



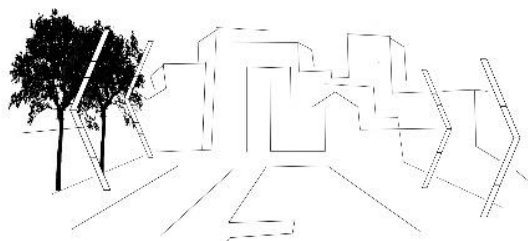
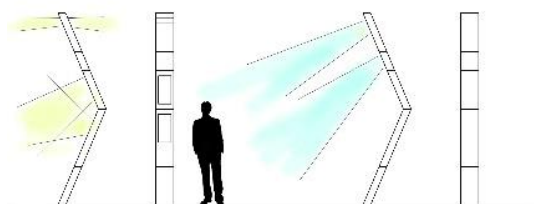
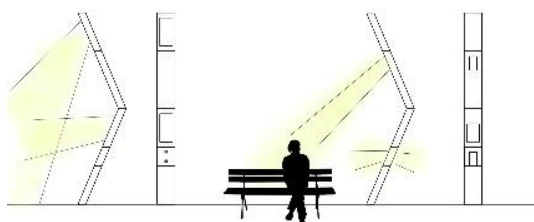
ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
«ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΑΣΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ»

Κουτσοτάσιος Χρίστος



Σίνδος,  
Ιούνιος 2023

## Βεβαίωση

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Κουτσοτάσιου Χρίστου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/ δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

*Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.*

*«Αφιέρωση»*

Στους γονείς μου και την οικογένειά μου.

# Περιεχόμενα

---

Βεβαίωση .....	2
Πρόλογος.....	vi
Περίληψη .....	vii
Abstract .....	viii
Ευχαριστίες .....	ix
Συντομογραφίες .....	x
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Γενικά Στοιχεία.....	1
Βασικές Υποδομές μιας πόλης.....	1
Ορισμός της έξυπνης πόλης.....	3
Υποδομές μιας έξυπνης πόλης.....	4
Μετατόπιση στο σχεδιασμό των πόλεων.....	5
Σχεδιασμός πόλεων μετά το Β' Π.Π. ....	6
Η εξέλιξη πέρα από τις πόλεις του αυτοκινήτου (car cities).....	8
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Προσεγγίσεις χωρών στη χρήση καινοτομιών στον τομέα του φωτισμού κοινοχρήστων χώρων.....	15
2.1 Το παράδειγμα του Παρισιού (Γαλλία).....	15
2.2 Το παράδειγμα της πολιτείας Μίσιγκαν (Ντιτρόιτ) .....	17
2.3 Το παράδειγμα της πολιτείας Ιλινόις (Σικάγο).....	20
2.4 Το παράδειγμα της Ελλάδας.....	23
2.5 Υφιστάμενη κατάσταση και προβλήματα.....	27
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Σύγχρονη πόλη – σύγχρονες προκλήσεις .....	31
3.1 Εισαγωγή στα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων.....	31
3.2 Προβλήματα της σύγχρονης πόλης στα οποία θα επικεντρωθεί η εργασία.....	32
3.3 Η καινοτομία στον τομέα του φωτισμού και του σχεδιασμού κοινοχρήστων χώρων	33
3.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality).....	34
3.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα με δείκτες και χωρίς δείκτες (Marker and marker – less based Augmented Reality) .....	36
3.6 Η καινοτομία των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσον βελτίωσης των κοινοχρήστων χώρων.....	39
3.7 Η καινοτομία των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσον βελτίωσης του τουριστικού προϊόντος.....	40

Κεφάλαιο 4°: Καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo .....	42
4.1 Εισαγωγή.....	42
4.2 Καλυπτόμενες ανάγκες μέσω του σχεδιασμού .....	43
4.3 Τεχνολογίες που δύναται να φέρει κατασκευαστικά σε μελλοντικό χρόνο. ....	45
4.4 Σχέδια του Φωτιστικού σώματος αστικού ιστού Modulo.....	47
4.5 Στρατηγική τοποθέτηση και ορθολογιστικός σχεδιασμό.....	54
4.6 Φορτία και Συνδεσμολογία .....	55
4.7 Υπολογισμοί και κατάλογος Υλικών .....	58
Κεφάλαιο 5°: Case study Πάρκου στην πόλη της Καλαμαριάς.....	62
5.1 Εισαγωγή.....	62
5.2 Κριτήρια επιλογής τοποθεσίας.....	63
Κεφάλαιο 6°: Συμπεράσματα και προτάσεις.....	76
6.1 Συμπεράσματα .....	76
6.2 Προτάσεις.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	80

## Πρόλογος

Η μεγάλη συγκέντρωση ανθρώπων στις πόλεις δημιουργεί αυτομάτως την ανάγκη ορθής χρήσης και επικοινωνίας με τον δημόσιο χώρο, καθώς και μεταξύ τους, κάνοντας χρήση νέων τεχνολογιών για τη βελτίωση τόσο της ποιότητας ζωής τους όσο και της ανταλλαγής πληροφορίας με την πόλη και τα επιμέρους στοιχεία της (διοίκηση, κέντρα δραστηριοτήτων, τοπόσημα, κέντρα συγκέντρωσης πληθυσμού).

Η ανάπτυξη της ιδέας ενός φωτιστικού σώματος που αποτελεί έναν ολικό σταθμό (total station), λειτουργώντας πέρα από τη βασική του χρήση ως φωτιστικό, μέσω ενός πλήθους επιλογών που καλύπτει τις ανάγκες του κάθε σημείου ή τοπικής κοινωνίας, υπήρξε μια πρόκληση που με τη διπλωματική αυτή εξερευνήθηκε ποικιλοτρόπως.

Συγκεντρώθηκαν και μελετήθηκαν ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου που βιώνει σε ένα αστικό περιβάλλον και το πως αυτές μπορούν να καλυφθούν από ένα φωτιστικό σώμα το οποίο έχει τη δυνατότητα να προσαρμοστεί στα δεδομένα της περιοχής στην οποία εγκαθίσταται, ενώ ταυτόχρονα μειώνει αισθητά την κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο της πόλης, συνεισφέροντας στην οικονομία της.

Μελετώντας τις ανάγκες των ανθρώπων και με πίστη στην ιδέα ότι ανήκουμε στην πόλη και ταυτόχρονα η πόλη μας ανήκει με την Αριστοτελική έννοια, αναπτύχθηκε η ιδέα του Φωτιστικού σώματος που καλύπτει τους τομείς της ενέργειας και των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας.

## Περίληψη

Ο έξυπνος αστικός φωτισμός αποτελεί ένα κομβικό και αναπόσπαστο στοιχείο της σύγχρονης ζωής στο αστικό περιβάλλον. Δεχόμενο αυτό το δεδομένο σαν βάση για την εξερεύνηση των διαρκώς αυξανόμενων αναγκών των πολιτών για πληροφόρηση, αμεσότητα και χρήση των νέων τεχνολογιών, εξερευνήθηκε η ιδέα σχεδιασμού ενός καινοτόμου φωτιστικού σώματος ενταγμένου στον αστικό ιστό το οποίο θα προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος που εγκαθίσταται.

Οι άξονες που κινήθηκε η εργασία αυτή είναι:

1. Πρωτότυπος σχεδιασμός που οδηγεί σε ευκολία κατασκευής και διάθεσης.
2. Ευκολία προσαρμογής στις ανάγκες των επιμέρους σημείων τοποθέτησης.
3. Μείωση κατανάλωσης ενέργειας με χρήση φωτισμού LED και ρυθμιστή έντασης.
4. Άμεση πρόσβαση στο διαδίκτυο.
5. Διάθεση χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας για τα διάφορα τοπόσημα καθώς και δυνατότητα επίδειξης των διαδρομών προς αυτά.

Στη συνέχεια έγινε χρήση δεδομένων από το Δήμο Καλαμαριάς και χρησιμοποιήθηκαν σχέδια ενός καινούριου πάρκου που βρίσκεται σε τμήμα επέκτασης πόλης, πλησίον στάσεως Μετρό και τερματικού αστικών λεωφορείων, κόμβου σύνδεσης με το αεροδρόμιο της πόλης, ώστε να διερευνηθεί η ενσωμάτωσή του φωτιστικού σώματος στο εγγύς περιβάλλον, η εξυπηρέτηση των χαρακτηριστικών που δύναται να προσφέρει και η καταλληλότητά του.

## **Abstract**

Smart urban lighting is a key and integral element of modern life in the urban environment. Accepting this fact as a basis for exploring the ever-increasing needs of the citizens for information, immediacy and the use of new technologies, the idea of designing a lighting body that will adapt to the characteristics of the environment in which it is installed was explored.

This essay was written according to the following axes:

1. Innovative design that is leading to ease of manufacture and disposal.
2. Ease of adaptation to the needs of the individual installation points.
3. Reduce energy consumption by using LED lighting and dimmer.
4. Instant access to the internet through hub portals.
5. Informing citizens and visitors through written and audio messages.
6. Presentation of short questionnaires and real time transfer of the answers for issues concerning the city.
7. Provision of augmented reality maps for the various landmarks as well as the ability to demonstrate the routes to them for visitors.

Subsequently, data taken from the Municipality of Kalamaria and plans for a newly built park located at the outskirts of the city, near a Metro station and a city bus terminal, thus making a connecting node with the city's airport were used, in order to investigate the integration of the lighting body into its' immediate environment, the service features it can offer and its suitability.



## **Ευχαριστίες**

Την οικογένειά μου και τους καθηγητές μου.

## Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΠΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
CNPPAM	The Committee on National Parks and Protected Area Management Επιτροπή Διαχείρισης Εθνικών Πάρκων και Προστατευόμενων περιοχών.
PWCNT	Parks and Wildlife Commission of the Northern Territory Επιτροπή Πάρκων και Άγριας Ζωής της Βόρειας περιοχής
IAP2	International Association for Public Participation Διεθνής Σύνδεσμος για την κοινοτική συμμετοχή
ALAN	Artificial Lighting at Night
O.H.E.	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
Α' ΠΠ	Πρώτος Παγκόσμιος Πόλεμος
Β' ΠΠ	Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος
ΣΑΧ	Στόχοι ανάπτυξης χλιετίας
ΣΒΑ	Στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης
HPS	High Pressure Sodium
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Γενικά Στοιχεία

Μια χώρα και κατά συνέπεια μια πόλη, χρειάζονται υποδομές (infrastructures) για να μπορέσουν να λειτουργήσουν. Οι βασικές δομές έχουν αποκρυσταλλωθεί μετά την πρώτη βιομηχανική επανάσταση όμως με την τεχνολογική εξέλιξη και την πρόοδο, έχουν προκύψει νέες, καθώς η τεχνολογία έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης κοινωνίας.

Θα παρατεθούν κατά σειρά οι βασικές υποδομές μιας πόλης, ο ορισμός της έξυπνης πόλης και έπειτα οι υποδομές που αυτή χρειάζεται για να θεωρηθεί έξυπνη πόλη. Τέλος θα παρατεθεί μια σύντομη περιγραφή της ιστορίας των βιομηχανικών πόλεων από το Β' Παγκόσμιο πόλεμο έως το σήμερα.

Θα παρουσιαστούν οι αυξημένες ανάγκες των πόλεων για ενέργεια και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών, ανάγκες που δημιουργήθηκαν με την αστυφιλία, τη συγκέντρωση μεγάλων πληθυσμιακών ομάδων και τη χρήση τροχοφόρων οχημάτων.

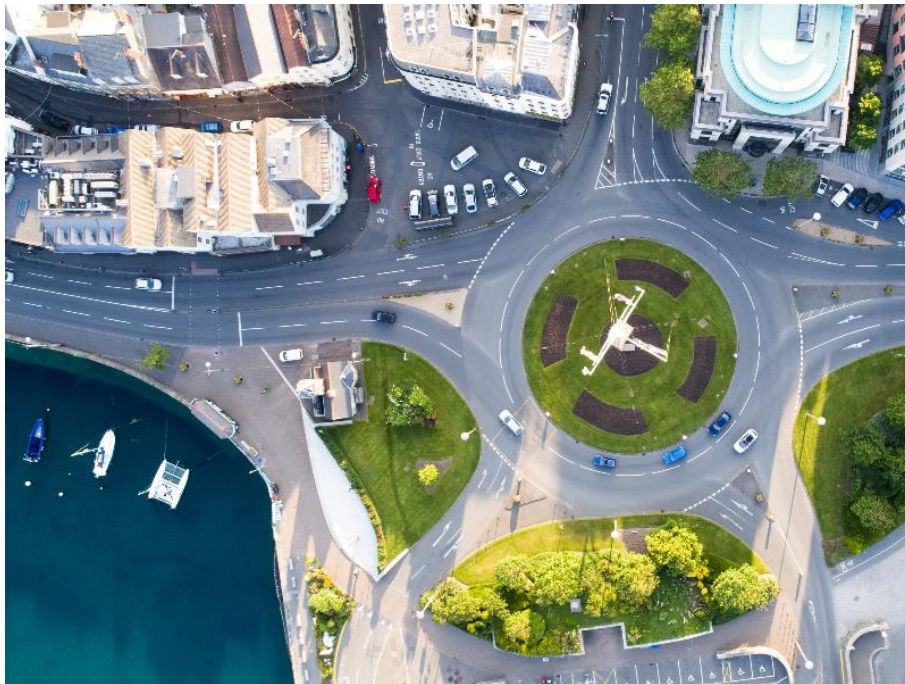
### Βασικές Υποδομές μιας πόλης

Οι βασικές υποδομές μιας χώρας ή μιας πόλης, περιλαμβάνουν κυρίως:

- την επικοινωνία και τις μεταφορές,
- τη διαχείριση των λυμάτων,
- τη διαχείριση των απορριμμάτων,
- τη διαχείριση του νερού,
- το εκπαιδευτικό σύστημα,
- το σύστημα υγείας,
- το καθαρό πόσιμο νερό και
- το νομισματικό σύστημα.

Οι υποδομές έχουν οριστεί ως «τα φυσικά στοιχεία αλληλένδετων συστημάτων που παρέχουν εμπορεύματα και υπηρεσίες απαραίτητες για τη διευκόλυνση, τη διατήρηση ή τη βελτίωση των κοινωνικών συνθηκών διαβίωσης». (Fulmer, 2009)

Αναλυτικότερα οι υποδομές θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως «Οι αυτοκινητόδρομοι, οι δρόμοι, οι οδοί και οι γέφυρες. Τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τα αεροδρόμια και οι αεροδιάδρομοι· η ύδρευση και οι υδάτινοι πόροι· η διαχείριση λυμάτων, η επεξεργασία και η διάθεση στερεών αποβλήτων· η παραγωγή και η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας· οι τηλεπικοινωνίες και η διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων – και το συνδυασμένο σύστημα που περιλαμβάνουν αυτά τα στοιχεία (Εικόνα 1). Η κατανόηση των υποδομών καλύπτει όχι μόνο αυτές τις εγκαταστάσεις δημοσίων έργων, αλλά και τις διαδικασίες λειτουργίας, τις πρακτικές διαχείρισης και τις αναπτυξιακές πολιτικές που αλληλοεπιδρούν μαζί με την κοινωνική ζήτηση και τον φυσικό κόσμο για να διευκολύνουν τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών, την παροχή πόσιμου νερού και ποικιλία άλλων χρήσεων, ασφαλής διάθεση των απορριμμάτων της κοινωνίας, παροχή ενέργειας όπου χρειάζεται και μετάδοση πληροφοριών εντός και μεταξύ των κοινοτήτων». (US National Research Council, 1987).



Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία πόλης. Διακρίνονται: κυκλικός κόμβος, δρόμοι, λιμάνι.

Σε αυτές προκειμένου να γίνει πληρέστερη περιγραφή μπορεί να γίνει ένας διαχωρισμός σε δύο είδη, τις σκληρές και τις μαλακές υποδομές. (Dyer, M. & Dyer, R. & Weng, M. & Wu, S. & Grey & Gleeson & Ferrari, 2019)

Οι σκληρές υποδομές θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως τα φυσικά δίκτυα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία μιας σύγχρονης βιομηχανίας. Αυτό κατά επέκταση περιλαμβάνει το οδικό δίκτυο, τις γέφυρες και τους σιδηροδρόμους αλλά και όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.

Οι μαλακές υποδομές είναι όλοι οι θεσμοί που διατηρούν τα οικονομικά, υγειονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά και πολιτιστικά πρότυπα μιας χώρας. Αυτό περιλαμβάνει εκπαιδευτικά προγράμματα, επίσημες στατιστικές, πάρκα και εγκαταστάσεις αναψυχής, υπηρεσίες επιβολής του νόμου και υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. (Hamutak Luta, 2019)

### **Ορισμός της έξυπνης πόλης**

Καθώς ο χαρακτηρισμός «έξυπνο» στη σημερινή εποχή συνοδεύει πολλές τεχνολογικές ανακαλύψεις και χαρακτηριστικά, όπως έξυπνα κινητά, έξυπνες τηλεοράσεις, έξυπνα όπλα για παράδειγμα, γεννιέται το ερώτημα: πώς μπορεί μια πόλη να χαρακτηρίζεται έξυπνη;

Μια έξυπνη πόλη είναι ένα μέρος όπου τα παραδοσιακά δίκτυα και οι υπηρεσίες γίνονται πιο αποτελεσματικά με τη χρήση ψηφιακών λύσεων προς όφελος των κατοίκων και των επιχειρήσεων της (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2021).

Μια έξυπνη πόλη είναι μια τεχνολογικά σύγχρονη αστική περιοχή που χρησιμοποιεί διαφορετικούς τύπους ηλεκτρονικών μεθόδων και αισθητήρων για τη συλλογή συγκεκριμένων δεδομένων (Εικόνα 2). Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική διαχείριση περιουσιακών στοιχείων, πόρων και υπηρεσιών. Σαν αποτέλεσμα, αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των λειτουργιών σε όλη την πόλη. (Goldsmith, 2021).

Μια έξυπνη πόλη συνεπώς είναι αυτή, της οποίας η διαχείριση των υποδομών, γίνεται με ορθολογικό τρόπο μέσω προγραμμάτων και εφαρμογών, διευκολύνοντας τους κατοίκους της και εξοικονομώντας πόρους και ενέργεια.



Εικόνα 2: Εικόνα μιας σύγχρονης πόλης με σύνδεση μεταξύ των σημείων της

### Υποδομές μιας έξυπνης πόλης

Πέρα από τα κλασικά και παγιωμένα μοντέλα των υποδομών, περνώντας στην εποχή των τεχνολογικών αλλαγών και καινοτομιών γίνεται χρήση των έξυπνων υποδομών (Εικόνα 3).



Εικόνα 4: Διαδικτυακά συνδεδεμένες έξυπνες υποδομές μιας πόλης

Ως έξυπνη υποδομή θα μπορούσε να οριστεί ένα συνδυαστικό ψηφιακό και φυσικό σύστημα, που παρέχει μια ολοκληρωμένη διαχείριση όλων των στοιχείων που περιλαμβάνει μέσω διαφορετικών τεχνολογικών εργαλείων. Αυτά τα εργαλεία βοηθούν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων για την επίτευξη στόχων απόδοσης, βιωσιμότητας, παραγωγικότητας και ασφάλειας.

Οι έξυπνες υποδομές θα μπορούσαν να οριστούν ως ένα έξυπνο σύστημα που χρησιμοποιεί έναν βρόχο ανάδρασης δεδομένων για να βελτιώσει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με ένα θέμα. Ένα σύστημα που μπορεί να παρακολουθεί, να μετράει, να αναλύει, να επικοινωνεί και να ενεργεί βάσει δεδομένων που συλλέγονται από αισθητήρες». (Royal Academy of Engineering, 2012).

Οι έξυπνες υποδομές είναι το πλαίσιο στο οποίο θα ενταχθεί η παρούσα διπλωματική που αφορά το καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo. Μέσω του σχεδιασμού και των λειτουργιών του θα γίνει δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας, η χρήση του IoT (internet of things) και η μετέπειτα ενσωμάτωση και ενίσχυση υφιστάμενων και νέων τεχνολογιών.

### **Μετατόπιση στο σχεδιασμό των πόλεων.**

Οι πόλεις έχουν αλλάξει πολλές φορές μορφή, περνώντας αλλαγές στο σχεδιασμό τους σύμφωνα με τις ανάγκες της κάθε εποχής και σαφέστατα εξαιτίας της μετακίνησης του πληθυσμού από και προς αυτές.

Οι σημερινές πόλεις καλούνται να καλύψουν τόσο τις υφιστάμενες ανάγκες μιας κοινότητας όσο και ανάγκες που δημιουργήθηκαν από τη μεγάλη συμπύκνωση πληθυσμού λόγω της αστυφιλίας, όπως καλούνται και να λύσουν προβλήματα που παλαιότερα δεν υπήρχαν.

Βασικές ανάγκες των σύγχρονων πόλεων είναι η ορθολογική χρήση των πόρων, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, η διευκόλυνση στις μετακινήσεις και την εξυπηρέτηση, η ασφάλεια και η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών προς αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των.

## Σχεδιασμός πόλεων μετά το Β' Π.Π.

Το τέλος του δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου βρήκε πολλές πόλεις κατεστραμμένες και ερειπωμένες που χρήζαν άμεσης ανοικοδόμησης και τη βιομηχανία ενός πλήθους χωρών σε καταστροφικά επίπεδα. Όμως στην επαναλειτουργία των βιομηχανιών, τα τροχοφόρα οχήματα και ειδικότερα το αυτοκίνητο, ως μέσο μετακίνησης μεγάλων ομάδων πληθυσμού, τέθηκε σε κεντρικό σημείο στον επανασχεδιασμό των πόλεων (Εικόνα 5). Αυτό έγινε γιατί το αυτοκίνητο αντιπροσώπευε έναν ευέλικτο τρόπο μετακίνησης, ένα σύμβολο ελευθερίας και πλούτου και ένα μέσο μεταφοράς από και προς τις διαρκώς πολλαπλασιαζόμενες θέσεις εργασίας των πόλεων.



Εικόνα 6: Ερείπια της Βαρσοβίας μετά από βομβαρδισμό το 1945.

Τα πρώτα αυτοκίνητα μαζικής παραγωγής τα οποία μπορούσαν να αποκτήσουν οι μικρομεσαίες κοινωνικές τάξεις, κατασκευάστηκαν στις αρχές του 1900 με πρωτεργάτη τον Χένρι Φόρντ στην Αμερική. Όμως ο πρώτος παγκόσμιος πόλεμος ('Α Π.Π. 1914 – 1918) διέκοψε την οικονομική ανάπτυξη και χρηματοπιστωτική ικανότητα των μεσαίων στρωμάτων. Έπειτα, επήλθε η παγκόσμια ύφεση (Great Depression) η οποία διήρκησε



σε διάφορα επίπεδα ανά χώρα από το 1929 έως το 1939, έτος το οποίο ξεκίνησε ο δεύτερος Παγκόσμιος πόλεμος ('B Π.Π. 1939 – 1945).

Μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου πολέμου η ζήτηση και η χρονική στιγμή της οικονομίας ήταν τέτοια, ώστε η Γερμανία ανέκαμψε εντός δεκαετίας και επικεντρώθηκε στην ανασύσταση των εργοστασίων της με ναυαρχίδα της αυτό της Volkswagen. Παρομοίως έπραξε και η Ιαπωνία εντός τριάντα ετών. Σήμερα το ένα έκτο (1/6) των επιχειρήσεων των ΗΠΑ βασίζεται στην κατασκευή ή χρήση αυτοκινούμενων μέσων ή εξαρτημάτων και τεχνολογιών γύρω από αυτά.

Αυτή η ραγδαία εξάπλωση των αυτοκινήτων οδήγησε μοιραία στο σχεδιασμό των πόλεων με γνώμονα και κύριο χαρακτηριστικό του τη χρήση οχημάτων, μιλώντας για τις λεγόμενες «πόλεις του αυτοκινήτου» (automotive cities) (Εικόνα 5).



Εικόνα 7: Κυκλοφοριακή συμφόρηση στη Ρουμανία

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ότι περίπου το ήμισυ της έκτασης των σύγχρονων πόλεων στις ΗΠΑ καταλαμβάνεται από το πρωτεύον και δευτερεύον οδικό δίκτυο, χώρους στάθμευσης, πρατήρια καυσίμων, διαφημιστικά σήματα δρόμων και σήματα κυκλοφορίας, επιχειρήσεις προσανατολισμένες σε αυτοκίνητα, αντιπροσωπείες αυτοκινήτων κ.α. (Frazer, 2019).

