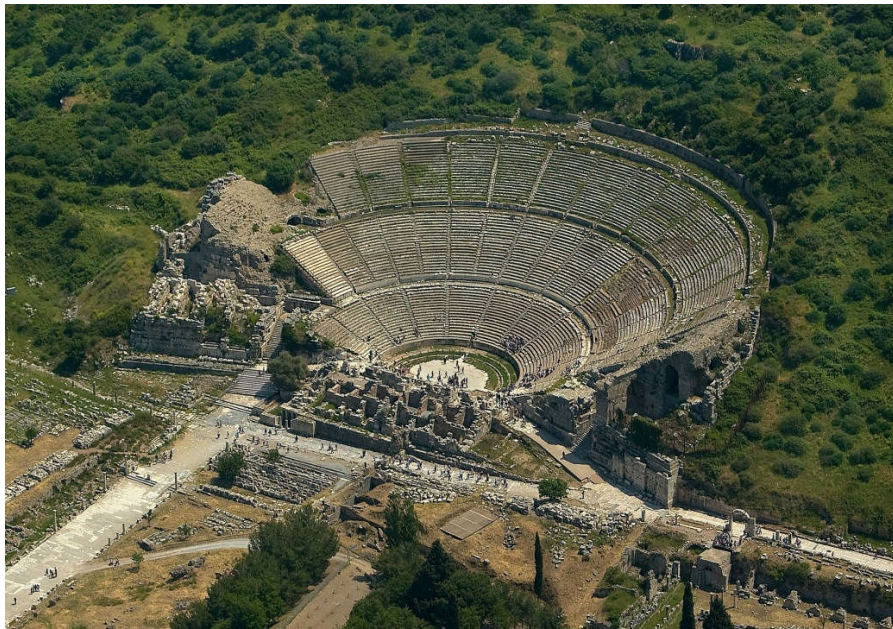




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διπλωματική εργασία

***Διερεύνηση συστημάτων αποχέτευσης ομβρίων
στα αρχαία θέατρα***



Βασιλική Τρουφάκου

Επιβλέπων: Νίκος Μαμάσης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2021

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ βασικά και κύρια τον Νίκο Μαμάση για την στήριξη, την υπομονή και την αληθινή κατανόηση από μέρος του της ιδιαιτερότητας της κατάστασής μου. Τον Πάνο Δευτεραίο, επίσης. Ευχαριστώ τη μαμά μου Πόπη Τρουφάκου και την Παρσενία Παπανικολάου που επέμειναν μέχρι τελικής υλοποίησης. Τον αδελφό μου Γιώργο Τρουφάκο που με στήριξε ηθικά και οικονομικά για να μπορέσω να σπουδάσω στη Σχολή, όταν εγώ το αποφάσισα. Τον τότε φίλο μου Γιώργο Μαρκάτα που διάβαζε και μελετούσε πολύ και πλάι του μπόρεσα κι εγώ να συγκροτηθώ εκ νέου στην πυκνή μελέτη που χρειάστηκε η σχολή των Πολιτικών Μηχανικών. Ευχαριστώ από βάθους καρδιάς τη συμφοιτήτρια μου Βιβιάνα Χατζή για όλα τα συγγράμματα που μου προμήθευσε καθότι στο προχωρημένο έτος που ήμουν και δεν τα είχα λάβει, δεν τα δικαιούμουν πλέον. Χωρίς τις πολύτιμες σημειώσεις της και τα βιβλία της θα ήταν πολύ δύσκολο- αν όχι αδύνατον -να ολοκληρώσω τις σπουδές μου στο τμήμα. Τη συμφοιτήριά μου Πένυ Κυβέλου για τη συμβολή της στις πρώτες μου εργασίες. Την Αίμη Παπαηλιού για την μοναδική γενναιοδωρία της και την πλήρη διαθεσιμότητα της να με βοηθήσει και να με υποστηρίξει μέσα στα χρόνια όταν το χρειάστηκα.

Και όλους τους συμφοιτητές και τους καθηγητές που με βοήθησαν όταν τους το ζήτησα.

Ευχαριστώ.



Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	5
Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή	6
1.1 Γενικά	
1.2 Μέρη του Αρχαίου Θεάτρου	
1.2.1 Κοίλον	
1.2.2 Ορχήστρα	
1.2.3 Σκηνή	
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία	13
Κεφάλαιο 3: Δεδομένα και παραδοχές	18
Κεφάλαιο 4: Μελέτες Περίπτωσης	25
4.1 Θέατρο Βεργίνας;	
4.1.1 Περιγραφή	
4.1.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.2 Θέατρο Δήλου	
4.2.1 Περιγραφή	
4.2.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.3 Θέατρο Διονύσου	
4.3.1 Περιγραφή	
4.3.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.4 Θέατρο Δωδώνης	
4.4.1 Περιγραφή	
4.4.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.5 Θέατρο Επιδαύρου	
4.5.1 Περιγραφή	
4.5.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.6 Θέατρο Ερέτριας	
4.6.1 Περιγραφή	
4.6.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.7 Θέατρο Εφέσου	
4.7.1 Περιγραφή	
4.7.2 Υπολογισμοί μεγεθών	
4.8 Θέατρο Κορίνθου	
4.8.1 Περιγραφή	
4.8.2 Υπολογισμοί μεγεθών	

- 4.9 Θέατρο Λευκάδας
 - 4.9.1 Περιγραφή
 - 4.9.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.10 Θέατρο Μεγαλόπολης
 - 4.10.1 Περιγραφή
 - 4.10.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.11 Θέατρο Οινιάδων
 - 4.11.1 Περιγραφή
 - 4.11.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.12 Θέατρο Πειραιά
 - 4.12.1 Περιγραφή
 - 4.12.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.13 Θέατρο Πριήνης
 - 4.13.1 Περιγραφή
 - 4.13.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.14 Θέατρο Συκιώνας
 - 4.14.1 Περιγραφή
 - 4.14.2 Υπολογισμοί μεγεθών
- 4.15 Θέατρο Συρακουσών
 - 4.15.1 Μεθοδολογία
 - 4.15.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Κεφάλαιο 5: Σύνοψη-Συμπεράσματα-Μελλοντική έρευνα 69

- 5.1 Σύνοψη
- 5.2 Συμπεράσματα
- 5.3 Μελλοντική Έρευνα

Βιβλιογραφία 74

- Δημοσιεύσεις- μελέτες
- Ιστοσελίδες

Παράρτημα: Κατάλογος αρχαίων θεάτρων 78

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, μελετάται η λειτουργία των συστημάτων αποστράγγισης ομβρίων στα αρχαία θέατρα και αξιολογείται ο σχεδιασμός του ευρίπου, του αγωγού δηλαδή περί την ορχήστρα ο οποίος συλλέγει τα όμβρια ύδατα. Ειδικότερα μελετήθηκαν 15 αρχαία θέατρα και με βάση τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά και τις όμβριες καμπύλες γειτονικών βροχομετρικών σταθμών εκτιμήθηκαν: (α) η παροχετευτικότητα του ευρίπου, (β) ο χρόνος συγκέντρωσης των ομβρίων, (γ) η κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης και (δ) η περίοδος επαναφοράς στην οποία αντιστοιχεί η κρίσιμη ένταση βροχής για το χρόνο συγκέντρωσης. Με βάση την ανάλυση οι παροχετευτικότητες των ευρίπων κυμαίνονται από 50-1600 l/s και οι χρόνοι συγκέντρωσης των κοίλων από 4 έως 8 min. Η αντιπλημμυρική προστασία ήταν επαρκής σε όλες τις περιπτώσεις και σε δύο μόνο θέατρα Η περίοδος επαναφοράς της έντασης βροχής υπερχείλισης εκτιμήθηκε σε κάτω από 100 έτη. Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις οι εύριποι ήταν πολύ μεγαλύτεροι από όσο χρειαζόταν για να εξασφαλίζεται η αντιπλημμυρική προστασία της ορχήστρας. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο τρόπος κατασκευής τους ίσως να συνδέεται με αλλά αρχιτεκτονικά ή αισθητικά κριτήρια. Στο μέλλον θα πρέπει να γίνει (α) λεπτομερέστερη αποτύπωση των αρχαίων θεάτρων, (β) εφαρμογή της μεθοδολογίας σε περισσότερα θέατρα, (γ) Καταγραφή των χαρακτηριστικών του συνόλου των υδραυλικών έργων κάθε θεάτρου και (δ) δημιουργία γεωγραφικής βάσης δεδομένων αρχαίων θεάτρων.

Abstract

In this work, the operation of the rainwater drainage systems in the ancient theaters is studied and the design of the euripus, (the pipeline around the orchestra which collects rainwater) was evaluated. In particular, 15 ancient theaters were examined and based on their geometric characteristics and the IDF (intensity-Duration-Frequency) curves of neighboring rain gauges, the following magnitudes were estimated: (a) the drainage capacity of the euripus, (b) the consecration time, (c) the critical rainfall intensity and (d) the return period to which the critical rainfall intensity for the consecration time corresponds. Based on the analysis, the drainage capacities of the euripus range from 50-1600 l / s and the consecration times of the cavea ranges from 4 to 8 min. Flood protection was satisfactory in all cases. Only in two theaters, the return period of rainfall intensity that overflowed euripus was estimated at less than 100 years. Finally, in many cases the euripus was much larger than needed to ensure the flood protection of the orchestra. In these cases the way of euripus construction may be related to other architectural or aesthetic criteria. Future must include: (a) more detailed mapping of ancient theaters, (b) application of the methodology in more theaters, (c) recording of the characteristics of all the hydraulic works of each theater and (d) creation of a geographical database of ancient theaters.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η μελέτη των συστημάτων αποχέτευσης ομβρίων στα αρχαία θέατρα και η αξιολόγηση της διαστασιολόγησης των αγωγών που κατασκευάστηκαν. Η συγκεκριμένη διερεύνηση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς πρόκειται για συστήματα που αναπτύχθηκαν στον αρχαίο κόσμο από την Αρχαϊκή μέχρι την Ρωμαϊκή περίοδο. Τα συστήματα αυτά εφαρμόζονταν στην πλειονότητα των θεάτρων και αρκετά διασώζονται έως και σήμερα. Πρόκειται, λοιπόν, για αειφόρα έργα τα οποία επιτελούσαν αντιπλημμυρικούς σκοπούς αλλά σε αρκετές περιπτώσεις τα πλημμυρικά νερά συλλέγονταν σε δεξαμενές για μετέπειτα υδρευτική και αρδευτική χρήση.

Στην εργασία γίνεται η αναλυτική περιγραφή των τμημάτων που απαρτίζουν το αρχαίο θέατρο όπως το κοίλον, η ορχήστρα και την σκηνή και περιγράφεται αναλυτικά η κατασκευή, ο σκοπός και η λειτουργία τους. Επίσης αναφέρονται διαφορετικές παραλλαγές – παρεκκλίσεις που παρατηρούνται στα τμήματα αυτά, στα θέατρα τα οποία έχουν ανακαλυφθεί μέχρι σήμερα.

Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση των αποχετευτικών συστημάτων που διέπουν την αρχιτεκτονική των αρχαίων θεάτρων και αναλύονται οι μαθηματικές εξισώσεις που διέπουν την λειτουργία τους. Ειδικότερα με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και τις όμβριες καμπύλες γειτονικών βροχομετρικών σταθμών γίνεται εκτίμηση (α) της παροχετευτικότητας του ευρίπου, του αγωγού δηλαδή περί την ορχήστρα που συλλέγει τα όμβρια, (β) του χρόνου συγκέντρωσης των ομβρίων, (γ) της κρίσιμης έντασης βροχόπτωσης και (δ) της περιόδου επαναφοράς στην οποία αντιστοιχεί η κρίσιμη ένταση βροχής για το χρόνο συγκέντρωσης.

Μελετήθηκαν συνολικά 15 αρχαία θέατρα, για τα οποία ήταν διαθέσιμα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ευρίπου. 12 θέατρα βρίσκονται στην Ελλάδα, δύο στην Τουρκία και ένα στην Ιταλία.

Συνοπτικά, τα περιεχόμενα της διπλωματικής εργασίας έχουν ως εξής:

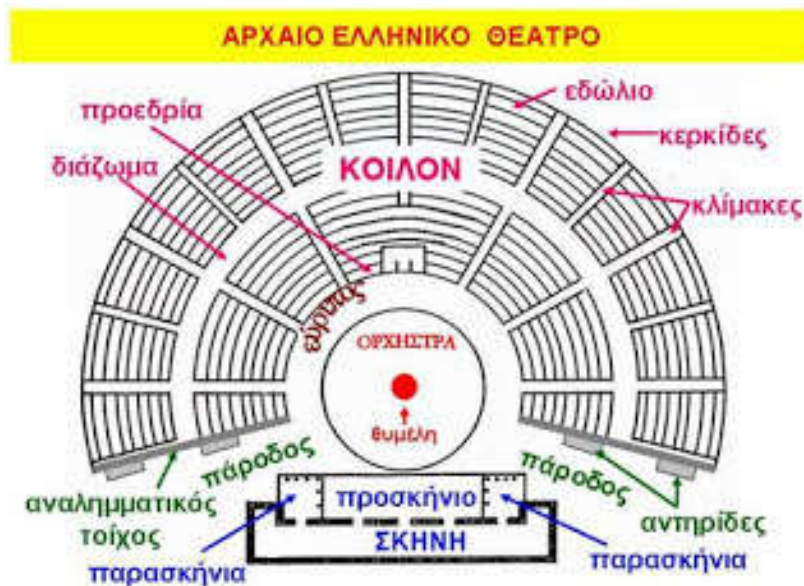
Στο παρόν Κεφάλαιο 1 γίνεται η εισαγωγή και παρουσιάζονται τα μέρη του αρχαίου θεάτρου. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τους υπολογισμούς της παροχετευτικότητας του ευρίπου, του χρόνου

συγκέντρωσης των ομβρίων, της κρίσιμης έντασης βροχόπτωσης και της περιόδου επαναφοράς. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται οι γενικές παραδοχές για τους υπολογισμούς οι οποίες αφορούν στη μορφολογία της έκτασης που απορρέει στον αγωγό τα υλικά κατασκευής και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θεάτρων και των ευρίπων τους αλλά και τα δεδομένα των βροχοπτώσεων από τις όμβριες καμπύλες. Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι 15 διαφορετικές περιπτώσεις αρχαίων θεάτρων ως προς την ιστορία και την υδραυλική τους λειτουργία. Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται αναλυτικά τα συμπεράσματα και προτείνονται θέματα για μελλοντική έρευνα.

1.2 Μέρη του αρχαίου θεάτρου

Το θέατρο στην αρχαία Ελλάδα αποτελούσε μια ημικυκλική κατασκευή που στελέχωνε συνήθως μια κυκλική πλατεία και κτίζονταν κοντά στα κέντρα της κοινωνικής ζωής. Κατασκευάζονταν σε φυσικές πλαγιές με ομαλή κλίση και χρησίμευαν ως χώροι συγκέντρωσης (συνελεύσεις του δήμου ή της βουλής της πόλης-κράτους) για θρησκευτικές λειτουργίες, αγώνες μουσικής και θεατρικές παραστάσεις. Κατάλογος των αρχαίων θεάτρων έχει συνταχθεί με βάση την εργασία του Sear, (2006) και παρατίθεται στο Παράρτημα

Στο Σχήμα 1.1 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα μέρη του αρχαίου θεάτρου.



Σχήμα 1.1 Μέρη του αρχαίου θεάτρου

(πηγή: <https://e-didaskalia.blogspot.com/2016/01/meri-arxaiou-theatrou.html>)

Η δομή του αρχαίου θεάτρου αποτελείται κυρίως από τρία τμήματα το κοίλον, την ορχήστρα και τη σκηνή.

1.2.1 Κοίλον

Το κοίλον ή αλλιώς το κυρίως θέατρο είναι το τμήμα του θεάτρου που απευθυνόταν στους θεατές και περιλάμβανε τα εδώλια, τα προεδρία, τα διαζώματα, τις κερκίδες και τις κλίμακες. Λόγω του κυκλικού σχήματος της ορχήστρας, διαμορφώνεται και κυκλικού σχήματος κοίλον. Οι κύκλοι μπορεί να είναι ομόκεντροι ή και όχι. Στη δεύτερη περίπτωση, όπου οι κύκλοι χάραξης δεν είναι ομόκεντροι, το κέντρο του κύκλου του κοίλου μετατοπίζεται αξονικά προς της σκηνή και έτσι μπορεί να μεγαλώνει η απόσταση ορχήστρας- εδωλίων. Η διαμόρφωση του κοίλου, γινόταν συνήθως σε σχήμα κόλουρου κώνου, που υπερβαίνει το ημικόκλιο. Μπορούμε, ωστόσο, να συναντήσουμε κι άλλες χαράξεις, όπως η ευθύγραμμη ή κάποια άλλη πολύπλοκη μαθηματική επιφάνεια

Τα **εδώλια** ήταν λίθινα ή μαρμάρινα, κατασκευάζονταν στις πλαγιές των λόφων διαμορφώνοντας το έδαφος και περιέβαλαν ημικυκλικά την ορχήστρα και ήταν χτισμένα αμφιθεατρικά και κατά τρόπο τέτοιο ώστε να ακολουθούν την κλίση του λόφου στην οποία κατασκευάζονταν τα θέατρα. Τα τμήματα αυτά αποτελούν συνήθως τα καλύτερα διατηρημένα και σωζόμενα έως τις μέρες μας.

Η πρώτη σειρά των εδωλίων από την σκηνή ονομάζεται **προεδρία**. Τα προεδρία προορίζονταν για τοπικούς άρχοντες, θεούς, και ιερείς οι θέσεις των οποίων επέφεραν περίτεχνους στολισμούς. Τα προεδρία στο κάτω διάζωμα χωριζόταν από τις υπερκείμενες σειρές εδωλίων με ένα διάδρομο και διέθετε, όπως και η κατώτατη σειρά εδωλίων, έναν πρόσθετο χώρο για τα πόδια των θεατών, το λεγόμενο υποπόδιο, ενώ υπήρχε η περίπτωση και μίας δεύτερης σειράς προεδρίας μετά την τελευταία σειρά του κάτω διαζώματος. Οι θέσεις αυτές ήταν τα μόνα καθίσματα τα οποία ήταν σχεδιασμένα έτσι ώστε να υπάρχει στήριξη και της πλάτης (ερεισινωτά) και έφεραν και ερεισίχειρα. Τα καθίσματα αυτά, πλην κάποιων εξαιρέσεων, έφεραν επιγραφές με τα ονόματα των τιμώμενων προσώπων, μια από τις εξαιρέσεις αποτελεί το αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου το οποίο δεν έφερε επιγραφές στα προεδρία επειδή τα τιμώμενα πρόσωπα δεν ήταν τοπικοί άρχοντες και ιερείς, αλλά

επιφανείς ξένοι που επισκέπτονταν το ιερό του Ασκληπιού και κάλυπταν με χρηματικές δωρεές τα έξοδα συντήρησής του.

Το κοίλο χωρίζεται κατά μήκος των εδωλίων σε δύο ή τρία τμήματα, από τα **διαζώματα**, πλατείς οριζόντιους διαδρόμους, οι οποίοι επέτρεπαν την κυκλοφορία των θεατών, ενώ και στη στέψη του κοίλου υπήρχε ένας ακόμη διάδρομος μέσω του οποίου επιτρεπόταν η είσοδος και η έξοδος των θεατών. Το κάτω τμήμα ονομάζεται θέατρο και το πάνω επιθέατρο. Σε άλλες περιπτώσεις συναντάμε ένα επιθέατρο (Δήλος, Δελφοί, Ρόδος) και σε άλλες δύο (Αργος, Δωδώνη, Μεγαλόπολη). Τις περισσότερες φορές αυτά αποτελούν προσθήκες στις υφιστάμενες κατασκευές. Το επιθέατρο, συχνά περιοριζόταν σε σχέση με το θέατρο, μειώνοντας το πλάτος των ακραίων κερκίδων, για μία σειρά λόγων, μεταξύ των οποίων ήταν η αποφυγή δημιουργίας πολύ ψηλών τοίχων αντιστήριξης, αλλά και λόγω τυχούσας δεσμευτικής και συγκεκριμένης γεωμορφολογίας (π.χ. Δελφοί).

Το κοίλον χωρίζεται κάθετα από τις κλίμακες, οι οποίες εκτείνονται ακτινωτά από την ορχήστρα, καθ' όλο το ύψος του κοίλου, για να μπορούν να έχουν πρόσβαση οι θεατές στις ψηλότερες θέσεις. Τα μέρη των εδωλίων ανάμεσα στις κλίμακες ονομάζονταν κερκίδες. Άλλα τμήματα του κοίλου αποτελούν οι αναλημματικοί τοίχοι, οι τοίχοι στήριξης του εδάφους στα άκρα του κοίλου καθώς και οι αντηρίδες, δηλαδή πυργοειδείς τοίχοι κάθετοι προς τους αναλημματικούς που χρησιμεύουν στην καλύτερη στήριξή τους.

