



D4.1

# Definition of asset taxonomy

Ορισμός ταξινόμησης ακινήτων

## Project name

TwinCity: Climate-Aware Risk and Resilience Assessment of Urban Areas under Multiple Environmental Stressors via Multi-Tiered Digital City Twinning.

Hellenic Foundation for Research and Innovation (H.F.R.I.) | Grant Agreement 2515  
2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members & Researchers

|                                     |                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Dissemination level</b>          | Public (PU) - Fully open                         |
| <b>Type of deliverable</b>          | R - Document, report                             |
| <b>Work package</b>                 | WP4 – Vulnerability & physical impact assessment |
| <b>Deliverable number</b>           | D4.1 Definition of asset taxonomy                |
| <b>Status - version, date</b>       | Final – V1.0                                     |
| <b>Deliverable leader</b>           | A. Gerontati                                     |
| <b>Contractual date of delivery</b> | 31/01/2023                                       |

## Ποιοτικός έλεγχος

|                      | Name           | Organisation | Date       |
|----------------------|----------------|--------------|------------|
| <b>Peer review 1</b> | Δ. Βαμβάτσικος | ΕΜΠ          | 22/09/2022 |
| <b>Peer review 2</b> | Β. Μελισσιανός | ΕΜΠ          | 20/11/2022 |

## Ιστορικό παραδοτέου

| Version    | Date       | Author       | Summary of changes            |
|------------|------------|--------------|-------------------------------|
| <b>0.1</b> | 01/08/2022 | A. Γεροντάτη | Πρώτο προσχέδιο εγγράφου      |
| <b>1.0</b> | 09/12/2022 | A. Γεροντάτη | Τελική έκδοση (V1.0) εγγράφου |

## Νομική διακήρυξη

Η παρούσα εργασία είναι χρηματοδοτούμενη από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ, Grant Agreement 2515). Οι απόψεις και οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στο παρόν έγγραφο δεν αντικατοπτρίζουν τις απόψεις του ΕΛΙΔΕΚ και εκφράζουν μόνο τους συγγραφείς. Το ΕΛΙΔΕΚ δεν φέρει καμία νομική ή άλλη ευθύνη για τα περιεχόμενα του παρόντος εγγράφου. Οι πληροφορίες σε αυτό το έγγραφο παρέχονται "ως έχουν", και η ερμηνεία τους επαφίεται στον αναγνώστη. Οι συμπράττοντες τω έργω δεν φέρουν καμία ευθύνη για ζημίες οποιουδήποτε είδους, συμπεριλαμβανομένων έμμεσων ή άλλων ζημιών που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση του υλικού που παρουσιάζεται.

Copyright © TwinCity Consortium, 2023.

## Περιεχόμενα

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Ποιοτικός έλεγχος .....                                     | 2         |
| Ιστορικό παραδοτέου.....                                    | 2         |
| Νομική διακήρυξη.....                                       | 2         |
| Κατάλογος σχημάτων.....                                     | 4         |
| Κατάλογος πινάκων .....                                     | 4         |
| <b>Σύνοψη .....</b>                                         | <b>5</b>  |
| <b>1 Εισαγωγή .....</b>                                     | <b>6</b>  |
| 1.1 Γενικές πληροφορίες.....                                | 6         |
| 1.2 Σκοπός .....                                            | 6         |
| <b>2 Κατασκευές στη Βαθμίδα 3.....</b>                      | <b>6</b>  |
| 2.1 Συνήθη κτίρια .....                                     | 6         |
| 2.2 Δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης .....                   | 8         |
| 2.3 Δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας..... | 12        |
| 2.4 Δίκτυο συγκοινωνιών .....                               | 16        |
| 2.5 Πύργοι τηλεπικοινωνιών.....                             | 17        |
| <b>3 Συμπεράσματα .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>4 Ευχαριστίες.....</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>5 Βιβλιογραφία .....</b>                                 | <b>18</b> |

## Κατάλογος σχημάτων

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Σχήμα 1: Κυρίαρχα δομικά υλικά κτιρίων ανά τετράγωνο για τη Ρόδο. ....                                                                                                                                                                               | 7  |
| Σχήμα 2: Ποσοστά κτιρίων ανά κατηγορία χρήσης. ....                                                                                                                                                                                                  | 8  |
| Σχήμα 3: Το σύστημα ύδρευσης του Δήμου Ρόδου: (α) Δίκτυο Μεταφοράς, (β) Δίκτυο Διανομής. ....                                                                                                                                                        | 9  |
| Σχήμα 4: Οπτικοποίηση δικτύου ύδρευσης μέσω της θεωρίας γράφων (με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι κόμβοι και με μπλε οι σωλήνες). Με μπλε κύκλους εμφανίζονται τα σημεία όπου καταλήγουν οι αγωγοί μεταφοράς από το φράγμα και τις γεωτρήσεις. .... | 9  |
| Σχήμα 5: Διαχωρισμός του συστήματος διανομής νερού στην πόλη της Ρόδου σε επτά περιοχές με βάση την ηλικία και το υλικό των σωλήνων. ....                                                                                                            | 10 |
| Σχήμα 6: Τμήματα δικτύου μεταφοράς ενέργειας στη Ρόδο. ....                                                                                                                                                                                          | 12 |
| Σχήμα 7: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας GEK και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                     | 13 |
| Σχήμα 8: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας ARO και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                     | 13 |
| Σχήμα 9: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SAF και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                     | 14 |
| Σχήμα 10: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SIA και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                    | 14 |
| Σχήμα 11: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SYG και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                    | 14 |
| Σχήμα 12: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας ROS και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων. ....                                                                                                                                                    | 15 |
| Σχήμα 13: Υποσταθμός ενέργειας, Ροδίνι, Ρόδου όπως λήφθηκε από το Google maps. ....                                                                                                                                                                  | 15 |
| Σχήμα 14: Δίκτυο συγκοινωνιών. ....                                                                                                                                                                                                                  | 16 |
| Σχήμα 15: Ο πύργος τηλεπικοινωνιών που εξετάζεται φαίνεται στα δεξιά και οι θεωρούμενες θέσεις τους στο νησί της Ρόδου στα αριστερά. ....                                                                                                            | 17 |

## Κατάλογος πινάκων

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας 1: Βασικές κατηγορίες δομικών υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα κτίρια στη Ρόδο. .... | 7  |
| Πίνακας 2: Πιθανότητα εμφάνισης διαφορετικών τύπων υλικών σωλήνων ανά υποπεριοχή. ....                  | 11 |
| Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά επιμέρους τμημάτων της γραμμής μεταφοράς ενέργειας της Ρόδου. ....            | 12 |
| Πίνακας 4: Έντυπο αυτοψίας υποσταθμού Ρόδου. ....                                                       | 15 |

## Σύνοψη

Το παραδοτέο D4.1 «Definition of asset taxonomy» περιλαμβάνει την κατηγοριοποίηση, των κατασκευών που ανήκουν στη χαμηλή βαθμίδα μελέτης 3. Οι κατασκευές σ' αυτή τη βαθμίδα δεν μοντελοποιούνται με τη χρήση λεπτομερών μοντέλων όπως τα μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς που εξετάζονται, αλλά ταξινομούνται σε επιλεγμένες κλάσεις ανάλογα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους, όπως η χρονολογία και το υλικό κατασκευής τους, το ύψος κ.λπ. Η εκάστοτε κλάση χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες καμπύλες τρωτότητας και απωλειών που επιτρέπουν την εκτίμηση της διακινδύνευσης.