Οι αποστάσεις μετακίνησης μεταξύ εργασίας και οικίας για την κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας στην εποχή της ανάκαμψης μετά τους πολέμους και την ύφεση οδήγησαν στη δημιουργία δρόμων που ξέφυγαν από τα τοπικά όρια και έλαβαν υπερτοπικό συνδετικό χαρακτήρα.

Τα προάστια κατ' επέκταση συγκέντρωσαν ένα τεράστιο πλήθος ανθρώπων που πήγαιναν προς αναζήτηση εργασίας όπως και τα κέντρα των πόλεων (Melosi, 2010).

Έτσι, συνέπεια αυτών των εξελίξεων και κοινωνικών ανακατατάξεων τα τελευταία εκατό χρόνια ήταν η αλλαγή στην προσέγγιση του πολεοδομικού σχεδιασμού γενικότερα και στο σχεδιασμό του εξωτερικού φωτισμού ειδικότερα, με τρεις διακριτές περιόδους αναφορικά με τους διαφορετικούς παράγοντες βαρύτητας στους οποίους αυτός επικεντρώθηκε (Zielinska-Dabkowska και Katarzyna Bobkowska, 2022):

- στη κατασκευή δρόμων
- στη βελτιστοποίηση των συνθηκών οδικής ασφάλειας
- στο πολεοδομικό σχεδιασμό

Στην πρώτη περίοδο η ανάπτυξη ήταν γύρω από την κατασκευή δρόμων για τα αυτοκίνητα και τα τραίνα.

Στη δεύτερη περίοδο έγινε εστίαση στη βελτιστοποίηση των συνθηκών οδικής ασφάλειας και ορατότητας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και της νύκτας για τα οχήματα, τους πεζούς αλλά και τους ποδηλάτες.

Στην τρίτη περίοδο που διανύουμε ως ανθρωπότητα τώρα, ο πολεοδομικός σχεδιασμός γίνεται με βάση τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις επιπτώσεις τους στους ανθρώπους, τα ζώα, τα φυτά και τη βελτίωση του οικοσυστήματος.

### **Η εξέλιξη πέρα από τις πόλεις του αυτοκινήτου (car cities)**

Η ταχεία ανάπτυξη της αστικοποίησης η οποία δημιούργησε τις πόλεις του αυτοκινήτου ήταν αυτή η οποία ενθάρρυνε τη μελέτη, το σχεδιασμό και την εφαρμογή τεχνικών παραμέτρων φωτισμού που επικεντρώνονται στους κατοίκους των σύγχρονων πόλεων.

Αυτού του τύπου ο σχεδιασμός ήταν ένας αντικατοπτρισμός της όρασης των ανθρώπων κατά τη διάρκεια της ημέρας. Δηλαδή της οπτικής ευαισθησίας και ικανότητας του ατόμου να βλέπει όταν εκτίθεται σε φωτεινά περιβάλλοντα τις υπόλοιπες ώρες όπου δεν υπήρχε φυσικός φωτισμός.



Εικόνα 8: Νυκτερινή λήψη του Μανχάταν από τη NASA.

Η εφαρμογή αυτής της ανάγκης χρήσης των πόλεων καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, εκμεταλλεύτηκε την τεχνολογία του τεχνητού φωτισμού ως τρόπο παροχής ασφαλούς διέλευσης των πεζών και των οχημάτων, αγνοώντας τις περιβαλλοντικές και βιολογικές επιπτώσεις που προκάλεσε.

Με τη συνεχόμενη λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων, δημιουργούνται συνεχείς περίοδοι φωτεινότητας από το σούρουπο ως την αυγή, διαταράσσοντας τη φυσική ισορροπία του οικοσυστήματος και τις λειτουργίες των έμβιων όντων (νυκτόβιων θηλαστικών, εντόμων, ανθρώπων, πτηνών).

Καθίσταται ως συνέπεια ο τεχνητός νυκτερινός φωτισμός (ALAN) ως ένας μείζων στρεσογόνος παράγοντας των φυσικών κύκλων αλλά και των βιολογικών διαδικασιών. Ο τεχνητός νυκτερινός φωτισμός δυνητικά απειλεί τόσο τη βιοποικιλότητα όσο και τον άνθρωπο ως είδος (Navara & Nelson, 2007) καθώς διαταράσσει τους κερκάρδιους ρυθμούς, προκαλώντας εξουθένωση, αδυναμία και πλείστες παθήσει. (Ouyang & Davies & Dominoni, 2008).

Οι περιβαλλοντικοί αυτοί προβληματισμοί είναι πολύ πρόσφατοι στην ανθρώπινη ιστορία, καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι ραγδαίες ενώ τα αποτελέσματά τους και οι επιπτώσεις τους γίνονται αντιληπτές μετά από μακρές περιόδους εφαρμογής.

Έτσι, πηγαίνοντας πέρα από τις πόλεις του αυτοκινήτου, η ανθρωπότητα οδηγήθηκε μέσα από μια σειρά αλλαγών, μέσα από αυτούς παράγοντες όπως η κλιματική αλλαγή, η μετατόπιση της ιδεολογίας και της κοινωνίας προς ένα σύγχρονο τρόπο σκέψης και η βελτιστοποίηση της ζωής στο σύνολό της ως είδος σε αρμονία με το γύρω της περιβάλλον, στη δημιουργία διάφορων χαρτοφυλακίων προς αυτή την κατεύθυνση.

Ένα πρώτο παράδειγμα είναι οι οκτώ διεθνείς αναπτυξιακοί στόχοι ανάπτυξης και οι εξήντα καθοριστικοί δείκτες της Χιλιετίας (ΣΑΧ ή Millennium Development Goals - MDG). Αυτοί τέθηκαν στη Σύνοδο Κορυφής της Χιλιετίας των Ηνωμένων Εθνών το Σεπτέμβριο του 2000 στη Νέα Υόρκη, στους οποίους συμφώνησαν να πετύχουν έως το 2015 οι 192 χώρες μέλη του Ο.Η.Ε. και τουλάχιστον 23 διεθνείς οργανισμοί.

Η Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (Ο.Η.Ε) συνεδρίασε το 2015 και ως μέρος του προγράμματος ανάπτυξης μετά το τέλος του προηγούμενου, παρουσίασε το πρόγραμμα 2030 (Ηνωμένα Έθνη, 2017). Μέρος αυτού του προγράμματος είναι μια συλλογή αλληλένδετων στόχων που αφορά ένα «κοινό σχέδιο για την ειρήνη και την ευημερία για τους ανθρώπους και τον πλανήτη τώρα και στο μέλλον» (Ηνωμένα Έθνη, 2022) με σκοπό να υλοποιηθούν αυτοί έως το 2030.

Η συλλογή αυτή αποτελείται από 17 στόχους και 169 άμεσα συνδεδεμένους σκοπούς με αυτούς τους στόχους, προωθώντας την ενσωμάτωση της τρισυπόστατης διάστασης της βιώσιμης ανάπτυξης, ήτοι περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. (Γενική Γραμματεία Νομικών και Κοινοβουλευτικών Θεμάτων, 2015).

Οι στόχοι αυτοί ονομάζονται στόχοι για την βιώσιμη ανάπτυξη (ΣΒΑ) ή Sustainable Development Goals/ Global Goals (SDG / DG) και αποτελούν καθορισμένες προοπτικές για βιώσιμες πόλεις καθώς έχουν αναπτυχθεί και υιοθετηθεί προκειμένου την επίτευξη ενός καλύτερου μέλλοντος.

Οι δεκαεπτά αυτοί στόχοι είναι (Εικόνα 9):

- 1 Μηδενική φτώχεια
- 2 Μηδενική πείνα
- 3 Καλή υγεία και ευημερία

- 4 Ποιοτική εκπαίδευση
- 5 Ισότητα των φύλων
- 6 Καθαρό νερό και αποχέτευση
- 7 Φτηνή και καθαρή ενέργεια
- 8 Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη
- 9 Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές
- 10 Λιγότερες ανισότητες
- 11 Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες
- 12 Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή
- 13 Δράση για το κλίμα
- 14 Ζωή στο νερό
- 15 Ζωή στη στεριά
- 16 Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί θεσμοί
- 17 Συνεργασία για τους στόχους



Εικόνα 10: Οι 17 στόχοι Βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών.

Από αυτούς τους στόχους, οι επιμέρους στόχοι υπ' αριθμόν 3, 7, 9, 11 και 13 αφορούν άμεσα ή έμμεσα την παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιασμού ενός καινοτόμου φωτιστικού σώματος αστικού ιστού. Ειδικότερα παρουσιάζονται επιγραμματικά οι στόχοι οι οποίοι επηρεάζουν το σκεπτικό πίσω από το σχεδιασμό και τη μελέτη αυτή.

Στόχος 3 (Εικόνα 11): Εξασφάλιση μιας υγιούς ζωής και την προαγωγή της ευημερίας για όλους τους ανθρώπους σε όλες τις ηλικίες.

Ο στόχος αφορά έμμεσα τη βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω καλύτερου αστικού φωτισμού, δημιουργίας ασφαλέστερων σημείων και πληροφόρησης.



Εικόνα 12: 3<sup>ος</sup> Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης

Στόχος 7 (Εικόνα 9): Διασφάλιση πρόσβασης σε οικονομικά προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους.

Ο στόχος αφορά άμεσα την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς ο σχεδιασμός του καινοτόμου αστικού φωτιστικού σώματος έχει σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από φυσικούς πόρους και την -κατά το μέτρο του δυνατού – αυτόνομη λειτουργία του.



Εικόνα 9: 7<sup>ος</sup> Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης

Στόχος 9 (Εικόνα 10) : Δημιουργία ανθεκτικών υποδομών, προώθησή της χωρίς αποκλεισμούς, βιώσιμη εκβιομηχάνιση και την προώθηση της καινοτομίας.

Ο στόχος αφορά άμεσα την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς ο σχεδιασμός του αστικού φωτιστικού σώματος έχει ως πυρήνα την καινοτομία και την πρόθεση να

καταστεί ευκολότερο στην κατασκευή του, με στόχο τη δημιουργία εξειδικευμένων θέσεων εργασίας.



Εικόνα 13: 9<sup>ος</sup> Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης

Στόχος 11 (Εικόνα 14): Δημιουργία πόλεων και ανθρώπινων οικισμών χωρίς αποκλεισμούς, ασφαλείς, ανθεκτικές και βιώσιμες.

Ο στόχος αφορά άμεσα την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς το καινοτόμο αστικό φωτιστικό σώμα φέρει φωτοβολταϊκά πάνελ μειώνοντας δραστικά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από φυσικούς πόρους και την κατά το μέτρο του δυνατού – αυτόνομη λειτουργία του, ενισχύοντας την ανθεκτικότητά του και τη βιωσιμότητα της πόλης.



Εικόνα 15: 11<sup>ος</sup> Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης

Στόχος 13 (Εικόνα 12): Λήψη επείγουσας δράσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της.

Ο στόχος αφορά άμεσα την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς το καινοτόμο αστικό φωτιστικό σώμα φέρει πάνελ LED τα οποία έχουν μειωμένες εκπομπές ακτινοβολίας και χημικών συγκριτικά με τους συμβατικούς λαμπτήρες, όπως φέρει και

φωτοβολταϊκά πάνελ μειώνοντας δραστικά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από φυσικούς μειώνοντας την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.



Εικόνα 16: 13<sup>ος</sup> Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης

Η προσπάθεια για την τεχνολογική καινοτομία που θα βοηθήσει την ανθρωπότητα να εναρμονιστεί με τη φύση ενώ ταυτόχρονα εξυπηρετεί τις ανάγκες της σύγχρονης ζωής και πολιτισμού έχει μόλις ξεκινήσει. Αρωγοί σε αυτή την κατεύθυνση στέκονται η αλλαγή στην παγκόσμια ιδεολογία που προσβλέπει σε μια εναρμόνιση με την φύση, η συνειδητοποίηση του πεπερασμένου των φυσικών πόρων της Γης, η σύμπραξη χωρών στη δημιουργία κανόνων, στοχοθέτησης και κανονισμών λειτουργίας με βάση τα δεδομένα των επιστημών προς τη βελτιστοποίηση της ποιότητας ζωής και της προστασίας του περιβάλλοντος στο οποίο ανήκει η ανθρωπότητα.



## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Προσεγγίσεις χωρών στη χρήση καινοτομιών στον τομέα του φωτισμού κοινοχρήστων χώρων

Η αστυφιλία οδήγησε στην αυξανόμενη χρήση των υποδομών σε πολλές πόλεις, σε σημείο που δοκιμάστηκαν πλείστες πτυχές του συστήματος. Έγινε αισθητή η ανάγκη για περισσότερο φωτισμό στους δρόμους, στους δημόσιους χώρους και τους κοινόχρηστους χώρους.

Οι προκλήσεις που ανέκυψαν με την τεχνολογική εξέλιξη του 21ου αιώνα ήταν πολλές και κάποιες χώρες έκαναν σημαντικά βήματα προς την κάλυψη των αναγκών και την επίλυση των προβλημάτων ενέργειας που προέκυψαν.

Στην πορεία θα παρατεθούν μερικά από αυτά τα παραδείγματα.

### 2.1 Το παράδειγμα του Παρισιού (Γαλλία)

Η Γαλλία ακολουθώντας την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) που ψηφίστηκε το 2020 έδωσε μεγάλο βάρος στην αντικατάσταση και αναβάθμιση του φωτισμού των δρόμων, δημοτικών κτηρίων, μνημείων και δημοσίων χώρων κάνοντας μια σειρά από συμβόλαια για την μετάβαση σε ένα εκσυγχρονισμένο δίκτυο και την πορεία προς μια ουδέτερη ενεργειακά χώρα έως το 2050, με μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 και οικονομική ανάπτυξη αποσυνδεδεμένη από τη χρήση πόρων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020) (Εικόνα 17).



Εικόνα 18: Πύργος του Άιφελ, Παρίσι, Γαλλία

Η Γαλλία επίσης πρότεινε, ψήφισε και εφαρμόζει από το 2018 το κλιματικό σχέδιο δράσης του Παρισιού (Paris Climate Action Plan) με το οποίο προτείνονται περισσότερες από πεντακόσιες (500,00) ξεχωριστές δράσεις που αναπτύσσονται σε τέσσερις κύριους τομείς (Ενέργεια, Κινητικότητα, Κτιριοδομικός και Πολεοδομικός σχεδιασμός, Τροφή και Απορρίμματα) προκειμένου το Παρίσι να γίνει έως το 2030 μια πόλη με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα.

Το Παρίσι, πρωτεύουσα της Γαλλίας με πληθυσμό 11.208.000, ονομάζεται πόλη του Φωτός, όχι μόνο για τον πρωταγωνιστικό του ρόλο που διαδραμάτισε στην εποχή του Διαφωτισμού αλλά και γιατί ήταν η πρώτη πόλη που τοποθέτησε λυχνίες αερίου στους δρόμους της.

Η πόλη του Παρισιού έχει περί τα τριακόσιες σαράντα πέντε χιλιάδες (345.000) συστήματα φωτισμού, που αντιστοιχούν σε οδοφωτισμό, φωτισμό δημοσίων κτηρίων, φωτεινές επιγραφές και φωτισμό δημοσίων χώρων και το ποσοστό του κόστους αυτού του δημόσιου φωτισμού στις τοπικές διοικήσεις της Γαλλίας αγγίζει το τριάντα επτά τοις εκατό (37%) του προϋπολογισμού τους. Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για το δημόσιο φωτισμό αγγίζει τις εκατό πενήντα γιγαβατώρες το χρόνο (150 Gwh/ y), κάνοντας το δημόσιο φωτισμό να είναι ο δεύτερος πιο κοστοβόρος τομέας, πίσω μόνο από τα δημόσια κτήρια. Οι μελέτες έδειχναν πως αυτό το μέγεθος θα αυξανόταν κατακόρυφα εξαιτίας της γήρανσης και κακής συντήρησης τόσο των φωτιστικών σωμάτων όσο και του δικτύου εν γένει.

Η πόλη του Παρισιού ξεκίνησε να εφαρμόζει το "δεκαετές συμβόλαιο ενεργειακής απόδοσης" το 2011 με ορίζοντα τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος κατά τριάντα τοις εκατό 30% έως το 2020, έχοντα επιβάλλει τόσο κυρώσεις όσο και ανταμοιβές στις περιοχές που απέτυχαν ή πραγματοποίησαν αντίστοιχα τους στόχους τους προγράμματος. Μέχρι το τέλος του 2013 έχοντας αντικαταστήσει πάνω από οκτώ χιλιάδες φωτιστικά σώματα και φώτα διασταυρώσεων σε δύο κύρια σημεία τουριστικού ενδιαφέροντος, το Pont d' Arcole και την Place de la Concorde, πέτυχε τη μείωση κατά οκτώ γιγαβατώρες το χρόνο (8 Gwh/ y) και τη μείωση σε κατανάλωση ρεύματος κατά εβδομήντα επτά (77%) και ογδόντα οκτώ τοις εκατό (88%) αντίστοιχα.

Το 2021, η πόλη του Παρισιού σύναψε δεκαετές συμβόλαιο με τις εταιρείες Citelum (θυγατρική της EDF) και Eiffage για τον εκσυγχρονισμό δώδεκα χιλιάδων (12.000) φωτιστικών σωμάτων, την αντικατάσταση εβδομήντα χιλιάδων (70.000)

συστημάτων φωτισμού δημοσίων χώρων και μνημείων και την αντικατάσταση και βελτίωση περίπου οκτακοσίων εβδομήντα (870,00) χιλιομέτρων καλωδιώσεων, τόσο υπόγειων όσο και υπέργειων [6] (Αρχή Ηλεκτροφωτισμού της Γαλλίας - Électricité de France S.A..2021). Ο στόχος που έχει τεθεί είναι η μείωση κατά τριάντα τοις εκατό (30%) της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από το δημόσιο φωτισμό και διακόσιες σαράντα γιγαβατώρες το χρόνο (240 GWh/ y) σωρευτική ενεργειακή εξοικονόμηση στο τέλος του δεκαετούς προγράμματος.

Επίσης η πόλη του Παρισιού μέσω συμβολαίου που σύναψε με την εταιρεία EVESA (θυγατρική εταιρεία του βιομηχανικού ομίλου Bouygues S.A) και της Vinci S.A για τη λειτουργία και συντήρηση του δημοσίου δικτύου ηλεκτροφωτισμού, έδωσε τη δυνατότητα να αξιοποιηθούν νέες τεχνολογίες και συστήματα παρακολούθησης του δικτύου ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της μείωσης των εκπομπών ρύπων, της κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος, της μετάβασης σε μια έξυπνη πόλη και της δημιουργίας βάσης ώστε να αναπτυχθούν καινοτομίες στην τεχνολογική διαχείριση του Παρισιού.

Έγινε χρήση της πολύ- λειτουργικής βιομηχανικής πλατφόρμας IoT IPv6 της εταιρείας Itron, μέσω της οποίας συνδέθηκαν υπόγειοι και υπέργειοι σταθμοί χειρισμού του δικτύου ηλεκτροφωτισμού της πόλης σε ένα ενιαίο δίκτυο, το οποίο μπορεί να παρακολουθείται και να ελέγχεται απομακρυσμένα στο σύνολό του. Κατά αυτόν τον τρόπο, μέσω των καινοτόμων προγραμμάτων έγινε δυνατή η διαχείριση και ο έλεγχος ενός ενοποιημένου δικτύου στο οποίο είναι συνδεδεμένα τόσο τα στοιχεία ηλεκτροφωτισμού των δρόμων, όσο και οι φωτεινοί σηματοδότες, οι δημόσιοι χώροι και ο αρχιτεκτονικός φωτισμός των μνημείων. Σε αυτό το ενοποιημένο δίκτυο μπορούν μελλοντικά να ενσωματωθούν νέες, καινοτόμες εφαρμογές ελέγχου, συλλογής δεδομένων, επέμβασης και παρακολούθησης του δικτύου κάνοντας έτσι έξυπνη την πόλη.

## **2.2 Το παράδειγμα της πολιτείας Μίσιγκαν (Ντιτρόιτ)**

Η Αμερική, με πληθυσμό που αγγίζει τους 328.200.000 κατοίκους, είναι δεύτερη στην παγκόσμια κλίμακα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, με 3.989.566 (Gwh/ έτος) σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του EIA (US Energy Information Administration, 2019) για

το έτος 2019, μόλις πίσω από την Κίνα η οποία έχει σχεδόν τριπλάσιο πληθυσμό (Wikipedia, 2020). Η κατανάλωση ενέργειας είχε δεκαπλασιαστεί από τη δεκαετία του 1970, φτάνοντας σε κρίσιμο σημείο με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την οικονομία.

Έτσι, πολλές μητροπόλεις των Η.Π.Α αποφάσισαν να προωθήσουν την αντικατάσταση των παραδοσιακών λαμπτήρων ατμών νατρίου και υδραργύρων με νέου τύπο LED, προχωρώντας σε προγράμματα με υψηλό αρχικό κόστος έναρξης αλλά με πολύ χαμηλότερη μετέπειτα συντήρηση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής λαμπτήρων, κάνοντας βιώσιμη ως εκ τούτου την εφαρμογή τους.



Εικόνα 19: Ντιτρόιτ, πολιτεία του Μίσιγκαν.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μελέτης αποτελεί η πόλη του Ντιτρόιτ (Detroit) (Εικόνα 20), η μεγαλύτερη πόλη της Πολιτείας του Μίσιγκαν (και εικοστή έβδομη μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής) με πληθυσμό εξακοσίων εξήντα ενός χιλιάδων και εκατόν ενενήντα τριών (661.193) στο κέντρο της πόλης και τριών εκατομμυρίων πεντακοσίων είκοσι ενός χιλιάδων (3.521.000) στη μητροπολιτική της ενότητα το 2022.

Στο Ντιτρόιτ έχουν την έδρα τους πολλές επιχειρήσεις αυτοκινητοβιομηχανίας (ενδεικτικά αναφέρονται οι Chrysler, Ford Motor Company, General Motors) καθώς και διατηρούν γραφεία ή και έδρες επιχειρήσεις οικονομικών και τεχνολογικών αντικειμένων, πληροφοριών, υγείας και άλλων πεδίων (ενδεικτικά αναφέρονται οι Little Ceasars, HP Enterprise, Ernst & Young κ.α.) οι οποίες επιχειρήσεις απασχολούν δεκάδες χιλιάδες υπαλλήλους τόσο στο Μητροπολιτικό Ντιτρόιτ όσο και στις γύρω περιοχές.

Η οικονομική κρίση στις αρχές του 2010 η οποία σήμαινε τη δραστική μείωση των θέσεων εργασίας, η ταχύτατη επέκταση των προαστίων και η συνεπακόλουθη πληθυσμιακή συρρίκνωση του κέντρου καθώς και η κρατική διαφθορά, οδήγησαν στη χρεωκοπία της πόλης το 2013 (με χρέος περί τα 20 δισεκατομμύρια δολάρια). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση των συντηρήσεων και τη φθορά των δημοσίων χώρων (περί τα εβδομήντα οκτώ χιλιάδες εγκαταλελειμμένα κτήρια και εξήντα έξι χιλιάδες εγκαταλελειμμένες ιδιοκτησίες).

Ο δημοτικός φωτισμός του Ντιτρόιτ ήταν ανενεργός σε επίπεδο 40% των ογδόντα οκτώ χιλιάδων λαμπτήρων (88.000 φωτιστικά δημοσίων χώρων) το 2014, εξαιτίας των αιτιών που προαναφέρθηκαν και της αμέλειας, μη συντήρησης ή και ανικανότητας των αρχών του να ενισχύσουν αυτόν τον τομέα υποδομών. Αυτό είχε σαν άμεση συνέπεια την κατακόρυφη αύξηση της εγκληματικότητας στα υψηλότερα επίπεδα μεταξύ των πόλεων των Η.Π.Α (the society pages, 2014) και την απότομη μείωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών.