Η πρόσβαση στο κοίλον γίνεται μέσω των διαζωμάτων και των παρόδων. Οι πάροδοι μεταξύ κοίλου και σκηνής οδηγούν στην ορχήστρα και από αυτές τις δύο παρόδους εισέρχονται τόσο οι θεατές στα διαζώματα, όσο και οι ηθοποιοί στη σκηνή. Οι πάροδοι κατά περίπτωση, κλείνουν με πύλες απλές (π.χ. περίπτωση Πριήνης) ή διπλές (περίπτωση Επιδαύρου, Ωρωπού, Δωδώνης), εκ των οποίων η μία χρησιμοποιείται για την είσοδο των θεατών και η άλλη για την είσοδο των ηθοποιών.

1.2.2 Ορχήστρα

Η ορχήστρα έχει σχήμα κυκλικό ή ημικυκλίου. Ετυμολογικά, το όνομα της προέκυψε από το γεγονός ότι πάνω της γινόταν η όρχηση (χορός), αρχικά με τους διθυράμβους που τελούσαν σε κυκλική χορευτική διάταξη και στη συνέχεια εκεί δρούσε ο χορός

της αρχαίας τραγωδίας, σε γραμμικά σχήματα χορού, κάτι που ίσχυσε όμοια και για την κωμωδία και τη σάτιρα. Ετυμολογικά η λέξη ορχήστρα σημαίνει πλατεία για χορό. Το δάπεδο της ορχήστρας ήταν είτε το έδαφος της περιοχής (πατημένη γη), είτε είχε πλακόστρωση. Γύρω από την ορχήστρα υπήρχε εμφανής ή λιγότερο εμφανής αγωγός προκειμένου να απορρέουν τα όμβρια της ορχήστρας και να μην πλημμυρίζει, αλλά και να απορρέουν και τα όμβρια του κοίλου. Ο αγωγός αυτός αποκαλείται εύριπος και είναι πλην εξαιρέσεων ορθογωνικής διατομής. Μία από τις εξαιρέσεις αποτελεί η ημικυκλική διατομή του εύριπου της Βεργίνας. Τέλος, γύρω από την ορχήστρα, είτε ανάμεσα στα προεδρία και την ορχήστρα, είτε ανάμεσα στα προεδρία και τα πρώτα εδώλια υπήρχε διάδρομος που επέτρεπε την κυκλοφορία των θεατών από και προς το κοίλον, διάδρομος συχνά διευρυνόμενος προς τις δύο παρόδους.

Στο κέντρο της ορχήστρας βρισκόταν η θυμέλη, μέρος το οποίο απαγορευόταν να “πατηθεί” και προοριζόταν για διαφόρων ειδών αναθηματικές λειτουργίες και θυσίες στους θεούς, με βασικό και κύριο τον Διόνυσο. Σε πολλά θέατρα όπως του Άργους, της Μαγνησίας και το Δίον, υπήρχε ειδική σκάλα, η Χαιρώνειος Κλίμακα, η οποία συνέδεε υπόγεια τη σκηνή και το προσκήνιο με την ορχήστρα μέσω υπογείου, θολωτού διαδρόμου και χρησίμευε στο να επιτρέπεται και να διευκολύνεται στο αρχαίο θέατρο η κυκλοφορία των θεών του.

1.2.3 Σκηνή

Η σκηνή, το τρίτο αρχιτεκτονικό μέλος του θεάτρου, εκτεινόταν πίσω από την ορχήστρα. Ήταν ένα απλό επίμηκες οικοδόμημα που αρχικά κατασκευαζόταν από ξύλο, ενώ στη συνέχεια αντικαταστάθηκαν οι σκηνές από λίθινες. Οι επικρατέστερες μορφές σκηνών που δείχνουν ερείπια ανασκαφών είναι δύο: (α) μια ελαφρά υπερυψωμένη κατασκευή με παρασκήνια τοποθετημένα παραπλεύρως και (β) η σκηνή με προσκήνιο, μια ορθογωνική εξέδρα τοποθετημένη προς την ορχήστρα στο επάνω επίπεδο της οποίας ανέβαιναν οι ηθοποιοί. Η σκηνή ήταν συνήθως διώροφη και ο όροφός της (λογείον) ήταν κατασκευασμένος αρχικά από ξύλο και μεταγενέστερα από πέτρα ή μάρμαρο. Η όψη του είχε μία ή τρεις πόρτες ή διαμορφωνόταν με πεσσούς ή κίονες επί των οποίων τοποθετούνταν τα σκηνικά. Τα σκηνικά διαμορφωνόταν με τέτοιο τρόπο ώστε να αντικατοπτρίζουν ότι απαιτούσε

το εκάστοτε έργο. Συνήθως απεικόνιζαν πρόσοψη ναού ή ανακτόρου με δύο ορόφους και με μία ή τρεις θύρες, από τις οποίες έβγαιναν στην ορχήστρα τα πρόσωπα του δράματος που βρίσκονταν στα ανάκτορα. Σε κάποιες περιπτώσεις υπήρχε και τρίτος όροφος, το θεολογείο από όπου ο Ευριπίδης εμφάνιζε τους θεούς που παρενέβαιναν στην υπόθεση. Δίπλα στη σκηνή υπήρχαν τα παρασκήνια τα οποία χρησιμοποιούνταν ως χώροι αποθήκευσης και εξυπηρέτησης των ηθοποιών όπως στα θέατρα της Κασσώπης Ηλείου, των Νέων Πλευρών και των Οινιάδων.

Σε αρκετές περιπτώσεις η σκηνή αποκτούσε ειδική διαμόρφωση, όπως για παράδειγμα στη Σπάρτη, όπου ήταν κινητή επί τροχών με πλινθόκτιστη υποστεγή σκηνοθήκη. Στη Μεγαλόπολη το προστώο του Θερσιλίου έχει θέση σκηνής, ενώ σε άλλες περιπτώσεις συναντάμε ναούς άλλοτε στο κέντρο της σκηνής και συχνότερα τοποθετημένους δυτικά αυτής. Η διώροφη σκηνή προς την ορχήστρα φέρει στενό ορθογωνικό προσκήνιο, μήκους περίπου όσο η διάμετρός της και ύψους όσο ο πρώτος όροφος. Αυτή φέρει προς την ορχήστρα κιονοστοιχία από ξύλο και μεταγενέστερα λίθινα στηρίγματα. Η κιονοστοιχία οποθετούνταν συνήθως στην όψη της σκηνής και απαρτιζόταν από ημικίονες επί ορθογωνικών πεσσών, ενώ στα ανοίγματά της τοποθετούνται πίνακες. Φέρει επιστύλιο και ζωφόρο, συχνά με επιγραφές. Ο αριθμός των μετακινίων ήταν μονός, από τα οποία το κεντρικό και τα δύο ακραία έμεναν ανοικτά. Στο θριγκό εδράζονταν ξύλινες ή λίθινες δοκοί που έφεραν το δάπεδο του προσκηνίου, όπου η πρόσβαση των ηθοποιών γινόταν συχνά από τα πλάγια με κεκλιμένα επίπεδα (ενίοτε πίσω απ' τη σκηνή υπήρχε στοά).

Στην Αθήνα, στο θέατρο του Διονύσου επικράτησε η εξής συνήθεια: οι ερχόμενοι από την πόλη ή το λιμάνι έμπαιναν στη σκηνή από τη δεξιά, σε σχέση με τον θεατή, πάροδο, ενώ όσοι έφταναν από τους αγρούς από την αριστερή. Η σύμβαση αυτή ίσως συνδέεται με τα τοπογραφικά δεδομένα της Αθήνας.

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία

Κύριος στόχος είναι η αξιολόγηση της παροχетеυτικότητας του ευρίπου σε σχέση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής. Τα βήματα εφαρμογής της μεθοδολογίας είναι τα παρακάτω:

1. Υπολογίζεται η παροχетеυτικότητα του ευρίπου με βάση τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά (διατομή, κλίση, συντελεστή τραχύτητας)
2. Εκτιμάται ο χρόνος συγκέντρωσης της επιφάνειας συλλογής της βροχόπτωσης με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοίλου (εμβαδόν, κλίση, μέγιστη διαδρομή απορροής)
3. Υπολογίζεται η κρίσιμη ένταση βροχής η οποία θα προκαλέσει υπερχειλίση του ευρίπου. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζεται η ορθολογική μέθοδος με βάση το εμβαδόν της επιφάνειας συλλογής και την εκτίμηση του συντελεστή απορροής
4. Εκτιμάται η περίοδος επαναφοράς της κρίσιμης έντασης βροχόπτωσης για το χρόνο συγκέντρωσης με βάση τις όμβριες καμπύλες γειτονικών βροχομετρικών σταθμών

Ειδικότερα:

Βήμα 1

Η παροχетеυτικότητα του ευρίπου υπολογίζεται από τη σχέση του Manning (Κουτσογιάννης, 2014).

$$Q_{E_{max}} = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{0.5} \quad (1)$$

όπου

$Q_{E_{max}}$ (m³/s): **Παροχетеυτικότητα ευρίπου**

n (s/[m^{1/3}]): **Συντελεστής τραχύτητας,**

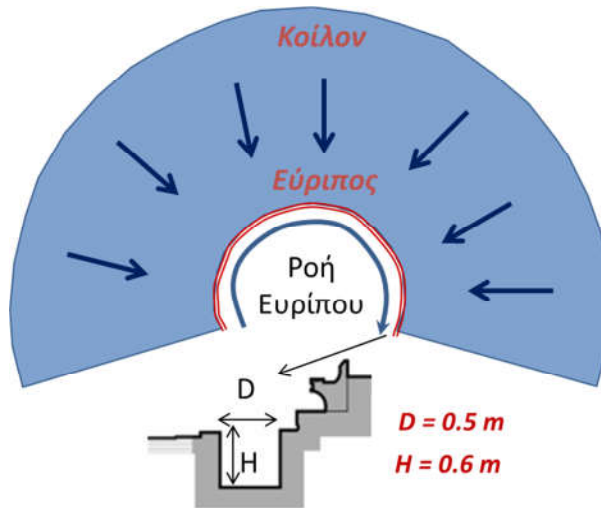
A (m²): **Εμβαδόν διατομής,**

P (m): **Βρεχόμενη περίμετρος,**

R (m): **Υδραυλική ακτίνα (A/P),**

S (m/m): **Κλίση αγωγού,**

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα υπολογισμού της παροχетеυτικότητας του ευρίπου με βάση τη σχέση (1). Ο συντελεστής τραχύτητας θεωρήθηκε 0.02.



- Εμβαδόν διατομής $A = 0.3 \text{ m}^2$
- Βρεχόμενη περίμετρος $P = 1.7 \text{ m}$
- Υδραυλική ακτίνα $R = 0.176 \text{ m}$
- Κλίση καναλιού, $S = 0.006 \text{ m/m}$
- Συντελεστής τραχύτητας, $n = 0.02$

$$Q_{Emax} = \frac{1}{0.02} * 0.3 * 0.176^{\frac{2}{3}} * 0.006^{0.5} = 0.366 \text{ m}^3/\text{s}$$

Σχήμα 2.1 Παράδειγμα υπολογισμού παροχетеυτικότητας ευρίπου

Βήμα 2

Ο χρόνος συγκέντρωσης εκτιμάται από τη σχέση του Giandotti

$$t_c \text{ (hr)} = \frac{4 * (A_k / 10^6)^{1/2} + 1.5 * (L_{max} / 1000)}{(0.8 * \Delta H^{0.5})} \quad (2)$$

όπου:

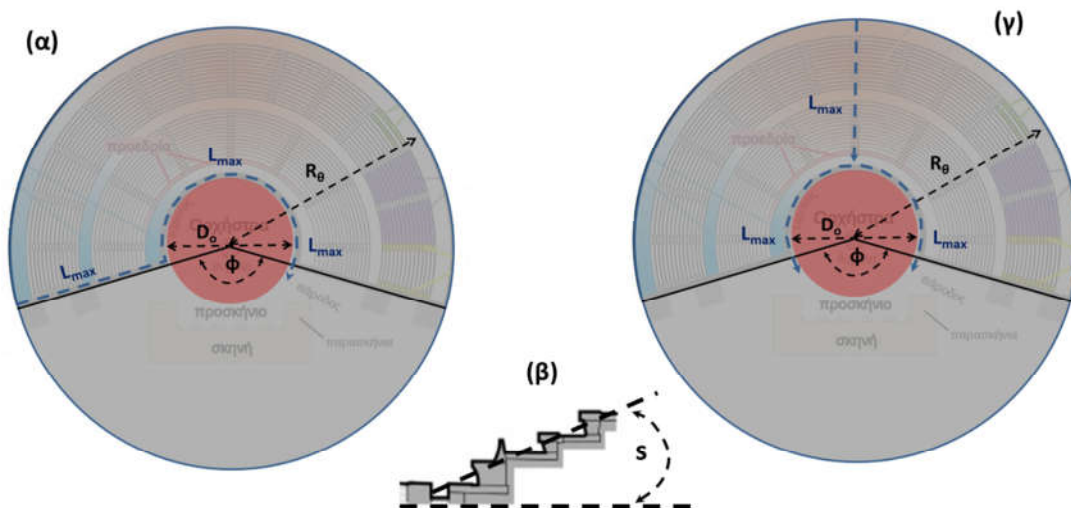
t_c (hr): Χρόνος συγκέντρωσης

A_k (m²): Επιφάνεια συλλογής

L_{max} (m): Μέγιστη διαδρομή απορροής

ΔH (m): Υψομετρική διαφορά μεταξύ ευρίπου και μέσου υψομέτρου κοίλου

Στο Σχήμα 2.2 παρουσιάζονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός «πρότυπου» αρχαίου θεάτρου στο οποίο η ορχήστρα και το κοίλον έχουν κατασκευαστεί με οδηγούς δύο ομόκεντρους κύκλους. Η αποστράγγιση του κοίλου μπορεί να γίνεται από μια (Σχήμα 2.2α) ή από δύο (Σχήμα 2.2γ) εξόδους (αμφίπλευρος). Η τομή και η γωνία κλίσης του κοίλου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.2β.



Σχήμα 2.2 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά συστήματος αποστράγγισης αρχαίου θεάτρου (α) κάτοψη με μία έξοδο αποστράγγισης, (β) τομή και γωνία κλίσης κοίλου (γ) κάτοψη με δύο εξόδους αποστράγγισης

Για την εκτίμηση των δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό του χρόνου συγκέντρωσης χρησιμοποιούνται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου που φαίνονται στο Σχήμα 2.2:

- Διάμετρος ορχήστρας, D_o (m)
- Ακτίνα θεάτρου, R_θ (m)
- Γωνία κοίλου, ϕ ($^\circ$)
- Γωνία κλίσης κοίλου, s ($^\circ$)

Η επιφάνεια συλλογής A_k (m²) για μια έξοδο αποστράγγισης δίδεται από τη σχέση:

$$A_k (m^2) = (\pi * R_\theta^2 - \pi * D_o^2 / 4) * (360 - \phi) / 360 \quad (3)$$

Η επιφάνεια συλλογής A_k (m²) για δύο εξόδους αποστράγγισης δίδεται από τη σχέση:

$$A_k(m^2)=0.5*(\pi*R_\theta^2-\pi*D_o^2/4)*(360-\phi)/360 \quad (4)$$

Η υψομετρική διαφορά μεταξύ ευρίπου και μέσου υψομέτρου κοίλου ΔΗ (m) δίδεται από τη σχέση:

$$\Delta H (m)=(R_\theta-D_o/2)*\tan(s) \quad (5)$$

Η μέγιστη διαδρομή απορροής L_{max} (m) για μια έξοδο αποστράγγισης δίδεται από τη σχέση:

$$L_{max} (m) =(R_\theta-D_o/2)+2*\pi*(D_o/2)*(360-\phi)/360 \quad (6)$$

Η μέγιστη διαδρομή απορροής L_{max} (m) για δύο εξόδους αποστράγγισης δίδεται από τη σχέση:

$$L_{max} (m) =(R_\theta-D_o/2)+\pi*(D_o/2)*(360-\phi)/360 \quad (7)$$

Για παράδειγμα θεωρούμε θέατρο το οποίο έχει τα παρακάτω γεωμετρικά χαρακτηριστικά

$$D_o = 20 \text{ m}, R_\theta = 50 \text{ m}, \phi = 160^\circ, s = 25^\circ$$

Στην περίπτωση που ο εύριπος έχει μία έξοδο αποστράγγισης τότε υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

$$A_k = 4188 \text{ m}^2 \text{ από τη σχέση (3)}$$

$$\Delta H = 18.7 \text{ m από τη σχέση (5)}$$

$$L_{max} = 74.9 \text{ m από τη σχέση (6)}$$

$$t_c = 0.107 \text{ hr} = 6.4 \text{ min από τη σχέση (2)}$$

Στην περίπτωση που ο εύριπος έχει δύο εξόδους αποστράγγισης τότε υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

$$A_k = 2094 \text{ m}^2 \text{ από τη σχέση (4)}$$

$$\Delta H = 18.7 \text{ m από τη σχέση (5)}$$

$$L_{max} = 57.5 \text{ m από τη σχέση (7)}$$

$$t_c = 0.078 \text{ hr} = 4.7 \text{ min από τη σχέση (2)}$$

Βήμα 3

Η εκτίμηση παροχής αιχμής από την απορροή του κοίλου, γίνεται με την ορθολογική μέθοδο από τη σχέση:

$$Q_{\text{Kpeak}} = c \cdot i_{tc} \cdot A_k / 3600000 \quad (8)$$

όπου

Q_{Kpeak} (m^3/s): Παροχή αιχμής

A_k (m^2): Επιφάνεια συλλογής

c : Συντελεστής απορροής

i_{tc} (mm/hr): Ένταση βροχόπτωσης για το χρόνο συγκέντρωσης

Με βάση τη σχέση (8) και γνωρίζοντας την παροχευτικότητα του ευρίπου μπορούμε να εκτιμήσουμε την κρίσιμη ένταση βροχής που θα προκαλέσει υπερχειλίση του ευρίπου. Ειδικότερα στο παράδειγμα που εξετάστηκε προηγουμένα (Σχήματα 2.1 και 2.2α) για εύριπο με μία έξοδο αποστράγγισης η *κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης για την οποία θα υπερχειλίσει ο εύριπος εκτιμάται από τη σχέση (8) θέτοντας:*

$$Q_{\text{Kpeak}} = 0.366 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (παροχευτικότητα ευρίπου)}$$

$$c = 0.75 \text{ (εκτιμάται με βάση την κατασκευή του κοίλου)}$$

$$A_k = 4188 \text{ m}^2$$

προκύπτει κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης $i_{tc} = 419 \text{ mm/hr}$ ή ύψος βροχής 45 mm σε χρόνο **0.107 hr** (χρόνος συγκέντρωσης)

Στην περίπτωση που ο εύριπος είχε δύο εξόδους αποστράγγισης η *κρίσιμη ένταση υπερχειλίσης εκτιμάται από τη σχέση (8) θέτοντας:*

$$Q_{\text{Kpeak}} = 0.366 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (παροχευτικότητα ευρίπου)}$$

$$c = 0.75 \text{ (εκτιμάται με βάση την κατασκευή του κοίλου)}$$

$$A_k = 2094 \text{ m}^2$$

προκύπτει κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης $i_{tc} = 838 \text{ mm/hr}$ ή ύψος βροχής 65.3 mm σε χρόνο **0.078 hr** (χρόνος συγκέντρωσης)

Βήμα 4

Η περίοδος επαναφοράς της κρίσιμης βροχόπτωσης εκτιμάται με βάση τις όμβριες καμπύλες της περιοχής οι οποίες συνδέουν την ένταση βροχής με την πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς) και την διάρκεια της βροχόπτωσης. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν όμβριες καμπύλες της μορφής:

$$t = \frac{\lambda * (T^k - \psi)}{(1 + d/\theta)^n} \quad (9)$$

όπου

i (mm/hr): Ένταση βροχής,

T (έτη): Περίοδος επαναφοράς,

d (hr): Διάρκεια βροχής,

$\lambda, \kappa, \psi, \vartheta, \eta$: Παράμετροι

Η σχέση (9) επιλυόμενη ως προς την περίοδο επαναφοράς γίνεται:

$$T_Y = \left[\frac{i_Y * (1 + t_c/\theta)^n}{\lambda} - \psi \right]^{1/\kappa} \quad (10)$$

όπου

T_Y (έτη): Περίοδος επαναφοράς

i_Y (mm/hr): Κρίσιμη ένταση υπερχειλίσης

t_c (hr): Χρόνος συγκέντρωσης

Στο παράδειγμα που εξετάστηκε στα προηγούμενα βήματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όμβριες από τυχαίο σταθμό της Ελλάδας με παραμέτρους

$$\lambda = 297.8, \kappa = 0.193, \psi = 0.431, \vartheta = 0.089, \eta = 0.724$$

Στην περίπτωση που ο εύριπος έχει μία έξοδο αποστράγγισης η

κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης και ο χρόνος συγκέντρωσης υπολογίστηκαν σε $i_{tc}=419$ mm/hr και $t_c=0.107$ hr. Με βάση τη σχέση (10) η περίοδος επαναφοράς του φαινομένου εκτιμάται σε **T=261 έτη**.

