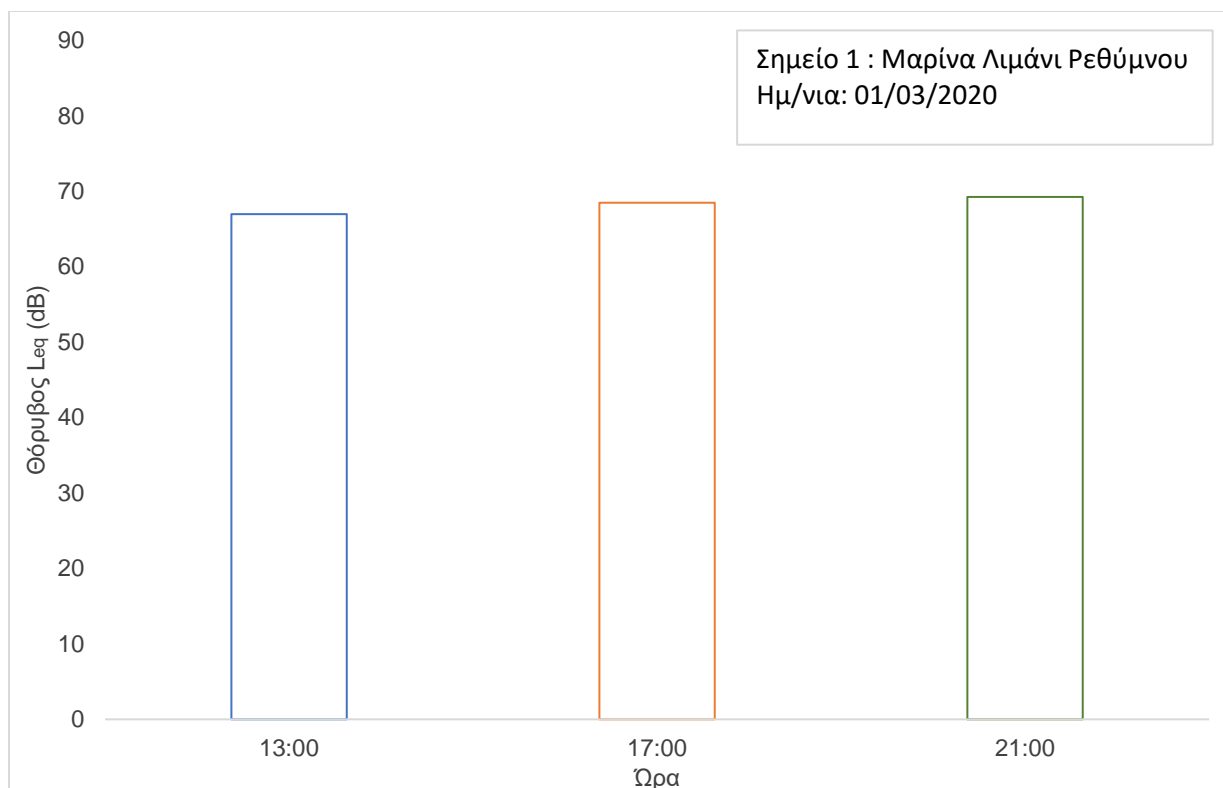
**Διάγραμμα 8.14:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.15** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 27/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων



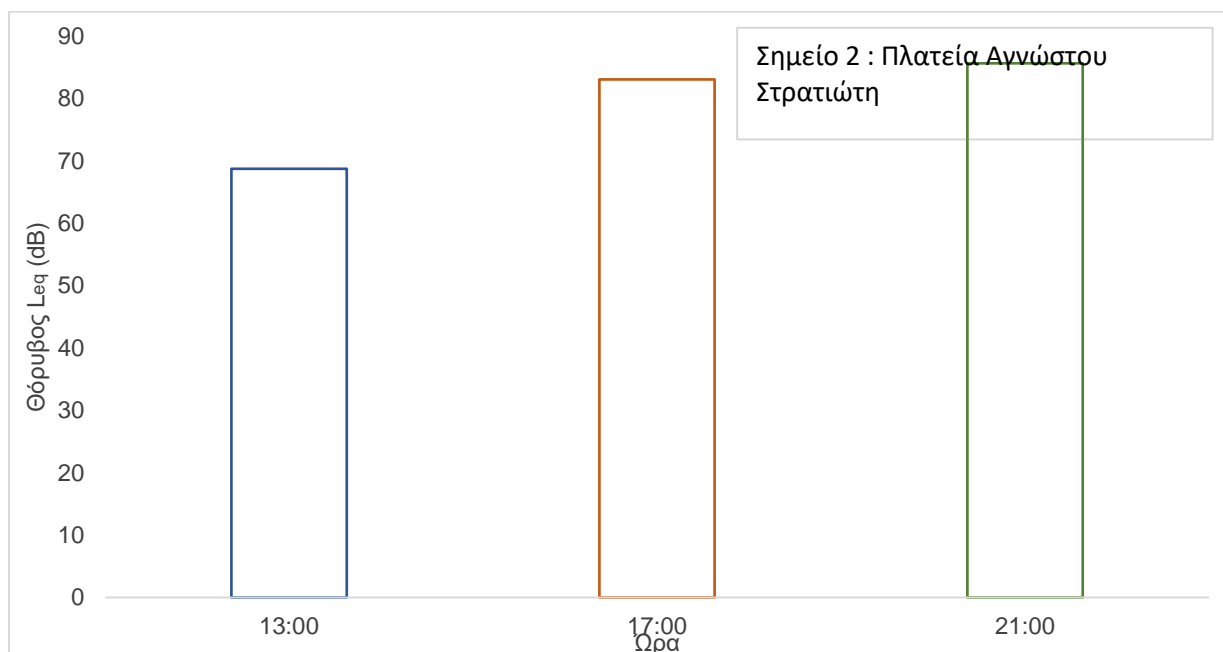
**Διάγραμμα 8.15:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.16** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στη 01/03/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



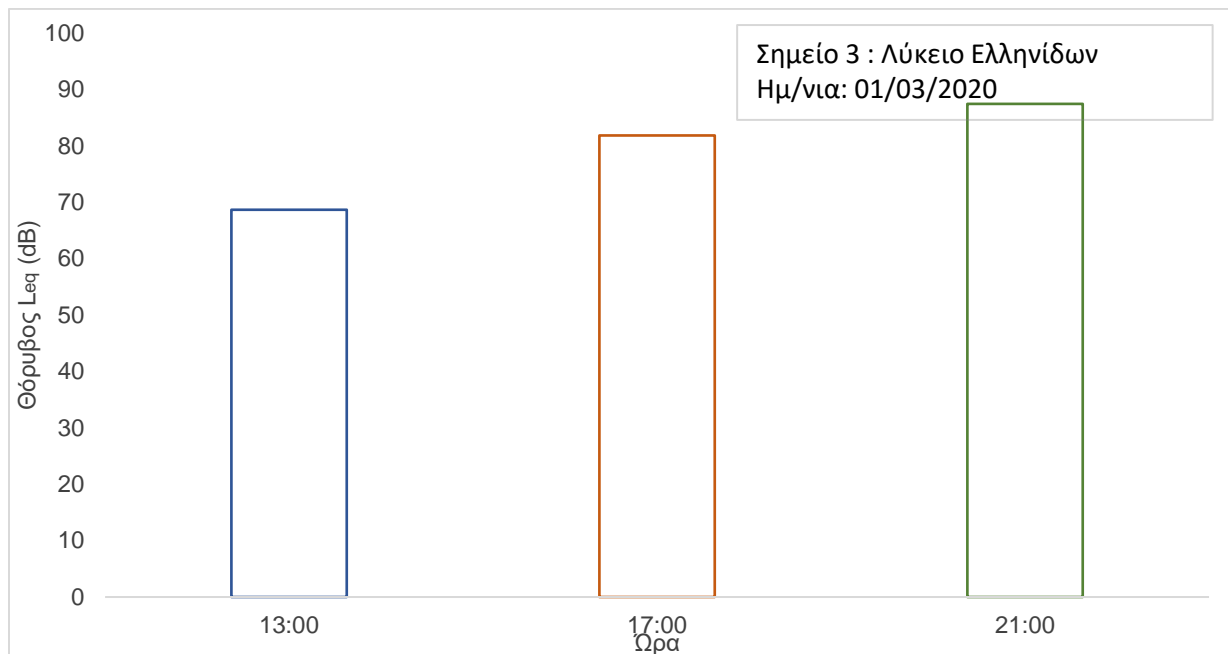
**Διάγραμμα 8.16:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.17** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στη 01/03/2020 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