Η νέα διοικητική αρχή, έχοντας διορισμένο από την κεντρική κυβέρνηση έναν "manager επείγουσας κατάστασης" προκειμένου τη διαχείριση του χρέους, έθεσε ως στόχο την αναδιαμόρφωση και τον εκσυγχρονισμό του συστήματος δημοτικού φωτισμού μέσω προγράμματος με αρχικό κόστος επένδυσης εκατόν ογδόντα πέντε εκατομμύρια δολάρια στα τέλη του 2013. Μέσα σε δύο έτη, η εκ θεμελίων ανασυνταγμένη Δημοτική Αρχή Ηλεκτροφωτισμού έφτιαξε ομάδες μελετών και πραγματοποιήθηκε αποτύπωση των προβλημάτων ανά περιοχή ταχυδρομικού κώδικα, σχεδιάστηκαν επί χάρτου και ομαδοποιήθηκαν τα οικοδομικά τετράγωνα στα οποία θα πραγματοποιηθούν οι επεμβάσεις και τοποθετήθηκαν πάνω από εξήντα πέντε χιλιάδες φωτιστικά νέου τύπου σε κάθε γειτονιά.

Η σημασία της βελτίωσης του ηλεκτροφωτισμού δημοσίων χώρων έγκειται, τόσο για την περίπτωση μελέτης της πόλεως του Ντιτρόιτ όσο και γενικά στα αστικά κέντρα, τόσο στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων όσο στη γενικότερη αίσθηση ασφάλειας και την αποτροπή εγκλημάτων. Ενδεικτικό είναι το στατιστικό δεδομένο για την περίπτωση του Ντιτρόιτ ότι έπειτα από την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων μειώθηκαν και τα αυτοκινητιστικά δυστυχήματα με θύματα πεζούς από είκοσι τέσσερα ανά έτος σε μόλις ένα ανά έτος.

Συνεπώς με την αναβάθμιση και μόνο από τους υφιστάμενους λαμπτήρες Υψηλής Πίεσης Νατρίου (HPS) σε νέου τύπου LED υπήρξε βελτίωση στους τομείς της ασφάλειας, της εργασίας και του συνολικού βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της πόλης του Ντιτρόιτ. Το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε δημόσιους χώρους μειώθηκε κατά τρία εκατομμύρια δολάρια (3.000.000 \$) ετησίως, οι εκπομπές ρύπων μειώθηκαν κατά σαράντα χιλιάδες μετρικούς τόνους (40.000 Tn) και οι βανδαλισμοί δημοσίων χώρων μειώθηκαν κατά δεκαοκτώ τοις εκατό (18%) (Εικόνα 15) .



Εικόνα 21: Σικάγο, δημόσιος δρόμος μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

### 2.3 Το παράδειγμα της πολιτείας Ιλινόις (Σικάγο)

Δεύτερο χαρακτηριστικό παράδειγμα μελέτης των Η.Π.Α αποτελεί η πόλη του Σικάγο (Chicago), η μεγαλύτερη πόλη της Πολιτείας του Ιλινόις και τρίτη μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής μετά τη Νέα Υόρκη και το Λος Άντζελες με πληθυσμό τριών εκατομμυρίων πεντακοσίων είκοσι ενός χιλιάδων (3.521.000) στο κέντρο της πόλης και οκτώ εκατομμυρίων εννιακοσίων τριάντα επτά χιλιάδων (8.937.000) στη μητροπολιτική της ενότητα το 2022.

Έχοντας ένα παλαιό δίκτυο ηλεκτροφωτισμού δημοσίων χώρων που απαρτιζόταν από περίπου διακόσιες ογδόντα χιλιάδες (280.000) λαμπτήρες υψηλής πίεσεως νατρίου (HPS) η πόλη του Σικάγο έθεσε σε εφαρμογή έπειτα από προσεκτικό σχεδιασμό το πρόγραμμα Chicago Smart Lighting Program, εν συντομία CSLP, με κόστος περί τα εκατόν εξήντα εκατομμύρια δολάρια (160.000.000). Το συμβόλαιο ανατέθηκε στην

πλειοψηφία του στην Ameresco Inc. και είχε βάθος πενταετίας, διαχειριζόμενο σχεδόν εξ ολοκλήρου από το Τμήμα Συγκοινωνίας του Σικάγο (CDOT) (Εικόνα 16).



Εικόνα 22: Ιλινόις, πολιτεία του Σικάγο.

Εκτός από την αναβάθμιση από τους λαμπτήρες παλαιότερης τεχνολογίας σε νέους τεχνολογίας LED, αναβαθμίστηκε όλη η βασική υποδομή του δικτύου ηλεκτροφωτισμού της πόλης, ενώνοντας τα συστήματα φωτισμού σε κεντρικά σημεία ελέγχου ούτως ώστε να είναι ταχύτερη, ευκολότερη και φθηνότερη η παρακολούθηση του συνόλου του δικτύου.

Η εταιρεία TerraGo που ειδικεύεται σε δεδομένα και χρήσεις έξυπνης πόλης και λύσεις συντήρησης δικτύων σε συνεργασία με το Τμήμα Περιουσίας, Πληροφοριών και Υπηρεσιών της πόλης (Department of Assets, Information and Services - AIS) δημιούργησαν την πλατφόρμα ελέγχου Smart Lighting Management System (LMS) η οποία βασίζεται σε ασύρματους πομπούς οι οποίοι είναι τοποθετημένοι επάνω σε κάθε φωτιστικό σώμα. Οι πομποί αυτοί είναι μέρος του δικτύου ελέγχου LMS και σε περίπτωση βλάβης ή καταστροφής δημιουργείται αυτομάτως ένα αίτημα επισκευής και ανατίθεται στο κοντινότερο συνεργείο η επισκευή του. Επιπλέον υφίσταται η δυνατότητα της απομακρυσμένης μείωσης της έντασης φωτισμού εκτός ωρών αιχμής, προσφέροντας επιπλέον ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας στην πόλη.

Οι άξονες στους οποίους κινήθηκε το Chicago Smart Lighting Program ήταν οι εξής:

- Βελτιωμένες υπηρεσίες προς τους πολίτες
- Αυξημένη αίσθηση ασφάλειας
- Μείωση της φωτορύπανσης
- Μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

Οι βελτιωμένες υπηρεσίες προς τους πολίτες αφορούν τους λαμπτήρες τεχνολογίας LED έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, χρήζουν λιγότερης συντήρησης. Με την αναβάθμιση του υφιστάμενου δικτύου σε νέο έξυπνο δίκτυο ελαχιστοποιήθηκαν οι κλήσεις προς το τμήμα συντήρησης καθώς ο απομακρυσμένος έλεγχος δίνει άμεσα στοχευμένα αποτελέσματα της οποίας βλάβης σε κάποιον λαμπτήρα στην πόλη.

Η αυξημένη αίσθηση ασφάλειας στην πόλη, αφορά την ελαχιστοποίηση των σκοτεινών σημείων στην πόλη καθώς με τον φωτισμό μειώνεται η εγκληματικότητα δηλαδή παρατηρείται σε μεγάλο ποσοστό μείωση των παρανόμων ενεργειών.

Η τεχνολογία LED συμβάλει στη μείωση της φωτορύπανσης διότι παρέχει στοχευμένο φωτισμό προς το πεζοδρόμιο, το δρόμο και γενικότερα στο σημείο ενδιαφέροντος, αποφεύγοντας την παγκατεύθυνση του φωτός και τη φωτεινή άλω που δημιουργείται από τους λαμπτήρες παλαιότερης τεχνολογίας.

Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεγαλύτερη από 50%, συνεπώς εξοικονομούνται περίπου 17,8 εκατομμύρια κιλοβατώρες (17.800.000 Kw/h) που αντιστοιχούν σε κόστος δέκα εκατομμύρια δολάρια (10.000.000 \$) ετησίως. Επίσης μειώθηκαν κατά έντεκα χιλιάδες διακόσια τριάντα (11.230) μετρικοί τόνοι εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στην τοπική κοινωνία είναι αποτέλεσμα της ανάγκης κατασκευής νέων εργοστασίων και η εγκατάσταση αυτών σε υποβαθμισμένες οικονομικά περιοχές συμβάλλει στην ανάπτυξη αυτών των περιοχών. Τα νέα εργοστάσια αυτά χρειάζονται για την κατασκευή, συναρμολόγηση ή και συναρμολόγηση της μισής (50%) ή και περισσότερο των νέων φωτιστικών με τη συμμετοχή κατά το ήμισυ του εργατικού δυναμικού που απαιτούνταν για την εργασία από την πόλη του Σικάγο. Στα εργοστάσια αυτά Προσλήφθηκαν οικονομικά ευάλωτες ομάδες, απόφοιτοι τεχνικών και



επαγγελματικών λυκείων, απόφοιτοι και φοιτητές από τοπικά πανεπιστήμια και υπήρξε μεγάλη ποσόστωση εργατικού δυναμικού από γυναίκες.

Οι στόχοι του προγράμματος επετεύχθησαν και πολλοί από αυτούς υπερβλήθηκαν. Ειδικότερα αναφορικά με τις θέσεις εργασίας, ο στόχος ήταν το εργατικό δυναμικό να αποτελείται από πολίτες του Σικάγο κατά 50% και από κατοίκους κοινωνικά και οικονομικά υποβαθμισμένων περιοχών κατά 10% και τα τελικά ποσοστά έφτασαν το 63% και 34% αντίστοιχα. Αναφορικά με την εξοικονόμηση ενέργειας, ο στόχος ήταν περίπου στις 52 εκατομμύρια κιλοβατώρες και το 2019 η κατανάλωση είχε μειωθεί κατά 70 εκατομμύρια κιλοβατώρες.

Το 2022 η πόλη του Σικάγο κέρδισε το πρώτο παγκόσμιο βραβείο έξυπνης πόλης για την κατηγορία "Ενέργεια και Περιβάλλον" στον διαγωνισμό World Smart City Awards που διεξάγεται ετησίως στη Βαρκελώνη, ανάμεσα σε τριακόσιες συμμετοχές από εξήντα χώρες. Με την εφαρμογή του προγράμματος η πόλη του Σικάγο επιτάχυνε την εξοικονόμηση ενέργειας, πόρων, ελαχιστοποίησε την κατανάλωση ρεύματος, μείωσε το ενεργειακό αποτύπωμα και την εκπομπή ρύπων, αύξησε την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα και βελτιστοποίησε τις συνθήκες εργασίας και διαβίωσης των πολιτών.

## **2.4 Το παράδειγμα της Ελλάδας.**

Στην Ελλάδα υπάρχει τεράστια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τους Δήμους και τις Περιφέρειες καθώς χρησιμοποιούνται στην πλειοψηφία του δημόσιου φωτισμού λαμπτήρες παλαιάς τεχνολογίας με ταυτόχρονη μερική ή ολική έλλειψη αυτοματισμών και ρυθμίσεων για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Σε αυτό προστίθεται και η χαμηλή συντήρησή τους, το ετερόκλιτο πλήθος η αδυναμία αντικατάστασής τους εξαιτίας έλλειψης χρηματοδότησης ή και αδιαφορίας οδηγώντας με βεβαιότητα το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε υψηλά επίπεδα, την πτώση του βιοτικού επιπέδου και την αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων και των παράνομων ενεργειών (Εικόνα 17).

Στο δημόσιο φωτισμό χρησιμοποιούνταν επί χρόνια οι λαμπτήρες πυρακτώσεως οι οποίοι σταδιακά καταργήθηκαν έως το 2012 με απόφαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξαιτίας διαφόρων παραγόντων που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 23: Αθήνα, Ελλάδα. άποψη από το λόφο της Πνύκας.

Οι λυχνίες ατμών (ή λυχνίες πίεσεως) υδραργύρου, βρίσκονται σε καθεστώς σταδιακής κατάργησης και έντονου ελέγχου ήδη από τον Ευρωπαϊκό κανονισμό (ΕΚ) υπ' αριθ. 245/2009 ο οποίος θέτει ως σημαντικό στόχο του την ενέργεια κατά το στάδιο χρήσης και την περιεκτικότητα των λαμπτήρων σε υδράργυρο, κυρίως λόγω των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία και στο περιβάλλον ως υλικό.

Ακόμη χρησιμοποιούνται λυχνίες ατμών νατρίου υψηλής και χαμηλής πίεσης από 70w έως 400w με χρωματισμό λευκό ή κίτρινο, συνήθως σε αχλαδωτή ή σωληνωτή μορφή.

Υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες και πρότυπα που πρέπει να τηρούνται όταν πρόκειται για τον φωτισμό δημόσιων χώρων όπως οι δρόμοι. Αυτοί οι κανόνες περιγράφονται σε ένα έγγραφο που ονομάζεται ΕΛΟΤ EN 13201/2004, το οποίο αποτελείται από τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος βοηθά στην επιλογή του σωστού τύπου φωτισμού για διαφορετικές περιοχές (ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01.2005). Το δεύτερο μέρος θέτει τις απαιτήσεις για το πόσο καλά θα πρέπει να λειτουργεί ο φωτισμός (ΕΛΟΤ EN

13201.02/2004). Το τρίτο μέρος εξηγεί με ποιες μεθόδους να υπολογισθεί η απόδοση του φωτισμού (ΕΛΟΤ EN 13201.03/2004) και το τέταρτο μέρος εξηγεί πώς να μετρήσετε την απόδοση του φωτισμού (ΕΛΟΤ EN 13201.04/2004). Αυτοί οι κανόνες αποφασίστηκαν από την κυβέρνηση και διασφαλίζουν ότι ο φωτισμός στους δημόσιους χώρους είναι ασφαλής και αποτελεσματικός.

Με την απόφαση Δ13/β/οικ.16522 που δημοσιεύτηκε στο φύλλο εφημερίδας της κυβέρνησης (ΦΕΚ Β' 1792 3.12.2004) ορίστηκε ότι τα απαιτούμενα για τη σύνταξη τόσο των μελετών όσο και την εκτέλεση έργων είναι σύμφωνα με τα πρότυπα (EN) ή τις κοινοτικές οδηγίες της Ε.Ε., εκτός και αν έχουν εκδοθεί αντίστοιχα πρότυπα του ΕΛΟΤ και όπου δεν υπάρχουν τα προαναφερόμενα, να εναρμονίζονται με τα αναφερόμενα στις τελευταίες εκδόσεις της Διεθνούς Επιτροπής Φωτισμού. (Κυριακίδου, 2016).

Ακόμη υφίσταται η οδηγία TOTEE 07-2018 η οποία βασίζεται στο προηγούμενως αναφερθέν CEN/ TR 13201: 2014 και η οποία αφορά τον οδοφωτισμό εν γένει.

Στην Ελλάδα, ο φωτισμός δημοσίων χώρων έχει κατανάλωση περίπου 870 γιγαβατώρες (GWatt h/y) ανά έτος από τα περίπου ένα εκατομμύριο (1.000.000) διαφόρων τύπων φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται για οδούς, πλατείες και λοιπούς κοινόχρηστους χώρους. (Tuv- Nord, 2018)

Το κόστος κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας από αυτό το ετερογενές πλήθος λαμπτήρων αγγίζει περίπου τα 100 εκατομμύρια ευρώ ετησίως με τα δεδομένα τιμών του 2018. Συνολικά ένα ποσοστό της τάξεως του 20 – 30 % του ενεργειακού κόστους των ΟΤΑ αφορά σε φωτισμό δημόσιων χώρων (αμέσως μετά τα αντλιοστάσια). Ενδεικτικά για το έτος 2022 τρεις μόνο Δήμοι της Ελλάδος, ο Δήμος Ιωαννίνων με αύξηση κόστους ρεύματος από δύο εκατομμύρια εκατό χιλιάδες ευρώ (2.100.000 €) το 2021 σε τρία εκατομμύρια ευρώ (3.000.000 €), ο Δήμος Κω με αύξηση από ένα εκατομμύριο εξακόσιες εξήντα χιλιάδες και εφτακόσια τριάντα τρία ευρώ (1.660.733 €) το 2021 σε περισσότερο από δύο εκατομμύρια ευρώ (2.000.000 €) το 2022, ο Δήμος Βόλου με αύξηση κόστους ρεύματος από τα τρία εκατομμύρια πεντακόσιες χιλιάδες ευρώ (3.500.000 €) το 2021 σε πέντε εκατομμύρια πεντακόσιες χιλιάδες ευρώ (5.500.000 €) έχουν κόστος κατανάλωσης περί τα δέκα εκατομμύρια ευρώ (10.000.000 €). (Συντακτική ομάδα ΕΡΤ, 2022)

Ειδικότερα στο Δήμο Καλαμαριάς, στον οποίο βρίσκεται και το πάρκο της παρούσης εργασίας, είναι ενδεικτική η αύξηση του κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος. Το 2019 το συνολικό κόστος ήταν ένα εκατομμύριο εκατόν ενενήντα πέντε χιλιάδες και τετρακόσια εβδομήντα ευρώ (1.195.470 €), όπου και ξεκίνησε σε μικρό βαθμό (περί του 1-2 %) η αλλαγή των κλασικών λαμπτήρων οδοφωτισμού με λαμπτήρες τύπου LED. Το 2020 το κόστος ήταν ένα εκατομμύριο εκατόν δεκαέξι χιλιάδες και τριάντα ευρώ και ενενήντα λεπτά (1.116.030,90 €).

Το 2021 το κόστος ήταν ένα εκατομμύριο ενενήντα τέσσερις χιλιάδες και διακόσια δώδεκα ευρώ (1.094.212 €) όπου και η αντικατάσταση των κλασικών λαμπτήρων και φωτιστικών με νέου τύπου λαμπτήρες και σώματα LED έφτασε σε ποσοστό περίπου το επτά τοις εκατό (7%).

Το έτος 2022 όμως εξαιτίας της παλαιότητας του δικτύου, της ανεπαρκούς συντήρησης και της ανατίμησης της κιλοβατώρας το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο σύνολο του Δήμου σχεδόν διπλασιάστηκε και έφθασε (σύνολο κόστους έως τις 16/11/2022) στο ένα εκατομμύριο εννιακόσιες ογδόντα οκτώ χιλιάδες και εκατόν έντεκα ευρώ (1.988.111 €).

Για να αντιμετωπιστεί η οικονομική αυτή αιμορραγία στις τοπικές (Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης) και περιφερειακές διοικήσεις αλλά και στις δημόσιες υπηρεσίες του ελληνικού κράτους εν γένει, ανακοινώθηκαν το Σεπτέμβριο του 2022 μια σειρά μέτρων που στοχεύουν προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας από τον Υπουργό Εσωτερικών κ. Μάκη Βορίδη, τον Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας κ. Κώστα Σκρέκα και τον αναπληρωτή Υπουργό Οικονομικών κ. Θεόδωρο Σκυλακάκη. (Γ.Γ.Ε.Ε., 2022).

Με την εφαρμογή αυτών των μέτρων, το κράτος στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος κατά δέκα τοις εκατό (10 %) στον τομέα του δημοσίου στην επόμενη δεκαετία με τελικό στόχο τη μείωση κατά τριάντα τοις εκατό (30%) έως το 2030 ο οποίος εναρμονίζεται σε επίπεδο στόχων με αυτούς της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

## 2.5 Υφιστάμενη κατάσταση και προβλήματα

Οι εξελίξεις αναφορικά με την εφαρμογή των μέτρων που έχουν οριστεί από το κράτος της Ελλάδας αλλά και την Ευρωπαϊκή Ένωση (μέσω της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας) για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, τη μείωση της εκπομπής ρύπων και την κατανάλωση ορυκτών πόρων είναι βραδείες και στο μεγαλύτερο ποσοστό τους (αναφορικά με την πόλη της Καλαμαριάς) βασίζονται στην αντικατάσταση των λαμπτήρων και φωτιστικών κεφαλών παλαιού τύπου με νέου τύπου LED. Δεν υπάρχει τη στιγμή αυτή κάποιο ενιαίο σχέδιο σε κρατικό, περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο πέρα από την τμηματική αντικατάσταση λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση γενικότερα και την Ελλάδα ειδικότερα.

Η γενικότερη έλλειψη σχεδιασμού και μελέτης σε συνδυασμό με το ετερόκλητο πλήθος των συμβατικών φωτιστικών στους Δήμους της Ελλάδος γίνεται τροχοπέδη στην αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτροφωτισμού καθώς γιγαντώνει το κόστος λειτουργίας και συντήρησης και ενισχύει την αδυναμία ελέγχου του δικτύου και της επέμβασης σε τμήμα ή στο σύνολο αυτού.

Σε έναν Δήμο δύναται να βρίσκονται περισσότεροι από τέσσερις τύποι φωτιστικών συστημάτων οδικού δικτύου και δέκα διαφορετικοί τύποι λαμπτήρων για το φωτισμό των δημοσίων χώρων, κτηρίων και πάρκων, χαρακτηριστικό αποτέλεσμα της μη ύπαρξης οργανωμένου σχεδιασμού σε μεγάλα τμήματα των πόλεων, ενισχύοντας έτσι τη δυσκολία συντήρησης και ελέγχου μέσω του κατακερματισμού των πόρων.

Τα συμβατικά φωτιστικά με τις λάμπες πίεσεως ατμών νατρίου και υδραργύρου είναι δαπανηρά τόσο αναφορικά με την κατανάλωσή τους σε ηλεκτρικό ρεύμα όσο και στη συντήρησή τους. Δεδομένων των στόχων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ελληνικό κράτος σχετικά με τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, τη μείωση εκπομπών ρύπων, τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των πολιτών και τη μετάβαση στην πράσινη ενέργεια κρίνεται επιτακτική η αλλαγή σε νεότερης τεχνολογίας λαμπτήρων και τη σταδιακή συγκέντρωση του ελέγχου σε έξυπνα δίκτυα (Εικόνα 18 και Εικόνα 19).



Εικόνα 24: Λαμπτήρες υψηλής πίεσης ατμών νατρίου (HPS)



Εικόνα 25: Δρόμος φωτιζόμενος με λαμπτήρες LED

Παρατίθεται κάτωθι πίνακας με τις διαφορές μεταξύ λαμπτήρων LED φωτισμού και λαμπτήρων υψηλής πίεσεως ατμών νατρίου (High Pressure Sodium- HPS)

Πίνακας 1. Διαφορές μεταξύ λαμπτήρων LED φωτισμού και λαμπτήρων υψηλής πίεσεως ατμών νατρίου (High Pressure Sodium- HPS)

Ενέργεια	Λαμπτήρες Υψηλής Πίεσεως Νατρίου	Λαμπτήρες LED
Χρόνος εκκίνησης	Υψηλός. (περί τα 15-20 λεπτά)	Μηδενικός (άμεση εκκίνηση)
Διάρκεια Ζωής	Υψηλή. Περί τις δεκατέσσερις χιλιάδες ώρες λειτουργίας (14.000)	Υψηλή. Η μεγαλύτερη διάρκεια από όλες τις λυχνίες που διατίθενται στο εμπόριο. Περί τις σαράντα με εξήντα χιλιάδες ώρες λειτουργίας (40.000 - 60.000).
Κατεύθυνση φωτισμού	Παγκατευθυντική. Απώλεια περί του δεκαπέντε τοις εκατό (15%) των εκπομπών θερμότητας και απώλεια κατευθυνόμενου φωτισμού. Ομοίως και οι λαμπτήρες αλογονιδίων μετάλλων.	Αναλόγως της διαμόρφωσης, συνήθως οι 180 μοίρες. Επιτρέπεται έτσι ο επιθυμητός φωτισμός σε στοχευμένη περιοχή.
Θερμοκρασία χρώματος	Χαμηλή. Οι λαμπτήρες είναι περιορισμένοι στο χρωματικό τους φάσμα, ικανοί να εκπέμψουν το θερμό βαθύ κίτρινο χρώμα.	Υψηλή. Οι λαμπτήρες είναι διαθέσιμοι εμπορικά σε ένα μεγάλο εύρος χρωματικών θερμοκρασιών που κυμαίνονται από το

	<p>Η θερμή κίτρινη άλως που παράγεται είναι περίπου στα 2.200 K.</p>	<p>ζεστό λευκό στο φως της ημέρας, ήτοι από τα 2.700 K έως και τα 6.000K.</p>
<p>Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI)</p>	<p>Περίπου 25. Η χειρίστη απόδοση οποιασδήποτε τεχνητής πηγής φωτισμού.</p>	<p>Περισσότερο από 70 CRI. Οι λαμπτήρες είναι διαθέσιμοι στην πλήρη γκάμα των μέτρων CRI.</p>
<p>Αποτελεσματικότητα</p>	<p>Υψηλή. Η αποδοτικότητα των λαμπτήρων είναι χρήσιμη στον οδοφωτισμό καθώς διατηρούν τη φωταύγιά τους ικανοποιητικά. Μειονέκτημά τους η παγκατευθυντικότητα του φωτός που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια φωτός.</p>	<p>Υψηλή. Οι λαμπτήρες LED έχουν αποδοτικότητα που κυμαίνεται μεταξύ των 80 και 130 lumens/watt. Έχουν συστηματική ακρίβεια καθώς μεγάλο ποσοστό του φωτός τους φθάνει τον επιθυμητό στόχο χωρίς πολλές απώλειες.</p>
<p>Αντίσταση έναντι κραδασμών.</p>	<p>Χαμηλή. Οι λαμπτήρες θεωρούνται ευαίσθητοι και εύθραυστοι.</p>	<p>Υψηλή. Οι λαμπτήρες LED είναι φώτα συμπαγούς δομής και ως εκ τούτου είναι δύσκολο να καταστραφούν με φυσικά χτυπήματα.</p>



## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Σύγχρονη πόλη – σύγχρονες προκλήσεις

### 3.1 Εισαγωγή στα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων

Περισσότερο από το μισό παγκόσμιο πληθυσμό (>56%, δηλαδή περίπου 4,4 δις. άνθρωποι) διαμένει σε αστικά κέντρα και αυτό είναι ένα φαινόμενο που δε φαίνεται από τα στοιχεία ότι θα αλλάξει τα επόμενα χρόνια. (Παγκόσμια Τράπεζα, 2020) (Εικόνα 20).



