



# «Σχολή Εφαρμοσμένων τεχνών και βιώσιμου Σχεδιασμού»

« Σχεδιασμός Φωτισμού »

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός φωτισμού σε σύγχρονες τουριστικές  
κατοικίες με ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης.

Λυμπερίδου Αλεξάνδρα

Επιβλέπουσα καθηγήτρια Α: Σκαφίδα Ειρήνη

Επιβλέπουσα καθηγήτρια Β: Συμεωνίδου Ιωάννα

Καβάλα, Σεπτέμβριος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή/της φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο/η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο/Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός φωτισμού σε σύγχρονες τουριστικές  
κατοικίες με ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης.

Λυμπερίδου Αλεξάνδρα

Επιτροπή Επίβλεψης Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Σκαφίδα Ειρήνη

Μέλος Σ.Ε.Π., ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Συμεωνίδου Ιωάννα

Μέλος Σ.Ε.Π., ΕΑΠ

Καβάλα, Σεπτέμβριος 2026

«Σε εκείνους που ξέρουν ήδη πόσο σημαντικοί υπήρξαν.»

## Περίληψη

Καθώς ο κλάδος της φιλοξενίας συνεχίζει να εξελίσσεται με αλματώδεις ρυθμούς, οι απαιτήσεις των ταξιδιωτών για τα καταλύματα γίνονται όλο και πιο εξατομικευμένες, βιωματικές και βιώσιμες. Με αυτή τη ραγδαία εξέλιξη προκύπτει η ανάγκη για μια λύση αρχιτεκτονικού φωτισμού που διαμορφώνει την αντίληψή μας για τον χώρο, μας επηρεάζει σωματικά και συναισθηματικά, και παράλληλα ελέγχει τη χρήση ενέργειας. Το πρόβλημα είναι ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα παραδοσιακά στατικά συστήματα φωτισμού σε αυτά τα μεταβατικά περιβάλλοντα αδυνατούν να ικανοποιήσουν τις δυναμικές και ποικίλες ανάγκες των επισκεπτών.

Η παρούσα διατριβή έχει ως στόχο τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) για τη δημιουργία τεχνολογιών αρχιτεκτονικού φωτισμού που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των σύγχρονων ταξιδιωτών σε τουριστικές κατοικίες που βρίσκονται σε μεσογειακά κλίματα. Θα συνδέσει τις θεωρητικές αρχές του Ανθρωποκεντρικού Φωτισμού (HCL) και της Περιβαλλοντικής Ψυχολογίας με τις σύγχρονες τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης (AI), όπως η μηχανική μάθηση (ML), οι αισθητήρες IoT και οι αλγόριθμοι πρόβλεψης.

Η παρούσα διατριβή θα χρησιμοποιήσει μια διεπιστημονική μεθοδολογία που συνδυάζει την ακαδημαϊκή θεωρία με πρακτικές σχεδιαστικές προτάσεις. Θα αξιολογήσει επίσης δύο διακριτές τυπολογίες κατοικιών (και έναν κοινόχρηστο εξωτερικό χώρο πισίνας) που μπορούν να επιδειχθούν μέσω συγκεκριμένων σεναρίων φωτισμού, όπως Καλωσόρισμα/check-in, Δείπνο και Νύχτα/Ασφάλεια, δείχνοντας πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσαρμόσει αυτόματα το περιβάλλον στη συμπεριφορά των χρηστών σε πραγματικό χρόνο και στις περιβαλλοντικές αλλαγές.

Η μελέτη δείχνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μετατρέπει τον φωτισμό από μια απλή ενεργοβόρα παροχή σε ένα σύστημα πρόβλεψης, παροχής υπηρεσιών και παραγωγής (εξοικονόμησης) ενέργειας. Ως αποτέλεσμα της συνεχούς ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει υπερ-εξατομικευμένες εμπειρίες διαμονής για τους επισκέπτες, προάγει τους φυσικούς κirkάδιους ρυθμούς του σώματος μέσω της δυναμικής φασματικής ρύθμισης και ορίζει οπτικά τους ανοιχτούς χώρους χωρίς φυσικά εμπόδια.

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει επίσης την περιβαλλοντική βιωσιμότητα· ο προβλεπτικός προγραμματισμός πληρότητας, η ρύθμιση εργασιών (task tuning) και η αυτοματοποιημένη αξιοποίηση του φυσικού φωτός θα βελτιστοποιήσουν τη χρήση ενέργειας, ενώ η αυστηρή τήρηση των κατευθυντήριων γραμμών του Σκοτεινού Ουρανού (Dark Sky) για τους εξωτερικούς χώρους θα μειώσει τη φωτορύπανση και θα διατηρήσει την τοπική βιοποικιλότητα. Επομένως, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας αποδεικνύουν ότι ο αρχιτεκτονικός φωτισμός που καθοδηγείται από την τεχνητή νοημοσύνη είναι κάτι περισσότερο από μια απλή πολυτελής παροχή ή αξεσουάρ· αποτελεί τη βάση για τον σύγχρονο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, με γνώμονα την ανθρώπινη βιολογία, την αισθητική και την οικολογική ευθύνη. Ο αρχιτεκτονικός φωτισμός με ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης θα επαναπροσδιορίσει το μέλλον της βιώσιμης πολυτελούς φιλοξενίας.

#### Λέξεις – Κλειδιά

Αρχιτεκτονικός φωτισμός, τουριστικές κατοικίες, τεχνητή νοημοσύνη, AI, φυσικός φωτισμός, τεχνητός φωτισμός, smart lighting, έξυπνα συστήματα φωτισμού, εμπειρία χρήστη, οπτική άνεση, φωτισμός ανάδειξης, λειτουργικός φωτισμός.

## Abstract

As the hospitality industry continues evolving at breakneck speed, traveler demands for accommodation become increasingly personalized, immersive & sustainable. With this rapid evolution comes the need for an architectural lighting solution that shapes our perception of space, affects us physically and emotionally as well as controls energy usage. The problem is that, in most cases, the traditional static lighting systems in these transient environments are unable to accommodate the dynamic and diverse needs of guests.

This thesis aims to use Artificial Intelligence (AI) to create architectural lighting technologies that respond to modern traveler needs in tourist residences located in Mediterranean climates. It will connect the theoretical principles of Human-Centric Lighting (HCL) and Environmental Psychology with current Artificial Intelligence (AI) technologies like machine learning (ML), IoT sensors and predictive algorithms.

This thesis will use an interdisciplinary methodology that combines academic theory with practical design proposals. It will also evaluate two distinct residential typologies (and a shared outdoor pool area) that can be demonstrated through specific lighting scenarios including Welcome/check-in, Dining, Night/Safety, showing how AI can adapt the environment to real-time user behaviour and environmental changes automatically.

The study shows that AI changes lighting as an energy-consuming utility into an energy-producing, predicting and servicing system. As a result of AI continuously analysing real-time data, AI provides hyper-personalised stay experiences for guests, promotes the body's natural circadian rhythms through dynamic spectral tuning and visually defines open spaces without physical barriers.

Furthermore, AI also enhances the sustainability of the environment; predictive occupancy scheduling and task tuning and automated daylight harvesting will optimise energy usage while strict adherence to Dark Sky guidelines for exterior spaces will reduce light pollution and preserve regional biodiversity. Therefore, the results of this research demonstrate that AI-driven architectural lighting is more than just a luxury amenity or accessory; it represents the basis for modern architectural design based on human biology, aesthetics, and ecological

responsibility. AI-driven architectural lighting will redefine the future of sustainable luxury hospitality.

#### Keywords

Architectural lighting, tourist residences, artificial intelligence, AI, natural lighting, artificial lighting, smart lighting, intelligent lighting systems, user experience, visual comfort, accent lighting, functional lighting.

## Περιεχόμενα

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Περίληψη.....                                                        | 2  |
| Abstract .....                                                       | 4  |
| Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων .....                                   | 10 |
| Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....                                      | 14 |
| Εισαγωγή.....                                                        | 15 |
| 1. Θεωρητικό υπόβαθρο του αρχιτεκτονικού φωτισμού.....               | 18 |
| 1.1 Βασικές αρχές του αρχιτεκτονικού φωτισμού .....                  | 18 |
| 1.1.1 Λειτουργικότητα και αισθητική .....                            | 18 |
| 1.1.2 Ανθρώπινη αντίληψη, ψυχολογία και συμπεριφορά υπό το φως ..... | 19 |
| 1.1.3 Συμμόρφωση με πρότυπα και κανονισμούς.....                     | 21 |
| 1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του φωτός.....                           | 23 |
| 1.2.1 Χρωματική ποιότητα και παράμετροι οπτικής άνεσης .....         | 23 |
| 1.2.2 Ατμόσφαιρα και χωρική εμπειρία μέσω του φωτισμού.....          | 26 |
| 1.2.3 Φωτισμός και ανάγνωση του χώρου: Αρχιτεκτονική αφήγηση.....    | 28 |
| 2. Τουριστικά καταλύματα.....                                        | 30 |
| 2.1 Τυπολογία και χαρακτηριστικά των τουριστικών καταλυμάτων.....    | 30 |
| 2.2. Ανάλυση δεδομένων για την τοποθεσία και το κλίμα .....          | 32 |
| 2.3 Προσανατολισμός, φυσικός φωτισμός και σκίαση .....               | 33 |
| 2.3.1 Σχέση μεταξύ προσανατολισμού και εισόδου φυσικού φωτός.....    | 33 |
| 2.3.2 Στρατηγικές σκίασης και έλεγχος του φωτός .....                | 35 |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.3 Φυσικός φωτισμός και ενεργειακή απόδοση .....                      | 37 |
| 2.4 Λειτουργικές ανάγκες και χρήσεις των χώρων .....                     | 39 |
| 2.4.1 Ιδιωτικοί χώροι.....                                               | 39 |
| 2.4.2 Ημερήσιοι και κοινόχρηστοι χώροι .....                             | 41 |
| 2.4.3 Εξωτερικοί και μεταβατικοί χώροι .....                             | 43 |
| 2.5 Ο ρόλος του φωτισμού στην εμπειρία της φιλοξενίας.....               | 45 |
| 2.5.1 Αντίληψη της ποιότητας και της άνεσης.....                         | 45 |
| 2.5.2 Φωτισμός και αίσθηση της ταυτότητας του χώρου .....                | 48 |
| 2.5.3 Εμπειρία χρήστη και εξατομικευμένη φιλοξενία.....                  | 49 |
| 3. Τεχνητή νοημοσύνη και έξυπνα συστήματα φωτισμού.....                  | 50 |
| 3.1 Έννοιες και βασικές αρχές της τεχνητής νοημοσύνης.....               | 52 |
| 3.1.1 Ορισμοί και βασικές κατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης.....        | 52 |
| 3.1.2 Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ..... | 54 |
| 3.2 Έξυπνος φωτισμός και συστήματα αυτοματισμού .....                    | 55 |
| 3.2.1 Αισθητήρες και συστήματα ελέγχου.....                              | 55 |
| 3.2.2 Αυτοματισμός φωτισμού και σενάρια χρήσης.....                      | 57 |
| 3.3 Προσαρμοστικός φωτισμός και μηχανική μάθηση.....                     | 59 |
| 3.3.1 Ανάλυση δεδομένων χρήστη και περιβάλλοντος.....                    | 59 |
| 3.3.2 Δυναμική προσαρμογή του φωτισμού .....                             | 61 |
| 3.3.3 Εξατομίκευση της εμπειρίας μέσω της τεχνητής νοημοσύνης .....      | 62 |
| 3.4 Διαχείριση ενέργειας μέσω της TN.....                                | 64 |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.1 Βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.....                                                    | 64  |
| 3.4.2 Συνδυασμός φυσικού και τεχνητού φωτισμού.....                                                    | 66  |
| 3.4.3 Βιωσιμότητα και περιβαλλοντικά οφέλη .....                                                       | 67  |
| 3.5 Δυνατότητες και περιορισμοί εφαρμογής σε τουριστικές κατοικίες .....                               | 68  |
| 4. Ανάλυση περιπτώσιολογικών μελετών .....                                                             | 71  |
| 4.1 Κριτήρια επιλογής και μεθοδολογία ανάλυσης .....                                                   | 73  |
| 4.1.1 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 1: Τυπολογία κτιρίου 1 .....                            | 73  |
| 4.1.2 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 2: Τυπολογία κτιρίου 2 .....                            | 76  |
| 4.1.3 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 3: Κοινόχρηστος εξωτερικός χώρος και χώρος πισίνας..... | 80  |
| 4.1.4 Συγκριτική αξιολόγηση και συμπεράσματα .....                                                     | 81  |
| 5. Μελέτη περίπτωσης - Πρόταση φωτισμού για τουριστικά καταλύματα .....                                | 83  |
| 5.1 Παρουσίαση του τουριστικού καταλύματος.....                                                        | 84  |
| 5.1.1 Τοποθεσία, περιβάλλον & εξωτερικός χώρος.....                                                    | 84  |
| 5.1.2 Αρχιτεκτονική δομή και λειτουργική οργάνωση των κατοικιών.....                                   | 89  |
| 5.1.3 Επιλογή χώρων για τη μελέτη φωτισμού .....                                                       | 90  |
| 5.2 Σχεδιαστική προσέγγιση .....                                                                       | 92  |
| 5.2.1 Ανάπτυξη σεναρίων φωτισμού .....                                                                 | 93  |
| 5.2.2 Ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στον έλεγχο του φωτισμού.....                                 | 98  |
| 5.2.3 Προσομοιώσεις φωτισμού και αξιολόγηση .....                                                      | 101 |
| 5.2.4 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Χαλάρωσης.....                                            | 105 |
| 5.2.5 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Νύχτας .....                                              | 110 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.6 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Εργασίας.....                    | 112 |
| 5.2.7 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Check in.....                    | 116 |
| 5.2.8 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Εξωτερικού χώρου – Βεράντας..... | 117 |
| Συμπεράσματα .....                                                            | 122 |
| Αναφορές .....                                                                | 126 |

## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

|           |                                                                                                     |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 1  | Γράφημα του κιρκάδιου ρυθμού (SleepSpace, χ.χ.).....                                                | 20 |
| Εικόνα 2  | Σύγκριση Απευθείας λάμπης και διάχυσης φωτός (Lares Luce Co., LTD., 2023)<br>.....                  | 24 |
| Εικόνα 3  | Richard Kelly's Three Principles (Jiso Iluminación, χ.χ.) .....                                     | 25 |
| Εικόνα 4  | Ηλιακή Γεωμετρία και Παθητική Σκίαση (Tycorun, 2022).....                                           | 34 |
| Εικόνα 5  | Σχέδιο φωτισμού οικίας. (RoomSketcher, 2026) .....                                                  | 46 |
| Εικόνα 6  | Παράδειγμα συστήματος έξυπνου φωτισμού με χρήση TN. (Putrada et al., 2022)<br>.....                 | 52 |
| Εικόνα 7  | Παράδειγμα συστήματος έξυπνου φωτισμού με χρήση TN. (Putrada et al., 2022)<br>.....                 | 60 |
| Εικόνα 8  | Παράδειγμα βελτιστοποίησης κατανάλωσης ενέργειας με χρήση συστήματος TN<br>(Tan et al., 2022) ..... | 65 |
| Εικόνα 9  | Φωτορεαλιστική απεικόνιση B/A & B/Δ όψεων.....                                                      | 72 |
| Εικόνα 10 | Φωτορεαλιστική απεικόνιση N/A & N/Δ όψεων .....                                                     | 72 |
| Εικόνα 11 | Σύνολο όψεων των δύο κτιρίων.....                                                                   | 73 |
| Εικόνα 12 | Κάτοψη ισογείου Κτιρίου 2 , Κάτοψη ορόφου Κτιρίου 1.....                                            | 74 |
| Εικόνα 13 | Κάτοψη ορόφου Κτιρίου 2, Κάτοψη σοφίτας Κτιρίου 1.....                                              | 75 |
| Εικόνα 14 | Κάτοψη σοφίτας Κτιρίου 2, Κάτοψη στέγης Κτιρίου 1 .....                                             | 76 |
| Εικόνα 15 | Βορειοανατολική Όψη .....                                                                           | 77 |
| Εικόνα 16 | Βορειοδυτική Όψη.....                                                                               | 78 |
| Εικόνα 17 | Νοτιοανατολική Όψη.....                                                                             | 79 |

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 18 Νοτιοδυτική Όψη.....                                                                                                                      | 79 |
| Εικόνα 19 Φωτορεαλιστική απεικόνιση ΒΑ & ΒΔ όψης κατά τη μετάβαση απογεύματος -<br>νύχτας.....                                                      | 85 |
| Εικόνα 20 Φωτορεαλιστική απεικόνιση Ν/Α & Ν/Δ όψης κατά τη μετάβαση απογεύματος<br>- νύχτας.....                                                    | 85 |
| Εικόνα 21 Φωτισμός εξωτερικού χώρου Β/Α όψης .....                                                                                                  | 86 |
| Εικόνα 22 Φωτισμός εξωτερικού χώρου Β/Δ όψης .....                                                                                                  | 86 |
| Εικόνα 23 Φωτισμός εξωτερικού χώρου Ν/Α όψης .....                                                                                                  | 87 |
| Εικόνα 24 Φωτισμός εξωτερικού χώρου Ν/Δ όψης .....                                                                                                  | 88 |
| Εικόνα 25 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο φωτισμού στον χώρο του εσωτερικού<br>κλιμακοστασίου. α) Σενάριο Χαλάρωσης και β) Σενάριο Νύχτας ..... | 92 |
| Εικόνα 26 Σενάριο φωτισμού ισογείου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός /<br>2. Σενάριο Χαλάρωσης .....                                  | 93 |
| Εικόνα 27 Σενάριο φωτισμού ισογείου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο Νύχτας / 4.<br>Σενάριο Εργασίας.....                                        | 94 |
| Εικόνα 28 Σενάριο φωτισμού ορόφου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός /<br>2. Σενάριο Χαλάρωσης .....                                    | 95 |
| Εικόνα 29 Σενάριο φωτισμού ορόφου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο Νύχτας / 4.<br>Σενάριο Εργασίας.....                                          | 96 |
| Εικόνα 30 Σενάριο φωτισμού σοφίτας διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός /<br>2. Σενάριο Χαλάρωσης .....                                   | 96 |
| Εικόνα 31 Εικόνα 28 Σενάριο φωτισμού σοφίτας διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο<br>Νύχτας / 4. Σενάριο Εργασίας.....                               | 97 |
| Εικόνα 32 Φωτορεαλιστική απεικόνιση. Σενάριο χαλάρωσης, μείωση της έντασης του<br>φωτισμού.....                                                     | 98 |

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Εικόνα 33 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο χαλάρωσης σαλονιού κατά τις απογευματινές ώρες .....                        | 105 |
| Εικόνα 34 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης σαλονιού κατά τις βραδινές ώρες.....                              | 106 |
| Εικόνα 35 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου κατά τις απογευματινές ώρες .....                    | 106 |
| Εικόνα 36 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου νωρίς το βράδυ.....                                  | 107 |
| Εικόνα 37 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου κατά τις βραδινές ώρες.....                          | 107 |
| Εικόνα 38 Σενάριο χαλάρωσης πριν τον ύπνο. Επιστροφή στο κατάλυμα, τακτοποίηση ενδυμασίας και προετοιμασία για ύπνο ..... | 108 |
| Εικόνα 39 Σενάριο Χαλάρωσης - ο ένοικος ξαπλωμένος στο κρεβάτι .....                                                      | 109 |
| Εικόνα 40 Σενάριο Χαλάρωσης - ο ένοικος αποκοιμήθηκε .....                                                                | 109 |
| Εικόνα 41 Σενάριο Νύχτας σαλονιού .....                                                                                   | 110 |
| Εικόνα 42 Σενάριο Νύχτας υπνοδωματίου – φως ασφαλείας παράλληλα με κρυφό φωτισμό ψευδοροφής.....                          | 110 |
| Εικόνα 43 Σενάριο Νύχτας υπνοδωματίου – φως ασφαλείας.....                                                                | 111 |
| Εικόνα 44 Σενάριο Νύχτας λουτρού.....                                                                                     | 111 |
| Εικόνα 45 Σενάριο Εργασίας σαλονιού .....                                                                                 | 112 |
| Εικόνα 46 Εικόνα 40 Σενάριο Εργασίας υπνοδωματίου - απλές τοίχους σε συνδυασμό με κρυφό φωτισμό ψευδοροφής.....           | 112 |
| Εικόνα 47 Σενάριο Εργασίας υπνοδωματίου – μόνο απλές τοίχους για διάβασμα.....                                            | 113 |
| Εικόνα 48 Σενάριο εργασίας σε γραφείο και κρεβάτι .....                                                                   | 113 |

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Εικόνα 49 Σενάριο εργασίας στο κρεβάτι, χωρίς να ενοχλεί τον σύντροφο που έχει αποκοιμηθεί.....                                       | 114 |
| Εικόνα 50 Σενάριο Εργασίας κουζίνας.....                                                                                              | 114 |
| Εικόνα 51 Σενάριο Εργασίας νιπτήρα .....                                                                                              | 115 |
| Εικόνα 52 Σενάριο Εργασίας νιπτήρα - ομοιόμορφος φωτισμός Εργασίας.....                                                               | 116 |
| Εικόνα 53 Σενάριο Check in σαλονιού.....                                                                                              | 116 |
| Εικόνα 54 Σενάριο Check in υπνοδωματίου.....                                                                                          | 117 |
| Εικόνα 55 Σενάριο βεράντας κατά τη διάρκεια ηλιόλουστης ημέρας.....                                                                   | 117 |
| Εικόνα 56 Σενάριο βεράντας το σούρουπο.....                                                                                           | 118 |
| Εικόνα 57 Σενάριο βεράντας νωρίς το βράδυ.....                                                                                        | 118 |
| Εικόνα 58 Σενάριο βεράντας αργά το βράδυ - κατά τη διαμονή ατόμων στον εξωτερικό χώρο .....                                           | 119 |
| Εικόνα 59 Συνολικός φωτισμός (downlights) της B/A και B/Δ όψης κατά τις βραδινές ώρες που ενεργοποιούνται με αισθητήρες κίνησης ..... | 121 |
| Εικόνα 60 Συνολικός φωτισμός (downlights) της N/A και N/Δ όψης κατά τις βραδινές ώρες που ενεργοποιούνται με αισθητήρες κίνησης ..... | 121 |

## Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| ΔΕ  | Διπλωματική Εργασία           |
| ΕΑΠ | Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο |
| ΘΕ  | Θεματική Ενότητα              |
| ΠΕ  | Πτυχιακή Εργασία              |
| ΠΣ  | Πρόγραμμα Σπουδών             |
| ΣΥΝ | Συντονιστής/Συντονίστρια      |

## Εισαγωγή

Η ανάγκη του ανθρώπου να διαμορφώσει και να φωτίσει τον χώρο γύρω του αποτελεί διαχρονικό στοιχείο της εξέλιξής του. Από τις πρώτες μορφές κατοίκησης και τη χρήση της φωτιάς για λόγους προστασίας και επιβίωσης, μέχρι τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα φωτισμού, το φως συνδέεται άμεσα με την ανθρώπινη εμπειρία, την αντίληψη και την ποιότητα ζωής. Παράλληλα με την εξέλιξη του πολιτισμού, η αρχιτεκτονική και ο φωτισμός εξελίχθηκαν σε δύο αλληλένδετα πεδία που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος βιώνει τον χώρο.

Η αρχιτεκτονική δε γίνεται αντιληπτή μόνο μέσω της μορφής και της υλικότητας, αλλά κυρίως μέσω του φωτός, με το οποίο διακρίνονται οι ποιότητες, οι υφές και η ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος. Παρόλα αυτά, το φως δεν λειτουργεί μόνο ως μέσο ορατότητας, αλλά και ως παράγοντας που επηρεάζει τη συναισθηματική εμπειρία, την αντίληψη του χώρου και τη φυσιολογική κατάσταση του ανθρώπου. (García-Martín et al., 2025). Έτσι, από την άποψη του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, ο αρχιτεκτονικός φωτισμός χρησιμεύει ως η αόρατη σύνδεση μεταξύ του δομημένου περιβάλλοντος και του ατόμου που το χρησιμοποιεί. Οι τεχνολογικές εξελίξεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα συνέβαλαν στον επαναπροσδιορισμό της στατικής φύσης του φωτισμού, εισάγοντας νέες δυνατότητες προσαρμοστικότητας, αλληλεπίδρασης και εξατομίκευσης στον σχεδιασμό του. Η παρούσα διπλωματική εργασία θα διερευνήσει τις παραμέτρους του αρχιτεκτονικού φωτισμού, τις τρέχουσες τάσεις στην ανάπτυξη σύγχρονων τουριστικών καταλυμάτων και τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης (TN).

Ο κλάδος της φιλοξενίας έχει αλλάξει δραματικά τα τελευταία χρόνια, και αντί να μένουν σε ένα τυπικό δωμάτιο ξενοδοχείου, πολλοί ταξιδιώτες έχουν αρχίσει να αναζητούν μια πιο εξατομικευμένη εμπειρία (Wei et al., 2023). Ως εκ τούτου, πολλοί επισκέπτες αναζητούν διακοπές που να προσομοιάζουν με την κατοικία τους, ενώ επιπλέον, θέλουν να έχουν μια ελκυστική, πολυτελή εμπειρία στην οποία να μπορούν να χαλαρώσουν και να ξεκουραστούν. Έτσι, η ατμόσφαιρα ενός καταλύματος διακοπών αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο για έναν ταξιδιώτη όταν επιλέγει ένα ακίνητο προς ενοικίαση. Αν και η αρχιτεκτονική και η εσωτερική διακόσμηση παρέχουν ένα φυσικό πλαίσιο για τις εμπειρίες των επισκεπτών, η διάθεση παρέχεται από τον φωτισμό. Ωστόσο, οι συνήθεις τύποι ελέγχου του φωτισμού (δηλ. οι βασικοί διακόπτες on/off και οι ροοστάτες) μπορεί να είναι

ανεπαρκείς για την ικανοποίηση των ποικίλων και συχνά αντικρουόμενων αναγκών των βραχυχρόνιων ενοίκων, οι οποίοι μπορεί να πρέπει να χρησιμοποιούν τα καταλύματά τους για χαλάρωση, απομακρυσμένη εργασία ή κοινωνικοποίηση, τα οποία μπορεί να συμβαίνουν την ίδια ημέρα (Konis, 2017).

Σε αυτό το πλαίσιο, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης είναι πρωταρχικής σημασίας για την καινοτομία: Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) και η μηχανική μάθηση επαναπροσδιορίζουν τα όρια των δυνατοτήτων των συστημάτων κτιρίων. Η προσθήκη αισθητήρων, ανάλυσης δεδομένων και αυτοματοποιημένων αλγορίθμων ελέγχου στο σύστημα φωτισμού επιτρέπει τη μετάβαση από την παθητική χρησιμότητα στην ενεργή προσαρμοστική αλληλεπίδραση με την αρχιτεκτονική εμπειρία. Η χρήση της τεχνολογίας TN στον αρχιτεκτονικό φωτισμό είναι κάτι περισσότερο από την απλή παροχή φωτισμού. Πρόκειται για ένα σύστημα φωτισμού με βάση την TN που εξετάζει επίσης τον τρόπο με τον οποίο το φυσικό φως επηρεάζει το περιβάλλοντα φωτισμό, αναλύοντας τόσο το περιβάλλον όσο και τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης χρησιμοποιεί το φως με ευέλικτο τρόπο για να βελτιστοποιήσει την οπτική άνεση και την ενεργειακή απόδοση.

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει πώς τόσο η εμπειρία του χρήστη όσο και η περιβαλλοντική βιωσιμότητα μπορούν να ενισχυθούν μέσω της χρήσης της TN στο σχεδιασμό του σύγχρονου τουρισμού που σχετίζεται με τον αρχιτεκτονικό φωτισμό και προτείνει ότι το μέλλον του σχεδιασμού της φιλοξενίας θα επικεντρωθεί στη δημιουργία ευφυνούς ενσυναίσθησης, η οποία αναφέρεται σε περιβάλλοντα που προβλέπουν και ανταποκρίνονται στις ανάγκες του επισκέπτη (Marikyan et al., 2013).

Για να γίνει αυτό, η δομή της διατριβής οδηγεί τον αναγνώστη από τα θεωρητικά θεμέλια στις πρακτικές εφαρμογές.

- Το Κεφάλαιο 1 καλύπτει το θεωρητικό υπόβαθρο και περιγράφει τις βασικές αρχές του τρόπου λειτουργίας του αρχιτεκτονικού φωτισμού με βάση τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος ερμηνεύει το φως, ως αποτέλεσμα των ποιοτικών χαρακτηριστικών του.
- Στο Κεφάλαιο 2, η έρευνα τοποθετείται σε σχέση με τον τομέα των τουριστικών καταλυμάτων. Στο κεφάλαιο αναλύονται οι χρησιμοποιούμενες χωρικές τυπολογίες, η τοποθεσία και το κλίμα (για τον φωτισμό ημέρας και τον προσανατολισμό), καθώς και οι διαφορές μεταξύ ιδιωτικών και κοινόχρηστων

χώρων, επισημαίνοντας την άμεση σχέση μεταξύ του φωτισμού και της εμπειρίας φιλοξενίας.

- Το κεφάλαιο 3 παρέχει τον τεχνολογικό πυρήνα για την τεχνητή νοημοσύνη και τον έξυπνο φωτισμό. Το κεφάλαιο αυτό ορίζει την τεχνητή νοημοσύνη, εξετάζει την τεχνολογία των έξυπνων αισθητήρων και εξετάζει πώς η μηχανική μάθηση μπορεί να παρέχει μια προσαρμοστική λειτουργία φωτισμού και διαχείρισης ενέργειας. Παράλληλα, περιγράφει λεπτομερώς τους ρεαλιστικούς περιορισμούς, όπως το κόστος και η τεχνική πολυπλοκότητα.
- Το κεφάλαιο 4 παρέχει μια αρχική εικόνα της μελέτης περίπτωσης (case study), εξετάζοντας κριτικά τα παραδείγματα έξυπνου φωτισμού στην αρχιτεκτονική, μέσα από εφαρμογές που λειτούργησαν άρτια αλλά και παραδείγματα που είχαν αστοχίες.
- Το κεφάλαιο 5 χρησιμοποιεί το παράδειγμα του τουριστικού καταλύματος ως πιλοτικό μοντέλο, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα και τα ερευνητικά ευρήματα των προηγούμενων κεφαλαίων για την εκπόνηση μιας λεπτομερούς μελέτης φωτισμού. Εκτός από την παροχή διαφόρων σεναρίων φωτισμού και τις δυνατότητες χρήσης των συστημάτων ελέγχου φωτισμού TN, η μελέτη αυτή αξιολογεί την προσομοιωμένη απόδοση αυτών των συστημάτων φωτισμού που ελέγχονται από TN.

Στόχος αυτής της εργασίας είναι να καταδείξει ότι η αξιοποίηση της TN στον φωτισμό φαίνεται να διαδραματίζει ολοένα σημαντικότερο ρόλο στον σύγχρονο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη φιλικών προς τον άνθρωπο και περιβαλλοντικά βιώσιμων τουριστικών καταλυμάτων που αλληλοεπιδρούν έξυπνα με το περιβάλλον και τους ενοίκους τους.

# 1. Θεωρητικό υπόβαθρο του αρχιτεκτονικού φωτισμού

## 1.1 Βασικές αρχές του αρχιτεκτονικού φωτισμού

### 1.1.1 Λειτουργικότητα και αισθητική

Τα χαρακτηριστικά που αποτελούν τη βάση για τον σχεδιασμό φωτισμού στα κτίρια είναι: η λειτουργία του φωτισμού και η μορφή του φωτισμού. Η λειτουργική πτυχή του φωτισμού ενσωματώνει τόσο την ποσότητα του φωτός όσο και την ποιότητα που πρέπει να υπάρχει. Η αισθητική πτυχή ενσωματώνει τον τρόπο με τον οποίο ο φωτισμός σχετίζεται με τα συναισθήματα του χρήστη, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνεται στις ανησυχίες του χρήστη για την αισθητική. Είναι πολύ σημαντικό για όλες τις σύγχρονες εγκαταστάσεις τουριστικών καταλυμάτων να βρεθεί μια αποτελεσματική ισορροπία μεταξύ αυτών των δύο χαρακτηριστικών (Kim et al., 2025). Ο χώρος πρέπει να προσφέρει την ευκαιρία στους επισκέπτες που δεν έχουν ξαναπάει εκεί να απολαύσουν τη διαμονή τους με απόλυτη ασφάλεια, δημιουργώντας παράλληλα μια αξέχαστη ατμόσφαιρα.

Ο φωτισμός είναι ένα λειτουργικό εργαλείο για την πλοήγηση και τη δραστηριότητα, και ονομάζεται επίσης ρεαλιστικό φως, καθώς παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού (lux) που απαιτείται για την εκτέλεση ορισμένων δραστηριοτήτων όπως η ανάγνωση, το μαγείρεμα ή η περιποίηση και επιτρέπει στον άνθρωπο να διαβάσει και να χρησιμοποιεί το αρχιτεκτονικό του περιβάλλον με ασφάλεια και άνεση (Doulos et al., 2020). Στην εξοχική κατοικία ενός ταξιδιώτη, όπου ο ένοικος δεν έχει καμία εμπειρία με τον χώρο, ο λειτουργικός φωτισμός συμβάλλει ουσιαστικά στον ασφαλή προσανατολισμό και την εύκολη κατανόηση του χώρου από τους επισκέπτες, ώστε να μην πέφτουν, να μην σκοντάφτουν σε σκαλοπάτια/αλλαγές στο επίπεδο του δαπέδου και να βρίσκουν γρήγορα όλες τις θέσεις διεπαφής (διακόπτες / χειριστήρια). Εάν ο λειτουργικός φωτισμός είναι ανεπαρκής, η αρχιτεκτονική αποτυγχάνει και ο χώρος καθίσταται αδύνατος ή μη ασφαλής για χρήση.

Ο λειτουργικός φωτισμός από μόνος του δεν προσδίδει βάθος και προσωπικότητα σε έναν χώρο και μπορεί να δημιουργήσει ένα αποστειρωμένο/κλινικό περιβάλλον. Ως εκ τούτου, είναι εξαιρετικά σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη και οι αισθητικές πτυχές του φωτισμού, που υπερβαίνουν την απλή ορατότητα, καθώς χρησιμοποιείται επίσης ως μέθοδος ερμηνείας του χώρου.

Το αισθητικό φως χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μια αρχιτεκτονική μορφή, να τονίσει την υφή, τους δομικούς ρυθμούς και να δημιουργήσει μια οπτική ιεραρχία. Επιπλέον, μέσω του χειρισμού του φωτός και της σκιάς, ο σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τις αντιληπτές αναλογίες μέσα σε ένα δωμάτιο. Χρησιμοποιώντας την αντίθεση μπορεί δημιουργήσει μια οικεία αίσθηση σε μια μικρή περιοχή έναντι μιας μεγάλης αίσθησης μέσα σε μια μεγάλη αίθουσα.

Ο Richard Kelly, καινοτόμος στον αρχιτεκτονικό φωτισμό, ήταν ο πρώτος που ταξινόμησε τους σκοπούς του αρχιτεκτονικού φωτισμού σε τρεις μοναδικές στοιχειώδεις κατηγορίες: (φωτισμός που γενικά φωτίζει την περιοχή για ορατότητα), εστιακό φως (φωτισμός εργασίας ή έμφασης που κατευθύνει την προσοχή ή την εστίαση), και παιχνίδι λαμπρότητας (αισθητικός φωτισμός ως πηγή οπτικού ενδιαφέροντος) (Kelly, 1952). Μια επιτυχημένη στρατηγική φωτισμού περιέχει στοιχεία και των τριών λειτουργιών. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι μέσα στο σαλόνι μιας πολυτελούς κατοικίας, με τον καθοδικό φωτισμό να χρησιμοποιείται ως γενικός φωτισμός, ώστε να επιτρέπεται η ασφαλής μετακίνηση, ενώ τα χωνευτά φωτιστικά LED μπορούν να αναδείξουν την υφή της πέτρας και να βοηθήσουν στη δημιουργία δράματος και ζεστασιάς, επιτρέποντας στο φως όχι μόνο να υποστηρίζει το σχεδιασμό του κτιρίου, αλλά και να τον ενισχύει, δημιουργώντας μια καθηλωτική αισθητηριακή εμπειρία από τη δομή.

### **1.1.2 Ανθρώπινη αντίληψη, ψυχολογία και συμπεριφορά υπό το φως**

Η σχέση μεταξύ του φωτός και των ανθρώπων υπερβαίνει τη χρήση της όρασης για την απλή οπτική αντίληψη. Παρόλο που το μάτι του ανθρώπου χρησιμοποιείται κυρίως για να δώσει τις οπτικές πληροφορίες στον εγκέφαλο, ώστε να βλέπει σχήματα, χρώματα και κινούμενα πράγματα, η επίδραση του φωτός προκαλεί επίσης διάφορες ψυχολογικές και σωματικές αντιδράσεις εκτός από την απλή όραση. Αυτές επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι ενεργούν, αισθάνονται και τις λειτουργίες του σώματός τους. Η γνώση αυτών των αντιδράσεων είναι σημαντική για όσους έχουν επιχειρήσεις που απευθύνονται στο κοινό, προκειμένου να αναπτύξουν περιβάλλοντα για την πρόκληση συγκεκριμένων ψυχικών καταστάσεων, όπως η χαλάρωση, η άνεση ή η εγρήγορση.

Η έννοια των εγγενώς φωτοευαίσθητων γαγγλιακών κυττάρων του αμφιβληστροειδούς (intrinsically photosensitive retinal ganglion cells - IpRGs) μπορεί να διευκολύνει τον συγχρονισμό του κιρκάδιου ρυθμού. Τα IpRGs ρυθμίζουν το κιρκάδιο βιολογικό ρολόι

χρησιμοποιώντας ορμονικές εκκρίσεις όπως η μελατονίνη και η κορτιζόλη για τον έλεγχο των κύκλων ύπνου/αφύπνισης, προσφέροντας την ευκαιρία για βιολογική παρέμβαση του φωτισμού σε τουριστικά καταλύματα όπου οι επισκέπτες μπορεί να αντιμετωπίζουν τζετ λαγκ ή κόπωση. Είναι δυνατόν ο υψηλής έντασης, ψυχρότερος φωτισμός τη νύχτα (σε σύγκριση με τους θερμότερους τόνους, χαμηλότερης έντασης φωτισμούς) να περιορίσει την παραγωγή μελατονίνης και να κρατήσει τα άτομα σε μεγαλύτερη εγρήγορση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα, η χρήση θερμότερου φωτός κατά τη διάρκεια του απογεύματος για να βοηθήσει τους επισκέπτες να χαλαρώσουν και να προετοιμαστούν για τον αναζωογονητικό ύπνο είναι ευεργετική.



Εικόνα 1 Γράφημα του κηκκάδιου ρυθμού (SleepSpace, χ.χ.)

Το φως επηρεάζει τα ψυχολογικά συναισθήματα και μπορεί να τροποποιήσει τις συναισθηματικές καταστάσεις, με την Περιβαλλοντική Ψυχολογία να έχει διαπιστώσει ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της ποσότητας φωτισμού και της συναισθηματικής κατάστασης ενός ατόμου (Oliveira et al., 2024). Οι δημόσιοι και οι ενεργοί ή θεσμικοί χώροι έχουν συχνά φωτεινό, ομοιόμορφο φωτισμό, δίνοντας στους ανθρώπους μια αίσθηση τυπικότητας και αποτελεσματικότητας (ουδετερότητας). Η χρήση χαμηλών επιπέδων φωτισμού/ομοιόμορφα φωτισμένων χώρων παρέχει ένα οικείο και ασφαλές περιβάλλον για

τα άτομα, που συνήθως αναφέρεται ως άνετο ή ιδιωτικό. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η αλλαγή των επιπέδων φωτισμού επηρεάζει την ψυχολογική κατάσταση και τα συναισθήματα ενός ατόμου, από τον ενεργητικό χώρο μιας έντονα φωτισμένης αίθουσας πρωινού έως το ήρεμο/οικείο σαλόνι με χαμηλό φωτισμό, είναι υψίστης σημασίας κατά το σχεδιασμό των καταλυμάτων διακοπών. Η διαφορά σε αυτούς τους τύπους φωτισμού δεν είναι απλώς θέμα της εμφάνισης των δύο χώρων, καθώς παρέχει στον εγκέφαλο ένα ψυχολογικό σήμα για να μεταβεί από την κατάσταση δραστηριότητας στην κατάσταση ανάπαυσης (Kim & Lee, 2024).

Επιπλέον, το φως παίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι πλοηγούνται στο δομημένο περιβάλλον τους λόγω της έμφυτης τάσης του ανθρώπου να προσανατολίζεται και να κινείται προς την πηγή φωτός (ένα φαινόμενο που ονομάζεται φωτοτροπισμός/ η έμφυτη τάση προσανατολισμού προς το φως). Παρόμοια με τους σκώρους που έλκονται από τις φλόγες, οι άνθρωποι ενστικτωδώς έλκονται προς το φωτεινότερο σημείο στη γραμμή όρασής τους, και αξιοποιείται από τους σχεδιαστές φωτισμού προκειμένου να βοηθήσουν στην καθοδήγηση των ατόμων σε έναν χώρο χωρίς τη χρήση οπτικής σήμανσης. Μέσω της χρήσης στρατηγικά τοποθετημένων φωτεινών στοιχείων καθώς και φωτισμού που εφιστά την προσοχή στα αρχιτεκτονικά στοιχεία, οι σχεδιαστές φωτισμού κατευθύνουν υποσυνείδητα τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα κινούνται στην κατοικία. Κατά κάποιον τρόπο, το φως λειτουργεί ως ένας σιωπηλός διαχειριστής της ανθρώπινης συμπεριφοράς, κατευθύνοντας τον τρόπο με τον οποίο, ο χώρος πρέπει να καταλαμβάνεται και να χρησιμοποιείται.

### **1.1.3 Συμμόρφωση με πρότυπα και κανονισμούς**

Οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν τον αρχιτεκτονικό φωτισμό ως οπτικό σχεδιασμό. Σκέφτονται επίσης πώς αισθάνονται τον φωτισμό καθώς μπαίνουν σε/μέσα από έναν χώρο. Ωστόσο, όλα τα σχέδια φωτισμού πρέπει να συμμορφώνονται με ένα σύνολο κανονισμών και προτύπων που έχουν δημιουργηθεί για να διασφαλίζουν την ασφάλεια, την οπτική ποιότητα των ίδιων των φωτιστικών σωμάτων και την προστασία του περιβάλλοντος σε όλες τις μορφές οικιστικών και εμπορικών κατασκευών. Εν προκειμένω, στην περίπτωση των καταλυμάτων (ξενοδοχεία, μοτέλ κ.λπ.) που απευθύνονται σε τουρίστες, η συμμόρφωση με όλα τα τεχνικά και νομικά πρότυπα δεν είναι προαιρετική - απαιτείται από το νόμο. Η συμμόρφωση με τον οικοδομικό κώδικα της δικαιοδοσίας αποτελεί προϋπόθεση για να είναι τα καταλύματα προσβάσιμα στο κοινό και να συμμορφώνονται με τους

σημερινούς κανονισμούς ενεργειακής απόδοσης που συνάδουν με τις σύγχρονες μεθόδους κατασκευής.

Η οπτική άνεση και η οπτική απόδοση είναι οι δύο μεγαλύτερες κατηγορίες κανονισμών όσον αφορά τον φωτισμό. Για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων του φωτισμού ξενοδοχείων, το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464-1 E3:2021 Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας παρέχει τα κατάλληλα σημεία αναφοράς για τα lux, την ομοιομορφία και για τον δείκτη UGR (Unified Glare Rating) για να προσδιοριστεί εάν η κατάσταση φωτισμού είναι αποδεκτή (Whang et al., 2019). Οι χώροι των ξενοδοχείων προορίζονται κυρίως για αναψυχή - ωστόσο, οι χώροι όπου πρέπει να εκτελούνται συγκεκριμένες εργασίες (π.χ. κουζίνες) απαιτούν επαρκή φωτισμό εργασίας που να είναι άνετος για τα μάτια και χρηστικός (π.χ. οι πάγκοι της κουζίνας απαιτούν τουλάχιστον 300 έως 500 lux), με την συμμόρφωση να διασφαλίζει ότι όλες οι περιβαλλοντικές επιδόσεις που δημιουργεί ο σχεδιαστής ανταποκρίνονται στις φυσιολογικές απαιτήσεις του ματιού.

Ο δεύτερος τομέας των κανονισμών που γίνεται όλο και πιο υποχρεωτικός είναι η ενεργειακή απόδοση και η βιωσιμότητα. Από την άποψη αυτή, η τάση για κτίρια μηδενικών εκπομπών (Zero Emission Buildings) και σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (Nearly Zero Energy Buildings) αποτελεί την κυρίαρχη κατεύθυνση σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Σε αυτό το πλαίσιο, ο σχεδιασμός του φωτισμού πρέπει να συμμορφώνεται με ορισμένες απαιτήσεις όσον αφορά την πυκνότητα ισχύος φωτισμού (LPD), η οποία είναι ουσιαστικά η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα Watt ανά τετραγωνικό μέτρο χώρου. Στην Ευρώπη, η συμμόρφωση με την LPD καθορίζεται συνήθως από την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) (Gorgulu, 2025). Ως αποτέλεσμα, οι σχεδιαστές αναμένεται να εφαρμόσουν πηγές LED υψηλής απόδοσης και, εξίσου σημαντικό, να είναι σε θέση να εφαρμόσουν συστήματα ελέγχου ικανά να ελαχιστοποιήσουν τη σπατάλη, οδηγώντας στη χρήση των συστημάτων TN που αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια. Άλλωστε, η TN αποτελεί ένα από τα πιο αποτελεσματικά μέσα για τη διασφάλιση της αυστηρής ενεργειακής συμμόρφωσης, παρέχοντας ταυτόχρονα την απαραίτητη ποιότητα φωτός.

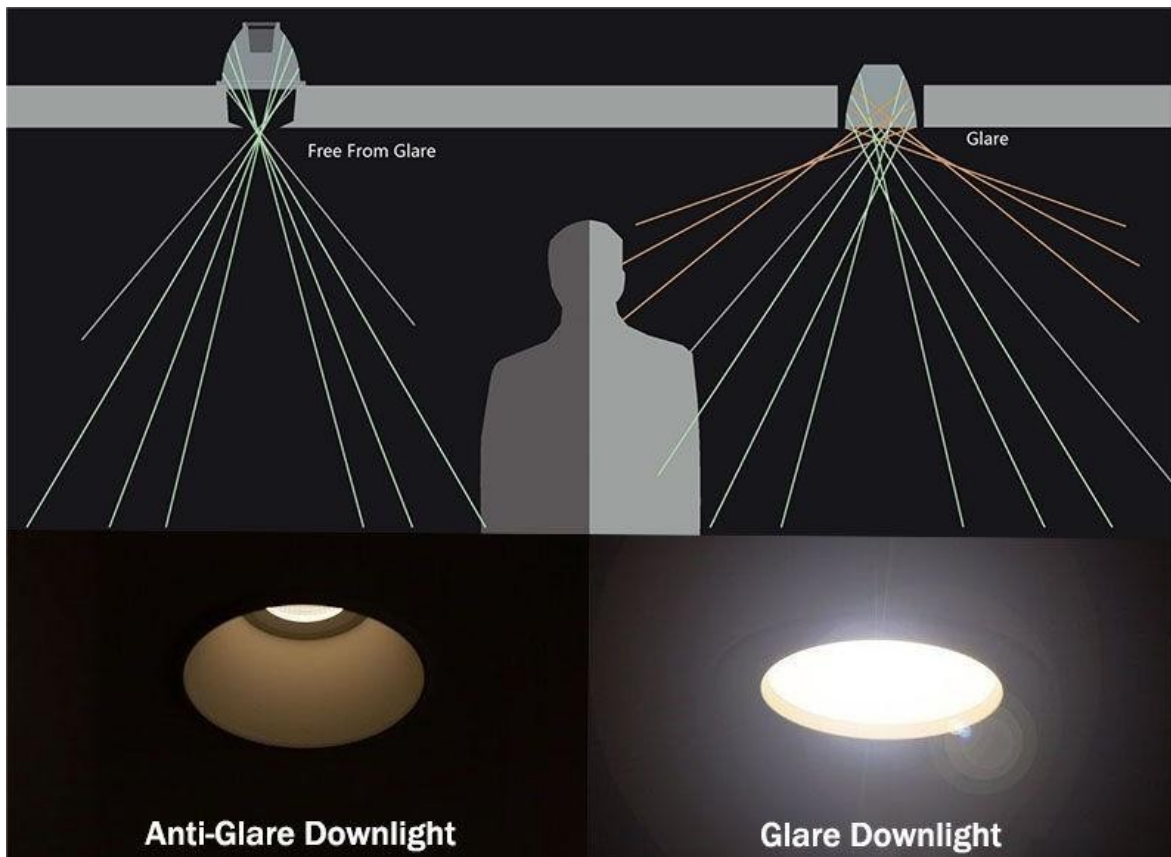
Οι κανονισμοί ασφαλείας και φωτισμού έκτακτης ανάγκης είναι η πιο κρίσιμη πτυχή της φιλοξενίας και του σχεδιασμού στον τομέα της φιλοξενίας, με μια τουριστική κατοικία να διαφέρει από την τυπική ιδιωτική κατοικία, καθώς πρόκειται για μια εμπορική ιδιοκτησία, όπου οι επισκέπτες ενδέχεται να μην γνωρίζουν πού βρίσκεται η διαδρομή διαφυγής σε

περίπτωση έκτακτης ανάγκης (Fan et al., 2024). Η παρούσα εργασία δεν εξετάζει εκτενώς τους κανονισμούς ασφαλείας και τον φωτισμό έκτακτης ανάγκης· η αναφορά γίνεται συνοπτικά, στο πλαίσιο των γενικών αρχών φωτιστικού σχεδιασμού. Για να διευκολυνθεί αυτό, οι κανονισμοί ασφαλείας καθορίζουν πού και σε ποιο επίπεδο φωτεινότητας θα αναπτυχθεί η σήμανση εξόδου κινδύνου και τα συστήματα φωτισμού κατά του πανικού, συστήματα που πρέπει να λειτουργούν ανεξάρτητα από τα κύρια συστήματα σχεδιασμού και φωτισμού του ξενοδοχειακού καταλύματος, αλλά και να ενσωματώνονται απρόσκοπτα στον αρχιτεκτονικό ιστό του καταλύματος. Όταν εκπονείται κατάλληλα, μια αποτελεσματική μελέτη φωτισμού θα εξασφαλίσει την τήρηση του κώδικα ασφαλείας, ενώ παράλληλα θα επιτρέπει τη ρευστή εφαρμογή του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

## **1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του φωτός**

### **1.2.1 Χρωματική ποιότητα και παράμετροι οπτικής άνεσης**

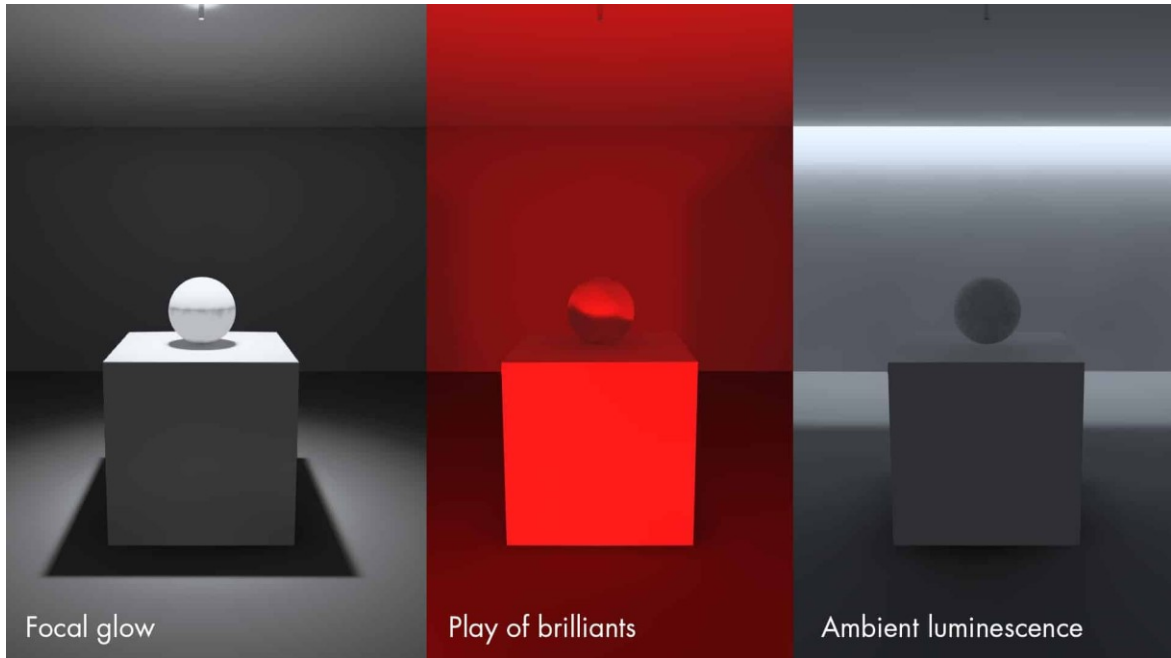
Η ποιοτική ανάλυση ενός συστήματος φωτισμού εξετάζει κάτι περισσότερο από το πόσο φως υπάρχει - διερευνά τον τρόπο με τον οποίο το φως παρουσιάζεται σε έναν χώρο ή τον τρόπο με τον οποίο το φως αλληλοεπιδρά με το ανθρώπινο μάτι. Δύο πρωταρχικά χαρακτηριστικά της ποιότητας του φωτός είναι η συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος (CCT) και οι παράμετροι οπτικής άνεσης (ομοιομορφία και θάμβωση), που μαζί μπορούν να δείξουν αν ο χώρος μοιάζει ψυχρός και σκληρός ή ζεστός και αναζωογονητικός.