Στη συνέχεια του εγγράφου παρουσιάζονται χρήσιμες πληροφορίες για τις κατασκευές μελέτης. Αυτές περιλαμβάνουν τα συνήθη κτίρια στο νησί της Ρόδου, ο όρος «συνήθη» χρησιμοποιείται για να γίνει διάκριση με τις κατασκευές πολιτιστικής κληρονομιάς που χρήζουν λεπτομερέστερης μελέτης. Επιπλέον, εξετάζονται κρίσιμες υποδομές, πιο συγκεκριμένα το δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης και το δίκτυο μεταφοράς ενέργειας.

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Γενικές πληροφορίες

Το ερευνητικό πρόγραμμα TwinCity έχει ως στόχο να αξιοποιήσει υπάρχοντα εργαλεία και υπηρεσίες (π.χ. κλιματικά μοντέλα, μοντελοποίηση ακραίων γεγονότων και των επιπτώσεών τους κ.λπ.) και να αναπτύξει νέες τεχνολογίες (Layered-Block Models, City Digital Twins) για να προσφέρει μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα για την αξιολόγηση της κοινωνικοοικονομικής ανθεκτικότητας, που λαμβάνει υπόψη πολλαπλούς κινδύνους, την καλύτερη προετοιμασία, την ταχύτερη και αποτελεσματικότερη απόκριση και τη βιώσιμη ανασυγκρότηση αστικών περιοχών. Το TwinCity προσφέρει ένα ισχυρό εργαλείο που προσδιορίζει τα τοπικά κοινωνικοοικονομικά και επιχειρηματικά συστήματα για την προσομοίωση πολλαπλών πιθανών σεναρίων διακοπής λειτουργίας των επιχειρήσεων, αξιοποιώντας τις πληροφορίες που προσέφερε η καραντίνα εξαιτίας του COVID-19 ως προς τη διακοπή λειτουργίας και της ανάκαμψης των επιχειρήσεων. Ο τελικός στόχος είναι να προσφερθεί μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα βάσει του οποίου οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αξιολογήσουν την συμπεριφορά, τον κίνδυνο και την ανθεκτικότητα μια μεγάλης κλίμακας πιλοτικής μελέτης μιας νησιωτικής ελληνικής πόλης που υπόκειται σε σεισμούς και καιρικούς/κλιματικούς κινδύνους.

## 1.2 Σκοπός

Η δημιουργία ενός λεπτομερούς μοντέλου έκθεσης απαιτεί εκτεταμένο όγκο πληροφοριών και δεδομένων για την ρεαλιστική απεικόνιση ενός πολύπλοκου συστήματος, όπως αυτό μιας πολυπληθούς αστικής πόλης. Σε αντίθεση με την ανάγκη για εκτενείς πληροφορίες και δεδομένα που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός λεπτομερούς μοντέλου έκθεσης, οι κατασκευές που εξετάζονται να κατατάσσονται σε επιλεγμένες κλάσεις με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, χωρίς να απαιτείται λεπτομερής μοντελοποίηση.

Η αξιολόγηση των κατασκευών με βάση κύρια χαρακτηριστικά τους επιτρέπει τη δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου για την εκτίμηση της διακινδύνευσης. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τη γρήγορη αξιολόγηση των κατασκευών, ακόμη και σε μεγάλες αστικές περιοχές, χωρίς την ανάγκη για εξαιρετικά λεπτομερή μοντέλα.

# 2 Κατασκευές στη Βαθμίδα 3

## 2.1 Συνήθη κτίρια

Σημαντικά στοιχεία για τα κτίρια λήφθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή, ΕΛΣΤΑΤ (2021), η οποία παρέχει στοιχεία από την Απογραφή του 2011 ανά οικισμό, για τον αριθμό των κτιρίων, την ηλικία, το δομικό υλικό καθώς και τη χρήση τους.

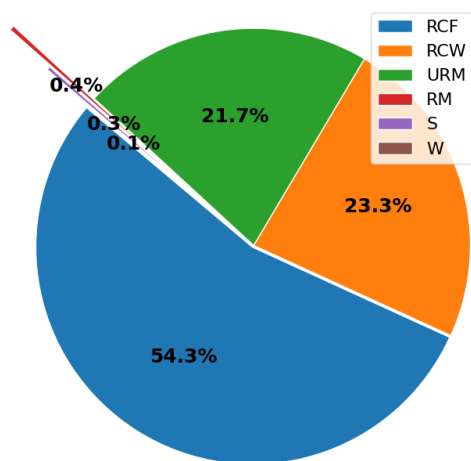
Η κατηγοριοποίηση που χρησιμοποιείται συμφωνεί με το Ευρωπαϊκό Μοντέλο Σεισμικής Διακινδύνευσης 2020 (ERSM20, Crowley et al., 2021). Για την πόλη της Ρόδου τα κτίρια ταξινομήθηκαν σε 39 κλάσεις ανάλογα με το δομικό υλικό/σύστημα με το οποίο είναι κατασκευασμένα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Το κύριο δομικό υλικό στη Ρόδο είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα (Reinforced Concrete Frame, RC). Η άοπλη τοιχοποιία (Unreinforced Masonry, URM) εμφανίζεται κυρίως στη

μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, η οποία αποτελεί μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς της UNESCO και ως εκ τούτου τόπο μεγάλου πολιτιστικού και οικονομικού ενδιαφέροντος. Άλλα υλικά όπως η ενισχυμένη τοιχοποιία (Reinforced Masonry, RM), ο χάλυβας (Steel, S) και το ξύλο (Wood, W) εμφανίζονται επίσης αλλά σε πολύ μικρότερο ποσοστό (Σχήμα 1α).