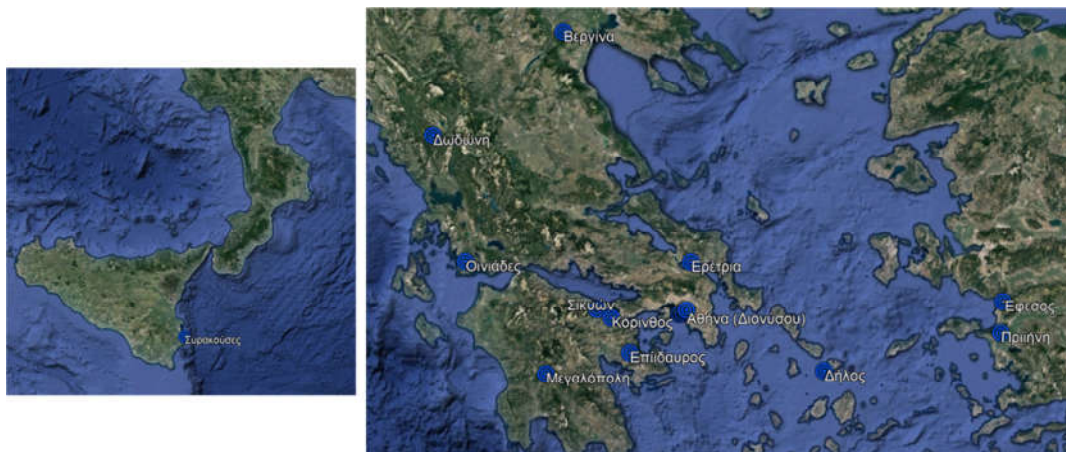
Τέλος στην περίπτωση που ο εύριπος έχει δύο εξόδους αποστράγγισης η

κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης και ο χρόνος συγκέντρωσης υπολογίστηκαν σε $i_{tc}=838$ mm/hr και $t_c=0.078$ hr. Με βάση τη σχέση (10) η περίοδος επαναφοράς του φαινομένου εκτιμάται σε **T=3640 έτη**.

Κεφάλαιο 3: Δεδομένα και παραδοχές

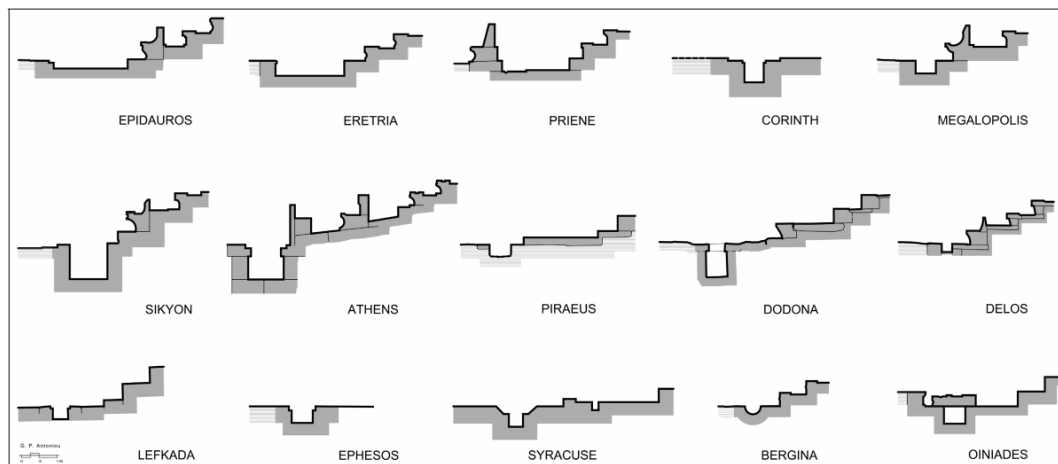
Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε αρχαία θέατρα για τα οποία υπήρχαν δεδομένα για το σχήμα και τις διαστάσεις του ευρίπου.

Οι θέσεις των θεάτρων που εξετάστηκαν φαίνονται στο Σχήμα 3.1



Σχήμα 3.1 Θέσεις των θεάτρων που εξετάστηκαν.

Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζονται οι διατομές του ευρίπου στα ελληνικά θέατρα (De Feo et al. 2014).



Σχήμα 3.2 Διατομή Ευρίπου σε 15 αρχαία θέατρα. Πηγή: De Feo et al. 2014.

Με βάση την κλίμακα που υπάρχει στο Σχήμα 3.2 εκτιμήθηκαν οι διαστάσεις του ευρίπου και υπολογίστηκε το εμβαδόν και η βρεχόμενη περίμετρος (Πίνακας 3.1)

Πίνακας 3.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά διατομής ευρίπων

	Διατομή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m ²)	Βρεχόμενη περίμετρος (m)
Βεργίνα	Ορθογωνική- Τραπεζοειδής	0.36-0.34, 0.75-1.11	0.22	0.07	0.33
Δήλος	Ορθογωνική	0.25	0.25	0.06	0.75
Διονύσου	Ορθογωνική	0.93	0.97	0.90	2.87
Δωδώνη	Ορθογωνική	0.52	0.91	0.47	2.34
Επίδαυρος	Ορθογωνική	2	0.23	0.46	2.46
Ερέτρια	Ορθογωνική	1.9	0.45	0.86	2.8
Εφεσος	Ορθογωνική	0.7	0.44	0.31	1.58
Κόρινθος	Ορθογωνική	0.52	0.71	0.37	1.94
Λευκάδα	Ορθογωνική	0.36	0.36	0.13	1.08
Μεγαλόπολις	Ορθογωνική	0.52	0.36	0.19	1.24
Οινιάδες	Ορθογωνική	0.56	0.42	0.24	1.4
Πειραιάς	Ορθογωνική	0.52	0.34	0.18	1.2
Πριήνη	Ορθογωνική	1.83	0.34	0.62	2.51
Συκιάνα	Ορθογωνική	1.01	0.97	0.98	2.95
Συρακούσες	Ημικυκλική	Διάμετρος 0.42		0.07	2.00

Τα γεωμετρικά στοιχεία των θεάτρων αναζητήθηκαν στη βιβλιογραφία, σε σχετικές ιστοσελίδες ενώ αξιοποιήθηκε και το Google Earth. Αν το κοίλο είναι πλήρες ημικόκλιο η γωνία του είναι 180°. Τα περισσότερα θέατρα παρουσιάζουν μια υπέρβαση σε κάθε πλευρά που δεν ξεπερνά τις 15° με μέση τιμή τις 8° (Dilke, 1948). Ο συντελεστής απορροής των θεάτρων εκτιμήθηκε με βάση τους Πίνακες 3.2 και 3.3.

Πίνακας 3.2 Μέσοι συντελεστές απορροής σύμφωνα με τις αμερικανικές ενώσεις WPCF & ASCE (1976) Πηγή: Κουτσογιάννης, 2011 σελ. 47

Περιγραφή περιοχής	Συντελεστής απορροής
Εμπορική Κέντρο Περιφέρεια	0.70-0.95 0.50-0.70
Οικιστική, αστική Μονοκατοικίες Πολυκατοικίες σε πανταχόθεν ελεύθερο σύστημα Πολυκατοικίες σε συνεχές σύστημα Οικιστική, υποαστική	0.30-0.50 0.40-0.60 0.60-0.75 0.25-0.40
Βιομηχανική Ελαφρά Βαριά	0.50-0.80 0.60-0.90
Μη ανεπτυγμένη	0.10-0.30
Πάρκα, νεκροταφεία	0.10-0.25
Γήπεδα	0.20-0.35

Πίνακας 3.3 Συντελεστής απορροής σύμφωνα με τις Αμερικανικές ενώσεις WPCF & ASCE (1990). Πηγή: Κουτσογιάννης, 2011 σελ. 47

Περιγραφή περιοχής	Συντελεστής απορροής
Πεζοδρόμια δρόμοι Σκυρόδεμα - Ασφαλτοσκυρόδεμα Πλίνθοι	0.70-0.95 0.70-0.85
Στέγες	0.75-0.95
Αγροί, αμμώδη εδάφη Ήπια κλίση, 2% Μέση κλίση, 2% μέχρι 7% Απότομη κλίση, 7%	0.05-0.10 0.10-0.15 0.15-0.20
Αγροί, αμμώδη εδάφη Ήπια κλίση, 2% Μέση κλίση, 2-7% Απότομη κλίση > 7%	0.05-0.10 0.10-0.15 0.15-0.20
Αγροί, βαριά εδάφη Ήπια κλίση, 2% Μέση κλίση, 2-7% Απότομη κλίση, 7%	0.13-0.17 0.18-0.22 0.25-0.35

Ο συντελεστής τραχύτητας των ευρίπων εκτιμήθηκε με βάση τον Πίνακα 3.4

Πίνακας 3.4 Συντελεστές τραχύτητας ανοιχτών αγωγών Πηγή: Chow, 1959

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
Lined or Constructed Channels			
a. Cement			
1. neat surface	0.010	0.011	0.013
2. mortar	0.011	0.013	0.015
b. Wood			
1. planed, untreated	0.010	0.012	0.014
2. planed, creosoted	0.011	0.012	0.015
3. unplaned	0.011	0.013	0.015
4. plank with battens	0.012	0.015	0.018
5. lined with roofing paper	0.010	0.014	0.017
c. Concrete			
1. trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. float finish	0.013	0.015	0.016
3. finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.020
4. unfinished	0.014	0.017	0.020
5. gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. on good excavated rock	0.017	0.020	
8. on irregular excavated rock	0.022	0.027	
d. Concrete bottom float finish with sides of:			
1. dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.020
2. random stone in mortar	0.017	0.020	0.024
3. cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024
4. cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
5. dry rubble or riprap	0.020	0.030	0.035
e. Gravel bottom with sides of:			
1. formed concrete	0.017	0.020	0.025
2. random stone mortar	0.020	0.023	0.026
3. dry rubble or riprap	0.023	0.033	0.036
f. Brick			
1. glazed	0.011	0.013	0.015
2. in cement mortar	0.012	0.015	0.018
g. Masonry			
1. cemented rubble	0.017	0.025	0.030
2. dry rubble	0.023	0.032	0.035
h. Dressed ashlar/stone paving	0.013	0.015	0.017
i. Asphalt			
1. smooth	0.013	0.013	
2. rough	0.016	0.016	
j. Vegetal lining	0.030		0.500

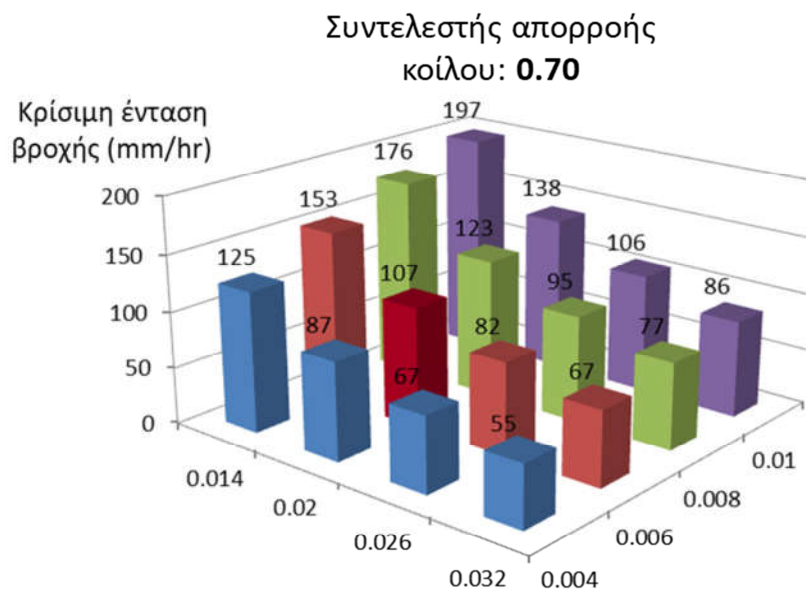
Ο χρόνος συγκέντρωσης κάθε θεάτρου εκτιμήθηκε με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τη γωνία κλίσης του κοίλου εφόσον αυτή ήταν διαθέσιμη.

Η γωνία κλίσης του ελληνικού κοίλου ήταν μεταξύ 20° και 30° ενώ της ρωμαϊκής cavea ξεπερνούσε τις 30°. Συνήθως η κλίση μεγάλωνε μετά το διάζωμα (Beckers and Borgia, 2007).

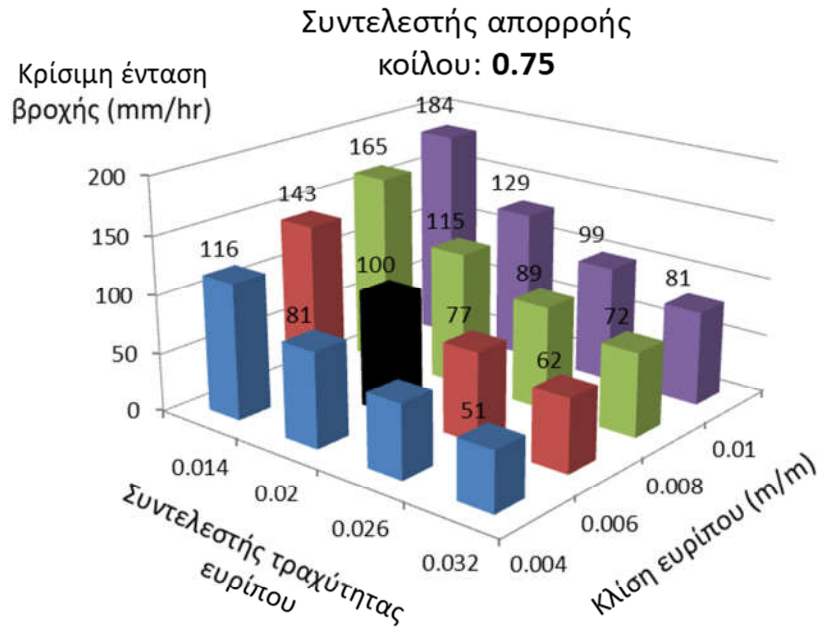
Τέλος οι περίοδοι επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης εκτιμήθηκαν με βάση τις όμβριες καμπύλες γειτονικών σταθμών που διατίθενται από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ, 2016).

Δεδομένου ότι ο συντελεστής απορροής του κοίλου και ο συντελεστής τραχύτητας και η κλίση του ευρίπου θα πρέπει να εκτιμηθούν, έγινε ανάλυση ευαισθησίας ώστε να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση τους στην κρίσιμη ένταση βροχής για την οποία θα υπερχειλίσει ο εύριπος.

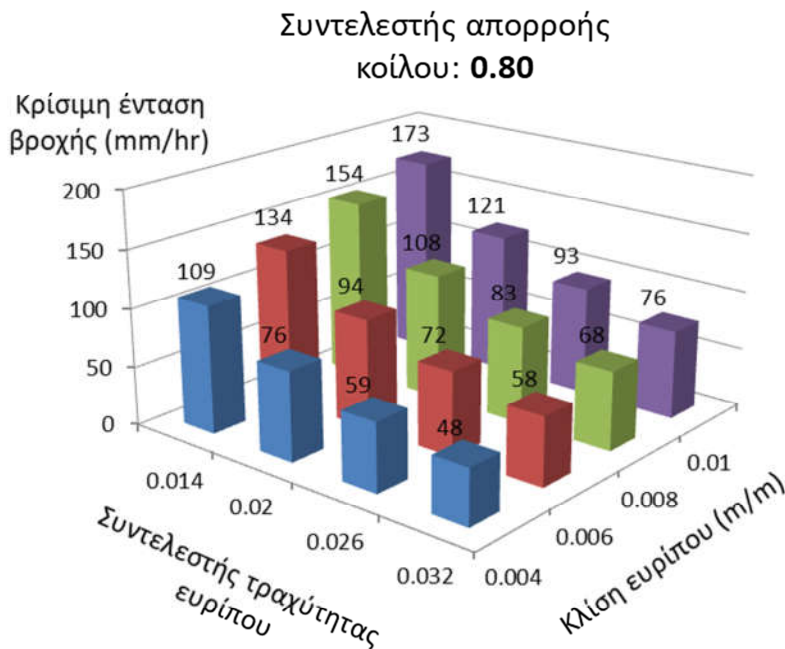
Στα Σχήματα 3.3 έως 3.5 παρουσιάζονται οι κρίσιμες εντάσεις βροχόπτωσης σε ένα υποθετικό θέατρο με εμβαδόν κοίλου 7000 m² και εύριπο ορθογωνικής διατομής με διαστάσεις 0.48*0.30 m για διάφορους συντελεστές απορροής κοίλου, συντελεστές τραχύτητας και κλίσεις ευρίπου. Η κρίσιμη ένταση βροχής προκύπτει 100 mm/hr για συντελεστή απορροής 0.75, συντελεστή τραχύτητας 0.02 και κλίση ευρίπου 0.006.



Σχήμα 3.3 Κρίσιμες εντάσεις βροχόπτωσης για συντελεστή απορροής κοίλου 0.70 και διάφορους συντελεστές τραχύτητας και κλίσεις ευρίπου

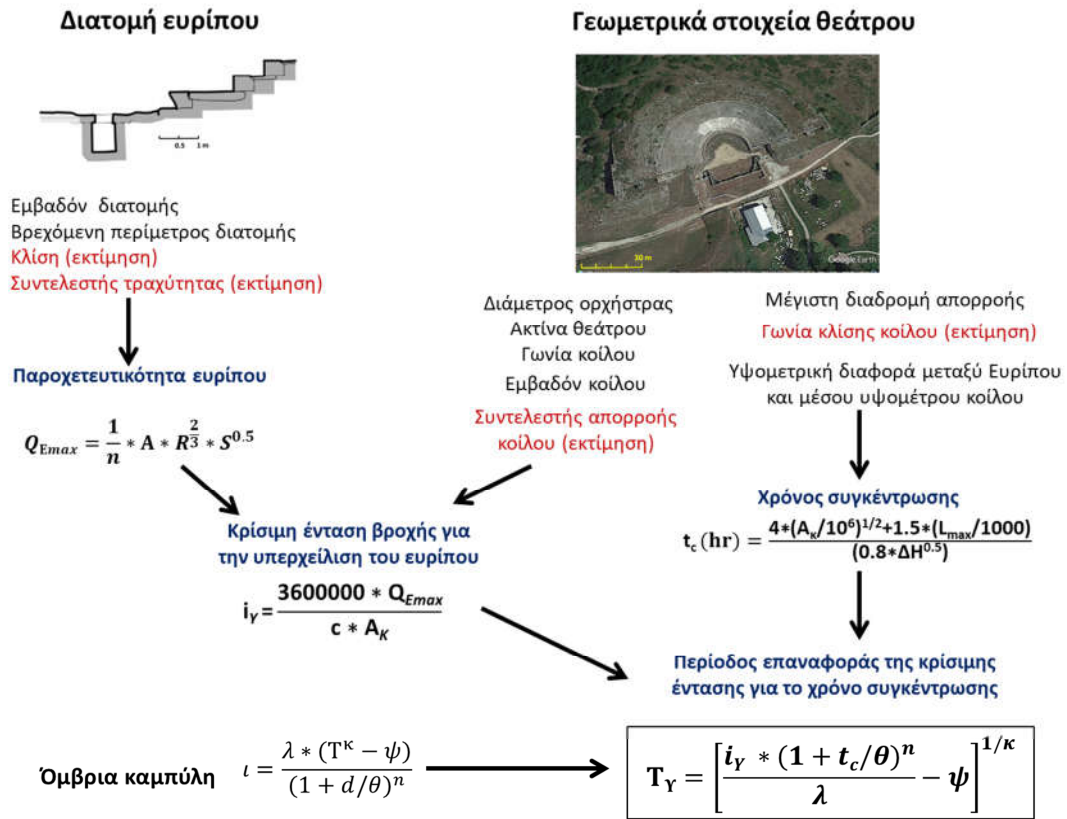


Σχήμα 3.4 Κρίσιμες εντάσεις βροχόπτωσης για συντελεστή απορροής κοίλου 0.75 και διάφορους συντελεστές τραχύτητας και κλίσεις ευρίπου



Σχήμα 3.5 Κρίσιμες εντάσεις βροχόπτωσης για συντελεστή απορροής κοίλου 0.80 και διάφορους συντελεστές τραχύτητας και κλίσεις ευρίπου

Στο Σχήμα 3.6 παρουσιάζεται η μεθοδολογία και τα μεγέθη που εκτιμήθηκαν.



Σχήμα 3.6 Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας και τα μεγέθη που εκτιμήθηκαν

Κεφάλαιο 4: Μελέτες περίπτωσης

4.1 Θέατρο Βεργίνας

4.1.1 Περιγραφή

Το θέατρο της αρχαίας πόλης των Αιγών (Εικόνα 4.1) βρίσκεται στη Βεργίνα, στον νομό Ημαθίας. Το θέατρο κτίστηκε στο τέλος της βασιλείας του Φιλίππου το δεύτερο μισό του 4^{ου} π.Χ. αιώνα. Αποτελεί ένα ενιαίο οικοδομικό συγκρότημα μαζί με το ανάκτορο που βρίσκεται βόρεια του ανακτόρου των Αιγών-Βεργίνας, η κατασκευή του θεάτρου παρ' όλα αυτά εγκαταλείφθηκε στα μέσα του 2^{ου} αιώνα π.Χ., κατά τη διάρκεια της καταστροφής της πόλης των Αιγών.



Εικόνα 4.1 Το θέατρο της Βεργίνας

Το κοίλο του είναι σχηματισμένο σε φυσική πλαγιά και ήταν χωμάτινο, οι διάδρομοι των κερκίδων και αυτοί χωμάτινοι, άνισου μήκους και ημιτελείς, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι το θέατρο έμεινε ημιτελές και τα έργα δεν ολοκληρώθηκαν. Η σκηνή έχει απλούστερη γνωστή μορφή με δύο παράπλευρους χώρους και ανοιχτή στοά ανάμεσά τους. Οι ανασκαφές στο χώρο της σκηνής αποκάλυψαν θεμέλια

παλαιότερου θεάτρου που πιθανότατα εξυπηρετούσε παρόμοιες λειτουργίες. Στο κέντρο της ορχήστρας διαμέτρου 29 m σώζεται η λίθινη βάση της θυμέλης.

Το μεγαλύτερο μέρος ήταν χωμάτινο ενώ λίγα ήταν τα λίθινα μέρη όπως οι πάροδοι η σκηνή και η πρώτη σειρά των εδωλίων καθώς και το κυκλικό φρεάτιο της ορχήστρας. Οι πάροδοι του έχουν δημιουργηθεί με διαφορετικό τρόπο: η ανατολική σχηματίζεται από δύο πώρινους τοίχους, ενώ η δυτική, της οποίας σώζεται μόνο το θεμέλιο, θα πρέπει να περιλάμβανε μόνο τον μεγάλο τοίχο αντιστήριξης (αναλημματικός τοίχος).

Τμήματα του θεάτρου αποκαλύφθηκαν το καλοκαίρι του 1982. Τα επόμενα χρόνια το θέατρο αποκαλύφθηκε εντελώς, ενώ η έρευνα από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης συνεχίζεται έως και σήμερα

4.1.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο της Βεργίνας ο εύριπος έχει δύο εξόδους ενώ η διατομή του είναι ημικυκλική. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	20.0	Διατομή	ΗΜΙΚΥΚΛ.
Rth (m)	50	Διάμετρος	
ϕ (°)	160	Κλίση (m/m)	0.006
s (°)	25	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
tan(s)	0.47	Εμβαδόν (m ²)	0.07
Ak (m ²)	2094	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	0.33
Lmax (m)	57.5	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.21
ΔH (m)	18.7	Ταχύτητα (m/s)	1.37
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.078	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.09
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	4.7	Παροχетеυτικότητα (l/s)	94.77

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του φράγματος Αλιάκμονα.

Πίνακας 4.2 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	1396	Σταθμός	Φράγμα Αλιακμονα
c	0.75	κ	0.126
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	326	λ'	292
		ψ'	0.73
		θ	0.076
		η	0.686

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.3 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	4.7
Κρίσιμο ύψος (mm)	18.1	36.2	16.9
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	214	974	190

4.2 Θέατρο Δήλου

4.2.1 Περιγραφή

Το αρχαίο θέατρο της Δήλου (Εικόνα 4.2) είναι χτισμένο στα νότια του νησιού, στραμμένο προς την δύση ώστε να έχει θέα την θάλασσα, καθώς και νότια της συνοικίας της Λίμνης της αρχαιότερης συνοικίας του νησιού. Στην ίδια συνοικία βρίσκεται, εκτός από το θέατρο της Δήλου και ένα μικρότερο θέατρο χωρητικότητας περίπου 400 με 500 ατόμων, στο οποίο λάμβαναν χώρα κυρίως θρησκευτικά μυστήρια και τελετές



Εικόνα 4.2 Το θέατρο της Δήλου

Το θέατρο ξεκίνησε να κατασκευάζεται λίγο μετά το 314 π.Χ. και ολοκληρώθηκε 70 χρόνια μετά. Το κοίλο στηριζόταν σε ένα καλοχτισμένο μαρμάρινο αναλημματικό τοίχο. Το κοίλο χωρίζεται με δυο διαζώματα και είχε χωρητικότητα 6500 περίπου θεατές.

Η πρόσβαση στο κοίλο γινόταν από τις παρόδους, εκατέρωθεν της ορχήστρας, από δύο ακόμη εισόδους στο ύψος του διαδρόμου που χώριζε τα διαζώματα και από μία τελευταία στο κέντρο του ψηλότερου σημείου του θεάτρου. Καλύτερα σώζονται τα προεδρία, που προορίζονταν για τιμώμενα πρόσωπα και είναι τα μόνα καθίσματα με ερεισίνωτον (στήριγμα για την πλάτη). Η ημικυκλική ορχήστρα, έκλεινε με την σκηνή, εξωτερικών διαστάσεων 15.26x6.64 με τρεις εισόδους στην ανατολική όψη και μία ακόμη στη δυτική.

Στην σκηνή υπήρχε το προσκήνιο με ύψος 2.67 m που αποτελείται από δωρικούς ημικίονες στους οποίους τοποθετούνταν ζωγραφικοί πίνακες. Οι μετόπες του θριγκού είχαν ανάγλυφους τρίποδες καθώς και βούκρανα. Στη συνέχεια, στις υπόλοιπες πλευρές της σκηνής προστέθηκε από μια στοά ίδιου ύψους με του προσκηνίου με δωρικούς πεσσούς των οποίων τμήματα σώζονται και σήμερα.

Στα νοτιοδυτικά του θεάτρου σώζονται λείψανα βωμών και ιερών αφιερωμένων στην Άρτεμη-Εκάτη, στον Απόλλωνα, στον Δίονυσο, στον Ερμή και στον Πάνα. Εντυπωσιακή είναι η μεγάλη δεξαμενή του θεάτρου, στην οποία συγκεντρώνονταν τα νερά της βροχής από το κούλον, μέσα από ένα αγωγό στην περιφέρεια της ορχήστρας. Πάνω στην οροφή της, που στηριζόταν σε οκτώ ωραία τόξα από γρανίτη, υπήρχαν στόμια πηγαδιών απ' όπου αντλούσαν το νερό.

Το θέατρο άρχισε να ανασκάπτεται το 1882 από την Γαλλική Αρχαιολογική Σχολή Αθηνών και δημοσιεύτηκε το 2007 (Exploration Archéologique de Délos XLII, Ph. Fraisse – J.-Ch. Moretti, Le Théâtre).

Κατά την περίοδο των ανασκαφών μαρμάρινα τμήματα που εμπόδιζαν τις διαδικασίες μεταφέρονταν στην ορχήστρα ή σε χωράφια κοντά στην ανασκαφή χωρίς να γίνεται κάποια καταγραφή, με συνέπεια να υπάρχουν διάσπαρτα εκατοντάδες τμήματα του μνημείου των οποίων η ταύτιση είναι πλέον αδύνατη.

4.2.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο της Δήλου ο εύριπος έχει δύο εξόδους. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	20	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	39	Πλάτος (m)	0.29
φ (°)	165	Ύψος (m)	0.25
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.005
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	1209	Εμβαδόν (m ²)	0.07
Lmax (m)	46.0	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	0.79
ΔH (m)	13.5	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.09
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.071	Ταχύτητα (m/s)	0.72
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	4.2	Παροχευτικότητα (m ³ /s)	0.05
		Παροχευτικότητα (l/s)	52.15

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Νάξου.

Πίνακας 4.5 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	1209	Σταθμός	Νάξος
c	0.75	κ	0.156
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	207	λ'	164.3
		ψ'	0.538
		θ	0.134
		η	0.741

Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

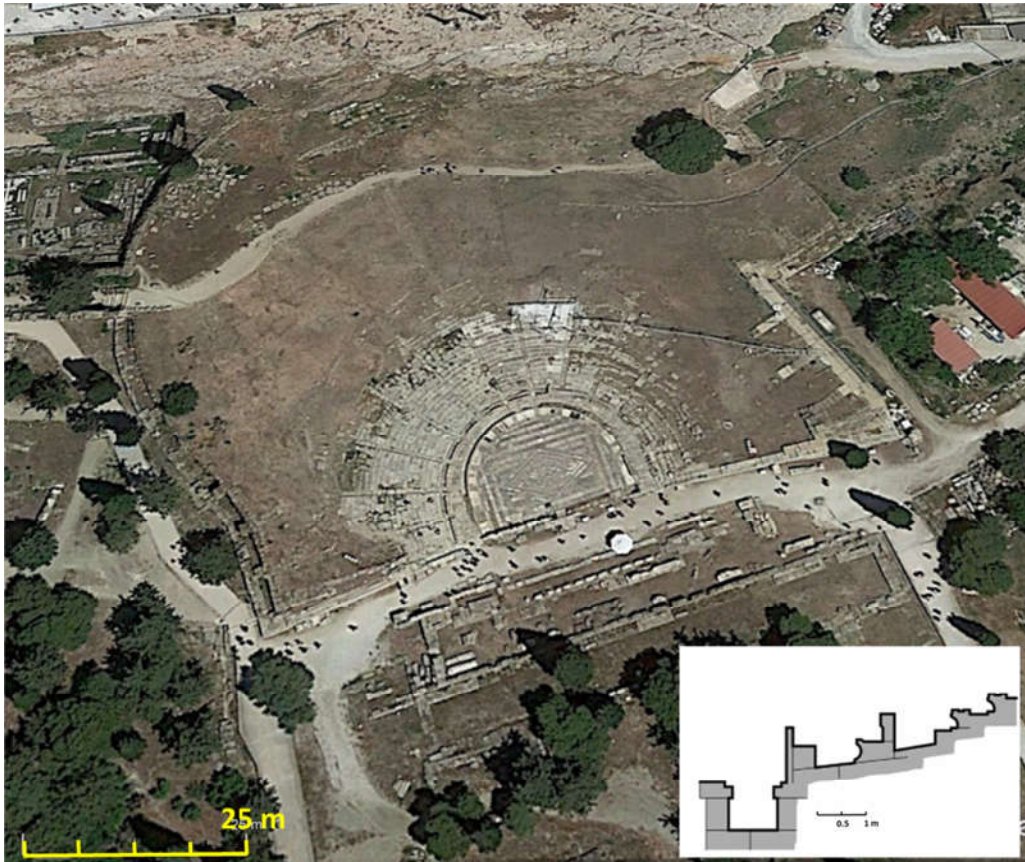
Πίνακας 4.6 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	4.2
Κρίσιμο ύψος (mm)	17.3	34.5	14.6
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	234	791	188

4.3 Θέατρο Διονύσου

4.3.1 Περιγραφή

Το θέατρο του Διονύσου (Εικόνα 4.3) είναι κατασκευασμένο στους πρόποδες της Ακρόπολης, περίπου στα μέσα του 6^{ου} αιώνα π.Χ. κατά την διάρκεια των δέκατων Ολυμπιακών αγώνων. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του που απαρτίζεται από το ημικυκλικό κοίλο με διαζώματα, τα εξήντα επτά προεδρία, την κυκλική ορχήστρα και τέλος την σκηνή από μάρμαρο με τα παρασκήνια, αποτελεί το μοντέλο για πολλές θεατρικές κατασκευές.



Εικόνα 4.3 Το θέατρο του Διονύσου

Αρχικά η γεωμετρία του θεάτρου ήταν τετράγωνη και κατασκευασμένη από ξύλο, ενώ η βασική του ανακατασκευή στη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα έγινε τον 4 π.Χ. αιώνα με πρωτοβουλία του Λυκούργου. Ένα χαρακτηριστικό του αθηναϊκού θεάτρου ήταν το μεγάλο πλάτος του διαζώματος που χωροθετήθηκε στη θέση παλαιάς όδευσης στην περιοχή της Ακρόπολης καθώς και η χωρητικότητα του θεάτρου που υπολογίζεται περίπου στα 30.000 άτομα.

Στη σκηνή παρατηρούνται αλλαγές κατά τα ελληνιστικά χρόνια, τοποθετώντας κιονοστοιχία στην όψη της, καθώς και με την τοποθέτηση δεύτερου ορόφου. Ο χώρος των παρασκηνίων μετακινήθηκε προς τα πίσω από τη ζήτηση για ανίδρυση όλο και περισσότερων έργων στις προβλεπόμενες θέσεις των κυρίων εισόδων του θεάτρου.

Νέα μαρμάρινα πρόπυλα αντικατέστησαν τους παλαιότερους ξύλινους πυλώνες μετά από τις καταστροφές του Σύλλα (86 π.Χ.) επί του ρωμαίου αυτοκράτορα Αυγούστου. Την περίοδο του αυτοκράτορα Νέρωνα (61-62 μ.Χ.)

ανακατασκευάστηκε το θέατρο σύμφωνα με τα ρωμαϊκά πρότυπα όπως το βαθύ χαμηλό προσκήνιο και την διώροφη πρόσοψη. Κατά την περίοδο 117-138 μ.Χ. ο αυτοκράτορας Αδριανός, ο οποίος είχε αναλάβει τη χρηματοδότηση των Διονυσιακών αγώνων το 125 και το 132 μ.Χ. και λόγω αυτού τιμήθηκε και ως ο νέος Διόνυσος, επέβαλε κάποιες αλλαγές στο τμήμα του κοίλου. Προστέθηκαν δεκατρία χάλκινα αγάλματα στο κάτω τμήμα των κερκίδων, αυξήθηκαν οι σειρές των θρόνων και τοποθετήθηκαν ψηλότερα προς το κέντρο του κοίλου. Επίσης, ο επιχρυσωμένος θρόνος του αυτοκράτορα τοποθετείται σε υπερυψωμένο βάθρο στην κεντρική κερκίδα, το λεγόμενο θεωρείο, και τίτλοι ιερέων διαφορετικών θρησκευτικών ιδεολογιών διακοσμούν τους μαρμαρίνους θρόνους των προεδρείων.

Το 267 μ.Χ., ύστερα από τις καταστροφές του βαρβαρικού φύλλου των Ερούλων, η τελευταία αλλαγή του θεάτρου παρατηρείται από τη μετασκευή του ρωμαϊκού προσκηνίου σε βήμα κατά τον 4^ο αιώνα μ.Χ., που επιτεύχθηκε με υλικά από διάφορα μνημεία. Τέλος, τα ανάγλυφα από τον βωμό της περιόδου του αυτοκράτορα Αδριανού, διηγούνται μια παραλλαγή της ζωής του θεού Διόνυσου από τη γέννησή του έως την περίοδο της λατρείας του, στη νότια πλευρά. Το τέλος της χρήσης του χώρου του θεάτρου φέρνει ο αυτοκράτορας Ιουστινιανός το 526 μ.Χ., όταν έκλεισε τις φιλοσοφικές σχολές. Μέχρι τότε η χρήση του θεάτρου περιορίζεται στις διονυσιακές εορτές στο πλαίσιο λαϊκών συγκεντρώσεων, σύμφωνα με μία επιγραφή του άρχοντα των Αθηνών Φαίδρου, από όπου εξάγονται αυτά τα συμπεράσματα.

4.3.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	26.5	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	82	Πλάτος (m)	0.93
ϕ (°)	160	Ύψος (m)	0.97
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m²)	11427	Εμβαδόν (m²)	0.90
Lmax (m)	115.0	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.87
ΔH (m)	32.1	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.31
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.132	Ταχύτητα (m/s)	1.79
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	7.9	Παροχετευτικότητα (m ³ /s)	1.615
		Παροχετευτικότητα (l/s)	1615.2

Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του Λόφου Νυμφών.

Πίνακας 4.8 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	11427	Σταθμός	Λόφος Νυμφών
c	0.75	κ	0.125
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	678	λ'	163
		ψ'	0.698
		θ	0.124
		η	0.622

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.9 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	7.9
Κρίσιμο ύψος (mm)	56.5	113.1	89.9
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.4 Θέατρο Δωδώνης

4.4.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Δωδώνης (Εικόνα 4.4) είναι κατασκευασμένο σε απόσταση 15 km περίπου από τα Ιωάννινα. Κατασκευάστηκε στις αρχές του 3^{ου} αιώνα π.Χ. επί βασιλείας Πύρρου (297-272 π.Χ.), στους πρόποδες του όρους Τόμαρος, κυρίως από μικριτικό υπόλευκο ασβεστόλιθο αλλά και φαιό ασβεστόλιθο σε τμήματα του θεάτρου όπως η σκηνή και τα εδώλια του κοίλου.



Εικόνα 4.4 Το θέατρο της Δωδώνης

Το θέατρο έχει χωρητικότητα 15000 με 17000 περίπου θεατές. Οριζόντιοι διάδρομοι χωρίζουν το κοίλο σε τρία τμήματα με πενήντα πέντε σειρές καθισμάτων (εδωλίων) συνολικά. Τα δύο κατώτερα τμήματα διαιρούνται με κλίμακες σε εννέα κερκίδες και το ανώτερο σε δεκαοκτώ. Οι πύργοι στα άκρα του κοίλου έφεραν κλίμακες για την προσέλευση και αποχώρηση των θεατών. Στο κατώτερο διάζωμα υπήρχαν καθίσματα για επίσημα και τιμώμενα πρόσωπα (προεδρία). Η ορχήστρα έχει διάμετρο 18.70 m, η σκηνή διαστάσεων 31.20x9.10 m έχει δύο τετράγωνα παρασκήνια και εκατέρωθεν αυτής ήταν οι είσοδοι προς την ορχήστρα (πάροδοι). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διεύρυνση του κοίλου σε 135 m για την οποία κατασκευάστηκε αναλημματικός τοίχος με πύργους που μάλλον είχαν ύψος περίπου 10 m.

Κατά τον 3^ο αιώνα π.Χ. στο θέατρο τελούνταν τα Ναΐα, διοργάνωση με πολλούς αγώνες όπου οι συμμετέχοντες έπαιρναν μέρος σε γυμνικούς (αθλητικούς), ιππικούς και δραματικούς αγώνες.

Κατά τη ρωμαϊκή περίοδο, στα χρόνια του Αύγουστου, το θέατρο μετατράπηκε σε αρένα για θηριομαχίες και μονομαχίες. Οι πρώτες σειρές εδωλίων καταργήθηκαν, στη θέση τους χτίστηκε ένα τοίχος ύψους 2.80 m και τα παρασκήνια μετατράπηκαν σε δωμάτια φύλαξης ζώων, ενώ κατασκευάστηκε και καταφύγιο αγωνιζομένων στο κέντρο του τείχους της αρένας.

Οι πρώτες ανασκαφές ξεκίνησαν ήδη από το 1875 από τον αρχαιολόγο Κ. Καραπάνο. Οι ανασκαφές συνεχίστηκαν από τον καθηγητή Δ. Ευαγγελίδη και τον συνεργάτη του Σ. Δάκαρη οι οποίοι συνέχισαν τις ανασκαφές μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, συμβάλλοντας και στην αναστήλωση του θεάτρου. Τον Αύγουστο του 1960 φιλοξένησε θεατές και ανέβηκε η πρώτη παράσταση στη σύγχρονη εποχή. Σήμερα, στο θέατρο φιλοξενούνται παραστάσεις, καθώς επίσης ο αρχαιολογικός χώρος της Δωδώνης είναι επισκέψιμος.

4.4.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχτετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.10.

Πίνακας 4.10 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	20.0	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	67.5	Πλάτος (m)	0.52
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.91
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	6999	Εμβαδόν (m ²)	0.47
Lmax (m)	88.9	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.34
ΔH (m)	26.8	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.20
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.113	Ταχύτητα (m/s)	1.33
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.8	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.631
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	631.4

Στον Πίνακα 4.11 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχείλιση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Παραμυθιάς.

Πίνακας 4.11 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	6999	Σταθμός	Παραμυθιά
c	0.75	κ	0.036
Ένταση υπερχείλισης (mm/hr)	433	λ'	375.6
		ψ'	0.858
		θ	0.334
		η	0.627

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

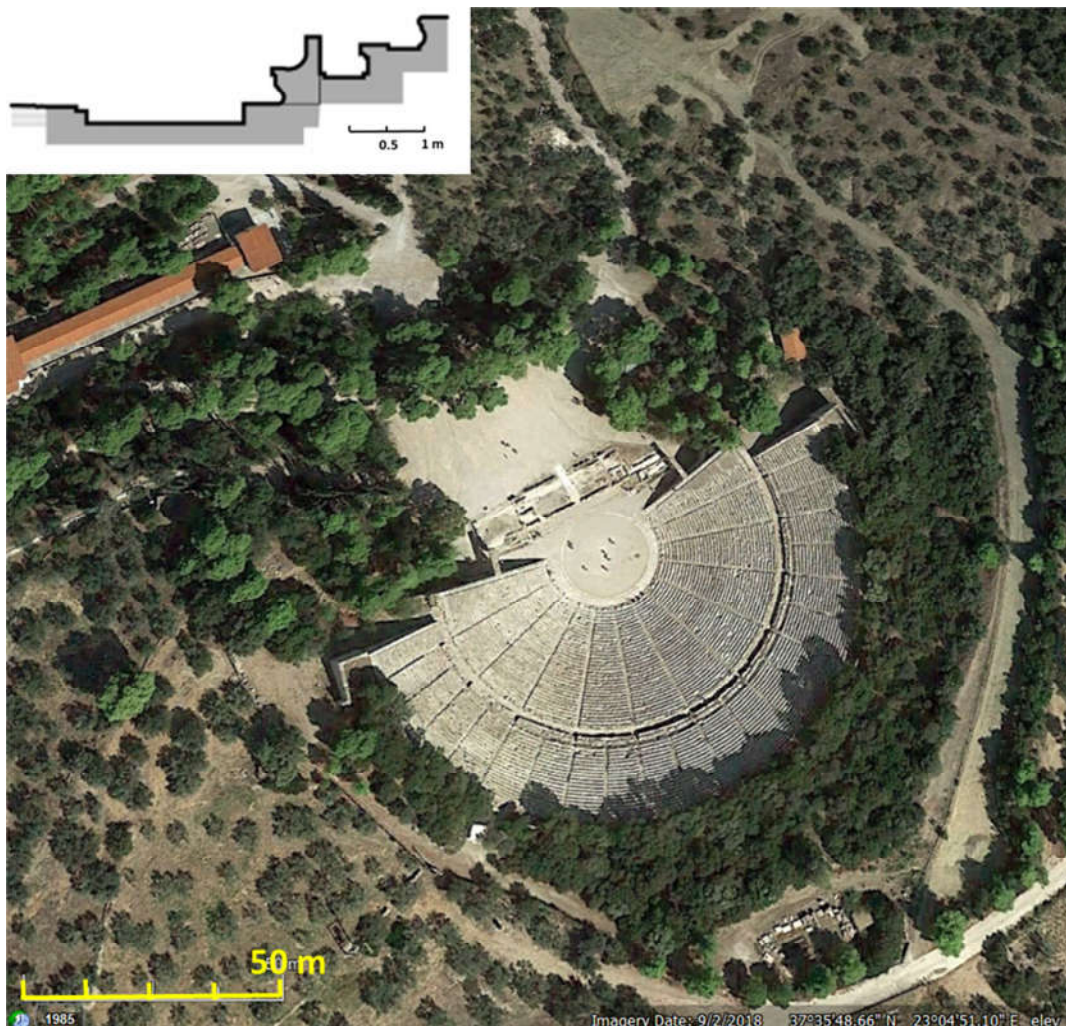
Πίνακας 4.12 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.8
Κρίσιμο ύψος (mm)	36.1	72.2	48.9
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.5 Θέατρο Επιδαύρου

4.5.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Επιδαύρου (Εικόνα 4.5) είναι χτισμένο σε φυσική πλαγιά στο όρος Κυνόρτιο στο Λυγουριό στο χώρο του Ασκληπιείου Επιδαύρου και σε απόσταση 14 km από την παλαιά Επίδαυρο της Αργολίδας.



Εικόνα 4.5 Το θέατρο της Επιδαύρου

Το θέατρο έχει χωρητικότητα περίπου 13000 με 14000 θεατές και διεξάγονται σε αυτό μουσικοί αγώνες και παραστάσεις αρχαίου δράματος ως μέρος της λατρείας του Ασκληπιού.

Το πρώτο στάδιο κατασκευής χρονολογείται στα τέλη του 4^{ου} π.Χ. αιώνα οπότε και χτίστηκαν η ορχήστρα, το κάτω διάζωμα με 12 κερκίδες που περιλάμβαναν 33 σειρές εδωλίων η κάθε μια, και το σκηνικό. Την περίοδο αυτή χρησιμοποιήθηκε για το φεστιβάλ Ασκληπιεία, που ιδρύθηκε τον 5^ο αιώνα π.Χ. και διοργανωνόταν κάθε τέσσερα χρόνια με θέατρο, μουσική και αθλητισμό.

Κατά το δεύτερο στάδιο κατασκευής του, στα μέσα του 2^{ου} αιώνα π.Χ., γίνεται επέκταση στο κοίλο με τη δημιουργία 22 κερκίδων που περιλάμβαναν 21 σειρές εδωλίων.

Το 395 μ.Χ. το θέατρο δέχεται σοβαρές ζημιές από τους Γότθους, κατά την εισβολή τους στην Πελοπόννησο. Η λειτουργία του απαγορεύτηκε το 426 μ.Χ. με διάταγμα από τον Μέγα Θεοδόσιο, ύστερα από 1000 χρόνια λειτουργίας του.

Ανασκαφές του αρχαιολόγου Π. Καββαδία (1907), του Α. Ορλάνδου (1954-1963) υπό την αιγίδα της Αθηναϊκής Αρχαιολογικής Εταιρείας κατά το διάστημα 1870-1926 φέρνουν στο φώς το θέατρο της Επιδαύρου. Το 1938 ανέβηκε η πρώτη παράσταση στο χώρο του θεάτρου στα νεότερα χρόνια, η τραγωδία του Σοφοκλή «Ηλέκτρα», σε σκηνοθεσία Δ. Ροντήρη.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950, το θέατρο δέχτηκε εργασίες αναστήλωσης για να μπορεί να δέχεται μεγάλο αριθμό θεατών, και από το 1955 εγκαινιάστηκε το Φεστιβάλ Επιδαύρου, το οποίο περιλαμβάνει παραστάσεις κάθε καλοκαίρι.

4.5.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο της Επιδαύρου ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχτευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.13.

Πίνακας 4.13 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	20.0	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	66.3	Πλάτος (m)	2
ϕ (°)	160	Ύψος (m)	0.23
s (°)	26	Κλίση (m/m)	0.01
$\tan(s)$	0.49	Συντελεστής τραχύτητας	0.032
Ak (m ²)	7496	Εμβαδόν (m ²)	0.46
L_{max} (m)	91.2	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.46
ΔH (m)	27.5	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.19
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.115	Ταχύτητα (m/s)	1.02
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.9	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.47
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	470.1

Στον Πίνακα 4.14 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό Λυγουριό.

Πίνακας 4.14 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	7496	Σταθμός	Λυγουριό
c	0.75	κ	0.193
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	301	λ'	297.8
		ψ'	0.431
		θ	0.089
		η	0.724

Στον Πίνακα 4.15 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

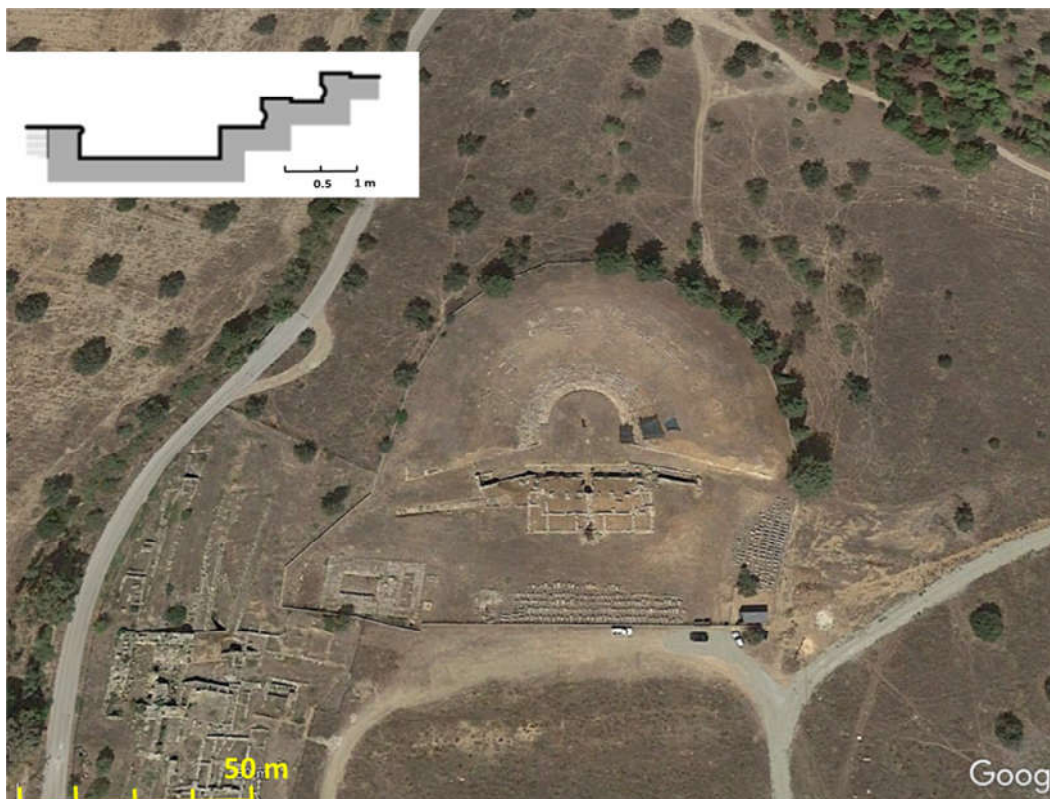
Πίνακας 4.15 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.9
Κρίσιμο ύψος (mm)	25.1	50.2	34.7
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	42	142	71

4.6 Θέατρο Ερέτριας

4.6.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Ερέτριας (Εικόνα 4.6) βρίσκεται στον δήμο Ερέτριας του νομού Ευβοίας, στην συνοικία του Θεάτρου, και είχε χωρητικότητα 6000 θεατών περίπου. Η κατασκευή του θεάτρου διακρίνεται σε τρεις οικοδομικές φάσεις: η πρώτη έγινε το τελευταίο τρίτο του 4^{ου} αιώνα π.Χ., η δεύτερη γύρω στο 300 π.Χ. και η τρίτη μετά το 198 π.Χ.



Εικόνα 4.6 Το θέατρο της Ερέτριας

Από την πρώτη φάση της κατασκευής διασώζονται το σκηνικό, το οικοδόμημα, καθώς και τα θεμέλια αυτού και των παρασκηνίων του.

Στη δεύτερη φάση ανήκει το κοίλο και η ορχήστρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αντίθεση με τα θέατρα της εποχής το κοίλο του δεν χτίστηκε σε φυσικό λόφο, αλλά σε τεχνητό ημικυκλικό ανάχωμα. Η ορχήστρα μεταφέρθηκε κατά 8 m βορειότερα και κατασκευάστηκε 3 m βαθύτερα από την προγενέστερη, ενώ χωρίζεται σε έντεκα κερκίδες από δώδεκα κλίμακες που δίνουν πρόσβαση στα εδώλια. Η ορχήστρα έχει διάμετρο 22 m και περιβάλλεται από τον εύριπο. Ένα θολωτό πέρασμα συνδέει υπόγεια την ορχήστρα με το κτίριο της σκηνής (πιθανότατα ήταν η «χαρώνεια κλίμακα»), που εξυπηρετούσε την εμφάνιση στην ορχήστρα των θεών του Κάτω Κόσμου και των νεκρών κατά τις παραστάσεις.

Στην τρίτη οικοδομική φάση γίνεται επέκταση της σκηνής με προσθήκη δύο πτερύγων καθώς και ένα κιγκλίδωμα στα προεδρία για την προστασία των θεατών από τους μονομάχους.

Το μνημείο ανασκάφτηκε από την Αμερικανική Αρχαιολογική Σχολή και η τοπική Εφορεία Αρχαιοτήτων καταβάλλει σημαντικές προσπάθειες για την αναστήλωσή του. Το τμήμα του θεάτρου που διατηρείται ανέρχεται στο ένα πέμπτο αυτού, το μεγαλύτερο μέρος των εδωλίων έχει διαρπαγεί, ενώ διασώζονται τα χαμηλότερα τμήματα των αναληματικών τοίχων από τις παρόδους του κοίλου και το σκηνικό οικοδόμημα. Η πρόσβαση στο μνημείο δεν επιτρέπεται πλέον λόγω της προχωρημένης διάβρωσης των πρανών και των δομικών υλικών του.

4.6.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	22.0	Διατομή	
Rth (m)	45.5	Πλάτος (m)	1.9
ϕ (°)	160	Ύψος (m)	0.45
s (°)	28	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.53	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	3401	Εμβαδόν (m ²)	0.86
Lmax (m)	72.9	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.80
ΔH (m)	18.3	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.31
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.100	Ταχύτητα (m/s)	1.76
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.0	Παροχτευτικότητα (m ³ /s)	1.502
		Παροχτευτικότητα (l/s)	1501.6

Στον Πίνακα 4.17 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχείλιση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του Προκοπίου.

Πίνακας 4.17 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	3401	Σταθμός	Προκόπιο
c	0.75	κ	0.097
Ένταση υπερχείλισης (mm/hr)	2119	λ'	392.4
		ψ'	0.74
		θ	0.124
		η	0.622

Στον Πίνακα 4.18 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.18 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.0
Κρίσιμο ύψος (mm)	176.6	353.2	211.9
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.7 Θέατρο Εφέσου

4.7.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Εφέσου (Εικόνα 4.7) βρίσκεται στη Μικρά Ασία, χτίστηκε την εποχή του Λυσίμαχου στην πλαγιά του όρους Πίον (Ραπαγιρ Dağ) και υπολογίζεται πως είχε χωρητικότητα 25000 περίπου θεατών.



Εικόνα 4.7 Το θέατρο της Εφέσου

Η κατασκευή του θεάτρου τοποθετείται πιθανόν το 133 μ.Χ., και η κατασκευή της

σκηνής έγινε σε δύο φάσεις τον 1^ο π.Χ. αιώνα, ενώ ξαναχτίζεται από τον 1^ο - 2^ο μ.Χ. αιώνα. Η ορχήστρα του είχε σχήμα πετάλου με διάμετρο 24.66 m, η οποία περιμετρικά διέθετε αγωγό συλλογής ομβρίων (εύριπο).

Το κούλο απαρτίζεται από τρία διαζώματα, έντεκα κερκίδες στο κάτω και μεσαίο διαζώμα, και είκοσι δύο κερκίδες στο επάνω. Το θέατρο επισκευάστηκε για τελευταία φορά την εποχή του Καρακάλα, τον 3^ο μ.Χ. αιώνα.

Το θέατρο της Εφέσου χρησιμοποιήθηκε για θεατρικές παραστάσεις, συναθροίσεις πολιτικού χαρακτήρα και θρησκευτικές εκδηλώσεις. Στις εγκαταστάσεις του φιλοξενούνταν θεατρικά και καλλιτεχνικά δρώμενα, πολιτικές συγκεντρώσεις, λατρευτικές εορταστικές τελετές, μουσικοί και αθλητικοί αγώνες. Κατά τους ύστερους αυτοκρατορικούς χρόνους, μετατράπηκε σε αρένα για θεάματα μαζικότερου χαρακτήρα, όπως μονομαχίες και θηριομαχίες.

4.7.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.19.

Πίνακας 4.19 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	25.8	Διατομή	ΟΡΘ
Rth (m)	71	Πλάτος (m)	0.7
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.44
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	7656	Εμβαδόν (m ²)	0.31
Lmax (m)	98.6	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.58
ΔH (m)	27.1	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.19
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.120	Ταχύτητα (m/s)	1.30
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	7.2	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.401
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	401

Στον Πίνακα 4.20 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Σάμου.

Πίνακας 4.20 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	7656	Σταθμός	Σάμος
c	0.75	κ	0.093
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	251	λ'	477.3
		ψ'	0.744
		θ	0.134
		η	0.741

Στον Πίνακα 4.21 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.21 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	7.2
Κρίσιμο ύψος (mm)	21.0	41.9	30.1
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	77	306	146

4.8 Θέατρο Κορίνθου

4.8.1 Περιγραφή

Το θέατρο της αρχαίας Κορίνθου (Εικόνα 4.8) βρίσκεται στα ΒΔ της αρχαίας αγοράς και βόρεια του ρωμαϊκού ωδείου, στο Δημοτικό Διαμέρισμα Αρχαίας Κορίνθου, στο Δήμο Κορίνθου. Το θέατρο έχει συνολικά οχτώ φάσεις ανακατασκευής και ανοικοδομήθηκε στα ίχνη παλαιότερου θεάτρου χτισμένο σε φυσικό πρανές, με λίθινα εδώλια και ξύλινη σκηνή. Η πρώτη από τις οικοδομικές φάσεις ανάγεται στα

τέλη του 5^{ου} αιώνα π.Χ. Προστέθηκαν μόνιμα καθίσματα και σκηνή από ξύλο, ενώ κατά την ελληνιστική περίοδο προστέθηκε νέα ορχήστρα και σκηνικά.



Εικόνα 4.8 Το θέατρο της Κορίνθου

Κατά την πρώιμη ελληνιστική περίοδο το κοίλο επεκτάθηκε με χωρητικότητα 18000 περίπου θεατών. Χωριζόταν σε δεκατέσσερις κερκίδες και είχε εξήντα έξι σειρές εδωλίων. Τον 1^ο αι. μ.Χ. ανακατασκευάστηκε και απέκτησε επιβλητική σκηνή, ενώ το δεύτερο τέταρτο του 2^{ου} αι. μ.Χ. γίνεται ανακατασκευή του θεάτρου με πρόσθεση τριώροφου προσκήνιου που έφερε τρεις εισόδους αψιδωτής κάτοψης και γλυπτό ζωγραφισμένο διάκοσμο. Βόρεια αυτού κατασκευάστηκε μια ορθογώνια περίστυλη αυλή με σιντριβάνι.

Τον 3^ο αιώνα το θέατρο μετατράπηκε σε αρένα για θηριομαχίες και μονομαχίες. Αφαιρέθηκαν οι πρώτες δέκα σειρές των εδωλίων, ο βράχος λαξεύτηκε στο επίπεδο της ορχήστρας, ενώ ανοιχτήκαν τρεις υπόγειοι χώροι για τους μονομάχους. Οι χαμηλότερες θέσεις της ορχήστρας αφαιρέθηκαν ώστε να δημιουργηθεί κάθετο

παραπέτασμα που διαχώριζε το κοινό από τους μονομάχους, ενώ ένας ψηλός τοίχος με τοιχογραφίες, που απεικόνιζαν κυνήγι ζώων, περιέβαλλε την αρένα. Λίγο αργότερα, η ορχήστρα και οι πρώτες σειρές των εδωλίων αποκαταστάθηκαν και δημιουργήθηκαν ειδικά συστήματα υδροδότησης, τα οποία μπορούσαν να γεμίζουν την αρένα με νερό, για τη διενέργεια πλασματικών ναυμαχιών μεταξύ των μονομάχων. Στην αυλή που βρίσκεται ανατολικά της σκηνής εντοπίζεται λίθος του δαπέδου σε δεύτερη χρήση, που φέρει λατινική επιγραφή με αναφορά στον aedilis (οικονομικό διαχειριστή) της πόλης Έραστο. Ο χώρος του θεάτρου συνέχισε να χρησιμοποιείται έως και τους βυζαντινούς χρόνους.

Μετά την καταστροφική εισβολή του Αλάρικου στην Κόρινθο το 396 μ.Χ., το θέατρο δεν ξαναχρησιμοποιήθηκε. Τέλος, ορισμένες περιοχές του θεάτρου παραμένουν ακόμα άσκαφτες.

4.8.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.22.

Πίνακας 4.22 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	27.3	Διατομή	
Rth (m)	60.5	Πλάτος (m)	0.52
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.71
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	5457	Εμβαδόν (m ²)	0.37
Lmax (m)	89.7	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.94
ΔH (m)	21.9	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.19
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.115	Ταχύτητα (m/s)	1.28
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.9	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.473
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	473.1

Στον Πίνακα 4.23 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Κορίνθου.

Πίνακας 4.23 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	5457	Σταθμός	Κόρινθος
c	0.75	κ	0.193
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	416	λ'	278.4
		ψ'	0.559
		θ	0.089
		η	0.724

Στον Πίνακα 4.24 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.24 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.9
Κρίσιμο ύψος (mm)	34.7	69.4	47.8
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	282	966	474

4.9 Θέατρο Λευκάδας

4.9.1 Περιγραφή

Το αρχαίο θέατρο της Λευκάδας (Εικόνα 4.9) ανακαλύφθηκε το 1901 από τον γερμανικής καταγωγής αρχαιολόγο E. Krüge και τον συνεργάτη του, W. Dörpfeld. Χτίστηκε στον λόφο «Κούλμος» νότια της πόλης της Λευκάδας, στην βορειοανατολική πλευρά του μεσαίου λοφίσκου του «Κούλμου», όπου εντοπίζεται η θέση του, καθώς σχηματίζεται αμφιθεατρικό κατωφερές κοίλωμα.



Εικόνα 4.9 Το θέατρο της Λευκάδας (Πηγή: <https://www.diazoma.gr/>)

Ανασκαφικά αποτελέσματα παρουσιάζουν τμήματα των τριών βασικών μερών του θεάτρου, της ορχήστρας, του κοίλου, των αναλημματικών τοίχων και του σκηνικού οικοδομήματος. Η πλακόστρωση του λαξευμένου βράχου της ορχήστρας δεν βρέθηκε, διότι είχε αφαιρεθεί και χρησιμοποιηθεί ως οικοδομικό υλικό. Εντοπίστηκαν μόνο λαξευμένα εδώλια στον βράχο ενώ αποκαλύφθηκε και ο εύριπος μεταξύ ορχήστρας και κοίλου. Βρέθηκαν, επίσης, οι δύο πρώτες σειρές εδωλίων του κοίλου, οι οποίες ήταν κατασκευασμένες από ασβεστόλιθο και εκλάπησαν.

Το θέατρο διέθετε λίθινα εδώλια μόνο στις πρώτες σειρές του κοίλου, ενώ τα υπόλοιπα πιθανόν να ήταν ξύλινα. Ελάχιστοι λίθοι σώθηκαν από τα θεμέλια της σκηνής, από όπου προδίδεται η κατεύθυνση του προσκηνίου. Το έδαφος στη βόρεια πλευρά της σκηνής ήταν επικλινές, όπως απέδειξε η ύπαρξη αναλημματικών τοίχων. Αναγνωρίστηκαν δυο οικοδομικές φάσεις των τοίχων με βάση την τοιχοποιία τους. Όσον αφορά τη χρονολόγηση του θεάτρου από την ανασκαφική έρευνα δεν προκύπτουν στοιχεία (ο Dörpfeld θεώρησε πως χρονολογείται περίπου στους προρωμαϊκούς χρόνους).

Η έκταση του θεάτρου είναι περίπου 5 στρέμματα. Σήμερα στην περιοχή υπάρχει ελαιώνας που αναπτύσσεται σε σειρές κλιμακωτών ανδρών οριζόμενων με ξερολιθιά. Όλες τοπικές αρχές εξέφρασαν τη διαθεσιμότητά τους, και ο Νομάρχης κ. Αραβανής την προθυμία του να χρηματοδοτήσει την έναρξη των απαιτούμενων ερευνητικών και ανασκαφικών εργασιών στο θέατρο με το ποσό των 200.000 ευρώ. Τέλος, το Δεκέμβρη του 2015 διεξήχθη ανασκαφική έρευνα στο θέατρο με την αρωγή του Δήμου Λευκάδας, ενώ η τοπογράφηση των τομών έγινε εθελοντικά από το γραφείο του μηχανικού κ. Χ. Κατηφόρη.

4.9.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Δεν υπάρχουν δεδομένα για το κοίλο παρά μόνο για τον εύριπο ο οποίος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου (έγιναν υποθέσεις) και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.25.

Πίνακας 4.25 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)		Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)		Πλάτος (m)	0.36
ϕ (°)		Ύψος (m)	0.36
s (°)		Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)		Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	3500	Εμβαδόν (m ²)	0.13
Lmax (m)	70.0	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.08
ΔH (m)	20.0	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.12
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.095	Ταχύτητα (m/s)	0.94
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5.7	Παροχετευτικότητα (m ³ /s)	0.122
		Παροχετευτικότητα (l/s)	122.1

Στον Πίνακα 4.26 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του Πάλαιρου.

Πίνακας 4.26 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	3500	Σταθμός	Πάλαιρος
c	0.75	κ	0.108
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	167	λ'	130.1
		ψ'	0.695
		θ	0.334
		η	0.627

Στον Πίνακα 4.27 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.27 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	5.7
Κρίσιμο ύψος (mm)	14.0	27.9	16.0
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	1334	2773	1494

4.10 Θέατρο Μεγαλόπολης

4.10.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Μεγαλόπολης (Εικόνα 4.10) ήταν από τα μεγαλύτερα θέατρα της αρχαίας Ελλάδας. Κατασκευάστηκε λίγο μετά το 370 π.Χ. από τον Αργεΐτη Πολύγυρο σε φυσικό πρανές και υπολογίζεται πως είχε χωρητικότητα περίπου 18000 με 20000 θεατές.

Το κοίλο έχει διάμετρο 145 m και η ορχήστρα 30 m, ενώ ήταν από τα πρώτα θέατρα όπου εφαρμόστηκε το σχέδιο της κυκλικής αρχιτεκτονικής για την ορχήστρα και το κοίλο.

Το κοίλο περιελάμβανε δύο διαζώματα με είκοσι σειρές εδωλίων στα δύο κατώτερα μέρη του και δεκαεπτά στο ανώτερο μέρος. Για τις ανάγκες των παραστάσεων είχε

κατασκευαστεί ξύλινη σκηνή, η οποία σηνόταν μπροστά από τη στοά, και τον υπόλοιπο καιρό φυλασσόταν στη σκηνοθήκη που λειτουργούσε ως χώρος αποθήκευσης του θεατρικού υλικού και βρισκόταν κοντά στη δυτική πάροδο.



Εικόνα 4.10 Το θέατρο της Μεγαλόπολης

Το 1890, από τις ανασκαφές του Βρετανικού Ινστιτούτου, ήρθαν στο φώς η ορχήστρα το προσκήνιο, μέρος της προεδρίας, οι χαμηλότερες λίθινες κερκίδες, τα αναλήμματα των παρόδων και τα θεμέλια της σκηνοθήκης.

Τμήμα του θεάτρου αποτελεί επίσης το Θερσίλειο Βουλευτήριο της Αρκαδικής Ομοσπονδίας, που βρισκόταν στη βόρεια πλευρά του θεάτρου. Στηριζόταν σε μαρμάρινους στύλους και υπολογίζεται πως είχε χωρητικότητα 6000 καθιστών θεατών και 10000 όρθιων.

Το θέατρο ανασκάφτηκε στα 1890-1891 από την Αγγλική Αρχαιολογική Σχολή υπό τη διεύθυνση των E.A.Gardner και W.Loring. Από το 2000 πραγματοποιούνται εργασίες για την αποκατάστασή του, ενώ το 2012 ξεκίνησε το έργο «Αποκατάσταση και Ανάδειξη Αρχαίου Θεάτρου Μεγαλόπολης». Από το 2015, ενώ τα έργα

βρίσκονταν σε εξέλιξη, το θέατρο λειτουργεί ξανά φιλοξενώντας μουσικές εκδηλώσεις.

4.10.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχτετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.28.

Πίνακας 4.28 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	30.0	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	65.5	Πλάτος (m)	0.52
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.36
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	6384	Εμβαδόν (m ²)	0.19
Lmax (m)	97.6	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.24
ΔH (m)	23.5	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.15
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.120	Ταχύτητα (m/s)	1.10
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	7.2	Παροχτετευτικότητα (m ³ /s)	0.206
		Παροχτετευτικότητα (l/s)	205.6

Στον Πίνακα 4.29 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχείλιση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Καρύταινας.

Πίνακας 4.29 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	6384	Σταθμός	Καρύταινα
c	0.75	κ	0.113
Ένταση υπερχείλισης (mm/hr)	155	λ'	279.5
		ψ'	0.405
		θ	0.089
		η	0.724

Στον Πίνακα 4.30 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.30 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	7.2
Κρίσιμο ύψος (mm)	12.9	25.8	18.6
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	10	61	24

4.11 Θέατρο Οινιάδων

4.11.1 Περιγραφή

Το θέατρο των αρχαίων Οινιαδών (Εικόνα 4.11) βρίσκεται στο δημοτικό διαμέρισμα Κατοχής, του ομώνυμου Δήμου Οινιαδών, στον νομό Αιτωλοακαρνανίας. Η κατασκευή του θεάτρου έγινε σε δύο φάσεις που αφορούσαν κυρίως ανακατασκευές. Η πρώτη φάση είναι στα μέσα του 4^{ου} αιώνα π.Χ. Τότε το θέατρο διέθετε σκηνικό μονόροφο ορθογωνίου σχήματος, με πέντε ανοίγματα στην πρόσοψή του τα οποία ορίζονταν από τέσσερις πεσσούς που φράσσονταν με πίνακες για τις σκηνοθετικές ανάγκες του θεατρικού. Η δεύτερη φάση έγινε στο πρώτο μισό του 3^{ου} αιώνα π.Χ. Τότε προστέθηκε προσκήνιο, ανατολικά και δυτικά της σκηνής κτίστηκαν παρασκήνια, προστέθηκε ένας όροφος στο κτίριο του σκηνικού, και τέλος διαμορφώθηκε η ορχήστρα με λίθινο περιμετρικό κρηπίδωμα και έναν αγωγό για τη συγκέντρωση και την απορροή των υδάτων (μεταξύ του κοίλου και του κρηπιδώματος).

Το κοίλο του θεάτρου είναι λαξευμένο σε τοπικό ασβεστόλιθο της περιοχής και αποτελείται από είκοσι οκτώ σειρές εδωλίων (διατηρούνται μόνο δεκαεννέα). Οι θεατές προσέγγιζαν τις θέσεις από εννέα κλίμακες ανόδου, οι οποίες χώριζαν το κοίλο σε έντεκα κερκίδες, χωρίς διάζωμα. Η ορχήστρα έχει σχήμα πετάλου με διάμετρο 14.82 m και είναι πλασιωμένη με κράσπεδο πλάτους 0.46 m που σώζεται

και σήμερα. Το προσκήνιο υπολογίζεται –από τα θεμέλιά του– ότι είχε μήκος 21.89 m και τα παρασκήνια είναι διαστάσεων 5x5.62 m το καθένα.



Εικόνα 4.11 Το θέατρο των Οινιαδών

Η πρώτη αρχαιολογική έρευνα έγινε από τον αρχαιολόγο Benjamin Powell στο δεύτερο μισό του έτους 1900, ενώ μέχρι το Μάιο του 1901 είχε αποκαλυφθεί η σκηνή, η ορχήστρα, τμήμα του κοίλου και οι ενεπίγραφες λιθόπλινθοι με τις απελευθερωτικές επιγραφές στο νοτιοδυτικό τμήμα του κοίλου.

Ο χώρος παρέμεινε επιχωμένος έως το 1987, οπότε η ΣΤ' Ε.Π.Κ.Α. Πατρών (προϊστάμενος Λ. Κολώννας), ανέλαβε την πλήρη αποκάλυψή του.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών αυτής της περιόδου πραγματοποιήθηκε μεθοδικός καθαρισμός του θεάτρου, στα πλαίσια του οποίου αποκαταστάθηκε σε μεγάλο βαθμό η κλίση της επίχωσης στο δυτικό τμήμα του κοίλου και έξι καλυπτήριες πλάκες του ευρίπου γύρω από την ορχήστρα.

Οι εργασίες στον αρχαιολογικό χώρο, που πραγματοποιήθηκαν από τον Λ. Κολώνα και τον καθηγητή Σ. Γώγο, άρχισαν το 1991 και ολοκληρώθηκαν το 1993. Το θέατρο είναι επισκέψιμο και κάθε καλοκαίρι πραγματοποιούνται συναυλίες και θεατρικές παραστάσεις στο πλαίσιο του Φεστιβάλ Οινιαδών, κατόπιν σχετικής γνωμοδότησης του Κ.Α.Σ.

4.11.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.31.

Πίνακας 4.31 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	15.0	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	42	Πλάτος (m)	0.56
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.42
s (°)	27.5	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.52	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	2682	Εμβαδόν (m ²)	0.24
Lmax (m)	58.1	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.40
ΔH (m)	18.0	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.17
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.087	Ταχύτητα (m/s)	1.18
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5.2	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.28
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	277.3

Στον Πίνακα 4.32 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του Λεσινίου.

Πίνακας 4.32 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	2682	Σταθμός	Λεσίνιο
c	0.75	κ	0.108
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	496	λ'	121.3
		ψ'	0.691
		θ	0.334
		η	0.627

Στον Πίνακα 4.33 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.33 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	5.2
Κρίσιμο ύψος (mm)	41.4	82.7	43.1
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.12 Θέατρο Πειραιά

4.12.1 Περιγραφή

Το θέατρο Ζέας (Εικόνα 4.12) βρίσκεται στο λιμάνι του Πειραιά, δίπλα από το αρχαιολογικό μουσείο της περιοχής, στο οικοδομικό τετράγωνο των οδών Φιλελλήνων, Αλκιβιάδου, Χαριλάου Τρικούπη και Νεωσοίκων. Κατασκευάστηκε στις αρχές του 3^{ου} αιώνα π.Χ. από υποκίτρινο πειραιϊκό λίθο, ο οποίος είναι αρκετά εύθρυπτος, και είχε ως πρότυπο το θέατρο του Διονύσου (Αθήνα).

Η διάμετρος του κοίλου είναι 66.50 m. Η κατασκευή του θεμελιώθηκε κυρίως σε φυσικό βράχο, ενώ στο ανώτερο τμήμα όπου δεν υπήρχε αυτή η δυνατότητα, τα εδώλια εδράζονταν σε ένα είδος τεχνητής επίχωσης.

Η ορχήστρα έχει διάμετρο 23.40 m και διαθέτει λίθινο εύριπο.



Εικόνα 4.12 Το θέατρο Πειραιά

Η διαδικασία για την αποκάλυψη του θεάτρου ξεκίνησε το 1880-1881 από την αρχαιολογική υπηρεσία με επικεφαλής τον Δ. Φίλιο και τον καθηγητή Ι. Δραγάτση. Κατά τις ανασκαφές, τον Απρίλιο του 1880, ο Δραγάτσης διαπίστωσε ότι διάφοροι σκόρπιοι σπόνδυλοι πώρινων κιόνων, αρχαίες πέτρες και ευκρινή θεμέλια βυζαντινής εκκλησίας αποτελούσαν λείψανα θεάτρου. Την επιστασία της ανασκαφής ανέλαβε ο Φίλιος (27.6.1880) που έφερε στο φως τα δύο τρίτα του κοίλου, την κάτοψη της ορχήστρας και της σκηνής.

Ο Γ. Παπαδημητρίου, Γενικός Διευθυντής της Υπηρεσίας Αρχαιοτήτων και Αναστηλώσεων, παραχώρησε το 1959 στη Δόρα Στράτου το θέατρο Ζέας για τις χορευτικές παραστάσεις των λαϊκών της μπαλέτων.

4.12.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.34.

Πίνακας 4.34 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	15.5	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	35.5	Πλάτος (m)	0.52
ϕ (°)	180	Ύψος (m)	0.34
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	1885	Εμβαδόν (m ²)	0.18
Lmax (m)	52.1	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	1.20
ΔH (m)	12.9	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.15
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.087	Ταχύτητα (m/s)	1.08
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5.2	Παροχευτικότητα (m ³ /s)	0.191
		Παροχευτικότητα (l/s)	191.0

Στον Πίνακα 4.35 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχείλιση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό του Λόφου Νυμφών.

Πίνακας 4.35 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	1885	Σταθμός	Λόφος Νυμφών
c	0.75	κ	0.125
Ένταση υπερχείλισης (mm/hr)	486	λ'	163
		ψ'	0.698
		θ	0.124
		η	0.622

Στον Πίνακα 4.36 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

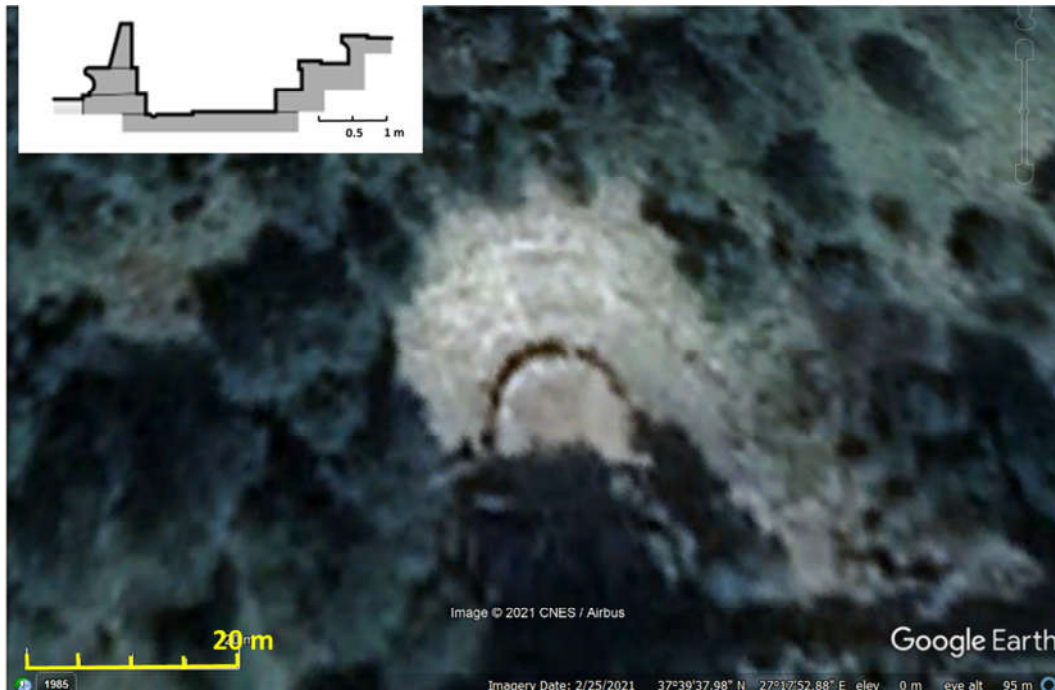
Πίνακας 4.36 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	5.2
Κρίσιμο ύψος (mm)	40.5	81.1	42.6
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.13 Θέατρο Πριήνης

4.13.1 Περιγραφή

Το θέατρο της Πριήνης (Εικόνα 4.13) βρίσκεται στην περιοχή της Ιωνίας (ακτές Μικράς Ασίας) χτίστηκε τον 1^ο αιώνα π.Χ.



Εικόνα 4.13 Το θέατρο της Πριήνης

Θεωρείται από τα παλαιότερα θέατρα της Μικράς Ασίας αφού διαθέτει την παλιότερη σωζόμενη σκηνή, αν ευσταθεί η χρονολόγηση του κοίλου στο 340 π.Χ. Η δημοσίευση του θεάτρου από τον Α. Von Gerkan το 1921 αναφέρεται σε όλες τις κατασκευαστικές φάσεις του θεάτρου. Η μορφή του είναι το κλασικό σχήμα του πετάλου και χτίστηκε με λάξευση αυτού στο λόφο. Περίπου το 300 π.Χ. είχαν κατασκευαστεί τα προεδρία, ενώ η λίθινη σκηνή ήταν ένα διώροφο κτίσμα με τον όροφο να προεξέχει στην ορχήστρα. Το κοίλο είχε μέγεθος 56.50 m ενώ η διάμετρος της ορχήστρας ανέρχεται σε 19 m.

Η χωρητικότητα του θεάτρου ήταν 5000 θεατές, συμπτωματικά όσος και ο πληθυσμός της Πριήνης. Έτσι αναπτύχθηκε η άποψη ότι ο χώρος του θεάτρου χρησιμοποιούνταν και για δημόσιες συγκεντρώσεις των πολιτών.

4.13.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.37.

Πίνακας 4.37 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	18.7	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	57	Πλάτος (m)	1.83
ϕ (°)	160	Ύψος (m)	0.34
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
$\tan(s)$	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
A_k (m ²)	5517	Εμβαδόν (m ²)	0.62
L_{max} (m)	80.3	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.51
ΔH (m)	22.2	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.25
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.111	Ταχύτητα (m/s)	1.53
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.6	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	0.951
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	950.9

Στον Πίνακα 4.38 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Σάμου.

Πίνακας 4.38 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	5517	Σταθμός	Σάμος
c	0.75	κ	0.093
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	827	λ'	477.3
		ψ'	0.744
		θ	0.134
		η	0.741

Στον Πίνακα 4.39 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.39 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.6
Κρίσιμο ύψος (mm)	68.9	137.9	91.6
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.14 Θέατρο Σικυώνας

4.14.1 Περιγραφή

Η τοποθεσία του αρχαίου θεάτρου της Σικυώνας (Εικόνα 4.14) βρίσκεται στο τοπικό διαμέρισμα Βασιλικού του Δήμου Σικυωνίων, στον νομό Κορινθίας (4 km ΝΑ του Κιάτου). Το θέατρο χρονολογείται στα τέλη του 4^{ου} ή στις αρχές του 3^{ου} αιώνα π.Χ. και η ανακατασκευή του πιθανολογείται ότι έγινε μετά το 146 π.Χ. στα ρωμαϊκά χρόνια.



Εικόνα 4.14 Το θέατρο της Σικυώνας

Όπως όλα τα αρχαία θέατρα, ακολουθεί την ίδια αρχιτεκτονική σχεδίαση: τα μέρη του είναι τρία, το κοίλον, η ορχήστρα και η σκηνή. Κατασκευάστηκε στις υπώρειες της ακρόπολης των ελληνοιστικών χρόνων, στο φυσικό κοίλο του λόφου, δυτικά της αρχαίας αγοράς.

Κατασκευαστικά συνδυάζει τη χρήση δυο τεχνικών: α) της δόμησης με εγχώριο πωρόλιθο και β) της λάξευσης τμημάτων του θεάτρου στο φυσικό βράχο. Το κοίλο, διαμέτρου 125 m, έχει όψη προς τα βορειοανατολικά, ενώ δύο οριζόντιες δίοδοι το χωρίζουν σε τρία διαζώματα. Έχει ανασκαφτεί μόνο τμήμα του κατώτερου διαζώματος, όπου δεκαέξι κλιμακωτοί διάδρομοι ορίζουν δεκαπέντε κερκίδες. Υπολογίζεται πως υπήρχαν συνολικά εξήντα σειρές εδωλίων. Οι κύριες εισοδοί των θεατών ήταν οι δυο θολωτοί δίοδοι στα άκρα του πρώτου διαζώματος, μήκους 16 m, πλάτους 2.55 m και ύψους 2.60 m.

Η ορχήστρα, ημικυκλικού σχήματος, έχει διάμετρο 24.04 m. Ο εύριτος, είναι σκεπασμένος με πλάκες στο σημείο επαφής με κάθε μια από τις κλίμακες, διέτρεχε την ορχήστρα μπροστά από τα τιμητικά εδώλια και εξέχυνε τα όμβρια ύδατα σε

αβαθή τάφρο, που διασχίζει την ορχήστρα παράλληλα προς τον τοίχο του προσκηνίου. Τα ύδατα διοχετεύονταν σε μια τρίτη τάφρο που διέσχιζε κάθετα την ορχήστρα και κατέληγε σε μικρή κλίμακα πίσω από τα σκηνικά.

Στις παρόδους, δεξιά και αριστερά, πλάτους 4 m, υπήρχαν πύλες. Στην πίσω (βορειοανατολική) πλευρά της σκηνής οικοδομήθηκε στοά δωρικού ρυθμού με δεκατρείς κίονες, που απολήγει στο βορειοδυτικό άκρο σε κρηναία κατασκευή.

Στη ρωμαϊκή εποχή το σκηνικό οικοδόμημα επεκτάθηκε καλύπτοντας μέρος της ορχήστρας και κατασκευάστηκε νέο, χαμηλό λογείο (pulpitum) στη θέση του προσκηνίου.

Το θέατρο χρησιμοποιήθηκε για θεατρικές και μουσικές παραστάσεις μέχρι το 2000, μετά απαγορεύτηκε η διεξαγωγή τους και παραχωρήθηκε στο κοινό μόνο για τουριστικές επισκέψεις.

4.14.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μία έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχетеυτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.40.

Πίνακας 4.40 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	24.3	Διατομή	ΟΡΘ.
Rth (m)	61	Πλάτος (m)	1.01
ϕ (°)	170	Ύψος (m)	0.97
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02
Ak (m ²)	5924	Εμβαδόν (m ²)	0.98
Lmax (m)	89.1	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.95
ΔH (m)	22.8	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.33
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.116	Ταχύτητα (m/s)	1.86
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	6.9	Παροχетеυτικότητα (m ³ /s)	1.820
		Παροχетеυτικότητα (l/s)	1819.6

Στον Πίνακα 4.41 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Κορίνθου.

Πίνακας 4.41 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	5924	Σταθμός	Κόρινθος
c	0.75	κ	0.193
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	1474	λ'	278.4
		ψ'	0.559
		θ	0.089
		η	0.724

Στον Πίνακα 4.42 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.42 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	6.9
Κρίσιμο ύψος (mm)	122.9	245.7	170.5
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	>10000	>10000	>10000

4.15 Θέατρο Συρακουσών

4.15.1 Περιγραφή

Το αρχαίο θέατρο των Συρακουσών (Εικόνα 4.15) στην Ιταλία, είναι το τρίτο σε μέγεθος μετά της Μιλήτου και της Μεγαλόπολης. Κατασκευάστηκε τον 5^ο αιώνα π.χ. επί βασιλείας Ιέρωνος του Α' (478-476 π.Χ.) από τον Έλληνα αρχιτέκτονα Δημοκόπο τον Μύριλλο, με λάξευση του λόφου που βρίσκεται βόρεια του λιμένα των Συρακουσών. Θεωρείται πως προϋπήρχε, από το 550 π.Χ., παλαιότερο πρόχειρο θέατρο το οποίο και αντικαταστάθηκε από αυτό του Δημοκόπου. Η

λάξευση του βράχου ήταν σε τραπεζοειδές σχήμα. Το τελικό ημικυκλικό σχήμα του θεάτρου αποκτήθηκε στα τέλη του 4^{ου} αιώνα επί άρχοντος Τιμολέοντος, όπως διασώζεται και σήμερα.



Εικόνα 4.15 Το θέατρο των Συρακουσών

Το θέατρο έχει διάμετρο 150 m, οι πενήντα εννέα σειρές εδωλίων είναι καλώς διατηρημένες από τις οποίες οι έντεκα χαμηλότερες καλύπτονταν από μάρμαρο. Το κοίλο μέρος του χωριζόταν σε εννέα κερκίδες, που κάθε μία είχε ξεχωριστή ονομασία. Οι ονομασίες που έχουν διασωθεί είναι πέντε και είναι χαραγμένες στον βράχο: Ζεϋς, Ηρακλής, Ιέρων Β΄, Φιλιστίς και Νηρίς.

Έχει χωρητικότητα 10000 καθήμενων θεατών ή 24000 όρθιων. Στο μέσον έφερε ένα ευρύ διάζωμα το οποίο το χώριζε στο κατώτερο και ανώτερο τμήμα. Πίσω από το ανώτερο τμήμα του θεάτρου υφίσταται βραχώδες συνεχές παραπέτασμα που φέρει ίχνη επιστεγάσματος. Προς το μέρος της σκηνής υπάρχουν ίχνη θεμελίων κτιρίων,

που προδίδουν ότι όλη η σκηνή μπορεί να ήταν ξύλινη. Η ακουστική του ήταν εξαιρετικά καλή και γενικά θεωρούνταν αριστούργημα αρχιτεκτονικής.

Στους βυζαντινούς χρόνους εγκαταλείφθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως νεκροταφείο.

Μετά τις ανασκαφές χρησιμοποιήθηκε ως μεγάλο κέντρο θεατρικών παραστάσεων, αρχαίων ελληνικών δραματικών έργων. Αναστηλώθηκε με λυόμενη ξυλοκατασκευή για σύγχρονη χρήση.

Η πρώτη σύγχρονη παράσταση αρχαίου ελληνικού δράματος έγινε το 1914, με πρωτοβουλία του Συρακούσιου ευγενή Μάριου Θωμά Γκαργκάλο. Στις 16 Απριλίου του ίδιου έτους (1914), ανέβηκε το έργο «Αγαμέμνων» του Αισχύλου. Ακολούθησε μια επταετής διακοπή λόγω του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, μέχρι το 1921, οπότε και ανέβηκαν οι «Χοηφόροι» του Αισχύλου. Το 1922 ανέβηκαν οι «Βάκχαι» του Ευριπίδη και ο «Οιδίπους τύραννος» του Σοφοκλή, και τέλος οι «Επτά επί Θήβας» του Αισχύλου και η «Αντιγόνη» του Σοφοκλή, το 1924. Οι τελευταίες παραστάσεις είχαν τόσο μεγάλη επιτυχία, που προσέλκυαν στις Συρακούσες πλήθος Ιταλών και άλλων περιηγητών και διανοουμένων, σε βαθμό που κέντρισε το ενδιαφέρον του Βασιλέως της Ιταλίας και της ιταλικής κυβέρνησης. Τότε ιδρύθηκε το Εθνικό Ινστιτούτο Αρχαίου Δράματος (INDA), το οποίο ανέλαβε στο εξής όλες τις παραστάσεις με φεστιβαλικό χαρακτήρα.

4.15.2 Υπολογισμοί μεγεθών

Στο θέατρο ο εύριπος έχει μια έξοδο. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του θεάτρου και του ευρίπου καθώς και οι εκτιμήσεις του χρόνου συγκέντρωσης, της παροχετευτικότητας του ευρίπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.43.

Πίνακας 4.43 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά θεάτρου και ευρίπου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΑΤΡΟΥ		ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΙΠΟΥ	
Dor (m)	21.4	Διατομή	ΣΥΝΘΕΤΗ
Rth (m)	69.25	Πλάτος (m)	
ϕ (°)	160	Ύψος (m)	
s (°)	25	Κλίση (m/m)	0.006
tan(s)	0.47	Συντελεστής τραχύτητας	0.02

Ak (m ²)	8168	Εμβαδόν (m ²)	0.33
Lmax (m)	95.9	Βρεχόμενη περίμετρος (m)	2.00
ΔH (m)	27.3	Υδραυλική ακτίνα (m)	0.16
Χρόνος συγκέντρωσης (hr)	0.121	Ταχύτητα (m/s)	1.16
Χρόνος συγκέντρωσης (min)	7.3	Παροχετευτικότητα (m ³ /s)	0.381
		Παροχετευτικότητα (l/s)	380.5

Στον Πίνακα 4.44 παρουσιάζονται (α) εκτίμηση της κρίσιμης έντασης βροχής για την υπερχειλίση του ευρίπου και (β) οι παράμετροι των όμβριων καμπυλών για το σταθμό της Νάξου.

Πίνακας 4.44 Κρίσιμη ένταση βροχής και παράμετροι των όμβριων καμπυλών

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΕΥΡΙΠΟΥ		ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ	
Ak (m ²)	8168	Σταθμός	Νάξος
c	0.75	κ	0.156
Ένταση υπερχειλίσης (mm/hr)	224	λ'	164.3
		ψ'	0.538
		θ	0.134
		η	0.741

Στον Πίνακα 4.45 παρουσιάζονται οι περίοδοι επαναφοράς που προκύπτουν θεωρώντας χρόνους συγκέντρωσης 5, 10 min καθώς και αυτόν που υπολογίστηκε από τα γεωμετρικά δεδομένα του θεάτρου.

Πίνακας 4.45 Περίοδος επαναφοράς για διάφορους χρόνους συγκέντρωσης

Χρόνος συγκέντρωσης (min)	5	10	7.3
Κρίσιμο ύψος (mm)	18.6	37.3	37.3
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	343	1181	1181

Κεφάλαιο 5: Σύνοψη-Συμπεράσματα-Μελλοντική έρευνα

5.1 Σύνοψη

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά των αρχαίων θεάτρων. Στα θέατρα της Βεργίνας και της Δήλου ο εύριπος έχει δύο εξόδους

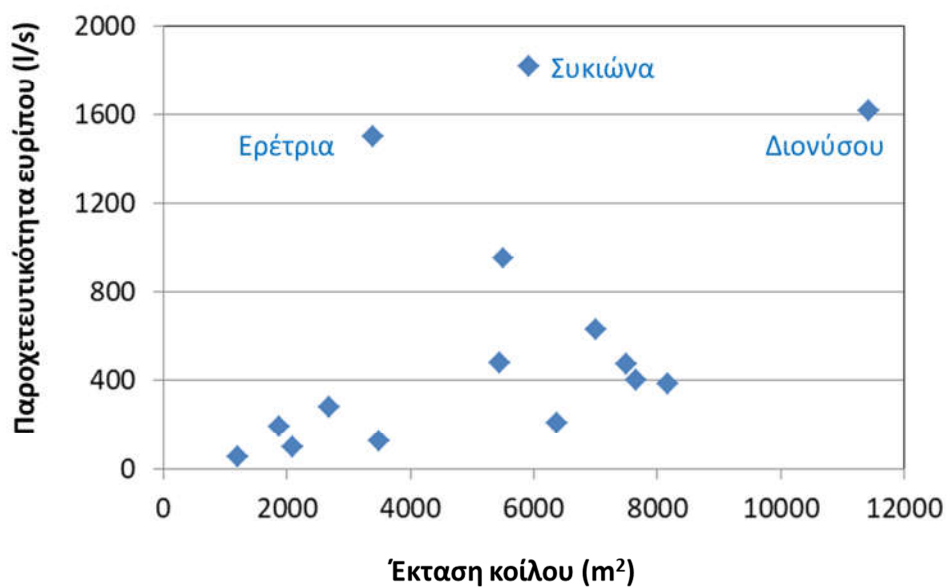
Πίνακας 5.1 Γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά αρχαίων θεάτρων

Θέατρο	Έκταση κοίλου (m ²)	Παροχετευτικότητα ευρίπου (l/s)	Κρίσιμη ένταση υπερχείλισης (mm/hr)	Χρόνος συγκέντρωσης (min)	Κρίσιμο ύψος (mm)	Περίοδος επαναφοράς (έτη)
Βεργίνας	2094	94.8	326	4.7	16.9	190
Δήλου	1209	52.2	207	4.2	14.6	188
Διονύσου	11427	1615.2	678	7.9	89.9	>10000
Δωδώνης	6999	631.4	433	6.8	48.9	>10000
Επιδαύρου	7496	470.1	301	6.9	34.7	71
Ερέτριας	3401	1501.6	2119	6	211.9	>10000
Εφέσου	7656	401.0	251	7.2	30.1	146
Κορίνθου	5457	473.1	416	6.9	47.8	474
Λευκάδας	3500	122.1	167	5.7	16.0	1494
Μεγαλόπολη	6384	205.6	155	7.2	18.6	24
Οινιάδων	2682	277.3	496	5.2	43.1	>10000
Πειραιά	1885	191.0	486	5.2	42.6	>10000
Πριήνης	5517	950.9	827	6.6	91.6	>10000
Συκιώνας	5924	1819.6	1474	6.9	170.5	>10000
Συρακουσών	8168	380.5	224	7.3	37.3	1181

Από τα δεδομένα του Πίνακα προκύπτει ότι: (1) οι εκτάσεις των κοίλων κυμαίνονται από 2000 έως 14500 m², (2) οι παροχετευτικότητες κυμαίνονται από 50-1600 l/s, (3) οι κρίσιμες εντάσεις υπερχείλισης κυμαίνονται από 200 έως 2000 mm/hr, (4) οι χρόνοι συγκέντρωσης κυμαίνονται από 4 έως 8 min, (5) τα κρίσιμα ύψη για το χρόνο

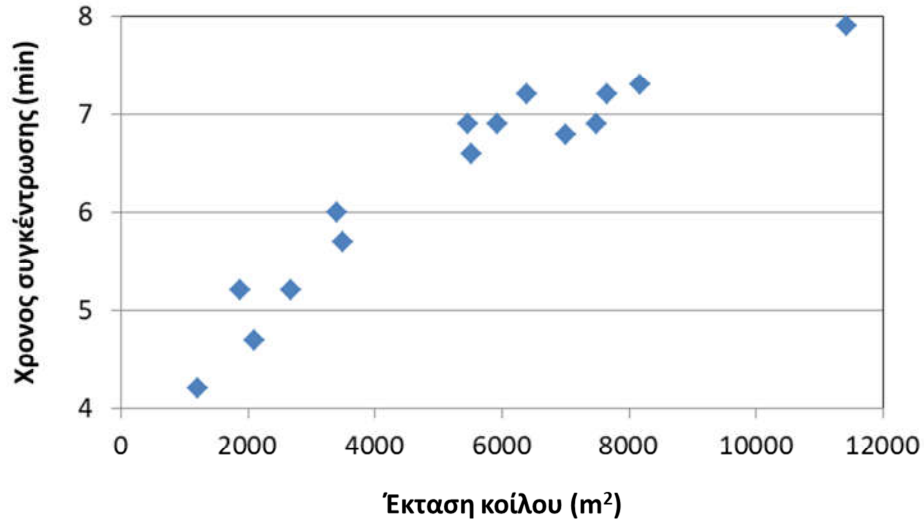
συγκέντρωσης κυμαίνονται από 15 έως mm) και (6) οι περίοδοι επαναφοράς κυμαίνονται από 24 έως και σε πολλές περιπτώσεις ξεπερνούν τα 10000 έτη.

Στα Σχήματα 5.1 έως 5.3 παρουσιάζονται για τα 15 θέατρα οι συσχετίσεις μεταξύ διαφόρων γεωμετρικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών. Ειδικότερα στο Σχήμα 5.1 φαίνεται η παροχευετικότητα του ευρίπου σε σχέση με την έκταση του κοίλου, στο Σχήμα 5.2 ο χρόνος συγκέντρωσης του θεάτρου σε σχέση με την έκταση του κοίλου και στο Σχήμα 5.3 η παροχευετικότητα του ευρίπου σε σχέση με την κρίσιμη ένταση υπερχείλισης.



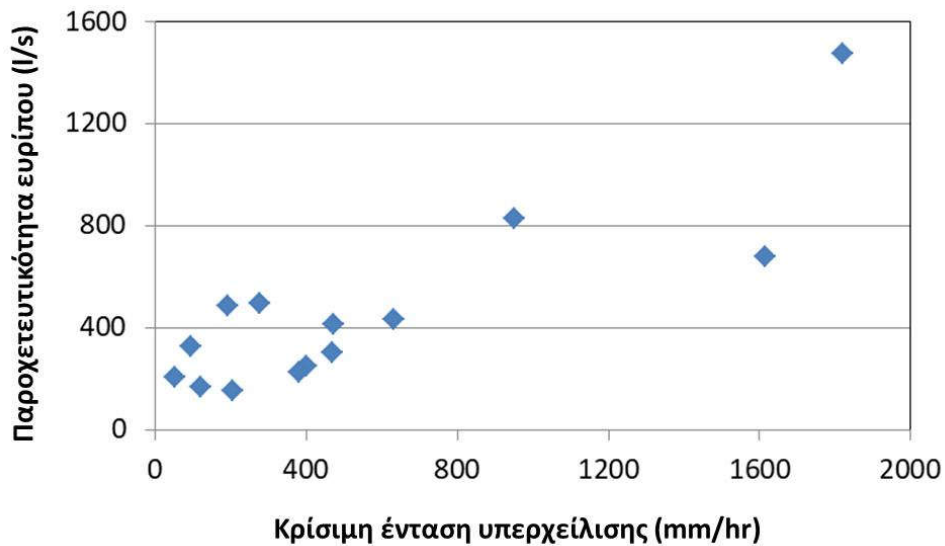
Σχήμα 5.1 Συσχέτιση παροχευετικότητας ευρίπου και έκτασης κοίλου

Από το Σχήμα 5.1 φαίνεται η σημαντική συσχέτιση μεταξύ της έκτασης του κοίλου και της παροχευετικότητας του ευρίπου αν και σε δύο θέατρα (Ερέτρια, Σικιώννα) έχει σχεδιαστεί αρκετά μεγάλος εύριπος.



Σχήμα 5.2 Συσχέτιση χρόνου συγκέντρωσης και έκτασης κοίλου

Από το Σχήμα 5.2 παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ της έκτασης του κοίλου και του χρόνου συγκέντρωσης η οποία βέβαια ήταν αναμενόμενη λόγω και του τρόπου υπολογισμού των μεγεθών με βάση ένα «πρότυπο» θέατρο



Σχήμα 5.3 Συσχέτιση παροχεταιυτικότητας ευρίπου και κρίσιμης έντασης υπερχείλισης

Από το Σχήμα 5.3 παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ της παροχетеυτικότητας του ευρίπου και της κρίσιμης έντασης υπερχειλίσης

5.2 Συμπεράσματα

- Στα θέατρα που εξετάστηκαν, οι παροχетеυτικότητες των ευρίπων κυμαίνονται από 50-1600 l/s, οι κρίσιμες εντάσεις υπερχειλίσης από 200 έως 2000 mm/hr και οι χρόνοι συγκέντρωσης των κοίλων από 4 έως 8 min.
- Παρατηρείται σημαντική συσχέτιση (α) μεταξύ της έκτασης του κοίλου και της παροχетеυτικότητας του ευρίπου, (β) μεταξύ της έκτασης του κοίλου και του χρόνου συγκέντρωσης και (γ) μεταξύ της παροχетеυτικότητας του ευρίπου και της κρίσιμης έντασης υπερχειλίσης.
- Οι διατομές των ευρίπων στα 13 από τα 15 θέατρα που εξετάστηκαν ήταν ορθογωνικές
- Η αντιπλημμυρική προστασία ήταν επαρκής. Η περίοδος επαναφοράς της έντασης βροχής υπερχειλίσης για το χρόνο συγκέντρωσης εκτιμήθηκε σε έξι θέατρα μεγαλύτερη από 10000 έτη, ενώ μόνο σε δύο θέατρα εκτιμήθηκε κάτω από 100 έτη (Μεγαλόπολης 24 έτη, Επιδάουρου, 71 έτη).
- Φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι εύριποι ήταν πολύ μεγαλύτεροι από όσο χρειαζόταν ώστε να εξασφαλίζεται η αντιπλημμυρική προστασία της ορχήστρας. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο τρόπος κατασκευής τους ίσως να συνδέεται με αλλά αρχιτεκτονικά ή αισθητικά κριτήρια.