Εικόνα 26: Σύγχρονη πόλη. Τρισδιάστατη εικόνα render.

Η μεγάλη πληθυσμιακή συσσώρευση έχει οδηγήσει σε μια σειρά προβλημάτων τα οποία είναι καθολικά κοινά για κάθε πόλη.

- Ο έντονος συνωστισμός, ο οποίος δύναται να οδηγήσει σε μεγάλα ποσοστά φτώχειας, εξαιτίας της αδυναμίας των τοπικών διοικήσεων να παρέχουν υπηρεσίες στο σύνολο του πληθυσμού τους.
- Η συσσώρευση χρήσης ενέργειας οδηγεί σε μεγαλύτερη μόλυνση του περιβάλλοντος επηρεάζοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων.
- Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στις πόλεις οδηγεί σε οικονομική αιμορραγία, κατατρώγοντας τους κοινοτικούς πόρους οι οποίοι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε άλλους τομείς.
- Η αύξηση της εγκληματικότητας, εξαιτίας της συμπύκνωσης του πληθυσμού, των κοινωνικών ανισοτήτων και των ελαχιστοποιημένων ευκαιριών.

- Η φθίνουσα ποιότητα ζωής των κατοίκων.
- Οικονομικές δυσκολίες σε επίπεδο τοπικών διοικήσεων.
- Ανεπάρκεια κτιρίων σε καλή κατάσταση για να καλύψουν τις στεγαστικές ανάγκες του πληθυσμού.
- Αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση.
- Αυξημένα επίπεδα περιβαλλοντικής ρύπανσης.
- Δημόσια εκπαίδευση.

### 3.2 Προβλήματα της σύγχρονης πόλης στα οποία θα επικεντρωθεί η εργασία

Με την πρόταση σχεδιασμού του φωτιστικού σώματος αστικού ιστού "Modulo" θα απευθυνθούμε στα προβλήματα της κατανάλωσης ενέργειας από τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης και στη λειτουργία εφαρμογών χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας μέσω οθόνης αφής που βρίσκεται ενσωματωμένη στον κορμό του φωτιστικού.

Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος μέσω φωτιστικού LED έχει ως άμεση συνέπεια τη μείωση των εκπομπών ρύπων, τη βελτίωση του φωτισμού των κοινοχρήστων χώρων, το σταδιακό προσανατολισμό προς μια πόλη με μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα, οικονομική αποταμίευση μέσω μείωσης κόστους συντήρησης και λειτουργίας και κατά συνέπεια τη βελτίωση του περιβάλλοντος και του βιοτικού επιπέδου εν γένει.

Η χρήση οθόνης αφής με εγκατεστημένες εφαρμογές μπορεί δυνητικά να προωθήσει την άμεση συμμετοχή των πολιτών σε ζητήματα λήψης αποφάσεων που αφορούν την πόλη, την εκπαίδευση των πολιτών, την άμεση ενημέρωσή τους για ζητήματα ασφάλειας και επείγουσας ανταπόκρισης σε κάθε μορφή καταστροφής (υγείας, φυσικών καταστροφών, κινδύνου), τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των, στην προσέλκυση επισκεπτών με συνέπεια την οικονομική ενδυνάμωση της πόλης, τη διευκόλυνση της μετακίνησης των πολιτών και τη δυνατότητα χρήσης νέων τεχνολογιών αιχμής προκειμένου τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων που αφορούν την πόλη και το περιβάλλον της. Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε μόνο την εφαρμογή χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας και τη συμπερίληψή της σε ζητήματα ευχρηστίας και τουριστικής έλξης και εξυπηρέτησης.

### 3.3 Η καινοτομία στον τομέα του φωτισμού και του σχεδιασμού κοινοχρήστων χώρων

Η νοητική σύνδεση της σύγχρονης πόλης με τη μεγάλης χρονικής διάρκειας εργασία σε κλειστούς χώρους, την επί εικοσιτετραώρου κίνηση εντός των οδών της και τον πολυπληθή συγχρωτισμό σε πλατείες και κοινόχρηστους χώρους είναι απόρροια της βιομηχανικής επανάστασης και της συγκέντρωσης εργαζομένων. Η εξέλιξη του οδοφωτισμού μέσα από την επένδυση στον τεχνητό φωτισμό με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν καίρια για την προστασία πρωτίστως των εργαζομένων κατά τη μετακίνησή τους από και προς τα εργοστάσια και έπειτα του συνόλου των κατοίκων. (Lumen Learning, 2020).

Η βαρύνουσα σημασία του δημόσιου φωτισμού ως αναπόσπαστο κομμάτι της οικονομικής ανάπτυξης μιας πόλης έγινε έκδηλη από τη διαμόρφωση των μεγάλων αστικών κέντρων (Λονδίνο, Παρίσι, Νέα Υόρκη, Τόκυο) και την έμφαση στην κάλυψη μεγάλων τμημάτων με τεχνητό φωτισμό.

Συνυφασμένος καθώς είναι λοιπόν ο φωτισμός με τη ζωή της ίδιας της πόλης, θεωρούμενος ως αγαθό η καινοτομία στον τομέα αυτό θεωρείται αναγκαία πρωτίστως για να καλύψει την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, για τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και της ποιότητας ζωής, για την μεγιστοποίηση της ασφάλειας των κατοίκων και για την καλύτερη προβολή και προώθηση των διαφόρων τοπόσημων της πόλης.

Οι μετακινήσεις διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην αστική ανάπτυξη. Τα μέσα μαζικής μεταφοράς παρέχουν βασικές επιλογές κινητικότητας για ανθρώπους και αγαθά και επηρεάζουν τα πρότυπα ανάπτυξης και το επίπεδο οικονομικής δραστηριότητας μέσω της προσβασιμότητας που παρέχει στη χώρα. (Meyer; Miller, 2001).

Συνεπώς, εφόσον η πληθυσμιακή συγκέντρωση στους διάφορους σταθμούς μετεπιβίβασης είναι αυξημένη, ο σχεδιασμός των χώρων αυτών οφείλει να παρέχει επάρκεια σε τεχνητό φωτισμό, να βελτιώνει την ποιότητα παραμονής των ανθρώπων εκεί αλλά και να εξυπηρετεί τις ανάγκες της πόλης και να διευκολύνει στην επίλυση των προβλημάτων της. Αν η συγκέντρωση αυτή ιδωθεί υπό το πρίσμα της ευκαιρίας για εκπαίδευση των πολιτών, την ενημέρωσή τους αλλά και τη συμμετοχή τους σε

ερωτήματα και αποφάσεις που αφορούν την πόλη, τότε οι χώροι αυτοί δύναται να αξιοποιηθούν τα μέγιστα με τη χρήση καινοτομιών στις εφαρμογές και την τεχνολογία.

Οι δημόσιοι χώροι συγκέντρωσης τέλος, τα πάρκα και οι πλατείες συγκεκριμένα, εκτός από τους φυσικούς και οικολογικούς τους ρόλους, συμβάλλουν σημαντικά στην κοινωνική συνοχή και την τοπική ταυτότητα. Λειτουργούν σαν κοινωνικοί καταλύτες. Η κύρια λειτουργία των αστικών πλατειών είναι η συγκέντρωση πολιτών για διάφορους λόγους και δραστηριότητες. (Memluk, 2013)

Στο γενικότερο σχεδιασμό των δημοσίων χώρων, πρέπει να προσδίδονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Να ανταποκρίνονται στις ανάγκες: ένας δημόσιος χώρος πρέπει να εξυπηρετεί τις ανάγκες της κοινότητας. παρέχει στους πολίτες χώρους που επιτρέπουν χαλάρωση, ανακάλυψη και ενεργητική και παθητική ενασχόληση.
- Να είναι δημοκρατικοί: Οι δημόσιοι χώροι πρέπει να είναι προσβάσιμοι σε όλες τις ομάδες.
- Να είναι μεστοί νοήματος: Οι άνθρωποι θα πρέπει να μπορούν να κάνουν συνδέσεις μεταξύ του τόπου, της ζωής τους και του κόσμου. (Carr, Stephen, Francis, Mark, Rivlin, Leanne, Stone, Andrew M 1993)

Ενώ ο φημισμένος αρχιτέκτονας Richard Rogers ορίζει τους επιτυχημένους δημόσιους χώρους ως τους χώρους που αποδίδουν μερίσματα για τις πόλεις, χτίζουν την υπερηφάνεια των πολιτών, αυξάνουν τον τουρισμό και τις οικονομικές επενδύσεις και συμβάλλουν στην υγεία και την ποιότητα ζωής.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια και ορισμούς η χρήση καινοτομιών στις εφαρμογές και την τεχνολογία στους κοινόχρηστους χώρους μέσω του αστικού εξοπλισμού προσδίδει πολλαπλά οφέλη στους πολίτες και τη διαβίωσή τους.

### **3.4 Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)**

Η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality) είναι η χρήση του πραγματικού κόσμου ως υπόβαθρο πάνω στον οποίο προβάλλονται ψηφιακά δεδομένα (Εικόνα 27). Δύναται να οριστεί ως ένα σύστημα το οποίο ενσωματώνει τρία βασικά χαρακτηριστικά: έναν συνδυασμό πραγματικού και εικονικού κόσμου, μια αλληλεπίδραση σε πραγματικό

χρόνο και μια ακριβή τρισδιάστατη (3D) καταγραφή εικονικών και πραγματικών αντικειμένων. (Wu, Hsin-Kai & Lee, Silvia Wen-Yu & Chang, Hsin-Yi & Liang, Jyh-Chong, 2013)



Εικόνα 28: Επαυξημένη πραγματικότητα. Στην εικόνα φαίνεται διαδραστικός χάρτης στην οθόνη, που εμφανίζεται επάνω από ένα φυσικό χάρτη πόλεως.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι η σε πραγματικό χρόνο χρήση και επικάλυψη οπτικοακουστικών ή άλλων αισθητηριακών πληροφοριών με τη μορφή κειμένου, γραφικών, ήχου και άλλων εικονικών βελτιώσεων που μέσω οθόνης (κινητού, tablet, υπολογιστή ή άλλου τύπου) ενσωματώνονται με αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Αυτό το στοιχείο του «πραγματικού κόσμου» ως υπόβαθρο για τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη είναι η διαφοροποίηση της επαυξημένης με την εικονική πραγματικότητα.

Τοποθετούνται ψηφιακές εικόνες στο οπτικό πεδίο του χρήστη, αντικαθιστώντας εν μέρει ή πλήρως τη μη επαυξημένη πραγματικότητα, τον φυσικό τρόπο όρασης. Με την υπέρθεση η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί την αναγνώριση αντικειμένων για να δημιουργήσει την εικονική εμπειρία.

Οι δύο βασικοί τύποι επαυξημένης πραγματικότητας υπέρθεσης είναι βασισμένοι σε δείκτες (Marker based) και χωρίς δείκτες (Marker-less based), ο τελευταίος από τους οποίους περιλαμβάνει τέσσερις υποκατηγορίες, βάσει τοποθεσίας (location based),

(overlay) με επικάλυψη, με βάση το περίγραμμα (Contour Based) και με βάση την προβολή σε επιφάνεια (projection based).

### **3.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα με δείκτες και χωρίς δείκτες (Marker and marker – less based Augmented Reality)**

Οι βάσει δείκτη εφαρμογές (marker based) επαυξημένης πραγματικότητας βασίζονται για τη λειτουργία τους στην αναγνώριση δεικτών ή/ και οριζόμενες από το χρήστη εικόνων, για να ενεργοποιηθεί η υπέρθεση του δεδομένου στην πραγματικότητα.

Οι δείκτες είναι διακριτά μοτίβα τυπωμένα σε φυσικό χαρτί ή και φυσικά αντικείμενα που υπάρχουν στο περιβάλλον. Οι δείκτες (markers) είναι λοιπόν μοτίβα ανεξάρτητα από το φυσικό περιβάλλον τους, τα οποία οι κάμερες (κινητών τηλεφώνων, τάμπλετ ή άλλες) μπορούν με ευκολία να αναγνωρίσουν και να επεξεργαστούν. Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζονται σε δείκτη λειτουργούν σαρώνοντας έναν δείκτη ο οποίος ενεργοποιεί μια επαυξημένη εμπειρία (που μπορεί να πρόκειται για ένα αντικείμενο, κείμενο, βίντεο ή κινούμενη εικόνα) που εμφανίζεται έπειτα άμεσα στη συσκευή χρησιμοποιώντας τη ροή της κάμερας.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας με δείκτες (marker based augmented reality) συγκαταλέγονται η απλότητα και φιλικότητα προς τους αρχάριους χρήστες, η παρακολούθηση του αντικειμένου στο περιβάλλον της επαυξημένης πραγματικότητας είναι πολύ σταθερή και το ελάχιστο κόστος παραγωγής.

Στα μειονεκτήματα της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας με δείκτες (marker less augmented reality) συγκαταλέγονται το γεγονός πως λειτουργεί μόνο όταν η κάμερα βρίσκεται κοντά στον δείκτη, εάν η εικόνα του δείκτη ανακλά το φως (ή δεν έχει έντονες αντιθέσεις μεταξύ των χρωμάτων) η παρακολούθηση θα είναι ασταθής λόγω προβλημάτων επικάλυψης (Εικόνα 29).

Ένα τελευταίο μειονέκτημα είναι ότι είναι προαπαιτούμενη η ύπαρξη ενός ξεχωριστού στοιχείου (ο δείκτης) για την εκκίνηση της εμπειρίας της εφαρμογής.



Εικόνα 30:<sup>1</sup> Παράδειγμα marker based augmented reality. Στοιχούνται στο τεχνικό εγχειρίδιο με την κάμερα εμφανίζεται το τρισδιάστατο μοντέλο. Φωτογραφία του Ναυτικού των Η.Π.Α (U.S. Navy photo by John F. Williams/Released)

Η χωρίς δείκτες επαυξημένη πραγματικότητα λειτουργεί μέσω της τεχνολογίας ταυτόχρονου χωρικού εντοπισμού και χαρτογράφησης (Simultaneous localization and mapping - S.L.A.M.), κάνοντας χρήση της κάμερας, (ή του GPS, του επιταχυνσιόμετρου ή άλλου εργαλείου) ενώ το λογισμικό επαυξημένης πραγματικότητας που είναι εγκατεστημένο σαν εφαρμογή συμπληρώνει τα απαραίτητα στοιχεία.

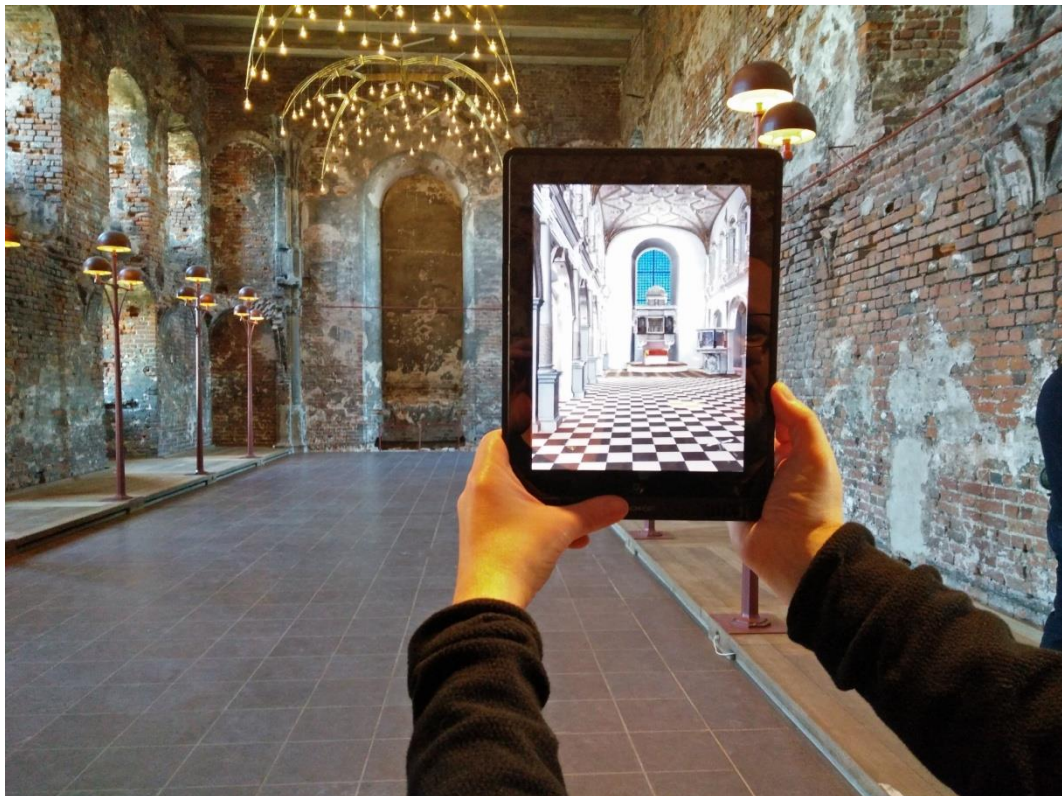
Ενώ δηλαδή η κάμερα (έξυπνου τηλεφώνου, τάμπλετ, κ.α.) σαρώνει το περιβάλλον του χρήστη, ταυτόχρονα δημιουργεί χάρτες για την ακριβή τοποθέτηση του ψηφιακού στοιχείου. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στο ψηφιακό στοιχείο να παραμένει κλειδωμένο στο σημείο που έχει τοποθετηθεί και επιτρέπει στον χρήστη να περπατήσει γύρω από το αντικείμενο για να το δει από οποιαδήποτε γωνία μέσα από το φακό της κάμερας.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς δείκτες είναι ότι είναι πιο ευέλικτες από τις αντίστοιχες βασιζόμενες σε δείκτες (κυρίως επειδή μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε), είναι υψηλότερα τα ποσοστά χρηστών

<sup>1</sup> Φωτογραφία του Γραφείου Ναυτικών Ερευνών, Άρλινγκτον, ΗΠΑ. U.S. Navy photo by John F. Williams/ Released. License: <https://www.flickr.com/photos/usnavyresearch/23388133082/>

τους από τις αντίστοιχες βασιζόμενες σε δείκτες καθώς η εμπειρία της εφαρμογής είναι αμεσότερη και ευρύτερη.

Στα μειονεκτήματα της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς δείκτες (marker less augmented reality) συγκαταλέγονται το κόστος παραγωγής το οποίο είναι υψηλότερο από τις αντίστοιχες εφαρμογές που βασίζονται σε δείκτες, έχουν χαμηλότερη ακρίβεια έναντι των άλλων και χρειάζονται μια επιφάνεια στο φυσικό περιβάλλον που να έχει κατάλληλη υφή την οποία θα αναγνωρίζει η κάμερα του χρήστη (Εικόνα 31).



Εικόνα 32: Η εκκλησία του κάστρου Koldinghus (13αι.) στη Δανία, μέσα από την επαυξημένη πραγματικότητα.

Η επαυξημένη πραγματικότητα ενσωματώνει και προσθέτει αξία στην αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο, έναντι μιας προσομοίωσης, παρέχοντας κατά αυτόν τον τρόπο ένα πλήθος εργαλείων που ανταποκρίνονται σε ένα τεράστιο φάσμα εφαρμογών. Επιπλέον, οι χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας εισάγουν γεωχωρική επίγνωση και αξιοποιούν τις συντεταγμένες τοποθεσίας των χρηστών.



Εν προκειμένω στην μελέτη αυτήν θα αναπτυχθεί η σημασία και η εφαρμογή των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας μέσω οθόνης αφής που θα βρίσκεται ενσωματωμένη στο φωτιστικό σώμα Modulo, ως εργαλείο για την ανάπτυξη της πόλης και τη βελτίωση της ποιότητας πληροφόρησης των πολιτών.

### **3.6 Η καινοτομία των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσον βελτίωσης των κοινοχρήστων χώρων**

Η ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR) από τους καταναλωτές μπορεί να αποδοθεί στην αυξανόμενη δημοτικότητα των έξυπνων φορητών συσκευών (ρολόγια, γυαλιά, κ.α.) και των έξυπνων κινητών. Η διεθνής αγορά επαυξημένης πραγματικότητας θα αυξηθεί σύμφωνα με τις εκτιμήσεις από τα 11,14 δισεκατομμύρια δολάρια που είχε ως μερίδιο αγοράς το 2018 σε περίπου 60,55 δισεκατομμύρια δολάρια έως το τέλος του 2023.

Τα έξυπνα κινητά έχουν εξαλείψει την περαιτέρω εξάρτηση από ειδικά σχεδιασμένες συσκευές, όπως για παράδειγμα τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και αντί αυτού προσφέρουν μια πλατφόρμα καθημερινής χρήσης για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτό το ευνοϊκό προς καινοτόμες εξελίξεις οικοσύστημα έδωσε το βήμα σε διάφορες επιχειρήσεις και βιομηχανίες να εξερευνήσουν μια σειρά από περιπτώσεις πρακτικής χρήσης για τους χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας.

Οι χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας έχουν χρηστική εφαρμογή σε μια πλειάδα τομέων, όπως ο ταξιδιωτικός και ο τουριστικός, η αρχιτεκτονική και ο σχεδιασμός, τα κέντρα υγείας και οι επιχειρήσεις, καθώς και στη διακυβέρνηση.

Μέσω των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας θα είναι δυνατόν να υπάρξει ολοκληρωμένη εικόνα για το πώς θα μοιάζουν πραγματικά τα προγραμματισμένα δημόσια έργα (πάρκα, χώροι άθλησης και πρασίνου, νέοι αυτοκινητόδρομοι, εγκαταστάσεις, αναπλάσεις οδών ή περιοχών, κλπ.) και οι χρήστες θα δύναται να αλληλεπιδράσουν με το επαυξημένο έργο.

Μέσω των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας, οι πολίτες δύνανται να αλληλεπιδρούν με αμεσότητα κάνοντας χρήση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών και

δεδομένων που σχετίζονται με μια περιοχή, ένα κτίριο ή μια εγκατάσταση. Έτσι μπορούν να αναζητήσουν πάρκα αναψυχής, λαϊκές αγορές, διαδρομές για ποδήλατο ή πεζοπορία, αναζήτηση οδών, περιοχές με χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα ενδεχομένως για βόλτα, πάρκα σκύλων ή περιοχές για εναλλακτικά αθλήματα (παρκούρ, skateboard, rollers κλπ).

Ενθαρρύνεται κατά αυτόν τον τρόπο η υγιής και βιώσιμη διαβίωση των πολιτών και ταυτοχρόνως βελτιώνεται το βιοτικό επίπεδό τους.

### **3.7 Η καινοτομία των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσον βελτίωσης του τουριστικού προϊόντος**

Ο Έξυπνος Τουρισμός, όπως ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ένας προορισμός που διευκολύνει την πρόσβαση σε προϊόντα, υπηρεσίες, χώρους και εμπειρίες τουρισμού και φιλοξενίας μέσω εργαλείων που βασίζονται στις ΤΠΕ (Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών).