Εικόνα 2 Σύγκριση Απευθείας λάμψης και διάχυσης φωτός (Lares Luce Co., LTD., 2023)

Η συσχετισμένη θερμοκρασία χρώματος (CCT) είναι μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της φασματικής σύνθεσης ενός φωτός και μετράται σε Kelvin. Η CCT υποδεικνύει τη σχετική ζεστασιά του χρώματος που παράγεται από μια πηγή φωτός. Όσον αφορά τη συναισθηματική ατμόσφαιρα των τουριστικών καταλυμάτων, η CCT είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη δημιουργία συναισθημάτων οικειότητας, χαλάρωσης και ζεστασιάς. Σε γενικές γραμμές, οι χαμηλές τιμές CCT (2700-3000 Kelvin) έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τα χαρακτηριστικά του φωτός που αντανακλάται φυσικά, της φλόγας των κεριών και των λαμπτήρων πυρακτώσεως (Baniya et al., 2015). Τα χαμηλότερα επίπεδα Kelvin δημιουργούν συνήθως μια αίσθηση χαλάρωσης, θαλπωρής και οικειότητας, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση μιας φιλόξενης και άνετης ατμόσφαιρας. Για τον λόγο αυτό, εφαρμόζονται κυρίως σε χώρους όπως το καθιστικό, το υπνοδωμάτιο και η τραπεζαρία. Από την άλλη πλευρά, τα υψηλότερα επίπεδα (4000-6500 Kelvin) θερμοκρασίας χρώματος θα αυξήσουν την εγρήγορση και θα βελτιώσουν την απόδοση για εργασίες που εκτελούνται σε αυτούς τους χώρους, όπως στην κουζίνα ή στην εφαρμογή μακιγιάζ. Πολλά νέα σχέδια φωτισμού χρησιμοποιούν πλέον δυναμική μετατόπιση των επιπέδων CCT (που ονομάζεται τεχνολογία Tunable White) κατά τη διάρκεια κάθε 24ωρου.

Η τεχνολογία Tunable White επιτρέπει σε ένα φωτιστικό σώμα να μεταβάλλει δυναμικά τη θερμοκρασία χρώματός του κατά τη διάρκεια της ημέρας, προσομοιώνοντας τη φυσική μεταβολή του ημερήσιου φωτός και υποστηρίζοντας τους κirkάδιους ρυθμούς των χρηστών, μέσω ψηφιακού ελέγχου.



*Εικόνα 3 Richard Kelly's Three Principles (Jiso Iluminación, χ.χ.)*

Η μελέτη φωτισμού καθορίζει επίσης τον τρόπο κατανομής του φωτός στον χώρο, συμπεριλαμβανομένων παραμέτρων όπως η ομοιομορφία και η αντίθεση. Ένα υψηλό επίπεδο ομοιομορφίας, δηλαδή ο ομοιόμορφος φωτισμός με περιορισμένες σκιές, μπορεί να συμβάλει στη μείωση της καταπόνησης των ματιών σε χώρους εργασίας, όπως τα εταιρικά γραφεία, ωστόσο η ίδια προσέγγιση θα επηρεάσει αρνητικά την ατμόσφαιρα ενός ξενοδοχείου ή ενός θέρετρου. Τα γραφεία και οι αίθουσες συνεδριάσεων συχνά εμφανίζονται ως άδεια ή αποστειρωμένα, επειδή περιέχουν ομοιόμορφα φωτισμένα περιβάλλοντα (Roberts et al., 2023). Σκόπιμα σχεδιασμένα περιβάλλοντα με χαμηλότερους βαθμούς ομοιομορφίας μπορούν να δημιουργήσουν προσωπικότητα και οπτική ελκυστικότητα μέσω του χαρακτήρα ή του ενδιαφέροντος, δημιουργώντας οπτική ιεραρχία με την επιδέξια τοποθέτηση του φωτός και της σκιάς. Ο συνδυασμός φωτεινών και σκοτεινών περιοχών σε μια εγκατάσταση δίνει δημιουργικό έλεγχο της προσοχής του θεατή σε ορισμένα σημεία (π.χ. αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά ή έργα τέχνης), εισάγοντας ενθουσιασμό και βάθος στο συνολικό αποτέλεσμα. Η σκίαση δεν συνίσταται απλώς στην

απουσία φωτεινού σχεδιασμού - πρόκειται για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος και τον καθορισμό του χώρου με επίγνωση και πρόθεση.

Ωστόσο, η επιδίωξη δραματικής αντίθεσης δεν πρέπει ποτέ να δημιουργεί οπτική δυσφορία στον θεατή, με την θάμβωση να είναι ο πρωταρχικός εχθρός της οπτικής άνεσης. Η αίσθηση της θάμβωσης προκαλείται από την υπερβολική φωτεινότητα και αντιπροσωπεύει μια ακραία διαφορά στο επίπεδο φωτεινότητας από αυτό που ένα άτομο είναι φυσικά προσαρμοσμένο να βλέπει. Το φαινόμενο, μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες: θάμβωση δυσφορίας, η οποία προκαλεί ενστικτώδη πόνο και ερεθισμό, και θάμβωση αναπηρίας, η οποία μειώνει την ικανότητα να βλέπει κανείς λεπτομέρειες στο περιβάλλον. Η ύπαρξη της σε τουριστικά καταλύματα υψηλών προδιαγραφών αποτελεί ένδειξη κακού σχεδιασμού. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για την ελαχιστοποίηση της θάμβωσης: επιλέγοντας φωτιστικά με βαθιές γωνίες αποκοπής, χρησιμοποιώντας διαχύτες και τοποθετώντας φωτιστικά που μπορεί να βρίσκονται στη γραμμή όρασης του επισκέπτη, μπλοκάροντας ή καλύπτοντας έτσι πλήρως το φωτιστικό, ώστε ο επισκέπτης να βλέπει μόνο το αποτέλεσμα του φωτός (φωτιζόμενη επιφάνεια) και όχι την πηγή. Εάν η πηγή του φωτός δεν είναι ορατή, τότε η οπτική άνεση μπορεί να είναι πλήρης. Η χρήση αντιθαμβωτικών φωτιστικών σωμάτων με βαθιά τοποθετημένες πηγές LED συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της οπτικής δυσφορίας και στη βελτίωση του δείκτη UGR.

### **1.2.2 Ατμόσφαιρα και χωρική εμπειρία μέσω του φωτισμού**

Αρχιτεκτονικά, ο ρόλος του φωτός αναφέρεται ως η τέταρτη διάσταση. Επομένως, το φως είναι υπεύθυνο για τη διαμόρφωση του χαρακτήρα και της αίσθησης του χώρου, ενώ το φυσικό υλικό δημιουργεί το ίδιο το κτίριο. Η ποιότητα αυτή δεν αποτελεί απλώς ένα αισθητικό στοιχείο, αλλά ένα ουσιαστικό μέρος αυτού που προσφέρεται στον επισκέπτη ως μέρος της συνολικής εμπειρίας του. Μόλις εισέλθει κανείς σε έναν χώρο, συνήθως προκαλεί μια άμεση και ενστικτώδη αντίδραση, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο σχετίζεται με το περιβάλλον του. Το κύριο στοιχείο που συμβάλλει στην ατμόσφαιρα ενός χώρου έγκειται στην αλληλεπίδραση των φωτεινών και των σκοτεινών περιοχών, καθορίζοντας τελικά τον τρόπο με τον οποίο οι επισκέπτες αντιλαμβάνονται την κλίμακα, το βάθος και την οικειότητα του περιβάλλοντος. Ο σχεδιασμός του φωτός μπορεί να μειώσει ή να αποκρύψει τα φυσικά εμπόδια, κάνοντας ένα μικρότερο δωμάτιο να φαίνεται ότι έχει μεγαλύτερο όγκο, ενώ αντίθετα μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερο σκοτάδι στις άκρες ενός δωματίου,

εστιάζοντας την προσοχή στο εσωτερικό, δημιουργώντας μια κλειστή αίσθηση ιδιωτικότητας.

Εκτεταμένες έρευνες έχουν διεξαχθεί για το πώς ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τους διαφορετικούς τύπους φωτός μας επηρεάζει ως άτομα, ενώ μεγάλο μέρος αυτής της έρευνας προέρχεται από το έργο του John Flynn, με την μελέτη του να δείχνει ότι οι διάφοροι τύποι διαμόρφωσης του φωτός μπορούν να προκαλέσουν παρόμοια αποτελέσματα στην ψυχή των ανθρώπων. Για παράδειγμα, τα φωτιστικά σώματα τύπου wall washing δημιουργούν μια αίσθηση ανοιχτότητας και άνεσης, ενώ ο φωτισμός σε ένα σημείο με χαμηλή ένταση και ανομοιομορφία παράγει συναισθήματα οικειότητας και απομόνωσης (Hwang & Kim, 2011).

Παράλληλα, σε μια πολυτελή κατοικία διακοπών, η αναγνώριση του χωρικού προσανατολισμού είναι απαραίτητη. Ένα ζευγάρι που νοικιάζει μια βίλα για μια ρομαντική περίσταση θα προτιμούσε πιθανότατα μια ατμόσφαιρα που ευνοεί την οικειότητα (υψηλότερη ένταση θερμού/χαμηλού φωτισμού περιβάλλοντος με πιο ανομοιόμορφη ένταση), ενώ μια οικογένεια ή μια επαγγελματική ομάδα θα προτιμούσε πιθανότατα ένα πιο κοινωνικό και ενεργό περιβάλλον που χρησιμοποιεί φωτεινότερο, πιο ομοιόμορφα κατανεμημένο περιφερειακό φωτισμό (Fang et al., 2022).

Εκτός από τη διαμόρφωση της αντίληψης του χώρου, το φως μπορεί να έχει σημαντικό συναισθηματικό αντίκτυπο, και αναφέρεται συχνά ως σκηνογραφία, ή πώς μπορεί να δημιουργήσει την ατμόσφαιρα μιας σκηνής με τον ίδιο τρόπο που το θέατρο κάνει κατά τη σκηνοθεσία. Ο συναισθηματικός αντίκτυπος επιτυγχάνεται μέσω των επιδράσεων του φωτός στον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται η υφή, το σχήμα και το χρώμα. Για παράδειγμα, όταν ένας τραχύς πέτρινος τοίχος βρίσκεται υπό φως χαμηλής γωνίας, η αίσθηση που δημιουργείται από την αντίθεση φωτός και σκότους δημιουργεί μια τρισδιάστατη ψευδαίσθηση του πέτρινου τοίχου, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να προκαλέσει συναισθήματα στερεότητας και σύνδεσης με τη φύση, ενώ ο απαλός ή διάχυτος φωτισμός δημιουργεί μια αίσθηση ηρεμίας ή αιθερικότητας. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται υπερβολικά, μπορεί να οδηγήσει σε αποσύνδεση από τα συναισθήματα ή πλήξη (η αίσθηση θολούρας).

Η τελική επιτυχία μιας τουριστικής κατοικίας εξαρτάται από την ικανότητα του φωτισμού να δημιουργεί μια συναισθηματική αποτίμηση ή τις υποθέσεις που κάνει ο χρήστης

υποσυνείδητα σχετικά με το αν μια συγκεκριμένη περιοχή αισθάνεται ασφαλής, ευχάριστη και συναρπαστική. Ο έντονος φωτισμός δημιουργεί άγχος, ενώ το πολύ λίγο φως μπορεί να δημιουργήσει κατήφεια. Η ενδιάμεση περιοχή μεταξύ αυτών των δύο άκρων αποτελεί το βέλτιστο επίπεδο φωτισμού, όπου οι χρήστες αναπτύσσουν μια θετική συναισθηματική σύνδεση με το αρχιτεκτονικό περιβάλλον. Ο σχεδιαστής φωτισμού χρησιμοποιεί το συνδυασμό των αναλογιών φωτεινότητας και των ποιοτήτων χρώματος για να δημιουργήσει ένα περιβάλλον συναισθηματικής εμπειρίας και να ζωντανέψει ένα κατά τα άλλα στατικό αρχιτεκτονικό περιβάλλον.

### 1.2.3 Φωτισμός και ανάγνωση του χώρου: Αρχιτεκτονική αφήγηση

Η σύνταξη της αρχιτεκτονικής αποκαλύπτεται στον παρατηρητή μέσω του φωτός, ενώ η έννοια της ανάγνωσης του χώρου προέρχεται από τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζεται ο όγκος, η ιεραρχία και η οπτική αντίληψη του χώρου, καθώς αυτός φωτίζεται. Όσον αφορά το φως, ένα κτίριο δεν υφίσταται οπτικά χωρίς αυτό. Η αφήγηση του ακινήτου διαμορφώνεται από τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύεται μέσω του φωτός, καθορίζοντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο η αρχιτεκτονική μεταφέρει το μήνυμά της. Η διάσταση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα οικιστικά ακίνητα που κατασκευάζονται για τουρίστες, καθώς αυτού του είδους τα ακίνητα παρέχουν νέες ευκαιρίες στους σχεδιαστές να αξιοποιήσουν τον σχεδιασμό για την αφήγηση ιστοριών σχετικά με τον πολιτισμό της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον και το σύγχρονο ύφος μέσω της αρχιτεκτονικής τους (Farooq et al., 2019).

Το Reading space σχετίζεται με την έννοια της οπτικής ιεραρχίας και τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία του σχεδιασμού σχετίζονται μεταξύ τους όταν απεικονίζονται με τρισδιάστατο τρόπο. Σχεδόν όλες οι προτάσεις έχουν ένα υποκείμενο και ένα ρήμα. Κατά την είσοδο σε έναν χώρο, ο πρωταρχικός στόχος του αρχιτέκτονα είναι να καθίσταται δυνατή η αναγνώριση των κεντρικών στοιχείων του χώρου, όπως για παράδειγμα ένα τζάκι, μια θολωτή οροφή, έργα τέχνης ή θέα προς το τοπίο (π.χ. τη θάλασσα). Ο φωτισμός παρέχει συντακτική κατεύθυνση όσον αφορά την οπτική σκηνή, με το φως να τονίζει ορισμένα στοιχεία (φωτισμός έμφασης) ενός δωματίου ή χώρου, ενώ αποδυναμώνει ή αφήνει άλλα στοιχεία στη σκιά (δηλαδή εμφανίζονται πιο σκοτεινά ή αγνοούνται) για να καταδείξει οπτικά στον θεατή ποια στοιχεία του σχεδιασμού χρειάζεται να αναδειχθούν.

Ως παράδειγμα, ένα σενάριο φωτισμού σε μια βίλα ανοιχτού τύπου υποδεικνύει πού βρίσκεται κάθε λειτουργικά διακριτή περιοχή, ακόμη και όταν δεν υπάρχει φυσικός διαχωρισμός των περιοχών. Για παράδειγμα, ένας χαμηλά αναρτώμενος λαμπτήρας τοποθετημένος ακριβώς πάνω από μια τραπεζαρία δημιουργεί ένα δωμάτιο μέσα σε ένα δωμάτιο, υποδεικνύοντας στους επισκέπτες ότι ο συγκεκριμένος χώρος προορίζεται για κοινωνικές συγκεντρώσεις (Farooq et al., 2019). Επίσης, η χρήση γραμμικού φωτιστικού uplighting για την ανάδειξη μιας αρχιτεκτονικής λεπτομέρειας που βρίσκεται στον πιο απομακρυσμένο τοίχο θα προσφέρει τόσο χωρική σαφήνεια (για τον εντοπισμό αυτής της χαρακτηριστικής περιοχής) όσο και διαστασιολόγηση και αναλογίες ή κλίμακα. Χωρίς τη στίξη ή την ιεραρχία που παρέχει ο φωτισμός στο χώρο, το σύνολο της κατασκευής γίνεται δυσανάγνωστο και καταλήγει σε ένα αδόμητο, ακατάστατο χάος, προκαλώντας σύγχυση στον κάτοχο σχετικά με το πώς να χρησιμοποιήσει τις διάφορες περιοχές.

Εκτός από την απλή αναγνωσιμότητα, το φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αρχιτεκτονική αφήγηση ιστοριών. Αντί να αποτελεί ένα στατικό στοιχείο, μπορεί να αποκτά χρονική διάσταση, δημιουργώντας ένα ταξίδι φωτός για τους επισκέπτες κατά την κίνησή τους μέσα στο σπίτι. Μια ακολουθία φωτισμού μπορεί να ακολουθεί τη διαδρομή του επισκέπτη στον χώρο, δηλαδή μια διαδοχή εμπειριών που εξελίσσεται καθώς αυτός κινείται μέσα σε αυτόν, που συχνά ονομάζεται ακολουθία έκθεσης. Κατά την είσοδο σε μια κατοικία από το εξωτερικό προς το εσωτερικό, η πρώτη εμπειρία μπορεί να είναι από ένα σκοτεινό, μυστηριώδες μονοπάτι (άφιξη), ακολουθούμενη από ένα φωτεινό φουαγιέ και, τελικά, από ένα απαλά φωτισμένο υπνοδωμάτιο ή το οικογενειακό δωμάτιο (ιερό). Το φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί δημιουργικά για να βοηθήσει τους επισκέπτες να βιώσουν πώς η κατασκευή και ο σχεδιασμός μπορούν να επηρεάσουν τη συναισθηματική τους αντίληψη (Wei et al., 2023).

Το φως αποτελεί τον σύνδεσμο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και τον αφηγητή του χρόνου. Με τον τρόπο με τον οποίο το φως αλληλοεπιδρά με τον χώρο κατά τη διάρκεια της ημέρας, δημιουργεί κινούμενες σκιές στο δάπεδο που αντιπροσωπεύουν τη θέση του ήλιου, συνδέοντας έτσι τους επισκέπτες με τη θέση τους μέσα στον κύκλο ημέρας/νύχτας. Όταν η ημέρα μεταπίπτει στη νύχτα και το φυσικό φως αντικαθίσταται από τεχνητό φωτισμό, μια άλλη αφήγηση έχει αρχίσει. Μια επιτυχημένη προσέγγιση δεν προσπαθεί να αναπαράγει το ίδιο είδος φωτισμού με το φως της ημέρας, αντίθετα, δημιουργεί τη δική της, ξεχωριστή και μοναδική νυχτερινή αρχιτεκτονική. Για παράδειγμα, η αφηγηματική

αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται τη νύχτα θα μπορούσε να αναδείξει τις εκτεθειμένες δομικές νευρώσεις της στέγης ενός σπιτιού ή την υφή του τοίχου του κήπου, τα οποία και τα δύο θα παρέμεναν αόρατα στους επισκέπτες κατά τη διάρκεια της ημέρας. Με αυτό τον τρόπο εμπλέκονται οι αισθήσεις των επισκεπτών και δημιουργείται μια διαδραστική εμπειρία με το περιβάλλον τους.

## 2. Τουριστικά καταλύματα

### 2.1 Τυπολογία και χαρακτηριστικά των τουριστικών καταλυμάτων

Διάφορες μορφές ή τύποι τουριστικών καταλυμάτων περιλαμβάνονται στην ευρεία κατηγορία, όπως περιγράφεται στην παρούσα διατριβή. Οι διαφορετικοί αυτοί τύποι περιλαμβάνουν ιδιωτικές βίλες, μπουτίκ διαμερίσματα και εξοχικές κατοικίες ειδικά σχεδιασμένες ή τροποποιημένες για να χρησιμεύουν ως προσωρινά ενοικιαζόμενα ακίνητα, συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά μιας οικιστικής μονάδας με εκείνα ενός εμπορικού προϊόντος που διέπεται από αυστηρές απαιτήσεις σχετικά με την ποιότητα των υπηρεσιών, το σχεδιασμό και τα αρχιτεκτονικά πρότυπα. Ο συνδυασμός τόσο της οικιστικής, ή παρόμοιας με αυτή, όσο και της εμπορικής ποιότητας ορίζει αυτή τη νέα μορφή τουριστικού καταλύματος (Wei et al., 2023).

Οι σύγχρονες τουριστικές κατοικίες είναι αρχιτεκτονικά πολύ διαφορετικές από τα παραδοσιακά δωμάτια ξενοδοχείων λόγω του σχεδιασμού και του τρόπου κατασκευής τους, με τα δωμάτια των ξενοδοχείων να αποτελούν συνήθως ενιαίους, τυποποιημένους χώρους διαμονής, με ένα μπάνιο συνδεδεμένο με αυτά. Αντίθετα, οι σύγχρονες τουριστικές κατοικίες είναι σχεδιασμένες ως ένα πλήρες σπίτι/διαμέρισμα. Συνήθως, οι χώροι διαβίωσης χωρίζονται σε πολλαπλά τμήματα, όπως η κουζίνα, η τραπεζαρία, ο κοινωνικός χώρος και ο χώρος ύπνου, δημιουργώντας μια μοναδική πρόκληση σχεδιασμού φωτισμού για τους μελετητές φωτισμού. Ο σχεδιασμός του φωτισμού πρέπει να προβλέπει όλες τις οικιακές δραστηριότητες που θα λαμβάνουν χώρα στο χώρο (μαγείρεμα, έξοδος για φαγητό, φιλοξενία φίλων κ.λπ.), αλλά πρέπει επίσης να είναι αρκετά εύκολος στη χρήση από άτομα που μπορεί να μην είναι εξοικειωμένα με τα συστήματα ελέγχου φωτισμού των κτιρίων και των κατοικιών. Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα της σύγχρονης τουριστικής κατοικίας είναι ότι είναι γενικά ανοιχτού χώρου για να δημιουργείται η αίσθηση ότι υπάρχει περισσότερος χώρος, και ο φωτισμός πρέπει να ορίζει οπτικά τους

επιμέρους λειτουργικούς χώρους, χωρίς φυσικά εμπόδια να τους χωρίζουν (Marikyan et al., 2019).

Ο βιωματικός σχεδιασμός και η ενσωμάτωση στο πλαίσιο είναι επίσης σημαντικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν αυτή την τυπολογία. Για παράδειγμα, σε μια πολύ ανταγωνιστική αγορά, με ενοικιάσεις βίλας υψηλών προδιαγραφών, ο ίδιος ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός γίνεται μέρος του προορισμού, όπου υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τη χρήση του πλαισίου (π.χ., παράκτια θέα στη θάλασσα και αστικοί ορίζοντες) για το σχεδιασμό πολλών από αυτά τα σπίτια. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες από αυτές τις αρχιτεκτονικές μορφές θα περιέχουν υψηλό βαθμό υαλοπινάκων για να βοηθήσουν στη διάλυση των φραγμών μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου. Δεδομένου ότι υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τη διαφάνεια στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, η διαχείριση του φυσικού φωτισμού γίνεται μια από τις πιο σημαντικές πτυχές της αρχιτεκτονικής, καθώς το σύστημα τεχνητού φωτισμού πρέπει όχι μόνο να είναι ένα συμπλήρωμα του φυσικού φωτισμού, αλλά και να ενισχύει τις νυχτερινές απόψεις. Παράλληλα, είναι σημαντική η αποφυγή των αντανάκλασεων που θα μπορούσαν να επισκιάσουν τις οπτικές γραμμές που οδηγούν στο εξωτερικό περιβάλλον (Whang et al., 2019).

Συνοψίζοντας, οι σύγχρονοι πάροχοι καταλύματος θεωρούνται ευέλικτοι ή Instagrammable, με έναν σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία του φυσικού περιβάλλοντος ενός παρόχου καταλύματος να είναι η οπτική του ελκυστικότητα. Η εντυπωσιακή αισθητική της εγκατάστασης σε συνδυασμό με τους παράγοντες wow θα δώσουν κίνητρο στους μελλοντικούς πελάτες να κάνουν κρατήσεις με ψηφιακές μεθόδους, με τον εσωτερικό σχεδιασμό της εγκατάστασης να πρέπει να έχει την ευελιξία να ανταποκρίνεται στους πολλούς τύπους επισκεπτών που μπορεί να περάσουν την πόρτα. Για παράδειγμα, ο εσωτερικός σχεδιασμός πρέπει να μπορεί να εξυπηρετήσει ζευγάρια που βρίσκονται σε μήνα του μέλιτος, καθώς και έναν απομακρυσμένο εργαζόμενο (ψηφιακός νομάδας) που χρειάζεται έναν λειτουργικό χώρο εργασίας. Η δημιουργία μιας δομής που επιτρέπει την ευελιξία αλλά και την ανθεκτικότητα αποτελεί μοναδικό εμπόδιο για τους σύγχρονους παρόχους καταλυμάτων, με παράδειγμα τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται ο φωτισμός σε ένα δωμάτιο να είναι σημαντικός. Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα μετάβασης από ένα φωτεινό, ενεργητικό περιβάλλον εργασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας σε ένα σκοτεινό, ρομαντικό σκηνικό το βράδυ, ώστε να εξυπηρετούνται οι ποικίλες απαιτήσεις του σημερινού ταξιδιώτη (Roberts et al., 2023).

## 2.2. Ανάλυση δεδομένων για την τοποθεσία και το κλίμα

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ενός τουριστικού καταλύματος δεν μπορεί να γίνει χωρίς να ληφθούν υπόψη τα μοναδικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του και το κλίμα που επικρατεί. Για τους σχεδιαστές φωτισμού, αυτά τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά αποτελούν τη βάση για τον βιώσιμο σχεδιασμό. Από τις γεωγραφικές συντεταγμένες μιας τοποθεσίας προκύπτει μια διαδρομή που καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο το φως του ήλιου θα ταξιδεύει στα δέντρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η κατανόηση του ηλιακού υψομέτρου (η γωνία του ήλιου σε σχέση με τον ορίζοντα) και του αζιμούθιου (η οριζόντια διεύθυνση του ήλιου ως προς τον γεωγραφικό βορρά) είναι απαραίτητες για να καθοριστεί πότε το φυσικό φως μπορεί να εισέλθει στις εσωτερικές επιφάνειες του κτιρίου. Η κατανόηση του ηλιακού υψομέτρου και του αζιμούθιου είναι επίσης χρήσιμη για τον προσδιορισμό του τρόπου τοποθέτησης των παραθύρων κατά τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται ο φωτισμός της ημέρας, αλλά να ελαχιστοποιείται το ηλιακό κέρδος σε περιοχές με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία (για παράδειγμα, μεσογειακό κλίμα), με την σωστή τοποθέτηση των παραθύρων να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του κτιρίου (Gorgulu, 2025).

Η ποσότητα της νεφοκάλυψης και των ωρών ημερήσιου φωτός lux κάθε μήνα είναι μόνο ένας από τους πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με το κλίμα και επηρεάζουν τον φωτισμό που λειτουργεί καλύτερα σε έναν συγκεκριμένο χώρο ή περιβάλλον. Για παράδειγμα, τα σπίτια σε κλίματα με πολύ καθαρό ουρανό θα πρέπει γενικά να περιλαμβάνουν δυναμικά ή πολυλειτουργικά φωτιστικά σώματα που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν με τα μεγάλα, υψηλής αντίθεσης επίπεδα φυσικού φωτός που είναι διαθέσιμα. Οι ακραίες διαφορές μεταξύ φωτεινών εξωτερικών και σκοτεινών εσωτερικών χώρων δημιουργούν στον ανθρώπινο εγκέφαλό μας μια οπτική ψευδαίσθηση υψηλότερης αντίθεσης από ό,τι στην πραγματικότητα (Konis, 2017).

Από την άλλη πλευρά, τα σπίτια σε περιοχές που βιώνουν συχνές συννεφιασμένες ημέρες θα έχουν πιο ήπιο, διάχυτο φωτισμό που παρέχει μεγαλύτερη διείσδυση στο εσωτερικό της κατασκευής, αλλά δεν παρέχει κατευθυντικότητα. Αξιολογώντας τις πληροφορίες για το ιστορικό των καιρικών συνθηκών, ο σχεδιαστής μπορεί να σχεδιάσει και να προετοιμαστεί για αυτές τις διαφορετικές συνθήκες και να σχεδιάσει τις πηγές τεχνητού φωτισμού μόνο για χρήση όταν απαιτείται, παρέχοντας έτσι την ίδια οπτική συνέχεια ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες (Doulos et al., 2020).

Επιπλέον, το τοπικό μικροκλίμα και το περιβάλλον είναι εξαιρετικά σημαντικά για τους τύπους του ανακλώμενου φωτός σε μια περιοχή, με τις επιφάνειες που βρίσκονται κοντά στο περιβάλλον να έχουν υψηλές ή χαμηλές ανακλαστικές ικανότητες ανάλογα με τη φυσική τους σύσταση. Επομένως, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη αυτές οι επιφάνειες όταν καθορίζεται πόσο φως εισέρχεται σε ένα κτίριο. Για παράδειγμα, όταν το φως αντανακλάται από μια πισίνα, η δημιουργία καυστικών μοτίβων στην οροφή ενός δωματίου που γειτνιάζει με την πισίνα μπορεί να δημιουργήσει ένα πολύ ενεργό οπτικό περιβάλλον. Όταν πραγματοποιείται ανάλυση του χώρου, οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χαρτογραφηθούν με ακρίβεια και επιτρέπουν στον αρχιτέκτονα να εκμεταλλευτεί το φυσικό φως μέσω της χρήσης παθητικών συστημάτων φωτισμού, καθώς και να προστατεύσει τους ενοίκους από κάθε πιθανή θάμβωση που προκαλείται από την επιφάνεια (Whang et al., 2019).

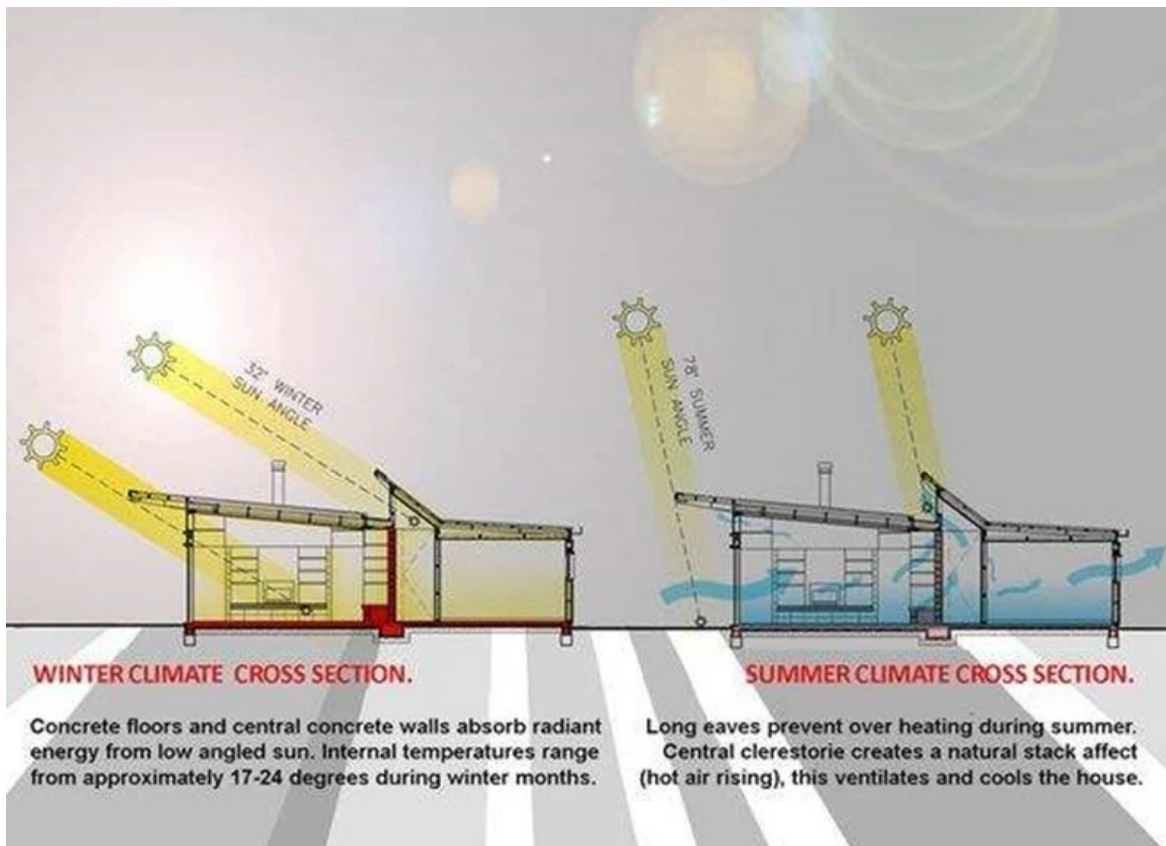
## 2.3 Προσανατολισμός, φυσικός φωτισμός και σκίαση

### 2.3.1 Σχέση μεταξύ προσανατολισμού και εισόδου φυσικού φωτός

Η κατεύθυνση προς την οποία βλέπουν οι πρωταρχικοί εξωτερικοί τοίχοι ή η πρόσοψη ενός κτιρίου είναι ο μεγαλύτερος δείκτης για το πόσο φως της ημέρας εισέρχεται σε αυτό, καθώς και για την ένταση και τη διάρκεια του φωτός αυτού. Έτσι, με τον σχεδιασμό τουριστικών καταλυμάτων, ο προσανατολισμός θα καθορίσει την ποιότητα και τον χαρακτήρα του φυσικού φωτισμού στο δωμάτιο και θα συμβάλει στον καθορισμό του καθημερινού ρυθμού ενός επισκέπτη. Αν και η σημαντικότερη διαθέσιμη θέα θα υπαγορεύσει συνήθως την κατεύθυνση ενός κτιρίου (για παράδειγμα, προς τη θάλασσα ή προς μια οροσειρά), ο τρόπος με τον οποίο η αρχιτεκτονική εκμεταλλεύεται το ηλιακό φως θα καθορίσει το βαθμό στον οποίο θα είναι άνετο για τους επισκέπτες (Whang et al., 2019).

Η πιο προτιμώμενη κατεύθυνση για τα παράθυρα στο βόρειο ημισφαίριο είναι η νότια, με τα παράθυρα που βλέπουν προς το νότο να παρέχουν μια πιο σταθερή και ελεγχόμενη ηλιακή πρόσπτωση καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Κατά τους χειμερινούς μήνες, η χαμηλότερη θέση του ήλιου στον ορίζοντα επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να εισέρχονται βαθύτερα στο εσωτερικό του κτιρίου, παρέχοντας παθητική θέρμανση και άφθονο φυσικό φως. Επίσης η συγκεκριμένη διαδικασία προσφέρει μια αίσθηση ενθουσιασμού μέσω της αφθονίας του φυσικού φωτός μέσα στο δωμάτιο. Επιπλέον, οι μεταβαλλόμενες ακτίνες

δημιουργούν διαφορετικές γωνίες τις οποίες μπορεί να παρατηρήσει ο επισκέπτης καθώς εισέρχεται στο σπίτι για να γνωρίζει τι ώρα της ημέρας είναι (Doulos et al., 2020).



Εικόνα 4 Ηλιακή Γεωμετρία και Παθητική Σκίαση (Tycorun, 2022)

Επιπλέον, τα παράθυρα με βόρειο προσανατολισμό δεν δέχονται καμία από τις άμεσες ακτίνες του ήλιου, αλλά καλύπτονται ως επί το πλείστον ή αφήνονται χωρίς άμεσο φως λόγω του διάχυτου ανακλώμενου φωτός από τον ουρανό, με τον φωτισμό που είναι στραμμένος προς το βορρά να έχει συνήθως ψυχρότερη θερμοκρασία χρώματος από αυτόν που προέρχεται από το νότο. Ως εκ τούτου, δεν υπάρχουν σκιές στα δωμάτια με βόρειο προσανατολισμό και είναι ιδανικά για οπτικές εργασίες που δεν απαιτούν θάμβωση, όπως το διάβασμα ή η εργασία εξ αποστάσεως. Στον αντίποδα τα δωμάτια με βόρειο προσανατολισμό μπορεί να γίνονται αντιληπτά ως επίπεδα ή ψυχρά. Στην περίπτωση των ξενοδοχειακών δωματίων που βρίσκονται στη βόρεια πλευρά, πιθανότατα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τεχνητό φωτισμό για να δημιουργήσουν μια πιο ζεστή αίσθηση στο δωμάτιο, ακόμη και κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε οι επισκέπτες να μην ζουν σε ένα αφιλόξενο και καταθλιπτικό περιβάλλον (Baniya et al., 2015).

Ο προσανατολισμός των ανατολικών και δυτικών παραθύρων είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για να εργαστεί κανείς, λόγω της χαμηλής θέσης του ήλιου στον ουρανό στην αρχή και στο τέλος της ημέρας.

- Το δωμάτιο με ανατολικό προσανατολισμό θα εκτίθεται σε οριζόντιο ηλιακό φως τόσο κατά τη διάρκεια του πρωινού όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτή η συνθήκη δημιουργεί μια εξαιρετική πηγή φυσικού φωτός για τα υπνοδωμάτια και τους χώρους πρωινού, επιτρέποντας στο φως να βοηθήσει στη ρύθμιση του φυσικού κιρκάδιου ρυθμού του σώματος για την αφύπνιση την κατάλληλη ώρα.
- Το δωμάτιο με δυτικό προσανατολισμό έχει τη δυνατότητα να δέχεται έντονο φυσικό φως κατά τις απογευματινές ώρες και τη δύση του ηλίου, καθώς και να προσφέρει θέα προς το ηλιοβασίλεμα. Τα παραπάνω, είναι πολύ επιθυμητά στη βιομηχανία φιλοξενίας λόγω του ρομαντισμού της θέας που προσφέρουν, ωστόσο μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα με υπερβολική θάμβωση και υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν ο ήλιος δύνει απευθείας σε ένα παράθυρο με δυτικό προσανατολισμό. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία χώρων που δεν λειτουργούν αποτελεσματικά χωρίς κατάλληλες σχεδιαστικές λύσεις, οι οποίες συμβάλλουν στη διαμεσολάβηση αυτών των συνθηκών με λύσεις όπως η δυναμική σκίαση, ο προσαρμοστικός τεχνητός φωτισμός και η χρήση πολλαπλών πηγών φυσικού φωτός για την αντιστάθμιση της αντίθεσης.

### 2.3.2 Στρατηγικές σκίασης και έλεγχος του φωτός

Η πρόσβαση στο φυσικό φως αποτελεί σημαντικό στόχο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, ωστόσο, ο άμεσος ήλιος μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο πόσο άνετη θα είναι η διαμονή ενός ατόμου σε μια τουριστική εγκατάσταση. Κατά συνέπεια, οι στρατηγικές σκίασης λειτουργούν ως οπτική βαλβίδα που ελέγχει τη ροή του φωτός μέσω του συστήματος εξωτερικών τοίχων, επιτρέποντάς του να περάσει σε ορισμένες ώρες της ημέρας ή σε ορισμένες καιρικές συνθήκες. Η μέθοδος ελέγχου του φωτός έχει επίσης δύο σκοπούς, αρχικά μειώνοντας το ηλιακό θερμικό κέρδος και κατά συνέπεια την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται κατά την ψύξη (ενεργειακή απόδοση) και φιλτράρει την ανεπιθύμητη οπτική θάμβωση. Επιπλέον, επειδή τα καταλύματα διακοπών τείνουν να προκαλούν στους επισκέπτες την ανάγκη να αισθάνονται ότι αποτελούν μέρος του περιβάλλοντός τους, η διαχείριση του ελέγχου του φωτός ταυτόχρονα με την παροχή αυτής της σύνδεσης με τον εξωτερικό χώρο αποτελεί πρόκληση (Whang et al., 2019).

Οι σταθερές ή παθητικές στρατηγικές σκίασης θεωρούνται ως η πρώτη γραμμή άμυνας κατά της ηλιακής θερμότητας, αποτελούμενες από μόνιμα αρχιτεκτονικά στοιχεία που ενσωματώνονται στο σχεδιασμό του κτιρίου και εμποδίζουν τις ακτίνες του ήλιου με μεγάλη γωνία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αντίθετα, επιτρέπουν στις ακτίνες του ήλιου με μικρότερη γωνία κατά τη διάρκεια του χειμώνα να εισέλθουν στο κτίριο για θέρμανση (ηλιοδιακόπτες). Τα σταθερά στοιχεία σκίασης είναι μαθηματικά σχεδιασμένα έτσι ώστε να εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία υψηλής γωνίας το καλοκαίρι και να αποτρέπουν την υπερθέρμανση, ενώ επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας χαμηλής γωνίας το χειμώνα και τη θέρμανση του εσωτερικού χώρου. Τις περισσότερες φορές, η πέργκολα είναι το κύριο στοιχείο όταν πρόκειται για την παροχή παθητικής σκίασης σε τουριστικά διαμερίσματα σε μεσογειακές περιοχές. Τα πηχάκια ή το φύλλωμα στην πέργκολα θα φιλτράρουν το ηλιακό φως και θα μετατρέψουν τις καυτές άμεσες ακτίνες του ήλιου σε δροσερή σκιά και σε εφέ διάσπαρτου φωτός. Ως εκ τούτου, η πέργκολα παρέχει ένα άνετο εξωτερικό περιβάλλον μεταξύ του πολύ φωτεινού εξωτερικού χώρου και του σκοτεινού εσωτερικού χώρου. Έτσι, το ανθρώπινο μάτι μπορεί να προσαρμοστεί στο επίπεδο φωτεινότητας των δύο ζωνών όταν περνάει από τη μία ζώνη στην άλλη (Gorgulu, 2025).

Τα σταθερά συστήματα σκίασης δεν είναι σε θέση να προσαρμοστούν στη δυναμική κατάσταση του ήλιου ή στις αλλαγές του καιρού κατά τη διάρκεια της ημέρας, οπότε χρησιμοποιούνται δυναμικά ή ενεργά συστήματα σκίασης. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τύπους που οδηγούνται ή επενεργούν με κινούμενα στοιχεία, όπως οι βενετσιάνικες περσίδες, τα ρολά, οι κουρτίνες και τα εξωτερικά παντζούρια, με την πιο συνηθισμένη τάση στα πολυτελή σπίτια υψηλών προδιαγραφών να είναι η χρήση πολλαπλών στρωμάτων για τη δημιουργία μιας πολυεπίπεδης επεξεργασίας παραθύρων. Για παράδειγμα, η χρήση ενός στρώματος υφάσματος διαφανούς ή οθόνης κατά τη διάρκεια της ημέρας επιτρέπει στους ανθρώπους να δημιουργούν διάχυτο φως, διατηρώντας παράλληλα τη θέα. Το ύφασμα συσκότισης χρησιμοποιείται στη συνέχεια τη νύχτα για να περιορίσει πλήρως την είσοδο του φωτός, επιτρέποντας το απόλυτο σκοτάδι κατά τον ύπνο και τον σεβασμό της ιδιωτικής ζωής. Με τη διαστρωμάτωση αυτών των δύο διαφορετικών στρωμάτων, είναι εφικτός ο έλεγχος της ποιότητας και του επιπέδου φωτισμού στο δωμάτιο, μετατρέποντας έτσι τον χώρο από μια φωτεινή και ανοιχτή ατμόσφαιρα σε μια ιδιωτική, ασφαλή όαση (Wei et al., 2023).

Η αποτελεσματικότητα της δυναμικής σκίασης θα εξαρτηθεί από την αύξηση της μηχανοκίνησης και της αυτοματοποίησης. Επειδή οι χειροκίνητες συσκευές σπάνια χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά από τους επισκέπτες και συνήθως θα παραμένουν κλειστές (απαιτώντας έτσι μια συνεχή χρήση τεχνητού φωτισμού) ή ανοιχτές (προκαλώντας την πολύ σκληρή εργασία των συστημάτων HVAC) κατά τη διάρκεια κάθε ημέρας. Ως εκ τούτου, οι μηχανοκίνητες συσκευές σκίασης επιτρέπουν την ενσωμάτωση της συγκομιδής του φωτός της ημέρας, ενώ κάθε γωνία μιας περσίδας μπορεί να τοποθετηθεί αυτόματα όπως απαιτείται για την αποτελεσματική χρήση του φυσικού ηλιακού φωτός, συμπεριλαμβανομένης της αποστολής της ενέργειας του ήλιου μέσω ανακλαστικών επιφανειών στο επίπεδο της οροφής. Επιπλέον, καθώς τα πιο εξελιγμένα μέσα TN θα συζητηθούν σε επόμενα κεφάλαια, οι μηχανοκίνητες συσκευές είναι ουσιαστικά συγχρονισμένες με το σύστημα τεχνητού φωτισμού, με βάση ένα προκαθορισμένο επίπεδο φωτισμού, για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (García-Martín et al., 2025).

### 2.3.3 Φυσικός φωτισμός και ενεργειακή απόδοση

Ο φυσικός φωτισμός ημέρας έχει θεωρηθεί ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους μείωσης της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τον φωτισμό ενός κτιρίου, και επειδή η πληρότητα των περισσότερων τουριστικών εγκαταστάσεων είναι απρόβλεπτη και συχνά αποτελείται από επισκέπτες που κάνουν διακοπές, υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Η έννοια της αυτονομίας του φωτισμού ημέρας αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα, κατά τη διάρκεια ενός έτους, που μια συγκεκριμένη περιοχή ενός κτιρίου θα μπορούσε να φωτίζεται μόνο από το φυσικό φως της ημέρας, χωρίς καμία απαίτηση για ηλεκτρικό φωτισμό. Με τη χρήση του βέλτιστου προσανατολισμού του κτιρίου και του σχεδιασμού των υαλοπινάκων, οι ιδιοκτήτες τουριστικών εγκαταστάσεων μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό και, με τη σειρά τους, να μειώσουν το παρασιτικό ενεργειακό φορτίο τους. Επειδή ο φωτισμός καταναλώνει μεταξύ 15% και 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου, είναι πολύ πιθανό ότι η χρήση ανανεώσιμης πηγής για τη δημιουργία της απαιτούμενης ποσότητας φωτός για τις τουριστικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να συμπεριληφθεί στα βασικά στοιχεία του βιώσιμου σχεδιασμού της φιλοξενίας (Whang et al., 2019).