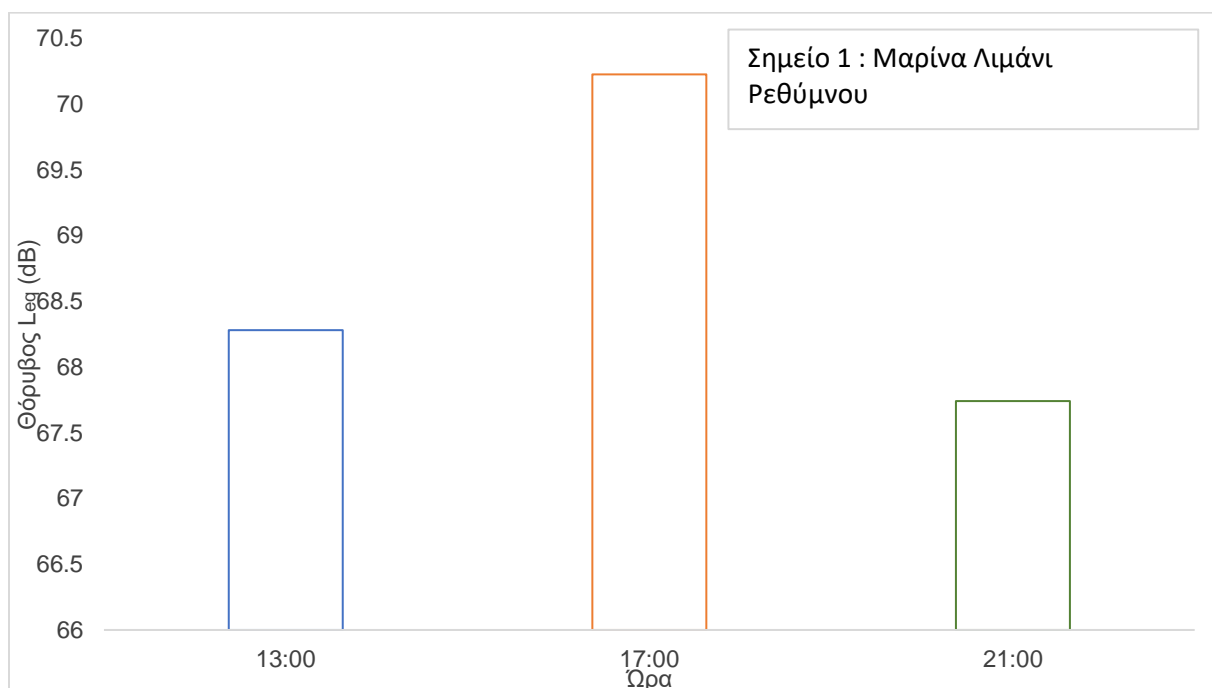
**Διάγραμμα 8.17:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.18** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στη 01/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων



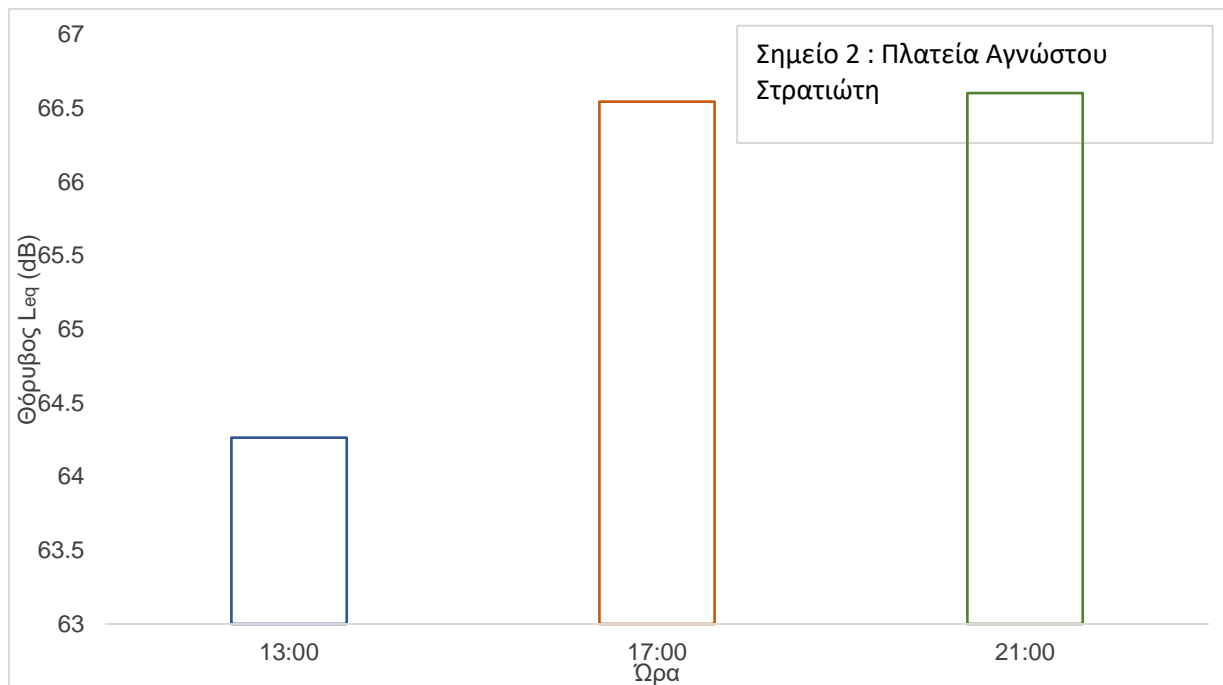
**Διάγραμμα 8.18:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.19** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/03/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



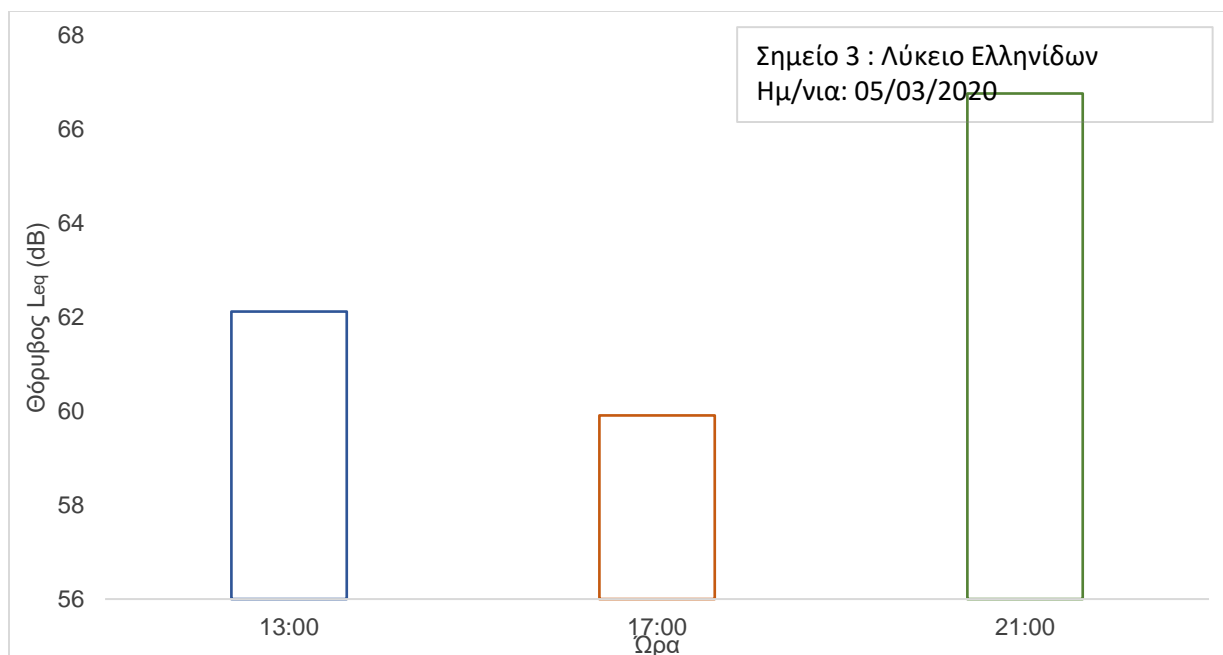
**Διάγραμμα 8.19:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

Στο **Διάγραμμα 8.20** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/03/2020 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



**Διάγραμμα 8.20:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

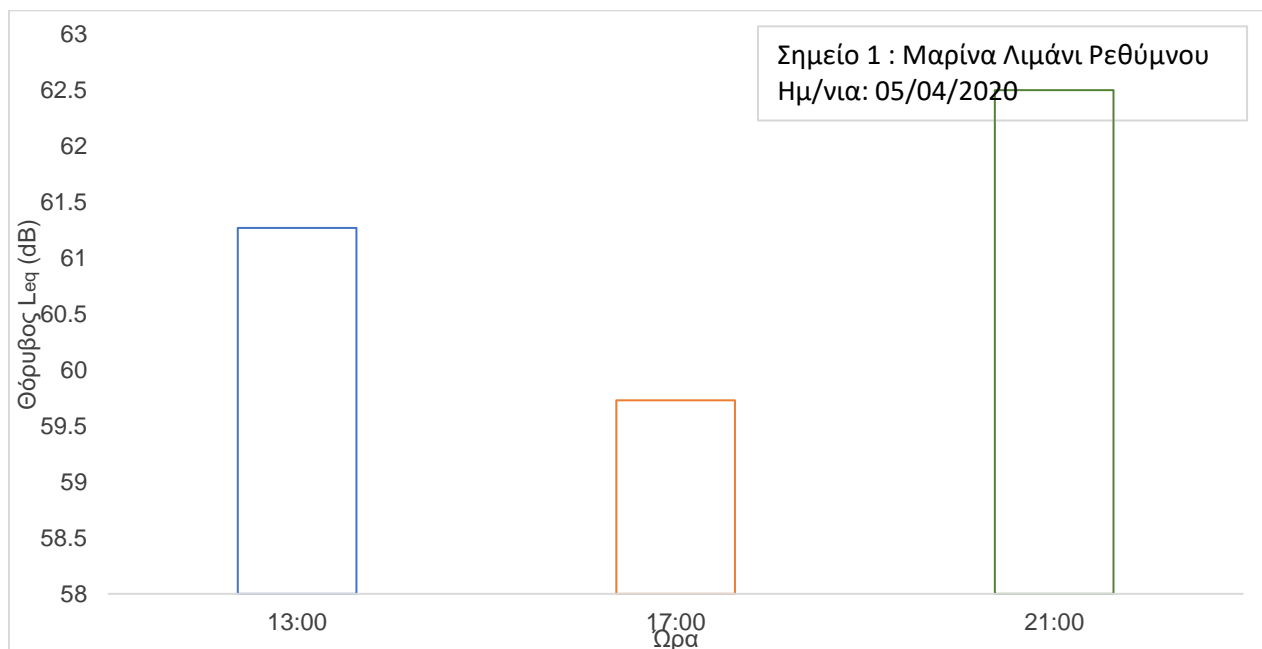
Στο **Διάγραμμα 8.21** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/03/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων



**Διάγραμμα 8.21:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο του καρναβαλιού

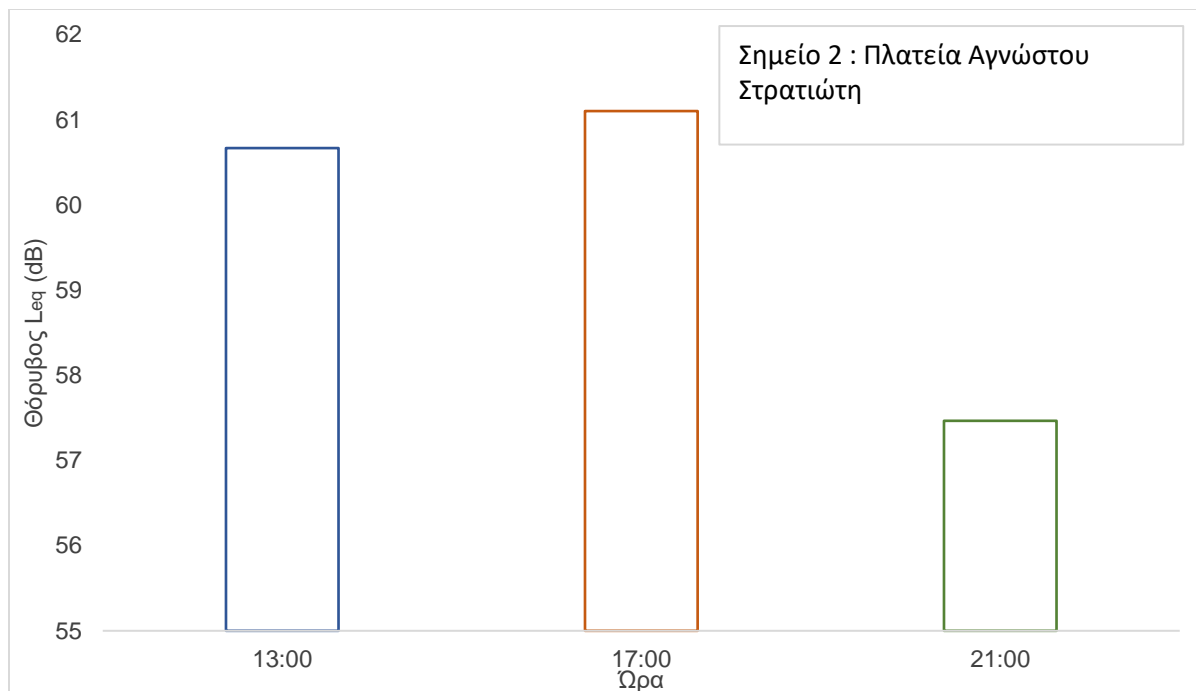
### Περίοδος απαγόρευσης κυκλοφορίας λόγω COVID-19

Στο **Διάγραμμα 8.22** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/04/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



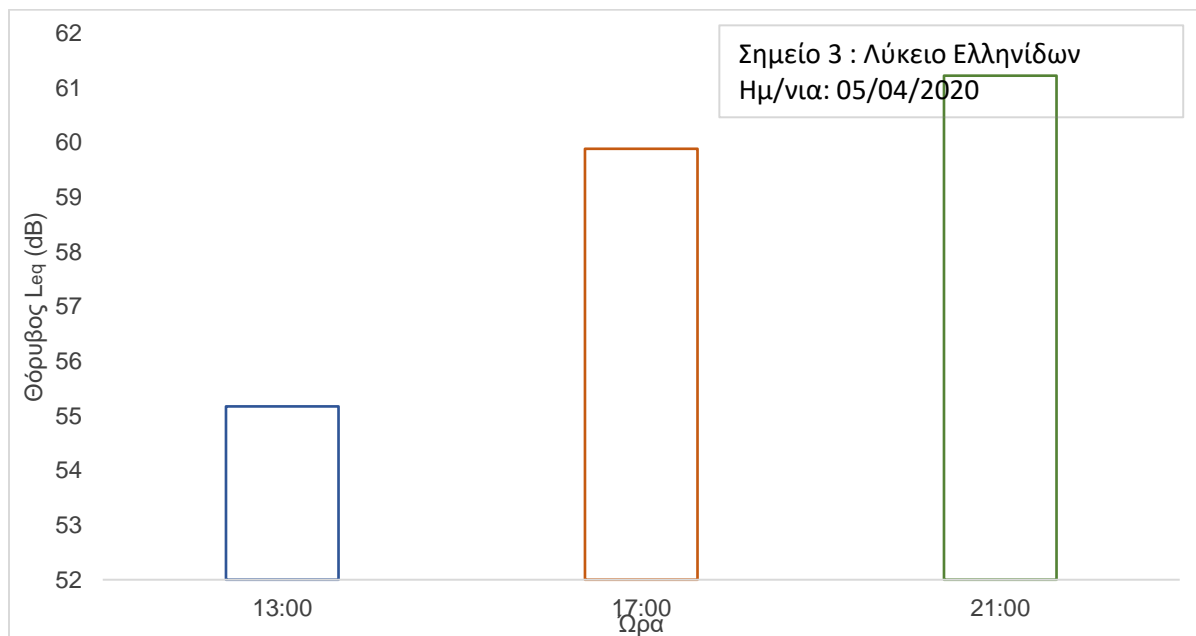
**Διάγραμμα 8.22:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

Στο **Διάγραμμα 8.23** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/04/2020 στη πλατεία Αγνωστού Στρατιώτη



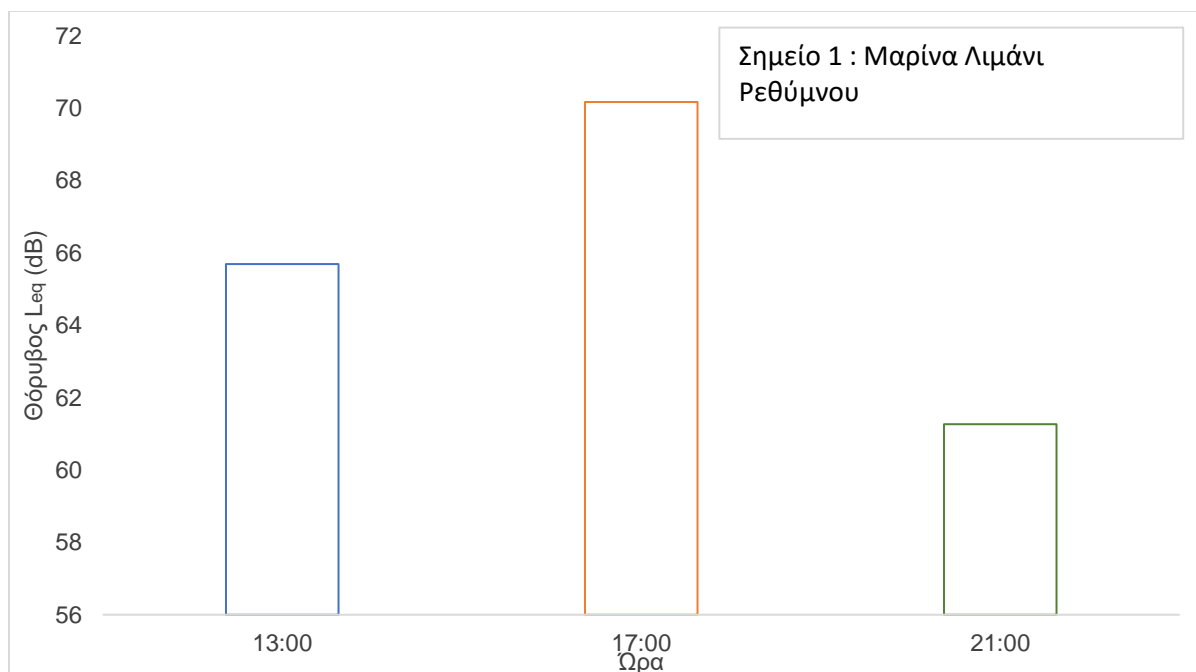
**Διάγραμμα 8.23:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

Στο **Διάγραμμα 8.24** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 05/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων



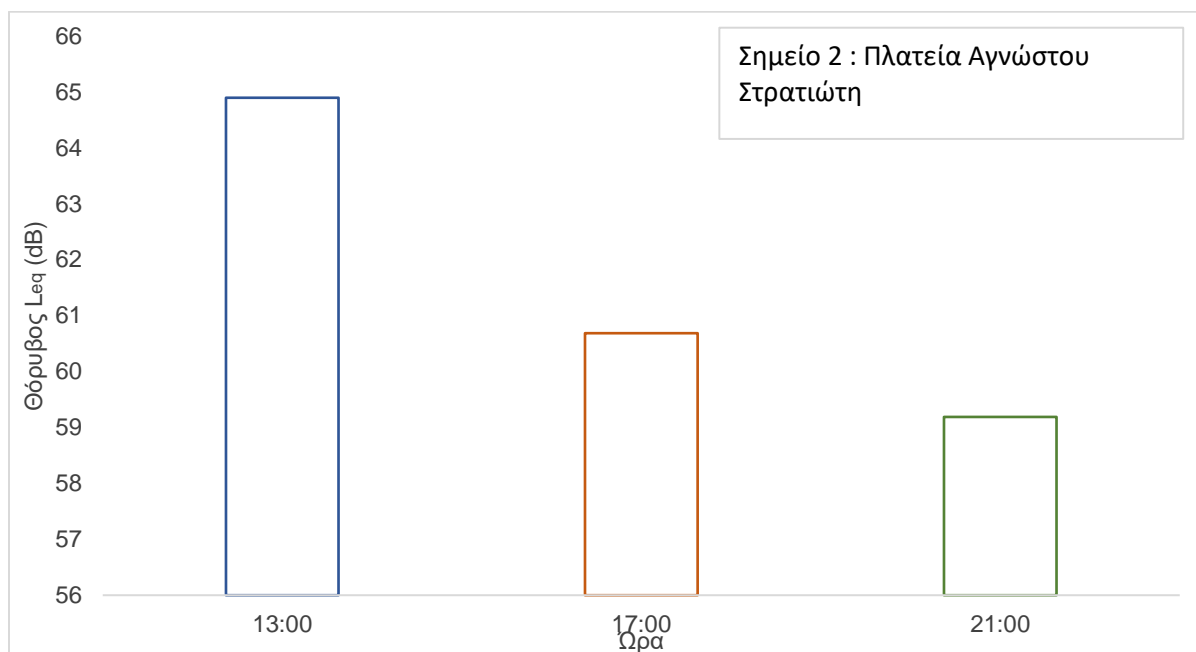
**Διάγραμμα 8.24:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