Σε οποιοδήποτε δήμο του ελλαδικού χώρου υπάρχει πλούσια ιστορία και κουλτούρα, είτε αρχαία, είτε νέα, σημεία από όπου μπορεί να αντληθεί πληροφορία που θα χρησιμοποιηθεί ως ενισχυτικό προσέλκυσης και διατήρησης του τουρισμού. Χρησιμοποιώντας τους χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας, ο Δήμος μπορεί να ενισχύσει τους υφιστάμενους ιστότοπους επιτρέποντας στους ανθρώπους να περιηγηθούν στο πώς ήταν διαμορφωμένο το τοπίο σε μια παρελθούσα χρονική στιγμή ή στο πώς μεταμορφώθηκε το ορόσημο (π.χ. ο Λευκός Πύργος ή η Πλαζ Αρετσούς) με την πάροδο του χρόνου. Αυτό μπορεί να γίνει με τρισδιάστατα μοντέλα και άλλες ζωντανές αναπαραστάσεις σημαντικών ιστορικών συμβάντων, προσφέροντας δυνατότητες πλοήγησης, παιχνιδιού (κουίζ) ώστε να αυξηθεί η διάδραση με το τοπικό ιστορικό αρχείο, κάνοντας την περιήγηση στην πόλη περισσότερο ελκυστική και ενδιαφέρουσα.

Οι χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να διατεθούν σε διάφορες γλώσσες, επισημαίνοντας ορόσημα στη διαδρομή του επισκέπτη προς το σημείο ενδιαφέροντος, κάνοντας ακόμη και προεπισκόπηση του τελικού σημείου ενδιαφέροντος πριν φτάσουν εκεί.

Με την ενσωμάτωση των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας του Modulo με άλλες τεχνολογίες, επιτρέπει στο Δήμο ευκολότερο μάρκετινγκ στους επισκέπτες, αυξάνοντας την επισκεψιμότητα μέσω ειδοποιήσεων. Μέσω ειδοποιήσεων (push notification), ο Δήμος δύναται να παρέχει πληροφορίες σχετικές με εκπτώσεις ή προσφορές για τοπικά δρώμενα (θεατρικές παραστάσεις, συναυλίες, καλλιτεχνικά δρώμενα) ή και σε συνεργαζόμενες επιχειρήσεις.

Με την ενσωμάτωση και άλλων τεχνολογιών γίνεται ακόμη και η αγορά εισιτηρίων ή η εκδήλωση ενδιαφέροντος για τα τοπικά δρώμενα. Μέσω λοιπόν της ενσωμάτωσης χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας σε μια συστάδα φωτιστικών σε αστικό δημόσιο χώρο γίνεται η προσέλκυση μεγαλύτερου δυναμικού επισκεπτών, είναι δυνατή η επέκταση των υπηρεσιών που προσφέρονται χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες για να πραγματοποιηθεί προσέγγιση σε νέο κοινό.

Η χρήση των χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας μέσα στα καινοτόμα φωτιστικά σώματα, γίνεται ένα σύγχρονο εργαλείο με το οποίο καταρρίπτονται τα γλωσσικά εμπόδια, επαναπροσδιορίζεται η εμπειρία του επισκέπτη καθώς η τοπική κοινωνία επεκτείνεται στην ψηφιακή εποχή και βελτιστοποιείται η πλοήγηση, τόσο φυσική όσο και ψηφιακή στο αστικό περιβάλλον, αυξάνοντας την αναγνωρισιμότητα και την επωνυμία του τοπικού στοιχείου. περισσότερα σχετικά με τον επαναπροσδιορισμό του μέλλοντος των εμπειριών των επισκεπτών.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo

### 4.1 Εισαγωγή

Το Modulo είναι ένα φωτιστικό σώμα αστικού ιστού, σχεδιασμένο να καλύψει σύγχρονες ανάγκες της πόλης μέσα από μια σειρά καινοτομιών στη σύλληψη, σχεδιασμό, κατασκευή και εφαρμογή του.

Αποτελείται από κομμάτια τα οποία ενώνονται μεταξύ τους, δίνοντας τη δυνατότητα για αυξομείωση του ύψους του στο τελικό μοντέλο του κορμού του. (Εικόνα με τουβλάκια το ένα πάνω στο άλλο).

Τα κομμάτια που προορίζονται για το σώμα είναι δύο τύπων, ένα μεγαλύτερο και ένα μικρότερο. Κατά αυτόν τον τρόπο τυποποίησης μειώνεται το κόστος κατασκευής του.

Τα τμήματα του κορμού δύναται να φέρουν μια πλειάδα λειτουργιών με προτεραιότητα, για την εργασία αυτή, μιας οθόνης αφής μέσω της οποίας θα εμφανίζεται σειρά πληροφοριών για την χρήση χαρτών της πόλης όπου τοποθετείται.

Η κεφαλή του φωτιστικού έχει led panel και στην πίσω πλευρά σειρά φωτοβολταϊκών πάνελ ώστε να επιτελεί τις λειτουργίες του φωτισμού και της οθόνης αφής με τη μεγαλύτερη δυνατή αυτονομία.

Το κομμάτι της βάσης τοποθετείται στο έδαφος είτε πακτωμένο σε βάση που δημιουργείται επί τόπου με εκσκαφή και σκυροδέτηση, είτε βιδώνεται σε προκατασκευασμένη βάση.

Ο σχεδιασμός του έγινε έχοντας ως πρωταρχικό στόχο τη χρήση Led φωτισμού και νέων τεχνολογιών για την εξυπηρέτηση των πολιτών, παρέχοντας τη δυνατότητα για μια λύση ενός σταθμού (one stop) στο φωτισμό κοινοχρήστων χώρων.

## 4.2 Καλυπτόμενες ανάγκες μέσω του σχεδιασμού

Οι ανάγκες που καλείται να καλύψει το καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo είναι η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και η χρήση χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας.

Το καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo θα δύναται να τροφοδοτείται από δύο διαφορετικές πηγές ενέργειας, αφενός μέσω του φωτοβολταϊκού συστήματος που είναι εγκαταστημένο στη ράχη του φωτιστικού και αφετέρου με τη σύνδεσή του στο υφιστάμενο σταθερό δίκτυο του κεντρικού παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι ελαχιστοποιείται το κόστος λειτουργίας του φωτιστικού σώματος, καθώς στηρίζεται στο ηλεκτρικό δίκτυο μόνο σε περιπτώσεις ακραίας έλλειψης ηλιακής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η οικονομία ηλεκτρικού ρεύματος και η μείωση της κατανάλωσης σε επίπεδο φωτισμού δημοσίων χώρων.

Στον κορμό του φωτιστικού Modulo Control Unit -1 (για συντομία Modulo Unit 1) το οποίο θα φέρει και άλλες λειτουργίες πέραν του φωτισμού με LED, θα υπάρχει μικροϋπολογιστής, router και οθόνη αφής LCD.

Το router θα δέχεται κάρτα δικτύου κινητής τηλεφωνίας 4G/5G -LTE και θα είναι συνδεδεμένο με εσωτερική κεραία 4G/5G, ώστε με VPN εσωτερικό εικονικό δίκτυο να ελέγχεται από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου αλλά και να ελέγχει τα υπόλοιπα φωτιστικά σώματα Modulo Unit -2 (που φέρουν μόνο φωτιστικά LED) μέσω έξυπνων διακοπών IoT. Εξαιτίας της κάρτας Sim που θα είναι εγκατεστημένη και η οποία θα έχει High Bandwidth, το Modulo Unit -1 θα μπορεί να κάνει και live streaming εικόνες ή βίντεο στην οθόνη LCD από τον κεντρικό υπολογιστή του κεντρικού δωματίου ελέγχου (Control Room).

Η λειτουργικότητα των φώτων θα γίνεται μέσω απομακρυσμένου ελέγχου με ορισμένο βάσει προγράμματος χρονοδιακόπτη (π.χ. να ανάβουν στις 20.00 τους θερινούς μήνες και στις 18.00 τους χειμερινούς).

Σαν fallback scenario (εφεδρικό σχέδιο) σε περίπτωση που υπάρξει διακοπή επικοινωνίας του κέντρου ελέγχου με τον υπολογιστή του Modulo Unit -1 τότε στον τοπικό υπολογιστή του σώματος Modulo -1 θα είναι κρατημένες οι ρυθμίσεις του χρονοδιακόπτη και θα λειτουργούν βάσει προγράμματος.

Δηλαδή οι drivers των πάνελ LED του φωτιστικού θα λαμβάνουν εντολές είτε από το τοπικό router είτε από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου (control room) και τα φώτα θα λειτουργούν με έξυπνους διακόπτες IoT. (Control Room δίνει εντολή ► Local Pc δίνει εντολή ► Units).

Επιτυγχάνεται κατά αυτόν τον τρόπο η αποκέντρωση (de centralization) της διαχείρισης των συστάδων (clusters) φωτιστικών σωμάτων. Όλες οι συστάδες σε κάθε πάρκο ή δημόσιο χώρο ελέγχονται από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου αλλά σε περίπτωση διακοπής της επικοινωνίας οι συστάδες ελέγχονται από τον τοπικό υπολογιστή.

Το IoT είναι ενσωματωμένο στο σχήμα για τις τοπικές εφαρμογές ελέγχου των διακοπών και της ενέργειας.

Προαιρετικά και για επιπλέον ασφάλεια και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να τοποθετηθεί και φωτοαισθητήρας για τη ρύθμιση του φωτισμού αναλόγως της ώρας της ημέρας καθώς και της αντίληψης κίνησης πέριξ του φωτιστικού σώματος. Εάν ο αισθητήρας του φωτιστικού σώματος αντιληφθεί κίνηση πλησίον του αυτό θα φωτίζεται, ειδάλλως θα παραμένει σε λειτουργία χαμηλού φωτισμού. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομούνται άμεσοι δημοτικοί πόροι κατανάλωσης αλλά και έμμεσα κόστη συντήρησης. Ομοίως και τις πρώτες απογευματινές ώρες η ένταση του φωτισμού θα είναι χαμηλή, ενώ όσο νυκτώνει το φως θα γίνεται εντονότερο προς διευκόλυνση της όδευσης, της συγκέντρωσης και της γενικότερης ασφάλειας.

Με τη χρήση οθονών αφής σε ένα τμήμα του Φωτιστικού σώματος Modulo Unit-1 δύναται γίνεται χρήση χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας (AR- Augmented Reality) όπου θα εμφανίζονται τα τοπόσημα και τα σημεία ενδιαφέροντος της πόλης. Έτσι μπορεί να αυξηθεί η εμπειρία των επισκεπτών, να γίνει πόλος προσέλκυσης περισσότερων και να αναπτυχθεί περαιτέρω ο τουριστικός κλάδος. Συνέπεια αυτού θα είναι η μεγιστοποίηση των εσόδων για την πόλη καθώς και η δημιουργία θέσεων εργασίας μέσω συνεργασιών για τη δημιουργία αυτών των χαρτών.

#### 4.3 Τεχνολογίες που δύναται να φέρει κατασκευαστικά σε μελλοντικό χρόνο.

Το καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιον τρόπο ώστε να μπορεί να φέρει στα τμήματά του καινοτόμες τεχνολογίες και να αποτελεί έναν κόμβο εφαρμογών οι οποίες προσαρμόζονται στις κατά τόπους περιοχές αναλόγως των αναγκών που καταγράφονται από τις τοπικές διοικήσεις. Ο σχεδιασμός του επιτρέπει την κατασκευή των επιμέρους τμημάτων του (Moduli) και τη μετέπειτα συναρμολόγησή τους σε ενιαίο σώμα.

Βασικός άξονας είναι πρωτίστως η κεφαλή του η οποία φέρει LED πάνελ για φωτισμό και φωτοβολταϊκό πάνελ στο πίσω μέρος, εξοικονομώντας κατά αυτόν τρόπο την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και καθιστώντας το κατά το δυνατόν αυτόνομο.

Ο απομακρυσμένος έλεγχος της συστάδας φωτιστικών συνεισφέρει τα μέγιστα στη μείωση του συντήρησης αλλά και ελέγχου του επιπέδου φωτισμού του δημόσιου χώρου όπου είναι τοποθετημένο.

Η οθόνη LCD μπορεί να φέρει μέσω του τοπικού υπολογιστή που είναι εγκατεστημένος στο σώμα του φωτιστικού πλειάδα εφαρμογών που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής και βοηθούν στην εξυπηρέτηση των πολιτών και των επισκεπτών.

Με τη σύνδεσή του στο διαδίκτυο και την ασύρματη λειτουργία του, μπορούν να μεταφέρονται οπτικοακουστικά μηνύματα που αφορούν την πολιτική προστασία μέσω ζωντανής σύνδεσης (Live streaming) από τον κεντρικό υπολογιστή του Δωματίου ελέγχου που αφορούν συμβάντα έκτακτης ανάγκης ή και πληροφοριακά οπτικοακουστικά μηνύματα που αφορούν την πόλη (εκδηλώσεις, απεργίες, κλειστοί δρόμοι, συνελεύσεις κ.ά.).

Επίσης μέσω κατάλληλου interface (γραφική διεπαφή χρήστη) μπορούν οι πολίτες - χρήστες να μεταφέρονται σε σελίδες πληροφοριακές για τις κοντινότερες διαδρομές MMM (δρομολόγια, στάσεις, αποστάσεις από κέντρα, υπηρεσίες) εξοικονομώντας χρόνο.

Με την τοποθέτησή του σε στρατηγικά σημεία μπορούν να δίνονται πληροφορίες της περιοχής (ιστορικά σημεία, σημεία ενδιαφέροντος, σημεία δραστηριοτήτων, απλοί

χάρτες) και να προσφέρεται πλοήγηση μέχρι την επόμενη συστάδα φωτιστικών σωμάτων Modulo.

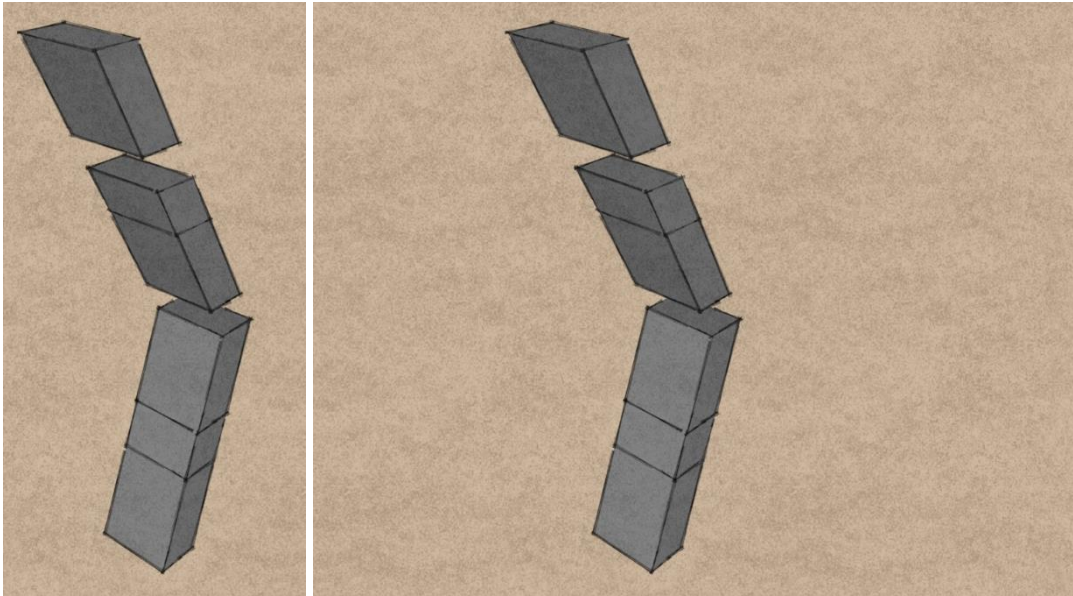
Με τη σύνδεσή του στο διαδίκτυο δύναται, σε συνεργασία με γραφεία ιδιωτικά και δημόσια (παραδείγματος χάριν ΟΑΕΔ) να παρουσιάζονται αγγελίες από επιχειρήσεις της εγγύτερης περιοχής με ορισμένη ακτίνα δράσης, για θέσεις εργασίας, καθιστώντας το Modulo ένα εργαλείο που συνεισφέρει στην τοπική κοινωνία.

Τέλος δύναται να εμφανίζονται ερωτηματολόγια και δημοσκοπήσεις προς τους πολίτες, με άμεση μεταφορά των απαντήσεών τους στο κέντρο ελέγχου ώστε οι πολίτες να συμμετέχουν ενεργά στη λήψη αποφάσεων που αφορούν την πόλη, τον τόπο διαμονής και εργασίας τους. Ενισχύεται έτσι τα μέγιστα η συμμετοχική διακυβέρνηση.

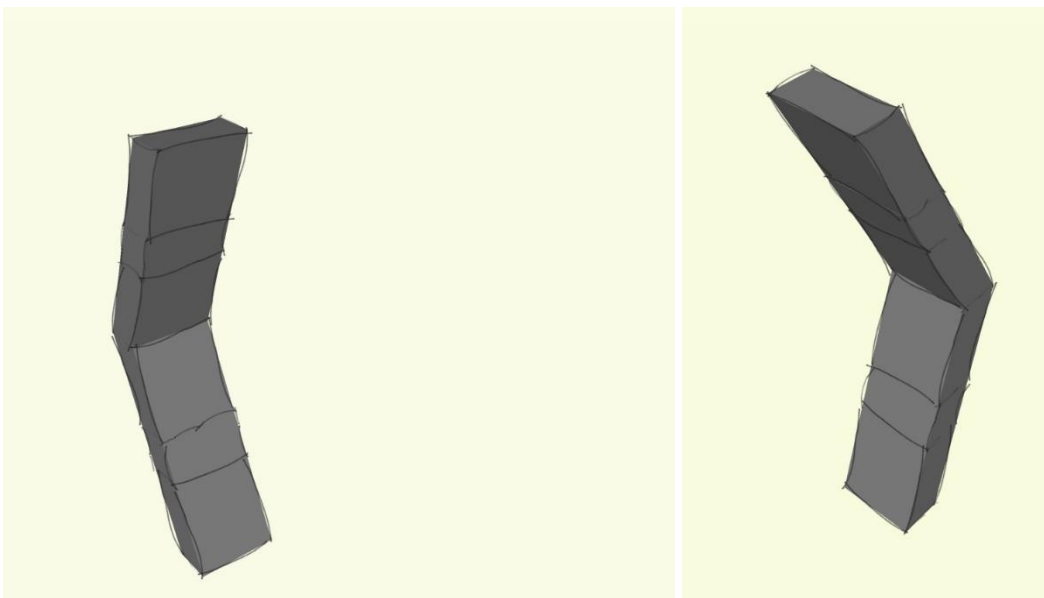


#### 4.4 Σχέδια του Φωτιστικού σώματος αστικού ιστού Modulo

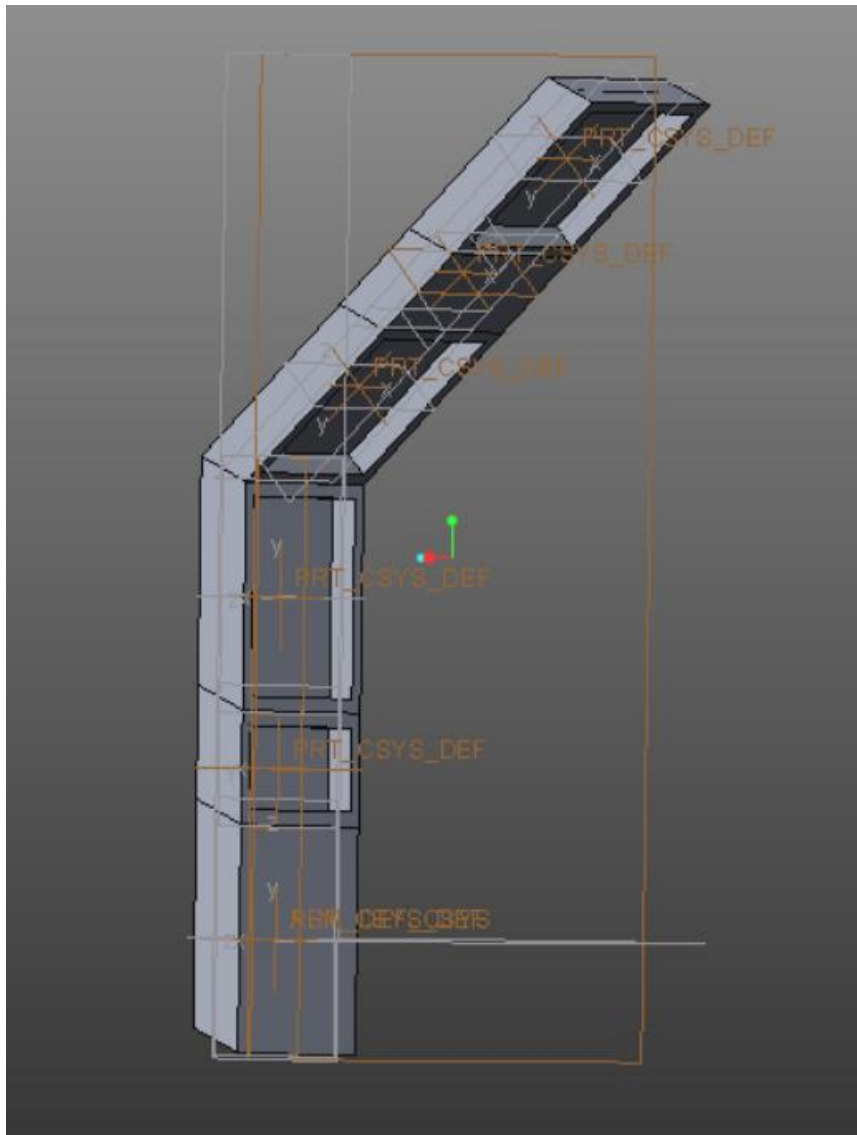
Στις εικόνες 24, 25, 26,27, 28,29,30,31,32,33 και 34 παρουσιάζονται τα σχέδια του Φωτιστικού σώματος αστικού ιστού Modulo



Εικόνα 33: Σχηματικές απεικονίσεις αρχικής ιδέας



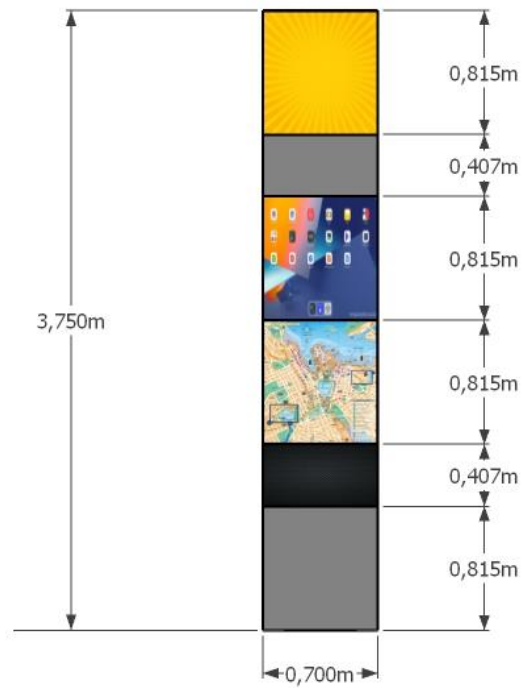
Εικόνα 34: Σκαριφηματική απεικόνιση της μορφής της αρχικής ιδέας



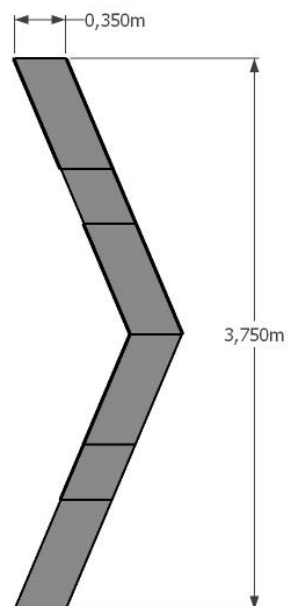
Εικόνα 35: Τρισδιάστατη απεικόνιση του καινοτόμου φωτιστικού σώματος αστικού ιστού Modulo κατά τη φάση σχεδίασής του



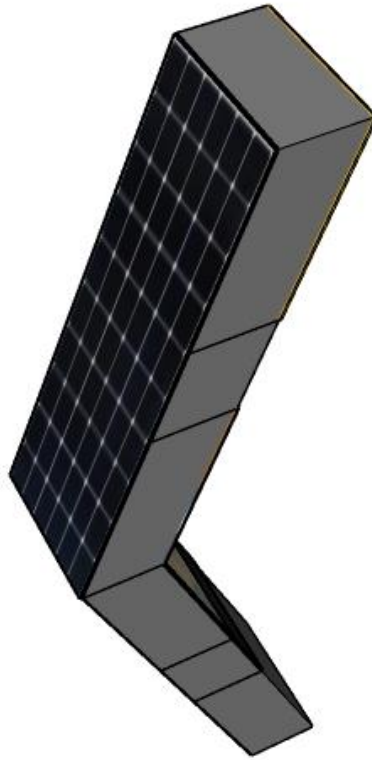
Εικόνα 36: Αξονομετρικό σχέδιο του Modulo. Διαστασιολογημένο σχέδιο.