Η εξισορρόπηση του αντίκτυπου που έχει το φυσικό φως της ημέρας στη χρήση ενέργειας στα κτίρια είναι σύνθετη, λόγω της πολυπλοκότητας της εξισορρόπησης των θερμικών

φορτίων και των φορτίων φωτισμού. Το ζήτημα της εξισορρόπησης αυτών των δύο φορτίων αποτελεί κοινή ανησυχία στα θερμά κλίματα, τα οποία συγκαταλέγονται μεταξύ των πιο επισκέψιμων ταξιδιωτικών προορισμών, όπως στην περιοχή της Μεσογείου. Μια τέτοια περίπτωση είναι τα μεγάλα γυάλινα παράθυρα, παρέχοντας μεγάλο όγκο ορατού φωτός, το οποίο μειώνει την ανάγκη για ηλεκτρικό φωτισμό (λαμπτήρες), αλλά παρέχουν επίσης το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας (θερμότητα) που εισέρχεται στο κτίριο. Το αποτέλεσμα αυτού του υπερβολικού κέρδους ηλιακής θερμότητας μέσω του γυαλιού κατά τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου, αναγκάζοντας τα συστήματα HVAC να εργάζονται πολύ πιο σκληρά για να ψύξουν το εσωτερικό. Δεδομένου ότι ο κλιματισμός καταναλώνει πολύ περισσότερη ενέργεια από τα φώτα LED, η εφαρμογή μιας στρατηγικής φωτισμού ημέρας που δεν εκτελείται σωστά θα έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση ενέργειας από ένα κτίριο. Η σωστή ενεργειακή απόδοση απαιτεί έναν σχεδιασμό που εξισορροπεί αποτελεσματικά την ποσότητα του ορατού φωτός που εισέρχεται στο κτίριο (lumens) με την ποσότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εμποδίζεται από το γυαλί (θερμική) (Gorgulu, 2025).

Η ποσότητα ενέργειας που μπορεί θεωρητικά να συλλεχθεί από το φυσικό φως μπορεί να μεγιστοποιηθεί μόνο όταν χρησιμοποιείται ενεργά η συγκομιδή του φωτός ημέρας. Το φυσικό φως θα προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας μόνο όταν ο τεχνητός φωτισμός απενεργοποιείται ή χαμηλώνει σε ανταπόκριση στο φως της ημέρας. Οι επισκέπτες σε ένα ενοικιαζόμενο ακίνητο συνήθως δεν έχουν τα μέσα να το ρυθμίσουν ενεργά οι ίδιοι και, ως εκ τούτου, μπορεί να κρατούν τα φώτα αναμμένα όταν θα μπορούσαν πραγματικά να επωφεληθούν από το φως της ημέρας, δημιουργώντας την ανάγκη για έναν τρόπο παρακολούθησης των επιπέδων φωτισμού του περιβάλλοντος και την εφαρμογή ενός τρόπου αυτόματου ελέγχου του φωτισμού με τη χρήση ενός αυτοματοποιημένου συστήματος ελέγχου (όπως οι φωτοαισθητήρες). Οι ακριβείς θέσεις για την τοποθέτηση των συγκεκριμένων αισθητήρων προκύπτει μέσα από τη μελέτη, καθώς είναι σημαντικό να συλλέγουν τις πραγματικές τιμές σε lux που απαιτούνται. Αυτά τα συστήματα θα απενεργοποιούν ή θα χαμηλώνουν αυτόματα τον τεχνητό φωτισμό όταν ανιχνεύεται επαρκές φως ημέρας. Με αυτό τον τρόπο, συγχρονίζεται η χρήση ενέργειας ενός κτιρίου για την παροχή ακριβούς ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για τη διατήρηση του στοχευμένου επιπέδου φωτισμού που δημιουργείται από έναν συνδυασμό παθητικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και ενεργού διαχείρισης της χρήσης ενέργειας, μέσω αυτοματοποιημένης τεχνολογίας (Doulos et al., 2020).

## 2.4 Λειτουργικές ανάγκες και χρήσεις των χώρων

### 2.4.1 Ιδιωτικοί χώροι

Οι ιδιωτικοί χώροι (υπνοδωμάτια/μπάνια) είναι πρωταρχικοί χώροι για την σωματική και πνευματική αναζωογόνηση και την παροχή ενός τόπου ψυχολογικής ηρεμίας/καταφύγιο από τον κόσμο, ενώ οι δημόσιοι χώροι (κοινόχρηστοι χώροι) μιας κατοικίας φιλοξενίας προορίζονται για κοινωνική αλληλεπίδραση (Wei et al., 2023). Αυτοί οι ιδιωτικοί χώροι πρέπει να παρέχουν μια ατμόσφαιρα οικειότητας και οπτικής άνεσης για να υποστηρίξουν τον έμφυτο φυσιολογικό κιρκάδιο ρυθμό του σώματος (Roberts et al., 2023). Σε αυτούς τους χώρους, το φως πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να παρέχει στον χρήστη δυνατότητα προσωπικού ελέγχου και να υποστηρίζει τις βιολογικές του ανάγκες. (Zhang et al., 2023). Ο φωτισμός θα πρέπει να δημιουργεί ένα μεταβατικό περιβάλλον από την ενεργητική κατάσταση εγρήγορσης του σώματος στην παθητική κατάσταση βαθύ ύπνου του σώματος, παρέχοντας ζεστό φως χαμηλής απόδοσης κατά τις βραδινές ώρες (λιγότερο από 2700K) για την προώθηση της έκκρισης της μελατονίνης (Cupkova et al., 2019). Οι κρεβατοκάμαρες απαιτούν μια προσέγγιση πολυεπίπεδου φωτισμού που είναι ιδιαίτερα ευέλικτη ώστε να προσαρμόζεται σε μια ποικιλία δραστηριοτήτων που θα λαμβάνουν χώρα σε αυτόν τον μικρό χώρο (Emmanuel, 2023).

- Φωτισμός περιβάλλοντος: Οι έμμεσες πηγές χρησιμοποιούνται συχνά για τον φωτισμό περιβάλλοντος (κρυφός φωτισμός σε αρχιτεκτονικές εσοχές και περιμετρικά φωτιστικά με δυνατότητα ρύθμισης). Μαλακώνουν τα όρια του χώρου και δημιουργούν μια συνολική χαλαρωτική ατμόσφαιρα που δεν προκαλεί θάμβωση σε κάποιον που είναι ξαπλωμένος στο κρεβάτι.
- Φωτισμός εργασίας: Στο πλάι του κρεβατιού, ο φωτισμός εργασιών είναι κρίσιμος. Τα φώτα ανάγνωσης πρέπει να είναι συγκεντρωμένα και με μεγάλη δυνατότητα εξασθένισης, ώστε να επιτρέπουν στον ένοικο να διαβάσει χωρίς να ενοχλεί τον κοιμώμενο σύντροφό του.
- Κιρκάδια προσαρμογή: Ως εκ τούτου, η κρεβατοκάμαρα είναι ένα από τα καλύτερα σημεία για τη χρήση ανθρωποκεντρικού φωτισμού. Τα προηγμένα συστήματα επιτρέπουν πλέον μια ακολουθία αφύπνισης, όπου το φως περνάει σταδιακά από το ζεστό στο ψυχρό, γίνεται προοδευτικά πιο φωτεινό, προσομοιάζοντας την ανατολή του ήλιου, με αποτέλεσμα μια φυσική διαδικασία αφύπνισης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση προτείνεται η χρήση συστήματος

ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας χρώματος (adjustable color temperature), με εύρος από περίπου 4000K κατά τη διάρκεια της ημέρας έως 2200K τις βραδινές ώρες, ώστε να υποστηρίζεται ο κιρκάδιος ρυθμός και να δημιουργείται ένα άνετο περιβάλλον για τον χρήστη. Αυτό γίνεται όλο και πιο επιθυμητό στην αγορά τουρισμού ευεξίας πολυτελείας.

Οι σύγχρονες πολυτελείς βίλες περιλαμβάνουν το μπάνιο ως μέρος της κύριας σουίτας. Το μπάνιο αποτελεί έναν πολυλειτουργικό χώρο που συνδυάζει τις πρακτικές λειτουργίες της προσωπικής φροντίδας με την εμπειρία χαλάρωσης και ευεξίας ενός spa.

- **Λειτουργικό/καλλωπιστικό:** Για το μακιγιάζ και το ξύρισμα, ο δείκτης απόδοσης χρώματος (CRI) είναι πολύ σημαντικός (ιδανικά μια τιμή  $\geq 90$ ). Ένα σημαντικό στοιχείο είναι η κατευθυντικότητα του φωτός. Κατά την εφαρμογή αυτών των δραστηριοτήτων, το φως πρέπει να ρυθμίζεται στο επίπεδο του προσώπου (π.χ. κάθετες απλίες εκατέρωθεν του καθρέφτη) αντί ακριβώς πάνω από το κεφάλι, λόγω της χαμηλής σκίασης του προσώπου που δημιουργείται και παραμορφώνει την εμφάνιση της ομοιομορφίας του προφίλ του προσώπου ενός ατόμου.
- **Χαλάρωση/σπα:** Αντίθετα, κατά τη διάρκεια του μπάνιου, υπάρχει ανάγκη να εξαιρεθεί ο φωτισμός εργασίας υψηλού επιπέδου φωτισμού. Αντ' αυτού, για να μετατραπεί ο βοηθητικός χώρος σε μια εμπειρία που μοιάζει με σπα, ο χώρος θα μπορούσε να έχει χαμηλού επιπέδου φωτισμό έμφασης (π.χ. λωρίδες LED κάτω από αναρτημένα (κρεμαστά) έπιπλα μπάνιου ή μέσα σε κόγχες ντους) και να επιτρέπει στον χρήστη να χαλαρώσει χρησιμοποιώντας φωτισμό χαμηλής διέγερσης.

Η εξέταση της ασφάλειας και του προσανατολισμού κατά τη μετακίνηση στην ιδιωτική κατοικία τη νύχτα είναι ένα σημαντικό λειτουργικό κριτήριο, αλλά συνήθως παραμελείται. Οι επισκέπτες μιας ενοικιαζόμενης μονάδας δεν έχουν εξοικειωθεί με τη διαρρύθμιση ή τα εμπόδια που υπάρχουν σε αυτήν. Η στρατηγική του νυχτερινού φωτισμού θα τους παρέχει κάποια μορφή προσανατολισμού (π.χ. για να πάνε στο μπάνιο) χωρίς να τους ξυπνήσει πλήρως. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω χαμηλά τοποθετημένων αισθητήρων κίνησης που ανάβουν ένα πολύ αμυδρό, ζεστό (πορτοκαλί ή ερυθρό χρώμα) φως στο επίπεδο του δαπέδου, που συνήθως είναι ένα μικρό επιτοίχιο φωτιστικό σώμα πορείας, που επιτρέπει την ασφαλή κίνηση στο χώρο. Ο επισκέπτης θα μπορεί να επιστρέψει στον ύπνο αμέσως μετά την πλοήγηση με την ελάχιστη δυνατή χρήση των ματιών του, αποφεύγοντας έτσι τη

διαστολή της κόρης του ματιού που συνδέεται με την έκθεση σε φως πλήρους φάσματος ή την καταστολή της μελατονίνης που προκαλείται από την έκθεση σε έντονο φως. Αυτή είναι μια μικρή αλλά σημαντική πτυχή του πόσο άνετα κοιμάται ο επισκέπτης ενώ βρίσκεται σε αυτή την κατοικία.

#### 2.4.2 Ημερήσιοι και κοινόχρηστοι χώροι

Στην περίπτωση των τουριστικών καταλυμάτων, οι επισκέπτες συνδέουν τον κοινόχρηστο χώρο ή την κεντρική τοποθεσία της διαμονής τους με τους χώρους που περνούν τον χρόνο τους (καθιστικό/τραπεζαρία/κουζίνα ανοιχτού τύπου) και την εμπειρία του επισκέπτη (Wei et al., 2023). Ενώ η λειτουργία ενός ιδιωτικού δωματίου είναι σχετικά σταθερή (ύπνος), οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλαπλούς σκοπούς: χώροι εργασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας για ψηφιακούς νομάδες εργαζόμενους που πειραματίζονται με βραχυχρόνιες διαμονές, οικογενειακές συγκεντρώσεις το βράδυ και χώροι ψυχαγωγίας κατά τη διάρκεια της νύχτας (Roberts et al., 2023). Ως αποτέλεσμα, οι κοινόχρηστοι χώροι απαιτούν φωτισμό που μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με την ώρα της ημέρας, ώστε να παρέχει άπλετο φωτισμό την ημέρα, και απαλό, ζεστό φωτισμό τη νύχτα. Παράλληλα το σύστημα φωτισμού θα πρέπει να επιτρέπει τη ρύθμιση της έντασης του φωτισμού (dimming), της θερμοκρασίας του χρώματος (μέσω τεχνολογίας tunable lighting – ενδεικτικά από 4000K σε 2200K) και της φωτεινής ροής (lumens), με βάση τα επίπεδα φυσικού φωτισμού και τις προτιμήσεις των χρηστών (Zhang et al., 2023). Ένα από τα κύρια ζητήματα είναι η εργασία εντός των ορίων αυτού του τύπου διάταξης ανοικτού χώρου, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν φυσικοί τοίχοι για να δημιουργηθούν διαχωρισμοί μεταξύ των περιοχών. Ο φωτισμός θα είναι τελικά αυτός που θα καθορίσει τον οπτικό διαχωρισμό της κουζίνας (ένας χρηστικός χώρος) από το σαλόνι (ένας χώρος χαλάρωσης). Σε συνδυασμό με την κατάλληλη ένταση φωτισμού, τη ρυθμιζόμενη θερμοκρασία χρώματος και δείκτη χρωματικής απόδοσης  $CRI \geq 90$ , επιτυγχάνεται η βέλτιστη ποιότητα φωτισμού, εξασφαλίζοντας τόσο λειτουργικότητα όσο και υψηλή οπτική άνεση.

Στο σπίτι, ο χώρος της κουζίνας αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση όσον αφορά την εξισορρόπηση της ασφάλειας και της αισθητικής. Η κουζίνα είναι ένας χώρος εργασίας που περιλαμβάνει αιχμηρά εργαλεία και θερμότητα. Για το λόγο αυτό, απαιτεί υψηλό επίπεδο φωτισμού (συνήθως 500 lux στις επιφάνειες εργασίας) και υψηλό βαθμό ομοιομορφίας για την αποφυγή ατυχημάτων (Fang et al., 2022). Ο φωτισμός εργασίας χωρίς σκιές (π.χ., ταινίες LED κάτω από το ντουλάπι – κρυφός φωτισμός) είναι κρίσιμος. Στην περίπτωση

των ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων ανοικτού χώρου, η κουζίνα είναι συχνά ορατή από τον καναπέ. Ως εκ τούτου, μετά το μαγείρεμα, ο φωτισμός του χώρου πρέπει να αλλάξει. Ο γενικός φωτισμός πρέπει είτε να χαμηλώνει είτε να απενεργοποιείται, αφήνοντας χαμηλού επιπέδου φωτισμό έμφασης (π.χ. φωτισμός στο επίπεδο του δαπέδου ή φωτιζόμενα γυάλινα ντουλάπια) για να επιτρέψει στην περιοχή της κουζίνας να υποχωρήσει και να γίνει ένα γραφικό σκηνικό και όχι ένας εκτυφλωτικός αντιπερισπασμός, ενώ οι επισκέπτες βρίσκονται στο τραπέζι του δείπνου (Farooq et al., 2019).

Στους χώρους τραπεζαρίας και καθιστικού, η κοινωνική αλληλεπίδραση και η οπτική άνεση έχουν πρωταρχική σημασία, ενώ η απαίτηση για υψηλή οπτική ευκρίνεια είναι δευτερεύουσα.

- Χώρος τραπεζαρίας: Η έμφαση για το φωτισμό σε αυτόν τον χώρο δίνεται στην επιφάνεια των τραπεζιών. Πολλά τραπέζια έχουν ένα αναρτημένο φωτιστικό (κρεμαστό) ακριβώς από πάνω τους, δημιουργώντας μια περιορισμένη φωτεινή ζώνη ενθαρρύνοντας τη συζήτηση μεταξύ των συνδαιτυμόνων και αφήνει την περίμετρο του τραπέζιού στη σκιά. Η χρήση φωτιστικών με υψηλό δείκτη CRI (μεγαλύτερο από 90) είναι κρίσιμη για τη δημιουργία μιας ορεκτικής εμπειρίας κατά τη διάρκεια του δείπνου.
- Χώρος Καθιστικού: Ο χώρος του σαλονιού πρέπει να αντανakλά εξίσου τόσο τον εξωτερικό όσο και τον εσωτερικό κόσμο. Το πιο συνηθισμένο λάθος που κάνουν οι εξοχικές κατοικίες είναι να δημιουργούν υπερβολικό φως στον χώρο του σαλονιού τη νύχτα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εσωτερικές αντανakλάσεις στα τζάμια που κρύβουν τη θέα του ωκεανού ή της πόλης. Ο καλός σχεδιασμός μπορεί να πετύχει το αποτέλεσμα με την ύπαρξη διαφορετικών σεναρίων φωτισμού ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου με τη χρήση ρυθμιζόμενων φωτιστικών σωμάτων, χαμηλής αντανakλάσης. Παράλληλα, η χρήση κάθετων φωτιστικών (στους τοίχους ή σε έργα τέχνης), προσφέρει στο δωμάτιο ατμοσφαιρική ατμόσφαιρα, σε συνδυασμό με την αίσθηση της ευρυχωρίας, ενώ ο φωτισμός τους δεν ισοπεδώνει την εξωτερική νυχτερινή θέα.

Η ίδια η βάση για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που λειτουργεί καλά ως κοινόχρηστος χώρος είναι η καθιέρωση ενός πίνακα σεναρίων φωτισμού. Δεδομένου ότι είναι δύσκολο για κάθε επισκέπτη να ρυθμίσει χειροκίνητα περισσότερους από δέκα διαφορετικούς διακόπτες (dimmer), η δημιουργία προκαθορισμένων σκηνών (π.χ. Πρωινό, Δείπνο, Ταινία)

θα κάνει την εμπειρία πιο ευχάριστη και απλή. Η χρήση αυτόματων φώτων και αισθητήρων για την ανίχνευση της ποσότητας του φυσικού φωτός που εισέρχεται στον κοινόχρηστο χώρο και η προσαρμογή του τεχνητού συμπληρωματικού φωτισμού με λιγότερη αντίθεση/αντανάκλαση από τις τηλεοράσεις και τους φορητούς υπολογιστές θα βοηθήσει σημαντικά τους απομακρυσμένους εργαζόμενους να βλέπουν και να αισθάνονται άνετα κατά την εργασία τους χρησιμοποιώντας τους κοινόχρηστους χώρους. Καθώς πλησιάζει το βράδυ, το σύστημα φωτισμού θα αλλάζει αυτόματα για να μειώσει τη θερμοκρασία χρώματος (θερμότερος φωτισμός) και την ένταση (χαμηλωμένος φωτισμός), ώστε να υποστηρίξει τον φυσικό βιολογικό ρυθμό των επισκεπτών να πάνε για ύπνο ή/και να κοινωνικοποιηθούν.

#### 2.4.3 Εξωτερικοί και μεταβατικοί χώροι

Ο σχεδιασμός ενός εξωτερικού χώρου και μιας βεράντας που φιλοξενεί με επιτυχία τους επισκέπτες μιας τοποθεσίας συνδέει το εσωτερικό ιδιωτικό (σε στιλ ιερού) με το εξωτερικό (δημόσιο ή φυσικό). Ως εκ τούτου, όταν κάποιος διαμένει σε ένα ενοικιαζόμενο ακίνητο διακοπών, ιδίως σε ένα ακίνητο με θερμότερο κλίμα, το όριο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου μπορεί μερικές φορές να είναι διαπερατό - η βεράντα τις περισσότερες φορές καταλήγει να είναι ένας πρωταρχικός κοινωνικός χώρος. Ο τρόπος με τον οποίο οργανώνεται ο φωτισμός δημιουργεί οπτική συνέχεια - αν οι εσωτερικοί και οι εξωτερικοί χώροι έχουν πολύ μεγάλη διαφορά όσον αφορά τη φωτεινότητα, τότε το γυαλί θα δημιουργήσει μια επιφάνεια αντανάκλασης που θα κρατήσει τον επισκέπτη στο βάθος ενός ημιδιαφανούς χώρου και κατά συνέπεια θα μειώσει την ικανότητά του να αντιληφθεί τον χώρο με ακρίβεια. Με τον φωτισμό κατακόρυφων επιφανειών που βρίσκονται στον εξωτερικό χώρο (όπως τοίχοι κήπων, δέντρα και γλυπτά), το μάτι θα τραβηχτεί φυσικά μέσα από το τζάμι, και ως εκ τούτου, το οπτικό όριο της κατοικίας θα επεκταθεί στο περιβάλλον τοπίο ως μέρος της εσωτερικής εμπειρίας (Wei et al., 2023).

Οι μεταβατικές ζώνες μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού χώρου (π.χ. διάδρομοι, λόμπι, σκάλες) έχουν καθοριστικό ρόλο για τον τρόπο με τον οποίο το μάτι θα προσαρμοστεί στη φωτεινότητα όταν εισέρχεται ή εξέρχεται από μια ζώνη που παρουσιάζει έντονες διαφορές στις τιμές αυτής. Η απότομη μεταβολή φωτεινότητας δημιουργεί την ανάγκη στο οπτικό σύστημα να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες και να ρυθμίσει την ευαισθησία του με βάση το επίπεδο φωτισμού που υπάρχει στο χώρο. Ωστόσο, όταν το μάτι προσαρμόζεται σε μια μεγάλη διαφορά φωτεινότητας, η όλη διαδικασία μπορεί να οδηγήσει

σε οπτικό αποπροσανατολισμό ή προσωρινή τύφλωση (ειδικά όταν η μεταβολή αφορά από έντονα φωτισμένο χώρο σε έναν υποφωτισμένο χώρο), ιδίως για τους επισκέπτες που δεν είναι εξοικειωμένοι με το περιβάλλον τους (Hwang & Kim, 2011). Κατά συνέπεια, ο φωτισμός σε αυτές τις περιοχές χρησιμεύει ως γέφυρα έντασης. Θα πρέπει να είναι αρκετά φωτεινός κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να ταιριάζει με τη φωτεινότητα του εξωτερικού χώρου, ενώ θα πρέπει να είναι αρκετά αμυδρός κατά τη διάρκεια της νύχτας ώστε να επιτρέπει στο μάτι να προσαρμοστεί στα χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού τόσο στους χώρους ύπνου όσο και στην εξωτερική βεράντα. Αυτό επιτυγχάνεται συχνά με φωτιστικά ανάδειξης υψής (grazing) που φωτίζουν τις επιφάνειες των τοίχων με υφή, ώστε να παρέχονται στους επισκέπτες οι κατάλληλες ενδείξεις προσανατολισμού χωρίς να δημιουργούνται υπερβολικές ποσότητες φωτισμού περιβάλλοντος (Kim et al., 2025).

Οι εξωτερικές ανέσεις (συμπεριλαμβανομένων των πισινών, των χώρων εστίασης, των μονοπατιών κ.λπ.) χρησιμοποιούν συνήθως την αρχή του σχεδιασμού της επιλεκτικής αποκάλυψης. Στην περίπτωση αυτή, το σκοτάδι λειτουργεί ως καμβάς και το φως χρησιμοποιείται ως πινέλο για τη διαδικασία σχεδιασμού. Σε αντίθεση με τους εσωτερικούς χώρους, οι οποίοι χρησιμοποιούν γενικά επίπεδα φωτισμού για να παρέχουν τον απαραίτητο φωτισμό για τη λειτουργία, το εξωτερικό περιβάλλον χρησιμοποιεί την αντίθεση και το δράμα στο φωτισμό των χώρων (Oliveira et al., 2024).

- **Η πισίνα:** Ως το πιο εξέχον στοιχείο στη συνολική εικόνα, η πισίνα είναι ένα φωτεινό τοπόσημο που εκπέμπει ατμοσφαιρικό, ευχάριστο φως στους γύρω χώρους.
- **Τοπίο:** Η πηγή φωτός πρέπει να κατευθύνεται προς τις κάθετες μορφές, όπως ο φωτισμός των κορμών των δέντρων, κάθετων κήπων, πέτρινων τοίχων καθώς επίσης να φωτίζονται επαρκώς οι διαδρομές – μονοπάτια που υπάρχουν στον εξωτερικό χώρο.
- **Γεύματα:** Χαμηλού επιπέδου, οικείες πηγές φωτός (όπως φορητές επιτραπέζιες λάμπες ή ρυθμιζόμενα κρεμαστά φώτα) παρέχουν ατμόσφαιρα φωτιάς και ενισχύουν την εστίαση στην κοινωνική ομάδα, ενώ πλαισιώνουν το σκοτεινό περιβάλλον και επιτρέπουν την ορατότητα στα αστέρια και τα φώτα της πόλης.

Τέλος, ο εξωτερικός φωτισμός θα πρέπει να ακολουθεί τόσο τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς όσο και τις αρχές του σκοτεινού ουρανού. Με τη φωτορύπανση να γίνεται ολοένα και πιο διαδεδομένη στους ταξιδιωτικούς προορισμούς, το τεχνητό φως μπορεί να επισκιάσει τον νυχτερινό ουρανό για τους ταξιδιώτες της πόλης που έρχονται να τον δουν.

Επιπλέον, τα φώτα με κακή στόχευση δημιουργούν διαφυγή φωτισμού που τόσο τρομάζει την τοπική άγρια ζωή όσο και ενοχλεί τους ιδιοκτήτες παρακείμενων ακινήτων. Ο βιώσιμος εξωτερικός φωτισμός παράγει φωτιστικά που παρέχουν γωνίες πλήρους αποκοπής (για να διασφαλίζεται ότι όλο το φως κατευθύνεται προς τα κάτω), θερμές θερμοκρασίες χρώματος (για να μειώνεται η διασπορά του φωτός που προκαλείται από το μπλε άκρο του φάσματος) και, όσο το δυνατόν περισσότερο, έξυπνες συσκευές που εξασθενούν ή απενεργοποιούν τον εξωτερικό φωτισμό όταν κανείς δεν βρίσκεται στον εξωτερικό χώρο, γεγονός που θα επιτρέψει στην κατοικία να λάμπει ως αρχιτεκτονικό κόσμημα, ενώ δεν θα αναιρέσει το φυσικό σκοτάδι που την περιβάλλει.

## 2.5 Ο ρόλος του φωτισμού στην εμπειρία της φιλοξενίας

### 2.5.1 Αντίληψη της ποιότητας και της άνεσης

Ο φωτισμός είναι το σημαντικότερο μη λεκτικό μέσο για να αξιολογήσουν οι επισκέπτες πώς αισθάνονται για ένα ακίνητο (Farooq et al., 2019). Όταν οι επισκέπτες φτάνουν σε ένα ξενοδοχείο, κάνουν μια γρήγορη υποσυνείδητη αξιολόγηση σχετικά με την ποιότητα των ξενοδοχειακών καταλυμάτων που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στον τρόπο με τον οποίο φωτίζονται (Wei et al., 2023). Η ποιότητα όσον αφορά τον φωτισμό δεν ορίζεται από την ποσότητα του φωτός, αλλά από το πόσο απαλά κατανέμεται. Ένας χώρος που δεν έχει φωτισμό κατεύθυνσης, χρησιμοποιεί μόνο φώτα οροφής σε ένα ευθύ λευκό επίπεδο μοτίβο που μοιάζει με πλέγμα - μπορεί να δώσει στους επισκέπτες την προσδοκία ενός ποιοτικού περιβάλλοντος τύπου ιδρυματικού χαρακτήρα ή χαμηλού κόστους- ανεξάρτητα από το πόσο ακριβή ή αριστοκρατική μπορεί να είναι η επίπλωση (Kim & Lee, 2024). Ενώ, αν σε έναν χώρο χρησιμοποιούνταν πολλοί τύποι φωτιστικών (με διαφορετικό ύψος), δίνεται στον επισκέπτη η αίσθηση/μη λεκτική ένδειξη ότι λόγω όλων των διαφορετικών τύπων φωτιστικών που χρησιμοποιούνται μαζί (φωτισμός περιβάλλοντος από χωνευτά φωτιστικά, φώτα έμφασης που παρέχουν φως μέσα από μια γκαλερί τέχνης και συστάδες από ζεστά διακοσμητικά φώτα), ο σχεδιασμός των φωτιστικών πρέπει να έχει σχεδιαστεί με λεπτομέρεια και σκοπό. Αυτό επιτρέπει στον επισκέπτη τους να δει ότι θα μπορούσε να απολαύσει ολόκληρο τον χώρο σαν να είχε σχεδιαστεί μόνο για τη χρήση λειτουργικών σκοπών- αντί μόνο για τη χρήση της απόλαυσης (Wei et al., 2023).



Εικόνα 5 Σχέδιο φωτισμού οικίας. (RoomSketcher, 2026)

Η αντίληψη της ποιότητας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το πόσο καλά ένα υλικό αποδίδεται τεχνικά από το φως και μετράται με τον δείκτη απόδοσης χρώματος (CRI) και ειδικότερα με την τιμή R9 (κορεσμένα κόκκινα) (Kim et al., 2025). Στις σύγχρονες εξοχικές κατοικίες χρησιμοποιούνται συχνά φυσικά υλικά υψηλών προδιαγραφών, όπως εκτεθειμένοι πέτρινοι τοίχοι, μαρμαρίνοι πάγκοι και ξύλο με λεπτή υφή. Όταν χρησιμοποιείται φωτισμός κακής ποιότητας (χαμηλός Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης CRI) σε αυτά τα φυσικά υλικά, το βάθος της υφής εξαλείφεται και τα χρώματα αλλοιώνονται, δίνοντας την εντύπωση ότι αντί για τα πανάκριβα υλικά υψηλού κόστους έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά χαμηλής ποιότητας ή συνθετικά υλικά. Ο ποιοτικός φωτισμός θα αποδίδει επαρκώς τα χρώματα ώστε να αντικατοπτρίζουν τη φυσική τους κατάσταση, ενώ παράλληλα θα έχει επαρκή φασματική ικανότητα ώστε να αποδίδει σωστά τους ζεστούς τόνους, αποκαλύπτοντας έτσι το βάθος τους καθώς και την αυθεντικότητά τους. Επιπλέον, ίσως το πιο σημαντικό για τη συνολική εμπειρία του επισκέπτη είναι ο ποιοτικός φωτισμός να αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά (π.χ. οι τόνοι του δέρματος αποδίδονται στη φυσική, υγιή εμφάνισή τους), έτσι ώστε ο επισκέπτης να αντιλαμβάνεται τον εαυτό του ως

ελκυστικό και με αυτοπεποίθηση (Kim et al., 2025). Εναλλακτικά, εάν ο φωτισμός στον καθρέφτη του μπάνιου ρίχνει σκοτάδι ή κάνει το δέρμα να φαίνεται να έχει ένα πολύ χλωμό χρώμα λόγω των πράσινων ή γκριζών αποχρώσεων, τότε η αντίληψη του επισκέπτη για την υγεία του θα μειωθεί, γεγονός που με τη σειρά του μειώνει την ποιοτική αντίληψη του ξενοδοχείου στο σύνολό του.

Η οπτική άνεση και η αισθητική ποιότητα μπορούν να θεωρηθούν ως τα φυσιολογικά ισοδύναμα μεταξύ τους. Η οπτική άνεση ορίζεται από την έλλειψη σωματικής δυσφορίας στο οπτικό σύστημα ενός ατόμου (Hwang & Kim, 2011). Η πηγή οπτικής δυσφορίας σε ένα περιβάλλον προσανατολισμένο στην ανάπαυση είναι η θάμβωση, ιδιαίτερα η άμεση θάμβωση από μη προστατευμένες πηγές φωτός. Η τελευταία προκαλεί συστολή της ίριδας (κόρης) και ένταση των μυών που περιβάλλουν το μάτι, προκαλώντας υποσυνείδητη κόπωση και ευερεθιστότητα (το φαινόμενο του ατμόσφαιρα ανάκρισης) (Fang et al., 2022). Ένα ποιοτικό σύστημα φωτισμού δίνει έμφαση στην έννοια της οπτικής σιωπής, όπου ο αντίκτυπος του φωτός είναι παρών, αλλά όπου η ίδια η πηγή φωτός είναι κρυμμένη από την οπτική επαφή ή έχει ουσιαστικά αποκρυφτεί. Η οπτική ηρεμία έχει ως αποτέλεσμα ένα απαλό και διάχυτο περιβάλλον, που επιτρέπει στο άτομο να χαλαρώσει τα μάτια του (Hwang & Kim, 2011). Ο αντίκτυπος της οπτικής ηρεμίας από ψυχολογική άποψη είναι τεράστιος - μεταδίδει αισθήματα ασφάλειας και οικειότητας και προκαλεί την ενεργοποίηση του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος και τη μετάβαση από μια κατάσταση εγρήγορσης (η οποία είναι απαραίτητη για το ταξίδι/την πλοήγηση) σε μια κατάσταση ανάπαυσης (η οποία είναι κατάλληλη κατά τη διάρκεια των διακοπών).

Εν τέλει, η αίσθηση του τουρίστα ως "σπίτι μακριά από το σπίτι" μπορεί να αναπτυχθεί μέσω της δημιουργίας μιας ατμόσφαιρας άνεσης στην τουριστική κατοικία (Wei et al., 2023). Οι τουριστικές κατοικίες θα πρέπει να δίνουν στους επισκέπτες μια αίσθηση εγκλεισμού και ζεστασιάς, σε αντίθεση με τις εμπορικές ιδιοκτησίες που έχουν κατασκευαστεί για να εξυπηρετούν μεγάλη χρήση, ενσωματώνοντας την έννοια της θερμοκρασίας χρώματος στο περιβάλλον. Συνήθως, ο ψυχρός, φωτεινός φωτισμός συνδέεται με την καθαριότητα, την αποτελεσματικότητα (και επομένως είναι επιθυμητός κατά τις ώρες καθαρισμού), αλλά δίνει επίσης την εντύπωση ότι είναι αποστειρωμένος και φιλόξενος όταν χρησιμοποιείται ως μέσο φωτισμού του χώρου τη νύχτα (Roberts et al., 2023). Όταν το φως αλλάζει και γίνεται πιο ζεστό και κεχριμπαρένιο (2700K - 2200K), οι άνθρωποι αρχίζουν να αισθάνονται την ίδια αίσθηση άνεσης από το φως που θα έπαιρναν

όταν κάθονταν μπροστά σε μια φωτιά τη νύχτα. Αυτή η φασματική αλλαγή του φωτός δεν αλλάζει απλώς τον τρόπο που φαίνεται, αλλά συνάδει και με τον τρόπο που το σώμα των ανθρώπων περιμένει να αισθάνεται άνετα τη νύχτα (Cupkova et al., 2019). Ενισχύει στους επισκέπτες ότι η κατοικία είναι ένας τόπος προσωπικής ανάκαμψης και ότι ο χώρος θα τους παρέχει μια αίσθηση ασφάλειας από την οποία θα μπορούν να νιώσουν οικεία.

### 2.5.2 Φωτισμός και αίσθηση της ταυτότητας του χώρου

Η χρήση του φωτός είναι μια σημαντική πτυχή της αρχιτεκτονικής ταυτότητας (γνωστή και ως *genius loci* ή πνεύμα ενός κτιρίου) (Norberg-Schulz, 1980). Στη σημερινή ανταγωνιστική τουριστική βιομηχανία, πολλά κτίρια έχουν παρόμοιες διατάξεις και ανέσεις, αλλά η χρήση δημιουργικών σχεδίων φωτισμού δημιουργεί μια μοναδική οπτική υπογραφή για κάθε ακίνητο (Farooq et al., 2019). Η δημιουργική χρήση του φωτός δημιουργεί μια αφήγηση με τη χρήση της ιεραρχίας και της αντίθεσης. Με το σχεδιασμό συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών που πρέπει να φωτίζονται (π.χ. ένας ακατέργαστος πέτρινος τοίχος, μια θολωτή οροφή ή ένα σύγχρονο έργο τέχνης), ο φωτισμός παρέχει κατεύθυνση στο μάτι του θεατή και αφηγείται μια ιστορία (Emmanuel, 2023). Ένας χώρος που φωτίζεται ομοιόμορφα με επίπεδο διάχυτο φως δεν έχει ιεραρχία και δεν έχει την αίσθηση του τόπου - μάλλον, μοιάζει γενικός. Αντίθετα, αν ο χώρος χρησιμοποιεί μεθόδους υψηλής αντίθεσης, όπως το *chiaroscuro* (τεχνική έντονης αντίθεσης μεταξύ φωτός και σκιάς), η αντίθεση δημιουργεί οπτικό δράμα, βάθος και βοηθά τον επισκέπτη να θυμηθεί συγκεκριμένες στιγμές ομορφιάς μέσα στο χώρο. Στη σημερινή εποχή των ψηφιακών μέσων ενημέρωσης, η δυνατότητα *Instagrammability* ενός χώρου είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την κράτηση ενός ξενοδοχείου - ως εκ τούτου, το πόσο καλά φωτογραφίζεται ο χώρος θα είναι κρίσιμος παράγοντας για να βοηθήσει τους πιθανούς πελάτες να επιλέξουν το ξενοδοχείο για τις διακοπές τους (Farooq et al., 2019).

Ο φωτισμός σε μια κατοικία ενισχύει την πολιτιστική και συγκυριακή ταυτότητα της κατοικίας αυτής (Wei et al., 2023). Κατά το σχεδιασμό του φωτισμού για μεσογειακές βίλες, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται φωτεινός αποστειρωμένος ψυχρός φωτισμός τύπου γραφείου (όπως συναντάται σε επιχειρήσεις της Βόρειας Ευρώπης), αλλά να χρησιμοποιείται το ζεστό χρυσό φως του ήλιου που συναντάται στην περιοχή καθώς και το σκοτάδι που δημιουργείται από τα αυτόχθονα φυτά της τοπικής αρχιτεκτονικής ως οδηγός φωτισμού (φωτίζοντας υφή επιφανειών όπως στόκος ή πέτρα με ενσωματωμένο χαμηλό επίπεδο θερμού φωτός), επιτρέποντας στο χώρο να διατηρήσει τη ρουστίκ αυθεντικότητα

μέσω μιας σχέσης με τη φύση (Wei et al., 2023). Χρησιμοποιώντας τοπικά διαθέσιμα υλικά για την κατασκευή φωτιστικών (για παράδειγμα, κρεμαστά φωτιστικά από τοπικό πηλό ή υφαντά καλάθια), το ίδιο το φωτιστικό γίνεται πολιτιστικό αντικείμενο. Ωστόσο, τέτοιου είδους φωτιστικά συχνά δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην αισθητική παρά στη φωτοτεχνική και τεχνική τους απόδοση. Επιπλέον, η κατασκευή τους απαιτεί συμμόρφωση με συγκεκριμένα πρότυπα και κανονισμούς ασφαλείας. Για τον λόγο αυτό, η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και, όπου είναι απαραίτητο, σε συνδυασμό με κατάλληλα λειτουργικά συστήματα φωτισμού. Η δημιουργία μιας αίσθησης του τόπου με αυτή τη μέθοδο υποστηρίζει το φως στη δημιουργία ενός καθορισμένου χώρου στην εμπειρία του επισκέπτη, δημιουργώντας μια πιο ικανοποιητική εμπειρία από ένα γενικό ενοικιαζόμενο ακίνητο (Kim & Lee, 2024).

### 2.5.3 Εμπειρία χρήστη και εξατομικευμένη φιλοξενία

Τα σύγχρονα ξενοδοχεία πολυτελείας αλλάζουν την προσέγγισή τους στην εμπειρία των επισκεπτών από ένα μέγεθος που ταιριάζει σε όλους (τυποποιημένο) σε εξατομικευμένο μέσω της χρήσης του φωτός ως προσαρμόσιμου εργαλείου που βοηθά σε αυτή τη μετάβαση (Zhang et al., 2023). Η εμπειρία του επισκέπτη από το σχεδιασμό του φωτισμού ορίζεται από την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το περιβάλλον στο οποίο διαμένει και από το πόσο άνετα μπορεί να προσαρμόσει τις προτιμήσεις του φωτισμού του με βάση την τρέχουσα δραστηριότητα ή τη διάθεσή του. Ένα στατικό σχέδιο φωτισμού, όπου ένας διακόπτης ενεργοποιεί όλα τα φώτα σε πλήρη φωτεινότητα, δεν λαμβάνει υπόψη τις πολλές αποχρώσεις που δημιουργούν διαφορετικά είδη διαμονής των επισκεπτών κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για παράδειγμα, τη μία στιγμή ένας επισκέπτης μπορεί να χρειάζεται δροσερό, φωτεινό φως για εργασία από απόσταση και την επόμενη στιγμή μπορεί να θέλει ζεστό, αμυδρό φως για ένα ρομαντικό δείπνο (Roberts et al., 2023).

Ο εξαιρετικός ξενοδοχειακός σχεδιασμός ενσωματώνει τον έλεγχο βάσει σκηνών ως μέρος της εμπειρίας του επισκέπτη του ξενοδοχείου. Αντί να μπερδεύει τους επισκέπτες με έναν μεγάλο αριθμό ρυθμιστών ροοστάτη, ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα ελέγχου φωτισμού ενσωματώνει εύκολη πρόσβαση σε κουμπιά που βασίζονται σε δραστηριότητες (όπως Relax, Dining, Reading). Αυτό επιτρέπει στους επισκέπτες να επιλέγουν τις δικές τους σκηνές με το πάτημα ενός κουμπιού, ώστε ο χώρος στον οποίο βρίσκονται να μπορεί να ταιριάζει με τις συναισθηματικές τους ανάγκες (Wei et al., 2023).

Η εξατομίκευση εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς μέσω της προσαρμοστικής τεχνολογίας και της τεχνητής νοημοσύνης που ενσωματώνονται σε πολλές πτυχές της ξενοδοχειακής βιομηχανίας. Η αναμενόμενη εξυπηρέτηση είναι ο απώτερος στόχος της εξατομικευμένης εξυπηρέτησης: ένας επισκέπτης να βιώνει την εξυπηρέτηση πριν τη ζητήσει. Στην περίπτωση του εξατομικευμένου φωτισμού, αυτό μεταφράζεται σε αυτοματοποιημένους κικκάδιους ρυθμούς (Tunable White), δηλαδή φωτισμού με δυνατότητα δυναμικής μεταβολής της θερμοκρασίας χρώματος, οι οποίοι ευθυγραμμίζουν υποσυνείδητα τον κύκλο ύπνου-αφύπνισης του επισκέπτη για τη μείωση του jet lag χωρίς προσπάθεια του χρήστη (Cupkova et al., 2019). Επιπλέον, με τη χρήση σκηνών καλωσορίσματος που ενεργοποιούνται αυτόματα κατά μήκος της φωτισμένης διαδρομής του επισκέπτη με τη χρήση κάρτας εισόδου, φωτίζοντας τη θέα και τα χαρακτηριστικά ανέσεων της κατοικίας τους, αυτό επιτρέπει την εισαγωγή του επισκέπτη στις ανέσεις εντός της μονάδας του, χωρίς να τον βυθίζει σε ένα σκοτεινό περιβάλλον, ώστε να μην ψάχνει για διακόπτες ή να ανάβει χειροκίνητα τα φώτα του χώρου (Marikyan et al., 2019). Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει την ικανότητα μιας κατοικίας να παρακολουθεί ή να προβλέπει τις προτιμήσεις ενός επισκέπτη, όπως η αυτόματη ρύθμιση του επιπέδου φωτισμού του περιβάλλοντος. Έτσι, παρέχει στους επισκέπτες μια αβίαστη, διαισθητική και πολυτελή εμπειρία (Emmanuel, 2023).

### 3. Τεχνητή νοημοσύνη και έξυπνα συστήματα φωτισμού

Τα ενσωματωμένα με τεχνητή νοημοσύνη δομημένα περιβάλλοντα αντιπροσωπεύουν μια σημαντική αλλαγή στην αρχιτεκτονική, μεταβάλλοντας τα κτίρια από παθητικά, σταθερά δοχεία σε ενεργά, ανταποκρινόμενα συστήματα (Emmanuel, 2023). Το συγκεκριμένο κεφάλαιο επικεντρώθηκε στο πόσο μεγάλη σημασία έχει ο φωτισμός στην ψυχολογική ευεξία, τη λειτουργία στο χώρο και τα αισθητικά χαρακτηριστικά - το παρόν κεφάλαιο εξετάζει τις τεχνολογίες που βρίσκονται πίσω από την παροχή αυτών των χαρακτηριστικών με δυναμικό τρόπο. Καθώς προχωράμε στη Βιομηχανία 4.0, η σύγκλιση του Διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things - IoT), των αισθητήρων υψηλής τεχνολογίας και των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης αναδιαμορφώνει συνεχώς τις δυνατότητες ενός συστήματος φωτισμού (Fang & Wang, 2023). Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη είναι το νευρικό σύστημα των τουριστικών κατοικιών, επειδή εξυπηρετούν παροδικές βάσεις χρηστών με υψηλές απαιτήσεις τόσο για πολυτέλεια όσο και για βιωσιμότητα, και ως εκ

τούτου, χρειάζονται συνεχή προσαρμογή με βάση τον επισκέπτη, το περιβάλλον του και τις εκάστοτε συνθήκες.

Παραδοσιακά, ο έξυπνος φωτισμός βασίζεται στον χειροκίνητο έλεγχο (χρήση εφαρμογών και τηλεχειριστηρίων, χρονοδιακόπτες προγραμματισμένοι από ένα άτομο). Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη υπερβαίνει τον βασικό αυτοματισμό - μπορεί να μαθαίνει, να προβλέπει και να προσαρμόζεται (Zhang et al., 2023). Σε αντίθεση με ένα παραδοσιακό σύστημα έξυπνου φωτισμού, το οποίο ανταποκρίνεται αποκλειστικά στο πάτημα ενός διακόπτη από τον χρήστη, ένα σύστημα φωτισμού που βασίζεται στην Τεχνητή Νοημοσύνη αναλύει ένα μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων μετρήσεων, όπως τα τοπικά μετεωρολογικά δεδομένα, τα επίπεδα πληρότητας (π.χ. πόσο συχνά οι άνθρωποι μπαίνουν σε ένα δωμάτιο) και την κινησιολογία των χρηστών, συνδυάζοντας αυτά τα δεδομένα για να καθορίσει πώς να ρυθμίσει αυτόματα τον φωτισμό μιας περιοχής (Tan et al., 2022). Ένα σύστημα φωτισμού (ή υπηρεσία) με τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να παρέχει συνεχώς εξελισσόμενες εμπειρίες φωτισμού με βάση τις συνθήκες διαβίωσης ενός χώρου και τα καθημερινά πρότυπα των κατοίκων του (με ελάχιστη ή καθόλου άμεση συμβολή του χρήστη) (Tan et al., 2017).

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει μια επισκόπηση όλων των τεχνολογιών που εμπλέκονται σε αυτόν τον μετασχηματισμό. Παρουσιάζονται οι κύριες έννοιες της ΤΝ και ο αναδυόμενος ρόλος της στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, ενώ παράλληλα διαμορφώνεται ένα θεωρητικό πλαίσιο για τα ευφυή περιβάλλοντα (Emmanuel, 2023). Στη συνέχεια αναλύεται το επίπεδο υλικού, τις συσκευές αισθητηριακής εισόδου, όπως οι αισθητήρες και τα πρωτόκολλα ελέγχου, που θα παρέχουν είσοδο στο σύστημα. Έπειτα, θα εξεταστεί το επίπεδο λογισμικού, το πώς οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, όταν αναλύουν τα δεδομένα των χρηστών, δημιουργούν σενάρια φωτισμού με βάση το τι θα προτιμούσε ένα άτομο, κάτι που μέχρι τώρα δεν ήταν εφικτό (Wei et al., 2023). Τέλος, θα συζητηθεί η ανάγκη για βιωσιμότητα, πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας, συνδυάζοντας το τεχνητό φως και το φυσικό φως της ημέρας, πριν δοθεί μια ρεαλιστική εκτίμηση για το πού θα αποτύχουν οι τεχνολογίες και ποιο είναι το μέλλον της χρήσης τους στον κλάδο της φιλοξενίας (Xiong & Tzempelikos, 2019).

### 3.1 Έννοιες και βασικές αρχές της τεχνητής νοημοσύνης

#### 3.1.1 Ορισμοί και βασικές κατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) μπορεί να οριστεί ευρέως ως ένα ψηφιακό ή ρομποτικό σύστημα με την ικανότητα να ολοκληρώνει καθήκοντα που συνήθως συνδέονται με την ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η συλλογιστική, η μάθηση από προηγούμενες εμπειρίες, η επίλυση προβλημάτων και η αντίληψη του κόσμου (Emmanuel, 2023). Τα συστήματα TN εκτελούν αυτού του είδους τα καθήκοντα με διαφορετικό τρόπο από τα παραδοσιακά συστήματα υπολογιστών (τα οποία βασίζονται αποκλειστικά σε προκαθορισμένα, προγραμματισμένα σύνολα οδηγιών - δηλαδή σε έναν αλγόριθμο που βασίζεται σε συνθήκες), επειδή οι απαντήσεις ενός συστήματος TN μπορούν να αλλάζουν σύμφωνα με τις πληροφορίες που παρέχονται από το ίδιο το σύστημα. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην οικοδομική τεχνολογία δεν αναφέρεται σε έναν τύπο τεχνολογίας, αλλά ενσωματώνει ένα πλήθος διαφόρων τεχνολογιών που βασίζονται σε υπολογιστές και είναι σε θέση να συνεργάζονται προκειμένου ένα σύστημα να λαμβάνει δεδομένα από το εξωτερικό περιβάλλον (μέσω ενός εξωτερικού αισθητήρα) και να χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση του εξωτερικού περιβάλλοντος (F Tan, 2017). Μετά από αυτό, μπορεί να αναληφθεί δράση για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου στόχου (π.χ. αυξημένη εξοικονόμηση ενέργειας, άνεση για τους ενοίκους).

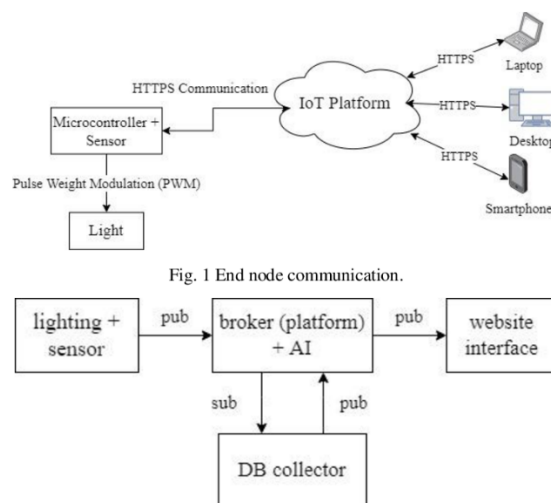


Fig. 1 End node communication.