Στο **Διάγραμμα 8.25** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 09/04/2020 στη Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου



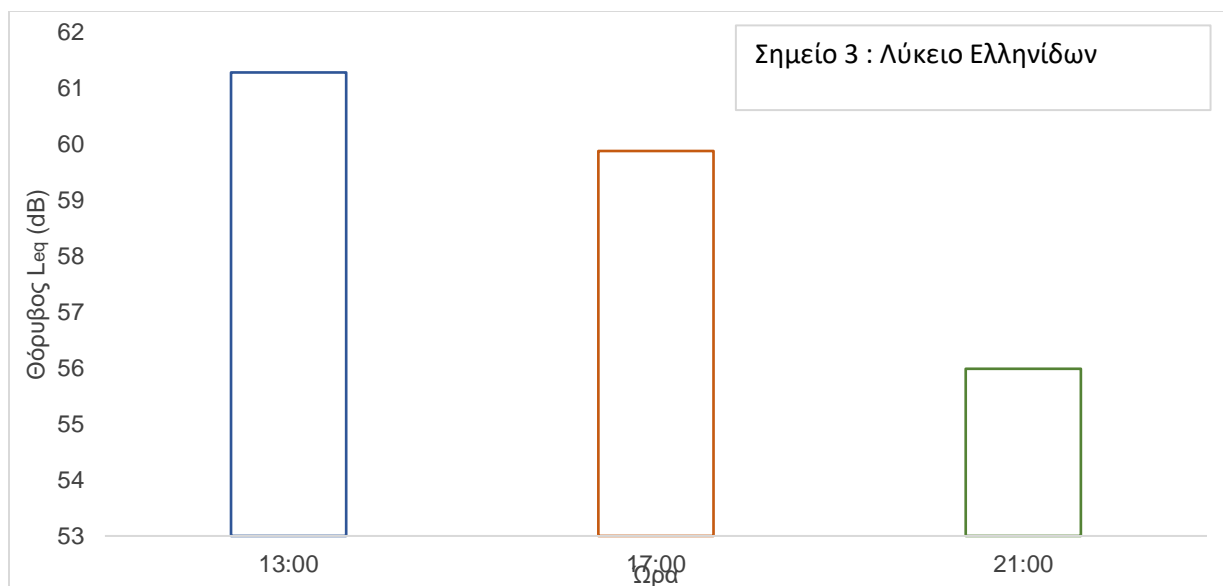
**Διάγραμμα 8.25:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

Στο **Διάγραμμα 8.26** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 09/04/2020 στη πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη



**Διάγραμμα 8.26:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

Στο **Διάγραμμα 8.27** απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  στις 09/04/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων

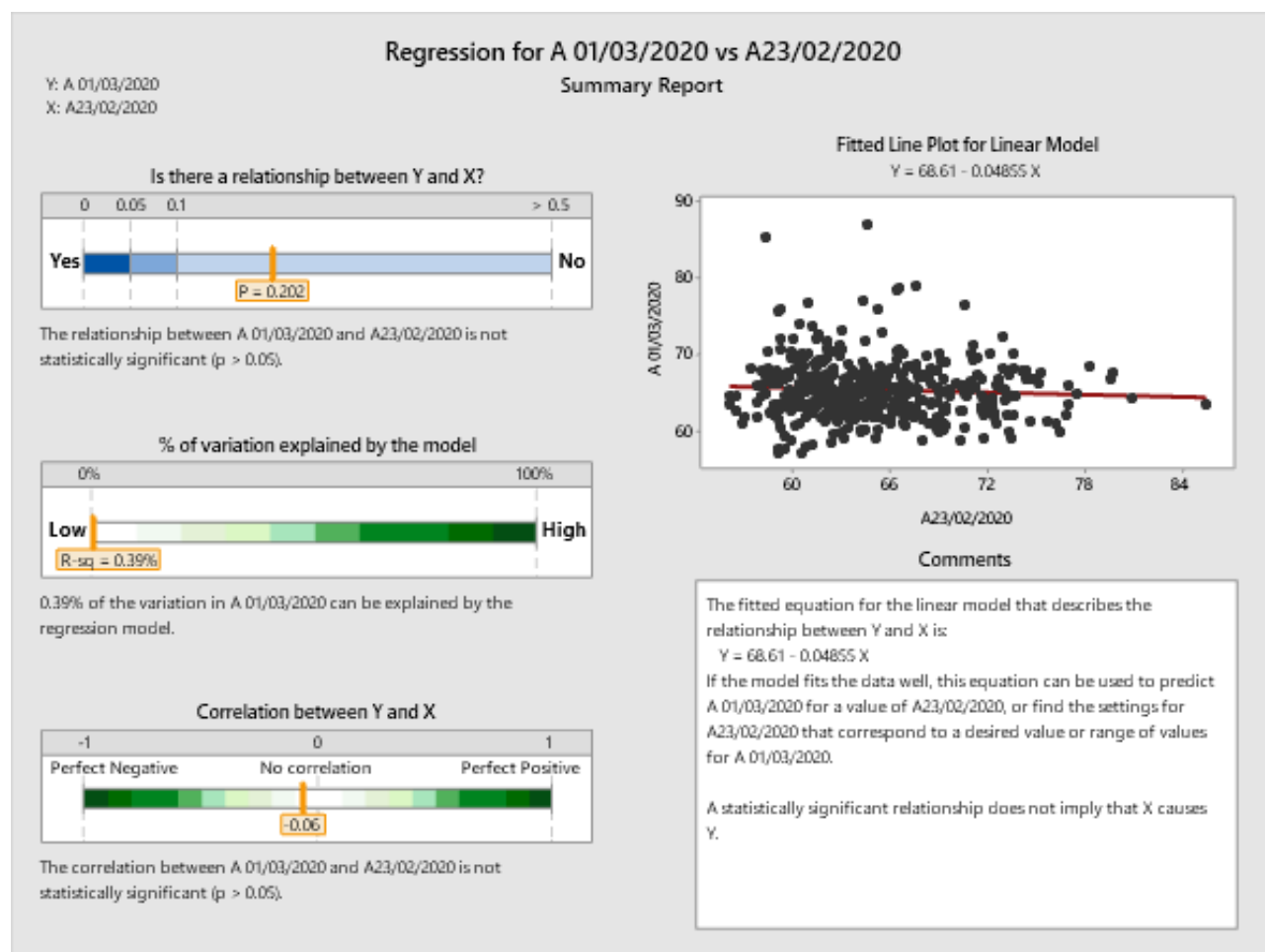


**Διάγραμμα 8.27:** Ωριαίες τιμές του δείκτη  $L_{eq}$  για την περίοδο της καραντίνας

## 8.2 Παράρτημα Εικόνων

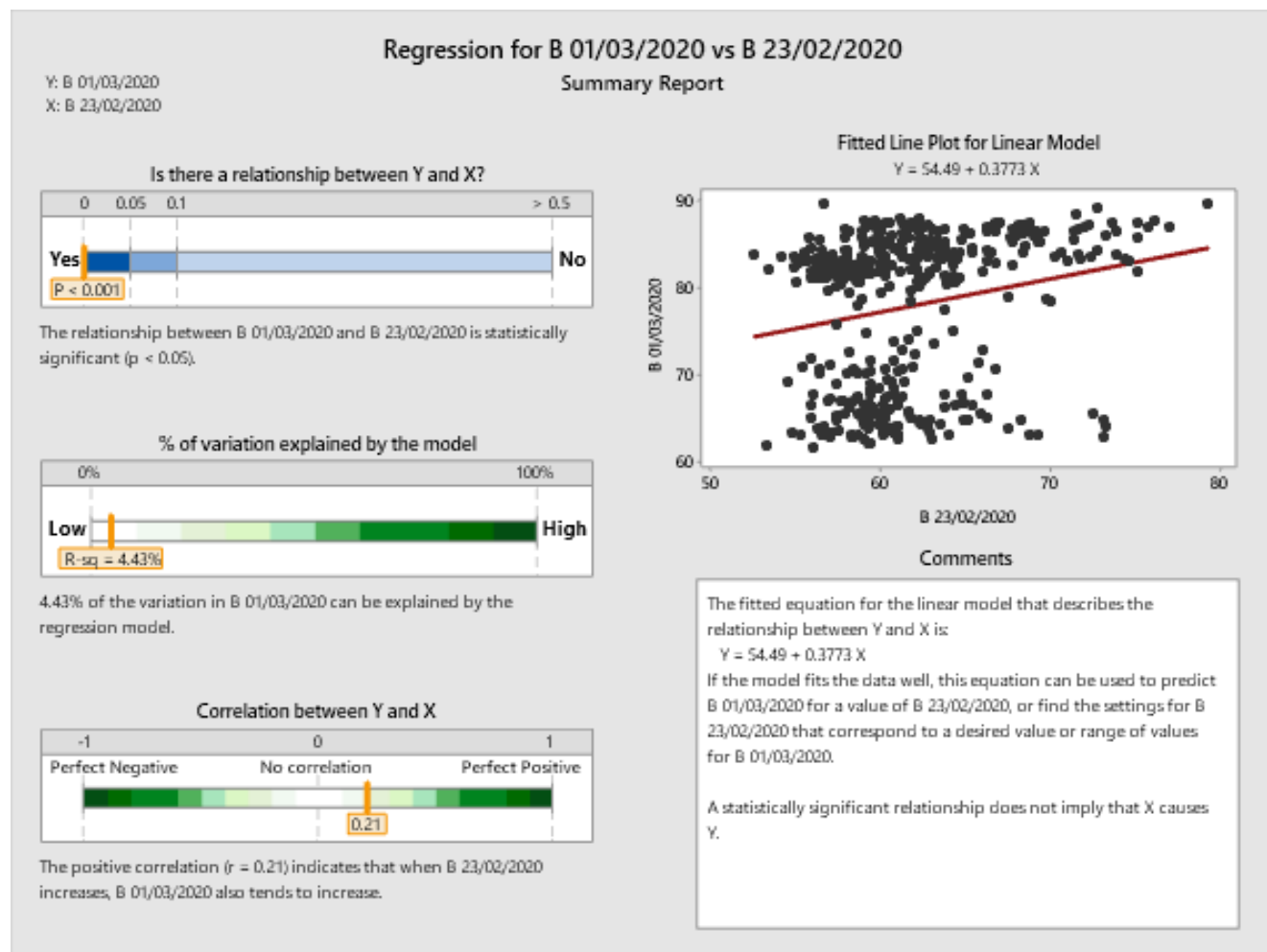
### Απεικόνιση αποτελεσμάτων στατιστικής ανάλυσης