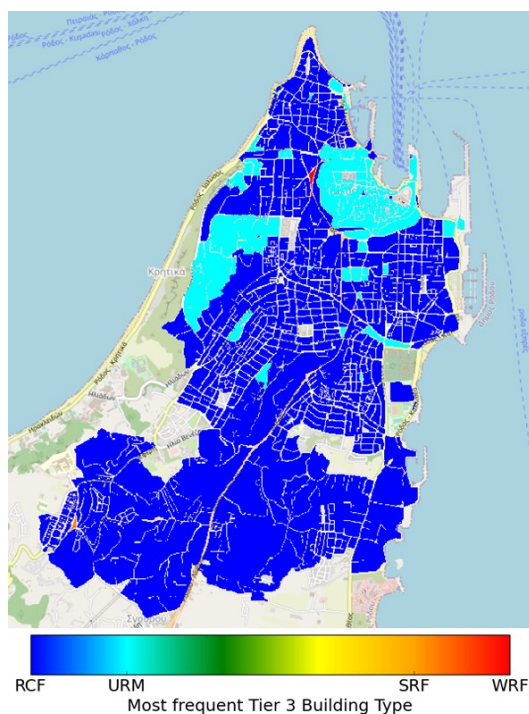
Στο Σχήμα 1β απεικονίζεται το πιο κοινό οικοδομικό υλικό κάθε οικοδομικού τετραγώνου με διαφορετικό χρώμα, παρουσιάζοντας τη διαίρεση μεταξύ της παλιάς πόλης (URM – γαλάζιο) και των νεότερων τμημάτων της (RC – μπλε).

Πίνακας 1: Βασικές κατηγορίες δομικών υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα κτίρια στη Ρόδο.

| Συντομογραφία | Υλικό                     |
|---------------|---------------------------|
| RCF           | Reinforced Concrete Frame |
| RCW           | Reinforced Concrete Wall  |
| URM           | Unreinforced Masonry      |
| RM            | Reinforced Masonry        |
| S             | Steel                     |
| W             | Wood                      |



(α)



(β)

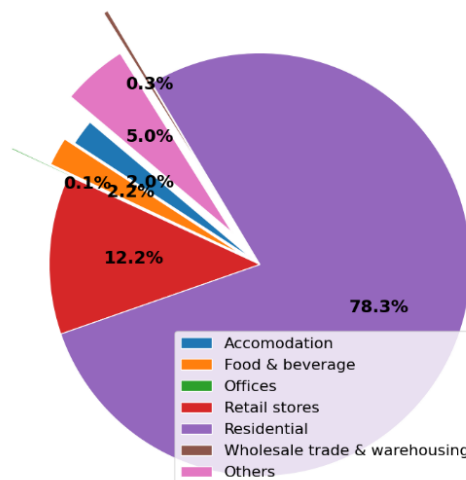
Σχήμα 1: Κυρίαρχα δομικά υλικά κτιρίων ανά τετράγωνο για τη Ρόδο.

Στις προηγούμενες κατηγορίες ενσωματώνονται επίσης όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί ύψους και ηλικίας των κτιρίων. Έτσι, υπάρχουν κατηγορίες ανάλογα με το υλικό κατασκευής, για διαφορετικό επίπεδο ύψους (χαμηλό, μεσαίο, ψηλό ύψος) και διαφορετικό κανονισμό κατασκευής (χαμηλό, μεσαίο, υψηλό κανονισμό) με βάση το έτος κατασκευής. Από τις 54 κλάσεις που προκύπτουν με βάση την προηγούμενη διακριτοποίηση, σημειώνεται ότι στη Ρόδο δεν υπάρχουν πολυώροφα κτίρια άοπλης/ενισχυμένης τοιχοποιίας, χαλύβδινες κατασκευές χαμηλού (παλαιού) κανονισμού κατασκευής ή ξύλινα κτίρια μεσαίου/υψηλού ύψους, με αποτέλεσμα η διακριτοποίηση να ανέρχεται τελικά σε 39 κλάσεις.

Επιπλέον, ανάλογα με τη χρήση του, τα κτίρια ταξινομήθηκαν σε διαφορετικές κατηγορίες ως εξής:

- Διαμονή
- Φαγητό & Ποτό
- Γραφεία
- Καταστήματα λιανικής
- Οικιστική
- Χονδρικό εμπόριο & αποθήκευση
- Υπόλοιπες χρήσεις

Τα ποσοστά των κτιρίων που ανήκουν σε κάθε κατηγορία χρήσης φαίνονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Ποσοστά κτιρίων ανά κατηγορία χρήσης.

## 2.2 Δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης

Το δίκτυο ύδρευσης είναι ένα κρίσιμο σύστημα υποδομής και η απρόσκοπτη λειτουργία του είναι ζωτικής σημασίας για την ευημερία κάθε πόλης. Η παροχή νερού θα πρέπει να είναι επαρκής, να καλύπτει τις ανάγκες των κατοίκων και των επιχειρήσεων και να προσφέρει την κατάλληλη ποιότητα στους καταναλωτές.

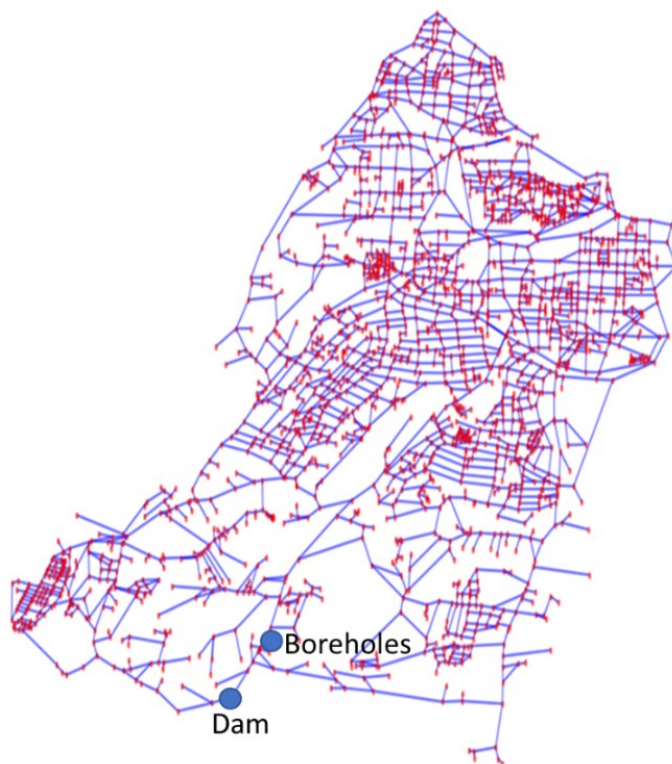
Το δίκτυο ύδρευσης περιλαμβάνει τους αγωγούς μεταφοράς από τις πηγές νερού προς την πόλη και το αστικό δίκτυο διανομής νερού. Το σύστημα μεταφοράς φέρνει νερό στην πόλη από δύο ξεχωριστές πηγές: (i) ένα φράγμα (Dam) και (ii) έναν υποθαλάσσιο υδροφόρο ορίζοντα που αντλείται από ένα σύνολο γεωτρήσεων (Borings), όπως φαίνεται στο Σχήμα 3α. Το σύστημα διανομής αποτελείται από ένα πυκνό δίκτυο σωλήνων υπό πίεση. Για την τοποθέτηση των επιμέρους σωλήνων εντός του πλέγματος της πόλης, θεωρείται ότι ακολουθούν τις διαδρομές των δρόμων της πόλης (Σχήμα 3β). Τα



οικοδομικά τετράγωνα ορίστηκαν σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, συμπεριλαμβανομένων των δημογραφικών στοιχείων και του πληθυσμού για το καθένα. Λόγω της ιδιαίτερα τουριστικής φύσης της Ρόδου, οι μη μόνιμοι κάτοικοι θα κυριαρχήσουν σε πολλές ξενοδοχειακές περιοχές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτή η εποχική αλλαγή στη σύνθεση του πληθυσμού δεν λαμβάνεται υπόψη εδώ, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τους μόνιμους κατοίκους.