Εικόνα 6 Παράδειγμα συστήματος έξυπνου φωτισμού με χρήση TN. (Putrada et al., 2022)

Για την κατανόηση της εφαρμογής της TN στην αρχιτεκτονική, είναι ζωτικής σημασίας να γίνει διάκριση μεταξύ των δύο κύριων κατηγοριών: Τεχνητή Στενή Νοημοσύνη (ΤΣΝ) και Τεχνητή Γενική Νοημοσύνη (ΤΓΝ) (Emmanuel, 2023).

- Τεχνητή Στενή Νοημοσύνη (ANI): Γνωστή και ως Περιορισμένη Τεχνητή Νοημοσύνη, είναι επί του παρόντος ο μόνος τύπος Τεχνητής Νοημοσύνης που είναι διαθέσιμος σήμερα. Οι ANI κατασκευάζονται και εκπαιδεύονται για να εκτελούν εξαιρετικά καλά μόνο μία συγκεκριμένη εργασία (συχνά καλύτερα από τον άνθρωπο) και δεν θα κάνουν ποτέ οτιδήποτε άλλο εκτός αυτής της εργασίας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν: συστήματα αναγνώρισης προσώπου, βοηθοί με φωνητική ενεργοποίηση, όπως η Siri ή η Alexa, και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στους έξυπνους θερμοστάτες που επιτρέπουν την προγνωστική θέρμανση. Στην παρούσα διατριβή, οι μόνες αναφορές στην TN σε τουριστικές κατοικίες θα είναι σε ANI που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να ελέγχουν την ενέργεια και τον φωτισμό χωρίς να έχουν καμία μορφή αυτογνωσίας ή τη δυνατότητα εκτέλεσης ενεργειών πέρα από το λογισμικό τους.
- Τεχνητή Γενική Νοημοσύνη (ΤΓΝ): επίσης γνωστή ως ισχυρή TN, αναφέρεται σε ένα θεωρητικό σύστημα του μέλλοντος που μπορεί να εκτελεί ευρείες γνωστικές λειτουργίες συγκρίσιμες ή ανώτερες από εκείνες των ανθρώπων και που μπορεί να εφαρμόζει τη νοημοσύνη του σε πρόσθετα προβλήματα πέραν της ανάπτυξής του. Αν και η έννοια αυτή είναι δημοφιλής στα μέσα ενημέρωσης, δεν υπάρχει ως εφαρμογή της τρέχουσας τεχνολογίας σε συστήματα κατασκευής, όπως συμβαίνει με τις ANI.

Η μηχανική μάθηση (ML) αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τμήμα του τρόπου με τον οποίο η TN μπορεί να συμβάλει στα ευφυή (ή έξυπνα) κτίρια (Emmanuel, 2023). Ο παραδοσιακός αυτοματισμός κτιρίων χρησιμοποιεί ρητό προγραμματισμό (π.χ. ανάψτε τα φώτα στις 6:00 μ.μ.) για τη λογική ελέγχου, ενώ τα συστήματα ML αναπτύσσονται μέσω δεδομένων και αλγορίθμων (π.χ. ανάλυση δεδομένων και εκμάθηση κανόνων) και παράγουν έξοδο (π.χ. πρόβλεψη) χωρίς ρητά προγραμματιστικά καθορισμένες οδηγίες (Emmanuel, 2023). Αντίθετα, μεγάλες ποσότητες δεδομένων τροφοδοτούνται στο σύστημα ML για να το εκπαιδεύσουν, ώστε να κατανοήσει πώς να εκτελέσει μια συγκεκριμένη εργασία (στην προκειμένη περίπτωση, τον αυτόματο προγραμματισμό των φώτων βάσει των προτύπων πληρότητας), σε αντίθεση με τον ρητό προγραμματισμό του. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο

ML σε ένα σύστημα φωτισμού μπορεί να αναλύσει δεδομένα πληρότητας εβδομάδων και να σχηματίζει μαθημένες συσχετίσεις μεταξύ των ωρών αφύπνισης συγκεκριμένων επισκεπτών (π.χ. 7:00 π.μ.) με την ανατολή του ήλιου (Zhang et al., 2023). Μετά την εκπαίδευση του μοντέλου ML, το σύστημα φωτισμού μπορεί να ανάβει αυτόματα σταδιακά (faded-in) κάθε πρωί όταν ξυπνάει ο επισκέπτης, χωρίς άμεσο προγραμματισμό (Wei et al., 2023). Η διάκριση μεταξύ του ρητού προγραμματισμού και της μάθησης μέσω της εμπειρίας είναι μια βασική διαφορά μεταξύ ενός έξυπνου συστήματος και ενός ευφυούς συστήματος (Emmanuel, 2023).

### 3.1.2 Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό

Με την εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική, ο ρόλος του αρχιτέκτονα έχει αλλάξει από τη δημιουργία στατικών μορφών με το χέρι, στην ενορχήστρωση συστημάτων με γνώμονα την απόδοση και τη δυναμική. Ιστορικά, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό στη διαίσθηση και το επαναληπτικό σκίτσο του σχεδιαστή με το χέρι. Σήμερα, μέσω του Παραγωγικού Σχεδιασμού, η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει αναδειχθεί σε συν-δημιουργό της διαδικασίας σχεδιασμού (Emmanuel, 2023). Δηλαδή, ο αρχιτέκτονας δεν σχεδιάζει πλέον απευθείας το κτίριο, αλλά αντίθετα ορίζει τους στόχους (π.χ. μεγιστοποίηση της θέας στον ωκεανό, ελαχιστοποίηση του ηλιακού θερμικού κέρδους, βελτιστοποίηση της δομικής απόδοσης) και τους περιορισμούς (π.χ. όρια του χώρου, προϋπολογισμός, ιδιότητες υλικών) για να εργαστεί η TN. Στη συνέχεια, η τεχνητή νοημοσύνη θα λάβει αυτές τις παραμέτρους και θα χρησιμοποιήσει αλγορίθμους για να παράγει χιλιάδες επαναλήψεις σχεδιασμού, η καθεμία μέσα σε λίγα λεπτά, οι οποίες θα εξερευνούν γεωμετρίες που θα ήταν αδύνατο για το ανθρώπινο μυαλό να συλλάβει ή να υπολογίσει χειροκίνητα. Για παράδειγμα, για ένα ξενοδοχείο τύπου θέρετρου, το σχήμα του κτιρίου μπορεί να σχεδιαστεί μαθηματικά, ώστε να δέχεται τη σωστή ποσότητα ηλιοφάνειας σε κάθε εποχή, ακόμη και πριν τοποθετηθούν τα τούβλα (Emmanuel, 2023).

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην προσομοίωση και πρόβλεψη επιδόσεων αποτελεί ουσιαστικό μέρος ολόκληρης της διαδικασίας σχεδιασμού κτιρίων, πέρα από τη δημιουργία της γεωμετρίας ενός σχεδίου. Πριν από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, τα εργαλεία ενεργειακής μοντελοποίησης απαιτούσαν μεγάλες ποσότητες χειροκίνητης εισαγωγής, που συνήθως περιλάμβαναν στατικά ιστορικά δεδομένα καιρού. Με την εισαγωγή μοντέλων απόδοσης βασισμένων στην TN, η βαθιά μάθηση χρησιμοποιείται για την ανάλυση των πολλών πηγών δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση της απόδοσης ενός

κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολών σε πραγματικό χρόνο του μικροκλίματος, της θερμικής μάζας των υλικών και των εκτιμήσεων της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Gorgulu, 2025). Το αποτέλεσμα είναι ότι οι αρχιτέκτονες μπορούν να δοκιμάσουν τη βιωσιμότητα ενός χώρου πριν από την κατασκευή του. Για παράδειγμα, οι προσομοιώσεις στον υπολογιστή θα αναπαριστούν τον τρόπο με τον οποίο το φως ταξιδεύει μέσα στη βίλα κατά τη διάρκεια ενός έτους και, ως εκ τούτου, μπορούν να υποδείξουν πού θα υπάρχει θάμβωση στο σαλόνι και σκοτεινές θέσεις για τα υπνοδωμάτια. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, ένας αρχιτέκτονας μπορεί να προσαρμόσει προληπτικά τη στρατηγική των υαλοπινάκων ενός έργου για να μετριάσει αυτά τα ζητήματα πριν από την κατασκευή του έργου (Whang et al., 2019).

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη φάση λειτουργίας του δομημένου περιβάλλοντος είναι αυτό που καθιστά δυνατά τα Γνωστικά Κτίρια (Marikyan et al., 2019). Με αυτόν τον τρόπο, οι αρχιτεκτονικές κατασκευές δεν θεωρούνται πλέον ως παθητικά δοχεία για να τα καταλαμβάνουν τα ανθρώπινα όντα - αντίθετα, μπορούν να θεωρηθούν ως ενεργά εμπλεκόμενες, ανταποκρινόμενες οντότητες. Με την ενσωμάτωση των συστημάτων διαχείρισης κτιρίων (BMS) και των συσκευών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), τα κτίρια είναι σε θέση να αισθάνονται ποιος βρίσκεται μέσα σε αυτά, επιτρέποντάς τους έτσι να μεταβάλλουν το φυσικό τους περιβάλλον με προσαρμοστικό τρόπο, τροποποιώντας τις συσκευές σκίασης, ρυθμίζοντας τις θερμοκρασίες χρώματος του φωτός και προσαρμόζοντας τη ροή του αέρα μέσα στο κτίριο - όλα σε πραγματικό χρόνο (Gunay et al., 2016). Αυτό σημαίνει ότι οι αρχιτέκτονες χρησιμοποιούν πλέον έναν διαφορετικό ορισμό για τον όρο καταφύγιο, μετακινούμενοι από αυτόν που το αντιμετωπίζει ως στατικό φράγμα έναντι των στοιχείων της φύσης σε αυτόν που το θεωρεί ως διαδραστικό μέσο που δημιουργεί άνεση. Σε περιβάλλοντα φιλοξενίας, αυτό θα δημιουργούσε ένα νευρικό σύστημα μέσα σε ξενοδοχεία ή βίλες, όπου η αρχιτεκτονική προβλέπει τις ανάγκες των επισκεπτών, παράγοντας υπηρεσίες με βάση τις κινήσεις τους, θολώνοντας έτσι τα όρια μεταξύ των δομημένων στοιχείων και των υπηρεσιών της φιλοξενίας (Fang & Wang, 2023).

## 3.2 Έξυπνος φωτισμός και συστήματα αυτοματισμού

### 3.2.1 Αισθητήρες και συστήματα ελέγχου

Ένα έξυπνο περιβάλλον φωτισμού βασίζεται στους αισθητήρες που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον φυσικό χώρο στον οποίο είναι εγκατεστημένοι. Αυτοί οι αισθητήρες

χρησιμοποιούν ως οι αισθητήρες μιας εγκατάστασης έξυπνου φωτισμού και μεταφράζουν τα φυσικά γεγονότα (π.χ. ανθρώπινη κίνηση, επίπεδα φωτισμού, θερμοκρασία, ήχοι) σε ψηφιακά δεδομένα που μπορούν να επεξεργαστούν και να αναλυθούν από τον επεξεργαστή ελέγχου των έξυπνων φώτων (Tan et al., 2017). Για ένα ξενοδοχείο με σχεδιασμό υψηλής τεχνολογίας, ο πιο σημαντικός αισθητήρας θα ήταν ένας αισθητήρας πληρότητας/καθαριότητας. Σε αντίθεση με τους παλαιότερους παθητικούς αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας που ανιχνεύουν μόνο μεγαλύτερες ποσότητες κίνησης (γενικά δεν είναι σε θέση να καταγράψουν έναν επισκέπτη που διαβάζει αθόρυβα υπό ορισμένες συνθήκες), η νέα τεχνολογία χρησιμοποιεί είτε αισθητήρες κατοχής με μικρόφωνο διπλής τεχνολογίας είτε αισθητήρες ραντάρ mmWave για την ανίχνευση κινήσεων σε πολύ πιο κοντινά διαστήματα (μικροκινήσεις). Η μικροκίνηση μπορεί να είναι αρκετή για να καταλάβουν τα έξυπνα φώτα ότι ένας επισκέπτης εξακολουθεί να βρίσκεται στο δωμάτιο, ακόμη και αν είναι ανενεργός, αποφεύγοντας έτσι την απογοήτευση των επισκεπτών από τα έξυπνα φώτα που σβήνουν όταν υπάρχει ακόμη επισκέπτης στο δωμάτιο του ξενοδοχείου. Για το λόγο αυτό, η ανίχνευση πληρότητας/ελεύθερης χρήσης σε λεπτομερές επίπεδο είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη του στόχου εξυπηρέτησης πελατών ενός διαισθητικού ξενοδοχείου (Tan et al., 2022).

Μια εξίσου σημαντική λειτουργία παρέχεται από τους φωτοαισθητήρες (κοινώς αποκαλούμενους αισθητήρες συγκομιδής φωτός ημέρας), οι οποίοι παρακολουθούν συνεχώς πόσο φυσικό φως περιβάλλοντος εισέρχεται σε έναν χώρο. Οι φωτοαισθητήρες αποτελούν το θεμέλιο για την ενεργειακή αποδοτικότητα - αντί να διαθέτουν έναν απλό διακόπτη on/off, παρέχουν συνεχές dimming (Doulos et al., 2020). Όταν ο ήλιος ανατέλλει και φωτίζει τον χώρο με φως, ο φωτοαισθητήρας στέλνει ένα σήμα στους οδηγούς LED που ρυθμίζει την ποσότητα φωτός που εκπέμπουν τα τεχνητά φώτα μέχρι να υπάρχει η σωστή ποσότητα φωτός (για παράδειγμα, 500 lx) στον πάγκο της κουζίνας. Αυτό συμβάλλει στην εξισορρόπηση της ποσότητας ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη χρήση τεχνητού φωτισμού σε σχέση με την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται από το φυσικό φως (Gunay et al., 2016). Η εξισορρόπηση αυτών των δύο πηγών φωτός θα καταναλώνει τελικά λιγότερη ενέργεια, ενώ παράλληλα θα παρέχει αρκετό φωτισμό για να βλέπει ο χρήστης καθαρά (Xiong & Tzempelikos, 2019).

Τα δεδομένα που συλλέγουν αυτοί οι αισθητήρες αποστέλλονται και διαχειρίζονται μέσω της χρήσης ειδικών πρωτοκόλλων ελέγχου που χρησιμοποιούν ως γλώσσα επικοινωνίας

μεταξύ των συσκευών. Στα εμπορικά και επαγγελματικά περιβάλλοντα φιλοξενίας, το DALI (Digital Addressable Lighting Interface) είναι το βιομηχανικό πρότυπο. Το DALI επιτρέπει σε κάθε μεμονωμένο φωτιστικό σώμα να εκχωρηθεί και να έχει τη δική του μοναδική διεύθυνση, σε αντίθεση με την απλή αναλογική ρύθμιση φωτισμού, όπου δεν υπάρχει τέτοια δυνατότητα διευθυνσιοδότησης (π.χ. αν το σύστημα στείλει μια εντολή στην αριστερή λάμπα του κομοδίνου, δεν θα επηρεάσει τη δεξιά λάμπα του κομοδίνου) (Fang & Wang, 2023). Λόγω της δυνατότητας ύπαρξης μεμονωμένων διευθύνσεων, το σύστημα μπορεί να δημιουργήσει μια εξαιρετικά πολύπλοκη ρύθμιση σκηνής. Πρωτόκολλα όπως το Bluetooth Mesh και το Zigbee κερδίζουν ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα για τη μετασκευή σπιτιών και επαύλεων σε ασύρματα δίκτυα. Το Bluetooth Mesh και το Zigbee δημιουργούν αποκεντρωμένα δίκτυα, κάθε μία από τις συσκευές δημιουργεί ένα δίκτυο αναμεταδίδοντας ένα σήμα από συσκευή σε συσκευή για να εξασφαλιστεί ότι οι συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους ακόμη και αν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες σκυροδέματος που εμποδίζουν τη λήψη σήματος Wi-Fi (Cupkova et al., 2019).

Η διεπαφή χρήστη (UI) είναι ο τρόπος με τον οποίο ο επισκέπτης διασυνδέεται με το σύστημα και έχει αλλάξει από την παραδοσιακούς διακόπτες με ενσωματωμένα έξυπνα πληκτρολόγια και πίνακες αφής. Αυτά τα νέα UI συνδυάζουν διάφορες λειτουργίες σε μία συσκευή (για παράδειγμα, χαραγμένα κουμπιά στο πληκτρολόγιο για διάφορες προκαθορισμένες σκηνές όπως Καλώς ήρθατε, Χαλαρώστε, Καληνύχτα) αντί να έχουν μια συγκεκριμένη σειρά διακοπτών (Marikyan et al., 2019). Στα συστήματα με ενσωματωμένη τεχνητή νοημοσύνη, ο φυσικός διακόπτης γίνεται δευτερεύουσα διεπαφή, επειδή ο φωνητικός έλεγχος ή μια εφαρμογή μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του περιβάλλοντος από το κρεβάτι του επισκέπτη ή από απόσταση, προσθέτοντας έτσι ένα άλλο επίπεδο ευκολίας στη σύγχρονη εμπειρία πολυτέλειας (Zhang et al., 2023).

### 3.2.2 Αυτοματισμός φωτισμού και σενάρια χρήσης

Η αυτοματοποίηση του φωτισμού δημιουργεί μοναδικές, προσαρμοσμένες σκηνές από τη βασική λειτουργία που παρέχουν οι ροοστάτες και οι αισθητήρες, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τη διαδρομή του επισκέπτη κατά τη διάρκεια της διαμονής του. Ο έλεγχος με βάση τις σκηνές μέσω του αυτοματισμού επιτρέπει τον ταυτόχρονο έλεγχο πολλαπλών κυκλωμάτων και την προσαρμογή τους σε προκαθορισμένα επίπεδα με το απλό πάτημα ενός κουμπιού στον τοίχο, αντί να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται ένας διακόπτης. Για τους επισκέπτες που διαμένουν σε ένα ανοιχτό συγκρότημα βραχυχρόνιας μίσθωσης,

όπου υπάρχουν πολλές πολυλειτουργικές χρήσεις για έναν δεδομένο χώρο, θα υπήρχε μεγάλη αξία κατά τη χρήση του αυτοματισμού φωτισμού. Ενδεικτικά αναφέρεται ως παράδειγμα: όταν επιλέγεται η Λειτουργία τραπεζαρίας και ο φωτισμός εργασίας της κουζίνας μειώνει την έντασή του στο 20%, το αναρτώμενο φωτιστικό πάνω από το τραπέζι της τραπεζαρίας αυξάνει την έντασή του στο 80% και τα ζεστά φώτα έμφασης στον τοίχο του καθιστικού φωτίζονται δημιουργώντας μια ζεστή ευχάριστη ατμόσφαιρα για να απολαύσει κανείς το βραδινό γεύμα με την οικογένεια και τους φίλους. Δεν τίθεται θέμα για το τι ενέργειες / προσπάθειες πρέπει να κάνει ο επισκέπτης προκειμένου να ρυθμίσει την επιθυμητή ατμόσφαιρα, επειδή ο αρχιτέκτονας / μελετητής φωτισμού το έχει προβλέψει γι' αυτόν (Zhang et al., 2023).

Στη φιλοξενία, η δημιουργία μιας Σκηνής καλωσορίσματος / check-in είναι ένα από τα πιο σημαντικά σενάρια αυτοματισμού. Στις παραδοσιακές ενοικιάσεις, ένας επισκέπτης φτάνει αργά το βράδυ και πρέπει να αναζητήσει τα κλειδιά του και να ανάψει τα φώτα στο σκοτάδι. Σε μια έξυπνη βίλα που διαθέτει ενσωματωμένα συστήματα κρατήσεων και έλεγχο φωτισμού, μόλις ο επισκέπτης ξεκλειδώσει την έξυπνη κλειδαριά κατά το check in, ξεκινά μια ακολουθία καλωσορίσματος, ο φωτισμός του διαδρόμου περνά από το σκοτάδι στο φως (όπως απαλό, ζεστό φως κατά μήκος του διαδρόμου), οι κουρτίνες του καθιστικού ανοίγουν αυτόματα και τα φώτα εξωτερικού χώρου ανάβουν για να αναδείξουν τη βεράντα (Marikyan et al., 2019). Αυτός ο τύπος άφιξης έχει προκαθοριστεί με τον επισκέπτη για να του δώσει μια αίσθηση σύνδεσης με το περιβάλλον του, καθώς και μια εμπειρία υψηλής ποιότητας και πολυτέλειας, δημιουργώντας μια ευχάριστη έκπληξη.

Πέρα από την ατμόσφαιρα, ο αυτοματισμός αντιμετωπίζει κρίσιμα σενάρια λειτουργικότητας και ασφάλειας.

- **Μονοπάτι του φωτός:** Εάν κάποιος σηκωθεί από το κρεβάτι, για παράδειγμα στις 3:00 π.μ., οι αισθητήρες δαπέδου θα ενεργοποιήσουν τη σκηνή Νυχτερινή πλοήγηση για να φωτίσει τη διαδρομή από το υπνοδωμάτιο στο μπάνιο με ένα αμυδρό, ζεστό πορτοκαλί φως (10-15%). Αυτό θα παρέχει ασφάλεια και προστασία στο άτομο που σηκώνεται από το κρεβάτι χωρίς να ξυπνήσει το ζευγάρι του ή να δημιουργήσει ενόχληση από το έντονο λευκό φως.
- **Σκηνή απενεργοποίησης / εξόδου:** Όταν ένας επισκέπτης πηγαίνει στην παραλία ή κάνει check out από το σπίτι, μπορεί να πατήσει ένα μόνο κουμπί ή να χρησιμοποιήσει τον αυτόματο αισθητήρα (30 λεπτά μετά την αναχώρηση του

τελευταίου ατόμου) κοντά στην μπροστινή πόρτα για να σβήσει όλα τα φώτα και να κατεβάσει τις περσίδες στο σπίτι. Αυτό επιλύει το κοινό πρόβλημα της σπατάλης ενέργειας στα ενοικιαζόμενα σπίτια, όπου οι επισκέπτες συχνά αφήνουν τον κλιματισμό και τα φώτα αναμμένα σε πλήρη ισχύ όταν δεν βρίσκονται στο κατάλυμα.

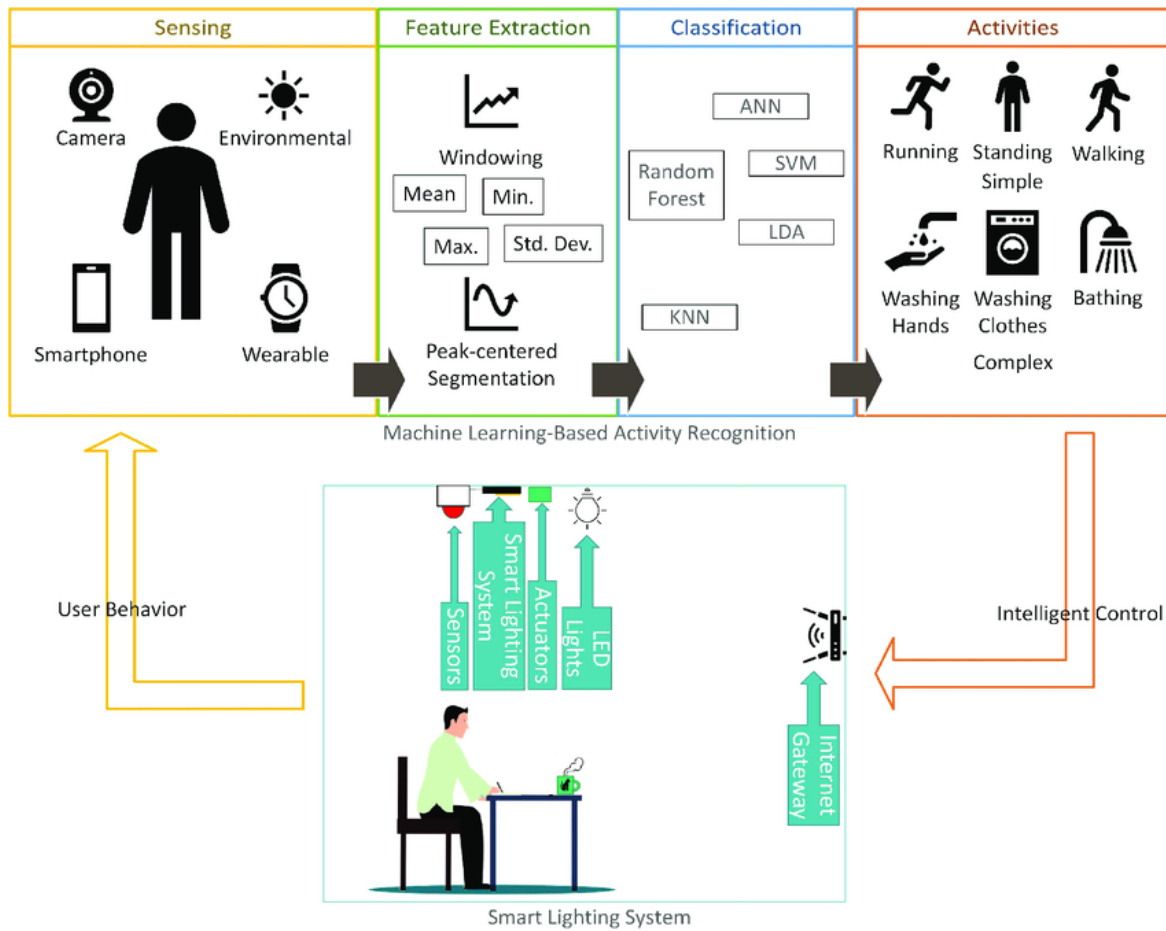
Ο αυτοματισμός είναι το κλειδί για την Προσομοίωση Ασφάλειας (γνωστή ως Mockurancy). Όταν ένα ακίνητο δεν ενοικιάζεται, το σύστημα μπορεί να ενεργοποιεί τα φωτιστικά και να μιμείται την ανθρώπινη παρουσία, αναπαράγοντας καταγεγραμμένα μοτίβα χρήσης. Για παράδειγμα, τα φώτα στο σαλόνι μπορούν να ανάβουν και στη συνέχεια να σβήνουν πριν από την ενεργοποίηση του φωτισμού στα υπνοδωμάτια κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτή η προηγμένη μέθοδος αποτροπής εγκληματικών ενεργειών είναι αποτελεσματικότερη από την απλή χρήση ενός χρονοδιακόπτη, καθώς παράλληλα ενισχύει την ασφάλεια του ακινήτου και διατηρεί την εικόνα μιας κατοικημένης κατοικίας προς το εξωτερικό περιβάλλον.

### 3.3 Προσαρμοστικός φωτισμός και μηχανική μάθηση

#### 3.3.1 Ανάλυση δεδομένων χρήστη και περιβάλλοντος

Καθώς πραγματοποιείται η μετάβαση από τον έξυπνο αυτοματισμό στην πραγματική τεχνητή νοημοσύνη, η βασική αρχή είναι η συγκέντρωση δεδομένων. Ένα τυπικό σύστημα αυτοματισμού ενεργεί σε ένα μόνο σημείο δεδομένων και ανταποκρίνεται άμεσα, π.χ. αν ανιχνευθεί κίνηση, τότε ανάψει τα φώτα. Ωστόσο, ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης καταγράφει συνεχώς και αναλύει σημαντικές ποσότητες δεδομένων του παρελθόντος για τον εντοπισμό συμπεριφορών (Wang et al., 2018). Σε έναν ξενώνα ξενοδοχείου, το σύστημα ενεργεί σαν ψηφιακός ανθρωπολόγος και εξετάζει τον τρόπο συμπεριφοράς των επισκεπτών μέσω των αισθητήρων του κτιρίου (Tan et al., 2022). Αυτό περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων χρήστη, όπως η κίνηση (ανάλογα με το πόσο συχνά ένα συγκεκριμένο δωμάτιο είναι κατειλημμένο, θα δημιουργήσει έναν χάρτη θερμότητας), η αλληλεπίδραση (πότε οι επισκέπτες συνήθως ξυπνούν ή επιστρέφουν από το δείπνο) και η παράκαμψη (πόσες φορές οι επισκέπτες αλλάζουν την προκαθορισμένη θερμοκρασία ή τη σκηνή φωτισμού). Τα παραπάνω στοιχεία θα επιτρέψουν στον αλγόριθμο να δημιουργήσει ένα προφίλ συμπεριφοράς για τον εν λόγω επισκέπτη, επομένως, να ξεχωρίσει τον

επαγγελματία ταξιδιώτη που ξυπνά στις 5:00 π.μ. με τον ταξιδιώτη αναψυχής που κοιμάται μέχρι τις 11:00 π.μ. (Tan et al., 2017).



Εικόνα 7 Παράδειγμα συστήματος έξυπνου φωτισμού με χρήση ΤΝ. (Putrada et al., 2022)

Ταυτόχρονα, το σύστημα εξετάζει τα περιβαλλοντικά δεδομένα για να κατανοήσει τον φυσικό χώρο του κτιρίου. Οι εσωτερικές μετρήσεις του κτιρίου περιλαμβάνουν στοιχεία όπως η θερμοκρασία δωματίου, η υγρασία και τα επίπεδα lux του περιβάλλοντος. Τα εξωτερικά δεδομένα (τα οποία αντλούνται μέσω ενός μετεωρολογικού API) περιλαμβάνουν την τοπική νεφοκάλυψη, τις ηλιακές θέσεις και τις εξωτερικές θερμοκρασίες κ.λπ. (Xiao et al., 2010). Με τη διασταύρωση των δεδομένων χρήστη με τα περιβαλλοντικά δεδομένα, η τεχνητή νοημοσύνη αρχίζει να κατανοεί την αιτία και το αποτέλεσμα. Αντί να παρατηρεί απλώς ότι ένας επισκέπτης κατέβασε τις περσίδες στις 4:00 μ.μ., μπορεί τώρα να συσχετίσει τη θέση του ήλιου και την εξωτερική νεφοκάλυψη για να μάθει ότι το συγκεκριμένο παράθυρο προκαλεί θάμβωση εκείνη την εποχή του χρόνου (Gunay et al., 2016).

Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης προτύπων αποτελούν τη βάση αυτής της ανάλυσης. Με την πάροδο του χρόνου, το σύστημα αναγνωρίζει τον ρυθμό της κατοικίας (ή τις συνήθειες των ενοίκων). Για παράδειγμα, τις ηλιόλουστες ημέρες έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν το σαλόνι χαμηλώνουν επανειλημμένα το επίπεδο φωτισμού στο 50% για να παρακολουθήσουν τηλεόραση, ενώ τις συννεφιασμένες ημέρες έχουν την τάση να διατηρούν τα φώτα στο 80% (Zhang et al., 2023). Αυτοί οι εξελιγμένοι τύποι ανάλυσης δεδομένων επιτρέπουν στη συνέχεια στο κτίριο να προχωρήσει από μια αντιδραστική θέση σε μια θέση πρόβλεψης, όπου το σύστημα δεν περιμένει πλέον να νιώσει άβολα ο επισκέπτης και στη συνέχεια να αλλάξει το επίπεδο φωτισμού- αντίθετα, προβλέπει πότε θα εμφανιστεί η ανάγκη αλλαγής με βάση τη μαθημένη συσχέτιση μεταξύ της ώρας της ημέρας, του καιρού και του ιστορικού προτιμήσεων των χρηστών. Έτσι, δημιουργείται το θεμέλιο ενός πλήρως προσαρμοστικού περιβάλλοντος μάθησης που θα αισθάνεται εγγενώς σωστό χωρίς καμία ανάμειξη του χρήστη (Fukang Suna, N/A).

### 3.3.2 Δυναμική προσαρμογή του φωτισμού

Η δυναμική προσαρμογή του φωτισμού αντιπροσωπεύει το τμήμα εφαρμογής της διαδικασίας λήψης αποφάσεων της TN. Η υλοποίησή της λαμβάνει τη στατική κατάσταση φωτισμού και δημιουργεί ένα δυναμικό, ανταποκρινόμενο σύστημα φωτισμού (Zhang et al., 2023). Ένας από τους πιο γνωστούς τρόπους χρήσης της δυναμικής ρύθμισης του φωτισμού είναι ο κιρκάδιος φωτισμός, ο οποίος μιμείται τη φυσική εξέλιξη του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας για να υποστηρίξει τον βιολογικό ρυθμό του ανθρώπου (Roberts et al., 2023). Η κύρια διαφορά μεταξύ της τυπικής εξασθένισης των φώτων και της δυναμικής ρύθμισης των φώτων είναι ότι, ενώ η τυπική εξασθένιση ρυθμίζει απλώς το επίπεδο έντασης του φωτός, με τη δυναμική ρύθμιση, θα υπάρξει επίσης προσαρμογή στο SPD (Spectral Power Distribution - Φασματική Κατανομή Ισχύος) του φωτός (Baniya et al., 2015). Τις πρωινές ώρες, το ΑΙ θα παρέχει ένα φως υψηλής έντασης, ενισχυμένο με μπλε χρώμα (4000K έως 6500K) για να βοηθήσει στην καταστολή της παραγωγής μελατονίνης και να προωθήσει την παραγωγή κορτιζόλης στο σώμα για να ξυπνήσει και να νιώσει σε εγρήγορση, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για όλους τους διεθνείς ταξιδιώτες όταν προσπαθούν να προσαρμοστούν σε μια διαφορετική ζώνη ώρας και να καταπολεμήσουν το jet lag (Hwang & Kim, 2011). Τη νύχτα, καθώς η μέρα προχωρά, το ΑΙ θα προσαρμόσει το φάσμα του φωτός (2700K σε 2200K), μαζί με τη μείωση της έντασης, για να μιμηθεί την

ώρα του ηλιοβασιλέματος που θα ενεργοποιήσει τη φυσική τάση του σώματος να χαλαρώσει (Wei et al., 2023) .

Οι δυναμικές προσαρμογές των συστημάτων φωτισμού όχι μόνο συμπληρώνουν τις βιολογικές ανάγκες, αλλά αντιδρούν και στο Πλαίσιο Βάσει Δραστηριότητας. Οι συσκευές IoT επικοινωνούν με άλλες έξυπνες συσκευές για να βοηθήσουν το σύστημα φωτισμού να γνωρίζει την τρέχουσα δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα μέσα ή γύρω από το ακίνητο (Tan et al., 2022).

- Λειτουργία πολυμέσων: Για παράδειγμα, όταν η έξυπνη τηλεόραση είναι ενεργοποιημένη, το ΑΙ ρυθμίζει αυτόματα τα φώτα κάτω σε χαμηλό επίπεδο για να μειώσει την αντανάκλαση από την τηλεόραση και ενεργοποιεί του χαμηλού επιπέδου οπίσθιο φωτισμό οθόνης πίσω από την τηλεόραση για να μειώσει την κόπωση των ματιών από την παρακολούθηση τηλεόρασης.
- Λειτουργία τραπεζαρίας: Εάν οι αισθητήρες παρουσίας ανιχνεύσουν ότι υπάρχουν άνθρωποι στο τραπέζι της τραπεζαρίας κατά τις βραδινές ώρες, το σύστημα αλλάζει από την παροχή φωτισμού εργασίας στο χώρο της κουζίνας και εστιάζει μόνο στο τραπέζι της τραπεζαρίας, δημιουργώντας μια οικεία ατμόσφαιρα υπό το φως των κεριών χωρίς να απαιτείται το πάτημα κουμπιού.

Ορισμένες από αυτές τις αλλαγές είναι επίσης ιδιαίτερα επεξεργασμένες ως υποσυνείδητα ερεθίσματα: δεν υπάρχει κανένα τρανταχτό "σπάσιμο" από το φωτεινό φως της ημέρας σε μια συννεφιασμένη βραδινή σκηνή. Αντίθετα, οι προσαρμογές χρησιμοποιούν Fade Rates (καθυστερήσεις σε πραγματικό χρόνο), οι οποίες μπορεί να κυμαίνονται από λεπτά έως ώρες, που εμποδίζουν τους επισκέπτες να αισθανθούν ποτέ ότι τους διαχειρίζεται μια μηχανή ή μέσω της χρήσης τεχνολογίας. Αντίθετα, παραμένουν διαρκώς άνετοι, αφού το φως είναι συνεχώς σύμφωνο με την ώρα της ημέρας, καθώς και με την τρέχουσα δραστηριότητά τους, δημιουργώντας έτσι την αίσθηση ότι βρίσκονται σε ένα πολυτελές περιβάλλον.

### 3.3.3 Εξατομίκευση της εμπειρίας μέσω της τεχνητής νοημοσύνης

Ο απώτερος στόχος της TN στη φιλοξενία είναι να εξελιχθεί από την παραδοσιακή προσέγγιση της αυτοματοποίησης "ένα μέγεθος για όλους" σε μια υπερ-εξατομικευμένη εμπειρία με βάση τις μοναδικές επιθυμίες του κάθε χρήστη (Zhang et al., 2023). Σε ένα συμβατικό έξυπνο σύστημα, μια σκηνή χαλάρωσης προγραμματίζεται από έναν μηχανικό

για 20% φωτισμό για όλους τους χρήστες. Ωστόσο, η οπτική άνεση είναι πολύ υποκειμενική. Ένα ηλικιωμένο άτομο με μειωμένη όραση μπορεί να χρειάζεται 40% φωτισμό για να βλέπει άνετα, αντίθετα, ένα νεότερο άτομο μπορεί να βρίσκει αυτό το επίπεδο φωτισμού υπερβολικά υψηλό (Kim & Lee, 2024). Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούν ενισχυτική μάθηση (RL) μπορούν να καλύψουν αυτό το κενό επιτρέποντας στο σύστημα να μαθαίνει συνεχώς από την ανατροφοδότηση του χρήστη. Για παράδειγμα, κάθε φορά που ένας χρήστης αλλάζει χειροκίνητα μια προκαθορισμένη σκηνή (π.χ., ανεβάζοντας έναν διακόπτη ροοστάτη που είχε χαμηλώσει αυτόματα το σύστημα), η TN το καταγράφει αυτό ως διόρθωση σφάλματος. Κατά τη διάρκεια κάθε παραμονής, ο αλγόριθμος θα βελτιώνει την απόδοσή του αναπτύσσοντας τις προβλέψεις του, καθώς συνεχίζει να καταγράφει τις ατομικές προτιμήσεις του κάθε χρήστη (Tan et al., 2017). Τελικά, το σύστημα θα ευθυγραμμίσει τη συμπεριφορά του κτιρίου με το ατομικό γούστο του κάθε επισκέπτη, ώστε να έχει τον δικό του προσωπικό σχεδιαστή φωτισμού.

Ο όρος Ψηφιακό προφίλ επισκέπτη (επίσης γνωστός ως φορητή ταυτότητα προτιμήσεων) γίνεται όλο και πιο συνηθισμένος στη συζήτηση μιας συναρπαστικής νέας ιδέας στον τομέα της φιλοξενίας (Marikyan et al., 2019). Μια σημαντική πρόκληση με ένα εξοχικό σπίτι είναι ότι το σπίτι δεν μπορεί να μάθει για τον επισκέπτη του μέχρι να μείνει εκεί για μια εβδομάδα. Οι καινοτόμες εταιρείες φιλοξενίας εργάζονται τώρα σε προφίλ που βασίζονται στο cloud για κάθε επισκέπτη. Για παράδειγμα, οι προτιμήσεις των επισκεπτών για το φωτισμό (π.χ. του αρέσει ο ζεστός φωτισμός όταν ξυπνάει ή θέλει απόλυτο σκοτάδι όταν κοιμάται) κρατούνται ως μέρος του προφίλ πιστότητας ή της ψηφιακής ταυτότητάς τους (Zhang et al., 2023). Κατά την άφιξη σε μια νέα εξοχική κατοικία, το προφίλ του επισκέπτη θα μεταφορτωθεί αυτόματα στο BMS (Building Management System), πράγμα που σημαίνει ότι όλες οι προτιμήσεις φωτισμού του επισκέπτη θα ρυθμιστούν με αυτές που βρίσκονται στο σπίτι του. Ως αποτέλεσμα, όταν εκείνος φτάνει στην Ελλάδα, το σπίτι διακοπών είναι πανομοιότυπο με το σπίτι του στο Λονδίνο - επομένως, αυτό θα δημιουργήσει έναν υποσυνείδητο δεσμό και μια εξοικείωση με το σπίτι των διακοπών του. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι ψυχολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ικανοποίηση του επισκέπτη είναι κρίσιμοι για την επιτυχία του ξενοδοχείου και των επισκεπτών του (Wei et al., 2023).

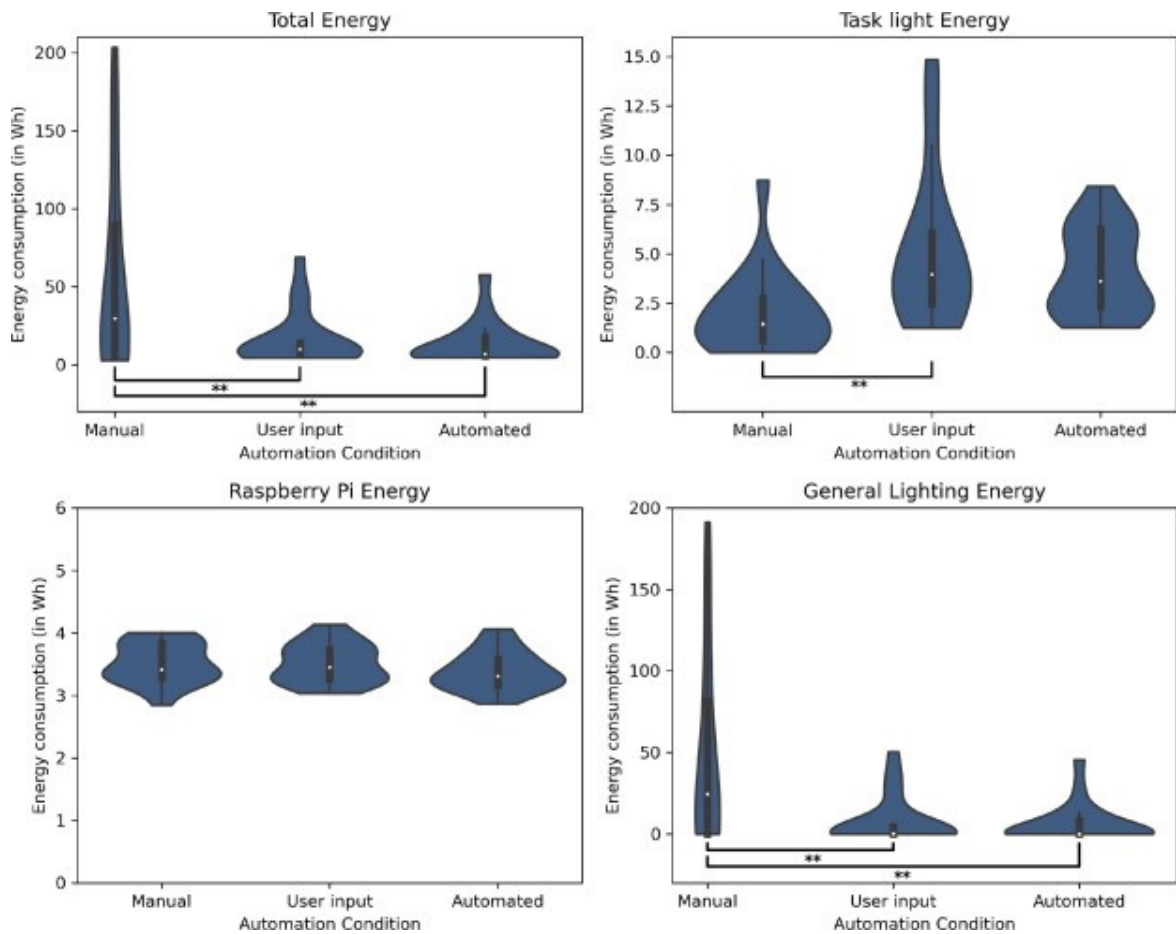
Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) και η φωνητική τεχνητή νοημοσύνη είναι μέθοδοι για τη δημιουργία μιας προσωπικής πινελιάς στη διεπαφή. Με την παραδοσιακή μέθοδο οι επισκέπτες χρησιμοποιούν διακόπτες και touchpads, τα οποία απαιτούν γνωστικό φορτίο κατά την εκμάθηση του τρόπου λειτουργίας του σπιτιού (Marikyan et al., 2019). Οι φωνητικοί βοηθοί ΑΙ απομακρύνουν αυτό το εμπόδιο, επιτρέποντας στους επισκέπτες να εκφράσουν την πρόθεσή τους αντί να εκτελούν εντολές που απαιτούν συγκεκριμένο υλικό. Ο επισκέπτης μπορεί να πει: Επιθυμώ να διαβάσω και η τεχνητή νοημοσύνη θα ερμηνεύσει την πρόθεση και θα ελέγξει τα φώτα με βάση τη θέση τους μέσα στο δωμάτιο, παρέχοντας αλληλεπίδραση χωρίς τριβές μεταξύ του επισκέπτη και της υπηρεσίας, καθώς η τεχνολογία γίνεται αόρατη (Emmanuel, 2023). Η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει στους επισκέπτες τη δυνατότητα να διαμορφώνουν το περιβάλλον τους χωρίς προσπάθεια, έτσι ώστε η αρχιτεκτονική να εξυπηρετεί τον άνθρωπο αντί ο άνθρωπος να εξυπηρετεί την αρχιτεκτονική (Roberts et al., 2023).

### 3.4 Διαχείριση ενέργειας μέσω της TN

#### 3.4.1 Βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας

Αν και η τεχνολογία LED έχει μειώσει σημαντικά το βασικό ηλεκτρικό φορτίο των συστημάτων φωτισμού, το επόμενο βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας δεν γίνεται μέσω του υλικού, αλλά μέσω της λειτουργικής νοημοσύνης. Η κατάχρηση ενέργειας είναι ένα τεράστιο πρόβλημα σε πολλά τουριστικά καταλύματα, επειδή οι επισκέπτες δεν πληρώνουν για τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, συχνά αφήνουν τα φώτα και τις μονάδες κλιματισμού να λειτουργούν σε πλήρη ισχύ ακόμη και μετά την αποχώρησή τους από το δωμάτιο (Xiong & Tzempelikos, 2019). Η διαχείριση ενέργειας με βάση την τεχνητή νοημοσύνη αξιοποιεί αλγορίθμους πρόβλεψης για ενεργειακά αποδοτική λειτουργία - αντί να βασίζονται σε μοντέλα παθητικής αποδοτικότητας (π.χ. χρήση λαμπτήρων χαμηλής ισχύος), χρησιμοποιούν την ενεργητική βελτιστοποίηση. Η υπάρχουσα τεχνολογία βασίζεται συνήθως στο ότι ένα δωμάτιο πρέπει να μείνει κενό (μέσω χρονοδιακόπτη) προτού μειωθεί η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται μέσα σε αυτό. Οι λύσεις που βασίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη μπορούν να προβλέψουν πότε ένα δωμάτιο θα αδειάσει και να αλλάξουν τη λειτουργία διαχείρισης ενέργειας (από λειτουργία υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης σε οικολογική λειτουργία) πριν ένα δωμάτιο αδειάσει εντελώς, αναλύοντας ιστορικά πρότυπα χρήσης (π.χ. η τυπική ώρα που οι επισκέπτες φεύγουν για δείπνο είναι

μεταξύ 7 μ.μ. και 9 μ.μ.) (Wang et al., 2018). Ως εκ τούτου, η ενέργεια δεν σπαταλιέται ποτέ σε χώρους που δεν συμβάλλουν ενεργά στην εμπειρία των επισκεπτών.



*Εικόνα 8 Παράδειγμα βελτιστοποίησης κατανάλωσης ενέργειας με χρήση συστήματος TN (Tan et al., 2022)*

Ο συντονισμός εργασιών (μερικές φορές αναφέρεται ως θεσμικός συντονισμός) είναι ένας βασικός μηχανισμός για αυτή τη βελτιστοποίηση και βασίζεται στη λογαριθμική ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού. Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα δυσκολεύεται να διακρίνει μικρές διαφορές μεταξύ των επιπέδων φωτισμού, ιδίως σε υψηλά επίπεδα φωτεινότητας. Ένα φωτιστικό που λειτουργεί στο 100% θα φαίνεται συνήθως παρόμοιο με ένα φωτιστικό που λειτουργεί στο 80% (García-Martín et al., 2025). Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι σε θέση να ψαλιδίζουν τη μέγιστη ισχύ όλων των φωτιστικών σωμάτων σε ένα επίπεδο 80-85% της ονομαστικής μέγιστης ισχύος τους. Αυτή η διαδικασία trim υψηλού επιπέδου θα μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά περίπου 20% και θα παρατείνει σημαντικά τη διάρκεια ζωής του οδηγού LED μέσω της μειωμένης θερμικής

καταπόνησης, ενώ ο επισκέπτης δεν αντιλαμβάνεται καμία μείωση στην ποιότητα της φωτεινής απόδοσης (Doulos et al., 2020).

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει την λεπτομερή διαχείριση (granularity) των φορτίων. Αντί να έχουν όλα τα φώτα (π.χ. διάδρομος και εξωτερικός χώρος) σε ένα κύκλωμα σε πλήρη ισχύ όλη τη νύχτα, η TN αναγνωρίζει κάθε φως (φωτιστικό) ως ανεξάρτητο σημείο δεδομένων και ρυθμίζει δυναμικά το κατάλληλο επίπεδο εξασθένισης για το συγκεκριμένο φωτιστικό ανάλογα με την πραγματική πληρότητα (Fang & Wang, 2023). Για παράδειγμα, εάν υπήρχε ένας μακρύς διάδρομος με τα φώτα χαμηλωμένα στο 20% μέχρι να ανοίξει την πόρτα του ένας επισκέπτης, η TN θα δημιουργούσε αυτόματα μια φούσκα φωτεινού φωτός, καθώς ο επισκέπτης θα περπατούσε στο διάδρομο. Ο φωτισμός Follow-Me παρέχει φωτεινό φως στις περιοχές που χρειάζεται (τη στιγμή που απαιτείται), εξαλείφοντας έτσι τη σπατάλη που συνδέεται με τα τυπικά σχέδια μόνωσης, λόγω της εξάρτησής τους από τον γενικό φωτισμό (Fukang Suna, N/A).