Στην **Εικόνα 8.1** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 01/03/2020 και 23/02/2020 στην Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



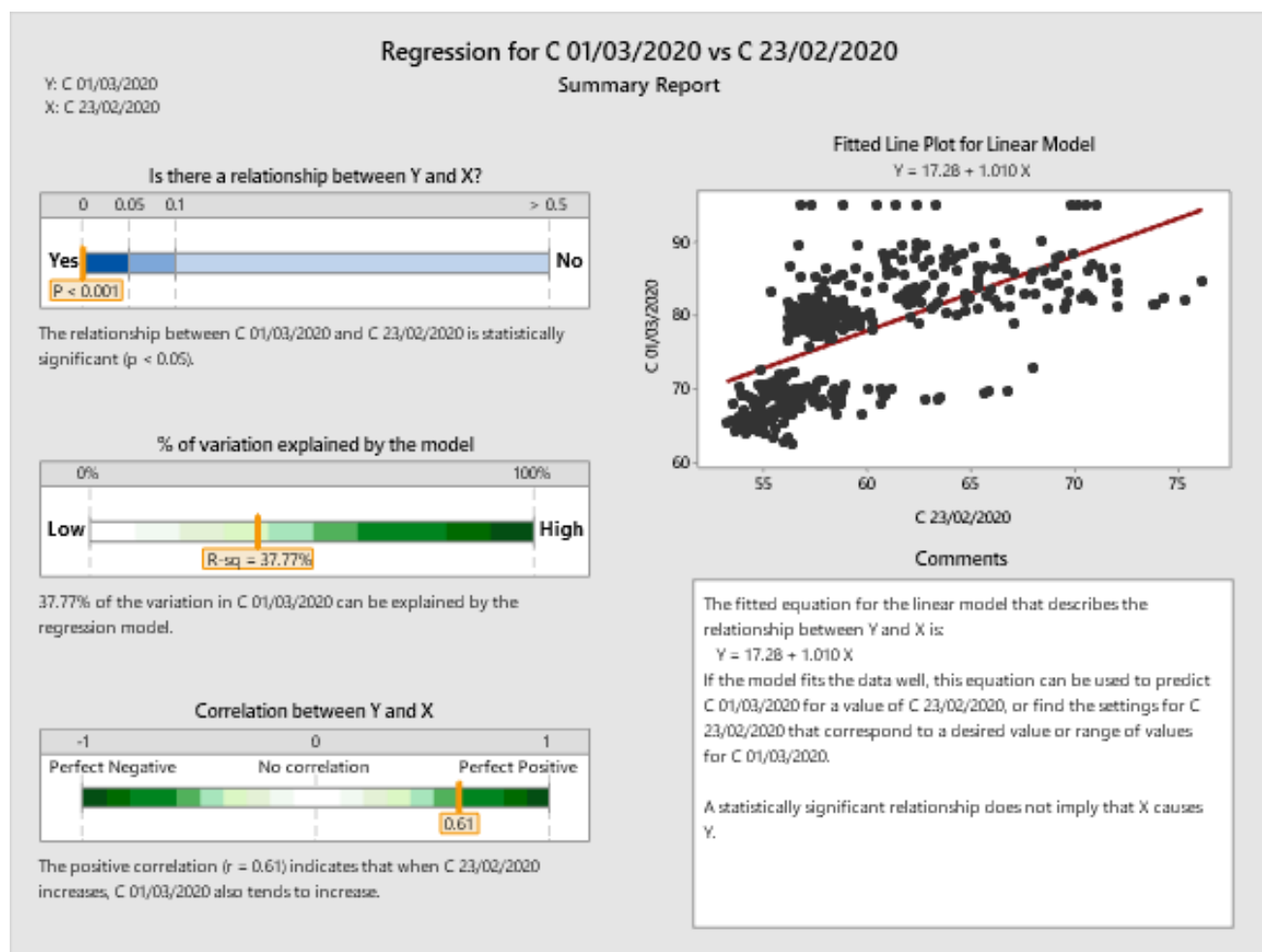
**Εικόνα 8.1:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.2** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 01/03/2020 και 23/02/2020 στην πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



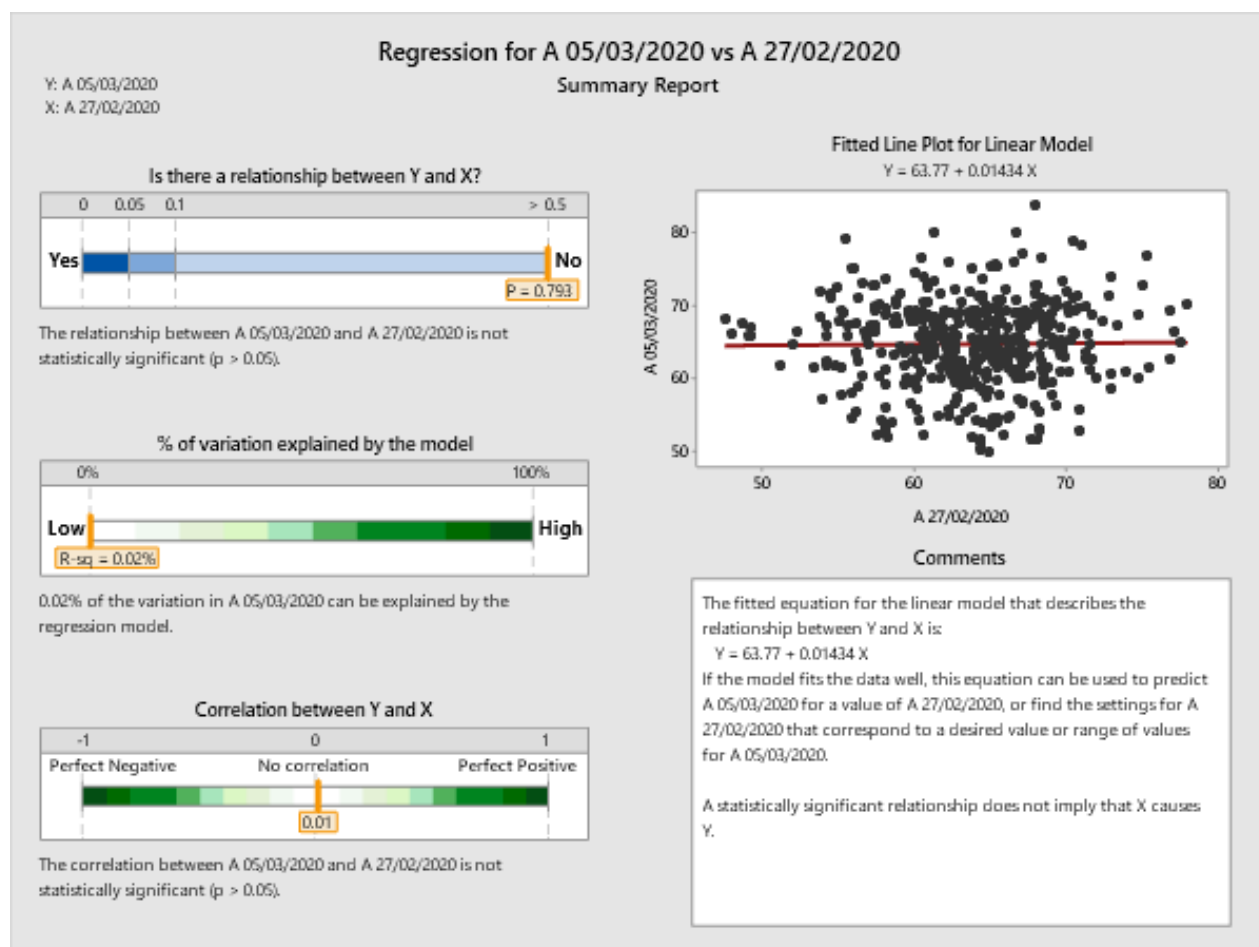
**Εικόνα 8.2:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.3** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 01/03/2020 και 23/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