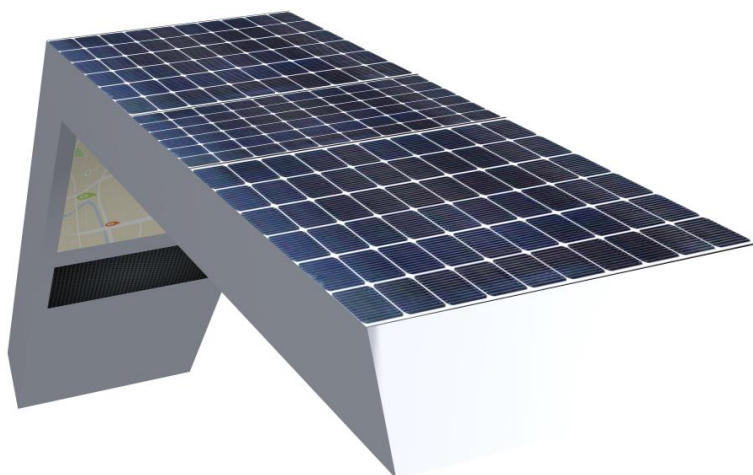
Εικόνα 37: Όψη του Modulo. Διαστασιολογημένο σχέδιο.



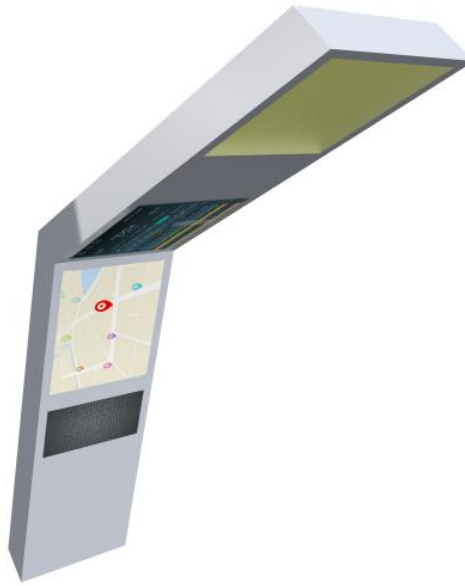
Εικόνα 38: Πλάγια όψη του Modulo. Διαστασιολογημένο σχέδιο.



Εικόνα 39: Αξονομετρικό Modulo. Εμφανές το φωτοβολταϊκό.



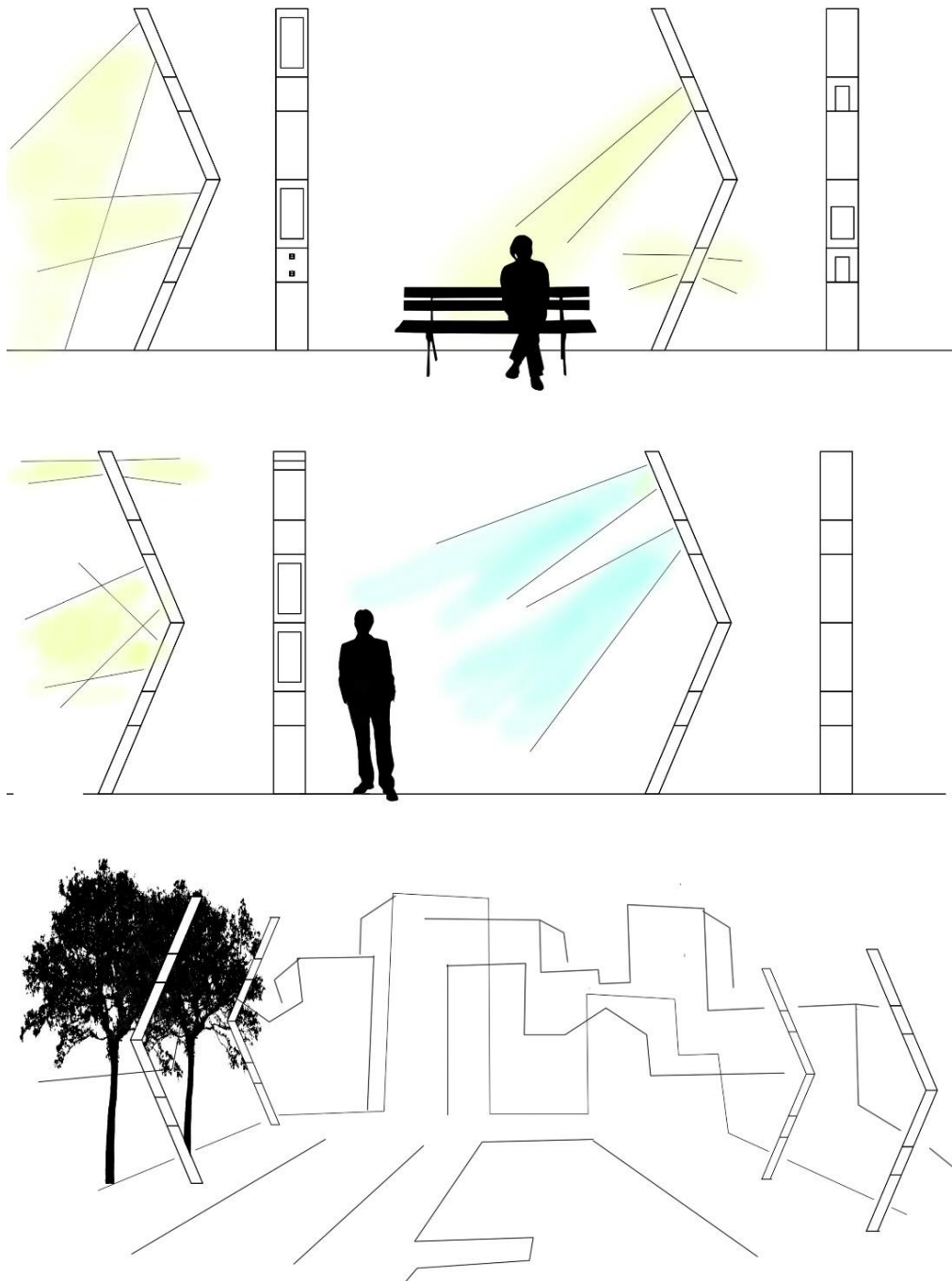
Εικόνα 40: Φωτορεαλιστική απεικόνιση. Εμφανής η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην οπίσθια πλευρά του φωτιστικού.



Εικόνα 41: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Modulo.



Εικόνα 42: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του Modulo.



Εικόνα 43: Σχηματικές απεικονίσεις εφαρμογών του Modulo στο αστικό περιβάλλον

#### 4.5 Στρατηγική τοποθέτηση και ορθολογιστικός σχεδιασμός

Η στρατηγική τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων είναι εξαιρετικά σημαντική. Προηγείται η ανάλυση της περιοχής με βάση τους παράγοντες του μόνιμου και κινούμενου πληθυσμού, της εγγύτητας σε σταθμούς μεταφοράς, της εγγύτητας σε χώρους συνάθροισης, της εγγύτητας σε σημεία ενδιαφέροντος.

Ο ορθολογιστικός σχεδιασμός οφείλει και πρέπει να υπερβαίνει τοπικιστικές αντιλήψεις και συμπεριφορές και αντί αυτών να επικεντρώνεται στους στόχους της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής τόσο των κατοίκων όσο και του μετακινούμενου πληθυσμού μέσα από τους άξονες και την τεχνολογία που φέρει το φωτιστικό σώμα.

Κρίνοντας τις ανάγκες της περιοχής, τη θέληση της εκάστοτε τοπικής διοίκησης δύναται να επιλεγεί η κατάλληλη δέσμη εφαρμογών που θα εγκατασταθούν στα τμήματα του φωτιστικού σώματος.

Για τους σκοπούς της παρούσης μελέτης θα υπολογισθούν τα κόστη και θα σχεδιασθεί η συνδεσμολογία για φωτιστικό σώμα με κεφαλή LED και οθόνη αφής που θα δύναται να φέρει χάρτες επαυξημένης πραγματικότητας (Εφαρμογή χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας) χωρίς τις υπόλοιπες επιλογές και δυνατότητες εφαρμογών.

Αυτά τα φωτιστικά σώματα θα μπορούν να είναι συνδεδεμένα σε απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου μέσω δικτύου LoRaWAN ή LTE-M. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα μελλοντικά να γίνει ενσωμάτωση της συστάδας (cluster) φωτιστικών σωμάτων του προς μελέτη πάρκου σε ένα ευρύτερο σύστημα ηλεκτροφωτισμού και ελέγχου μέσω του δικτύου που θα επιλεγεί στην περιοχή.



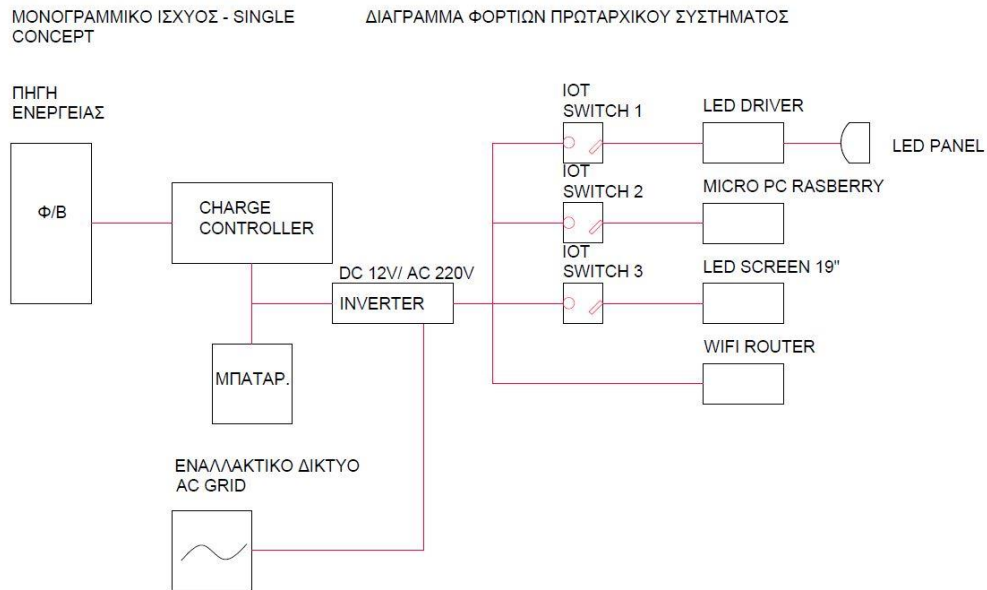
#### 4.6 Φορτία και Συνδεσμολογία

Στο υπό μελέτη πάρκο προτείνεται να τοποθετηθεί μια συστάδα (cluster) των δέκα (10,00) φωτιστικών σωμάτων Modulo εκ των οποίων τα δύο θα φέρουν φωτιστικά σώματα με κεφαλές LED και οθόνη αφής για τη μεταφορά δεδομένων χαρτών (Εφαρμογή χαρτών επαυξημένης πραγματικότητας) ενώ τα οκτώ (8,00) θα είναι φωτιστικά σώματα με κεφαλές LED χωρίς εφαρμογές και επιπλέον χαρακτηριστικά.

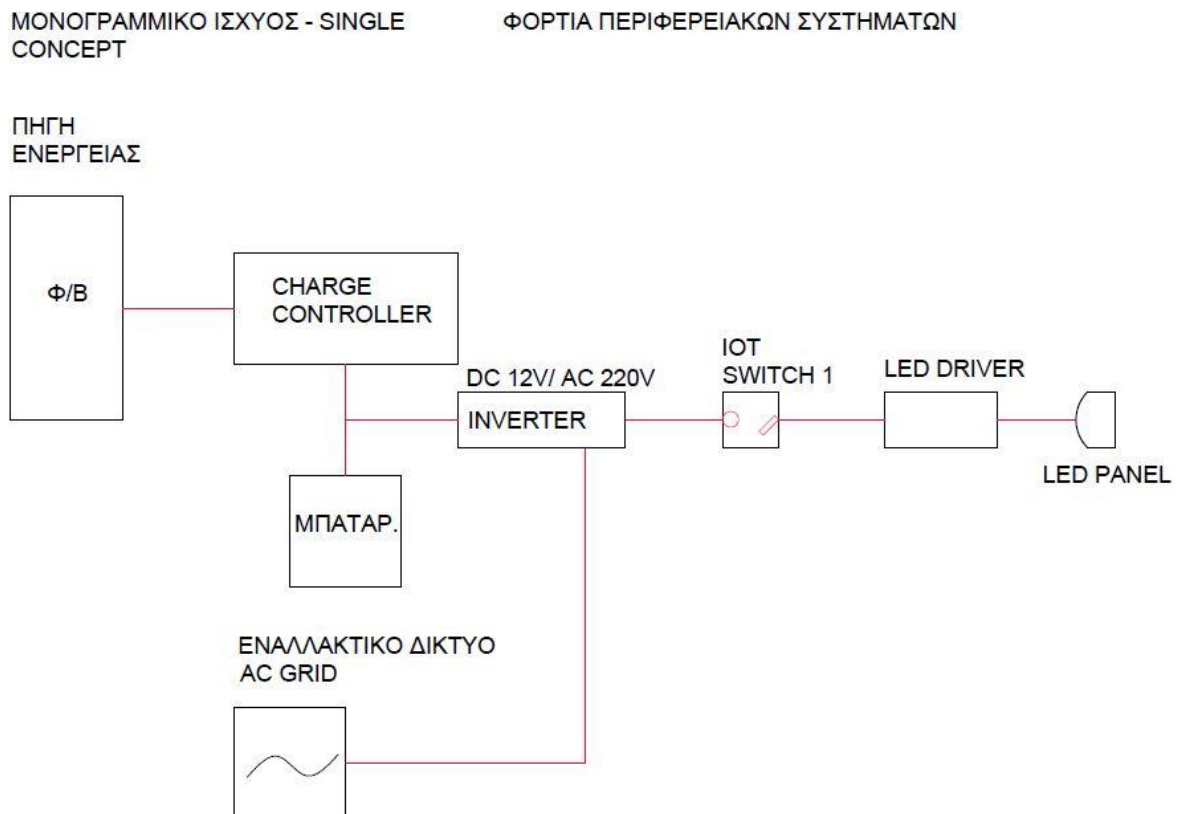
Τα δύο φωτιστικά σώματα Modulo που θα φέρουν και οθόνη αφής, θα είναι συνδεδεμένα μέσω modem 4G/5G σε δίκτυο LTE-M το οποίο μπορεί να τεθεί σε άμεση χρήση χωρίς άλλη εγκατάσταση υποδομών καθώς θα επικοινωνούν μέσω του υφιστάμενου δικτύου τηλεφωνίας 4G/5G με το απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου, ενδεικτικά έναν κεντρικό server. Εκεί θα μπορεί να γίνεται εισαγωγή δεδομένων από ανθρώπινο δυναμικό για την ενημέρωση της βάσης δεδομένων και θα η πληροφορία θα μοιράζεται στη συστάδα (cluster) των φωτιστικών. Πρόκειται δηλαδή για ένα ημι-αυτοματοποιημένο δίκτυο.

Τα φωτιστικά σώματα Modulo θα είναι συνδεδεμένα σε σταθερό δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, κυρίως ως δικλείδα ασφαλείας σε περίπτωση συνεχούς συννεφιάς ή βλάβης του φωτοβολταϊκού συστήματος

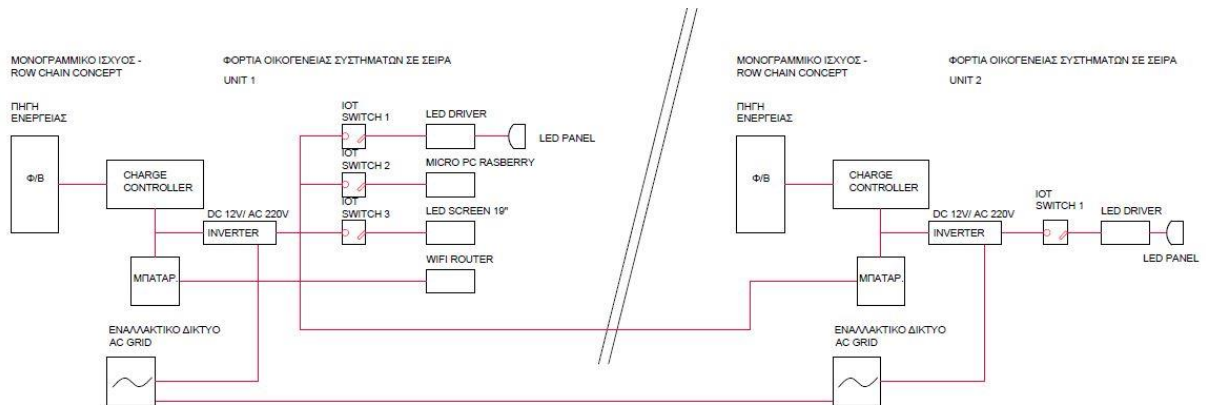
Στις εικόνες 35,36 και 37 παρουσιάζεται η συνδεσμολογία των φωτιστικών σωμάτων Modulo και στην εικόνα 38 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής.



Εικόνα 44: Συνδεσμολογία πρωταρχικού συστήματος Modulo που φέρει εφαρμογές και οθόνη.

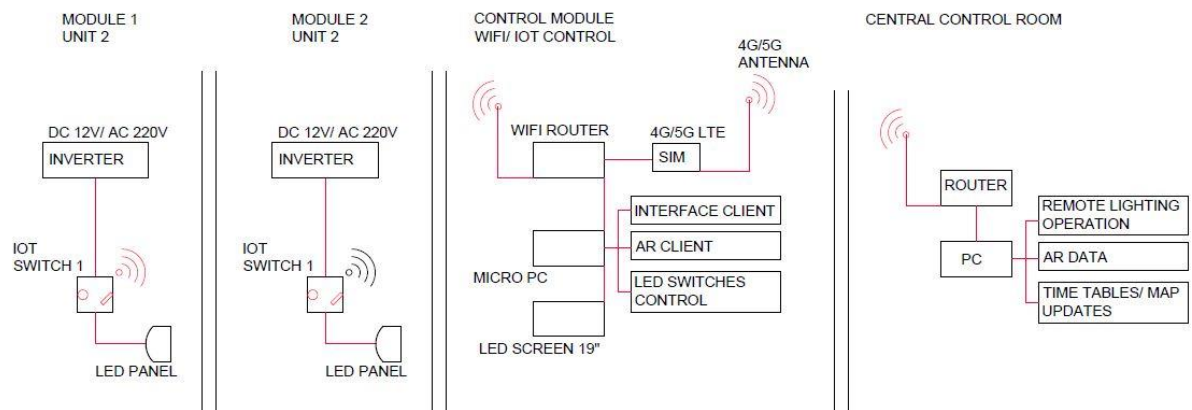


Εικόνα 45: Συνδεσμολογία δευτερεύοντος συστήματος Modulo που φέρει LED panel.



Εικόνα 46: Συνδεσμολογία συστάδας με κεντρικό (Unit 1) και περιφερειακό (Unit 2) σύστημα Modulo.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ  
DATA AND CONTROL FLOW DIAGRAM



Εικόνα 47: Διάγραμμα ροής δεδομένων και ελέγχου.

#### 4.7 Υπολογισμοί και κατάλογος Υλικών

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται οι υπολογισμοί για τις ενεργειακές καταναλώσεις που απαιτούνται για το φωτιστικό σώμα Modulo και την παραγόμενη ενέργεια του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς και κατάλογος υλικών.

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο έχει διαστάσεις 1.500 x 680 x 300 mm, ισχύ 180 W και δείκτη αποδοτικότητας 0,3. Η απαιτούμενη ημερήσια ενέργεια του συστήματος Modulo - Unit 1 (με φωτιστικό LED και οθόνη αφής με ενσωματωμένες εφαρμογές) για λειτουργία είναι 0,9 Kw/h το χειμώνα με λειτουργία του φωτοβολταϊκού πάνελ δώδεκα ώρες ημερησίως ενώ το καλοκαίρι οι αντίστοιχες απαιτήσεις είναι 0,45 Kw/h με λειτουργία έξι ωρών.

Έχοντας λάβει υπόψη τη μέση ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια που παράγει το φωτοβολταϊκό πάνελ σε ιδανικές συνθήκες<sup>2</sup>, ήτοι προσανατολισμός προς το Νότο και γωνία 45ο, και κάνοντας αντιστοίχιση με τις απαιτήσεις του φωτιστικού συστήματος Modulo - Unit 1 (με φωτιστικό LED και οθόνη αφής με ενσωματωμένες εφαρμογές), παρατηρούμε ότι τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο<sup>3</sup> είναι ελάχιστα χαμηλότερη η παραγωγή από την κατανάλωση.

Ως εκ τούτου το σύστημα Modulo Unit 1 θα πρέπει να τροφοδοτείται κατά 40% με 50% από το σταθερό δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος προκειμένου να διατελέσει τη λειτουργία του στο σύνολό του. Αντίστοιχα το σύστημα Modulo Unit 2 το οποίο διαθέτει μόνο κεφαλή με LED φωτισμό χωρίς εγκατεστημένες εφαρμογές θα μπορεί να λειτουργεί απρόσκοπτα ως φωτιστικό με εξαίρεση ελάχιστες ημέρες του Ιανουαρίου και μόνο, περίοδο που θα χρειαστεί υποβοήθηση από το σταθερό δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

---

<sup>2</sup> Βλ. πίνακα 5- Πίνακας 5: Μέση παραγόμενη ημερήσια ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα σε κιλοβατώρες.

<sup>3</sup> Βλ. πίνακα 2, πίνακα 4 - Παραγωγή Ηλεκτρικού ρεύματος από το φωτοβολταϊκό πάνελ τη χειμερινή και φθινοπωρινή περίοδο αντίστοιχα. Average Daily Energy produced by PV Panel < Required daily energy

Η συστάδα (cluster) των φωτιστικών σωμάτων, μέσω της σύνδεσης των μπαταριών μεταξύ τους, δύναται να καταστήσει αυτόνομο το δίκτυο, καθώς η μειωμένη απαίτηση σε ενέργεια των Modulo - Unit 2 θα μπορεί να τροφοδοτεί με την περίσσεια ενέργειας τα Modulo Unit 1 τα οποία θα έχουν μεγαλύτερες ανάγκες. Συνεπώς όσο μεγαλύτερη είναι η συστάδα (cluster) των συστημάτων, τόσο ευκολότερα μπορεί να γίνει αυτόνομη ενεργειακά, ελαχιστοποιώντας το κόστος λειτουργίας.