### 3.4.2 Συνδυασμός φυσικού και τεχνητού φωτισμού

Η αξιοποίηση του ημερήσιου φωτός είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τις ξενοδοχειακές επιχειρήσεις να μειώσουν τη χρήση ενέργειας μέσω του φωτισμού (Doulos et al., 2020). Το μεγαλύτερο εμπόδιο στη συγκομιδή του φωτός της ημέρας είναι η δυσκολία του χειροκίνητου συντονισμού αυτών των δύο τύπων πηγών φωτός. Καθώς οι επισκέπτες κλείνουν τις περσίδες των παραθύρων τους για να εμποδίσουν τον ήλιο, συχνά ανάβουν τα ηλεκτρικά φώτα για να αντισταθμίσουν την απουσία φωτός στο δωμάτιό τους, δημιουργώντας ουσιαστικά μια διπλή ενεργειακή ποινή για τους ξενοδόχους. Ο τρόπος με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη λύνει αυτό το πρόβλημα είναι μέσω της ικανότητάς της να ενεργεί ως κεντρικός συντονιστής, εξισορροπώντας το ηλιακό κέρδος και το ορατό φως του δωματίου σε πραγματικό χρόνο (Xiong & Tzempelikos, 2019). Η TN το επιτυγχάνει αυτό χρησιμοποιώντας εσωτερικούς φωτοαισθητήρες, καθώς και εξωτερικά δεδομένα παρακολούθησης του ηλιακού φωτός, για τη συνεχή παρακολούθηση της ποσότητας του φωτός της ημέρας που εισέρχεται στο δωμάτιο. Μόλις η ποσότητα του φωτός της ημέρας στο δωμάτιο φτάσει σε ένα συγκεκριμένο στόχο lux (π.χ. 300 lux στην περίπτωση ενός καθιστικού), η TN θα χαμηλώσει αυτόματα τα ηλεκτρικά φωτιστικά σώματα. Σε αντίθεση με τις ξαφνικές αλλαγές που συμβαίνουν με τους απλούς, on/off διακόπτες φωτοκυττάρων όταν περνούν σύννεφα, το AI αμβλύνει συνεχώς και σταδιακά την έξοδο ενός φωτιστικού LED και την ανεβάζει και κατεβάζει, ώστε να μην υπάρχει αισθητό τρεμόπαιγμα λόγω της

κίνησης των σύννεφων. Με αυτόν τον τρόπο, ο επισκέπτης θα έχει μια σταθερή και συνεπή ποσότητα φωτός στο δωμάτιο του ξενοδοχείου του, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες (Xiao et al., 2010) .

Το πιο σημαντικό είναι ότι η ΤΝ εφαρμόζει αυτή την εξουσία, τον έλεγχο και την αυτονομία στα πραγματικά προϊόντα επεξεργασίας παραθύρων (π.χ. Smart Blinds & Shades). Στο μεσογειακό κλίμα, η υπερβολική έκθεση στο φως από τον ήλιο συνήθως ισοδυναμεί με υπερβολική θερμότητα (ηλιακό κέρδος) και αυξάνει το φορτίο ζήτησης για τον εξοπλισμό κλιματισμού. Ένα σύστημα με τεχνητή νοημοσύνη θα υπολογίσει πού να τοποθετήσει τις περσίδες με τρόπο που θα εμποδίζει αποτελεσματικά την ηλιακή ακτινοβολία (θερμότητα), αλλά θα γέρνει τα πηγάκια των περσίδων για να κατευθύνει το διάχυτο φως της ημέρας βαθιά μέσα στο δωμάτιο (Gunay et al., 2016). Ο όρος που χρησιμοποιείται για αυτή τη διαδικασία είναι Αυτονομία ημερήσιου φωτός, η οποία επιτρέπει στο κτίριο να λειτουργεί για μέγιστο αριθμό ωρών χωρίς τεχνητό (ηλεκτρικό) φως (Τσαγκρασούλης, 2015). Αντιμετωπίζοντας τα προϊόντα επεξεργασίας παραθύρων και τους ροοστάτες LED ως ένα συγχρονισμένο και συντονισμένο σύστημα, το ΑΙ ως μηχανισμός ελαχιστοποιεί την ποσότητα του τεχνητού φωτός που χρησιμοποιείται, καθώς θα το χρησιμοποιεί μόνο ως έσχατη λύση, δίνοντας προτεραιότητα στο ελεύθερο, φυσικό και υψηλής ποιότητας ηλιακό φως (Whang et al., 2019).

### 3.4.3 Βιωσιμότητα και περιβαλλοντικά οφέλη

Εκτός από την εξοικονόμηση χρημάτων στους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος, η τεχνολογία που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη (ΑΙ) και χρησιμοποιείται στον φωτισμό συμβάλλει στην επίτευξη μεγαλύτερων περιβαλλοντικών στόχων, προσθέτοντας ζωή στα διάφορα μέρη ενός κτιρίου (ή μιας δομής) (Gorgulu, 2025). Ένα πρόσθετο κόστος που συχνά παραβλέπεται στον φωτισμό της φιλοξενίας (ή του ξενοδοχείου) είναι ο αριθμός των αντικαταστάσεων υλικού που συνεπάγεται η χρήση των συσκευών. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης διαθέτουν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης πρόβλεψης που θα τους επιτρέψουν να παρακολουθούν την υγεία των συστημάτων φωτισμού μέσω όλων των μεταβλητών που σχετίζονται με αυτά (θερμοκρασία ενός τροφοδοτικού, διακυμάνσεις τάσης κ.λπ.) για να προσδιορίσουν πότε ένα φωτιστικό θα αποτύχει πριν αυτό συμβεί πραγματικά (Emmanuel, 2023). Επιπλέον, η διάρκεια ζωής ενός LED θα υπερδιπλασιαστεί όταν λειτουργεί σε χαμηλότερη ένταση (Task Tuning) και όχι σε πλήρη ισχύ, επειδή η θερμική καταπόνηση που ασκείται στα διάφορα εξαρτήματα θα είναι πολύ μικρότερη από

ότι αν το φωτιστικό λειτουργούσε σε πλήρη ισχύ. Κατά συνέπεια, η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων που δημιουργούνται από την αντικατάσταση των drivers και των τσιπ αποτελεί βασική πτυχή της προώθησης του συνόλου της κυκλικής οικονομίας σε σχέση με τις κατασκευαστικές δραστηριότητες (Doulos et al., 2020).

Εν κατακλείδι, η τεχνητή νοημοσύνη έχει καταστεί εξαιρετικά σημαντική για τη μείωση της φωτορύπανσης, η οποία αποτελεί ένα αυξανόμενο περιβαλλοντικό ζήτημα για τις παρθένες κοινότητες σε όλο τον κόσμο (Emmanuel, 2023). Είναι πολύ δύσκολο να τηρηθεί η συμμόρφωση με τον σκοτεινό ουρανό με χειροκίνητο έλεγχο, δεδομένου ότι οι επισκέπτες τείνουν να αφήνουν αναμμένο τον εξωτερικό φωτισμό (wall wash) καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας. Το AI χρησιμοποιεί γεωφώρους και αστρονομικά ρολόγια για την επιβολή αυστηρών πολιτικών προγραμματισμένης απενεργοποίησης του φωτισμού (Fang & Wang, 2023). Το σύστημα AI θα ενεργοποιεί τα φώτα τοπίου υψηλής έντασης μόνο κατά τις κοινωνικά ενεργές περιόδους (περίπου από τη δύση του ηλίου έως τα μεσάνυχτα). Μόλις παρέλθει ο καθιερωμένος χρόνος ή μόλις η TN επαληθεύσει ότι οι βεράντες είναι άδειες, η TN θέτει τον εξωτερικό χώρο σε λειτουργία διατήρησης, η οποία συνεπάγεται την απενεργοποίηση όλων των φώτων που βλέπουν προς τα πάνω (up lights) και τη μείωση όλων των φώτων των μονοπατιών σε ελάχιστα επίπεδα φωτισμού που διατηρούν τη δημόσια ασφάλεια. Η διατήρηση της τοπικής νυχτερινής άγριας ζωής, όπως των μεταναστευτικών πτηνών που ενδέχεται να αποπροσανατολιστούν λόγω του περιβαλλοντικού φωτισμού, καθώς και η περιβαλλοντική ευθύνη κάθε ιδιοκτησίας για τη διατήρηση της ομορφιάς και της ακεραιότητας του νυχτερινού ουρανού, αποτελούν σημαντικές παραμέτρους και παροχές για τους επισκέπτες (Gorgulu, 2025).

### **3.5 Δυνατότητες και περιορισμοί εφαρμογής σε τουριστικές κατοικίες**

Παρά τις σημαντικές δυνατότητες μετασχηματισμού της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στον φωτισμό, η εφαρμογή της σε τουριστικές κατοικίες παρουσιάζει πολλές τεχνικές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της διαλειτουργικότητας και της αξιοπιστίας. Επί του παρόντος, η αγορά έξυπνων κατοικιών είναι πολύ κατακερματισμένη με πολλά ανταγωνιστικά πρωτόκολλα (π.χ. Zigbee, Z-Wave, KNX, DALI, Matter) που δεν συνεργάζονται σταθερά για να επικοινωνούν σωστά. Όταν οι κατοικίες έχουν μια πολύ σύνθετη εγκατάσταση φωτισμού που απαιτεί επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων HVAC, των περσίδων και των συστημάτων ασφαλείας, υπάρχει κίνδυνος να παρουσιαστεί

καθυστέρηση συστήματος ή αποτυχία του συστήματος. Σε περίπτωση που το δίκτυο Wi-Fi είναι ασταθές (κάτι που συμβαίνει συχνά σε απομακρυσμένες βίλες διακοπών), η νοημοσύνη του σπιτιού χάνεται, γεγονός που μπορεί να αφήσει τους επισκέπτες να μην γνωρίζουν αν θα είναι σε θέση να εκτελέσουν ακόμη και τις πιο απλές εργασίες, όπως το άναμμα των φώτων. Σε αντίθεση με τους φυσικούς διακόπτες (οι οποίοι έχουν μηχανική αξιοπιστία), τα συστήματα TN που βασίζονται σε υποδομές βασισμένες στο cloud εισάγουν ένα μοναδικό σημείο αστοχίας που απαιτεί υψηλής ποιότητας υποδομές δικτύωσης επιχειρηματικού επιπέδου, οι οποίες συνήθως δεν είναι διαθέσιμες σε κατοικίες.

Όσον αφορά τις λειτουργίες, ο ανθρώπινος παράγοντας αποδείχθηκε ότι είναι η πιο δύσκολα προβλέψιμη μεταβλητή. Τα συστήματα TN βασίζονται σε προβλέψιμα μοτίβα, και όμως, εκ κατασκευής, οι εξοχικές κατοικίες έχουν επισκέπτες που μένουν για μικρά χρονικά διαστήματα, γεγονός που δημιουργεί πρόβλημα για την TN που μαθαίνει το μοτίβο μιας οικογένειας που επισκέπτεται τον Ιούλιο και στη συνέχεια υποθέτει ότι το ίδιο μοτίβο θα ισχύει και για ένα ζευγάρι που επισκέπτεται τον Αύγουστο. Επομένως, εάν υπάρχει ένα μοντέλο για τους επισκέπτες που δεν έχει ρυθμιστεί σωστά, οι επισκέπτες θα αισθάνονται απογοητευμένοι, αντί να αισθάνονται άνετα. Η καμπύλη μάθησης δημιουργεί τριβές μεταξύ του επισκέπτη και της TN. Εάν η διεπαφή είναι πολύ περίπλοκη ή εάν υπάρχουν αυτόνομες λειτουργίες, όπως φώτα που χαμηλώνουν αυτόματα όταν ο χρήστης προτιμά να είναι πιο φωτεινό το φως, τα συστήματα TN θα γίνουν ενοχλητικά για τους επισκέπτες. Η πρόκληση είναι να σχεδιαστεί ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης το οποίο όχι μόνο να είναι αρκετά διακριτικό, ώστε να είναι χρήσιμο, αλλά και να γίνεται αντιληπτό ως αρκετά διαφανές, ώστε οι επισκέπτες να αισθάνονται ότι έχουν πάντα τον έλεγχο της τεχνητής νοημοσύνης και έτσι να εξαλείφεται το φαινόμενο Skynet, κατά το οποίο ο επισκέπτης αισθάνεται ότι το σπίτι δεν υπακούει στις εντολές του επισκέπτη.

Η είσοδος στον τεχνητό φωτισμό εμποδίζεται από ένα μεγάλο οικονομικό εμπόδιο, όχι μόνο για το CapEx αλλά και για το OpEx. Με την προσθήκη λογικής σε ένα τυπικό σύστημα φωτισμού (χάλκινο καλώδιο/μηχανικός διακόπτης) για τη δημιουργία ενός συστήματος φωτισμού AI, το κόστος ενός συστήματος AI και της εγκατάστασης ενός συστήματος AI μπορεί να υπερβεί τον ηλεκτρικό προϋπολογισμό μιας βίλας κατά 300% έως 500%. Παρόλο που ορισμένοι θα υποστηρίξουν την απόδοση της επένδυσης ενός συστήματος φωτισμού AI μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας, η περίοδος απόσβεσης ορισμένων επενδυτών το καθιστά πολύ απωθητικό. Δεν είναι μόνο το υλικό, η συντήρηση ενός συστήματος

φωτισμού ΑΙ δημιουργεί μακροπρόθεσμο κίνδυνο συντήρησης. Ένας ηλεκτρολόγος μπορεί να δημιουργήσει μια έγκαιρη ανταπόκριση σε μια απλή επισκευή, όπως η αντικατάσταση ενός διακόπτη - ένας προγραμματιστής ή τεχνικός πληροφορικής απαιτείται για να κάνει την επισκευή ενός συστήματος TN που είναι εκτός λειτουργίας από κάτι όπως μια αλλοίωση διεύθυνσης DALI ή ένα σφάλμα συγχρονισμού/επικοινωνίας (handshake error) διακομιστή, το οποίο μπορεί να μην είναι καν διαθέσιμο σε ορισμένες τουριστικές περιοχές (όπως τα ελληνικά νησιά). Αυτό δημιουργεί μια σημαντική ευπάθεια για τον ιδιοκτήτη: εάν ένα σύστημα TN αποτύχει ακριβώς πριν από την άφιξη ενός επισκέπτη, είναι αδύνατο για τον ιδιοκτήτη ενός καταλύματος να καλέσει απλώς έναν τεχνίτη. Ως αποτέλεσμα, η πολυπλοκότητα και το κόστος που σχετίζονται με την εφαρμογή αυτών των συστημάτων περιορίζουν σήμερα τη χρήση τους στο υπερπολυτελές τμήμα της αγοράς, κυρίως λόγω του κόστους ενός ειδικού συμβολαίου συντήρησης που απορροφάται από τις υψηλές τιμές νυχτερινής μίσθωσης.

Αν και αυτό μπορεί να ισχύει, η μελλοντική πορεία της τεχνολογίας φαίνεται πολύ ελπιδοφόρα, καθώς οδηγείται κυρίως από ένα σημαντικό νέο επίπεδο τυποποίησης που εισάγεται μέσω της ανάπτυξης πρωτοκόλλων όπως το Matter. Με αυτό το νέο πρότυπο για τη συνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών, η Apple, η Google και άλλοι κατασκευαστές θα μπορούν να έχουν όλα τα προϊόντα τους συνδεδεμένα και να επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την ίδια γλώσσα, μειώνοντας έτσι σημαντικά το χρόνο και το κόστος που συνεπάγεται η μεταξύ τους ενσωμάτωση. Καθώς αυτές οι αλλαγές στην τεχνολογία συνεχίζουν να αναπτύσσονται, αναμένεται ότι οι εξελίξεις θα συνεχίσουν να μετακινούνται από τα κεντρικά συστήματα επεξεργασίας που είναι συχνά ακριβά, στη μελλοντική εισαγωγή του Edge Computing - όπου όλη η επεξεργασία γίνεται στο τσιπ που είναι ενσωματωμένο στον ίδιο τον διακόπτη ή τον λαμπτήρα. Επομένως δεν εξαρτάται πλέον από ένα cloud ή μια σταθερή συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο και έτσι τα έξυπνα φώτα θα είναι εξίσου αξιόπιστα με τα παραδοσιακά ενσύρματα συστήματα φωτισμού.

Εκτός από αυτές τις εξελίξεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, προβλέπεται ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στον κλάδο της φιλοξενίας θα επεκταθεί στη βιομετρική ενσωμάτωση. Στα μελλοντικά χρόνια, τα συστήματα δεν θα χρειάζονται πλέον χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων ή δεν θα χρειάζονται γενικούς τύπους αισθητήρων, αλλά θα χρησιμοποιούν wearables (όπως ένα ρολόι) ή ανέπαφους βιομετρικούς αισθητήρες που θα μετρούν τη φυσιολογική κατάσταση ενός επισκέπτη, όπως ο καρδιακός ρυθμός, η

αρτηριακή πίεση, η θερμοκρασία κ.λπ. Το φωτιστικό θα αλλάζει αυτόματα ανάλογα με τη φυσιολογική κατάσταση του επισκέπτη ή την ώρα της ημέρας. Για παράδειγμα, εάν το φωτιστικό ανιχνεύσει κατάσταση υψηλού στρες ή υψηλή θερμοκρασία σώματος, θα ψύχει το χώρο μέσω A/C και θα χαμηλώνει τα φώτα. Καθώς αυτή η τεχνολογία εξελίσσεται και γίνεται πιο προσιτή, καθώς οι καταναλωτές παγκοσμίως προσαρμόζονται στην τεχνολογία, η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα φωτιστικά σώματα θα θεωρηθεί ως προϋπόθεση για την επιτυχία των επιχειρήσεων, όπως είναι ο κλιματισμός και το Wi-Fi στις σημερινές αγορές φιλοξενίας.

## 4. Ανάλυση περιπτώσιολογικών μελετών

Ο τρόπος χρήσης και ενσωμάτωσης των βιολογικών επιδράσεων του φωτός, η ψυχολογία της εμπειρίας του επισκέπτη, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στον κλάδο της φιλοξενίας και οι φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές στον αρχιτεκτονικό φωτισμό αποτελούν τα κύρια θέματα των προηγούμενων κεφαλαίων της παρούσας εργασίας. Αν και έχουν παρουσιαστεί θεωρητικά παραδείγματα αυτών των θεμάτων και των υποστηρικτικών τεχνολογιών, είναι εξίσου σημαντικό να εξεταστεί πώς λειτουργούν αυτές οι αρχές στην πράξη. Αυτό το κεφάλαιο χρησιμεύει ως μέσο σύνδεσης της θεωρητικής έρευνας με την πρακτική εφαρμογή αυτών των θεμάτων, εξετάζοντας επιλεγμένα έργα στον τομέα της φιλοξενίας. Με βάση μια συστηματική μεθοδολογία σχεδιασμού φωτισμού για έργα τουριστικών καταλυμάτων, θα εξεταστεί πώς ενσωματώνονται η χωρική ταυτότητα, η οπτική άνεση και η έξυπνη διαχείριση ενέργειας στον σχεδιασμό του φωτισμού. Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης αυτών των παραδειγμάτων, θα εντοπιστούν οι βέλτιστες πρακτικές στον κλάδο της φιλοξενίας, θα αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των αυτοματοποιημένων συστημάτων φωτισμού σε σχέση με την πραγματική χρήση και θα εξαχθούν συγκριτικά συμπεράσματα που θα χρησιμεύσουν ως βάση για την τελική πρόταση σχεδιασμού φωτισμού.



Εικόνα 9 Φωτορεαλιστική απεικόνιση B/A & B/Δ όψεων



Εικόνα 10 Φωτορεαλιστική απεικόνιση N/A & N/Δ όψεων

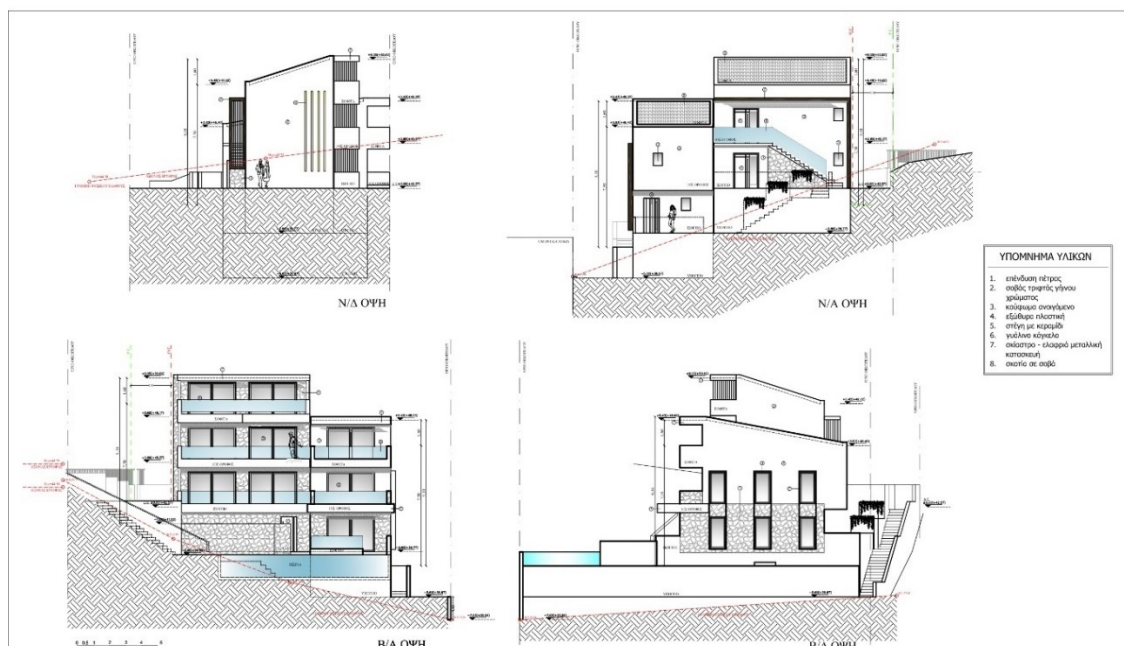
## 4.1 Κριτήρια επιλογής και μεθοδολογία ανάλυσης

Η παρούσα ερευνητική μελέτη θα αξιολογήσει δύο κτίρια φιλοξενίας και το περιβάλλον που τα περιβάλλει μέσω μιας αρχιτεκτονικής σύνθεσης του προτεινόμενου έργου φιλοξενίας, ειδικά προσαρμοσμένης στον συγκεκριμένο χώρο. Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η συνολική και συνεκτική αξιολόγηση της εγκατάστασης φιλοξενίας. Οι δύο τυπολογίες κτιρίων θα εξεταστούν σε πολλαπλούς τομείς ανάλυσης με διάφορα είδη αρχιτεκτονικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων και θα λάβουν υπόψη τις πολλαπλές λειτουργικές και βιωματικές ανάγκες των επισκεπτών.

Η μεθοδολογία ανάλυσης θα περιλαμβάνει μια διεξοδική αξιολόγηση τριών τομέων ανάλυσης:

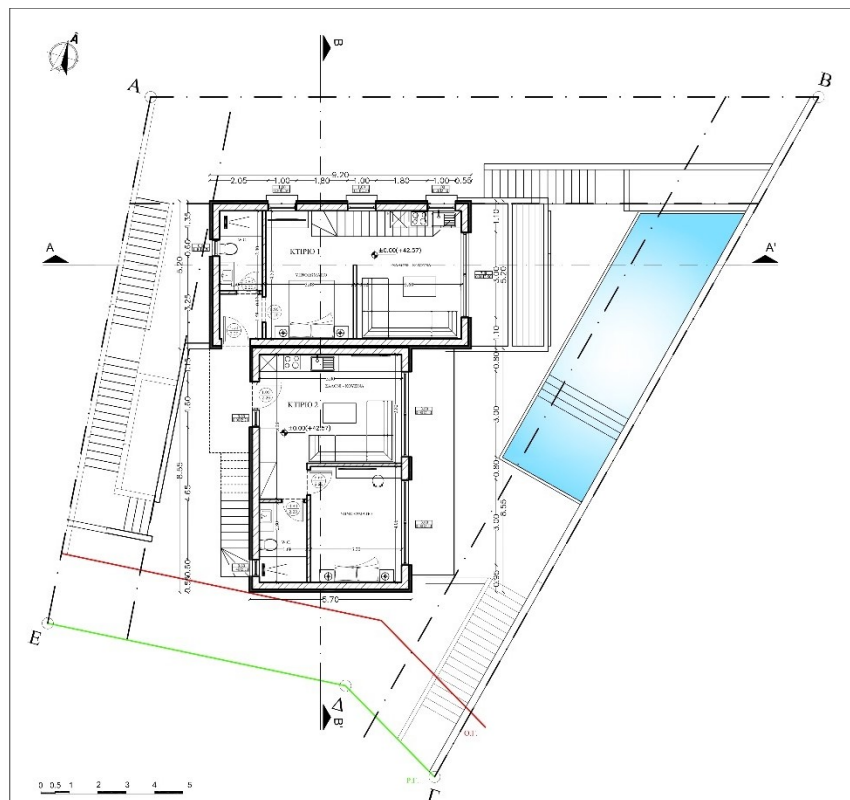
1. Χωρική γεωμετρία και φυσικό φως (διαστάσεις, προσανατολισμός και αρχιτεκτονικοί περιορισμοί),
2. Σενάρια λειτουργικού φωτισμού (προτεινόμενος έξυπνος φωτισμός),
3. Περιβαλλοντική ενσωμάτωση (εσωτερικός φωτισμός σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες).

### 4.1.1 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 1: Τυπολογία κτιρίου 1



Εικόνα 11 Σύνολο όψεων των δύο κτιρίων

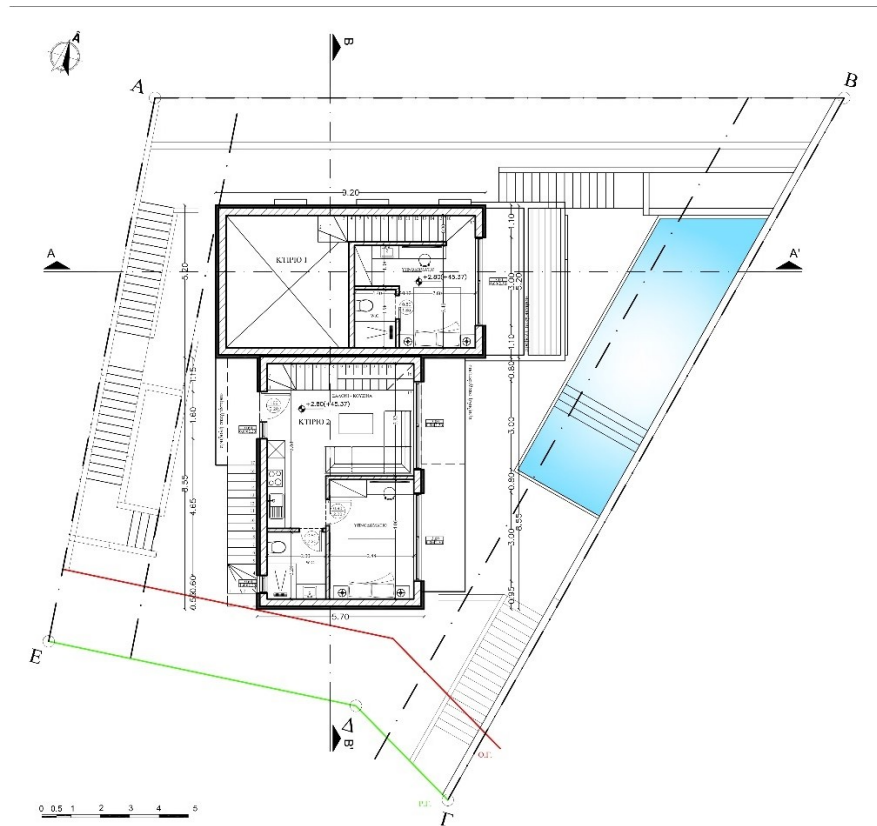
Το πρώτο κτίριο του συγκροτήματος είναι ένα ορθογώνιο κτίριο μήκους 9,00 m και πλάτους 5,00 m και αποτελεί την πρώτη από τις βασικές τυπολογίες. Η γεωμετρία του κτιρίου καθορίζει επίσης τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται κανείς τον εσωτερικό χώρο. Η κάθετη διάταξη των χώρων αποτελείται από ένα πλήρως διαχωρισμένο κύριο ισόγειο επίπεδο και ένα πλήρως αυτόνομο δεύτερο επίπεδο που περιλαμβάνει επιπρόσθετα μια σοφίτα/υπνοδωμάτιο 20 τ.μ. Στο κύριο επίπεδο, ο μεγαλύτερος χώρος, περίπου 40 τ.μ., είναι διατεταγμένος κατά μήκος μιας γραμμικής διαδρομής με λειτουργικούς χώρους που συνήθως σχετίζονται με τη δημόσια και την ιδιωτική χρήση, ξεκινώντας από την μπροστινή είσοδο, περνώντας από το σαλόνι, την κουζίνα, το μπάνιο και καταλήγοντας στο υπνοδωμάτιο.



Εικόνα 12 Κάτοψη ισόγειου Κτιρίου 2, Κάτοψη ορόφου Κτιρίου 1

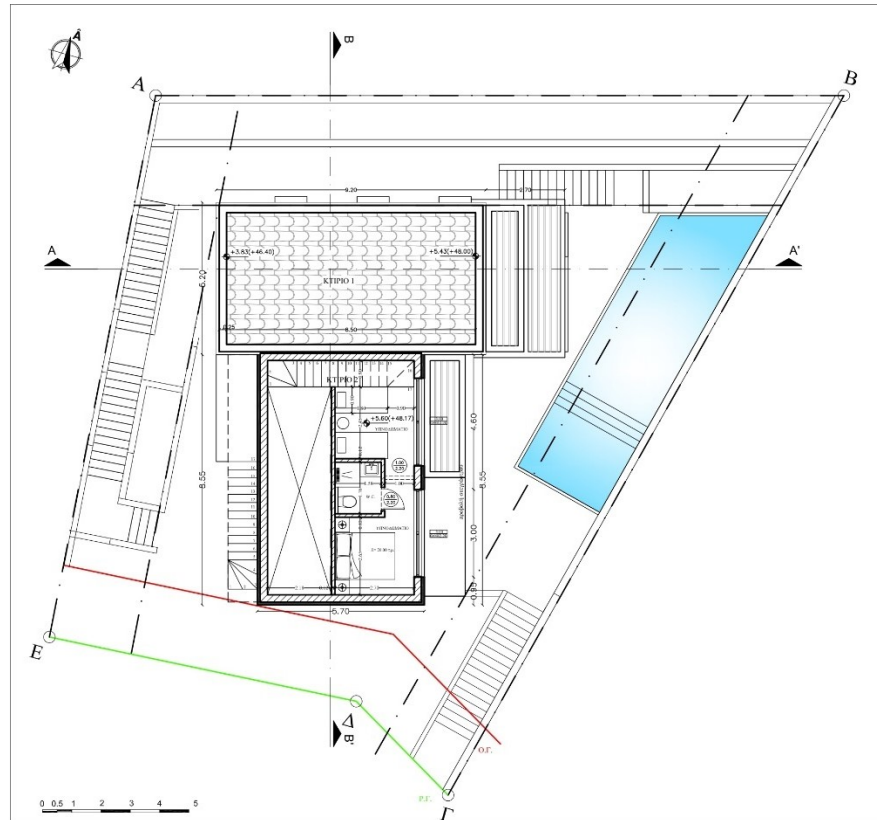
Σχετικά με τον σχεδιασμό φωτισμού, η γραμμική εξέλιξη των χώρων και ο καθορισμός των χαρακτηριστικών κάθε χώρου απαιτούν στρατηγική ζωνοποίηση. Χωρίς εμφανές φυσικό όριο μεταξύ του καθιστικού και της κουζίνας, ο φωτισμός πρέπει να δημιουργεί την αίσθηση διαχωρισμού μεταξύ των δύο περιοχών, καθώς και μια μοναδική και διαφορετική ατμόσφαιρα για την καθεμία. Ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού θα επιτρέπει στον χρήστη

να διαχειρίζεται τη μετάβαση από τη χρηστική πλευρά ενός λειτουργικού χώρου στην άνεση του παρακείμενου χώρου χαλάρωσης.



**Εικόνα 13 Κάτοψη ορόφου Κτιρίου 2, Κάτοψη σοφίτας Κτιρίου 1**

Θα αναλυθούν λεπτομερώς δύο παραδείγματα επιτυχημένου ελέγχου φωτισμού για να καταδειχθεί η σημασία του δυναμικού ελέγχου στους προαναφερθέντες χώρους. Το πρώτο παράδειγμα είναι το σενάριο Χαλάρωση, όπου επιδιώκει να αλλάξει αμέσως την αίσθηση του χώρου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, γενικά, ο γενικός φωτισμός οροφής θα άναβε για να φωτιστεί ο χώρος, αλλά σε αυτό το σενάριο, ο γενικός φωτισμός οροφής μειώνεται αισθητά. Αντί για τον γενικό φωτισμό οροφής της ημέρας, θα χρησιμοποιείται θερμός φωτισμός σε χαμηλά επίπεδα που παρέχεται από αρχιτεκτονικά φωτιστικά. Τα αρχιτεκτονικά φωτιστικά φωτίζουν τα focal points, δηλαδή τα σημεία και στοιχεία ενδιαφέροντος, με σκοπό τη δημιουργία ατμόσφαιρας, βάθους και ενός άνετου, οικείου χώρου χωρίς θάμβωση. Επιπλέον, ο φωτισμός εργασίας στην κουζίνα δεν θα είναι σε λειτουργία κατά τη διάρκεια αυτού του σεναρίου, ώστε το μάτι να μην εστιάζει στη συγκεκριμένη ζώνη, επιτρέποντας έτσι στον λειτουργικό χώρο της κουζίνας να υποχωρήσει οπτικά στο φόντο, ώστε το μόνο που θα έχει πρωταρχική σημασία να είναι η χαλάρωση στον καναπέ.



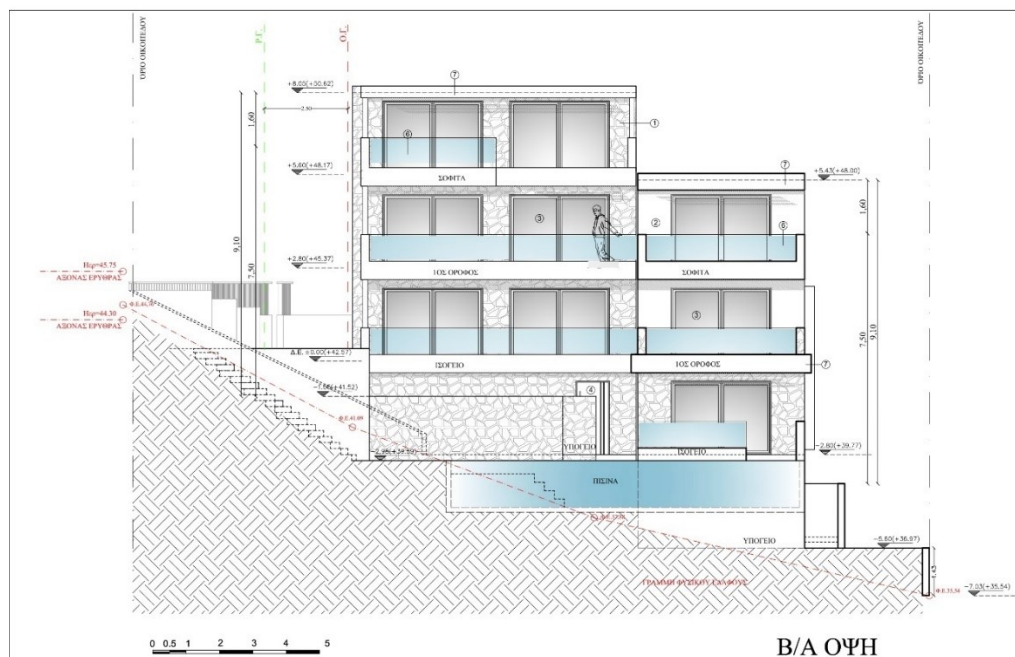
Εικόνα 14 Κάτοψη σοφίτας Κτιρίου 2, Κάτοψη στέγης Κτιρίου 1

Το δεύτερο παράδειγμα της σημασίας του δυναμικού ελέγχου απεικονίζεται μέσω της χρήσης του σεναρίου Νύχτα/Ασφάλεια, το οποίο παρέχει έναν ασφαλή τρόπο πλοήγησης στον χώρο τη νύχτα. Πιο συγκεκριμένα, η πρόκληση της μετάβασης από τη σοφίτα/υπνοδωμάτιο προς το μπάνιο μετά το σούρουπο πρέπει να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά. Όταν ενεργοποιείται το σενάριο (είτε χειροκίνητα είτε με αισθητήρα κίνησης), ο φωτισμός οροφής δεν πρέπει να φωτίζει ολόκληρο τον χώρο, καθώς αυτό θα ξυπνούσε ή θα διατάρασσε τον ύπνο των επισκεπτών. Αντ' αυτού, θα ενεργοποιούνται φωτιστικά σκαλοπατιών χαμηλής έντασης σε πορτοκαλί χρώμα για την ασφαλή κίνηση κατά μήκος της σκάλας και του διαδρόμου. Η χαμηλή θερμοκρασία χρώματος του φωτισμού σκαλοπατιών θα συμβάλει στην παροχή ορατότητας για ασφαλή μετακίνηση, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα την καταστολή της παραγωγής μελατονίνης στο σώμα, ώστε να επιτρέπεται στους επισκέπτες να επιστρέψουν σε μια κατάσταση ξεκούραστου ύπνου.

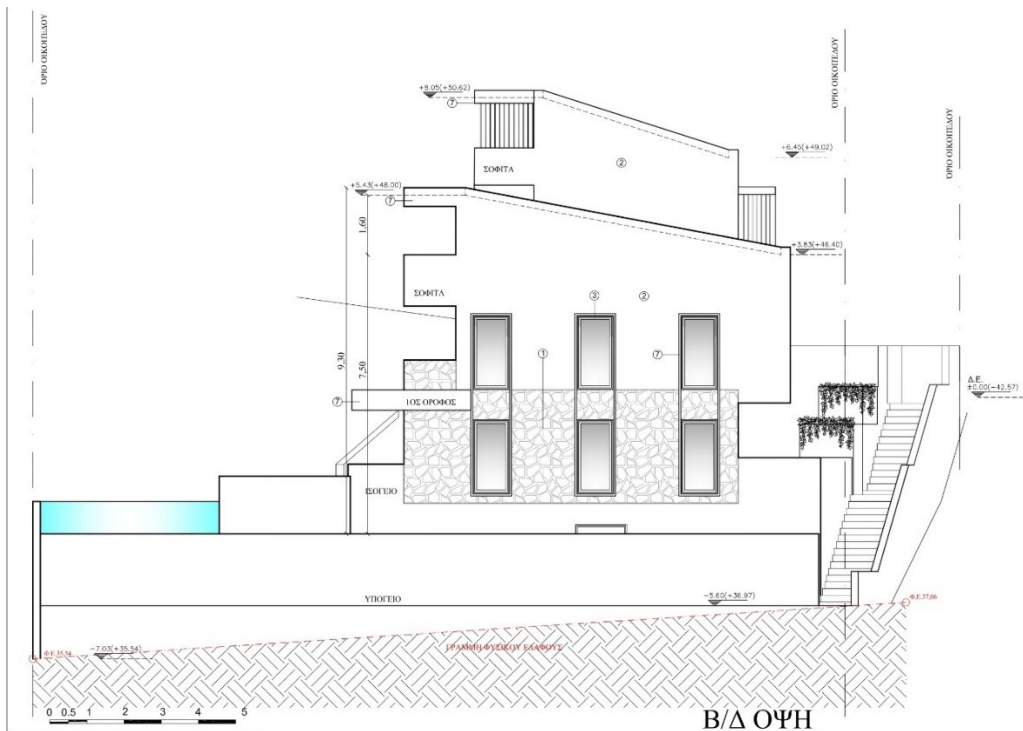
#### 4.1.2 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 2: Τυπολογία κτιρίου 2

Η πρόκληση που παρουσιάζει το κτίριο 2 διαφέρει σημαντικά από εκείνη του κτιρίου 1 όσον αφορά τον όγκο και το σχήμα των αντίστοιχων κτιρίων. Το κτίριο 2 έχει ελαφρώς

μεγαλύτερο εμβαδόν, με διαστάσεις 8,50 m x 5,50 m, ενώ παρέχει τα ίδια λειτουργικά τετραγωνικά μέτρα (40 τ.μ. στον κύριο όροφο & 20 τ.μ. στη σοφίτα) με το κτίριο 1. Ωστόσο, η πιο τετράγωνη γεωμετρία του αλλάζει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο ρέει ο χώρος εσωτερικά και τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται οι λειτουργικοί χώροι ο ένας σε σχέση με τον άλλο. Μια άλλη βασική αρχιτεκτονική παράμετρος είναι η διαφορά υψομέτρου λόγω της τοπογραφικής κλίσης μεταξύ των δύο κτιρίων. Το ισόγειο του Κτιρίου 1 βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με το υπόγειο (ρεσεψιόν) του Κτιρίου 2, έτσι ώστε το Κτίριο 2 να βρίσκεται ψηλότερα στο οικοπέδο, προσφέροντας εντελώς διαφορετική θέα, έκθεση στα στοιχεία της φύσης και γωνίες διεύδυσης του φυσικού φωτός.

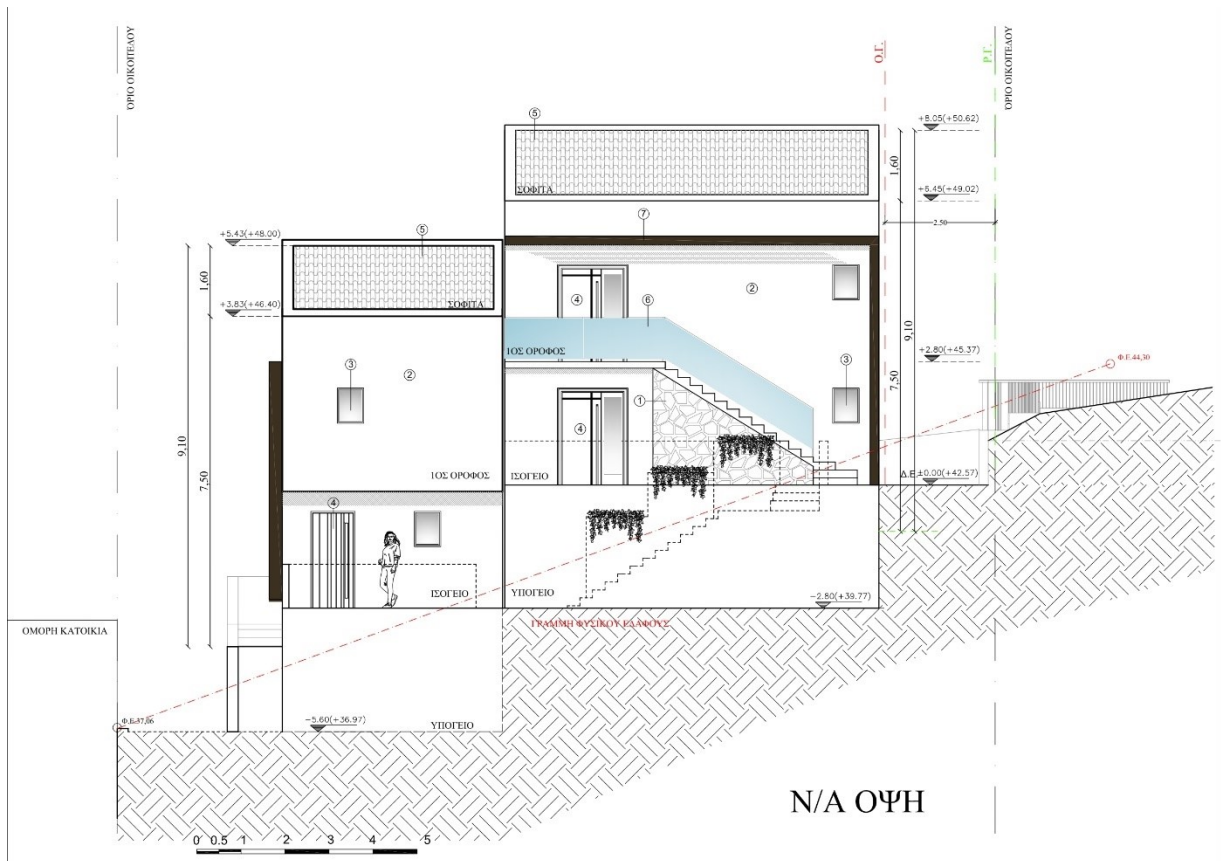


Εικόνα 15 Βορειοανατολική Όψη

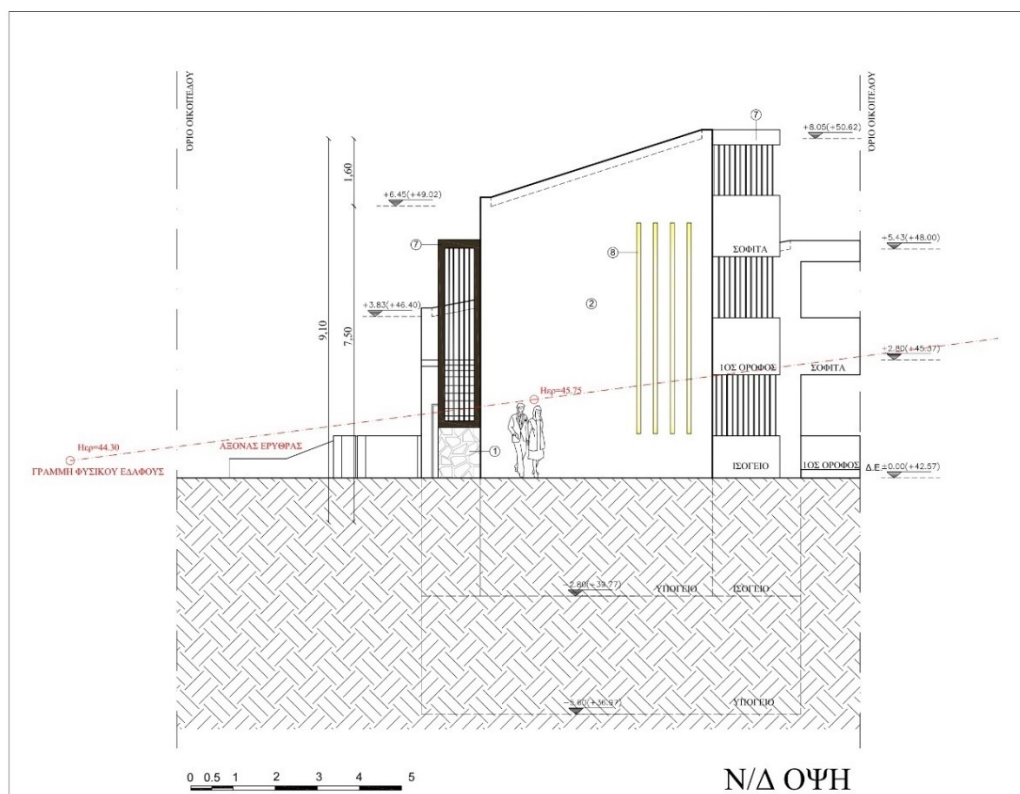


Εικόνα 16 Βορειοδυτική Όψη

Δεδομένου ότι οι χώροι διαβίωσης (σαλόνι, κουζίνα, υπνοδωμάτιο και μπάνιο) είναι διατεταγμένοι σε μια πιο συμπαγή, κεντρική διάταξη αντί για μια μακρόστενη, γραμμική διάταξη, το σενάριο φωτισμού Εργασίας/Ανάγνωσης σε αυτή την τυπολογία αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Με τη διάταξη των λειτουργικών χώρων να βρίσκονται πιο κοντά μεταξύ τους, αυξάνεται η πιθανότητα διαρροής φωτός, από τον έναν χώρο στον άλλο, σε μια ενιαία περιοχή. Επομένως, το έξυπνο σύστημα ελέγχου πρέπει να παρέχει πολύ ακριβή έλεγχο του τοπικού φωτισμού. Όταν απαιτείται το σενάριο Εργασία/Ανάγνωση, το σύστημα παρέχει εστιασμένο φωτισμό υψηλής ευκρίνειας σε επίπεδο μεμονωμένων μικροζωνών (π.χ. ρυθμιζόμενα φώτα ανάγνωσης στο κομοδίνο της σοφίτας ή εστιασμένες περιοχές κατευθυντικού φωτισμού στο καθιστικό). Ταυτόχρονα, πρέπει να διατηρεί τον υπόλοιπο χώρο γύρω από αυτή τη μικροζώνη φωτισμένο σε χαμηλά επίπεδα, ώστε η ανάγνωση ενός επισκέπτη να μην προκαλεί οπτική ενόχληση ή θάμβωση σε έναν άλλο επισκέπτη που βρίσκεται κοντά.