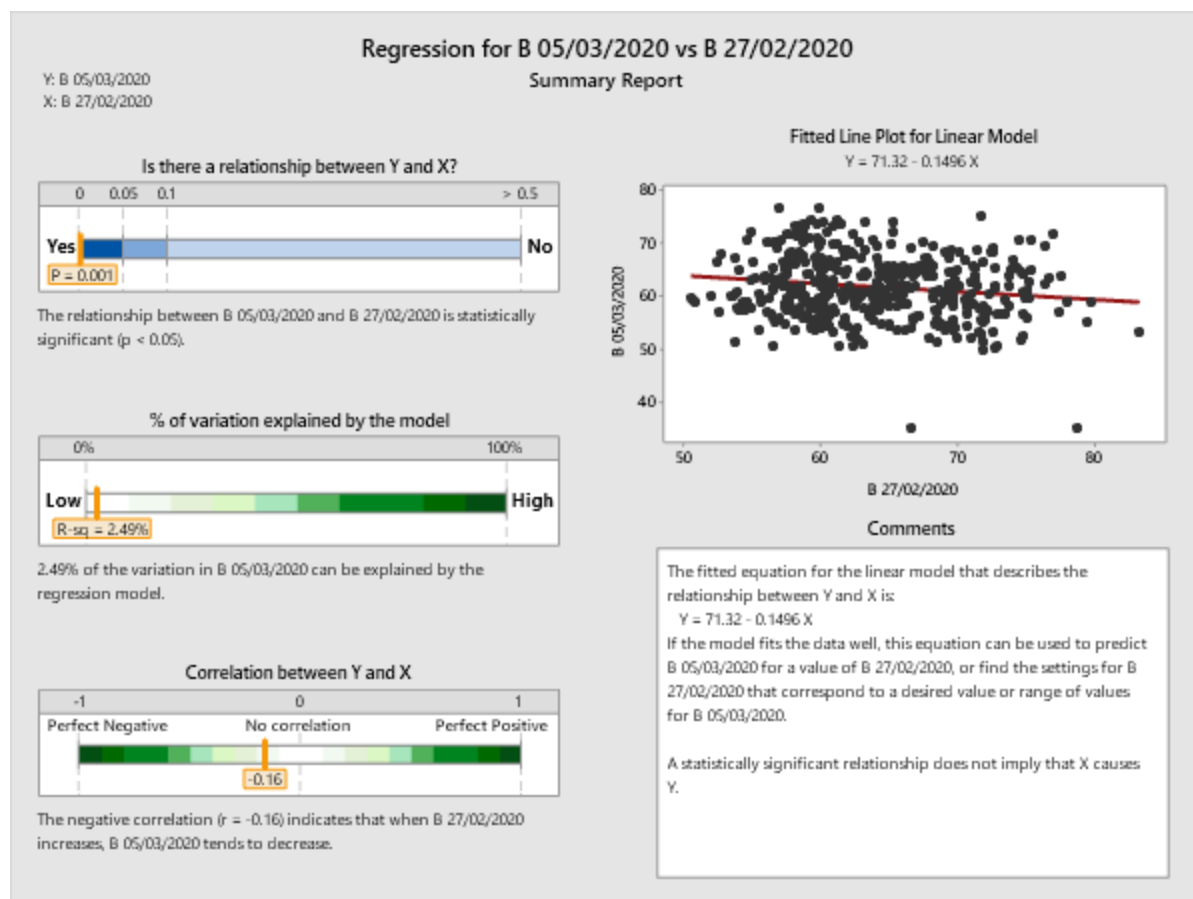
**Εικόνα 8.3:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.4** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 27/02/2020 στην Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



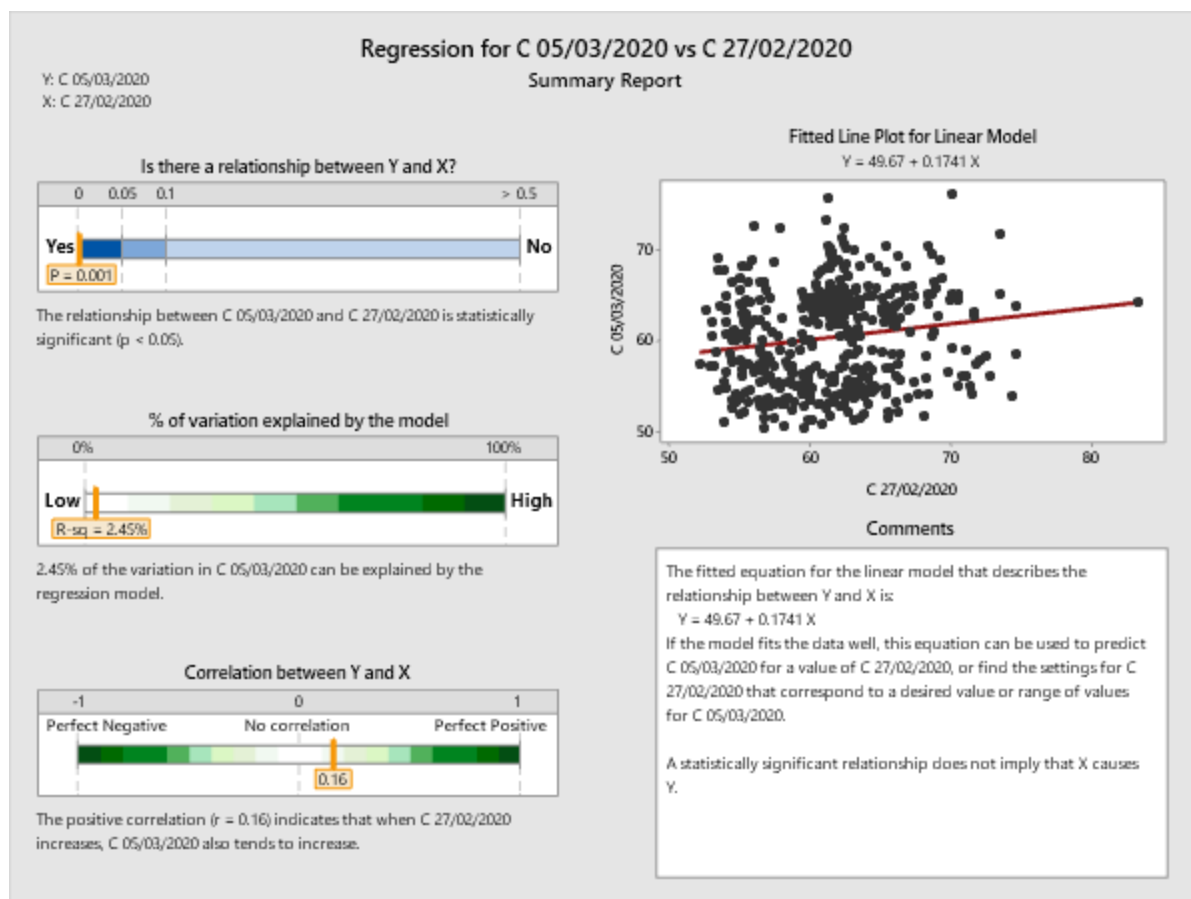
**Εικόνα 8.4:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.5** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 27/02/2020 στην πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



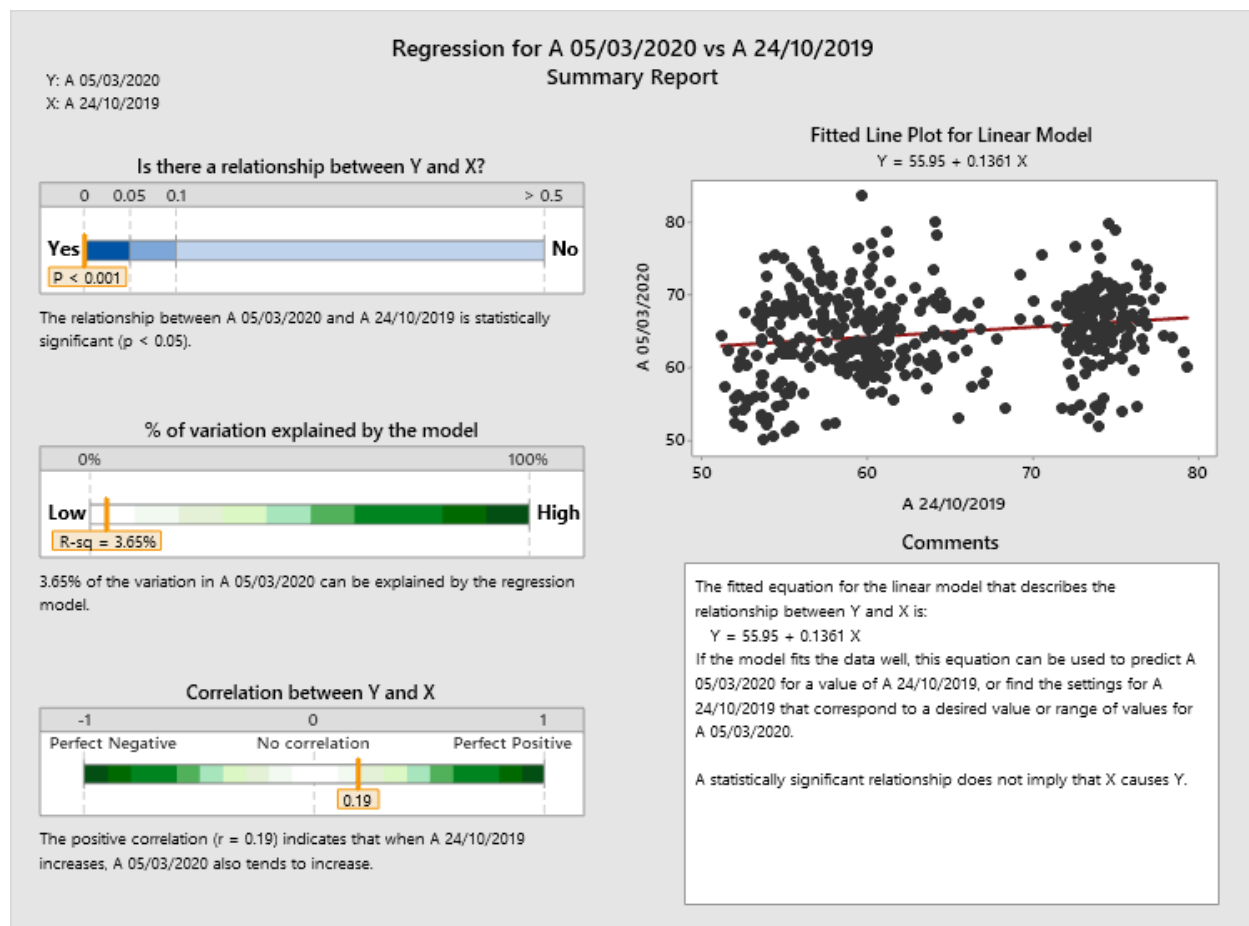
**Εικόνα 8.5:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.6** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 27/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