Οι παρακάτω πίνακες αφορούν τα στοιχεία που σχετίζονται με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια- πάνελ.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού πλαισίου

ΠΑΡΟΧΗ	ΙΣΧΥΣ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	Amps	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΚΟΣΤΟΣ
ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΟ	180W	0,3	15	1500x680x30 mm	150

Πίνακας 3: Παραγωγή Ηλεκτρικού ρεύματος από το φωτοβολταϊκό πάνελ για την χειμερινή περίοδο

ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΦΒ ΠΑΝΕΛ			
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ		
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ
ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh / m <sup>2</sup> ]	76	86	119
True PV system energy [kWh] (% efficiency)	16	18	24
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΦΒ (kWh)	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>

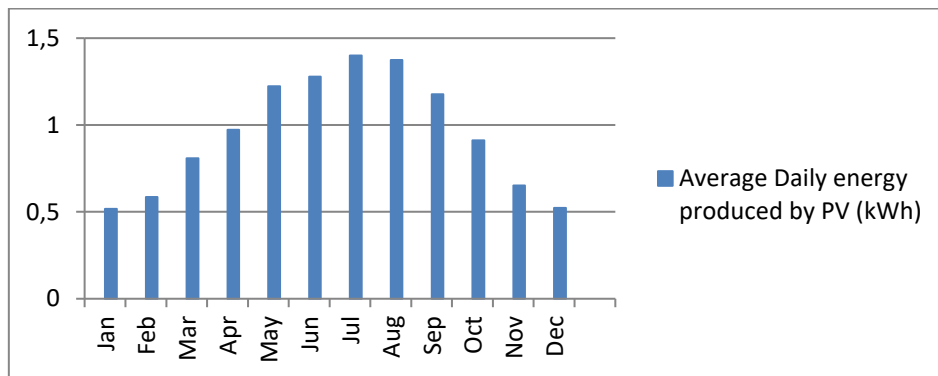
Πίνακας 4: Παραγωγή Ηλεκτρικού ρεύματος από το φωτοβολταϊκό πάνελ για την εαρινή περίοδο και περίοδο της άνοιξης

ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΦΒ ΠΑΝΕΛ						
	ΑΝΟΙΞΗ - ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ					
	ΑΠΡ	ΜΑΗ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh / m <sup>2</sup> ]	143	180	188	206	202	173
True PV system energy [kWh] (% efficiency)	29	37	38	42	41	35
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΦΒ (kWh)	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>

Πίνακας 5: Παραγωγή Ηλεκτρικού ρεύματος από το φωτοβολταϊκό πάνελ για τη φθινοπωρινή περίοδο

ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΦΒ ΠΑΝΕΛ			
	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ		
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh / m <sup>2</sup> ]	134	96	77
True PV system energy [kWh] (*% efficiency)	27	20	16
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΦΒ (kWh)	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>

Πίνακας 6: Μέση παραγόμενη ημερήσια ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα σε κιλοβατώρες.



Πίνακας 7: Φορτία και απαιτούμενες ώρες λειτουργίας για το σύστημα Modulo Unit 1

LOADS/ ΦΟΡΤΙΑ	ΙΣΧΥΣ (W)	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΟΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)
LED Lights	40				
22 inch LED Screen	20				
SBC(rasbery Pi4)	10				
LTE Modem	5				
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>12</b>	<b>0,9</b>	<b>6</b>	<b>0,45</b>
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)</b>	343				
<b>ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)</b>	29				
<b>ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)</b>	0,95				
<b>ΜΠΑΤΑΡΙΑ</b>	Volt	Ah	Capacity kWh		
	12	100	1,2		

Πίνακας 8: Φορτία και απαιτούμενες ώρες λειτουργίας για το σύστημα Modulo Unit 2

LOADS/ ΦΟΡΤΙΑ	ΙΣΧΥΣ (W)	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	ΩΡΕΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΟΣ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)
LED Lights	40				
22 inch LED Screen	0				
SBC(rasbery Pi4)	0				
LTE Modem	5				
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>0,54</b>	<b>6</b>	<b>0,27</b>
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	343				
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	29				
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (kWh)	0,95				
<b>ΜΠΑΤΑΡΙΑ</b>	<b>Volt</b>	<b>Ah</b>	<b>Capacity kWh</b>		
	12	100	1,2		

Πίνακας 9: Κατάλογος Υλικών για το hardware του φωτιστικού σώματος Modulo

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΥΛΙΚΩΝ			
ΜΕΡΟΣ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΟΣΤΟΣ (EURO)
Solar PV	Solarfarm	180 W 1490x680x30 mm	150
Charge controller	victron Blue solar	12V MPPT75/15	95
Inverter	EPSOLAR IP500	500W 12V	105
LED Module	PELEKIS LED floodlight	40W,145lm/W,0.35A , 120 deg , 5800lm	50
Mikro PC	Rasbery pi4	10W	70
LED Screen	LG 22MP410	20W	105
WI FI model	Mikrotik hex RB7500Gr3	5W	56
Μπαταρία	SUNLIGHT Solar VRLA AGM 12V 115Ah 12-115S	12V, 115 AH, 330mm L x 171mm W x 220mm H, Weight 17.5 kg	188
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>819</b>

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Case study Πάρκου στην πόλη της Καλαμαριάς

### 5.1 Εισαγωγή

Η Καλαμαριά είναι προάστιο της Θεσσαλονίκης στο νοτιοανατολικό τμήμα του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Θεσσαλονίκης, έχει υψόμετρο 33 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας και βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 40,5809510563 και γεωγραφικό μήκος 22,9489845709.

Ιδρύθηκε το 1922 ως οικισμός του Δήμου Θεσσαλονίκης και το 1943 έγινε Δήμος. Έχει έκταση 7.200 στρέμματα και είναι ένας από τους πιο πυκνοκατοικημένους δήμους της Ελλάδας με πληθυσμό 92.238 κατοίκους. (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

Η Καλαμαριά είναι παραθαλάσσια πόλη έχοντας ακτογραμμή περίπου επτά (7,00) χιλιομέτρων, διαθέτει πλήθος υποδομών και έχει άμεση πρόσβαση τόσο προς το κέντρο της Θεσσαλονίκης όσο και στους περιφερειακούς Δήμους αλλά και προς τη Χαλκιδική με τη σύνδεσή της στην περιφερειακή οδό.

Στην Καλαμαριά λειτουργούν 7 Γενικά Λύκεια και 2 Επαγγελματικά (Ημερήσιο και Εσπερινό), 9 Γυμνάσια, 17 δημοτικά σχολεία και 24 νηπιαγωγεία, διαθέτει αθλητικές εγκαταστάσεις Ολυμπιακών διαστάσεων και στην περιφέρειά της έχουν τις εγκαταστάσεις τους τόσο ο Ναυτικός Όμιλος Θεσσαλονίκης (Ν.Ο.Θ) όσο και ο Ναυτικός Όμιλος Καλαμαριάς (Ν.Ο.Κ). Επίσης έχουν την έδρα τους περίπου είκοσι επτά (27) πολιτιστικοί και λαογραφικοί σύλλογοι και εξήντα οκτώ (68,00) αθλητικοί σύλλογοι, μεταξύ των οποίων και η ιστορική ομάδα του Απόλλωνα Καλαμαριάς.

Η Καλαμαριά ως υφιστάμενη τωρινή τοποθεσία δέχθηκε πλήθος προσφύγων ήδη από το 1920 ενώ μεγάλο μέρος του πληθυσμού της είναι απόγονοι Μικρασιατών που μετεγκαταστάθηκαν μετά τη Μικρασιατική καταστροφή του 1922 και Ποντίων που εγκαταστάθηκαν μετά τη γενοκτονία που υπέστησαν το 1916.

Πρόκειται για ένα σύγχρονο Δήμο που δύναται να εξελιχθεί σε πόλο έλξης πλήθους τουριστών και να βελτιστοποιήσει τόσο τις υπηρεσίες που διαθέτει όσο και το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων του. Ήδη έχει λάβει δύο βραβεία, το χρυσό βραβείο για το



πρόγραμμα δράσης και πρόληψης κατά του Covid 19 το 2022 και το ασημένιο βραβείο στην κατηγορία «Εφαρμογές Τ.Π.Ε , IoT Applications & City Dashboard» από τα Best City Awards 2023, τα μοναδικά βραβεία της τοπικής αυτοδιοίκησης, που αναδεικνύουν και επιβραβεύουν τις καλύτερες πρακτικές και λύσεις που έχουν σχεδιαστεί προκειμένου οι πόλεις να είναι ευφρείς, αειφόρες και οικονομικά βιώσιμες. (Δήμος Καλαμαριάς, 2021)

Στο Δήμο Καλαμαριάς για την παρούσα εργασία, έχει επιλεγθεί το πάρκο Κυρίλλου και Μεθοδίου ως case study προκειμένου να μελετηθεί η τοποθέτηση του καινοτόμου φωτιστικού σώματος αστικού ιστού Modulo.

Το πάρκο Κυρίλλου και Μεθοδίου κατασκευάστηκε το 2021 στην επέκταση της περιοχής Άγιος Ιωάννης Καλαμαριάς, πλησίον του τερματικού σταθμού των αστικών λεωφορείων και του τερματικού σταθμού του Μετρό Θεσσαλονίκης,

## 5.2 Κριτήρια επιλογής τοποθεσίας

Τα κριτήρια με τα οποία επιλέχθηκε η συγκεκριμένη τοποθεσία και κατά επέκταση το πάρκο του Κυρίλλου και Μεθοδίου είναι πολλαπλά. Παρακάτω αναλύονται οι λόγοι επιλογής του.

Το πάρκο Κυρίλλου και Μεθοδίου, περιβάλλεται από τις οδούς Χ. Μαυρομάτη, Ιεροψαλτών και Α. Παπανδρέου και αγνώστων ιδιοκτητών αδόμητη έκταση. Το πάρκο βρίσκεται σε μια περιοχή του Δήμου Καλαμαριάς, τη συνοικία Αγίου Ιωάννη, η οποία οικοδομήθηκε εκ του μηδενός στις αρχές του 2000, επάνω στις πρωτότερα γεωργικές και κτηνοτροφικές εκτάσεις. Περιβάλλεται από μεγάλα τμήματα (block) πολυόροφων οικοδομών, με χρήση κυρίως κατοικίας, ενώ γειτνιάζει με τη στάση Μίκρα του Μετρό Θεσσαλονίκης και τον τερματικό σταθμό αστικών λεωφορείων Μίκρας που συνδέει την πόλη της Καλαμαριάς με την πόλη της Θεσσαλονίκης. Οι υποδομές σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς σε κοντινή απόσταση σημαίνουν την αυξημένη επισκεψιμότητά του κατά τη διάρκεια της ημέρας.

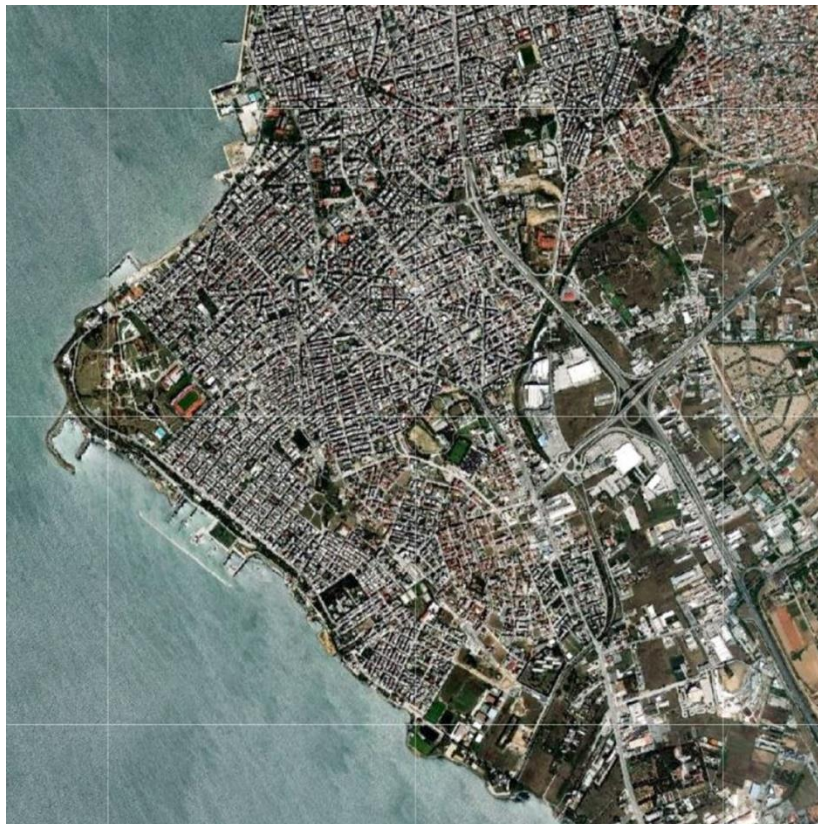
Επίσης σε κοντινή απόσταση βρίσκονται η σχολική μονάδα του τρίτου (3ου) Λυκείου Καλαμαριάς, η σχολική μονάδα του δέκατου όγδοου (18ου) δημοτικού

σχολείου Καλαμαριάς, οι ολυμπιακές αθλητικές εγκαταστάσεις γηπέδων Μίκρας, που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια των Ολυμπιακών αγώνων Αθήνα 2004, καθώς και οι αθλητικές εγκαταστάσεις Φοίνικα.

Περίξ του πάρκου υπάρχουν ακόμη οι δημόσιες υπηρεσίες Κτηματολογίου και Υποθηκοφυλακείου.

Τα παραπάνω υποδηλώνουν ότι ο πληθυσμός που επισκέπτεται το πάρκο ή το διατρέχει είναι μεγάλος, ποικίλλει δημογραφικά σε ηλικιακή, εργασιακή, οικονομική, και φυλετική κλίμακα συνεπώς το πάρκο καθίσταται χρήσιμο ως βάση της παρούσας μελέτης για να εξαχθούν συμπεράσματα για τη χρήση του καινοτόμου φωτιστικού σώματος Modulo.

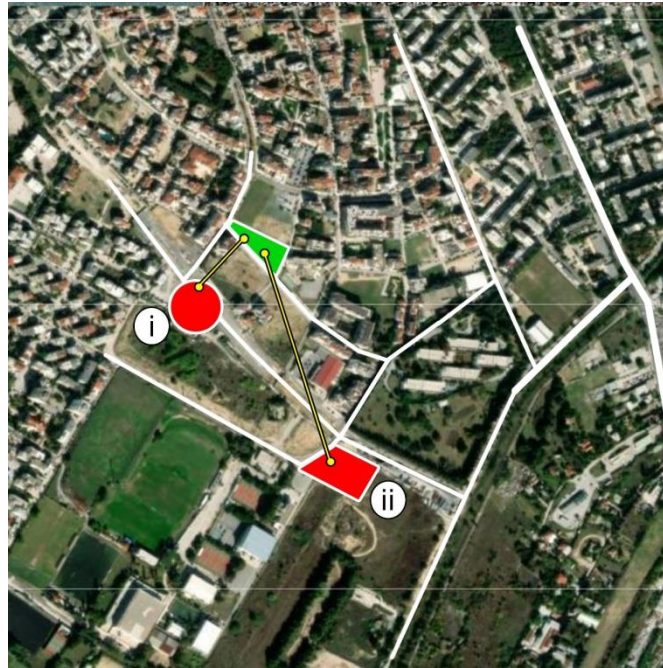
Παρακάτω παρατίθενται οι χάρτες και τα φωτογραφικά στοιχεία του συγκεκριμένου πάρκου που σχετίζονται με την εγγύτητα του πάρκου σε εγκαταστάσεις μεταφοράς και των διαφόρων δραστηριοτήτων και είναι οι Εικόνες 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 και 48.



Εικόνα 48: Γενικός Τοπογραφικός χάρτης Πόλεως Καλαμαριάς



Εικόνα 49: Γενικός Τοπογραφικός χάρτης Πόλεως Καλαμαριάς με τη θέση του πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου



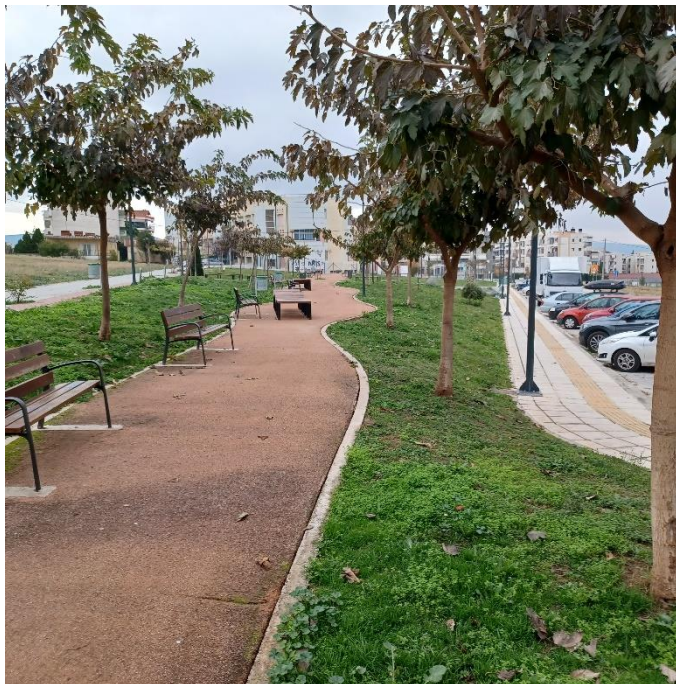
Εικόνα 50: Χώροι Μέσων Μαζικής Μεταφοράς πλησίον του Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου. i. Στάση Μετρό Μίκρας. ii. Τερματικός σταθμός αστικών λεωφορείων Μίκρας.



Εικόνα 51: Χώροι Συνάθροισης πλησίον του Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου. i. Ολυμπιακές Εγκαταστάσεις Γηπέδου Μίκρας. ii. 3ο Λύκειο Καλαμαριάς. iii. Αθλητικές εγκαταστάσεις Φοίνικα. iv. 18ο Δημοτικό Σχολείο Καλαμαριάς



Εικόνα 52: άποψη του πάρκου από την οδό Μαυρομμάτη



Εικόνα 53: εσωτερική άποψη του πάρκου



Εικόνα 54: Εσωτερική άποψη του πάρκου



Εικόνα 55: Άποψη του πάρκου από την οδό Μαυρομάτη. Στο βάθος φαίνεται το 3ο Λύκειο Καλαμαριάς



Εικόνα 56: Άποψη του πεζοδρόμου του πάρκου

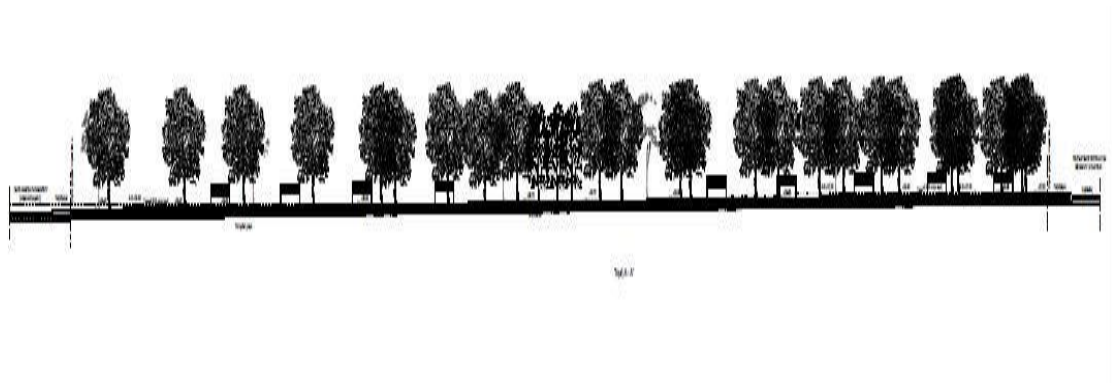


Εικόνα 57: Άποψη της εσωτερικής πλατείας του πάρκου

Στις εικόνες 49, 50, 51, 52, 53, 54 και 55 παρουσιάζονται οι σχεδιαστικές λεπτομέρειες πάρκου. Κάτοψη διαμόρφωσης, τομές και φωτογραφίες υφιστάμενης κατάστασης τοποθεσίας



Εικόνα 58: Σχέδιο διαμόρφωσης σε κάτοψη, Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου



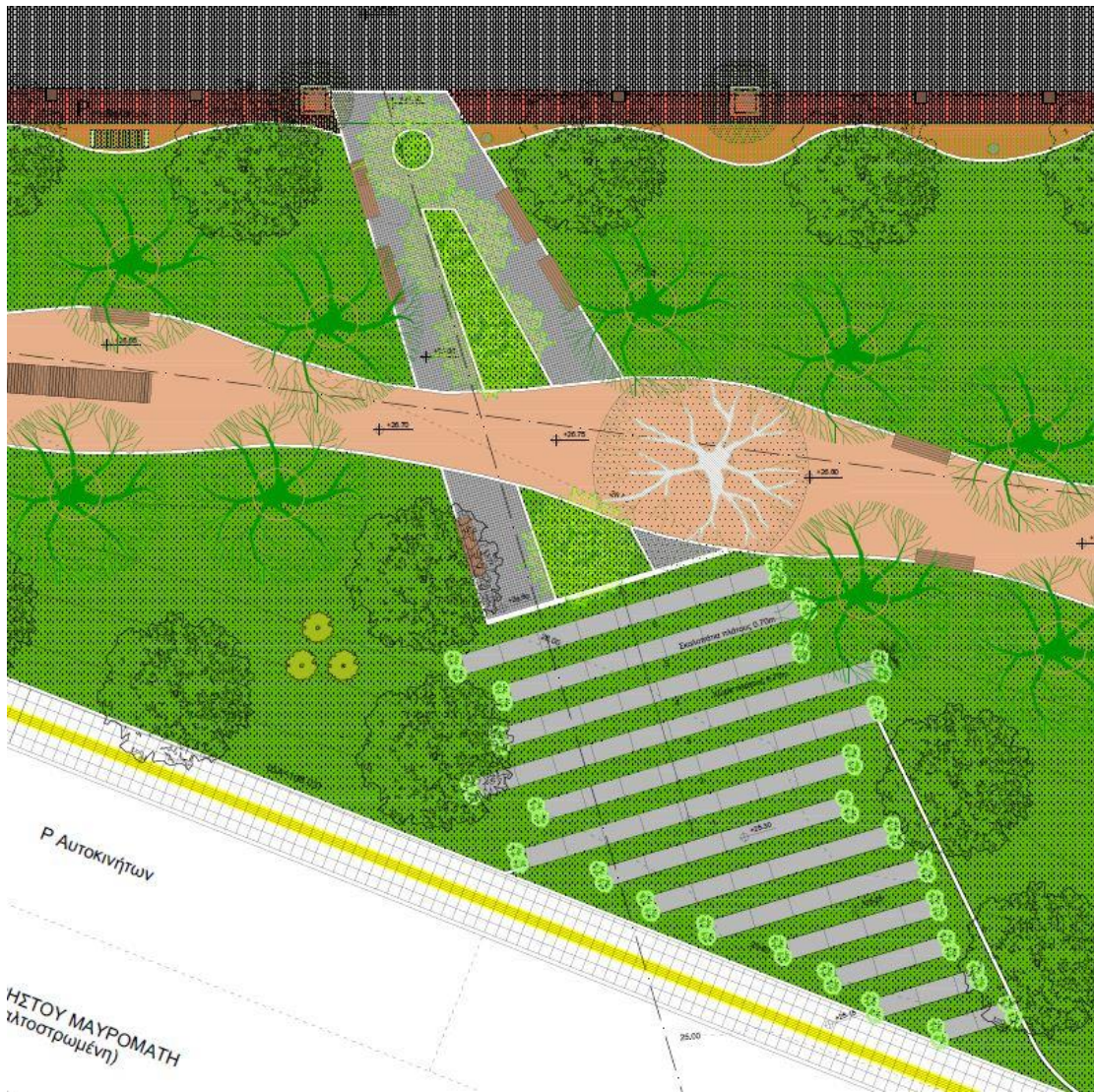
Εικόνα 59: Σχέδιο διαμόρφωσης σε οριζόντια τομή, Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου



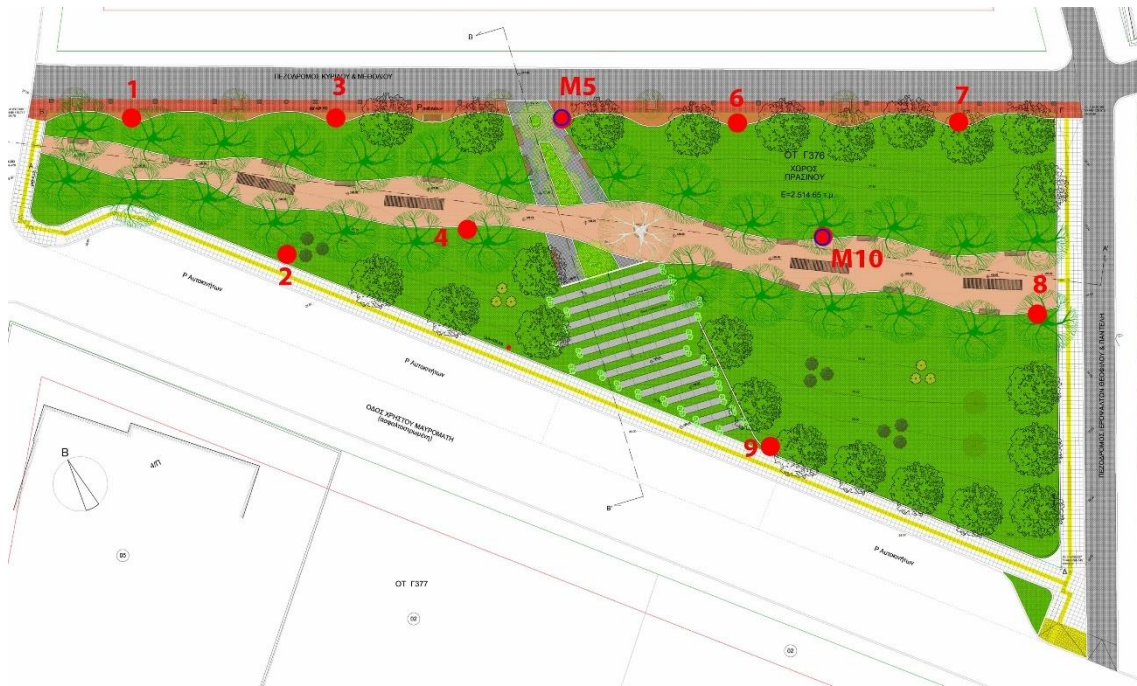


Σχ. 60

Εικόνα 60: Σχέδιο διαμόρφωσης σε κάθετη τομή, Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου



Εικόνα 61: Λεπτομέρεια σχεδίου διαμόρφωσης σε κάτοψη, Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου



Εικόνα 62: Λεπτομέρεια σχεδίου διαμόρφωσης σε κάτοψη, Πάρκου Κυρίλλου και Μεθοδίου. Θέσεις της συστάδας φωτιστικών σωμάτων Modulo.

Στην εικόνα 47 έχουν τοποθετηθεί δύο ομάδες φωτιστικών, η Α ομάδα με το M5 να είναι το Modulo Unit 1 το οποίο φέρει οθόνη, router και είναι η μητρική μονάδα που ελέγχει τα φωτιστικά σώματα 1 έως 4 και η Β ομάδα με το M10 να είναι το modulo Unit 1 που ελέγχει τα φωτιστικά σώματα 6 έως και 9.

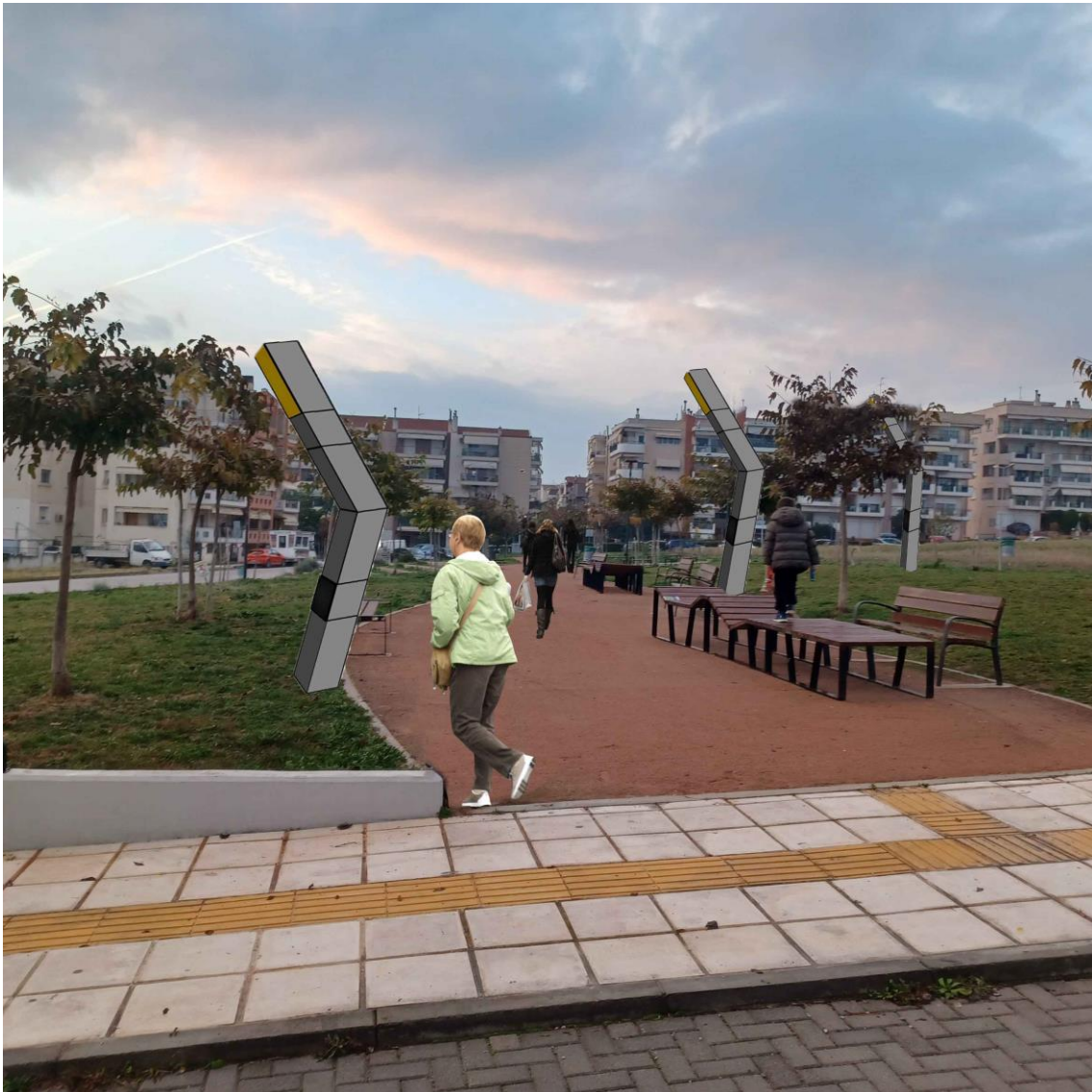
Το M5 είναι τοποθετημένο στο τμήμα όπου δύνανται να αναπαυθούν οι επισκέπτες, σε σημείο διασταυρώσεως με τον πεζόδρομο και ποδηλατόδρομο. Στο κομβικό αυτό σημείο είναι ευκολότερο οι διερχόμενοι να αναζητήσουν τις υπηρεσίες που παρέχονται από το Modulo Unit 1 μέσω της οθόνης αφής αλλά και να συνδιαλλαγούν με τις πληροφορίες που διανέμονται μέσω των εφαρμογών.



Εικόνα 63: Εισαγωγή των φωτιστικών σωμάτων στο πάρκο Κυρίλλου και Μεθοδίου

Οι δύο ομάδες των φωτιστικών σωμάτων καλύπτουν το εύρος του πάρκου σε επαρκή φωτισμό και οι δύο μητρικές μονάδες Modulo Unit -1 βρίσκονται τοποθετημένες σε καίριες θέσεις για να καλύψουν τους επισκέπτες του πάρκου όπως και τους διερχόμενους που χρησιμοποιούν το πάρκο σαν ενδιάμεσο σταθμό.

Καθώς το πάρκο διαδραματίζει κομβικό ρόλο στην εναλλαγή των συγκοινωνιών (Μετρό, τερματικός και αφετηρία αστικών λεωφορείων) εκτιμάται αθρόα προσέλευση και διέλευση ομάδων ανθρώπων στο σημείο.



Εικόνα 64: Εισαγωγή των φωτιστικών σωμάτων στο πάρκο Κυρίλλου και Μεθοδίου

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Συμπεράσματα και προτάσεις

### 6.1 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα στοιχεία της έρευνας της εργασίας αυτής και έχοντας αναλυθεί τα προβλήματα που δημιουργούνται στο υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας αναφορικά με το δημόσιο φωτισμό, κρίνεται απαραίτητη η μετάβαση σε ένα επόμενο τεχνολογικά στάδιο ώστε να επιτευχθούν μια σειρά στόχων που εναρμονίζονται με την Ευρωπαϊκή Πράσινη συμφωνία. Αυτό θα επιτρέψει τη σταδιακή ενεργειακή αυτονομία, τη μείωση του κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, τη μείωση των εκπομπών ρύπων θερμοκηπίου, την ελαχιστοποίηση ή και μηδενισμό της χρήσης ορυκτών πόρων και των παράγωγων ρύπων, την πράσινη ανάπτυξη και την κλιματική ουδετερότητα, το τέλος της ενεργειακής φτώχειας.

Το πρώτο βήμα είναι αυτό της αντικατάστασης των υφισταμένων λαμπτήρων και σωμάτων με λαμπτήρες τύπου LED.

Το δεύτερο βήμα είναι ο δημόσιος φωτισμός βασισμένος στο IoT (Internet of Things).

Το τρίτο βήμα είναι η μεγαλύτερη ποσόστωση αυτόνομων συστημάτων φωτισμού.

Το τέταρτο βήμα είναι η δημιουργία έξυπνων δικτύων στα οποία θα ενσωματωθεί ο δημόσιος ηλεκτροφωτισμός.

Αντικαθιστώντας καταρχάς τους παλαιού τύπου λαμπτήρες με νέους, τύπου LED επιτυγχάνεται καλύτερος φωτισμός, με μειωμένη κατανάλωση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Επίσης είναι δυνατή η άμεση μείωση ή αύξηση της έντασης (dimming) από 0% - 100% εξυπηρετώντας τις ανάγκες περιορίζοντας τις απώλειες από την περίσσεια κατανάλωση.

Με την ενσωμάτωση τεχνολογιών IoT στο δημόσιο φωτισμό κατασκευάζονται πλήρως ολοκληρωμένα συστήματα που δύνανται να συνδεθούν με ασύρματα ή ενσύρματα δίκτυα, επιτρέποντας τον απομακρυσμένο έλεγχο και επίβλεψη του

φωτισμού. Υπάρχει έτσι έλεγχος της κατανάλωσης και σημαντική οικονομία στο κόστος του ηλεκτροφωτισμού.

Τρίτον, με την αξιοποίηση μιας έτοιμης και μηδενικού κόστους πηγής ενέργειας όπως η ηλιακή, μπορεί να υπάρξει μια αποτελεσματική λύση για τη μείωση της κατανάλωσης αλλά και την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και βελτιώνεται το ενεργειακό αποτύπωμα από την κατανάλωση υδρογονανθράκων.

Τέταρτον, με τη δημιουργία έξυπνων δικτύων και την ενσωμάτωση των δικτύων ηλεκτροφωτισμού, ανοίγεται ένα τεράστιο πεδίο συμμετοχής εφαρμογών της έξυπνης πόλης που θα βελτιστοποιήσουν τη διαμονή σε αυτήν. Με αισθητήρες μπορεί να γίνει παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, των επιπέδων θορύβου, να γίνει άμεση η μετάδοση πληροφορίας από τη διακυβέρνηση προς τους πολίτες, να ελεγχθούν οι θέσεις στάθμευσης, η κίνηση των πεζών και να αυξηθεί η δημόσια ασφάλεια.

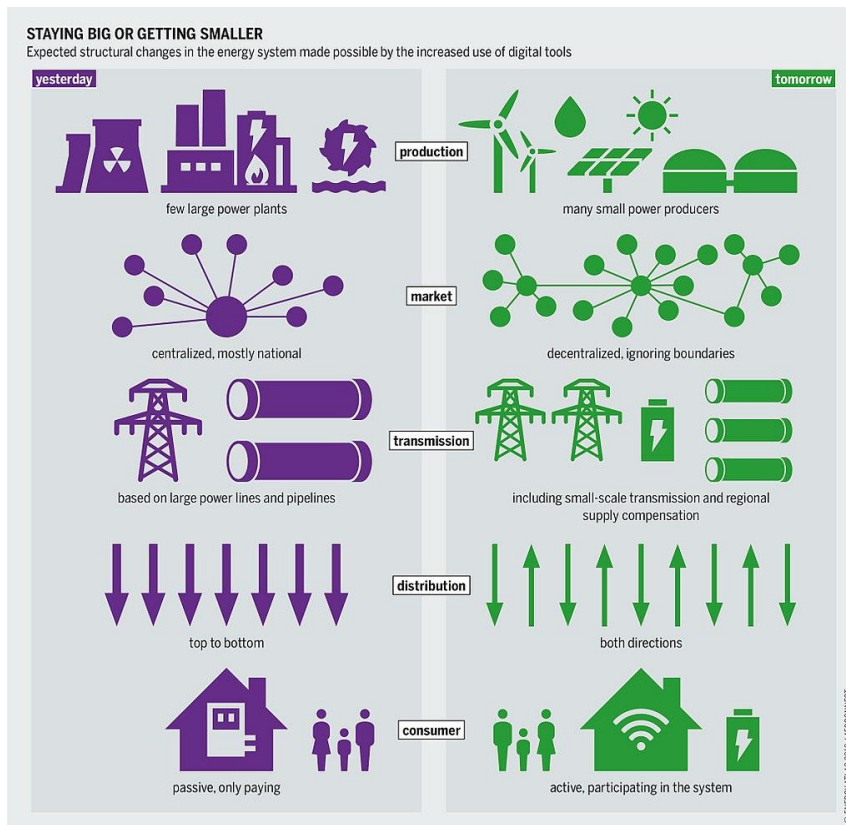
## 6.2 Προτάσεις

Ένα Έξυπνο Δίκτυο είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να ενσωματώσει οικονομικά τη συμπεριφορά και τις ενέργειες όλων των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι με αυτό –γεννητριών, καταναλωτών και εκείνων που κάνουν και τα δύο– προκειμένου να διασφαλιστεί ένα οικονομικά αποδοτικό, βιώσιμο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλές απώλειες και υψηλά επίπεδα ποιότητας, διασφάλισης εφοδιασμού και συνολικής ασφάλεια (Εικόνα 56).

Ένα έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες σε συνδυασμό με έξυπνες τεχνολογίες παρακολούθησης, ελέγχου, επικοινωνίας και αυτοθεραπείας προκειμένου:

- Να διευκολυνθεί η σύνδεση και η λειτουργία γεννητριών όλων των μεγεθών και τεχνολογιών.
- Να επιτρέψει στους καταναλωτές να παίζουν ρόλο στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του συστήματος.

- Να παρέχει στους καταναλωτές περισσότερες πληροφορίες και επιλογές για τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν την προμήθεια τους.
- Να υπάρχει σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ολόκληρου του συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Να διατηρηθούν ή και να βελτιστοποιηθούν τα υπάρχοντα υψηλά επίπεδα αξιοπιστίας, ποιότητας και ασφάλειας του συστήματος.
- Να διατηρηθούν ή και να βελτιστοποιηθούν οι υφιστάμενες υπηρεσίες αποτελεσματικά. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Επικοινωνίας, 2011)



Εικόνα 65: Χαρακτηριστικά ενός παραδοσιακού συστήματος (αριστερά) έναντι του έξυπνου δικτύου (δεξιά)<sup>4</sup>.

Είναι φανερό ότι με τη συλλογή δεδομένων κατανάλωσης και την καταγραφή των αναγκών και των στόχων, είναι δυνατή η βάση του ορθού σχεδιασμού προγραμμάτων που θα επιτύχουν τους ενεργειακούς στόχους σταδιακά αλλά ταυτόχρονα θα αφήνουν

<sup>4</sup> Γραφικά: Bartz/Stockmar, άδεια Creative Commons [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



ελεύθερο πεδίο ώστε μελλοντικές ανακαλύψεις και τεχνολογικές αναβαθμίσεις να είναι δυνατό να ενσωματωθούν στο δίκτυο.

Οι προοπτικές είναι πολλές δεδομένου του κλίματος της Ελλάδας και στο μέλλον, εάν προσπελασθούν γραφειοκρατικά εμπόδια σε συνδυασμό με την πολιτική βούληση, είναι πιθανό η Ελλάδα όχι μόνο να ανακάμψει από την ενεργειακή κρίση αλλά και να πρωταγωνιστήσει σε μελλοντικές πρωτοβουλίες στρατηγικού σχεδιασμού πράσινης οικονομίας και ανάπτυξης.

Με την ενσωμάτωση της τεχνολογικής καινοτομίας στο σχεδιασμό, τη συνεχή ενημέρωση των μελετητών επάνω στα σύγχρονα άλματα της επιστήμης, γίνεται ευκολότερο να δημιουργηθούν συμπεριληπτικές προτάσεις για τη βελτιστοποίηση των λύσεων που καλύπτουν τις υφιστάμενες ανάγκες αλλά και τις μελλοντικές.

Το καινοτόμο φωτιστικό σώμα αστικού ιστού Modulo είναι μια από αυτές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Carr, S. Francis, M. Rivlin, L. G., Stone, A., M., (1993). Public Space Cambridge Series in Environment and Behavior). Cambridge University Press, Cambridge.
- Chen W. K., (2003) Linear Networks and Systems. Belmont, CA: Wadsworth Press, 2003.
- Électricité de France S.A - Αρχή Ηλεκτροφωτισμού της Γαλλίας (2021). Πολυεθνική εταιρεία παραγωγής και διαχείρισης ηλεκτρικού ρεύματος με κύριο μέτοχο το κράτος της Γαλλίας κατά 84,5%. Από: <https://www.edf.fr/>, ημερομηνία πρόσβασης 15/10/2022.
- Frazer J. (2019). The Reshaping of City Cores That Were Designed For Cars. Forbes, 06/08/2019. Από: <https://www.forbes.com/sites/johnfrazer1/2019/08/06/the-reshaping-of-city-cores-that-were-designed-for-cars/?sh=61104d41e463> ημερομηνία πρόσβασης 15/10/2019.
- Internet Archive - (2010). Task Force for Smart Grids - Expert Group 1: Functionalities of smart grids and smart meters. Από: [https://web.archive.org/web/20200414144309/http://www.ieadsm.org/wp/files/Tasks/Task%2017%20-%20Integration%20of%20Demand%20Side%20Management,%20Energy%20Efficiency,%20Distributed%20Generation%20and%20Renewable%20Energy%20Sources/Background%20material/Eg1%20document%20v\\_24sep2010%20conf.pdf](https://web.archive.org/web/20200414144309/http://www.ieadsm.org/wp/files/Tasks/Task%2017%20-%20Integration%20of%20Demand%20Side%20Management,%20Energy%20Efficiency,%20Distributed%20Generation%20and%20Renewable%20Energy%20Sources/Background%20material/Eg1%20document%20v_24sep2010%20conf.pdf) , ημερομηνία πρόσβασης 22/10/2022.
- List of countries by electricity consumption (2022). Από: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_electricity\\_consumption](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_electricity_consumption) ημερομηνία πρόσβασης 10/1/2023.
- Martin M. (2014). The automobile shapes the city. Automobile in American Life Society - Suburban Communities. Από: [http://www.autolife.umd.umich.edu/Environment/E\\_Casestudy/E\\_casestudy12.htm](http://www.autolife.umd.umich.edu/Environment/E_Casestudy/E_casestudy12.htm) , ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.
- Memluk M. Z. (2013). Designing Urban Squares, Advances in Landscape Architecture, Namık Kemal University, Turkey.
- Meyer, M.D. & Miller, E.J. (2001). Urban Transportation Planning 2nd Ed, McGraw Hill: Νέα Υόρκη, 2001.
- Navara, K.J.; Nelson, R.J. (2007). The dark side of light at night: Physiological, epidemiological, and ecological consequences. J. Pineal Res. 2007, 43, 215–224. Από: [https://www.researchgate.net/publication/6035985\\_The\\_dark\\_side\\_of\\_light\\_at\\_night\\_Physiological\\_epidemiological\\_and\\_ecological\\_consequences](https://www.researchgate.net/publication/6035985_The_dark_side_of_light_at_night_Physiological_epidemiological_and_ecological_consequences), ημερομηνία πρόσβασης 10/9/2022.
- Schalliol D. (2014). Debt and Darkness in Detroit. The Society Pages. Από: <https://thesocietypages.org/specials/debt-and-darkness-in-detroit/> ημερομηνία πρόσβασης 15/9/2022

Spudich J. L. and. Satir B. H (2001). Sensory Receptors and Signal Transduction. New York: Wiley-Liss.

United Nations (2017). Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. Από: <https://digitallibrary.un.org/record/1291226>, ημερομηνία πρόσβασης 7/8/2022.

US History II – OS COLLECTION (2020). “Urbanization and Its Challenges”, Lumen Learning, Howard University, 2020. Από: <https://courses.lumenlearning.com/suny-ushistory2os2xmaster/chapter/urbanization-and-its-challenges/>, ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.

U.S. ENERGY INFORMATION-ADMINISTRATION-EIA (2021). Urbanization and Its Challenges. Από: <https://www.eia.gov/international/data/>, ημερομηνία πρόσβασης 20/1/2023.

Ouyang, J.Q., Davies, S., Dominoni, D. (2018). Hormonally mediated effects of artificial light at night on behavior and fitness: Linking endocrine mechanisms with function. J. Exp. Biol. 2018, 221, jeb156893

Worldbank.org (2020). Urban Development. Από: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview> ημερομηνία πρόσβασης 28/9/2022.

Wu, H.-K.; Lee, S., Wen-Yu; Ch., Hsin-Yi; L., Jyh Ch. (2013). "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education". Computers & Education. 62: 41–49.

Zielinska-Dabkowska K.M., Bobkowska K. (2022). Rethinking sustainable cities at night: paradigm shifts in Urban Design and City. Από: [https://www.researchgate.net/publication/360663818\\_Rethinking\\_Sustainable\\_Cities\\_at\\_Night\\_Paradigm\\_Shifts\\_in\\_Urban\\_Design\\_and\\_City\\_Lighting](https://www.researchgate.net/publication/360663818_Rethinking_Sustainable_Cities_at_Night_Paradigm_Shifts_in_Urban_Design_and_City_Lighting) ημερομηνία πρόσβασης 10/4/2023.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γενική Γραμματεία Νομικών και Κοινοβουλευτικών Θεμάτων (2015). Στόχοι βιώσιμης Ανάπτυξης, 2015. Από: [https://gslegal.gov.gr/?page\\_id=5506](https://gslegal.gov.gr/?page_id=5506), ημερομηνία πρόσβασης 20/8/2022.

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (2019). Από: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_el](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el), ημερομηνία πρόσβασης 22/10/2022.

Κυριακίδου Χ, (2016)., Φωτισμός δρόμων σύμφωνα με το πρότυπο EN 13201 - Road lighting according to EN 13201 standards", Ιδρυματικό Αποθετήριο Ωκεανός, 09-2016.

Τόγιας Στ. (2018). Forum Υπαίθριου Φωτισμού - Υπαίθριος Φωτισμός, Χρηματοδότηση και η Τεχνική της υποστήριξη", TÜV HELLAS (TÜV NORD). Από: <https://www.tuv-nord.com/gr/el/newsletter/mar-18/forum-ypaithrioy-fotismoy/> ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.

Έρευνα του ertnews.gr για την εξοικονόμηση ενέργειας (7/11/22). Τα μέτρα που έχουν λάβει δήμοι ανά την Ελλάδα. Από: <https://www.ertnews.gr/roi-idiseon/ereyna-gia-tin-exoikonomisi-energeias-ta-metra-poy-echoyn-lavei-dimoi-ana-tin-ellada> , ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.

MediaGovGR (2022), Μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας στο Δημόσιο,. Συνέντευξη Τύπου - Γ.Γ.Ε.Ε. (7/9/2022) ώρα 10:30. Από: <https://www.youtube.com/watch?v=CVoZBKAjVY> ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΛΣΤΑΤ Αποτελέσματα απογραφής 2021(2023). Από: [https://elstat-outsourcers.statistics.gr/Census2022\\_GR.pdf](https://elstat-outsourcers.statistics.gr/Census2022_GR.pdf) , ημερομηνία πρόσβασης 18/4/2023.

Δήμος Καλαμαριάς (2022). Ασημένιο βραβείο στον Δήμο Καλαμαριάς για τις Έξυπνες Εφαρμογές του. Από: <https://kalamaria.gr/ασημένιο-βραβείο-στον-δήμο-καλαμαριά>, ημερομηνία πρόσβασης 7/2/2023.

The Royal Academy of Engineering, (2012). Smart infrastructure: the future. The Royal Academy of Engineering, London. Από: [https://raeng.org.uk/media/whahnqdj/smart\\_infrastructure\\_report.pdf](https://raeng.org.uk/media/whahnqdj/smart_infrastructure_report.pdf) , ημερομηνία πρόσβασης 18/12/2022.