Εικόνα 17 Νοτιοανατολική Όψη



Εικόνα 18 Νοτιοδυτική Όψη

Τέλος, η συνολική τοπογραφική θέση και οι ευρύτερες αναλογίες της πρόσοψης του κτιρίου 2 υπαγορεύουν έναν διαφορετικό τρόπο ενσωμάτωσης του φυσικού φωτός στον εσωτερικό χώρο. Η συνολική διάταξη των παραθύρων επιτρέπει τη διείσδυση διαφορετικών ποσοτήτων φυσικού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επομένως, οι αυτοματοποιημένοι αισθητήρες αξιοποίησης του φυσικού φωτός στο κτίριο 2 θα απαιτήσουν μια εντελώς διαφορετική βαθμονόμηση σε σχέση με το κτίριο 1. Το πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης που ελέγχει το σύστημα διαχείρισης του κτιρίου θα πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς την ποσότητα του εισερχόμενου φυσικού φωτός και να την εξισορροπεί με την πιθανότητα θερμικής επιβάρυνσης από τον ήλιο, ειδικά κατά τη διάρκεια των ζεστών μεσογειακών απογευμάτων. Με τη δυναμική ρύθμιση των ηλεκτροκίνητων έξυπνων περσίδων και την ταυτόχρονη μείωση της έντασης των φωτιστικών LED για τη διατήρηση σταθερών, οπτικά άνετων επιπέδων φωτισμού (π.χ. μεταξύ 300 και 500 lux φωτεινότητας), το σύστημα μεγιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση και ελαχιστοποιεί την οπτική όχληση, για κάθε επισκέπτη.

#### **4.1.3 Παρουσίαση και ανάλυση του Παραδείγματος 3: Κοινόχρηστος εξωτερικός χώρος και χώρος πισίνας**

Το τελευταίο παράδειγμα παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο το έργο εξελίχθηκε από τους εσωτερικούς χώρους των μεμονωμένων βιλών σε ένα εκτεταμένο εξωτερικό κοινωνικό περιβάλλον για όλους τους χρήστες. Το κλιμακωτό έδαφος, τα διασυνδεδεμένα μονοπάτια και η κεντρικά τοποθετημένη πισίνα αποτελούν τον κύριο κοινωνικό χώρο του συγκροτήματος βιλών. Ενώ οι εσωτερικοί χώροι χρησιμοποιούν τον φωτισμό για να δημιουργήσουν ένα άνετο περιβάλλον και να ενισχύσουν τον οπτικό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής, ο εξωτερικός φωτισμός αντιμετωπίζει μια σειρά διαφορετικών προκλήσεων από τους εσωτερικούς χώρους, συγκεκριμένα την ανάγκη εξισορρόπησης της άνεσης και της ασφάλειας των επισκεπτών με την ανάγκη διατήρησης των φυσικών πόρων.

Ο εξωτερικός φωτισμός για τον κοινόχρηστο χώρο πρέπει να συμμορφώνεται με τις αρχές του σκοτεινού ουρανού, ώστε να συμβάλει στη μείωση των αυξανόμενων κινδύνων της φωτορύπανσης. Οι ρυθμιστικές αρχές απαιτούν όλο και περισσότερο ο σχεδιασμός του φωτισμού να περιλαμβάνει μέτρα για την αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων της φωτορύπανσης, ιδίως λόγω των παραμέτρων του έργου. Το ανεξέλεγκτο φως που εκπέμπεται προς τα πάνω επηρεάζει το σύνολο (δηλ. κατοίκους, επισκέπτες, χλωρίδα, πανίδα), καθώς προκαλεί σημαντικές αρνητικές οικολογικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα,

τα μεταναστευτικά είδη πουλιών μπορεί να αποπροσανατολιστούν σοβαρά και να αποβιώσουν. Ο τεχνητός φωτισμός κατά τις νυχτερινές ώρες προκαλεί επίσης διαταραχή των κirkάδιων ρυθμών των τοπικών φυτών και ζώων, και σημαντική μείωση των πληθυσμών νυχτόβιων εντόμων και άλλων βασικών επικονιαστών.

Συνεπώς, προκειμένου να μετριαστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ο προτεινόμενος σχεδιασμός φωτισμού θα αφιερώνει σημαντικό χρόνο στην επιλογή και την τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων. Ο φωτισμός δεν θα παρέχεται από προβολείς υψηλής ισχύος, αλλά θα χρησιμοποιεί χαμηλά τοποθετημένα (π.χ. φωτιστικά τύπου bollard/post) και πλήρως θωρακισμένα φωτιστικά που παρέχουν μόνο προς τα κάτω κατευθυνόμενο φως, εξαλείφοντας έτσι κάθε διαρροή φωτός προς τα πάνω. Επιπλέον, η θερμοκρασία χρώματος του φωτισμού που βρίσκεται στην ίδια την πισίνα θα είναι ψυχρή (προτείνεται 5000K ή 6000K), αναδεικνύοντας μοναδικά το υγρό στοιχείο.

Τέλος, ενώ ο προτεινόμενος σχεδιασμός φωτισμού καθιερώνει ένα σύστημα ελέγχου για τη διαχείριση της βιώσιμης χρήσης του εξωτερικού χώρου, βασίζεται στην ενσωμάτωση συστημάτων ελέγχου και τεχνητής νοημοσύνης (AI). Το σύστημα διαχείρισης του εξωτερικού χώρου περιλαμβάνει αυτόματους χρονοδιακόπτες, αστρονομικά ρολόγια και αισθητήρες κίνησης που επιβάλλουν αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς. Για παράδειγμα, ο φωτισμός υψηλής έντασης θα χρησιμοποιείται μόνο για τον φωτισμό στοιχείων του τοπίου (π.χ. φωτισμός δέντρων από κάτω προς τα πάνω) κατά τη διάρκεια της ενεργού δημόσιας χρήσης (π.χ. από το ηλιοβασίλεμα έως τα μεσάνυχτα). Μόλις περάσουν αυτές οι ώρες, ή αφού οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης επιβεβαιώσουν ότι οι βεράντες είναι άδειες, η τεχνητή νοημοσύνη θα απενεργοποιήσει τα μη απαραίτητα φωτιστικά και θα μειώσει τον φωτισμό των διαδρόμων στο ελάχιστο απαραίτητο για να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση του ακινήτου από τους επισκέπτες, επιτρέποντας παράλληλα στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του να διατηρήσουν την πολυτελή τους εμφάνιση και να μη συμβάλλουν στη φωτορύπανση του φυσικού σκοταδιού που περιβάλλει τον χώρο.

#### 4.1.4 Συγκριτική αξιολόγηση και συμπεράσματα

Η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των Κτιρίων Ένα και Δύο μέσω της σύγκρισης των αντίστοιχων σχεδίων τους αποδεικνύει ότι ο σύγχρονος αρχιτεκτονικός φωτισμός αποκαλύπτει μια θεμελιώδη αρχή: όταν υπάρχουν δύο κτίρια που έχουν σχεδιαστεί για να φιλοξενούν ακριβώς τις ίδιες λειτουργικές απαιτήσεις, τα δύο κτίρια δεν απαιτούν

απαραίτητα πανομοιότυπες λύσεις για τον φωτισμό αυτών των λειτουργιών ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η γεωμετρική διαμόρφωση και η τοπογραφική θέση του κάθε κτιρίου δημιουργούν διαφορετικές απαιτήσεις για τον τρόπο με τον οποίο οι πηγές φωτός του θα είναι ασφαλείς, λειτουργικές και ελκυστικές.

Για παράδειγμα, η ορθογώνια κάτοψη του Κτιρίου Ένα, διαστάσεων 9,00 m x 5,00 m, καθιστά απαραίτητη την παροχή υψηλού επιπέδου οπτικού διαχωρισμού μεταξύ των διαφόρων λειτουργικών χώρων, έτσι ώστε όταν κάποιος βρίσκεται στον χώρο των βοηθητικών λειτουργιών (π.χ. κουζίνα), να μην αποσπάται η προσοχή του από τον περιβάλλοντα φωτισμό που προέρχεται από τον χώρο χαλάρωσης. Ο σχεδιαστικός στόχος της δημιουργίας οπτικού διαχωρισμού μεταξύ των λειτουργικών χώρων του Κτιρίου Ένα ενισχύεται από τον υψηλό βαθμό ρύθμισης της έντασης του περιβάλλοντος φωτισμού και του στοχευμένου αρχιτεκτονικού φωτισμού, ώστε να δημιουργηθούν αόρατα οπτικά φράγματα μεταξύ του χώρου των βοηθητικών λειτουργιών και του χώρου χαλάρωσης.

Αντίθετα, η πιο τετράγωνη κάτοψη του Κτιρίου Δύο (8,50 m x 5,50 m) επιτρέπει μια πιο κεντρική διάταξη της πλειοψηφίας των λειτουργικών χώρων, επομένως το κύριο επίκεντρο του σχεδιασμού του φωτισμού στο Κτίριο Δύο είναι η διαχείριση της εισροής του φυσικού φωτός από τα μεγάλα ανοίγματα σε όλους τους λειτουργικούς χώρους του κτιρίου. Ωστόσο, η χρήση του φυσικού φωτός ως κύριας πηγής φωτισμού για τους άλλους λειτουργικούς χώρους πρέπει επίσης να λαμβάνει προσεκτικά υπόψη τη δημιουργία ξεχωριστού φωτισμού, ειδικά προσαρμοσμένου στις εργασίες που εκτελούνται σε αυτούς τους χώρους, προκειμένου να διατηρείται η κατάλληλη ορατότητα των εργασιών, καθώς και να αποτρέπεται η μετάδοση της θάμβωσης από τον έναν λειτουργικό χώρο στον άλλο.

Εκτός από το γεγονός ότι τα δύο κτίρια διαφέρουν τόσο ως προς την εσωτερική τους χωροταξική διάταξη όσο και ως προς τον όγκο τους, μοιράζονται το ίδιο εξωτερικό περιβάλλον και μια ενιαία στρατηγική ελέγχου φωτισμού που έχει ενσωματωθεί στον συνολικό σχεδιασμό της εμπειρίας φιλοξενίας. Η στρατηγική αυτή χρησιμοποιεί ένα έξυπνο σύστημα ελέγχου βασισμένο στην τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ του στατικού χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής και των δυναμικών, μεταβαλλόμενων αναγκών των επισκεπτών καθ' όλη τη διάρκεια της διαμονής τους. Με την εφαρμογή μιας σειράς συγχρονισμένων και αυτοματοποιημένων σκηνών φωτισμού, συμπεριλαμβανομένης μιας ατμοσφαιρικής ρύθμισης Χαλάρωση, μιας ρύθμισης

πλοήγησης Νύχτα/Ασφάλεια χωρίς θάμβωση και μιας ρύθμισης Εργασία/Ανάγνωση που εστιάζει το φως, το σύστημα ελέγχου δεν επιτρέπει μόνο στην αρχιτεκτονική να ξεπεράσει τις φυσικές της διαστάσεις ως αποτέλεσμα της χρήσης του φωτός. Επιτρέπει επίσης τη χρήση του φωτός για την υποστήριξη μιας πιο εξατομικευμένης και συναισθηματικά σημαντικής εμπειρίας για τους επισκέπτες, προσαρμόζοντας τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται ο χώρος σε διάφορες ώρες της ημέρας και βάσει διαφόρων φυσιολογικών αναγκών καθ' όλη τη διάρκεια της διαμονής τους.

Εκτός από τη σύγκριση των σχεδίων των Κτιρίων Ένα και Δύο, μια ανάλυση του φωτισμού της εξωτερικής πισίνας και των μονοπατιών και των δύο κτιρίων καταδεικνύει ότι σήμερα, περισσότερο από ποτέ στον τομέα του πολυτελούς σχεδιασμού, η περιβαλλοντική μέριμνα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για όλους τους σχεδιαστές. Ο σχεδιασμός και των δύο κτιρίων ενσωματώνει τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδιασμού σκοτεινού ουρανού, χρησιμοποιώντας μόνο πλήρως θωρακισμένες, κατευθυνόμενες προς τα κάτω πηγές φωτός και εφαρμόζοντας αυτόματες λειτουργίες εξοικονόμησης ενέργειας αργά τη νύχτα για όλα τα σταθερά και κινητά συστήματα φωτισμού. Επομένως, όπως αποδεικνύει η συγκριτική αξιολόγηση, μια καθηλωτική και πολυτελής εμπειρία που προσφέρει ένα ξενοδοχείο δεν πρέπει να επιτυγχάνεται εις βάρος της ακεραιότητας του τοπικού περιβάλλοντος. Με την εξισορρόπηση της τεχνολογίας μέσω ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων έξυπνου φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους και συστημάτων εξωτερικού φωτισμού που σέβονται το περιβάλλον, έχει καθιερωθεί ένα σταθερό πρότυπο για ξενοδοχεία με βιώσιμο σχεδιασμό για το μέλλον.

## **5. Μελέτη περίπτωσης - Πρόταση φωτισμού για τουριστικά καταλύματα**

Αυτό το κεφάλαιο αξιοποιεί τη θεωρητική συνιστώσα της τεχνητής νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική, καθώς και τα προηγούμενα κεφάλαια σχετικά με την εξερεύνηση του χώρου μέσω διαφορετικών μεθόδων. Στόχος είναι ο σχεδιασμός λύσεων φωτισμού για δύο διαφορετικούς τύπους κτιρίων που συνυπάρχουν σε έναν κοινό εξωτερικό χώρο, καθώς και η ανάπτυξη ενός λεπτομερούς πρακτικού σχεδιασμού φωτισμού για δύο συγκεκριμένους τύπους κατοικιών. Σε συνέχεια της εννοιολογικής μεθοδολογίας που καθιερώθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, ακολουθεί η εφαρμογή διαφορετικών αρχιτεκτονικών εφαρμογών μέσω της συστηματικής περιγραφής των επιμέρους επιπέδων φωτισμού που

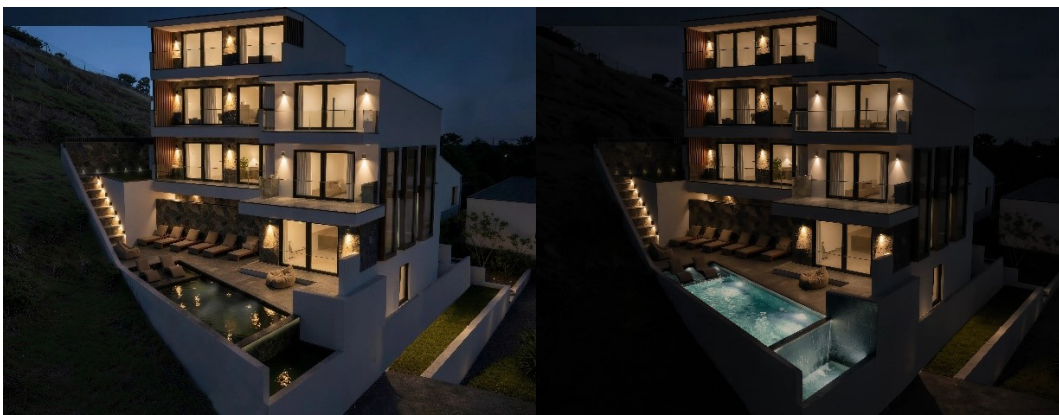
δημιουργήθηκαν σε σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες κάθε κτιρίου. Παράλληλα, παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός συστήματος φωτισμού ελεγχόμενου από τεχνητή νοημοσύνη. Εκτός από την περιγραφή του τρόπου με τον οποίο αναπτύχθηκαν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά αυτών των επιπέδων φωτισμού, το κεφάλαιο παρουσιάζει μια τελική ιδέα ενός επεκτάσιμου μοντέλου. Στο μοντέλο αυτό, η τεχνητή νοημοσύνη λειτουργεί ως μια αόρατη, ενσωματωμένη βελτίωση, με στόχο την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, ενώ παράλληλα παρέχει βελτιωμένες, εξατομικευμένες και ανθρωποκεντρικές εμπειρίες στους επισκέπτες.

## 5.1 Παρουσίαση του τουριστικού καταλύματος

Για τη δημιουργία μιας πρότασης σχεδιασμού φωτισμού, το πρώτο βήμα είναι ο καθορισμός των φυσικών και λειτουργικών παραμέτρων του υπό εξέταση ακινήτου. Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται το συγκρότημα τουριστικών καταλυμάτων που βρίσκεται σε αυτό το ακίνητο, το οποίο αποτελεί τη βάση της παρούσας μελέτης περίπτωσης. Παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία του ακινήτου, τις αρχιτεκτονικές τυπολογίες των κτιρίων και την αναμενόμενη ροή των επισκεπτών σε αυτούς τους χώρους, θα καθοριστούν οι βασικές απαιτήσεις. Η κατανόηση αυτών των παραμέτρων αποτελεί τη βάση για τις στρατηγικές φωτισμού που θα αναπτυχθούν και οι οποίες θα στοχεύουν στην ενίσχυση των συγκεκριμένων χωρικών χαρακτηριστικών και των λειτουργικών απαιτήσεων που σχετίζονται με το μεσογειακό θέρετρο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη περίπτωσης.

### 5.1.1 Τοποθεσία, περιβάλλον & εξωτερικός χώρος

Η επιτυχία οποιουδήποτε τύπου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού φωτισμού, ιδίως εκείνων που βασίζονται σε προηγμένη τεχνητή νοημοσύνη, συνδέεται άρρηκτα με την περιοχή ή το περιβαλλοντικό πλαίσιο. Το συγκρότημα τουριστικών καταλυμάτων βρίσκεται σε μια περιοχή που παρουσιάζει πολύ ιδιαίτερες προκλήσεις και ευκαιρίες όσον αφορά την ενσωμάτωση του φωτός στο δομημένο περιβάλλον. Οι συντεταγμένες της τοποθεσίας δεν αναφέρονται στην παρούσα μελέτη περίπτωσης· ωστόσο, για να χρησιμοποιήσουμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, το έργο αυτό βρίσκεται σε ένα τυπικό μεσογειακό περιβάλλον. Η περιοχή αυτή αντιπροσωπεύει το καθοριστικό κλιματολογικό/γεωγραφικό πλαίσιο που δημιουργεί τις θεμελιώδεις παραμέτρους για τη διαχείριση τόσο της χρήσης του φυσικού φωτός της ημέρας όσο και του τεχνητού φωτός.

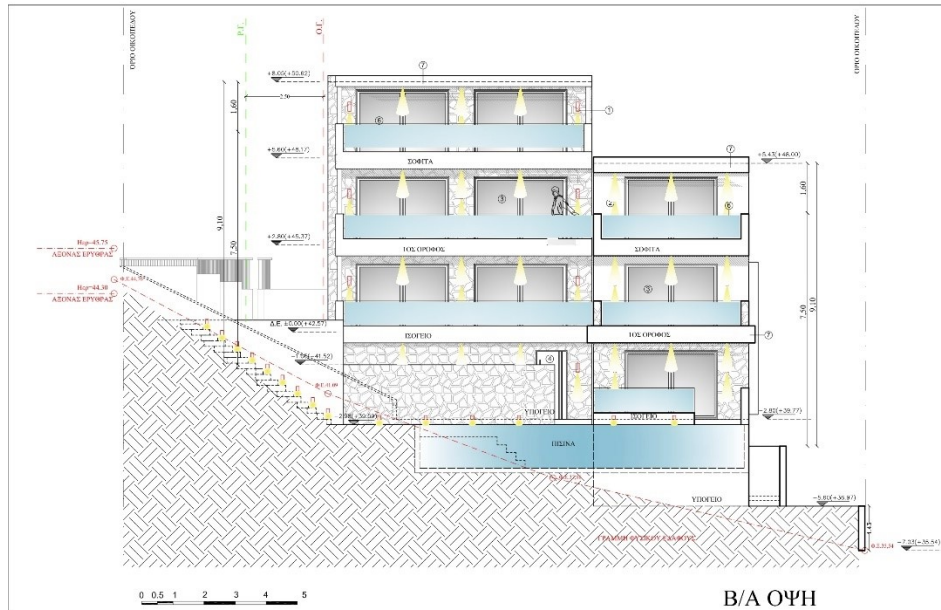


Εικόνα 19 Φωτορεαλιστική απεικόνιση ΒΑ & ΒΔ όψης κατά τη μετάβαση απογεύματος - νύχτας

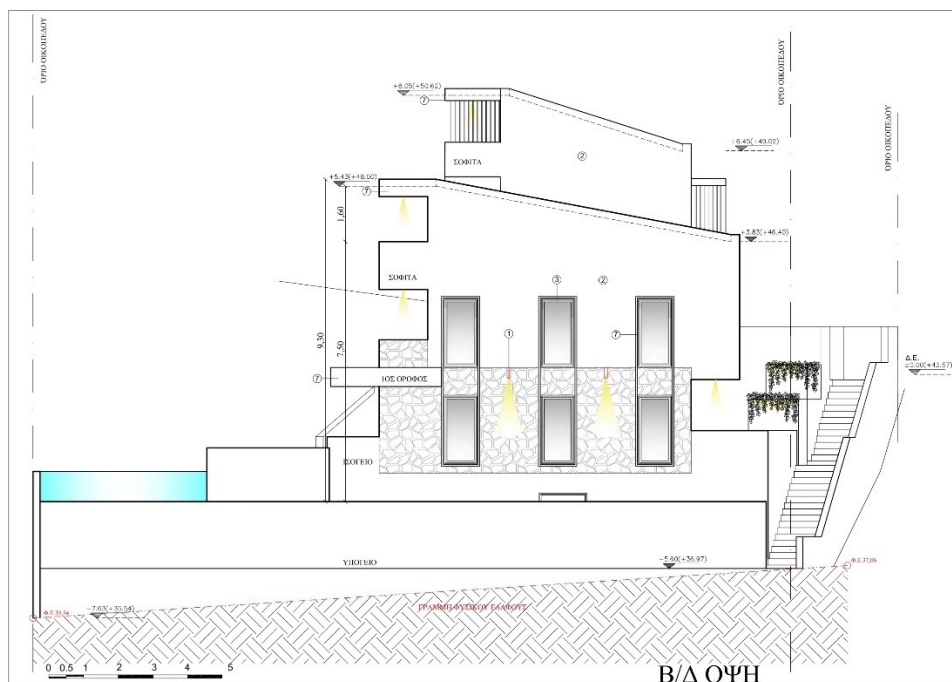


Εικόνα 20 Φωτορεαλιστική απεικόνιση Ν/Α & Ν/Δ όψης κατά τη μετάβαση απογεύματος - νύχτας

Ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει αυτόν το σχεδιασμό είναι η υψηλή ένταση του μεσογειακού ήλιου. Η περιοχή δέχεται σημαντική ηλιακή ακτινοβολία, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της τουριστικής περιόδου αιχμής, τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτή η μεγάλη ποσότητα φυσικού φωτός της ημέρας είναι τόσο θετική όσο και αρνητική για τον τουριστικό τομέα. Δημιουργεί εκτεταμένες ευκαιρίες για αυτονομία φυσικού φωτισμού (daylight autonomy), επιτρέποντας τη μείωση της ανάγκης για χρήση τεχνητού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας. Αντίθετα, δημιουργεί σημαντικές προκλήσεις λόγω της υψηλής θερμικής επιβάρυνσης, καθώς και της δημιουργίας οπτικής δυσφορίας λόγω της θάμβωσης. Επομένως, ο σχεδιασμός του φωτισμού δεν μπορεί να γίνει μεμονωμένα· πρέπει να συντονίζεται στενά με το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα σκίασης. Το σύστημα ελέγχου φωτισμού με τεχνητή νοημοσύνη θα διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην εξισορρόπηση της ποσότητας του φυσικού φωτός με την αυτοματοποιημένη μηχανοκίνητη σκίαση, με απώτερο στόχο την επίτευξη της βέλτιστης οπτικής και θερμικής άνεσης για το εσωτερικό του κτιρίου, χωρίς να το σκοτεινιάζει υπερβολικά.



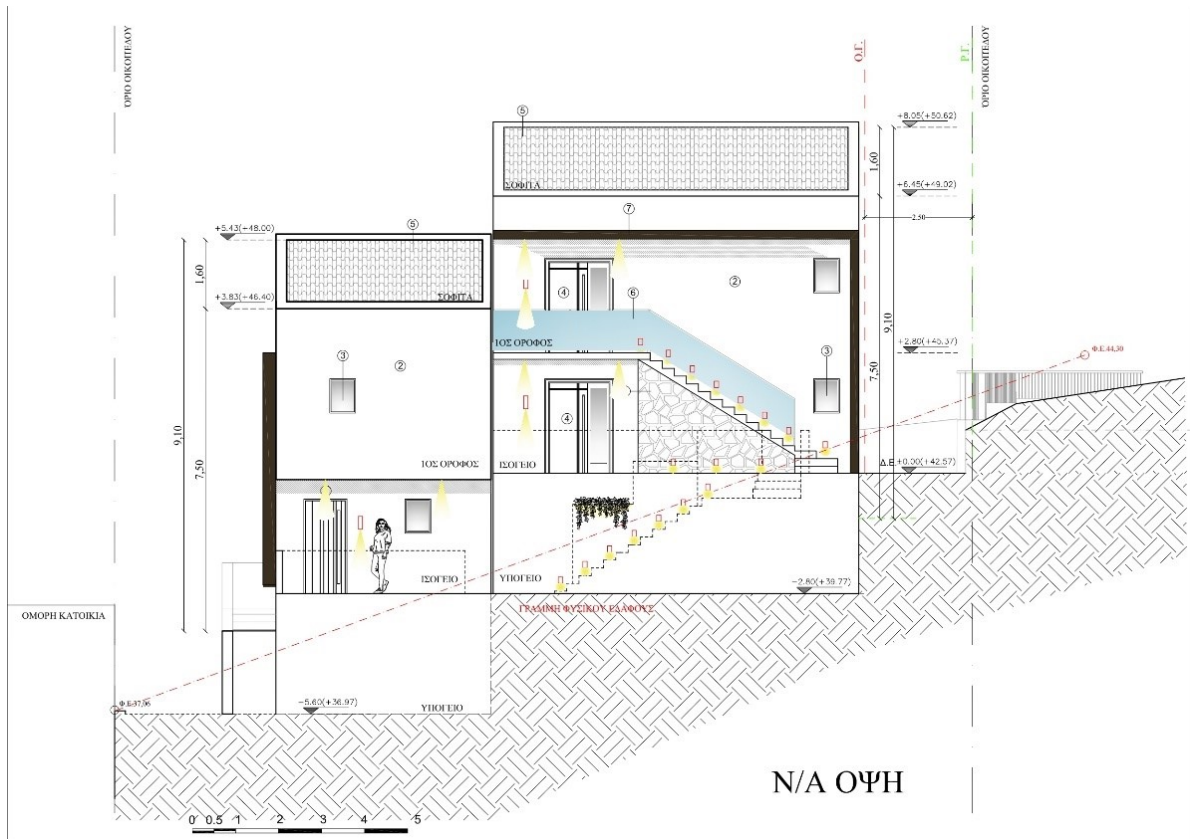
Εικόνα 21 Φωτισμός εξωτερικού χώρου B/A όψης



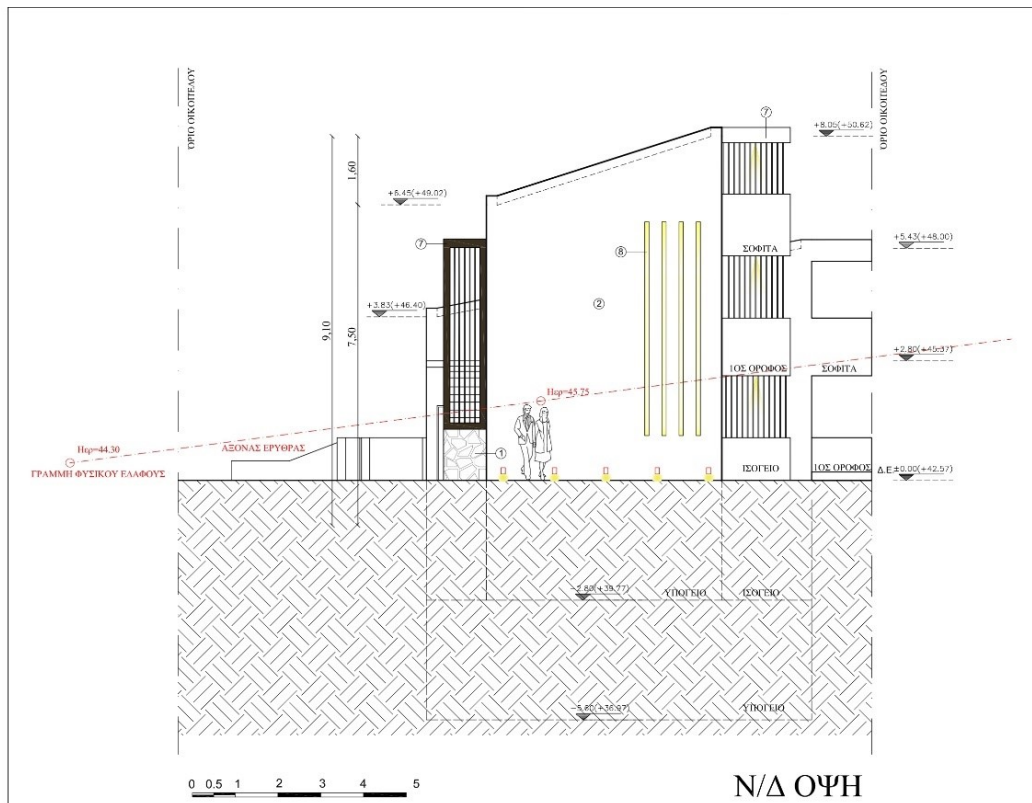
Εικόνα 22 Φωτισμός εξωτερικού χώρου B/Δ όψης

Επιπλέον, η συγκεκριμένη τοπογραφία του χώρου θα έχει άμεση επίδραση στην απόκριση του φωτισμού. Όπως φαίνεται στα σχέδια, το οικόπεδο έχει κλίση δημιουργώντας κλιμακωτά επίπεδα. Λόγω των διαφορών στο υψόμετρο μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του συγκροτήματος (δηλαδή, μεταξύ του Κτιρίου 1 και του Κτιρίου 2), το καθένα έχει διαφορετικές δυνατότητες έκθεσης στο φως της ημέρας και στη σκιά κατά τη διάρκεια της

ημέρας. Το κατώτερο επίπεδο του Κτιρίου 2 (το υπόγειο) θα απαιτήσει τεχνητό φωτισμό νωρίτερα το απόγευμα σε σύγκριση με τον υπερυψωμένο χώρο του Κτιρίου 1. Ο σχεδιασμός του φωτισμού πρέπει να λαμβάνει υπόψη και αυτές τις μικροδιακυμάνσεις, χρησιμοποιώντας αισθητήρες για την ανεξάρτητη ρύθμιση της έντασης του φωτισμού για κάθε ζώνη, ανάλογα με τον τοπογραφικό προσανατολισμό της ζώνης καθώς και τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 23 Φωτισμός εξωτερικού χώρου N/A όψης



Εικόνα 24 Φωτισμός εξωτερικού χώρου N/Δ όψης

Τέλος, οι μακροπεριβαλλοντικές συνθήκες θα επηρεάσουν επίσης σε μεγάλο βαθμό τη στρατηγική εξωτερικού φωτισμού. Αν υποθέσουμε ότι το συγκεκριμένο έργο βρίσκεται εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων (κάτι που συνήθως ισχύει για τα πολυτελή μεσογειακά θέρετρα), τότε είναι πιθανό να βρίσκεται εντός ή σε κοντινή απόσταση από ένα σχετικά ανέπαφο φυσικό νυχτερινό περιβάλλον. Το πλαίσιο αυτό επιβάλλει στον σχεδιαστή την τεράστια υποχρέωση να συμμορφωθεί με όλες τις αρχές του σκοτεινού ουρανού. Ο σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού πρέπει να σέβεται το *genius loci* (το πνεύμα του τόπου) τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας. Ο φυσικός, παρθένος σκοτεινός νυχτερινός ουρανός προσφέρει στους επισκέπτες μια ευχάριστη εμπειρία και καλύπτει μια κρίσιμη ανάγκη του τοπικού οικοσυστήματος. Επομένως, σε σχέση με το περιβαλλοντικό πλαίσιο, η εφαρμογή των αρχών του σκοτεινού ουρανού πρέπει να τηρείται αυστηρά, με το σκεπτικό ότι όλο το τεχνητό φως που χρησιμοποιείται στο έργο πρέπει να αναδεικνύει την αρχιτεκτονική μορφή, παρέχοντας παράλληλα ασφάλεια στους επισκέπτες, και δεν πρέπει να συμβάλλει στη φωτορύπανση του ουρανού ή να παρεμβαίνει στην πανίδα και τη χλωρίδα της περιοχής.

Κατά τον φωτισμό των νυχτερινών ωρών, δόθηκε έμφαση στον λειτουργικό φωτισμό με στόχο την ανάδειξη του περιβάλλοντος χώρου και τη διασφάλιση της ασφαλούς κίνησης των χρηστών. Λόγω της κλιμακωτής διαρρύθμισης του υπαίθριου χώρου, δημιουργούνται κλιμακοστάσια στα οποία κρίνεται απαραίτητος ο επαρκής φωτισμός, προκειμένου να αποφεύγονται πιθανά ατυχήματα. Τα φωτιστικά που επιλέχθηκαν στα σημεία αυτά ακολουθούν την ίδια φιλοσοφία με εκείνα των διαδρόμων, εξυπηρετώντας τη χωρική κατεύθυνση και την πλοήγηση του επισκέπτη εντός της μονάδας. Βασική προϋπόθεση για τα downlights, τα οποία τοποθετούνται σε χαμηλό ύψος κοντά στο επίπεδο κίνησης, αποτελεί η ύπαρξη προστατευτικού καπέλου, ώστε ο φωτισμός να παραμένει στοχευμένος και να περιορίζεται η διάχυση της φωτεινής δέσμης. Παράλληλα, η ενσωμάτωση αισθητήρων κίνησης συμβάλλει στη μείωση της φωτορύπανσης και της άσκοπης ενεργειακής κατανάλωσης.

Για την ανάδειξη των πέτρινων τοίχων τοποθετήθηκαν downlights, τα οποία λειτουργούν συνδυαστικά με τα σποτ εξωτερικού χώρου, όπως στις βεράντες, ενισχύοντας τη σύνθεση των φωτιστικών σεναρίων και αναβαθμίζοντας τη συνολική εμπειρία του επισκέπτη.

Οι LED σκοτίες της Ν/Δ όψης του Κτιρίου 2, επιτελούν κυρίως αισθητικό ρόλο, ενισχύοντας την κατακόρυφη γεωμετρία του κτιρίου και τη φωτιστική του ταυτότητα. Αντίστοιχα, τα φωτιζόμενα παρτέρια της Ν/Α όψης σε συνδυασμό με τις απλίες τοίχου του κλιμακοστασίου, λειτουργούν καθοδηγητικά για τον επισκέπτη που διαμένει στο ισόγειο του Κτιρίου 1, συμβάλλοντας τόσο στη λειτουργικότητα όσο και στη συνοχή της φωτιστικής σύνθεσης.

### **5.1.2 Αρχιτεκτονική δομή και λειτουργική οργάνωση των κατοικιών**

Η αρχιτεκτονική του συγκροτήματος τουριστικών καταλυμάτων εναρμονίζεται με το ήπια κεκλιμένο μεσογειακό τοπίο μέσω μιας κλιμακωτής δομής. Υπάρχουν δύο τύποι κτιρίων με παραπλήσια ορθογώνια δομή που αναπτύσσεται σε ένα ισόγειο επίπεδο 40 τ.μ., και έναν όροφο με σοφίτα 20 τ.μ. . Η παρούσα διπλωματική θα βασιστεί στο κτίριο 2 όπου και αναπτύσσεται μια κάτοψη που προσφέρει μεγαλύτερη λειτουργικότητα λόγω της πιο κεντρικής διάταξης και του συμπαγούς σχεδιασμού του.

Το διαφορετικό πλάτος και το σχήμα του κτιρίου 2, δημιουργούν μια πιο συμπαγή και κεντρική ροή λειτουργικών χώρων σε σύγκριση με τη μακρόστενη γεωμετρία του κτιρίου ένα. Η τοποθέτηση του κτιρίου δύο δημιουργεί μια υψομετρική διαφοροποίηση στις

αντίστοιχες όψεις των δύο κτιρίων. Το κτίριο ένα βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους, ενώ το υπόγειο του κτιρίου δύο (όπου βρίσκεται ο χώρος υποδοχής) βρίσκεται κάτω από το επίπεδο του εδάφους. Τα διαφορετικά ύψη δημιουργούν μια μοναδική προοπτική από το κτίριο δύο και τροποποιούν την ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο εσωτερικό, παρέχουν ορατότητα στο γύρω τοπίο και στον χώρο της πισίνας από κάτω, και ενισχύουν τη μοναδικότητα του κτιρίου δύο.

Τα υλικά και τα φινιρίσματα των κτιρίων θα επηρεάσουν επίσης σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο το φυσικό και το τεχνητό φως αλληλεπιδρά με τον χώρο. Οι αρχιτεκτονικές όψεις δίνουν έμφαση σε φυσικά, γήινα υλικά, επιφάνειες από ακατέργαστη πέτρα, φινιρίσματα σοβά με υφή σε γήινους τόνους, μεγάλες κινητές γυάλινες επιφάνειες και απλές μεταλλικές κατασκευές σκίασης. Εκτός από τη σύνδεσή τους με το φυσικό φως, η λειτουργία κάθε κτιρίου θα οργανωθεί σύμφωνα με ένα ανοιχτό σχέδιο (open plan). Ως εκ τούτου, η χρήση εσωτερικών τοίχων θα ελαχιστοποιηθεί προκειμένου να αυξηθεί η αίσθηση του χώρου· κατά συνέπεια, ο φωτισμός στο εσωτερικό κάθε κατοικίας θα λειτουργήσει ως εικονικοί τοίχοι. Η στρατηγική χρήση του φωτισμού για την ανάδειξη αυτών των υλικών, για παράδειγμα, με εφαπτομενικό φωτισμό στην τραχιά επιφάνεια της πέτρινης επένδυσης και με την τοποθέτηση φωτιστικών κατά τρόπο που να μειώνεται η θάμβωση στις μεγάλες γυάλινες επιφάνειες, θα λειτουργήσει ως ο κύριος μηχανισμός για τον καθορισμό των λειτουργικών χώρων (π.χ. διαχωρισμός κουζίνας από το καθιστικό) και για την καθιέρωση της αρχιτεκτονικής ταυτότητας των δύο βιλών.

### 5.1.3 Επιλογή χώρων για τη μελέτη φωτισμού

Αυτή η στρατηγική σχεδιασμού φωτισμού σχεδιάστηκε με βάση μια πρόταση για την ανάδειξη των διαφορετικών αναγκών ενός συστήματος φωτισμού ενσωματωμένου με Τεχνητή Νοημοσύνη. Οι απαιτήσεις φωτισμού μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας ενός χώρου. Για τη μελέτη αυτή, επιλέχθηκε το Κτίριο 2, με αντικείμενο τον σχεδιασμό φωτισμού του αυτόνομου ισογείου, καθώς και του ορόφου με σοφίτα. Οι συγκεκριμένοι χώροι επιλέχθηκαν ώστε να αναδειχθεί ένα εύρος προκλήσεων του σύγχρονου ξενοδοχειακού σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένων της οπτικής χωροθέτησης, της υποστήριξης του κερκαδικού ρυθμού και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Αυτοί οι επιλεγμένοι χώροι θα χρησιμεύσουν ως ιδανικά πεδία δοκιμών για τις γενικές προκαθορισμένες Σκηνές Έξυπνου Φωτισμού: Χαλάρωση, Νύχτα/Ασφάλεια και Εργασία/Ανάγνωση.

Ο πρώτος χώρος που επιλέχθηκε είναι ένας ενιαίος κύριος χώρος διαβίωσης (σαλόνι και κουζίνα) που βρίσκεται στο ισόγειο της κατοικίας. Αυτό το δωμάτιο καταδεικνύει την αρχιτεκτονική προσέγγιση των πολυλειτουργικών χώρων διαβίωσης χωρίς τη χρήση φυσικών φραγμών. Ο φωτισμός σε αυτόν τον χώρο λειτουργεί ως ένα εικονικό όριο. Η ιδέα αποτελεί ένα κλασικό παράδειγμα της Σκηνής Χαλάρωσης. Αυτό δείχνει πώς ένα σύστημα φωτισμού τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να μετατρέψει αυτόματα τον χώρο από ένα πολύ φωτεινό, λειτουργικό περιβάλλον φωτισμού εργασίας, απαραίτητο για το μαγείρεμα, σε έναν ζεστό, αμυδρό χώρο, χωρίς θάμβωση, ο οποίος αναδεικνύει τις αρχιτεκτονικές υφές των πέτρινων τοίχων και δημιουργεί ένα ιδανικό κοινωνικό περιβάλλον για βραδινές συγκεντρώσεις στη βεράντα.

Ο δεύτερος που επιλέχθηκε αφορά τον όροφο με τη σοφίτα και ακολουθεί την ίδια σχεδιαστική φιλοσοφία με εκείνη του ισόγειου. Πρόκειται για έναν ιδιωτικό χώρο κατοίκησης που περιλαμβάνει χώρους διαμονής, λουτρό και μια εσωτερική κατακόρυφη σύνδεση μέσω σκάλας προς τη σοφίτα, όπου διαμορφώνονται το κύριο υπνοδωμάτιο, το παιδικό υπνοδωμάτιο και το λουτρό. Ο χώρος αυτός επιλέχθηκε ώστε να διερευνηθεί η φυσιολογική και ψυχολογική επίδραση του φωτός στον επισκέπτη. Η κατακόρυφη ανάπτυξη του χώρου λειτουργεί ως το κύριο επίκεντρο της μελέτης για τον ανθρωποκεντρικό φωτισμό. Το σενάριο φωτισμού εργασίας/ανάγνωσης εφαρμόζεται για να παρέχει τοπικό και εστιασμένο φωτισμό χωρίς να προκαλείται όχληση στον σύντροφο που αναπαύεται. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στη σκάλα, η οποία αποτελεί βασικό χώρο για την επίδειξη του σεναρίου φωτισμού νύχτας/ασφάλειας. Εξετάζοντας τη διαδρομή από το κρεβάτι προς το λουτρό και κατά μήκος της σκάλας, αναδεικνύεται ο τρόπος με τον οποίο αισθητήρες κίνησης ενεργοποιούν φωτισμό χαμηλής έντασης και θερμής πορτοκαλί απόχρωσης κατά μήκος της πορείας κίνησης. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η ασφαλής μετακίνηση του επισκέπτη κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενώ παράλληλα περιορίζεται η καταστολή της μελατονίνης και διατηρείται ο κύκλος ύπνου.



*Εικόνα 25 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο φωτισμού στον χώρο του εσωτερικού κλιμακοστασίου.  
α) Σενάριο Χαλάρωσης και β) Σενάριο Νύχτας*

Ο τελικός χώρος που επιλέχθηκε είναι οι Κοινόχρηστοι Εξωτερικοί Διάδρομοι και ο Χώρος της Πισίνας. Αυτός ο κοινόχρηστος χώρος αποτελεί μια συνέχεια μεταξύ του ιδιωτικού εσωτερικού χώρου και ενός δημόσιου χώρου, και αντιμετωπίζει τη διασταύρωση μεταξύ της παροχής πολυτελών ανέσεων και της οικολογικής ευθύνης. Ο χώρος αυτός παρέχει μια απαραίτητη πλατφόρμα για την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου του τεχνητού φωτός τη νύχτα (ALAN). Εστιάζοντας στην αξιολόγηση αυτού του χώρου, η μελέτη μπορεί να εφαρμόσει πρακτικά τις Αρχές Συμμόρφωσης με το Dark Sky. Αυτός ο χώρος μπορεί να δείξει πώς ένα σύστημα φωτισμού τεχνητής νοημοσύνης θα ελέγχει τη φωτεινή ατμόσφαιρα της πισίνας και τα φώτα του τοπίου κατά τις κανονικές βραδινές ώρες και θα μεταβαίνει αυτόματα σε μια λειτουργία που ενεργοποιείται από αισθητήρες για λόγους προστασίας της τοπικής βιοποικιλότητας, όπως των πτηνών και των επικονιαστών, από τη φωτορύπανση.

## 5.2 Σχεδιαστική προσέγγιση

Η εναλλακτική μέθοδος σχεδιασμού για ένα κατάλυμα που βασίζεται στον Ανθρωποκεντρικό Φωτισμό (HCL) δεν θα χρησιμοποιεί συμβατικές/σταθερές μεθόδους τεχνητού φωτισμού, αλλά θα είναι βαθιά συνυφασμένη με την πρόθεση να επιτύχει την Έξυπνη Αυτοματοποίηση και να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη όχι μόνο για την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και για να λειτουργήσει ως μια διακριτική, ρυθμιζόμενη παροχή που βελτιώνει τόσο την αρχιτεκτονική, την αίσθηση του χώρου και τη διάταξη, όσο και την ανθρώπινη φυσιολογία. Η χρήση του φωτός ως λειτουργικού στοιχείου του κτιρίου

δημιουργεί μια αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος της Μεσογείου και του εσωτερικού χώρου, εξασφαλίζοντας έτσι μια προσαρμόσιμη, καθολική ατμόσφαιρα για όλους τους τύπους χρηστών του χώρου.

### 5.2.1 Ανάπτυξη σεναρίων φωτισμού

Ο έξυπνος σχεδιασμός βασίστηκε στον τρόπο με τον οποίο οργανώθηκαν τα σενάρια φωτισμού. Ένα σενάριο δεν είναι να ανάβει ή να σβήνει ένα φως, αλλά μια προγραμματισμένη σύνθεση πολλαπλών φωτιστικών που ρυθμίζουν την ένταση, το χρώμα και την κατεύθυνσή τους για να φωτίσουν τον ίδιο χώρο σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτό απαιτεί ένα πολύ λεπτομερές επίπεδο ελέγχου, επειδή οι διάφοροι χώροι σε όλη την αρχιτεκτονική δομή, σε διαφορετικές ώρες της ημέρας, απαιτούν εντελώς διαφορετικούς τύπους περιβάλλοντος για να είναι οπτικά άρτιοι.



Εικόνα 26 Σενάριο φωτισμού ισογείου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός / 2. Σενάριο Χαλάρωσης



*Εικόνα 27 Σενάριο φωτισμού ισόγειου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο Νύχτας / 4. Σενάριο Εργασίας*

Λόγω της έντονης εξάρτησης από το γενικό αρχιτεκτονικό στοιχείο των ανοιχτών χώρων, τα σενάρια φωτισμού αποτελούν το κύριο μέσο για τη δημιουργία λειτουργικών χώρων χωρίς τη χρήση φυσικών δομικών στοιχείων, όπως οι τοίχοι. Στον χώρο της κουζίνας, το σενάριο φωτισμού θεωρείται βασική λειτουργική ανάγκη· επομένως, η κύρια προτεραιότητα του σεναρίου φωτισμού της κουζίνας είναι να παρέχει τα ασφαλέστερα και αποτελεσματικότερα μέσα όρασης για την προετοιμασία των τροφίμων, μέσω 500 lux ομοιόμορφα κατανεμημένου φωτός χωρίς σκιές, χρησιμοποιώντας φωτιστικά υψηλού CRI (>90 CRI) που αποδίδουν με ακρίβεια τα χρώματα των τροφίμων. Αντίθετα, στον παρακείμενο χώρο του καθιστικού, ο κύριος σκοπός του σεναρίου φωτισμού είναι να παρέχει μια ατμόσφαιρα οπτικής ησυχίας. Ως εκ τούτου, η χρήση του γενικού φωτισμού οροφής έχει ελαχιστοποιηθεί, με τη χρήση ενσωματωμένου αρχιτεκτονικού φωτισμού, όπως ο εφαπτόμενος φωτισμός που αναδεικνύει τα φυσικά χαρακτηριστικά της επένδυσης από ακατέργαστη πέτρα, η οποία αποτελεί τη βάση της ταυτότητας του χώρου και προάγει τη χαλαρή αλληλεπίδραση. Τέλος, στους χώρους της σοφίτας και της κρεβατοκάμαρας, το σενάριο φωτισμού παρέχει υψηλό επίπεδο ατομικής άνεσης, μέσω της χρήσης ειδικά κατευθυνόμενων φωτιστικών ανάγνωσης (που εξαλείφουν την εγκάρσια θάμβωση) και φωτισμού προσανατολισμού χαμηλής έντασης για ασφαλή περιήγηση τη νύχτα. Προκειμένου να είναι συνεπής με τις αρχές του Ανθρωποκεντρικού Φωτισμού, ο αυτόματα ρυθμιζόμενος τεχνητός φωτισμός πρέπει να λειτουργεί σε συνδυασμό με τον φυσικό κυκλικό ρυθμό του ήλιου μέσω της χρήσης τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης (AI) που

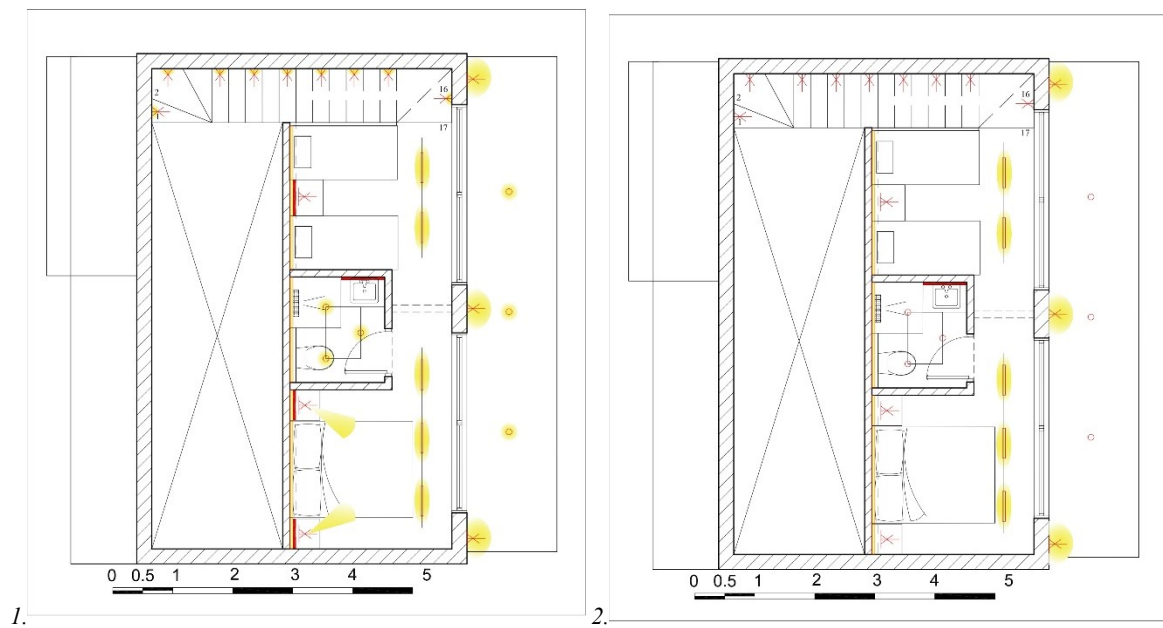
θα ρυθμίζει αυτόματα την αλλαγή της Φασματικής Κατανομής Ισχύος (SPD) του τεχνητού φωτός καθώς η θέση του ήλιου στον ουρανό αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης θα ελέγχει αυτή τη χρονικά εξαρτώμενη δραστηριότητα με βάση τη θέση του ήλιου. Για παράδειγμα, κατά τις πρωινές ώρες, όταν απαιτείται συμπληρωματικός φωτισμός, η τεχνητή νοημοσύνη θα παρέχει φωτισμό υψηλής απόδοσης με ψυχρότερη θερμοκρασία χρώματος (4000K - 6500K), η οποία διαθέτει φως πλούσιο σε μπλε φάσμα που αναστέλλει την παραγωγή μελατονίνης και προάγει την παραγωγή κορτιζόλης, επιτρέποντας στους διεθνείς επισκέπτες να προσαρμοστούν στο τζετ λαγκ και να ξυπνήσουν νιώθοντας αναζωογονημένοι. Καθώς πλησιάζει το μεσημέρι, η τεχνητή νοημοσύνη θα ρυθμίζει αυτόματα τον εσωτερικό φωτισμό, ώστε να εξασθενεί ανάλογα με την αφθονία του φυσικού φωτός της ημέρας. Κατά τις βραδινές ώρες, η τεχνητή νοημοσύνη θα προσομοιώνει την ώρα του ηλιοβασιλέματος μειώνοντας σταδιακά τη θερμοκρασία χρώματος από 2700K σε 2200K και μειώνοντας την ένταση όλων των άμεσων πηγών φωτός, προκειμένου να διευκολύνει τη φυσική τάση του σώματος να χαλαρώσει και να προετοιμαστεί για ύπνο, παρέχοντας ένα βιολογικά υποστηρικτικό περιβάλλον για να το πράξει.