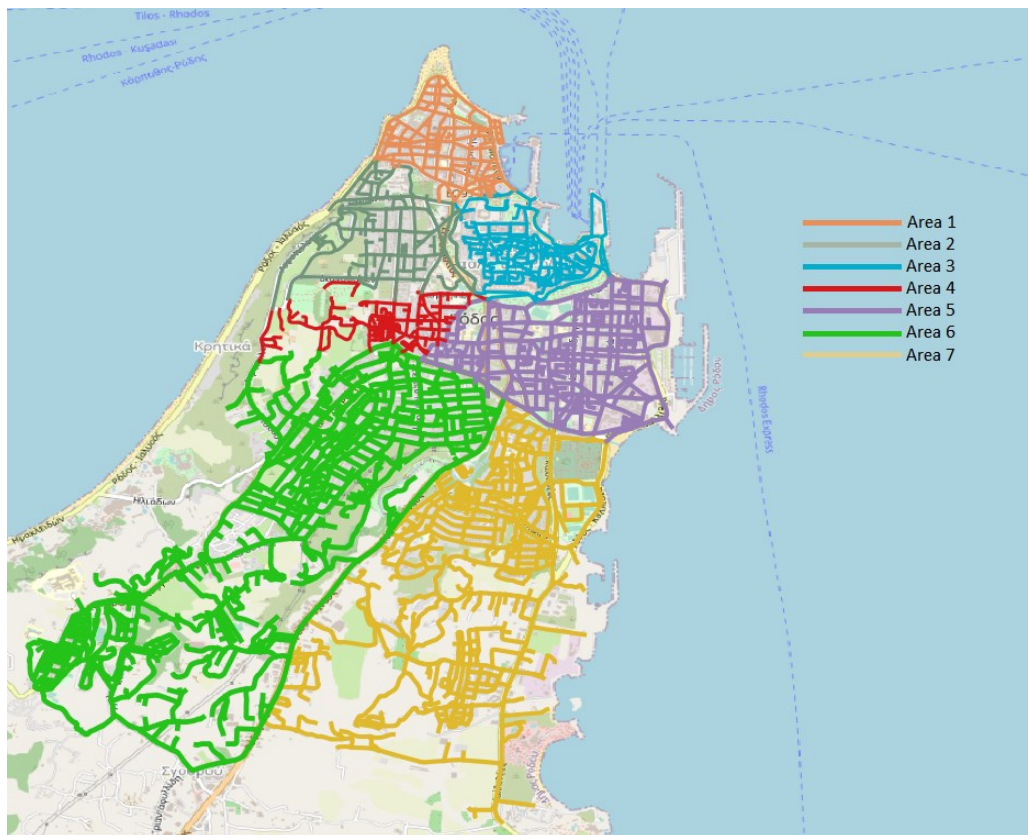
Σχήμα 3: Το σύστημα ύδρευσης του Δήμου Ρόδου: (α) Δίκτυο Μεταφοράς, (β) Δίκτυο Διανομής.



Σχήμα 4: Οπτικοποίηση δικτύου ύδρευσης μέσω της θεωρίας γράφων (με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι κόμβοι και με μπλε οι σωλήνες). Με μπλε κύκλους εμφανίζονται τα σημεία όπου καταλήγουν οι αγωγοί μεταφοράς από το φράγμα και τις γεωτρήσεις

Στο πρόγραμμα TwinCity, λόγω του μεγέθους και της πολυπλοκότητας των αστικών συστημάτων διανομής νερού, επιλέγεται η μοντελοποίηση των δικτύων ύδρευσης επιτυγχάνεται με τη ταχύτερη γραφική-θεωρητική προσέγγιση της θεωρίας γράφων (Pinto et al. 2010; Yannopoulos & Spiliotis, 2012; Fragiadakis et al, 2013). Σχηματίζεται ένα απλό μοντέλο δικτύου, που εστιάζει στη συνδεσιμότητα των τελικών χρηστών με τις πηγές νερού μέσω της θεωρίας των γράφων (Gibbons, 1985), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4. Για να πραγματοποιηθεί το υπόψιν μοντέλο γραφήματος, χρησιμοποιήθηκε το πακέτο python NetworkX (Hagberg et al, 2008). Η γραφική παράσταση του δικτύου ύδρευσης αποτελείται από κόμβους, που αντιπροσωπεύουν τα σημεία εισόδου νερού (φράγμα, γεωτρήσεις), τις εξόδους νερού και τις ενώσεις πολλαπλών διακλαδώσεων σωλήνων και γραμμές, που αντιπροσωπεύουν τους σωλήνες.

Για να επιτευχθεί αποτελεσματικά η εκτίμηση του κινδύνου μέσω της προσέγγισης της θεωρίας γράφων, το δίκτυο ύδρευσης διαχωρίζεται στο σύστημα μεταφοράς και στο σύστημα διανομής. Αυτός ο διαχωρισμός είναι χρήσιμος επειδή το σύστημα μεταφοράς είναι ένα σύστημα σε σειρά, που πρακτικά σημαίνει ότι εάν ένας μεμονωμένος σωλήνας αποτύχει, ολόκληρο το σύστημα δεν μπορεί να εκπληρώσει τον σκοπό του να παρέχει νερό στην πόλη. Το σύστημα μεταφοράς τροφοδοτεί το σύστημα διανομής, το οποίο είναι υπεύθυνο να φέρει το νερό σε κάθε κτίριο. Επομένως, η αστοχία ενός μεμονωμένου σωλήνα δεν διαταράσσει πλήρως τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Το δίκτυο διανομής χωρίζεται σε επτά περιοχές με βάση την εποχή κατασκευής και το υλικό των σωλήνων (Σχήμα 5). Για κάθε περιοχή, η κατανομή του υλικού των σωλήνων προσδιορίζεται κατά προσέγγιση με βάση (i) την ηλικία του δικτύου, (ii) πληροφορίες από τον δήμο και (iii) τη γνώμη ειδικών σχετικά με τις κατασκευαστικές πρακτικές και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.



Σχήμα 5: Διαχωρισμός του συστήματος διανομής νερού στην πόλη της Ρόδου σε επτά περιοχές με βάση την ηλικία και το υλικό των σωλήνων.