5.3 Μελλοντική έρευνα

- **Λεπτομερέστερη αποτύπωση των αρχαίων θεάτρων.** Στην ανάλυση που έγινε υπάρχουν ανακρίβειες στα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά των θεάτρων. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να προσδιοριστούν ακριβέστερα για κάθε θέατρο: (α) το σχήμα, οι διαστάσεις, η κλίση, ο συντελεστής απορροής και

ο χρόνος συγκέντρωσης του κοίλου και (β) η κλίση, η τραχύτητα και ο τρόπος αποστράγγισης του ευρίπου

- **Εφαρμογή της μεθοδολογίας σε περισσότερα θέατρα.** Η έρευνα έγινε σε ένα μικρό αριθμό θεάτρων (15) από τα εκατοντάδες που διασώζονται. Μόνο στη βάση δεδομένων του Παραρτήματος υπάρχουν 127 θέατρα.
- **Καταγραφή των χαρακτηριστικών του συνόλου των υδραυλικών έργων κάθε θεάτρου.** Σε αυτά περιλαμβάνονται δεξαμενές αποθήκευσης ομβρίων, κανάλια αποχέτευσης περιμετρικά του κοίλου, υδραυλικές κατασκευές για την εκτέλεση ναυμαχιών κ.α.
- **Δημιουργία γεωγραφικής βάσης δεδομένων αρχαίων θεάτρων.** Αυτή θα περιλαμβάνει το σύνολο των γεωμετρικών, υδραυλικών, κατασκευαστικών και λειτουργικών (έτος κατασκευής, αριθμός θεατών, προσανατολισμός) χαρακτηριστικών κάθε θεάτρου.

Βιβλιογραφία

Δημοσιεύσεις-μελέτες

- Beckers, B. and N. Borgia, The acoustic model of the Greek theatre, <https://www.researchgate.net/publication/267410968>, 2007
- Chow, V.T. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York, 1959
- De Feo, G.; Antoniou, G.; Fardin, H.F.; El-Gohary, F.; Zheng, X.Y.; Reklaityte, I.; Butler, D.; Yannopoulos, S.; Angelakis, A.N. The Historical Development of Sewers Worldwide. *Sustainability*, 6, 3936-3974, 2014
- Dilke, O. A. W., The Greek Theatre Cavea, The Annual of the British School at Athens Vol. 43, pp. 125-192, 1948
- Kollyropoulos, K., Antoniou, G.P., Kalavrouziotis, I.K., Krasilnikoff, J.A., Koutsoyiannis, D. and Angelakis, A.N. (2015). Hydraulic Characteristics of the Drainage Systems of Ancient Hellenic Theatres: Case Study of the Theatre of Dionysus and its Implications. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, American Society of Civil Engineers (ASCE), 2015
- Motta, D., Keenan-Jones, D., Garcia, M. H., & Fouke, B. W., Hydraulic Evaluation of the Design and Operation of Ancient Rome's Anio Novus Aqueduct. *Archaeometry*, 59(6), 1150-1174, 2017
- Sear, Frank. Roman Theatres: An Architectural Study. Oxford; New York: Oxford University Press, 2006.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΧΩΡΑΣ (ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΔΗΓΙΑΣ 2007/60/ΕΚ), 2016
- Κολλυρόπουλος, Κ. Υδραυλικά χαρακτηριστικά αποχετευτικών συστημάτων αρχαίων Ελληνικών θεάτρων: βιώσιμες τεχνικές μέθοδοι και μοντέλα αποστράγγισης, Διδακτορική διατριβή, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2021
- Κουτσογιάννης Δ., Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης, Έκδοση 4, 180 pages, doi:10.13140/RG.2.1.2169.1125, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.

Ιστοσελίδες

<https://e-didaskalia.blogspot.com/2016/01/meri-arxaiou-theatrou.html>

Θέατρο Βεργίνας

<https://www.diazoma.gr/theaters>

<http://ancienttheater.culture.gr/el/psifiaki-bibliothiki/--17/57-theatro-verginas1/file>

<https://docplayer.gr/9993346-Arhaio-theatro-verginas.html>

Θέατρο Δωδώνης

<https://www.diazoma.gr/theaters/archaio-theatro-dwdwnis/>

<http://ancienttheater.culture.gr/el/psifiaki-bibliothiki/--17/44-theatro-dodonis-1/file>

[https://www.mixanitouxronou.gr/dodoni-to-megalytero-archaio-theatro-tis-elladas-
apo-psila-oi-ellines-timoysan-ton-dia/](https://www.mixanitouxronou.gr/dodoni-to-megalytero-archaio-theatro-tis-elladas-
apo-psila-oi-ellines-timoysan-ton-dia/)

Θέατρο Επιδαύρου

<https://www.diazoma.gr/theaters/asklipleio-epidavrou-theatro/>

<https://www.tolo.gr/gr/Attractions/Argolida/Ancient%20Epidaurus/Ancient%20Theater%20of%20Epidaurus-9>

[https://www.lifo.gr/culture/arxaiologia/arhaio-theatro-epidayroy-h-istoria-enos-
apo-ta-spoydaiotera-mnimeia-tis](https://www.lifo.gr/culture/arxaiologia/arhaio-theatro-epidayroy-h-istoria-enos-
apo-ta-spoydaiotera-mnimeia-tis)

<https://www.mytheatro.gr/arxaio-theatro-epidauros/>

Θέατρο Ερέτριας

http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=736

<https://www.diazoma.gr/theaters>

<https://www.eviagreece.gr/item/arxaio-theatro-eretrias/>

[https://www.egnomi.gr/article/107247/arxaio_theatro_eretrias_anastilwsi_syzitieta
i_panw_apo_50_xronia.html](https://www.egnomi.gr/article/107247/arxaio_theatro_eretrias_anastilwsi_syzitieta
i_panw_apo_50_xronia.html)

Θέατρο Εφέσου

<https://www.ionia-culture.edu.gr/theatro-efesou>
http://otinanai4u.blogspot.com/2013/10/blog-post_9256.html
<https://www.rizospastis.gr/story.do?id=3940447>

Θέατρο Κορίνθου

<https://www.diazoma.gr/theaters/>
<https://www.corinthmuseum.gr>
http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=21004
<https://neonlinedotcom1.wordpress.com/tag>

Θέατρο Λευκάδας

<https://www.diazoma.gr/theaters/archαιο-theatro-lefkadas/>
<https://www.diazoma.gr/deltia-typou/to-taxidi-mas-to-archαιο-theatro-lefkadas/>
<https://www.mylefkada.gr/top-stories/synechizonte-anaskafikes-ergasies-sto-archeo-theatro-lefkadas-128658/>
https://www.diazoma.gr/site-assets/Tour-010_Lefkada-v1.pdf

Θέατρο Μεγαλόπολης

<https://www.diazoma.gr/theaters/archαιο-theatro-megalopolis/>
<https://www.megalopoli.gov.gr/component/k2/31-aksiotheata/157-archαιο-theatro-megalopolis>
<http://ancienttheater.culture.gr/el/psifiaki-bibliothiki/--17/48-theatro-megalopolis-1/file>

Θέατρο Οινιάδων

<https://www.diazoma.gr/theaters/archαιο-theatro-oiniadwn/>
<https://www.aitoloakarnania.com.gr/index.php/>
<http://ancienttheater.culture.gr/el/psifiaki-bibliothiki/--17/51-theatro-oiniadon-1/file>

Θέατρο Πειραιά

<https://www.diazoma.gr/theaters/archαιο-theatro-zeas/>

<https://ellas2.wordpress.com/2014/01/06>

Θέατρο Πριήνης

<https://mikrasiatis.gr/to-arxaio-theatro-tis-priinis/>

https://www.slideshare.net/filippos_chatziandreas/ss-76490223

<https://artineducationwordpress.files.wordpress.com/2019/01/theatro.pdf>

Θέατρο Σικυώνας

<https://www.diazoma.gr/theaters>

<https://kiato.gov.gr>

Θέατρο Συρακουσών

<https://texnikoskosmos.gr/2020/12/21/%CE%B7>

https://oupantos.blogspot.com/2018/10/blog-post_31.html

Παράρτημα

Κατάλογος αρχαίων θεάτρων

Πηγή: <https://www.whitman.edu/theatre/theatretour/table/specifications.table.htm>

Βασισμένο στο Sear, 2006

Ancient Name	Modern Name	Location	Date	Cavea Width (m)	Orchestra Width (m)	Capacity (Max)	Facing Direction
Acinipo	Ronda la Vieja	Spain (Baetica) 36.83188, -5.24081	-59	62	21	N/A	E
Acrae / Akrai	Palazzolo Acreide	Italy (Sicily) 37.0576, 14.8946	-300	37.5	19.2	N/A	N
Aegae	Vergina	Greece (Macedonia) 40.47896, 22.32201	-399	74	28.44	N/A	N
Aegeira	Egira	Greece (Achaea) 38.12863, 22.37778	-299	46	14.4	N/A	N
Agrigentum / Akragas	Agrigento	Italy (Sicily) 37.29616, 13.5904	-350	100	Unknown	N/A	S
Alba Fucens	Massa d'Albe	Italy (Regio 4) 42.07959, 13.4128.	10	62	20	N/A	SW
Albintimilium	Ventimiglia	Italy (Regio 9) 43.78941, 7.62523	150	52	21	2200	S
Alexandria	Alexandria (Arabic: al-Iskandariyya)	North Africa (Aegyptus) 31.19479, 29.90415	145	33	6	800	SW
Antiphellos	Kaş (formerly Andifli)	Turkey (Lycia and Pamphylia) 36.20003, 29.63527	-100	50	10.65	4000	S
Aphrodisias	Geyre	Turkey (Asia Minor) 37.70737, 28.72497	-39	90	25	8000	E
Arausio	Orange	France (Narbonensis) 44.13599, 4.80926	0	103.63	29.9	7,300	N
Arelate	Arles	France (Narbonensis) 43.67656, 4.6304	-27	102	30.63	7,250	W

Argos	Argos	Greece (Achaea) 37.63165, 22.71929	-330	96	26	20,000	E
Argos (odeum)	Argos	Greece (Achaea) 37.63165, 22.71929	100	40.93	12.12	1,600	E
Arycanda	Arif	Turkey (Lycia and Pamphylia)	-50	56	17.18	3,400	S
Aspendus	Belkiz	Turkey (Lycia and Pamphylia) 36.93903, 31.17251	161	95.48	23.87	7,650	E
Assus	Behramkale	Turkey (Asia Minor)	-200	68	20.54	N/A	S
Augusta Bagiennorum	Bene Vagienna	Italy (Regio 9)	50	57.5	22.2	N/A	SW
Augusta Emerita	Mérida	Spain (Lusitania)	-16	86.63	25.73	6,250	NE
Augusta Taurinorum	Turin	Italy (Regio 11)	50	76	30	N/A	SE
Augustodunum	Autun	France (Lugdunensis)	50	148	50	13,800	NE
Baelo	Bolonia	Spain (Baetica)	41	70	20	N/A	S
Bilbilis	Calatayud	Spain (Tarraconensis)	0	78.2	20	N/A	S
Brixia	Brescia	Italy (Regio 10) 45.54005,10.22 47413	193	90	49	N/A	S
Bulla Regia	Hammam Daradji	North Africa (Africa Proconsularis)	150	60	23.8	N/A	SW
Carsulae	San Gemini	Italy (Regio 6)	10	62.7	20.5	N/A	W
Carthago	Carthage	North Africa (Africa Proconsularis)	-27	104	36.6	N/A	SE
Carthago Nova	Cartagena	Spain (Tarraconensis)	-20	87.2	25.69	5,100	NE
Cassiope	Kamarina	Greece (Epirus)	-299	89.2	N/A	N/A	W
Catana/Katane Greek Theatre converted to Roman Theatre	Catania	Italy (Sicily) 37.50294, 15.08361	-400	87	29	7500	S
Catana/Katane Roman Odeum	Catania	Italy (Sicily) 37.50304, 15.08285	150	42	10	1900	S
Clunia	Peñalba de Castro	Spain (Lusitania)	14	96	N/A	N/A	NE
Corinth (theatre)	Kórinthos	Greece (Achaea) 37.90608, 22.87733	-350	121	27.25	18000	N
Corinth (odeum)	Kórinthos	Greece (Achaea)	100	63	17.2	3000	N

		37.90608, 22.87733					
Cyrene (odeum)	Shahhat	Libia 32.81858, 21.8578	150	50	17	2500	NE
Delos	Dilos	Greece (Achaea)	-305	65	21.2	5500	SW
Delphi	Delfi	Greece (Achaea)	-272	52	18.4	N/A	SE
Dionysus	Athens	Greece (Achaea)	-499	82	26.53	17,000	SE
Dium	Malathriá	Greece (Macedonia)	N/A	N/A	31.5	N/A	E
Dodona	Dodoni	Greece (Epirus)	-297	135	21	14,500	SE
Elis	Ilida	Greece (Achaea)	-400	104	21	8000	NW
Ephesus	Selçuk	Turkey (Asia Minor)	-200	142	25.8	21,500	W
Ephesus (odeum)	Selçuk	Turkey (Asia Minor)	150	47.5	9.2	1,500	S
Epidaurus	Epidaurus	Greece (Achaea)	-340	119	24.65	14,700	NW
Eretria	Eretria	Greece (Achaea)	-411	91	22	6300	S
Faesulae	Fiesole	Italy	-27	67	22.14	3250	NE
Forum Julii	Fréjus	France (Narbonensis)	-25	83.81	21.5	N/A	SE
Gythium	Githio	Greece (Achaea)	N/A	36.5	17.8	N/A	E
Halicarnassus	Bodrum	Turkey (Asia Minor)	-230	86	18	N/A	S
Heraclea Minoa	Eraclea Minoa	Italy (Sicily) 37.39427, 13.2807	-320	50.6	16.7	N/A	S
Herodes Atticus (odeum)	Athens	Greece (Achaea)	160	81	21.4	5,500	S
Hierapolis	Pamukkale	Turkey (Asia Minor) 37.9273, 29.12943	60	103	21.65	12,550	W
Iaitas	Monte Iato	Italy (Sicily) 37.96759, 13.19791	-325	67.9	21.5	N/A	S
Iguvium	Bubbio	Italy	10	70.37	17.97	4,800	NE
Isthmia	Isthmia	Greece (Achaea)	-390	72	17.6	N/A	N
Italica	Santiponce	Spain (Baetica)	0	75.76	25.4	4,200	NE
Laodicea-ad-Lycum	Goncali	Turkey (Asia Minor)	-260	138.5	42	10,000	NW
Letoon	Kumluova	Turkey (Lycia and Pamphylia)	-199	79	30	N/A	NW
Lixus	Larache	North Africa (Mauretania Tingitana)	0	55	32	N/A	S
Lugdunum	Lyon	France (Lugdunensis)	-15	108.5	28.5	11,400	E

Lugdunum (odeum)	Lyon	France (Lugdunensis)	130	73	21	4,500	E
Luna	Luni	Italy (Regio 7)	50	45	20	N/A	NE
Magnesia-ad-Meandrum	Tekin	Turkey (Asia Minor)	-160	75.8	18.9	N/A	E
Malaca	Málaga	Spain (Baetica)	30	64.5	22.5	N/A	W
Mantineia	Mantinia	Greece (Arkadia)	-350	67	21.7	N/A	E
Marcellus	Rome	Italy (Regio 1)	-13	129.8	37	N/A	SW
Megalopolis	Megalopoli	Greece (Achaia)	-399	131	31.52	19.7	NE
Messene	Mavromati	Greece (Achaia)	-299	88	22	N/A	S
Metellinum	Medellín	Spain (Lusitania)	-25	63	N/A	N/A	S
Miletus	Balat	Turkey (Asia Minor)	-250	139.8	27.34	18,500	SW
Morgantina	Serra Orlando	Italy (Sicily) 37.43003, 14.47943	-325	57.5	14.4	3000	E
Myra	Demre	Turkey (Lycia and Pamphylia)	200	111	30	N/A	SW
Nicopolis	Preveza	Greece (Epirus)	-27	92	29	N/A	NE
Nysa	Sultanhisar	Turkey (Asia Minor)	-50	115	25	N/A	S
Oriculum	Otricoli	Italy (Regio 6) 42.41538, 12.46527	-27	79	15	N/A	SSW
Olisipo	Lisbon	Spain (Lusitania)	-27	80	18	N/A	S
Orchomenus	Orhomenos	Greece (Boiotia)	-399	N/A	16	N/A	E
Ostia	Ostia Antica	Italy (Regio 1)	-18	65	23.5	6,000	NW
Patara	Kelemiş	Turkey (Lycia and Pamphylia)	14	84	23	6,850	NE
Pergamum	Bergama	Turkey (Asia Minor)	-225	80	21	10,000	SW
Pergamum (Roman theatre at Sanctuary of Asclepius)	Bergama	Turkey (Asia Minor)	130	71	15.67	3,500	S
Perge	Aksu	Turkey (Lycia and Pamphylia)	120	112.5	27.75	14,200	E
Phaselis	Tekirova	Turkey (Lycia and Pamphylia)	100	46	16.5	N/A	NW
Philippi	Krenides	Greece (Thracia)	-399	82	N/A	N/A	S
Pinara	Minare Köyü	Turkey (Lycia and Pamphylia)	175	55	14.5	N/A	W
Pompeii (theatre)	Pompeii	Italy (Regio1) 40.74896, 14.48912	-199	60	20.9	3,850	SE
Pompeii (odeum)	Pompeii	Italy (Regio1) 40.74896,	-75	34.8	15.3	1,850	SE

		14.48912					
Priene	Güllübahçe	Turkey (Asia Minor)	-340	57	18.7	N/A	SE
Sabratha		Libia 32.80568, 12.48509				N/A	N
Saguntum	Sagunto	Spain (Tarraconensis)	14	85	22	N/A	NE
Segesta	Province of Trapani	Italy (Sicily) 37.94132, 12.84388	-409	63	14.8	4000	N
Segobriga	Cabeza del Gregio	Spain (Tarraconensis)	40	65	24.4	2,050	N
Selge	Zerk	Turkey (Lycia and Pamphylia)	150	104	25.5	11600	SE
Sicyon	Kiato	Greece (Achaea)	-303	122	24.3	N/A	NE
Side	Eski Antalya	Turkey (Lycia and Pamphylia)	175	120	29	17,200	NE
Simena	Kale (formerly Kekowa)	Turkey (Lycia and Pamphylia)		21	5.8	300	SW
Simitthu	Chemtou	North Africa (Africa Proconsularis)	200	68	N/A	N/A	SE
Soluntum	Solunto	Italy, Sicily 38.09418, 13.53191	-350	40	10	1800	E
Sparta	Sparti	Greece (Achaea)	-50	114	29.55	12,850	SW
Spoletium	Spoletto	Italy (Regio 6) 42.73337, 12.73507	-25	72.2	21.7	3,500	N
Stobi	Pustogradске	Greece (Macedonia)	100	90	29.78	7,650	SE
Sufetula	Sbeitla	North Africa (Africa Proconsularis)	138	59	23	N/A	E
Syracusae	Siracuse	Italy (Sicily) 37.07639, 15.275	-470	138.5	21.4	15000	S
Tarraco	Tarragonia	Spain (Tarraconensis)	-27	70.8	20.5	N/A	E
Tauromenium	Taormina	Italy (Sicily) 37.85263, 15.29282	-265	109	28	11,150	SW
Tauromenium Odeum	Taormina	Italy (Sicily) 37.85397, 15.28800	117	26	12.8	N/A	NE
Telmessus	Fethiye	Turkey (Lycia and Pamphylia)	-27	78	30	N/A	NE
Tergeste	Trieste	Italy (Regio 10)	97	64.4	20.34	2800	NW
Termessus	Güllük	Turkey (Lycia and Pamphylia)	-200	65.5	30	4,850	SE
Teus	Sığacık	Turkey (Asia Minor)	-200	72.3	23	N/A	S

Thera	Thira	Greece (Achaea)	-299	24	9.98	1,500	NE
Thessalonica	Thessaloniki	Greece (Macedonia)	N/A	N/A	N/A	N/A	NW
Thoricus	Thorikos	Greece (Achaea)	-525	55	27	N/A	SW
Thugga	Dougga	North Africa (Africa Proconsularis)	168	63.5	20.7	3,150	S
Tlos	Düver	Turkey (Lycia and Pamphylia)	75	52	18	N/A	NW
Troia (Troy)	Hisarlik	Turkey (Asia Minor)	-306	98.6	18.5	9650	S
Tyndaris	Tindari	Italy (Sicily) 38.14377, 15.04234	-375	76	23	3000	NE
Tynes	Tunis	North Africa (Africa Proconsularis)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Urbs Salvia	Urbisaglia	Italy (Regio 5)	10	90	24	5050	SE
Urso	Osuna	Spain (Baetica)		32.5	N/A	N/A	E
Utica (Republican Theatre)	Utique	North Africa (Africa Proconsularis)	-199	110	N/A	N/A	SW
Vasio Vocontiorum	Vaison-la-Romaine	France (Narbonensis)	40	96	29.85	6000	N
Verona	Verona	Italy	-25	105	30.7	7200	SW
Vicetia	Vicenza	Italy (Regio 10)	30	81.88	25.28	N/A	N
Vienna	Vienne	France (Narbonensis)	-27	130.4	34.76	10,400	W
Volaterrae	Volterra	Italy (Regio 7) 43.40352, 10.86024	-2	63	20.2	2,850- 3,500	NW
Xanthus	Kınık	Turkey (Lycia and Pamphylia)	150	65	27.1	N/A	N