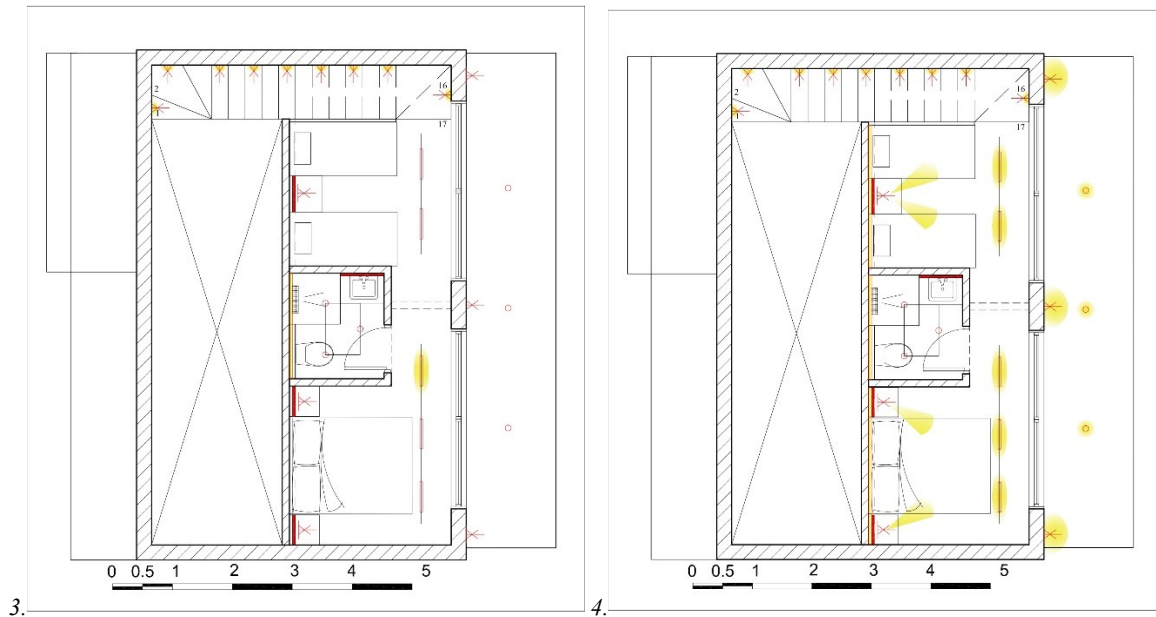
Εικόνα 28 Σενάριο φωτισμού ορόφου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός / 2. Σενάριο Χαλάρωσης



Εικόνα 29 Σενάριο φωτισμού ορόφου διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο Νύχτας / 4. Σενάριο Εργασίας



Εικόνα 30 Σενάριο φωτισμού σοφίτας διαμερίσματος Κτιρίου 2. 1. Συνολικός φωτισμός / 2. Σενάριο Χαλάρωσης



Εικόνα 31 Εικόνα 28 Σενάριο φωτισμού σοφίτας διαμερίσματος Κτιρίου 2. 3. Σενάριο Νύχτας / 4. Σενάριο Εργασίας

Εκτός από τις αυτοματοποιημένες ρυθμίσεις του κιρκαδικού ρυθμού που πραγματοποιούνται από την τεχνητή νοημοσύνη, ο σχεδιασμός αυτών των πολυτελών χώρων φιλοξενίας ενσωματώνει διάφορα επιπλέον σενάρια λειτουργίας που ενεργοποιούνται από τον χρήστη (ή από αισθητήρες) με σκοπό την ενίσχυση της πολυτελούς εμπειρίας των επισκεπτών του ξενοδοχείου.

- Σενάριο καλωσορίσματος/check-in: Αυτή είναι μια σημαντική πρώτη εντύπωση που δημιουργείται αμέσως όταν ένας επισκέπτης ξεκλειδώνει την πόρτα για πρώτη φορά. Αντί να αναγκάζει τον επισκέπτη να εισέλθει στο σκοτάδι και να ψάχνει απεγνωσμένα για διακόπτες, η τεχνητή νοημοσύνη θα δημιουργήσει μια αλληλουχία γεγονότων άφιξης, η οποία θα ενεργοποιήσει την αυτόματη έναυση των φωτιστικών του διαδρόμου, θα ανοίξει αυτόματα τις περσίδες επιτρέποντας την ορατότητα της θέας και θα ενεργοποιήσει αυτόματα τον αρχιτεκτονικό φωτισμό στον χώρο διαβίωσης. Όλα αυτά συνεργάζονται για να δημιουργήσουν μια πολυτελή, φιλόξενη ατμόσφαιρα για τον επισκέπτη αμέσως μετά την άφιξή του.
- Σενάριο δραστηριότητας/γεύματος: Όταν οι επισκέπτες κάθονται στο τραπέζι της τραπεζαρίας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μειώσει αυτόματα τον φωτισμό εργασίας της κουζίνας στο 20%, επιτρέποντας στην λειτουργική κουζίνα

να υποχωρήσει στο παρασκήνιο, ενώ αυξάνει αυτόματα το φως με ζεστή απόχρωση, εστιασμένο στο κρεμαστό φωτιστικό που βρίσκεται πάνω από το τραπέζι στο 80%, δημιουργώντας έτσι μια οικεία ατμόσφαιρα γεύματος σαν εστιατόριο που τους επιτρέπει να κοινωνικοποιηθούν με τους συνδαιτυμόνες τους.

- **Σενάριο χαλάρωσης/νύχτας:** Όταν οι επισκέπτες ετοιμάζονται να αποσυρθούν για τη νύχτα, θα ενεργοποιείται το σενάριο Χαλάρωση για να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει άμεση θάμβωση από καμία από τις πιθανές πηγές φωτός. Αργότερα το βράδυ, το σενάριο Νύχτα/Ασφάλεια θα ενεργοποιήσει τους αισθητήρες κίνησης για να εκπέμψουν ένα χαμηλής έντασης πορτοκαλί φως κατά μήκος της διαδρομής του επισκέπτη από τη σοφίτα μέχρι το μπάνιο. Με αυτήν την τεχνική δημιουργείται ένας ασφαλής τρόπος περιήγησης στο δωμάτιο του ξενοδοχείου χωρίς τα μάτια τους να τυφλώνονται από έντονο λευκό φως, ώστε να μπορούν να συνεχίσουν ήσυχα τον ύπνο τους.



*Εικόνα 32 Φωτορεαλιστική απεικόνιση. Σενάριο χαλάρωσης, μείωση της έντασης του φωτισμού*

### 5.2.2 Ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στον έλεγχο του φωτισμού

Η μετάβαση από τις παραδοσιακές μορφές έξυπνης αυτοματοποίησης στην τεχνητή νοημοσύνη πλήρους κλίμακας θα αλλάξει εντελώς τον τρόπο λειτουργίας ενός τουριστικού καταλύματος. Οι βασικές μορφές αυτοματισμού ανταποκρίνονται σε μεμονωμένες εισόδους δεδομένων (όπως χρονοδιακόπτες ή απλοί διακόπτες). Ωστόσο, το νέο σύστημα τεχνητής νοημοσύνης παρέχει μια μέθοδο συνεχούς μάθησης μέσω σύνθετης συλλογής δεδομένων, αναγνώρισης προτύπων και αλγορίθμων πρόβλεψης. Με τη νέα τεχνολογία, ο αρχιτεκτονικός φωτισμός μετατρέπεται σε μια δυναμική, μεταβαλλόμενη και ενεργή

οντότητα που ανταποκρίνεται προληπτικά στις ανάγκες των επισκεπτών και βελτιστοποιεί την αποδοτικότητα του κτιρίου.

Για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα, πρέπει να λαμβάνει δεδομένα υψηλής ακρίβειας από τους αισθητήρες. Η παραδοσιακή χρήση αισθητήρων παθητικής υπέρυθρης ακτινοβολίας (PIR) για την ανίχνευση ατόμων σε πολυτελή ξενοδοχεία συχνά αποτυγχάνει, καθώς δεν ανιχνεύουν άτομα που διαβάζουν ή χαλαρώνουν ήσυχα, με αποτέλεσμα την ξαφνική και απροσδόκητη απενεργοποίηση του φωτισμού. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, σχεδιάστηκαν ειδικά αισθητήρες διπλής τεχνολογίας, ενσωματώνοντας ραντάρ μικροκυμάτων που μπορούν να αναγνωρίσουν μικροκινήσεις (για παράδειγμα, την αναπνοή ή το γύρισμα μιας σελίδας βιβλίου). Αυτό θα παρέχει ακριβή δεδομένα παρουσίας σε πολύ λεπτομερές επίπεδο σε πραγματικό χρόνο. Εκτός από τους αισθητήρες διπλής τεχνολογίας, θα υπάρχουν συνεχούς λειτουργίας εσωτερικά φωτοκύτταρα (αισθητήρες συλλογής φυσικού φωτός) που θα μετρούν συνεχώς την ποσότητα του φυσικού φωτός του περιβάλλοντος που εισέρχεται από τα παράθυρα. Τα δεδομένα των φωτοκυττάρων θα συγκρίνονται επίσης με εξωτερικά μετεωρολογικά API (που παρακολουθούν τη θέση του ήλιου και το ποσοστό της νεφοκάλυψης) για να δημιουργηθεί μια πλήρης εικόνα της τρέχουσας φυσικής κατάστασης ολόκληρου του κτιρίου.

Τα δεδομένα που παράγονται από τους αισθητήρες θα επιτρέψουν στην τεχνητή νοημοσύνη να λειτουργήσει ως ψηφιακός ανθρωπολόγος, αναλύοντας ιστορικά δεδομένα προκειμένου να καθορίσει μοτίβα συμπεριφοράς. Το σύστημα παρακολουθεί συνεχώς τη συχνότητα χρήσης και το χρόνο αλληλεπίδρασης, και το πιο σημαντικό, τις χειροκίνητες παρεμβάσεις. Για παράδειγμα, όταν το σύστημα μειώνει αυτόματα τη φωτεινότητα του καθιστικού στο 50% σε ένα φωτεινό ηλιόλουστο απόγευμα, εάν ένας συγκεκριμένος επισκέπτης αυξάνει συνεχώς τη φωτεινότητα του δωματίου στο 80%, η τεχνητή νοημοσύνη θεωρεί αυτή τη χειροκίνητη ρύθμιση ως διόρθωση σφάλματος.

Ως αποτέλεσμα της προσαρμογής που πραγματοποίησε ο συγκεκριμένος επισκέπτης, ο αλγόριθμος θα ενημερώσει το μοντέλο πρόβλεψης για τον συγκεκριμένο χώρο μέσω της μάθησης ενίσχυσης (RL). Καθ' όλη τη διάρκεια της διαμονής του, η τεχνητή νοημοσύνη θα εξελιχθεί από την απλή ανταπόκριση στις εντολές του επισκέπτη στην προληπτική πρόβλεψη των αναγκών του, με βάση προηγούμενες συσχετίσεις μεταξύ του ιστορικού προτύπου συμπεριφοράς του (τι ώρα προτιμά να επιστρέφει στο κατάλυμα) και άλλων σχετικών μεταβλητών (όπως η ώρα της ημέρας, ο καιρός και οι ιστορικές προτιμήσεις του

για διάφορα επίπεδα φωτισμού). Ο τελικός στόχος της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της φιλοξενίας θα είναι η κατάργηση της προσέγγισης μια λύση για όλους και η μετάβαση προς μια υπερ-εξατομικευμένη εμπειρία, Δεδομένου ότι το επίπεδο φωτισμού είναι υποκειμενικό. Για παράδειγμα, η ποσότητα φωτός που μπορεί να χρειαστεί ένας ηλικιωμένος επισκέπτης για να διαβάσει μπορεί να είναι έως και 40% μεγαλύτερη από την προτεινόμενη τιμή αναφοράς, σε αντίθεση με έναν νεότερο επισκέπτη, ο οποίος μπορεί να θεωρήσει την ίδια αύξηση έντασης φωτισμού υπερβολική. Η τεχνητή νοημοσύνη θα χρησιμεύσει για να γεφυρώσει αυτό το χάσμα, προσαρμόζοντας τη συμπεριφορά του κτιρίου με βάση τις προτιμήσεις κάθε ατόμου. Προκειμένου να δημιουργηθεί μια απρόσκοπτη εμπειρία κατά τη δημιουργία αυτής της εξατομίκευσης, ο σχεδιασμός θα ενσωματώνει τη χρήση της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (NLP) και της Φωνητικής Τεχνητής Νοημοσύνης, η οποία αφαιρεί το γνωστικό βάρος που συνήθως συνδέεται με την εκμάθηση του τρόπου λειτουργίας σύνθετων πάνελ αφής. Ο επισκέπτης μπορεί απλά να πει Θέλω να διαβάσω και η Τεχνητή Νοημοσύνη θα ερμηνεύσει την πρόθεση και θα κατευθύνει το φως στη συγκεκριμένη θέση του επισκέπτη στο δωμάτιο.

Το σύστημα θα δημιουργήσει επίσης ένα Ψηφιακό Προφίλ Επισκέπτη (μια ταυτότητα προτιμήσεων βασισμένη στο cloud) και θα διαμορφώσει αυτόματα τις ρυθμίσεις φωτισμού σύμφωνα με τις προτιμήσεις του επισκέπτη μόλις κάνει check-in στη βίλα. Εκτός από την ενίσχυση της εμπειρίας του επισκέπτη, η τεχνητή νοημοσύνη θα οδηγήσει επίσης σε μια θεμελιώδη μετάβαση από την παθητική αποδοτικότητα (τη χρήση απλών λαμπτήρων LED) προς την ενεργή βελτιστοποίηση. Πολλοί επισκέπτες στον ξενοδοχειακό κλάδο αφήνουν τα φώτα αναμμένα σε πλήρη ισχύ σε κενά δωμάτια, με αποτέλεσμα την υπερβολική κατανάλωση ενέργειας. Η τεχνητή νοημοσύνη θα υιοθετήσει αλγόριθμους πρόβλεψης και θα είναι σε θέση να αναλύει τις ιστορικές τάσεις και να χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να υπολογίζει πότε ένα συγκεκριμένο δωμάτιο θα είναι κενό. Ως εκ τούτου, θα θέτει το δωμάτιο αυτό σε οικολογική λειτουργία, και θα το κάνει αυτό πριν ακόμη αναχωρήσει πλήρως ο τελευταίος επισκέπτης από το δωμάτιο.

Το σύστημα θα χρησιμοποιεί επίσης το Task Tuning (ή high-end trim), το οποίο είναι ουσιαστικά μια μέθοδος ρύθμισης της μέγιστης ισχύος που χρησιμοποιούν τα φωτιστικά στο δωμάτιο. Επειδή το ανθρώπινο μάτι είναι λογαριθμικά ευαίσθητο στη φωτεινότητα, και ο φωτισμός άνω του 80% είναι μη διακριτός από τον φωτισμό 100% για τους περισσότερους ανθρώπους, η τεχνητή νοημοσύνη υποστηρίζει αυτή τη λειτουργία

περιορίζοντας μόνιμα τη μέγιστη ισχύ που καταναλώνουν τα φωτιστικά του δωματίου στο 80%-85%. Η χρήση αυτής της μεθόδου επιτρέπει τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας φωτισμού κατά περίπου 20%, καθώς και τη σημαντική παράταση της διάρκειας ζωής των οδηγών LED μέσω της μείωσης της θερμικής καταπόνησης. Το σύστημα θα εφαρμόσει επίσης λεπτομερή διαχείριση φορτίου. Αντί να φωτίζει ολόκληρο το εξωτερικό μονοπάτι ή όλα τα φωτιστικά σε έναν μακρύ διάδρομο με πλήρη ισχύ, η τεχνητή νοημοσύνη θα αντιμετωπίζει κάθε φωτιστικό ως ανεξάρτητο σημείο δεδομένων και θα δημιουργεί μια τοπική Follow-Me φυσαλίδα φωτός που θα ακολουθεί τον επισκέπτη ανεξάρτητα από την τοποθεσία του, ενώ θα εξαλείφει επίσης τη σπατάλη που συνδέεται με στατικά, οριζόντια πλάνα φωτισμού.

### 5.2.3 Προσομοιώσεις φωτισμού και αξιολόγηση

Για την επικύρωση των εννοιολογικών σεναρίων και των ενσωματώσεων τεχνητής νοημοσύνης που περιγράφονται στις προηγούμενες ενότητες, θα πραγματοποιηθούν αναλυτικές ψηφιακές προσομοιώσεις στο πλαίσιο μιας αυστηρής διαδικασίας αξιολόγησης, συνδέοντας τη θεωρητική σύλληψη του σχεδιασμού με την πρακτική εφαρμογή του στον φυσικό χώρο. Μέσω της διαδικασίας αυτής, θα αξιολογηθεί κατά πόσο τα επιλεγμένα φωτιστικά ανταποκρίνονται επαρκώς στην επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων οπτικής άνεσης, ενεργειακής απόδοσης και αρχιτεκτονικής ανάδειξης, ενώ παράλληλα θα επικυρωθούν οι σχετικές παράμετροι πριν από οποιαδήποτε φυσική παρέμβαση στο πλαίσιο του έργου.

Χρησιμοποιώντας λογισμικό υπολογισμού φωτισμού, τα προτεινόμενα σενάρια αναπτύχθηκαν ως φωτορεαλιστικά μοντέλα για την οπτική και τεχνική επιβεβαίωση της συνολικής σχεδιαστικής πρόθεσης. Προηγούμενες τρισδιάστατες απεικονίσεις του εξωτερικού χώρου ολόκληρου του συγκροτήματος χρησιμεύουν ως βάση για την επιβεβαίωση της αρχιτεκτονικής πρόθεσης αυτού του έργου, καθώς και για να δείξουν πώς το ζεστό φως της πισίνας και το φως που ανακλάται στις πέτρινες προσόψεις θα ενσωματωθούν στην υπάρχουσα φυσική κλιμακωτή τοπογραφία αυτού του χώρου.

Στο εσωτερικό των κτιρίων, η ψηφιακή μοντελοποίηση είναι απαραίτητη για την προσομοίωση και την επαλήθευση της οπτικής ζωνοποίησης σε ανοιχτούς χώρους. Με βάση τα οπτικά αποτελέσματα της ψηφιακής προσομοίωσης, θα επαληθευθούν ότι η απαιτούμενη φωτεινότητα 500 lux στους πάγκους της κουζίνας θα επιτευχθεί ως μέρος του

Σεναρίου Εργασίας/Μαγειρικής, χωρίς υπερβολική διαρροή φωτός ή θάμβωση στους παρακείμενους χώρους διαβίωσης. Επιπλέον, μέσω της ψηφιακής μοντελοποίησης του χώρου, η προσομοίωση βαθμονομείται ώστε το επίπεδο φωτισμού της διαδρομής Νύχτα/Ασφάλεια να παρέχει επαρκή φωτισμό στο επίπεδο του δαπέδου για ασφαλή περιήγηση μέσω της χρήσης φωτιστικών σκαλοπατιών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την αντανάκλαση φωτός από γειτονικές επιφάνειες, η οποία θα μπορούσε να διαταράξει τον κερκαδικό ρυθμό των επισκεπτών του ξενοδοχείου.

Η επιτυχής εκτέλεση των έξυπνων σεναρίων εξαρτάται αποκλειστικά από τις προδιαγραφές απόδοσης του αντίστοιχου εξοπλισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το έργο. Τα επιλεγμένα φωτιστικά πρέπει να πληρούν τόσο τις αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές απόδοσης που είναι συμβατές με το Σύστημα Ελέγχου AI, όσο και τα κριτήρια Ανθρωποκεντρικού Φωτισμού που αναπτύχθηκαν μέσω της παρούσας μελέτης.

- **Ποιότητα χρώματος και φάσμα φωτιστικών:** Οι νιπτήρες κουζίνας και μπάνιου απαιτούν τα επιλεγμένα φωτιστικά να έχουν υψηλούς δείκτες απόδοσης χρώματος ( $CRI \geq 90$ , με έμφαση στις τιμές R9), έτσι ώστε τα χρώματα των τροφίμων και του δέρματος να δημιουργούν την αίσθηση πολυτέλειας, υγείας και αυθεντικότητας για τους επισκέπτες του ξενοδοχείου. Στους κύριους χώρους διαβίωσης και στα loft, απαιτείται η χρήση μονάδων LED Tunable White με την προϋπόθεση ότι η φασματική κατανομή ισχύος (SPD) τους μεταβαίνει ομαλά από 6500K (αφύπνιση νωρίς το πρωί) σε ζεστό πορτοκαλί 2200K (χαλάρωση το βράδυ).
- **Σχεδιασμός φωτιστικών και οπτικά χαρακτηριστικά:** Η οπτική ησυχία και η εξάλειψη της άμεσης θάμβωσης επιτυγχάνονται μέσω της χρήσης βαθιά χωνευτών downlights, κρυφών γραμμικών ταινιών LED για τον έμμεσο φωτισμό περιβάλλοντος και ρυθμιζόμενων κρεμαστών φωτιστικών. Όλα τα εξωτερικά φωτιστικά θα προδιαγραφούν ως Full Cut-off (πλήρης θωράκιση) για την αποτροπή της διαρροής φωτός προς τα πάνω και για τη συμμόρφωση με τους τοπικούς κώδικες Dark Sky, αποτρέποντας παράλληλα τον οπτικό αποπροσανατολισμό της άγριας πανίδας.
- **Ανθεκτικότητα και ασφάλεια φωτιστικών:** Σε περιβάλλον φιλοξενίας, απαιτείται κατάλληλος βαθμός προστασίας IP για τα φωτιστικά. Για τα φωτιστικά μπάνιου, πρέπει να παρέχονται πιστοποιημένα στεγανά (min IP44) (χαμηλής τάσης)

φωτιστικά. Σε περιοχές όπως το ντους ο βαθμός προστασίας αυξάνεται (IP65) για να διασφαλίζεται η ασφάλεια των επισκεπτών σε υγρές περιοχές. Τα υποβρύχια φωτιστικά για την περιοχή της πισίνας πρέπει να εξασφαλίζουν το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας, παρέχοντας παράλληλα ατμοσφαιρική λάμψη μεγαλύτερη των 4000K.

- Συμβατότητα ελέγχου φωτιστικών: Τέλος, όλοι οι οδηγοί LED πρέπει να είναι εγγενώς συμβατοί με τα προτιμώμενα πρωτόκολλα ψηφιακής επικοινωνίας: DALI (Digital Addressable Lighting Interface) για την κύρια υποδομή και με τα αναδυόμενα πρωτόκολλα ασύρματης επικοινωνίας Zigbee και Bluetooth, έτσι ώστε κάθε αναγνωρισμένο φωτιστικό να μπορεί να διευθυνσιοδοτηθεί μοναδικά, να ρυθμιστεί η ένταση του φωτισμού του και να παρακολουθείται μέσω του κεντρικού επεξεργαστή τεχνητής νοημοσύνης.

Συγκεκριμένα το είδος των φωτιστικών ανά χώρου που επιλέχθηκαν είναι:

- **Χώρος υπνοδωματίου**

Στον χώρο του υπνοδωματίου τοποθετήθηκε μαγνητική ράγα σε διάταξη σχήματος «Π» περιμετρικά του κρεβατιού, πάνω στην οποία ενσωματώνονται γραμμικά φωτιστικά LED και κατευθυνόμενα σποτ. Η διάταξη αυτή εξασφαλίζει τόσο τον γενικό φωτισμό του χώρου όσο και τη δυνατότητα δημιουργίας διαφορετικών φωτιστικών σεναρίων, ανάλογα με τις ανάγκες του επισκέπτη. Παράλληλα, δίπλα στο κρεβάτι τοποθετήθηκε κατακόρυφη μαγνητική ράγα, η οποία φέρει σποτ ανάγνωσης. Τα φωτιστικά αυτά διαθέτουν κυψελωτό πλέγμα (honeycomb louver), με στόχο τον περιορισμό της θάμβωσης και τη βελτίωση της οπτικής άνεσης των χρηστών κατά την παραμονή τους στον χώρο ύπνου, διατηρώντας παράλληλα τον εστιασμένο χαρακτήρα του φωτισμού εργασίας και ανάγνωσης. Πάνω από το κρεβάτι ενσωματώνεται λεντοταινία σε εσοχή οροφής, η οποία λειτουργεί ως έμμεσος φωτισμός ατμόσφαιρας. Επιπλέον, προβλέπεται εσωτερικός φωτισμός της ντουλάπας, ο οποίος ενεργοποιείται κατά το άνοιγμά της, καθώς και φωτισμός στον χώρο του γραφείου για την υποστήριξη δραστηριοτήτων εργασίας/ανάγνωσης.

- **Χώρος καθιστικού, κουζίνας και εισόδου**

Η ίδια φωτιστική φιλοσοφία συνεχίζεται στον ενιαίο χώρο καθιστικού, κουζίνας και εισόδου μέσω μαγνητικής ράγας σε διάταξη σχήματος «Γ», στην οποία εναλλάσσονται

γραμμικά φωτιστικά LED και σποτ. Καθώς πρόκειται για έναν ενιαίο χώρο, η διάταξη αυτή εξυπηρετεί τις διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις των επιμέρους ζωνών, παρέχοντας τόσο γενικό όσο και κατευθυνόμενο φωτισμό. Στον χώρο της κουζίνας τοποθετήθηκε χωνευτή λεντοταινία σε προφίλ αλουμινίου με αυτάκια κάτω από τα ράφια, προσφέροντας λειτουργικό φωτισμό εργασίας στον πάγκο και βελτιώνοντας την οπτική άνεση του χρήστη κατά την προετοιμασία γευμάτων. Στον χώρο του νιπτήρα, ο οποίος λειτουργεί και ως μεταβατικός διάδρομος προς το λουτρό και το υπνοδωμάτιο, προβλέπεται φωτισμός κάτω από το έπιπλο μέσω λεντοταινίας, καθώς και φωτιζόμενος καθρέπτης με εμπρόσθιο φωτισμό, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφος φωτισμός του προσώπου, ενώ παράλληλα ενισχύει την αίσθηση άνεσης και προσανατολισμού στον χώρο. Τέλος, στην περιοχή του καθιστικού προβλέπεται λεντοταινία ενσωματωμένη σε εσοχή οροφής πάνω από τον καναπέ.

- **Χώρος λουτρού**

Στον χώρο του λουτρού τοποθετήθηκαν χωνευτά σποτ οροφής για την κάλυψη των γενικών αναγκών φωτισμού. Τα φωτιστικά αυτά λειτουργούν συμπληρωματικά με τη λεντοταινία οροφής στον τοίχο του ντουζ, η οποία συμβάλλει στη δημιουργία ενός πιο ήπιου και ατμοσφαιρικού φωτιστικού σεναρίου. Επιπρόσθετα, προβλέπεται φωτισμός στα ράφια μέσω λεντοταινίας, ο οποίος ενισχύει τη λειτουργικότητα του χώρου και συμβάλλει στην ανάδειξη των επιφανειών του λουτρού και των αντικειμένων πάνω σε αυτά.

- **Χώρος βεράντας**

Στις βεράντες τοποθετήθηκαν σποτ οροφής, τα οποία εξασφαλίζουν τον γενικό λειτουργικό φωτισμό του χώρου και υποστηρίζουν τις δραστηριότητες των χρηστών κατά τις νυχτερινές ώρες. Συμπληρωματικά, εκατέρωθεν των κουφωμάτων τοποθετήθηκαν downlights, τα οποία αναδεικνύουν τις όψεις του κτιρίου και ενισχύουν τη μετάβαση μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Ο συνδυασμός των δύο τύπων φωτιστικών συμβάλλει στη δημιουργία ενός λειτουργικού και οπτικά συνεκτικού φωτιστικού περιβάλλοντος.

- **Εξωτερικοί χώροι**

Στα κλιμακοστάσια, στους διαδρόμους κυκλοφορίας και στον περιβάλλοντα χώρο της πισίνας τοποθετήθηκαν downlights σε χαμηλό ύψος, με στόχο την ασφαλή κίνηση και

τον προσανατολισμό των χρηστών κατά τις νυχτερινές ώρες. Στα παρτέρια ενσωματώθηκε λεντοταινία κάτω από την μαρμαρίνη προεξοχή, αναδεικνύοντας διακριτικά τις φυτεύσεις, αλλά και τα σκαλοπάτια. Αντίστοιχα downlights με αυτά των βεραντών τοποθετήθηκαν και στις εισόδους των διαμερισμάτων. Τέλος, στην πισίνα τοποθετήθηκαν υποβρύχια σποτ για τον φωτισμό του υδάτινου στοιχείου.

#### 5.2.4 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Χαλάρωσης



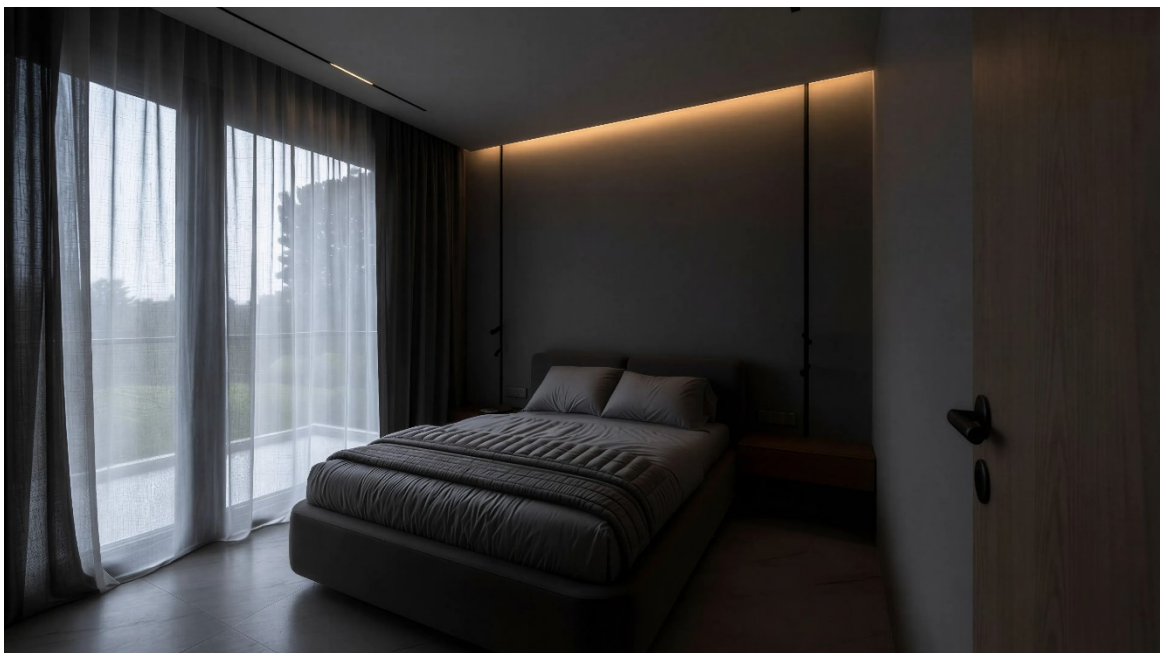
Εικόνα 33 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο χαλάρωσης σαλονιού κατά τις απογευματινές ώρες



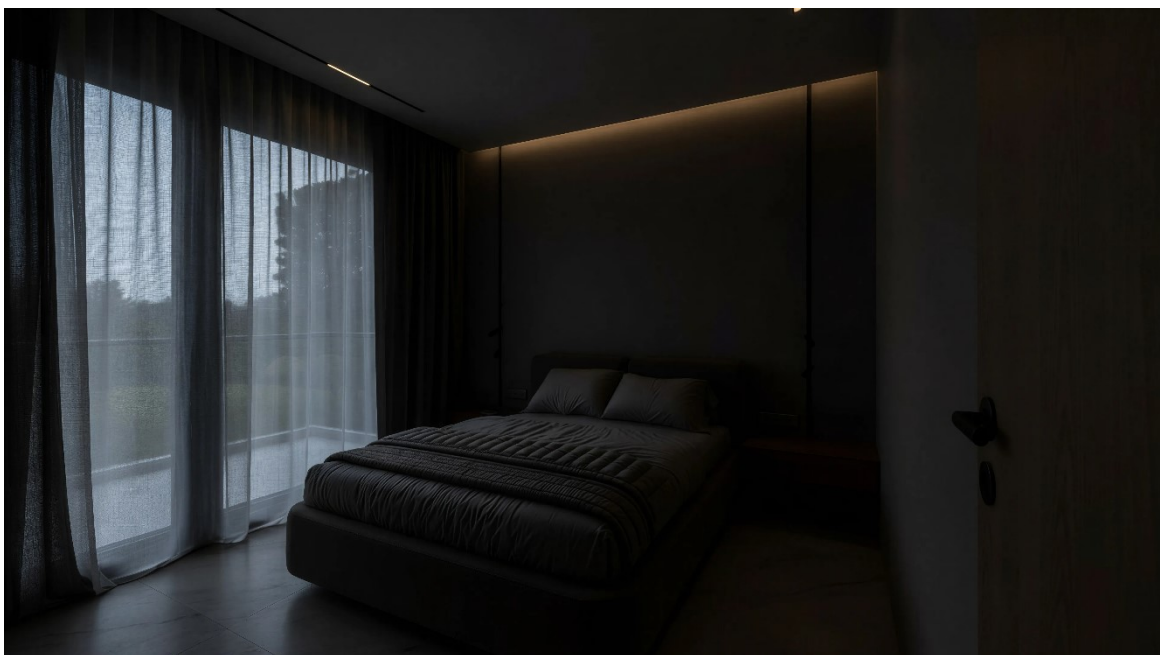
Εικόνα 34 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης σαλονιού κατά τις βραδινές ώρες



Εικόνα 35 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου κατά τις απογευματινές ώρες



*Εικόνα 36 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου νωρίς το βράδυ*



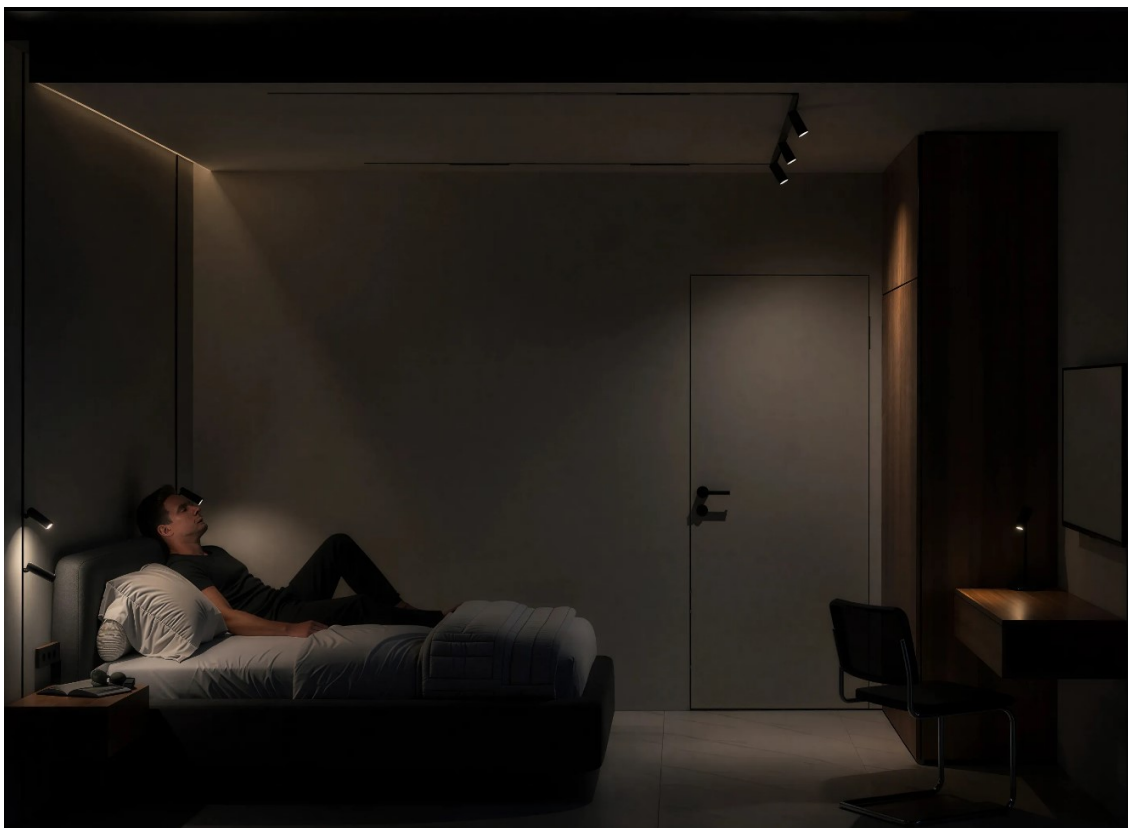
*Εικόνα 37 Φωτορεαλιστική απεικόνιση - Σενάριο Χαλάρωσης υπνοδωματίου κατά τις βραδινές ώρες.*



*Εικόνα 38 Σενάριο χαλάρωσης πριν τον ύπνο. Επιστροφή στο κατάλυμα, τακτοποίηση ενδυμασίας και προετοιμασία για ύπνο*



Εικόνα 39 Σενάριο Χαλάρωσης - ο ένοικος ξαπλωμένος στο κρεβάτι



Εικόνα 40 Σενάριο Χαλάρωσης - ο ένοικος αποκοιμήθηκε

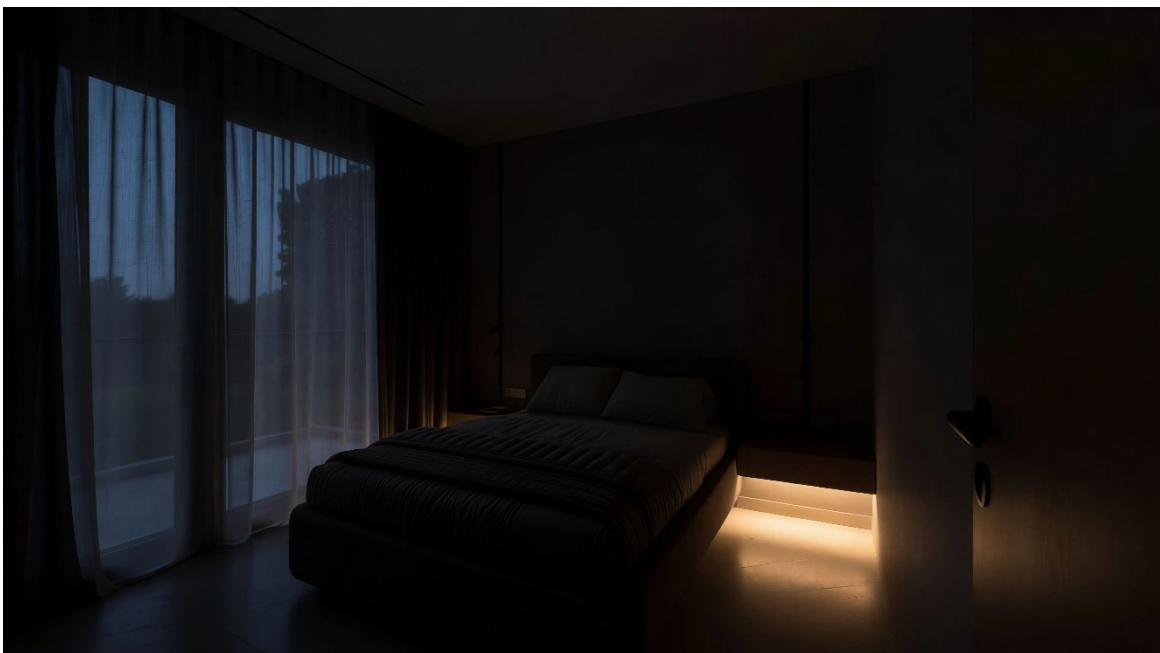
### 5.2.5 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Νύχτας



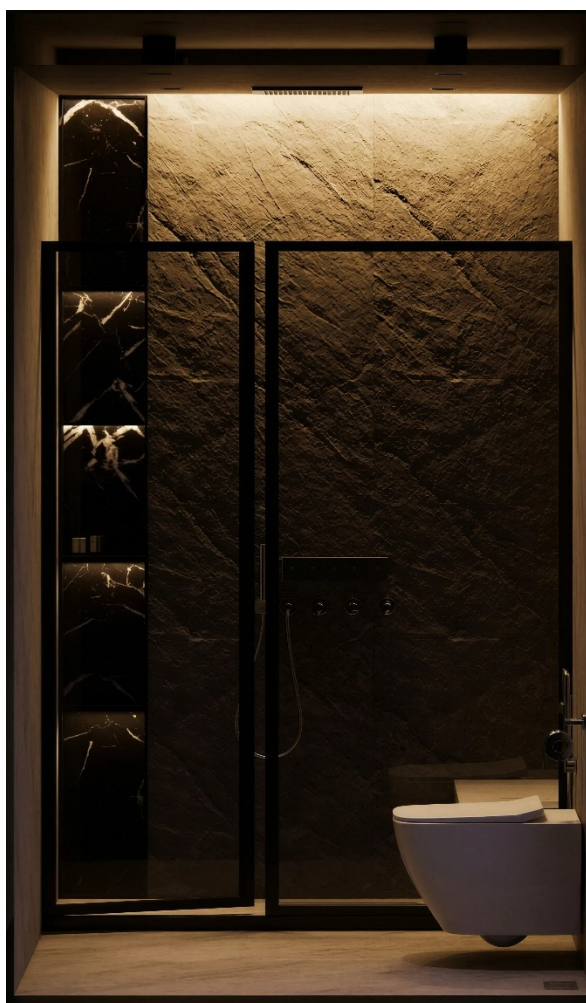
*Εικόνα 41 Σενάριο Νύχτας σαλονιού*



*Εικόνα 42 Σενάριο Νύχτας υπνοδωματίου – φως ασφαλείας παράλληλα με κρυφό φωτισμό ψευδοροφής*



Εικόνα 43 Σενάριο Νύχτας υπνοδωματίου – φως ασφαλείας



Εικόνα 44 Σενάριο Νύχτας λουτρού

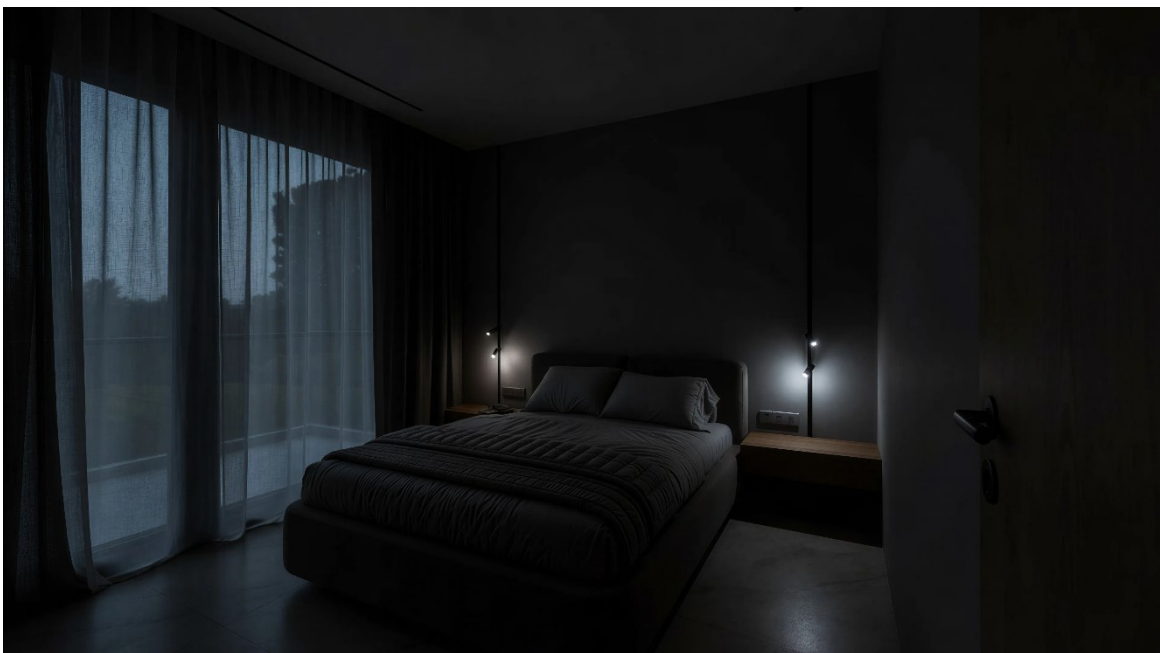
### 5.2.6 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Εργασίας



*Εικόνα 45 Σενάριο Εργασίας σαλονιού*



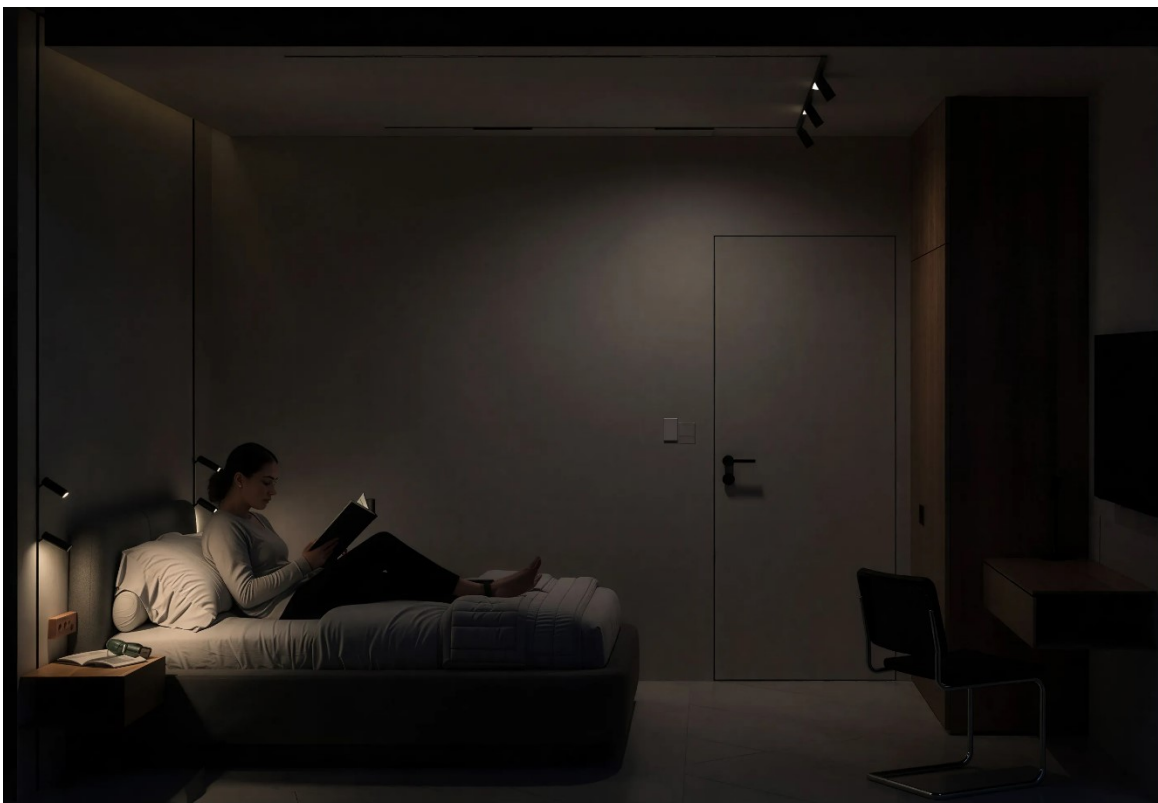
*Εικόνα 46 Εικόνα 40 Σενάριο Εργασίας υπνοδωματίου - απλίες τοίχου σε συνδυασμό με κρυφό φωτισμό ψευδοροφής*



*Εικόνα 47 Σενάριο Εργασίας υπνοδωματίου – μόνο απλές τοίχων για διάβασμα*



*Εικόνα 48 Σενάριο εργασίας σε γραφείο και κρεβάτι*



*Εικόνα 49 Σενάριο εργασίας στο κρεβάτι, χωρίς να ενοχλεί τον σύντροφο που έχει αποκοιμηθεί.*