Πίνακας 2: Πιθανότητα εμφάνισης διαφορετικών τύπων υλικών σωλήνων ανά υποπεριοχή.

| Περιοχή   | Χυτοσίδηρος (%) | Άσβεστος (%) | PVC (%) |
|-----------|-----------------|--------------|---------|
| Περιοχή 1 | 60              | 30           | 10      |
| Περιοχή 2 | 60              | 30           | 10      |
| Περιοχή 3 | 60              | 30           | 10      |
| Περιοχή 4 | 10              | 30           | 60      |
| Περιοχή 5 | 10              | 30           | 60      |
| Περιοχή 6 | 0               | 50           | 50      |
| Περιοχή 7 | 0               | 0            | 100     |



## 2.3 Δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

### 2.3.1 Γραμμές μεταφοράς

Το συνολικό δίκτυο μεταφοράς ενέργειας της Ρόδου εκτείνεται σε μήκος περίπου 144 km και χωρίζεται σε 6 επιμέρους τμήματα κατά μήκος του νησιού, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 6. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται στοιχεία των επιμέρους δικτύων σημαντικά για την μελέτη της συμπεριφοράς τους, όπως ο συνολικός αριθμός των ανοιγμάτων μεταξύ διαδοχικών πυλώνων καθώς οι τιμές του μέσου και μέγιστου ανοίγματος. Επίσης προσδιορίζονται η μέση και μέγιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ των πυλώνων.

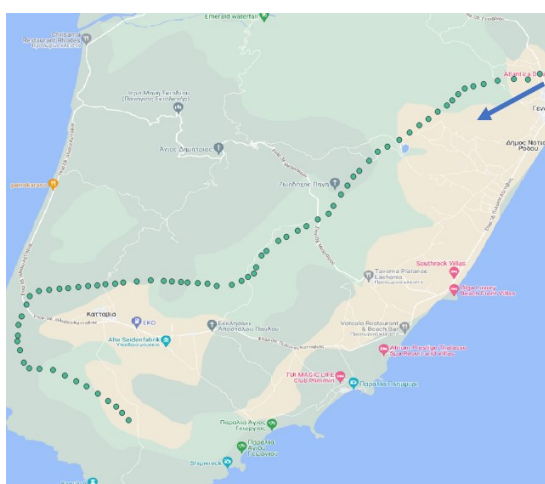


Σχήμα 6: Τμήματα δικτύου μεταφοράς ενέργειας στη Ρόδο.

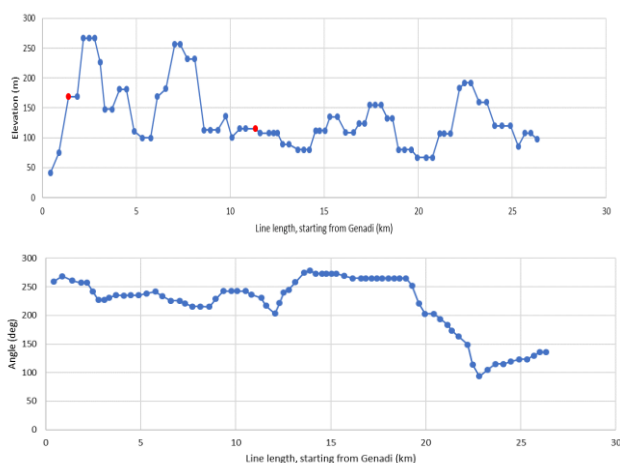
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά επιμέρους τμημάτων της γραμμής μεταφοράς ενέργειας της Ρόδου.

| Γραμμή | Ανοίγματα | Μέσο άνοιγμα (m) | Μέγιστο άνοιγμα (m) | Μέση υψομετρική διαφορά (m) | Μέγιστη υψομετρική διαφορά (m) |
|--------|-----------|------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| GEK    | 74        | 360,6            | 526,3               | 18,4                        | 119,0                          |
| ARO    | 58        | 315,35           | 593,5               | 6,16                        | 41,0                           |
| SAF    | 46        | 352,3            | 673,2               | 17,8                        | 215,0                          |
| SIA    | 56        | 349,3            | 642,9               | 14,5                        | 175,0                          |
| SYG    | 114       | 338,6            | 582,9               | 15,3                        | 118,0                          |
| ROS    | 78        | 323,7            | 589,1               | 12,2                        | 175,0                          |

Στο Σχήμα 7α απεικονίζεται τη γραμμή GEK, η οποία φαίνεται και στο Σχήμα 6, καθώς και το σημείο αναφοράς από το οποίο ξεκινούν οι μετρήσεις και πρόκειται για την περιοχή του Γενναδίου. Στο πάνω μέρος του Σχήματος 7β απεικονίζονται με τελείες οι θέσεις των πυλώνων που απαρτίζουν τη γραμμή και στον οριζόντιο άξονα το μήκος της γραμμής. Στον κατακόρυφο άξονα φαίνεται η υψομετρική θέση του κάθε πυλώνα. Επιπλέον, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι πυλώνες που είναι τοποθετημένοι ανά 500m. Αντίθετα στο κάτω μέρος του Σχήματος 7β απεικονίζεται η γωνία τοποθέτησης των πυλώνων στο καθολικό σύστημα αξόνων Βορράς-Νότος. Ομοίως στο Σχήμα 8 έως Σχήμα 12 δίνονται τα αντίστοιχα στοιχεία για τις επιμέρους γραμμές.

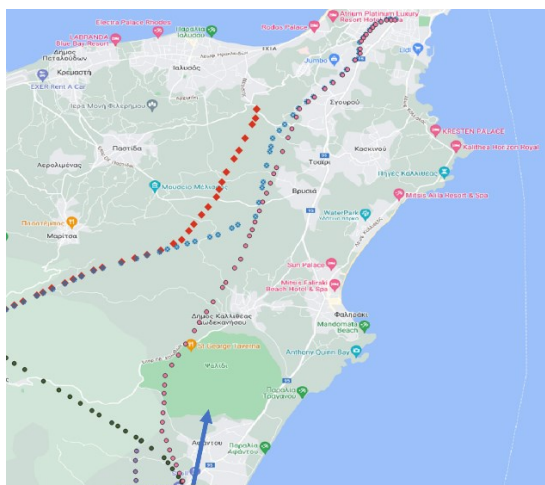


(α)