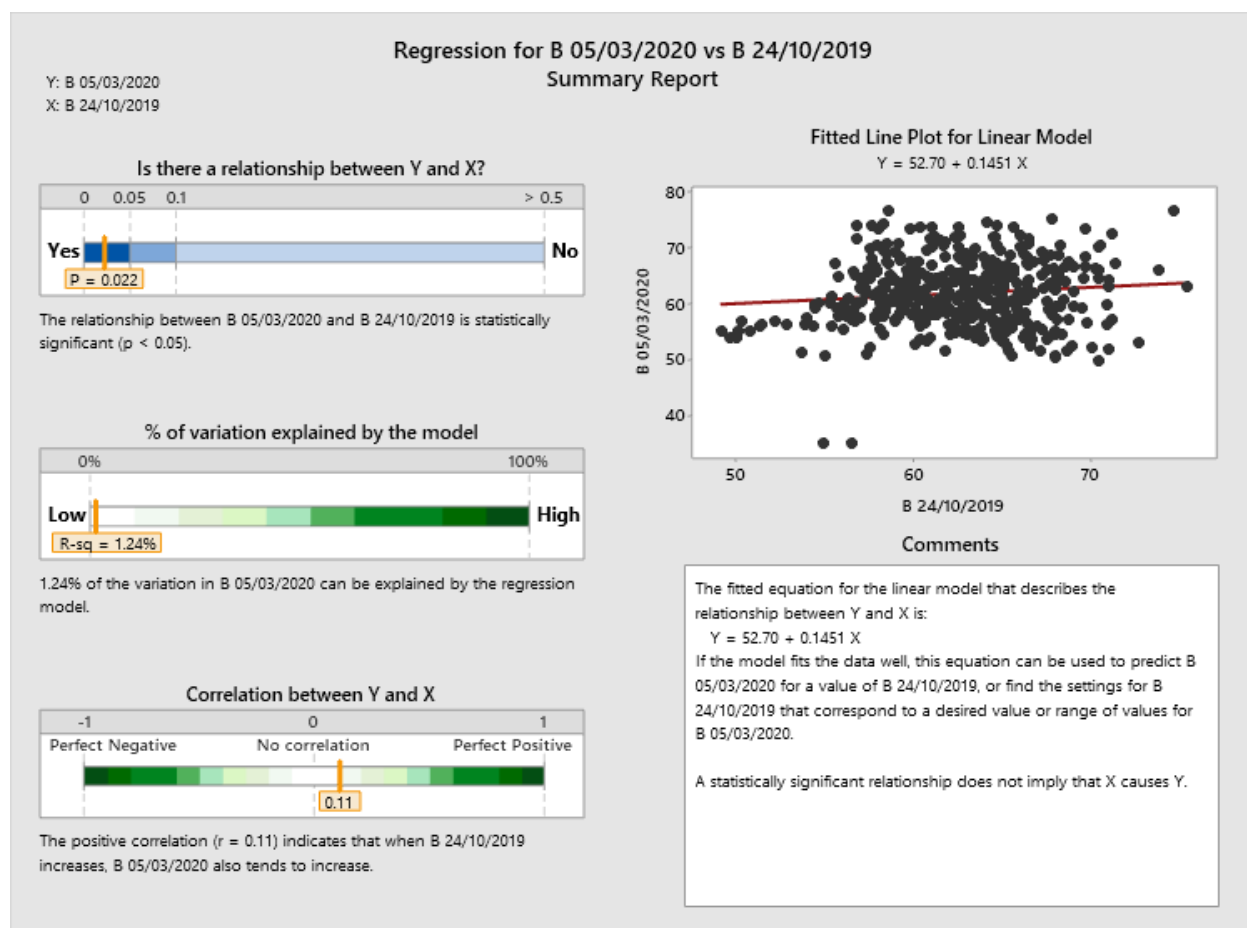
**Εικόνα 8.6:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.7** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 24/10/2019 στην Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



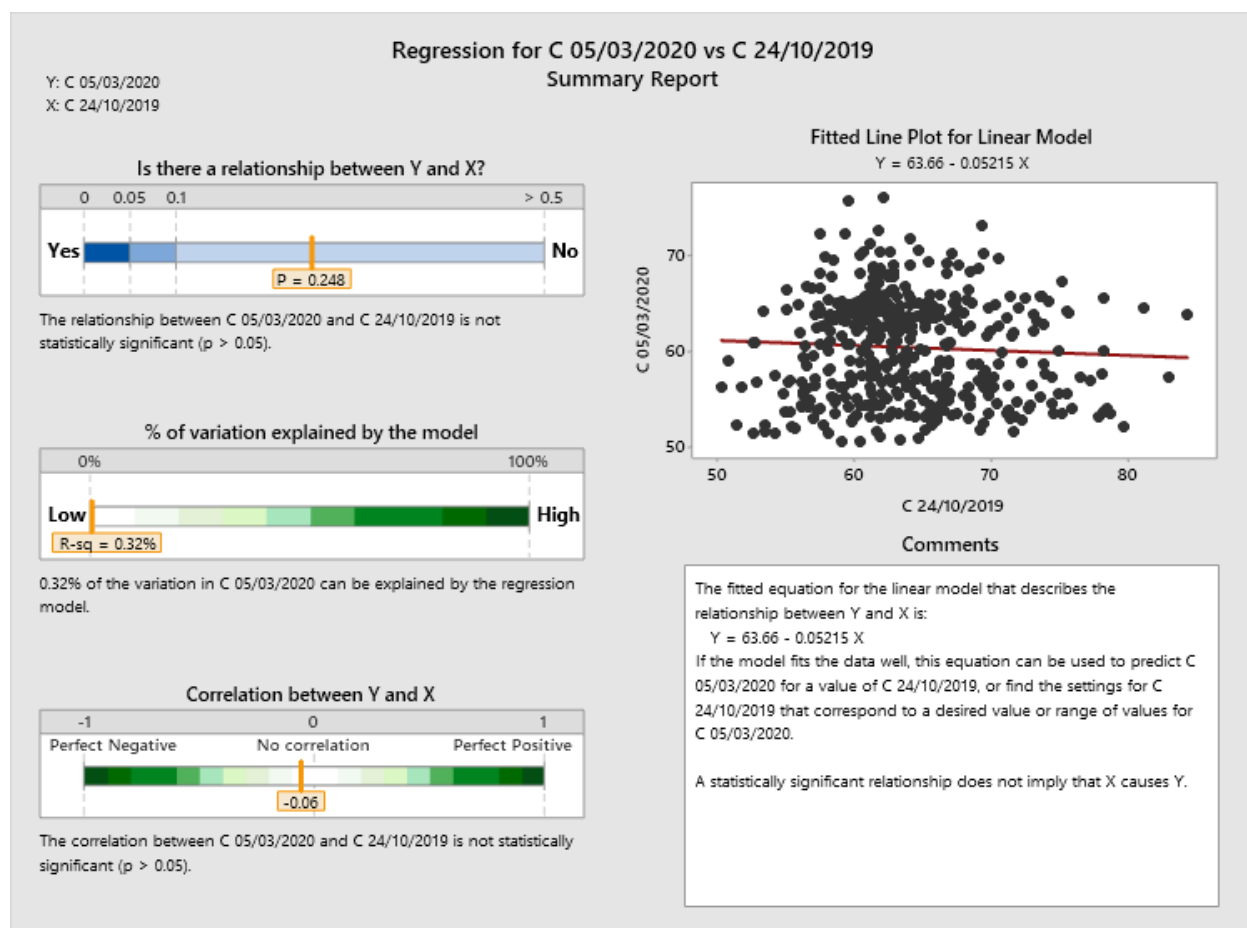
**Εικόνα 8.7:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.8** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 24/10/2019 στην πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



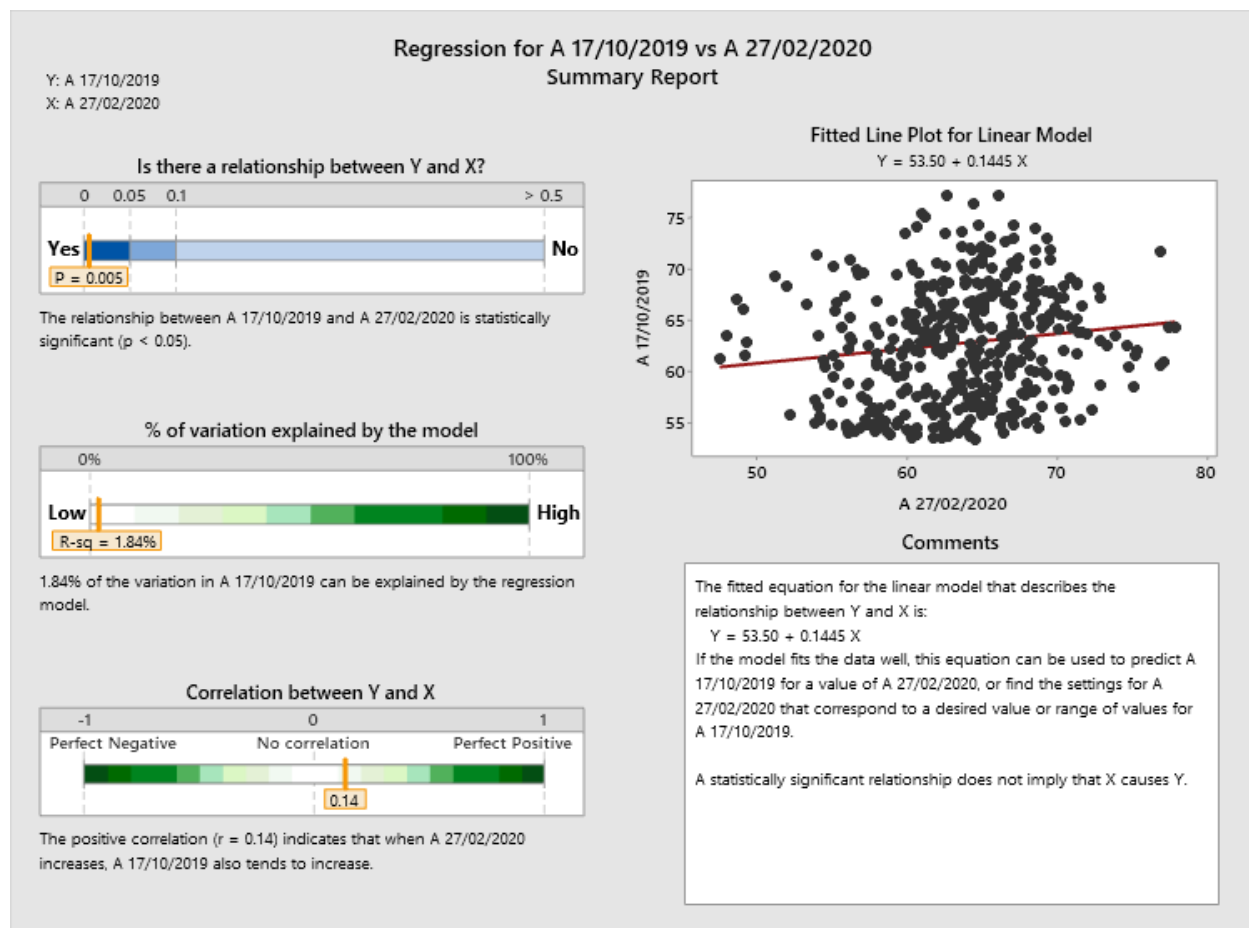
**Εικόνα 8.8:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.9** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 05/03/2020 και 24/10/2019 στο Λύκειο Ελληνίδων, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