*Εικόνα 50 Σενάριο Εργασίας κουζίνας*



Εικόνα 51 Σενάριο Εργασίας νιπτήρα

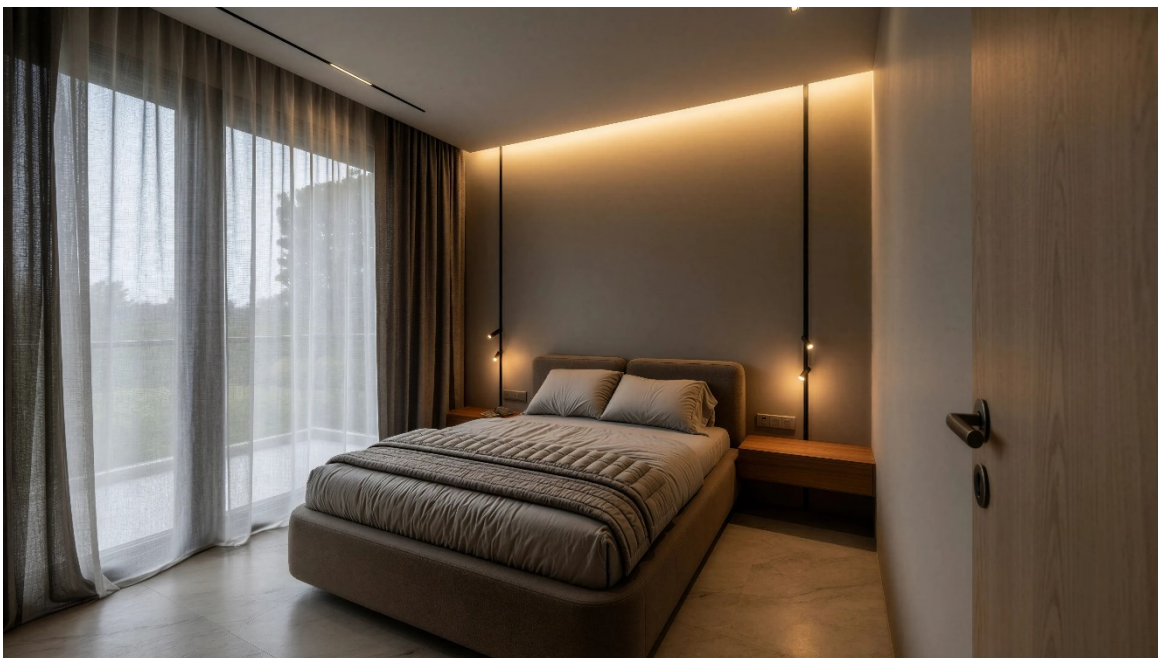


*Εικόνα 52 Σενάριο Εργασίας νιπτήρα - ομοιόμορφος φωτισμός Εργασίας*

### 5.2.7 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Check in



*Εικόνα 53 Σενάριο Check in σαλονιού*



*Εικόνα 54 Σενάριο Check in υπνοδωματίου*

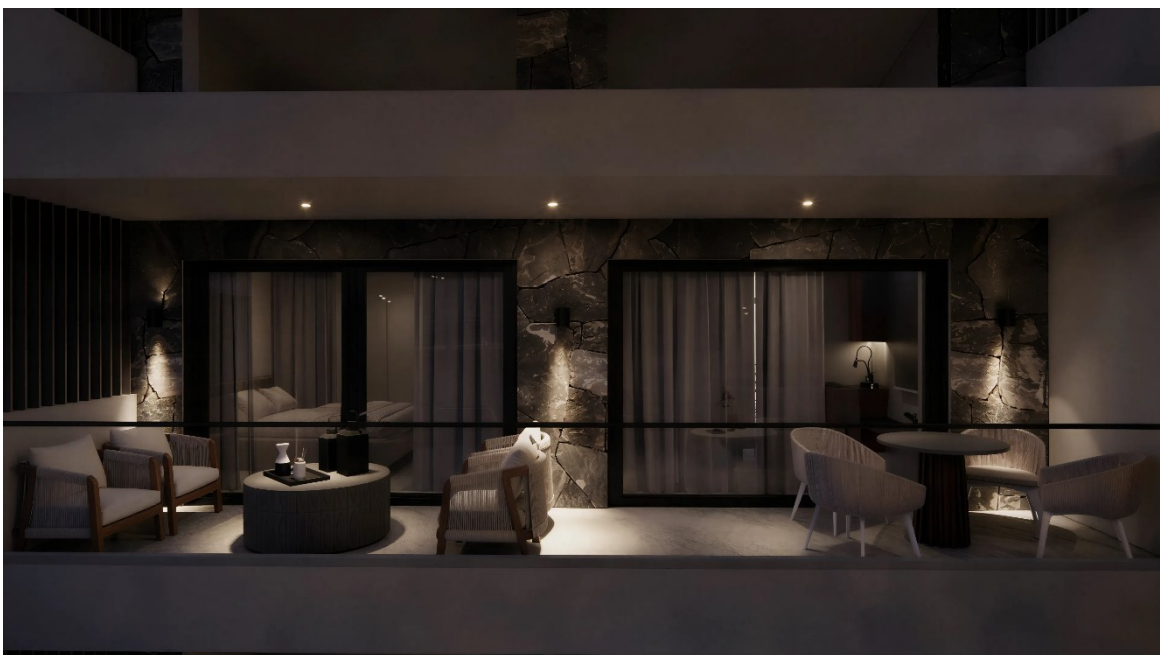
## 5.2.8 Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις - Σενάρια Εξωτερικού χώρου – Βεράντας



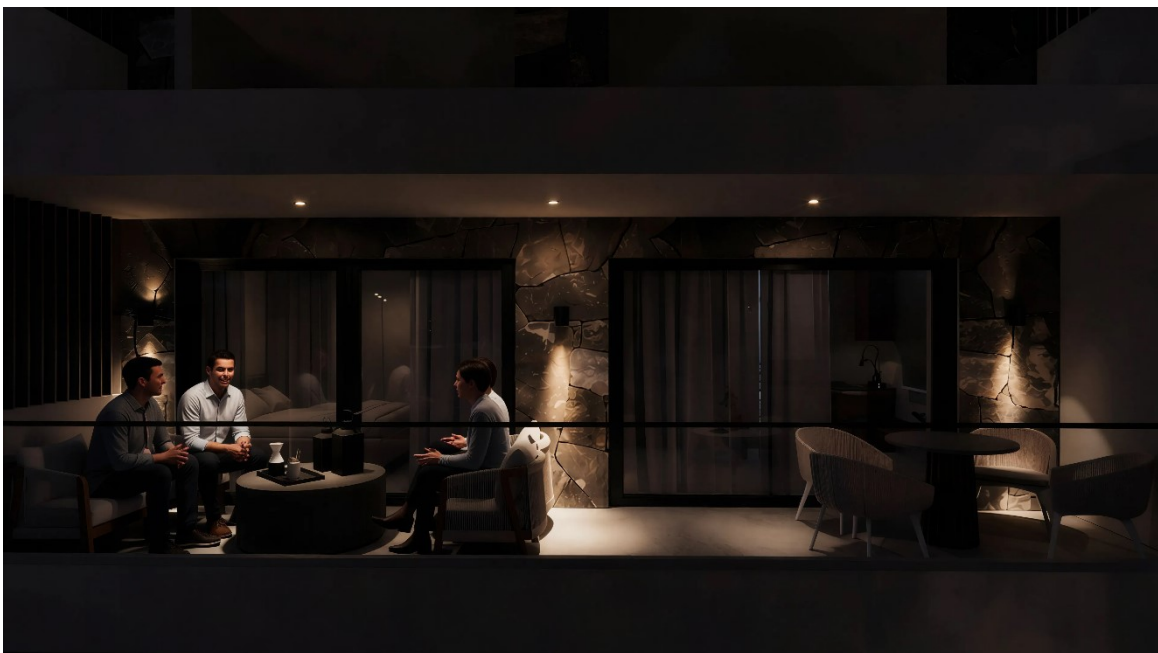
*Εικόνα 55 Σενάριο βεράντας κατά τη διάρκεια ηλιόλουστης ημέρας*



*Εικόνα 56 Σενάριο βεράντας το σούρουπο*



*Εικόνα 57 Σενάριο βεράντας νωρίς το βράδυ*



*Εικόνα 58 Σενάριο βεράντας αργά το βράδυ - κατά τη διαμονή ατόμων στον εξωτερικό χώρο*



*Εικόνα 59 Συνολικός φωτισμός (downlights) της Β/Α και Β/Δ όψης κατά τις βραδινές ώρες που ενεργοποιούνται με αισθητήρες κίνησης*



*Εικόνα 60 Συνολικός φωτισμός (downlights) της Ν/Α και Ν/Δ όψης κατά τις βραδινές ώρες που ενεργοποιούνται με αισθητήρες κίνησης*

## Συμπεράσματα

Το σημείο τομής μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης, φωτισμού με επίκεντρο τον άνθρωπο και αρχιτεκτονικής στα τουριστικά καταλύματα της Μεσογείου αποτελεί το κύριο αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής μελέτης. Σκοπός ήταν να εξεταστεί πώς τα έξυπνα συστήματα φωτισμού έχουν εξελιχθεί από έναν απλό χρηστικό σκοπό σε κάτι που μπορεί να προσφέρει στους χρήστες μια δυναμική, διαδραστική άνεση που διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον χώρο, επηρεάζει τη φυσιολογία τους και έχει θετικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Ο συνδυασμός θεωρίας και πρακτικής έρευνας με τη χρήση μιας μελέτης περίπτωσης ενός πολυεπίπεδου συγκροτήματος θα οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση της τρέχουσας κατάστασης και της μελλοντικής εξέλιξης του έξυπνου φωτισμού στην αγορά των πολυτελών ξενοδοχείων.

Το βασικό συμπέρασμα από αυτή την έρευνα είναι ότι η αξία της τεχνητής νοημοσύνης στον φωτισμό έγκειται στην ικανότητά της να μετακινηθεί από μια αντιδραστική σε μια προβλεπτική θέση. Ο παραδοσιακός αυτοματισμός βασίζεται στην ανταπόκριση σε μεμονωμένες εισόδους: αισθητήρες κίνησης ή χρονοδιαγράμματα. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης θα χρησιμοποιούν εξελιγμένους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον συνεχούς μάθησης. Η χρήση εναλλακτικών πηγών δεδομένων, όπως η διασταύρωση των μικροκινήσεων των ατόμων που βρίσκονται σε εσωτερικούς χώρους και των ιστορικών προτιμήσεων των χρηστών με μετεωρολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, θα επιτρέψει στο σύστημα να προβλέψει τις ανάγκες των επισκεπτών. Η ερευνητική μελέτη έδειξε ότι, στέλνοντας τη σωστή ποσότητα και τον σωστό τύπο φωτός στον σωστό χώρο τη σωστή στιγμή, μπορεί να δημιουργηθεί σημαντική θετική επίδραση στην εμπειρία των επισκεπτών, είτε πρόκειται για έντονο φως 5000K για την ενίσχυση της εγρήγορσης το πρωί, είτε για ζεστό φως 2200K με χαμηλή θάμβωση για ασφαλή νυχτερινή κίνηση στους κοινόχρηστους χώρους.

Επιπλέον, η ερευνητική μελέτη καταδεικνύει σε μεγάλο βαθμό πώς η έξυπνη διαχείριση φορτίου, όπως η ρύθμιση του φωτισμού βάσει εργασίας (task tuning) και η αξιοποίηση του φυσικού φωτός με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης, μπορεί να επιτύχει σημαντική ενεργειακή βελτιστοποίηση χωρίς να θυσιάζεται η ποιότητα του παρεχόμενου φωτός. Στην παρούσα μελέτη, είναι προφανές ότι το φως δεν αποτελεί πλέον απλώς ένα συμπλήρωμα, κάτι που προστίθεται μόνο στα τελικά στάδια ενός αρχιτεκτονικού έργου. Αντίθετα, το φως

θεωρείται πλέον ένα στοιχείο παρόμοιο με οποιοδήποτε δομικό υλικό. Σε σχέση με τις τυπολογίες κατοικιών ανοιχτού τύπου που αξιολογήθηκαν (Κτίριο 1 και Κτίριο 2), το φως έχει καταστεί το κύριο μέσο οργάνωσης του χώρου. Έλλειψη φυσικών τοίχων, σωστά τοποθετημένες σκηνές θα δημιουργήσουν αόρατα λειτουργικά διαχωριστικά μεταξύ διακριτών περιοχών, π.χ. μιας κουζίνας υψηλής οπτικής ευκρίνειας και ενός σαλονιού χαμηλής θάμβωσης για χαλάρωση. Η σχέση μεταξύ του φωτός και του αρχιτεκτονικού χαρακτήρα, καθώς και με το *genius loci* κάθε τόπου, θα συνεχίσει να εξελίσσεται καθώς οι αρχιτέκτονες θα είναι σε θέση να αξιοποιούν νέες στοχευμένες μορφές φωτισμού, όπως τεχνικές εφαπτόμενου φωτισμού στην επιφάνεια της επένδυσης από φυσική πέτρα, για να τονίσουν τόσο το βάθος όσο και την αυθεντικότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται, δημιουργώντας έτσι μια άμεση σχέση μεταξύ της αρχιτεκτονικής και του μεσογειακού της πλαισίου. Αντιμετωπίζοντας τον φωτισμό ως ένα δυναμικό, προγραμματιζόμενο στοιχείο της αρχιτεκτονικής, η χρήση του θα εξαλείψει τα προηγούμενα επίπεδα ακαμψίας στα αρχιτεκτονικά συστήματα, επιτρέποντας έτσι σε έναν ενιαίο χώρο να μεταβάλλεται συνεχώς μεταξύ πολυάριθμων συναισθηματικών και λειτουργικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Υπάρχουν σαφή οφέλη που συνδέονται με τη χρήση φωτισμού με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης (AI) σε ένα τουριστικό κατάλυμα. Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί περιορισμοί και εμπόδια που σχετίζονται με την αποτελεσματική εφαρμογή του, ειδικά σε σχέση με τους τομείς της τεχνικής αξιοπιστίας, της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη και του κόστους που συνδέεται με την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας σε μια εγκατάσταση φιλοξενίας. Ο σημαντικότερος περιορισμός, σύμφωνα με την έρευνα, είναι η έλλειψη συνοχής μεταξύ των διαφόρων προϊόντων έξυπνου κτιρίου. Λόγω της έλλειψης καθολικής διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφόρων ανταγωνιστικών πρωτοκόλλων (π.χ. DALI, Zigbee, KNX), συχνά παρατηρούνται σήμερα πολύπλοκα, ευπαθή δίκτυα που μπορεί να παρουσιάσουν καθυστέρηση συστήματος ή πλήρη βλάβη, ιδίως σε απομακρυσμένες τοποθεσίες τουριστικών καταλυμάτων όπου δεν διατίθενται ισχυρά δίκτυα Wi-Fi. Επιπλέον, ο ανθρώπινος παράγοντας δημιουργεί ένα στοιχείο απρόβλεπτου, καθώς τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης που έχουν εκπαιδευτεί στις ενέργειες ενός πελάτη ενδέχεται να μην εφαρμόζονται κατάλληλα στον επόμενο, με αποτέλεσμα να γίνονται πηγή εκνευρισμού αντί για διευκόλυνση. Παράλληλα, οι απαιτήσεις αρχικής επένδυσης παραμένουν ιδιαίτερα υψηλές. Η μετάβαση από τα τυπικά καλώδια χαλκού σε προηγμένη υποδομή τεχνητής νοημοσύνης βασισμένη στο cloud θα οδηγήσει σε διογκωμένες αρχικές κεφαλαιουχικές

δαπάνες (CapEx). Τέλος, η χρήση εξειδικευμένων τεχνικών πληροφορικής/προγραμματιστές, αντί για τυπικούς ηλεκτρολόγους, για τη συντήρηση θα δημιουργήσει ευπάθειες στις μακροπρόθεσμες λειτουργικές δαπάνες (OpEx) για τους ιδιοκτήτες ακινήτων.

Οι περιγραφόμενοι περιορισμοί δημιουργούν ένα πεδίο για σημαντικές ερευνητικές ευκαιρίες. Καθώς ο κλάδος κινείται προς τυποποιημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας (π.χ. το πρότυπο Matter), οι ερευνητές θα πρέπει να διεξάγουν μελέτες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι καθολικές γλώσσες μειώνουν το κόστος ενσωμάτωσης και αυξάνουν τη σταθερότητα του συστήματος σε περιβάλλοντα φιλοξενίας. Επιπλέον, πιθανότατα θα υπάρξει μια σημαντική αλλαγή από το κεντρικό cloud computing στο Edge Computing, όπου η λογική της τεχνητής νοημοσύνης θα ενσωματωθεί στο ίδιο το φωτιστικό ή στον τοπικό διακόπτη. Οι ερευνητές πρέπει να ποσοτικοποιήσουν τον τρόπο με τον οποίο αυτή η τοπική επεξεργασία μειώνει την εξάρτηση από τη σύνδεση στο διαδίκτυο και ενισχύει την ιδιωτικότητα. Τέλος, ο πιθανώς πιο ενδιαφέρων τομέας έρευνας θα πρέπει να είναι η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι βιομετρικές πληροφορίες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε αλγόριθμους φωτισμού. Με άλλα λόγια, αντί να εξαρτώνται απλώς από γενικευμένους αισθητήρες παρουσίας, τα μελλοντικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ενδέχεται να χρησιμοποιούν φορητές συσκευές ή αισθητήρες φυσιολογικών παραμέτρων χωρίς επαφή για τη ρύθμιση της ατμόσφαιρας και των επιπέδων φωτισμού με βάση βιομετρικά σήματα σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, εάν η τεχνητή νοημοσύνη ανιχνεύσει αυξημένα επίπεδα στρες ή αυξημένη θερμοκρασία σώματος, θα μπορούσε να προτείνει τη χρωματική ρύθμιση του φωτός σε πιο θερμή απόχρωση, καθώς και τη μείωση της φωτεινότητάς του.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στον αρχιτεκτονικό φωτισμό σηματοδοτεί μια ριζική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι βιώνουν τον χώρο στον οποίο διαμένουν. Η παρούσα διατριβή έχει καταδείξει πώς, εάν σχεδιαστούν σωστά, τα έξυπνα συστήματα φωτισμού θα βρίσκονται στο σταυροδρόμι της ανθρώπινης βιολογίας, της χωρικής αισθητικής και της οικολογικής ευθύνης. Μια ανθρωποκεντρική σχεδιαστική προσέγγιση στην αρχιτεκτονική υποστηρίζει τη σωματική και ψυχολογική ευεξία του επισκέπτη. Εκτός από την υποστήριξη αυτής της εμπειρίας του επισκέπτη, με τη χρήση δυναμικών τεχνικών ελέγχου βάσει σκηνών, ο τομέας της πολυτελούς φιλοξενίας θα αναβαθμιστεί από ένα στατικό κατάλυμα σε ένα αυτοματοποιημένο, προσαρμοστικό

περιβάλλον. Με τη χρήση τεχνολογιών βελτιστοποίησης ενέργειας που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και τεχνολογιών συμβατών με το σκοτεινό ουρανό, είναι δυνατόν να επιτευχθεί ενεργειακή απόδοση χωρίς να βλάπτει το φυσικό κόσμο. Καθώς οι υποκείμενες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία φωτισμού τεχνητής νοημοσύνης γίνονται όλο και πιο τυποποιημένες, ισχυρές και ενσωματωμένες στην ανθρώπινη βιολογία, οι λύσεις φωτισμού με τεχνητή νοημοσύνη θα γίνουν κάτι περισσότερο από μια πολυτελής παροχή· θα γίνουν ένα απαραίτητο και θεμελιώδες μέρος του βιώσιμου, ανθρωποκεντρικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

## Αναφορές

### Ξενόγλωσση

Baniya, R., Tetri, E., & Halonen, L. (2015). A study of preferred illuminance and correlated colour temperature for LED office lighting. *Light and Engineering*, 23(3), 39-47.

Cupkova, D., Kajati, E., Mocnej, J., & Papcun, P. (2019). Intelligent human-centric lighting for mental wellbeing improvement. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(9). <https://doi.org/10.1177/1550147719875878>

Doulos, L. T., Tsangrassoulis, A., Madias, E.-N., Niavis, S., Kontadakis, A., Kontaxis, P. A., Kontargyri, V. T., Skalkou, K., Topalis, F., Manolis, E., Sinou, M., & Zerefos, S. (2020). Examining the impact of daylighting and the corresponding lighting controls to the users of office buildings. *Energies*, 13(15), 4024. <https://doi.org/10.3390/en13154024>

Emmanuel, J. H. (2023). *The role of artificial intelligence and its capabilities in the process of conceptualizing a lighting design* [Master's thesis, KTH Royal Institute of Technology].

Fan, Y., Cui, H., Qin, J., Liu, C., & Huang, Q. (2024). A case study on the evacuation of people during a fire in the workshop of a large factory. *Fire*, 7(2), 47. <https://doi.org/10.3390/fire7020047>

Fang, P., & Wang, M. (2023). A distributed intelligent lighting control system based on deep reinforcement learning. *Applied Sciences*, 13(16), 9057. <https://doi.org/10.3390/app13169057>

Fang, Y., Liu, C., Zhao, C., Zhang, H., Wang, W., & Zou, N. (2022). A study of the effects of different indoor lighting environments on computer work fatigue. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6866. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116866>

Farooq, S., Ahmed, A., & Ch, A. (2019). Impact of lighting on customers' emotional reactions in upscale restaurants. *Science International (Lahore)*, 31(6), 851-854.

García-Martín, G., Campano, M. Á., Acosta, I., & Bustamante, P. (2025). New approaches in dynamic metrics for lighting control systems: A critical review. *Applied Sciences*, 15(15), 8243. <https://doi.org/10.3390/app15158243>

Gorgulu, S. (2025). Environmental impact assessment of smart daylighting systems using LCA and measured illuminance. *Sustainability*, 17(18), 8463. <https://doi.org/10.3390/su17188463>

Gunay, H. B., O'Brien, W., & Beausoleil-Morrison, I. (2016). Development and implementation of an adaptive lighting and blinds control algorithm. *Building and Environment*, 113, 185-199. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.027>

Hwang, T., & Kim, J. (2011). Effects of indoor lighting on occupants' visual comfort and eye health in a green building. *Indoor and Built Environment*, 20(1), 75-90. <https://doi.org/10.1177/1420326X10392017>

Jiso Iluminación. (n.d.). *Light through the eyes of Richard Kelly*. <https://www.jisoiluminacion.com/en/light-through-the-eyes-of-richard-kelly/>

Kelly, R. (1952). Lighting as an integral part of architecture. *College Art Journal*, 12(1), 24-30. <https://doi.org/10.1080/15436322.1952.11466295>

Kim, K. R., Lee, K. S., & Cho, H. (2025). Assessing the impact of the indoor light environment of office facilities on multidimensional human responses. *Buildings*, 15(16), 2955. <https://doi.org/10.3390/buildings15162955>

Kim, K., & Lee, K. (2024). Indoor light environment factors that affect the psychological satisfaction of occupants in office facilities. *Buildings*, 14(5), 1248. <https://doi.org/10.3390/buildings14051248>

Konis, K. (2017). A novel circadian daylight metric for building design and evaluation. *Building and Environment*, 113, 22-38. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.025>

Lares Luce Co., LTD. (2023, December 6). *Illuminating solutions: Mitigating glare for optimal lighting* [LinkedIn post]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/illuminating-solutions-mitigating-glare-optimal-lighting-45djc/>

- Marikyan, D., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2019). Smart home technology acceptance: An empirical investigation. In *I3E 2019: Digital transformation for a sustainable society in the 21st century* (Vol. 11701, pp. 305-315). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29374-1\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29374-1_25)
- Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius loci: Towards a phenomenology of architecture*. Rizzoli.
- Oliveira, A. P., Ferreira, G., & Martinez-Perez, C. (2024). Effects of stage lighting on visual comfort at summer festivals: A study in Portugal. *Healthcare*, 12(23), 2441. <https://doi.org/10.3390/healthcare12232441>
- Putrada, A. G., Abdurohman, M., Perdana, D., & Nuha, H. H. (2022). Machine learning methods in smart lighting toward achieving user comfort: A survey. *IEEE Access*, 10, 45137-45178. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3169765>
- Roberts, F., White, M., Memon, S., He, B.-J., & Yang, S. (2023). The application of human-centric lighting in response to working from home post-COVID-19. *Buildings*, 13(10), 2532. <https://doi.org/10.3390/buildings13102532>
- RoomSketcher. (2026). *How to make a lighting plan in 7 steps*. <https://www.roomsketcher.com/blog/how-to-make-a-lighting-plan/>
- SleepSpace. (n.d.). *The 24-hour circadian rhythm cycle & optimizing daily energy*. <https://sleepspace.com/circadian-rhythm-2/>
- Sun, F., Yu, J., Wang, Z., Li, X., Zhang, Y., & Wang, J. (2020). Indoor intelligent lighting control method based on distributed multi-agent framework. *Optik*, 213, 164816. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164816>
- Tan, F., Caicedo, D., Pandharipande, A., & Zuñiga Zamalloa, M. A. (2017). Sensor-driven, human-in-the-loop lighting control. *Lighting Research & Technology*, 50(5), 660-680. <https://doi.org/10.1177/1477153517693887>
- Tan, S. Y., Jacoby, M., Saha, H., Florita, A. R., Henze, G. P., & Sarkar, S. (2022). Multimodal sensor fusion framework for residential building occupancy detection. *Energy and Buildings*, 258, 111828. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111828>

Tycorun. (2022). *What is the design of a passive solar house?* <https://www.tycorun.com/blogs/news/what-is-the-design-of-a-passive-solar-house>

Wang, W., Chen, J., Hong, T., & Zhu, N. (2018). Occupancy prediction through Markov based feedback recurrent neural network (M-FRNN) algorithm with WiFi probe technology. *Building and Environment*, 138, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.034>

Whang, A. J.-W., Yang, T.-H., Deng, Z.-H., Chen, Y.-Y., Tseng, W.-C., & Chou, C.-H. (2019). A review of daylighting system: For prototype systems performance and development. *Energies*, 12(15), 2863. <https://doi.org/10.3390/en12152863>

Wei, Y., Zhang, Y., Wang, Y., & Liu, C. (2023). A study of the emotional impact of interior lighting color in rural bed and breakfast space design. *Buildings*, 13(10), 2537. <https://doi.org/10.3390/buildings13102537>

Xiao, H., Kang, Q., Zhao, J., & Xiao, Y. (2010). A dynamic sky recognition method for use in energy efficient lighting design based on CIE standard general skies. *Building and Environment*, 45(5), 1319-1328. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.11.014>

Xiong, J., & Tzempelikos, A. (2019). A personalized daylighting control approach to dynamically optimize visual satisfaction and lighting energy use. *Energy and Buildings*, 193, 111-126. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.046>

Zhang, J., Chen, Z., Wang, A., Li, Z., & Wan, W. (2023). Intelligent personalized lighting control system for residents. *Sustainability*, 15(21), 15355. <https://doi.org/10.3390/su152115355>

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Τσαγκρασούλης, Α. (2015). *Φυσικός φωτισμός*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (Κάλλιπος).

## Παράρτημα Φωτιστικών σωμάτων

### • ONE LIGHT - 42100BAL/B/V



09 Tracks & Magnetic>Magnetic Linear Lights DALI

42100BAL/B/V



16W DALI DT8 CCT Tunable LED Linear light for magnetic profile.

Suitable for MINI and MIDI magnetic profiles.

Complies with standard EN60598-1 and any other specific standards.



Downloads



Dimensions



Physical Specification

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Item Group        | 09 Tracks & Magnetic        |
| Family            | Magnetic Linear Lights DALI |
| Order Code        | 42100BAL/B/V                |
| Colour            | Black                       |
| Material          | Aluminium                   |
| Diffuser Material | PC                          |
| Shape             | Rectangular                 |
| Length            | 600mm                       |
| Width             | 24mm                        |
| Height            | 29mm                        |
| Surface Ceiling   | Yes                         |
| Surface Wall      | Yes                         |



|               |     |
|---------------|-----|
| Track mounted | Yes |
| Indoor        | Yes |
| Adjustable    | No  |

#### Electrical Characteristics

|               |                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Fitting       |                                                                                   |
| Input Type    | Constant Voltage                                                                  |
| Input Voltage | 48V DC                                                                            |
| Safety Class  |  |
| Power(Watts)  | 16W                                                                               |
| IP Rating     | IP20                                                                              |
| Light Source  | LED built in                                                                      |
| F Mark        |  |

#### Illumination Data

|                      |                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Colour Code          | 3000K-4000K DT8 Tunable                                                             |
| Lumen Output         | 1280lm                                                                              |
| Light Efficiency     | 80lm/W                                                                              |
| CRI                  | 90                                                                                  |
| Beam Angle           | 120°                                                                                |
| Illumination Diagram |  |

#### Packing Info

|            |               |
|------------|---------------|
| Box Weight | 0.482kg       |
| Pcs/Carton | 40            |
| Barcode    | 5291889086871 |
| HS Code    | 9405413990    |



• **ONE LIGHT – 42108L/B/V**



New 2025 Edition 3>Magnetic Lights

**42108L/B/V**



6W DALI DT8 CCT Tunable LED spot for magnetic profiles.

Suitable for MINI, MIDI, MAXI and P&P magnetic profiles.

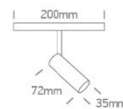
Complies with standard EN60598-1 and any other specific standards.



Downloads



Dimensions



Physical Specification

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Item Group      | New 2025 Edition 3 |
| Family          | Magnetic Lights    |
| Order Code      | 42108L/B/V         |
| Colour          | Black              |
| Material        | Aluminium          |
| Shape           | Circular           |
| Height          | 72mm               |
| Diameter        | 35mm               |
| Surface Ceiling | Yes                |
| Surface Wall    | Yes                |
| Track mounted   | Yes                |
| Indoor          | Yes                |



Adjustable

2 Directions

#### Electrical Characteristics

##### Fitting

|               |                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Input Type    | Constant Voltage                                                                  |
| Input Voltage | 48V DC                                                                            |
| Safety Class  |  |
| Power(Watts)  | 6W                                                                                |
| IP Rating     | IP20                                                                              |
| Light Source  | LED built in                                                                      |
| F Mark        |  |

#### Illumination Data

|                      |                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Colour Code          | 3000K-4000K DT8 Tunable                                                             |
| Lumen Output         | 480lm                                                                               |
| Light Efficiency     | 80lm/W                                                                              |
| CRI                  | 90                                                                                  |
| Beam Angle           | 38°                                                                                 |
| Illumination Diagram |  |

#### Packing Info

|            |               |
|------------|---------------|
| Box Weight | 0.286kg       |
| Pcs/Carton | 30            |
| Barcode    | 5291889086499 |
| HS Code    | 9405413990    |

#### Certification & Warranty



• **ONE LIGHT - 42138/B/V**



09 Tracks & Magnetic>Magnetic Spots CCT V

**42138/B/V**



7W CCT Variable LED spot with honeycomb for magnetic profiles.

Suitable for MINI, MIDI, MAXI and P&P magnetic profiles.

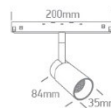
Complies with standard EN60598-1 and any other specific standards.



Downloads



Dimensions



Gallery



Physical Specification

|            |                      |
|------------|----------------------|
| Item Group | 09 Tracks & Magnetic |
| Family     | Magnetic Spots CCT V |
| Order Code | 42138/B/V            |
| Colour     | Black                |
| Material   | Aluminium            |
| Shape      | Circular             |
| Height     | 84mm                 |



|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Diameter        | 35mm         |
| Surface Ceiling | Yes          |
| Surface Wall    | Yes          |
| Track mounted   | Yes          |
| Indoor          | Yes          |
| Adjustable      | 2 Directions |

#### Electrical Characteristics

##### Fitting

|               |                                                                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Input Type    | Constant Voltage                                                                   |
| Input Voltage | 48V DC                                                                             |
| Safety Class  |   |
| Power(Watts)  | 7W                                                                                 |
| IP Rating     | IP20                                                                               |
| Light Source  | LED built in                                                                       |
| F Mark        |  |

#### Illumination Data

|                      |                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Colour Temperature   | 3000K-3500K-4000K                                                                   |
| Lumen Output         | 560lm                                                                               |
| Light Efficiency     | 80lm/W                                                                              |
| CRI                  | 90                                                                                  |
| Beam Angle           | 38°                                                                                 |
| Illumination Diagram |  |

#### Packing Info

|            |               |
|------------|---------------|
| Box Weight | 0.310kg       |
| Pcs/Carton | 30            |
| Barcode    | 5291889085676 |



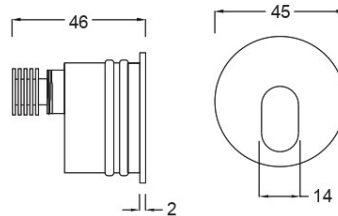
• **ERGONLIGHT – OGI**

## Ogi

Wall recessed floor washer



Data Sheet



Ogi is a wall recessed floor washer luminaire ideal for paths and stairs illumination. Specially designed with a deep angled lens shield to produce a soft asymmetric light emission. Constructed from aluminium and O-rings to ensure a long lasting fixture and maximum protection. Mounting box is needed for installation. IP40 rating as standard makes Ogi suitable for indoor residential and public-building applications, to create interesting effects.

### 1. KEY FEATURES

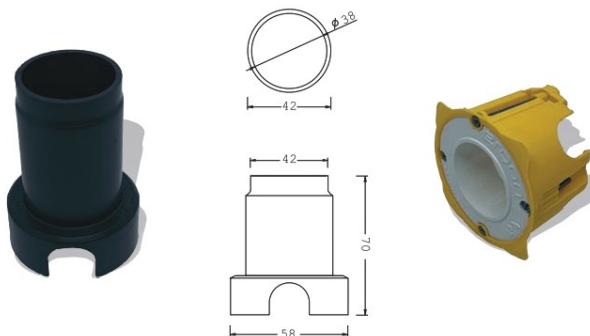
- Wall recessed indoor spotlight
- Body in aluminium
- Heat sink assembly
- Deep recessed led position
- Standard in
  - 01 white | ral 9010 ,
  - 02 black | ral 9005
 ( or any other ral of your choice )
- Supplied with silicon O-rings for maximum protection
- With teflon cable 0,75mm

### 2. SPECIFICATIONS

- Lamp info: Cree XP-G , 3000k, 1w/350mA  
2w/500mA
- Fixture: 130-140lm / watt
- Optics : 00
- Driver not included
- IP rating: IP 40
- Accessories: Mounting box needed  
( not included )

### 3. ACCESSORIES

Mounting box



T: 2299049401 - 402 E: info@ergonlight.gr www.ergonlight.gr

Data sheet 02.2020  
Ergonlight reserve the right to change the specifications without notice.

**ergonlight™**  
architectural lighting

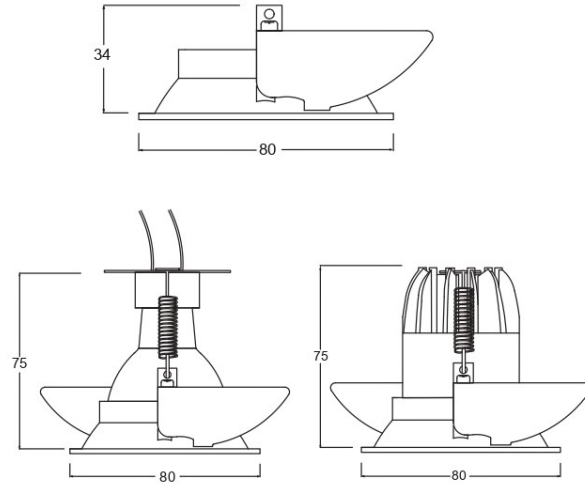
• **ERGONLIGHT - SOFT**

**SOFT**

Ceiling recessed downlight



Data Sheet



City is a minimal fixed trim downlight for achieving a trimless effect.  
With deep recessed lamp position affording low glare.

**PRODUCT CODE**

- 02-204-01
- 02-204-02

**KEY FEATURES**

- Fixed recessed downlight
- Deep recessed lamp position for low glare
- Minimal appearance
- Colour : White | ral 9010  
Black | ral 9005

and in option other ral colours

**SPECIFICATIONS**

- Adjustability : 0°
- Aperture : ⌀70mm
- IP rating : IP 20
- Lamp info :

GU10 / 230V

MR16/ GU5.3/ 12V

COIN LED

- Option : Protection glass for IP44  
Honeycomb filter

• **iGuzzini – M253.01**

**Underscore / M253.01 White + (option 2m)**

**iGuzzini**



**PART OF**

UNDERSCORE LEDSTRIP 12/24V  
UNDERSCORE18 PERIMETRAL  
UNDERSCORE18 RECESSED MINIMAL  
UNDERSCORE18 SURFACE

**SELECTED COLOUR**

☐ 01 White **STANDARD**

**DESCRIPTION**

flexible strip - 5m - 12V LED 1

**GL - general lighting**  
**14.4 W system**  
**370 lm system**  
**25.7 lm/W**  
**RGB K**

**DESIGNED BY**

**iGuzzini**

Specification sheet generated on 30/05/2026

## LENGTH

SELECTED

2m Length (m)

## TECHNICAL DATA

LAST UPDATE: 21/04/2026

### DESCRIPTION

Product for linear lighting - with RGB LEDs - made on a white flexible circuit coated with a layer of silicone; the silicone protection guarantees IP65 protection for the uncut strip. The ends of the circuits are fitted with connectors with IP20 protection, therefore we recommend that the strips be used indoors. Supplied in 5-metre long coils wound on suitable supports; the pack includes a connections kit for in line or power supply connections. The back of the circuit is coated with adhesive for rapid application; mounting accessories are available for less simple installations. The strip can be cut at a centre-to-centre distance of 100 mm (minimum 3 LEDs); if intermediate cuts are made, ensure that the cut ends are carefully sealed. LED features: RGB full colour - 30 LEDs/m - flare angle 100°- 40W total - power supply 12V - maximum 2 coils can be connected in line with suitable accessory sequencers.

### TECHNICAL PERFORMANCE

|                                                                                     |                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Class III                                                                                                |
|  | Protected against penetration of solids larger than 12 mm, not protected against penetration of liquids. |

Complies with EN60598-1 and pertinent regulations

### PHYSICAL PROPERTIES

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| <b>Weight (kg)</b> | 0.21          |
| <b>Material</b>    | Technopolymer |

## Underscore / M253.01 White + (option 2m)

iGuzzini

### DIMENSIONS

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| General (mm)                                                                      | 5000x10x3 |
|  |           |

### PRODUCT CERTIFICATION

|                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| BIS                                                                               | CE                                                                                  | EAC                                                                                 | QCERT                                                                               |

## Underscore / M253.01 White + (option 2m)

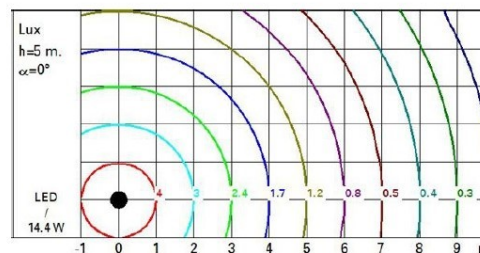
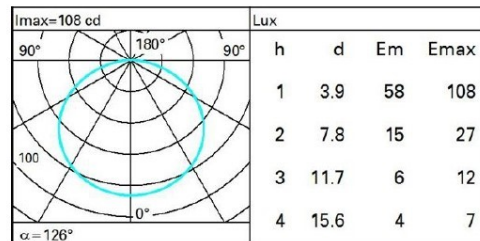
iGuzzini

## PHOTOMETRIC DATA

### DETAILS

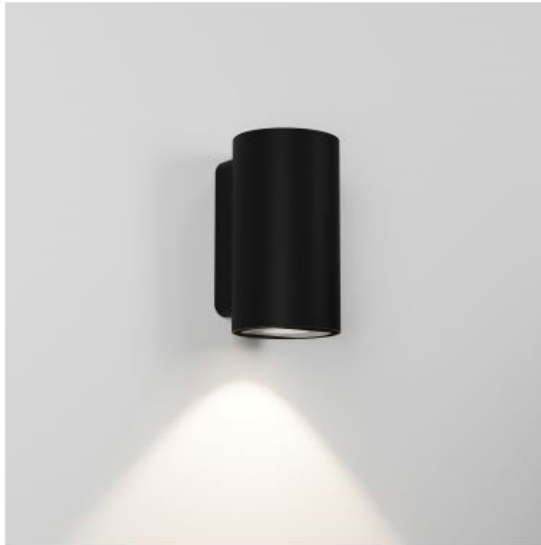
|                                                   |                       |
|---------------------------------------------------|-----------------------|
| lm system                                         | 370                   |
| W system                                          | 14.4                  |
| lm source                                         | 370                   |
| W source                                          | 14.4                  |
| Luminous efficiency - lm/W (system value)         | 25.7                  |
| lm in emergency mode                              | -                     |
| Maximum intensity (cd)                            | 54                    |
| Total light flux at or above an angle of 90° (Lm) | 20                    |
| Light output ratio (LOR)                          | 100                   |
| Optic and beam angle                              | GL - general lighting |
| Adjustability                                     | fixed                 |
| Colour temperature                                | RGB K                 |

### CHARTS AND POLAR CURVES



• **DELTALIGHT – NOCTA RD80 VWFL DIM50 Downlight**

DELTALIGHT



**NOCTA RD80 VWFL 930 DIM5**

30111 9305 B

AVAILABLE IN

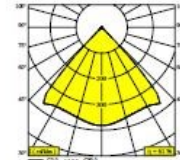
**ALU GREY** 30111 9305 A

**BLACK** 30111 9305 B

**FLEMISH BRONZE OUTDOOR** 30111 9305 FBRX

**ANTHRACITE** 30111 9305 N

**WHITE** 30111 9305 W



[View on website](#)



|                                      |                                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>General info</b>                  |                                                       |
| LOCATION                             | outdoor                                               |
| INSTALLATION                         | Wall Surface mounted                                  |
| INGRESS PROTECTION                   | IP65                                                  |
| PROTECTION AGAINST MECHANICAL IMPACT | IK06                                                  |
| WEIGHT (KG)                          | 1.2                                                   |
| ADJUSTABILITY                        | non adjustable                                        |
| INFORMATION                          | INCL LENS<br>INCL DIMMABLE LED POWER SUPPLY 350 mA-DC |
| <b>Electrical info</b>               |                                                       |
| ELECTRICAL                           | 220-240V / 50-60Hz                                    |
| CLASS                                | I                                                     |
| POWER SUPPLY                         | YES                                                   |
| DIM TYPE                             | DALI                                                  |
| ENERGY CLASS                         | E                                                     |
| CERTIFICATES                         | CB, ENEC, EPD, RCM                                    |
| <b>Lightsource info</b>              |                                                       |
| LIGHTSOURCE NAME                     | LED                                                   |
| LIGHTSOURCE                          | LED array 5,8W / CRI>90 (R9: 52) / 3000K / 734lm      |
| TM-30 VALUES                         | rf: 90 / Rg: 99                                       |
| SDCM                                 | SDCM1                                                 |
| RISKGROUP                            | RG1                                                   |
| LM80                                 | L90B10 > 50000                                        |
| LED TECHNICS (LIGHT SOURCE)          | 734lm // 5,8W // 127lm/W                              |
| LED TECHNICS (LUMINAIRE)             | 448lm // 6,7W // 67lm/W                               |

• **ARKOSLIGHT – Walky / SS91.04**

## Walky / **SS91.04** Black



**PART OF**

WALKY SQUARE WALL-MOUNTED  
WALKY SQUARE RECESSED

---

**DESCRIPTION**

Square optic assembly 180x180mm – AL optic – Warm White – 220÷240Vac

**AL - Longitudinal asymmetric optic**

**5.8 W system**

**462 lm system**

**79.7 lm/W**

**3000 K**

**CRI 80 - Rf (Colour Fidelity Index) 85 - Rg (Gamut Index) 99**

**On/off**

---

**DESIGNED BY**

**iGuzzini**

**SELECTED COLOUR**

04 Black

STANDARD

Specification sheet generated on 30/05/2026

## TECHNICAL DATA

LAST UPDATE: 24/04/2026

### DESCRIPTION

Luminaire for walkways designed to use LED lamps with a high efficiency value. Ceiling, wall-recessed and pole-mounted installation. It consists of an optical assembly with an IP66 protection rating and an outer casing or wall-mounted base to be ordered separately. The optical assembly and base are made of aluminium alloy treated with powder paint, which provides a high level of resistance to weather and UV rays. Plastic closure guard at the rear of the optical assembly. Complete with plastic cable gland and outlet cable. Transparent sodium-calcium tempered safety glass Luminaire with no visible screws and an anti-vandal system that uses an opening key to access the rear wiring compartment (supplied in the package). All external screws used are made of A2 stainless steel.

### TECHNICAL PERFORMANCE

|                                                                                     |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|  | Class I                                                                   |
|  | Completely protected against penetration of dust, Protected against waves |
|  | IK09 - Protected against 10 J shocks                                      |

Complies with EN60598-1 and pertinent regulations

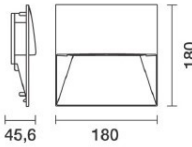
### PHYSICAL PROPERTIES

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>Weight (kg)</b> | 0.74      |
| <b>Material</b>    | Aluminium |

## Walky / SS91.04 Black

iGuzzini

### DIMENSIONS

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| General (mm)                                                                      | 180x180x45 |
|  |            |

### PRODUCT CERTIFICATION

|                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| BIS                                                                               | CE                                                                                  | EAC                                                                                 | ENEC-03                                                                             |
|  |  |                                                                                     |                                                                                     |
| QCERT                                                                             | UK CONFORMITY ASSESSED                                                              |                                                                                     |                                                                                     |

## Walky / SS91.04 Black

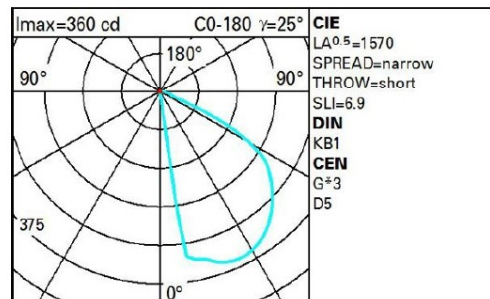
iGuzzini

## PHOTOMETRIC DATA

### DETAILS

|                                                   |                                                              |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| lm system                                         | 462                                                          |
| W system                                          | 5.8                                                          |
| lm source                                         | 1100                                                         |
| W source                                          | 4.8                                                          |
| Luminous efficiency - lm/W (system value)         | 79.7                                                         |
| lm in emergency mode                              | -                                                            |
| Maximum intensity (cd)                            | 398                                                          |
| Total light flux at or above an angle of 90° (Lm) | 10                                                           |
| Light output ratio (LOR)                          | 46                                                           |
| Optic and beam angle                              | AL - Longitudinal asymmetric optic                           |
| Adjustability                                     | fixed                                                        |
| Light colour quality                              | CRI 80 - Rf (Colour Fidelity Index) 85 - Rg (Gamut Index) 99 |
| Colour temperature                                | 3000 K                                                       |
| MacAdam Step                                      | 3                                                            |
| Lifetime LED 1                                    | 100,000h - L90 - B10 (Ta 25°C)                               |
| Lifetime LED 2                                    | 100,000h - L80 - B10 (Ta 40°C)                               |

### CHARTS AND POLAR CURVES



• **WIBRE – RECESSED SPOTLIGHT 4.0102**



**4.0102**  
**RECESSED-SPOTLIGHT**

 For illuminating small and medium swimming pools and water features



[Manual →](#)
[Catalogue page →](#)
[Drawing →](#)

IP68  
IP69
 IK09
 STAINLESS  
STEEL 316Ti  
ELECTRO  
POLISHED
 3.000 K  
4.500 K  
6.000 K
 RGB-W
 DYNAMIC  
WHITE
 DALI  
1-10V  
OPTICALLY  
DIMMABLE
 CONSTANT  
CURRENT  
KONSTANT  
STROM
 CABLE  
INCL.
 max 5m
 



## DESCRIPTION

- > Protection class IP68 – up to 5m water depth
- > Protection class IP69 - protection against high pressure and high jet water temperatures
- > Entirely made of stainless steel 316Ti 1.4571, electropolished
- > Round and square attachment cover, made of stainless steel 316Ti, height 2 mm
- > POW-LED cold white, warm white, neutral white
- > Multichip POW-LED RGB-W
- > Multichip POW-LED dynamic white
- > operating mode: constant current
- > temperature controlled (onboard)
- > surge protection
- > Rotationally symmetric light distribution
- > Constant-current power source/RGB-W-controller ordered separately
- > Installation housing made of stainless steel 316Ti with 1.5 m cable protection tube
- > Supplied with 3 m of special underwater cable

| ARTICLE NUMBER                                | LAMPS               | LUMEN              | LIGHT COLOUR            | WATTAGE     | CURRENT            | RADATION ANGLE | CABLE, INSTALLS |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-------------|--------------------|----------------|-----------------|
| <b>VERSIONS: UNDERWATER ENVIRONMENTS ONLY</b> |                     |                    |                         |             |                    |                |                 |
| <b>CIRCULAR COVER</b>                         |                     |                    |                         |             |                    |                |                 |
| 4.0102.20.11                                  | 4 POW-LED           | 2300 lm            | 6000K cold white        | total 18 W  | CC 1200mA @12 V-DC | 25° medium     | UW, 2x1,5 qmm   |
| 4.0102.20.12                                  | 4 POW-LED           | 1880 lm            | 3000K warm white        | total 18 W  | CC 1200mA @12 V-DC | 25° medium     | UW, 2x1,5 qmm   |
| 4.0102.20.13                                  | 4 POW-LED           | 2010 lm            | 4500K neutral white     | total 18 W  | CC 1200mA @12 V-DC | 25° medium     | UW, 2x1,5 qmm   |
| 4.0102.20.41                                  | 4 Multichip POW-LED | cold white: 580 lm | RGB-CW cold white 6000K | all on 17 W | CC 350mA @12 V-DC  | 25° medium     | UW, 8x0,25 qmm  |

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα: Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.