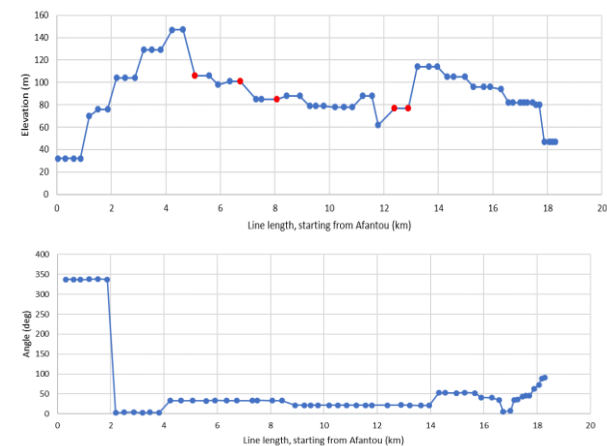


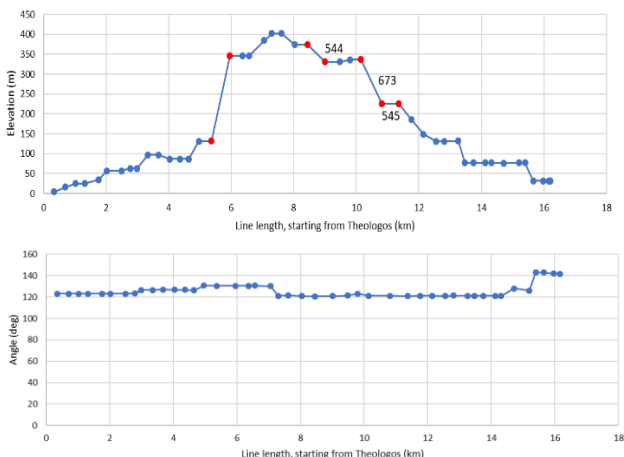
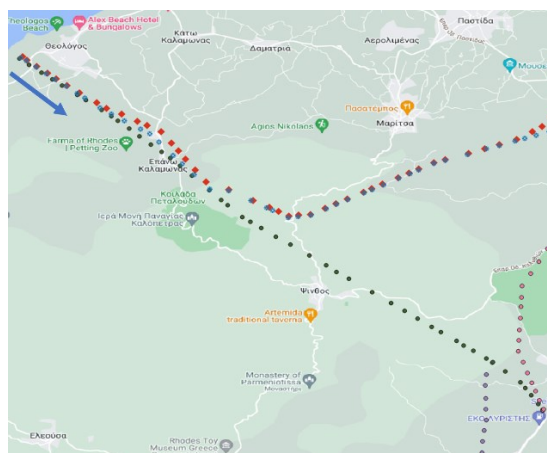
(β)

Σχήμα 7: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας GEK και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.

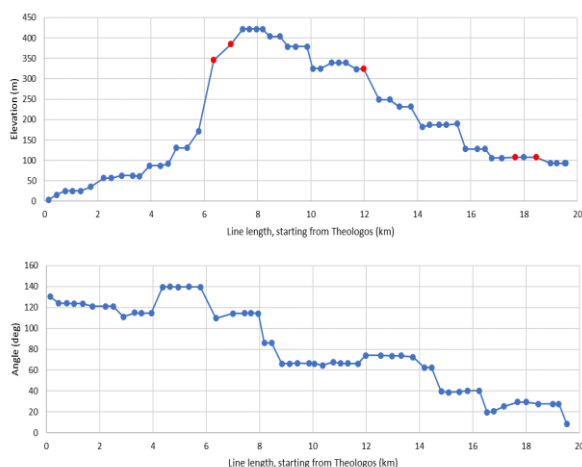
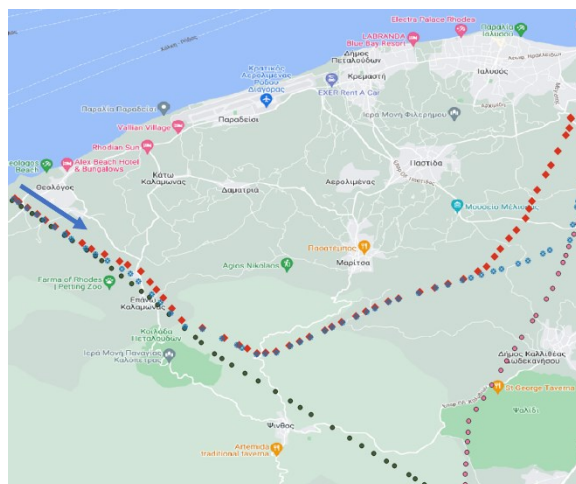


Σχήμα 8: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας ARO και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.

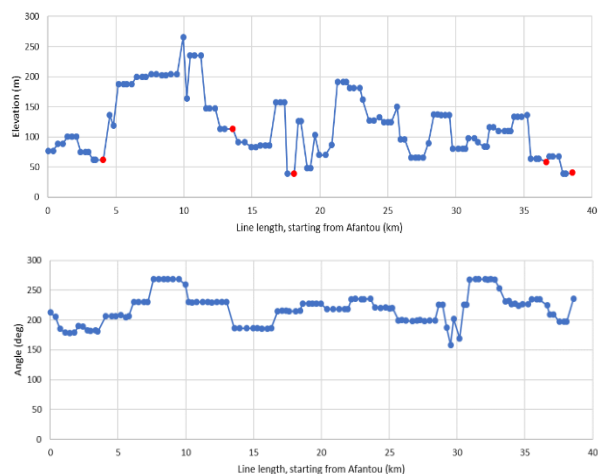
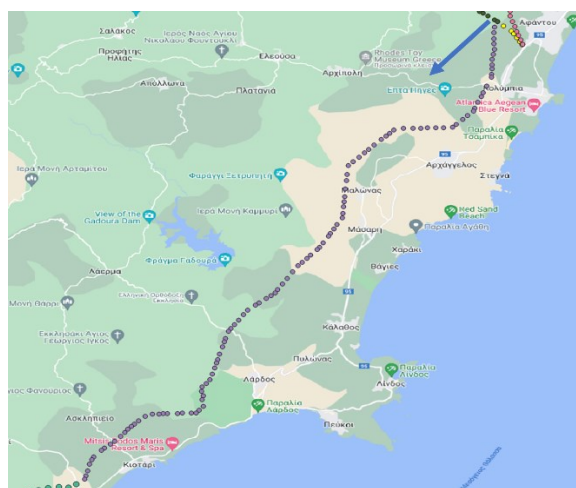




Σχήμα 9: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SAF και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.

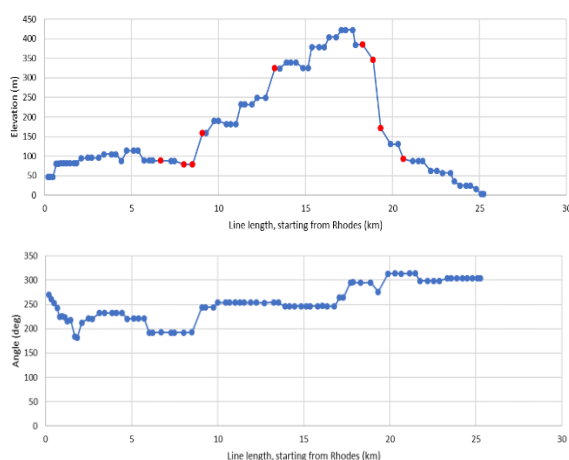
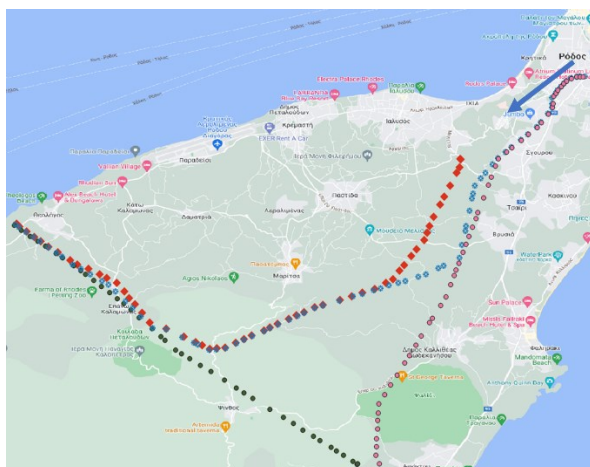


Σχήμα 10: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SIA και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.



Σχήμα 11: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας SYG και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.

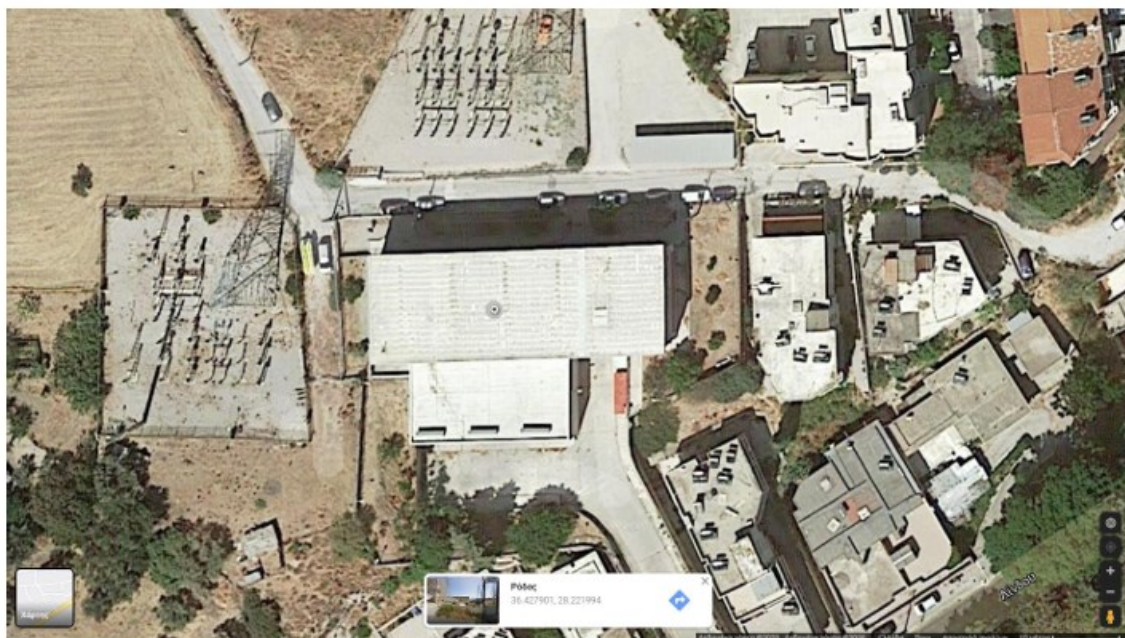




Σχήμα 12: (α) Γραμμή μεταφοράς ενέργειας ROS και (β) υψόμετρο και γωνία τοποθέτησης πυλώνων.

## 2.3.2 Υποσταθμός ενέργειας

Στη συνέχεια εξετάστηκε το κτίριο του υποσταθμού το οποίο απεικονίζεται στο Σχήμα 13, το οποίο λήφθηκε από το Google maps. Στη συνέχεια, ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αυτοψίας. Μ' αυτό τον τρόπο επιλέγονται βασικά στοιχεία του κτιρίου τα οποία είναι σημειωμένα με κίτρινο χρώμα.



Σχήμα 13: Υποσταθμός ενέργειας, Ροδίνι, Ρόδου όπως λήφθηκε από το Google maps.

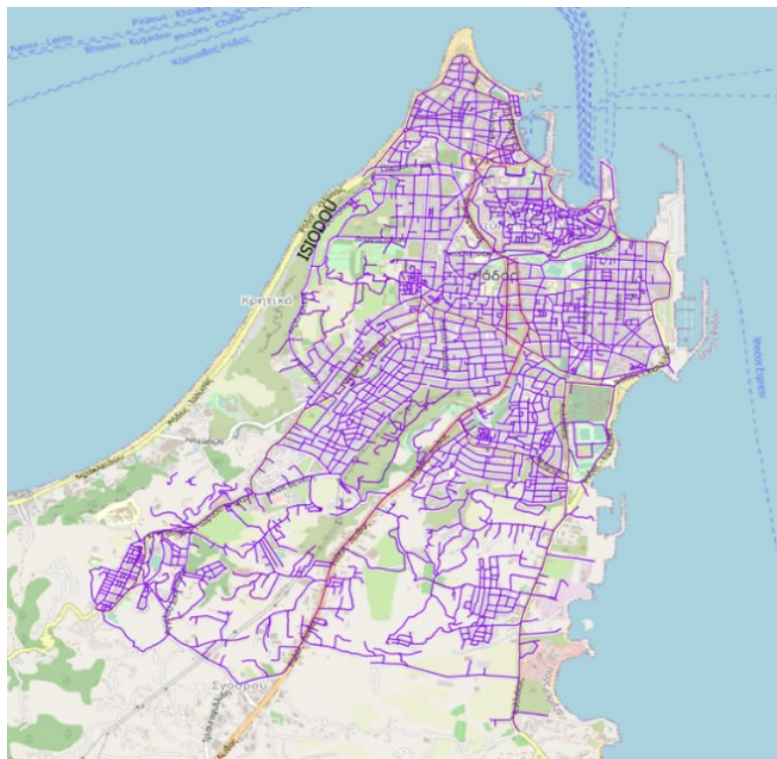
Πίνακας 4: Έντυπο αυτοψίας υποσταθμού Ρόδου.

|                                                  |                                                                                              |                                                   |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Survey Date                                   | 2. Group Number                                                                              | 3. Name of the Surveyor                           |
| 4. ID of the Asset (Tab.1)                       | 5. Picture(s) of the asset - specify file name(s)                                            |                                                   |
| 6. Longitude                                     | 7. Latitude                                                                                  |                                                   |
| 8. Usage of the Asset:                           | 9. If Mixed usage, how many stories are NOT residential?                                     | 10. Structural Typology                           |
| 11. Is the building abandoned?                   | 12. Is the building adjacent to another? (write 1/2/3/4 depending on the case, see Figure 1) | 13. Number of stories                             |
| 14. Average interstory height of the FIRST story | 15. Average interstory height of the OTHER stories                                           | 16. Floor system diaphragm                        |
| 17. N. of underground stories (1/2/3/+ or N/A)   | 18. Flooding protection? (Figure 2)                                                          | 19. Building Vintage                              |
| 20. Conservation level                           | 21. Building structurally strengthened?                                                      | 22. Is the building irregular in elevation?       |
| 23. Ground Slope                                 | 24. Is the building irregular in elevation?                                                  | 25. Ground floor level with respect to the street |
| 26. Roof Shape (Figure 4)                        | 27. Roof with overhang? (Figure 5)                                                           |                                                   |

|                              |                                 |                                                   |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| 28. Roof Support             | 29. Presence of Chimneys/Towers | 30. Roof Outer Layer (Figure 6)                   |
| 31. Openings (Figure 7)      | 32. % Wall openings             | 33. Windows with wind protection (e.g. shutters)? |
| 34. External Façade Material |                                 |                                                   |

## 2.4 Δίκτυο συγκοινωνιών

Το δίκτυο συγκοινωνιών της πόλης της Ρόδου απεικονίζεται στο Σχήμα 14 με μωβ γραμμές. Σ' αυτό το δίκτυο περιλαμβάνονται οι δρόμοι καθώς και κάποιες γέφυρες που επιτρέπουν τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών από ένα μέρος σε ένα άλλο. Στοιχεία λήφθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ και προσομοιώθηκαν στο λογισμικό συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών QGIS (2021).

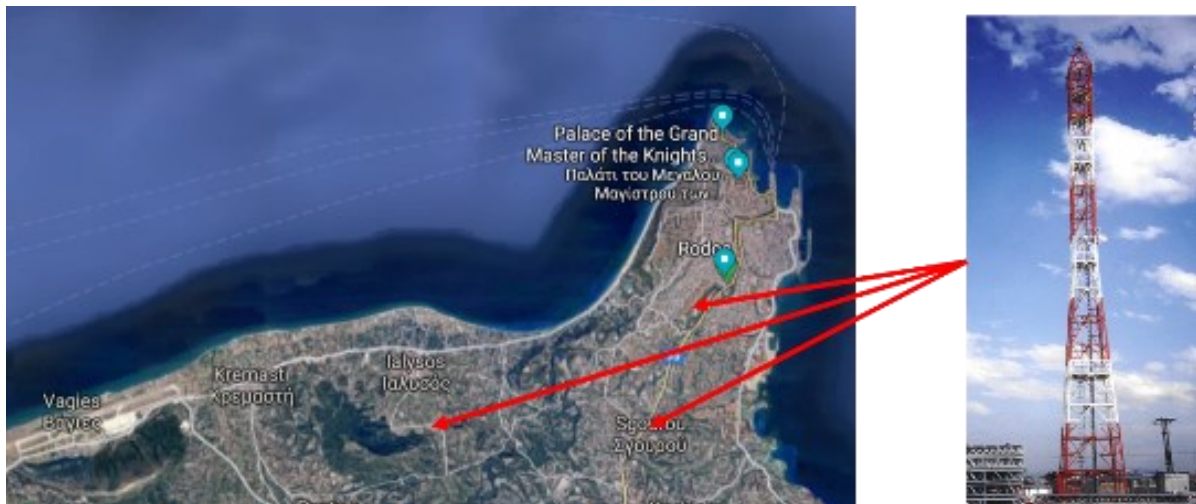


Σχήμα 14: Δίκτυο συγκοινωνιών



## 2.5 Πύργοι τηλεπικοινωνιών

Το μοντέλο του εξεταζόμενου πύργου τηλεπικοινωνιών καθώς και οι θέσεις στις οποίες είναι τοποθετημένοι αυτής της μορφής οι πύργοι παρουσιάζονται στο Σχήμα 15. Αυτού του είδους οι κατασκευές συνήθως τοποθετούνται σε ψηλές περιοχές ή βουνά, όπου η θέα είναι ελεύθερη και η κάλυψη της επικοινωνίας είναι εξαιρετική. Στην παρούσα περίπτωση, οι πύργοι τοποθετούνται στις περιοχές του Ροδινίου, του Σγουρού και του Ιαλυσού, όπως απεικονίζεται από πάνω προς τα κάτω στο αριστερό τμήμα του Σχήμα 15.



Σχήμα 15: Ο πύργος τηλεπικοινωνιών που εξετάζεται φαίνεται στα δεξιά και οι θεωρούμενες θέσεις τους στο νησί της Ρόδου στα αριστερά.

## 3 Συμπεράσματα

Η πόλη της Ρόδου περιλαμβάνει ένα μεγάλο χαρτοφυλάκιο κτιρίων που απαρτίζουν τον πολεοδομικό ιστό, όπως και υποδομών μεταφορών, ύδρευσης, αποχέτευσης, ενέργειας και επικοινωνιών που υποστηρίζουν τη λειτουργία της. Η ανάγκη για την ολοκληρωμένη εκτίμηση της διακινδύνευσης απαιτεί την ενσωμάτωση όλων των παραπάνω στοιχείων στο μοντέλο έκθεσης της Ρόδου, η οποία κατ' ανάγκην ικανοποιείται με την κατάταξη των επιμέρους στοιχείων σε ευρύτερες κατηγορίες με ανάλογα χαρακτηριστικά. Αυτή η ταξινόμηση παρουσιάστηκε με λεπτομέρεια και θα αξιοποιηθεί σε επόμενα παραδοτέα για την εκτίμηση της διακινδύνευσης.

## 4 Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να απευθυνθούν στον Δήμο Ρόδου, στην Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), για την παροχή στοιχείων για τα κτήρια της πόλης, στη Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης του Δήμου Ρόδου (ΔΕΥΑΡ) για την παροχή των στοιχείων που απαιτούνται για την κατασκευή του μοντέλου δικτύου ύδρευσης και την Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ (ΔΕΔΔΗΕ) για τα στοιχεία που αφορούν το δίκτυο παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

## 5 Βιβλιογραφία

Crowley H., Dabbeek J., Despotaki V., Rodrigues D., Martins L., Silva V., Romão X., Pereira N., Weatherill G., Danciu L. (2021). European Seismic Risk Model (ESRM20), *EFEHR Technical Report 002 V1.0.0*. <https://doi.org/10.7414/EUC-EFEHR-TR002-ESRM20>

ELSTAT (2021). Digital Cartographical Data (DCD). URL: <https://www.statistics.gr/digital-cartographical-data?inheritRedirect=true> [accessed 10/Dec/2021]

Fragiadakis M., Vamvatsikos D., Christodoulou S.E. (2013). Reliability assessment of urban water distribution networks under seismic loads. *Water Resources Management*, 27(10), 3739-3764. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-013-0378-0>

QGIS Association (2021). QGIS Geographic Information System. Ανακτήθηκε από <http://www.qgis.org>

Hagberg A.A., Schult D.A., Swart P.J. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. In *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy2008)*, Pasadena, CA.

Pinto J., Varum H., Bentes I., Agarwal J. (2010). A theory of vulnerability of water pipe network (TVWPN). *Water Resources Management*, 24(15), 4237–4254. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9655-3>

Yannopoulos S., Spiliotis M. (2012) Water distribution system reliability based on minimum cut-set approach and the hydraulic availability. *Water Resources Management*, 27(6), 1821–1836. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0163-5>