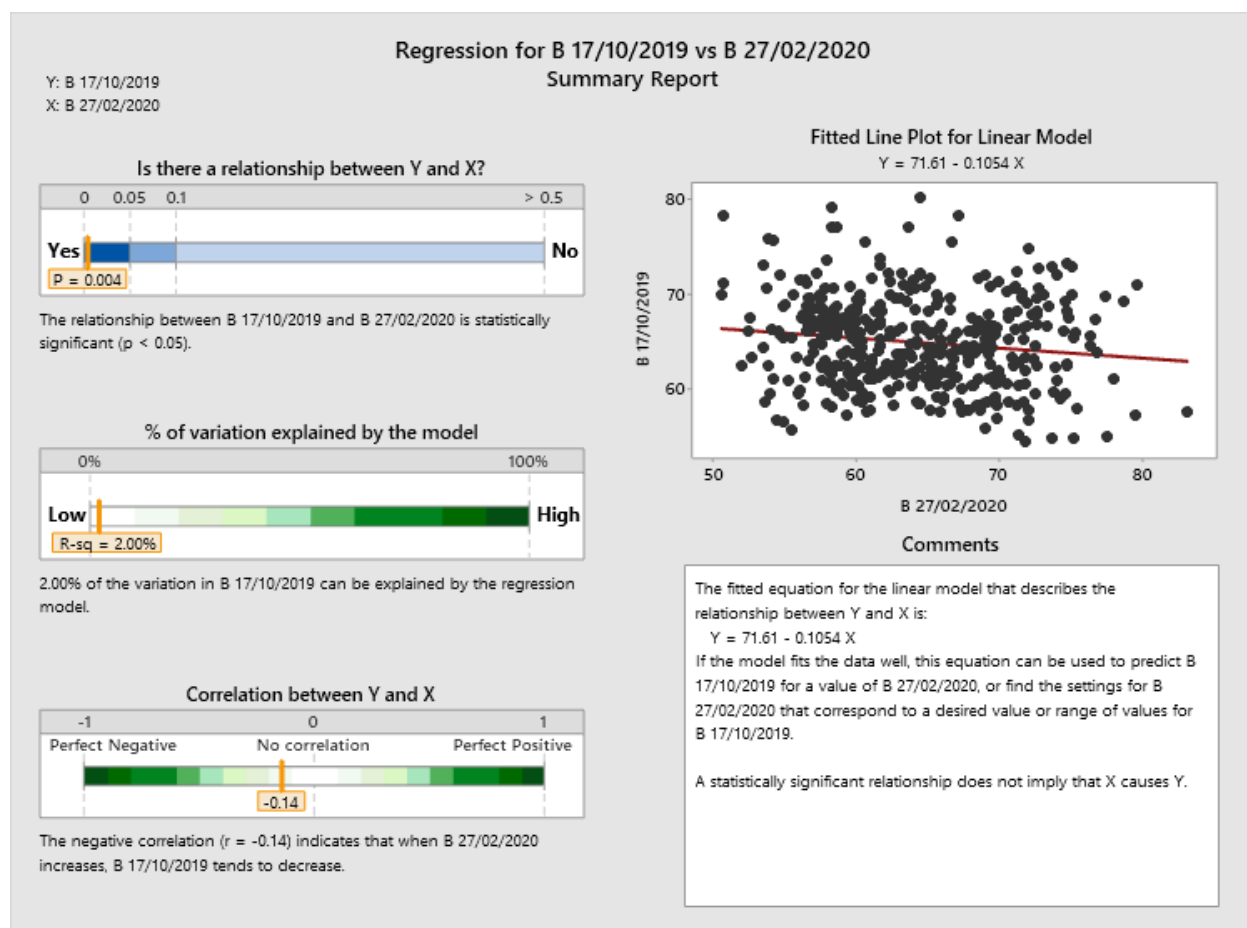
**Εικόνα 8.9:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.10** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 17/10/2019 και 27/02/2020 στην Μαρίνα Λιμάνι Ρεθύμνου, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



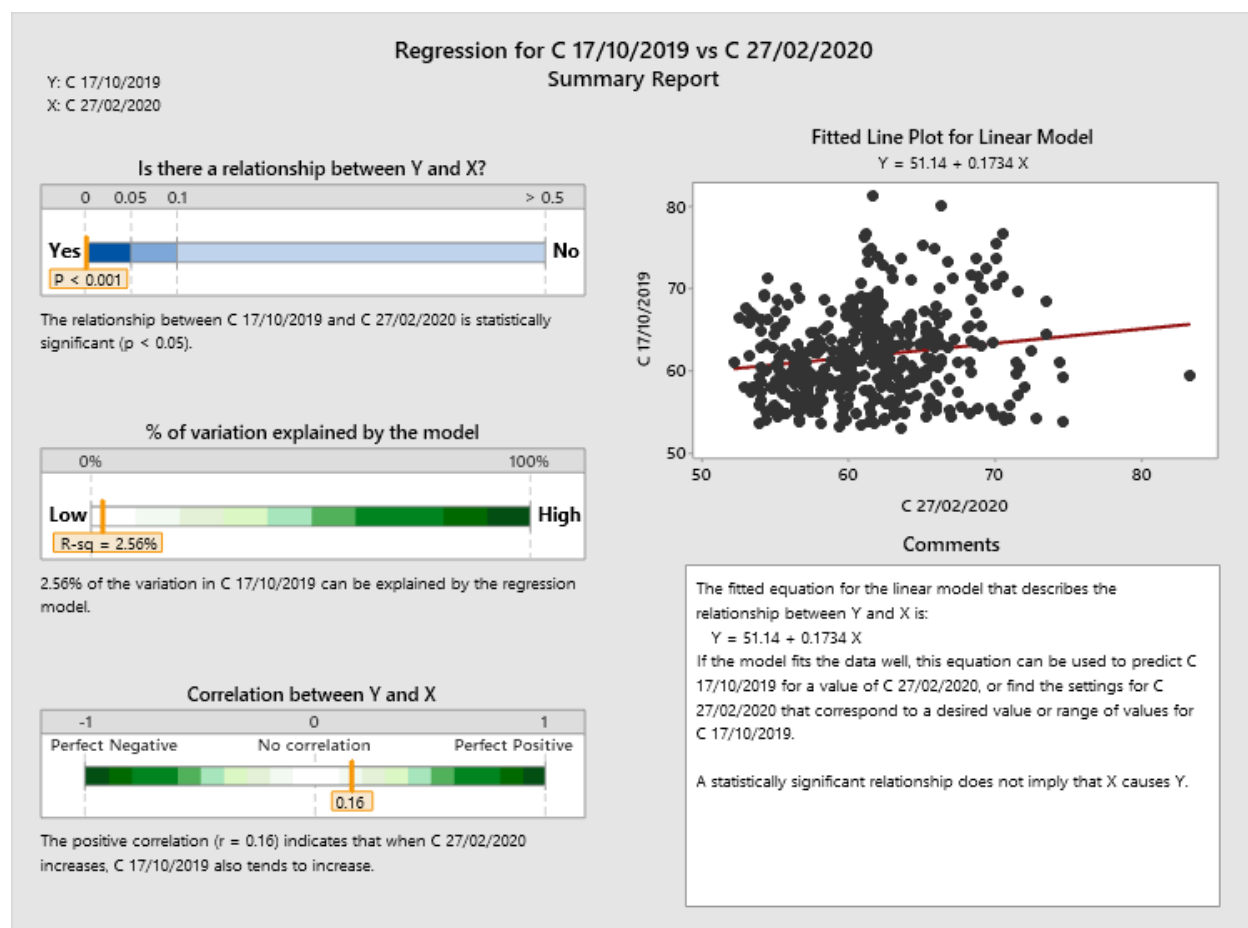
**Εικόνα 8.10:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.11** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 17/10/2019 και 27/02/2020 στην πλατεία Αγνώστου Στρατιώτη, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



**Εικόνα 8.11:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης

Στην **Εικόνα 8.12** απεικονίζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των δεδομένων για τις 17/10/2019 και 27/02/2020 στο Λύκειο Ελληνίδων, με χρήση του λογισμικού Minitab 2019



**Εικόνα 8.12:** Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης